# مقایسه انتشار واقعی آلاینده های ناشی از خودرو های سواری داخلی با مدل IVE

**مریم صابریان ثانی، یوسف رشیدی* و سید حسین هاشمی**

گروه فناوری‌های محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

**سابقه و هدف:** برآورد تولید آلودگی هوا از منابع متحرک و ثابت از ارکان اصلی مدیریت کیفیت هوا است و با توجه به عملکرد خودروها در شرایط متفاوت، محاسبه مقدار انتشار آلاینده‌ها از منابع متحرک یکی از چالش‌های تدوین فهرست انتشار است. در مطالعات تدوین فهرست انتشار آلودگی هوای کشور، از نرم‌افزار بین‌المللی مدل‌سازی انتشار وسایل نقلیه ( IVE) استفاده می‌شود.

**مواد و روش ها:** در پژوهش حاضر جهت بررسی انحراف مقادیر مدل از واقعیت، مقایسه ای بین مدل IVE و اندازگیری انتشار خودروهای سواری داخلی صفر کیلومتر در آزمایش شاسی دینامومتر آزمایشگاه ISQI بر اساس استاندارد آلایندگی یورو ۴ و چرخه رانندگی جدید اروپا ( NEDC) انجام شده است.

**نتایج و بحث:** مقایسه داده های انتشار آزمایش شاسی دینامومتر خودروهای داخلی برای سه گاز مهم NOx، CO ,HC با نتایج انتشار مدلسازی شده توسط مدل IVE مقادیر متفاوتی را نشان داد بجز یک مورد در انتشار NOx که مدل با خودروی کوئیک برابر بود ، بدین صورت که انتشار NOX در بازه ۰.۰۱ تا ۰.۰۵ قرارا داشت و مدل عدد ۰.۰۳ را نشان داد و در مورد CO در بازه ۰.۲۶ تا ۰.۹۶ قرار داشت که مدل عدد ۰.۴۸ را نشان داد و همچنین HC در بازه ۰.۰۳ تا ۰.۰۸ قرار دارد که نتایج مدل برابر ۰.۰۳ است

**نتیجه‌گیری:** بر اساس مقایسه نتایج ، اگرچه مدل IVE تا حدودی به واقعیت نزدیک است ولی اتکا به شرایط فرضی برای برآورد مقدار آلاینده‌های خودروهای سواری، غیر قابل اعتماد است و نمی‌توان نتایج مدل را برآورد صحیحی از انتشارات در نظر گرفت بلکه با اعمال ضرایب تصحیح مناسب برای هر خودرو قابل کاربرد است.

**کلمات کلیدی:** آلودگی هوا، مدلIVE ، وسایل نقلیه موتوری، سیکل NEDC، شاسی دینامومتر

نسخه پیش انتشار

## مقدمه

آلودگی هوا یکی از مهمترین مشکلات محیط‌زیستی در سطح جهان است (Li, *et al.* 2022 ). طبق بررسی داده‌های انتشار توسط آژانس محیط‌زیست اروپا، حمل و نقل جاده‌ای تاثیر مهمی بر میزان این آلودگی از جمله در تولید گازهای NOx، اجزای فرار آلی بدون متان (NMVOCs)، انتشار CO، $PM_{10}$ و $PM_{2.5}$ دارد و بخش حمل و نقل ۲۳ درصد از انتشار $CO_2$ جهانی را در سال ۲۰۱۰ به خود اختصاص داده است (Kii, 2020). وسایل نقلیه موتوری سهم مهمی در طیف گسترده‌ای از انتشار آلاینده‌ها در مقیاس جهانی دارند و خودروهای سواری منبع مهم انتشار به ویژه در مناطق شهری هستند (Suarez-Bertoa, *et al.* 2019). حمل و نقل جاده‌ای به تنهایی مسئول۴۰/۳ درصد از کل $NO_x$ و ۱۶/۵ درصد از کل $PM_{2.5}$ در ۲۷ کشور اتحادیه اروپا (EU27) بوده است. انتشارات حمل و نقل جاده ای باید تا حد ممکن دقیق محاسبه شود(Wondifraw, *et al.* 2018). عوامل انتشار و مقدار انتشار منبع

* Corresponding Author*: Email Address*. y_rashidi@yahoo.com

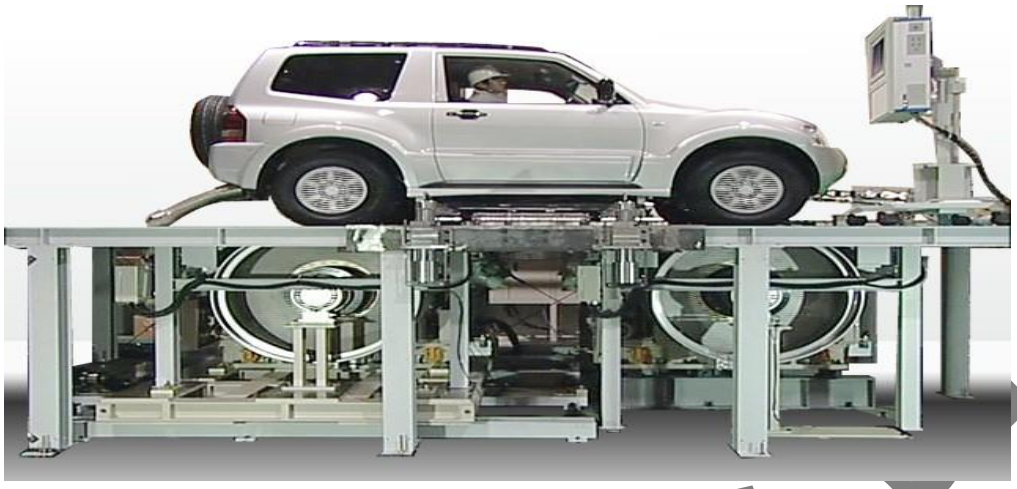
مهمی از داده‌ها برای جمع آوری و مدلسازی انتشارات خودرویی در موقعیت‌های مختلف هستند(Mądziel, *et al*. 2021). برآورد صحیح انتشارات از اهمیت زیادی برای بسیاری از مسائل برخوردار است، اما در عمل دشوار است (Bernard Tietge *et al*. 2018) زیرا در هر کشوری، میلیون‌ها وسیله نقلیه منفرد وجود دارد که طیف وسیعی از انواع سوخت، استانداردهای آلایندگی، کلاس خودروها و فناوری‌ها را شامل می‌شود. حتی وسایل نقلیه یکسان ممکن است بر اساس رفتار رانندگی و مسافت پیموده شده، متفاوت رفتار کنند(Singh, *et al*. 2021 ). علاوه بر این ، شرایط محیطی، می‌تواند بر انتشار خودروهای جاده‌ای نیز تأثیر بگذارد(Bishop, Stedman *et al*. 2016). دستیابی به آمار دقیق و جامع از انتشار منابع متحرک آلوده کننده، در جهت کاهش آلاینده‌ها و اتخاذ استراتژی های کاهنده‌ی آلودگی هوا از اهمیت بسزایی برای مدیران برخوردار است. محققان جهت تعیین میزان انتشار خودروها مدل‌های مختلف انتشار را ایجاد کرده اند که از جمله آنها می‌توان به مدل انتشار منابع متحرک (MOBILE) (Leung, 2019) ، مدل انتشار جامع مدال (CMEM)(Hirahara, *et al*. 2020 )، مدل انتشار بین المللی خودرو (IVE) ( Cuba, Cuba *et al*. 2021) ، مدل محاسبه انتشار ناشی از حمل و نقل جاده ای( COPERT) (Ali, *et al*. 2021) و شبیه ساز انتشار خودرو (MOVES) (Le Hong, *et al*. 2021) اشاره کرد. این مدل‌ها منعکس کننده شرایط عملیاتی خودروها در زمان واقعی هستند و پایگاه‌های داده برای این مدل‌ها بر اساس آزمایش‌های شاسی دینامومتر ایجاد شده است(Dong and Xu 2020) در مطالعات تدوین فهرست انتشار آلودگی هوای ایران از نرم‌افزار بین‌المللی مدل‌سازی انتشار وسایل نقلیه (IVE) استفاده می‌شود. مزیت مدل IVE حساسیت آن به فناوری‌های موجود خودرو در کشورهای در حال توسعه است (Shahbazi, *et al*. 2016). این مدل برای مطالعات نرخ انتشار برای انواع مختلف خودرو و تکنولوژی در کشورهای مختلف از جمله چین(Zhou, *et al*. 2019) ، نپال(Zhong, *et al*. 2019) و شهرهای مختلف ایران از قبیل تبریز (Jamshidi Kalajahi, *et al*. 2020)، اصفهان(Ghaffarpasand, *et al*. 2020)، تهران (pourmohajer, *et al*. 2019) مورد استفاده قرار گرفته است. در مجموع، هدف مطالعه حاضر بررسی انحراف مقادیر محاسبه شده توسط مدل IVE و اندازگیری واقعی انتشار با استفاده از آزمایش شاسی دینامومتر خودروهای صفر کیلومتر بر اساس استاندارد آلایندگی یورو ۴ و چرخه رانندگی جدید اروپا (NEDC) است.

## مواد و روش

### آزمایش شاسی دینامومتر

دستگاه شاسی دینامومتر یک وسیله برای شبیه سازی حرکت خودرو در شرایط مختلف است. در این روش خودرو ثابت است و غلتک‌هایی حرکت خودرو را بروی چرخ ها شبیه سازی می‌کند. استفاده از شاسی دینامومتر این امکان را فراهم می‌کند تا بصورت همزمان انتشار آلاینده‌ها به همراه مصرف سوخت و توان خودرو اندازگیری شود. خودرو با رعایت شرایط خاصی روی شاسی دینامومتر قرار گرفته و آزمایشگر، سیکل رانندگی مورد نظر را بر روی دینامومتر می‌پیماید.(شکل۱)

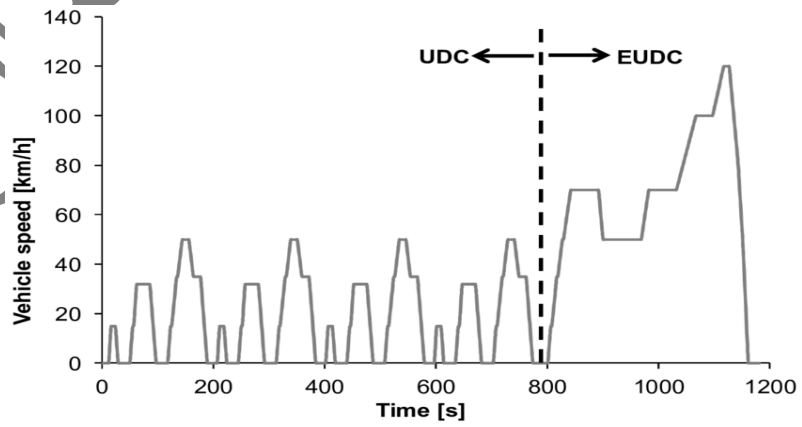
نسخه پیش انتشار



**شکل۱. آزمایش شاسی دینامومتر**

**figure 1. Dynamometer chassis test**

از زمانی که مسأله آلودگی کلان شهرها و گازهای گلخانه‌ای تبدیل به یک بحران جهانی شده است، دولت‌ها به فکر افتادند تا این بحران را با کاهش گازهای آلاینده تولید شده از خودروها که سهم بیشتری در تولید آلودگی شهرها دارند، کنترل کنند. بدین ترتیب استانداردهای مختلف آلایندگی خودروها از قبیل استاندارد ژاپنی، امریکایی و اروپایی تدوین شده است. کشور ما از استاندارد آلایندگی جدید اروپا ( NEDC ) استفاده می‌کند که با استفاده از آیین نامه شماره ۸۳ ( استاندارد ملی ایران به شماره ۷۳۲۸، ۲۰۰۴) ثبت شده است. در هر استاندارد آلایندگی یک سیکل مشخص رانندگی وجود دارد که به آن سیکل رانندگی یا Driving Cycleگفته می‌شود. در طی انجام سیکل رانندگی گازهای خروجی از اگزوز جمع‌آوری شده و در انتهای سیکل مقدار آن‌ها اندازه‌گیری و محاسبه می‌شود. در صورتی‌که میزان گازهای آلاینده در طول سیکل از محدوده‌ای که استاندارد مشخص کرده است کمتر باشد، اصطلاحاً گفته می‌شود خودرو استاندارد آلایندگی را پاس کرده‌است. در این تحقیق خودرو های سواری داخلی شامل: پژو ۲۰۶، سمند، تیبا، تیبا۲، پژوو ۴۰۵، سایپا (انواع پراید)، کوییک، شاهین بر روی یک شاسی دینامومتر طبق شرایط مندرج در جدول ۱ و طبق سیکل NEDC شامل چهار سیکل ECE، بدون وقفه و سپس یک سیکل EUDC اجرا می‌شود. (شکل ۲)




**شکل ۲. نمایی از سیکل NEDC**

**Figure 2. A view of the NEDC cycle**

**(**Kiyakli **,**2018 **)**

**جدول ۱. شرایط آزمایش شاسی دینامومتر**

**Table 1. Dynamometer chassis test conditions**

| توضیح<br>**Description** | عنوان<br>**Title** |
|---|---|
| شرکت ISQI در منطقه ای پل کردان تهران ( مرکز آزمایش شاسی دینامومتر خودرو ها ی صنایع خودروسازی مختلف )<br>Bridge area of Kordan theISQI company in Tehran (dynamometer chassis testing center for various automotive industries) | مرکز آزمایش شاسی دینامو متر<br>Dynamometer chassis test center |
| سال‌های 2015 -2020<br>2005-2020 | نتایج آزمایش /سال<br>Test results/year |
| ۱۴۲۷ متر<br>1427 meters | ارتفاع محل آزمایش<br>The height of the test site |
| ۸ ساعت<br>8 hours | مدت زمان توقف خودرو در اتاق SOAK<br>Duration of car stop in SOAK room |
| ۳۰-۲۰ درجه سلسیوس<br>20-30 degrees Celsius | دمای اتاق SOAK<br>SOAK room temperature |
| ۲۵ درجه سلسیوس<br>25 degrees Celsius | دمای حین آزمایش<br>The temperature during the test |
| ۵۰ درصد<br>50 percent | رطوبت محیط<br>Ambient humidity |
| ۳۳.۷۳ کیلومتر بر ساعت<br>33.73 km/h | سرعت متوسط<br>average speed |
| NOX , CO, HC | انتشارات مورد بررسی<br>Publications under review |
| ۱۱ کیلومتر<br>11 km | مسافت سیکل<br>cycle distance |
| ۱<br>one | تعداد استارت<br>The number of starters |

## مدل IVE

این مدل یک برنامه کامپیوتری است که به منظور تخمین انتشار منبع متحرک طراحی شده است و توسط زبان برنامه نویسی جاوا توسعه یافته است (Cuba, *et al.* 2021). مدل IVE میزان انتشار آلاینده های محلی هوا، انتشار گازهای گلخانه ای و آلاینده های سمی را پیش بینی می‌کند و به‌عنوان تلاش مشترک دانشگاه کالیفرنیا در ریورساید، کالج مهندسی - مرکز تحقیقات و فناوری محیطی (CE-CERT) توسعه یافته‌است. طبق تحقیقات سیستم‌های پایدار جهانی (GSSR) و مرکز تحقیقات بین المللی سیستم های پایدار (ISSRC) مهمترین ورودی در IVE رفتار رانندگی است (Ghaffarpasand, *et al.* 2021)).این نرم افزار از توان

نسخه پیش انتشار

مخصوص خودرو (VSP) و استرس موتور برای به دست آوردن ضرایب اصلاحی ذکر شده استفاده می‌کند( Yu, Li *et al*. 2021). VSP تابعی از سرعت لحظه‌ای، تغییر ارتفاع، وزن وسیله نقلیه، ضریب پسا و چگالی هوا است(Sanches, *et al*. 2021). فرآیند تخمین انتشار در مدل حاصلضرب نرخ انتشار پایه برای هر فناوری در هر یک ازضرایب تصحیحات است. عوامل تصحیح را می‌توان به چند دسته طبقه بندی کرد که در جدول ۲ شرح داده شده است (Alipourmohajer, *et al.* 2019).

**جدول۲. پارامترهای محاسبه انتشار در مدل IVE**

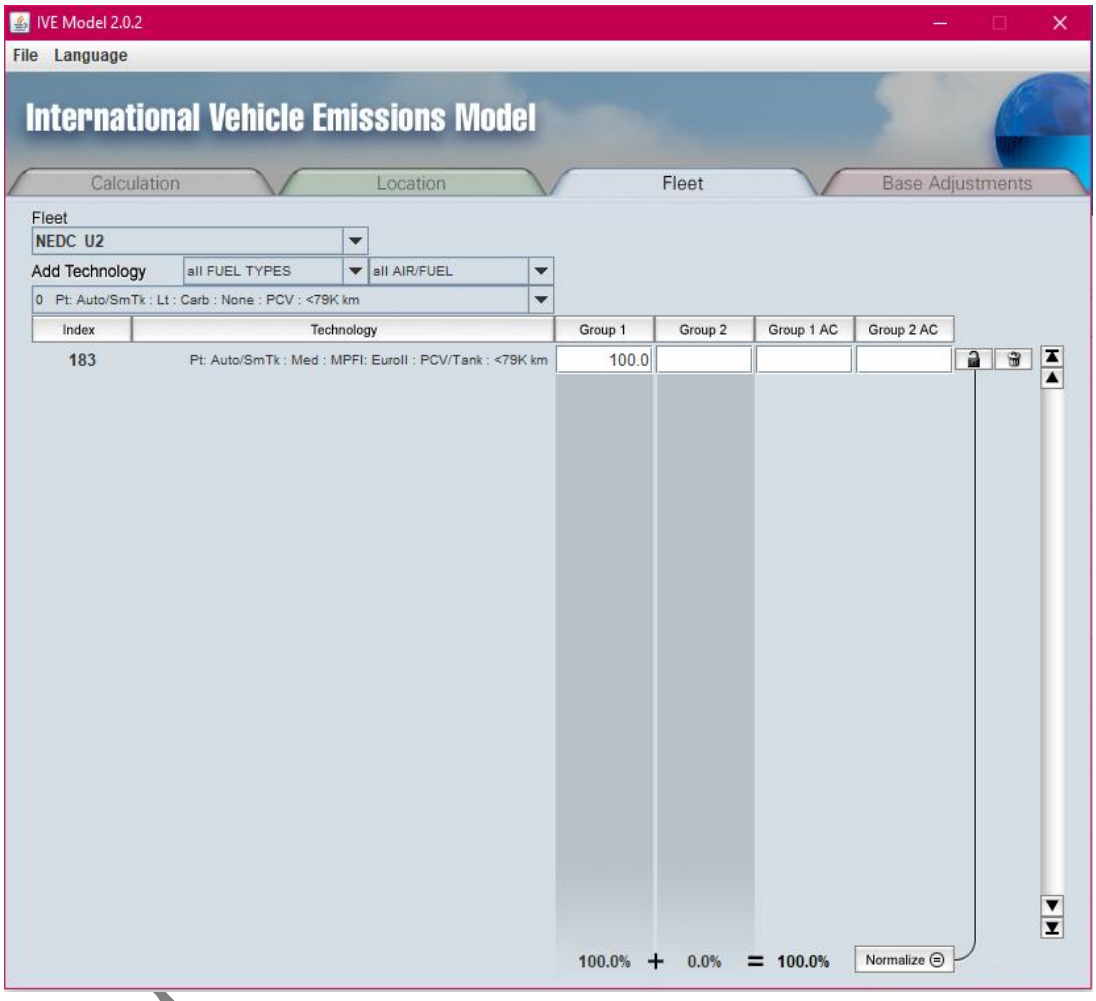
Table 2. Parameters to Calculate Emissions in IVE Model

| متغییر های محلی<br>**Local Variables** | متغیرهای کیفیت سوخت<br>**Fuel Quality Variables** | متغیرهای قدرت و رانندگی<br>**Power & Driving Variables** |
|---|---|---|
| دمای محیط | کلیت بنزین | ویژگی خودرو |
| Ambient Temperature | Gasoline Overall | Vehicle Specific |
| رطوبت محیط | سلفور بنزین | قدرت جاده |
| Ambient Humidity | Gasoline Sulfur | Power Road |
| بررسی ارتفاع | سرب بنزین | درجه تهویه مطبوع |
| Altitude Inspection | Gasoline Lead | Grade Air Conditioning |
| برنامه های تعمیر و نگهداری | بنزن بنزین | شروع استفاده |
| Maintenance Programs | Gasoline Benzene | Usage Start |
| تنظیم انتشار پایه | اکسیژن بنزین | توزیع |
| Base Emission Adjustment | Gasoline Oxygenate | Distribution |
| | کلیت دیزل | |
| | Diesel Overall | |
| | سلفور دیزل | |
| | Diesel Sulfur | |

نسخه پیش انتشار

این مدل به سه فایل ورودی شامل داده‌های ناوگان، داده های مکان و بخش تنظیمات پایه نیاز دارد. آماده سازی فایل ناوگان (Fleet) شامل نوع سوخت (بنزین، گازوئیل، پروپان، اتانول، CNG، LPG و سوخت‌های خاص)، سیستم سوخت رسانی(کاربراتور، تزریق تک نقطه ای، چندنقطه ای، پیش‌تزریق، تزریق مستقیم، ۲ زمانه و ۴ زمانه)، نوع و ویژگی‌های وسیله نقلیه، درصد توزیع وسیله نقلیه مورد نظر، توزیع استفاده از سیستم تهویه مطبوع است و بر این اساس مجموعا ۱۴۷۱ فناوری در مدل آورده شده

است که ۱۳۷۲ مورد از آن از پیش تعریف شده و باقیمانده می‌تواند توسط کاربر تعریف شود. در هر فناوری ۶ مورد از ویژگی‌ها شامل اندازه خودروها (۷ حالت )، نوع سوخت (۵ حالت )، کاربری خودرو (۳ حالت )، سیستم سوخت رسانی (۳ حالت)، سیستم کنترل بخارات (متغیر) و سیستم کنترل خروجی اگزوز (متغییر) و سیستم کنترل خروجی اگزوز (متغییر) می‌باشد در شکل۳ صفحه مربوط به ناوگان در نرم افزار IVE آورده شده است .

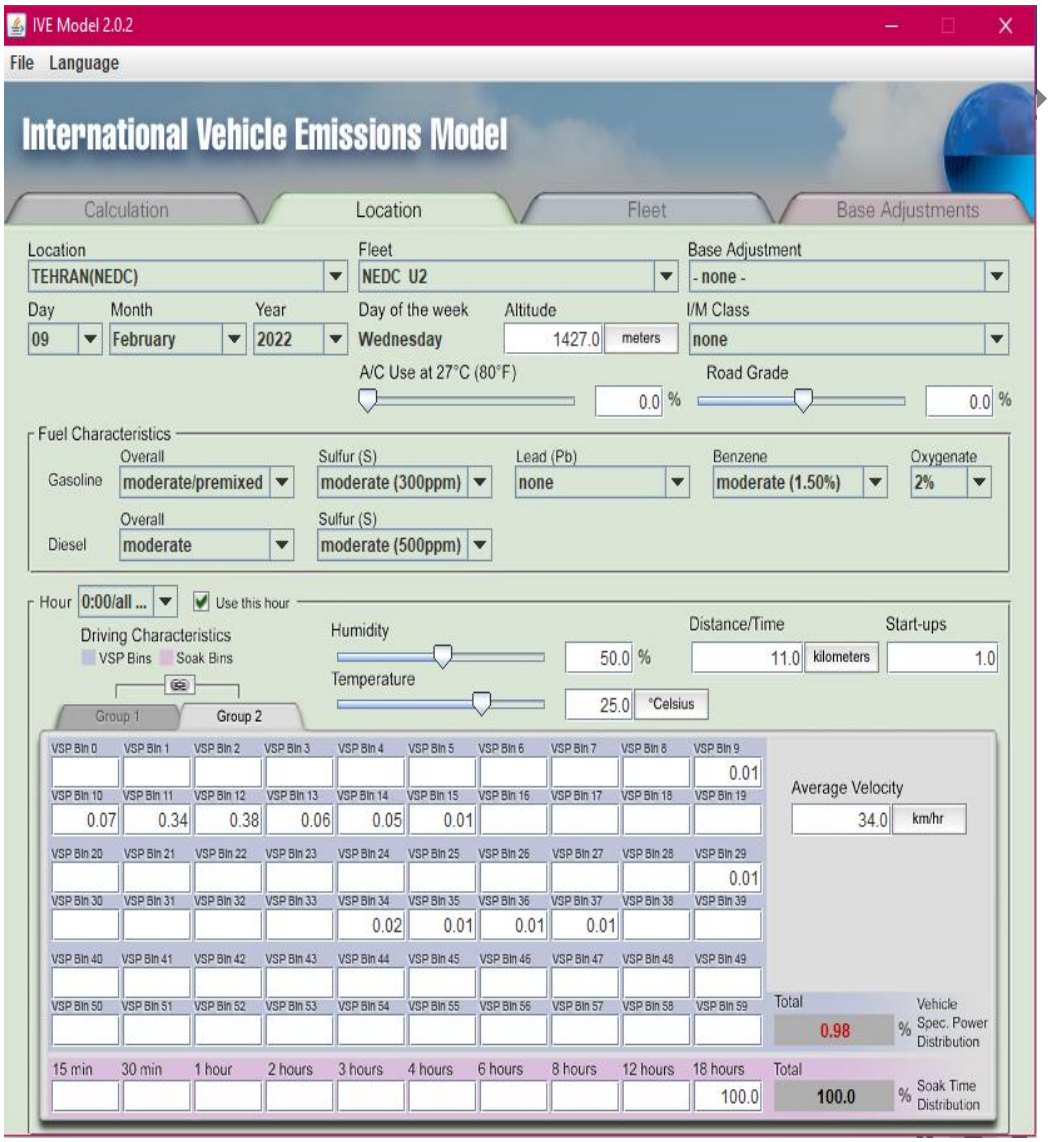



**شکل ۳ . صفحه مشخصات ناوگان در IVE**

**figure 3. Fleet profile page in IVE**

بخش داده های مکان(location) در IVE اطلاعاتی نظیر شرایط محیطی مانند دما و رطوبت و ارتفاع، خصوصیات سوخت مانند درصد ترکیبات گوگرد دار، مقدار بنزن موجود و مقدارترکیبات اکسیژن دار و... ترکیب ناوگان وسایل نقلیه مورد استفاده در

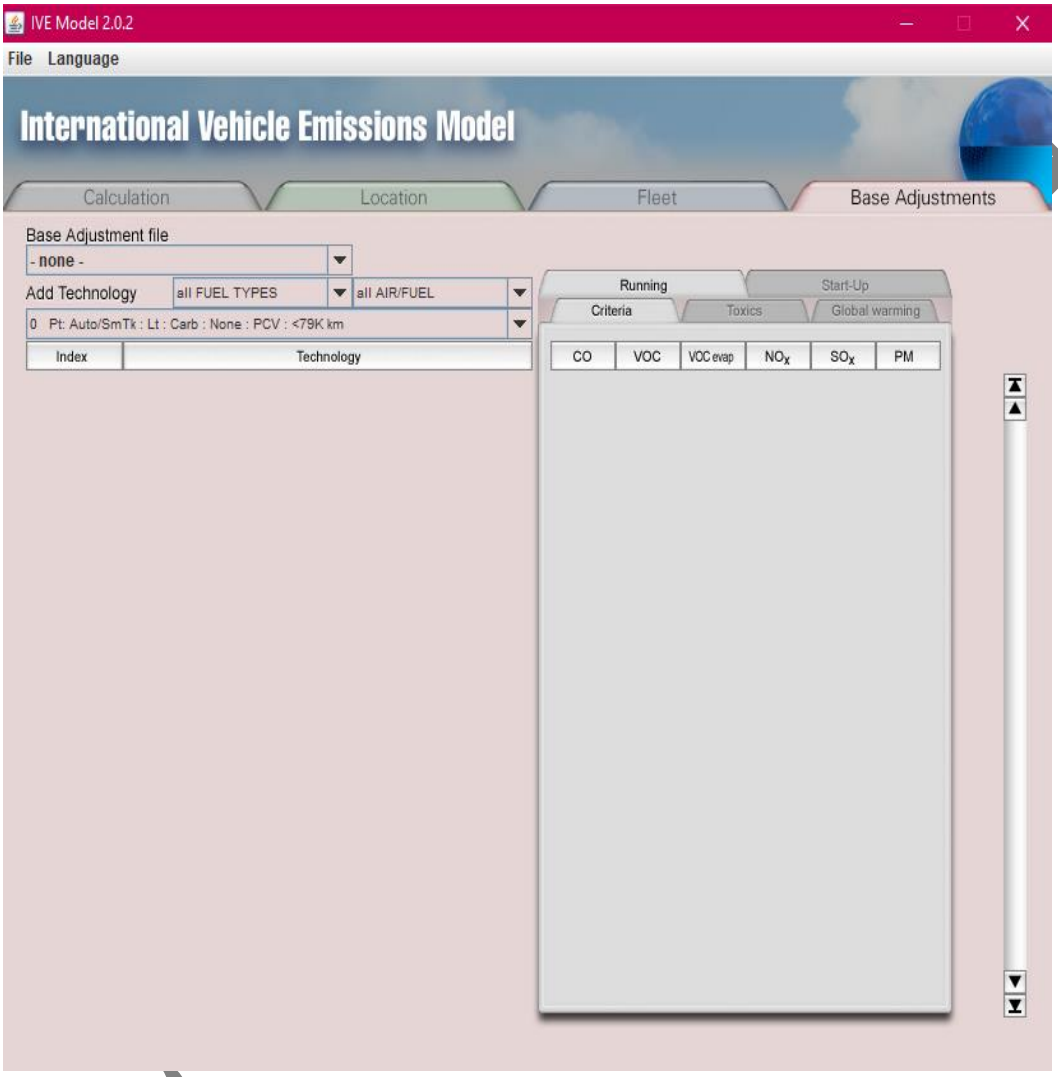
منطقه مورد بررسی، اطلاعات مربوط به الگوی رانندگی مانند درصد زمانی حضور در هر بین ، مسافت کل طی شده و سرعت متوسط، اطلاعات مربوط به درصد استارت خودرو در هر بین ( تعداد استارت های زده و مقدار زمان گذشته از آن به منظور محاسبه انتشار آلایندگی ناشی از استارت سرد) را در نظر میگیرد در شکل ۴ صفحه مربوط به داده های مکان در نزم افزار IVE آورده شده است .




**شکل۴ . صفحه داده های مکان در نرم افزار IVE**

**Figure 4. Location data page in IVE software**

بخش تنظیمات پایه (Base adjustments) در مدلIVE ، ۴۵ فناوری تعریف نشده در مدل ارائه داده است که برای اصلاح عوامل انتشار پایه و بهبود محاسبات می توان از اندازه گیری های انتشار محلی استفاده کرد در شکل ۴ صفحه تنظیمات پایه در مدل IVE آورده شده است .




**شکل۵. صفحه تنظیمات پایه در مدل IVE**

**Figure 4. Basic settings page in IVE mode**

در این مدل از معادله (۱) و (۲ ) برای خودروهای سبک و متوسط استفاده می‌شود:

$$\mathrm{VSP}\left(kW/metric-ton\right)$$

$$= v\times\left(a\times\left(1+\varepsilon_i\right)+g\times grade+g\times C_R\right)+\frac{1}{2}p_a\frac{C_D\times A}{m}\left(v+v_w\right)^2 v+C_{if}\times g\times C_R \qquad (1)$$

$$= v\times\left[1.1a+9.81\times\left(a\tan\left(\sin\left(grade\right)\right)\right)+0.132\right]+0.000302\times v^3$$

*where*:

$v = speed\left(m/s\right)$

$a = acceleration\left(m/s^2\right)$

$m = vehicle\ weight\left(kg\right)$

$\varepsilon_i = mass\ factore, equivalent\ to\ the\ mass\ of\ the\ rotating\ parts\left(wheels, gears, shafts, etc.\right)$
$at\ power\ train\left(without\ unit\right).$

*the suffix i indicates that* $\varepsilon_i$ *depends on gear, tilt, elevation, and landing length.*

$g = gravity\ acceleration\ 9.8\left(m/s^2\right)$

$C_R = \mathrm{R}esistance\ coefficient\left(m^2\right)$

$p_a = The\ density\ of\ the\ outside\ air\ is\ 1.207\ kg/m^2\ at\ 20^\circ C$

$v_w = Opposite\ wind\ direction\left(m/s\right)$

to determine *the engine stress, Equation* $(2)$ *is also employed*:

$$Engin\ stress = RPM\ Index + \left(0.08\ ton/kW\right)\times \mathrm{Preaverage\ power} \qquad (2)$$

$$\mathrm{preaverage}\ power = Average\left(VAP_{t=-5\ \mathrm{sec}\ to-25}\right)\left(kW/ton\right)$$

$$RPM\ Index = Veloocity_{t=0} / SpeedDivider\left(without\ unit\right)$$

$$Minimum\ RPM\ Index = 0.9$$

پس از تکمیل اطلاعات مربوط به مکان ، غلظت CO، VOC، VOCevap، SOx، NOx و PM و همچنین آلاینده های سمی و عوامل گازی موثر در گرمایش جهانی را می‌توان به صورت روزانه یا ساعتی و در هر دو حالت راه اندازی و رانندگی تخمین زده شد.

## نتایج و بحث

### نتایج آزمایش شاسی دینامومتر

نسخه پیش انتشار

در این بخش نتایج آزمایش شاسی دینامومتر برای برخی خودروهای سواری داخلی از سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ بر اساس اندازه گیری‌های موجود شرکت ISQI تهیه شده‌است که در جدول3 آورده شده‌است. تعداد خودروهای مورد بررسی در آزمایش شاسی-دینامومتر وابسته به تیراژ تولید و نتایج نمونه ها در نظر گرفته می‌شود که برای خودروهای پژو ۲۰۶، سمند، تیبا، تیبا۲، پژو۴۰۵، ساپیا، کوییک، شاهین با ترتیب ۵۰،۶۰،۴۸،۱۰،۲۸،۱۸،۵،۹ تعداد بوده است .

**جدول 3. نتایج آزمایش شاسی دینامومتر**

**Table 3. Dynamometer chassis test results**

| وسیله نقلیه Vehicle | سال Year | NMHC(gr/km) | NOX( gr/km) | HC(gr/km) | CO(gr/km) |
|---|---|---|---|---|---|
| پژو ۲۰۶ Peugeot 206 | 2015 | _ | 0.030 | 0.074 | 0.401 |
| | 2016 | _ | 0.055 | 0.064 | 0.432 |
| | 2017 | _ | 0.035 | 0.060 | 0.370 |
| | 2018 | _ | 0.089 | 0.073 | 0.490 |
| | 2019 | _ | 0.007 | 0.057 | 0.429 |
| | 2020 | 0.061 | 0.022 | 0.067 | 0.290 |
| | 2021 | 0.033 | 0.032 | 0.041 | 0.293 |
| سمند Samand | 2015 | _ | 0.036 | 0.042 | 0.338 |
| | 2016 | _ | 0.027 | 0.041 | 0.357 |
| | 2017 | _ | 0.048 | 0.047 | 0.335 |
| | 2018 | _ | 0.049 | 0.045 | 0.397 |
| | 2019 | _ | 0.028 | 0.038 | 0.487 |
| | 2020 | 0.040 | 0.026 | 0.050 | 0.649 |
| | 2021 | 0.026 | 0.248 | 0.031 | 0.464 |
| تیبا Tiba | 2015 | _ | 0.024 | 0.083 | 0.591 |
| | 2016 | _ | 0.027 | 0.064 | 0.436 |
| | 2017 | _ | 0.020 | 0.062 | 0.526 |
| | 2018 | _ | 0.012 | 0.061 | 0.434 |
| | 2019 | _ | 0.019 | 0.087 | 0.638 |
| | 2020 | 0.057 | 0.023 | 0.067 | 0.940 |
| | 2021 | 0.051 | 0.010 | 0.060 | 0.862 |
| | 2015 | _ | 0.022 | 0.093 | 0.583 |
| | 2016 | _ | 0.026 | 0.067 | 0.476 |
| | 2017 | _ | 0.020 | 0.068 | 0.453 |

نسخه پیش انتشار

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| تیبا۲ Tiba2 | 2018 | _ | 0.012 | 0.068 | 0.478 |
| | 2019 | _ | 0.010 | 0.070 | 0.556 |
| | 2020 | 0.065 | 0.010 | 0.080 | 0.909 |
| | 2021 | 0.048 | 0.010 | 0.057 | 0.868 |
| پژوه ۴۰۵ Peugeot 405 | 2015 | | 0.089 | 0.087 | 0.618 |
| | 2016 | _ | 0.030 | 0.046 | 0.432 |
| | 2017 | _ | 0.035 | 0.069 | 0.409 |
| | 2018 | _ | _ | _ | _ |
| | 2019 | | 0.035 | 0.043 | 0.510 |
| | 2020 | 0.038 | 0.038 | 0.042 | 0.513 |
| | 2021 | _ | _ | _ | _ |
| سایپا Saipa | 2015 | _ | 0.056 | 0.062 | 0.360 |
| | 2016 | _ | 0.028 | 0.056 | 0.460 |
| | 2017 | _ | 0.070 | 0.058 | 0.358 |
| | 2018 | _ | 0.019 | 0.076 | 0.582 |
| | 2019 | _ | 0.015 | 0.089 | 0.608 |
| | 2020 | _ | 0.017 | 0.086 | 0.601 |
| | 2021 | _ | _ | _ | _ |
| کوئیک Quik | 2019 | _ | 0.016 | 0.097 | 0.696 |
| | 2020 | 0.060 | 0.023 | 0.070 | 0.989 |
| | 2021 | 0.045 | 0.023 | 0.054 | 0.960 |
| شاهین Shahin | 2021 | 0.069 | 0.052 | 0.077 | 0.587 |

این نتایج مربوط به زمان اعمال استاندارد یورو چهار در ایران است که طبق آن مقدار انتشار گاز هایTHC، CO، $NO_X$ به ترتیب ۰/۱، ۱و ۰/۰۸ گرم بر کیلومتر تعیین شده است و نتایج آزمایش شاسی دینامومتر خودروهای داخلی نشان دهنده آن است که خودرو استاندارد آلایندگی را پاس کرده است .

## نتایج مدل ها

طبق مدل IVE ، ۶۰ بین[†] VSP/ES در سه دسته تنش موتور (کم، متوسط ، بالا) و در ۲۰ دسته VSP( با بازه عددی متفاوت) با بازه‌های مختلف VSP و ES برای دریافت اطلاعات ورودی چرخه رانندگی در نظر گرفته می‌شودکه مزایای این دسته‌بندی این

[†] - bin

نسخه پیش انتشار

است که هر چرخه رانندگی دلخواهی را می‌توان مورد مطالعه قرار داد. با استفاده از فرمول‌های فوق، VSP، تقسیم‌کننده سرعت، شاخص دور بر دقیقه، توان پیش از میانگین و تنش موتور به‌دست آمد و درصد سطل‌های فعال تعیین شد. در تحقیق حاضر درصد خودروهایی که از تهویه مطبوع استفاده کرده اند ۵۰ درصد در نظر گرفته شده است. بطور کلی، مبنای انتشار خودرو، با توجه به تفاوت خودروهای موجود، بر اساس اطلاعات موجود در پایگاه داده IVE ، بر اساس نوع و ظرفیت فن‌آوری موتور و وسیله نقلیه تعیین می‌شود و سطوح انتشار وسایل نقلیه در مدل IVE قابل اندازه‌گیری است.گزینه های تکنولوژی مورد استفاده در خودروها به شرح زیر انتخاب شدند:

| | |
|---|---|
| تکنولوژی<br>Technology | Petrol, MPFI |
| شاخص<br>index | Pt: Auto / Sm T k: Med: MPFI:<br>Euro II: PCV / Tank: 79km<br>Euro III: PCV / Tank: 79km<br>Euro IV: PCV / Tank: 79km |

در این مدل، جزئیات مکان شامل شرایط محیطی مانند دما، رطوبت و ارتفاع و درجه شیب صفر و ویژگی های سوخت که میزان آلاینده ها و مواد افزودنی را نشان می‌دهد که به طور خلاصه در جدول ۴ آورده شده است مهم است:

**جدول ۴. ویژگی های سوخت در نرم افزار IVE**

**Table 4. Fuel characteristics in IVE software**

| کلیت<br>**Overall** | سلفور(S)<br>**Sulfur(S)** | سرب<br>**Lead** | بنزن<br>**Benzene** | اکسیژن<br>**Oxygenate** |
|---|---|---|---|---|
| متوسط<br>moderate | متوسط (۵۰۰ppm)<br>(500ppm) Moderate | 0 | متوسط (1.50%)<br>(1.50%) Modeate | 2% |

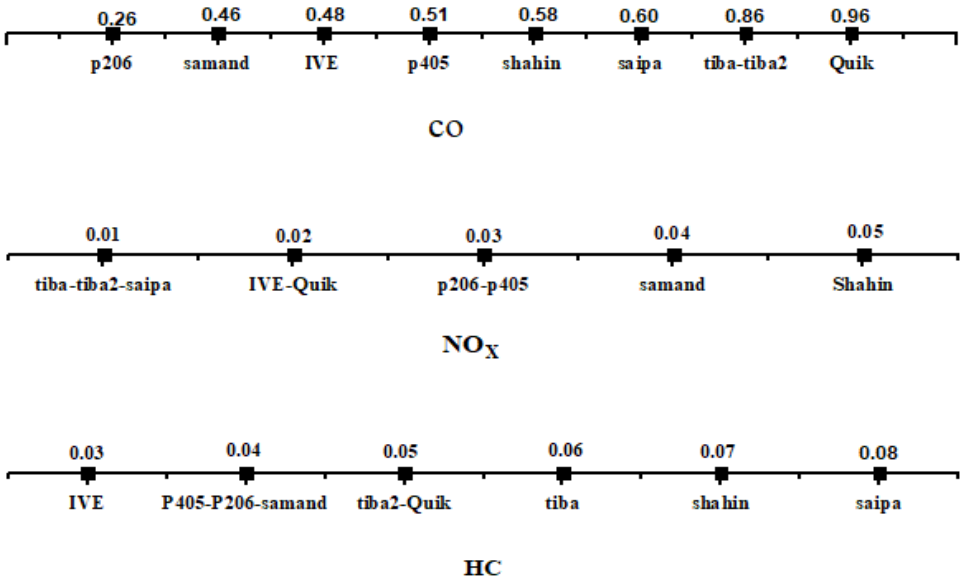
نتایج محاسبه انتشار خودروهای سواری متوسط با کارکرد زیر ۷۹ هزار کیلومتر،بر اساس استاندارد آلایندگی یورو۴ در مدل های IVE در جدول ۵ آورده شده است .

**جدول ۵. نتایج محاسبه انتشار خودروهای سواری در مدل IVE**

Table 5. Calculation results of passenger car emissions in the IVE model

| **استاندارد یورو**<br>**Euro Standard** | **نوع انتشار**<br>**Emission** | **IVE** |
|---|---|---|
| **Euro 4** | **CO** | **0.48** |
| | **NOX** | **0.02** |
| | **HC** | **0.03** |

نسخه پیش انتشار




**شکل۶. مقایسه مدل و آزمایش شاسی دینامومتر**

**Figure 6. Comparison of model and dynamometer chassis test**

## نتیجه گیری

همانطورکه پیش از این مطرح شد ، در این پژوهش نتایج انتشار آزمایش شاسی دینامومتر خودروهای داخلی با نتایج انتشار مدلسازی شده توسط مدل IVE بر اساس داده‌های چرخه رانندگی NEDC برای سه گاز مهم HC, CO, NOx مورد مقایسه قرار گرفته است و برای انواع مختلف خودرو ضرایب تصحیح استخراج شده و در ادامه نشان داده شده است .

## آلاینده CO

**انتشار مدل = (انتشار خودروی پژو ۲۰۶ * ۱/۶)**

**انتشار مدل = (انتشار خودروهای سمند * ۱/۰۴)**

**انتشار مدل = (انتشار خودروهای پژو ۴۰۵ * ۰/۹)**

**انتشار مدل = (انتشار خودروهای سایپا و شاهین * ۰/۸)**

**انتشار مدل = ( انتشار خودروهای تیبا ، تیبا ۲ و کوییک * ۰/۵)**

## آلاینده NOx

**(انتشار خودروی کوئیک) = انتشار مدل**

**(۰/۶ * انتشار خودروهای پژو ۴۰۵و۲۰۶ ) = انتشار مدل**

**(۲* انتشار خودروهای تیبا ، تیبا ۲ ، ساپیا) = انتشار مدل**

**(۰/۵ * انتشار خودروی سمند ) = انتشار مدل**

**(۰/۴ * انتشار خودروی شاهین) = انتشار مدل**

**آلاینده HC**

**(۰/۷ * انتشار خودروهای سمند، پژو ۴۰۵و۲۰۶ ) = انتشار مدل**

**(۰/۶ *انتشار خودروهایی تیبا ۲،کوئیک) = انتشار مدل**

**( ۰/۵ * انتشار خودروی تیبا) = انتشار مدل**

**(۰/۴ * انتشار خودروی شاهین) = انتشار مدل**

**(۰/۳ * انتشار خودروی ساپیا) = انتشار مدل**

با توجه به اینکه سهم حمل و نقل در تولید و نشر آلاینده‌های هوا، از دیگر منابع انتشار در شهرها بیشتر است، لذا شناسایی دقیق این منابع برای مدیران شهری حائز اهمیت است و دستیابی به آمار دقیق و جامع از انتشار منابع متحرک ، در جهت کاهش آلاینده‌ها و اتخاذ استراتژی های کاهنده‌ی آلودگی هوا از اهمیت بسزایی برای مدیران برخوردار است. ما در این بررسی میزان انتشار خودرو های صفر کیلومتر را مبنا قرار دادیم و به مقایسه نتایج حاصل از تست شاسی دینامومتر خودروهای صفر کیلومتر داخلی و انتشار مدل در شرایط یکسان پرداختیم . مطالعات بسیاری در زمینه مدلسازی انتشار خودورها توسط مدلIVE در شهرهای مختلف ایران انجام گرفته است و سازمان محیط زیست نیز برای تهیه سیاهه انتشار از مدل IVE استفاده می‌کند. مدل IVE ، نسبت به مدل های مشابه مشخصات انواع بیشتری از خودروهای سواری را داراست هم چنین محاسبه ضرایب انتشار در این مدل بر اساس سرعت لحظه ای است نه سرعت متوسط که این خود از مزیت های بزرگ این مدل به شمار می آید. استفاده از این مدل نیازمند چهار گروه اطلاعات است. نرخ انتشار خودروها در شرایط پایه، عملکرد خودروها ( سرعت و شتاب و مسافت طی شده)، ترکیب ناوگان خودروها و شرایط محیطی( دما، رطوبت، نوع سوخت مصرفی). نتایج این تحقیق همانطور که نشان داده شد گویاست که اگرچه مدلIVE تا حدودی به نتایج واقعی نزدیک است ولی نمی‌توان نتایج این مدل را به طور مستقیم بعنوان برآورد صحیحی از انتشارات مطرح کنیم اما قطعا با اعمال ضرایب تصحیح مناسب برای هر خودرو این مدل قابل کاربرد است که امید است در تحقیقات آتی به این موضوع توجه شده و ضرایب مناسب جهت برآورد انتشار واقعی خودروها در نظر گرفته شود .

نسخه پیش انتشار

**منابع**

## References


Ali, M., Kamal, M. D., Tahir, A., & Atif, S. (2021). Fuel consumption monitoring through COPERT model—A case study for urban sustainability. Sustainability, 13(21), 11614.

Alipourmohajer, S., Rashidi, Y., & Atabi, F. (2019). Verification of IVE model for SAIPA Co. fleet emission. Pollution, 5(2), 235-245.

Bernard, Y., Tietge, U., German, J., & Muncrief, R. (2018). Determination of real-world emissions from passenger vehicles using remote sensing data. The Real Urban Emissions Initiative: London, UK.

Bishop, G. A., Stedman, D. H., Burgard, D. A., & Atkinson, O. (2016). High-mileage light-duty fleet vehicle emissions: Their potentially overlooked importance. Environmental science & technology, 50(10), 5405-5411.

Cuba, C., Cuba, R., Arroyo, V., & Morales, J. (2021, December). Characterization of Air Pollution in Pre-COVID 19 Time Using the IVE Model Applied to Mobile Sources in Urban Areas. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 943, No. 1, p. 012003). IOP Publishing.

Dong, Y., & Xu, J. (2020). Estimation of vehicle carbon emissions in China accounting for vertical curve effects. Mathematical Problems in Engineering, 2020, 1-20.

Ghaffarpasand, O., Talaie, M. R., Ahmadikia, H., Khozani, A. T., & Shalamzari, M. D. (2020). A high-resolution spatial and temporal on-road vehicle emission inventory in an Iranian metropolitan area, Isfahan, based on detailed hourly traffic data. Atmospheric Pollution Research, 11(9), 1598-1609.

Ghaffarpasand, O., Talaie, M. R., Ahmadikia, H., TalaieKhozani, A., Shalamzari, M. D., & Majidi, S. (2021). How does unsustainable urbanization affect driving behavior and vehicular emissions? Evidence from Iran. Sustainable Cities and Society, 72, 103065.

Hirahara, Y., Rosnay, P. D., & Arduini, G. (2020). Evaluation of a microwave emissivity module for the snow-covered area with CMEM in the ECMWF integrated forecasting system. Remote Sensing, 12(18), 2946.

Jamshidi Kalajahi, M., Khazini, L., Rashidi, Y., & Zeinali Heris, S. (2020). Development of reduction scenarios based on urban emission estimation and dispersion of exhaust pollutants from light duty public transport: case of Tabriz, Iran. Emission Control Science and Technology, 6, 86-104.

Kii, M. (2020). Reductions in CO2 emissions from passenger cars under demography and technology scenarios in Japan by 2050. Sustainability, 12(17), 6919.

Le Hong, Z., & Zimmerman, N. (2021). Air quality and greenhouse gas implications of autonomous vehicles in Vancouver, Canada. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 90, 102676.

Leung, K. W. (2019). Development and assessment of high-resolution vehicle emission inventory in Hong Kong (Doctoral dissertation).

Li, X., Hu, Z., Cao, J., & Xu, X. (2022). The impact of environmental accountability on air pollution: A public attention perspective. Energy Policy, 161, 112733.

Mądziel, M., Campisi, T., Jaworski, A., & Tesoriere, G. (2021). The development of strategies to reduce exhaust emissions from passenger cars in Rzeszow Poland. a preliminary assessment of the results produced by the increase of e-fleet. Energies, 14(4), 1046.

Sanches, M. F., Oliveira, M. V. R., Ciceri, O. J., Ladeira, L. Z., Garcia, I. C., Da Fonseca, N. L., & Villas, L. A. (2021, July). EFIS-Ecological Fuel-consumption Intelligent System. In 2021 17th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS) (pp. 117-123). IEEE.

Shahbazi, H., Reyhanian, M., Hosseini, V., & Afshin, H. (2016). The relative contributions of mobile sources to air pollutant emissions in Tehran, Iran: An emission inventory approach. Emission control science and technology, 2, 44-56.

Singh, H., & Kathuria, A. (2021). Analyzing driver behavior under naturalistic driving conditions: A review. *Accident Analysis & Prevention*, *150*, 105908.

Suarez-Bertoa, R., Valverde, V., Clairotte, M., Pavlovic, J., Giechaskiel, B., Franco, V., ... & Astorga, C. (2019). On-road emissions of passenger cars beyond the boundary conditions of the real-driving emissions test. Environmental research, 176, 108572.

Wondifraw, B. A., Lemma, D. G., & Aschalwe, E. T. (2018). Estimation of Exhaust Emission from Road Transport using COPERT Software.

Yu, Z., Li, W., Liu, Y., Zeng, X., Zhao, Y., Chen, K., ... & He, J. (2021). Quantification and management of urban traffic emissions based on individual vehicle data. Journal of Cleaner Production, 328, 129386.

Zhong, M., Saikawa, E., Avramov, A., Chen, C., Sun, B., Ye, W., & Panday, A. K. (2019). Nepal Ambient Monitoring and Source Testing Experiment (NAMaSTE): emissions of particulate matter and sulfur dioxide from vehicles and brick kilns and their impacts on air quality in the Kathmandu Valley, Nepal. Atmospheric Chemistry and Physics, 19(12), 8209-8228.

Zhou, Z., Tan, Q., Liu, H., Deng, Y., Wu, K., Lu, C., & Zhou, X. (2019). Emission characteristics and high-resolution spatial and temporal distribution of pollutants from motor vehicles in Chengdu, China. Atmospheric Pollution Research, 10(3), 749-758.

نسخه پیش انتشار

# Comparison of the real emissions of domestic passenger cars with the IVE model

**Maryam saberiyansani, Yousef Rashidi‡ and Seyed Hossein Hashemi**

Department of Environmental Technologies, Research Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

**Introduction**: Estimating the production of air pollution from mobile and stationary sources is one of the main pillars of air quality management, and considering the performance of cars in different conditions, calculating the amount of emissions of pollutants from mobile sources is one of the challenges of compiling the emission list. The international vehicle emission modeling software (IVE) is used in the studies of compiling the country's air pollution emission list.

**Materialand methods**: In this research, in order to investigate the deviation of the model values from the reality, a comparison between the IVE model and the emission measurement of domestic passenger cars at 0 km in the ISQI laboratory dynamometer chassis test based on the Euro 4 emission standard and the New European Driving Cycle (NEDC) has been carried out.

**Results and discussion**: Comparison of domestic car dynamometer chassis test emission data for three important gases, NOx, CO, HC, with emission results modeled by IVE model showed different values, except for one case in NOx emission, where the model was equal to the Quick car, so that NOX emission It was in the range of 0.01 to 0.05, and the model showed the number of 0.03, and in the case of CO, it was in the range of 0.26 to 0.96, which the model showed the number of 0.48, and also HC is in the range of 0.03 to 0.08, which the model results are equal to 0.03

**Conclusion**: Based on the comparison of the results, although the IVE model is somewhat close to reality, relying on the hypothetical conditions to estimate the amount of passenger car pollutants is unreliable, and the results of the model cannot be considered a correct estimate of the emissions, but by applying appropriate correction coefficients for each The car is usable.

**Keywords:** Air pollution, IVE model, motor vehicles, NEDC cycle, dynamotor chassis.

نسخه پیش انتشار

‡ Corresponding Author*: Email Address*. y_rashidi@yahoo.com