

## مطالعه تطبیقی ارزیابی اثرات حمل و نقل بر آلودگی شهر تهران مطالعه موردی منطقه ۱۸ و ۵ تهران

علی اصغر قاسمی<sup>۱</sup>، آزاده اربابی سبزواری<sup>۲\*</sup> و معصومه سهرابی<sup>۳</sup>

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران

۲- دانشیار گروه جغرافیا، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران

۳- دانشیار گروه زمین شناسی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۲۲

چکیده

آلودگی هوا فرایندی است که به حالت‌های مختلف جوی وابسته بوده و پدیده‌های جوی و آب و هوایی در شکل‌گیری این معضل دخیل است. امروزه در تهران و بسیاری از شهرهای بزرگ و صنعتی دنیا به ویژه در کشورهای در حال توسعه، آلاینده‌های مختلف از طریق وسایل نقلیه موتوری، صنایع و منابع تجاری و خانگی در هوا تخلیه می‌شود. هدف این پژوهش مطالعه زمان تمرکز اوج آلاینده مونواکسیدکربن در ساعات مختلف روز و بررسی ارتباط بین تراکم و غلظت آلاینده مونواکسیدکربن با متغیرهای هواشناسی در منطقه ۵ و ۱۸ تهران است. در این مطالعه از روش آماری برای رسیدن به اهداف استفاده شد. ابتدا زمان تمرکز آلاینده در ۴ بازه زمانی در منطقه مورد مطالعه شناسایی شد. به منظور محاسبه همبستگی و تحلیل رگرسیون بین مونواکسیدکربن با سرعت باد، حداکثر دما و حداکثر دما از ضریب همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیون چند متغیره در محیط SPSS و Excel استفاده شده است. نتایج رگرسیون چندگانه و درصد ضریب تغییرات تبیین شده در منطقه ۱۸ با ورود ۳ متغیر سرعت باد، حداکثر دما و حداکثر دما در مدل بندی آلاینده CO ایستگاه مورد مطالعه نشان داد که متغیرهای مورد مطالعه، آلاینده CO ایستگاه شادآباد را به میزان ۰/۱۶ تبیین کردند. همچنین در منطقه ۵ نتایج این مطالعه نشان داد، مقدار بیشینه غلظت آلاینده CO در طول روز در ساعت ۸ صبح می‌باشد و پایین‌ترین مقدار ثبتی در ساعت ۱۵ در طول دوره ۹ ساله آماری می‌باشد.

واژگان کلیدی: آلاینده CO، شادآباد، زمان تمرکز، دما، باد، ایستگاه پونک.

مقدمه

آب و هوای کره زمین و آلودگی هوا مناطق شهری را نام برد. از هوای آنجا که رشد ترافیک عمدتاً در مناطق شهری متمرکز است. منجر به افزایش تولید و انتشار گازهای آلاینده با غلظت‌های بالاتر در این مناطق شده است (حاجی حسینی و قائمی، ۱۳۹۳). وجود هر نوع آلاینده اعم

تولید خودرو و میزان استفاده از آن بطور چشمگیری افزایش یافته و مشکلاتی را پدید آورده است. یکی از پیامدهای حمل و نقل، افزایش مصرف انرژی در این بخش است که خود موجب خسارت‌های زیست محیطی بسیاری می‌شود که می‌توان مواردی را مانند دگرگون شدن

از جامد، مایع، گاز و یا تشعشع پرتوزا و غیرپرتوزا در هوا به تعداد و در مدت زمانی که کیفیت زندگی را برای انسان و دیگر جانداران به خطر اندازد را آلودگی هوا گویند (Oke, 1987). میزان انتشار آلاینده های هوا در بسیاری از شهرهای بزرگ کشور از جمله تهران، مشهد، تبریز، اهواز، اصفهان به سطح خطرناکی رسیده است و بر اساس گزارش بانک جهانی، بیماری های ناشی از آلودگی هوا سالانه ۲۶۰ میلیون دلار به کشور خسارت می زند (فتاحی و همکاران، ۱۳۹۴). اثرات آلودگی هوا بر سلامت انسان نه تنها به صورت کاهش کیفیت زندگی، بلکه بصورت افزایش هزینه های سلامت نیز بر جامعه اثر می گذارد؛ زیرا آلودگی باعث کاهش سلامت و افزایش تقاضا برای مراقبت می شود که نهایتاً افزایش هزینه ها را به دنبال دارد (فتاحی و همکاران، ۱۳۹۴). در شرایط فعلی کشور که تهران به عنوان مغز متفکر و مدیریتی کشور محسوب می شود و اکثر سیاست ها و قوانین کشور در آن تنظیم می شود، پاک سازی هوای آن و ایجاد محیطی مناسب برای تفکر و تصمیم گیری از ضروریات استراتژی کشور به حساب می آید. لذا آلودگی هوای تهران یک معضل مهم حتی بصورت ملی مطرح می باشد که هر روز این مشکل شدیدتر شده و خسارات جانی و مالی ناشی از آن بیشتر می شود (علیجانی و صفوی، ۱۳۸۵). منطقه ۱۸ که با داشتن ۱۰۰۰ هکتار اراضی صنعتی رتبه اول را از لحاظ مساحت در کل سطح شهر تهران داراست و بیش از ۳۰ درصد منطقه را اراضی صنعتی تشکیل می دهند به عنوان محدوده مورد مطالعه انتخاب گردید؛ زیرا بدلیل مراکز صنعتی زیاد در این منطقه پتانسیل آلودگی هوای آن می تواند قابل توجه باشد. با توجه به اینکه این منطقه در حاشیه تهران و در همسایگی چندین بزرگراه

(فتح، آزادگان و جاده ساوه) قرار دارد و اینگونه مسیرها شامل محدودیت های ترافیکی بویژه برای خودروهای سنگین نمی باشند و همچنین این منطقه بطور عمده مورد استفاده و سکونت اقشار کم درآمد و شاغلین کارگاه های تولیدی و صنایع می باشد که کمتر از خودروهای سبک شخصی استفاده می نمایند. در این بین در محدوده ی منطقه ۵ و ۱۸، اثر آلودگی های ناشی از آلاینده های خودروها که در آلودگی هوای این مناطق از شهر که شاخص و آلاینده CO به عنوان شاخص مهم آلاینده حمل و نقل است، مد نظر قرار دارد. از این رو در تحقیق حاضر سعی بر این است نقش آلاینده مونواکسید کربن در آلودگی هوای مناطق ۵ و ۱۸ تهران بررسی و تحلیل شود. در راستای تحقیق حاضر با توجه به اهداف مورد بررسی سوالاتی که مطرح می گردد عبارتند از:

۱ - ساعت اوج آلاینده مونواکسید کربن در منطقه ۱۸ و ۵ تهران در چه زمانی است؟

۲ - آیا آلودگی هوای منطقه ۱۸ و ۵ تهران، با متغیرهای هواشناسی ارتباط و همبستگی دارد؟

آلودگی هوا طبق تعریف عبارت است از وجود یک یا چند آلوده کننده مانند گرد و غبار، گازها، بو، دود، بخارات در هوای آزاد با کمیت ها و ویژگی های مختلف که برای زندگی انسان، گیاه یا حیوان، خطرناک و برای اموال مضر می باشد و یا بطور غیر قابل قبول، مخل استفاده راحت از زندگی و اموال می گردد (غیاث الدین، ۱۳۸۵). این آلوده کننده ها شامل بخار، دود، کاغذ سوخته، گرد و غبار، دوده، فیوم های کربن، گازها، ذرات معلق رادیواکتیو، مواد شیمیایی زیان آور در هوای آزاد می باشد. در ذیل برخی از خصوصیات مهم انواع این آلودگی ها بررسی می

شود (جدول ۱). آلوده‌کننده‌های مختلفی که ممکن است وارد اتمسفر گردد عبارتند از: آژوسل، ذره، خاکستر، مه، دمه، گاز، دود، و بطور وسیع و به آلودگی‌های جوی که در اثر

جدول ۱- نوع و منبع انتشار آلاینده‌های جو ( وارنی و مک کورماک، ۱۹۷۱)

نوع	منبع	
	طبیعی	انسانی
ذرات	آتش‌فشان، باد، شهابها، آتش	سوخت، فرایندها صنعتی
ترکیبات گوگردی	باکتری‌ها، آتش‌فشان، افشانه‌های دریایی	سوخت، فرایندها صنعتی سوخت
مونواکسید کربن	آتش‌فشان‌ها، آتش سوزی جنگل	خودرو و مواد فسیلی
گاز کربنیک	آتش‌فشان‌ها، نباتات، حیوانات باکتری‌ها	سوخت مواد فسیلی
هیدروکربن‌ها	نباتات	سوخت خودروها

جدول ۲- اثرات آلوده‌کننده‌ها روی انسان

اثرات CO روی انسان	مسلم است که اگر شخص در معرض CO با غلظت زیاد قرار بگیرد خواهد مرد ولی تأثیر CO با میزان کم اخیراً کشف شده است.
اثرات NOX	هر دو اکسیدهای مورد بحث نیتروژن NO و NO2 می‌توانند بالقوه برای سلامتی انسان خطر آفرین باشند.
اثرات HC ها روی انسان	اثرات مضر هیدروکربورها (عقدائی، ۱۳۵۱).
اثرات ذرات معلق روی انسان	از نظر آلوده‌کننده‌های هوا گرد و غبار بعد از منوکسید کربن در ردیف دوم قرار دارد. (پور بابک، ۱۳۸۵).
اثرات SOX روی انسان	اغلب تأثیرات SO2 بر روی سلامتی انسان به ناراحتی‌های مستقیم تنفسی مربوط می‌شوند. (دبیری، ۱۳۸۲).

به طور کلی پنج نوع از مواد که بوجود آورنده ۹۰٪ از عوامل

آلودگی هوا می‌باشند عبارتند از:

نقش عناصر و عوامل اقلیمی در آلودگی هوای تهران بادی که در جهت معینی می‌وزد، می‌تواند از روی کانون‌های متعدد آلودگی عبور کرده و ترکیبی از آلاینده‌ها را با خود حمل کند. همچنین ممکن است فعل و انفعالاتی شیمیایی در طول مسیر رخ داده و باعث ایجاد آلاینده‌های ثانوی در پشت باد کانون‌های آلودگی شود (کاویانی، ۱۳۹۱: ۲۶۴-۲۶۱). معمولاً بارندگی به

- ۱- کربن منوکسید (CO) ۲
- ۲- اکسیدهای نیتروژن (NOx)
- ۳- هیدروکربن‌ها (HC)
- ۴- اکسیدهای سولفور (SOx)
- ۵- ذرات معلق (فرشید نژاد، ۱۳۸۳).

**عوامل موثر بر رشد حمل و نقل شهری:** در کشورهای در حال توسعه به همراه رشد فزاینده شهرها، کسب و کار و صنعت نیز رشد یافته و برای بسیاری از مهاجرین نواحی روستایی امکان اشتغال و درآمد بالایی را بوجود آورده است. بر اساس برآورد های موجود، بخش شهری در کشورهای در حال توسعه حداقل به میزان ۵۰ درصد تولید ناخالص ملی و در اغلب موارد به میزان ۷۰ درصد را به خود اختصاص داده است. بنابراین نکته مهم این است که شهرها کارایی عملکردی موثری داشته و منابعشان در به حداکثر رساندن مشارکت شهرها در در درآمد ملی تعیین کننده باشد. الگوی رشد حمل و نقل به مقدار زیادی به موقعیت هر شهر بستگی دارد لیکن عوامل اساسی معینی وجود دارد که ارتباط قابل ملاحظه ای با سطح و میزان افزایش تقاضا برقرار می کنند. این عوامل عبارتند از: افزایش جمعیت در اثر نرخ زاد و ولد طبیعی بالا و مهاجرت از نواحی روستایی و شهرهای کوچک، تمرکز زدایی جغرافیایی، افزایش درآمد خانوار و افزایش فعالیت بازرگانی و صنعتی (نوابخش و کفاشی، ۱۳۸۵).

الف) افزایش جمعیت: شهرهای کشورهای در حال توسعه نشان می دهد که تقاضا برای حمل و نقل نسبت به افزایش تعداد جمعیت نامتوازن است.

ب) گسترش نواحی شهری: توسعه اقتصادی و رشد جمعیت به توسعه فیزیکی نواحی شهری و طبعا به گسترش شبکه ارتباطی و خدمات حمل و نقل شهری منجر گردیده است.

ج) افزایش درآمد خانوار: اگرچه اطلاعات موجود در خصوص ارتباط متقابل بین درآمد خانوار و تعداد سفر در کشورهای در حال توسعه محدود است.

د) افزایش فعالیت تجاری و صنعتی: افزایش فعالیت تجاری و صنعتی همانند افزایش جمعیت و مالکیت

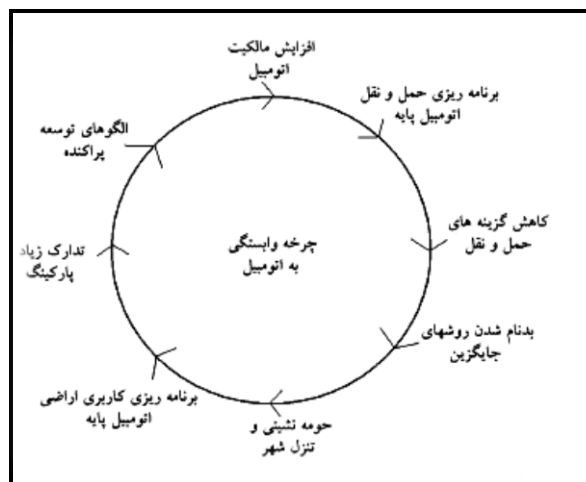
عنوان عامل پالاینده هوا تلقی می شود. در این رابطه روز هایی با بارش بیشتر از ۵ میلی متر اهمیت بیشتری دارند. که بیشتر این بارش ها در ماه های اسفند و فروردین است. و شدت های روزانه کمتر از ۵ میلی متر نه تنها شهر را نمی شویند، بلکه سبب کثیفی هم می شوند. (صفوی و علیجانی، ۱۳۸۵).

**مفهوم حمل و نقل پایدار:** حمل و نقل پایدار، مجموعه ای از سیاست ها و دستورالعمل های یکپارچه، پویا، پیوسته و در بر دارنده اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی است که توزیع عادلانه و استفاده موثر از منابع جهت رفع نیازهای حمل و نقل جامعه و نسل های آتی را به همراه دارد (استادی و رصافی، ۱۳۹۰). مفهوم ترافیک: مفهوم ترافیک به رفت و آمد وسائل نقلیه در محدوده مکانی مشخص اشاره دارد. بر همین اساس حجم ترافیک را تعداد وسائل نقلیه ای تعریف می کنند که در مدت زمان معینی در جهت یا جهات مشخصی از یک یا چند خط از مقطع سیستمی از جاده عبور می کنند. این حجم می تواند برای دسته ای خاص از وسائل نقلیه مانند اتومبیل سواری، اتوبوس، کامیون و ... یا بطور کلی برای همه گونه وسائل نقلیه که از جاده مورد نظر عبور می کنند مدنظر باشد که در آن صورت واحد حجم ترافیک، تعداد اتومبیل گذرنده خواهد شد (شاهی، ۱۳۶۸: ۱۹). البته مفهوم ترافیک به تنهایی بیانگر یک مشکل نیست بلکه زمانی که ترافیک با حجم بالا و در قلمروی محدود مورد اشاره است یا زمانی که رفتارهای ترافیکی گروه هایی از جامعه سبب ساز بروز مشکلاتی شود و یا در مواقعی که ترافیک پیامدها و هزینه های انسانی، مالی یا زیست محیطی را موجب می شود، می تواند همچون امری زیان بار و نامطلوب مدنظر قرار گیرد (افشار کهن و همکاران، ۱۳۹۱).

اتومبیل، در ایجاد یا افزایش مسائل حمل و نقل شهری می تواند موثر باشد.

سهم فعالیت های مختلف در سطح کیفیت هوای شهر بین سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ انجام داد. مسائلی چون مقایسه انتشار آلودگی با استانداردها، عوض شدن نوع سوخت به بنزین بدون سرب و CNG، رشد حمل و نقل عمومی و خصوصی و رشد مصرف سوخت را مورد بررسی قرار داد. نتایج مطالعه هواپزهای شهر نوردیک در طول دوره های وقوع وارونگی دما در فصل زمستان نشان داد که وارونگی دما یکی از علت های اصلی تصویب قانون آستانه کیفیت هوا برای اکثر آلوده کننده های اصلی شهر است. همچنین مشخص شد که غلظت بالای ذرات آلوده کننده همراه با وارونگی دمایی در صبح های زمستان می باشد (Janhal et al., 2006). مطالعه وارونگی سطح پایین آلاسا انجام شد، نتایج نشان داد که پوشش ابر بر روی ساختار وارونگی ها تأثیر می گذارد، به این صورت که با پوشش ابری آسمان امواج بلند زمینی به زمین برگشت داده می شود که در نتیجه گرمایش زمین وارونگی ضعیف به وقوع می پیوندد و بالعکس.

**حمل و نقل و ترافیک شهری و رابطه آن با توسعه پایدار شهرها:** سیاست های مربوط به حمل و نقل شهری، کاربری اراضی شهری را به خاطر استفاده از زمین برای امکانات و تاسیسات حمل و نقل به طور مستقیم و به دلیل تاثیرگذاری روی قابلیت دسترسی به اراضی شهری و در نتیجه توسعه محل، به صورت غیر مستقیم تحت تاثیر قرار می دهد. ممکن است بین تصمیمات برنامه ریزی و اثرات آن روی شکل شهر و رفتار مسافرتی شهروندان و نهایت اثر اقتصادی، اجتماعی و محیطی آن چندید مرحله وجود داشته و اثرات به وضوح دیده نشوند. همانطور که در قرن گذشته بسیاری از تصمیمات مربوط به حمل و نقل و کاربری اراضی شهری، چرخه وابستگی به اتومبیل در شهرها را تقویت نموده اند و این موضوع در شکل ۲ به وضوح دیده می شود (Told lit man, 2003). با توجه به شکل مذکور می توان گفت تصمیمات مربوط به چگونگی حمل و نقل و کیفیت خدمات حمل و نقل یا اخذ عوارض از کاربران جاده ای اغلب اثرات متعددی روی کاربری اراضی شهری دارند. تراکم ترافیکی ناشی از تسلط وسایل نقلیه موتوری بر محیط شهری نیز باعث به هدر رفتن نیروی انسانی، استهلاک خودروها، ازدیاد امراض روحی و روانی و جسمی، عدم احترام به حقوق دیگران و افزایش تنش در اجتماع، هدر رفتن میزان چشمگیری از سوخت در صفهای طولانی ترافیک و ... می شود. سواکومار در تحقیقی که در شهر جمشید پور هندوستان به منظور سهم بندی منابع انتشار آلودگی هوا انجام داد با استفاده از مدل انتشار گوس، سهم صنایع، وسایل نقلیه و منابع خانگی را در ایجاد غلظت های NOx به ترتیب ۵۳، ۴۰ و ۷ درصد بدست آورد. آنالیزهای آماری مورد استفاده در این تحقیق برای ارزیابی استفاده از مدل، تطابق ۶۸ درصد نتایج مدل با اندازه گیری ها را نشان می دهد. (Sivacoumar, 1999). جوکر در تحقیقی که برای مدلسازی آلودگی هوای شهر سانتیاگو شیلی به منظور ارزیابی



شکل ۱- چرخه وابستگی به اتومبیل (زیاری و دیوانداری ۱۳۸۵)

(پیترسون و همکاران، ۲۰۰۹)، در تحقیقی به مطالعه الگوهای پراکنش مکانی و نوع آلاینده های هوا پرداختند و از مدل گرافیکی استفاده نمودند. (خدیرا و تارک خدیر،

اساس آخرین سرشماری نفوس مسکن سال ۹۰ و احتساب (۰/۸ درصد) رشد سالیانه ۴۱۶۲۶۶ نفر می باشد که از این تعداد ۳۹۰۶۲۹ نفر (۹۵ درصد) در محدوده و ۲۵۶۳۷ نفر (۵ درصد) در حریم سکونت دارند این منطقه به لحاظ جمعیت در رتبه ششم شهر تهران قرار دارد و تراکم خالص آن ۷۶۰ نفر در هکتار و ناخالص آن ۱۰۰ نفر در هر هکتار می باشد. از کل جمعیت محدوده ۲۱۲۳۰۳ نفر مرد و ۲۰۳۹۶۳ نفر زن می باشد. مساحت منطقه ۸۰۸۳ هکتار بوده که از این مساحت ۳۷۸۹ هکتار در محدوده و ۴۲۹۴ هکتار در حریم می باشد.

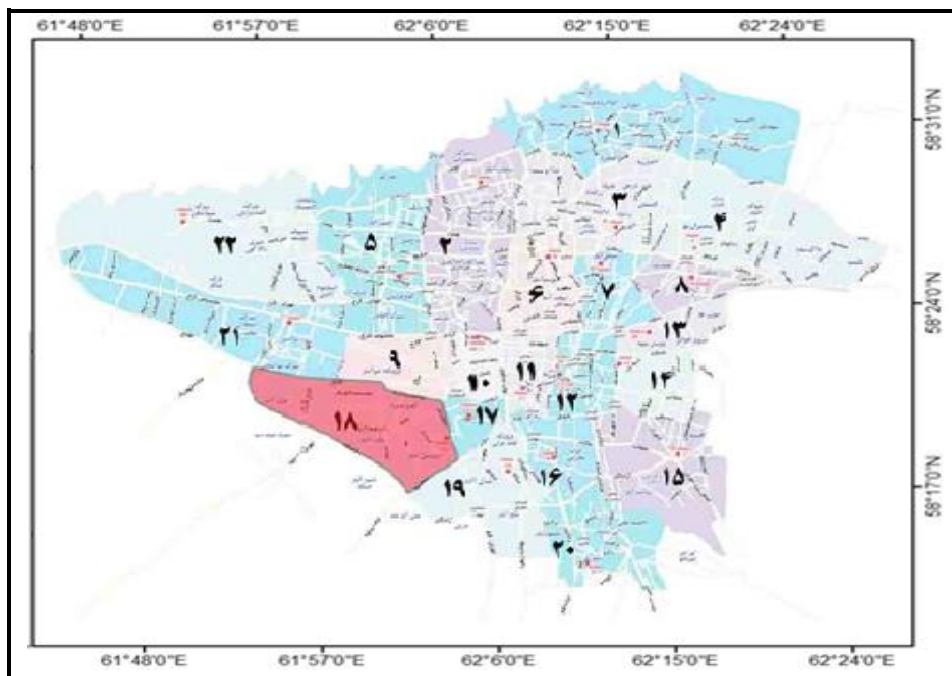
#### روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع کاربردی و مبتنی بر روش های تحلیلی \_ توصیفی است. در این پژوهش، نمونه گیری از داده های آلودگی ایستگاه سنجش آلودگی پونک شرکت کنترل کیفیت هوای تهران برای منطقه ۵ در طول دوره آماری از بدو تاسیس تا ۲۰۱۴ استفاده شد. همچنین نمونه گیری برای منطقه ۱۸ از داده های ترافیک از شرکت کنترل ترافیک شهرداری تهران دریافت شد. ابتدا آلاینده ها، در محیط Excel در طول دوره آماری مورد نظر مرتب گردید. سپس سیر صعودی یا نزولی آلاینده در ایستگاه در طول دوره آماری مورد نظر تعیین گردید. سپس به منظور تعیین زمان تمرکز آلودگی در مقیاس های زمانی ساعتی، فصلی، ماه و سال، روند آلودگی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. همچنین، در این بخش به منظور محاسبه همبستگی بین متغیر سرعت باد و حداقل و حداکثر دما با آلاینده مونواکسیدکربن در دوره آماری مورد نظر در مقیاس زمانی روزانه، ماهانه، فصلی و سالانه از ضریب همبستگی پیرسون، که در محیط نرم افزاری SPSS و Excell تحلیل آماری شدند، استفاده شد. برای یافتن روابط عالی و معلولی

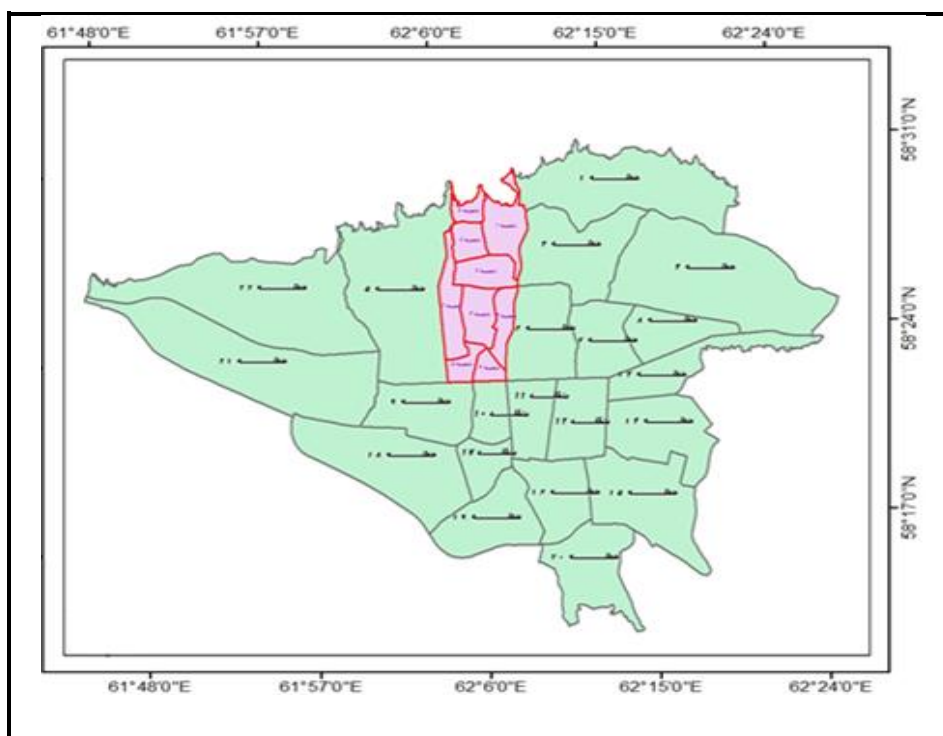
(۲۰۱۲)، تأثیر عامل های اقلیمی در میزان غلظت آلاینده های هوا با استفاده از الگوریتم K-mean و شبکه عصبی مصنوعی در منطقه آناپا الجزایر مورد پژوهش قرار دادند. (شمسی پور و همکاران، ۱۳۹۱) در تحقیقی به شبیه سازی الگوی پراکنش آلودگی هوای کلان شهر تهران در شرایط وزش باد پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان انرژی جنبشی تلاطم، ناشی از سرعت باد و انتقال افقی و حرکات قائم، آلودگی هوا تعدیل می شود. ثقفی و بیدختی (۱۳۹۳)، به بررسی تغییرات شبانه روزی و فصلی باد و دمای هوا با آلاینده های CO و PM10 در لایه سطحی جو در شهر تهران پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که مولفه نصف النهاری باد، نقش برجسته تری در انتقال CO، که مستقل از دما است دارد در حالی که هر دو مولفه سرعت باد در انتقال PM10 نقش دارند. کرمانی (۱۳۹۴) به تحلیل رفتار آلودگی هوای تهران با در نظر گرفتن الگوی باد بر اساس آلاینده مونواکسید کربن در دوره سرد سال پرداخت.

#### معرفی محل مورد مطالعه

منطقه ۵ شهرداری تهران در شمال غربی تهران واقع گردیده است. قبل از شکل گیری منطقه ۲۲ شهر تهران، منطقه ۵ به عنوان غربی ترین حد شهر تهران به حساب می آمده است. محدوده ای که روزگاری روستاهای سرسبز حاشیه تهران را تشکیل می داده که به دلیل قرار گرفتن در کوهپایه دارای آب و هوای مطلوب، دسترسی مناسب، بافت شهرسازی متمایز و بسیاری از عوامل دیگر سبب شد که طی دو دهه گذشته این منطقه بیشترین رشد جمعیت و کالبد را داشته باشد. این منطقه با مساحت تقریبی ۷/۵۴ هکتار، جمعیتی ۸۰۰ هزار نفر را در خود جای داده است. منطقه ۱۸ شهرداری تهران یکی از مناطق شهری تهران است که در جنوب غربی این شهر واقع شده است. جمعیت منطقه بر



شکل ۲- موقعیت منطقه هجده شهر تهران



شکل ۳- موقعیت منطقه پنج شهر تهران

هایی از قبیل گازسوز کردن خودروها، طرح های ترافیکی و زوج و فرد کردن خودروها، معاینه فنی خودروها، جایگزینی خودروهای فرسوده، توسعه شبکه حمل و نقل مترو و ... به میزان مناسبی توانسته است باعث کنترل و کاهش غلظت CO در هوای ایستگاه مورد مطالعه گردد (اله حسینی و همکاران، ۱۳۸۹). بیشترین مقدار ماهانه مونوکسید کربن در ماه های فصل سرد رخ داده است و بیشینه آن مربوط به دی ماه می باشد. دلیل اصلی آن می تواند استفاده از وسایل تولید کننده مونوکسید کربن جهت گرم کردن مکان های مختلف و از سوی دیگر احتمال وجود پدیده وارونگی دمایی در فصول سرد و بویژه زمستان باشد. در فصل سرد سال وارونگی دمایی رخ می دهد بیشترین مقدار آلودگی را با توجه به این پدیده در سطح زمین و در منطقه مطالعاتی داریم و با گرم شدن هوا و تشدید کم فشار سطح زمین از این مقدار در فصول گرم کاسته می شود. فصل بهار میانگین غلظت فصلی کمتری نسبت به سایر فصول دارد که می تواند دلیل آن شرایط مساعد تر جوی چه در سطح زمین و سطوح بالا نسبت به سایر فصول باشد. بطوریکه با افزایش دما نسبت به فصل زمستان، وقوع پدیده وارونگی دمایی در این فصل به تعداد کمتری میرسد. میانگین سالانه مقدار مونوکسید کربن در سال های اخیر روند کاهشی داشته است و بیشترین مقدار مربوط به سال ۱۳۸۶ است که سیر کاهشی پیدا می کند اما در سال ۱۳۹۲ نیز غلظت بالایی را تجربه کرده است.

#### تغییرات روزانه آلودگی هوا در ایستگاه پونک (منطقه ۵)

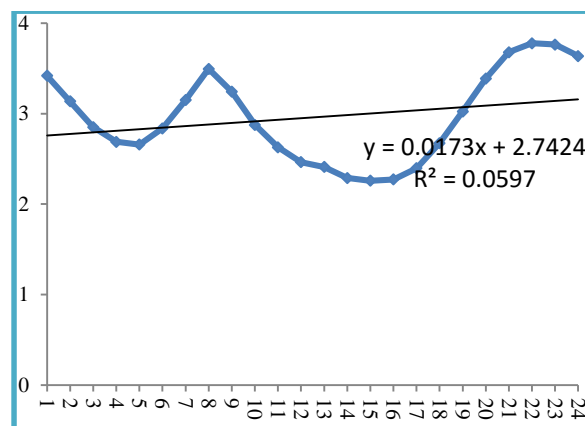
##### با باد

باد سطح زمین و تراز های پایین جو مؤثرترین فاکتور هواشناختی است که سبب جابجایی آلاینده ها در هوا می شود. در محیط های شهری، باد سطح زمین نقش اصلی را در انتقال و پخش آلودگی هوا و کاهش غلظت آلاینده ها دارد. بنابراین کاهش غلظت آلاینده ها می تواند در اثر انتقال

بین متغیر سرعت باد و حداقل و حداکثر دما با آلاینده مونوکسید کربن از تحلیل رگرسیون چندگانه استفاده شد.

#### بررسی منطقه ۵

همانطور که شکل ۱ نشان می دهد میانگین غلظت آلاینده مونوکسید کربن در طول شبانه روز نوسانات زیادی دارد. همانطور که مشاهده می شود، مقدار آلاینده از ساعت ۱ بامداد تا ۵ صبح کاهشی و از ۵ تا ۸ صبح روند افزایش دارد که بیشینه این مقدار در طول روز ساعت ۸ صبح می باشد و بیشترین مقدار شبانه روز در ساعات ۲۲ تا ۲۴ رخ داده است. کمینه مقدار آلاینده از ساعات ۱۱ تا ۱۸ می باشد. که پایین ترین مقدار ثبتی در ساعت ۱۵ در طول دوره آماری می باشد.



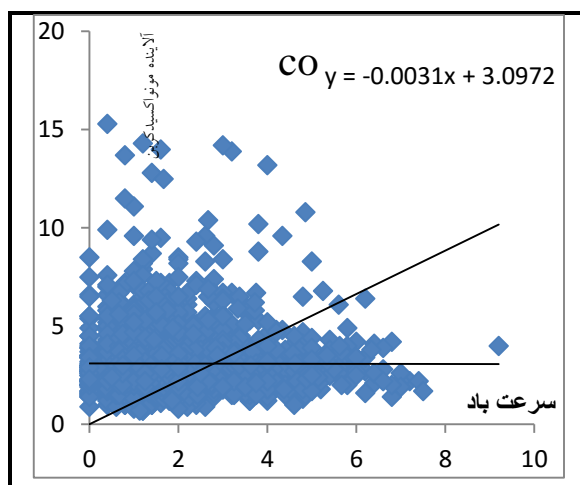
شکل ۴- نمودار مقادیر آلاینده ساعتی مونوکسید کربن منطقه ۵ تهران

#### تغییرات مقدار آلاینده مونوکسید کربن

آلاینده مونوکسید کربن در طول روزهای مطالعاتی روند کاهشی داشته است. این می تواند نشان دهنده این مهم باشد که با توجه به حساسیت مسولین به پدیده آلودگی و کاهش خودروهای فرسوده در طول بازه مطالعاتی از این مقدار کاسته شده است همچنین با توجه به روند کاهشی مشاهده شده در غلظت مونوکسید کربن در هوای شهر تهران طی سال های ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۵ به نظر می رسد اعمال سیاست



Backward شناسایی شدند در جداول آورده شده است و نتایج همبستگی چندگانه، درصد تغییرات ضریب تبیین شده و خطای برآورد استاندارد در دو شرایط ذکر شده آمده است. با توجه به (جدول ۴) که مربوط به ایستگاه پونک منطقه پنج است؛ متغیرهای مورد مطالعه، آلاینده CO ایستگاه پونک را به میزان ۰/۱۳ تبیین کردند. ضرایب رگرسیون موجود در جدول شماره ۲۰ نشان‌دهنده ارتباط تقریباً مناسب الگوهای مورد بررسی با تغییرات آلاینده مونواکسیدکربن است. در شرایط شناسایی متغیر مؤثرتر بر آلاینده CO ایستگاه پونک، متغیر حداقل دما بیش از سایر متغیرها در تغییرات آلاینده CO مؤثر است. به طوری که متغیر حداقل دما به تنهایی، آلاینده CO را به میزان ۰/۲۹ توجیه می‌کند. این در حالی است که تمامی الگوهای پیوند از دور مورد بررسی، آلاینده CO ایستگاه پونک را ۰/۱۳ تبیین کردند؛ به عبارت دیگر بیشتر تغییرات آلاینده CO، توسط متغیر حداقل دما توجیه شده است.



شکل ۵- نمودار تغییرات مونواکسید کربن ایستگاه پونک با سرعت باد (کل جهات)

آنها به مناطق دیگر و یا پخش آنها در فضای بیشتر صورت گیرد (رنجبر سعادت آبادی و قصابی، ۱۳۹۰). با توجه به این موضوع، ابتدا تغییرات سرعت باد سطح زمین با آلاینده مونواکسید کربن در کل جهات جغرافیایی بررسی شد. شکل شماره (۲) و جدول شماره (۳)، نتایج را نشان می‌دهند. همانطور که مشاهده می‌شود ضریب همبستگی بین سرعت باد با مونواکسید کربن ۰/۰۵- می‌باشد، رابطه غیر مستقیم این دو عامل اثر گذاری افزایش یا کاهش سرعت باد را در افزایش یا کاهش آلاینده نشان می‌دهد. با توجه به نتایج رگرسیون خطی می‌توان معادله رگرسیون برای مونواکسید کربن را با توجه به سرعت باد، به صورت زیر نوشت.

$$CO = 3/09 - 0/003 \times (2/02)$$

جدول ۳- نتایج رگرسیون خطی برای سرعت باد در کل جهات

سرعت باد در کل جهات جغرافیایی	
۲۳۷۴	تعداد روزهای بادی
۰	حداقل سرعت باد
۹/۲	حداکثر سرعت باد
۰/۷	حداقل آلاینده CO
۲۴/۸	حداکثر آلاینده CO
۳/۱۳	میانگین آلاینده
۲/۰۲	میانگین سرعت
-۰/۰۵	مقدار همبستگی
۰/۸	Sig
۰/۰۰۱	ثابت رگرسیون
-۰/۰۰۵	ضریب رگرسیون

رگرسیون چندگانه آلاینده مونواکسیدکربن منطقه پنج

در این مدل بندی، نتایج رگرسیون چندگانه، آلاینده مونواکسیدکربن منطقه پنج در دو شرایط ورود کل متغیرها و ورود متغیر یا متغیر مؤثرتر که توسط مدل رگرسیون

جدول ۴- مقادیر  $R$  و  $R^2$  آلاینده مونواکسیدکربن ایستگاه پونک با متغیرهای سرعت باد، حداقل و حداکثر دما مدل (BACK WARD)

ضریب				ایستگاه ایستگاه پونک
متغیر	خطا استاندارد برآورد	درصد تغییرات تبیین شده ( $R^2$ )	همبستگی چند گانه ( $R$ )	
ورود کل متغیرها	۰/۹۹	۰/۱۳	۰/۶۵	مونواکسید
حداقل دما	۰/۸۳	۰/۲۹	۰/۶۲	کربن

جدول ۵- تحلیل واریانس رگرسیون پونک

عامل					ایستگاه
معنا داری	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	
۰/۵۸	۰/۷۶	۰/۸۶	۳	۲/۵۹	رگرسیون
		۱/۱۳	۳	۳/۴۰	باقی مانده
		-	۶	۶/۰۰	مجموع
۰/۱۲	۳/۵۰	۲/۴۷	۱	۲/۷۴	رگرسیون
		۰/۷۰	۵	۳/۵۲	باقی مانده
		-	۶	۶/۰۰	مجموع

قسمت مدل Backward شناسایی شدند آورده شده‌اند. با توجه به نتایج تحلیل واریانس رگرسیون آلاینده CO در شرایط ورود کل داده‌ها معنادار نیست.

مدل رگرسیون مونواکسیدکربن ایستگاه پونک در شرایط ورود متغیرهای مستقل مؤثر عبارت‌اند از:

$$Y = - 1/0.13 + 0.64 \text{ (حداقل دما)}$$

این مدل حاکی از رابطه مثبت متغیر حداقل دما با Y (آلاینده مونواکسیدکربن) است.

فرضیه اول: ساعت اوج آلاینده مونواکسیدکربن در منطقه ۵ تهران در ساعت اولیه صبح است.

جدول ۵، تحلیل واریانس رگرسیون به منظور بررسی قطعیت وجود رابطه خطی بین متغیرها را نشان می‌دهد. در واقع این جدول نشان می‌دهد که آیا مدل رگرسیون می‌تواند به طور معنادار و مناسبی تغییرات متغیر وابسته را شناسایی کند. برای بررسی معناداری مقدار sig مهم است. در واقع این مقدار معناداری مدل رگرسیون را نشان می‌دهد که چنانچه میزان به دست آمده کمتر از ۰/۰۵ باشد نتیجه می‌گیریم که مدل بکار رفته پیش‌بینی خوبی برای متغیرها دارد. این جدول مقادیر آلاینده CO ایستگاه مورد بررسی که توسط مدل رگرسیون قابل توجیه‌اند و مقادیری که غیر قابل توجیه‌اند (باقی مانده‌ها) به نمایش گذاشته شده است. در این جدول نیز متغیرها در دو شرایط ورود کل متغیرهای مستقل و در شرایط ورود متغیر یا متغیرهای مؤثر که در

با توجه به نتایج تحقیق، مقدار آلاینده مونواکسید کربن از ساعت ۱ بامداد تا ۵ صبح کاهش و از ۵ تا ۸ صبح روند افزایش دارد که بیشه این مقدار در طول روز ساعت ۸ صبح می باشد و بیشترین مقدار شبانه روز در ساعات ۲۲ تا ۲۴ رخ داده است. کمینه مقدار آلاینده از ساعات ۱۱ تا ۱۸ می باشد. که پایین ترین مقدار ثبتی در ساعت ۱۵ در طول دوره آماری می باشد. همانطور که از نتایج مطالعه مشخص شد، در منطقه ۵ تهران در ایستگاه پونک اوج آلودگی هوا توسط این آلاینده در ساعات شبانه و پیک آلودگی در ساعت ۲۲ است. بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده این فرضیه رد می شود (شکل ۱).

فرضیه دوم: آلودگی هوای منطقه پنج تهران، با متغیرهای هواشناسی ارتباط و همبستگی دارد.

مطالعه تغییرات مقدار ماهانه آلاینده مونواکسید کربن نشان داد که بیشترین مقدار ماهانه مربوط به دی ماه می باشد و کمترین مقدار آن متعلق به فروردین ماه می باشد. نتایج مطالعه ضریب همبستگی بین سرعت باد روزانه با مونواکسید کربن روزانه، بیانگر رابطه غیر مستقیم است. مطالعه ارتباط ماهانه آلاینده مونواکسید کربن با سرعت باد نشان داد که این ارتباط در ماه های شهریور، مهر و آذر بر آلاینده مذکور ایستگاه مستقیم و معنی دار است. ارتباط فصلی آلاینده مونواکسید کربن فصل پاییز دارای بالاترین تأثیرپذیری فصلی از سرعت باد است. در بررسی ارتباط ماهانه مونواکسید کربن ایستگاه مذکور با حداقل دما مشخص شد که این ارتباط در ماه آذر بر آلاینده مذکور ایستگاه، مستقیم و در سطح معنی داری ۵ درصد معنی دار است. در ماه های اردیبهشت و اسفند رابطه معکوس بین

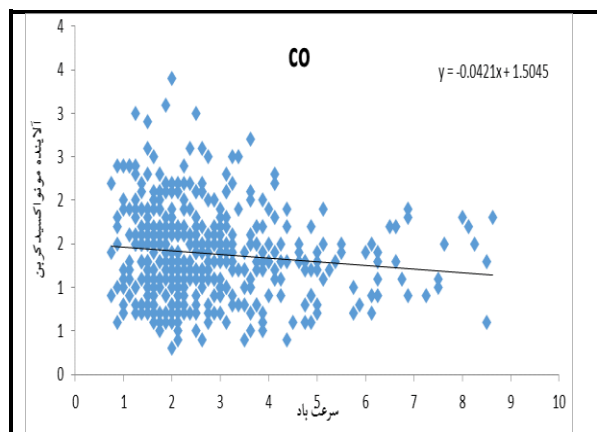
مونواکسید کربن ایستگاه با عامل حداقل دما در سطح معنی داری ۵ درصد برقرار است. در بررسی ارتباط ماهانه مونواکسید کربن ایستگاه پونک با حداکثر دما مشخص شد که این ارتباط نیز، در ماه آذر بر آلاینده مذکور ایستگاه، مستقیم و در سطح معنی داری ۵ درصد معنی دار است. فصل پاییز دارای بالاترین تأثیرپذیری فصلی از عامل حداقل دما است. مقدار آلاینده فصل پاییز مونواکسید کربن، دارای بالاترین تأثیرپذیری فصلی از عامل حداکثر دما است. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده این فرضیه تایید است

#### بررسی منطقه ۱۸

شکل ۶، میانگین ساعتی آلاینده CO را در طول دوره آماری ۵ ساله نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود، آلاینده در طول ۲۴ ساعت نوسان زیادی دارد. اما اوج آلاینده در ساعات ابتدایی روز، بین دو ساعت ۷ و ۸ صبح می باشد. زمان کاهش این آلاینده از ساعت ۱۰ صبح تا ۱۷ می باشد. در واقع آلاینده در ساعت ۱۳-۱۴ بیشترین کاهش را داشته است. آلاینده از ساعت ۱۷ تا ۲۳ نیز اوج گرفته است. روند خطی آلاینده نشان می دهد که آلاینده روند مشخص و دقیق افزایشی یا کاهش را نشان نمی دهد. به بیان دیگر دارای روند افزایشی بسیار کمی است. آلاینده در مقیاس بلند مدت روزانه سیر افزایشی یا کاهش مشخصی ندارد. و در طول روز های مختلف سال نوسان زیادی را داشته است. در ماه پنجم (مرداد ماه) میانگین بیشترین آلاینده ثبت شده است. و سایر ماه ها، مقدار میانگین غلظت کمتری را داشته اند. بطوری که ماه یازدهم کمترین میانگین غلظت آلاینده را داشته است. تغییرات فصلی آلاینده مونواکسید کربن نشان داد که در فصل تابستان بالاترین سهم از انتشار و غلظت را ثبت کرده است.

آلاینده مونواکسید کربن در کل جهات جغرافیایی بررسی شد. شکل ۶ و جدول ۵، نتایج را نشان می‌دهند. همانطور که مشاهده می‌شود ضریب همبستگی بین سرعت باد با مونواکسید کربن ۰/۱۳۲- می‌باشد، رابطه غیر مستقیم و در سطح معنی داری ۱ درصد، معنی دار شده است. این دو پارامتر اثر گذاری افزایش یا کاهش سرعت باد را در افزایش یا کاهش آلاینده به خوبی نشان می‌دهد. با توجه به نتایج رگرسیون خطی می‌توان معادله رگرسیون برای مونواکسید کربن را با توجه به سرعت باد، به صورت زیر نوشت.

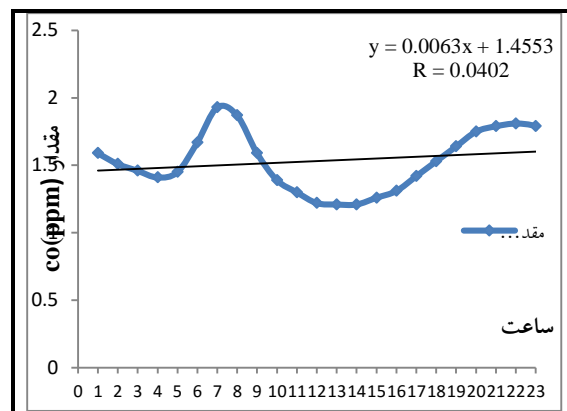
$$CO = 1/50 - 0/04 (2/02)$$



شکل ۷- نمودار تغییرات مونواکسید کربن ایستگاه شادآباد با سرعت باد (کل جهات)

#### رگرسیون چندگانه آلاینده مونواکسید کربن منطقه پنج

در این مدل بندی، نتایج رگرسیون چندگانه، آلاینده CO منطقه ۱۸ در دو شرایط ورود کل متغیرها و ورود متغیر یا متغیر مؤثرتر که توسط مدل رگرسیون Backward شناسایی شدند در جداول آورده شده است و نتایج همبستگی چندگانه، درصد تغییرات ضریب تبیین شده و خطای برآورد استاندارد در دو شرایط ذکر شده آمده است.



شکل ۶- تغییرات ساعتی آلاینده مونواکسید کربن (۱۳۹۰-۱۳۹۵)

سپس فصل پاییز بیشترین میانگین غلظت را داراست. و بعد این دو فصل، فصل زمستان است. میانگین تغییرات سالانه آلاینده مورد مطالعه سال ۱۳۹۲، کمترین مقدار آلاینده را داشته است. اما در سایر سال ها، غلظت آلاینده به نسبت، سیر صعودی را نشان می‌دهد. در سال ۱۳۹۳ میانگین مقدار آلاینده رو به افزایش است اما در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ رو به کاهش است.

#### تغییرات روزانه آلودگی هوا در ایستگاه شادآباد

##### (منطقه ۱۸) با باد

باد سطح زمین و تراز های پایین جو مؤثرترین فاکتور هواشناختی است که سبب جابجایی آلاینده ها در هوا می‌شود. در محیط‌های شهری، باد سطح زمین نقش اصلی را در انتقال و پخش آلودگی هوا و کاهش غلظت آلاینده ها دارد. بنابراین کاهش غلظت آلاینده ها می‌تواند در اثر انتقال آنها به مناطق دیگر و یا پخش آنها در فضای بیشتر صورت گیرد (رنجبر سعادت آبادی و قصابی، ۱۳۹۰). با توجه به این موضوع، ابتدا تغییرات روزانه سرعت باد سطح زمین با

جدول ۷- مقادیر R و R<sup>۲</sup> آلاینده مونواکسیدکربن ایستگاه شادآباد با متغیرهای سرعت باد، حداقل و حداکثر دما مدل (BACK WARD)

ضریب				ایستگاه شادآباد
متغیر	خطا استاندارد برآورد	درصد تغییرات تبیین شده (R <sup>2</sup> )	همبستگی چند گانه (R)	
ورود کل متغیرها	۰/۹۱	۰/۱۶	۰/۸۱	مونواکسید
حداقل دما	۰/۸۸	۰/۲۱	۰/۶۰	کربن

به طوری که متغیر حداقل دما به تنهایی، آلاینده CO را به میزان ۰/۲۱ توجیه می‌کند. این در حالی است که تمامی الگوهای پیوند از دور مورد بررسی، آلاینده CO ایستگاه شادآباد را ۰/۱۶ تبیین کردند؛ به عبارت دیگر بیشتر تغییرات آلاینده CO، توسط متغیر حداقل دما توجیه شده است.

جدول ۸ تحلیل واریانس رگرسیون به منظور بررسی قطعیت وجود رابطه خطی بین متغیرها را نشان می‌دهد. در واقع این جدول نشان می‌دهد که آیا مدل رگرسیون می‌تواند به طور معنادار و مناسبی تغییرات متغیر وابسته را شناسایی کند. برای بررسی معناداری مقدار sig مهم است. در واقع این مقدار معناداری مدل رگرسیون را نشان می‌دهد که چنانچه میزان به دست آمده کمتر از ۰/۰۵ باشد نتیجه می‌گیریم که مدل بکار رفته پیش‌بینی خوبی برای متغیرها دارد. این جدول مقادیر آلاینده CO ایستگاه مورد بررسی که توسط مدل رگرسیون قابل توجیه‌اند و مقادیری که غیرقابل توجیه‌اند (باقی مانده‌ها) به نمایش گذاشته شده است. در این جدول نیز متغیرها در دو شرایط ورود کل متغیرهای مستقل و در شرایط ورود متغیر یا متغیرهای مؤثر که در قسمت مدل Backward شناسایی شدند آورده شده‌اند. با توجه به نتایج تحلیل واریانس رگرسیون آلاینده CO در شرایط ورود متغیر مؤثر نسبتاً برای پیش‌بینی بهتر است.

جدول ۷- نتایج رگرسیون خطی برای سرعت باد در کل جهات

سرعت باد در کل جهات جغرافیایی	
۴۶۴	تعداد روزهای بادی
۱	حداقل سرعت باد
۹	حداکثر سرعت باد
۰	حداقل آلاینده CO
۷	حداکثر آلاینده CO
۱/۴۱	میانگین آلاینده
۲/۷۳	میانگین سرعت
-۰/۱۳۲ **	مقدار همبستگی
۰/۰۰۴	sig
۱/۵۰	ثابت رگرسیون
-۰/۰۰۵	ضریب رگرسیون

\*\* همبستگی در سطح خطای ۱ درصد معنی‌دار است.

با توجه به جدول ۷ که مربوط به ایستگاه شادآباد منطقه ۱۸ است؛ متغیرهای مورد مطالعه، آلاینده CO ایستگاه شادآباد را به میزان ۰/۱۶ تبیین کردند. ضرایب رگرسیون موجود در جدول شماره ۲۰ نشان‌دهنده ارتباط تقریباً مناسب الگوهای مورد بررسی با تغییرات آلاینده مونواکسیدکربن است. در شرایط شناسایی متغیر مؤثرتر بر آلاینده CO ایستگاه شادآباد، متغیر حداقل دما بیش از سایر متغیرها در تغییرات آلاینده CO مؤثر است.

جدول ۸ - تحلیل واریانس رگرسیون شادآباد

معناداری	F	متغیر			ایستگاه
		میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	
۰/۴	۱/۳۳	۱/۱۱	۳	۳/۳۳	رگرسیون
		۰/۸۳	۲	۱/۶۶	باقی مانده
		-	۵	۵/۰۰	مجموع
۰/۲	۲/۳۴	۱/۸۴	۱	۱/۸۴	رگرسیون
		۰/۷۸	۴	۳/۱۵	باقی مانده
		-	۵	۵/۰۰	مجموع

فرضیه دوم: آلودگی هوای منطقه ۱۸ تهران، با متغیرهای هواشناسی ارتباط و همبستگی دارد. مطالعه تغییرات مقدار ماهانه آلاینده مونوکسید کربن نشان داد که بیشترین مقدار ماهانه مربوط به دی ماه می باشد و کمترین مقدار آن متعلق به فروردین ماه می باشد. نتایج مطالعه ضریب همبستگی بین سرعت باد روزانه با مونوکسید کربن روزانه، رابطه غیر مستقیم است. مطالعه ارتباط ماهانه آلاینده مونوکسید کربن با سرعت باد نشان داد که این ارتباط در ماه های شهریور، مهر و آذر بر آلاینده مذکور ایستگاه مستقیم و معنی دار است. ارتباط فصلی آلاینده مونوکسید کربن فصل پاییز دارای بالاترین تأثیرپذیری فصلی از سرعت باد است. در بررسی ارتباط ماهانه مونوکسید کربن ایستگاه مذکور با حداقل دما مشخص شد که این ارتباط در ماه آذر بر آلاینده مذکور ایستگاه، مستقیم و در سطح معنی داری ۵ درصد معنی دار است. در ماه های اردیبهشت و اسفند رابطه معکوس بین مونوکسید کربن ایستگاه با پارامتر حداقل دما در سطح معنی داری ۵ درصد برقرار است. در بررسی ارتباط ماهانه مونوکسید کربن ایستگاه شادآباد با حداکثر دما مشخص شد

مدل رگرسیون مونوکسید کربن ایستگاه شادآباد در شرایط ورود متغیرهای مستقل مؤثر عبارت اند از:

$$Y = - 1/0.1 + 0/60 \text{ (حداقل دما)}$$

این مدل حاکی از رابطه مثبت متغیر حداقل دما با Y (آلاینده مونوکسید کربن) است.

فرضیه اول: ساعت اوج آلاینده مونوکسید کربن در منطقه ۱۸ تهران در ساعت اولیه صبح است. با توجه به نتایج تحقیق، مقدار آلاینده مونوکسید کربن از ساعت ۱ بامداد تا ۵ صبح کاهش می یابد و از ۵ تا ۸ صبح روند افزایش دارد که بیشینه این مقدار در طول روز ساعت ۸ صبح می باشد و بیشترین مقدار شبانه روز در ساعات ۲۲ تا ۲۴ رخ داده است. کمینه مقدار آلاینده از ساعات ۱۱ تا ۱۸ می باشد. که پایین ترین مقدار ثبتي در ساعت ۱۵ در طول دوره آماری می باشد. همانطور که از نتایج مطالعه مشخص شد، در منطقه ۱۸ تهران در ایستگاه شادآباد اوج آلودگی هوا توسط این آلاینده در ساعات شبانه و پیک آلودگی در ساعت ۲۲ است. بنابراین بنابراین فرضیه رد می شود.

که این ارتباط نیز، در ماه آذر بر آلاینده مذکور ایستگاه، مستقیم و در سطح معنی داری ۵ درصد معنی دار است. فصل پاییز دارای بالاترین تأثیرپذیری فصلی از متغیر حداقل دما است. مقدار آلاینده فصل پاییز مونواکسیدکربن، دارای بالاترین تأثیرپذیری فصلی از پارامتر حداکثر دما است. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده این فرضیه تایید است.

### نتیجه گیری

مطالعه تغییرات مقدار ماهانه آلاینده مونواکسید کربن نشان داد که بیشترین مقدار ماهانه مونواکسید کربن در ماه های فصل سرد رخ داده است و بیشینه آن مربوط به دی ماه می باشد. در فصل بهار از مقدار و غلظت آلاینده کاسته شده است و کمترین مقدار آن متعلق به فروردین می باشد. مطالعه تغییرات مقدار فصلی آلاینده مونواکسید کربن نشان داد که بیشترین مقدار آلودگی مربوط به فصل زمستان است که با توجه به اینکه در فصل سرد سال وارونگی دمایی رخ می دهد بیشترین مقدار آلودگی را با توجه به این پدیده در سطح زمین و در منطقه مطالعاتی داریم و با گرم شدن هوا و تشدید کم فشار سطح زمین از این مقدار در فصول گرم کاسته می شود. فصل بهار میانگین غلظت فصلی کمتری نسبت به سایر فصول دارد که می تواند دلیل آن شرایط مساعد تر جوی چه در سطح زمین و سطوح بالا نسبت به سایر فصول باشد. مطالعه تغییرات مقدار سالانه آلاینده مونواکسید کربن نشان داد که میانگین سالانه مقدار مونواکسید کربن در سال های اخیر روند کاهشی داشته است و بیشترین مقدار مربوط به سال ۱۳۸۶ است که سیر کاهشی پیدا می کند اما در سال ۱۳۹۲ نیز غلظت بالایی را تجربه کرده است. در قسمت مدل بندی آلاینده

مونواکسیدکربن با ورود ۳ متغیر سرعت باد، حداقل دما و حداکثر دما در مدل بندی آلاینده CO ایستگاه مورد مطالعه، نتایج رگرسیون چندگانه نشان داد که آلاینده مونواکسیدکربن منطقه پنج در دو شرایط ورود کل متغیرها؛ متغیرهای مورد مطالعه، آلاینده CO ایستگاه پونک را به میزان ۰/۱۳ تبیین کردند. در شرایط شناسایی متغیر مؤثرتر بر آلاینده CO ایستگاه پونک، متغیر حداقل دما بیش از سایر متغیرها در تغییرات آلاینده CO مؤثر است. به طوری که متغیر حداقل دما به تنهایی، آلاینده CO را به میزان ۰/۲۹ توجیه می کند. همچنین نتایج منطقه ۱۸ تغییرات ساعتی آلاینده مونواکسید کربن نشان داد که اوج آلاینده CO در ساعات ابتدایی روز، بین دو ساعت ۷ و ۸ صبح می باشد. زمان کاهش این آلاینده از ساعت ۱۰ صبح تا ۱۷ می باشد. در واقع آلاینده در ساعت ۱۳-۱۴ بیشترین کاهش را داشته است. تغییرات ماهانه آلاینده مونواکسید کربن نشان داد که در ماه پنجم (مرداد ماه) میانگین بیشترین آلاینده ثبت شده است. تغییرات فصلی آلاینده مونواکسید کربن منطقه ۱۸ نشان داد که در فصل تابستان بالاترین سهم از انتشار و غلظت را ثبت کرده است. سپس فصل پاییز بیشترین میانگین غلظت را داراست. مطالعه و نتیجه قابل توجه این بود که مطالعه آلاینده CO براساس شدت نشان داد که شدت آلاینده با مقادیر زیر ۵ پی پی ام، فراوانی و تعداد بیشتری دارد؛ این امر نشان داد که آلاینده مونواکسید کربن در اغلب روزهای دوره مطالعاتی شرایط سالم تری را داشته است. ضریب همبستگی بین سرعت باد با مونواکسید کربن ۰/۱۳۲- شد، که این نتیجه نشان داد بین تغییرات روزانه آلودگی هوا در ایستگاه شادآباد (منطقه ۱۸) با باد در کل جهت های جغرافیایی رابطه غیر مستقیم و در

- حاجی حسینلو، م. قائمی، س. ع.، (۱۳۹۳). "ارزیابی تاثیر وسایل نقلیه سنگین بر جریان ترافیک و میزان انتشار آلاینده های ناشی از آن در شبکه های درون شهری با استفاده از شبیه سازی ترافیکی"، مجله مهندسی حمل و نقل، سال پنجم، شماره ۴، ص، ۴۷۰-۴۸۸.

- دبیری، م. (۱۳۸۲). "آلودگی محیط زیست(هوا، آب، خاک، صوت)"، نشر اتحاد، ۵۲۰ص.

- زیاری، ح، دیواندری، ح، (۱۳۸۵). "نقش اصول سه گانه مهندسی، آموزش و مقررات در کاهش ترافیک"، هفتمین همایش مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، ص ۱۴-۲۹.

- صفوی، ی، بهلول، ع. (۱۳۸۵). "بررسی عوامل جغرافیایی در آلودگی هوای تهران. پژوهش های جغرافیای طبیعی"، ص ۹۹-۱۱۲.

- فتاحی، م، اعصاری، ع، (۱۳۹۴). "تحلیل تجربی رابطه آلودگی هوا و هزینه های سلامت"، فصلنامه مدل سازی اقتصادی، شماره ۳، ص ۴۳-۶۰.

- نوابخش، م، کفاشی، م، (۱۳۸۵). "برنامه ریزی حمل و نقل کلان شهری و تاثیر آن در توسعه شهر پایدار(مطالعه موردی: شهر تهران)". فصل نامه جغرافیایی سرزمین، سال سوم، شماره ۱۰، ص ۱۰-۳۸.

- پوراحمد، ا، (۱۳۷۷). "نقش اقلیم و ساختار جغرافیایی در آلودگی هوای شهر تهران"، نشریه پژوهش های جغرافیایی، شماره ۳۴، دوره ۱، ص ۳۸-۵۳.

- پوربابک، ا. (۱۳۸۵). "هوایی که تنفس می کنیم"، انتشارات آرین زمین، ۲۳۷ص.

- ثقفی، م، ع، علی اکبری بیدختی، ع. ع.، (۱۳۹۳). "بررسی تغییرات شبانه روزی و فصلی باد و دمای هوا و آلاینده های CO و pm10 در لایه سطحی جو شهر تهران"، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، دوره ۱، شماره ۱، ص ۳۴-۱۷.

سطح معنی داری ۱ درصد، معنی دار شده است. نتایج رگرسیون چندگانه و درصد ضریب تغییرات تبیین شده با ورود ۳ متغیر سرعت باد، حداقل دما و حداکثر دما در مدل بندی آلاینده CO ایستگاه مورد مطالعه نشان داد که متغیرهای مورد مطالعه، آلاینده CO ایستگاه شادآباد را به میزان ۰/۱۶ تبیین کردند. در شرایط شناسایی متغیر مؤثرتر بر آلاینده CO ایستگاه شادآباد، متغیر حداقل دما بیش از سایر متغیرها در تغییرات آلاینده CO مؤثر است. به طوری که متغیر حداقل دما به تنهایی، آلاینده CO را به میزان ۰/۲۱ توجیه می کند. به عبارت دیگر بیشتر تغییرات آلاینده CO، توسط متغیر حداقل دما توجیه شده است. نتایج تحلیل واریانس رگرسیون آلاینده CO مشخص کرد که در شرایط ورود متغیر مؤثر (متغیر حداقل دما) نسبتا برای پیش بینی بهتر است.

#### منابع

- استادی جعفری، م، رصافی، ا.ع، (۱۳۹۰). "الگوی زیست محیطی برنامه ریزی حمل و نقل شهری با استفاده از مدل سیستم پویایی"، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره چهاردهم، شماره ۳، صص ۱۱-۲۸.

- افشار کهن، ج، بلالی، ا، قدسی، ع. م.، (۱۳۹۱). "بررسی ابعاد اجتماعی مساله کنترل ترافیک شهری"، سال دوم، شماره ۴، ص ۵۹-۹۰.

- امینی، ژ، (۱۳۹۰). "مدلسازی خرد مقیاس آلودگی هوای تهران"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

- پرکینز، ه، (۱۹۴۸)، "آلودگی هوا"، ترجمه منصور غیاث الدین، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۲ص.



**-Khedairia, Soufiane., Tarek Khadir, Mohamed.(2012).** "Impact of clustered meteorological parameters on air pollutants concentrations in the region of Annaba", Algeria, Vol 113, pp 89-101.

**-Patterson, L.( 2009).** "Understanding Urban Vehicular Pollution Problem Vis-A-Vis Moussiopoulos". 400P.

**-Varney, R. and B. M. McCormac. (1971).** "Atmospheric Pollution, in B. M. McCormac (Ed)", Introduction to the Scientific Study of Atmospheric Pollution; Dordrecht: Reidel, pp 8-52.

**-Bourne, S. M, (2008),** "A climate perspective of observed and modeled surface based temperature inversions in Alaska", M.S. Thesis, Department of – Atmospheric Sciences, University of Alaska Fairbanks, 106 P.

**-anhall, Sara., Olofson, K. Frans. G., Adersson, Patrik. U., Pettersson, Jan B.C., and Hallquis, Mattias. (2006),** "Evolution of urban aerosol during winter temperature episodes", Atmospheric Environment, pp.5355-5366.

**-Kankanala, P. (2007),** "Doppler Sodar observations of the winds and structure in the lower atmosphere over Fairbanks", Alaska, M.S. Thesis, Department of Atmospheric Sciences, University of Alaska Fairbanks, 74 P.

**-Oke. T.R (1987),** "Boundary layer climates", 2nd ed, by Methuen & Co. Ltd. pp23-41.

**-Smit, R., Brown, A.L. and Chan, Y.C. (2008)** "Do air pollution emissions and fuel consumption models for roadways include the effects of congestion in the roadway traffic flow", journal of Environmental Modeling & Software 2008, No.23, pp. 1262-1270.

**-Tod litman (2003),** "evaluating transportation land use impacts", Victoria transport policy institute.210p.

جهانبخش اصل، س، روشنی، ر، (۱۳۹۲). "بررسی وضعیت و شدت وارونگی های سطح پایین شهر تبریز طی دوره ۲۰۰۸-۲۰۰۴. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴، سال ۲۸، ص ۵۴-۴۵.

سلطانی نژاد، ع، (۱۳۷۶). "اثرات زیست محیطی گازهای آلاینده ناشی از وسایل نقلیه موتوری(با تکیه بر هوای تهران بزرگ)", فصلنامه علمی سازمان حفاظت از محیط زیست، شماره چهارم. ص ۲۱-۳۸.

شاهی، ج، (۱۳۶۸). "مهندسی ترافیک، تهران": مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول، ۳۱۱ص.

شمسی پور، ع، ا. صیدی شاه آبادی، ا، (۱۳۹۱). "واکاوی روابط وارونگی دما و آلودگی هوای تهران در پاییز ۱۳۸۹"، نشریه پژوهش های اقلیم شناسی، سال سوم، شماره ۱۰، ۶۳ص-۵۱.

عقدائی، ن، (۱۳۵۱). "شناخت هیدروکربورهای پلی سیکلیک در هوای تهران"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، ۱۱۷ص.

کاویانی، م، ر، (۱۳۹۱). "میکروکلیماتولوژی"، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها(سمت)، چاپ ششم، ۳۳۷ص.

کرمانی، آ، (۱۳۹۴). "تحلیل رفتار آلودگی هوای تهران با در نظر گرفتن الگوی باد بر اساس آلاینده مونواکسید کربن در دوره سرد سال". پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه خوارزمی، ۱۲۰ص.

محمدی، ح، (۱۳۸۵). "ارتباط عناصر اقلیمی و آلاینده های هوای تهران با مرگ و میر های ناشی از بیماری های قلبی(دوره مطالعاتی ۲۰۰۳-۱۹۹۹)", پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۵۸، ص ۶۶-۴۷.