



مدل سازی بر آورد انتشار اکسیدهای نیتروژن به تفکیک وسایل نقلیه از سیستم حمل و نقل و ترافیک کلان شهر تهران

آتنا امیرسلیمانی، کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران،

دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی¹

عزالدین قنبری، دانشجوی دکتری رشته مهندسی برنامه ریزی حمل و نقل و ترافیک، دانشکده عمران، دانشگاه تربیت

مدرس، مدیر پروژه شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران

atena_amirsoleymani@yahoo.com

چکیده

وضعیت کیفیت هوای شهر تهران در بسیاری از روزهای سالهای اخیر ناسالم گزارش شده است. این امر به علت افزایش تردد وسایل نقلیه در شهر و عدم توسعه مطلوب سیستم حمل و نقل متناسب با رشد جمعیت و نیازهای شهروندان بوده است. با توجه به اندازه گیری های صورت پذیرفته توسط ایستگاه های پایش کیفیت هوا، اکسیدهای نیتروژن از مهمترین آلاینده های موجود در هوای کلان شهر تهران می باشند. هدف از انجام این تحقیق بر آورد میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن به تفکیک وسایل نقلیه از سیستم حمل و نقل و ترافیک به عنوان مهمترین منبع تولید و انتشار آلاینده های هوا در شهر تهران می باشد. در این تحقیق اطلاعات سیستم حمل و نقل و ترافیک از مدل شبیه سازی شده حمل و نقل و ترافیک شهر تهران استخراج شده است. مدل های بر آورد میزان انتشار نیز با توجه به اطلاعات حاصل از اندازه گیری انتشار آلاینده ها از وسایل نقلیه مختلف در شهر تهران ایجاد گردید. نتایج حاصل از بررسی انجام شده بیان گر انتشار 3 تن آلاینده مورد نظر در یک ساعت اوج ترافیک صبح گاهی از سیستم حمل و نقل و ترافیک شهر تهران می باشد. در عین حال سواری های شخصی با 40 درصد و اتوبوس های شرکت واحد و اتوبوس های سرویس مجموعا با 18 درصد کامیون ها با 16 درصد، بیشترین سهم را در تولید و انتشار اکسیدهای نیتروژن از سیستم حمل و نقل و ترافیک کلان شهر تهران به خود اختصاص داده اند.

کلید واژه: آلودگی هوا، حمل و نقل، انتشار آلاینده، اکسیدهای نیتروژن.



توسعه صنعتی و پیشرفت فناوری، دستاوردهای متنوعی را به زندگی انسان اهدا نموده است. متأسفانه گاهی در روند پیشرفت و اجرای برنامه‌های توسعه صنعتی، پس‌ماندهایی به شکل ترکیباتی ناخواسته و اغلب زیان‌آور به محیط رها می‌شوند، به گونه‌ای که اثرات منفی بسیاری بر محیط زیست می‌گذارند. پدیده آلودگی هوا نیز یکی از نتایج توسعه صنعتی است که با افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی و مصرف بیشتر سوخت‌های فسیلی، بر شدت آن روز به روز افزوده می‌شود.

موضوع روند افزایش مصرف سوخت و به تبع آن افزایش تولید و انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی در سالیان اخیر در شهر تهران امری درخور توجه بوده به طوری که شهر تهران را به عنوان آلوده‌ترین شهر ایران، گریبان‌گیر مسایل بحرانی زیست‌محیطی کرده است. موضوع آلودگی هوای تهران سالیان متمادی مطرح بوده به طوری که برخی موضوعات پایان‌نامه‌های تحصیلی در سال 1340 را نیز به خود اختصاص داده است. در این زمینه، در سال 1350، انجمن نفت ایران، همایشی تحت عنوان "سمپوزیم آلودگی هوا" را در تهران تشکیل داد، که از جمله می‌توان به ارایه مقاله‌ای تحت عنوان "آلوده-کننده‌های مهم هوا، تشخیص و سنجش آنها" آن اشاره کرد [1].

مناوکسیدکربن، ذرات معلق، اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای گوگرد، متان، هیدروکربن‌ها و ترکیبات آلی فرار جزو مهمترین آلاینده‌های هوای شهر تهران محسوب می‌شوند. هدف از انجام این تحقیق برآورد میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن از سیستم حمل و نقل و ترافیک، به عنوان مهمترین منبع تولید و انتشار آلاینده‌ها در شهر تهران می‌باشد.

اکسیدهای نیتروژن شامل NO ، NO_2 ، NO_3 ، N_2O ، N_2O_3 ، N_2O_4 ، N_2O_5 می‌باشد که معمولاً NO ، NO_2 برای مطالعه‌ی آلودگی هوا مورد سنجش قرار می‌گیرند. غالب دستگاه‌های سنجش اکسیدهای نیتروژن، غلظت مجموع آلاینده‌های NO و NO_2 را اندازه‌گیری می‌کنند. NO و NO_2 با توجه به اثرات سوء بهداشتی برای انسان‌ها بیشتر مورد توجه هستند. دی‌اکسید نیتروژن که بیشتر از سایر اکسیدهای نیتروژن در هوا منتشر می‌شود گازی است قهوه‌ای رنگ و بدبو که از طریق وسایل نقلیه موتوری و کارخانجاتی که از موتورهای درون‌سوز استفاده می‌کنند تولید و وارد هوا می‌شود. این گاز باعث تحریک چشم‌ها و قسمت‌های عمقی ریه شده و موجب بروز خستگی مفرط و افزایش موارد بیماری می‌گردد. این گاز می‌تواند باعث ایجاد سوزش در ریه و همچنین باعث کاهش میزان مقاومت سیستم تنفسی در مقابل بیماری‌هایی مانند آنفلونزا شود. هر دو اکسید نیتریک و دی‌اکسید نیتروژن اگر از مرز خونی ریه عبور کنند می‌توانند فرم‌های غیر فعال هموگلوبین که مهمترین آنها متهموگلوبین است را بوجود آورند. بر اساس خطوط راهنمای سازمان بهداشت جهانی، غلظت ppm 0/5 اکسیدهای نیتروژن کمترین مقدار مخرب در کوتاه مدت است. همچنین حداکثر غلظت یک-





ساعته 0/1-0/17 ppm (یک بار در ماه) حفاظت عمومی را در بر دارد. اکسیدهای نیتروژن همچنین هسته اولیه تشکیل ازن و باران های اسیدی هستند که ممکن است در اکوسیستم های آبی و گیاهی اثرات منفی بجا گذارد. علاوه بر این به گیاهان نیز صدمات زیادی وارد می کنند. منابع انتشار اکسیدهای نیتروژن، به دو دسته عمده اکسیدهای نیتروژن حرارتی و اکسیدهای نیتروژن سوختی تقسیم می گردند. اکسیدهای نیتروژن حرارتی به واسطه وجود نیتروژن در هوا هنگام احتراق و اکسیدهای نیتروژن سوختی به واسطه وجود نیتروژن در ترکیبات سوخت، هنگام احتراق شکل می گیرند. امروزه اکسیدهای نیتروژن سوختی، سهم بیشتری از اکسیدهای نیتروژن در هوا دارد. از اکسیدهای نیتروژن به عنوان آلاینده لوکس نیز یاد می شود. زیرا هر چه وضعیت تولید از لحاظ فن آوری و منابع مالی بهتر شود، آنگاه راندمان بالا رفته و در نتیجه بیشترین کارآیی و انرژی حاصل می گردد. در این حالت کمترین تولید آلاینده های منواکسیدکربن و هیدروکربن نسوخته را در دمای احتراق بالاتر داریم و در عین حال اکسیدهای نیتروژن بیشتری نیز تولید می شود. در مواقع احتراق کامل تر، افزایش غلظت شکل گیری اکسیدهای نیتروژن تابعی از دما است. از میان هفت اکسید شناخته شده نیتروژن موجود در هوای محیط، اکسید نیتریک (NO) و دی اکسید نیتروژن (NO₂) بر روی سلامتی انسان موثرند که هر دو از ترکیبات عادی هوا بوده و به علت پدیده های مختلف جوی مانند فوران آتشفشان ها نیز به وجود می آیند. این آلاینده ها در شهرها به علت فعالیت های انسانی، از غلظت بالاتری برخوردار هستند. احتراق سوختها در دمای بالا موجب تولید این آلاینده ها می گردد. بدین لحاظ اگر بررسی بر روی خودروهای دیزلی و بنزینی صورت پذیرد، مشخص می شود که میزان اکسیدهای نیتروژن تولیدی در آنها بسیار قابل توجه است. بر اساس تخمین سازمان بهداشت جهانی، کل اکسیدهای نیتروژن تولیدی در سطح جهان در سال 2008، 150 میلیون تن اعلام گردیده که حدود نیمی از آن ناشی از فعالیت های طبیعی و نیم دیگر ناشی از فعالیت های انسانی است. در عین حال اژانس محیط زیست ایالات متحده میزان تولید اکسیدهای نیتروژن را در کشور امریکا در این سال بالغ بر 15 میلیون تن برآورد نموده است که بیش از 10 میلیون تن از آن مربوط به منابع متحرک بوده است [7].

2 - روش تحقیق

همان طور که عنوان شد، هدف از انجام این تحقیق برآورد میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن از سیستم حمل و نقل و ترافیک شهر تهران می باشد. در اختیار داشتن اطلاعات کافی از وضعیت تردد وسایل نقلیه در محدوده ای خاص برای برآورد میزان انتشار آلاینده ها از وسایل نقلیه ضروریست. در این تحقیق اطلاعات مورد نیاز از سیستم حمل و نقل و ترافیک شامل حجم و سرعت تردد انواع وسایل





نقلیه و خصوصیات فیزیکی شبکه معابر خیابانی، از مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران استخراج شده است. با در اختیار داشتن این اطلاعات و استفاده از مدل‌های انتشار، امکان برآورد انتشار آلاینده‌ها از وسایل نقلیه در کلان‌شهر تهران امکان‌پذیر خواهد بود. در عین حال از آنجا که مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران اطلاعات تردد وسایل نقلیه را تنها در یک ساعت اوج ترافیک صبح‌گاهی پیش‌بینی می‌کند، نتایج حاصل نیز مربوط به میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن در یک ساعت اوج ترافیک صبح‌گاهی می‌باشد. در نهایت امکان تعمیم مقادیر برآورد شده ساعتی به مقادیر انتشار روزانه، هفتگی، ماهانه و سالانه امکان‌پذیر خواهد بود. بر اساس مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران تقریباً 10 درصد کل سفرهای روزانه در ساعت اوج ترافیک صبح‌گاهی صورت می‌پذیرد. بنابراین ضریب تبدیل میزان پیمایش وسایل نقلیه و در نتیجه انتشار آلاینده‌ها از سیستم حمل و نقل از ساعت اوج صبح‌گاهی به کل روز 10 در نظر گرفته شده است.

ضرایب انتشار وسایل نقلیه جهت پرداخت مدل‌های انتشار نیز مربوط به تست آلاینده‌گی وسایل نقلیه در طی مطالعات جامع آلودگی هوای شهر تهران در سال 1382 می‌باشد. اگرچه ضرایب انتشار ارایه شده مربوط به سال 1382 می‌باشد، اما با توجه به عدم وجود اطلاعات جدیدتر و همچنین حفظ ترکیب وسایل نقلیه در شهر تهران از ارزش و اعتبار کافی برخوردار می‌باشد. در عین حال هدف از بسیاری از تحقیقات در زمینه حمل و نقل و آلودگی هوای شهرها بررسی تاثیر اجرای طرح‌های براساس تحلیل مقایسه‌ای وضعیت قبل و بعد از اجرای طرح‌هاست. بدین ترتیب با توجه به ماهیت اهداف مورد بررسی در بسیاری از پروژه‌های مطالعاتی، استفاده از این اطلاعات قابل پذیرش خواهد بود.

2-1 - مدل‌سازی انتشار اکسیدهای نیتروژن به تفکیک وسایل نقلیه

برآورد صحیح انتشار آلاینده‌ها از سیستم حمل و نقل و ترافیک نیازمند به‌کارگیری مدل‌هایی مناسب جهت برآورد انتشار آن‌ها از انواع وسایل نقلیه در شرایط مختلف حرکت در شبکه معابر می‌باشد. الگوی مدل به کار رفته برای برآورد میزان انتشار آلاینده‌های نیتروژن از وسایل نقلیه مختلف به صورت آنچه که در رابطه 1 آمده است می‌باشد، که در آن نرخ انتشار آلاینده‌ها (ER) بر حسب گرم در کیلومتر پیمایش، سرعت متوسط حرکت (v) بر حسب کیلومتر در ساعت، و پارامترهای a, b, c و d ضرایب مدل انتشار می‌باشند.

$$ER \left(\frac{g}{km} \right) = a + bv + cv^2 + \frac{d}{v}, \quad d \geq 0 \quad \text{رابطه 1}$$





مهم‌ترین پارامترهای موثر بر میزان انتشار آلاینده‌ها از وسایل نقلیه، نوع وسیله، سرعت حرکت و شیب مسیر تردد می‌باشد. غالباً میزان انتشار آلاینده‌ها از وسایل نقلیه دارای رابطه‌ای غیرخطی با سرعت حرکت می‌باشد، به‌گونه‌ای که در سرعت‌های کم و زیاد میزان انتشار آلاینده‌ها زیاد بوده و در یک سرعت مشخص این میزان به حداقل می‌رسد. همچنین میزان انتشار آلاینده‌ها در شیب‌های سربالایی بیشتر و در شیب‌های سرپایینی کمتر از حالت افقی می‌باشد. بنابراین غالباً میزان انتشار آلودگی وسایل مختلف در شرایط مختلف سرعت و شیب مسیر اندازه‌گیری و گزارش می‌شود. بر همین اساس میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن از وسایل نقلیه مختلف در شهر تهران بر اساس اندازه‌گیری‌های صورت گرفته در طی مطالعات جامع آلودگی هوای شهر تهران در جدول 3 ارائه شده است.

متغیر استفاده شده در مدل انتشار اکسیدهای نیتروژن از وسایل نقلیه، سرعت تردد برحسب کیلومتر در ساعت می‌باشد. همچنین جهت افزایش دقت محاسبات، مدل‌های انتشار به تفکیک نوع وسیله و وضعیت شیب معابر ساخته و پرداخته شده است. بر این اساس با توجه به اینکه وسایل نقلیه به هشت گروه و شیب معابر به سه گروه تقسیم شده‌اند، در مجموع 24 مدل انتشار برحسب نوع وسیله نقلیه و شیب مسیر تردد برای برآورد میزان تولید و انتشار اکسیدهای نیتروژن طراحی گردیده است.

جدول 3. میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن از وسایل نقلیه مختلف برحسب میلی‌گرم در کیلومتر پیمایش [1].

سرعت (Km/hr)	شیب جاده	خودروهای سواری	وانت	تاکسی‌ها	موتورسیکلت‌ها	مینی‌بوس‌ها	اتوبوس‌های شرکت واحد	اتوبوس‌های سرویس	کامیون‌ها
20	افقی	1195	2102	1310	64	8321	20524	22508	28941
	سربالایی	3246	5775	3896	244	17914	50157	49691	66948
	سر پایینی	1166	2081	1386	44	4936	13379	11143	16094
40	افقی	1625	1979	1899	64	4414	11793	9297	13639
	سربالایی	4386	5341	5342	145	9836	29499	20525	65117
	سر پایینی	975	1187	1342	41	2621	6852	4602	5199
60	افقی	2025	1776	2275	75	3044	19216	9786	13307
	سربالایی	6372	5591	7563	325	6119	53830	19958	57469
	سر پایینی	1011	887	1127	48	1902	10250	5195	5418
80	افقی	2539	2259	3007	97	2900	20443	10765	15316
	سربالایی	6233	5545	7539	215	5261	46928	21711	61990
	سر پایینی	1195	2102	1428	64	8321	20524	22508	28941





همانطور که در جداول فوق مشاهده می‌گردد ضرایب انتشار اکسیدهای نیتروژن از خودروهای دیزلی نسبت به خودروهای بنزینی بالاتر می‌باشد. این امر به دلیل وجود مقادیر بالاتر نیتروژن و دمای بالاتر احتراق سوخت موتورهای دیزلی (گازوییل) نسبت به بنزین می‌باشد. براساس اطلاعات موجود، میزان انتشار آلاینده‌ها در چهار سرعت مجزا 60، 40، 20 و 80 کیلومتر در ساعت برای وسایل نقلیه مختلف ارایه شده است. از طرفی چهار ضریب مجزا a, b, c و d برای مدل در نظر گرفته شد. بنابراین در صورت عدم اعمال محدودیت برای ضرایب مدل، ضریب همبستگی¹ مدل ساخته شده یک خواهد بود، زیرا فرآیند پرداخت مدل‌ها منتهی به حل دستگاه معادلات چهار معادله چهار مجهول شده و تمامی ضرایب به صورت یکتا قابل برآورد می‌باشند.

الگوی به کار رفته برای تعیین میزان انتشار به علت موارد زیر انتخاب شده است:

1- میزان انتشار با سرعت رابطه غیرخطی داشته و در سرعتی خاص به حداقل می‌رسد. (استفاده از تابع درجه دوم)؛

2- میزان انتشار برای سرعت صفر، بی‌نهایت خواهد بود، زیرا میزان انتشار در هر کیلومتر پیمایش در حالت کارکرد در جای خودرو بی‌نهایت می‌باشد (علت بکارگیری جمله $\frac{d}{v}$ در معادله)؛

3- اطلاعات انتشار تنها برای 4 سرعت (20، 40، 60 و 80 کیلومتر در ساعت) گزارش شده و برآورد با مدلی چندجمله‌ای بیش از 4 پارامتر امکان‌پذیر نیست. (عدم استفاده از تابع درجه بالاتر از 2)؛
از محدودیت‌های اعمال شده در پرداخت مدل، بکارگیری محدودیت ($d \geq 0$) می‌باشد. زیرا با توجه به مطالب ذکر شده (علت حضور جمله $\frac{d}{v}$ در مدل)، در صورت منفی شدن d ، میزان انتشار آلاینده در سرعت‌های پایین منفی شده، که غیرمنطقی می‌باشد. در نتیجه اعمال محدودیت ($d \geq 0$) در برخی مدل‌های ساخته شده، این محدودیت کنترل‌کننده شده و در نتیجه مقدار d برابر صفر و میزان ضریب همبستگی مدل کمتر از 1 شده است. در جدول 4 ضرایب برآورد شده مدل‌های انتشار اکسیدهای نیتروژن از وسایل نقلیه در شرایط مختلف ارایه شده است.

²-Coefficient Ratio





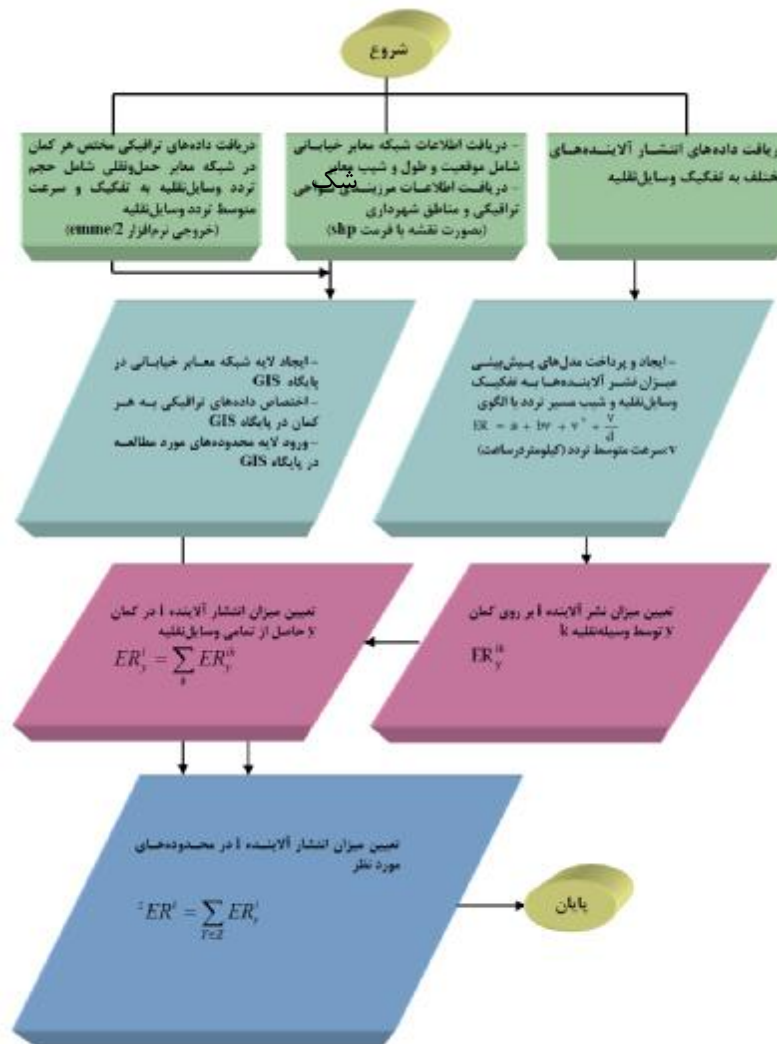
جدول 4. ضرایب مدل های انتشار برآورد آلاینده های اکسیدهای نیتروژن در شهر تهران.

ضرایب مدل انتشار				وضعیت شیب	وسیله نقلیه
a	b	c	d		
843	16.91	0.052	0	افقی	سواری شخصی
-18840	587.75	-3.894	237700	سربالایی	
1547	-25.575	0.275	400	سرپایینی	وانت
2719	-36.535	0.379	0	افقی	
-	123	-0.778	78400	سربالایی	
293.667					تاکسی
3188	-78.85	0.656	4160	سرپایینی	
850.333	2.65	0.054	26560	افقی	
-17070	493.3	-3.409	296000	سربالایی	مینی بوس
-	2.1	0.069	45520	سرپایینی	
309.667					
5151	-	0.986	104900	افقی	اتوبوس سرویس
	123.425				
19340	-	2.948	120200	سربالایی	
	430.575				اتوبوس واحد
2467	-61.45	0.545	69600	سرپایینی	
-47450	953.95	-4.892	1057000	افقی	
-85260	1653	-8.05	2102000	سربالایی	کامیون
-25010	496.9	-2.407	543600	سرپایینی	
-82760	1902	-	1383000	افقی	
		11.152			موتورسیکلت
-276900	6601	-42.13	4183000	سربالایی	
-43810	976.275	-5.511	771600	سرپایینی	
-33400	637.95	-2.336	1010000	افقی	
76450	-509.61	3.97	0	سربالایی	
-36340	652.1	-3.027	812200	سرپایینی	
75.642	-0.832	0.014	0	افقی	
-3543	87.765	-0.599	45430	سربالایی	
67.245	-1.521	0.02	0	سرپایینی	



2-2 - الگوریتم برآورد میزان انتشار آلایندها در مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران

با استفاده از مدل‌های ساخته شده و بکارگیری آن‌ها در مدل حمل‌ونقل و ترافیک شهر تهران، میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن برای تمامی معابر در محدوده شهر تهران محاسبه خواهد شد. فرآیند شبیه‌سازی سیستم حمل و نقل و ترافیک با استفاده از مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران با استفاده از نرم افزار کلان‌نگر Emme2² صورت پذیرفته است. اطلاعات تکمیلی در خصوص شبیه‌سازی سیستم حمل و نقل و ترافیک شهر تهران در منابع تحقیق ارایه شده است. الگوریتم به کار رفته برای تعیین میزان انتشار آلایندها در مدل حمل‌ونقل و ترافیک شهر تهران در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل 1. الگوریتم برآورد میزان انتشار آلایندها در مدل حمل‌ونقل و ترافیک شهر تهران.



3 - برآورد میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن به تفکیک وسایل نقلیه در شهر تهران

در این قسمت میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن به تفکیک وسایل نقلیه در شهر تهران برآورد خواهد گردید. برای تعیین میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن در اقصی نقاط شهر تهران با استفاده از الگوریتم رایج شده، اطلاعات موردنیاز شامل حجم تردد و سرعت متوسط وسایل نقلیه در تمامی معابر شبکه حمل و نقلی توسط نرم افزار کلان نگر Emme2 در مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران محاسبه شده است. در ادامه اطلاعات موردنظر به همراه وضعیت هندسی شبکه معابر (شامل موقعیت، طول و شیب معابر) وارد پایگاه اطلاعات نرم افزاری GIS³ شده و محاسبات میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن در تمامی معابر توسط نرم افزار ArcGIS صورت پذیرفت. در نهایت میزان انتشار در اقصی نقاط شهر تهران نیز با تحلیل مکانی بر روی محدوده‌های مورد مطالعه مشخص گردید. مقادیر روزانه و سهم انتشار اکسیدهای نیتروژن به تفکیک وسایل نقلیه در شهر تهران بر اساس تحلیل‌های صورت پذیرفته بر اساس روش تحقیق بیان شده در جدول 5 ارائه شده است.

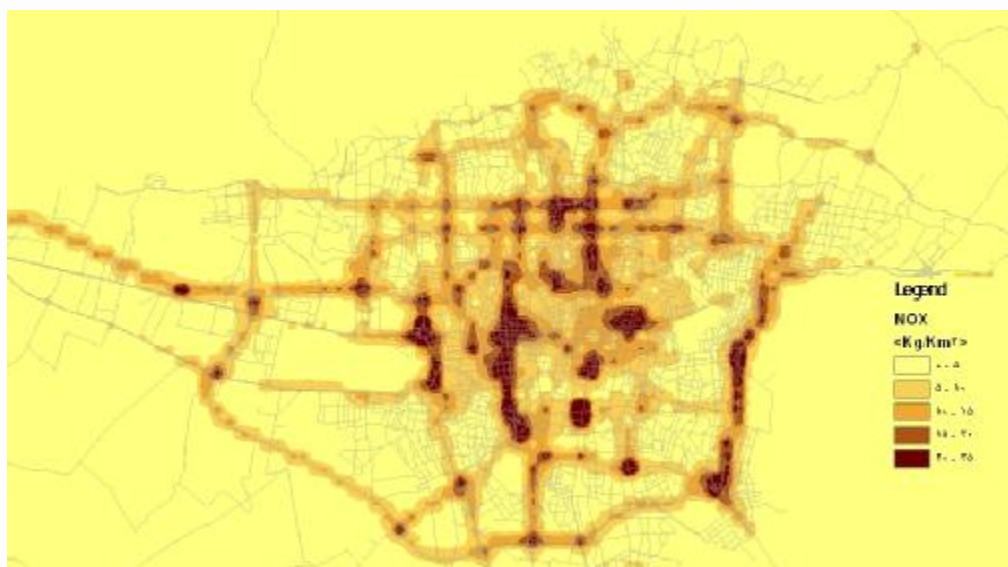
جدول 5. مقادیر انتشار روزانه اکسیدهای نیتروژن در شهر تهران در سال 1390.

وسيله نقلیه	سواری شخصی	وانت	تاکسی	اتوبوس سرویس	مینی بوس	موتور	کامیون	اتوبوس واحد	جمع
میزان انتشار(تن)	38/2	8/5	11	8/1	6/1	0/5	23/5	14/1	110
سهم انتشار	34/73	7/73	10	7/36	5/55	0/45	21/36	12/82	100

بر اساس نتایج حاصله، وسایل نقلیه سواری شخصی با سهم 35 درصد و و کامیون‌ها با سهم 21 درصد و اتوبوس‌های سرویس و واحد مجموعاً با سهم 20 درصد بیشترین نقش را در تولید و انتشار اکسیدهای نیتروژن در کل شهر تهران دارند. همچنین با توجه به تحلیل مکانی صورت پذیرفته بر روی پایگاه اطلاعات GIS برای تعیین مقادیر انتشار اکسیدهای نیتروژن در شهر تهران، امکان تعیین نقشه انتشار در سطح شهر امکان‌پذیر خواهد بود. در این تحلیل بر اساس موقعیت معابر شهری به عنوان منابع خطی انتشار اکسیدهای نیتروژن امکان تحلیل سطحی، با توجه به موقعیت جغرافیایی معابر، نرخ انتشار در نقاط مختلف شهر قابل محاسبه خواهد بود. بدین ترتیب نرخ انتشار آلاینده‌های اکسیدهای نیتروژن در سطح شهر تهران برحسب واحد کیلوگرم در کیلومترمربع در یک ساعت اوج ترافیک صبح‌گاهی محاسبه شده و در شکل زیر به تصویر کشیده شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌گردد، مقادیر بالایی از اکسیدهای نیتروژن در محدوده مرکزی شهر و در طول شبکه معابر بزرگراهی شهر تهران منتشر می‌شود.

³. Geographical Information System (GIS)





شکل 1: برآورد وضعیت انتشار آلاینده اکسیدهای نیتروژن در سطح شهر تهران در یک ساعت اوج ترافیک صبح‌گاهی سال 1390.

5- نتیجه‌گیری

هدف از این برآورد میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن به تفکیک وسایل نقلیه در شهر تهران بود. برای انجام برآوردهای مورد نظر، مدل‌هایی مناسب جهت برآورد میزان انتشار این آلاینده به تفکیک وسایل نقلیه طراحی گردید. سپس با استفاده از برآوردهای صورت پذیرفته توسط مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، حجم و سرعت تردد وسایل نقلیه به تفکیک تعیین شده و با به کارگیری مدل‌های انتشار ایجاد شده، میزان انتشار از وسایل نقلیه در تمامی معابر شبکه خیابانی شهر تهران محاسبه گردید. نهایتاً با استفاده از تحلیل مکانی توسط نرم افزار ArcGIS، میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن به تفکیک وسایل نقلیه و در محدوده مورد مطالعه تعیین شد. نتایج حاصل از مدل‌سازی‌های صورت پذیرفته حاکی از انتشار 3/36 تن اکسیدهای نیتروژن از سیستم حمل و نقل و ترافیک شهر تهران در یک ساعت اوج ترافیک صبح‌گاهی (33/6 تن روزانه) می‌باشد. در عین حال براساس نتایج حاصله، سهم انتشار اکسیدهای نیتروژن از وسایل نقلیه مختلف تعیین گردید که بر اساس آن وسایل نقلیه سواری شخصی با 35 درصد و کامیون‌ها با 21 درصد و اتوبوس‌های شرکت واحد و سرویس مجموعاً با 20 درصد بیشترین سهم را در تولید و انتشار اکسیدهای نیتروژن در شهر تهران به خود اختصاص داده‌اند.



6 - مراجع و منابع

1. شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، "بهینه سازی مصرف سوخت حمل و نقل درون شهری و کاهش آلاینده‌های زیست محیطی، گزارش فاز اول"، بهمن 1386.
 2. شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، "بازنگری پروژه بهینه سازی مصرف سوخت حمل و نقل درون شهری و کاهش آلاینده‌های زیست محیطی، گزارش فاز اول"، اسفند 1390.
 3. شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، "برآورد میزان مصرف سوخت و آلودگی هوا در مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران"، مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، 1383.
 4. شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، "ساختار نهایی مدل حمل و نقل شهر تهران در محیط نرم‌افزار EMME/2"، مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، آبان 1390.
 5. شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، "برآورد تقاضای سفر"، مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، آبان 1390.
 6. شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، "بهنگام‌سازی پایگاه اطلاعاتی عرضه حمل و نقل شهر تهران"، مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، 1390.
7. National Summary of Nitrogen Oxides Emissions 2008, <http://www.epa.gov>.



Modeling of NO_x emission by vehicles from traffic and transportation system of Tehran metropolis

Abstract

Air condition of Tehran metropolis has reported in unhealthy condition in recent years. This is result inadequate development of transportation requirement according to pollution growth of this metropolis. According to measurement of air pollution station, NO_x are one of the most important pollutant in Tehran metropolis. The purpose of this research is estimation of NO_x emission of traffic and transportation system of Tehran metropolis. In this study, the information of transportation system obtained from the simulated model of traffic and transportation system of Tehran. Estimating model of pollutants emission calibrated by emissions data of different vehicles in Tehran. The results of this research showed that NO_x emission from transportation system of Tehran metropolis is 110 ton/day in 2012 and 35 percent of this pollution emit from private cars and 21 percent emit from trucks and 20 percent emit from busses and coaches.

Keywords : air pollution, transportation, pollutant emission, NO_x.

