

# حساسیت CNG

## در سیاست راهبردی انرژی کشور

مهندس مسعود رضا شاکری

مهندس سید مجید همایونی

### مقدمه

گاز طبیعی فشرده با بنزین به سرمایه گذاری فراوان نیاز دارد، مطالعات نشان می دهد که این سرمایه گذاریها کاملاً برگشت پذیر خواهد بود. از نظر زیست محیطی، CNG سوختی کاملاً پاک و سالم است، به گونه ای که با خودروهای گازسوز به راحتی می توان به استانداردهای جهانی دست یافت. لزوم برنامه ریزی وسیع و پی گیری بی وقفه در امر جایگزینی گاز طبیعی فشرده به عنوان منبع اصلی تأمین سوخت خودروها در کشور، با ذکر این نکته که شاید امروز هم دیر باشد، توجه خاصی را به این مهم معطوف می دارد.

با روند کنونی خودروهایی که با فن آوری قدیمی و تفکر یارانه ای در کشور تولید می شوند، روز به روز مشکلات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی کشور افزایش خواهد یافت. امروزه در بیشتر کشورهای، طرحهای ملی بلندمدتی را جهت جایگزینی گاز طبیعی فشرده به عنوان سوخت متداول در خودروها پایه ریزی کرده اند. کشور ایران با در اختیار داشتن حدود ۱۵/۵ درصد ذخایر گاز طبیعی دنیا، موقعیت ممتازی را در جایگزینی گاز طبیعی فشرده (CNG) داراست؛ هم اکنون، بنزین با هزینه هنگفتی وارد کشور شده و با پرداخت یارانه کلان برای این سوخت، سرمایه ملی مملکت به هدر می رود. گرچه از نظر اقتصادی، فرایند جایگزینی

### ۱- گاز طبیعی فشرده (CNG)

گاز طبیعی ترکیبی از هیدروکربنها، عمدتاً CH<sub>4</sub>.

جایگزینی گاز مایع

در سیاست راهبردی مصرف سوخت

## برنامه رهایش سامانه سوخت

### از مصرف حاملهای مایع

مهندس امید شاکری

#### مقدمه

سیاست انرژی کشور با توجه به بهره‌مندی ایران از ذخایر عظیم گاز طبیعی از جمله میدان گازی پارس جنوبی که بزرگ‌ترین میدان گازی مستقل دنیا می‌باشد، براساس بهره‌گیری هرچه بیشتر از منابع گاز طبیعی و افزایش سهم گاز در سبد مصرفی حاملهای انرژی از طریق توسعه شبکه داخلی گازرسانی، شکل گرفته است تا از این رهگذر صرفه‌جویی اساسی در مصرف فرآورده‌های نفتی مایع که می‌تواند درآمدهای صادراتی کشور را افزایش دهد، حاصل شود.

با وجود برنامه‌های گسترده وزارت نفت برای جایگزینی گاز طبیعی به جای سوختهای مایع در تمامی بخشها از جمله بخش صنعت، میزان مصرف گاز در صنایع عمده، از ۴/۶ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۷۹ به ۱۰ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۸۱ رسید که موجب افزایش سهم گاز در تأمین سوخت مصرفی این صنایع از ۴۷۵ درصد به ۵۷/۹ گردید، لیکن این مسئله تنها موجب کاهش رشد مصرف سوختهای مایع در این بخش و نه کاهش میزان مصرف آنها بوده است.

#### ۱- چرا از مصرف گاز طبیعی در صنایع کشور استقبال نمی‌شود؟

۱-۱- قیمت بالاتر گاز طبیعی نسبت به نفت کوره

با ارزش حرارتی یکسان

با توجه به قیمت‌های داخلی حاملهای انرژی که تقریباً

است و از چاههای گاز یا همراه با استخراج نفت خام تولید می‌شود. گاز طبیعی در مراکز مسکونی، تجاری و صنعتی مصرف می‌شود. گرایش کاربرد گاز طبیعی به عنوان سوختی جایگزین، به علت ویژگیهای این سوخت، وجود منابع سرشار داخلی و قابلیت دسترسی آن برای مصرف‌کنندگان، سوختی مطلوب محسوب می‌شود. این سوخت را به علت ماهیت گازی آن، به هردو حالت فشرده (CNG) و یا مایع (LNG) در وسایل نقلیه می‌توان ذخیره کرد. گاز طبیعی فشرده، گازی است که تا فشار ۳۶۰۰PSIG فشرده و در مخازن تحت فشار (Storage Vessels) نگهداری می‌شود. عمدتاً دارای ترکیب شیمیایی مشابه گاز موجود در خطوط لوله شهری است، با این تفاوت که رطوبت خود را کاملاً از دست داده است. گاز طبیعی فشرده از هوا سبکتر است، به گونه‌ای که نسبت دانسیته آن به هوا ۰/۶ می‌باشد. از این رو، احتمال تجمع آن در هوا بسیار کم است. این گاز در یک دامنه بسیار محدود (به طوری که اگر ۴ تا ۱۵ درصد حجم هوا توسط گاز اشغال شود) محترق می‌گردد.

نقطه اشتعال گاز طبیعی فشرده ۷۰۰ درجه سانتیگراد است، در حالی که درجه اشتعال بنزین ۴۵۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. امروزه استفاده از این سوخت در کشورهای مختلف آن چنان متداول گشته که تعداد خودروهای گازسوز، مثلاً، در آمریکا از تعداد ۴۰,۰۰۰ دستگاه در سال ۱۹۹۲ به ۱۰۰,۰۰۰ دستگاه در

سال ۲۰۰۰ رسیده است. با توجه به فراوانی منابع گاز، کیفیت مطلوب سوخت، تطابق انتشارمیزان آلاینده‌های خروجی از آگروز با مقررات زیست محیطی و نهایتاً قیمت ارزان آن نسبت به سایر منابع انرژی، CNG به عنوان اصلی‌ترین شکل انرژی جایگزین در اغلب نقاط دنیا مطرح است. از ابتدا نیز نقطه قوت گاز طبیعی نسبت به سایر سوخت‌های فسیلی، مزایای زیست محیطی آن بود. از زمان معرفی اولیه خودروهای گازسوز در اواسط دهه ۳۰ میلادی در کشور ایتالیا

#### ۱-۱- مزایای CNG

مهم‌ترین مزیت CNG در ایران فراوان بودن گاز طبیعی، هزینه پایین استحصال و پالایش در مقایسه با سایر فرآورده‌های سوختی و از همه مهم‌تر وجود شبکه توزیع گسترده گاز طبیعی در کشور می‌باشد.

پاک بودن سوخت CNG نسبت به سایر سوخت‌های فسیلی به گونه‌ای است که موتور خودروهای گازسوز در مقایسه با موتورهای بنزینی دارای حداقل آلودگی بوده و بالطبع به هزینه‌های کمتری برای مقابله با آلودگی هوا در شهرهای بزرگ خواهد انجامید. کاهش واردات سوخت (بنزین و گازوئیل)، قیمت اندک، ایجاد اشتغال زایی، امکان ایجاد جایگاه‌های کوچک و حتی خصوصی در منازل و در جاهایی که شبکه گاز شهری وجود دارد، و ایمنی بیشتر، از دیگر مزایای CNG می‌باشد.

در این زمینه در کشورهای مختلف انجام شده است. ولی توجه ویژه به گاز طبیعی به عنوان سوخت برای وسایل نقلیه در اوایل دهه نود شکوفا شد، هنگامی که شهرهایی از قبیل سانوپائولو و مکزیکوسیتی تلاش کردند تا با آلودگی شدید هوا مبارزه کنند.

در ایران در سال ۱۳۵۰ برای نخستین بار استفاده از گاز به عنوان سوخت موتورهای احتراق داخلی در کامیون‌های کوچک مطرح شد و در سال ۱۳۵۶ به صورت آزمایشی در تعدادی از خودروها از گاز طبیعی به عنوان سوخت استفاده گردید. با توجه به وجود ۲۶/۵۷ تریلیون متر مکعب ذخایر گازی کشور با عمری در حدود ۲۳۳ سال، مشکلات تولید بنزین، رشد فزاینده تولید خودرو و وضعیت بحرانی زیست محیطی در کشور، گاز طبیعی به عنوان جانشین مطلوبی برای بنزین مطرح می‌گردد.

معادل ۱۲۰ ریال به ازاء هر مترمکعب گاز طبیعی و متوسط ۱۳۰ ریال به ازاء هر لیتر نفت کوره (با احتساب کرایه حمل) می‌باشد، خواهیم داشت:

ارزش حرارتی ۱۰۰۰ مترمکعب گاز طبیعی = ۳۵/۹۵ میلیون بی تی یو

ارزش حرارتی یک مترمکعب نفت کوره = ۴۰/۹۵ میلیون بی تی یو

ارزش ریالی یک میلیون بی تی یو گاز طبیعی = ۳۳/۳ ریال  
ارزش ریالی یک میلیون بی تی یو نفت کوره = ۳۷/۱۷ ریال

همان طور که مشاهده می‌شود هزینه سوخت مصرفی هر واحد صنعتی پس از جایگزینی با گاز طبیعی حداقل ۰/۱۶ ریال به ازاء هر میلیون بی تی یو افزایش خواهد یافت.

#### ۲-۱- هزینه بالای سرمایه‌گذاری مورد نیاز

در بسیاری از موارد تبدیل سوخت واحدهای صنعتی با هزینه‌های سرمایه‌گذاری فراوانی همراه می‌باشد. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های اشتراک و انشعاب، هزینه لوله‌کشی داخلی و تعویض مشعلها می‌باشد. در مورد کارخانجات متوسط و بزرگ این رقم بالغ بر چندین میلیارد ریال خواهد بود.

#### ۳-۱- قطع گاز در مواقع کمبود

با توجه به اشکالات شبکه‌های گازرسانی و بار پیک که در فصول سرد ایجاد می‌شود، در مواقع کمبود گاز، قطع گاز واحدهای صنعتی بزرگ در دستور کار شرکت ملی گاز قرار می‌گیرد که این مطلب موجب نگرانی و باعث بروز مشکلات فراوانی برای صاحبان صنایع می‌گردد.

#### ۲- رویکرد وزارت نفت چیست؟

با توجه به موارد فوق وزارت نفت با اتخاذ سیاستهای

عدد اکتان گاز طبیعی ۱۳۰ می‌باشد و با استفاده از CNG می‌توان به ضریب تراکمی تا حد ۱۶ دست یافت، در صورتی که با استفاده از بنزین، دستیابی به چنین نسبت تراکمی غیرممکن است و اگر موتور تک سوخت برای گاز طراحی شود می‌توان بازده ترمودینامیکی بالایی (نزدیک سیکل دیزل) انتظار داشت.

عمده خودروهای گازسوز، استانداردهای اروپایی گاز خروجی از اگزوز را به آسانی پوشش می‌دهند. در این سوخت مواد آلاینده شامل هیدروکربنهای بی‌متان<sup>۱</sup> (NMHC)، ذرات معلق<sup>۲</sup> (PM)، مونوکسید کربن (Co)، دی‌اکسید گوگرد (SO<sub>2</sub>) و اکسیدهای نیتروژن (NO<sub>x</sub>) به نحو قابل توجهی کاهش می‌یابند. به عنوان مثال، در مقایسه‌ای که در دانشگاه ویرجینیای غربی آمریکا پیرامون ذرات معلق حاصل از احتراق سوخت خودروهای دیزلی و گازسوز انجام شده است، به این نتیجه رسیده‌اند که میزان ذرات پراکنده شده در هوادر خودروهای دیزلی ۰/۷۳ گرم در هر مایل و در خودروهای گاز سوز تنها ۰/۰۵ گرم در هر مایل می‌باشد.

همچنین در ایالات متحده در آوریل ۱۹۹۶، هزینه سوخت برای پیمایش مسیری ۱ مایلی، ۱۴ سنت برای خودروهای گازسوز و ۱۲ سنت برای خودروهای بنزینی بود. در اواسط ماه می همان سال، به علت افزایش مداوم قیمت نفت و بنزین، این رقم به ۱۵ سنت برای خودرو بنزینی رسید.

1. Non- Methane Hydrocarbons (NMHC)
2. Particulate Matter (PM)

در مقابل، قیمت گاز عموماً پایدارتر بوده و در کشورهای نظیر ایران که خود تولیدکننده گاز طبیعی فشرده است این تأثیرپذیری بسیار ناچیز خواهد بود.

کشور ایران با در اختیار داشتن حدود ۱۵ درصد ذخایر گاز طبیعی دنیا (حدود ۵ برابر آمریکا)، جزو تولیدکنندگان عمده گاز در جهان است و در ردیف دوم بعد از روسیه قرار دارد. به ویژه، با توجه به برنامه ریزی صورت گرفته و عملیاتی که اخیراً در منطقه پارس جنوبی عسلویه، میدان گاز مشترک ایران و قطر در حال اجرا می باشد استحصال گاز طبیعی فشرده رو به فزونی نهاده است.

وجود شبکه گسترده خطوط لوله گاز طبیعی در سطح کشور و اجرای این خطوط در مجاورت بیش از ۸۰ درصد جاده های کشور امکان نصب جایگاههای سوخت رسانی را در نقاط دلخواه امکان پذیر می سازد.

#### ۲-۱- معایب CNG

انرژی تولید شده به ازای هر لیتر CNG برابر ۲۱۵۴۲KJ، و به ازای هر لیتر LPG مقدار ۲۱۵۴۲KJ است. این امر باعث می شود که خودروهای CNG بایک کیسول مسافت کمتری را طی کنند (خودرو سواری به ازای هر کیسول مسافت ۱۰۰ کیلومتر را طی می کند) که در حمل و نقلهای بین شهری مشکل آفرین است و با افزایش دفعات سوخت گیری به اتلاف وقت مردم می انجامد که با افزایش تعداد جایگاهها و کاهش زمان سوختگیری تا حد زیادی جبران خواهد شد.

#### ۳-۱- مقایسه گاز طبیعی و بنزین

گاز طبیعی و بنزین را می توان از جنبه های متعدد مقایسه نمود، ولی در این قسمت فقط از لحاظ زیست محیطی و اقتصادی به ارزیابی آنها می پردازیم.

#### ۳-۲-۱- منافع زیست محیطی

گاز طبیعی دارای منواکسید کربن و مواد آلی ناپایدار بسیار کمی است و تقریباً هیچ ذره معلق در هوا پخش نمی کند. در هر واحد انرژی، گاز طبیعی دارای کربن کمتری در مقایسه با هر نوع سوخت فسیلی دیگر است، لذا به ازاء هر کیلو متر مسافت طی شده خودرو مقدار دی اکسید کربن ناچیزی تولید می شود.

از سوی دیگر، گاز طبیعی پس از هیدروژن پاکترین سوخت جایگزین است، زیرا بیش از ۸۰ درصد این سوخت از متان تشکیل شده است. همچنین، در خودروهای گازسوز بیش از ۹۰ درصد هیدروکربنهای موجود در دود آگزوز، معمولاً ناشی از احتراق متان است، بنابراین فعالیت شیمیایی دود آگزوز در این گونه خودروها پایین خواهد بود.

به طور کلی گاز طبیعی آلاینده های بنزینی را به صورت زیر کاهش می دهد:

- منواکسید کربن ۶۰ الی ۸۰ درصد
- گاز آلی بی متان (NMOG) ۸۷ درصد.
- اکسیدهای نیتروژن (NO<sub>x</sub>) ۵۰ الی ۸۰ درصد.
- دی اکسید کربن ۲۰ درصد.
- مواد واکنش دهنده با لایه ازن ۸۰ الی ۹۰ درصد.
- از سوی دیگر آزمایشها نشان می دهند که با

تشویقی و تنبیهی، جایگزینی گاز طبیعی در واحدهای صنعتی عمده را به عنوان یک ضرورت در دستور کار خود قرارداد و پیگیری و نظارت بر روند جایگزینی را به سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور واگذاری نمود.

درخصوص موانع گسترش استفاده از گاز در صنایع نیز وزارت نفت مصمم است: اولاً نرخ فروش داخلی گاز طبیعی به صنایع را نسبت به نرخ فروش سوخت‌های مایع از جذابیت بیشتری برخوردار نماید، ثانیاً درخصوص واحدهای صنعتی عمده گازرسانی بدون دریافت هزینه تا ورودی به واحدهای صنعتی انجام گردد، ثالثاً گاز واحدهای صنعتی به صورت ۱۲ ماهه بوده و بجز در مواقع فورس مازور قطع نگردد.

### ۳- آمار و اطلاعات چه می‌گویند؟

با توجه به اینکه بیشتر سوخت‌های مایع مورد استفاده در صنعت از نوع نفت کوره یا نفت گاز می‌باشند، در جدول شماره یک، میزان مصرف و سهم مصرف هریک از این دو فرآورده در زیربخش‌های مختلف صنعت مشخص شده است:

جدول شماره ۱- سهم مصرف نفت کوره و نفت گاز در بخش‌های مختلف صنعت

| بخش                                       | مقدار مصرف نفت گاز |      | مقدار مصرف نفت کوره |      |
|---|--------------------|------|---------------------|------|
|   | مترمکعب در سال     | درصد | مترمکعب در سال      | درصد |
| ۲۰۰ واحد صنعتی عمده کل واحدهای صنعتی عمده | ۴۵۰۰۰۰             | ۲۰   | ۳۸۳۲۰۰۰             | ۹۱   |
| کل بخش صنعت                               | ۱۸۸۱۰۰۰            | ۸۰   | ۵۶۲۰۰۰۰             | ۶۲   |
|   | ۲۲۹۶۰۰۰            | ۱۰۰  | ۶۱۵۳۰۰۰             | ۱۰۰  |

←

استفاده از سوخت گازی در موتور یکی از متداول‌ترین خودروهایی ساخت کشور، میزان منواکسیدکربن حدود ۸۰ درصد، هیدروکربنهای نسوخته بین ۱۰ تا ۳۵ درصد و اکسیدهای ازت تا حدود ۲۰ درصد (بسته به تنظیم شرایط موتور) در مقایسه با استفاده از بنزین کاهش می‌یابد. با توجه به آلودگی محیط‌زیست که عمدتاً توسط بخش حمل و نقل در کشور ایجاد می‌شود، توجه به گاز طبیعی می‌تواند بار هزینه‌های اجتماعی بسیاری را از جامعه دورسازد. اما اکثر برنامه‌ریزان و کاربران خودروهایی گازسوز منافع اقتصادی این مورد را بیشتر مدنظر قرار می‌دهند، هرچند آلودگی هوا یکی از عوامل مهم این تصمیم‌گیری به شمار می‌آید.

بدین ترتیب، طرح گازسوز کردن در وهله نخست، باید دارای توجیه اقتصادی باشد. از سوی دیگر، دولت‌ها و برنامه‌ریزان باید، علاوه بر مسائل اقتصادی، به مسائل زیست محیطی نیز توجه خاص داشته باشند و سعی کنند برای جلوگیری از بحران آلودگی هوا از وسایل نقلیه‌ای با سوخت پاک استفاده نمایند. برای بهبود وضعیت هوا، دولت مرکزی آمریکا کلیه ناوگان ترابری را ملزم نمود که از اوایل دهه ۱۹۹۰ کار استفاده از گاز طبیعی یا دیگر سوخت‌های جایگزین را آغاز کنند.

### ۲-۱-۳- منافع اقتصادی

تفاوت قیمت گاز طبیعی با بنزین عامل اصلی در اقتصادی بودن فرایند تبدیل در خودروهایی بنزینی محسوب می‌شود.



با توجه به افزایش سریع تعداد خودروها در ایران، به گونه‌ای که تعداد خودروها از ۵/۵ میلیون دستگاه در سال ۱۳۸۳ به ۱۵ میلیون دستگاه در سال ۱۴۰۰ خواهد رسید و نیز با در نظر گرفتن محدودیت ظرفیت تولید بنزین در پالایشگاهها و همچنین مسئله آلودگی هوا در شهرهای بزرگ، اهتمام به گاز سوز کردن خودروها یکی از راههای مقابله با مشکلات فوق‌الذکر می‌باشد. از طرف دیگر، ایران با داشتن منابع عظیم گاز و تولید ۶۰ میلیون مترمکعب در سال که میزان آن در ۱۰ سال آینده به ۲ برابر خواهد رسید، منابع لازم جهت تأمین این سوخت را تا ۱۰ سال آینده خواهد داشت.

اما مهم‌ترین توجیه این طرح بحث قیمت‌های جهانی است. قیمت معادل یک لیتر CNG در حدود ۵ سنت است، در صورتی که قیمت یک لیتر بنزین بیش از ۲۲ سنت می‌باشد.

از سوی دیگر، ایران دارای شبکه گسترده خطوط لوله گاز بوده و احداث جایگاه سوخت‌رسانی را در اکثر نقاط کشور ممکن می‌سازد. کل شبکه جاده‌های کشور حدود ۱۲۰۰۰ کیلومتر است که خطوط لوله در حاشیه ۹۷۰۰ کیلومتر از این جاده‌ها گسترده شده است.

مقایسه هزینه جایگزینی سوخت‌های مایع با گاز طبیعی در بخش‌های مختلف نشان می‌دهد که متوسط هزینه برای گاز سوز کردن خودروهای سواری در حدود ۸۵۰ دلار و برای تاکسی در حدود ۱۲۰۰ دلار است. آمار نشان می‌دهد که مدت زمان بازگشت سرمایه اولیه برای نصب

تجهیزات گازسوز بر روی خودروهای سواری ۷/۶ سال و برای تاکسی ۰/۷ سال است که زمان بسیار کوتاهی خواهد بود.

برای محاسبه سود ناشی از کاربرد گاز طبیعی به جای بنزین، مدلی بر اساس فرضیات زیر طراحی شد. این فرضیات عبارت‌اند از:

۱- تعداد خودروهای بنزین سوز بر اساس رشد سالیانه ۱۱ درصد محاسبه گردید. بر این مبنا تعداد خودروهای بنزینی در سال ۱۳۸۰ معادل ۴/۲ میلیون و در سال ۱۳۹۰ معادل ۱۷۶ میلیون خواهد بود. بر اساس آمارهای موجود در سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور میانگین مصرف خودروهای شخصی در ایران در هر ۱۰۰ کیلومتر معادل ۱۵ لیتر است.

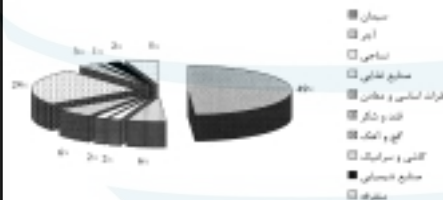
۲- سوخت مصرفی خودرو برای پیمایش ۱۰۰ کیلومتر معادل ۱۵ لیتر در نظر گرفته شد. از طرف دیگر، هر خودرو سواری به طور متوسط سالانه ۱۵ هزار کیلومتر پیمایش مسیر دارد، که در این مدل از این رقم استفاده گردید.

۳- هر ساله تنها ۵ درصد از کل خودروهای کشور گازسوز می‌شود. با توجه به اینکه هر خودرو در سال، ۱۵۰۰۰ کیلومتر پیمایش دارد و در هر ۱۰۰ کیلومتر ۱۵ لیتر بنزین مصرف می‌کند لذا می‌توان گفت که هر خودرو در سال معادل ۲۲۵۰ لیتر بنزین مصرف خواهد کرد. از سوی دیگر، قبلاً بیان شد که قیمت هر لیتر معادل بنزین CNG در حدود ۵ سنت و هر لیتر بنزین معادل ۲۲ سنت می‌باشد، لذا اختلاف قیمت این دو حامل انرژی اگر در رقم ۲۲۵۰ لیتر برای

همان طور که از جدول مذکور مشاهده می شود، تنها در ۲۰۰ واحد عمده مصرف کننده سوختهای مایع سالانه بیش از ۳/۸ میلیارد لیتر نفت کوره مصرف می شود که معادل ۶۲ درصد از کل مصرف نفت کوره بخش صنعت می باشد. از این رو تبدیل سوخت ۲۰۰ واحد صنعتی مزبور در اولویت اول سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور قرار گرفت. لازم به ذکر است که ارزش سوخت مایع مصرفی در ۲۰۰ واحد صنعتی عمده با احتساب قیمت های واقعی در حدود ۶۰۰ میلیون دلار است.

در شکل ۱ سهم هریک از گروه های صنعتی را از کل مقدار مصرف سوخت های مایع ۲۰۰ واحد صنعتی عمده نشان داده شده است:

نمودار شماره ۱- سهم هریک از گروه های صنعتی از کل مقدار مصرف سوخت های مایع ۲۰۰ واحد صنعتی عمده



همان طور که در نمودار شماره یک مشاهده می شود، بیشترین سهم در بین مصرف کنندگان عمده سوخت های مایع (۲۰۰ واحد صنعتی) مربوط به صنایع سیمان (۴۹ درصد) و صنایع قند (۲۴ درصد) می باشد. به عبارت دیگر دو گروه صنعتی مذکور بیش از ۴۵ درصد از کل مصرف سوخت های مایع بخش صنعت را به خود اختصاص می دهند که ارزش آن با احتساب قیمت های واقعی در حدود ۳۵۰ میلیون دلار می باشد.

←

هر خودرو ضرب شود، میزان صرفه جویی سالیانه خودروهای گازسوز به دست می آید، که در جدول ۱ مشخص شده است.

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می شود، در سال ۱۳۹۰ تعداد ۵۸۲۳۵۰ خودرو گازسوز در کشور وجود خواهد داشت که می تواند در سال ۱۳۹۰ رقمی معادل ۲۲۲/۴۸۷۷۹ دلار را برای کشور تنها در یک سال به عنوان صرفه جویی به ارمغان بیاورد.

ستون آخر جدول، ارزش منافع حال صرفه جویی را نشان می دهد. در ایجاد این ارقام نرخ بهره را معادل ۱۰ درصد در کلیه سالها لحاظ کرده ایم، لذا با توجه به این ستون و جمع سود سالانه می توان نتیجه گرفت که این طرح می تواند ۹۹۰،۳۲۹،۱۸۳ دلار به ارزش روز برای ما منافع حاصل کند.

با توجه به مدت زمان بسیار ناچیز برای بازگشت سرمایه (هر خودرو در سال ۳۸۲/۵ دلار صرفه جویی اقتصادی دارد که با توجه به هزینه ۸۵۰ دلار برای گازسوز نمودن خودروها زمان بازگشت سرمایه در حدود ۳ سال برآورد می شود) می توان از سایر منافع اقتصادی و اجتماعی طرح در قالب یک الگوی کاربردی استفاده نمود.

۴-۱- آثار استفاده از CNG در کاهش آلودگی هوا  
از آنجا که وسایل نقلیه موتوری در ایجاد آلودگی هوا سهم اصلی را به عهده دارند، بنابراین کاهش آلودگی هوا توسط وسایل نقلیه منجر به کاهش آلودگی هوای تنفسی در شهرها و سایر اماکن خواهد گردید. یکی از راهکارهای کاهش



جدول شماره ۱- پیش بینی خودروها و منافع حاصل از گازسوز کردن آنها

| سال  | تعداد خودروها | تعداد خودروهای گازسوز (% ناوگان) | منافع سالانه حاصل از گازسوز کردن خودروها (دلار) | ارزش حال منافع |
|------|---------------|----------------------------------|---|----------------|
| ۱۳۸۰ | ۴۲۹۲۸۶۱       | ۲۱۴۶۴۳                           | ۸۲۱۰۰۹۶۷  | ۸۲۱۰۰۹۶۷       |
| ۱۳۸۱ | ۴۹۰۰۶۶۱       | ۲۴۵۰۳۳                           | ۹۳۷۲۵۱۴۲  | ۸۵۲۰۴۶۷۴       |
| ۱۳۸۲ | ۵۶۶۰۴۸۱       | ۲۸۳۰۲۴                           | ۱۰۸۲۵۶۶۹۹                                       | ۸۹۴۶۸۳۴۶       |
| ۱۳۸۳ | ۶۵۱۲۳۰۱       | ۳۲۵۶۱۵                           | ۱۲۴۵۴۷۷۵۷                                       | ۹۳۵۷۴۵۷۳       |
| ۱۳۸۴ | ۷۱۹۶۱۱۱       | ۳۵۹۸۰۵                           | ۱۳۷۶۲۵۶۲۳                                       | ۹۴۰۰۱۵۲        |
| ۱۳۸۵ | ۷۹۳۷۹۲۵       | ۳۹۶۸۹۶                           | ۱۵۱۸۱۲۸۱۶                                       | ۹۴۲۶۳۸۱۴       |
| ۱۳۸۶ | ۸۷۳۰۰۰۰       | ۴۳۶۵۰۰                           | ۱۶۶۹۶۱۲۵۰                                       | ۹۴۲۴۵۲۷۳       |
| ۱۳۸۷ | ۹۴۲۱۵۵۳       | ۴۷۱۰۷۷                           | ۱۸۰۱۸۷۲۰۱                                       | ۹۴۴۶۴۵۲۵       |
| ۱۳۸۸ | ۱۰۱۶۳۳۶۷      | ۵۰۸۱۶۸                           | ۱۹۴۳۷۴۳۹۴                                       | ۹۰۶۷۷۰۸۹       |
| ۱۳۸۹ | ۱۰۹۰۵۱۸۱      | ۵۴۵۲۵۹                           | ۲۰۸۵۶۱۵۸۷                                       | ۸۸۴۵۰۴۷۲       |
| ۱۳۹۰ | ۱۱۶۴۶۹۹۵      | ۵۸۲۳۵۰                           | ۲۲۲۷۴۸۷۷۹                                       | ۸۵۸۷۹۲۹۷       |
| جمع  | ۸۷۳۶۷۴۳۶      | ۴۳۶۸۳۷۰                          | ۱۶۷۰۹۰۲۲۱۵                                      | ۹۹۰۳۲۹۱۸۳      |

منبع: محاسبات و برآورد پژوهشگر

آلودگی هوا در وسایل نقلیه موتوری، گازسوز کردن آنهاست. سوختهای بنزین و گازوئیل با وزن مخصوص، به ترتیب، ۷۵٪ و ۸۴٪ در مقایسه با گاز مایع به وزن مخصوص ۵۵٪ و گاز طبیعی، جزو سوختهای سنگین تر به شمار می آیند. هر چه مولکولهای تشکیل دهنده سوخت از هیدروکربنهای بزرگتری ساخته شده باشد در هنگام مصرف، احتراق ناقص تری خواهند داشت و در نتیجه، مونوکسیدکربن و هیدروکربنهای نسوخته بیشتری وارد هوا می شود. گاز طبیعی فشرده مزایای زیادی نسبت به بنزین دارد: اولاً- خوش سوز بوده و به سرب، به عنوان ماده بهسوز که به بنزین افزوده

می شود، نیاز ندارد. ثانیاً- چون گاز طبیعی به طور یکنواخت با هوا آمیخته می شود، بنابراین تمیزتر می سوزد و دودگرفتگی به وجود نمی آورد. بر عمر موتور افزوده می شود و به سرویس کمتری نیاز دارد و از این رو هزینه نگهداری خودرو پایین می آید. همچنین، نسبت کربن به هیدروژن در گاز طبیعی از بنزین کمتر است، بنابراین میزان منوکسیدکربن تولیدی آن در حدود یک سوم کمتر از بنزین بوده و به علت خوش سوزی، نسبت تولید CO<sub>2</sub> بیشتر از CO خواهد بود. آمیختگی بهتر گاز طبیعی با هوا سبب کاهش هیدروکربورهای نسوخته خواهد شد و در نتیجه، انتشار هیدروکربورهای

رشد

**۴- برنامه سازمان بهینه‌سازی چیست؟**

سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت با استفاده از مهندسين مشاور متخصص و مجرب، انجام فعاليتهاي ذيل را براي جايگزيني گاز طبيعي به جاي سوخته‌هاي مایع در ۲۰۰ واحد صنعتی عمده در نظر گرفته است:

۱-۴- استعلام از شرکت ملی گاز ایران در خصوص برنامه گازرسانی به واحدهای صنعتی ذی ربط

۲-۴- بررسی امکان تبدیل سوخت در واحدهای صنعتی به لحاظ فنی

۳-۴- تهیه برنامه اجرایی و زمان‌بندی تبدیل سوخت و ابلاغ آن به واحدهای صنعتی ذی ربط

۴-۴- بازرسی و نظارت بر روند اجرای پروژه‌های تبدیل سوخت تا مرحله نهایی

**۵- روند جایگزینی چگونه اجرا می‌شود؟****۱-۵- فاز اول و فاز دوم**

در فاز اول با توجه به برنامه مشخص شده در خصوص ۲۰۰ واحد صنعتی، برنامه کاهش سوخت مایع تا آخر سال ۸۴ به صورت جدول شماره ۲ می‌باشد.

در فاز دوم نیز گازرسانی به ۳۰۰ واحد صنعتی دیگر در دستور کار قرار

جدول شماره ۲- برنامه جایگزینی سوخته‌های مایع با گاز طبیعی در

بخش صنعت از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۴

| ارزش سوخت مصرفی (میلیون دلار) | مترمکعب در سال |          |         | مقدار سوخت قابل جایگزین با گاز |   |
|-------------------------------|----------------|----------|---------|--------------------------------|---|
|                               | گاز مایع       | نفت سفید | نفت گاز | نفت کوره                       |   |
| ۳۰/۸                          | ۲۶۴۰۰          | ۱۰       | ۷۴۲۶۰   | ۱۰۲۶۰۰                         | مقدار سوخت مایع جایگزین شده تا آخر سال ۸۲ |
| ۱۹۵/۱                         | ۵۲۶۰۰          | ۳۰۰      | ۱۲۰۸۰۰  | ۱۲۷۸۴۰۰                        | مقدار سوخت مایع جایگزین شده تا آخر سال ۸۳ |
| ۴۶۴/۷                         | ۱۲۰۸۰۰         | ۱۱۸۰     | ۲۶۸۳۰۰  | ۳۰۷۶۵۰۰                        | مقدار سوخت مایع جایگزین شده تا آخر سال ۸۴ |
| ۵۹۸/۸                         | ۱۴۳۰۰۰         | ۱۴۵۰     | ۴۵۰۰۰۰  | ۳۸۳۲۰۰۰                        | کل مصرف سوخت در ۲۰۰ واحد صنعتی            |
|                               | ۸۴             | ۸۱       | ۶۰      | ۸۰                             | درصد تبدیل سوخت در آخر سال ۱۳۸۴           |

←

نسوخته ۴۵٪ کاهش خواهد یافت.

آلاینده‌ی منوکسیدکربن هر

خودرو گازسوز به طور میانگین ۹۰

درصد کمتر از حالت بنزین سوز

است. گاز طبیعی پس از هیدروژن

پاک‌ترین سوخت جایگزین است و

چون بیش از ۸۰ درصد این سوخت

از متان تشکیل شده است، گازهای

آلاینده منتشره از خودروهایی

گازسوز کمتر از خودروهایی بنزینی

مشابه خواهد بود.

آلاینده منواکسیدکربن

خودروهایی گازسوز تقریباً بین ۷۶

تا ۹۵ درصد و اکسیدهای نیتروژن

حداقل ۷۷ درصد کمتر از

خودروهایی بنزینی است.

انتشار آلاینده‌های سمی ناشی

از تبخیر بنزین از طریق باک

خودرو، در زمان سوخت‌گیری در

خودروهایی گازسوز رخ نمی‌دهد.

همچنین در واحد انرژی، گاز

طبیعی نسبت به سایر سوخته‌های

هیدروکربنی مایع، همچون بنزین

و گازوئیل، دارای کربن کمتری

است و از این رو میزان انتشار

دی‌اکسیدکربن در خودروهایی

گازسوز کمتر خواهد بود.

اگر از سوخت گاز به صورت

صد درصد استفاده شود، میزان

آلاینده‌های موتور قابل مقایسه با دیزل نیست. برخی شاخصهای آلاینده‌گی دیزل مانند ذرات و دوده کاملاً حذف می‌شود.

میزان گوگرد نیز قابل مقایسه نیست، زیرا گازوئیل ۱ درصد گوگرد دارد که ۱۰ تا ۲۰ برابر بالاتر از استاندارد اروپایی است. بنابراین بارانهای اسیدی، دوده و ذرات حذف می‌شوند. CNG، چون دارای هیدروکربورهای بی‌ضرر متان ( $CH_4$ )، پروپان ( $C_3H_8$ )، و بوتان ( $C_4H_{10}$ ) است، در مقایسه با گازوئیل که هیدروکربورهای سنگین و خطرناکی همچون اروماتها و هیدروکربورهای حلقوی دارد، بسیار سالمتر است. مونواکسیدکربن کاملاً قابل کنترل بوده و اکسیدهای ازت نیز در مقایسه با حالت دیزلی کاهش می‌یابند.

با استفاده از خودروهایی گازسوز، آثار مخرب گلخانه‌ای  $CO_2$  را معادل ۲۰٪ می‌توان کاهش داد. کاهش انتشار آلاینده‌های CNG نسبت به سایر سوختها عبارتست از:  $CO_2$  ۲۰٪؛  $PM_{10}$  ۸۹٪؛  $NO_x$  ۹۵٪؛  $CO$  ۶۵٪

#### ۵-۱-۵- تاریخچه استفاده از CNG در جهان و ایران

##### ۵-۱-۱- تاریخچه جهانی

فناوری NGV دارای تاریخچه طولانی و درعین حال متنوع است. به تدریج که طی دهه‌های گذشته، نگرانیهای زیست محیطی و تولید انرژی مورد توجه بیشتری قرار گرفت، گاز طبیعی بیش از پیش به عنوان جایگزین سوختهای سنتی در خودروهایی دیزلی و بنزینی مطرح شد. در

صورتی که توازنی بین نقاط قوت و ضعف فناوری سوخت و خودرو برقرار شود، صنعت نوپای NGV، شایستگی ارتقاء از یک سوخت جایگزین به یک جایگزین واقعی برای سوختهای موجود را خواهد داشت.

ایتالیاییها، خودروهای گازسوز (NGV) را از قبل، و طی جنگ جهانی دوم، هنگامی که بنزین گران بوده و به صورت گسترده در خودروهای جنگی استفاده می‌شد، به یک واقعیت بدل کردند. در اواخر دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰، فعالیتهای بین‌المللی مهم در خصوص خودروهای گازسوز آغاز شد. در سال ۱۹۷۹، نخست‌وزیر نیوزلند در زمره نخستین کسانی بود که در آن کشور از خودرو گازسوز استفاده می‌کرد.

کاناداییها برنامه NGV خود را در سال ۱۹۸۲، با یافتن پشتیبانی قوی برای حمایت از برنامه NGV در کشور خود آغاز کردند. وزیر آموزش عالی، علوم و ارتباطات کانادا در آن سالها- آقای «مک‌گیر»- نخستین کسی بود که با قرارداد دادن دستمالی سفید بر روی دهانه لوله آگروز یک اتوبوس شهری گازسوز نشان داد که احتراق سوخت جدید در مقایسه با گازوئیل دوده ندارد و هوا را سیاه نمی‌کند. در سال ۱۹۸۶ نیز یک صندوق تحقیق و توسعه NGV توسط دولت کانادا تأسیس شد و تا سال ۱۹۹۴ بیش از پانزده میلیون دلار کانادا برای پروژه‌های تحقیقاتی مختلف مربوط به NGV هزینه نمود. در ژوئیه ۱۹۸۶، به بهانه برگزاری نمایشگاه

خواهد گرفت. که به موجب آن بیش از ۲ میلیارد لیتر معادل نفت کوره با گاز طبیعی جایگزین خواهد شد.

#### ۵-۲- جایگزینی نفت کوره در کارخانجات قند کشور

صنعت قند و شکر کشور با بیش از ۵۰ کارخانه فعال یکی از صنایع پرمصرف سوخت می باشد. براساس آمار رسمی شرکت پخش فرآورده های نفتی، در این صنعت سالانه حدود ۷۹۰ هزار متر مکعب نفت کوره، ۲۹۰ میلیون متر مکعب گاز طبیعی و ۵۲ هزار متر مکعب نفت گاز مصرف می شود.

کارخانجات قند عمدتاً به صورت فصلی کار می کنند و اغلب ۵ ماه از سال زمان اصلی کار این کارخانه ها بوده و در این دوره استحصال قند از چغندر قند و یانیشکر دارند. برخی از کارخانجات در دوره غیر از استحصال مبادرت به تصفیه شکر خام می نمایند.

از میان ۵۰ کارخانه قند و شکر، ۱۵ کارخانه در حال حاضر گاز سوز می باشند. حداقل ۱۷ کارخانه نهایتاً تا پایان سال ۸۳ و ۱۶ کارخانه تا پایان سال ۸۴ امکان تبدیل سوخت از مازوت به گاز دارند و جایگزینی گاز طبیعی در مابقی کارخانجات با توجه به سیاستهای توسعه منطقه ای گازرسانی امکان پذیر نمی باشد. در جدول ۳ نیز محاسبات اقتصادی جایگزینی گاز طبیعی با نفت کوره در این صنعت ارائه شده است.

با توجه به مشکلات مالی عدیده ی کارخانجات قند و عدم توانایی در تاءمین مالی جهت اجرای کامل لوله کشی داخلی گاز و سیستم تبدیل سوخت، با توجه به توجیه اقتصادی بسیار قوی این طرح، سازمان بهینه سازی مصرف سوخت در نظر دارد تا با استفاده از اعتبارات شرکت ملی نفت ایران، طرحی برای اعطای کمک بلاعوض به کارخانه های قند به منظور تبدیل سوخت را به مراجع ذی ربط ارائه نماید که در صورت

←

انرژی کانادا در ونکوور، گروهی متشکل از ۳۵ نفر به دلیل علایق مشترک خود به NGV، انجمن بین المللی خودروهای گاز طبیعی با نشان اختصاری IANGV<sup>3</sup> را تشکیل دادند.

در اوایل دهه ۱۹۹۰، طرفداران NGV گفتگوهایی را درباره راهبرد تجاری سازی جهانی NGV آغاز کردند. از آن تاریخ، برخی از خودروسازان عمده هزینه های قابل توجهی، که در مقایسه با استانداردهای صنعت خودرو ناچیز بود، برای تحقیقات و آزمایش به منظور اثبات کارایی خودروهای گازسوز و امکان ورود به بازار تجاری صرف نمودند. از این سالها به بعد انجمنهای منطقه ای و ملی NGV به تدریج شکل گرفتند، که از جمله می توان به تشکیل مجمع NGV ژاپن در سال ۱۹۹۱، انجمن خودروهای گازسوز اروپا (ENGVA)<sup>۳</sup> در سال ۱۹۹۴ و بسیاری دیگر از انجمنهای مشابه در انگلستان، فرانسه و بعدها در استرالیا و روسیه اشاره کرد.

#### ۲-۲-۵- تاریخچه استفاده از CNG در ایران

در ایران، برای نخستین بار در سال ۱۳۵۶ طرح گازسوز کردن خودروها به صورت آزمایشی در شهر شیراز با تبدیل ۱۲۰۰ دستگاه سواری به مرحله اجرا درآمد. به همین منظور، دو ایستگاه سوخت گیری CNG برای سرویس دهی به این خودروها احداث گردید. در سال ۱۳۶۶ طرح مذکور در شهرستان مشهد به اجرا درآمد و دو ایستگاه سوخت گیری مشهد در سال ۱۳۶۷ و

3. European Natural Gas Vehicle Association

۱۳۷۴ تأسیس شدند.

خارج وارد شده است. اگر در همین سال قیمت بنزین و هزینه حمل و نقل آن را حدود ۱ دلار، و هر دلار را معادل ۸۰۰۰ ریال فرض کنیم، در واقع، دولت هر روز در حدود ۶/۴ میلیارد تومان صرف واردات بنزین کرده است، و این رقم برای یکسال به حدود ۲۳۳۶ میلیارد تومان خواهد رسید که از بودجه کشور صرف واردات بنزین گردیده است.

از سوی دیگر، طبق برنامه چهارم توسعه، اگر پیش‌بینی صنعت خودروسازی کشور با تولید ۹۰۰ هزار دستگاه در سال ۱۳۸۴ محقق شود، میزان مصرف بنزین به بیش از ۷۵ میلیون لیتر در روز افزایش می‌یابد و این در حالی است که حجم تولید بنزین در کشور با رشد بسیار کمی در حال افزایش است و مقدار زیادی از این حجم را باید از خارج کشور وارد کرد.

**۳- نگاهی به صنعت CNG در جهان**  
در حال حاضر ۴۳ تولیدکننده خودرو در سطح جهان نسبت به تولید انواع خودروهای سنگین (جاده‌ای خدماتی) و خودروهای سبک با سوخت گاز طبیعی اقدام کرده‌اند. تنوع خودروها و تولید فزاینده خودروهای گازسوز، حاکی از افزایش میزان تقاضای جهانی برای استفاده از این گونه خودروهاست.

اکثر کشورها به دلیل ملاحظات زیست محیطی، کارایی تجهیزات، هزینه کمتر و سهولت دسترسی به سوخت گاز طبیعی، در زمینه گسترش استفاده از خودروهای گازسوز،

**۲- بررسی روند مصرف بنزین در ایران**  
در سالهای قبل از انقلاب با شروع واردات اتومبیل در ایران و سپس مونتاژ آن در داخل و توسعه شهرنشینی و افزایش تقاضای حمل و نقل شهری به تبع افزایش سریع درآمدهای نفتی و تغییر الگوی زندگی در کشور، مصرف بنزین رشد سریعی پیدا نمود؛ بیشترین سهم مصرف بنزین متعلق به بخش حمل و نقل بوده و سهم سایر بخشها ناچیز است. البته، این روند رشد سریع تا امروز نیز کمابیش وجود داشته است.

تعداد کل خودروهای بنزین‌سوز ناوگان حمل و نقل کشور بر اساس آمار تولید و واردات خودرو از سال ۱۳۴۷ تا پایان سال ۱۳۸۰ بالغ بر ۴/۲ میلیون دستگاه است. نکته بسیار حائز اهمیت، درصد قابل ملاحظه خودروهایی با طول عمر بیش از ۲۰ سال (حدود ۴۰ درصد) در ناوگان حمل و نقل کشور است. از طرف دیگر، بیش از ۵۴ درصد خودروهای سواری ناوگان حمل و نقل کشور را اتومبیل پیکان تشکیل می‌دهد که مصرفی در حدود ۱۶ تا ۱۸ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر در شرایط رانندگی شهری دارد.

این تعداد خودرو باعث روند فزاینده مصرف بنزین در کشور، و منجر به مصرف ۱۶۷۳۷ میلیون لیتر بنزین در سال ۱۳۸۰ شده است که از این میزان حدود ۲۸۴۸ میلیون لیتر به دلیل ناتوانی تولید در پالایشگاههای کشور از

جدول شماره ۳- محاسبات اقتصادی جایگزینی گاز طبیعی با نفت کوره در صنعت قند و شکر

| سال                  | ارزش نفت کوره آزاد شده | ارزش گاز جایگزین شده | میزان سرمایه گذاری | جریان نقدی (میلیون ریال) |
|----------------------|------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| ۰                    | ۰                      | ۰                    | ۶۴۶۵۰              | -۱۱۷۹۶۳                  |
| ۱                    | ۲۹۴۹۳۳                 | ۱۳۴۹۹۱               | ۶۱۳۱۰              | ۱۴۱۰۴۸                   |
| ۲                    | ۵۷۵۹۱۶                 | ۲۶۶۹۳۶               | ۰                  | ۲۹۹۷۸۴                   |
| ۳                    | ۵۶۷۸۹۲                 | ۲۶۶۹۳۶               | ۰                  | ۳۰۰۹۵۶                   |
| ۴                    | ۵۵۹۰۶۵                 | ۲۶۶۹۳۶               | ۰                  | ۲۹۲۱۲۹                   |
| ۵                    | ۵۴۹۳۵۵                 | ۲۶۶۹۳۶               | ۰                  | ۲۸۲۴۱۹                   |
| ۶                    | ۵۳۸۶۷۴                 | ۲۶۶۹۳۶               | ۰                  | ۲۷۱۷۳۹                   |
| ۷                    | ۵۲۶۹۲۶                 | ۲۶۶۹۳۶               | ۰                  | ۲۵۹۹۹۰                   |
| ۸                    | ۵۱۴۰۰۲                 | ۲۶۶۹۳۶               | ۰                  | ۲۴۷۰۶۶                   |
| ۹                    | ۴۹۹۷۸۷                 | ۲۶۶۹۳۶               | ۰                  | ۲۳۲۸۵۱                   |
| ۱۰                   | ۴۸۴۱۴۹                 | ۲۶۶۹۳۶               | ۰                  | ۲۱۷۲۱۳                   |
| IRR = ۱۶.۰۶٪         |                        |                      |                    |                          |
| NPV (۱۵٪) = ۱۰۰.۲۲۲۳ |                        |                      |                    |                          |

تصویب به مرحله اجرا درخواهد آمد.

شایان ذکر است طرح تعویض سیستم سوخت و جایگزین نمودن مشعلهای دوگانه سوز جدید به جای مشعلهای قدیمی موجود در کارخانه علاوه بر موارد فوق الذکر، مزایای زیر را نیز به همراه دارد:

- ۱- کنترل درجه حرارت به طور خودکار می گردد که منجر به ۵٪ صرفه جویی در مصرف سوخت می شود.
- ۲- وجود سیستم کنترل نسبت سوخت و هوا به طور خودکار منجر به ۱۰٪ صرفه جویی در مصرف سوخت می شود.

#### فرجام

۱- با عنایت به قیمتهای واقعی گاز طبیعی و سوختههای مایع، حتی در شرایطی که کل هزینه های جایگزینی توسط دولت پرداخت گردد از توجیه اقتصادی بالایی برخوردار است و جا دارد تا دولت محترم در قالب بودجه های سنواتی خود، کمک به واحدهای صنعتی

←

طرحهای ملی و بلندمدتی را در دستور کار خود دارند. برخی از کشورها از جمله آرژانتین، برزیل، کانادا، ایتالیا و ونزوئلا با نرخ رشد بیشتری نسبت به جایگزینی سوخت گاز طبیعی فشرده اقدام کرده اند. برخی از کشورها از جمله چین، ژاپن، مالزی، هند، کره جنوبی، اروپای غربی، پاکستان، مصر و ایران برنامه هایی در زمینه جایگزینی CNG در دست اقدام دارند.

#### ۴- ضرورت توسعه صنعت CNG در ایران

بنا بر آمارهای منتشر شده، تولید داخلی گاز طبیعی در کشور در خرداد ۱۳۸۱ معادل ۱۷۴۹۹ میلیون متر مکعب در روز بوده است که این میزان در خرداد ماه ۱۳۸۲، یعنی یک سال بعد به مقدار ۱۹۹۸۲ میلیون متر مکعب در روز-افزایش حدود ۱۴٪- رسیده است.

ثبات تولید گاز با برنامه ریزیهای کلان کشور در توسعه میدین گازی، حجم فراوان منابع مذکور و افزایش رو به رشد تولید آن، آثار مثبت در کنترل آلودگی هوا، جلوگیری از هدر رفتن سرمایه ملی در خرید بنزین و پرداخت یارانه به اقشار مختلف جامعه جهت کنترل قیمت سایر اقلام مصرفی و غیرمصرفی که مستقیماً وابسته به صنعت حمل و نقل و در نتیجه بنزین هستند همگی دست به دست هم می دهد تا به مسئله گازسوز کردن خودروها در طولانی مدت و دوگانه سوز کردن خودروها در کوتاه مدت آنها هم با سوخت جایگزین گاز طبیعی فشرده (CNG) توجه خاصی معطوف گردد.



امید بخش بودن چشم انداز تهیه و تولید گاز طبیعی در کشور، با امکان بهره برداری بیش از ۱۵۰ سال، و همچنین امکان افزایش تولید گاز متان با استفاده از روشهای استحصال زباله ها (روشهای بیوگاز)، گسترش شبکه لوله کشی گاز در سالهای آتی، کاهش قابل توجه آلودگیهای زیست محیطی با فراگیر شدن کاربرد CNG، وجود خودروهای بنزینی با فناوری قدیمی و آلاینده‌گی بسیار فراوان این خودروها خصوصاً در ترافیک سنگین شهر تهران و امکان تبدیل آنها به خودروهای گازسوز بدون سرمایه گذاری زیاد، توجه به هزینه سرسام آور واردات بنزین و مشکل حادی که در آینده در صورت ادامه روند افزایش مصرف بنزین با آن مواجه خواهیم شد، یعنی تخصیص کلیه پایانه‌های صادراتی کشور به امر واردات بنزین که معادل قطع صادرات کشور خواهد بود، کاربرد گاز فشرده طبیعی (CNG) را به عنوان تنها گزینه ممکن برای سوخت خودروها در ایران صحنه می‌گذارد.

#### ۵- تجربه برخی از کشورهای جهان در گازسوز کردن خودروها

کشور ایران، با داشتن ذخایر غنی گاز طبیعی، باید هرچه سریع‌تر با ایجاد زیرساختهای لازم برای جایگزین کردن CNG همگام با افزایش تعداد خودروهای گازسوز شتابان به پیش رود. مشکلات شدید حاصل از ترافیک و به تبع آن مصرف سوخت بیشتر و آلودگیهای مضاعف خودروهای بنزینی به همراه تولید روز افزون اتومبیلهای مذکور در کارخانجات داخل، عدم واردات خودروهای گازسوز، پرداخت میلیونها دلار در سال به عنوان یارانه سوخت بنزین و

هدررفتن این سرمایه عظیم، مشکلات حمل و نقل بنزین چه در هنگام ورود به کشور و چه در پخش آن در سراسر کشور، به گونه‌ای که با روند فعلی مصرف بنزین در چند سال آینده پایانه‌های صادراتی کشور نیز ظرفیت پذیرش این حجم را نخواهند داشت، و همچنین وجود منابع سرشار گاز طبیعی در کشور و امکان کنترل آلودگی در حد استانداردهای بین‌المللی با استفاده از این سوخت در خودروها و وجود ایمنی بالا در خودروهای گازسوز (CNG) و عدم امکان رقابت گاز مایع LPG با گاز طبیعی فشرده CNG خصوصاً به لحاظ اقتصادی، به علت وجود منابع سرشار گاز طبیعی در کشور و انتقال آسان آن از طریق خط لوله، همه و همه بر این مطلب صحنه می‌گذارند که «CNG تنها گزینه ممکن برای ایران است».

خواهد بود تا در صورت لزوم از آنها بهره برداری نمایند.

## ۱-۵- آرژانتین

نخستین ایستگاه سوخت گیری در کشور آرژانتین در سال ۱۹۸۵ احداث گردید. در واقع، تاریخچه تولید خودرو گازسوز در این کشور به سال ۱۹۸۴ برمی گردد و آرژانتین نخستین کشور ناحیه آمریکای لاتین است که به استفاده از سوخت CNG در خودروهای خود روی آورده است. شرایط ایده آلی همچون منابع فراوان گاز طبیعی، شبکه گسترده لوله کشی گاز که گاز طبیعی را به شهرهای اصلی این کشور می رساند و همچنین ده ها سال تجربه در امر پالایش گاز، انتقال و ایمن کردن تجهیزات گاز طبیعی، این کشور را به یکی از بزرگ ترین استفاده کنندگان از گاز طبیعی تبدیل کرده است. در کنار این شرایط می توان به شبکه گسترده انتقال جاده ای نیز به عنوان یکی از ابزار انتقال گاز نام برد. جمعیت زیاد و مصرف زیاد سوخت بنزین و نفت، مسئولان این کشور را به استفاده از سوخت گاز طبیعی سوق داده است. به همین دلیل، این کشور پیشرفت قابل ملاحظه ای در تبدیل تجهیزات تولید انرژی خود داشته است. امروزه در این کشور تجهیزات ترموالاستیکی به توربینهای سیکل ترکیبی با سوخت گاز طبیعی مجهز شده اند که در عمل دارای بازده بسیار مناسبی می باشند. کشور ما نیز با شرایط مشابه با این کشور (منابع فراوان گاز طبیعی و وجود

را به منظور استفاده از گاز طبیعی و تبدیل سوخت مد نظر قرار دهد.

۲- تبدیل سوخت واحدهای صنعتی صرفاً به معنی دوگانه سوز نمودن سیستمهای احتراقی به منظور استفاده از گاز طبیعی نمی باشد. از آنجا که مشعلها و سیستمهای احتراقی در اغلب صنایع از سطح تکنولوژی پایینی بهره مند هستند، چنانچه در تبدیل سوخت واحدهای صنعتی استفاده از تکنولوژیهای روز نیز مورد توجه قرار گیرد، علاوه بر مسئله جایگزینی سوخت، صرفه جویی در مصرف نیز حداقل به میزان ۲۰ درصد متصور است.

۳- گازسوز نمودن واحدهای صنعتی مصرف کننده نفت کوره، بیش از هر طرح دیگری کاهش انتشار گازهای آلاینده و در نتیجه کاهش آلودگی محیط زیست را به دنبال دارد. با توجه به اینکه بسیاری از واحدهای صنعتی به دلایل زیست محیطی تعطیل و یا مجبور به ترک حریم شهرها می شوند، شاید بتوان با گازسوز نمودن آنها بسیاری از این معضلات را مرتفع نمود.

۴- با توجه به اعلام وزارت نفت مبنی بر عدم تحویل سوختهای مایع به واحدهای صنعتی جدید در مناطقی که امکان استفاده از گاز طبیعی را دارند، لازم است تا مسئولین وزارت صنایع و معادن به عنوان متولی بخش صنعت کشور، ایجاد و توسعه واحدهای صنعتی جدید را در مناطقی که امکان استفاده از گاز طبیعی را دارند متمرکز و صاحبان صنایع را در جهت طراحی پایه سیستم سوخت بر مبنای گاز طبیعی و استفاده از فن آوریهای پیشرفته احتراق هدایت نمایند.

### منابع

۱. ترازنامه انرژی، وزارت نفت، ۱۳۸۱.
۲. آمار رسمی مصرف فرآورده های نفتی، شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی.
۳. آمار رسمی مصرف گاز، شرکت ملی گاز ایران.
۴. نفت و توسعه ۳.

شبکه سراسری گازرسانی) می تواند از این تجربیات استفاده نماید، زیرا آرژانتین در مدت ۲۰ سال به بزرگترین تولیدکننده خودروهای گازسوز تبدیل شده است. آرژانتین از کشورهای پیشرو در گازسوز کردن خودروهاست. امروزه با ۱,۲۰۰,۰۰۰ دستگاه بیشترین خودروی گازسوز دنیا را داراست. در آنجا برنامه گازسوز کردن خودروها از سال ۱۹۸۴ شروع شد. اختلاف قیمت بنزین با گاز طبیعی در مقابل گازوئیل با گاز طبیعی (قیمت سوخت در دسامبر ۱۹۹۹ برای بنزین هر لیتر ۰/۴۱ دلار و برای گازوئیل ۰/۵ دلار و برای گاز طبیعی ۰/۳۳ دلار برای هر مترمکعب و یا ۰/۴۱ دلار برای هر کیلومتر بود) باعث شد تا خودروهای بنزینی، بیشتر از خودروهای گازوئیلی برای تبدیل سوخت اقدام کنند. به همین دلیل از اتوبوس گازسوز در آرژانتین استفاده نمی شود.

## ۲-۵- ایتالیا

کشور ایتالیا در زمره نخستین کشورهایی است که (از دهه ۱۹۲۰ میلادی) به استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت خودروها روی آورده است. این کشور با برنامه ریزی طولانی مدت خود تدریجاً به صورت کشوری صاحب سبک در این زمینه درآمده است. در این کشور شرکت‌های زیادی وجود دارند که به کار تولید تجهیزات کیت گازسوز و ایستگاههای سوخت‌گیری اشتغال دارند. همچنین این

کشور در امر تدوین استانداردهای صنعت CNG نقش به‌سزایی را ایفا نموده است. وزارت راه و ترابری کشور ایتالیا از همان سالهای نخستین استفاده از این سوخت به عنوان یک مرجع تصمیم‌گیرنده در این صنعت عمل کرده و دستورالعملهای زیادی را نیز در اختیار همگان قرار داده که سالها به عنوان مرجع مورد استفاده دست‌اندرکاران این صنعت در سراسر جهان می‌باشد.

## ۳-۵- برزیل

برزیل بدون شک دارای بزرگ‌ترین بازار توسعه یافته در آمریکای لاتین با دارا بودن حدود ۳۲ میلیون وسیله نقلیه است. خودروهای مسافری و کامیونهای سبک اجازه استفاده از

سوختهای دیزلی را ندارند. این کشور از زمانی که به صورت گسترده به گاز طبیعی دست یافت برنامه‌های گازسوز کردن خودروها را آغاز کرد. از سال ۱۹۹۷، برنامه‌های گازسوز نمودن خودروها در این کشور شتاب بیشتری گرفت. تعداد خودروهای گازسوز در این کشور در آوریل ۲۰۰۲ به ۳۲۰,۰۰۰ (با تولید ماهانه ۶۰۰۰ دستگاه) رسید. هم اکنون، تعداد این خودروها بالغ بر ۶۰۰,۰۰۰ (با تولید ماهیانه ۱۴۰۰۰ دستگاه) می‌باشد. این کشور در صنعت گازسوز کردن خودروها از تجربیات کشور آرژانتین استفاده نموده است. همچنین تلاشهای زیادی را در راستای فرهنگ سازی و آگاه کردن مردم انجام داده است که می‌توان از این تجربیات مفید در کشور استفاده نمود.

#### ۴-۵- روسیه

بیش از ۲۰ میلیون خودرو هم اکنون در جاده‌های روسیه در حرکت هستند. ۷۷٪ این خودروها از نوع سبک و استیشنهای باربری، ۲۰٪ از نوع کامیونهای سبک و سنگین و خودروهایی با اهداف خاص و ۳٪ اتوبوس هستند. تقریباً نیمی از خودروهای گازسوز روسیه با CNG کار می‌کنند که اغلب، کامیون و اتوبوسهای مسافربری ترانزیت هستند. تاکنون تعداد خودروهای سبک گازسوز بسیار کم بوده است. این در حالی است که LPG از سوی صاحبان خودروها، سوختی دلخواه تلقی می‌شود. این امر به دلیل وجود شبکه سوخت‌گیری پرفشار و

گسترده‌گی مطلوب شهری LPG و نیز وجود منابع کافی در این زمینه است. در سالهای مختلف برنامه‌های متعددی برای عمومیت یافتن خودروهای گازسوز در سطح روسیه، چه قبل از فروپاشی شوروی و چه بعد از آن، به مورد اجرا گذاشته شد. اما در حال حاضر حدود ۲۰۰ ایستگاه سوخت‌گیری CNG در ۱۷۴ منطقه مختلف روسیه وجود دارند. این ایستگاهها قادر به توزیع ۷۹ میلیون مترمکعب گاز طبیعی اند که به معنای امکان سوخت‌رسانی به ۸۰۰,۰۰۰ خودرو NGV است. شرکتهای روسی، تجهیزات تبدیل سوخت را عملاً برای همه انواع خودرو، کامیون و اتوبوس داخلی، چه با سوخت بنزین و چه گازوئیل، ساخته‌اند. کیت‌های تبدیل روسی را بر روی خودروهای ساخت خارج از کشور نیز می‌توان نصب کرد.

برخی از شهرداریهای روسیه، شرکتهای عمده صاحب ناوگان خودرو و شرکتهای کشاورزی هم اکنون علاقه زیادی را نسبت به داشتن خودروهای گازسوز از خود نشان داده‌اند. علت این علاقه، ایجاد انگیزه‌های قوی اقتصادی برای استفاده‌کنندگان NGV بوده است. دولت روسیه در این زمینه قانونی را تصویب کرده است که برحسب آن هزینه سوخت CNG معادل یک لیتر بنزین از ۵۰٪ قیمت بنزین بیش‌تر نباشد. در این زمینه برخی از شهرداریهای کشور روسیه در حال تأسیس بنیادهای خاصی هستند که بودجه‌ای را برای

#### ۵-۵-۱- اتوبوسهای شهری

شرکت‌های گاز در کشور ژاپن فرایند گازسوز کردن اتوبوسهای شهری را به عنوان یکی از زمینه‌های نوید بخش مورد توجه قرار داده و با جدیت آن را دنبال کرده‌اند. شرکت‌های توکیو گاز (Tokyo Gas) اوزاکا گاز (Osaka Gas) و توهو گاز (Toho Gas) همکاری مشترکی را برای تولید اتوبوسهای گازسوز توسط شرکت موتور دیزل نیسان (NISSAN) از سال ۱۹۹۱ آغاز کردند. به کارگیری خودروهای گازسوز در اتوبوسهای شهری در ژاپن نمود بسیار موفق داشته است.

#### ۵-۵-۲- کامیونهای زباله

وضعیت سیستم جمع‌آوری زباله در ژاپن زمینه مناسبی برای توسعه کامیونهای گازسوز بوده است. در آغاز به علت مسائل فنی، این پروژه با دشواریهایی همراه بود، اما به تدریج با تلاش سازندگان خودرو این مشکلات حل شد و در حال حاضر بیش از ۱۰۰ دستگاه از این نوع کامیونها در ژاپن مشغول کار جمع‌آوری زباله هستند.

#### ۵-۵-۳- کامیونهای شرکتهای حمل و نقل

یکی از علل مهم در تشویق کامیونداران به استفاده از کامیونهای گازسوز، عملکرد عالی در آزمون این کامیونها، و همچنین پیگیری‌های جدی از سوی وزارت ترابری و ارگانهای محلی برای انجام اقدامات زیست‌محیطی بود. دلیل دیگر برای چنین رشد ناگهانی این بود که انجمنهای کامیونداران و ارگانهای محلی،

پروژه‌های زیست‌محیطی، از جمله پروژه‌های مرتبط با NGV اختصاص می‌دهند. در حال حاضر در مسکو بخشی از مالیات شهری به برنامه گازسوز کردن خودروها اختصاص می‌یابد.

از دیگر برنامه‌های روسیه برای افزایش روند استفاده از خودروهای گازسوز این است که تولیدکنندگان تجهیزات NGV در حال توسعه و تجاری کردن سیستمهای مدیریت سوخت تزریقی رایانه‌ای مرکزی هستند. در ضمن مهندسان روسی، سیستمهای هوشمندی را طراحی کرده‌اند که نشت گاز را در صورت بروز، ردیابی کرده و به راننده هشدار می‌دهد و انتقال گاز را متوقف می‌کند.

انجمن خودروهای گازسوز روسیه (NGVRUS) استانداردهای تجهیزات تبدیل سوخت و سیلندرهای مورد نظر را تدوین و تصویب کرده است. و در این کشور نرم‌افزاری رایانه‌ای طراحی و ساخته شده است که به صاحبان ناوگانهای خودرو کمک می‌کند تا به سادگی عملکرد اقتصادی خودروهای گازسوز را تخمین بزنند.

#### ۵-۵-۵- ژاپن

از نخستین اقدامات کشور ژاپن برای گازسوز کردن خودروها، شناخت زمینه‌های مناسب برای تولید انبوه خودروهایی با سوخت گاز طبیعی بود. در این کشور محورهای ذیل برای گازسوز کردن خودروها مورد توجه قرار گرفته است:

جدول شماره ۲- مزایا و معایب ۴ خودرو پاک معرفی شده در ژاپن (سال ۱۹۹۹)

| معایب  | مزایا   | نوع خودرو                     |
|--|---|-------------------------------|
| - مسافت طی شده کوتاه در هر بار سوخت گیری<br>- جایگاههای سوخت ناکافی<br>- قیمت‌های بالای خودروهای NGV<br>- کپسولهای گاز سنگین | - عدم انتشار ذرات معلق<br>- انتشار محدود NOx، HC و CO<br>- کم صدا<br>- جانشین مناسب سوخت<br>- عدد اکتان بالا، قدرت بالا | خودروهای گازسوز<br>CNG        |
| - قیمت بالای خودرو<br>- عدم وجود جایگاههای سوخت LPG<br>- عدم بکارگیری موتورهای با حجم بالا                                   | - عدم انتشار ذرات معلق<br>- انتشار محدود NOx، HC و CO<br>- کم صدا   | خودروهای با سوخت مایع (LPG)   |
| - موتورهای با حجم پایین<br>- کارایی ضعیف نسبت به خودروهای دیزلی  | - جایگاهها و زیرساختهای سوختگیری کافی و کامل  | خودروهای بنزینی<br>کم آلاینده |
| - قیمت بالای خودرو<br>- از دست دادن کیفیت و کارایی سوخت  | - جایگاههای سوختگیری کامل<br>- کارایی و راندمان مناسب موتور   | خودروهای دارای<br>گواهی DPF   |

صندوق یارانه‌ای را برای شرکت‌های حمل و نقل در نظر گرفتند که آنها را قادر می‌کند کامیونهای مورد نظر را با همان مبلغ کامیونهای متعارف در اختیار بگیرند.

دولت ژاپن در سال ۱۹۹۹ برای جلوگیری

از افزایش انتشار ذرات معلق در هوا از طریق خودروهای درون سوز (Diesel) و حفظ محیط زیست، برنامه‌ای تحت عنوان «مبارزه بر علیه دیزل» (No Diesel Campaign) را طراحی

کرد. دولت ژاپن در این برنامه چهار نوع خودرو به نام خودروهای بنزینی کم آلاینده،

خودروهای گازسوز CNG، خودروهای سوخت مایع "LPG" و همچنین خودروهای

دیزلی دارای گواهی DPF را که با استانداردهای

جدید مطابقت دارند، معرفی و مردم را به خرید یکی از این چهار گزینه تشویق کرد. هر یک از این خودروهای پاک و کم آلاینده دارای مزایا و معایبی هستند که در جدول شماره ۲ مشخص شده است.

نکته اساسی قابل توجه این است که در ژاپن برنامه ریزان برای تعمیم کاربرد خودروهای گازسوز محورهای مشروح ذیل را مدنظر قرار داده‌اند:

۱- سیستم‌های بزرگ سوخت‌رسانی CNG (ECO-Stations)

۲- ترغیب و تشویق به خرید خودروهای NGV - (Users)

۳- توسعه و افزایش کارایی موتور خودروهای



گازسوز (NGV) توسط کارخانجات سازنده  
 ۴- پرداخت یارانه‌های مناسب دولتی برای  
 افزایش استفاده از خودروهای NGV  
 ۵- وجود اطمینان از تقاضا برای خودروهای  
 گازسوز در آینده (نزد شرکتهای خودروساز)  
 ۶- تنوع بخشیدن به انواع خودرو و کاهش  
 بیشتر بهای خودروها  
 ۷- یارانه‌های قوی و اقدامات حمایتی  
 ۸- توسعه زیر ساختها در سراسر کشور ژاپن

در داخل روستاها و منازل انجام می‌شود لیکن  
 گاز طبیعی فشرده به وسیله تریلرهای مخصوص  
 CNG که از ایستگاههای ثابت در شهرها تغذیه  
 می‌شوند، به خط لوله روستا تزریق می‌گردد و  
 بسته به سرعت مصرف در ساعتها یا روزهای  
 بعد تزریق توسط تریلرهای دیگر تکرار می‌شود  
 و تریلر اولی برای شارژ به ایستگاه مادر  
 بازگردانده می‌شوند. در این سیستم اصطلاحاً  
 به ایستگاههای تأمین کننده گاز طبیعی، ایستگاه  
 مادر و به ایستگاههای سرویس گیرنده، ایستگاه  
 دختر اطلاق می‌شود.

### فرجام

با توجه به کاربردهای فراوانی که در این مقاله  
 برای گاز طبیعی فشرده به عنوان سوخت  
 جایگزین بیان شد، می‌توان گفت که گاز طبیعی  
 در مقایسه با سایر سوختهای فسیلی متداول از  
 ارزش حرارتی پایین تری برخوردار است و  
 قابلیت تبدیل به موادی با ارزش افزوده بالا را  
 ندارد، لذا بهترین روش بهره‌برداری از آن به  
 عنوان سوخت در خودرو می‌باشد. این گاز به  
 صورت لوله کشی سراسری شهرهای کشور را  
 تغذیه می‌کند و در جایگاه‌های ویژه به وسیله  
 تجهیزات خاص متراکم شده، تحت عنوان  
 CNG (Compressed Natural Gas) به معنی گاز  
 طبیعی فشرده به مصارف مختلفی در حوزه‌های  
 صنعتی، تجاری و حمل و نقل می‌رسد.

### منابع

- 1- Gas Research Institute (GRI), Natural gas vehicles, business unit, 1977.
- ۲- روشهای اقتصادی سوخت و فن‌آوری وسیله نقلیه- ۱۹۹۹- هوتریج رابرت.
- ۳- ترازنامه انرژی- ۱۳۸۱.
- ۴- سایت سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور  
[www.ieeo.org](http://www.ieeo.org)
- 5- [www.flcets.soe.gov](http://www.flcets.soe.gov)
- 6- [www.iangv.org](http://www.iangv.org)

یکی از کاربردهای بسیار با ارزش CNG در  
 روستاهایی است که به علت دور افتادگی و  
 کمبود جمعیت امکان لوله کشی گاز سراسری  
 برای آنها وجود ندارد. در این موارد لوله کشی