

Modeling Consumer's Financial Preferences in Acceptance of CNG Vehicles

**Behrooz
Piri Iranshahi**

M.A. in Oil and Gas Economics, Petroleum University of
Technology, Tehran, Iran.

Nader Dashti*

Assistant Professor, Energy Economics and Management
Department, Tehran Faculty of Petroleum, Petroleum University
of Technology, Tehran, Iran.

Mahdi Rostami

Assistant Professor, Energy Economics and Management
Department, Tehran Faculty of Petroleum, Petroleum University
of Technology, Tehran, Iran.

Abstract

The aim of this article is modeling of consumer financial preferences in selecting between gas-powered and gasoline-powered vehicles, without considering infrastructure limitations and drawbacks of CNG vehicles. For this purpose, using quantitative analysis based on present value and economic modeling, the financial benefits of dual-fuel vehicles are assessed under various vehicle price and fuel price scenarios. The results indicate that, given the current price difference between gasoline and CNG, along with vehicle purchase and maintenance costs, consumers do not derive financial advantages from switching to CNG. Furthermore, infrastructure limitations and disadvantages of CNG vehicles, such as refueling station availability and safety concerns, hinder broader acceptance of dual-fuel vehicles. However, if the fuel price differential reaches ۷۰,۰۰۰ Iranian Rials (IRR) and dual-fuel vehicles are only ۲۰۰ million IRR more expensive than gasoline-powered vehicles, the acceptance rate for CNG increases to ۵۸,۷۱%. On the other hand, higher acceptance rate of CNG vehicles lead to reduced greenhouse gas emissions and contribute to the country's trade balance improvement.

Keywords: Transportation, Gasoline consumption, CNG vehicle, Greenhouse gases

JEL Classification: G۷, G۴

* Corresponding Author: dashti_n@put.ac.ir

How to Cite: xxxxxxxx



مدل سازی ترجیحات مالی مصرف کنندگان در پذیرش خودرو گازسوز

بهروز پیری ایرانشاهی  فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، رشته اقتصاد نفت، دانشگاه صنعت نفت، تهران ایران

نادر دشتی  * استادیار، گروه اقتصاد و مدیریت انرژی، دانشگاه صنعت نفت، تهران، ایران

مهدی رستمی  استادیار، گروه اقتصاد و مدیریت انرژی، دانشگاه صنعت نفت، تهران، ایران

چکیده

هدف این مقاله، مدل سازی ترجیحات مالی مصرف کنندگان در انتخاب بین خودروهای گازسوز و بنزینی، بدون در نظر گرفتن ضعف های زیرساختی و معایب خودروهای گازسوز می باشد. بدین منظور، با استفاده از تحلیل کمی مبتنی بر ارزش فعلی و مدل سازی اقتصادی، مزایای مالی خودروهای دوگانه سوز تحت سناریوهای مختلف قیمت خودرو بررسی گردیده است. نتایج نشان می دهد که با اختلاف قیمت فعلی بین بنزین و CNG و هزینه های خرید و نگهداری خودرو، مصرف کنندگان از تغییر سوخت به CNG منفعت مالی نمی برند. علاوه بر این، ضعف های زیرساختی و معایب خودروهای گازسوز مانند کمبود جایگاه های سوخت گیری و مسائل ایمنی، مانع از پذیرش گسترده تر خودروهای دوگانه سوز می شوند. با این حال، اگر اختلاف قیمت بنزین و CNG به ۷۰۰۰ تومان برسد و خودروهای دوگانه سوز فقط ۲۵ میلیون تومان گران تر از خودروهای بنزین سوز باشند، نرخ پذیرش CNG به ۵۸٫۷۱٪ افزایش می یابد. از طرف دیگر، افزایش نرخ پذیرش خودروهای گاز سوز، منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و بهبود تراز تجاری کشور می گردد.

کلیدواژه ها: حمل و نقل، مصرف بنزین، خودرو گازسوز، گازهای گلخانه ای

طبقه بندی JEL: G۲, G۴

* نویسنده مسئول: dashti_n@put.ac.ir

۱. مقدمه

حمل و نقل یکی از بخش های مهم و حیاتی اقتصاد و توسعه هر کشوری است که نقش بسیار زیادی در ارتباطات، تجارت، گردشگری، امنیت، محیط زیست و کیفیت زندگی مردم دارد. این بخش یکی از بزرگترین بخش های مصرف کننده انرژی در کشور ما بوده و مدیریت عرضه و تقاضای انرژی در آن، بر اساس اهداف و استراتژی های مختلفی مانند افزایش امنیت انرژی و کاهش وابستگی به واردات انرژی، سیاست های زیست محیطی و.. انجام می شود. برای انجام مدیریت عرضه و تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل ایران، می توان از ابزارهای مختلفی مانند ابزارهای قیمت گذاری، ابزارهای تشویقی و بهبود تکنولوژیکی استفاده کرد.

یکی از منابع انرژی مورد استفاده در بخش حمل و نقل بنزین است که محدودیت های زیادی در تولید و مصرف آن وجود دارد؛ این فرآورده یکی از عوامل آلاینده گی هوا و انتشار گازهای گلخانه ای است که بر روی سلامت و محیط زیست مردم تأثیر منفی می گذارد. بخش حمل و نقل، بزرگترین بخش مصرف کننده بنزین در ایران است؛ بطوری که بر اساس ترازنامه انرژی، تقریباً همه بنزین کشور (۹۹,۵ درصد)، در این بخش مصرف می شود. مصرف فزاینده بنزین در بخش حمل و نقل، امروزه یکی از مشکلات بزرگ اقتصاد ایران است که منابع زیادی را صرف واردات بنزین کند. از طرف دیگر، مصرف بیش از حد بنزین باعث می شود که حجم زیادی از منابع نفتی کشور به تولید بنزین اختصاص داده شود و منابع نفت خام در دسترس برای صادرات کاهش یابد.

برای حل این مشکل، نیازمند راهکارهای مناسب در این زمینه هستیم؛ راهکارهایی که منجر به کاهش مصرف بنزین و افزایش بهره وری و کارایی انرژی در بخش حمل و نقل شوند و ما را در حرکت به سوی سوخت های جایگزین یاری کند. با توجه به وجود ذخایر فراوان گاز طبیعی در کشور، یکی از سیاست های حوزه انرژی، جایگزین کردن گاز طبیعی به جای فرآورده های نفتی است؛ زیرا این سوخت، یکی از سوخت های پاک است که آلاینده گی کمتری نسبت به فرآورده های نفتی دارد. این طرح از سال ۱۳۸۳ در ناوگان حمل و نقل کشور آغاز شده است و در سالیان اخیر نقش مهمی در ناوگان حمل و نقل کشور داشته است. بر اساس داده های پلیس راهور، تعداد ۲۵ میلیون دستگاه وسیله نقلیه در کشور

شماره گذاری شده‌اند که از این تعداد، بیش از ۴٫۵ میلیون خودرو گاز سوز هستند و با وجود حدود ۲۵۰۰ جایگاه CNG در کشور، روزانه ۲۳ میلیون متر مکعب CNG مصرف می‌کنند (ترازنامه انرژی ۱۳۹۹).

پذیرش خودروهای با سوخت جایگزین^۱ (AFV) یکی از مهمترین راهبردها برای رفع مشکلات وابستگی به سوخت‌های فسیلی و افزایش کیفیت هوا است. با وجود دهه‌ها تلاش، ما هنوز با چالش‌های سختی برای افزایش پذیرش گسترده‌تر AFV ها توسط عموم مردم روبرو هستیم. از طرف دیگر، در بسیاری از مناطق جهان مانند کشورهای آمریکای جنوبی و آسیا که دارای مخازن گاز طبیعی هستند، یکی از انگیزه‌های اصلی برای استفاده از گاز بومی به جای فرآورده‌های نفتی وارداتی، کاهش کسری حساب جاری می باشد (انگرو و همکاران ۲۰۱۰). در این راستا، مطالعات بیشتری برای بررسی علل روند آهسته جایگزینی CNG به جای بنزین و راه های افزایش نرخ پذیرش خودروهای گازسوز و همچنین بررسی تاثیر جایگزینی گاز به جای بنزین بر تراز تجاری لازم می باشد.

بنابراین، با توجه به توضیحات بالا فرضیه‌های تحقیق عبارتند از:

- اختلاف قیمت بنزین و CNG تأثیر معناداری بر تصمیم مصرف‌کنندگان برای انتخاب خودروهای گازسوز دارد.
- اختلاف قیمت خودروهای تک‌سوز و دوگانه‌سوز، بر نرخ پذیرش خودروهای گازسوز تأثیر دارد.
- افزایش نرخ پذیرش خودروهای گازسوز تأثیر معناداری بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود تراز تجاری دارد.

در پژوهش حاضر، پس از تشریح اهمیت کاهش مصرف بنزین و جایگزینی آن با CNG در کاهش آلودگی و تأثیرات آن بر اقتصاد کشور، با استفاده از یک مدل بر مبنای ارزش فعلی، ترجیحات مصرف‌کنندگان و مزایای مالی ناشی از خودروهای دوگانه‌سوز و تک‌سوز تحلیل و بررسی می‌گردد. سپس منفعت مالی مصرف‌کنندگان از تغییر سوخت به CNG با توجه به اختلاف قیمت‌های فعلی و هزینه‌های خرید و نگهداری خودرو محاسبه شده و نرخ پذیرش خودروهای گاز سوز در قیمت‌های مختلف ارائه می‌شود. در نهایت، تاثیر این نرخ پذیرش بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و تراز تجاری کشور مورد بحث قرار می‌گیرد.

^۱ alternative fuel vehicles

نرخ پذیرش خودرو گازسوز در این پژوهش به درصدی از مصرف کنندگان اشاره دارد که با در نظر گرفتن اختلاف قیمت اولیه بین خودروهای دوگانه سوز و تک سوز و تفاوت قیمت سوخت CNG و بنزین، خرید و استفاده از خودروی گازسوز و مصرف CNG را از نظر مالی جذاب تر می دانند.

این نرخ تحت تأثیر متغیرهای اقتصادی مانند قیمت خرید خودرو، هزینه سوخت، هزینه تعمیر و نگهداری، میزان دسترسی به ایستگاه های سوخت گیری CNG و سیاست های حمایتی دولت قرار دارد. هرچه اختلاف قیمت سوخت بیشتر و هزینه اولیه خرید خودروی گازسوز کمتر باشد، نرخ پذیرش افزایش می یابد.

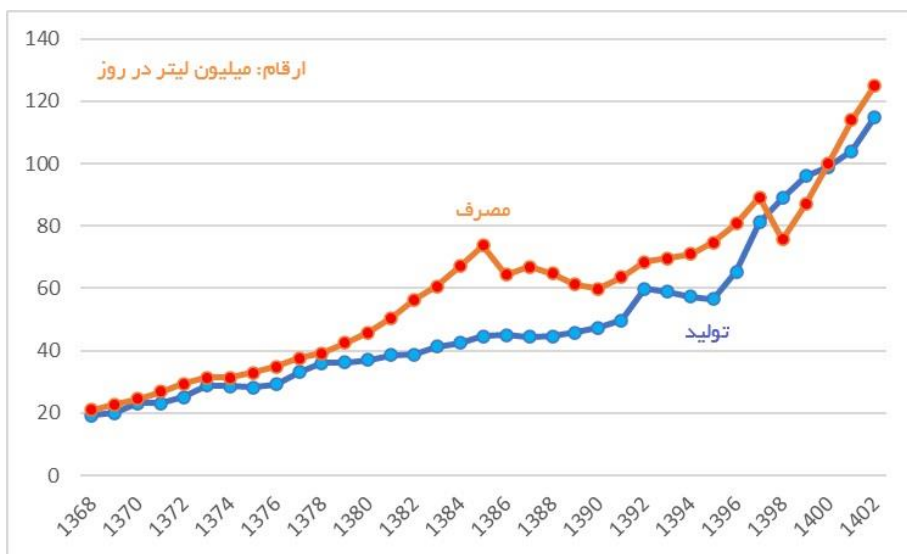
۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت جایگزین در دنیا فقط به دلیل کاهش انتشار گازهای گلخانه ای صورت می گیرد که می تواند در دستیابی به آن کمک کند. اما پذیرش خودروهای گازسوز در آمریکای لاتین و آسیا که به سرعت در حال رشد است، با انگیزه اصلی کاهش کسری حساب تجاری با استفاده از گاز بومی به جای فرآورده های نفتی وارداتی بوده است. تعداد خودروهای گازسوز در برخی از کشورهای آمریکای لاتین از دهه ۱۹۸۰ به طور قابل توجهی افزایش یافته است. از آن زمان، خودروهای CNG سوز نیز سهم قابل توجهی در سهم بازار خودرو، در کشورهای آسیایی داشته اند و بیشتر کشورهای اروپایی به دلیل نداشتن ذخایر گاز از این توسعه جهانی عقب مانده اند (انگرو و همکاران ۲۰۱۰). در کشور ما نیز مقدار قابل توجهی از بودجه، صرف تولید و تامین بنزین می شود؛ به طوری که بخش زیادی از منابعی که می توانیم در بخش های دیگر سرمایه گذاری کنیم صرف واردات و یارانه بنزین می گردد. بنابراین، آگاهی از وضعیت تولید و مصرف بنزین و شناخت عواملی که بر میزان مصرف بنزین تأثیر دارند، ضروری می نماید.

۱-۲. وضعیت تولید و مصرف بنزین در ایران

شکل ۱ روند مصرف بنزین از سال ۱۳۶۸ تا ۱۴۰۲ را نشان می‌دهد که دارای یک روند صعودی است. تا سال ۱۳۸۵ مصرف بنزین همواره افزایشی بوده است؛ اما در سال ۱۳۸۶ با اجرای طرح سهمیه بندی و افزایش قیمت اسمی بنزین، تقاضا کاهش یافته و روند مصرف کاهش یافته است. در سال‌های بعد نیز چندین بار قیمت اسمی بنزین افزایش داشته، و لیکن تقاضا کاهش چندانی نیافته است. این نشان می‌دهد که مصرف بنزین یک کالای کم کشش بوده و نسبت به تغییرات قیمت چندان حساس نیست. عواملی مانند قیمت حقیقی بنزین، استفاده از گاز طبیعی، مبارزه با قاچاق بنزین و تورم بر تقاضای بنزین تأثیر دارند که این عوامل باید در تحلیل تقاضا مدنظر قرار گیرند. نکته قابل توجه، روند به شدت صعودی تولید بنزین در سال‌های بعد از ۹۶ است که به دلیل ورود پالایشگاه خلیج فارس به چرخه تولید است.

شکل ۱. میزان مصرف و تولید بنزین (منبع داده‌ها: شرکت پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی)



در دهه گذشته، تورم باعث شده است که قیمت واقعی بنزین در سال‌های اخیر به شدت کاهش یابد و مصرف بنزین در سال ۱۳۹۷ به سطح ۸۹/۱ میلیون لیتر در روز برسد؛ این مقدار ۱۰ درصد بیشتر از سال قبل می‌باشد. از این میزان ۶۱/۷ میلیون لیتر بنزین معمولی،

۱/۲۵ میلیون لیتر بنزین یورو و ۳/۲ میلیون لیتر بنزین سوپر بوده است. در این سال میزان واردات بنزین اکتان افزا جهت بالا بردن اکتان بنزین تولیدی پالایشگاه‌های کشور ۱۶۴۲ میلیون لیتر بوده است. کل واردات از بنادر جنوبی وارد کشور گردیده که ارزشی معادل ۰/۸ میلیارد دلار داشته است (آمارنامه شرکت پالایش و پخش، ۱۳۹۷).

در سال ۱۳۹۸ با اصلاح قیمت بنزین در آبان‌ماه و شیوع کرونا در بهمن، روند مصرف بنزین به شدت نزولی شد و در سال ۱۳۹۹ به ۷۶ میلیون لیتر رسید. در این سال کشور در تامین بنزین به خودکفایی رسید و صادراتی به میزان ۳ میلیارد دلار داشته است. اما از سال ۹۹ به بعد، رشد مصرف سالانه با اختلاف از روند ۶ درصدی خود، افزایش چشمگیری یافت. نرخ رشد بنزین در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۱۴,۹ و ۱۹ درصد بوده است که نسبت به میانگین ۶ درصد با اختلاف بیشتر بوده و حاکی از سرعت گرفتن مصرف بنزین برای رسیدن به روند قبل از شیوع کرونا می‌باشد.

در حال حاضر میانگین مصرف بنزین به بیش از ۱۲۵ میلیون لیتر در روز رسیده است، درحالی که تولید بنزین حدود ۱۱۵ میلیون لیتر در روز می‌باشد، این بدان معناست که دولت برای تامین تقاضای داخلی، مجبور به واردات روزانه ۱۰ تا ۱۵ میلیون لیتر بنزین می‌باشد. برای رفع ناترازی بنزین، می‌توان از ظرفیت CNG استفاده کرد. بر اساس برآوردها، در سال بعد برای حل مشکل ناترازی مصرف، سالیانه نیاز به ۳ میلیارد دلار واردات بنزین وجود دارد.

۲-۲. وضعیت مصرف CNG در ایران

استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت وسایل نقلیه، موضوعی است که در برخی از کشورهای جهان به عنوان یک راهکار مطرح شده است. این کشورها قصد دارند که گاز را جایگزین دیگر سوخت‌های فسیلی بخش حمل و نقل کنند (رودریگز و همکاران، ۲۰۱۸). این موضوع در ایران نیز از چند جهت مهم است. اول اینکه اتومبیل‌های گازسوز، مصرف کمتری دارند و آلایندگی‌های کمتری از آگروز آن‌ها خارج می‌شود و همین موضوع باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود. به همین جهت این سوخت، سوخت «پاک» نامیده می‌شود. همانطور که شکل (۲) نشان می‌دهد مصرف گاز طبیعی (CNG) در خودروهای کشور در سال‌های اولیه تا سال ۱۳۹۱ روند صعودی داشته است و از سال

۱۳۹۱ به بعد استقبال چندانی از آن نشده است. به طوری که در همه سال‌های پس از آن، روند مصرف یا نزولی بوده یا ثابت مانده است. بجز در سال ۱۳۹۸ که قیمت بنزین افزایش یافته و سهمیه بندی مجدداً اجرا شده است. بیشترین مصرف CNG در سال ۱۳۹۹ با حدود ۲۳ میلیون متر مکعب در روز بوده است. این مسئله نشان می‌دهد استفاده از سیاست‌های قیمتی می‌تواند در مصرف این سوخت تاثیر گذار باشد. از سال ۱۳۸۳ با شروع طرح تبدیل خودروهای بنزینی به CNG، روند رشد مصرف بنزین در کشور مقداری کندتر شده است. آمارها نشان می‌دهند که تا سال ۱۳۹۳، حدود ۲۹۰ میلیون بشکه بنزین صرفه جویی شده است. این موضوع نشان دهنده اثرگذاری سوخت‌های جانشین و سیاست‌های غیر قیمتی بر مصرف بنزین است.

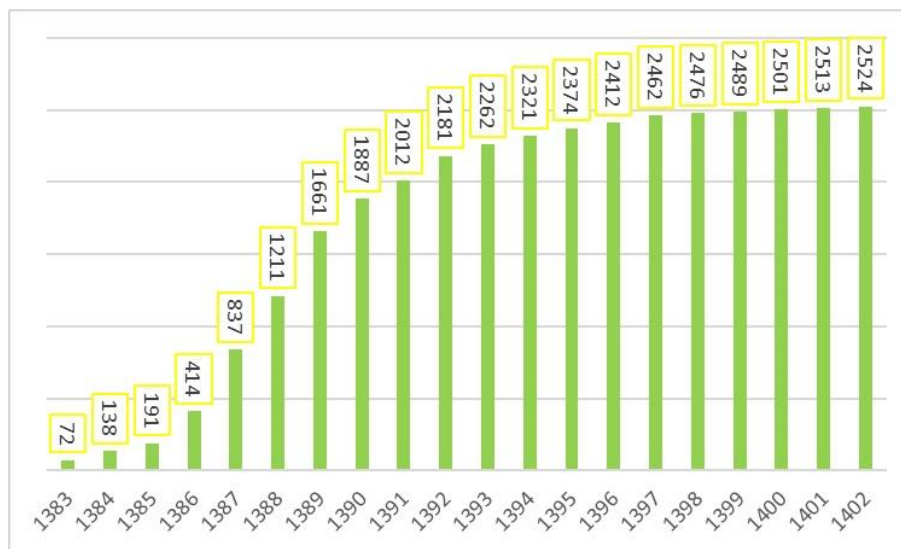
شکل ۲. میزان مصرف CNG در ایران (منبع داده‌ها: آمارنامه شرکت پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی)



شکل (۳) روند افزایش تعداد جایگاه سوخت گیری CNG را بین سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۴۰۲ نشان می‌دهد. طبق نمودار، تعداد جایگاه‌های CNG در سال‌های اولیه روند صعودی داشته و از ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵ از حدود ۷۲ به بیش از ۲۳۰۰ افزایش یافته است. روند ساخت جایگاه‌های عرضه CNG همانند روند مصرف آن در سال‌های اخیر افزایش چندانی

نداشته است به نحوی که از سال ۱۳۹۵ که تعداد جایگاه‌ها ۲۳۷۴ باب بوده است تا سال ۱۴۰۲ فقط ۱۵۰ جایگاه اضافه شده است. در حال حاضر ۲۵۲۴ جایگاه عرضه سوخت CNG در کشور داریم که بیانگر این موضوع است که در سال‌های اخیر تلاشی برای افزایش تعداد جایگاه‌های عرضه CNG صورت نگرفته است.

شکل ۳. تعداد جایگاه سوخت‌گیری CNG در ایران (منبع داده‌ها: شرکت پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی)



۲-۳. تعداد خودروهای گازسوز کشور

جدول ۱ نشان دهنده تعداد خودروهای گازسوز در کشورهای مختلف است. چین بیشترین تعداد خودروهای گازسوز و جایگاه‌های سوخت‌گیری را دارد و نسبت تعداد خودرو به جایگاه در حد بهینه قرار دارد. هند در مقایسه با سایر کشورها دارای بالاترین نسبت خودرو به جایگاه بوده و از حد بهینه، بسیار بیشتر است که این به معنی کمبود جایگاه‌های سوخت‌گیری و ازدحام در این کشور باشد. پس از هند، بالاترین نسبت خودرو به جایگاه مربوط به ایران می‌باشد که نشان می‌دهد در تعداد جایگاه سوخت با کسری مواجه هستیم. کلمبیا با داشتن ۱ جایگاه به ازای هر ۷۰۰ خودرو در بین کشورهای بررسی شده بهترین وضعیت را دارد. البته اگر وسعت کشورها و فاصله جایگاه‌های سوخت از یکدیگر را در

نظر بگیریم ایران در وضعیت بدی قرار ندارد؛ لیکن برای افزایش جذابیت CNG برای رانندگان و رقابتی تر کردن آن نیاز به ساخت جایگاه‌های عرضه سوخت بیشتری داریم.

جدول ۱. تعداد خودرو گاز سوز در کشورهای مختلف (منبع: ۲۰۱۸ NGVGLOBAL)

ردیف	کشور	تعداد کل خودروهای گازسوز	تعداد جایگاه‌های سوخت‌گیری	نسبت خودرو به جایگاه
۱	چین	۶,۷۶۰,۰۰۰	۹,۰۰۰	۷۵۱
۲	ایران	۴,۵۰۲,۰۰۰	۲,۴۰۰	۱,۸۷۵
۳	هند	۳,۲۵۰,۰۰۰	۱,۵۰۰	۲,۱۶۶
۴	پاکستان	۳,۰۰۰,۰۰۰	۳,۴۱۶	۸۷۸
۵	برزیل	۲,۳۵۴,۷۱۸	۱,۵۶۳	۱,۵۰۶
۶	آرژانتین	۱,۶۵۲,۹۳۹	۲۰۱۹	۸۱۹
۷	ایتالیا	۱,۰۰۴,۹۸۲	۱۲۱۹	۸۲۴
۸	ازبکستان	۸۱۵,۶۵۱	۶۵۱	۱,۲۵۲
۹	کلمبیا	۵۷۱,۶۶۸	۸۱۳	۷۰۳
۱۰	تایلند	۴۷۴,۴۸۶	۵۰۲	۹۴۵

*داشتن ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ خودرو در هر جایگاه از نظر اقتصادی بهینه است.

۲-۴. معایب خودروهای گازسوز

خودروهای گاز سوز یا دوگانه سوز، از گاز طبیعی فشرده (CNG) یا گاز مایع (LPG) به عنوان سوخت استفاده می‌کنند. این خودروها مزایایی مانند کاهش هزینه سوخت، کاهش آلودگی هوا و افزایش عمر شمع دارند. اما برای نگهداری و تعمیر این خودروها

نیاز به توجه و دقت بیشتری دارید. برخی از معایب خودروهای گاز سوز نسبت به خودروهای بنزین سوز شوند عبارتند از:

- کاهش قدرت موتور
- افزایش وزن خودرو و تاثیر بر توازن خودرو
- کاهش فضای صندوق و کاهش مطلوبیت انتخاب خودرو برای سفرهای طولانی
- گران بودن تجهیزات: تجهیزات مورد نیاز برای گازسوز کردن خودرو از جمله مخزن، کیت، ترموستات و سنسورها و...نسبت به خودروهای بنزین سوز گران هستند.
- نیاز به سرویس و تعویض دوره‌ای بیشتر
- استهلاک بیشتر موتور خودرو گازسوز
- مشکلات مربوط به ایمنی: بحث ایمنی خودروهای دوگانه‌سوز یکی دیگر از ایرادات مطرح این حوزه است که متأسفانه اقدامات لازم در این زمینه صورت نگرفته است و هر از گاهی شاهد انفجار مخازن سوخت خودروها در زمان سوخت‌گیری هستیم که خسارات جانی و مالی را به افراد، خودروها و جایگاه‌ها وارد می‌کند. برای رفع این مشکل باید از مراکز معاینه فنی و جایگاه‌ها به عنوان گلوگاه ایمنی عرضه CNG استفاده شود و مشکل ناایمن بودن خودروهای دوگانه سوز تا حد امکان برطرف گردد.
- تعداد دفعات سوخت‌گیری بیشتر: تعداد دفعات سوخت‌گیری در خودروهای CNG سوز با توجه به ظرفیت مخزن‌ها سه تا چهار برابر خودروهای بنزین سوز است و اگر تعداد جایگاه سوخت‌گیری را هم در نظر بگیریم این زمان چند برابر بیشتر می‌شود. با توجه به زیر ساخت‌ها و همچنین استفاده از گاز LNG این مشکلات قابل حل هستند.

۲-۵. عوامل موثر بر تقاضای خودروی گازسوز

در خرید خودرو عواملی مانند قیمت خودرو، میزان مصرف سوخت، هزینه سوخت، محیط زیست و دسترسی به منابع سوخت، اهمیت بسیار زیادی دارند. با توجه به نقش

بالای عوامل اقتصادی در انتخاب نوع خودرو، می توان گفت تقاضا برای خودروی گازسوز، عمدتاً تابعی از اختلاف قیمت خرید بین خودرو دوگانه سوز و تک سوز و اختلاف هزینه سوخت سالانه بر اساس نوع سیستم سوختی و هزینه تعمیرات و نگهداری می باشد. به بیان دیگر، مزایای مالی و ملاحظات هزینه، تاثیر زیادی در انتخاب خودروی گازسوز توسط مصرف کنندگان دارد. شواهد نیز حاکی از آن است که با اصلاح قیمت بنزین، تقاضا برای استفاده از خودروهای دوگانه سوز افزایش یافته است.

۶-۲. دلایل ارجحیت خودروهای CNG سوز نسبت به خودروهای الکتریکی و

هیبریدی

خودروهای الکتریکی در سال های اخیر به عنوان یک راه حل برای کاهش آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه ای مطرح شده اند. این خودروها با استفاده از باتری های قابل شارژ، انرژی مورد نیاز خود را تامین می کنند و هیچ گاز آلاینده ای در هوا رها نمی کنند. خودروهای الکتریکی، علاوه بر کاهش آلودگی هوا، مزایای دیگری نیز دارند. این خودروها به دلیل عدم نیاز به سوخت فسیلی، هزینه های نگهداری و عملکرد کمتری دارند. همچنین این خودروها باعث کاهش وابستگی به واردات نفت و افزایش امنیت انرژی می شوند.

اما خودروهای الکتریکی نیز مشکلاتی دارند که نمی توان نادیده گرفت. ابهامات قابل توجهی وجود دارد که آیا خودروهای الکتریکی می توانند بر چالش های فنی و اقتصادی که با آنها روبرو هستند غلبه کنند! (مانند چگالی انرژی کم و هزینه های بالای باتری و غیره). عموم مردم و سیاستمداران برای جایگزینی بنزین بیشتر بر روی خودروهای الکتریکی تمرکز می کنند؛ اما باید توجه داشت که فناوری خودروهای هیبریدی و الکتریکی به بهبود فنی بیشتری نیاز دارند (انگرل، ۲۰۱۰ و عمران خان و همکاران، ۲۰۱۶).

بدون تردید در بلندمدت، ایران باید بر روی تحقیق و توسعه برای خودروهای الکتریکی و نفوذ به بازار این خودروها تمرکز کند. اما به دلایلی که در زیر ذکر می‌شود این خودروها در کوتاه مدت، برای ایران مناسب نیستند:

- هزینه‌های بالای باتری‌ها یکی از عواملی است که باعث می‌شود خودروهای الکتریکی گران‌تر از خودروهای سوختی باشند. این هزینه‌ها ممکن است با افزایش تولید و تقاضا کاهش یابند، اما در حال حاضر هنوز رقابت‌پذیر نیستند. خودروهای الکتریکی از باتری‌های لیتیوم یونی برای تامین انرژی مورد نیاز خود استفاده می‌کنند. همچنین هزینه تولید و بازیافت آنها بسیار بالاست و از منابع محدودی مانند لیتیوم و کبالت وابسته هستند. این منابع در کشورهای خاصی مانند چین، کنگو و آرژانتین وجود دارند و استخراج آنها هزینه‌بر است و اثرات زیست محیطی منفی دارد.
- این باتری‌ها دارای چگالی انرژی کمی هستند که به این معنی است که نمی‌توانند مسافت زیادی را با یک بار شارژ طی کنند.
- زیرساخت‌های لازم برای شارژ و نگهداری این خودروها در ایران وجود ندارد. برای شارژ خودروهای برقی، نیاز به ایستگاه‌های شارژ عمومی یا خصوصی است که در ایران تعداد آنها بسیار کم است.
- برای نگهداری این خودروها، نیاز به تامین قطعات و باتری‌های مناسب است که در ایران تولید یا واردات آنها با مشکلاتی مواجه است. علاوه بر این، قیمت خودروهای برقی نسبت به خودروهای سوختی بسیار بالا است و برای خرید آنها، نیاز به حمایت‌های مالی و قانونی دولت و بانک‌ها است. این در حالی است که یکی از دلایل حرکت به سمت سوخت‌های جایگزین در ایران توجه به تراز تجاری است.

در ضمن، خودروهای دوگانه سوز نسبت به خودروهای الکتریکی در ایران دارای مزایای بیشتری هستند که می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- پیش شرطهایی مانند دسترسی به ذخایر فراوان گاز بومی و عدم نیاز به صرف منابع و واردات
- وجود زیرساخت های گسترده برای انتقال و توزیع گاز طبیعی در سراسر کشور که امکان دسترسی آسان به این سوخت را برای مصرف کنندگان فراهم می کند؛ ایران دارای یکی از بزرگترین شبکه های انتقال گاز در جهان است که به بیش از ۹۰ درصد منازل مسکونی و بیش از ۲۵۰۰ جایگاه توزیع CNG متصل است.
- هزینه بسیار پایین CNG و اقتصادی بودن به عنوان سوخت
- سازگاری با موتورهای بنزینی و دیزلی

در سالهای اخیر، با گسترش فناوریهای برقی و سیاستهای حمایتی در سطح جهان، خودروهای برقی به عنوان رقیب جدی خودروهای گازسوز (CNG) مطرح شده اند. در ایران نیز، اگرچه خودروهای گازسوز همچنان بخش قابل توجهی از ناوگان حمل و نقل را تشکیل می دهند، اما روند جهانی برقی سازی خودروها و سیاستهای داخلی در این زمینه می تواند بر نرخ پذیرش خودروهای گازسوز تأثیر بگذارد.

در سطح بین المللی، بسیاری از کشورها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای به سمت برقی سازی خودروها حرکت کرده اند. در این میان، خودروهای گازسوز که پیش تر به عنوان یک گزینه گذار میان مدت مطرح بودند، به واسطه توسعه فناوریهای برقی و افزایش محدودیت های زیست محیطی، جذابیت خود را در برخی کشورها از دست داده اند. کشورهای اروپایی و اقتصادهای بزرگی مانند چین و هند، سرمایه گذاری های کلانی در تولید خودروهای برقی انجام داده و سیاست هایی برای محدودیت مصرف سوخت های فسیلی، از جمله CNG، اتخاذ کرده اند.

در ایران، نرخ پذیرش خودروهای گازسوز همچنان بالاست، اما ورود خودروهای برقی می‌تواند این روند را تحت تأثیر قرار دهد. با این حال، چند عامل کلیدی تعیین‌کننده رقابت میان این دو فناوری است. اول، هزینه‌های اقتصادی؛ خودروهای گازسوز از نظر قیمت خرید اولیه و هزینه‌های نگهداری، ارزان‌تر از خودروهای برقی هستند. همچنین، هرچند هزینه برق نسبت به بنزین و CNG پایین‌تر است، اما قیمت بالای خودروهای برقی باعث شده است که پذیرش آن‌ها در کوتاه‌مدت محدود باشد. علاوه بر این، سیاست‌های یارانه‌ای دولت ایران در حمایت از CNG بسیار قوی‌تر از حمایت‌های مالی برای خودروهای برقی است.

دومین عامل مهم، زیرساخت‌های شارژ و سوخت‌گیری است. تعداد جایگاه‌های CNG در ایران بسیار گسترده‌تر از ایستگاه‌های شارژ برقی است، که یک مزیت مهم برای مصرف‌کنندگان خودروهای گازسوز محسوب می‌شود. در مقابل، نبود زیرساخت‌های کافی برای شارژ خودروهای برقی، به‌ویژه در شهرهای کوچک و مسیرهای جاده‌ای، یک مانع جدی برای افزایش پذیرش این خودروها در کشور به شمار می‌رود.

سوم، سیاست‌های دولتی و محدودیت‌های زیست‌محیطی است. در حالی که دولت ایران همچنان بر توسعه CNG به‌عنوان سوخت جایگزین بنزین تأکید دارد، سیاست‌های حمایتی از خودروهای برقی هنوز در مراحل ابتدایی قرار دارد. در صورت وضع قوانین سختگیرانه‌تر برای کاهش آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای، خودروهای برقی ممکن است حمایت بیشتری دریافت کنند، اما در حال حاضر چنین سیاست‌هایی به‌طور جدی اجرایی نشده‌اند.

چهارمین عامل، فناوری و طول عمر باتری‌های خودروهای برقی است. عمر مفید باتری و هزینه‌های بالای جایگزینی آن‌ها یکی از چالش‌های مهم این خودروهاست. در مقابل،

خودروهای گازسوز نیاز به تعمیر و نگهداری کمتری دارند و فناوری آن‌ها شناخته شده‌تر است، که باعث می‌شود مصرف کنندگان تمایل بیشتری به انتخاب آن‌ها داشته باشند.

با در نظر گرفتن این عوامل، در کوتاه مدت (پنج سال آینده)، نرخ پذیرش خودروهای گازسوز در ایران همچنان بالا خواهد ماند؛ زیرا خودروهای برقی هنوز نتوانسته‌اند جایگزین مقرون به صرفه‌ای برای مصرف کنندگان ایرانی باشند. اما در میان مدت و بلندمدت، اگر سیاست‌های حمایتی از خودروهای برقی افزایش یابد و زیرساخت‌های شارژ توسعه پیدا کند، خودروهای برقی می‌توانند سهم بیشتری از بازار را تصاحب کنند. در حال حاضر، خودروهای گازسوز به دلیل هزینه کمتر، زیرساخت مناسب‌تر و حمایت‌های دولتی، همچنان گزینه محبوبی برای مصرف کنندگان ایرانی هستند. با این حال، در صورت توسعه زیرساخت‌های شارژ و کاهش هزینه خرید خودروهای برقی، این روند ممکن است تغییر کند.

۷-۲. پیشنهاد تحقیق

در خصوص ضرورت جایگزینی خودروهای گازسوز به جای خودروهای بنزینی در داخل کشور، گزارشها و مطالب زیادی در روزنامه‌ها و مطبوعات نگارش گردیده است. لیکن تاکنون مطالعه کاربردی جامعی در این زمینه صورت نگرفته است. از این رو، عمده مطالعات پژوهشی که در این موضوع وجود دارد مربوط به خارج از کشور می‌باشد که در زیر به برخی از مهمترین آنها اشاره می‌گردد.

آرتکونی و پلونارا (۲۰۱۳) با بررسی مشکلات عرضه LNG در بخش حمل و نقل ایتالیا به این نتیجه رسیدند که گاز طبیعی به عنوان یک سوخت جایگزین در کوتاه مدت و میان مدت می‌تواند سوختی مناسب برای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی باشد. همچنین یافته‌های آنها حاکی از آن بود که LNG از نظر قیمت دارای مزیت رقابتی بوده و یکی از گزینه‌های مناسب برای جایگزینی با بنزین است.

اوسوریو تجارا و همکاران (۲۰۱۵) پژوهشی در مورد استفاده از LNG به عنوان سوخت جایگزین در حمل و نقل اروپا انجام داده و نتیجه گرفتند بخش حمل و نقل اروپا به شدت به سوخت‌های نفتی وابسته است و این وابستگی آلودگی زیادی ایجاد می‌کند. استفاده از گاز طبیعی به صورت CNG در حمل و نقل رایج است؛ اما برای مسیرهای بین‌شهری به دلیل محدودیت‌های ظرفیت مخزن مناسب نیست. خودروهای LNG می‌توانند با همان اندازه مخزن، مسافتی ۲,۴ برابر بیشتر از خودروهای CNG را طی کنند و آلودگی‌های ناشی از گازهای گلخانه‌ای را تا ۲۰ درصد کاهش دهند. صرفه‌جویی ناشی از استفاده از LNG می‌تواند هزینه‌های اولیه مخزن را در مدت یک تا سه سال جبران کند. اتحادیه اروپا با هدف احداث جایگاه‌های LNG در هر ۴۰۰ کیلومتر، در حال توسعه زیرساخت‌های استفاده از LNG می‌باشد. منابع گاز طبیعی جهانی، امنیت تأمین انرژی را برای حمل و نقل فراهم می‌کنند و LNG پتانسیل جایگزینی سوخت‌های تجاری دیگر را در کوتاه و میان مدت دارد.

عمران خان و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی فنی CNG به عنوان سوخت در حمل و نقل پرداخته و به این نتیجه رسیدند که نگرانی‌های فزاینده از آلودگی‌های نفتی باعث شده CNG به عنوان یک جایگزین مناسب برای حمل و نقل جاده‌ای مطرح شود. همچنین، خودروهای گازسوز در کشورهای تولیدکننده گاز به دلیل مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی، رشد چشمگیری داشته‌اند. بعلاوه، CNG به عنوان یک ابزار موثر در کاهش آلودگی هوا و مشکلات زیست‌محیطی شناخته شده است. در نهایت، تکنولوژی خودروهای گازسوز به طور گسترده‌ای مورد استفاده و تایید قرار گرفته و به صورت تجاری در دسترس می‌باشد.

رودریگز و دیگران (۲۰۱۸) با استفاده از مدل ARDL، تقاضای سوخت‌های مختلف خودرو در برزیل را از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۶ بررسی کردند و دریافتند که واکنش مصرف‌کنندگان به تغییرات قیمتی غیرخطی است و کشش قیمتی اتانول بیشتر از بنزین

است. در ضمن، تغییرات قیمتی اتانول تأثیری بر مصرف CNG ندارد و بنزین و CNG به عنوان رقبای یکدیگر شناخته می شوند.

أفوری (۲۰۲۳) به بررسی اصلاحات یارانه سوخت و تأثیر آن بر کاهش ناکارآمدی‌های اقتصادی و مصرف بی‌رویه در کشور غنا می‌پردازد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد اصلاح یارانه سوخت و قیمت آن منجر به تخصیص مناسب یارانه‌ها به افراد فقیرتر می‌شود و مصرف بی‌رویه و اثرات خارجی منفی را کاهش می‌دهد.

کراجنک (۲۰۲۳) با بررسی تأثیر سیاست‌های مالیاتی بر مصرف بنزین به این نتیجه رسید که سیاست‌های قیمتی نظیر افزایش مالیات بر سوخت می‌تواند به کنترل مصرف سوخت و مدیریت بهتر منابع منجر گردیده و تقاضا برای سوخت‌های جایگزین را افزایش دهد.

رضوی نصب و دیگران (۱۴۰۱) به بررسی تأثیر سیاست‌های قیمت‌گذاری سوخت و یارانه‌ها بر انتخاب سوخت مصرفی در ناوگان تاکسیرانی شهری پرداخته اند. این مطالعه پس از مرور تحقیقات پیشین و انجام مصاحبه با خبرگان حوزه حمل‌ونقل، از روش دلفی فازی برای تعیین فرضیات دینامیکی استفاده کرده و سپس با روش پویایی‌شناسی سیستم، نمودارهای علت - معلولی و جریان - انباشت را توسعه داده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که در صورت جایگزینی تاکسی‌های فرسوده بنزینی و دوگانه‌سوز معمولی با خودروهای دوگانه‌سوز موتور پایه گازسوز، مصرف گاز طبیعی در بازه ۲۰ ساله (۱۴۰۰ تا ۱۴۲۰) افزایش ۲۴ درصدی و پایدار خواهد داشت. این یافته‌ها نشان‌دهنده اهمیت سیاست‌گذاری‌های پایدار در زمینه استفاده از سوخت گاز طبیعی و نقش آن در مدیریت بهینه ناوگان تاکسیرانی شهری است.

طهماسبی و دیگران (۱۴۰۱) مطالعه‌ای در مورد تأثیر گاز طبیعی فشرده (CNG) به عنوان جایگزین سوخت‌های بنزین و گازوئیل در خودروها انجام داده‌اند. در این مطالعه ابتدا از

طریق مصاحبه و دریافت نظرات خبرگان، به روش دلفی، گزینه‌ها و معیارهای مؤثر، بررسی و انتخاب شده‌اند. سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی وزن معیارها تعیین شده و با روش دیمتل فازی، رابطه بین معیارها مشخص گردیده است و اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق روش آراس انجام شده است. نتایج نشان می‌دهند که تعیین اختلاف قیمت مناسب بین دو سوخت بنزین و گاز عامل لازم و مؤثر جهت تحریک و تشویق مالکان خودرو به استفاده از سوخت گاز طبیعی فشرده خواهد بود و در صورت فعال شدن این تقاضا نیاز به توسعه جایگاه‌های CNG امری ضروری خواهد بود و قیمت‌گذاری مناسب سوخت‌های گاز و بنزین و توسعه جایگاه‌های CNG، گزینه مؤثرتری نسبت به سایر گزینه‌ها برای تقویت صنعت CNG در بخش حمل‌ونقل بوده است.

۳. روش تحقیق

یکی از مهمترین عواملی که در انتخاب نوع سوخت برای خرید خودرو تأثیرگذار است، میزان مصرف و هزینه سوخت است. سوخت‌های مختلفی مانند بنزین، گاز، دیزل، برق و انرژی خورشیدی در بازار وجود دارند که هر کدام مزایا و معایب خاص خود را دارند. برای مثال، بنزین و دیزل از سوخت‌های فسیلی هستند که آلاینده‌گی زیادی دارند و منابع آن‌ها محدود است. گاز و برق از سوخت‌های ارزان‌تر و کم‌ترآلاینده‌گی دارند و می‌توانند کارایی موتور را افزایش دهند. انرژی خورشیدی از سوخت‌های تجدیدپذیر و پاک است که از نور خورشید به دست می‌آید و هیچ هزینه‌ای ندارد. با توجه به این موارد، باید در خرید خودرو عواملی مانند نیازها، بودجه، محیط زیست و دسترسی به منابع سوخت را در نظر گرفت.

در این مطالعه، خرید خودرو به عنوان یک پروژه سرمایه‌گذاری بررسی می‌شود. بدین صورت که تحلیل رفتار مصرف‌کننده در پذیرش خودرو گازسوز با استفاده از رویکرد ارزش فعلی هزینه‌های خرید، تعمیر و نگهداری و اختلاف قیمت خودروهای دوگانه سوز و

تک سوز صورت پذیرفته و مزایای مالی مصرف کنندگان در انتخاب خودروهای تک سوز و دوگانه سوز مورد بررسی قرار می گیرد. برای محاسبه این مزایا از یک مدل ابداعی بر اساس تکنیک ارزش فعلی استفاده می گردد.

هنگام تجزیه و تحلیل یک پروژه سرمایه گذاری، باید ببینیم که آیا اقتصادی است یا نه. خرید خودرو نیز یکی از مواردی است که مصرف کنندگان در آن مانند وقتی که سرمایه گذاری می کنند هزینه ها و فایده های آن را محاسبه کرده و بر اساس آن تصمیم می گیرند. برای این کار، می توان از روش های مختلفی استفاده کرد. یک تکنیک مهم برای بررسی اقتصادی یک سرمایه گذاری، محاسبه ارزش فعلی خالص (NPV) است.

حالا باید به مقایسه NPV خودرو گازسوز و بنزین سوز پردازیم. برای این کار، باید فرضیاتی را در مورد قیمت اولیه، هزینه سوخت، میزان مصرف سوخت، عمر مفید و نرخ تخفیف خودروها داشته باشیم. برای سادگی، ما از اعداد تقریبی و متوسط استفاده می کنیم و تغییرات قیمت سوخت را با توجه به دستوری بودن در طول زمان در نظر نمی گیریم. همچنین، ما فرض می کنیم که خودروها هر سال ۲۰ هزار کیلومتر را می پیمایند که در بسیاری از پژوهش ها اثبات شده است و هزینه های دیگر مانند بیمه، مالیات و غیره را نادیده می گیریم.

۳-۱. مدل سازی ترجیحات مالی مصرف کننده در انتخاب نوع خودرو از نظر سوخت

در بخش اول گفته شد که هدف از این پژوهش، مطالعه تأثیرات خودروهای گازسوز و قیمت های سوخت بر شاخص های اقتصادی مهم بخش حمل و نقل است. در این پژوهش، فرض شده است که مصرف کنندگان خودرو، بدون توجه به تفاوت های زیربنایی (تعداد پمپ بنزین و...) و معایب خودروهای گاز سوز (ظرفیت محدود مخزن، قدرت کمتر و...)، فقط بر اساس کمینه کردن هزینه مالی، با در نظر گرفتن اختلاف قیمت خرید بین خودرو دوگانه سوز و تک سوز و اختلاف هزینه سوخت سالانه بر اساس نوع سیستم سوختی و هزینه تعمیرات و نگهداری، نوع خودرو خود را انتخاب می کنند. تصمیمات منطقی نشان می دهند، که فرد همواره باید وسیله با هزینه کمتر را برگزیند. در این مطالعه،

هزینه کل به صورت ارزش فعلی خالص کل جریانات نقدی مربوط به انتخاب نوع خودرو می‌باشد که برای خودروهای بنزین سوز و گاز سوز به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$TC_g = V_{0g} + f_{0g} + \frac{f_{1g}}{(1+r)} + \frac{f_{2g}}{(1+r)^2} + \dots + \frac{f_{tg}}{(1+r)^T} + c_{0g} + \frac{c_{1g}}{(1+r)} + \frac{c_{2g}}{(1+r)^2} + \dots + \frac{c_{tg}}{(1+r)^T} - V_{0g} \frac{1}{(1+\delta)^T(1+r)^T} \quad (1)$$

$$\rightarrow TC_g = V_{0g} + \sum_{t=0}^T \frac{f_{tg}}{(1+r)^t} + \sum_{t=0}^T \frac{c_{tg}}{(1+r)^t} - V_{0g}(1 + \delta)^T \frac{1}{(1+r)^T} \quad (2)$$

که در آن:

TC_g ارزش فعلی تمام هزینه‌های استفاده از خودرو بنزین سوز است.

V_{0g} ارزش یا قیمت خرید خودرو بنزین سوز

f_{tg} جریان نقدی یا هزینه سوخت در سال t

c_{tg} جریان نقدی یا هزینه تعمیرات و نگهداری در سال t

r نرخ تنزیل است

t دوره زمانی است که فرد از خودرو استفاده می‌کند و بعد از آن یا خودرو را می‌فروشد و یا آن را اسقاط می‌کند که در اینجا ده سال در نظر گرفته شده است.

پارامتر δ نرخ سالانه استهلاک را بیان می‌کند؛ بنابراین جمله آخر بیانگر ارزش اسقاط یا قیمت فروش می‌باشد.

حال فرض کنید افزایش قیمت بنزین نداریم و هزینه سوخت برای همه دوره‌ها یکسان است. $f_{tg} = f_g$ و تورم هزینه تعمیرات در هر سال به اندازه نرخ تنزیل است. در این صورت:

$$TC_g = \left[V_{0g} - V_{0g} \frac{1}{(1+\delta)^t(1+r)^t} \right] + \sum_{t=0}^T \frac{f_g}{(1+r)^t} + 10c_g \quad (3)$$

توجه کنید که جمله $\left[V_{0g} - V_{0g} \frac{1}{(1+\delta)^t(1+r)^t} \right]$ برابر است با اختلاف هزینه خرید وسیله و ارزش تنزیل شده اسقاط آن که اگر به جای آن، V_g^* را قرار دهیم معادله به صورت:

$$TC_g = [V_g^*] + \sum_{t=0}^T \frac{f_g}{(1+r)^t} + 10c_g \quad (4)$$

به جای اندیس g از CNG استفاده کنیم و معادلات را برای خودروی گاز سوز تکرار می کنیم.

$$TC_{CNG} = [V_{CNG}^*] + \sum_{t=0}^T \frac{f_{CNG}}{(1+r)^t} + 10c_{CNG} \quad (5)$$

فرض می کنیم که هزینه تعمیرات و نگهداری سالیانه خودرو گازسوز ۱۰ درصد بیشتر از خودرو بنزین سوز است؛ در نتیجه داریم:

$$c_{CNG} = 1.1 c_g$$

هزینه-فایده انتخاب نوع خودرو به سه مورد تفاوت قیمت اولیه خرید، تفاوت در هزینه سوخت و اختلاف هزینه تعمیرات و نگهداری سالیانه مرتبط است. سایر شرایط را از جمله نرخ استهلاک و ارزش اسقاط برابر فرض شده است. انتخاب مشتری به $\Delta TC = TC_g - TC_{CNG}$ بستگی دارد؛ اگر مثبت باشد فرد خودرو گاز سوز و اگر منفی باشد فرد خودرو بنزین سوز را ترجیح می دهد.

$$\begin{aligned} \Delta TC &= TC_g - TC_{CNG} \\ &= (V_g^* - V_{CNG}^*) \\ &\quad + \left[\sum_{t=0}^T \frac{f_{CNG}}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{f_g}{(1+r)^t} \right] + (10c_g - 10c_{CNG}) \end{aligned}$$

(۶)

که پس از ساده سازی به صورت زیر نوشته می شود:

$$\begin{aligned}\Delta TC &= TC_g - TC_{CNG} \\ &= (V_g^* - V_{CNG}^*) + \left[\sum_{t=0}^T \frac{(f_{CNG} - f_g)}{(1+r)^t} \right] - c_g\end{aligned}\quad (7)$$

اگر فرض کنیم که T به اندازه کافی طولانی بوده و ارزش اسقاط هر دو وسیله نزدیک به صفر یا برابر است، معادله بالا به صورت زیر بازنویسی می شود:

$$\begin{aligned}\Delta TC &= TC_g - TC_{CNG} \\ &= (V_g - V_{CNG}) + \left[\sum_{t=0}^T \frac{(f_{CNG} - f_g)}{(1+r)^t} \right] - c_g\end{aligned}\quad (8)$$

در این صورت انتخاب فرد به چهار عامل اختلاف قیمت خرید خودرو، اختلاف هزینه سالانه سوخت، نرخ تنزیل و هزینه تعمیر و نگهداری سالانه بستگی دارد. با توجه به قیمت CNG و بنزین در آینده و سطح تکنولوژی و زیر ساخت ها که می توانند اختلاف قیمت اولیه خودروهای بنزین سوز و گازسوز را کاهش دهند می توان سناریو های مختلفی را درباره نرخ پذیرش خودروهای گازسوز مطرح کرد. اگر ΔTC مثبت شود خودرو گازسوز و اگر منفی شود خودرو بنزین سوز انتخاب می گردد. ΔTC در اینجا به سه مورد بستگی دارد.

(۱) اختلاف قیمت خرید خودرو

که توسط بازار تعیین می شود و در حال حاضر در بازار مبلغی بین ۲۵ تا ۴۰ میلیون تومان برای خودروهای صفر است.

(۲) اختلاف هزینه سوخت سالانه خودرو

که به میزان سوختی که خودرو می سوزاند بستگی دارد. میزان سوختی که خودرو مصرف می کند، تحت تاثیر دو عامل میزان مسافتی که خودرو در یکسال طی می کند و کارایی خودرو از نظر مصرف سوخت است.

اگر فرض کنیم که خودرو در سال ۲۰ هزار کیلومتر مسافت را می‌پیماید و کارایی سوختی خودرو ۶ لیتر به ازای هر صد کیلومتر باشد، این خودرو در طول یک سال ۱۲۰۰ لیتر بنزین یا ۱۲۰۰ کیلوگرم CNG یا ۱۶۲۰ متر مکعب CNG مصرف می‌کند.

$$\frac{20000}{100} = 200 \quad 200 * 6 = 1200 \text{ l G or kg CNG}$$

$$= 1620 m^3 \text{ CNG}$$

ارزش حرارتی هر لیتر بنزین برابر با ارزش حرارتی یک کیلوگرم CNG است و ارزش حرارتی هر کیلوگرم CNG برابر با ۱,۳۵ متر مکعب CNG است.

برای آگاهی از میزان مصرف سوخت، خودروهایی که در ۱۰ سال اخیر در ایران تولید و در بازار فروخته شده، بررسی می‌گردند. بدین صورت که خودروها بر اساس کارایی مصرف سوخت به گروه‌های مختلف می‌شوند. در این صورت با در نظر گرفتن میزان مسافت طی شده میانگین و کارایی سوختی، میزان هزینه سالانه سوخت مشخص می‌گردد. (۳) هزینه تعمیر و نگهداری سالیانه که برا خودروهای گازسوز ده درصد بیشتر از خودروهای دوگانه سوز در نظر گرفته شده است.

اکنون با توجه به سه عامل مذکور، عمر مفید خودروها ۱۰ سال در نظر گرفته شده و خودروها به دو گروه دوگانه‌سوز و بنزین سوز تقسیم می‌شوند. سپس عایدات ناشی از مصرف گاز برای گروه‌های مختلف خودرو، بر اساس کارایی سوختی بر مبنای ارزش فعلی محاسبه گردیده و با هزینه اضافی خرید خودرو دوگانه‌سوز مقایسه می‌شود. اگر مجموع ارزش فعلی عایدات ده ساله مصرف CNG از هزینه اضافی خرید خودرو دوگانه‌سوز بیشتر باشد، فرد خودرو گازسوز را انتخاب می‌کند و در صورتی که مجموع عایدات مصرف گاز از هزینه اضافی خرید کمتر باشد، خودرو بنزین سوز ترجیح داده می‌شود. در ضمن هرچه خودرو پر مصرف تر باشد، عایدی سالانه ناشی از مصرف گاز، بیشتر بوده و احتمال اینکه این عایدی، هزینه اضافی برای خرید خودرو دوگانه سوز را پوشش داده و مصرف کننده، خودرو دوگانه سوز را ترجیح دهد، بیشتر می‌شود.

۲-۳. محاسبه تاثیر انتخاب نوع خودرو بر کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و بهبود

تراز تجاری

محاسبات مربوط به میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود تراز تجاری بر اساس همان روش تحقیق و مدل‌سازی مالی انجام می‌گردد. بدین صورت که پس از مشخص شدن نرخهای مختلف پذیرش خودرو گازسوز بر اساس اختلاف قیمت خرید اولیه خودروهای تک‌سوز و دوگانه‌سوز و اختلاف قیمت سوخت (یک لیتر بنزین و یک کیلوگرم CNG)، میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش حمل‌ونقل محاسبه می‌گردد. همچنین، بر اساس همین مدل‌سازی، میزان بهبود تراز تجاری کشور که به دلیل کاهش واردات بنزین و سوخت‌های فسیلی است، مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

شایان ذکر است که داده‌های مربوط به میزان مصرف سوخت خودروها از سایت‌های رسمی خودروسازان داخلی شامل ایران‌خودرو، سایپا، مدیران‌خودرو، کرمان‌موتور، بهمن‌موتور و سایر شرکت‌های واردکننده و مونتاژکننده استخراج شده‌اند. این اطلاعات شامل میانگین مصرف سوخت خودروهای تولیدی و وارداتی در ایران است. همچنین، تعداد خودروهای فعال در ناوگان حمل‌ونقل کشور از آمارهای رسمی منتشرشده توسط سازمان‌های ذی‌ربط از جمله پلیس راهور فراجا، شرکت پخش فرآورده‌های نفتی و مرکز آمار ایران و سایت *NGVGLOBAL* گردآوری شده که منابع آنها در انتهای پژوهش ذکر گردیده‌اند.

۴. تحلیل داده‌ها و نتایج

در این بخش، نتایج حاصل از تخمین مدل و آنالیز حساسیت برای نرخ پذیرش خودروهای دوگانه‌سوز با استفاده از متغیرهای اختلاف قیمت سوخت، اختلاف هزینه اولیه قیمت خودروی تک‌سوز و دوگانه‌سوز و هزینه تعمیر و نگهداری ارائه می‌شود.

در حال حاضر قیمت هر متر مکعب *CNG*، ۴۵۳ تومان است. از طرفی ارزش حرارتی هر یک کیلوگرم *CNG*^۱ برابر با ارزش حرارتی یک لیتر بنزین است. قیمت بنزین ۳۰۰۰ تومان و قیمت هر کیلوگرم *CNG*، ۶۱۲ تومان است که اختلاف این دو ۲۳۸۸ تومان است.

^۱ ارزش حرارتی هر کیلوگرم *CNG* برابر با ۱,۳۵ متر مکعب *CNG* است، و قیمتش برابر با ۶۱۲ تومان است.

مدل بر اساس اختلاف قیمت ۲۳۸۸ تومانی برای هر لیتر بنزین و هر کیلوگرم CNG و اختلاف ۲۵ میلیون تومانی قیمت خرید بین خودروهای بنزینی و دوگانه‌سوز استوار است. نرخ استهلاک و ارزش اسقاط برای هر دو نوع خودرو برابر و نرخ تنزیل برابر با نرخ سود بانکی ۲۳ درصد در نظر گرفته شده است.

۴-۱ تقسیم بندی گروه های خودرویی پرفروش در ایران بر اساس کارایی سوختی

در این قسمت، ۲۵ گروه خودرویی پرفروش در ایران بر اساس کارایی سوختی طبقه‌بندی شده‌اند که ۹۷ درصد ناوگان حمل و نقل کشور را شامل می‌شوند. برای محاسبه میزان سوخت مصرفی سالانه هر گروه، میانگین مسافت طی شده در یک سال و کارایی سوختی در نظر گرفته شده و هزینه سوخت سالانه برای بنزین و CNG به صورت مجزا محاسبه گردیده است. در نهایت، ارزش عایدی‌های ده ساله به ارزش فعلی تبدیل شده و بر اساس اختلاف قیمت اولیه خرید و هزینه‌های تعمیر و نگهداری سالانه، مشخص می‌شود که استفاده از CNG برای کدام گروه‌های خودرویی مقرون به صرفه است. خودروهای پرمصرف‌تر که سوخت بیشتری می‌سوزانند و در صورت استفاده از CNG، صرفه‌جویی هزینه‌ای بیشتری دارند، احتمال پذیرش خودروهای دوگانه‌سوز در آنها بالاتر است.

۴-۲ نرخ پذیرش خودروهای گاز سوز

نرخ پذیرش خودروهای گاز سوز در ایران بر اساس معیارهای پایه محاسبه می‌شود. این معیارها شامل عمر ده سال، نرخ استهلاک برابر، و نرخ تنزیل ۲۳ درصد و استفاده از میانگین مسافت طی شده خودروها در یک سال (۲۰ هزار کیلومتر) و شاخص کارایی مصرف سوخت برای تقسیم بندی خودروهای ناوگان است. جدول ۲، نرخ پذیرش خودروهای گاز سوز (CNG) را به صورت درصد نمایش می‌دهد. در این جدول، دو متغیر مهم وجود دارد:

۱. اختلاف قیمت یک لیتر بنزین و یک کیلوگرم CNG (تومان): این مقدار نشان‌دهنده تفاوت قیمت بین استفاده از بنزین و گاز طبیعی فشرده (CNG) است. به عبارت دیگر، اگر اختلاف قیمت CNG و بنزین بیشتر شود، احتمال پذیرش خودروهای گاز سوز نیز بیشتر خواهد شد؛ چون CNG به نسبت بنزین ارزان ترشده و مصرف کنندگان ترجیح خواهند داد از این سوخت استفاده نمایند.
 ۲. اختلاف قیمت خرید خودروهای دوگانه‌سوز و تک‌سوز (میلیون تومان): این مقدار نشان‌دهنده تفاوت قیمت بین خودروهای دوگانه‌سوز (که هم بنزین و هم CNG مصرف می‌کنند) و خودروهای تک‌سوز (که فقط یک نوع سوخت را مصرف می‌کنند) است. اگر این اختلاف قیمت کم باشد، خرید خودروهای دوگانه‌سوز جذاب‌تر خواهد بود و نرخ پذیرش خودروهای گازسوز را افزایش خواهد داد.
- به عنوان مثال اگر اختلاف قیمت خرید اولیه خودرو تک سوز و دوگانه سوز، ۲۵ میلیون تومان و اختلاف قیمت سوخت (یک لیتر بنزین و یک کیلوگرم CNG) ۷۰۰۰ تومان باشد، آنگاه طبق محاسبات بر اساس مدل‌سازی مالی انجام شده در قسمت‌های قبل، برای گروه‌های خودرویی که در هر ۱۰۰ کیلومتر ۷٫۱ لیتر یا بیشتر مصرف می‌کنند، استفاده از CNG از نظر مالی به صرفه‌تر است و مزایای مالی آن بیشتر از اختلاف قیمت خرید خودرو است. با توجه به اینکه ۵۸٫۷۱ درصد از خودروهای فروخته شده در ده سال اخیر در ایران در هر ۱۰۰ کیلومتر، حداقل ۷٫۱ لیتر سوخت مصرف می‌کنند. بنابراین، نرخ پذیرش خودروهای گاز سوز (بدون در نظر گرفتن معایب آنها) باید ۵۸٫۷۱ درصد باشد؛ زیرا امکان ارزیابی مالی ضعف‌های زیرساختی و تکنولوژیکی وجود ندارد. اگر زیرساختها و تکنولوژی‌های لازم به طور گسترده در دسترس باشند، پتانسیل جانشینی CNG افزایش می‌یابد. با توجه به گزینه محتمل قیمت بنزین ۸۰۰۰ تومانی در سال آینده، برای اینکه نرخ پذیرش خودروهای گازسوز به بالای ۵۰ درصد برسد، دولت باید آمادگی لازم برای ایجاد زیرساخت‌های توزیع روزانه ۸۰ میلیون متر مکعب گاز CNG را داشته باشد. این پیش‌نیازها شامل حداقل ۵ میلیون مخزن و سایر تجهیزات مورد نیاز برای گازسوز کردن خودروها است که با افزایش قیمت بنزین به سمت CNG سوق پیدا می‌کنند. تنها در این صورت می‌توان کاهش تقاضای بنزین را مشاهده کرد.

در قیمت‌های فعلی سوخت‌ها یعنی قیمت ۱۵۰۰ تومانی بنزین سهمیه‌ای و قیمت ۳۰۰۰ تومانی بنزین آزاد و قیمت ۴۵۳ تومانی و ۶۱۲ تومانی هر متر مکعب و هر کیلوگرم CNG و همچنین اختلاف قیمت ۲۵ میلیون تومانی خودرو دوگانه‌سوز و تک‌سوز برای هیچکدام از مصرف کنندگان مصرف CNG مزایای مالی به همراه ندارد و نرخ پذیرش CNG صفر است که در جدول با رنگ قرمز مشخص شده‌اند.

جدول ۲. نرخ پذیرش خودروهای گاز سوز درصد (نرخ تنزیل ۲۳ درصدی) (منبع: یافته‌های تحقیق)

اختلاف قیمت: یک لیتر بنزین و یک کیلوگرم CNG (تومان)	اختلاف قیمت خرید خودروهای دوگانه‌سوز و تک‌سوز (میلیون تومان)										
	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰
	۸۸۸	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۲۳۸۸	۰۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۳۰۰۰	۴۶,۸۱	۱۵,۶۲	۳,۵۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۴۰۰۰	۸۲,۶۴	۵۲,۷۹	۲۲,۶۶	۹,۵۳	۲,۱۷	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۵۰۰۰	۹۲,۵۱	۸۰,۷۸	۵۴,۳۸	۳۰,۱۵	۱۴,۰۹	۷,۰۸	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۶۰۰۰	۹۶,۴۱	۹۰,۳۲	۷۸,۸۱	۵۸,۳۲	۳۶,۳۲	۱۹,۸۷	۱۰,۳۸	۵,۳۷	۰,۰۰	۰,۰۰
	۷۰۰۰	۹۹,۲۰	۹۴,۵۲	۸۸,۴۹	۷۶,۱۱	۵۸,۷۱	۴۰,۹۰	۲۴,۸۳	۱۴,۰۹	۳,۲۰	۰,۰۰
	۸۰۰۰	۱۰۰	۹۷,۱۳	۹۳,۴۵	۸۷,۹۰	۷۶,۱۱	۶۰,۲۶	۵۳,۵۹	۲۸,۱۰	۱۴,۸۰	۵,۴۰
	۹۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۵,۵۴	۹۲,۹۲	۸۵,۰۸	۷۴,۵۴	۵۹,۸۷	۴۶,۰۲	۲۲,۵۰	۹,۶۰
	۱۰۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸,۷۵	۹۴,۵۲	۹۱,۹۲	۸۵,۳۱	۷۴,۲۲	۶۲,۵۵	۳۶,۴۰	۱۷,۳۰
	۱۱۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹,۵۷	۹۶,۵۶	۹۳,۳۲	۹۰,۳۲	۸۴,۸۵	۷۴,۲۲	۴۸,۷۰	۲۸,۹۰
	۱۲۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸,۹۳	۹۵,۴۵	۹۳,۷۰	۸۸,۴۹	۸۱,۵۹	۵۷,۲۰	۳۹,۱۰	۲۰,۳۰

جدول ۲ نشان می‌دهد که در شرایط متفاوت، چند درصد از خودروها از بنزین به CNG تغییر سوخت می‌دهند و از مزایای مالی آن بهره‌مند می‌شوند. همانطور که مطرح گردید این مزایای مالی بستگی به اختلاف قیمت بنزین و CNG و همچنین اختلاف قیمت خودروهای تک‌سوز و دوگانه‌سوز دارد. لذا به بیان دیگر، جدول حاکی از آن است که در این قیمت‌ها، چند درصد از خودروها اگر از بنزین استفاده کنند، هزینه‌های بیشتری را برای سوخت و نگهداری خودرو می‌پردازند و اگر از CNG استفاده کنند، بر اساس ارزش فعلی در مجموع هزینه‌های کمتری متحمل خواهند گردید. البته این پیش‌فرض را داریم

که زیرساخت‌ها و تکنولوژی‌های لازم برای استفاده از CNG وجود داشته باشند و خودروهای گازسوز دارای کیفیت و ایمنی مناسب باشند.

با توجه به نتایج، اگر هدف دولت از جایگزینی سوخت CNG به جای بنزین را نرخ پذیرش بالای ۵۰ درصدی این سوخت در نظر بگیریم؛ دولت باید برای دسترسی به یکی از حالت‌های زیر تلاش کند.

- هزینه گازسوز کردن خودرو را ثابت نگه دارد و اختلاف قیمت بنزین و CNG را به ۷۰۰۰ تومان برساند.
- هزینه گازسوز کردن را به ۱۰ میلیون تومان کاهش دهد و اختلاف قیمت سوخت را به ۴۰۰۰ تومان برساند.
- هزینه گازسوز کردن را به ۱۵ میلیون تومان کاهش دهد و اختلاف قیمت سوخت را به ۵۰۰۰ تومان برساند.
- هزینه گازسوز کردن را به ۲۰ میلیون تومان کاهش دهد و اختلاف قیمت سوخت را به ۶۰۰۰ تومان برساند.
- بدون توجه به افزایش هزینه گاز سوز کردن خودرو، نرخ پذیرش را فقط با افزایش اختلاف قیمت سوخت به بیش از ۱۰ هزار تومان بالا ببرد.

در شرایط فعلی، استفاده از CNG برای هیچ گروه خودرویی به صرفه نیست و مصرف‌کنندگان تمایلی به پذیرش معایب خودروی گازسوز بدون منفعت مالی ندارند. کاهش ۱۷ درصدی مصرف CNG نشان‌دهنده این مشکل است. استفاده فعلی از CNG بیشتر به خاطر وجود مخزن‌های نصب شده قبلی است و به نظر نمی‌رسد در قیمت‌های فعلی تقاضایی برای خودروهای دوگانه وجود داشته باشد.

با توجه به نیاز دولت به کاهش مصرف بنزین، یکی از راه‌های موثر برای این هدف، کاهش قیمت خودروهای دوگانه سوز است. همچنین، افزایش قیمت بنزین که یک امر غیر قابل اجتناب است، باید به اجرا درآید. اگر دولت تمایل دارد تا پذیرش بالای ۵۰ درصدی سوخت گاز در بخش حمل و نقل را داشته باشد، در قیمت‌های فعلی خودرو، باید تلاش کند تا اختلاف قیمت بنزین و CNG حداقل به میزان ۷۰۰۰ تومان باشد. با افزایش اختلاف قیمت بنزین و CNG، برخی از مردم به دنبال خرید خودروهای گازسوز خواهند رفت. گاز CNG یک سوخت ارزان و کم آلاینده است که می‌تواند به کاهش هزینه‌های

سوخت و آلودگی هوا کمک کند. اما افزایش قیمت بنزین، منجر به افزایش تقاضا برای خودروهای گازسوز شده و قیمت آنها نیز به شدت افزایش پیدا خواهد کرد و این امر باعث می شود که خرید آنها برای بسیاری از مردم غیرقابل دسترس باشد و یا از نظر مالی به صرفه نباشد. به نظر می رسد که یکی از راه حل های مناسب برای حل این مشکل، حمایت دولت از تولید خودروهای دوگانه سوز باشد. بعد از افزایش قیمت بنزین، دولت باید تسهیلات و تخفیفات مالیاتی و گمرکی را برای تولیدکنندگان و خریداران خودروهای دوگانه سوز فراهم کند. همچنین، قیمت مخزن گاز و تجهیزات CNG را پایین نگه دارد و از افزایش غیرمنطقی آن جلوگیری کند. تا منجر به جایگزینی CNG به جای بنزین شود. با افزایش نرخ تنزیل، ارزش فعلی خالص (NPV) حاصل از اختلاف قیمت سوخت کاهش می یابد، زیرا درآمدها و صرفه جویی های آینده با نرخ بالاتری تنزیل می شوند و وزن کمتری در محاسبات خواهند داشت. این موضوع باعث می شود که نرخ پذیرش خودروهای گازسوز نیز کاهش یابد، چرا که مزایای اقتصادی ناشی از صرفه جویی در هزینه سوخت (در مقایسه با بنزین) کمتر به چشم خواهد آمد و سرمایه گذاری اولیه برای خرید خودروی دوگانه سوز جذابیت کمتری خواهد داشت. در واقع، هرچه نرخ تنزیل بالاتر باشد، مصرف کنندگان بیشتر به هزینه های اولیه خرید خودرو توجه می کنند و کمتر به صرفه جویی های بلندمدت اهمیت می دهند، که این امر می تواند باعث کاهش استقبال از خودروهای گازسوز شود (جدول ۳).

جدول ۳. نرخ پذیرش خودروهای گاز سوز درصد (نرخ تنزیل ۳۰ درصدی) (منبع: یافته‌های تحقیق)

اختلاف قیمت یک لیتر بنزین و یک کیلوگرم CNG (تومان)	اختلاف قیمت خرید خودروهای دوگانه‌سوز و تک‌سوز (میلیون تومان)										
	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰
	۸۸۸	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۲۳۸۸	۰۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۳۰۰۰	۳۵,۲۱	۱۰,۸۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۴۰۰۰	۶۸,۷۵	۴۲,۹۳	۱۸,۶۰	۶,۷۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۵۰۰۰	۸۰,۴۰	۷۰,۹۰	۴۸,۷۵	۲۴,۸۰	۱,۵۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۶۰۰۰	۸۹,۳۰	۸۲,۱۰	۶۸,۲۰	۴۹,۱۰	۲۸,۴۰	۱۳,۳۰	۶,۲۰	۳,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۷۰۰۰	۹۴,۱۰	۸۹,۳۰	۷۹,۸۰	۶۳,۵۰	۴۸,۱۰	۳۳,۲	۱۹,۱۰	۱۰,۵۰	۲,۲۰	۰,۰۰
	۸۰۰۰	۹۷,۸۰	۹۳,۱۰	۸۸,۶۰	۷۷,۱۰	۶۲,۵۰	۴۸,۲	۳۶,۷۰	۲۰,۰۰	۸,۴۰	۳,۰۰
	۹۰۰۰	۹۹,۹۰	۹۶,۲۰	۹۲,۴۰	۸۶,۹۰	۷۴,۸۰	۶۱,۳۰	۴۷,۱۰	۳۲,۴۰	۱۵,۳۰	۶,۲۰
	۱۰۰۰۰	۱۰۰	۹,۳۰	۹۵,۸۰	۹۰,۱۰	۸۳,۴۰	۷۲,۶۰	۵۸,۹۰	۴۳,۱۰	۲۵,۲۰	۱۱,۳۰
	۱۱۰۰۰	۱۰۰	۹۹,۲۰	۹۷,۳۰	۹۲,۸۰	۸۷,۲۰	۷۹,۱۰	۶۸,۷۰	۵۳,۲۰	۳۶,۴۰	۱۸,۲۰
	۱۲۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸,۶۰	۹۵,۱۰	۹۰,۳۰	۸۳,۶۰	۷۵,۲۰	۶۲,۸۰	۴۸,۱۰	۲۸,۳۰

با کاهش نرخ تنزیل، ارزش فعلی صرفه‌جویی‌های آتی افزایش می‌یابد، که باعث افزایش نرخ پذیرش خودروهای گازسوز نسبت به نرخ‌های تنزیل بالاتر (۲۳ و ۳۰ درصد) می‌شود (جدول ۴).

جدول ۴. نرخ پذیرش خودروهای گاز سوز درصد (نرخ تنزیل ۲۰ درصدی) (منبع: یافته‌های تحقیق)

اختلاف قیمت یک لیتر بنزین و یک کیلوگرم CNG (تومان)	اختلاف قیمت خرید خودروهای دوگانه‌سوز و تک‌سوز (میلیون تومان)										
	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰
	۸۸۸	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۲۳۸۸	۰۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۳۰۰۰	۵۲,۳۰	۲۲,۷۰	۸,۱۰	۲,۵۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۴۰۰۰	۸۷,۱۰	۶۰,۸۰	۳۵,۲۰	۱۶,۳۰	۶,۵۰	۵,۸۹	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۵۰۰۰	۹۴,۶۰	۸۵,۱۰	۶۴,۲۰	۴۲,۳۰	۲۵,۱۰	۱۳,۴۵	۱,۲۳	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۶۰۰۰	۹۷,۸۰	۹۲,۷۰	۸۴,۲۰	۶۲,۳۰	۴۲,۸۰	۳۲,۱۲	۱۵,۰۴	۷,۹۹	۲,۳۰	۰,۰۰
	۷۰۰۰	۹۹,۵۰	۹۶,۳۰	۹۱,۲۰	۷۸,۱۰	۶۲,۴۰	۵۴,۷۸	۲۸,۸۹	۱۴,۰۹	۹,۱۰	۲,۴۰
	۸۰۰۰	۱۰۰	۹۸,۳۰	۹۵,۲۰	۸۸,۹۰	۷۷,۱۰	۶۹,۰۱	۵۵,۸۹	۲۹,۳۰	۱۶,۸۰	۷,۱۰
	۹۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۷,۳۰	۹۳,۴۰	۸۶,۹۰	۸۰,۰۳	۶۳,۵۶	۴۷,۹۰	۲۶,۳۰	۱۲,۵۰
	۱۰۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸,۸۰	۹۶,۱۰	۹۲,۷۰	۸۹,۸۱	۷۷,۷۰	۶۳,۳۳	۳۸,۷۰	۲۰,۱۰
	۱۱۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹,۸۰	۹۷,۸۰	۹۴,۶۰	۹۴,۰۰	۸۶,۰۸	۷۴,۲۲	۵۱,۳۰	۳۰,۷۰
	۱۲۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹,۲۰	۹۶,۱۰	۹۵,۶۷	۸۹,۶۷	۸۲,۷۸	۶۲,۸۰	۴۲,۲۰

۳-۴ کاهش در انتشار گازهای گلخانه‌ای در نرخ‌های مختلف پذیرش خودرو گاز

سوز

طبق داده‌های مندرج در ترازنامه انرژی، تقریباً نیمی از آلاینده‌های ناشی از گازهای گلخانه‌ای در بخش حمل و نقل به مصرف بنزین مربوط می‌شود. با توجه به اینکه انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از CNG تقریباً ۲۰٪ کمتر از بنزین است، اگر نرخ پذیرش خودروهای گازسوز به ۱۰۰٪ برسد (مطابق جدول شماره ۲)، آلودگی ناشی از مصرف بنزین ۲۰٪ کاهش می‌یابد. این به معنای کاهش ۱۰٪ در کل گازهای گلخانه‌ای است که توسط بخش حمل و نقل منتشر می‌شود. با این حال، در عمل، کاهش مشاهده شده تنها حدود ۱٪ است که تقریباً یک‌دهم از حالت ایده‌آل است. در صورت تحقق این حالت ایده‌آل، انتشار گازهای گلخانه‌ای در سطح کشور نیز ۶,۳٪ کاهش می‌یابد، در حالی که بر اساس آمار فعلی ترازنامه انرژی، کاهش کمتر از ۱٪ رخ داده است.

جدول ۵ میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را نشان می‌دهد. اگر اختلاف قیمت بنزین و CNG افزایش یابد، تمایل به استفاده از CNG افزایش خواهد یافت و از آنجایی که گاز نسبت به بنزین سوخت پاک‌تری است میزان آلودگی کاهش خواهد یافت. همچنین اگر اختلاف قیمت خودرو دوگانه‌سوز و تک‌سوز کاهش یابد، تقاضا برای خودرو دوگانه‌سوز و در ادامه آن مصرف CNG افزایش خواهد یافت. به عنوان مثال اگر اختلاف قیمت بنزین و CNG به ۷۰۰۰ تومان برسد و اختلاف قیمت خودرو دوگانه‌سوز و تک‌سوز ۲۵ میلیون تومان باشد؛ میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ۵,۸۷ درصد کاهش خواهد یافت.

جدول ۵. درصد کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بخش حمل و نقل (منبع: یافته‌های تحقیق)

اختلاف قیمت یک لیتر بنزین و یک کیلوگرم CNG (تومان)	اختلاف قیمت خرید خودروهای دوگانه‌سوز و تک‌سوز (میلیون تومان)								
		۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
	۹۸۸	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۲۳۸۸	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۳۰۰۰	۴,۶۸	۱,۵۶	۰,۳۵	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۴۰۰۰	۸,۲۶	۵,۲۸	۲,۲۷	۰,۹۵	۰,۲۲	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۵۰۰۰	۹,۲۵	۸,۰۸	۵,۴۴	۳,۰۲	۱,۴۱	۰,۷۱	۰,۰۰	۰,۰۰
	۶۰۰۰	۹,۶۴	۹,۰۳	۷,۸۰۸	۵,۸۳	۳,۶۳	۱,۹۹	۱,۰۴	۰,۵۴
	۷۰۰۰	۹,۹۲	۹,۴۵	۸,۸۵	۷,۶۱	۵,۸۷	۴,۰۹	۲,۴۸	۱,۴۱
	۸۰۰۰	۱۰	۹,۷۱	۹,۳۵	۸,۷۹	۷,۶۱	۶,۰۳	۵,۳۶	۲,۸۱
	۹۰۰۰	۱۰	۱۰	۹,۵۵	۹,۲۹	۸,۵۱	۷,۴۵	۵,۹۹	۴,۶۰
	۱۰۰۰۰	۱۰	۱۰	۹,۸۸	۹,۴۵	۹,۱۹	۸,۵۳	۷,۴۲	۶,۲۶
	۱۱۰۰۰	۱۰	۱۰	۹,۹۶	۹,۶۶	۹,۳۳	۹,۰۳	۸,۴۹	۷,۴۲
	۱۲۰۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۹,۸۹	۹,۵۵	۹,۳۷	۸,۸۵	۸,۱۶

۴-۴. میزان بهبود تراز جاری

جدول ۶ تأثیر اختلاف قیمت بنزین و CNG و همچنین اختلاف قیمت خرید خودروهای دوگانه‌سوز و تک‌سوز را بر بهبود تراز جاری کشور از طریق صادرات مازاد تولید و کاهش واردات بنزین نشان می‌دهد. تحلیل جدول به شرح زیر است.

با افزایش اختلاف قیمت بین بنزین و CNG، میزان بهبود تراز جاری افزایش می‌یابد. این نشان‌دهنده این است که با افزایش انگیزه مالی برای استفاده از CNG (از طریق افزایش اختلاف قیمت با بنزین)، تمایل به استفاده از خودروهای گازسوز بیشتر شده و در نتیجه، مصرف بنزین کاهش می‌یابد. همچنین، با افزایش اختلاف قیمت خرید بین خودروهای دوگانه‌سوز و تک‌سوز، میزان بهبود تراز جاری کاهش می‌یابد. این نشان می‌دهد که اگر

هزینه اولیه خرید خودروهای گازسوز بیشتر باشد، تمایل به خرید و استفاده از آن‌ها کمتر شده و در نتیجه، تأثیر کمتری بر کاهش مصرف بنزین و بهبود تراز جاری خواهد داشت. اختلاف قیمت سوخت نقش مهم‌تری در تصمیم‌گیری مصرف‌کنندگان دارد. در صورت دستیابی به نرخ پذیرش بالای ۵۰ درصدی، می‌توان به واسطه کاهش واردات بنزین و صادرات مازاد تولید آن، سالیانه حداقل ۱۵ میلیارد دلار تراز تجاری را بهبود داد. جدول ۶. میزان بهبود تراز جاری از طریق کاهش واردات بنزین (میلیارد دلار) (منبع: یافته‌های تحقیق)

اختلاف قیمت یک لیتر بنزین و یک کیلوگرم CNG (تومان)	اختلاف قیمت خرید خودروهای دوگانه‌سوز و تک‌سوز (میلیون تومان)								
		۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
	۹۸۸	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۲۳۸۸	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۳۰۰۰	۱۳,۷۵	۴,۵۹	۱,۰۳	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۴۰۰۰	۲۴,۲۸	۱۵,۲۱	۶,۶۶	۲,۸۰	۰,۶۴	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
	۵۰۰۰	۲۷,۱۸	۳۷,۲۴	۱۵,۹۸	۸,۸۹	۴,۱۴	۲,۰۸	۰,۰۰	۰,۰۰
	۶۰۰۰	۲۸,۹۳	۲۶,۵۴	۲۳,۱۶	۱۷,۱۴	۱۰,۶۷	۵,۸۴	۳,۰۵	۱,۵۸
	۷۰۰۰	۲۹,۱۵	۲۷,۷۷	۲۶,۶۶	۲۲,۳۶	۱۷,۲۵	۱۲,۰۲	۷,۳۰	۴,۱۴
	۸۰۰۰	۲۹,۳۸	۲۸,۵۴	۲۷,۴۶	۲۵,۸۳	۲۲,۳۶	۱۷,۷۱	۱۵,۷۵	۸,۲۶
	۹۰۰۰	۲۹,۳۸	۲۹,۳۸	۲۸,۰۷	۲۷,۳۰	۲۵,۰۰	۲۱,۹۰	۱۵,۵۹	۱۳,۵۲
	۱۰۰۰۰	۲۹,۳۸	۲۹,۳۸	۲۹,۰۲	۲۷,۷۷	۲۷,۰۱	۲۵,۰۷	۲۱,۸۸	۱۸,۳۸
	۱۱۰۰۰	۲۹,۳۸	۲۹,۳۸	۲۹,۲۶	۲۸,۳۷	۲۷,۴۱	۲۶,۵۴	۲۴,۹۳	۲۱,۸۱
	۱۲۰۰۰	۲۹,۳۸	۲۹,۳۸	۲۹,۳۸	۲۹,۰۷	۲۸,۰۵	۲۷,۵۳	۲۶,۰۰	۲۳,۹۴

۵. بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله، ترجیحات مالی مصرف‌کنندگان در انتخاب بین خودروهای گازسوز و بنزینی مدل‌سازی گردیده است. فرض اساسی تحقیق این بود که مصرف‌کنندگان خودرو فقط بر اساس ملاحظات مالی مانند تفاوت قیمت خرید بین خودروهای دوگانه‌سوز و تک‌سوز، هزینه‌های سوخت و هزینه‌های تعمیرات، نوع خودروی خود را انتخاب می‌کنند.

رویکرد ابداعی این مقاله بر مدل‌سازی ترجیحات مالی مصرف‌کنندگان در انتخاب خودروهای دوگانه‌سوز در مقایسه با خودروهای تک‌سوز، بر اساس اختلاف قیمت خرید و هزینه‌های سوختی استوار است. برخلاف مطالعات پیشین، این پژوهش با استفاده از تحلیل کمی و مدل‌های اقتصادی، نرخ پذیرش خودروهای گازسوز را در سناریوهای مختلف قیمتی بررسی کرده است. همچنین، تأثیر نرخ تنزیل بر پذیرش CNG مورد ارزیابی قرار گرفته و رابطه بین قیمت‌های دستوری سوخت و جذابیت اقتصادی CNG تحلیل شده است.

بررسی مزایای مالی استفاده از CNG به جای بنزین نشان داد تفاوت قیمت‌های فعلی بین CNG و بنزین و اختلاف قیمت خودروهای دوگانه‌سوز و تک‌سوز، مزایای مالی قابل توجهی برای هیچکدام از مصرف‌کنندگان ایجاد نمی‌کند. به عبارت دیگر، هیچکدام از مصرف‌کنندگان خودروهای موجود از مزایای مالی ناشی از تغییر سوخت به CNG، بهره‌ای نخواهند برد و اگر خودرو گازسوز را انتخاب کنند، هزینه‌های اختلاف قیمت خرید خودرو دوگانه‌سوز و هزینه اضافی تعمیرات و نگهداری این خودروها پوشش داده نمی‌شود. لیکن، این هزینه‌ها یا زیان‌های مالی با ضعف‌های زیرساختی و معایب خودروهای گازسوز (ضعف‌های فراوان زیر ساختی و تکنولوژیکی مانند تعداد پایین جایگاه‌های CNG و حجم پایین مخازن و...) نیز همراه می‌شود (این عدم مطلوبیت نیز به هزینه‌های اولیه اضافه می‌شود) و در قیمت‌های فعلی بنزین و CNG مصرف‌کنندگان عملاً هیچ تمایلی برای انتخاب خودرو دوگانه‌سوز ندارند؛ زیرا اختلاف هزینه‌ها در مقایسه با عایدی پرمصرف‌ترین گروه‌های خودرویی نیز بسیار زیاد است. این هزینه برای برخی گروه‌های خودرویی، بسیار بالا و حتی بیشتر از ۲۰ میلیون تومان است.

بر اساس نتایج ارائه شده، اگر قیمت بنزین به طور متوسط ۷۰۰۰ تومان گران‌تر از قیمت یک کیلوگرم CNG باشد و همچنین اگر خودروهای دوگانه‌سوز به طور متوسط ۲۵ میلیون تومان گران‌تر از خودروهای تک‌سوز باشند، ۵۸٫۷۱٪ از خودروها از تغییر سوخت به CNG مزایای مالی خواهند داشت؛ به شرطی که زیرساخت‌ها و تکنولوژی‌های لازم به طور گسترده در دسترس باشند. با افزایش اختلاف بین قیمت سوخت‌ها و کاهش اختلاف قیمت خودروها، پتانسیل جایگزینی CNG افزایش می‌یابد. در صورتی که قیمت بنزین به ۸۰۰۰ تومان برسد و نرخ پذیرش خودروهای گازسوز به بیش از ۵۰ درصد برسد، دولت

باید زیرساخت‌های لازم برای توزیع روزانه ۸۰ میلیون متر مکعب گاز CNG را فراهم کند. که شامل تهیه حداقل ۵ میلیون مخزن و تجهیزات مورد نیاز برای تبدیل خودروها به گازسوز و ساخت جایگاه به تعداد کافی است. در حال حاضر اختلاف کم قیمت CNG نسبت به بنزین، مزایای مالی کافی برای پوشش هزینه‌های تعمیرات و نگهداری اضافی و اختلاف قیمت خرید اولیه را فراهم نمی‌کند. این مسئله به همراه کمبودهای زیرساختی و تکنولوژیکی، ایمنی و دیگر معایب خودروهای گازسوز، استفاده از آن‌ها را در شرایط فعلی برای مصرف‌کنندگان جذاب نمی‌کند. اگر مزیت‌های قیمتی CNG افزایش یابد، می‌تواند کمبودهای موجود را جبران کند و استفاده از این سوخت و انتخاب خودروهای دوگانه‌سوز را برای مصرف‌کنندگان توجیه‌پذیر و جذاب کند.

با این حال، باید به این نکته هم توجه کرد که پیشنهاد رایگان یا ارزان فروشی گاز CNG برای تشویق استفاده از خودروهای گازسوز، ممکن است در نگاه اول جذاب به نظر برسد، اما می‌تواند مشکلات جدی‌تری ایجاد کند؛ زیرا گاز CNG یک منبع انرژی ملی با کاربردهای متعدد است و نمی‌توان آن را بدون هزینه ارائه داد. تجربه نشان داده است که کاهش قیمت یک کالا یا خدمت می‌تواند منجر به افزایش مصرف و هدررفت آن شود. همانطور که نتایج پژوهش بان و دیگران (۲۰۲۰) و والینگتون و دیگران (۲۰۲۱) نیز نشان می‌دهند موجودی فراوان، قیمت‌های پایین و محتوای کم کربن می‌تواند منجر به افزایش مصرف گاز طبیعی به عنوان سوخت جایگزین در بخش حمل و نقل و کاهش درآمد کشور از صادرات آن شود. بنابراین، قیمت‌های پایین گاز CNG به عنوان راه‌حلی برای کاهش مصرف بنزین، مناسب و موثر نیست و باید از راه‌حل‌های دیگری استفاده شود. دولت می‌تواند برای حمایت از بخش CNG و خودروهای دوگانه‌سوز، اقداماتی انجام دهد تا مصرف بنزین کاهش یابد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر، برای تسریع جانشینی گاز به جای بنزین در حمل و نقل و کاهش میزان آلودگی، می‌توان از راهکارهای زیر استفاده کرد:

افزایش اختلاف قیمت: افزایش اختلاف قیمت بین بنزین و CNG به حدی که تأثیری در تصمیم‌گیری مردم داشته باشد و آن‌ها را به کاهش مصرف بنزین و استفاده از CNG ترغیب کند.

انعطاف‌پذیری در انتخاب سوخت: افزایش انعطاف‌پذیری در انتخاب سوخت، به گونه‌ای که مصرف‌کننده بر اساس قیمت و در دسترس بودن سوخت، بین بنزین و گاز CNG انتخاب کند. همچنین توجه به قیمت فروش CNG به جایگاه‌داران نیز می‌تواند اقتصاد تأسیس جایگاه‌های سوخت‌گیری CNG را بهبود دهد.

تسهیلات مالی و تخفیفات: ارائه تسهیلات مالی و تخفیفات مالیاتی و گمرکی برای تولیدکنندگان و خریداران خودروهای دوگانه سوز

کنترل قیمت مخزن گاز و تجهیزات CNG: با توجه به طرف عرضه، قیمت مخزن گاز و تجهیزات CNG را پایین نگه داشت و از افزایش غیرمنطقی آن جلوگیری کند.

طرح تشویقی استفاده از خودروهای گاز سوز: برخی کشورها با ممنوع کردن استفاده از خودروهای بنزینی در مناطق شهری با آلودگی بالا یا با تشویق به استفاده از خودروهای کم‌آلاینده از طریق تفاوت در هزینه پارکینگ و طرح ترافیک، استفاده از خودروهای گاز سوز را افزایش می‌دهند.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

 <https://orcid.org/0009-0005-9123-0892>

 <https://orcid.org/0000-0001-05183-0395>

 <https://orcid.org/0000-0002-1084-6144>

منابع

امین طهماسبی، حمزه، و رضوی نسب، سیدجمال الدین. (۱۴۰۱). اولویت بندی استراتژی های تاثیرگذار بر صنعت حمل و نقل گازسوز با روش ترکیبی تصمیم گیری گروهی فازی. جاده، ۳ (۲۰)، (۱۱۲)، ۱۶۷-۱۸۰. SID. <https://sid.ir/paper/1042424/fa>

رضوی نسب، سید جمال‌الدین، اشکیکی، فدایی، همایون فر، مهدی، اوشک سرابی، مریم. (۱۴۰۱). ارائه راهکاری برای مدیریت پایدار مصرف گاز طبیعی در سوخت ناوگان تاکسی‌های شهری با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. ۱۴۰۱؛ ۱۸ (۷۳): ۲۳۷-۲۷۲

سالم، علی اصغر، ممی پور، سیاب و عزیزخانی، معصومه. (۱۴۰۲). قیمت گذاری بنزین و پیامدهای آن بر فقر مطلق و نسبی خانوارهای شهری ایران. سیاست گذاری اقتصادی، (۱۵) (۲۹)، ۱-۳۹. [10.22034/epj.2023.19980.2427](https://doi.org/10.22034/epj.2023.19980.2427)

شرکت پخش و پالایش فرآورده‌های نفتی سال، ۱۳۹۷، آمارنامه سالانه مصرف فرآورده‌های نفتی.

وزارت نیرو، ۱۳۹۹، ترازنامه انرژی.

References

- Arteconi, A., & Polonara, F. (۲۰۱۳). LNG as vehicle fuel and the problem of supply: The Italian case study. *Energy Policy*, ۶۲, ۵۰۳-۵۱۲. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.016>
- Asensio, J., Gómez-Lobo, A., & Matas, A. (۲۰۱۴). How effective are policies to reduce gasoline consumption? Evaluating a set of measures in Spain. *Energy Economics*, ۴۲, ۳۴-۴۲. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.11.011>
- Baranzini, A., & Weber, S. (۲۰۱۳). Elasticities of gasoline demand in Switzerland. *Energy policy*, ۶۳, ۶۷۴-۶۸۰. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.084>
- BP Statistical Review of World Energy, June ۲۰۱۸.
- Cai, H., Burnham, A., Chen, R., & Wang, M. (۲۰۱۷). Wells to wheels: Environmental implications of natural gas as a transportation fuel. *Energy Policy*, ۱۰۹, ۵۶۵-۵۷۸. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.07.041>
- Engerer, H., & Horn, M. (۲۰۱۰). Natural gas vehicles: An option for Europe. *Energy Policy*, ۳۸(۲), ۱۰۱۷-۱۰۲۹. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.054>
- He, X., Wallington, T. J., Anderson, J. E., Keoleian, G. A., Shen, W., De Kleine, R., ... & Winkler, S. (۲۰۲۱). Life-cycle greenhouse gas emission benefits of natural gas vehicles. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, ۹(۲۳), ۷۸۱۳-۷۸۲۳. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c01324>
- <https://www.oica.net>
- <https://www.epa.gov>
- <https://www.ivma.ir>
- <https://www.ikco.ir>
- <https://www.saipacorp.com>
- <https://www.mvmco.ir>
- <https://www.kermanmotorco.com>
- Kelley, S., & Kuby, M. (۲۰۱۷). Decentralized refueling of compressed natural gas (CNG) fleet vehicles in Southern

- California. Energy Policy, ۱۰۹, ۳۵۰-۳۵۹.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.07.017>
- Khan, M. I., Yasmin, T., & Shakoor, A. (۲۰۱۵). Technical overview of compressed natural gas (CNG) as a transportation fuel. Renewable and Sustainable Energy Reviews, ۵۱, ۷۸۵-۷۹۷.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.053>
- Khan, M. I., Yasmeen, T., Khan, M. I., Farooq, M., & Wakeel, M. (۲۰۱۶). Research progress in the development of natural gas as fuel for road vehicles: A bibliographic review (۱۹۹۱-۲۰۱۶). Renewable and Sustainable Energy Reviews, ۶۶, ۷۰۲-۷۴۱.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.041>
- Krajňák, M. (۲۰۲۳). Fuels Taxation in the Context of Tax Reforms in the Czech Republic. Journal of Tax Reform, ۹(۱), ۳۴-۴۶.
 DOI: [10.1082/jtr.2023.9.1.127](https://doi.org/10.1082/jtr.2023.9.1.127)
- Ministry of Energy. (۲۰۲۰). Energy balance sheet. [In Persian]
- National Iranian Oil Products Distribution Company. (۲۰۱۸). Annual statistical report on petroleum product consumption. [In Persian]
- NGVGLOBAL.ORG
- Ofori, R. O. (۲۰۲۳). The economic cost of fuel subsidies in Ghana. Socio-Economic Planning Sciences, ۸۷, ۱۰۱۵۸۷.
<https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101587>
- Osorio-Tejada, J., Llera, E., & Scarpellini, S. (۲۰۱۵). LNG: an alternative fuel for road freight transport in Europe. WIT Transactions on The Built Environment, ۱۶۸, ۲۳۵-۲۴۶.
[10.24295/SD15.211](https://doi.org/10.24295/SD15.211)
- Pan, D., Tao, L., Sun, K., Golston, L. M., Miller, D. J., Zhu, T., ... & Zondlo, M. A. (۲۰۲۰). Methane emissions from natural gas vehicles in China. Nature communications, ۱۱(۱), ۴۵۸۸.
<https://doi.org/10.1038/s41467-020-18141-0>
- Razavinassab, S. J., Ashkiki, F., Homayounfar, M., & Oshksaraei, M. (۲۰۲۲). A solution for sustainable management of natural gas consumption in urban taxi fleets using a system dynamics approach. Quarterly Journal of Energy Economics Studies, ۱۸(۷۳), ۲۳۷-۲۷۲. [In Persian].
- Rodrigues, N., Losekann, L., & Silveira Filho, G. (۲۰۱۸). Demand of automotive fuels in Brazil: Underlying energy demand trend and asymmetric price response. Energy Economics, ۷۴, ۶۴۴-۶۵۵.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.005>
- Salem, A. A., Mamipour, S., & Azizkhani, M. (۲۰۲۳). Gasoline pricing and its consequences on absolute and relative poverty of urban households in Iran. Economic Policy, ۱۵(۲۹), ۱-۳۹.
[10.22034/epj.2023.19980.2427](https://doi.org/10.22034/epj.2023.19980.2427) [In Persian]

- Tahmasebi, A., Hamzeh, & Razavinassab, S. J. (۲۰۲۲). Prioritizing strategies affecting the gas-fueled transportation industry using a combined fuzzy group decision-making method. *Road*, ۳(۲۰[۱۱۲]), ۱۶۷-۱۸۰. SID. <https://sid.ir/paper/۱۰۴۲۴۲۴/fa>: [In Persian]
- Teoh, L. E., & Khoo, H. L. (۲۰۲۱). Analysis of natural gas vehicle acceptance behavior for Klang Valley, Malaysia. *International Journal of Sustainable Transportation*, ۱۵(۱), ۱۱-۲۹. <https://doi.org/۱۰.۱۰۸۰/۱۵۵۶۸۳۱۸,۲۰۱۹,۱۶۷۹۹۲۲>
- Yeh, S. (۲۰۰۷). An empirical analysis on the adoption of alternative fuel vehicles: The case of natural gas vehicles. *Energy policy*, ۳۴(۱۱), ۵۸۶۵-۵۸۷۵. <https://doi.org/۱۰.۱۰۱۶/j.enpol.۲۰۰۷.۰۶.۰۱۲>