

پیش‌بینی آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری کلانشهر تهران با بهره‌گیری از تلفیق GIS با مدل LUR و شبکه عصبی مصنوعی

ناهد سجادیان^۱

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۱/۲۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۵/۹

چکیده

تاکنون طرح‌هایی چند در جهت کاهش آلودگی هوای شهر تهران به مرحله اجرا گذاشته شده است. اما مسئله این است که در کنار سایر کاستی‌ها، این طرح‌ها اغلب با تبعیت از مدیریت بحران به جای مدیریت ریسک، در واقع عکس‌العملی منفعلانه و مقطعی در مقابل افزایش آلودگی هوا بوده و در تصمیمات مدیریتی مبتنی بر این طرح‌ها از سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری استفاده نشده است. لذا این پژوهش به سبب اهمیت موضوع با روشی تحلیلی-کاربردی و با استفاده از داده‌های ساعتی، غلظت منوکسید کربن ۱۲ ایستگاه از مجموعه ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا متعلق به شرکت کنترل کیفیت هوا و همچنین داده‌های هواشناسی سرعت باد، جهت باد و دما مربوط به ایستگاه مهرآباد، همگی مربوط به سال ۱۳۸۹، و داده‌های حجم همسنگ سواری معابر شهر تهران با هدف پیش‌بینی زمانی-مکانی آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری کلانشهر تهران در راستای کاربرد در سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری فضایی مدیریت کیفیت هوا و با هدف نهایی مدیریت بهینه حمل و نقل شهری کلانشهر تهران به تحقیق پرداخت. در این راستا، از آنجا که هدف غایی تحقیق حاضر، بهره‌گیری از نتایج آن در کنترل بهینه حمل و نقل شهری به عنوان منبع مهم آلاینده هوا است؛ از روش LUR برای سنجش شاخص منوکسید کربن در حمل و نقل کلانشهر تهران در کنار سایر آلاینده‌ها استفاده گردید. سپس از شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی زمانی احتمال وقوع آلودگی هوا البته با تأکید بر مدیریت ریسک بهره گرفته شد؛ و سپس بر پایه پیش‌بینی‌های زمانی حاصل از شبکه عصبی مصنوعی، با استفاده از شاخص کریجینگ مناطقی که احتمال وقوع آلودگی هوا در آنها بالاست، شناسایی گردید. براساس یافته‌های تحقیق، نتایج مناسب تشخیص داده شد به گونه‌ای که می‌توان از این الگو در سامانه پشتیبانی مدیریت کیفیت هوا به هدف نهایی مدیریت بهینه حمل و نقل شهری کلانشهر تهران استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، حمل و نقل شهری، شبکه عصبی مصنوعی، سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری فضایی، GIS، مدل LUR.

مقدمه

آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری کلانشهر تهران با بهره‌گیری از تلفیق GIS با مدل LUR و شبکه عصبی مصنوعی در راستای کاربرد در سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری فضایی مدیریت کیفیت هوا به هدف غایی، بهره‌گیری از نتایج آن در کنترل بهینه حمل و نقل کلانشهر تهران به مطالعه و بررسی پرداخت.

پیشینه تحقیق

شبکه عصبی از اوایل دهه ۱۹۹۰ در زمینه پیش‌بینی آلاینده‌های هوا مورد استفاده قرار گرفت و اولین بار Boznar و همکاران (۱۹۹۳) برای پیش‌بینی غلظت دی اکسید گوگرد، در نواحی صنعتی آلوده کشور اسلوانی از آن استفاده کردند. از تحقیقاتی که به بررسی رابطه غلظت منوکسیدکربن و پارامترهای حمل و نقل با بهره‌گیری از شبکه عصبی مصنوعی پرداختند، می‌توان به پژوهش‌های Moseholm و همکاران (۱۹۹۶)، Dorzdowicz و همکاران (۱۹۹۷)، Nagendra و Khare (۲۰۰۴) اشاره نمود.

پیش‌بینی آلاینده‌های دیگر در هوا نیز با استفاده از شبکه عصبی در تحقیقات گذشته مورد بررسی قرار گرفته است. Gardner و Dorling (۱۹۹۹) با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه در بخش مرکزی لندن، اقدام به پیش‌بینی غلظت ساعتی اکسیدهای نیتروژن و دی اکسید نیتروژن کردند. نتایج این تحقیق در مقایسه با تحقیقات صورت گرفته قبلی با استفاده از مدل‌های رگرسیونی Shi و Harison (۱۹۹۷) برتری مدل شبکه عصبی را به اثبات رساند. Chelani و همکاران (۲۰۰۲) در پیش‌بینی غلظت دی اکسید گوگرد، Sahin و همکاران (۲۰۰۵) برای پیش‌بینی غلظت دی اکسید گوگرد و Corani (۲۰۰۵) برای پیش‌بینی غلظت میانگین روزانه ذرات معلق کوچکتر از ۱۰ میکرون نیز تلاش‌هایی نموده‌اند.

در ایران، علی‌یاری و همکاران (۱۳۸۷) به پیش‌بینی کوتاه مدت آلودگی هوا با کمک شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه، خط حافظه تأخیر دار، گاما و ANFIS با روش‌های

مناطق کلانشهری با الگویی جدید از نظام اسکان، اندازه شهر، ساختار و سازمان فضایی از طریق مکانیزم ارتباط متقابل حمل و نقل و الگوی توسعه شهری در کنار پارامترهایی چون افزایش سطح درآمد، به موتوریزه شدن جامعه دامن می‌زنند، به گونه‌ای که در بسیاری از کلانشهرها بیش از هشتاد درصد سفرها با وسایل نقلیه موتوری انجام می‌گردد (Davidson, 2004, 6) (Dennis, 2007, 14) (Te-qi, Feng-jun, 2009, 25) (UN, 2001, 240).

این افزایش تعداد وسایل نقلیه موتوری در کنار افزایش مسافت طی شده این وسایل باعث آلودگی هوا شده است. بنابراین امروزه آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری به عنوان یکی از معضلات مهم شهرنشینی مطرح می‌باشد (Klasner et al, 1998, 7).

هوای کلانشهر تهران نیز بیش از پیش آلوده می‌باشد، به گونه‌ای که در سال ۱۳۸۷، شصت روز از سال هوای شهر تهران در شرایط ناسالم قرار داشته است که در حدود چهار برابر مدت مشابه در سال ۱۳۸۶ می‌باشد. این در حالی است که در سال ۱۳۸۹ هوای این کلانشهر ۱۰۴ روز در شرایط ناسالم به سر برده است، که عواقب آن در درجه اول به صورت انواع امراض نصیب ساکنان شهر تهران شده و از طرف دیگر باعث افزایش بی‌رویه هزینه‌های جاری به منظور حذف این آلودگی‌ها شده است. بنابراین جای تعجب نیست که مدیریت شهری در راستای رفع نگرانی‌های ناشی از آلودگی هوا طرح‌هایی چند را به مرحله اجرا گذاشته باشد. اما مسئله این است که در طرح‌ها و مطالعات انجام یافته به علت عدم استفاده از پیش‌بینی‌های مکانی-زمانی در راستای مدیریت ریسک به جای مدیریت بحران و در این راستا عدم استفاده از سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری فضایی اغلب این طرح‌ها و مطالعات عکس‌العملی منفعلانه و مقطعی بوده که براساس اذعان مسئولین امر و آمار و ارقام در کاهش آلودگی هوا تأثیر چندانی نداشته است. لذا این پژوهش با روشی تحلیلی-کاربردی به هدف پیش‌بینی زمانی-مکانی

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (...) پیش‌بینی آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری ... / ۱۰۹

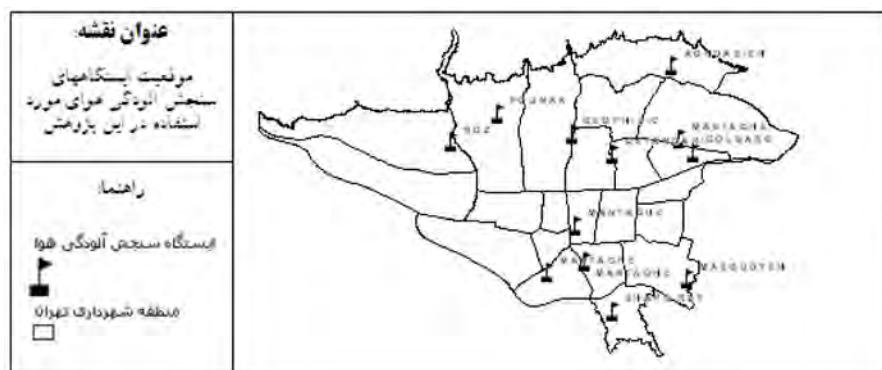
با استفاده از روش رگرسیون به تعیین تغییرات مکانی و زمانی آلودگی‌های منواکسید کربن و ذرات معلق با استفاده از تکنیک‌های GIS در شهر تهران پرداختند. نتایج حاصل از مدل رگرسیون کاربری اراضی (LUR) نشان داد که مهم‌ترین عامل مؤثر بر روی آلاینده منواکسید کربن، حجم ترافیک است، در حالی که مهم‌ترین عامل مؤثر بر روی آلاینده PM10 وجود اماکن صنعتی است.

در بررسی‌ها و تحقیقاتی که توسط Bomba و Land در ۲۰۰۶ میلادی، Averkin و همکاران (۲۰۰۷)، Baralis و همکاران (۱۹۹۶)، Ramani (۲۰۰۴)، RaoMahan (۲۰۰۴)، Pain و همکاران (۲۰۰۳)، Kumar (۲۰۰۱)، Carnievo (۲۰۰۱)، در زمینه ایجاد بهره‌وری در سازمان، کاهش هزینه‌ها، مدیریت پروژه و از جمله مدیریت سلامت و خدمات انجام گرفت، هریک به گونه‌ای، نشان از اثر بخشی سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری مدیریت در ارتباط با حوزه سلامت از جمله آلودگی هوا را داشته است.

در ۱۹۹۰، Shoom و Bowen، یک سامانه را برای حل مشکلات کیفیت هوا در محیط‌های سرپسته ارائه و به کاربردند. و Opera در ۲۰۰۵ یک مورد مطالعه را شرح داد که از مدلی دانش‌منا در سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری کنترل آلودگی هوا و با استفاده از یک الگوی نخستین سیستم خبره‌ای به نام Diagnosa-Medium استفاده نمود. همچنین در تحقیقی دیگر Opera در ۲۰۰۹، از جهت آنالیز و کنترل آلودگی هوا از یک سیستم خبره و یک سیستم چند عاملی استفاده نمود. Athanasiadis و Mitkas در ۲۰۰۷، از کشف دانش برای پشتیبانی تصمیم‌گیری کاربردی در مدیریت کیفیت هوا بهره بردند. در ۲۰۰۵ میلادی Cheon و Kim در تحقیقی از متدولوژی و گام‌های عمومی کشف دانش و تکنیک‌های مدل هوشمند برای پیش‌بینی تمرکز ازن استفاده نمودند. در ۲۰۰۴ میلادی Athansiaelis و Mitkas از تکنیک‌های کشف دانش برای پشتیبانی فرآیند تصمیم‌سازی در سیستم‌های پایش محیطی، مطالعه موردی کیفیت هوا بهره‌گیری نمودند. در ۲۰۰۶ میلادی، Athanasiadis و همکاران در پژوهشی

ترکیبی آموزشی مبتنی بر PSO مربوط به شهر اراک پرداختند. نوری و همکاران (۱۳۸۸) با کاربرد روش‌های عصبی پرسپترون چند لایه و رگرسیون چند متغیره نسبت به پیش‌بینی غلظت مونواکسید کربن ایستگاه قلعهک تهران و مقایسه این روش‌ها پرداختند که نتایج حاکی از برتری شبکه عصبی بود. صدرموسوی و رحیمی (۱۳۸۹) به پیش‌بینی و مقایسه روش‌های شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه با رگرسیون چندگانه در مورد غلظت ازن شهر تبریز پرداختند که نتایج به دست آمده نشان داد که مدل شبکه عصبی توانایی بیشتری نسبت به روش‌های خطی (رگرسیون چندگانه) دارد. همچنین بوداغپور و چرخستانی (۱۳۹۰)، با استفاده از آمار غلظت گازهای آلاینده هوای ثبت شده توسط حسگرهای نصب شده در ایستگاه بازار در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ و آلاینده NOX نسبت به پیش‌بینی با شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه آن با رگرسیون غیر خطی اقدام نمودند. نتایج حاکی از آن است که خطای مدل شبکه عصبی کمتر از روش رگرسیون است.

مدل رگرسیون کاربری اراضی (LUR) که در واقع ترکیبی از سامانه اطلاعات جغرافیایی با روش‌های رگرسیونی چند متغیره است توسط محققانی چون Wheeler و همکاران در (۲۰۰۸)، Henderson و همکاران (۲۰۰۷)، Kashima و همکاران (۲۰۰۹)، Moore و همکاران (۲۰۰۷)، Lebrat و همکاران (۲۰۰۰)، Briggs (۲۰۰۰)، Brauer و همکاران (۲۰۰۲)، KanavogLou و همکاران (۲۰۰۳)، Jerret و همکاران (۲۰۰۱)، Gilbert و همکاران (۲۰۰۵)، Ross و همکاران (۲۰۰۶)، Rosenlund و همکاران (۲۰۰۸)، Ross و همکاران (۲۰۰۷)، Ryan و همکاران (۲۰۰۷) برای مطالعه آلودگی هوا و منابع آلاینده به ویژه ترافیک مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل در پژوهش‌های ذکر شده بیشتر برای بررسی آلاینده‌هایی چون منواکسید نیتروژن، دی اکسید نیتروژن و مونواکسید گوگرد و دی اکسید گوگرد و با نسبت کمتر برای منواکسید کربن و PM10 مورد استفاده قرار گرفته است در ایران نیز متکان و همکاران (۱۳۸۸)



نگاره ۱: موقعیت ایستگاه‌های
 سنجش آلودگی هوای مورد
 استفاده در این پژوهش
 (تهیه کننده: نگارنده)

استفاده گردید. و در جهت اجرای مدل از حجم همسنگ سواری معابر شهر تهران در کنار غلظت‌های ساعتی منوکسید کربن ایستگاه‌های یاد شده، استفاده شد.

بر طبق تعریف، حجم همسنگ سواری، تعداد سواری است که جایگزین وسیله نقلیه از نوع خاص می‌شود به طوری که سطح سرویس مسیر مورد نظر تغییر نکند. نحوه محاسبه حجم همسنگ سواری به این صورت است که تمام خودروهای عبوری در ساعت اوج ترافیک بر اساس یک الگوریتم خاص و استفاده از ضرایب به حجم همسنگ سواری تبدیل می‌شوند. این ضرایب در شهر تهران در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول ۱: ضرایب حجم همسنگ سواری در شهر تهران

ردیف	نوع وسیله نقلیه	ضریب همسنگ سواری
۱	موتور سیکلت	۰/۵
۲	سواری و وانت مسافبری	۱
۳	اتوبوس واحد	۵
۴	مینی بوس خطی	۲/۵
۵	تاکسی و ون از هر قبیل	۲
۶	سرویس و سایر	۲/۵

منبع: شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران

حجم همسنگ سواری برای اینکه بتواند شاخص بهتری از ترافیک باشد و در واقع تراکم ترافیکی را بهتر نمایان نماید، بر عرض راه مربوطه تقسیم گردید و در واقع از این

چندین روش آماری و کاربرد الگوریتم‌های کلاس‌بندی را با تأکید بر سری‌های زمانی کیفیت هوا و برای پیشگویی کیفیت هوا در آتن یونان تشریح نمودند. در ایران، شادو همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی تحت نام توسعه و ارزیابی سامانه اطلاعات مکانی عامل مبنا به منظور تعیین تأثیر توده‌های آلودگی هوا بر روی محدوده‌های ریسک زیست محیطی با هدف طراحی و ارزیابی سامانه عامل مبنای مکانی، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نوآ جهت تعیین محدوده‌های ریسک زیست محیطی جنگلی در راستای مدیریت ریسک به تحقیق پرداختند. و آل شیخ و پورعزیزی (۱۳۸۹) در تحقیقی به ارایه سرویس‌های مکانی تعامل پذیر در نمایش و پردازش مشاهدات ناشی از سنجنده‌های آلودگی هوای تهران با هدف انتشار فوری نقشه‌های آلودگی هوا در راستای یک سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری فضایی پرداختند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در راستای دو فرضیه طراحی شده، از روشی تحلیلی-کاربردی استفاده نمود. لذا در جهت انجام تحقیق، از غلظت‌های ساعتی منوکسید کربن به عنوان شاخص حمل و نقل، مربوط به سال ۱۳۸۹ و متعلق به ۱۲ ایستگاه اقدسیه، ژئوفیزیک، گلبرگ، منطقه ۴، منطقه ۱۱، منطقه ۱۶، منطقه ۱۹، مسعودیه، استانداری، پونک، رز و شهر ری استفاده گردید. که در نگاره شماره ۱ موقعیت ایستگاه‌های مذکور در شهر تهران نشان داده شده است.

در این راستا، در ابتدا از جهت آزمون معنی دار بودن رابطه بین ترافیک و آلودگی هوا در شهر تهران از مدل LUR

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)
پیش‌بینی آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری ... / ۱۱۱

در این زمینه در سطح جهان، پرسپترون چند لایه که در بسیاری از تحقیقات در سطح جهان و کشور انجام یافته و در زمینه پیش‌بینی آلودگی هوا نتایج مثبتی را نیز داشته است، انتخاب شد. جهت تعیین توپولوژی و معماری شبکه مطالعات گسترده‌ای در زمینه‌های مشابه صورت پذیرفت که در نهایت از پرسپترون چند لایه با یک لایه پنهان، تابع فعالیت سیگموئید، الگوریتم بهینه‌سازی از نوع گرادیان توأم مندرج و جهت توقف آموزش از حداکثر مراحل بدون کاهش در میزان خطا استفاده گردید. در این روش، اگر بعد از تعداد مشخصی مرحله، کاهش در خطا مشاهده نشود، آموزش متوقف خواهد شد. در شبکه عصبی، داده‌ها توسط پژوهشگر به سه دسته تقسیم می‌شوند. دسته مربوط به آموزش شبکه، که با آنها وزن‌های شبکه تعیین می‌شوند، دسته نظارت بر آموزش شبکه (نمونه‌های آزمایشی) که با بررسی خطای این دسته در حین آموزش نسبت به توقف محاسبات، تصمیم گرفته شود و دسته درستی سنجی که توانایی شبکه را بررسی می‌کند. در حین آموزش تا زمانی که خطای مربوط به سری داده‌های آزمایشی کاهش یابد، آموزش ادامه می‌یابد. هنگامی که خطای مربوط به داده‌های درستی سنجی شروع به افزایش نماید، آموزش متوقف می‌شود. با به کار بردن این روش، امکان استفاده از معماری‌های پیچیده تر در طراحی شبکه برای کاربر فراهم می‌شود، بدون اینکه مشکل فوق برازش (Overfitting) روی دهد. بنابراین در پژوهش حاضر ۷۰ درصد داده‌ها به داده‌های آموزشی، ۲۰ درصد به داده‌های آزمایشی و ۱۰ درصد به داده‌های درستی سنجی اختصاص یافت. همچنین جهت تعیین آموزش شبکه از روش آموزشی دسته‌ای (Batch) و برای اختصاص تعداد نرون‌های اولیه لایه فعال از قضیه کولموگراف استفاده گردید.

برای پیش‌بینی مکانی درصد احتمال عبور غلظت منوکسید کربن در نظر گرفته شده از غلظت‌های ساعتی منوکسید کربن مربوط به ایستگاه‌های سنسور آلودگی هوای ذکر شده و از شاخص کریجینگ استفاده شد. در این راستا

شاخص جهت ورود به مدل LUR استفاده شد. برای اجرای مدل LUR در ابتدا با بهره‌گیری از GIS بافرهایی به شعاع هزار متر اطراف ایستگاه‌های سنسور آلودگی هوای مورد مطالعه در این پژوهش زده شد و سپس حجم همسنگ سواری (که بر عرض راه مربوطه تقسیم گردیده بود) راه‌های درون این بافرها برداشت گردید و سپس از آزمون همبستگی پیرسون جهت آزمون رابطه بین ترافیک و غلظت منوکسید کربن استفاده گردید.

بر اساس استانداردهای شاخص استاندارد کیفیت هوا (AQI) محدوده ۴/۴ ppm به بالا هوا از محدوده هوای پاک عبور می‌نماید. لذا این پژوهش در راستای مدیریت ریسک آلودگی هوا به جای مدیریت بحران محدوده ۳ ppm به بالا را از جهت دادن زمان عکس العمل کافی به مدیریت کیفیت هوا برای اجرای طرح‌های مدیریتی انتخاب نمود و در عمل محدوده ۳ ppm به بالا را در پیش‌بینی‌های مکانی وزمانی مورد توجه قرار داد. در این راستا، ابتدا ضمن طراحی مفهومی سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری یادشده، در ادامه نسبت به اجرای زیرسامانه‌ها و اعتبار سنجی آنها اقدام نمود. برای اجرای شبکه عصبی مصنوعی و در واقع پیش‌بینی زمانی غلظت منوکسید کربن مبنی بر عبور کیفیت هوا از محدوده مورد نظر، داده‌های ساعتی منوکسید کربن سال ۱۳۸۹ در سه میانگین ۸ ساعته مطابق با اصول AQI برای ایستگاه‌های سنسور آلودگی هوای مورد تحقیق این پژوهش شامل اقدسیه، ژئوفیزیک، گلبرگ، منطقه ۱۱، منطقه ۱۶، منطقه ۱۹، منطقه ۴، مسعودیه، استانداری، پونک و رز تبدیل گردید. سپس این داده‌ها به صورت باینری ۱ برای محدوده بالاتر از ۳ ppm و صفر برای کمتر از ۳ ppm سازمان یافتند. در مرحله بعد داده‌های ساعتی پارامترهای هواشناسی سرعت باد، جهت باد و دما متعلق به ایستگاه مهرآباد و مربوط به سال ۱۳۸۹ مطابق با داده‌های غلظت منوکسید کربن در ۳ میانگین ۸ ساعته تبدیل و مطابق با آنها به لحاظ زمانی سازمان یافتند. سپس، بعد از انتخاب آزمون همبستگی مناسب و انجام آن، با پژوهش در مطالعات مشابه

برای محاسبه ضریب همبستگی بین دو یا چند جامعه آماری روش‌هایی که انتخاب می‌شوند در رابطه با ویژگی‌های کمی و کیفی آنهاست. اگر افراد جامعه قابل اندازه‌گیری باشند یا به عبارت دیگر مقادیری کمی باشند، می‌بایست از روش پیرسون استفاده نمود، اگر مقادیر افراد دو جامعه قابل اندازه‌گیری نباشند، باید به آنها رتبه اختصاص داده شود و یا اینکه بر اساس ارزش رتبه‌بندی گردند، سپس برای تعیین ضریب همبستگی می‌باید از روش کندال، اسپیرمن و غیره استفاده نمود. در این پژوهش با توجه به خصوصیات داده‌ها از همبستگی پیرسون استفاده گردید. که جدول شماره ۲ نتایج خاص را نشان می‌دهد.

جدول ۲: نتایج انجام همبستگی پیرسون

0.346	ضریب همبستگی
0.000	P_Value

منبع: نگارنده

H_0 : بین ترافیک و غلظت منوکسید کربن همبستگی وجود ندارد.
 H_1 : بین ترافیک و غلظت منوکسید کربن همبستگی وجود دارد.

بعد از محاسبه آماره پیرسون نیاز به آزمون معنی دار بودن همبستگی‌ها در سطح ۰/۰۱ است.

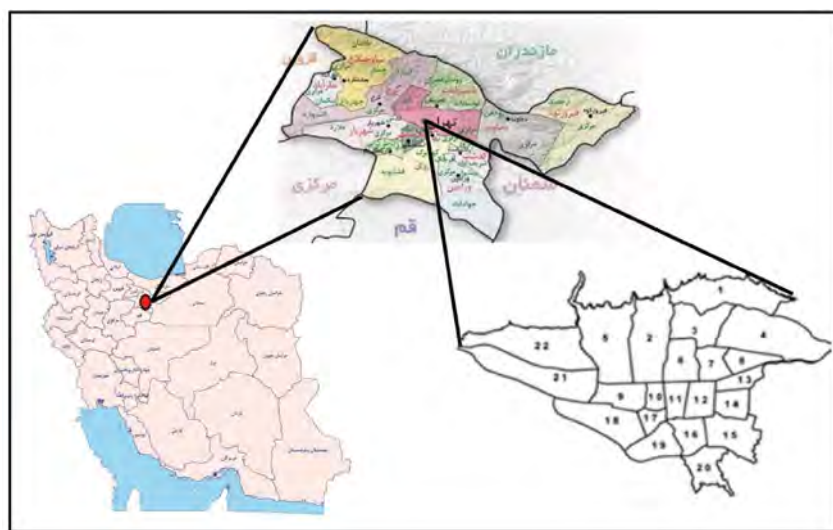
نقشه‌های پیش‌بینی مکانی غلظت منوکسید کربن برای تمام روزهای سال ۱۳۸۹ تهیه شد. لازم به ذکر است که در هر دو مورد شبکه‌های عصبی مصنوعی و شاخص کریجینگ مورد اعتبار سنجی قرار گرفتند.

مشخصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شهر تهران در ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی در کوهپایه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز با مساحتی حدود ۸۰۰ کیلومتر مربع و با ۲۲ منطقه شهرداری و جمعیتی بالغ بر ۷۷۱۱۲۳۰ نفر (براساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۸۵) واقع شده است. این بستر از سمت جنوب به حاشیه شمال غربی کویر مرکزی، از سمت شمال به دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی، از شرق به دره‌های جاجرود، و از سمت غرب به دره‌های کرج محدود شده که مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران در داخل این محدوده قرار گرفته‌اند (رحیمی، ۱۳۸۹، ۲). نگاره شماره ۲، موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

یافته‌های تحقیق و بحث

به نظر می‌رسد رابطه‌ای مابین حمل و نقل شهری و آلودگی هوای کلانشهر تهران وجود داشته باشد.



نگاره ۲: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
 (تهیه کننده: نگارنده)

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (SID) پیش‌بینی آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری ... / ۱۱۳

مدیریت کیفیت هوا انتظار می‌رود و همان گونه که در قسمت پیشینه تحقیق طرح گردید، شبکه عصبی با توجه به تجربیات صورت گرفته در جهان و نتایج آن می‌تواند گزینه مناسبی در پیش‌بینی آلودگی هوا از طریق پارامترهای هواشناسی باشد. لذا در سامانه پیشنهادی شبکه عصبی بعد از آموزش، با وارد شدن داده‌های هواشناسی نسبت به پیش‌بینی آلودگی هوا در بازه زمانی بعد متناسب با زمان داده‌های هواشناسی اقدام می‌نماید. داده‌های آلودگی هوای پیش‌بینی شده که می‌بایست با توجه به آموزش قبلی شبکه با دقت مناسبی صورت گیرند، وارد پایگاه داده مرکزی می‌گردند.

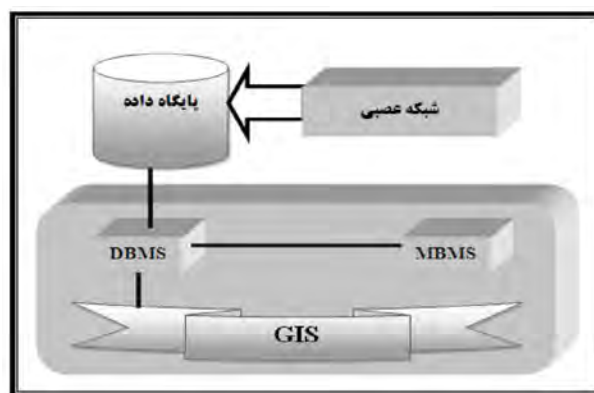
ساختار GIS سامانه پیشنهادی در قالب یک SDSS یا به عبارتی سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری فضایی ارائه گردیده است. یک SDSS اغلب حاوی سه مؤلفه کلی است: زیر سامانه DBMS یا سیستم مدیریت پایگاه داده‌ها تمام وظایف مربوط به داده‌ها را انجام می‌دهد. بدین صورت که کار ذخیره و نگهداری داده‌ها و بازیابی آنها از پایگاه داده‌ها، استخراج داده‌ها از منابع مختلف و نظایر آن را انجام می‌دهد. این زیر سامانه امکان دسترسی به داده‌ها و همچنین کنترل برنامه‌هایی را که در تحصیل آن داده‌ها در شکل مناسب برای یک مسئله خاص از تصمیم‌گیری ضروری هستند، فراهم می‌کند.

توانایی نرم‌افزارهای GIS موجود در بکارگیری داده توصیفی، متفاوت می‌باشد. بعضی از این سیستم‌ها بر ایجاد قابلیت آنالیزهای فضایی تأکید دارند و معمولاً توابع محدودی در بکارگیری داده توصیفی دارا هستند و در بکارگیری داده توصیفی از یک نرم‌افزار مستقل پایگاه داده می‌بایست استفاده کرد. برخی دیگر از سیستم‌های GIS تأکید بیشتری در ایجاد تسهیلات در ساخت پایگاه داده دارند و معمولاً از یک مدیریت پایگاه شناخته شده در داخل نرم‌افزار خود استفاده می‌کنند. برای مثال در سیستم ARC/INFO محیط پایگاه INFO از یک نرم‌افزار مدیریت پایگاه رابطه‌ای برای ذخیره داده توصیفی استفاده می‌کند. همین‌طور نرم‌افزارهای دیگر از قبیل System9GIS بر اساس

مقدار P-Value که کوچکتر از ۰/۰۱ است فرض صفر رد شده و این بدان معنی است که بین ترافیک و آلودگی هوا رابطه وجود دارد.

به نظر می‌رسد بتوان از تلفیق توانائی‌های GIS با شبکه عصبی به منظور پیش‌بینی زمانی-مکانی آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری در راستای استفاده در سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری فضایی مدیریت کیفیت هوای کلانشهر تهران استفاده نمود.

مدل نمادی از واقعیت است. مدل مهم‌ترین ویژگی‌های وضعیت واقعیت را به صورتی ساده و کلی بیان می‌دارد. برداشتی است از واقعیت که برای توضیح مفاهیم و تقلیل پیچیدگی‌های جهان به نحوی که قابل درک بوده و ویژگی‌های آن به راحتی مشخص شود، به کار می‌رود. در این راستا، نگاره شماره ۳ معماری مفهومی سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری طراحی شده را نشان می‌دهد.



نگاره ۳: معماری مفهومی سامانه طراحی شده
(تهیه کننده: نگارنده)

تحلیل معماری سامانه، نحوه تأثیر متقابل سیستم‌ها را تعیین نموده و وظایف تک تک اجزا در روند اجرایی را نیز مشخص می‌سازد. معماری سیستم باید به طور قطع بر مبنای تجزیه و تحلیل عملکردهای سامانه و توانایی‌های آن در مورد خدمات کاربر باشد. بنابراین در راستای تحلیل معماری سامانه طراحی شده، مدیریت ریسک و بالطبع قدرت پیش‌بینی از اولین خواسته‌هایی است که از یک سامانه

اجرا شوند، حفظ کرده و همچنین اجرای این مدل‌ها را کنترل می‌کند. مولفه MBMS پیوندهایی را میان مدل‌های مختلف فراهم می‌کند، به گونه‌ای که خروجی یک مدل می‌تواند به عنوان ورودی مدل دیگر در نظر گرفته شوند (Malczewski, 1999). در طراحی معماری سامانه پیشنهادی نتایج واکاوی‌های تطبیقی، مکانی و زمانی و در قالب مدل‌های مکانی تحت MBMS ذخیره می‌گردد. همچنین DBMS در ارتباط با پایگاه داده مرکزی بوده و مدیریت داده‌های مورد نظر GIS را بر عهده دارد.

با پیش‌بینی شبکه عصبی مبنی بر تجاوز غلظت منوکسید کربن از ۳ ppm مورد نظر در پژوهش، GIS در مرحله بعد با بهره‌گیری از شاخص کریجینگ استفاده از داده‌های پیش‌بینی غلظت منوکسید کربن حاصل از عملکرد شبکه عصبی مصنوعی، مناطقی را که احتمال بیشتری می‌رود در آن غلظت آلاینده منوکسید کربن از حد مورد نظر فراتر رود، مشخص می‌نماید.

در راستای اجرای شبکه عصبی مصنوعی و آموزش آن در ابتدا نسبت به آزمون معنی دار بودن رابطه بین پارامترهای هواشناسی و غلظت منوکسید کربن اقدام گردید. برای محاسبه ضریب همبستگی بین دو و یا چند جامعه آماری، روش‌هایی که انتخاب می‌شوند در رابطه با ویژگی‌های کمی و کیفی آنهاست. اگر افراد جامعه قابل اندازه‌گیری باشند یا به عبارت دیگر مقادیری کمی باشند، می‌بایست از روش پیرسون استفاده نمود. اگر مقادیر افراد دو جامعه قابل اندازه‌گیری نباشند، باید به آنها رتبه اختصاص داده شود و یا اینکه براساس ارزش رتبه‌بندی گردند، سپس برای تعیین ضریب همبستگی می‌باید از روش کندال، اسپیرمن و غیره استفاده نمود. در انتخاب یکی از دوروش اسپیرمن و پیرسون باید توجه داشت که همبستگی پیرسون روشی پارامتریک است که در آن باید داده‌ها از توزیع نرمال یا توزیعی نزدیک به نرمال پیروی کنند. همچنین این همبستگی تنها رابطه خطی بین متغیرها را نشان می‌دهد. این در حالی است که همبستگی اسپیرمن روشی ناپارامتریک است و مستقل از

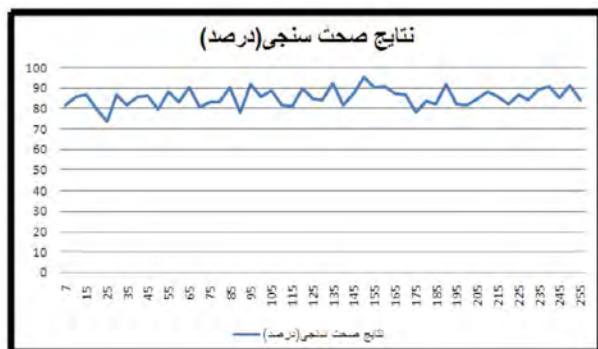
پایگاه داده EMPRESS طراحی شده است و نرم افزارهای VISION*GIS از پایگاه ORACLE بهره می‌برد. ولی حتی در سیستم‌هایی که براساس پایگاه داده طراحی شده اند نیز نحوه نگهداری ارتباطات بین داده مکانی و توصیفی همواره مورد بحث بوده است. در این راستا، از میان DBMS های موجود Microsoft Access, Oracle, SQL Server, Sybase مورد مقایسه تطبیقی در ارتباط با توانایی‌های مؤثر بر هدف پژوهش قرار گرفتند که در نهایت نرم افزار SQL Server با توجه به قابلیت‌هایش انتخاب گردید.

SQL Server، تقریباً یک بستر جامع نرم‌افزاری برای انجام تمام مراحل داده کاوی است. محلی است که داده‌ها را نگهداری می‌کند. یک مجموعه خدمات یکپارچه را فراهم نموده تا کل داده و محتوای ستون‌ها را یک جا ذخیره نموده، و در نهایت محتوا و ماهیت داده، مورد بررسی قرار می‌گیرد. Analysis Services در واقع قسمتی است که داده کاوی واقعی با آن انجام می‌شود. همین طور، ماژول‌ها و مؤلفه‌هایی نظیر Reporting Services, Visual Studio و Office، روش‌های مختلفی برای پیاده سازی راه حل‌های داده کاوی در دنیای واقعی را در اختیار قرار می‌دهد. تا یک پروسه داده کاوی به پیش رود. ضمناً قیمت اوراکل و پیچیدگی‌های نصب و مدیریت آن به خصوص برای سیستم‌های بزرگ و جامع در مقایسه با اوراکل بسیار کمتر می‌باشد. همچنین اشاره به این نکته ضروری است که با خرید یک نسخه از نرم افزار SQL Server کلیه ابزارهای لازم برای مدیریت و تحلیل اطلاعات در اختیار قرار می‌گیرد. برای مثال به راحتی می‌توان عملیات تبدیل جداول SQL Server را با اکسل انجام داد. اما در اوراکل برای در اختیار داشتن هریک از قابلیت‌های اضافی، باید اقدام به خرید گزینه‌های مورد نظر کرد. این نرم افزار از نسخه ۲۰۰۸ به بعد داده‌های مکانی را نیز پشتیبانی می‌نماید.

زیر سامانه مدل حاوی کتابخانه‌ای از مدل‌ها و روال‌هایی برای نگهداری و مدیریت آن است. این زیرسامانه مسیرهایی از تمام مدل‌های ممکن را که امکان دارد در طول تحلیل

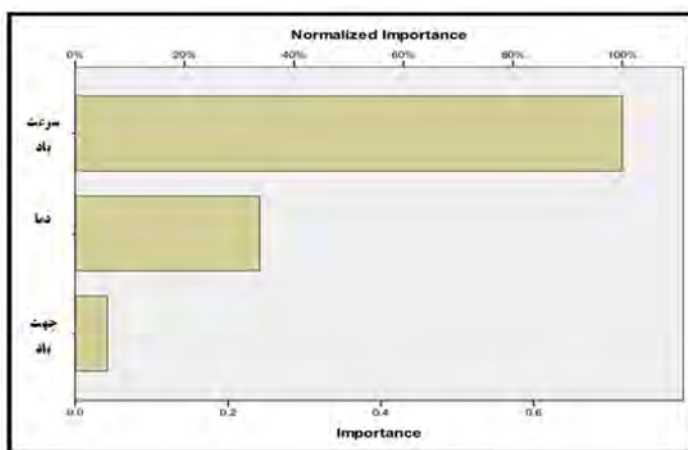
فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر) پیش‌بینی آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری ... / ۱۱۵

پرسپترون چند لایه با ۱۵۰ نرون در لایه مخفی، تابع انتقال سیگموئید و ۹۵/۲ درصد دقت پیش‌بینی بازه بیش از ۳ ppm در مرحله صحت سنجی به عنوان مدل بهینه انتخاب گردید. که در نگاره شماره ۴ نمودار صحت سنجی مدل شبکه عصبی بر پایه تعداد نرون‌های مخفی شبکه عصبی به کار برده شده، نشان داده شده است.



نگاره ۴: نتایج صحت سنجی شبکه عصبی نهایی بر حسب تعداد نرون‌های لایه مخفی به کار برده

اهمیت متغیرهای مستقل در تشخیص این نکته است که به چه میزان مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه، با تغییر مقادیر متغیر مستقل، تغییر می‌نماید. نرمال سازی این اهمیت بسیار ساده است و با تقسیم مقادیر اهمیت بر بزرگترین مقدار آن حاصل می‌شود و به صورت درصد بیان می‌گردد. که بر این اساس نگاره شماره ۵ میزان اهمیت سه پارامتر سرعت و دما و جهت باد را در غلظت مونوکسید کربن مبتنی



توزیع متغیرهاست. لذا با توجه به ویژگی‌های داده‌های مورد استفاده از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده گردید. در جدول شماره ۳ نتایج انجام همبستگی اسپیرمن آورده شده است.

جدول ۳: درجه همبستگی و سطح معنادار بودن متغیرهای مورد بررسی بر میانگین غلظت مونوکسید کربن

دما	جهت باد	سرعت باد	
۰/۰۶۸	-۰/۰۶۱	-۰/۲۷۷	میزان همبستگی
۰/۲۸	۰/۴۶	۰	P_Value

تهیه کننده: نگارنده

بعد از محاسبه آماره اسپیرمن نیاز به آزمون معنی دار بودن همبستگی‌ها در سطح ۰/۰۵ است. لذا آزمونی به شکل زیر ترتیب داده شد.

$$\begin{cases} H_0 = q = 0 = \text{بین مونوکسید کربن و سرعت باد همبستگی وجود ندارد.} \\ H_1 = q \neq 0 = \text{بین مونوکسید کربن و سرعت باد همبستگی وجود دارد.} \end{cases}$$

با توجه به جدول شماره ۳ از آنجا که مقدار p_value برای سرعت باد، جهت باد و دما از ۰/۰۵ کوچکتر است، لذا فرض صفر در این سه آزمون رد شده و این بدان معنی است که بین میانگین غلظت مونوکسید کربن و سرعت باد، جهت باد و دما همبستگی وجود دارد. بعد از اجرای شبکه عصبی، در نهایت شبکه عصبی

نگاره ۵: اهمیت پارامترهای هواشناسی مورد استفاده در تخمین آلودگی هوا در شبکه عصبی پژوهش

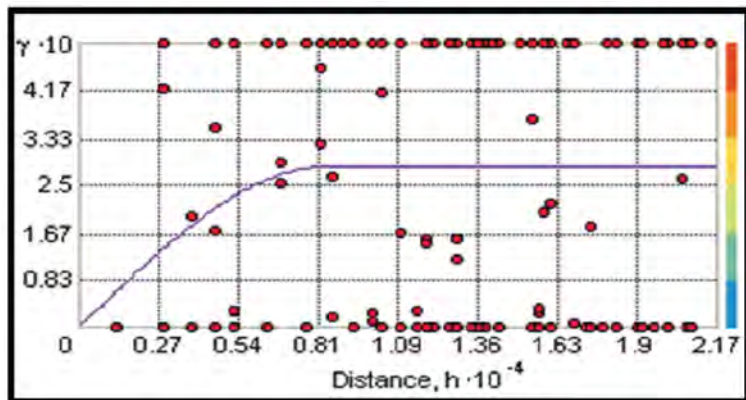
مکانی فرض شده است که چیزهایی که نزدیک به یکدیگر هستند، شبیه تر هستند. سمی واریو گرام اجازه می دهد این رابطه آزمایش گردد. نگاره شماره ۶ نمونه ای از سمی واریوگرام برای نمونه، آورده شده است.

هر نقطه قرمز سمی واریوگرام یک جفت از موقعیت‌ها (مکان‌ها) را نمایش می دهد. مادامی که مکان‌هایی که نزدیک به یکدیگر هستند، باید شبیه تر باشند، در سمی واریوگرام موقعیت‌های نزدیک (منتهی الیه سمت چپ محور x) باید مقادیر سمی واریو گرام کوچکی داشته باشند (پایین محور y). همچنان که مسافت میان جفت موقعیت افزایش می یابد (حرکت به سمت راست محور x) مقادیر سمی واریوگرام باید همچنین افزایش یابد (حرکت به بالای محور y). در اجرای مدل مذکور و آزمون کارایی پیش‌بینی صورت پذیرفته، یک روز به صورت کاملاً اتفاقی از میان تمام داده‌هایی که توسط شبکه عصبی در محدوده بالای ppm ۳ برای کل شهر تهران پیش‌بینی شده بود. از داده‌های تمام ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای مورد مطالعه در زمان فوق‌الذکر برداشت گردید. جهت دستیابی به مدلی با دقت بالاتر از جمله مهمترین ابزارهایی که جهت از بین بردن خطای تخمین و اثرات جهت دار در دست می باشد، Angel direction.Lag size.Number of lag و Anistropy است. نگاره شماره ۷، Trend Analysis، داده‌های غلظت منوکسید کربن مورد نظر را نشان می دهد. همان گونه که مشاهده می گردد دو روند شرقی و غربی و شمال و جنوبی در داده‌ها وجود دارد. که این روند در اجرای سمی واریو گرام حتما باید در

بر دو بازه کمتر از ۳ ppm و بیش از ۳ ppm را نشان می دهد، آنچنان که از نمودار برمی آید، در میانگین غلظت منوکسید کربن، سرعت باد اثر قاطع دارد و در مراتب بعدی دما و جهت باد قرار دارند.

بعد از آموزش شبکه عصبی و رسیدن به سطح بهینه‌ای از پیش‌بینی غلظت منوکسید کربن، آنگاه شبکه عصبی آماده پیش‌بینی غلظت منوکسید کربن می باشد. هرگاه که پیش‌بینی شبکه فوق‌الذکر مبنی بر تجاوز غلظت منوکسید کربن از ۳ ppm فرض شده در پژوهش بود، آنگاه GIS از طریق DBMS به داده‌های پیش‌بینی شده دسترسی یافته و در نهایت به توسط شاخص کریجینگ اقدام به پیش‌بینی مناطقی از شهر تهران می نماید که احتمال دارد در محدوده مورد نظر به بالا قرار گیرند. در شاخص کریجینگ کاربر یک حد آستانه را در محیط GIS تعیین می کند و نقشه احتمالاتی که از مقدار حد آستانه بیشتر است را می خواهد. این تکنیک به مجموعه داده با توزیع خاصی برای انجام، نیاز ندارد. مقادیر داده با یک سری از صفر و یک بسته به اینکه مقدار داده بالا یا زیر یک آستانه هستند، تقسیم می یابد.

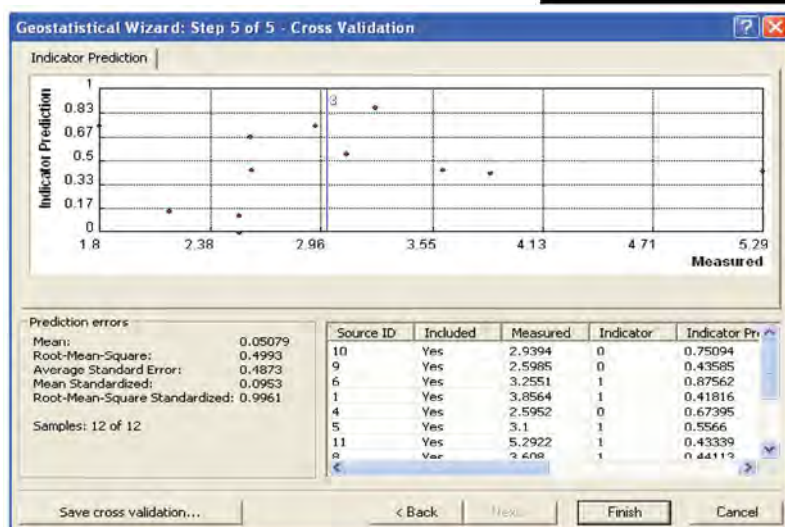
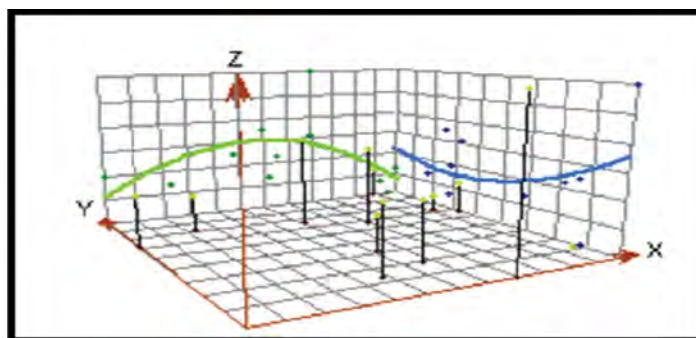
با به کار بردن یک آستانه هر مقدار زیر این آستانه با یک مقدار صفر تخصیص می یابد، همچنان که مقادیر بالای آستانه با ۱ تخصیص داده می شود. سپس شاخص کریجینگ از یک مدل سمی واریو گرام برای تخمین استفاده می کند. Semivariogram/Covariance Cloud به پژوهشگر اجازه می دهد که خود هم بستگی (اتوکواریانس) میان نقاط نمونه اندازه‌گیری شده را آزمایش نماید. در اتوکواریانس



نگاره ۶: نمونه‌ای از سمی واریوگرام

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سیر)
پیش‌بینی آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری ... / ۱۱۷

نگاره ۷: روند داده‌ها در داده‌های ایستگاه‌های
سنجش آلودگی هوا در روز مورد نظر



نگاره ۸: نتایج اعتبار سنجی

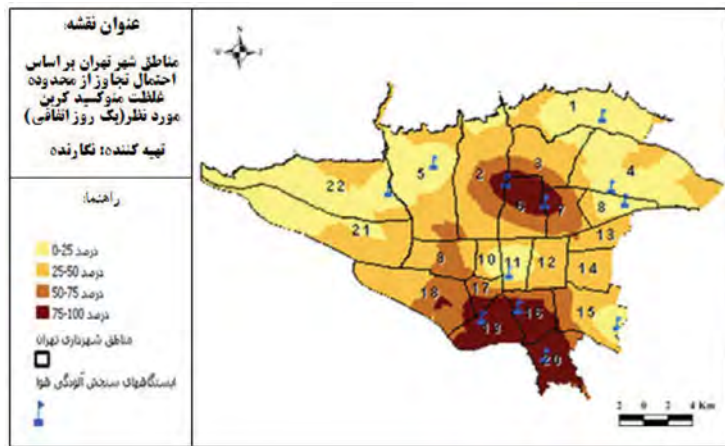
باشد، و ریشه میانگین مربعات خطاهای پیش‌بینی کوچک و نیز میانگین خطای استاندارد نزدیک ریشه میانگین مربعات خطاهای پیش‌بینی و همچنین ریشه میانگین مربعات استاندارد شده خطاهای پیش‌بینی نزدیک ۱ باشد. بر این اساس، نتایج اعتبار سنجی مناسب تشخیص داده شد.

در این راستا، براساس پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی آموزش داده شده، نقشه پیش‌بینی مکانی روزهای دارای پیش‌بینی غلظت منوکسید کربن بیش از ۳ ppm تهیه شد، که به علت محدودیت فضا، تنها به یک نمونه برای یک روز که به صورت اتفاقی انتخاب گردید، اکتفا می‌شود. نگاره شماره ۹ نقشه تهیه شده را برای آن روز اتفاقی نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد محدوده‌ای واقع در منطقه ۶، ۲، ۳، و ۷ و همچنین منطقه جنوب شهر دارای بیشترین احتمال قرار گرفتن در محدوده بیش از ۳ ppm هستند. در ادامه پهنه‌بندی حاصله با پهنه‌بندی حاصل از داده‌های واقعی مقایسه و نتایج مناسب تشخیص داده شد. گرچه به نظر می‌رسد که تحقیقات بیشتری

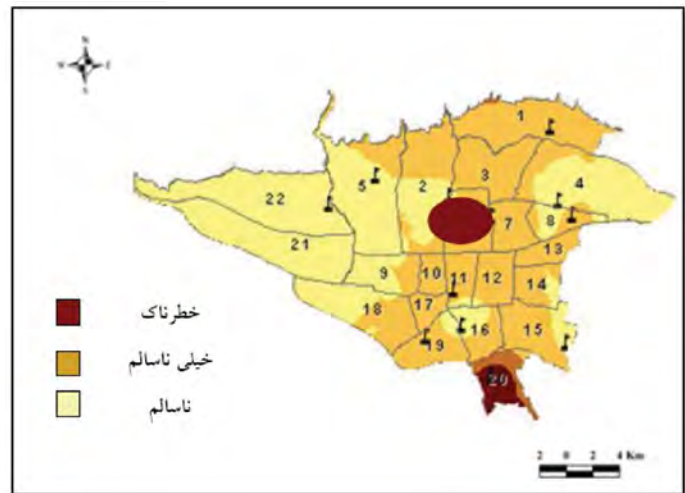
نظر گرفته شود.

از ابزارهایی است که می‌توان به توسط آن ناهمگنی در نقاط داده برای یک جهت خاص کاوش گردد. این به شخص اجازه می‌دهد که تأثیرات جهت دار بر روی چارت اعمال گردد. لذا در این پژوهش با انتخاب زاویه ۲۸۰ و Number of lag بر روی ۷ و Lag size بر روی ۱۰۰۰ و استفاده از Anisotropy به مدل بهینه دستیابی حاصل گردید. نتایج اعتبار سنجی در نگاره شماره ۸ آورده شده است.

در ارتباط با نگاره شماره ۸، قبل از اینکه سطح نهایی تولید گردد، باید برخی از آگاهی‌ها را در ارتباط با بدون اشکال بودن الگو داشته باشیم که برای پیش‌بینی مقادیر مجهول از آن استفاده می‌گردد. Cross Validation به ما کمک می‌کند تا تصمیمی آگاهانه را گرفته و با استفاده از الگوی انتخابی بهترین پیش‌بینی‌ها را تهیه نماییم. هدف آن است که میانگین استاندارد شده خطاهای پیش‌بینی نزدیک صفر



نگاره ۹: مناطق شهر تهران بر اساس احتمال تجاوز از محدوده غلظت منوکسید کربن مورد نظر در یک روز اتفاقی



نگاره ۱۰: پهنه‌بندی حاصل از داده‌های واقعی

و ۹۵/۲ درصد دقت پیش‌بینی بازه بیش از 3ppm در مرحله صحت‌سنجی به عنوان مدل بهینه انتخاب گردید. با انتخاب زاویه ۲۸۰ و Number of lag بر روی ۷ و Lag size بر روی ۱۰۰۰ و استفاده از Anisotropy به مدل بهینه دستیابی حاصل گردید، که در مرحله صحت‌سنجی نیز اعتبار آن مورد تأیید واقع شد.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که قابلیت پیش‌بینی زمان وقوع آلودگی (منوکسید کربن) با استفاده از شبکه عصبی در کلانشهر تهران قابل قبول می‌باشد. بر مبنای نقشه تهیه شده نیز که با نقشه پهنه‌بندی واقعی مقایسه گردید، پهنه‌بندی حاصله نیز مناسب تشخیص داده شد، بنابراین در مجموع می‌توان از این الگو در سامانه پشتیبانی مدیریت کیفیت هوای ناشی از حمل و نقل شهری به هدف غایی مدیریت بهینه حمل و نقل شهری کلانشهر تهران استفاده نمود.

در این زمینه در جهت افزایش دقت فرآیند لازم باشد.

نتیجه‌گیری

بر مبنای یافته‌های تحقیق، رابطه مابین غلظت منوکسید کربن و حمل و نقل شهری در کلانشهر تهران معنادار بوده، لذا می‌توان غلظت منوکسید کربن را به عنوان شاخصی از حمل و نقل شهری در سامانه پشتیبانی مدیریت کیفیت هوا و در جهت اقدامات آتی سازماندهی ترافیک در طراحی و استقرار سامانه فوق‌الذکر به کار برد. در ادامه، سامانه‌ای مبتنی بر تلفیق شبکه عصبی مصنوعی و شاخص کریجینگ در قالب سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری فضایی طراحی مفهومی گردید، که در مرحله بعد مورد تحلیل معماری واقع شد. بعد از اجرای شبکه عصبی، در نهایت شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با ۱۵۰ نرون در لایه مخفی، تابع انتقال سیگموئید

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سیر)
 پیش‌بینی آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری ... / ۱۱۹

12-Briggs, D. Exposure assessment. In: Elliot p., eakefieLd., Best N., and Briggs D.(Eds)., (2000). Spatial Epidemiology: Methods and Applications, oxford university press. oxford, pp.335-359.

13-Carnicro A. Group Decision Support System for Choosing Strategic Alternatives Journal of Management Decision 2001: 39(3): 218-26.

14-Chelani.A.B et al.,(2002). Prediction of sulphur dioxide concentration using artificial neural networks, Environ. Modell. Softw., 17, 161-168.

15-Cheon, seong-pyo, kim. shin., (2005), Directed knowledge Discovery Methodology for the prediction of Ozone Concentration Computer Science, Volume 3, 13/2005, pp.772-781.

16-Corani.G.,(2005), Air quality prediction in Milan feed-forward neural networks. pruned neural networks and lazy learning. Ecol. Model., 185, 513-529.

17-Dordowics.B et al., (1997), A neural network based model for the analysis of carbon monoxide concentration in the urban area of Rosario. In: power.H., Tirabassis, T., Brebbia., C. A.(Eds). Air Pollution, Vol.V. Computational Mechanics Inc., Southampton, Boston, 677-685.

18-Epley.R, Menon.M.,(2008), A Method of Assembling Cross sectional Indicators into a community quality of life, Social Indicators Research, 88.

19-Galeotti, M., (2007), Economic growth and the quality of the Environment: Taking Stock, Environment Development and Sustainability, 9, pp.427-454.

20-Gardner. M. w., Dorling. S. R., (1998), Artificial neural networks (the multilayer perceptron)-a review of applications in the atmospheric science, Atmos Environ., 32(14/15), 2627-2636.

21-GeLbert, N.L., et al (2005), Assessing spatial Variability of ambient nitrogen dioxide in Motreal, Canada, with a Land-use regression model. j. Air waste Manage. Assoc., 5, pp.1059-1063.

22-Henderson, S.H., et al., (2007), Application of Land use Regression to Estimate Long-Term Concentrations of Traffic-Related Nitrogen.

23-Jaakkala, J.J.K et al., (2001), Environmental tobacco smoke, parental autopsy, and childhood asthma, Environ Health Perspect, 109, pp.82-579.

24-jerrett, M., et al (2001), A GIS-Environmental justice analysis of particulate air pollution in Hamilton, Canada, Environ plan A 2001a , 33, pp.955-973.

25-kanaroglou, P., et al., (2003), Establishing an air pollution monitoring network for intra-urban population exposure assessment . Proceedings of the transport and

منابع و مأخذ

1-Aliyari sh, M., Teshnelab, M., Khaki Sedigh, A., (2008), Short Term prediction of air pollution using MLP, Gamma, ANFIS and Hybrid training based on PSO. Journal of Control, Vol.2, NO.1, fall 2008, pp.1-19.

2-Athanasiadis, j.N., et al., (2006), classification techniques for air quality forecasting, Fifth ECAL workshop on Binding Environmental sciences and Artificial Intelligence, 17th European conference on Artificial Intelligence, Riva del Garda, Italy, August 2006

3-Athanasiadis, N., Mitkas, p.A., (2007), knowledge Discovery for operational Decision Support in Air Quality Management, journal of Environmental Informatics, 9(2), pp.100-107.

4-Athansiadis, L.N., Mitkas, p.A., (2004), Supporting the Decision-Making process in Environmental Monitoring systems with knowledge Discovery Techniques, knowledge Discovery for Environmental Management, 210-Bonn, Germany, KDnet, june 2004, pp.1-12.

5-Aver kin AN, Agrafonova 'I . Titova N. Synthesis of distributed fuzzy hierarchical model in decision support system in fuzzy environment. In: Step nicka M, Bocicthofer U, Editors. New Dimensions in Fuzzy Logic and Related Technologies. Proceedings of the 5th EUSFLAT Conference, 2007 Sep 11-14; Ostrava, Czech Republic. p 377-9.

6-Baralis E, Ceri S, Fratertmli P. Paraboschi S. Support environment for active rule design. Journal of Intelligent information System 1996:7(2)129-49.

7-Bascom, R., Bromberg , P.A., (1996), Health effect of outdoor air pollution, Am J Respir Care Med, 153, pp.3-50

8-Bodaghpour, S., Charkhestani, A., (2011), Prediction of Gas pollutant, s concentration by means of artificial neural network in Tehran urban air, Journal of Environmental Science and Technology, NO.13(1(48)), spring 2011, pp.1-10.

9-Bomba D, L and T. The feasibility of implementing an electronic prescribing decision support system a case Study of an Australian public hospital. Aust Health Rev 2006; 30(3): 380-8.

10-Boznar. M., Lesiak. M., Mlaker. P., (1993). A neural network based method for short term predictions of ambient SO2 concentrations in highly polluted industrial areas of complex terrain. Atmos. Environ. 27B(2), pp.221-230.

11-Brauer, M., et al (2003), Estimating Long-term average particulate air pollution concentrations: application of traffic indicators and geographic information systems, Epidemiology, 14(2), pp.228-239.

- sensors), Iranian Remote Sensing & GIS, Vol.2, NO.1, spring 2010, pp.75-97.
- 40-Ramani KV, A management information system to plan and monitor the delivery of health-care services in government hospitals in India. *J Health Organ Manag* 2004; 18(2-3):207-20.
- 41-Rao Mohan P. Expert systems application in Productivity Analysis Industrial Management 2004. 104(9) 85.
- 42-RosenLund, M., et al., (2009), Comparison of regression models with Land-use and emission data to predict air pollution in Rome. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 18, pp.9-192.
- 43-Ross, Z., et al., (2006), Nitrogen dioxide prediction in Southern California using Land use regression modeling: potential for environmental health analyses. *J. Exposure Anal., Environ Epidemiol*, 16(2), pp.106-114.
- 44-Ross, z., et al., (2007), A Land use regression for predicting fine particulate matter concentrations in the New York city region, *Atmos Environ*, 41, pp.69-2255
- 45-Ryan, p.H., et al., (2007), A comparison of proximity and Land use regression traffic exposure models and wheezing in infants, *Environ Health Perspect*, 115, pp.84-278.
- 46-Sadr Mosavi, M.S., Rahimi, A., (2010), Comparison of the results of Multilayer perceptron neural networks and multiple linear regressions for prediction of ozone concentration in Tabriz city, *Physical Geography Research Quarterly*, NO.71, Spring 2010, pp.65-72.
- 47-Sahin, U et al., (2005), Modeling of SO₂ distribution in Istanbul using artificial neural networks, *Environ. Model Assess.*, 10, 135-142.
- 48-Schwartz, J., (1991), Particulate air pollution and daily mortality: a synthesis, *Public Health Rev*, 19, pp.39-603
- 49-Shad, R., et al., (2009), Developing and Evaluation of an Agent-based GIS to Identify the Impacts of air pollution over the Environmental Risk Areas, *Iranian Remote Sensing & GIS*, Vol.1, NO.3, Autumn 2009, pp.1-15.
- 50-Shi, J.P., Harrison, R.M., (1997), Regression modeling of hourly NO_x and NO₂ concentration in urban air in London., *Atmos. Environ. Model & Softw.*, 22, 264-275.
- 51-UN Human Settlement Program (2001), *The State of world's cities Report 2001*, United Nations, New York.
- 52-Wheeler, A.J., et al., (2008), Intra-urban Variability of air pollution in Windsor, Ontario Measurement and Modeling for human exposure assessment, *Environmental Research* 106, pp.7-16.
- air pollution, conference, Avignon, France, 2003.
- 26-Kashima, S., et al., (2009), Application of Land use regression to regulatory air quality data in Japan, *Science of the Total Environment*, 407, pp.3055-3062.
- 27-Klasner, A.E., et al., (1998), Carbon monoxide mass exposure in a pediatric population, *Acad Emerg Med*, 5(10), pp.6-992.
- 28-Kumar-Dey P. Decision support system for risk management: A Case study. *Journal of Management* 14. Carnicero A. Group Decision Support System for Choosing Strategic Alternatives *Journal of Management Decision* 2001: 39(3): 218-26.
- 29-Lebert, E., et al., (2000), Small area Variations in ambient NO₂ concentrations in four European areas, *Atmos Environ*, 34, pp.177-185.
- 30-Lee, Y.J., (2008), Subjective quality of life measurement in Taipei, *Building and Environment*, 43(7)25.
- 31-Malczewski, J., (1999), *GIS Multicriteria Decision Analysis*, John Wiley & Sons, Canada.
- 33-Matkan, A., et al., (2009), Determination of spatial variation of CO and PM₁₀ Air pollution, using GIS Techniques (case study: Tehran, Iran), *Iranian Remote Sensing & GIS*, Vol.1, NO.1, Spring 2009, pp.57-72.
- 34-Moore, D.K., et al., (2007), A Land use regression model for predicting ambient fine particulate matter across Los Angeles, CA, *Journal of Environmental Monitoring*, 9, pp.246-256.
- 35-Moseholm, L. et al., (1996), Forecasting carbon monoxide concentration near a sheltered intersection using video traffic surveillance and neural networks. *Transport. Res.*, D1, 15-28.
- 36-Noori, R., et al., (2009), Comparison of ANN and PCA based multivariate linear Regression applied to predict the daily average concentration of CO: a case study of Tehran, *Journal of the Earth and Space Physics*, NO.34(1), pp.135-152.
- 37-Opera, M.M., (2005), A case Study of knowledge modeling in an air pollution control decision support system, *AI Communications*, Volume 18, pp.293-303
- Oxides and Fine particulate matter, *Environ. Sci. Technol*, 41, 2422-2428.
- 38-Pain D, Fielden K, Shibl RA. Opinions on the Use of Clinical Decision Support Systems for Pediatric: Prescribing a New Zealand hospital. *Logistic Information Management* 2003: 2003:16(3):201-6.
- 39-Poorazizi, M.E., Alesheikh, A.A., (2010), Introducing Interoperable Geospatial services to present and process sensor observation (case study: Tehran air quality