

تکنولوژی تبدیل گاز به فرآورده های نفتی

GTL

راهکارها

و محدودیتها

مصطفی شریف النبی

کارشناس موسسه مطالعات بین المللی انرژی

خلاصه

تکنولوژی تبدیل گاز به فرآورده های نفتی (GTL)^۱ بی اغراق می تواند در آینده انقلابی در صنایع نفت و گاز جهان بوجود آورد و این تکنولوژی تأثیرات شگرفی بر صنایع بالادستی و پایین دستی نفت بر جای خواهد گذاشت. در صنایع بالا دستی، این تکنولوژی مستقیماً بر صنعت گاز تأثیر خواهد گذاشت و در صنایع پایین دستی عمدتاً عامل تحول خواهد بود.

از سوی دیگر، تکنولوژی GTL با افزایشی که در میزان تولید و عرضه سوختهای مایع ایجاد می کند، کل صنعت نفت و گاز را تحت تأثیر قرار خواهد داد. در پی این تحول اتمام دوره کاربرد سوختهای مایع به آینده های دورتر منتقل خواهد شد. موعدهای که تحلیلگران قبلاً آنرا بسیار نزدیک پیش بینی می کردند.

در صنایع بالادستی هر چند که شرکتهای نفتی همچنان توسعه میادین نفت و اکتشاف نفت را بر هر طرح دیگری ترجیح می دهند، اما با استفاده از تکنولوژی GTL از این پس گاز به عنوان یک سوخت کم ارزش با هزینه انتقال نسبتاً بالا به بازار مصرف تلقی نخواهد شد، زیرا می توان آن را در محل تولید به فرآورده های مایع با ارزشی بالا تبدیل کرد. بدین ترتیب فرآورده های حاصل از گاز را هم

مانند فرآورده های نفتی می توان در تانکرها به سوی بازار مصرف حمل نمود و این خود نمونه ای از یکپارچگی GTL با صنایع نفت موجود است که بر خلاف LNG که دارای تأسیسات ویژه بوده و اصولاً ربطی به تأسیسات نفتی ندارد، می تواند به خوبی در صنعت نفت ادغام شود.

در صنایع پایین دستی مهمترین تأثیر کاربرد GTL، تولید مقرون به صرفه گازوئیل مرغوب با ستان بالا است که آلودگی کمتری نیز ایجاد می کند. این امر می تواند تحولی شگرف در زمینه سوختهای مایع با آلودگی کم برای حمل و نقل جاده ای ایجاد کند. چنین سوختهایی در حال حاضر در کشورهای پیشرفته نظیر ایالات متحده و اروپای غربی شدیداً مورد نیاز هستند. در سایر نقاط جهان نیز همگام با رشد جمعیت شهرنشین و افزایش شمار خودروهای سواری و حمل و نقل شهری، تقاضا برای اینگونه سوختها به سرعت رو به افزایش است. کشورمان با دارا بودن دومین ذخیره گاز جهان و تولید گاز همراه بدلیل تولید نفت می تواند از پیشتانزان کسب تکنولوژی GTL و کاربری آن باشد. بویژه که حجم عظیمی از گازهای همراه بدلیل نبود یا مقرون به صرفه نبودن سیستم های جمع آوری در حال سوختن است که علاوه بر آلوده سازی محیط، زیان اقتصادی نیز در پی دارد.

آیا GTL مقرون به صرفه است؟

تکنولوژی GTL از سوی بسیاری از کارشناسان و تحلیلگران هنوز هم به عنوان روشی پر هزینه در تبدیل گاز طبیعی به سوخت مایع تلقی می شود، لیکن برخی از این تکنولوژیها در حال حاضر به حد بهره برداری تجاری رسیده و استفاده از آنها کاملاً مقرون به صرفه اعلام شده است. امروزه شرکتهای معظم نفتی اذعان می کنند که تکنولوژیهای مایع سازی گاز حتی در صورت تداوم قیمت های پایین نفت (۱۴ الی ۱۵ دلار در هر بشکه) نیز مقرون به صرفه هستند و در حال حاضر هزینه سرمایه گذاری در ایجاد ظرفیت تولیدی گاز مایع با استفاده از تکنولوژی های GTL برابر با ۲۷۰۰۰ تا ۳۲۵۰۰ دلار به ازای هر «بشکه در روز» ظرفیت است. این هزینه تا حدود زیادی به در دسترس بودن تأسیسات نقل و انتقال گاز و امکان مجاروت با یک کارخانه LNG، یا پالایشگاه نفت و گاز و واحدهای پتروشیمی بستگی دارد.

مقامات شرکت نفتی شل اعلام کرده اند که یک پروژه متوسط که هر «بشکه در روز» ظرفیت سازی آن ۲۵۰۰۰ دلار هزینه در بر داشته باشد، تا زمانی که قیمت های نفت از ۱۵ دلار در هر بشکه بالاتر باشد، مقرون به صرفه خواهد بود (همه قیمت ها و ارقام به قیمت های سال ۱۹۹۸ است).

سوخت مایع بدل می‌شوند. در راکتور FT یک کاتالیست به مصرف می‌رسد که ترکیبی از کبالت، آلومینیوم، سیلیس، منیزیم، زیرکونیوم یا تیتانیوم و اندکی نیکل است. ترکیب دقیق این عناصر در کاتالیست مزبور در همه فرآیندها یکسان نبوده و هر شرکتی از ترکیب خاص خود استفاده می‌کند که فرمول دقیق آن جزو اسرار محرمانه آنهاست.

هزینه سرمایه‌گذاری لازم برای یک کارخانه GTL شامل ۶۰٪ در فرآیند تبدیل گاز طبیعی به گاز سنتز در مرحله اول، ۳۰٪ در فرآیند تبدیل گاز سنتز به هیدروکربنهای مایع در راکتور FT و ۱۰٪ در هیدروکراکینگ و تبدیل هیدروکربنهای مایع به سوخت مایع است. در کارخانه SMDS شرکت شل در کشور مالزی یک مرحله دیگر نیز به این مراحل اضافه شده است که به ادعای شرکت شل با احتساب هزینه آن، هزینه کل سرمایه‌گذاری لازم برای ایجاد ظرفیت معادل هر بشکه در روز را تا ۲۵ الی ۳۰ هزار دلار افزایش می‌دهد. این مرحله شامل تولید برخی محصولات ویژه نظیر پارافین با غلظت بالاست که به قیمتی بالا در بازارهای محدود به فروش می‌رسد. سابقاً میزان تولید اینگونه محصولات ویژه در کارخانه‌های SMDS تنها شرط سودآوری این کارخانه‌ها بوده است.

در هر کارخانه GTL ۸۰٪ محصول را انواع سوختهای مایع نظیر گازوئیل و نفت سفید و مابقی را نفتا تشکیل می‌دهد که ماده ارزشمندی برای صنایع پتروشیمی است.

عوامل مؤثر بر سودآوری پروژه‌های GTL

علاوه بر هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه، عوامل دیگری نیز هستند که مقرون به صرفه بودن و سودآوری پروژه‌های GTL را تعیین می‌کنند. مدیر کارخانه SMDS شرکت شل مهمترین این عوامل را قیمت گاز طبیعی در بازار، وضعیت بودجه دولتی در مکان فعالیت کارخانه GTL، هزینه‌های عملیاتی جاری و قیمت سوختهای سنتزی و گازوئیل و نفت مرغوب تولید شده در این کارخانجات می‌داند. کیفیت گاز مصرفی و مدت زمان کارکرد کارخانه نیز بر سودآوری پروژه تأثیر می‌گذارد. در ذیل به شرح بیشتری پیرامون هر یک از این عوامل می‌پردازیم.

قیمت گاز

چنانچه قیمت گاز مصرفی برای سوخت مایع، معادل ۵۰ سنت در هر mmbtu باشد، سهم آن در هزینه تمام شده هر بشکه سوخت مایع به ۵ دلار می‌رسد. این یک حساب تقریبی برای پروژه‌های



سرمایه‌گذاری ۵۰ هزار دلار برای هر بشکه در روز ظرفیت یک کارخانه تبدیل گاز به مایع می‌تواند در صورت مساعد بودن سایر شرایط به سودآوری برسد.

آشنایی با فرآیند GTL

تبدیل گاز به سوخت مایع در واقع یک فرآیند سه مرحله‌ای است. مرحله نخست شامل تبدیل گاز طبیعی متان به گاز سنتز با افزودن مقادیر متناهی اکسیژن به آن است. در مرحله دوم این گاز به درون یک راکتور Fischer - Tropsch تزریق می‌شود که آن را به هیدروکربنهای مایع تبدیل می‌کند. در مرحله سوم هیدروکربنهای حاصله از طریق هیدروکراکینگ و هیدروایزومرینگ به



تکنولوژی GTL را هنوز نمی‌توان صد درصد اثبات شده دانست



شرکت نفتی SASOL اعلام کرده است که پروژه GTL این شرکت در قطر با سرمایه‌گذاری معادل ۲۰۰۰۰ دلار برای هر بشکه در روز ظرفیت، مادامیکه قیمت‌های نفت در حد ۱۶ دلار برای هر بشکه یا بالاتر از آن باشد به راحتی قادر به پرداخت اقساط وام‌ها و تامین سودی معقول خواهد بود و چنانچه قیمت نفت از بشکه‌ای ۱۲ دلار پایین‌تر باشد، پروژه قادر به ادامه کار نخواهد بود.

در گزارشی که اخیراً برای چند شرکت نفتی تهیه شده آمده است که در یک پروژه تبدیل گاز به مایع با تکنولوژی GTL نظیر آنچه شرکت‌های شل، SASOL و اکسون در پی اجرای آنها هستند، فرآیندهای پیچیده‌ای دخیل است.

البته اهمیت مقیاس در این تکنولوژی را نباید نادیده گرفت. در این گزارش هزینه لازم برای ایجاد «هر بشکه در روز» ظرفیت در زمینه مایع‌سازی گاز برای ظرفیتهای مختلف به شرح ذیل محاسبه شده است:

- هزینه ظرفیت‌سازی هر بشکه در روز در کارخانه‌ای با ظرفیت ۱۰ تا ۲۰ هزار بشکه در روز، معادل ۲۵ تا ۳۰ هزار دلار.

- هزینه ظرفیت‌سازی هر بشکه در روز در کارخانه‌ای با ظرفیت ۲ هزار بشکه در روز، معادل ۴۰ هزار دلار.

ولی در ادامه گزارشی ادعا شده که حتی با هزینه

شیمیایی منطقه خاورمیانه است. البته به نظر می‌رسد که بیشتر پروژه‌هایی که در آینده احداث شوند، در مکان‌هایی قرار خواهند داشت که به گاز طبیعی با قیمت کمتر دسترسی داشته باشند. یکی از اینگونه مکانها، حوزه گاز شمالی قطر است. در هر



گاز طبیعی ایده‌آل برای مصرف در یک کارخانه GTL باید شیرین و عاری از مواد اضافی باشد



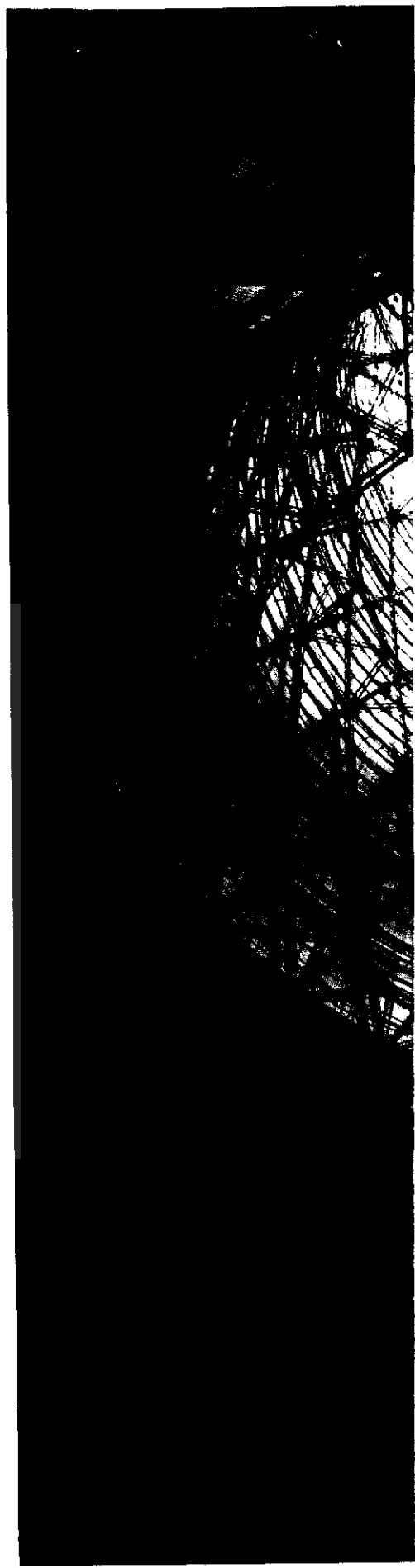
صورت اگر بتوان محصول تولید شده را با قیمت خوبی در بازار به فروش رساند، صنعت تبدیل گاز به مایع برای سرمایه‌گذاران در صنایع نفت و گاز جذابیت بیشتری خواهد داشت. البته در اغلب موارد، گاز همراه معمولاً ماده اولیه ارزانتری برای صنایع GTL است، زیرا تولید آن اجتناب‌ناپذیر بوده و در صورتی که فروخته نشود، تولیدکننده برای پرهیز از پرداخت جریمه (زیست محیطی) سوزاندن آن باید هزینه‌ای حدود ۳۰ سنت در هر mmbtu را صرف تزریق دوباره آن به چاه نفت کند.

بودجه و رژیم مالی دولتهای مالک گاز

قوانین مالیاتی در محل استقرار یک پروژه GTL می‌تواند نقش تعیین‌کننده در سودآوری آن داشته باشد. در قراردادهای اعطای امتیاز اکتشاف و تولید یا قراردادهای مشارکت تولید که در گذشته منعقد می‌گردیده، اغلب پیش‌بینی خاصی در خصوص امکان بهره‌برداری تجاری از گازهای همراه یا منابع مستقل گاز در حوزه‌های نفتی - گازی نمی‌شد. ضمناً مقرر می‌گردد که شرکت نفتی طرف قرارداد هیچگونه حقی در زمینه اکتشاف گاز در کشورهای میزبان نداشته و این حق منحصرأ از آن دولت محلی یا شرکت نفت مربوطه می‌باشد. بنابراین ارزش تجاری یک پروژه GTL به این امر بستگی دارد که امکان بهره‌برداری تجاری از گاز در قراردادهای نفتی یا گازی بین شرکت نفتی خارجی و دولت میزبان پیش‌بینی شده باشد.

هزینه‌های عملیات جاری

شرکت Statoil و شرکت SASOL هزینه عملیات جاری در یک مجتمع GTL را ارائه داده‌اند



که در جدول مربوطه ارائه گردیده است. چنانکه قبلاً اشاره گردید، گازوییل حاصله از فرآیندهای **GTL** از کیفیت نسبتاً بالایی برخوردار است. لیکن برای استفاده از آن در خودروهای دیزلی باید تغییراتی در موتور خودرو داده شود. بنابراین برای اینکه بتوان این گازوییل را در بازار به فروش رساند، بهترین روش در کوتاه مدت این است که آن را با گازوییل حاصله از نفت خام مخلوط کرد. از این طریق با بهبودی که در نوع سوخت حاصل می‌شود، می‌توان سوخت مزبور را به قیمتی بالاتر (تا ۲۰٪ گرانتر در ایالات متحده آمریکا) به فروش رساند.

مدیر بازاریابی سوختهای سنتزی شرکت **SASOL** در این باره معتقد است که می‌توان گازوییل ترکیبی فوق‌الذکر را چند دلار در هر بشکه گرانتر به فروش رساند (این چند دلار در شرایط مناسب می‌تواند به ۵ دلار هم برسد).

کیفیت گاز

گاز طبیعی ایده‌آل برای مصرف در یک کارخانه **GTL** ترجیحاً باید شیرین و عاری از مواد اضافی باشد. در صورتیکه گاز حاوی گوگرد باشد، باید تمام گوگرد آن را قبل از استفاده، جداساخت ولی می‌توان وجود کربن در گاز را تا حدودی تحمل کرد. کارشناسان شرکت شل معتقدند که میزان **CO2** موجود در گاز نباید از ۵٪ بیشتر باشد. همچنین نیتروژن نیز باید در صورت لزوم از گاز جدا شود. این امر بستگی به تکنولوژی بکار رفته در فرآیند تولید گاز سنتز دارد. در اغلب فرآیندها نیتروژن نقش چندانی ندارد. اما در برخی فرآیندها مانند فرآیندی که شرکت «سینترولیوم» به کار می‌برد، بجای بخار آب و اکسیژن از هوا (مخلوط اکسیژن و نیتروژن) استفاده می‌شود. ظاهراً روش سینترولیوم می‌تواند مقرون به صرفه‌تر باشد لیکن این امر نیز به کیفیت گاز مصرفی بستگی دارد.

مدت زمان کارکرد سیستم

این امر در واقع به معنی ضریب بهره‌برداری از ظرفیت است. شرکت‌هایی که در حال حاضر از تجربه عملی نسبتاً طولانی در زمینه تکنولوژی **GTL** برخوردار هستند اعلام می‌گویند که این عامل یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر سودآوری است. با استانداردهای موجود، چنانچه یک مجتمع تولید سوخت مایع از گاز، با ظرفیت ۹۰٪ به فعالیت خود ادامه دهد، می‌توان عملکرد آن را از این نقطه نظر مقرون به صرفه دانست.

نیاز به تأمین مالی

پروژه‌های **GTL** بسیار گران قیمت و پرهزینه هستند. بنابراین برای اجرای آنها باید ابتدا مسئله تأمین مالی تجاری آنها را حل کرد. در ارزیابی این پروژه‌ها نه تنها مخاطرات و ریسک تجاری و مالی بلکه ریسکهای فنی را نیز باید در نظر گرفت. یکی از کارشناسان ارزیابی سرمایه‌گذاری‌های نفت و گاز اخیراً در کنفرانسی در لندن اظهار داشت که دلیل انتخاب پروژه مقیاس متوسط شرکت **SASOL** برای تولید سوختهای مایع گازی در قطر این بود که انتظار می‌رفت پیشرفتهای تکنولوژیکی در آینده بتواند هزینه تولید را کاهش دهد و از مخاطرات فنی بکاهد.

یکی از بانکداران ارشد انگلیسی که به عنوان مشاور در پروژه **GTL** قطر به کمک گرفته شده بود، در مصاحبه‌ای با نشریه **CGES** اظهار داشت که تکنولوژی **GTL** را هنوز نمی‌توان یک تکنولوژی صددرصد اثبات شده دانست و بهتر است آن را در شمار تکنولوژیهای نیمه اثبات شده **Semiproven** دانست. او پروژه شرکت شل در بن طلوع (با ظرفیت ۱۲۵۰۰ بشکه در روز) را یک پروژه آزمایشی در مقیاسی بزرگ قلمداد کرد. وی ادعا کرد که برای تأمین مالی چنین پروژه‌ای، بانکها دست کم ۳۶۰ روز ضمانت از سوی یک مرجع معتبر مالی درخواست خواهند کرد. بعلاوه بانکها که در مورد پروژه‌هایی با تکنولوژی اثبات شده تا ۷۰٪ مخارج سرمایه‌گذاری را تأمین می‌کنند، نسبت کمتری از مخارج سرمایه‌گذاری طرحهای **GTL** را متقبل خواهند شد. البته باید در نظر داشت که بانکها اساساً سرمایه‌گذاران محافظه کار و ریسک‌گریزی هستند. بنابراین بدون تضمین‌های معتبر بین‌المللی، نمی‌توان امیدوار بود که طرحهای **GTL** در آینده نزدیک به تأمین مالی تجاری دست پیدا کنند.

در جداول ۱ و ۲ و ۳ خلاصه‌ای از بررسیهای انجام شده در زمینه اقتصاد طرحهای **GTL** که توسط شرکت‌های **Sasol** و **Statoil** انجام گرفته، ارائه گردیده است.

سرعت پیشرفت تکنولوژی **GTL**

دولتها و شرکت‌های نفتی زمان و هزینه قابل ملاحظه‌ای را صرف تحقیقات در زمینه تکنولوژی تبدیل گاز طبیعی به سوختهای مایع سنتزی می‌کنند و در حال حاضر پروژه‌های تحقیقاتی متعددی در این زمینه در جریان است و بیش از ۹۰ مرکز تحقیقاتی و دانشگاهی در سطح دنیا در این زمینه مشغول انجام آزمایشات و تحقیقات بویژه در زمینه توسعه کاتالیزورهای مصرفی هستند که

جدول ۱. چگونه پروژه‌های GTL اقتصادی خواهد شد؟ (ارزیابی Statoil)

به عقیده Statoil با نرخ بازگشت سرمایه ۱۵٪ باید شرایط زیر در اجرای GTL فراهم گردد:

- هزینه‌های سرمایه‌ای بین ۱۰ تا ۳۰ هزار برای هر بشکه در روز تولید
- خالص ارزش محصول تولیدی بین ۲۰ تا ۲۵ دلار در هر بشکه
- ۷۰٪ از سرمایه‌گذاری بصورت وام ۱۰٪ تهیه شده با دوره بازگشت ۱۰ ساله
- ظرفیت ۱۰ هزار بشکه در روز با نرخ بکارگیری ۹۵٪ و عمر مفید ۲۰ ساله
- میزان مالیات بر سود و مالیات شرکتها: ۳۵٪
- در محاسبه مالیات از روش کاهش ارزش مانده داراییها استفاده نمود و ارزش اسقاط در پایان دوره را صفر بگیریم.
- بر این اساس باید نرخ ۵/۱ دلار در هر میلیون BTU را برای گاز داشته باشیم.
- ۱ دلار در هر mBTU هم اکنون مناسب‌تر است.
- حداقل ذخیره‌گاز لازم ۷۵۰ میلیارد فوت مکعب



تکنولوژی تبدیل گاز به فرآورده‌های نفتی GTL می‌تواند در آینده انقلابی در صنایع نفت و گاز جهان به وجود آورد



هزینه‌ای بالغ بر ۸۴ میلیون دلار و ظرف مدت ۸ سال سرانجام سال گذشته به نتیجه رسید. این پروژه تحقیقاتی که سرپرستی آن را شرکت **Airproducts** بر عهده داشت، مطالعه‌ای مفصل و دامنه‌دار پیرامون امکان کاربرد تکنولوژی انتقال یونی قشر سرامیک بود که هدف از آن کاهش هزینه عملیات در مرحله تبدیل گاز طبیعی به گاز سنتز است. تعداد زیادی از دانشگاه‌های آمریکایی و شرکت‌های معروف این کشور نظیر آرکو، شوروین، تورسک هیدرو، مک درموت و غیره در این پروژه مشارکت داشتند.

این پروژه به موازات پروژه دیگری تحت سرپرستی شرکت **BP** انجام شد که پیرامون همین موضوع به اجرا در آمده است. در پروژه تحقیقاتی مزبور تلاش شده تا با آزمون مواد مختلف در فرآیند تولید گاز سنتزی، جنبه‌های مهندسی و فنی فرآیند ارزیابی شود.

به طور کلی تحقیقات در زمینه قشرهای سرامیک بسیار پر هزینه و وقت‌گیر است و چند سال

آقای "جرج کووآراس" مدیر شرکت سوخته‌های سنتزی ساسول در مقاله‌ای که اخیراً چاپ شد به این نکته اشاره کرد و گفت: "در پروژه **GTL** قطر تصمیم گرفتیم که از کوچکترین مقیاس استفاده کنیم تا مخاطرات فنی به حداقل کاهش یابد. هدف این بود که تعادلی بین ریسک فنی و بازدهی اقتصادی پروژه برقرار شود تا امکان تأمین مالی تجاری آن افزایش یابد. در همین راستا از یک کارشناس خارجی دعوت شد تا پروژه را بررسی کرده و ما را از پایین بودن ریسک فنی پروژه مطمئن سازد. بدین ترتیب می‌توانستیم سودآور بودن پروژه را برای مؤسسات اعتباری و مالی توجیه کنیم." برخی از محورهای مطالعاتی در این پروژه‌ها به شرح ذیل است:

اصلاح فرآیندها

در ژوئن ۱۹۹۸ نتایج یک پروژه تحقیقاتی، به رهبری بریتیش گس **BG** که با حمایت مالی اتحادیه اروپا ظرف مدت دو سال و نیم به انجام رسیده بود، منتشر شد. این تحقیق بر روی یک فرآیند اصلاحی انجام شد که در زمینه پالایش گاز طبیعی و کاهش هزینه عملیات در راکتورهای **FT** در فرآیندهای تبدیل گاز به مایع سنتزی کاربرد دارد.

تکنولوژی قشر سرامیک^۱

پروژه تکنولوژی قشر سرامیک در ایالات متحده با کمک مالی وزارت انرژی این کشور و با

طول می‌کشد که از نظر تجاری قابل بهره‌برداری باشد. اما به نظر می‌رسد که رمز کاهش هزینه تولید سوخته‌های سنتزی در همین پژوهش‌ها نهفته باشد. وزارت انرژی ایالات متحده که حمایت مالی مؤثری از این گونه پژوهش‌ها به عمل آورده امیدوار است در نتیجه این پژوهش‌ها، هزینه تبدیل گاز طبیعی به گاز سنتز (پرهزینه‌ترین بخش از فرآیند **GTL**) ۲۵٪ کاهش یابد. آنچه در این پژوهش‌ها مد نظر است، پایین آوردن هزینه تأمین اکسیژن خالص برای افزودن بر متان در فرآیند تهیه گاز سنتز است.

شرکت "ایرپرادکس" مدعی است با ترکیب عملیات واحد جداسازی هوای کرایوژنیک **Cryogenic** و واحد تولید گاز پر حرارت گاز سنتز **Syngas** می‌توان هزینه سرمایه‌گذاری اولیه برای پروژه‌های **GTL** را بین ۲۵ تا ۵۰ درصد کاهش داد.

تبدیل مستقیم

با پیشرفت تحقیقات در زمینه تکنولوژی‌های مختلف مرتبط با **GTL** در آینده امکان تبدیل مستقیم گاز متان به گاز سنتزی در یک مرحله فراهم خواهد شد. برخی کارشناسان اعتقاد دارند با دستیابی به این تکنولوژی می‌توان آن را جایگزین راکتورهای **FT** ساخته و هزینه تبدیل را تا ۵۰ درصد کاهش داد. شرکت آمریکایی کاتالیستیکا در حال حاضر در این زمینه پیشرو است و بخشی از هزینه‌های تحقیقات این شرکت را شرکت‌های میتسوبیشی و پتروکانادا بر عهده دارند و شرکت سینترولیوم به شرط برخورداری از حق انحصار

فروش و بازاریابی این تکنولوژی حاضر به ارائه کمک مالی به این تحقیقات شده است.

دی متیل اتر DME

DME راه حل احتمالی دیگری برای پیشرفت قابل ملاحظه در تکنولوژی تبدیل گاز طبیعی به سوخت مایع است که در سه الی چهار سال گذشته مورد توجه قرار گرفته است. شرکت هالدر تاپسو که تحقیقات گسترده‌ای پیرامون دی متیل اتر انجام داده است، آن را بهترین سوخت برای موتورهای دیزل می‌داند. این شرکت که با شرکت آموکو همکاری دارد، برآورد کرده است که اگر بر روی تولید این سوخت در مقیاس بزرگ سرمایه‌گذاری شود، این سوخت می‌تواند با گازوئیل بدست آمده از نفت خام (در شرایطی که قیمت نفت خام ۲۲ دلار در هر بشکه باشد) رقابت کند. در حال حاضر شرکت تاپسو با همکاری شرکت‌های ولو، استات اوپیل و انستیتو تکنولوژی دانمارک مشغول تحقیقات بر روی موتورهای دیزلی هستند که با سوخت DME کار می‌کنند.

همچنین در کشور هند، شرکت آموکو با همکاری شرکت گاز GAIL و شرکت نفت هند IOC پژوهشی را در زمینه سوخت دیزل DME آغاز کرده است. این پژوهش پیرامون استفاده از DME به عنوان سوخت نیروگاه‌های برق و نیز سوخت موتورهای دیزل خودروها انجام خواهد شد.

پروژه‌های GTL در جهان

علاوه بر تصمیم شرکت شل مینی بر بازسازی و راه‌اندازی مجدد پروژه "بن طلوع" تا سال ۲۰۰۰ چهار پروژه دیگر GTL اخیراً اعلام شده است که به جز یکی، بقیه توسط شرکت ساسول (SASOL) اجرا خواهند شد. جدول ۴ تعدادی از پروژه‌های در حال اجرا یا در دست مطالعه GTL در سطح جهان را نشان می‌دهد.



هزینه ظرفیت‌سازی هر بشکه در روز در کارخانه‌ای با ظرفیت ۱۰ تا ۲۰ هزار بشکه در روز معادل ۲۵ تا ۳۰ هزار دلار است



GTL عاملی مؤثر در عرضه انرژی جهانی

با یکارگیری تکنولوژی GTL به عنوان یکی از فعالیتهای اصلی در "شرکت‌های نفتی" جهان این شرکتها به تدریج به "شرکت‌های انرژی" بدل خواهند شد. بسیاری از شرکتها پیش از این خود را "شرکت‌های انرژی" نامیده‌اند. این شرکتها علاوه بر صنعت نفت در زمینه صنعت تولید نیروی برق نیز فعالیت دارند و از این پس اغلب آنها در زمینه تبدیل

گاز به سوخت‌های سنتزی نیز فعالیت خواهند کرد و بدین ترتیب فعالیتهای آنها در عرصه انرژی ابعاد بیشتری پیدا می‌کند. بین ۵ تا ۱۰ سال باید منتظر ماند تا شاهد تحولی جدی در این زمینه باشیم. آرتور لیتل "کارشناس پیش‌بینی می‌کند که ظرف ۱۵ تا ۲۰ سال آینده مجموع ظرفیت کارخانه‌های تولیدکننده سوخت سنتزی از گاز مایع به ۱ تا ۲ میلیون بشکه در روز خواهد رسید. و بعید نیست که در این دنیای آکنده از دگرگونی و تحولات پیش‌بینی نشده تکنولوژی GTL خیلی زود به این هدف برسد. در جدول ۵ ما مقایسه‌ای بین استفاده‌های مختلفی که از گاز طبیعی می‌توانیم داشته باشیم با توجه به مقدار مصرف گاز طبیعی در هر یک از فرآیندهای تولید LNG، آمونیاک، متانول، و دو مقیاس ساخت GTL و همچنین مقایسه حجم بازاری محصولات تولیدی ارائه شده است. در جدول ۶ مقایسه‌ای بین GTL و LNG و خط لوله که سه راه بدیل در انتقال گاز هستند ارائه شده که با توجه به جدول ۵ توجیه اقتصادی - سیاسی GTL را نشان می‌دهد. (جدول ۷)

همانگونه که اشاره شد کشورمان با دارا بودن سهم عظیمی در ذخایر گاز جهان (۱۴٪) با توجه به مشکلات تولید و عرضه گاز طبیعی و موقعیت جغرافیایی آن که در مرکز تولیدکنندگان مختلف قرار گرفته است، نتوانسته است سهم خود را از صادرات جهانی گاز بدست آورد (جدول ۸) نکته بعدی مسئله تکنولوژی است. ما با آنکه بیش از ۹۰ سال تجربه تولید نفت داریم، اما هنوز جزء کشورهای وابسته به تکنولوژی وارداتی هستیم و نتوانسته‌ایم به استقلال فن‌آوری تولید و پالایش نفت برسیم. جا دارد با

جدول ۲- چگونه پروژه‌های GTL اقتصادی خواهد شد؟ (ارزیابی Sasol)

- تکنولوژی مورد استفاده در سه مرحله تولید فرآورده از گاز
- قیمت گاز و کیفیت آن
- اندازه حوزه گازی یا گاز همراه در دسترس
- استفاده‌های بدیل از گاز
- مسایل لجستیکی
- رژیم مالی و ساختارهای دولتی محل استقرار
- GTL در مورد ذخایر گاز بویژه در خاورمیانه بخوبی می‌تواند اقتصادی باشد.
- مزایای خاورمیانه:

- وجود گاز فراوان

- وجود تجهیزات وسیع حمل و نگهداری فرآورده در منطقه

- امکان ادغام پروژه GTL در پروژه‌های LNG منطقه و کاوش هزینه‌ها (مانند قطر)

تلاشی مضاعف به فن‌آوری‌هایی همچون تولید GTL به صورت استراتژیک نگریسته و با توجه به رشد سریع آن از غافله این علم و فن‌آوری همچون نفت عقب‌نمانیم

جدول ۱. چگونه پروژه‌های GTL اقتصادی خواهد شد؟ (ارزیابی Statoil)

- به عقیده Statoil با نرخ بازگشت ۱۵٪ باید شرایط زیر در اجرای GTL فراهم گردد:
- هزینه‌های سرمایه‌ای بین ۱۰ تا ۳۰ هزار برای هر بشکه در روز تولید
- خالص ارزش محصول تولیدی بین ۲۰ تا ۲۵ دلار در هر بشکه
- ۷۰٪ از سرمایه‌گذاری به صورت وام با بهره ۱۰٪ تهیه شده با دوره بازگشت ۱۰ ساله
- ظرفیت ۱۰ هزار بشکه در روز با نرخ بکارگیری ۹۵٪ و عمر مفید ۲۰ ساله
- میزان مالیات بر سود و مالیات شرکتها: ۳۵٪
- در محاسبه مالیات از روش کاهش ارزش مانده داراییها استفاده شود و ارزش اسقاط در پایان دوره را صفر بگیریم.
- براین اساس باید نرخ ۵/۱ دلار در هر میلیون BTU را برای گاز داشته باشیم.
- حداقل ذخیره‌گاز لازم ۷۵۰ میلیارد فوت‌مکعب



با استفاده از تکنولوژی GTL از این پس گاز به عنوان یک سوخت کم‌ارزش با هزینه انتقال نسبتاً بالا به بازار مصرف تلقی نخواهد شد



جدول ۲. چگونه پروژه‌های GTL اقتصادی خواهد شد؟ (ارزیابی Sasol)

- تکنولوژی مورد استفاده در سه مرحله تولید فرآورده از گاز
- قیمت گاز و کیفیت آن
- اندازه حوزه‌گازی یا گاز همراه در دسترس
- استفاده‌های بدیل از گاز
- مسائل لجستیکی
- رژیم مالی و ساختارهای دولتی محل استقرار
- GTL در مورد ذخایر گاز بویژه در خاورمیانه به خوبی می‌تواند اقتصادی باشد.
- مزایای خاورمیانه:

- وجود گاز فراوان
- وجود تجهیزات وسیع حمل و نگهداری فرآورده در منطقه
- امکان ادغام پروژه GTL در پروژه‌های LNG منطقه و کاهش هزینه‌ها (مانند قطر)

جدول ۳. هزینه‌ها در روش شرکت Sasol

- ظرفیت ورودی گاز: ۱۰۰ میلیون فوت‌مکعب در روز گاز طبیعی
- ظرفیت خروجی: ۱۰ هزار بشکه در روز سوخت مایع
- هزینه‌های سرمایه‌ای: ۲۵ تا ۳۰ هزار دلار برای هر بشکه در روز تولید Utilities, Off-Site, (Including: Insfruction)
- قیمت گاز پیش‌بینی شده: ۵۰ سنت برای هر میلیون BTU
- قیمت گاز مورد نیاز برای تولید هر بشکه فرآورده: ۵ دلار
- هزینه‌های ثابت و متغیر تولید هر بشکه فرآورده: ۵ دلار
- قیمت گازوئیل تولیدی از این روش ۲ دلار بالا از نوع معمولی با سولفور پایین
- قیمت فروش فرآورده: ۲۲ دلار
- نرخ بازگشت: ۱۲٪ - ۱۵٪

جدول ۳- هزینه‌ها در روش شرکت Sasol

- ظرفیت ورودی گاز: ۱۰۰ میلیون فوت‌مکعب در روز گاز طبیعی
- ظرفیت خروجی: ۱۰ هزار بشکه در روز سوخت مایع.
- هزینه‌های سرمایه‌ای: ۲۵ تا ۳۰ هزار دلار برای هر بشکه در روز تولید (Include: Utilities, Off-Site, Infructiong)
- قیمت‌گاز پیش‌بینی شده: ۵۰ سنت برای هر میلیون BTU.
- قیمت گاز مورد نیاز برای تولید هر بشکه فرآورده: ۵ دلار
- هزینه‌های ثابت و متغیر تولید هر بشکه فرآورده: ۵ دلار
- قیمت گازوئیل تولیدی از این روش ۲ دلار بالا از نوع معمولی با سولفور پایین
- قیمت فروش فرآورده: ۲۲ دلار
- نرخ بازگشت سرمایه: ۱۲٪ - ۱۵٪

جدول ۴. پروژه‌های GTL در دنیا

- تکنولوژی GTL در نواحی نزدیک دریا می‌تواند فرصتی علمی برای استفاده از ذخایر ارزان دور افتاده باشد. بخصوص در مورد میدان نفتی دریایی که تزریق گاز به چاه همراه با هزینه‌های زیادی است GTL می‌تواند کارآمد باشد.
- در سال ۸۹ شرکت Shell یک واحد GTL با ظرفیت ۱۲/۵ هزار بشکه در روز در بن طلوع ساخت که در سال ۹۳ راه اندازی شد. و اکنون تجربه استفاده تجاری از این تکنولوژی را دارد. و اکنون قصد دارد یک پروژه شبیه به آن در بنگلادش با ظرفیت ۵۰ هزار بشکه اجرا کند.
- ونزولا نیز با دارا بودن ۱۴۵ تریلیون فوت مکعب ذخیره گاز در پی دستیابی به GTL است.
- شورو و ساسول قصد دارند یک تأسیسات GTL با ظرفیت ۲۰ هزار بشکه در روز در نیجریه احداث کنند. هزینه برآورد شده آن: ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلیون دلار (۲۵ تا ۳۰ هزار دلار در هر بشکه) است. مطالعات فنی و مهندسی در حال انجام است.
- پروژه GTL راس الفان قطر توسط ساسول در مرحله مطالعات امکان‌سنجی قرار دارد. و در آن برنامه تولید ۲۰ هزار بشکه در روز با ۵۰۰ میلیون دلار در نظر گرفته شده. طبق برنامه باید تا سال ۲۰۰۲ راه‌اندازی شود.
- پتروبراس برزیل با تگزاکو و سیتتریوم توافقنامه‌ای را جهت انجام مطالعات امکان‌سنجی اقتصادی و فنی ساخت تأسیسات GTL در منطقه آمازون برزیل به امضاء رسانده‌اند.
- در آلاسکا بررسی شده که بین GTL و LNG در اجراء از نظر امکان‌سنجی تفاوتی وجود ندارد اما GTL دارای مزایای بیشتری است.

جدول ۵. مقایسه انواع استفاده از گاز طبیعی

	LNG	AMMONIA	METHANOL	SMALL GTL	LARGE GTL
PLANT SIZE:	6-7 mt/y	0.7-0.75 mt/y	0.8-0.9 mt/y	1,8 mb/y	18 mb/y
Cost Project Est	\$3-5 bil	\$280-400 mil	\$225-300 mil		
GAS CONVERSION RATE	1,15 mcf/mbtu	25 mcf/ton	31,3 mcf/ton	>10 mcf/bbl	<10 mcf/bbl
DAILY GAS REQUIREMENT	0.8-1 bcf	0.05-0.06 bcf	0.06-0.075 bcf	0.05 bcf	0.5 bcf
Min. RESERVE SIZE	5-7 TCF	0.5 TCF	0.6-0.7 TCF	0.5 TCF	5 TCF
MARKET STATISTICS:					
PRIMARY MARKET	Elec. Power	fert, ind. Chem	formal, MTBE, Acetic	Diesel, Kero, Napt	Dies, Kero, NaP
ANNUAL MARKET SIZE	70-80 MMT	140 MMT	26 MMT	8,4 Bi.Bbls	8,4 bil.bBLS
SALES UNIT	MMBTU	TON	GALLON	GALLON	GALLON
TYPICAL PRICE UNIT	\$3-4	\$90-125	\$0.4-0.6	\$0.5-0.6	\$0.5-0.6
ANNUAL MARKET VALUE	\$12-14 bil	\$13-17 bil	\$3,5-5,2 bil	\$175-210 bil	\$175-210 bil

جدول ۴. پروژه‌های GTL در دنیا

● تکنولوژی GTL در نواحی نزدیک دریا می‌تواند فرصتی برای استفاده از ذخایر ارزان دور افتاده باشد. به خصوص در مورد میادین نفتی دریایی که تزریق گاز به چاه همراه با هزینه‌های زیادی است GTL می‌تواند کارآمد باشد.

● در سال ۸۹ شرکت Shell یک واحد GTL با ظرفیت ۱۲/۵ هزار بشکه در روز در بن طلوع ساخت که در سال ۹۳ راه‌اندازی شد. و اکنون تجربه استفاده تجاری از این تکنولوژی را دارد. و قصد دارد یک پروژه شبیه به آن را در بتگلادش با ظرفیت ۵۰ هزار بشکه اجرا کند.

● ونزوئلا نیز با دارا بودن ۱۴۵ تریلیون فوت مکعب ذخیره گاز در پی دستیابی به GTL است.

● شورو و ساسول قصد دارند یک تأسیسات GTL با ظرفیت ۲۰ هزار بشکه در روز در نیجریه احداث کنند. هزینه برآورد شده آن ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلیون دلار (۲۵ تا ۳۰ هزار دلار در هر بشکه) است. مطالعات فنی و مهندسی در حال انجام است.

● پروژه GTL راس الفان قطر توسط ساسول در مرحله مطالعات امکان‌سنجی قرار دارد و در آن برنامه تولید ۲۰ هزار بشکه در روز با ۵۰۰ میلیون دلار در نظر گرفته شده است و طبق

برنامه باید تا سال ۲۰۰۲ راه‌اندازی شود.

● پتروبراس برزیل با تگزاکو و سینترلیوم توافقنامه‌ای را جهت انجام مطالعات مکان‌سنجی اقتصادی و فنی ساخت تأسیسات GTL در منطقه آمازون برزیل به امضاء رسانده‌اند.



در هر کارخانه GTL ۸۰ درصد محصولات را انواع سوخت‌های مایع تشکیل می‌دهد



● در آلاسکا بررسی شده که بین GTL و LNG در اجراء از نظر امکان‌سنجی تفاوتی وجود ندارد اما GTL دارای مزایای بیشتری است.

جدول ۶. مقایسه GTL با LNG و خط لوله

LNG:

● هزینه‌بر و سرمایه‌بر است

● جهت اجرا به پشتیبانی زنجیره‌ای از مالکان ذخایر گاز، تولیدکنندگان، شرکت‌های حمل و خریداران و عقد قراردادهای دراز مدت نیاز است

● اعتبار تجاری LNG در مورد ذخایر کوچکتر گاز طبیعی پایین می‌آید.

حمل با لوله:

● در مسافت‌های طولانی همیشه به صرفه نیست

● با محدودیت‌های سیاسی و جغرافیایی روبروست

جدول ۷. تجارتی شدن GTL، فرصت‌ها و تهدیدها

● مقاطعه کاران، شرکت‌های فعال در زمینه تکنولوژی

● کشورهای تولیدکننده، شرکت‌های نفتی

● تولیدکنندگان تجهیزات صنایع نفت و گاز

● کشورهای مصرف‌کننده و بازاربها و پالایشگاه‌ها

● اگر مخزن به گاز خودرو قابل اقتصادی شدن است

● استفاده از سوخت‌های مایع را تداوم می‌دهد

● تولید گازوئیل با ستان بالا (کیفیت احتراقی) و آلاینده‌گی کم

جدول ۶. مقایسه GTL با LNG و خط لوله

LNG:

● هزینه‌بر و سرمایه‌بر است

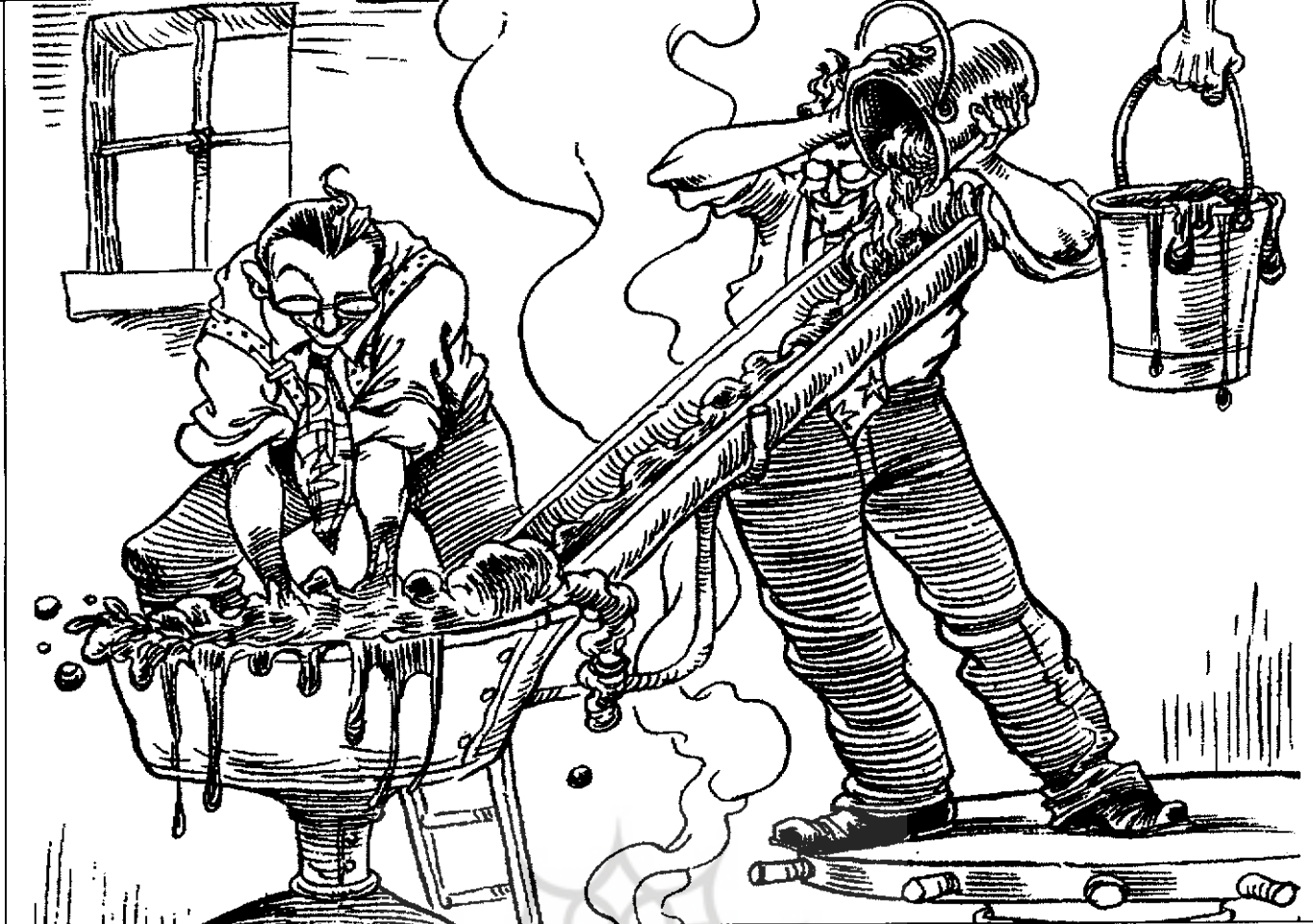
● جهت اجرا به پشتیبانی زنجیره‌ای از مالکان ذخایر گاز، تولیدکنندگان شرکت‌های حمل، و خریداران و عقد قراردادهای درازمدت نیاز است

● اعتبار تجاری LNG در مورد ذخایر کوچکتر گاز طبیعی پایین می‌آید.

حمل با لوله:

● در مسافت‌های طولانی همیشه به صرفه نیست

● با محدودیت‌های سیاسی و جغرافیایی روبروست.



جدول ۷. تجارتی شدن GTL، فرصتها و تهدیدها

- مطالعه کاران، شرکتهای فعال در زمینه تکنولوژی
- کشورهای تولیدکننده، شرکتهای نفتی
- کشورهای مصرفکننده و بازار یابها و پالایشگاهها
- اگر مخزن به گاز خودرو قابل اقتصادی شدن است
- استفاده از سوختهای مایع را تداوم می دهد
- تولید گازوئیل با ستان بالا (کیفیت احتراقی) و آلاینده کمی

جدول ۸. سهم ایران در صادرات جهانی گاز صفر است!

کشور	سهم صادرات جهانی گاز	سهم از ذخایر گاز جهان
روسیه	۲۹	۳۴
کانادا	۱۵	۱/۶
هلند	۱۳	۱/۳
الجزایر	۱۰	۲/۶
اندونزی	۹	۱/۳
نروژ	۷	۱/۴
ایران	۰	۱۴

منابع و مأخذ: سایت های اینترنتی شرکت های: Syntroleum, Catalytica, BP Amoco, Shell chevron, Conoco, Sasol

نشریات معتبر: CGES (Mountly Repord), Mees, AOG, WPA