

گاز طبیعی و مصرف آن به عنوان سوخت وسائل نقلیه

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

شرکت سرمایه‌گذاری نفت و گاز تامین- خلیعصر، روپری بیمارستان دی، بنیست شمس، پلاک ۷، طبقه ۴
e.solki@gmail.com

چکیده

از آغاز دهه ۷۰، مسئله پایان‌پذیر بودن منابع نفتی - به عنوان مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین سوخت به کار رفته در صنعت حمل و نقل - دغدغه اصلی سیاست‌های زیرساختی کشورهای مختلف در این حوزه بوده است. مصرف بی‌رویه از یک سو و بروز عوامل دخیل در قیمت‌گزاری 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 صحه 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 وسائل نقلیه، مستلزم بهره‌گیری از تجهیزات ویژه‌ای از جمله مخازن ذخیره گاز است.

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

۱- مقدمه

انواع مختلفی از سوخت‌ها تاکنون جهت تامین انرژی لازم برای وسائل نقلیه شناسایی و به کار برده شده‌اند (شکل ۱). 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 وسائل نقلیه در سرتاسر دنیا به کار 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 سیاست‌هایی کشورهای مختلف در جایگزینی دیگر انواع سوخت به وجود آید.

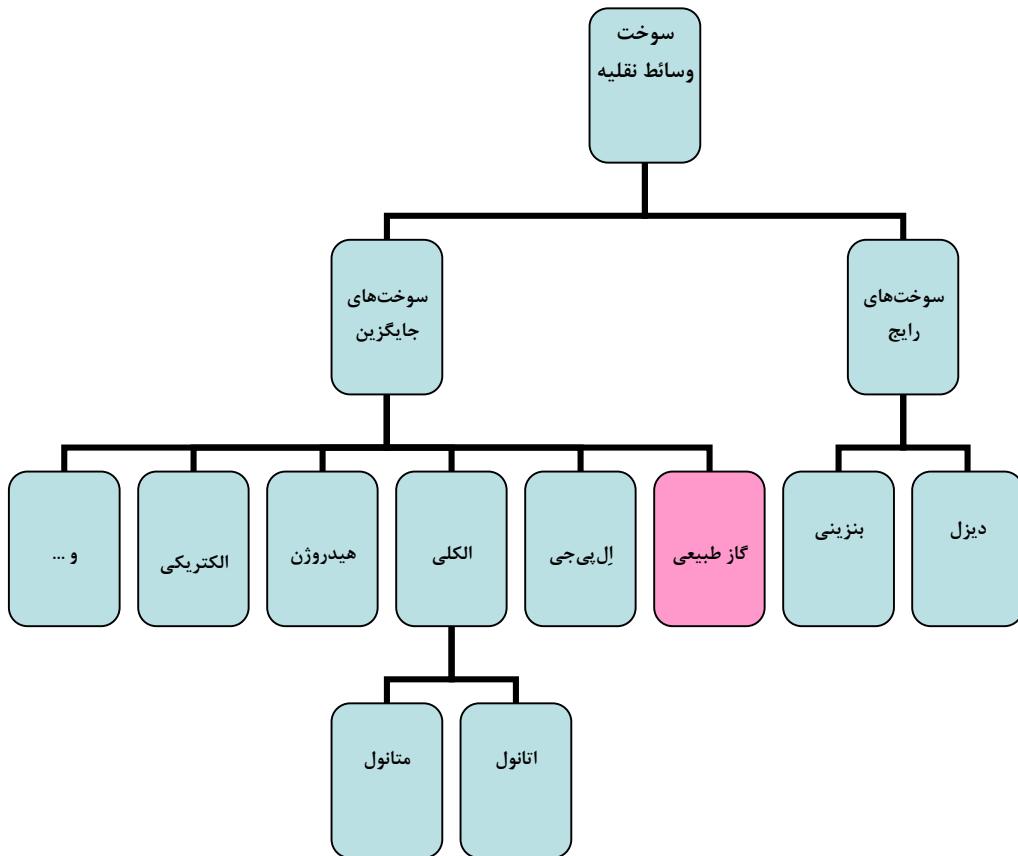
ب) سوخت‌های جایگزین: دو شوک ناگهانی قیمت نفت در جهان، در سال‌های ۱۹۷۴ و ۱۹۷۹ نگرانی زیادی را برای کشورهای مختلف به همراه داشت [۱]. عدم اتكای زیرساخت‌های اقتصادی دولتها به نفت و نیز امکان بهره‌مندی از منابع تجدیدپذیر سوختی، تنها راه برونو رفت از این مشکل تلقی می‌شد. از سوی دیگر، دغدغه کاهش مصرف سوخت و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از سوخت‌های رایج چون: بنزین و گازوئیل، سبب گردید تا دولتها به سمت استفاده از سوخت‌های جایگزینی دیگر جایگزین ترغیب شوند. در ذیل رایج‌ترین انواع سوخت‌های جایگزین ذکر شده‌است.

۱- دکترای فیزیک

۲- دکترای مکانیک

۳- کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

ال‌پی‌جی^۱: این سوخت، ترکیبی است که پروپان و بوتان بخش اصلی آن را تشکیل می‌دهند. ال‌پی‌جی را می‌توان در فرآیندهای تصفیه نفت و یا گاز طبیعی بدست آورد. آن را در مخازنی با فشار ۱۷ تا ۳۴ اتمسفر ذخیره می‌کنند. امروزه از آن



شکل ۱- انواع سوخت‌های وسائط نقلیه.

در دنیا به صورت محدود استفاده می‌گردد.

اتانول^۲: اولین بار در سال ۱۹۷۳ در برزیل به عنوان سوخت مورد استفاده قرار گرفت. در اوخر دهه ۱۹۸۰، ۸۰٪ خودروهای سبک و تازه‌تولید برزیل بر اساس سوخت اتانول طراحی و ساخته می‌شدند. اتانول برای اشتعال مناسب، می‌باشد با بنزین مخلوط گردد. چنانچه با ۱۵٪ حجمی بنزین مخلوط گردد محصول بوجود آمده را E-۸۵^۳ و با ۵٪ حجمی بنزین ای-۹۵^۴ می‌نامند [۱]. 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 ۶۴/۷ سلسیوس به جوش می‌آید. متانول را در شکل تجاری با فرآیند کاتالیزوری هیدروژن و مونواکسیدکربن می‌توان تهیه نمود. ترکیب آن با ۱۵٪ حجمی بنزین، E-۸۵^۶ نامیده می‌شود [۱].

¹ Liquified 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، ۳ برابر سوخت‌های مایع است. هر چند همین میزان جرم از نظر جرمی، یک‌چهارم حجم سوخت‌های مایع را دارد. در حال حاضر، هیدروژن در موتورهای احتراق داخلی نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد [1].

الکتریکی: ویژگی منحصر به‌فرد 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 وسائل 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 وسائل نقلیه‌ای هستند که از سوخت گازی تغذیه می‌شوند. بدین ترتیب که یا بوسیله تبدیل موتورهای بنزینی (و یا گازوویلی) 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 متنان (حدود ۹۰٪) تشکیل می‌دهد. با این وجود میزان بسیار کمی از دیگر هیدروکربن‌ها مانند اتان، پروپان، هیدروژن، هلیوم، دی‌اکسیدکربن، نیتروژن، سولفات هیدروژن و نیز بخارآب 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 مناکسیدکربن، اکسیدهای نیتروژن¹، هیدروکربن‌ها و گازهای گلخانه‌ایی بسیار کمتری تولید شوند. دمای اشتعال گاز طبیعی نسبت به بنزین بیشتر است². اینمی 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	گازوویل
محدودیت اشتعال پذیری (در صفحه در هوای)	5 - 15	1/4 - 7/6	0/6 - 5/5
دمای خوداشتعالی (سلسیوس)	450	300	230
کمترین انرژی حاصل از احتراق در هوای (بر حسب $^{10} \text{ بی.تی.بو}^3$)	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:

- به دلیل آنکه بیشترین حجم گاز طبیعی را متنان تشکیل می‌دهد، عملأً حین سوختن اکسیدهای نیتروژن و سایر ذرات انتشاری خطرناک در هوای 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.بو واحد گرمایی انگلیسی است. هر بی.تی.بو برابر 1/0551 کیلوژول است [2].

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

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

- کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای.
- قابلیت پُرشدن مجدد در هر محلی (حتی درب خانه).
- قیمت ارزان‌تر.
- قابلیت استفاده در انواع وسایل نقلیه.
- تجهیزات ساده برای تصفیه و استحصال.
- اینمی 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.
- 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.

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

¹ Biogas

² Spray

استهلاک موتور را به همراه خواهد داشت. حال آن که در استفاده از سی ان جی 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 - ۳/۵ برابر حجم مخازن سوخت‌های بنزینی یا گازوییلی 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 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 مجازی 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	محصول (کیلوژول بر لیتر)	لیتر معادل بنزین
بنزین	31850	1
گازوئیل سبک	33170	0/96
گازوئیل سنگین	35800	0/89
سی ان جی	8080	3/94
ال ان جی	20490	1/55
ال بی جی	23410	1/36

- 6- کاهش شتاب وسیله نقلیه، عدد اکтан بنزین از سی ان جی بالاتر بوده و در نتیجه بازده سی ان جی 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 می‌گردد. عدم توجه دقیق به این مقوله می‌تواند مسائل و تبعاتی را در آینده متوجه اقتصاد کشور نماید. یکی از راه‌کارهای موقتی برآورفت از این بحربان، استفاده از گاز طبیعی جهت مصارف خودرویی است.

در 5 سال اخیر (آمار سال 2006)، تعداد خودروهای گاز طبیعی سوز در جهان 2 برابر شده است [6]. در حال حاضر 5 میلیون خودروی گاز طبیعی سوز در جهان وجود دارد که طبق برنامه‌ریزی‌ها و طرح‌های مؤسسه بین‌المللی خودروهای گاز طبیعی سوز^۱ 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. به عنوان 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 تخم مرغ^۱ (!) 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 به واسطه نبود جایگاه سوخت‌رسان به تعداد کافی، تمایلی برای خرید خودروهای گازسوز ندارند. هم‌چنین از سوی دیگر، گاز طبیعی به مقدار کافی و بیویژه 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 حمل و نقل تلقی گردد و با وضعیت پیش‌رو، گازسوز کردن خودروهای نفت‌سوز صلاح نمی‌باشد. لیکن در صورت اعمال دید^۲ کلان در سیاست‌های بخش حمل و نقل و پیش‌بینی و مرتفع نمودن مشکلات فوق‌الذکر استفاده از گاز طبیعی در خودروهای بنزینی، قابل تأمل 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 مصارف 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 متراکم^۳،
- گاز طبیعی میعانی^۴،
- گاز طبیعی جذبی^۵،
- گاز مایع^۶.

شکل ۳ مخازن لازم جهت نگهداری هر یک از این سوخت‌ها را نمایش می‌دهد. در ذیل به تفکیک به بررسی هر یک از آن‌ها پرداخته می‌شود.

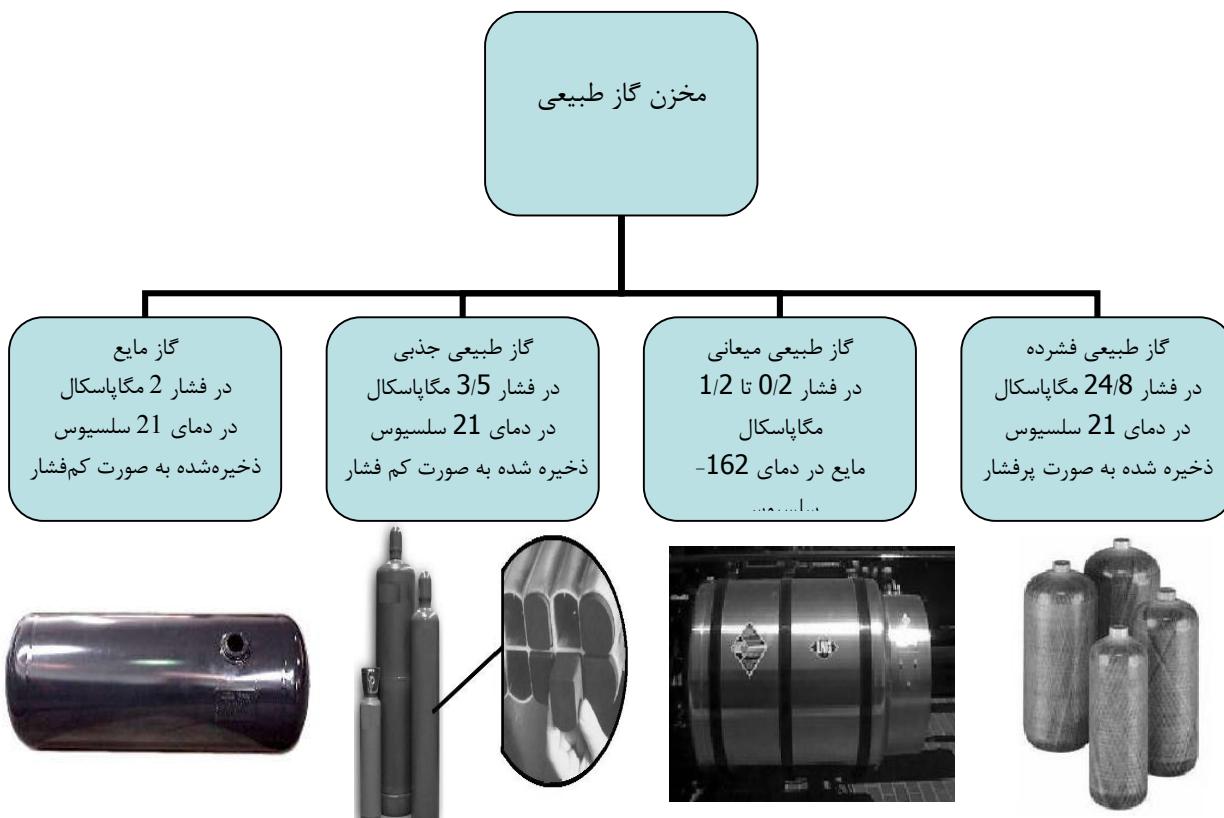
¹ Chicken-and-Egg

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 همان‌گونه که از عنوانش برمی‌آید گاز طبیعی‌ای است که در مخزن‌های پُر‌فشار - معمولاً تا فشار 24/8 مگاپاسکال - فشرده می‌شود. این سوت به طور گستردگی در خانه‌ها، صنایع و کارخانه‌ها کاربرد دارد. سی ان جی به عنوان جایگزینی برای بنزین و گازوئیل جهت وسائط نقلیه محسوب می‌شود. این سوت از فشرده‌سازی گاز طبیعی (که شامل ۹۸٪ متان می‌باشد) حاصل می‌گردد. مخازن سی ان جی از حیث مواد ساختاری، عمدتاً به چهار نوع تقسیم‌بندی می‌شوند:

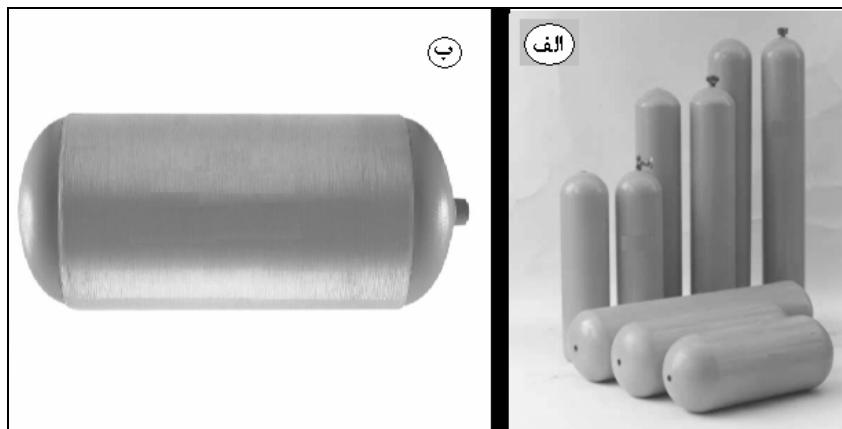
- مخازن نوع 1: این مخازن از جنس فولاد بوده و در آن جز رنگ بدنه از هیچ پوشش دیگری استفاده نمی‌شود. وزن این مخازن بسیار بالا ولی هزینه تولید آن پایین است. مخازن فولادی رایج‌ترین نوع مخازن در دنیا هستند (شکل 4-الف).
- مخازن نوع 2: این مخازن شامل سیلندری هستند که از فولاد یا آلومینیم ساخته شده‌اند و پوششی¹ جزیی از جنس تارهای شیشه، آرامید، بازالت، الیاف کربن محلول در پلی‌ایستر² 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 نمی‌شود، بلکه تنها بدنه استوانه‌ای شکل (سطح جانبی) آن را می‌پوشاند. (شکل 4-ب).

¹ Wrapping

² Polyester

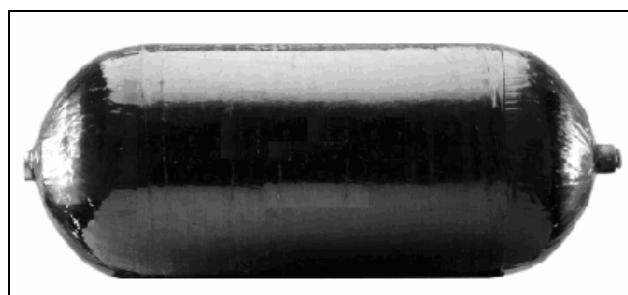
³ Epoxy

⁴ Hybrid



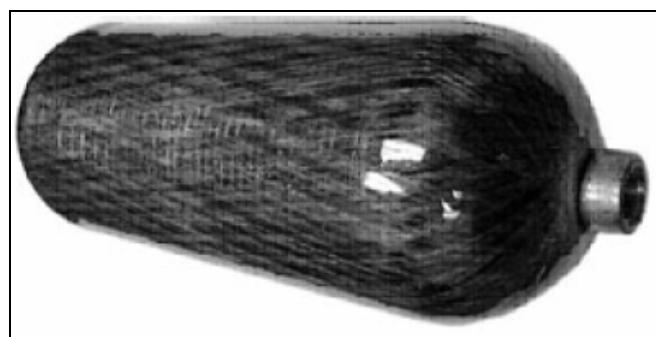
شکل 4 - نمونه‌ای از مخازن نوع ۱ و ۲ [9].

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 گرمانتر 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.

3-2- مخازن ذخیره إلإنجي

هنگامی که گاز تا دمای میان گاز طبیعی (160- سلسیوس) در فشار استاندارد سرد می‌شود، گاز به شکل مایع، تقطیر می‌گردد. فرآیند مایع شدن سبب می‌شود تا اکسیژن، دی‌اکسیدکربن، محتويات سولفور و آب موجود در گاز خارج گردد. گاز

پس از مایع شدن تمایل دارد به حالت قبلی خود (حالت گازی) بازگردد، بنابراین سیلندرهای LNG به منند یک محیط محصور حرارتی ساخته شده و سبب می‌گردد تا LNG جی برای دو هفته یا بیشتر مایع نگه داشته شود.

مخازن LNG جی مشکل از دو سیلندر می‌باشند، که یکی از آنها درون دیگری قرار گرفته است. درون سیلندر داخلی، LNG جی سرد به صورت مایع قرار گرفته است. جدار خارجی سیلندر داخلی توسط لایه‌ای غیرقابل احتراق و بازتابنده پوشیده شده است. سیلندر بیرونی، سیلندر داخلی را آببندی می‌نماید. فضای بین سیلندر بیرونی و داخلی کاملاً خلاء شده است. فشار مخازن LNG جی برابر 0.2 MPa تا 0.2 MPa است. شکل 7 نمونه‌ای از مخازن ذخیره LNG جی را ارائه می‌نماید.



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

3-3- مخازن ذخیره LNG 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 $2/7 \text{ MPa}$ نیازمند بهره‌گیری از کمپرسورهای چند مرحله‌ای 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 LNG جی، اولین بار در حدود 10 سال پیش در چین مورد بررسی قرار گرفتند. مخازن LNG 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. LNG جی فن‌آوری است که در آن گاز طبیعی به وسیله ماده جاذب متخلخل³، در فشار نسبتاً پایینی - $3/5$ تا 5 MPa - جذب می‌شود. جنس مخازن جذبی از آلومینیم اکسترود شده می‌باشد که توسط تک‌سنگ‌های⁴ کربنی پُر شده است. شکل 8 نمونه‌ای از مخازن LNG 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

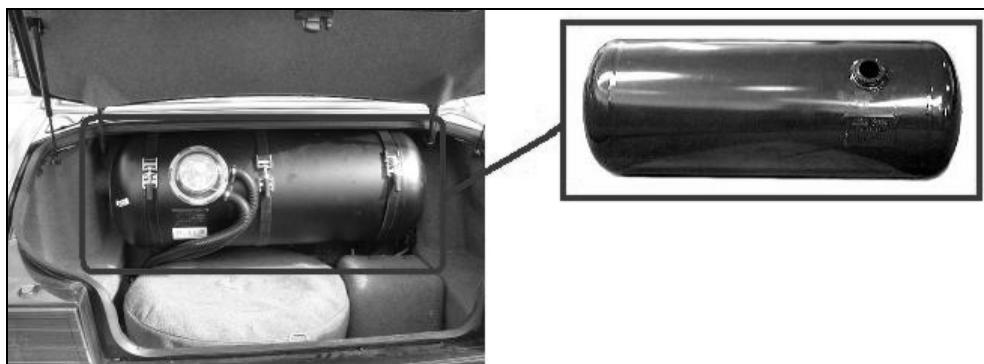


شکل 8- نمونه‌ای از مخازن إل‌بی‌جي [11].

3-4- مخازن إل‌بی‌جي

برخلاف تصور رایج، که إل‌بی‌جي را از مشتقات گاز طبیعی (همچون سی‌إن‌جي، إل‌إن‌جي و إی‌إن‌جي) به حساب نمی‌آورند، إل‌بی‌جي از مایعات گازی‌ای¹ که در استحصال گاز طبیعی بدست می‌آیند و یا از گازهای همراه با نفت خام، حاصل می‌گردد [12]. در نتیجه إل‌بی‌جي یکی از اقسام ذخیره گاز طبیعی است، هر چند إل‌بی‌جي را می‌توان از نفت خام نیز استحصال نمود. اولین بار إل‌بی‌جي در سال 1913 به عنوان سوخت وسائل نقلیه مورد استفاده قرار گرفت. به مرور زمان استفاده از إل‌بی‌جي جهت سوخت وسائل نقلیه در دنیا گسترش یافت. تطابق با محیط زیست، راحتی اشتعال و ذخیره‌سازی در فشار پائین از مهم‌ترین دلایل رشد گرایش به إل‌بی‌جي به عنوان سوخت وسائل نقلیه به شمار می‌روند. در برخی کشورها سیاست‌های حمایتی دولتی از جمله تخصیص یارانه به سوخت إل‌بی‌جي، معافیت‌های مالیاتی و عدم دریافت عوارض از خودروهای إل‌بی‌جي سوز موجب افزایش تمایل مصرف‌کنندگان به استفاده از این سوخت گردیده است.

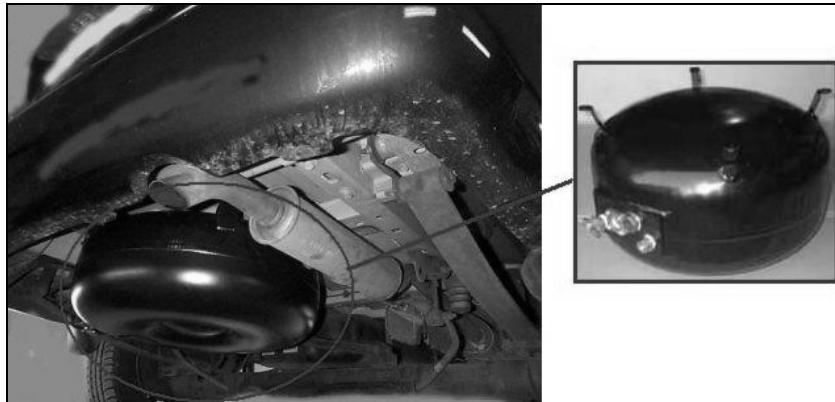
مخازن إل‌بی‌جي، مخازنی فولادی با درز جوش می‌باشند. فشار پائین درون مخازن إل‌بی‌جي (حدود 2 مگاپاسکال)، قیود هندسی کمتری را در شکل ظاهری مخازن در مقایسه با مخازن سی‌إن‌جي در حین فرآیند طراحی تحمل می‌نماید. دو شکل رایج مخازن إل‌بی‌جي به صورت استوانه‌ای و چنبه‌ای می‌باشند. لیکن، امکان ساخت مخازن إل‌بی‌جي از فولاد به اشکال مربع و بیضی گون وجود ندارد. مخازن استوانه‌ای (شکل) درون صندوق عقب خودرو و یا در قسمت تحتانی وسیله نقلیه تعییه می‌گردد.



شکل 9- مخازن استوانه‌ای إل‌بی‌جي [13].

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

¹ Natural Gas Liquids



شکل ۹- مخازن چنبره‌ای لپی جی [۱۴].

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

4- نتیجه‌گیری

ذخیره گاز طبیعی به عنوان سوخت وسائط نقلیه به سه صورت معمول می‌باشد. ذخیره‌سازی به صورت سی ان جی رایج‌ترین این اشکال است. لیکن، چگالی انرژی پایین سی ان جی و سنگینی مخازن ذخیره آن، فناوری‌های نو را به سوی توسعه دیگر روش‌های ذخیره‌سازی گاز طبیعی سوق داده است. امروزه، گرایش به استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت وسائط نقلیه فروندی یافته است. فارغ از هزینه‌های پایین تولید و استحصال، آلایندگی 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 حمل و نقل 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.