

بررسی زیست محیطی صنعت خودروسازی و راه‌های کاهش آلودگی‌های آن

سید سجاد بیدوا^{*1}

sajad.bidva@gmail.com

مرضیه حسن زاده²

چکیده

در دهه‌های اخیر با توجه به رشد سریع شهرنشینی و افزایش جمعیت در شهرها، استفاده از وسایل نقلیه عمومی و خودروهای شخصی روز به روز در حال افزایش است که از پیامدهای آن می‌توان به وابستگی بیشتر به خودرو، سفرهای طولانی، افزایش هزینه‌های حمل‌ونقل و مهمتر از همه مخاطرات زیست محیطی و آلودگی هوا اشاره نمود. استفاده بی‌رویه از خودروها موجب اتلاف انرژی‌های تجدیدناپذیر، بروز اثرات گلخانه‌ای، و ناراضی بودن شهرنشینان از میزان بالای آلودگی‌های صوتی و هوا و در نتیجه آن کاهش کارایی اقتصادی می‌گردد. در این راستا دولت‌ها به منظور کاهش آلودگی وسایل نقلیه، قوانین و استانداردهای مختلفی را تعیین نموده و سازندگان خودرو را ملزم به رعایت آن‌ها کرده‌اند. این الزامات خودروسازان را به جست‌وجو برای یافتن راه‌هایی در جهت کاهش آلودگی‌های زیست محیطی محصولاتشان واداشته و زمینه ظهور فناوری‌های نوین در این صنعت را فراهم کرده است. به همین دلیل توجه به بررسی‌های محیط زیستی در صنایع خودروسازی یکی از فاکتورهای مهم و اساسی به شمار می‌رود. در این پژوهش به بررسی انواع آلودگی‌های ناشی از صنایع خودروسازی و راه‌های عملی برای کاهش این آلودگی‌ها پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: آلودگی‌های زیست محیطی، صنعت خودرو، فناوری‌های نوین، حمل و نقل، سوخت پاک.

Environmental review of the automotive industry and the ways to reduce its pollution

Seyed sajad bidva^{*1}, Marziyeh hasanzadeh²

1- Graduated in Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Shiraz Azad University, Shiraz, Iran

2- Graduate MSc, Department of Chemistry, Faculty of Science, Guilan University, Rasht, Iran

Abstract

In recent decades, with the rapid growth of urbanization and population growth in cities, the use of public transport and personal vehicles has been on the rise, which has many consequences such as greater dependence on the car, long travels, increased transportation costs and most importantly, environmental hazards and air pollution. The Irregular use of cars leads to the loss of irreversible energy, the effects of greenhouse gas, and the dissatisfaction of townspeople of the high levels of noise and air pollution, resulting in a reduction in economic efficiency. In this regard, governments have set various rules and standards for reducing car pollution and the car makers are required to comply with them. These requirements have prompted carmakers to find ways to reduce the environmental pollution of their products and to create new technologies in this industry. Therefore, attention to environmental studies in the automotive industry is one of the most important factors. In this research, we investigate the types of pollution caused by automobile industry and practical ways to reduce these contaminations.

Keywords: Environmental Pollution, Automotive Industry, New Technologies, Transportation, Clean Fuel.

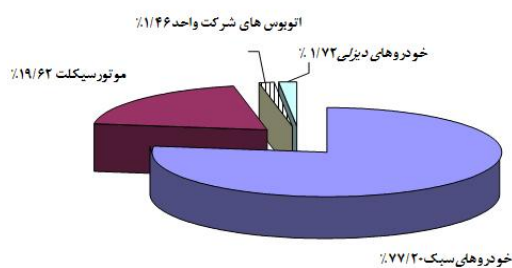
1- کارشناسی مهندسی مکانیک خودرو، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد شیراز، شیراز، ایران
2- کارشناسی ارشد شیمی تجزیه، دانشکده علوم، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

1- مقدمه

هیلداگو و هوینزنگا در پژوهشی تحت عنوان اجرای حمل‌ونقل پایدار در آمریکای لاتین برای توسعه برخی از سیستم‌های حمل‌ونقل و جلوگیری از اثرات منفی رشد بی‌رویه موتوری شدن حمل‌ونقل شهرها، اصول سه‌گانه اجتناب-تغییر-بهبود را پیشنهاد کرده‌اند [5].

از معیارهای پایداری سیستم حمل‌ونقل از لحاظ محیطی می‌توان به این موارد اشاره کرد: مصرف بهینه انرژی سیستم حمل‌ونقل، کاهش انتشار آلاینده‌های هوا؛ مانند NO_x , VO , CO_2 , CO ، کاهش پسماندهای جاده‌ای؛ مانند میزان فرسودگی‌ها و تاپرهای به‌کار رفته در سیستم حمل‌ونقل، کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی؛ مانند بنزین و گازوئیل، کاهش آلودگی صوتی ایجاد شده و کاهش استفاده از زمین برای احداث و توسعه زیرساخت‌های سیستم حمل‌ونقل [6].

با ورود وسایل حمل‌ونقل بنزینی و افزایش انبوه اتومبیل و نیاز روزافزون افراد به آن، آلودگی محیط‌زیست در زمره مسائل ناشی از سامانه‌های حمل و نقل قرار گرفت، به گونه‌ای که امروز سهم عمده‌ای از تغییرات اقلیمی را ناشی از آلاینده‌های تولید شده از وسایل نقلیه می‌دانند. آلودگی‌های ناشی از بخش حمل‌ونقل را می‌توان به سه بخش آلودگی‌های هوا، صوتی و دیداری دسته‌بندی کرد. در شکل 1، سهم گروه‌های مختلف سیستم حمل‌ونقل، در آلودگی منتشره از منابع متحرک در هوای تهران، در سال 1383 نشان داده شده است.



شکل 1: درصد انتشار آلاینده‌ها از گروه‌های مختلف حمل‌ونقل

آلودگی هوا: به جرات می‌توان گفت حمل‌ونقل، عمده‌ترین مصرف‌کننده فرآورده‌های نفتی و عامل بسیار مهم در انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. جدول 1، نشان دهنده روند افزایش میزان انتشار آلاینده‌های بخش حمل‌ونقل در سال‌های اخیر است که هشدار جدی برای توسعه بخش حمل‌ونقل کشور می‌باشد [7].

ایجاد سیستم حمل‌ونقل کامل، منظم و کارآمد از نیازهای مهم در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه می‌باشد. امروزه کشورهایی از لحاظ اقتصادی، سیاسی، فرهنگی در حال رشد هستند که از یک سیستم حمل‌ونقل کارآمد برخوردار باشند. به منظور ایجاد توسعه پایدار در این بخش، باید جنبه‌های منفی و چالش‌های این توسعه را نیز با دقت بررسی نمود. ترافیک یکی از مشکلات اجتماعی در جوامع امروزی و در شهرهای بزرگ و در حال توسعه می‌باشد. در این میان کشورهای در حال توسعه به‌طور جدی‌تری در معرض آلودگی‌های ناشی از ترافیک می‌باشند [1]. در کشورما ایران، به عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه و به خصوص در کلان شهرهای آن افزایش روزافزون تعداد وسایل نقلیه و نیاز به تردد باعث تشدید این معضل گردیده است. با توجه به روند رو به رشد گسترش شهرها و افزایش روزافزون استفاده از خودروهای شخصی مهم‌ترین مسائله‌ای که گریبان‌گیر شهرهای امروزی شده، افزایش آلودگی‌های ناشی از حمل‌ونقل شهری است. با وجود آمارهایی که از مقایسه میزان آلاینده‌های تهران با استانداردهای جهانی صورت می‌گیرد، ادعای دور از واقعیتی نیست اگر اصلی‌ترین مشکل زیست محیطی تهران را مسأله آلودگی هوا بدانیم [2]. میلیون‌ها انسان در طول روز از هوای بسیار آلوده تهران تنفس می‌کنند و در صورت ادامه وضعیت رشد منابع تولید آلودگی، دور نیست زمانی که این مسأله به یک فاجعه بشری تبدیل شود. حاصل مصرف سوخت در بخش‌های مختلف، تولید ذرات و گازهایی است که قرار گرفتن مداوم در معرض آن‌ها مشکلات و عوارض خطرناکی را برای سلامت انسان و سایر موجودات زنده در بردارد و این تنها بخشی از اثرات سوء آلودگی هوا است. تاکنون مطالعات گوناگونی در زمینه حمل‌ونقل پایدار و ارزیابی ابعاد و سیستم‌های آن، صورت گرفته است. زویدگست در پژوهش خود از مدل بهینه‌سازی پویا برای یافتن راه حل بهینه تحت محدودیت‌های اهداف اجتماعی، اقتصادی و محیطی استفاده کرده است [3]. ریچاردسون در مقاله‌ای تحت عنوان حمل‌ونقل پایدار با استفاده از چارچوب‌های تحلیلی، از مدل‌های پویایی سیستم که روابط بین عناصر مختلف را نشان می‌دهند استفاده کرده و با استفاده از تحلیل علت و معلولی، تعامل بین عوامل تأثیرگذار بر حمل‌ونقل پایدار را مشخص کرده است [4].

2-3- مونوکسیدکربن: گاز مونوکسیدکربن که بی‌رنگ، بی‌مزه و بی‌بو است، در شرایط عادی از لحاظ شیمیایی بی‌اثر و طول عمر متوسط آن در اتمسفر حدود 2/5 ماه است. چگالی آن 96/5% هوا است و غیرقابل حل در آب است. در غلظت‌های زیاد مونوکسیدکربن به علت تمایل زیاد به جذب هموگلوبین (جزیی از خون که مسئولیت انتقال اکسیژن به بافت‌ها و قسمت‌های مختلف بدن را به عهده دارد) می‌تواند در متابولیسم تنفسی انسان به‌طور جدی ایجاد اختلال نماید. علائم مسمومیت CO ممکن است سردرد، سرگیجه، ضعف، تهوع، استفراغ و در نهایت از دست دادن هوشیاری باشد که علائمی شبیه به بیماری‌هایی مانند مسمومیت غذایی یا عفونت‌های ویروسی هستند [11].

2-4- اکسیدهای گوگرد: در مطالعه آلودگی هوا دی‌اکسید-سولفور (SO_2) و تری‌اکسید سولفور (SO_3) بسیار حائز اهمیت می‌باشند. دی‌اکسید سولفور گازی است بی‌رنگ، غیرقابل انفجار که بویی خفه کننده دارد و اسید سولفوریک، دی‌اکسیدسولفور و نمک‌های سولفات موجب نارسایی در غشاهای مخاطی مجاری تنفسی گردیده و گسترش و بروز بیماری‌های مزمن تنفسی بویژه برونشیت ششی را تشدید می‌کند.

2-5- اکسیدهای نیتروژن: دو گازی که در مطالعات آلودگی هوا حائز اهمیت ویژه‌ای هستند، عبارتند از اکسید نیتریک (NO) و دی‌اکسید نیتروژن (NO_2)، که از میان اکسیدهای نیتروژن موجود در اتمسفر بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهند.

2-6- سرب: سرب یک فلز سنگین است که از موتور وسایل نقلیه، مخصوصاً آن‌هایی که از بنزین حاوی تترااتیل سرب استفاده می‌کنند، منتشر می‌شود. ارزیابی سطح سرب در خون مامورین پلیس راهنمایی و رانندگی نشان می‌دهد که مناطق پرتراфик را می‌توان به عنوان منبع آلودگی عنصر سرب در نظر گرفت [12]. سرب در بدن، در خون، استخوان و بافت‌های نرم تجمع می‌یابد و از آن‌جایی که به راحتی از بین نمی‌رود، می‌تواند بر کلیه‌ها، کبد، سیستم عصبی و سایر اندام‌ها تأثیر بگذارد [13].

جدول 1: سهم هریک از منابع آلاینده در کشور

بخش‌های مختلف حمل و نقل	میزان انتشار آلاینده
تردد خودروهای حمل‌ونقل جاده‌ای	47%
حمل‌ونقل هوایی	4/5%
حمل‌ونقل ریلی	3/2%
فعالیت‌های ساختمانی و کارخانه‌ها	32%
سایر	13%

از نظر زیست‌محیطی، آلودگی هوا می‌تواند باعث آسیب جدی محیط زیست به آب‌های زیرزمینی، خاک و هوا شود، همچنین تهدید جدی برای تنوع زندگی است [8]. مطالعات مربوط به ارتباط بین آلودگی هوا و کاهش تنوع گونه‌ها به‌طور واضح اثرات مضر آلودگی‌های محیطی را بر مرگ‌ومیر حیوانات و گونه‌های گیاهی نشان می‌دهد [9]. باران اسیدی، تغییرات دما و تغییرات آب و هوایی جهانی به علت انتشار گازهای گلخانه‌ای به جو، سایر تأثیرات مهم زیست‌محیطی آلودگی هوا است. آلاینده‌های خارج شده از خودروها آثار آبی و بلند مدتی بر محیط زیست می‌گذارند. در ادامه برخی از مهم‌ترین گازهای آلاینده‌ی محیط-زیست خروجی از خودروها بیان می‌شود.

2- آلاینده‌های موجود در هوا

1-1- آلاینده‌های ذره‌ای: آلاینده‌های ذره‌ای بخش مهمی از آلودگی هوا هستند. در یک تعریف ساده، آن‌ها مخلوطی از ذرات موجود در هوا هستند. آلودگی ذرات که بیشتر به عنوان PM_1 شناخته می‌شوند، با بیشترین میزان مرگ و میر ناشی از ریه و قلب مرتبط است که، در اندازه‌های مختلف متفاوت از 2/5 تا $10 \mu m$ ($PM_{2.5}$ تا PM_{10}) متغیر هستند [10].

2-2- هیدروکربن: ترکیبات آلی شامل هیدروژن و کربن همانند مواد تشکیل‌دهنده بنزین و سایر فرآورده‌های نفتی که به‌طور کلی به دو گروه آلیفاتیک و آروماتیک تقسیم می‌شوند. هیدروکربن‌های آروماتیک که از لحاظ بیوشیمیایی و بیولوژیکی فعال و برخی از آن‌ها بالقوه سرطان‌زا هستند، یا از بنزن مشتق شده‌اند و یا به آن مربوط می‌شوند. افزایش میزان ابتلا به سرطان ریه در نواحی شهری به هیدروکربن‌های چند هسته‌ای خارج شده از آگروز اتومبیل‌ها نسبت داده شده است.

¹ Particulate Matter

نیز نشان داده است که ایران سومین کشور آلوده در جهان است که باعث از دست رفتن سالیانه 16 میلیارد دلار از درآمدهای داخلی کشور می‌گردد [19]. بسیاری از برنامه‌های نظارتی برای کاهش آلودگی هوا در شهرهای ایران توسعه یافته‌اند، اما به علت عدم نظارت و استانداردهای فن‌آوری‌های جدید از جمله موارد مربوط به موتورهای خودرو و همچنین تولید غیرمستقیم انرژی، خروجی قابل توجهی وجود نداشته است.

4- راه کارهای عملی برای کاهش آلودگی هوا

4-1- استفاده از سوخت‌های پاک

به این منظور استانداردسازی سوخت خودروها و همچنین یافتن منبع جدید انرژی برای موتورهای وسایل نقلیه توجه زیادی را به خود جلب کرده است، زیرا بخش بزرگی از انتشار گازها، از آگزوز خودرو، به ویژه آن دسته از خودروهایی است که از دیزل و بنزین استفاده می‌کنند. استفاده از منابع تمیز دیگر انرژی مانند گاز طبیعی فشرده¹ و گاز طبیعی مایع²، منافع زیادی دارد. از این‌رو، گسترش بیشتر ایستگاه‌های CNG و LPG در شهرهای بزرگ ایران و تولید بیشتر وسایل نقلیه با استفاده از CNG و LPG توصیه می‌شود [20].

4-2- استفاده از خودروهای هیبریدی³

خودروهای هیبریدی معمولاً تلفیقی از موتور احتراق داخلی خودروهای متداول با باتری و موتور الکتریکی یک خودرو الکتریکی هستند. این تلفیق، انتشارات (گازهای خروجی) اندک، برد عملیاتی و سوخت مصرفی مناسب خودروهای معمول (گازوئیل و بنزین) را عرضه می‌کند و این خودروها هرگز نیاز به اتصال به برق ندارند. این انعطاف‌پذیری ذاتی خودروهای هیبریدی آن‌ها را برای ناوگان حمل‌ونقل و مصرف شخصی مناسب کرده‌است. خودروهای هیبریدی می‌توانند سرعت و مسافت بیشتری نسبت به خودروهای معمول داشته باشند، با این حسن بزرگ که شارژ باتری‌هایش هرگز تمام نمی‌شود. بازدهی این خودروها بسیار بالا بوده و میزان تولید آلودگی‌شان کاهش یافته است. به همین دلیل بسیاری از کارخانه‌ها از سال 1999 تولید خودروهای هیبریدی را به صورت انبوه آغاز کرده‌اند. تفاوت در گازهای خروجی خودروهای الکتریکی

7-2- سایر آلودگی‌های هوا: از دیگر آلاینده‌های مهم هوا که به عنوان ترکیبات سرطان زا و محرک ژنتیک شناخته می‌شوند و بر این اساس سبب بروز و پیشرفت سرطان در انسان می‌گردند می‌توان بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، زایلین، آکنهفن، آکنافایلین، آنتراسن و بنزوپیرن و سایر آلاینده‌های آلی مانند دیوکسین‌ها را نام برد که به طور کامل توسط فرایندهای صنعتی و فعالیت انسان تولید می‌شوند [14]. در جدول 2 سطح استاندارد برخی از آلاینده‌های معمول هوا، ارائه شده است.

جدول 2: مقدار استاندارد برای آلاینده‌های هوا و منابع انتشار اصلی آنها

سطح استاندارد	زمان متوسط	منبع اصلی انتشار	آلاینده
35 μm^3 150 μm^3	24 ساعت	موتور وسایل نقلیه، فعالیت‌های صنعتی و استعمال دخانیات	PM _{2.5} PM ₁₀
35 mg/m ³	1 ساعت	ذغال سنگ سوخته، فعالیت‌های صنعتی، موتور وسایل نقلیه	CO
75 μm^3	1 ساعت	احتراق سوخت‌ها، ذغال سنگ سوخته	SO ₂
100 μm^3	1 ساعت	احراق سوخت‌ها و آگزوز خودروها	NO ₂
0/15 μm^3	متوسط 3 ماهه	فعالیت‌های صنعتی، ذوب سرب، بنزین‌های حاوی سرب	Pb

3- آلودگی هوا در ایران

آلودگی هوا در ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه، اخیراً باعث به‌وجود آمدن مشکلات عدیده بهداشتی و زیست محیطی شده‌است. براساس گزارشات، کیفیت هوا در ایران، به ویژه در کلان شهر تهران، بسیار ناسالم است و بیشتر شاخص‌های آلودگی، به ویژه شاخص‌های CO و PM بالاتر از استاندارد و در برخی موارد در سطح خطرناک است [15]. برای مثال، بیش از 90 درصد گاز CO به عنوان یک آلاینده مهم هوا توسط وسایل نقلیه موتوری در تهران تولید می‌شود. علاوه بر این، گزارش شده‌است که بیش از 80 درصد از آلودگی هوا در ایران نسبت به وسایل نقلیه موتوری است [16 و 17]. براساس یک گزارش رسمی در سال 2013، آلودگی هوا فقط در تهران باعث حدود 4/460 مرگ و میر شده است [18]. گزارش دیگری

¹ Compressed Natural Gas

² Liquefied Petroleum Gas

³ Hybrid Vehicles

ماشین‌های شخصی تک نفره را کاهش دهد. سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی با استفاده از مترو، تراموا و مسیرهای اتوبوس برق بیشتر نیز یکی دیگر از موارد پرکاربرد در این زمینه می‌باشد. کاهش هزینه‌های افرادی که از این سیستم‌ها استفاده می‌کنند یک راه‌حل بهینه برای کاهش آلودگی هوا است. مردم و دولت‌ها از کاهش آلودگی هوا در بلندمدت، از لحاظ اقتصادی و در موارد مسائل بهداشتی سود می‌برند. در حال حاضر تنها خطوط مترو در تهران، مشهد و اصفهان وجود دارد. متاسفانه تراموا و اتوبوس‌های برق در ایران تاسیس نشده است.

استفاده از دوچرخه نیز در بسیاری از کشورهای پیشرفته دنیا مرسوم شده است. برای سفرهای کوتاه درون شهری این گزینه نسبت به تاکسی و خودرو سالم تر و پایدارتر است. اگر خیابان‌ها امن و راحت باشند، بسیاری از مردم دوچرخه سواری را برای حمل‌ونقل برمی‌گزینند. اشتراکی برای افرادی که دوچرخه شخصی ندارند امکان دوچرخه‌سواری را فراهم می‌کند. دوچرخه یک وسیله نقلیه بی‌صدا و بدون آلودگی است.

5- نتیجه‌گیری

آلودگی هوا، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، تأثیرات عمده‌ای بر سلامت انسان دارد و باعث ایجاد بسیاری از بیماری‌ها و در نتیجه افزایش آمار مرگ و میر می‌گردد. بنابراین، کنترل آلودگی هوا حیاتی است و باید در لیست اولویت‌های دولت باشد. سیاست‌گذاران و قانون‌گذاران در این کشورها باید همه قوانین و مقررات مرتبط با آلودگی هوا را به روز رسانی کنند. هماهنگی بین بخش‌های مختلف مربوط به آلودگی هوا باید توسط یک سازمان حفاظت محیط‌زیستی هدایت شود. بروز یا تشدید آثار منفی و زیانبار در حوزه حمل‌ونقل، در سالیان اخیر مورد توجه اکثر کارشناسان و برنامه‌ریزان قرار گرفته است. کلان‌شهر رشت با رشد سالانه $1/2$ درصدی جمعیت، با حجم ترافیکی بسیار شدیدی مواجه می‌باشد. مسائل و مشکلات پیش آمده برای شهروندان ساکن شهرها به ویژه شهرهای بزرگ، جای هیچ شکی را برای ضرورت حمل‌ونقل پایدار، باقی نمی‌گذارد. سیستم‌های حمل‌ونقل پایدار، شرایطی را فراهم می‌کند تا همه مردم به فرصت‌های اقتصادی و اجتماعی برابر برای یک زندگی معنادار دسترسی داشته باشند. اما برای برنامه‌ریزی بهتر در این حوزه لازم است ابتدا وضعیت پایداری یا ناپایداری سیستم‌های حمل‌ونقل موجود یا برنامه‌ریزی شده،

هیبریدی بستگی به خودرو و پیکربندی اجزای آن دارد ولی به‌طور کلی خودروهای هیبریدی گازهای خروجی کمتری نسبت به خودروهای معمولی دارند چرا که در موتور این خودروها یک موتور الکتریکی به همراه یک موتور احتراق داخلی دارد و موتور الکتریکی در بسیاری از مواقع جبران کننده موتور احتراق داخلی است، بنابراین مصرف سوخت و گازهای خروجی کاهش می‌یابد، در ضمن این خودروها قادرند فقط با موتور الکتریکی کار کنند که باعث کاهش آلودگی می‌شود.

3-4- فناوری نوین برای کاهش وزن خودرو

سبک‌سازی و یک‌پارچه‌سازی سازه‌های خودرو یکی از مؤثرترین راه‌ها برای بهبود وضعیت مصرف سوخت و کاهش آلودگی خودروهای امروزی می‌باشد. کاهش وزن در سازه‌ها جز با ایجاد و به‌کارگیری فناوری‌های نوین در صنایع خودروسازی مسیر نمی‌شود. این فناوری‌ها می‌توانند در زمینه تغییر یا اصلاح مواد به‌کارگرفته در خودرو باشد که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد [21]:

- به‌کارگیری روش‌های نوین تولیدی نظیر هیدروفورمینگ¹ که که قابلیت تحمل بار اعضاء سازه‌ای را با امکان ایجاد اشکال هندسی پیچیده‌تر فراهم می‌کند.
- امکان توزیع بهینه مواد در سطح سازه خودرو با بهره‌گیری از ورق‌های دوخت شده با جوش².

4-4- گسترش سیستم حمل‌ونقل شهری

از آنجایی که تردد زیاد خودروهای شخصی حرکت حمل‌ونقل عمومی و اتوبوس‌ها را کند می‌کند، شهرها باید به فکر حل این مشکل باشند. حمل‌ونقل عمومی انبوه قابلیت جابه‌جایی سریع و راحت میلیون‌ها مسافر را دارند. از جمله مزیت‌های حمل‌ونقل عمومی می‌توان به سرعت و بهره‌وری بالا، امنیت، کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی، اجرای سریع حمل‌ونقل همگانی، ثبات در ارزش و کاربری زمین، تراکم کمتر ترافیک، حجم قابل توجه در حمل‌ونقل مسافر، هزینه‌های کمتر (هزینه ناشی از مصرف سوخت و استهلاک اتومبیل) و... اشاره نمود.

ایجاد کیفیت بالاتر حمل‌ونقل عمومی برای تشویق جذابیت آن نسبت به وسایل نقلیه شخصی، ایجاد سرویس‌هایی با جذابیت بالا و افزایش سهم حمل‌ونقل عمومی می‌تواند وابستگی به

¹ Hydroforming

² Tailor welded Blanks

5. Hidalgo D, Huizenga C. Implementation of sustainable urban transport in Latin America. *Research in transportation economics*. 2013 Apr 1;40(1):66-77.
6. اسماعیل‌پوراشکا، رضا؛ رضانیان، محمدرحیم؛ نبی‌زاده، ساره، «ارزیابی پایداری سیستم‌های حمل‌ونقل شهری (مطالعه موردی: شهر رشت)»، فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری، شماره هشتم، پاییز 1393، صفحه 17-30.
7. فروزنده، کاظم، «مقایسه اثرات زیست‌محیطی حمل‌ونقل ریلی و جاده‌ای»، راه ابریشم 102، سال چهاردهم، سال 1388.
8. Mellouki A, George C, Chai F, Mu Y, Chen J, Li H. Sources, chemistry, impacts and regulations of complex air pollution: Preface. *Journal of Environmental Science (China)*. 2016 Feb 1; 40:1-2.
9. Camargo JA, Alonso Á. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: a global assessment. *Environment international*. 2006 Aug 1;32(6):831-49.
10. Sadeghi M, Ahmadi A, Baradaran A, Masoudipour N, Frouzandeh S. Modeling of the relationship between the environmental air pollution, clinical risk factors, and hospital mortality due to myocardial infarction in Isfahan, Iran. *Journal of Research in Medical Sciences* 2015; 20:757-62.
11. Ghorani-Azam A, Riahi-Zanjani B, Balali-Mood M. Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 2016; 21:65.
12. Manuela C, Francesco T, Tiziana C, Assunta C, Lara S, Nadia N, Giorgia A, Maria F, Carlotta C, Pia SM, Gianfranco T. Environmental and biological monitoring of benzene in traffic policemen, police drivers and rural outdoor male workers. *Journal of environmental monitoring*. 2012;14(6):1542-50.
13. Farhat AS, Parizadeh SM, Balali M, Khademi GR. Comparison of blood lead levels in 1-7 year old children with and without seizure. *Neurosciences*. 2005 Jul;10(3):210-2.
14. Kameda T, Akiyama A, Toriba A, Tang N, Hayakawa K. Atmospheric formation of hydroxynitropyrenes from a photochemical reaction of particle-associated 1-nitropyrene.

ارزیابی شود. در این پژوهش برخی از مهم‌ترین راه‌کارهای عملی برای کاهش آلودگی‌های ناشی از افزایش وسایل نقلیه پرداخته بررسی شد. استفاده از منابع سوختی پاک مانند CNG و LPG، بهینه کردن مهندسی موتور خودروها، استفاده از خودروهای جدید هیبریدی و فن‌آوری‌های نوین برای ساخت خودروهایی با وزن کمتر، از جمله مهم‌ترین راه‌های مقابله با این آلودگی‌ها می‌باشد. همچنین استفاده از وسایل حمل‌ونقل عمومی مانند قطار شهری، اتوبوس، مونوریل، تاکسی و دوچرخه نقش بسزایی در کاهش آلودگی هوا خواهد داشت.

در انتها باید به این نکته اشاره کرد که با توجه به متفاوت بودن شهرهای کشور از نظر محیطی، فرهنگی، تاریخی، سیاسی، اقتصادی و اجتماعی نمی‌توان بدون در نظر گرفتن این عوامل، استفاده از شیوه خاصی از حمل‌ونقل را برای همه‌ی شهرهای کشور اعمال کرد بلکه باید با توجه به هر یک از عوامل اشاره شده، برای هر شهر از شیوه‌ها و الگوهای متنوع حمل‌ونقلی بهره برد و به تعبیری باید از مهندسی ایرانی استفاده کرد. همان‌طور که اشاره شد حمل‌ونقل شهری امری گسترده و پیچیده است و نیروها و عوامل متعددی در رشد و گسترش آن دخیل هستند. برای کاهش آثار زیست‌محیطی حمل‌ونقل نیز باید از انتخاب روشی منفرد و به دور از واقعیت پرهیز کرد. از این‌رو روش‌های ارائه شده در این مقاله به هیچ‌وجه با یکدیگر تعارض نداشته، بلکه مکمل یکدیگر می‌باشند.

6- منابع

1. شکوهیان، محمد و قاضی نژاد، محمد، «ترافیک و نقش آن در آلودگی محیط زیست»، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، 14 تا 16 اردیبهشت، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
2. قنبری همدانی، سوده، «بررسی و اندازه‌گیری آلاینده‌های زیست‌محیطی خروجی از اگزوز خودروهای تجاری در یک واحد صنعتی»، مطالعات علوم محیط زیست، دوره اول، شماره اول، تابستان 1395، صفحه 45-52.
3. Zuidgeest M.H.P, Sustainable urban transport development: A dynamic optimization approach, PhD Thesis, University of Twente, Den Helder, 290, (2005).
4. Richardson B.C, Sustainable transport: analysis frameworks. *Journal of transport geography*. 2005 Mar 1;13(1):29-39.

- Balali-Mood Mahdi, Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran, Journal of Research in Medical Sciences, v.21; 2016PMC5122104.
19. Mawer C. Air pollution in Iran. Bmj. 2014 Feb 19;348:g1586.
20. Jacobson MZ. Review of solutions to global warming, air pollution, and energy security. Energy & Environmental Science. 2009;2(2):148-73.
21. امراللهی بیوکی، حمید؛ مرزبان راد، جواد، «فناوری های نوین برای کاهش وزن خودرو به منظور کاهش آلودگی های زیست محیطی ناشی از ترافیک»، فصلنامه علمی ترویجی، سال هشتم، شماره 15، صفحه 117-130.
- Environmental science & technology. 2011 Mar 15;45(8):3325-32.
15. Khalilzadeh S, Khalilzadeh Z, Emami H, Masjedi MR. The relation between air pollution and cardiorespiratory admissions in Tehran. Tanaffos 2009; 8:35-40.
16. Saeb K, Maryam M, Saeed K. Air pollution estimation from traffic flows in Tehran highways. Current World Environ 2017 Jun 23;7(1).
17. Kakouei A, Vatani A, Idris AK. An estimation of traffic related CO 2 emissions from motor vehicles in the capital city of, Iran. Iranian journal of environmental health science & engineering. 2012 Dec;9(1):13.
18. Ghorani-Azam Adel, Riahi-Zanjani Bamdad,