علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، ویژه نامه شماره ۵ ، تابستان۱۳۹۶

# برآورد پراکنش آلاینده های منتشره از منابع متحرک آلودگی هوا (منطقه مورد مطالعه: اهواز)

**سمیه بنی نعیمه[1]***

s.baninameh@gmail.com

**مسعود رفیعی [2]**

**سیروس کریمی [3]**

**عبدالرحمن راسخ [4]**

**تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۲۲** **تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۱۱/۲۷**

**چکیده**

**زمینه و هدف:** رشد و توسعه بی رویه شهرها عوارضی چون آلودگی هوا، تراکم کاربری ها و مصرف منابع را به همراه داشته است، حمل و نقل شهری نیز از این قبیل توسعه به حساب می آید. آلودگی هوا به عنوان یک عنصر فرا ساختاری در سیستم حمل و نقل شهری به عنوان یک شاخص مهم در سلامت زندگی انسان ها در نظر گرفته می شود. لذا در این تحقیق به بررسی انتشار و پراکندگی غلظت آلاینده منوکسیدکربن و ذرات معلق ناشی از منابع متحرک آلودگی هوا پرداخته شده است.

**روش بررسی:** در گام اول این تحقیق، منطقه مورد مطالعه شبکه بندی (۳در۳ کیلومتر) می گردد، سپس در هر شبکه تعداد خودروها بر اساس تفکیک نوع خودرو در ساعات ترافیکی تخمین زده می شود. در ادامه کل انتشار غلظت منوکسیدکربن و ذرات معلق در هر شبکه بر حسب واحد گرم بر ثانیه برای هر نوع خودرو با توجه به عوامل انتشار و نوع سوخت مصرفی و مسافت طی شده محاسبه می گردد. و در انتها برای نمایش بهتر مکانی و گرافیکی نحوه ی توزیع انتشار آلاینده های مذکور از نرم افزار GIS استفاده می شود.

**بحث و نتیجه‌گیری:** الگوی انتشار آلاینده CO و ناشی $PM_{10}$ از خودروها که به وسیله مدل محاسبه شد، نشان می دهد که بیشترین مقدار انتشار به مناطق مرکزی شهر و مراکز تجاری و اداری، اختصاص دارد و در نواحی حاشیه ای شهر بسیار کم و حتی صفر محاسبه شده است.

**واژه‌های کلیدی**: آلودگی هوا، CO، $PM_{10}$ ، آلودگی های ترافیکی، اهواز.

۱*-(مسوول مکاتبات):کارشناسی ارشد آلودگی‌های محیط زیست، گروه علوم محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران.

۲- استادیار بهداشت، گروه علوم محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، اهواز، ایران.

۳- رییس اداره پایش و نظارت اداره کل حفاظت محیط زیست، خوزستان، ایران.

۴- استادیار آمار، گروه آمار، دانشکده ریاضیات، دانشگاه شهید چمران، اهواز ، ایران.

*J.Env. Sci. Tech., Vol 19, Special No.5, Summer 2017*

# Evaluation of the dispersion of pollutants from mobile sources of the pollutant (studying area: Ahvaz)

**Somayh Baninameh [1]***
*s.baninameh@gmail.com*
**Masoud Rafiei [2]**
**Syrose Karimi [3]**
**Abdolrahman Rasekh [4]**

**Abstract**

**Background and Objective:** Today pollution in the large cities has become a basic challenge for the environment. In Ahwaz, 60% of the pollution is related to the mobile sources which produce a huge amount of various pollutants including CO and $PM_{10}$ that affect the life of the residents in Ahwaz. CO is an important pollutant emitted to the atmosphere from traffic. Generally, pollutant emission to the air has a significant effect on air pollution control. Therefore, the of this study was to investigate the dispersion and density of CO and $PM_{10}$ from mobile sources.

**Method:** In this study, at first the study area was zonned (3×3 Km). Then, in each net the number of cars were estimated according to the types of car and hours of traffic. Consequently, the whole diffusion of CO and $PM_{10\ concentration}$ in each net was estimated according to gram per second for each car considering the diffusion factors, type of consumed fuel and the distance drived. Finally, for better illustration of places, graphic exhibition, distribution way of the mentioned pollutant and diffusion, GIS a software was used.

**Conclusion:** The pattern of pollutant diffusion for CO and $PM_{10}$ emitted from cars, which is calculated by the model, shows that most of the polluted areas are the business and administrative centers. These pollutants were calculated to be very low and even zero at the outskirts of the city.

**Keywords:** Air pollution, CO, $PM_{10,}$ Traffic pollution, Ahwaz.

1-MSc of Environmental Pollution, Department of Environmental Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Ahvaz, Ahvaz, Iran.* *(Corresponding Author)*

2-Assistant Professor, Department of Environmental Sciences, School of Public Health, Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

3- Head of the monitoring and supervision of the Department of Environmental Protection, Tehran, Iran.

4-Assistant Professor, Department of Statistics, Faculty of Mathematics, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

**مقدمه**

یکی از مشکلات پیچیده ای که در دهه های اخیر همواره در کلان شهرها مطرح است، خسارات جبران ناپذیر ناشی از آلودگی هوا می باشد که با تار و پود زندگی مدرن آمیخته شده است. مهم ترین منبع تولید آلودگی هوا، خودروها هستند و انجام مطالعات و شناخت چگونگی پخش آلاینده های جوی در مناطق شهری لازم و ضروری می باشد(۱).

حمل ونقل همانند دیگر نیازهای بشر جزء لاینفک زندگی امروزی است که باعث مصرف انواع سوخت های فسیلی شده و دارای پیامدهایی چون تغییر در تعادل طبیعی محیط زیست، کاهش منابع سوخت، تولید انواع پسماندها و مواد زاید می شود(۲). فقط در قرن حاضر است که چنین شمار انبوهی از اتومبیل ها در دسترس انسان می باشد. و به دنبال آن توسعه بی رویه جاده های شهری سبب افزایش حجم ترافیک و عوارض زیست محیطی می شود. هم چنین آمارهای سازمان ملل نشان می دهد که ۷۶ درصد آلودگی های هوای جهان متعلق به تردد وسایل حمل و نقل می باشد(۳).

از زمان استفاده از وسایل نقلیه موتوری، یعنی از قرن نوزدهم به بعد آلودگی به تدریج اهمیت یافته است، ولی امروزه به دلیل افزایش تعداد خودروها، کامیون ها و استفاده از سایر وسایل نقلیه موتوری، تردد جاده ای جزء منابع آلاینده اصلی محسوب می شود. از جمله این آلاینده ها مونوکسیدکربن، اکسیدهای ازت($NO$ تا $NO_2$) و مشتقات آن ها، ذرات معلق، هیدروکربورهای اشتعال ناپذیر یا آن هایی که تبخیر می شوند و مواد مشتق شده از افزودنی‌ها (۴) که از این آلاینده ها تقریبا ۵۰ درصد پیش سازهای ازن، ترکیبات آلی فرار، اکسیدهای ازت و بیش از ۹۰ درصد منوکسید کربن در هوای مناطق شهری وجود دارد (۵).

با توجه به ساز و کار عمل گاز منوکسیدکربن در بدن، این گاز اثر خود را خیلی زود دربدن ظاهر میکند. که باعث سکته قلبی و مغزی می شود. و میزان غلظت خون زیاد می گردد. و از طرفی باعث تغییرات فیزیولوژیک (تاثیر بر قلب و عروق، تاثیر بر رفتارهای عصبی اثر فیبرونولیزیز و اثر بر جنین) و پاتولوژیک و کاهش توان کاری، کاهش تحرک، افت توانایی یادگیری و مشکل در اجرای خواسته های متداول و نهایتا مرگ می شوند. ذرات معلق، هر ماده ای را شامل می شود، هم چنین فلز سمی، ماده آلی و طیف زیادی از مواد سمی را در بر می گیرد. و اثر مزمن (انواع سرطان ها به ویژه سرطان ریه) و اثر حاد(شامل آلرژی ها مثل آسم و تنگی نفس) بر انسان می گذارد(۸،۷،۶).

شواهد تحقیقاتی در سراسر جهان نشان می دهد که آلودگی هوای محیط اثر منفی بر سلامت جامعه دارد. خسارت های ناشی از مرگ و میر زود هنگام، بستری شدن به علت بیماری های تنفسی ، مراجعه به اورژانس، از دست دادن روزهای کاری، موارد برونشیت مزمن، حمله های آسمی، عفونت دستگاه تنفسی تحتانی در کودکان که با آلودگی هوا ارتباط دارند قابل اندازه گیری و برآورد است(۹).

غلظت ذرات معلق بیشتر متاثر از عوامل انسانی می باشد . در اغلب کشورهای اروپایی صنایع و حجم بالای ترافیک بعنوان منابع انسان ساز مطرح می باشند، به خصوص در مناطق شهری ذرات ناشی از فعالیت انسان در سراسر اروپا انتشار یافته اند از طرفی حجم ذرات معلق در مناطق شهری و کارخانجات فوم سازی و استفاده از انواع سوخت در مناطق مسکونی تاثیر گذار می باشد(۱۰).

منوکسید کربن می تواند از هر سوختی که حاوی کربن باشد، بنزین، گاز طبیعی، زغال سنگ، آتش سوزی جنگل و زباله به گازهای احتراق راه پیدا کند. درحالی که تنها ۹/۴ درصد از تولیدات $CO$ زمین از منابع مصنوعی هستند. ۹۵ تا ۹۸٪ از این گاز اتمسفری در یک منطقه شهری ناشی از فعالیت های انسانی است. بالاترین غلظت های $CO$ در مناطق شهری در محل هایی دیده می شود که بار سنگین ترافیک دارد. و اغلب در ماه های سرد سال و یا طی شرایط وارونگی است (۱ ،۱۲،۱).

در این راستا آلودگی هوا به عنوان مبحث زیست محیطی مهم و اساسی همواره مورد تاکید متخصصان و برنامه ریزان سلامت شهری بوده است (۱۳). بنابراین لزوم بررسی هم زمان مباحث آلودگی هوا و برنامه ریزی حمل و نقل شهری بیش از پیش احساس می شود (۱۴).

ابزارهای ریاضی و آماری، می تواند نقشی مؤثر و سازنده در از بین بردن چالش‌های زیست محیطی و ترافیکی بازی کنند. یکی از این روش‌ها مدل سازی آلودگی هوا است که از دهه هفتاد میلادی با وارد شدن رایانه به زندگی بشر مورد توجه قرار گرفت. مدل سازی برای پیش بینی غلظت آلاینده ها در محیط

و ارزیابی وضعیت کیفی هوا در آینده و نیز در فهم و درک رفتار آلودگی هوا و تاثیرات آن به کار می رود(۱۵).

آقای فانستس و همکارانش،مقاله ای در زمینه مدل انتشار وسایل نقلیه برای پیش بینی انتشار از آنها در مکزیکوسیتی در UNAM تهیه کردند. آنها در این تحقیق شهر را شبکه بندی نمودند و برای هر شبکه تعداد خودروها در هر ساعت تخمین زده شد. مقدار انتشارات با استفاده از عوامل پخش شناخته شده و اطلاعات آماری از ترکیب وسایل نقلیه و تراکم ترافیک در نقاط مختلف اندازه گیری و محاسبه گردید(۱۶).

با توجه به مسایل یاد شده، برای تخمین میزان انتشار ناشی از وسایل نقلیه جهت استفاده در مطالعات ارزیابی اثرات زیست محیطی منطقه ای، آنالیز کیفیت هوای شهری و منطقه ای، تخمین انتشار در سطح ملی و پیش بینی وضعیت در آینده ضروری می باشد (۱۷،۱۸).

شهر اهواز ، در بخش مرکزی شهرستان اهواز واقع گردیده که یکی از کلان شهرهای ایران است. این شهر در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی در بخش جلگه ای خوزستان و با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا واقع می باشد. وسعت محدوده قانونی شهر اهواز ۲۲۲ کیلومتر مربع می باشد که به هشت منطقه شهری و ۳۶ ناحیه تقسیم بندی شده است. آلودگی هوا دراین شهر دلایل عمده ای دارد، از جمله افزایش چشم گیر تعداد وسایل حمل ونقل خصوصی ، فرسودگی خودروها، استفاده از سوخت های فسیلی سنگین در ناوگان حمل و نقل عمومی شهر، محدودیت ظرفیت شبکه معابر و استقرار تعداد قابل توجهی از مهم ترین و بزرگ ترین صنایع تولیدی از قبیل شرکت فولاد خوزستان، کربن ایران، صنایع و واحدهای بهره برداری نفت در بافت شهری شهر اهواز عمدتا با تکنولوژی قدیمی، باعث شده تا آلودگی هوا آن به طور جدی نمایان گشته و گروه های آسیب پذیر جامعه را در معرض خطر قرار دهد.

**روش انجام تحقیق**

هدف این مقاله، به کارگیری ابزارهای مدل سازی برای مطالعه کیفیت هوای شهر در مقیاس محلی و نیز برآورد میزان انتشار و شبیه سازی شرایط پراکندگی آلاینده منوکسیدکربن و ذرات معلق در اتمسفر، می باشد. این روش با درنظر گیری پارامتر های مربوط به حمل و نقل شهری به طور خاص در ارزیابی آلودگی های ناشی از ترافیک شهری کارآمد است. در این قسمت به مراحل انجام تحقیق پرداخته می شود:

گام اول: شبکه بندی شهر مورد مطالعه، با توجه به این که وسعت شهر اهواز در محدوده قانونی ۲۲۲ کیلومتر مربع است، شبکه بندی شده است. برای این مرحله از تحقیق از برنامه گوگل ارث و اتوکد استفاده شد، تا شبکه بندی تمام شهر را پوشش دهد.

ایستگاه‌هایی که انتخاب شد بر مبنای همین شبکه ها می باشد.

گام دوم: تخمین آمار تردد وسایل نقلیه در معابر اصلی در هر شبکه، آمار تردد وسایل نقلیه در معابر اصلی شهر از معاونت حمل و نقل ترافیکی شهر اهواز دریافت گردید، و به طور میانگین تردد خودروها به تفکیک سوخت مصرفی ( بنزین سوز، گازوییل سوز و گاز سوز) در هر شبکه تخمین زده شد.

گام سوم: اندازه گیری طول مسیر معابر اصلی تردد خودروها در هر شبکه، در بررسی انتشار آلاینده ها از منابع متحرک پارامترهای مختلفی از جمله: سوخت های مصرفی، ضرایب انتشار، کیلومتر پیمایش و طول مسیر پیموده شده توسط خودرو مورد نیاز است. طول مسیرهای عبوری برای خودروها در هر شبکه و خیابان های اصلی (بزرگراه ها) اندازه گیری شدند و معابر فرعی در این تحقیق وارد محاسبات نشدند.

گام چهارم: برآورد میزان انتشار آلاینده ها در هر ایستگاه، در این بخش جمع آوری نوع وسیله نقلیه، سرعت روزانه در شرایط مختلف ترافیکی و شیب مسیر، مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر میزان تولید و نشر آلاینده‌ها از وسایل نقلیه موتوری هستند. غالباً میزان انتشار آلاینده‌ها از وسایل نقلیه، با سرعت رابطه‌ای غیر خطی و با شیب مسیر رابطه‌ای مستقیم دارد، به گونه‌ای که در سرعت‌های کم و زیاد میزان انتشار آلاینده‌ها در واحد پیمایش زیاد بوده و در یک سرعت مشخص به حداقل مقدار خود می‌رسد.

برای منابع متحرک ضرایب انتشار به صورت میزان آلاینده های تولیدی در واحد مسافت پیموده شده در سرعت های مختلف حرکت و شرایط مسیر از لحاظ شیب، برای خودروهای گوناگون بر حسب استاندارد تعریف می شود.

در ادامه اطلاعات مورد نیاز از ضرایب انتشار آلاینده‌های خودروها، مقدار سوخت مصرفی آن ها در ۱۰۰ کیلومتر پیمایش تعداد وسایل نقلیه به تفکیک و طول مسیرهای مورد

نظر از سازمان محیط زیست و معاونت حمل و نقل ترافیک شهر اهواز تهیه شد. آلودگی کل Q p ناشی از آلاینده p (مثلا منوکسیدکربن)، برای هر شبکه با توجه به طول معبر و تعداد خودروها به تفکیک در هر شبکه با استفاده از مدل زیر به دست می آمد.

$$Q_p = \sum \left(\frac{L\,B_{ik}}{K}\right) e_{ip}.\ N_i$$ رابطه (۱)

در این رابطه، i بیانگر دسته بندی وسایل نقلیه و عوامل انتشار آلاینده ها(گرم بر لیتر)، تعداد وسایل نقلیه در دسته L ،i طول مسیر مورد نظر در هر شبکه (کیلومتر)، Bik سوخت مصرفی بر حسب ۱۰۰ کیلومتر پیمایش در دسته i (لیتر)و K کیلومتر پیمایش می باشد و مقدار ثابت (۱۰۰) دارد.

نمونه محاسبات: محاسبات برای به دست آوردن مقدار آلاینده CO منتشره از خودروها در هر شبکه برای یک ساعت، در جدول (۱) به عنوان نمونه ارایه گردیده است.

**جدول۱-تعداد خودروها به تفکیک نوع و طول معبر در شبکه شماره ۲**

**Table 1-Number of vehicles by type and length of route in network number 2**

| شماره شبکه | تعدادسواری و وانت($N_{(1)}$) | | تعداد مینی بوس وکامیونت($N_{(2)}$) | تعداد اتوبوس و کامیون($N_{(3)}$) | تعداد موتور ($N_{(4)}$) | مجموع کل خودرو | طول معبر(L) (Km) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | گازسوز | بنزین سوز | | | | | |
| ۲ | ۷۸۶۳ | ۵۲۴۲ | ۱۵۱ | ۲۱۰ | ۴۲۵ | ۱۳۸۹۱ | ۳,۵۵ |

گازسوز: $Q_{(co)} = \frac{L\ B_{(1)(K)}}{K} \times e_{(1)(co)} \times N_{(1)} = \frac{3.55(km)\times 0.12}{100(km)} \times 0.32 \times 7863 = 10.7\ (gr)$

بنزینسو: $Q_{(co)} = \frac{L\ B_{(1)(K)}}{K} \times e_{(1)(co)} \times N_{(1)} = \frac{3.55(km)\times 12(lit)}{100(km)} \times 350 \times 5242 = 781582(gr)$

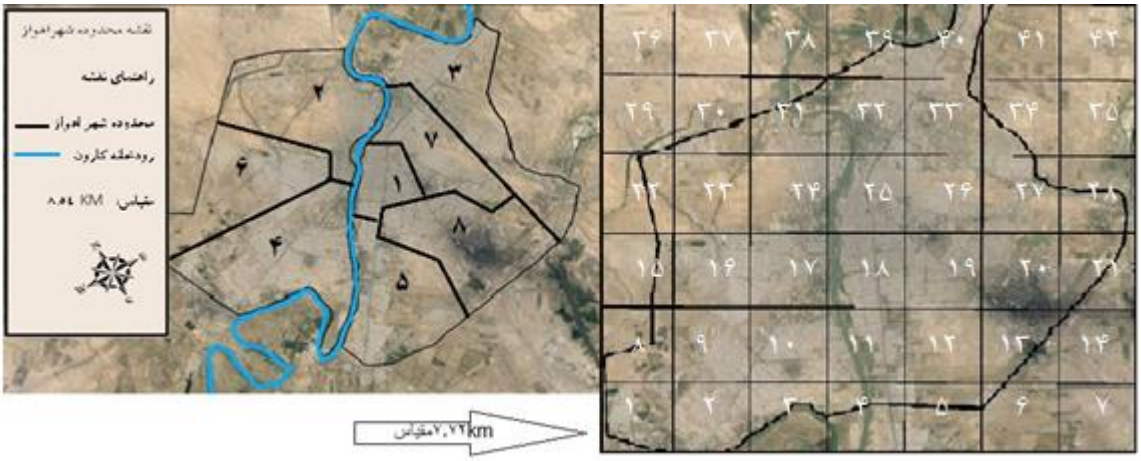
میزان انتشارآلاینده منوکسیدکربن درسلول (شبکه) دو = 10.7+781582+3280.6+6977.9+21123= 812973.6(gr)

به همین صورت این معادله برای تمام شبکه ها اعمال خواهد شد و در نهایت نتایج عددی به دست آمده در هر شبکه با هم مقایسه می گردد.

با تلفیق داده های خام جمع آوری شده و اطلاعات نتیجه گیری شده از محاسبات و مدل سازی انجام یافته، میزان انتشار آلاینده CO و $PM_{۱۰}$ به دست آمد. با استفاده از نرم افزار ArcGIS10 که در محیط GIS عمل می نماید، این اطلاعات را وارد کرده که برای نمایش بهتر پخش آلودگی حاصل از این مدل به صورت گرافیگی از این نرم افزار استفاده شده است تا زمینه های مدیریتی مباحث آلودگی هوا را پوشش دهند. در سیستم اطلاعات جغرافیایی، راه های مختلفی برای مدل سازی وجود دارد که با توجه به شرایط و پارامترهای موجود در هر مورد، مدل مناسب انتخاب می گردد.

## یافته ها و نتایج تحقیق

مدل انتشاری که در این مقاله به کار رفته شده است، برای پیش بینی انتشار از وسایل نقلیه در شهر اهواز استفاده شده است. آلودگی انتشار یافته از وسائل نقلیه مختلف با اعمال اطلاعات ترافیکی و ضرایب انتشار بر اساس اطلاعات سال ۱۳۹۰ محاسبه گردید. آلاینده های مورد نظر در این تحقیق CO و $PM_{10}$ هستند که به عنوان مهم ترین آلاینده ها در کیفیت هوای شهر به آن ها پرداخته شده است. شکل (۱) شبکه بندی محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد. شبکه ها در ابعاد ۳در۳ کیلومتر تقسیم بندی شده اند. که جهت محاسبه انتشار ناشی از تردد خودروها به کار می رود. شهر اهواز به ۸ منطقه تقسیم می شود که منطقه ۲ و ۴ و۶ در حوزه غربی و مناطق ۱و ۳ و ۵ و ۷ و ۸ در حوزه شرقی رودخانه کارون قرار دارند.




**شکل۱- نقشه محدوده شهر اهواز(چپ) شبکه محاسباتی جهت انتشارناشی ازترددخودروها (راست)**

**Figure 1- Ahwaz City Range Map (Left) Computational Grid for Distribution of Traffic (Right)**

در این مدل سازی شبکه های منطقه ای ۲۱ در ۴۵ کیلـومتر از گوشه پایین سمت چپ در موقعیت ′۱۷ °۳۱ عـرض شـمالی و ′۴۴ °۴۸ طول شرقی که شامل منطقه شهری اهواز است ترسیم می گردد. که اندازه هر شبکه ۳در۳ کیلومتر مـی باشـد. مقـدار انتشار منوکسیدکربن و ذرات معلق برای هر شـبکه بـرای یـک ساعت محاسبه گردید. جدول(۲) موقعیت مکـانی ایسـتگاه هـا (شبکه ها) را نشان می دهد.

**جدول ۲- موقعیت مکانی شبکه ها**

**Table 2- Networks location**

| ایستگاه | ایستگاه ۱ | ایستگاه ۲ | ایستگاه ۳ | ایستگاه ۴ | ایستگاه ۵ | ایستگاه ۶ | ایستگاه ۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| موقعیت | ملاشیه، بلوار هاشمی(منطقه ۶) | کریشتان یک،بلوار گلستان(منطقه ۴) | جنبه سفلی(منطقه۴) | شکاره یک،بزرگراه بهبهانی(منطقه ۵) | قلعه چنان،(منطقه۵) | قلعه چنان(منطقه ۵) | حاشیه جنوب شرقی شهر |
| ایستگاه | ایستگاه ۸ | ایستگاه ۹ | ایستگاه ۱۰ | ایستگاه ۱۱ | ایستگاه ۱۲ | ایستگاه ۱۳ | ایستگاه ۱۴ |
| موقعیت | حاشیه جنوب غربی شهر | پردیس،بلوار هاشمی(منطقه۶) | گلستان،(منطقه۲) | بلوار شهید دغاغله،بلواربهبهانی(منطقه۵) | فضای بایر(منطقه۵) | فضای بایر(منطقه ۸) | حاشیه جنوب شرقی شهر |
| ایستگاه | ایستگاه ۱۵ | ایستگاه۱۶ | ایستگاه ۱۷ | ایستگاه ۱۸ | ایستگاه ۱۹ | ایستگاه ۲۰ | ایستگاه ۲۱ |
| موقعیت | عین دو (منطقه ۶) | سه راه خرمشهر(منطقه ۶) | کمپلو،بلوارانقلاب(منطقه ۲) | نادری، پادادشهر،(منطقه ۱) | فاز۱و۲پادادشهر(منطقه ۸) | صنایع فولاد(منطقه ۸) | حاشیه جنوب شرقی شهر |
| ایستگاه | ایستگاه ۲۲ | ایستگاه ۲۳ | ایستگاه ۲۴ | ایستگاه ۲۵ | ایستگاه ۲۶ | ایستگاه ۲۷ | ایستگاه ۲۸ |
| موقعیت | حاشیه شمال غرب شهر | فضای بایر(منطقه ۶) | کیانپارس (منطقه ۲) | کوی عامری(اهواز قدیم)(منطقه ۱و۷) | کوی رمضان(منطقه ۷) | سپیدار،نبوت(منطقه۷) | منازل صنایع فولاد(منطقه ۸) |
| ایستگاه | ایستگاه ۲۹ | ایستگاه ۳۰ | ایستگاه ۳۱ | ایستگاه ۳۲ | ایستگاه ۳۳ | ایستگاه ۳۴ | ایستگاه ۳۵ |
| موقعیت | حاشیه شمال غرب شهر | کیانشهر(منطقه۲) | کیان آباد،سیدخلف(منطقه ۲) | چهارشیر،منازل شرکتنفت(منطقه۷) | شهرک نفت(منطقه۳) | ملی حفاری(منطقه ۳) | حاشیه شمال شرقی شهر |
| ایستگاه | ایستگاه ۳۶ | ایستگاه ۳۷ | ایستگاه ۳۸ | ایستگاه ۳۹ | ایستگاه ۴۰ | ایستگاه ۴۱ | ایستگاه ۴۲ |
| موقعیت | حاشیه شمال غرب شهر | حاشیه شمالی شهر | حاشیه شمالی شهر | حاشیه شمالی شهر | فرهنگیان،کورش(منطقه ۳) | حاشیه شمال شرقی شهر | حاشیه شمال شرقی شهر |

**جدول۳- برآورد انتشار آلاینده منوکسیدکربن از خودروها (بر حسب گرم) در شهر اهواز**

**Table 3- Estimation of carbon monoxide emissions from cars (in grams) in Ahwaz**

| شماره ایستگاه | ایستگاه ۱ | ایستگاه ۲ | ایستگاه ۳ | ایستگاه ۴ | ایستگاه ۵ | ایستگاه ۶ | ایستگاه ۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار انتشار آلاینده CO | ۳۵۲۰۸۰ | ۸۱۲۹۷۴ | ۴۵۷۹۲۰ | ۹۸۲۵۲۰ | ۱۴۲۵۶۰ | ۰ | ۰ |
| شماره ایستگاه | ایستگاه ۸ | ایستگاه ۹ | ایستگاه۱۰ | ایستگاه ۱۱ | ایستگاه۱۲ | ایستگاه ۱۳ | ایستگاه ۱۴ |
| مقدار انتشار آلاینده CO | ۰ | ۷۷۰۶۰ | ۱۳۹۵۱۴۶ | ۹۱۹۸۵۵ | ۰ | ۰ | ۰ |
| شماره ایستگاه | ایستگاه ۱۵ | ایستگاه۱۶ | ایستگاه ۱۷ | ایستگاه ۱۸ | ایستگاه ۱۹ | ایستگاه ۲۰ | ایستگاه ۲۱ |
| مقدار انتشار آلاینده CO | ۶۶۹۶۰ | ۲۵۲۵۸۵ | ۱۹۶۲۴۱۷ | ۵۰۹۸۷۲۶ | ۶۲۶۴۰۰ | ۸۶۴۰۰ | ۰ |
| شماره ایستگاه | ایستگاه ۲۲ | ایستگاه ۲۳ | ایستگاه ۲۴ | ایستگاه ۲۵ | ایستگاه ۲۶ | ایستگاه ۲۷ | ایستگاه ۲۸ |
| مقدار انتشار آلاینده CO | ۳۶۷۲۰ | ۳۱۰۸۰۰ | ۲۳۸۹۰۳ | ۱۱۸۹۶۵۱۹ | ۱۳۰۰۳۲۰ | ۶۰۶۹۶۰ | ۵۴۰۰۰۰ |
| شماره ایستگاه | ایستگاه ۲۹ | ایستگاه ۳۰ | ایستگاه۳۱ | ایستگاه ۳۲ | ایستگاه ۳۳ | ایستگاه ۳۴ | ایستگاه۳۵ |
| مقدار انتشار آلاینده CO | ۰ | ۶۰۴۸۰ | ۳۳۸۱۵۵ | ۱۲۱۹۷۵۹ | ۱۲۲۵۳۴۸ | ۳۶۰۷۲۰ | ۰ |
| شماره ایستگاه | ایستگاه۳۶ | ایستگاه ۳۷ | ایستگاه ۳۸ | ایستگاه ۳۹ | ایستگاه ۴۰ | ایستگاه ۴۱ | ایستگاه ۴۲ |
| مقدار انتشار آلاینده CO | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۲۶۴۲۶۲ | | ۰ |

بعد از این که رابطه ۱ برای تمام شبکه ها اعمال شد. نتایج عددی حاصل از انجام این تحقیق برای آلاینده منوکسید کربن در جدول (۳) ارایه گردید. که برای ایستگاه ۲۵ (منطقه ۱و۷)، ایستگاه۱۸(منطقه۱)، ایستگاه۱۷(منطقه۲)، ایستگاه ۳۲(منطقه۷) بیشترین مقدار انتشار آلاینده منوکسیدکربن را منابع متحرک به خود اختصاص دادند و کمترین مقدار انتشار این آلاینده مربوط به ایستگاه های ۲۲، ۱۵، ۹ (شامل منطقه ۶) و حاشیه های شهر بود.

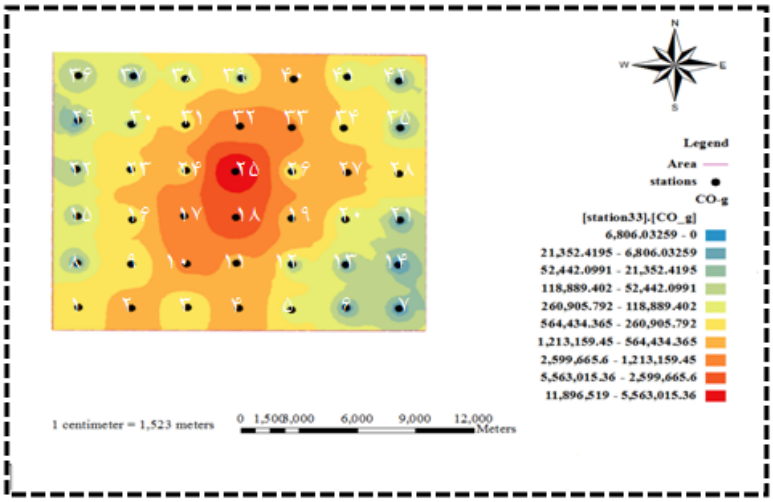
**جدول۴- برآورد انتشارآلاینده $PM_{10}$بر حسب گرم از خودروها در شهر اهواز**

**Table 4- Estimation of PM1O emissions in grams of cars in Ahwaz**

| شماره ایستگاه | ایستگاه ۱ | ایستگاه ۲ | ایستگاه ۳ | ایستگاه ۴ | ایستگاه ۵ | ایستگاه ۶ | ایستگاه ۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار انتشار آلاینده $PM_{10}$ | ۱۰۸۷۲ | ۶۰۲۸ | ۱۴۰۴۰ | ۶۷۰۷ | ۴۴۷۱ | ۰ | ۰ |
| شماره ایستگاه | ایستگاه ۸ | ایستگاه ۹ | ایستگاه۱۰ | ایستگاه ۱۱ | ایستگاه۱۲ | ایستگاه ۱۳ | ایستگاه ۱۴ |
| مقدار انتشار آلاینده | ۰ | ۵۶۸ | ۱۰۵۱۲ | ۶۹۴۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| شماره ایستگاه | ایستگاه ۱۵ | ایستگاه۱۶ | ایستگاه ۱۷ | ایستگاه ۱۸ | ایستگاه ۱۹ | ایستگاه ۲۰ | ایستگاه ۲۱ |
| مقدار انتشار آلاینده CO | ۲۰۸۸ | ۱۶۴۱ | ۱۴۰۵۵ | ۲۹۹۸۴ | ۱۹۱۸۸ | ۲۶۸۵ | ۰ |
| شماره ایستگاه | ایستگاه ۲۲ | ایستگاه ۲۳ | ایستگاه ۲۴ | ایستگاه ۲۵ | ایستگاه ۲۶ | ایستگاه ۲۷ | ایستگاه ۲۸ |
| مقدار انتشار آلاینده CO | ۱۱۵۳ | ۹۰۳۶ | ۱۳۰۵۲ | ۷۲۳۶ | ۲۸۸۳۶ | ۱۸۷۲۰ | ۱۶۶۳۲ |
| شماره ایستگاه | ایستگاه ۲۹ | ایستگاه ۳۰ | ایستگاه۳۱ | ایستگاه ۳۲ | ایستگاه ۳۳ | ایستگاه ۳۴ | ایستگاه۳۵ |
| مقدار انتشار آلاینده CO | ۰ | ۱۹۴۰ | ۱۷۲۹ | ۹۹۹۰ | ۸۰۰۵ | ۱۰۶۲۰ | ۰ |
| ایستگاه شماره ایستگاه | ایستگاه۳۶ | ایستگاه ۳۷ | ایستگاه ۳۸ | ایستگاه ۳۹ | ایستگاه ۴۰ | ایستگاه ۴۱ | ایستگاه ۴۲ |
| مقدار انتشار آلاینده CO | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۵۷۸۲ | ۰ | ۰ |

جدول (۴) نتایج عددی حاصل از انجام این تحقیق برای آلاینده $PM_{10}$ را نشان می دهد که به ترتیب بیشترین مقدار آلـودگی مربوط بـه ایسـتگاه هـای ۱۸ ، ۲۶، ۱۹ و ۲۷ مـی باشـد ایـن ایستگاه ها در مناطق یک و دو شهر اهواز واقع هستند.

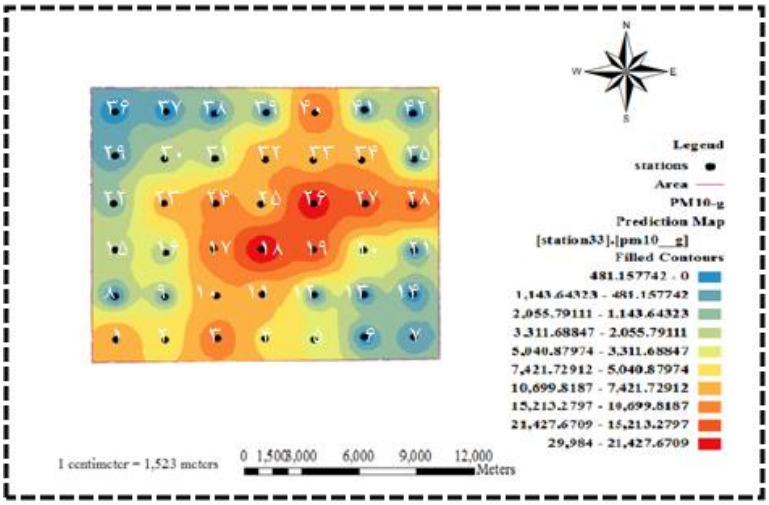
در سیستم اطلاعات جغرافیایی، راه هـای مختلفـی بـرای مـدل سازی وجود دارد که با توجه به شرایط و پارامترهای موجـود در هر مورد، مدل مناسب انتخاب می گردد. نتـایج حاصـل از ایـن تحقیق میزان انتشار آلاینده ها در سطح شـهر مـورد بررسـی را بیان می کند. که برای سهولت در تحلیل و تصمیم گیری هـای مدیریتی و وضعیت برنامه ریزی انتشـار آلـودگی هـا در شـهر، نتایج عددی به دست آمده را به شکل نقشه یا نمودار ارایه مـی دهند. دراین تحقیق برای نمایش گرافیکی نتایج عـددی، بـرای بهتر نشان دادن پخش آلودگی های مورد نظر از برنامه سیسـتم اطلاعات جغرافیایی استفاده می شود.




**شکل۲-پهنه بندی آلودگی هوای شهر اهواز از نظر غلظت CO منتشره از منابع متحرک**

**Figure 2- Air pollution in Ahwaz City in terms of CO emissions from cars**

شکل (۲) پهنه بندی آلودگی هوا از نظر غلظت منوکسـیدکربن را نشان می دهد که جهت نمایش بهتر آلـودگی بـا اسـتفاده از GIS نتایج مورد ارزیابی قرار گرفته و همان طور که در شکل نشان داده است، مناطق ۱ و ۷ بیشـترین آلـودگی را بـرای گـاز منوکسید کربن نشان می‌دهـد. در واقـع مرکـز شـهر بیشـترین آلودگی را نسبت به نواحی شهر دارد.




**شکل۳-پهنه بندی آلودگی هوای شهر اهواز از نظر غلظت PM10 منتشره از منابع متحرک**

**Figure 3- Air pollution in Ahwaz City in terms of $PM_{10}$ emissions from cars**

شکل (۳) پهنه بندی آلودگی $PM_{10}$ رانشان می دهد که برای مناطق مرکزی و شرقی شهر اهـواز بیشـترین مقـدار را دارد. در نتیجه بیشترین آلودگی مربـوط بـه محـدوده مرکـزی و حـوزه شرقی رودخانه کارون می باشد که در برگیرنده بخـش هـایی از خیابان های سلمان فارسی، شریعتی، طالقانی و آزادگان (میدان شهدا) است. و به عنوان پر تراکم ترین منطقه شـهر اهـواز مـی باشد. شایان ذکر است مقدار انتشار برای نواحی حاشیه ای صفر محاسبه شده است، به طور کلی می توان گفت کـه هـر چـه از مرکز شهر به طرف حاشیه های شهر دور می شویم مقدار انتشار این آلاینده کاهش می یابد. در واقع مهمترین پارامترهای حاکم بر توزیع و پراکنش آلودگی در یک محیط شهری سرعت بـاد و قدرت انتشار از منبع اصلی را می توان عنوان کرد.

**نتیجه گیری**

در دهه های اخیـر، افـزایش خسـارات جبـران ناپـذیر ناشـی از آلودگی منـابع متحـرک، چـالش بزرگـی را در مقابـل سیاسـت گزاران و مسوولان قرار داده است. شهر اهواز با توجه به موقعیت خاص خود از نظر استقرار در محـل تقـاطع خطـوط مواصـلاتی مهم کشور در مناطق جنوب غربی و هم چنین اسـتقرار صـنایع مختلف، توانسته است بخـش قابـل ملاحظـه ای از آمـد و شـد شبکه های ارتباطی منطقه جنوب غربی را به خود جذب نماید. و در واقع مانند یک سه راهی عمل می کنـد، و بیشـتر رفـت و آمد وسایل نقلیه سبک و سنگین را در مناطق یک، هفت و سـه که در حوزه شرقی رودخانه کارون قرار دارند، شامل می شود.

مدل های ترکیبی ارایه شده با دقت بسیار بـالا مـی تواننـد در پیش بینی غلظت آلاینده مونواکسیدکربن با توجـه بـه شـرایط ترافیکی و جوی به کار روند. هم چنـین مـی تـوان بـه راحتـی منطقه انتشار آلودگی مربوط به جاده های اصلی و بزرگ راه هـا را تشخیص داد. از طرفی با اسـتفاده از GIS مـی تـوان بانـک اطلاعات انتشار منابع متحرک آلاینده های هوا را تولیـد نمـود، این بانک مورد اسـتفاده مسـوولین و دسـت انـدرکاران محـیط زیست قرار می گیرد.

با توجه به این که در هر ایستگاه تعداد خودروها به تفکیک نوع سوخت مصرفی تخمین زده شد، نتایج نشان می دهد که مقـدار غلظت آلاینده منوکسید کربن در ایستگاه هـای ۱۷، ۱۸، ۲۵، و ۳۲ (منـاطق ۱،۲،۷) بیشـترین مقـدار را دارد. و پـراکنش ایـن آلاینده در محورهایی با تردد ۴۰۰۰ تـا ۶۰۰۰ وسـیله نقلیـه در روز عمدتا در مناطق یک و هفت دیده می شـود. بـرای آلاینـده $PM_{10}$ بیشترین مقدار غلظت برای ایسـتگاه هـای ۱۸،۱۹ ،۲۶، ۲۷می باشد.

نتایج طرح بازنگری کاهش آلـودگی هـوای شـهر اهـواز(۱۳۹۰) نشان می دهد کـه در جنـوب شـرقی و شـرق اهـواز بیشـترین آلودگی مربوط به آلاینده منوکسـید کـربن و ذرات معلـق مـی باشد در این تحقیق هم بیشترین آلـودگی مربـوط بـه ایسـتگاه هایی است در قسمت شرق اهواز می باشد. فانستس و همکاران (۱۹۹۳) در زمینـــه مـــدل انتشـــار از وســـایل نقلیـــه شـــهر مکزیکوسیتی کار کردند که نتایج شان نشـان مـی دهـد مقـدار انتشار آلاینده منوکسیدکربن در نواحی حاشیه به دلیـل تـراکم کم جمعیت و خودرو کم می باشد.

در حوزه شرقی رودخانه کارون به دلیل دارا بودن بیشترین طول بزرگ راه ها و بالاترین میزان پیمایش وسایل نقلیـه، بیشـترین آلودگی احساس می شود. در اطراف محدوده بافت مرکزی شهر اهواز چهار تقاطع مهم (میدان شهدا، خیابان آزادگـان، خیابـان شریعتی و سلمان فارسی) در چهار گوشه آن وجود دارد که بـه عنوان قسمت های ورود و خروج وسایل نقلیه به محدوده بافـت مرکزی شهر به حساب مـی آینـد کـه ایـن امـر باعـث افـزایش آلودگی منوکسید کربن می شود.

با استفاده از نتایج ایـن تحقیـق، مـی تـوان سیسـتم پشـتیبان تصمیم گیری برای مدیریت کیفیت هـوای شـهری تولیـد کـرد بدین ترتیب که می توان نمـودار، قـوانین و مقـررات کـاربری ، اراضی، تراکم بلوک های شهرسازی و نحـوه قـرار گیـری را بـا اسـتفاده از مـدل سـازی سـلولی انجـام شـده در قالـب گیـری واحدهای معماری و ... وضع و کنترل نمود .

این تحقیق با درنظر گیری پارامتر های مربوط به حمل و نقل شهری به طور خاص در ارزیابی آلودگی های ناشـی از ترافیـک شهری کارآمد است. و جهت کمک به سیاست گـزاران در امـر مدیریت کیفیت هوا، می تواند گامی مؤثر تلقی شود .

**منابع**


۱- غیاث الـدین،م.۱۳۸۵، آلـودگی هـوا، منـابع،اثرات و کنترل. چاپ اول. تهران. موسسـه انتشـارات و چـاپ دانشگاه تهران.

2- Kojima, M, Improving urban air quality in South Asia by reducing

emissions from vehicles, World Bank, 2000.

۳- دنورز،نوئل، ترجمه: ترکیان، ایوب ، نعمت پور،کتایون، ۱۳۸۰،مهندسی کنترل آلودگی هوا، جلد اول.دانشگاه صنایع و معادن ایرا ن.

۴- ژیزل، اسکورو، ترجمه: خالدی،شهریار، ۱۳۸۰، حمل و نقل و بلایای آب و هوایی و آلودگی، دانشگاه شهید بهشتی.

۵- بیات.رضا،۱۳۸۳، سهم بندی منابع تولید آلودگی هوای شهر تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف.

۶- وارک،کنت، ترجمه: ندافی کاظم، حسنوند. صادق، حیدری. محسن. ۱۹۷۲، آلودگی هوا منشا و کنترل آن. چاپ دوم.

۷- عباسپور.مجید،۱۳۷۱، مهندسی محیط زیست. جلد اول. مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی.

۸- براری.ک،نظرپور.ا،صولت.ق،۱۳۹۰،مدل سازی و تخمین آلاینده های هوا ناشی از ترافیک شهری جهت افزایش بهره وری و کاهش اتلاف انرژی،اولین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین نگهداشت انرژی ،۹،۲۷.تهران.

۹- کرمانی.مجید،۱۳۸۲،بررسی مقادیر ذرات معلق و ترکیب مواد تشکیل دهنده آن ها در هوای محدوده بیمارستان شریعتی تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد.

10- U.S, Environmental Protection Agency. Particulate matter basic information. http:// epa.gov/oar/paricle-pollution/basic.html

۱۱- اصیلیان.حسن وهمکاران، ۱۳۸۶،آلودگی هوا،منابع،اثرات،روش های کنترل،قوانین و مقررات،استانداردها.نشر میترا.

12- Colvile, R.N., et al .2000. High-resolution Integrated Modeling of the Spatial Dynamics of Urban and Regional Systems. Journal of Environment and Urban Systems, 24(5), 383-400.

13- Xie, X., et al .2005. Thermal Effects on Vehicle Emission Dispersion in an Urban Street Canyon. Journal of Transportation Research Part D: Transport and Environment, 10(3), 197-212.

14- Fuentes,V.Jazchilevich,A.Agairre,R. Wellens, A, Aysa, J. Rivera, C. 1993, Model metropolitan de gestion de la calidad de air, Informe final, Presenta do a L.

15- Krause, P, et. Al., Spatial modelling of air pollution in urban areas with GIS: a case study on integrated database development", Advances in Geosciences, vol. 4, p. 63-68, 2004

16- Forastiere, F & Galassi, C , Self report and GIS based modelling as indicators of air pollution exposure: is there a gold standard? Occupational and Environmental Medicine; 62:508-509, 2005.

۱۷- عباسپور.مجید،۱۳۹۰، مدلسازی آلودگی هوا،چاپ اول،مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.

18- Tanjima Pervin, Ulf-G Gerdtham and Carl Hampus Lyttkens " Societal costs of air pollution-related health hazards: A review of methods and results “, 2008.