

گاز طبیعی و مصرف آن به عنوان سوخت وسایل نقلیه

سید مرتضی مرتضایی^۱، حمیدرضا مسّاح^۲، احسان سلکی^۳

شرکت سرمایه‌گذاری نفت و گاز تامین- خ ولی عصر، روبروی بیمارستان دی، بن‌بست شمس، پلاک 7، طبقه 4
e.solki@gmail.com

چکیده

از آغاز دهه 70، مسأله پایان‌پذیر بودن منابع نفتی - به‌عنوان مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین سوخت به‌کار رفته در صنعت حمل‌ونقل - دغدغه اصلی سیاست‌های زیرساختی کشورهای مختلف در این حوزه بوده‌است. مصرف بی‌رویه از یک سو و بروز عوامل دخیل در قیمت‌گذاری اقتصادی نفت، هم‌چون ظهور جنگ در نقاط مختلف دنیا و ...، نگاه‌ها را به سمت استفاده از سوخت‌های تجدیدپذیر معطوف نمود. از طرف دیگر موضوع حفظ محیط زیست در دنیا، بر لزوم استفاده از منابع جایگزین صحنه گذارد. گاز طبیعی در میان انواع سوخت‌های جایگزین پرمصرف‌ترین است. هزینه‌های پایین تولید و استحصال و در نتیجه قیمت تمام‌شده ارزان‌تر، آلودگی‌های کمتر زیست‌محیطی و نیز توانایی تأمین از منابع تجدیدپذیر از جمله مهم‌ترین مزایای استفاده از گاز طبیعی است. کاربرد این نوع سوخت در وسائط نقلیه، مستلزم بهره‌گیری از تجهیزات ویژه‌ای از جمله مخازن ذخیره گاز است.

واژه‌های کلیدی: گاز طبیعی، مخازن ذخیره گاز، سوخت جایگزین.

1- مقدمه

انواع مختلفی از سوخت‌ها تاکنون جهت تأمین انرژی لازم برای وسائط نقلیه شناسایی و به‌کار برده شده‌اند (شکل 1). در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان این سوخت‌ها را در دو گروه دسته‌بندی نمود: سوخت‌های رایج و سوخت‌های جایگزین. الف) سوخت‌های رایج: بنزین و گازوئیل، رایج‌ترین انواع سوخت در دنیا بوده و جزو مهم‌ترین محصولات مشتق‌شده از نفت خام می‌باشند. از سال‌ها پیش تا کنون این دو سوخت در وسائط نقلیه در سرتاسر دنیا به‌کار برده شده‌اند. بی‌ثباتی قیمت نفت، بالا بودن قیمت بنزین و گازوئیل نسبت به دیگر سوخت‌ها، مصرف بی‌رویه و رو به رشد و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از این سوخت‌ها سبب گردید تا در سال‌های اخیر گرایش عمده‌ای در سیاست‌های کشورهای مختلف در جایگزینی دیگر انواع سوخت به‌وجود آید.

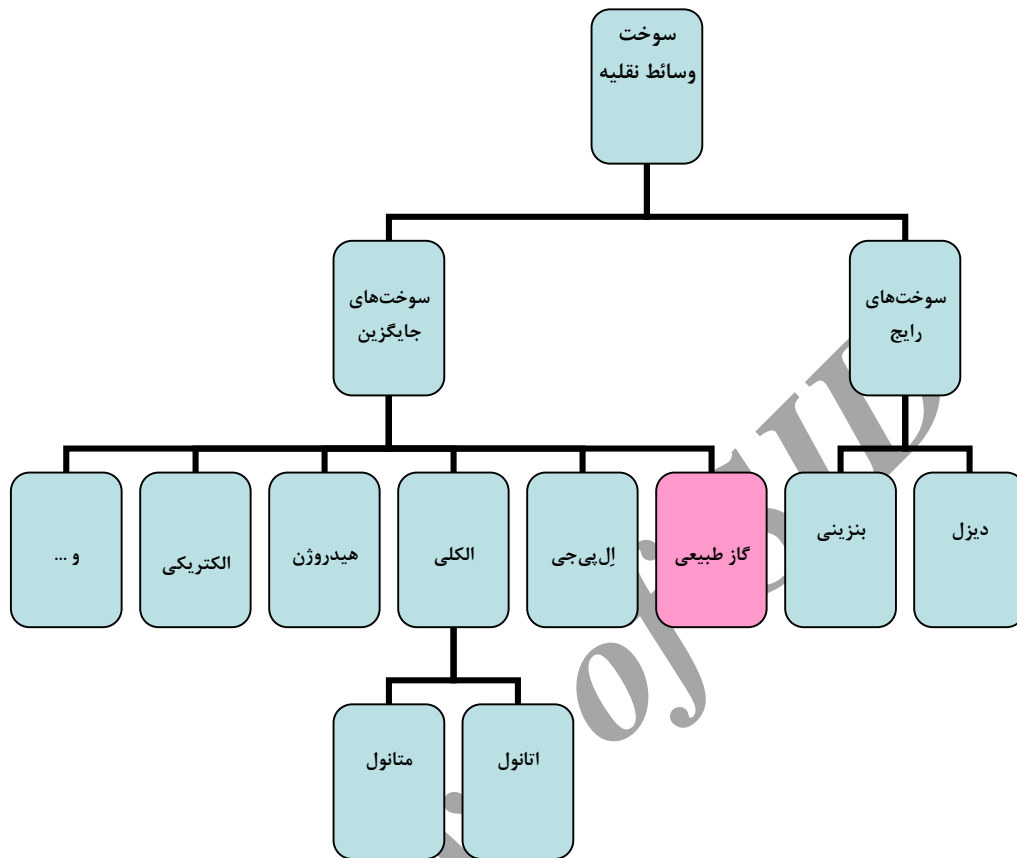
ب) سوخت‌های جایگزین: دو شوک ناگهانی قیمت نفت در جهان، در سال‌های 1974 و 1979 نگرانی زیادی را برای کشورهای مختلف به‌همراه داشت [1]. عدم اتکای زیرساخت‌های اقتصادی دولت‌ها به نفت و نیز امکان بهره‌مندی از منابع تجدیدپذیر سوختی، تنها راه برون‌رفت از این مشکل تلقی می‌شد. از سوی دیگر، دغدغه کاهش مصرف سوخت و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از سوخت‌های رایج چون: بنزین و گازوئیل، سبب گردید تا دولت‌ها به‌سمت استفاده از سوخت‌های جایگزین ترغیب شوند. در ذیل رایج‌ترین انواع سوخت‌های جایگزین ذکر شده‌است.

1- دکترای فیزیک

2- دکترای مکانیک

3- کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

لپی جی^۱: این سوخت، ترکیبی است که پروپان و بوتان بخش اصلی آن را تشکیل می‌دهند. لپی جی را می‌توان در فرآیندهای تصفیه نفت و یا گاز طبیعی بدست آورد. آن را در مخازنی با فشار 17 تا 34 اتمسفر ذخیره می‌کنند. امروزه از آن



شکل 1- انواع سوخت‌های وسائط نقلیه.

در دنیا به صورت محدود استفاده می‌گردد.

اتانول^۲: اولین بار در سال 1973 در برزیل به عنوان سوخت مورد استفاده قرار گرفت. در اواخر دهه 1980، 80٪ خودروهای سبک و تازه تولید برزیل بر اساس سوخت اتانول طراحی و ساخته می‌شدند. اتانول برای اشتعال مناسب، می‌بایست با بنزین مخلوط گردد. چنانچه با 15٪ حجمی بنزین مخلوط گردد محصول بوجود آمده را ای-85^۳ و با 5٪ حجمی بنزین ای-95^۴ می‌نامند [1]. در سال‌های اخیر به دلیل گرانی تولید و استحصال الکل استفاده از آن بسیار محدود شده است. متانول^۵: ساده‌ترین نوع از سوخت‌های الکلی می‌باشد. مایعی است بی‌رنگ که در 64/7 سلسیوس به جوش می‌آید. متانول را در شکل تجاری با فرآیند کاتالیزوری هیدروژن و مونواکسیدکربن می‌توان تهیه نمود. ترکیب آن با 15٪ حجمی بنزین، ایم-85^۶ نامیده می‌شود [1].

¹ Liquefied Petroleum Gas

² Ethanol

³ E-85

⁴ E-95

⁵ Methanol

⁶ M-85

هیدروژن: یکی از پاک‌ترین سوخت‌ها می‌باشد. در نسبت جرمی یکسان، گرمای حاصل از احتراق آن، 3 برابر سوخت‌های مایع است. هر چند همین میزان جرم از نظر حجمی، یک چهارم حجم سوخت‌های مایع را داراست. در حال حاضر، هیدروژن در موتورهای احتراق داخلی نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد [1].

الکتریکی: ویژگی منحصر به فرد آن، در آلودگی بسیار پایین این نوع سوخت است. آمار تولید خودروهای الکتریکی بسیار پایین بوده و هزینه تولید و نگهداری آن‌ها بالا است. از این نوع سوخت بیشتر برای کاربردهای محدود، از جمله استفاده در نواحی بسیار آلوده به لحاظ زیست‌محیطی، می‌توان بهره برد.

2- گاز طبیعی

گاز طبیعی می‌تواند در همه انواع وسائط نقلیه همچون: موتورسیکلت، ماشین‌های سواری، ون، کامیون، لیفتراک، اتوبوس، مینی‌بوس، لوکوموتیو و حتی کشتی‌ها به عنوان سوخت مورد استفاده قرار گیرد. خودروهای گاز طبیعی سوز در واقع وسائط نقلیه‌ای هستند که از سوخت گازی تغذیه می‌شوند. بدین ترتیب که یا بوسیله تبدیل موتورهای بنزینی (و یا گازویلی) به موتورهای گازسوز و یا با تولید مستقیم موتورهای گازی در کارخانه عمل می‌نمایند. گاز طبیعی یکی از پاک‌ترین، ایمن‌ترین و مفیدترین اشکال انرژی است. اساس گاز طبیعی را متان (حدود 90٪) تشکیل می‌دهد. با این وجود میزان بسیار کمی از دیگر هیدروکربن‌ها مانند اتان، پروپان، هیدروژن، هلیوم، دی‌اکسیدکربن، نیتروژن، سولفات هیدروژن و نیز بخار آب در گاز طبیعی وجود دارند [2]. هم‌چنین به لحاظ زیست‌محیطی نسبت کم کربن به هیدروژن در آن سبب می‌شود تا حین سوختن مواد آلاینده محیط‌زیست همچون منواکسیدکربن، اکسیدهای نیتروژن¹، هیدروکربن‌ها و گازهای گلخانه‌ای بسیار کمتری تولید شوند. دمای اشتعال گاز طبیعی نسبت به بنزین بیشتر است². ایمنی گاز طبیعی نسبت به بنزین بیشتر است، زیرا احتمال خوداشتعالی آن پایین‌تر می‌باشد. جدول 1 برخی ویژگی‌های احتراقی سوخت‌های مختلف را در مقایسه با یکدیگر نمایش می‌دهد.

جدول 1 - ویژگی‌های احتراق سوخت‌های مختلف [3].

خواص	گاز طبیعی	بنزین	گازوییل
محدودیت اشتعال‌پذیری (درصد حجم در هوا)	5 - 15	1/4 - 7/6	0/6 - 5/5
دمای خوداشتعالی (سلسیوس)	450	300	230
کمترین انرژی حاصل از احتراق در هوا (برحسب 10^{-6} بی.تی.یو ³)	0/27	0/23	0/23
بیشترین دمای حاصل از اشتعال (سلسیوس)	1884	1977	2054

استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت دارای مزایایی به شرح ذیل می‌باشد:

- 1- به دلیل آنکه بیشترین حجم گاز طبیعی را متان تشکیل می‌دهد، عملاً حین سوختن اکسیدهای نیتروژن و سایر ذرات انتشاری خطرناک در هوا به میزان کمتری تولید می‌کند (جدول 2).

¹ NO_x

² دمای اشتعال گاز طبیعی 600 سلسیوس و بنزین 315 سلسیوس است [3].

³ بی.تی.یو واحد گرمایی انگلیسی است. هر بی.تی.یو برابر 1/0551 کیلوژول است [2].

جدول 2 - درصد کاهش آلودگی‌های منتشرشده در هوا برای گاز طبیعی [4].

ذرات تولیدی	کاهش آلودگی نسبت به سوخت‌های مایع
منواکسیدکربن	66%
هیدروکربن‌های بدون متان	68%
اکسیدهای نیتروژن	87%
ذرات خطرناک دیگر	40%

- 2- کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای.
- 3- قابلیت پُرشدن مجدد در هر محلی (حتی درب خانه).
- 4- قیمت ارزان‌تر.
- 5- قابلیت استفاده در انواع وسایل نقلیه.
- 6- تجهیزات ساده برای تصفیه و استحصال.
- 7- ایمنی بیشتر آن نسبت به سوخت‌های مایع؛ احتمال خوداشتعالی در گاز طبیعی کمتر از سوخت‌های مایع است، زیرا دمای اشتعال آن بالاتر از سوخت‌های مایع می‌باشد.
- 8- توانایی تامین از منابع تجدیدپذیر (زیست‌گاز - بیوگاز¹). گاز متان - با بیشترین درصد حجمی در ترکیب گاز طبیعی - را می‌توان از روش‌هایی همچون بازیافت زباله‌ها بدست آورد (شکل 2).



شکل 2 - بازیافت زباله‌ها به منظور دست‌یابی به گاز متان.

- 9- کاهش سر و صدای زیاد تا بیش از 50٪.
- 10- فرسودگی کمتر موتور، به عنوان مثال سی‌ان‌جی به صورت گاز و بنزین به صورت مایع پاششی² وارد فضای موتور می‌گردند. پاشش بنزین سبب شسته‌شدن روغن روان‌کار از ناحیه رینگ بالایی پیستون می‌شود و این به‌نوبه خود

¹ Biogas

² Spray

استهلاک موتور را به همراه خواهد داشت. حال آن که در استفاده از سی‌ان‌جی به دلیل حالت گازی آن، اتفاق مذکور رخ نمی‌دهد [5].

مضرات استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت:

- 1- حجم مخازن گاز طبیعی بایست کاهش یابد. حجم مخازن گاز طبیعی - برای تامین انرژی معادل با سوخت مایع - 3 تا 4/5 برابر حجم مخازن سوخت‌های بنزینی یا گازویلی است.
- 2- با وجود آن که خوداشتعالی در گاز طبیعی در مقایسه با سوخت‌های دیگر کمتر می‌باشد، اما در صورت اشتعال ناخواسته گاز به هر دلیل و انفجار مخزن در آن لحظه، خطر جانی و مالی حاصل از آن به مراتب بیشتر خواهد بود.
- 3- ترکیب ساختاری گاز طبیعی استخراجی می‌تواند از میدانی به میدان دیگر متفاوت باشد. این موضوع بر نسبت استوکیومتری سوخت و هوا تاثیر می‌گذارد.
- 4- این نوع از سوخت نیازمند جایگاه‌های سوخت‌رسانی ویژه‌ای است که بالطبع زیرساخت‌های مجزایی را نیز طلب می‌کند.
- 5- ارزش سوختی یک لیتر گاز طبیعی از ارزش سوختی همان میزان بنزین بسیار کمتر می‌باشد. این نکته از حیث اقتصاد انرژی حائز اهمیت است. جدول 3 این موضوع را بیان می‌نماید.

جدول 3 - محتوای انرژی سوخت‌های مختلف [2].

سوخت	محتوی انرژی (کیلوژول بر لیتر)	لیتر معادل بنزین
بنزین	31850	1
گازوئیل سبک	33170	0/96
گازوئیل سنگین	35800	0/89
سی‌ان‌جی	8080	3/94
ال‌ان‌جی	20490	1/55
ال‌پی‌جی	23410	1/36

6- کاهش شتاب وسیله نقلیه، عدد اکتان بنزین از سی‌ان‌جی بالاتر بوده و در نتیجه بازده سی‌ان‌جی در موتور از بنزین کمتر خواهد بود. کاهش بازده موتور نیز به نوبه خود کاهش شتاب را به همراه خواهد داشت.

ارائه یارانه‌های بی‌هدف به سوخت‌هایی چون بنزین و گازوئیل، سنتی بودن ساختارهای حمل و نقلی در کشور و بالا بودن مصرف خودروهای ساخت داخل از مهم‌ترین مشکلات پیش‌روی صنعت حمل و نقل در کشور محسوب می‌گردند. عدم توجه دقیق به این مقوله می‌تواند مسائل و تبعاتی را در آینده متوجه اقتصاد کشور نماید. یکی از راه‌کارهای موقتی برون‌رفت از این بحران، استفاده از گاز طبیعی جهت مصارف خودرویی است.

در 5 سال اخیر (آمار سال 2006)، تعداد خودروهای گاز طبیعی‌سوز در جهان 2 برابر شده است [6]. در حال حاضر 5 میلیون خودروی گاز طبیعی‌سوز در جهان وجود دارد که طبق برنامه‌ریزی‌ها و طرح‌های مؤسسه بین‌المللی خودروهای گاز طبیعی‌سوز¹ می‌تواند حداقل به 10 برابر میزان فعلی - 50 میلیون - تا سال 2020 افزایش یابد [7].

¹ IANGV; International Association of Natural Gas Vehicle

لیکن، گسترش مصرف گاز طبیعی در کشورهای مختلف با مشکلاتی نیز همراه می‌باشد. به‌عنوان مثال سرمایه موردنیاز جهت ایجاد زیرساخت‌های لازم برای احداث ایستگاه‌های سوخت‌رسان بسیار بالاست. هزینه زیاد احداث جایگاه‌ها به نوبه خود قیمت گاز طبیعی را نیز جهت مصارف خودرویی افزایش می‌دهد. این معضل به مشکل جوجه و تخم‌مرغ¹ (!) معروف می‌باشد. از یک سو شرکت‌ها و سازمان‌های متولی، بدلیل عدم گرایش مصرف‌کنندگان به خودروهای گازسوز، رغبت چندانی به سرمایه‌گذاری بر روی جایگاه‌های سوخت‌رسانی از خود نشان نمی‌دهند و از سوی دیگر نیز مصرف‌کنندگان به‌واسطه نبود جایگاه سوخت‌رسان به تعداد کافی، تمایلی برای خرید خودروهای گازسوز ندارند. هم‌چنین از سوی دیگر، گاز طبیعی به مقدار کافی و بویژه در فصول خاصی از سال در کشور در دسترس نمی‌باشد. در زمانی که دولت جهت تامین گاز موردنیاز مصارف خانگی در فصول سرد سال با کمبودهایی مواجه بوده و مجبور است تا کسری گاز را از دیگر اماکن صنعتی تامین نماید، تحمیل بار مصرفی بیشتر گاز طبیعی جهت مصارف خودرویی نامعقول می‌نماید.

بنابراین بر طبق آنچه که عنوان گردید، گازسوز کردن خودروها نمی‌تواند به عنوان راه حلی دائمی و قطعی جهت بحران حمل‌ونقل تلقی گردد و با وضعیت پیش‌رو، گازسوز کردن خودروهای نفت‌سوز صلاح نمی‌باشد. لیکن در صورت اعمال دید کلان در سیاست‌های بخش حمل‌ونقل و پیش‌بینی و مرتفع نمودن مشکلات فوق‌الذکر استفاده از گاز طبیعی در خودروهای بنزینی، قابل تامل می‌باشد. به نظر می‌آید شاه‌کلید این معضل در دست دولت‌ها باشد. زیرا استفاده گسترده از خودروهای گازسوز تنها زمانی به وقوع خواهد پیوست که دولت‌ها یارانه قابل توجهی را جهت گسترش این نوع خودروها اعمال نموده باشند. و یا حداقل این سیاست، در آغاز دوره توسعه و گسترش مصرف خودروهای گازسوز اعمال گردد.

از جمله این یارانه‌ها می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- کاهش مالیات بر مصرف سوخت گاز طبیعی،
- گسترش خطوط انتقال و جایگاه‌های سوخت‌رسان،
- پیش‌بینی منابع و ذخایر گاز طبیعی جهت مصارف خودرویی،
- اختصاص تسهیلات مشوق مردم از جمله تسهیلات مالی جهت گازسوز نمودن خودروها،
- توسعه برنامه‌های تولید خودروهای پایه گازسوز،
-

3- مخازن خودرویی گاز طبیعی

سه نوع از رایج‌ترین سوخت‌های گاز طبیعی که در وسائط نقلیه کاربرد دارند [8]، عبارتند از:

- گاز طبیعی متراکم²،
- گاز طبیعی میعانی³،
- گاز طبیعی جذبی⁴،
- گاز مایع⁵.

شکل 3 مخازن لازم جهت نگهداری هر یک از این سوخت‌ها را نمایش می‌دهد. در ذیل به تفکیک به بررسی هر یک از آن‌ها پرداخته می‌شود.

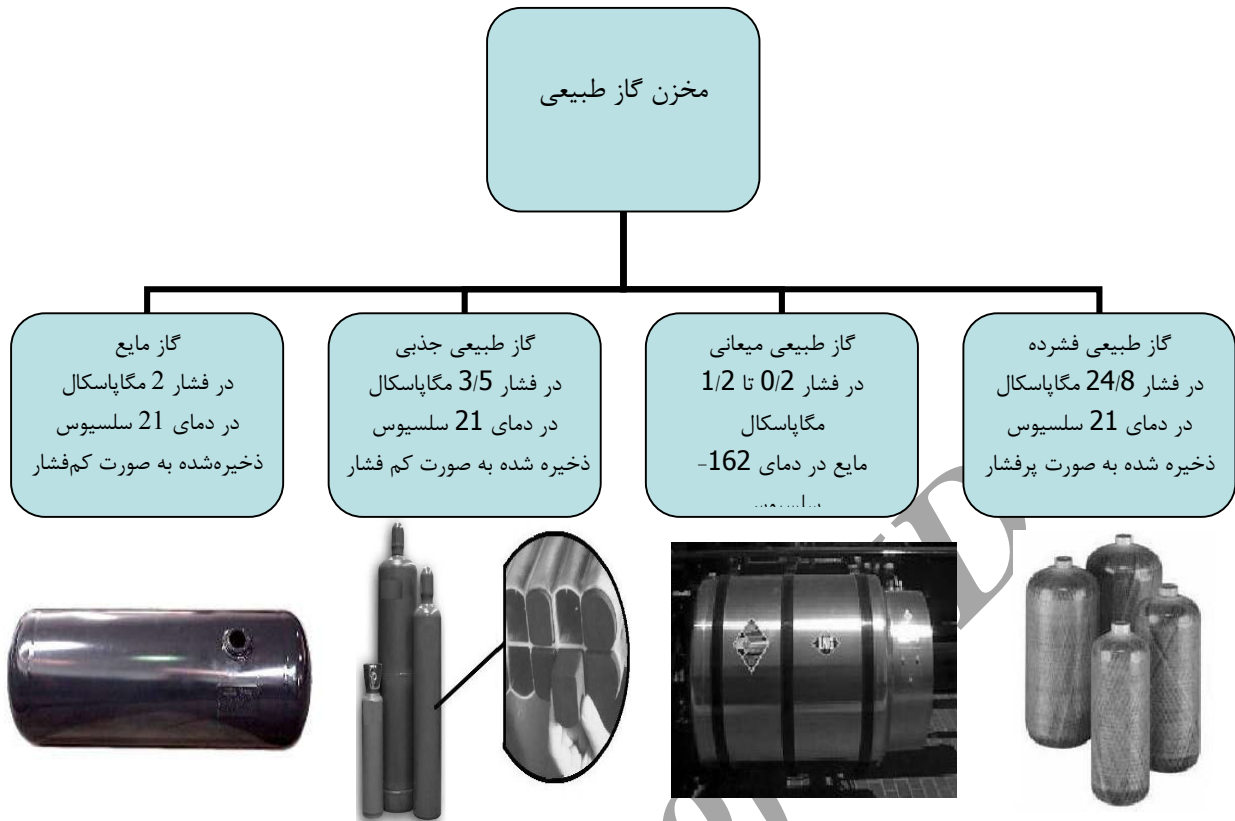
¹ Chicken-and-Egg

² CNG; Compress Natural Gas

³ LNG; Liquefied Natural Gas

⁴ ANG; Adsorbed Natural Gas

⁵ Liquefied Petroleum Gas



شکل 3 - انواع مخازن گاز طبیعی.

3-1- مخازن ذخیره سی ان جی

سی ان جی یکی از انواع رایج گاز طبیعی است و همان گونه که از عنوانش برمی آید گاز طبیعی ای است که در مخزن های پرفشار - معمولاً تا فشار 24/8 مگاپاسکال - فشرده می شود. این سوخت به طور گسترده در خانه ها، صنایع و کارخانه ها کاربرد دارد. سی ان جی به عنوان جایگزینی برای بنزین و گازوئیل جهت وسائط نقلیه محسوب می شود. این سوخت از فشرده سازی گاز طبیعی (که شامل 98٪ متان می باشد) حاصل می گردد. مخازن سی ان جی از حیث مواد ساختاری، عمدتاً به چهار نوع تقسیم بندی می شوند:

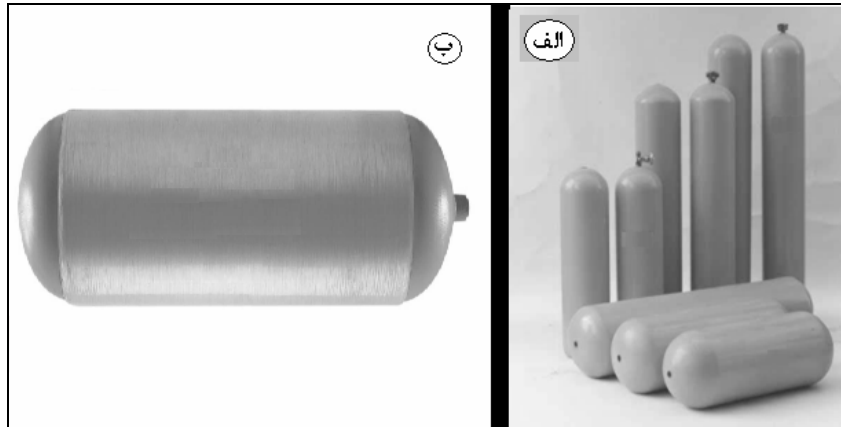
- ا. مخازن نوع 1: این مخازن از جنس فولاد بوده و در آن جز رنگ بدنه از هیچ پوشش دیگری استفاده نمی شود. وزن این مخازن بسیار بالا ولی هزینه تولید آن پایین است. مخازن فولادی رایج ترین نوع مخازن در دنیا هستند (شکل 4- الف).
- ب. مخازن نوع 2: این مخازن شامل سیلندری هستند که از فولاد یا آلومینیوم ساخته شده اند و پوششی¹ جزئی از جنس تارهای شیشه، آرامید، بازالت، الیاف کربن محلول در پلی استر² یا اپاکسی³ و یا بصورتی مرکب از دو یا چند نوع تار موسوم به هایبرید⁴، سطح جانبی بدنه سیلندر را پوشانده است. بدین معنی که پوشش تمامی سطح خارجی سیلندر را شامل نمی شود، بلکه تنها بدنه استوانه ای شکل (سطح جانبی) آن را می پوشاند. (شکل 4- ب).

¹ Wrapping

² Polyester

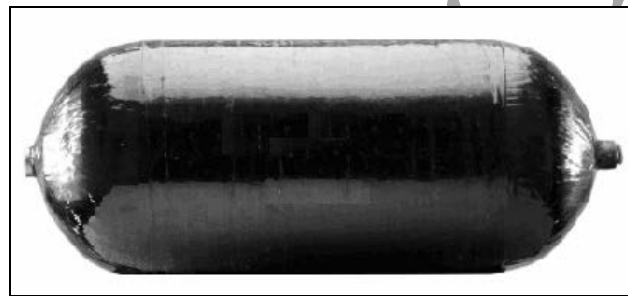
³ Epoxy

⁴ Hybrid



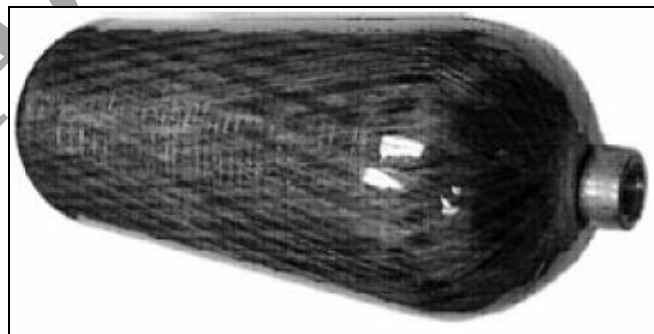
شکل 4 - نمونه‌ای از مخازن نوع 1 و 2 [9].

ج. مخازن نوع 3: این مخازن از سیلندری فلزی - اکثراً آلومینیم - ساخته شده‌اند، که کاملاً توسط پوششی از همان جنس مخازن نوع 2، در جهت محیطی و محوری تقویت می‌شوند. تقویت این مخازن در دو جهت، قابلیت تحمل فشار را نسبت به مخازن نوع دوم، افزایش می‌دهد (شکل 5).



شکل 5- نمونه‌ای از مخازن نوع 3 [9].

د. مخازن نوع 4: این مخازن شامل سیلندری از جنس گرمانرم بوده و توسط پوششی از همان جنس مخازن نوع 2 پوشیده شده‌اند (شکل 6).



شکل 6- نمونه‌ای از مخازن نوع 4 با ماده مرکب از تار کربن.

2-3- مخازن ذخیره‌ای این‌جی

هنگامی که گاز تا دمای میعان گاز طبیعی (160- سلسیوس) در فشار استاندارد سرد می‌شود، گاز به شکل مایع، تقطیر می‌گردد. فرآیند مایع‌شدن سبب می‌شود تا اکسیژن، دی‌اکسید کربن، محتویات سولفور و آب موجود در گاز خارج گردند. گاز

پس از مایع شدن تمایل دارد به حالت قبلی خود (حالت گازی) بازگردد، بنابراین سیلندرهاى اِلِان جی بهمانند یک محیط محصور حرارتی ساخته شده و سبب می‌گردند تا اِلِان جی برای دو هفته یا بیشتر مایع نگه داشته شود. مخازن اِلِان جی متشکل از دو سیلندر می‌باشند، که یکی از آن‌ها درون دیگری قرار گرفته‌است. درون سیلندر داخلی، اِلِان جی سرد به صورت مایع قرار گرفته است. جدار خارجی سیلندر داخلی توسط لایه‌ای غیرقابل احتراق و بازتابنده پوشیده شده‌است. سیلندر بیرونی، سیلندر داخلی را آب‌بندی می‌نماید. فضای بین سیلندر بیرونی و داخلی کاملاً خلاء شده‌است. فشار مخازن اِلِان جی برابر 0/2 تا 1/2 مگاپاسکال است. شکل 7 نمونه‌ای از مخازن ذخیره اِلِان جی را ارائه می‌نماید.



شکل 7- نمونه‌ای از مخازن اِلِان جی در یک خودروی سنگین.

3-3- مخازن ذخیره اِلِان جی

از جمله عیوب سی‌ان جی در آن است که می‌باید در مخازن فشار بالا ذخیره گردد و این محدودیت، قیود هندسی خاصی را در طراحی شکل ظاهری این مخازن تحمیل می‌نماید (این مخازن عموماً استوانه‌ای هستند). هم‌چنین این مخازن نسبتاً سنگین‌تر هستند. دستیابی به فشار ذخیره‌سازی بیش از 2/7 مگاپاسکال نیازمند بهره‌گیری از کمپرسورهای چندمرحله‌ای است که خود هزینه زیادی را در مقایسه با دیگر سوخت‌ها به همراه دارد [10]. به همین دلایل، مراکز تحقیقاتی - دانشگاهی و چند شرکت خودروسازی در دنیا به صورت کاملاً پژوهشی و نه در مقیاس صنعتی، در خلال سالیان اخیر در حال تحقیق و توسعه بر روی طُرُق مختلف ذخیره‌سازی گاز طبیعی هستند. از جمله این روش‌ها، ذخیره‌سازی گاز طبیعی به صورت جذبی است.

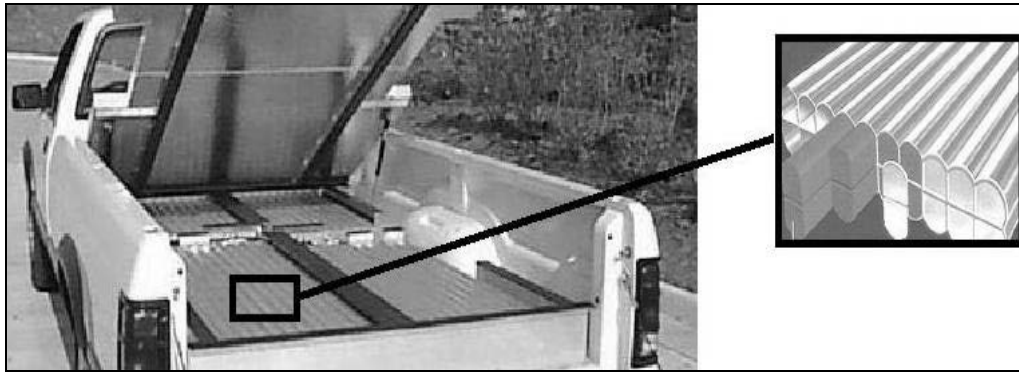
مخازن اِلِان جی، اولین بار در حدود 10 سال پیش در چین مورد بررسی قرار گرفتند. مخازن اِلِان جی با تکیه بر قابلیت جذب‌پذیری مناسب کربن‌های فعال ساخته می‌شوند. این فکر هم می‌تواند برای مخازن روی خودرو¹ و هم بیرون از خودرو² به کار رود. اِلِان جی فن‌آوری است که در آن گاز طبیعی به وسیله ماده جاذب متخلخل³، در فشار نسبتاً پایینی - 3/5 تا 5 مگاپاسکال - جذب می‌شود. جنس مخازن جذبی از آلومینیم اکستروژده شده می‌باشد که توسط تک‌سنگ‌های⁴ کربنی پُر شده‌است. شکل 8 نمونه‌ای از مخازن اِلِان جی را نشان می‌دهد.

¹ On-board

² بیرون از خودرو (Off-board) به طور مثال در جایگاه‌های سوخت‌گیری (Refilling station).

³ Porous adsorbent material

⁴ Monolithes

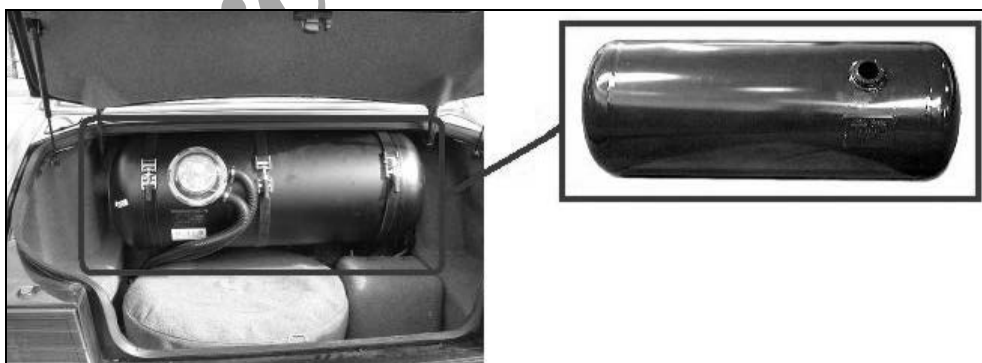


شکل 8- نمونه‌ای از مخازن ال‌پی‌جی [11].

3-4- مخازن ال‌پی‌جی

برخلاف تصور رایج، که ال‌پی‌جی را از مشتقات گاز طبیعی (هم‌چون سی‌ان‌جی، ال‌ان‌جی و ال‌ان‌جی) به حساب نمی‌آورند، ال‌پی‌جی از مایعات گازی¹ است که در استحصال گاز طبیعی بدست می‌آیند و یا از گازهای همراه با نفت خام، حاصل می‌گردند [12]. در نتیجه ال‌پی‌جی یکی از اقسام ذخیره گاز طبیعی است، هر چند ال‌پی‌جی را می‌توان از نفت خام نیز استحصال نمود. اولین بار ال‌پی‌جی در سال 1913 به عنوان سوخت وسائط نقلیه مورد استفاده قرار گرفت. به مرور زمان استفاده از ال‌پی‌جی جهت سوخت وسائط نقلیه در دنیا گسترش یافت. تطابق با محیط زیست، راحتی اشتعال و ذخیره‌سازی در فشار پائین از مهم‌ترین دلایل رشد گرایش به ال‌پی‌جی به عنوان سوخت وسائط نقلیه به شمار می‌روند. در برخی کشورها سیاست‌های حمایتی دولتی از جمله تخصیص یارانه به سوخت ال‌پی‌جی، معافیت‌های مالیاتی و عدم دریافت عوارض از خودروهای ال‌پی‌جی سوز موجب افزایش تمایل مصرف‌کنندگان به استفاده از این سوخت گردیده است.

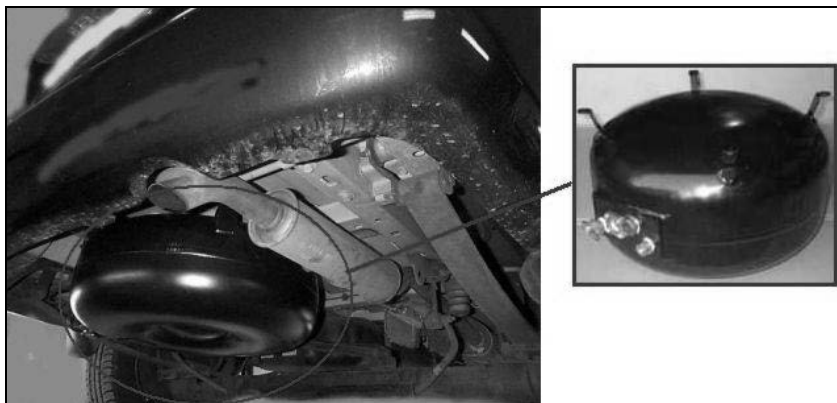
مخازن ال‌پی‌جی، مخازنی فولادی با درز جوش می‌باشند. فشار پائین درون مخازن ال‌پی‌جی (حدود 2 مگاپاسکال)، قیود هندسی کمتری را در شکل ظاهری مخازن در مقایسه با مخازن سی‌ان‌جی در حین فرآیند طراحی تحمیل می‌نماید. دو شکل رایج مخازن ال‌پی‌جی به صورت استوانه‌ای و چنبره‌ای می‌باشند. لیکن، امکان ساخت مخازن ال‌پی‌جی از فولاد به اشکال مربع و بیضی‌گون وجود ندارد. مخازن استوانه‌ای (شکل) درون صندوق عقب خودرو و یا در قسمت تحتانی وسیله نقلیه تعبیه می‌گردند.



شکل 9- مخازن استوانه‌ای ال‌پی‌جی [13].

مخازن ال‌پی‌جی چنبره‌ای شبیه تایر یدکی خودروها بوده و مهم‌ترین مزیت آن نسبت به مخازن استوانه‌ای ال‌پی‌جی، قابلیت تعبیه آن به جای تایر یدکی در ذیل خودرو و یا کف صندوق عقب خودرو می‌باشد.

¹ Natural Gas Liquids



شکل 9- مخازن چنبره‌ای ال پی جی [14].

هزینه تمام شده مخازن چنبره‌ای ال پی جی از مخازن استوانه‌ای بیشتر می‌باشد. زیرا فرآیند ساخت آن‌ها پیچیده‌تر می‌باشد.

4- نتیجه‌گیری

ذخیره گاز طبیعی به عنوان سوخت و سائط نقلیه به سه صورت معمول می‌باشد. ذخیره‌سازی به صورت سی‌ان‌جی رایج‌ترین این اشکال است. لیکن، چگالی انرژی پایین سی‌ان‌جی و سنگینی مخازن ذخیره آن، فن‌آوری‌های نو را به سوی توسعه دیگر روش‌های ذخیره‌سازی گاز طبیعی سوق داده‌است. امروزه، گرایش به استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت و سائط نقلیه فزونی یافته‌است. فارغ از هزینه‌های پایین تولید و استحصال، آلاینده‌گی کمتر این سوخت، عامل مهمی در این زمینه به شمار می‌رود. هرچند در حال حاضر گازسوز نمودن خودروهای نفت‌سوز یکی از سیاست‌های کلان دولت در حوزه حمل‌ونقل به حساب می‌آید، لیکن به نظر می‌آید در مجموع این امر به صلاح نمی‌باشد. چه، هزینه بالای زیرساخت‌های موردنیاز جهت انتقال و سوخت‌رسانی خودروهای گازسوز و نیز عدم وجود منابع و ذخایر گازی کافی در این زمینه از مهم‌ترین موانع پیش‌روی در این زمینه به شمار می‌رود. به نظر می‌آید، سیاست حرکت به سمت گسترش استفاده از گازوئیل و خودروهای دیزلی - که امروزه در آمریکا و بخش‌هایی از اروپا نیز دنبال می‌شود - مناسب‌تر باشد.

مراجع

- 1- International Association for Natural Gas Vehicles., Position Paper 1997, PP 16-17, 1997.
- 2- Cengel, Y., Boles, M., Thermodynamics an Engineering Approach, 5th Ed, McGraw-Hill.
- 3- About Natural Gas Vehicles, www.ngvc.org/index.html.
- 4- Alternative Fuel Vehicle Institute., Presentation of Compressed Natural Gas as a Vehicle Fuel, 2004.
- 5- Government of Pakistan Ministry of Petroleum & Natural Resources, www.CNG.com.html.
- 6- Natural Gas Vehicle Statistics, www.iangv.org/ngv-statistics.html.
- 7- Study Group 5.3, Global Opportunities for Natural Gas as a Transportation Fuel for Today and Tomorrow, IGU; International Gas Union, 2005.
- 8- Vehicle Fuel Storage, www.iangv.org/vehicle-fuel-storage.html.
- 9- Petersen, Fernando, La Evolucion de Los Cilindros de CNG, Inflex-Argentoil S.A.
- 10- Burchell, Tim, Rogers, Mike, Low Pressure Storage of Natural Gas for Vehicular Applications, Oak Ridge National Lab, 2000.
- 11- Quinn, David, Adsorption Storage A viable alternative to compression for natural gas powered vehicles, ALL-CRAFT Columbia, Mo, 2005.
- 12- LPG (Liquefied Petroleum Gas), www.moneyterms.co.uk/lpg.html.
- 13- Zhejiang Yindun Pressure Vessel Co., Ltd.
- 14- New Chrysler Grand Voyager 3.3 2002 Model, www.gasitup.co.uk/gallery.html.