

## گاز طبیعی، فشرده‌سازی

### Natural Gas Compression

به معنی کاهش حجم گاز از طریق افزایش فشار برای سهولت در انتقال و ذخیره‌سازی گاز طبیعی است.

فشرده‌سازی یکی از مهم‌ترین روش‌های کاهش حجم و در نتیجه، صرفه‌جویی اقتصادی برای ذخیره‌سازی و انتقال گاز است. در این روش، گاز طبیعی که عمدتاً از متان تشکیل شده است، به اندازه‌ای فشرده می‌شود که حجمی معادل یک درصد حجم گاز در شرایط استاندارد را داشته باشد؛ سپس در مخازنی که عموماً به شکل استوانه هستند و در فشار ۲۹۰۰ تا ۳۶۰۰ پام (پوند بر اینچ مربع) ذخیره می‌شود. معمولاً این گاز فشرده که سی‌ان‌جی Compressed Natural Gas (CNG) نام دارد جانشینی برای بنزین به شمار می‌آید. در جدول ۱، خصوصیات آن با بنزین مقایسه می‌شود.

جدول ۱. مقایسه بنزین و سی‌ان‌جی [۱].

خواص	CNG	بنزین
عدد اکتان	۱۲۰-۱۳۰	۸۵-۹۵
جرم مولی (kg/mol)	۱۷/۳	۱۰۹
انرژی حرارتی (MJ/m <sup>۳</sup> )	۲۴/۶	۴۲/۷
حد احتراق در هوا (درصد حجم در هوا)	۴/۳ - ۱۵/۲	۱/۴ - ۷/۶
سرعت پیش‌روی شعله (m/s)	۰/۴۱	۰/۵

### مزایای فشرده‌سازی

فرایند تولید سی‌ان‌جی بسیار ساده است و ساخت بگشتی‌های مواد و انرژی مواد آلاینده ناچیزی دارد. حمل آن نیز از کشتی‌های حمل گاز مایع ساده‌تر است؛ علاوه بر این، تبدیل دوباره آن به گاز مشکلات گاز مایع شده را ندارد. با توجه به هزینه اندک آن می‌توان با استفاده از فشرده‌سازی منابع دورافتاده کوچک را اقتصادی کرد و برای بازارهای کوچک از آنها استفاده کرد. حدود ۹۰ درصد هزینه سی‌ان‌جی مربوط به هزینه حمل آن است. از این رو در مسافت‌های کوتاه استفاده از گاز فشرده نسبت به گاز مایع شده دارای جذابیت‌های بیشتری است [۱، ۲].

### مخازن ذخیره‌سازی سی‌ان‌جی

این مخازن به علت نیاز به تحمل فشار بالا، به صورتی ویژه ساخته می‌شوند. مخازن به صورت یکپارچه و بدون درز و جوش است و پس از ساخت، ۱۶ نوع آزمون مختلف را می‌گذرانند. وزن این مخازن زیاد و شکل هندسی خاصی دارند. در این مخازن از لایه آستری فولاد یا آلومینیوم استفاده می‌شود و با الیاف کامپوزیت تقویت می‌شود [۳].

### حمل سی‌ان‌جی در کشتی

برای انتقال سی‌ان‌جی از کشتی و از طریق نگهداری آن در لوله‌های فولادی با تحمل فشار ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ پام و قطر ۱۸ تا ۴۲ اینچ استفاده می‌شود. به علت فشار زیاد و خطر انفجار دمای این لوله‌های در ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری می‌شود. در روش جدیدتر، از لوله‌هایی به شکل قرقره بزرگ استفاده می‌شود تا توانایی ذخیره‌سازی گاز بیشتری داشته باشند [۴].

### استفاده از گاز فشرده در سوخت خودروها

امروزه از گاز فشرده برای سوخت خودروها استفاده می‌شود که مزایایی به شرح زیر دارد [۵]:

- سوخت ارزان است و ذخایر کشف شده آن برای سال‌ها جوابگوی تقاضای سوخت است؛
- عدد اکتان بالایی دارد؛
- از خاصیت ضد ضربه بالایی برخوردار است و نیاز به اضافه کردن سرب به عنوان ضد ضربه ندارد؛
- احتراق کامل‌تری دارد و رسوبات ناچیزی در موتور برجای می‌گذارد؛

فرایند تولید سی‌ان‌جی بسیار ساده است و ساخت بگشتی‌های مواد و انرژی مواد آلاینده ناچیزی دارد.

باین حال استفاده از سی‌ان‌جی معایبی نیز دارد:

- از آنجا که ارزش حرارتی آن، نسبت به بنزین کمتر است، مسافتی که اتومبیل طی می‌کند، کمتر است؛
- در بالا رفتن در شیب جاده و شروع به کار نیز موتور دچار اشکالاتی می‌شود؛
- به علت مشکلات فوق، عموماً خودروهایی که سی‌ان‌جی مصرف می‌کنند، باید قابلیت استفاده از بنزین را نیز داشته باشند.

### ایستگاه‌های فشرده‌سازی گاز و روش فشرده‌سازی

در ایستگاه‌های سوخت‌گیری، گاز شهری، منبع گاز برای خودروها است. برای این کار، ابتدا در یک برج، رطوبت گاز گرفته می‌شود. در این مرحله، از یک نم‌گیر برای حذف آب استفاده می‌شود. این نم‌گیر می‌تواند سلیکا ژل، مولکولارسیو (آلومینا سلیکات سدیم) یا اکتیوآلومینا باشد؛ سپس در برج بعدی فشار آن در حدود ۳۶۰۰ psi افزایش می‌یابد. در هر مرحله افزایش فشار، گاز به کمک آب یا هوا خنک می‌شود؛ سپس گاز فشرده‌شده در مخزنی ذخیره و از طریق نازل‌هایی به مخازن خودروها با فشار ۳۰۰۰ psi منتقل می‌شود [۶].

### گاز فشرده و مسائل ایمنی

استفاده از گاز فشرده از ایمنی بیشتری نسبت به استفاده از بنزین برخوردار است. در صورت نشت منبع گاز طبیعی، گاز به سرعت در هوا منتشر می‌شود و به سمت بالا حرکت می‌کند، اما بنزین روی زمین حوضچه تشکیل می‌دهد. مخزن‌های حمل گاز سی‌ان‌جی بسیار محکم‌تر از مخازن حمل بنزین است و در ساخت آنها آزمون‌های مختلفی برای ایمنی گرفته می‌شود. نقطه اشتعال سی‌ان‌جی نیز بسیار بالاتر از بنزین است؛ این نقطه برای سی‌ان‌جی ۶۸۰ درجه سلسیوس برآورده شده، در صورتی که برای بنزین ۳۷۰ درجه سلسیوس است [۷].

### مزایای زیست‌محیطی استفاده از سی‌ان‌جی

سی‌ان‌جی به‌مثابه «سوخت پاک» یا «سوخت سبز» شناخته می‌شود؛ در این سوخت سرب، اکسیدهای گوگرد و ذرات معلق وجود ندارد. به‌ازای هر واحد انرژی سی‌ان‌جی مقدار **بزرگ‌تر** مواد و انرژی کمتری در مقایسه با سایر سوخت‌ها دارد؛ بنابراین میزان آلاینده‌های کمتری تولید می‌کند و در نتیجه، تأثیر کمتری بر افزایش گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن زمین دارد. این سوخت قابلیت حل شدن در آب را ندارد و موتور آن، در هوای سرد، راحت‌تر از موتور بنزینی روشن می‌شود [۸].

### مداخل مرتبط

متان؛ گاز طبیعی و فرآورده‌ها؛ گاز طبیعی، ذخیره‌سازی؛ گاز طبیعی، مصرف؛ گاز طبیعی، مایع‌سازی؛ گاز، ایمنی و حوادث.

### کتاب‌شناسی

- [1] Quinn, D.F.; MacDonald, J.A. "Natural gas storage". *Carbon N. Y.*, 30, 1992.
- [۲] مسیبه بهبهانی، رضا؛ آتش‌فروز، احسان. *مبانی فرآوری و انتقال گاز طبیعی*. تهران: آبیژ، ۱۳۹۰.
- [3] Khan, M.I.; Yasmin, T.; Shakoor, A. "Technical overview of compressed natural gas (CNG) as a transportation fuel". *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 51, 2015 b.
- [4] Stewart, I.; Olson, L.; Cook, D. "Development of a crashworthy high capacity under frame CNG storage solution for locomotives". In: 2015 Joint Rail Conference. ASME, p. V001T02A010, 2015.
- [۵] رحیمی، غلامعلی. *نگاهی به صنعت LNG در جهان*. تهران: مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ۱۳۸۶.
- [6] Hesterberg, T.W.; Lapin, C.A.; Bunn, W.B. "A comparison of emissions from vehicles fueled with diesel or compressed natural gas". *Environ. Sci. Technol.*, 42, 2008.
- [7] Hazrati, S.; et al. "Benzene, toluene, ethylbenzene and xylene concentrations in atmospheric ambient air of gasoline and CNG refueling stations". *Air Quality, Atmosphere and Heal*, 2015
- [8] Khan, M.I.; Yasmin, T.; Khan, N.B. "Safety issues associated with the use and operation of natural gas vehicles: learning from accidents in Pakistan". *J. Brazilian Soc. Mech. Sci. Eng.*, 2015a.
- [9] Jawed, S. "Implementation of CNG judgement and its impact on environment". Aligarh Muslim University, 2015.

احسان خامه‌چی