



Comparison of the Real Emissions of Domestic Passenger Cars with the IVE Model

Received: 2023.02.04

Accepted: 2023.06.24

Maryam SaberiYansani, Yousef Rashidi,*  Seyed Hossein Hashemi

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

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Air quality management and pollution control from mobile and stationary sources are of paramount importance from both environmental and human health perspectives. One key aspect in this regard is estimating air pollution emissions from vehicles and other mobile sources. Due to the diverse performance of vehicles under different conditions, estimating these emissions poses significant challenges for researchers and industry professionals alike. Hence, the use of accurate and reliable tools for such estimations is essential. The International Vehicle Emissions (IVE) modeling software is one of the main tools used in the development of emission inventories for air pollution studies in many countries.

Material and Methods: This study compared IVE model data and measured emissions from zero-kilometer internal combustion engine passenger vehicles to examine the deviation of model values from reality. These measurements were performed using a chassis dynamometer test at ISQI laboratory, following the Euro 4 emission standard and the New European Driving Cycle (NEDC).

Results and Discussion: The comparison of emission data obtained from the chassis dynamometer test of internal combustion engine vehicles with those modeled by IVE revealed differences in emission levels, particularly notable for nitrogen oxides (NO_x). These disparities indicate that the IVE model may not accurately represent reality and requires necessary adjustments.

Conclusion: Managers and decision-makers in air quality and environmental management should carefully consider the results of research and experiments in this field. Analysis of emission levels indicates that the IVE model, in some cases, may not closely reflect reality and relying on hypothetical conditions for estimating pollutant levels is unreliable. Improvements to the IVE model are necessary to enhance the accuracy of these estimations, contributing to better assessment quality and improved performance in air quality and environmental management. Developing data-driven and transparent approaches and solutions holds significant importance in this regard and can lead to considerable improvements in air quality management and pollution reduction efforts.

Keywords: Air pollution, IVE model, Motor vehicles, NEDC cycle, Dynamotor chassis

How to cite this article:

SaberiYansani, M., Rashidi,
Y. and Hashemi, S.H., 2024.
Comparison of the Real
Emissions of Domestic
Passenger Cars with the IVE
Model. Environ. Sci. 22(1):
39-52

* Corresponding Author Email Address: y_rashidi@sbu.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2023.1252




Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

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



تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳

مریم صابریان ثانی، یوسف رشیدی* , سید حسین هاشمی

چکیده مبسوط

سابقه و هدف: از دیدگاه محیط زیست و سلامت انسان‌ها، مدیریت کیفیت هوا و کنترل آلودگی از منابع متحرک و ثابت از اهمیت بسزایی برخوردارند. یکی از ابزارهای کلیدی در این زمینه، برآورد تولید آلودگی هوا از خودروها و سایر منابع متحرک است. با توجه به تنوع در عملکرد خودروها در شرایط مختلف، این برآورد چالش‌های زیادی را برای محققان و صنعتگران ایجاد می‌کند. بنابراین، استفاده از ابزارهای دقیق و قابل اعتماد برای انجام این برآوردها بسیار ضروری است. در مطالعات تدوین فهرست انتشار آلودگی هوای کشور، از نرم‌افزار بین‌المللی مدل‌سازی انتشار وسایل نقلیه (IVE) به‌عنوان یکی از ابزارهای اصلی برای انجام این برآوردها استفاده می‌شود.

مواد و روش‌ها: برای بررسی دقیق‌تر مقادیر انتشار آلاینده‌ها، در این پژوهش، مقایسه‌ای بین داده‌های مدل IVE و داده‌های اندازه‌گیری شده از انتشار خودروهای سواری داخلی با صفر کیلومتر انجام شده است. این اندازه‌گیری‌ها با استفاده از آزمایش شاسی دینامومتر آزمایشگاه ISQI و با استفاده از استانداردهای آلاینده‌ی یورو چهار و چرخه رانندگی جدید اروپا (NEDC) صورت گرفته است.

نتایج و بحث: مقایسه داده‌های انتشار آزمایش شاسی دینامومتر خودروهای داخلی با داده‌های مدل‌سازی شده توسط IVE نشان می‌دهد که در برخی موارد، مقادیر انتشار متفاوتی مشاهده می‌شود. برای مثال، برای اکسید نیتروژن، اختلاف‌های قابل توجهی در مقادیر انتشار مشاهده شده است که نشان می‌دهد مدل IVE به واقعیت نزدیک نیست و نیاز به اصلاحات لازم را دارد.

نتیجه‌گیری: مدیران و تصمیم‌گیرندگان در زمینه کیفیت هوا و محیط زیست باید با دقت به نتایج تحقیقات و آزمایشات در این زمینه توجه کنند. بر اساس تحلیل مقادیر انتشار، مشخص شد که مدل IVE، در برخی موارد، به واقعیت نزدیک نیست و اتکا بر شرایط فرضی برای برآورد مقادیر آلاینده‌ها غیر قابل اعتماد است. برای بهبود دقت در این برآوردها، اصلاحاتی در مدل IVE لازم است که این اقدامات می‌تواند به بهبود کیفیت ارزیابی و بهبود عملکرد در مدیریت کیفیت هوا و محیط زیست کمک کند. توسعه رویکردها و راهکارهای مبتنی بر داده‌های دقیق و شفاف، اهمیت زیادی در این زمینه دارند و می‌توانند بهبود قابل توجهی در مدیریت کیفیت هوا و کاهش آلودگی هوا داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، مدل IVE، وسایل نقلیه موتوری، سیکل NEDC، شاسی دینامومتر

استناد به این مقاله: صابریان

ثانی، م.، ی. رشیدی و س.ح. هاشمی. ۱۴۰۳. مقایسه انتشار واقعی

آلاینده های ناشی از خودروهای

سواری داخلی با مدل IVE.

فصلنامه علوم محیطی. ۲۲(۱):

۳۹-۵۲

* Corresponding Author Email Address: y_rashidi@sbu.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2023.1252



مقدمه

می‌توان به مدل انتشار منابع متحرک (MOBILE) (Leung, 2019)، مدل انتشار جامع مدال (CMEM) (Hirahara *et al.*, 2020)، مدل انتشار بین‌المللی خودرو (IVE) (Cuba *et al.*, 2021) مدل محاسبه انتشار ناشی از حمل و نقل جاده ای (COPERT) (Ali *et al.*, 2021) و شبیه‌ساز انتشار خودرو (MOVES) (Le Hong *et al.*, 2021) اشاره کرد. این مدل‌ها منعکس‌کننده 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 (Ghaffaripasand *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 اندازه‌گیری واقعی انتشار با استفاده از آزمایش شاسی دینامومتر خودروهای صفر کیلومتر بر اساس استاندارد آلودگی یورو چهار و چرخه رانندگی جدید اروپا (NEDC) است.

مواد و روش‌ها

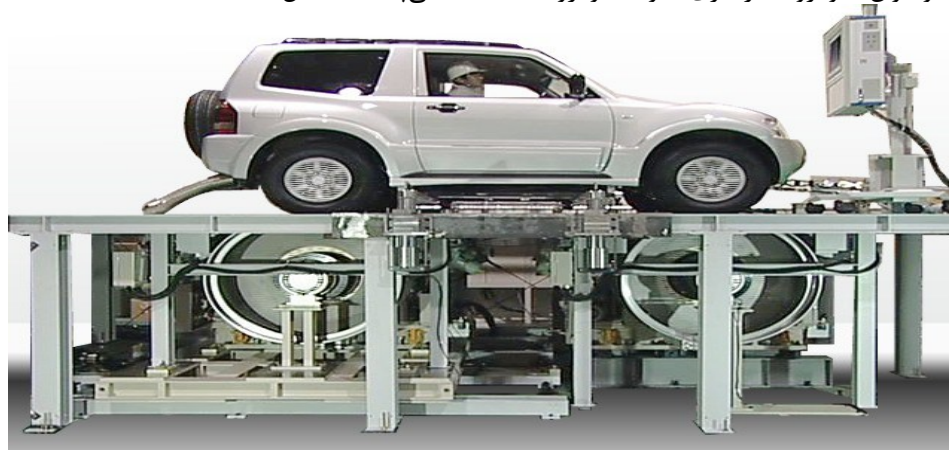
آزمایش شاسی دینامومتر

دستگاه شاسی دینامومتر یک وسیله برای شبیه‌سازی حرکت خودرو در شرایط مختلف است. در این روش خودرو ثابت است و غلتک‌هایی حرکت خودرو را بروی چرخ‌ها شبیه

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 NO_x، اجزای فرار آلی بدون متان (NMVOCs)، انتشار CO₂، PM₁₀ و PM_{2.5} دارد و بخش حمل و نقل ۲۳ درصد از انتشار CO₂ 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 مسئول ۴۰/۳ 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 مهمی از داده‌ها برای جمع‌آوری و مدل‌سازی انتشارات خودرویی در موقعیت‌های مختلف هستند (Mądział *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 آلودگی، 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 استراتژی‌های 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

رعایت شرایط خاصی روی شاسی دینامومتر قرار گرفته و آزمایشگر، سیکل رانندگی مورد نظر را بر روی دینامومتر می‌پیماید (شکل ۱).

سازی می‌کند. استفاده از شاسی دینامومتر این امکان را فراهم می‌کند تا بصورت همزمان انتشار آلاینده‌ها به همراه مصرف سوخت و توان خودرو اندازه‌گیری شود. خودرو با

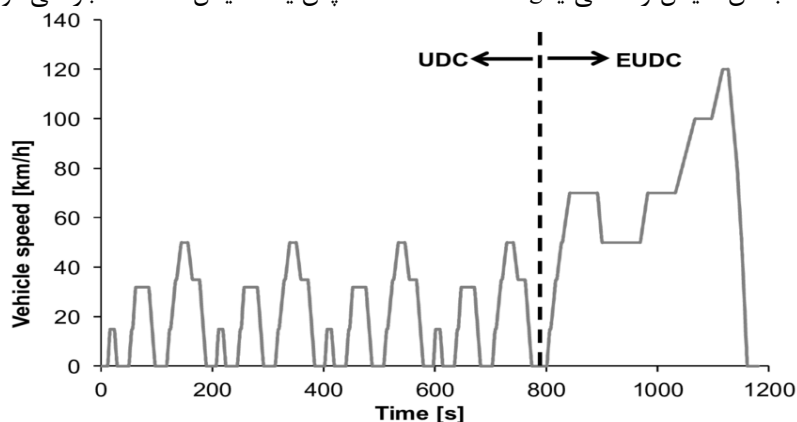


شکل ۱- آزمایش شاسی دینامومتر

Fig. 1- Dynamometer chassis test

Cycle گفته می‌شود. در طی انجام سیکل رانندگی گازهای خروجی از اگزوز جمع‌آوری شده و در انتهای سیکل مقدار آن‌ها اندازه‌گیری و محاسبه می‌شود. در صورتی که میزان گازهای آلاینده در طول سیکل از محدوده‌ای که استاندارد مشخص کرده است کمتر باشد، اصطلاحاً گفته می‌شود خودرو استاندارد آلاینده‌گی را پاس کرده است. در این تحقیق خودرو های سواری داخلی شامل: پژو ۲۰۶، سمند، تیبا، تیبا ۲، پژو 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).

از زمانی که مسئله 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 آلاینده‌گی خودروها از قبیل استاندارد ژاپنی، امریکایی و اروپایی تدوین شده است. کشور ما از استاندارد آلاینده‌گی 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 آلاینده‌گی یک سیکل مشخص رانندگی وجود دارد که به آن سیکل رانندگی یا Driving



شکل ۲- نمایی از سیکل NEDC

Fig. 2- A view of the NEDC cycle (Kiyakli, 2018)

جدول ۱- شرایط آزمایش شاسی دینامومتر

Table 1. Dynamometer chassis test conditions

| توضیح Description | عنوان Title |
|---|---|
| شرکت ISQI در منطقه ای پل کردان تهران (مرکز آزمایش شاسی دینامومتر خودرو ها ی صنایع خودروسازی مختلف) Bridge area of Tehran (dynamometer chassis Kordan the ISQI company in testing center for various automotive industries) | مرکز آزمایش شاسی دینامومتر Dynamometer chassis test center |
| سال های 2020- 2015 2005-2020 | نتایج آزمایش اسال Test results/year |
| ۱۴۲۷ متر 1427 meters | ارتفاع محل آزمایش The height of the test site |
| ۸ ساعت 8 hours | مدت زمان توقف خودرو در اتاق SOAK Duration of car stop in SOAK room |
| ۲۰-۳۰ درجه سلسیوس 20-30 degrees Celsius | دمای اتاق SOAK SOAK room temperature |
| ۲۵ درجه سلسیوس 25 degrees Celsius | دمای حین آزمایش The temperature during the test |
| ۵۰ درصد 50 percent | رطوبت محیط Ambient humidity |
| ۳۳.۷۳ کیلومتر بر ساعت 33.73 km/h | سرعت متوسط average speed |
| NOX ,CO ,HC | انتشارات مورد بررسی Publications under review |
| ۱۱ کیلومتر 11 km | مسافت سیکل cycle distance |
| ۱ One | تعداد استارت 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 می کند و به عنوان تلاش مشترک دانشگاه کالیفرنیا در ریورساید، کالج مهندسی - مرکز تحقیقات و فناوری محیطی (CE-CERT) توسعه یافته است. طبق تحقیقات سیستم های 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 مخصوص خودرو (VSP) و استرس موتور برای بدست آوردن ضرایب اصلاحی ذکر شده استفاده می کند (Yu, Li et al., 2021). VSP تابعی از سرعت لحظه ای، تغییر ارتفاع، وزن وسیله نقلیه، ضریب پسا و چگالی هوا است (Sanchez et al., 2021). فرآیند تخمین انتشار در مدل حاصل ضرب نرخ انتشار پایه برای هر فناوری در هر یک از ضرایب تصحیحات است. عوامل تصحیح را می توان به چند دسته طبقه بندی کرد که در جدول ۲ شرح داده شده است (Alipourmohajer et al., 2019).

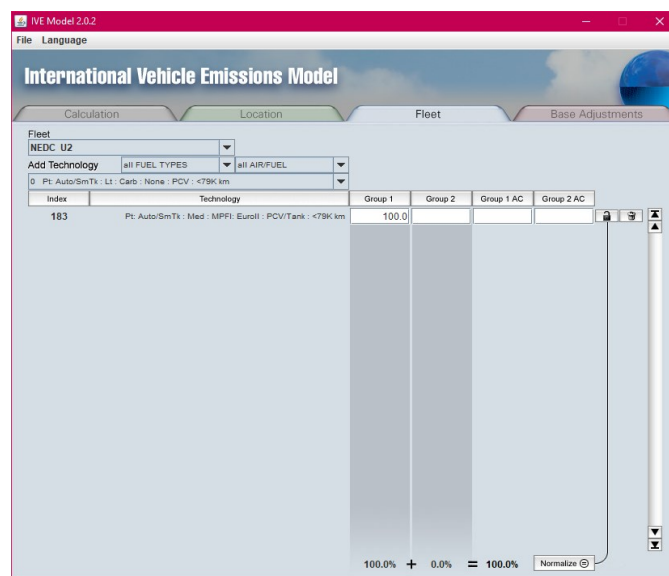
جدول ۲- پارامترهای محاسبه انتشار در مدل IVE

Table 2. Parameters to calculate emissions in IVE Model

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

مدل آورده شده است که ۱۳۷۲ مورد از آن از پیش تعریف شده و باقیمانده می تواند توسط کاربر تعریف شود. در هر فناوری شش مورد از ویژگی ها شامل اندازه خودروها (هفت حالت)، نوع سوخت (پنج حالت)، کاربری خودرو (سه حالت)، سیستم سوخت رسانی (سه حالت)، سیستم کنترل بخارات (متغیر) و سیستم کنترل خروجی اگزوز (متغیر) و سیستم کنترل خروجی اگزوز (متغیر) می باشد در شکل ۳ صفحه مربوط به ناوگان در نرم افزار IVE آورده شده است.

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



شکل ۳- صفحه مشخصات ناوگان در IVE

Fig. 3- Fleet profile page in IVE

حضور در هر بین، مسافت کل طی شده و سرعت متوسط، اطلاعات مربوط به درصد استارت خودرو در هر بین (تعداد استارت‌های زده و مقدار زمان گذشته از آن به منظور محاسبه انتشار آلاینده‌گی ناشی از استارت سرد) را در نظر می‌گیرد در شکل ۴ صفحه مربوط به داده های مکان در نرم افزار IVE آورده شده است.

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 مقدار ترکیبات اکسیژن دار و... ترکیب ناوگان وسایل نقلیه مورد استفاده در منطقه مورد بررسی، اطلاعات مربوط به الگوی رانندگی مانند درصد زمانی

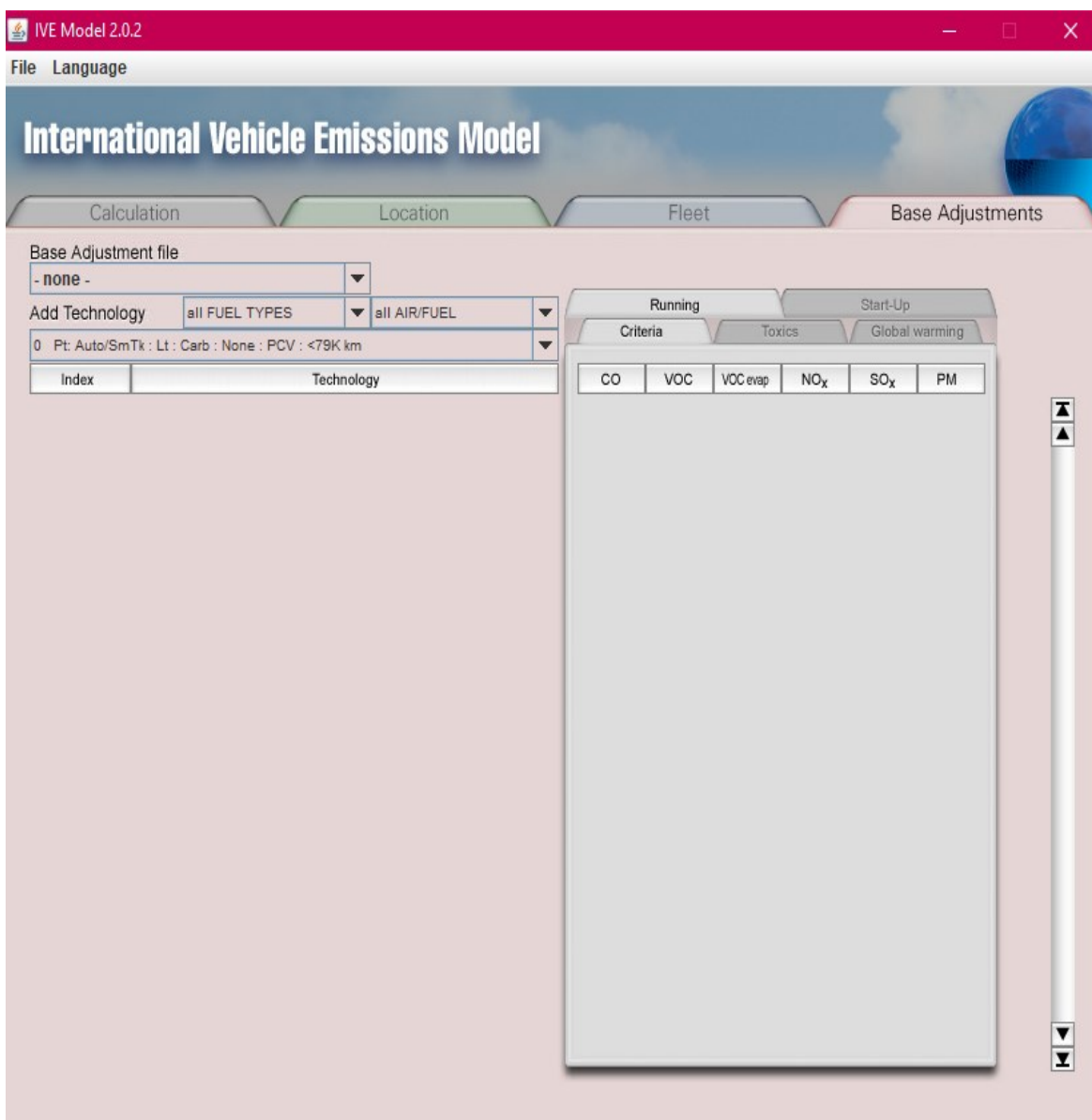
The screenshot shows the 'Location' tab of the IVE Model 2.0.2 software. The 'Location' dropdown is set to 'TEHRAN(NEDC)'. The 'Fleet' dropdown is set to 'NEDC U2'. The 'Base Adjustment' dropdown is set to '- none -'. The 'Day' is '09', 'Month' is 'February', and 'Year' is '2022'. The 'Day of the week' is 'Wednesday'. The 'Altitude' is '1427.0 meters'. The 'I/M Class' is 'none'. The 'A/C Use at 27°C (80°F)' is set to '0.0 %'. The 'Road Grade' is set to '0.0 %'. The 'Fuel Characteristics' section shows 'Gasoline' as 'moderate/premixed' and 'Diesel' as 'moderate'. The 'Sulfur (S)' is 'moderate (300ppm)' for gasoline and 'moderate (500ppm)' for diesel. The 'Lead (Pb)' is 'none'. The 'Benzene' is 'moderate (1.50%)'. The 'Oxygenate' is '2%'. The 'Hour' is '0:00/all ...'. The 'Driving Characteristics' section shows 'Humidity' at '50.0 %', 'Temperature' at '25.0 °Celsius', 'Distance/Time' at '11.0 kilometers', and 'Start-ups' at '1.0'. The 'VSP Bin' distribution table is shown with an 'Average Velocity' of '34.0 km/hr'. The 'Total' spec. power distribution is '0.98 %' and the 'Total' soak time distribution is '100.0 %'.

شکل ۴ - صفحه داده های مکان در نرم افزار IVE

Fig. 4- Location data page in IVE software

می‌توان از اندازه گیری‌های انتشار محلی استفاده کرد در شکل ۴ صفحه تنظیمات پایه در مدل IVE آورده شده است.

بخش تنظیمات پایه (Base adjustments) در مدل IVE، فناوری تعریف نشده در مدل ارائه داده است که برای اصلاح عوامل انتشار پایه و بهبود محاسبات



شکل ۵- صفحه تنظیمات پایه در مدل IVE

Fig. 4- Basic settings page in IVE mode

خودروهای سواری داخلی از سالهای ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ بر اساس اندازه گیری‌های موجود شرکت ISQI تهیه شده است که در جدول ۳ آورده شده است. تعداد خودروهای مورد بررسی در آزمایش شاسی دینامومتر وابسته به تیراژ تولید و نتایج نمونه‌ها در نظر گرفته می‌شود که برای خودروهای پژو ۲۰۶، سمند، تیبا، تیبا ۲، پژو ۴۰۵، سایپا، کوییک، شاهین با ترتیب ۹، ۵، ۱۸، ۲۸، ۱۰، ۴۸، ۶۰، ۵۰ تعداد بوده است.

پس از تکمیل اطلاعات مربوط به مکان، غلظت CO، VOC، SOx، NOx و PM و همچنین آلاینده‌های 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 دیناموتر

در این بخش نتایج آزمایش شاسی دیناموتر برای برخی

جدول ۳- 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 |
| تیبیا 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 |
| تیبیا ۲ Tiba2 | 2015 | — | 0.022 | 0.093 | 0.583 |
| | 2016 | — | 0.026 | 0.067 | 0.476 |
| | 2017 | — | 0.020 | 0.068 | 0.453 |
| | 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 |
| پژو 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 |

موجود در پایگاه داده IVE، بر اساس نوع و ظرفیت فن آوری موتور و وسیله نقلیه تعیین می شود و سطوح انتشار وسایل نقلیه در مدل IVE قابل اندازه گیری است. گزینه های تکنولوژی مورد استفاده در خودروها به شرح زیر انتخاب شدند:

| تکنولوژی Technology | Petrol, MPFI |
|------------------------|-------------------------------|
| | Pt: Auto / Sm T k: Med: MPFI: |
| شاخص | Euro II: PCV / Tank: 79km |
| index | Euro III: PCV / Tank: 79km |
| | 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 می دهد که به طور خلاصه در جدول ۴ آورده شده است مهم است:

جدول ۴- ویژگی های سوخت در نرم افزار IVE

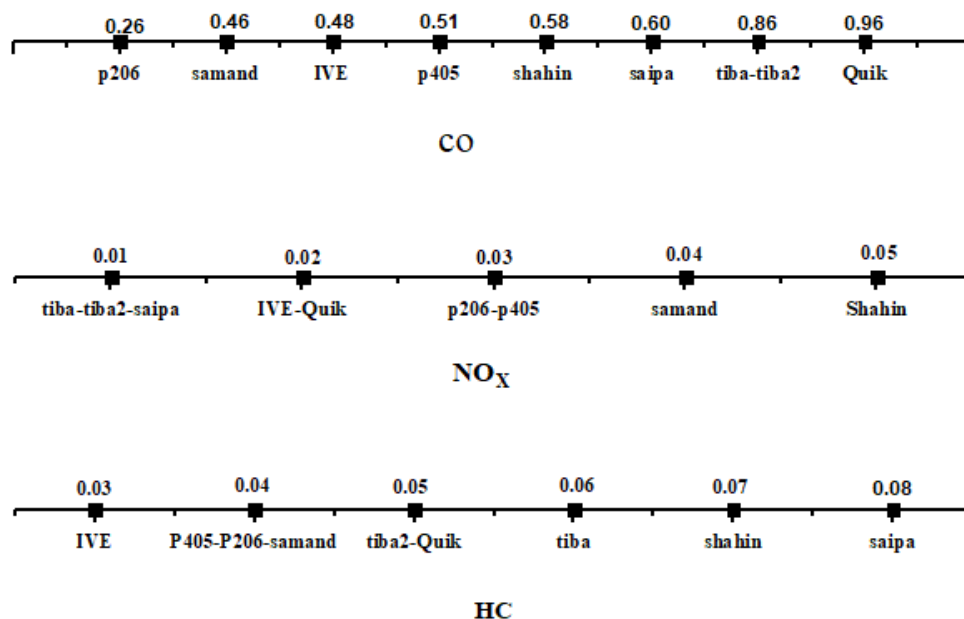
Table 4. Fuel characteristics in IVE software

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

جدول ۵- نتایج محاسبه انتشار خودروهای سواری در مدل IVE

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

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



شکل ۶ - مقایسه مدل و آزمایش شاسی دینامومتر
Fig. 6- Comparison of model and dynamometer chassis test

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

نتیجه گیری

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

آلاینده CO

۱/۶) * انتشار خودروی پژو ۲۰۶ = انتشار مدل
۱/۴) * انتشار خودروهای سمند = انتشار مدل
۰/۹) * انتشار خودروهای پژو ۴۰۵ = انتشار مدل
۰/۸) * انتشار خودروهای سایپا و شاهین = انتشار مدل
۰/۵) * انتشار خودروهای تیا، تیا ۲ و کوئیک = انتشار مدل

آلاینده NO_x

(انتشار خودروی کوئیک) = انتشار مدل

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

نتیجه گیری

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

آلاینده CO

۱/۶) * انتشار خودروی پژو ۲۰۶ = انتشار مدل
۱/۴) * انتشار خودروهای سمند = انتشار مدل
۰/۹) * انتشار خودروهای پژو ۴۰۵ = انتشار مدل
۰/۸) * انتشار خودروهای سایپا و شاهین = انتشار مدل
۰/۵) * انتشار خودروهای تیا، تیا ۲ و کوئیک = انتشار مدل

آلاینده NO_x

(انتشار خودروی کوئیک) = انتشار مدل

شد گویاست که اگرچه مدل IVE تا حدودی به نتایج واقعی نزدیک است ولی نمی توان نتایج این مدل را به طور مستقیم بعنوان برآورد صحیحی از انتشارات مطرح کنیم اما قطعاً 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.

سپاسگزاری

این پژوهش بدون حمایت مالی هیچ نهاد و یا سازمانی انجام شده است.

پی نوشت

¹ Vehicle Specific Power/ Engine Stress

References

Ali, M., Kamal, M.D., Tahir, A. and Atif, S., 2021. Fuel consumption monitoring through COPERT model—A case study for urban sustainability. *Sustainability*. 13(21),11614. DOI:10.3390/su132111614.

Alipourmohajer, S., Rashidi, Y. and Atabi, F., 2019. Verification of IVE model for SAIPA Co. Fleet Emission. *Pollution*. 5(2), 235-245. DOI: 10.22059/POLL.2018.256405.431.

Bernard, Y., Tietge, U., German, J. and 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. and Atkinson, O., 2016. High-mileage light-duty fleet vehicle emissions: Their potentially overlooked importance. *Environmental Science and Technology*. 50(10), 5405-5411. DOI:10.1021/acs.est.6b00717.

Cuba, C., Cuba, R., Arroyo, V., & Morales, J. (2021). 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(1), p. 012003. IOP Publishing.

Dong, Y. and Xu, J., 2020. Estimation of vehicle carbon emissions in China accounting for vertical curve effects. *Mathematical Problems in*

تست شاسی دینامومتر خودروهای صفر کیلومتر داخلی و انتشار مدل در شرایط یکسان پرداختیم. مطالعات بسیاری در زمینه مدل سازی انتشار خودروها توسط مدل IVE در شهرهای مختلف ایران انجام گرفته است و سازمان محیط زیست نیز برای تهیه سیاهه انتشار از مدل IVE استفاده می کند. مدل IVE، نسبت به مدل های مشابه مشخصات انواع بیشتری از خودروهای سواری را داراست همچنین 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

منابع

Engineering. 20(2). 1-20. DOI:10.1155 /2020/1595974.

Ghaffarpassand, O., Talaie, M.R., Ahmadikia, H., Khozani, A.T. and 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. DOI: 10.1016/j.apr.2020.05.014.

Ghaffarpassand, O., Talaie, M.R., Ahmadikia, H., Talaie Khozani, A., Shalamzari, M.D. and Majidi, S., 2021. How does unsustainable urbanization affect driving behavior and vehicular emissions? Evidence from Iran. *Sustainable Cities and Society*. 72, 103065. DOI: 10.1016/j.scs.2021.103065.

Hirahara, Y., Rosnay, P.D. and 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), 29-46.

DOI: 10.3390/rs12182911.

Jamshidi Kalajahi, M., Khazini, L., Rashidi, Y. and 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. DOI: 10.1007/s40825-020-00177-1.

- Kii, M., 2020. Reductions in CO2 emissions from passenger cars under demography and technology scenarios in Japan by 2050. *Sustainability*. 12(17), 6919. DOI: 10.3390/su12176919.
- Le Hong, Z. and Zimmerman, N., 2021. Air quality and greenhouse gas implications of autonomous vehicles in Vancouver, Canada. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 90, 102676. DOI: 10.1016/j.trd.2021.102676.
- Leung, K.W., 2019. Development and assessment of high-resolution vehicle emission inventory in Hong Kong (Doctoral dissertation).
- Li, X., Hu, Z., Cao, J. and Xu, X., 2022. The impact of environmental accountability on air pollution: A public attention perspective. *Energy Policy*. 161, 112-733.10. DOI: 1016/j.enpol.2022.112733.
- Mądział, M., Campisi, T., Jaworski, A. and Tesoriere, G., 2021. The development of strategies to reduce exhaust emissions from passenger cars in Rzeszow city—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. and 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. DOI:10.1109/DCOSS52099.2021.00027.
- Shahbazi, H., Reyhanian, M., Hosseini, V. and 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. and Kathuria, A., 2021. Analyzing driver behavior under naturalistic driving conditions: A review. *Accident Analysis and Prevention*. 150, 105908. DOI: 10.1016/j.aap.2021.105908.
- Suarez-Bertoa, R., Valverde, V., Clairotte, M., Pavlovic, J., Giechaskiel, B., Franco, V. and Astorga, C., 2019. On-road emissions of passenger cars beyond the boundary conditions of the real-driving emissions test. *Environmental research*, 176, 108572. DOI: 10.1016/j.envres.2019.108572.
- Wondifraw, B. A., Lemma, D. G. and 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. and He, J., 2021. Quantification and management of urban traffic emissions based on individual vehicle data. *Journal of Cleaner Production*. 328, 129-386. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.129386.
- Zhong, M., Saikawa, E., Avramov, A., Chen, C., Sun, B., Ye, W. and 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. DOI: 10.5194/acp-19-8209-2019.
- Zhou, Z., Tan, Q., Liu, H., Deng, Y., Wu, K., Lu, C. and 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. DOI: 10.1016/j.apr.2018.12.010.



*This page is intentionally
right blank.*