



## CNG یک فرصت جدید

### برای تجارت انرژی در جهان

از ۲۵۰۰ مایل انتقال گاز فراساحلی از طریق CNG اقتصادی تر از روش های دیگر است در حالی که در فواصل طولانی تر هزینه تحویل گاز به روش CNG از سایر روش ها بیشتر می شود که این امر به خاطر عدم شباهت حجم گازهای منتقل شده از طریق تکنولوژی های مختلف می باشد.

نویسنده این مقاله در نظر دارد ضمن معرفی CNG به عنوان یک فرصت جدید برای تجارت انرژی در جهان با ارائه خلاصه ای از نتایج بدست آمده از مطالعات مقایسه ای در بازار گاز زمینه ای برای کشف بازارهای مصرف جدید و یا حتی منابع گازی با صرفه فراهم آورد.

دکتر مجید عمید پور، امیرعلی دولشاهی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، دانشکده مکانیک، گروه سیستمهای انرژی

**چکیده:** تکنولوژی فشرده سازی گاز طبیعی (CNG) یک راه حل مناسب برای فواصل کوتاه تر و یا منابع گازی کوچک تر که به خاطر عدم امکان لوله گذاری و یا گران بودن هزینه LNG دست نخورده باقی مانده اند به حساب می آید.

مطالعات تکنولوژیکی و اقتصادی زیادی روی CNG و LNG و حتی خط لوله انجام شده است که به صورت مقایسه ای وجود دارد نتایج نشان می دهد در فواصل کم تر

**مقدمه:**

گران قیمت ترین قسمت تولید LNG د به حساب می آید حدود و ۵۰٪ کل سرمایه گذاری به حساب می آید تخلیه LNG و ترمینال های تبدیل مجدد به حالت گاز نیز نیاز به تجهیزات ویژه ای دارند که بستگی به گنجایش ترمینال دارد. حمل LNG از طریق دریا مستلزم داشتن مخازنی با بردت منهای ۱۶۳ درجه سانتیگراد و مجهز به پیشرفته ترین تکنولوژیهای امروزی می باشد. هزینه مایع سازی و تبدیل مجدد به حالت گاز به ترتیب ۱\$ و ۰/۴\$ به ازای هر MMBTU برای فواصل بین ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ مایل متغیر می باشد.

**گاز طبیعی فشرده CNG**

عقیده کلی در این روش بر پایه فشرده سازی گاز طبیعی از دما و فشار استاندارد خود به فشار بالاتر (و در یکی از متدها خنک کردن و رساندن به دمای پایین تر) می باشد این تکنولوژی می تواند به ۳ بخش تقسیم شود.

۱. فشرده سازی

۲. خنک سازی

۳. حمل و نقل

منظور از حمل و نقل و بارگیری، حمل در دریا به وسیله گاز برای CNG و تخلیه در مقصد می باشد قسمت حمل و نقل در پروژه CNG بیشترین هزینه را دارد که در حدود ۸۵ تا ۹۰٪ کل سرمایه گذاری را شامل می شود. تجهیزات ساحلی برای بارگیری و فشرده سازی و انتقال گاز به کشتی تنها شامل یک کمپرسور می باشد و خنک کننده ها معمولاً بر روی کشتی نصب می شود، اندازه کشتی با توجه به حجم گازی که حمل می شود تعیین می شود. حمل و نقل گاز طبیعی به این روش احتیاج به هزینه اولیه کمتری نسبت به LNG دارد و نکته مهمتر

امروزه گاز طبیعی به یکی از مهمترین منابع انرژی در جهان تبدیل شده است. یک مسئله مهم در استفاده از گاز طبیعی به عنوان منبع انرژی نحوه انتقال آن از منبع طبیعی گاز به مصرف کننده می باشد. در حال حاضر گاز طبیعی از طریق خط لوله و یا از طریق مایع سازی (LNG) به بازار مصرف انتقال می یابد LNG راه حل مؤثر برای انتقال گاز برای فواصل طولانی از طریق دریا می باشد ولیکن LNG به سرمایه گذاری زیادی نیاز دارد و برای منابع گازی بزرگ با صرفه می باشد.

تکنولوژی حمل گاز از طریق CNG یک راه حل جدید برای انتقال گاز به بازار مصرف محسوب می گردد و از طریق این روش گاز می تواند فشرده و به بازار مصرف انتقال یابد. با کنترل سرعت و تعداد کشتیها می توان نرخ انتقال گاز را از مبدأ به مقصد به صورت ثابت در آورد و در واقع یک خط لوله شناور ایجاد نمود.

با این وجود توجه استفاده این روش به صورت تجاری به مطالعه و آنالیز اطلاعات در دسترس در مورد هزینه اولیه و عملیاتی و هزینه مربوطه به کشتی برای طراحی منحنی انتقال گاز نیاز دارد. ارائه اطلاعات دقیق بر پایه هزینه جهت مقایسه انتقال گاز به دو روش CNG، LNG از اهداف اصلی این مقاله به حساب می آید.

**گاز طبیعی مایع LNG**

در تبدیل گاز طبیعی به LNG حجم آن را ۶۰۰ برابر مقدار طبیعی آن کاهش می دهند تا بتوانند آن را در تانکرهای ویژه حمل LNG برای انتقال در فواصل طولانی ذخیره کنند. تولید و ذخیره سازی LNG معمولاً در تجهیزات ساحلی انجام می گردد. مراحل اصلی کار به شرح زیر است:

۱. اکتشاف گاز طبیعی

۲. فرآیند مایع سازی

۳. حمل و نقل

۴. تبدیل مجدد به حالت گاز

۵. پخش

تجهیزاتی که در فرآیند تولید و انتقال LNG مورد استفاده قرار می گیرد بسیار گران قیمت می باشند. مرحله مایع سازی

**جدول (۱): تعرفه گاز تحویلی بر حسب مسافت**

مسافت (miles)	CNG	LNG
۵۰۰	۱/۶۴۵	۲/۵۵
۱۰۰۰	۱/۸۷۵	۲/۶۵
۱۵۰۰	۲/۱۶۵	۲/۷۵
۲۰۰۰	۲/۴۲	۲/۸۵
۲۵۰۰	۲/۸۵	۲/۹۵
۳۵۰۰	۳/۳۳۳	۲/۲۵
۵۰۰۰	۲/۲۴۵	۲/۶۵



آنکه با توجه به تجهیزات بسیار ساده در ترمینال تخلیه محدود به بازار مصرف و یا میدان گازی خاص نمی شود.

یک طرح کامل CNG و تجهیزات بارگیری شامل کمپرسور، خطوط لوله و تجهیزات شناور هزینه ای حدود ۳۰ تا ۴۰ میلیون دلار نیاز دارد.

تجهیزات تخلیه گاز شامل

جداسازها و هیترها هزینه ای حدود ۱۶ تا ۲۰ میلیون دلار دارد. به طور کلی برای یک طرح کامل CNG سرمایه گذاری کلی بسته به تعداد کشتی های مورد استفاده تعیین می شود.

## مقایسه LNG و CNG

در مقایسه LNG با CNG برای یک مسافت مشابه با گنجایش کشتی های یکسان LNG قابلیت انتقال ۲/۱ میلیارد فوت مکعب از گاز طبیعی را دارد که مقایسه با آن CNG قابلیت جابجایی حداکثر ۱/۲ میلیارد فوت مکعب از گاز طبیعی را دارد.

با کنار گذاشتن تفاوتها در حجم استاندارد یک مقایسه خوب تکنولوژی نیاز به مطالعه در مورد ملزومات و هزینه تمام شده هر یک دارد. برای مقایسه CNG و LNG مطالعات اقتصادی نشان می دهد که این بررسی شامل هزینه تولید، حمل و نقل کشتی و دیگر تجهیزات مورد نیاز برای تخلیه و بارگیری می باشد برای طرح CNG قیمت کشتی حدود ۲۳۰ میلیون دلار می باشد حال آن که یک کشتی LNG حدود ۱۶۰ میلیون دلار ارزش دارد از نظر سادگی کشتی CNG دارای مزایای بیشتری می باشد چرا که تجهیزات آن بسیار ساده و قابل دسترسی است. در طول سفر LNG نیاز به تجهیزات تمیر و نگهداری گاز در شرایط مایع را دارد در مقابل CNG تنها نیاز به تجهیزات نگهداری گاز در شرایط مایع را دارد و در مقابل CNG تنها نیاز به تجهیزات نگهداری گاز در دما و فشار مشخص بدون تغییر فاز را دارد.

لازم به ذکر است که در روش CNG قسمت اعظم سرمایه گذاری که بر روی کشتی می باشد (۸۹ درصد کل

سرمایه) و لذا سرمایه گذاری محدود به یک بازار هدف و یا میدان گازی خاص نمی شود و به راحتی قابل تغییر است در مقابل در روش های دیگر مثل LNG و به خصوص خط لوله سرمایه گذاری معمولاً بین دو کشور خاص بوده و فروشنده را تنها به یک بازار مصرف مشخص محدود می سازد حال آنکه در روش CNG با توجه به حل این مشکل قرار داده به صورت کوتاه مدت و با قیمت واقعی تر منعقد می گردد.

نکته دیگر در مقایسه CNG با LNG این که زمان لازم برای ساخت و نصب تجهیزات از زمان شروع تا بارگیری از اولین محموله LNG حدود ۴ تا ۵ سال طول می کشد در مقابل این زمان برای یک طرح CNG بین ۳۰ تا ۳۶ ماه است.

با در نظر گرفتن قیمت گاز \$۰/۷۵ به ازای هر MMBTU به عنوان خوراک برای هر روش CNG و LNG و هزینه تولید ذکر شده در بالا، قیمت گاز تحویلی در جدول شماره (۱) آورده شده است. با توجه به شکل به وضوح مشخص است که هزینه انتقال گاز از طریق CNG در فواصل کمتر از ۲۵۰۰ مایل به مراتب کمتر از LNG بوده و اقتصادی تر است حال آنکه این هزینه در مسافتهای بالای ۲۵۰۰ مایل رفته رفته افزایش یافته و دیگر توجه اقتصادی ندارد.

در خاتمه نتایج حاصل از این مقایسه ها و مطالعات این طور نشان می دهد که CNG برای پروژه های کوچکتر و بازارهای کوچک و دوره ای و منابع گازی نسبتاً محدود مناسب تر است و LNG برای پروژه های بزرگتر و فواصل دورتر و طولانی مدت از نظر اقتصادی با صرفه تر می باشد.