

# استفاده از گاز به عنوان سوخت در خودروها

دکتر جواد مرزبان راد

## چکیده

گاز طبیعی فشرده (CNG)، گاز طبیعی مایع (LNG) و گاز نفتی مایع (LPG) از مهمترین سوخت های گازی هستند که امروزه در خودروها استفاده می شوند. مشخصات آن ها با هم متفاوت بوده و مزایا و محدودیت هایی را دارند که باعث شده با توجه به امکانات کشورها و سازندگان خودرو، هر یک مبادرت به استفاده از یکی از این انواع سوخت ها کنند. به هر حال آن ها می توانند جایگزین سوخت های مرسوم بنزین و گازوئیل باشند. با توجه به امکانات بالقوه و ذخیره های گازی در ایران، استفاده از گاز طبیعی فشرده در کشور ما در حال گسترش است. بررسی حاضر، این سوخت ها و مشخصات آن ها را تشریح می کند.

## مقدمه

ادامه تولید خودروهایی که با فن آوری کهن و تفکر یارانه ای عرضه می شوند و تردد خودروهای فرسوده، روز به روز بر مشکلات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی کشور می افزاید. در چنین شرایطی تلاش برای شناسایی و تأمین سوختی ارزان و پاک که جایگزین مناسبی برای سوخت های مایع متداول باشد، ضرورت می یابد.

تا کنون مهمترین و معمول ترین سوخت ها جهت استفاده در سرویس های حمل و نقل، در بسیاری از کشورهای دنیا بنزین و گازوئیل بوده است. خودروهایی که سوخت بنزین یا گازوئیل مصرف می کنند، موجب انتشار مواد مضر و آلاینده با ترکیبات شیمیایی پیچیده می شوند که به نوبه خود، سبب تولید آزون در سطح جو زمین می شوند. با آنکه تمهیدات مختلف جهت کاهش آلودگی اعم از برنامه های معاینه فنی خودروها یا نصب سیستم های کنترل انتشار آلاینده در اگزوز خودروها در کشورهای پیشرفته بکار گرفته شده، لیکن این برنامه ها در شهرهای بزرگ مسئله تولید آوزن و سایر آلاینده ها را به حد کافی کاهش نداده است.

## انواع سوخت های گازی مورد استفاده

سوخت های متداول که در خودروها قابل استفاده اند عبارتند از:

الف) گاز طبیعی فشرده CNG

ب) گاز طبیعی مایع LNG

ج) گاز نفتی مایع LPG

## الف) گاز طبیعی فشرده CNG

امروزه تقریباً ۱۸٪ از ناوگان حمل و نقل جهان، گاز طبیعی مصرف می کنند. بعضی کشورها به دلیل ملاحظات زیست محیطی، کارایی تجهیزات، هزینه کمتر و سهولت دسترسی به گاز طبیعی، در زمینه گسترش استفاده از خودروهای با سوخت طبیعی، طرح های ملی بلند مدتی را در دستور کار خود دارند.

در کشور ما در دسترس بودن ذخائر عظیم گاز طبیعی و وجود شبکه توزیع گسترده آن و همچنین کاهش واردات سوخت، ایجاد اشتغال و کاهش آلودگی های زیست محیطی از مزایای بارز استفاده از این سوخت به شمار می رود. استفاده از گاز طبیعی فشرده شده (CNG) به عنوان سوخت خودروها، یک تکنولوژی کاملاً شناخته شده است.

## تاریخچه استفاده از گاز طبیعی فشرده در کشورهای مختلف

استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت خودرو، سابقه ای طولانی و ثبت شده ای در اروپا، کانادا، نیوزیلند، استرالیا و ایالات متحده دارد. از میان کشورهای اروپایی، در ایتالیا و از سال ۱۹۲۰، گاز طبیعی به عنوان سوخت خودرو به کار می رود و این کشور اکنون دارای حدود ۳۴۰۰۰۰ وسیله نقلیه گاز سوز می باشد. (ایتالیا بیشترین تعداد NGV را در جهان دارا می باشد). این کشور دارای یک شبکه از ۳۴۰ جایگاه سوختگیری می باشد.

## گاز طبیعی فشرده (CNG) Compressed Natural Gas

گاز طبیعی فشرده شده (CNG)، گاز طبیعی است که تحت فشار قرار گرفته و در یک تانکر مخصوص، مانند تانکرهایی که تحت فشار تا (3600psig) قرار دارند، نگهداری می شود.

CNG عمدتاً دارای ترکیبات شیمیایی مشابه گاز موجود در خطوط لوله محلی است، با این تفاوت که حاوی مقداری آب از دست داده می باشد. CNG، به صورت بخار دارای فشار اندک (ounces to 300 psig) به خودروها تزریق می شوند.

## درصد عناصر گازی CNG

در جدول ۱ درصد عناصر گازی CNG نشان داده شده است.

جدول ۱. درصد عناصر گاز طبیعی

| نوع گاز    | متان            | اتان                          | پروپان                        | ایزوبوتان                      | ایزوپنتان                      | پنتان نرمال                    | نیترژن         | دی اکسید کربن   |
|------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|-----------------|
| عناصر گازی | CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | N <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> |
| CNG        | ۸۴/۸۱           | ۹/۵                           | ۳/۶۱                          | ۰/۳۷                           | ۰/۱                            | ۰/۰۸                           | ۰/۵            | ۰/۳۷            |

### مزیت نسبی گاز طبیعی در ایران و مقایسه موقعیت ایران با جهان

ایران به تنهایی حدود ۱۵/۵ درصد از ذخائر گاز طبیعی دنیا را در اختیار داشته و از این نظر مقام دوم جهان را دارا می باشد (جدول ۲). ایران دارای شبکه گسترده خط لوله گاز است که نصب جایگاه سوخت رسانی را در اغلب نقاط کشور میسر می سازد. کل شبکه جاده های کشور حدود ۱۲۰۰۰ کیلومتر می باشد که خطوط لوله گاز در حاشیه ۹۷۰۰ کیلومتر از این جاده ها گسترده شده است.

به علت طراحی قدیمی و عمر خودرو ها، مصرف سرانه سوخت خودروهای ایران (در ازای هر خودرو) در مقایسه با معیار متوسط جهانی بسیار زیاد است. نرخ داخلی گاز طبیعی ایران بسیار ارزان است.

جدول ۲. درصد ذخائر گاز جهان

| نام کشور    | درصد ذخائر گاز جهان |
|-------------|---------------------|
| روسیه       | ۳۲/۲                |
| ایران       | ۱۵/۵                |
| قطر         | ۷/۵                 |
| عربستان     | ۴                   |
| امارات      | ۴                   |
| آمریکا      | ۳/۲                 |
| سایر کشورها | ۳۳/۷                |

## انواع خودروهای CNG سوز

### ➤ خودروی اختصاصی (Dedicated vehicle)

یک وسیله نقلیه اختصاصی تنها از گاز طبیعی استفاده می نماید. وسیله نقلیه اختصاصی گاز سوز می تواند از تبدیل یک وسیله نقلیه بنزین سوز به نوع گاز سوز آن ایجاد شود.

### ➤ خودروی دو سوخته (Bi-fuel vehicle)

یک وسیله نقلیه دو سوخته می تواند هم از گاز طبیعی و هم از بنزین استفاده نماید. بسیاری از این وسایل نقلیه طوری طراحی شده اند که به محض خالی شدن مخزن سوخت آنها از گاز طبیعی، به طور خودکار به بنزین سوئیچ می شوند. در این وسایل نقلیه، تعداد مایل برگالن گاز طبیعی، مساوی یا اندکی کمتر از وسایل نقلیه ای است که تنها از بنزین استفاده می نمایند.

### اجزای مکانیکی سیستم سوخت رسانی گاز طبیعی فشرده

اجزای سیستم سوخت رسانی گاز فشرده به شرح زیر خلاصه می شوند:

۱- مجموعه پرکن از بیرون و متعلقات - Refueling Valve and related Part

۲- رگولاتور - Regulator

۳- مجموعه مخزن گاز طبیعی - CNG Cylinder

۴- شیریکطرفه - Non- Return Valve

۵- شیرسر مخزن - CNG Cylinder Valve

۶- لوله های فشار قوی گاز و اتصالات مربوط - Hp Pipe

۷- شیردستی سرویس - Manual Valve

۸- فشار سنج - Gas Manometer

۹- ریل انژکتور - Gas Distributor

۱۰- نازل ها - Gas Nozzles

### اجزای الکترونیکی سیستم سوخت رسانی گاز طبیعی فشرده

اجزای الکترونیکی سیستم سوخت رسانی گاز فشرده به شرح زیر خلاصه می شوند:

جعبه کنترل الکترونیکی - ECU

ادوانسر - Timing Advance Processor

امولاتور - Emulator

سنسورها - Sensors

### ابعاد زیست محیطی استفاده از CNG در کشور

از نظر زیست محیطی CNG سوختی پاک و سالم است، برای مثال در حالی که برای اتومبیل های گازوئیلی کشور رعایت استاندارد EURO II هدف سریع الوصولی نیست، یک خودرو CNG سوز، می تواند به حد استاندارد EURO III دست یابد. آلودگی صوتی موتورهای CNG سوز نیز بسیار ناچیز بوده و در حدود ۷۶ db می باشد.

### مقایسه دو سوخت CNG ، بنزین، و گازوئیل

مقایسه هر سه سوخت به طور خلاصه در جدول زیر آورده شده است:

#### جدول ۳. جدول خواص گاز طبیعی، بنزین و گازوئیل

| گازوئیل | بنزین   | گاز طبیعی | خاصیت   |
|---------|---------|-----------|---|
| ۰/۶-۵/۵ | ۱/۴-۷/۶ | ۵-۱۵      | محدوده مشتعل شدن<br>(درصد حجمی با هوا)        |
| ۴۴۶     | ۵۷۲     | ۸۴۲       | دمای انفجار خودبه خود (°F)                    |
| ۰/۲۳    | ۰/۲۳    | ۰/۲۷      | کمترین انرژی لازم جهت جرقه در<br>مخلوط با هوا |
| ۳۷۲۹    | ۳۵۹۱    | ۳۴۲۳      | دمای نقطه اوج (°F)                            |

### مزایای CNG

۱- سوخت CNG ارزان است.

۲- به لحاظ بالا بودن عدد اکتان سوخت CNG، این سوخت از خاصیت ضد کوبش بهتری برخوردار است.

۳- سوخت CNG در صورت تنظیم مناسب فاقد خاکستر و مواد زائد است.

۴- در هنگام استارت موتور در حالت سرد، سوخت CNG بهتر عمل می کند.

### محدودیت ها و معایب CNG

۱- مخزن گاز، جای اضافی اشغال می کند و بر وزن کل خودرو می افزاید.

۲- محدوده عملکرد خودروها را محدود می سازد.

۳- قدرت خروجی موتور و راندمان حرارتی آن کاهش می یابد.

۴- در حال حاضر به لحاظ این که مراکز سوخت رسانی کم می باشند، مشتری در استفاده از این نوع خودروها دچار مشکل می شود.

### جایگاه های سوخت گیری CNG

جهت جایگاه های سوخت گیری CNG چهار روش وجود دارد. انتخاب هر یک از این روش ها بستگی به نوع خودرو و مشتری دارد.

۱ - جایگاه های سوخت گیری آرام

۲ - جایگاه های سوخت گیری سریع

۳- جایگاه های سوخت گیری ترکیبی (سریع و آرام)

۴- جایگاه های سوخت گیری متحرک

### ب) گاز طبیعی مایع

LNG در کشورهایی مانند آلمان، ژاپن و آمریکا به کار گرفته شده است. در آمریکا، استفاده از LNG برای وسایل نقلیه رشد بیشتری نسبت به سایر کشورها داشته است و طبق برآوردها، ۱۵۰۰ دستگاه وسیله نقلیه با سوخت LNG در این کشور وجود دارد. (در مقایسه با ۹۰ هزار دستگاه خودرو با سوخت CNG) اکثر وسایل نقلیه ذکر شده، خودروهای سنگین هستند.

### ویژگی های سوخت LNG

۱- چگالی بالا

۲- سرعت سوختگیری

## اجزاء سیستم خودروهای با سوخت LNG

از لحاظ انتقال سوخت به موتور، مشابه موتورهای با سوخت CNG است و سوخت به صورت بخار وارد موتور می شود. فرق بین موتورهای CNG و LNG در نحوه نگهداری و تحویل سوخت است.

## مخازن ذخیره LNG

مخازن ذخیره LNG دوجداره می باشند و برای فشار کاری حداکثر تا ۲۳۰ psi یا ۱۶ bar طراحی شده است. این مخازن دارای لوله و اتصالات لازم برای خارج کردن گاز در صورت افزایش فشار (با توجه به انتقال حرارت از محیط به مخزن) و یا انتقال سوخت در زمان مصرف هستند. این مخازن مجهز به سیستم اعلام پایان سوخت گیری (پرشدن مخزن) نیز هستند. موتور خودروها گاز را در فشار ۴ الی ۹ بار (۶۰ - ۱۲۰ psi) مصرف می کند.

## مزایای LNG

- ۱- احتراق عاری از دود و آلاینده‌گی
- ۲- افزایش طول عمر شمع ها
- ۳- کاهش تعداد دفعات تعویض روغن

## معایب LNG

در ایستگاه های سوخت گیری، خطوط انتقال گاز از مخزن به خودرو (شامل لوله ها شیرآلات و وسایل اندازه گیری) جهت انتقال LNG در حالت مایع باید پیش از شروع، سوخت تا دمای  $260^{\circ}\text{F}$  - سرد شوند، در غیر اینصورت منجر به تبخیر بخشی از سوخت می شود.

## ج) گاز نفتی مایع

اولین تجربه کاربرد LPG در سوخت خودرو، به سال حدود ۱۹۱۰ در آمریکا بر می گردد و طی دهه ۱۹۵۰، فعالیت تبدیل خودروها به نوع گازسوز در جهان صنعتی توسعه یافت.

## خصوصیات ترکیبات عمده LPG

در جدول ۴ خصوصیات ترکیبات عمده LPG نشان داده شده است.

جدول ۴. خصوصیات ترکیبات

| ترکیب       | وزن مولکولی | نقطه جوش | چگالی  | ارزش حرارتی | عدد اکتان موتور |
|-------------|-------------|----------|--------|-------------|-----------------|
|             |             |          |        | BUT         | MON             |
| پروپان      | ۴۴/۱        | -۴۲      | ۰/۵۰۷۷ | ۲۱۵۰۰       | ۹۷/۱            |
| ایزوبوتان   | ۵۸/۱        | -۱۱/۷    | ۰/۵۶۳۱ | ۲۱۰۹۰       | ۹۷/۶            |
| نرمال بوتان | ۵۸/۱        | -۰/۵     | ۰/۵۸۴۴ | ۲۱۱۴۰       | ۸۹/۶            |

## چگونگی ساخت LPG

LPG محصول فرعی دو منبع است: فرآوری گاز طبیعی و پالایش نفت خام. زمانی که گاز طبیعی تولید شد، حاوی متان و دیگر هیدروکربن های سبک است که در یک دستگاه فرآوری گاز از یکدیگر جدا می شوند.

## موارد ایمنی مربوط به LPG

اصولاً پروپان پتانسیل خطر را در خود دارد، لذا باید هنگام حمل و نقل، ذخیره سازی و کاربرد، به موارد ایمنی آنها توجه کرد و با آنها آشنا بود.

## انتشار گازهای آلاینده

از دیدگاه زیست محیطی استفاده از LPG بصورت استاندارد دارای کمترین چرخه حیات انتشار گازهای گلخانه ای در مقایسه با سایر سوخت های تجاری است. پتانسیل کاهش آزون با استفاده از این سوخت به نصف بنزین کاهش می یابد.



## LPG مزایای

وسایل نقلیه LPG در مقایسه با وسایل نقلیه گازوئیلی و بنزینی، کربن کمتری تولید می کنند. به نقل از انجمن ملی گاز پروپان، شمع موتور یک وسیله نقلیه پروپانی بین ۸۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ مایل کار می کند و عمر موتورهای LPG دو تا سه برابر بیش از موتورهای بنزینی یا گازوئیلی است.

## LPG معایب

در مقایسه با بنزین، LPG دارای محتوای انرژی (Energy content) کمتر است، لذا مخزن سوخت باید بزرگتر از مخزن بنزین بوده و بعلت اینکه مخزن تحت فشار می باشد، سنگین تر خواهد بود و هزینه خودروهای با سوخت LPG بین ۲۰۰۰ - ۱۰۰۰ دلار گرانتر از خودروهای بنزینی می باشد.

