

# کاربرد ترکیبات اکسیژنه و سوختهای گازی در خودروها به عنوان منابع انرژی قابل استفاده در بخش حمل و نقل

گردآورندگان: ناصر احمدی، مهرداد معینی‌شاد، کورش صدیقی  
پژوهشگاه صنعت نفت

## مقدمه

از حدود ۷۰ سال پیش، افزودن ماده شیمیایی تترا اتیل سرب\* (TEL) به بنزین موتور تولیدی پالایشگاههای نفت به منظور بالا بردن عدد اکتان این فرآورده، متداول شد.

تا اواسط دهه ۷۰ میلادی، میزان کاربرد این ماده افزودنی در حد ۰/۶ گرم عنصر سرب در هر لیتر بنزین برای تولید بنزین موتور با عدد اکتان بالا، مجاز محسوب می‌شد و در کلیه کشورهای متداول بود ولی از سال ۱۹۷۵، توجه به مشکلات مربوط به آلودگی محیط و زیانهای ناشی از انتشار سرب در هوا برای سلامتی انسان از یک سو و پیشرفتهای صورت گرفته در ابداع و به کارگیری روشهای تصفیه تبدیلی مؤثر و اقتصادی در پالایشگاهها - که تولید بنزین موتور با اکتان بالاتر را میسر می‌ساخت - از سوی دیگر، موجب شد که کاربرد املاح سرب در بنزین موتور، روندی رو به رشد در جهت تقلیل و حذف کامل داشته باشد.

سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (EPA) در سال ۱۹۷۵، با وضع قوانین مربوط به کنترل میزان گازهای آلاینده خروجی از آگزوز خودروها، کاربرد بنزین بدون سرب و استفاده از «مبدلهای کاتالستی» در خودروها را ضروری ساخت. بدین منظور و با در نظر گرفتن زیانهای ناشی از احتراق سرب برای سلامتی انسان و سیاستهای اجتماعی و اقتصادی، قانون محدودیت کاربرد املاح سرب در بنزین موتور در امریکا، میزان سرب را از حد ۰/۳ گرم در لیتر به ۰/۱۵ در سال

\* TETRA ETHYL LEAD

- 14-Weekly Petroleum Argus, March 29, 1993.
- 15-OPEC Bulletin, 1992.
- 16-Petroleum Economist, Aug., 1991.
- 17-Refiners May Cap Post-OPEC Oil Rally by Sam Renold- Forster, Reuter Monitor, Feb. 24, 1993.
- 18-International Petroleum Encyclopedia, 1990.
- 19-Oil and Gas Journal, Year Book, 1991.
- 20- IPE Brent Prices \$ 19 with Technical Support. Reuter Monitor, Feb. 24, 1993.
- 21-Gulf States Offer Europe Energy Tax Deal Reuter Monitor, June 6, 1993.
- 22-Economic and Fixed Income Research, Forecast for 1993/94 Commerzbank.
- 23-World and Oil in the Future by Dr. Hamid Zaheri Institute of International Energy Studies.
- 24-OPEC bulletin, March 1993.
- 25-Brent Crude Firms on Technicals, Wet Cargo July 5, 1993-442-Mon. 689 Reuter Monitor.
- 26-IPE Brent Seen Bouncing Upward by Short-Term 17-May 1993- 1029 Mon 323 Reuter Monitor.
- 27-NYMEX Crude Oil Prices settle at 18- Month July 2, 1993-1632 FEP. 294 Reuter Monitor.
- 28-OPEC Review Supplement, Winter, 1992.
- 29-Energy Enternalities, Energy Taxes and Economic Efficiency Prof. W.W. Hogan, Kennedy School of Government, Harvard University IAEE, Bali, Indonesia, July 29, 1993.
- 30-International Oil Supplies and Demands, Energy Modeling Forum, Stanford University, EMF Report 11, Vol. II, April 1992.
- 31-Petroleum Argus Oil Price Reporting and analysis, August 2, 1993.

۱۹۸۵ و ۰/۰۲۶ گرم در لیتر در سال ۱۹۸۶ تقلیل داد و حذف کامل سرب از بنزین موتور را تا سال ۱۹۹۰ برنامه‌ریزی کرد.

در ایران که با مشکل آلودگی هوا در شهرهای بزرگ و مخصوصاً تهران مواجه است و طبق اظهار نظر کارشناسان، حدود ۷۰ درصد این آلودگی ناشی از تردد خودروهاست، می‌توان با کاهش تدریجی و نهایتاً حذف کامل ترا اتیل سرب از بنزین موتور و استفاده از بنزین بدون سرب، راه را برای بهبود معضل آلودگی هوا با تقلیل و حذف عنصر سمی سرب در محیط و در نهایت، کاربرد «مبدل‌های کاتالیستی» در جهت تصفیهٔ پس‌گاز خودروها، هموار کرد. هم‌اکنون در بسیاری از کشورها با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی و زیست محیطی، استفاده از ترکیبات اکسیژنه نظیر «متانول» و «متیل ترشیری بوتیل اتر» (MTBE) به صورت مواد افزودنی جایگزین ترا اتیل سرب در بنزین و نیز کاربرد سوخت‌های گازی نظیر گاز مایع (LPG) و گاز طبیعی فشرده (CNG) متداول است. این امر در کشور ما نیز که از نظر ذخایر گاز طبیعی (مادهٔ اولیهٔ اصلی تولید ترکیبات اکسیژنه فوق‌الذکر) مقام دوم دنیا را دارد، می‌تواند در جهت رفع مشکل آلودگی هوا راهگشا و مشرثر باشد.

یکی از معضلات اساسی بشر در دنیای امروز، مبارزه با آلودگی محیط زیست است. با اینکه انسان بر اثر پیشرفت تکنولوژی و صنعت توانسته مشکلات عدیده‌ای را از سر راه خود بردارد ولی در عین حال خود موجب بروز مسائل مختلف دیگری نیز شده است. سرب یکی از آلاینده‌های محیط زیست در شهرهای بزرگ است که به صورت ترا اتیل سرب (TEL) برای بالا بردن عدد اکتان به بنزین افزوده می‌شود. ذرات سرب، پس از خروج از آگزوز خودروها در هوا پراکنده می‌شود و بر روی تمام اشیای محیط زندگی انسان از قبیل خاک و گیاهان نشست می‌کند و از این طریق، انسان با استنشام هوای تنفسی آن را وارد ریه‌های خود می‌کند.

سرب حاصل از احتراق بنزین در موتور خودروها همراه با برخی دیگر از مواد حاصل از این عمل از قبیل منواکسیدکربن، هیدروکربنهای نسوخته، اکسیدهای ازت، هیدروکربنهای حلقوی و غیره، پس از پخش شدن در هوا بتدریج باعث ایجاد مسمومیت‌های غیرمستقیم، حساسیت‌های مختلف، امراض قلبی، ریوی، کلیوی و احتمالاً سرطانهای گوناگون در انسان می‌شود، ضمن آنکه آلودگی گیاهان به سرب و سایر مواد آلاینده و سمی می‌تواند زیانهای قابل توجهی به سلامتی ساکنین شهرها و روستاها وارد آورد و از طرف دیگر، باعث ایجاد صدمات فیزیولوژیکی در آنها می‌شود. منابع انتشار سرب عبارتند از:

۱- کارخانه‌های ذوب و تصفیهٔ سرب.

۲- کارخانه‌هایی که سرب را به صورت مادهٔ اولیه به مصرف

می‌رسانند.

۳- معادن سرب.

۴- دود حاصل از خودروهای بنزین (سرب‌دار) سوز.

آزمایشها نشان می‌دهند که تعداد گازهای خروجی از آگزوز خودروها بالغ بر ۵۰ نوع بوده که تنها ۵ نوع آن بی‌ضرر و حداقل یک نوع به نام «بنزو پرن» سرطان‌زاست. از مهم‌ترین آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروها می‌توان اکسیدهای کربن، اکسیدهای ازت، آلدهیدها، انواع هیدروکربنها و بالاخره ترکیبات سرب را نام برد. مادهٔ افزودنی ترا اتیل سرب، تحت فشار و حرارت داخل سیلندر موتور تبدیل به اکسید سرب شده و این اکسید از ایجاد ضربه (Knocking) در موتور جلوگیری می‌کند. اکسید سرب حاصل با سایر مواد افزوده شده به TEL و مواد باقیمانده در موتور، پس از واکنشهایی، ترکیب شده و نمکهای زیر را تولید می‌کند که مقداری از این نمکها از آگزوز خودرو خارج می‌شوند [۱].

1- PbCl-Br

2-2NH<sub>4</sub>Cl, pbcl-Br

3-Pbo, pbcl-Br, H<sub>2</sub>O

4-NH<sub>4</sub>Cl, 2pbcl-Br

5-3pb<sub>3</sub> (po<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, pbcl-Br

6-NH<sub>4</sub>Cl, 2pbcl-Br

7-pbSO<sub>4</sub>

مهم‌ترین نمک حاصل، «کلروربرمور سرب» (pbcl-Br) است که در اتمسفر آزاد می‌شود و دومین محصول مهم این عمل کمپلکس نمک آمونیوم است که همراه نمک اول از آگزوز خودرو خارج می‌شود. مقدار مجاز سرب موجود در هوا برای اولین بار در کالیفرنیا در سال ۱۹۷۰ استاندارد شد که اندازهٔ آن برابر ۲ میکروگرم در هر مترمکعب هوا در مدت ۳۰ روز و به طور متوسط ۱/۵ میکروگرم در هر مترمکعب هوا برای ۲۴ ساعت و در مدت طولانی پیشنهاد شد.

با در نظر گرفتن آلودگی ناشی از استفادهٔ ترا اتیل سرب در بنزین، انجام تحقیقات علمی برای به حداقل و یا به صفر رسانیدن کاربرد این مادهٔ سمی ضروری است، به همان ترتیب که کاهش استفاده از این ماده در بنزین در اکثر کشورهای پیشرفته و صنعتی طی برنامه‌های زمانبندی شده صورت گرفته است. برای مثال، جامعهٔ اقتصادی اروپا سقف ۰/۴ گرم سرب در هر لیتر بنزین را در سال ۱۹۸۴ مورد تصویب قرار داد و در ضمن، کلیهٔ کشورهای عضو را متعهد به اجرای مفاد زیر کرد [۲]:

۱- از سال ۱۹۸۶ کلیهٔ کشورهای عضو جامعهٔ اقتصادی می‌توانند

بنزین بدون سرب عرضه کنند.

۲- از سال ۱۹۸۹ کلیهٔ کشورهای عضو، موظف به عرضهٔ بنزین

بدون سرب هستند.

۳- حداقل یک نمونه از بنزین بدون سرب با عدد اکتان تحقیقی ۹۵ و عدد اکتان موتور ۸۵ باید در سال ۱۹۸۹ عرضه شود.

۴- در سال ۱۹۸۹ سرب موجود در بنزینهای سربدار باید محدود شده و از ۰/۴ گرم در هر لیتر به حداکثر ۰/۱۵ گرم در لیتر کاهش یابد. در پیش گرفتن چنین تدابیری در کشورهای صنعتی و نیز اشتیاق سایر کشورها به کاهش هر چه بیشتر آلودگیهای محیط زیست، به کارگیری روشهای دیگر را برای بهبود کیفیت و بالا بردن عدد اکتان بنزین الزامی ساخته است. در سالهای اخیر، افزودن ترکیبات شیمیایی اکسیژن دار (Oxygenates) به بنزین - به جای سرب - بدین منظور، به همراه استفاده از سوختهای گازی (طبیعی و مایع) به عنوان جایگزین بنزین موتور در بخش حمل و نقل، مورد توجه بسیاری قرار گرفته است.

مهم ترین ترکیبات شیمیایی اکسیژن دار، الکلها (نظیر متانول، اتانول و...) و اترها (شامل متیل ترشیری بوتیل اتر) هستند. امروزه استفاده از این مواد به صورت مخلوط با بنزین و به منظور بالا بردن کیفیت عدد اکتان آن، جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. اصولاً ترکیبات شیمیایی اکسیژن دار به دلایل زیر از توجه خاصی برخوردارند:

- ۱- این مواد را می توان از منابع دیگری غیر از نفت خام نیز تهیه کرد
  - ۲- دارای عدد اکتان بسیار بالایی هستند
  - ۳- این مواد حجم بنزین را افزایش می دهند
- با توجه به مقام دوم کشور ما در جهان از لحاظ دارا بودن ذخایر گاز طبیعی، تولید و کاربرد ترکیبات شیمیایی اکسیژن دار - بخصوص متانول و (MTBE) - و استفاده از آنها به صورت مخلوط با بنزین، می تواند مورد توجه جدی قرار بگیرد.

راه دیگر جلوگیری از آلودگیهای ناشی از وسایل نقلیه که در دنیا کاربرد دارد، استفاده از مبدلهای کاتالیستی (Catalytic Convertors) است. این مبدلها که انواع مختلف دارند، در مسیر آگزوز خودرو قرار داشته و با کمک کاتالیست، گازهای سمی و آلاینده حاصل از احتراق را به گازهای نسبتاً بی خطر تبدیل می کنند. کاربرد این مبدلها، تنها در خودروهایی که بنزین بدون سرب مصرف می کنند میسر است و در صورت وجود سرب در بنزین، فعالیت کاتالیست مبدلها خنثی شده و

کارایی خود را از دست می دهند، این مطلب نیز ضرورت حذف سرب از بنزین را به منظور حل مشکل آلودگی هوا بیش از پیش آشکار می سازد، زیرا در این صورت با استفاده از این مبدلها، سایر گازهای آلاینده خروجی از خودروها را نیز می توان تقلیل داد.

در جهان امروزی، کاربرد ترکیبات شیمیایی اکسیژن دار و بخصوص متانول و MTBE، به صورت مخلوط با بنزین و به عنوان بالا برنده عدد اکتان، جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است، به طوری که اکثر کشورهای پیشرفته با استفاده از بنزین بدون سرب و نیز انجام تحقیقات کاربردی و در موارد بسیاری، استفاده عملی از مخلوطهای بنزین با مواد اکسیژنه، گامهای اساسی در بهبود کیفیت محیط زیست خود برداشته اند. از جمله این کشورها می توان به هلند، بلژیک، آلمان، سوئیس و اتریش اشاره کرد که در رابطه با مخلوط متانول و بنزین پیشقدم بوده اند و همچنین نروژ، دانمارک، ایتالیا و یونان در زمینه مخلوط MTBE و بنزین، سوئد و فرانسه در مورد سایر الکلها [۳]. امریکا در زمینه انجام تحقیقات کاربردی مخلوط \* (۵ درصد متانول + ۵ درصد GTBA) و بنزین تحت عنوان Oxinol ۵۰ و کاربرد مخلوط "MTBE" و بنزین و بالاخره اینکه زاین در ارتباط با انجام تحقیقات مربوط به مخلوطهایی با درصد کم متانول در بنزین و شروع تحقیقات کاربردی بر روی درصدهای بالای متانول در بنزین از سال ۱۹۸۸.

سوخت جدید دیگری که اکنون در بسیاری از کشورها عرضه می شود، مخلوط اتانول و بنزین با عنوان گازوهول (Gasohol) است. در این رابطه نیز می توان به اقدامات این کشورها اشاره کرد [۴]:

- امریکا که حدود ده درصد از حجم بنزین مصرفی این کشور تا سال ۱۹۹۰ گازوهول بوده است.

- برزیل از طریق مخلوط ۲۰ درصد تا سال ۱۹۸۵.
  - اتریش با ارائه مخلوط ۵ درصد به صورت متوسط تا سال ۱۹۸۲.
  - فیلیپین با مخلوط ۱۵ درصد به طور متوسط تا سال ۱۹۸۶.
  - ایرلند با عرضه مخلوط ۲ درصد.
  - کنیا به شیوه مخلوط ده درصد.
  - زیمبابوه با ارائه مخلوط ده درصد.
- یادآوری این نکته ضروری است که بیشتر این کشورها با در نظر

### در ایران، می توان با کاهش تدریجی و حذف کامل

«تترااتیل سرب» از بنزین موتور و استفاده از بنزین بدون سرب، راه را برای بهبود معضل آلودگی هوا با تقلیل و حذف عنصر سمی سرب در محیط و در نهایت، کاربرد «مبدلهای کاتالیستی» در جهت تصفیه پس گاز خودروها، هموار کرد.

ذرات سرب پس از خروج از اگزوز خودروها در هوا پراکنده می‌شود و بر روی تمام اشیای محیط زندگی انسان از قبیل خاک و گیاهان نشست می‌کند و از این طریق، انسان با استنشام هوای تنفسی آن را وارد ریه‌های خود می‌کند.

قرار می‌گیرد و از این رو در این کشور انواع کیت و کاربراتورها قابل استفاده برای دو نوع سوخت گاز و بنزین، طراحی و به بازار عرضه شده است و حتی در برخی موارد، موتورهای تمام گازسوز نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. در کشورهای جهان سوم، با آنکه حجم عمده‌ای از گاز مایع به مصارف خانگی می‌رسد ولی با این حال در کشورهایی از قبیل هند، کره جنوبی و تایلند، در حال حاضر مصرف گاز مایع در خودروها مورد توجه جدی قرار گرفته است. دولت هند از سال ۱۹۸۲ مطالعه برای گازسوز کردن خودروها را آغاز کرده است و کره جنوبی نیز اکنون طرح استفاده از گاز مایع در خودروها را در سطح کوچکی به اجرا در آورده است [۵].

#### کاربرد گاز طبیعی به عنوان سوخت خودروها

گاز طبیعی در حال حاضر یکی از مهم‌ترین منابع اصلی تأمین انرژی در دنیاست. میزان ذخایر شناخته شده گاز طبیعی روندی رو به رشد داشته و پیش‌بینی می‌شود در قرن آینده، این سوخت، منبع اصلی تأمین انرژی جهان باشد.

این سوخت (گاز طبیعی) عمدتاً شامل متان بوده و جز در شرایط خاص، همواره به حالت گاز است. در فشار اتمسفر یک، به دلیل حجم زیاد آن، مقدار انرژی کمی را دارا بوده و بنابراین، به منظور استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت خودروها، برای تأمین انرژی لازم برای راندن خودرو باید آن را فشرده کرد که آن را، گاز طبیعی فشرده "CNG" (Compressed Natural Gas) می‌نامند. به دلیل وجود ذخایر گاز طبیعی در برخی از کشورها، برنامه استفاده از CNG، بخش اعظمی از سیاستهای کلی انرژی این کشورها را به منظور کاهش واردات مواد نفتی شامل می‌شود. آرژانتین، برزیل و نیوزیلند از جمله این کشورها هستند.

در سال ۱۹۷۹، دولت نیوزیلند برنامه درازمدتی را به منظور استفاده از CNG به عنوان سوخت خودروها آغاز کرد. هدف این برنامه، تبدیل سوخت ۲۰۰ هزار خودرو تا پایان سال ۱۹۹۰ بود که تقریباً نیمی از آن در سال ۱۹۸۵ به اتمام رسید. عواملی از قبیل: در نظر گرفتن سوبسید برای خرید تجهیزات تبدیل خودرو به گازسوز،

داشتن وفور مواد اولیه، اقدام به تولید ترکیبات مختلف اکسیژنه می‌کنند. برای مثال، کثرت مزارع نیشکر در برزیل، این کشور را به استفاده از اتانول در سوخت خودروها ترغیب کرده است. با توجه به این مسئله، کشور ما نیز با داشتن ذخایر گاز طبیعی به میزان فراوان، امکان تولید و مصرف متانول و MTBE را در سوخت خودروها داراست.

میزان مصرف گاز مایع برای سوخت خودروها در اروپا، از ۶۷۶ هزار تن در سال ۱۹۷۳ به ۲ میلیون و ۲۷۳ هزار تن در سال ۱۹۸۳ افزایش یافت. در ایتالیا، تنها در سال ۱۹۸۱ بیش از ۷۰۰ هزار راننده - که تقریباً تمامی آنها وسیله نقلیه شخصی داشتند - اتومبیل خود را مجهز به وسایل استفاده از گاز مایع کردند. اما سهم هلند در رابطه با مصرف گاز مایع به عنوان سوخت خودروها حایز اهمیت بیشتری است، زیرا مصرف این گاز در هلند از ۸ درصد در سال ۱۹۷۸ به ۲۰ درصد در سال ۱۹۸۳ افزایش پیدا کرد. در این کشور، در سال ۱۹۸۱ از شبکه‌ای مشتمل بر حدود ۲۰۰۰ جایگاه تحویل سوخت، بالغ بر ۷۹۲ هزار تن گاز مایع به ۳۵ هزار خودرو عرضه شده است. در اسپانیا، در سال ۱۹۷۹ بیش از ۱۰۰ هزار تن گاز مایع توسط وسایل نقلیه عمومی و عمدتاً تاکسیهای شهر مادرید مصرف شد. در کشور اطریش، بیشترین مصرف گاز مایع توسط اتوبوسهای شهری صورت می‌گیرد، به طوری که اکنون بسیاری از اتوبوسهای شهر وین به منظور کاهش آلودگی هوا با موتورهای گازسوز مشغول کار هستند. از سال ۱۹۸۱ در کشور ونزوئلا برنامه‌ای برای تبدیل بیش از ۲۰۰ هزار اتومبیل طی ۵ تا ۷ سال آغاز شده است. این برنامه، ابتدا خودروهای دولتی و در مرحله بعد، خودروهای شخصی را در برمی‌گیرد. ژاپن که یکی از شاخص‌ترین کشورها از نظر کاربرد گاز مایع در خودروها و در عین حال یکی از فقیرترین کشورها از نظر ذخایر نفتی است، علاوه بر ساخت و صدور تجهیزات گازسوز کردن، خود در ردیف یکی از مصرف‌کنندگان عمده گاز مایع در خودروها و عموماً تاکسی‌هاست. مصرف گاز مایع در سال ۱۹۸۳ در ژاپن، معادل یک میلیون و ۷۶۸ هزار تن و برابر ۶۵ درصد گاز مایع مصرفی خودروهای تمامی کشورهای اروپای غربی (شامل هلند، دانمارک، ایتالیا، آلمان، فرانسه و اطریش) بوده است.

در امریکا نیز، از سالها قبل گاز مایع در طیف وسیعی از موتورهای بنزینی ۴ تا ۸ سیلندر، در بیش از نیم میلیون از انواع خودروهای شخصی، جیب، کامیونت و کامیون با ظرفیتهای مختلف مورد استفاده

\* GASOLINE GRADE TERTIARY BUTYL ALCOHOL

توان در موتورهایی که برای کار با بنزین طراحی شده‌اند، کم شدن فضای مفید خودرو به دلیل قرار گرفتن مخزن (های) CNG و محدوده عملکرد کوچکتر نسبت به خودروهای بنزینی دارند که با در نظر گرفتن دیدگاههای زیست محیطی و فواید CNG، اهمیت چندانی ندارند.

### نتیجه

کاهش و حذف سرب از بنزین و جایگزینی سوختهای جدید به جای بنزین سرب‌دار در بخش حمل و نقل، در دنیا روندی رو به رشد داشته و اکثر کشورهای جهان در این مورد پیشقدم شده‌اند. انجام این کار در کشور ما نیز که با معضل آلودگی هوا در شهرهای بزرگ مواجه می‌باشد، امری است ضروری. مطابق آمار منتشر شده، تهران یکی از ۵ شهر بزرگ آلوده دنیاست. لذا، حذف سرب و روی آوردن به بنزین بدون سرب و سوختهای جدیدی از قبیل مخلوط «متانول» یا «MTBE با بنزین» (بدون سرب) به همراه استفاده از سوختهای گازی (مایع و یا طبیعی) می‌تواند در حل مسئله پیچیده آلودگی هوا در شهرهای بزرگ ایران - که حدوداً تا ۷۰ درصد مربوط به گازهای آلاینده خروجی از آگروز خودروهاست - مؤثر باشد.



### منابع

- ۱- خادم حقیقت، محمدرضا و قدوسی، جعفر، توزیع سرب در برگهای چنار نسبت مراکز تردد خودروها در مناطق مختلف تهران.
- 2- Lead phase - out in western europe, CEP, March 1986.
- 3- Low - lead limits rev fuel Oxygenate use in Europe, Chemical Engineering May 26, 1986.
- 4- Oxygenates and future demands for transport fuels, Petroleum review, March 1982.
- ۵- معینی شاد، مهرداد. کاربرد سوختهای گازی در خودروها. واحد پژوهشی سوخت و احتراق پژوهشگاه صنعت نفت. روزنامه اطلاعات، ۱۸ مرداد ماه ۱۳۷۱.
- 6- Time for a New Automotive Fuel, A. Zwemmer, Hydrocarbon Processing, November 1987.
- ۷- پروژه کاربرد مخلوط متانول و بنزین به عنوان سوخت در موتورهای احتراق داخلی نوع اتو، واحد پژوهش سوخت و احتراق پژوهشگاه صنعت نفت.

ارائه وام برای نصب تأسیسات عرضه CNG و تثبیت قیمت CNG در برابر افزایش بهای بنزین، این کشور را در راه نیل به این هدف مساعدت نمودند.

مزایایی که می‌تواند کشورها را در استفاده از CNG به عنوان سوخت خودروها ترغیب کند عبارتند از:

- ۱- از نظر هزینه، در بسیاری از کشورها گاز طبیعی از بنزین، گازوئیل و گاز مایع (LPG) ارزان تر است.
- ۲- به لحاظ مسائل ایمنی، CNG گازی سبک با دمای افروزش (Ignition Temp) بالا بوده و نسبت به بنزین کم‌خطرتر است، ضمن آنکه در شرایط دما و فشار عادی، CNG به سرعت در فضا پخش می‌شود.
- ۳- عدد اکتان بالا. عدد اکتان CNG در حدود ۱۳۰ است که بسیار بالاتر از عدد اکتان بنزین سوپر بوده و لذا، نیازی به استفاده از سرب در سوخت خودروها نیست.
- ۴- احتراق تمیز. استفاده از CNG، گازهای مضر آگروز خودروها را به حداقل ممکن می‌رساند. در نیوزیلند که شبکه استفاده از CNG به صورت سیستماتیک در حال گسترش است، اندازه گیریهایی به عمل آمده از گازهای خروجی آگروز خودروها، بیانگر نتایج زیر است: (ارقام برحسب gr/km) [۶].

### جدول ۱- میزان گازهای خروجی آگروز خودروها

(برحسب gr/Km در نیوزیلند)

	بنزین	LPG	CNG
منوکسید کربن	۱۵	۳/۱	۲/۹
هیدروکربن‌های نسوخته	۲/۲	۱/۷	۱/۶
اکسیدهای ازت	۱/۷	۱/۳	۱/۲
سرب	۰/۰۹	۰	۰

- ۵- احتراق منظم. خودروهایی که از طریق سوخت CNG حرکت می‌کنند، نرم‌تر و روان‌تر از خودروهای بنزینی کار می‌کنند.
- ۶- شاخصهای بهتر برای استارت موتور در حالت سرد. برعکس بنزین، گاز نباید ابتدا تبخیر شود و نیز روی قطعات سرد موتور چگالش انجام نمی‌گیرد.
- از دیگر مزایای CNG، بالا رفتن عمر موتور، طولانی‌تر شدن زمانهای تعویض روغن موتور، امکان استفاده از سیستم دوگانه‌سوز (بنزین - CNG) در خودرو و نیز امکان جایگزینی گازوئیل با CNG است.
- البته، کاربرد CNG به عنوان سوخت خودروها، اشکالاتی نظیر افت