# لزوم برنامه‌ریزی و توجه برای توسعه فناوری‌های نو در صنایع گازکشور

[redacted]

**چکیده:**

**گازطبیعی با توجه به ماهیت فیزیکی خود با مشکلاتی در انتقال و حتی مصرف در مقایسه با سایر سوخت‌های فسیلی از جمله نفتخام روبه‌رو است که یکی از مهمترین مشکلات، انتقال گازبه بازارهای دوردست می‌باشد زیرا امکان انتقال گاز از طریق خط لوله به آن بازارها وجود ندارد. از این رو همواره نیازمند به استفاده از تکنولوژی‌هایی از جمله LNG, GTL, CNG و هیدرات می‌باشیم. برخی از تکنولوژی‌های مذکور از جمله GTL, CNG و یا هیدرات جزو فناوری‌های نوین هستند و هنوز بسیاری از شرکت‌های مطرح نفت و گازدر جهان به دنبال کاهش هزینه‌های طرح‌های مذکور و کاربرد چنین تکنولوژی‌هایی در ظرفیت‌های بزرگ و اقتصادی می‌باشند**

**همچنین باید اشاره کرد، بکارگیری ذخایر گاز در جهت کسب منافع اقتصادی برای کشور ایران که دومین کشور دارنده ذخایر گازجهان به شمار می رود، اهمیت خاصی خواهد داشت. بویژه آنکه استفاده صحیح از این ذخایر می‌تواند نه تنها در کسب منافع اقتصادی کمک کند بلکه زمینه ساز انتقال و یا توسعه تکنولوژی‌های مهم گاز در کشور گردد. لازمه این امر برنامه‌ریزی جامع و دراز مدتی در جهت توسعه صنایع گاز است که به این موضوع توجه کافی را مبذول نماید**

**این مقاله می‌کوشد علاوه بر مروری بر تکنولوژی‌های مهم بویژه در جهت انتقال گاز به مقاصد دوردست در صنعت گاز و ذکر اهمیت آنها نکاتی در خصوص تهیه یک برنامه‌ریزی استراتژیک و جامع به منظور انتقال و کسب چنین فناوری‌های نوینی را خاطر نشان سازد همچنین پیش شرطهای اساسی مطرح در خصوص عملی شدن چنین برنامه‌ای را نیز پیشنهاد می‌دهد**

## مقدمه

گازطبیعی به دلیل ماهیت فیزیکی خود در انتقال بویژه به مقاصد دوردست با مشکلات زیادی مواجه است. با توجه به محدودیت‌ها و نبود صرفه‌های اقتصادی لازم در انتقال گاز به بازارهای گاز دور دست از طریق خط لوله، تکنولوژی‌های مختلفی در جهان گسترش یافته‌اند. گازطبیعی از طرق مختلفی از جمله مایع‌سازی تحت سرما (LNG)، تبدیل به فرآورده های نفتی (GTL)، تبدیل به مواد پتروشیمی و یا استفاده از روش‌ها و تکنولوژی‌هایی نظیر CNG و هیدرات قابل انتقال است. کشورهای دارنده ذخایر گازجهت حداکثر کردن منافع ناشی از صادرات، با توجه به شرایط استفاده از هر تکنولوژی، ملزم به استفاده از فناوری‌هایی هستند که بتوانند حداکثر منافع اقتصادی را در درازمدت برای آنها بوجود آورد. باید توجه داشت که هر یک از تکنولوژی‌های نام برده زنجیرهای از سطوح فعالیت‌های مختلف از جمله مهندسی، طراحی، ساخت تجهیزات و تعمیر و نگهداری را شامل میشود که کسب سهم در سطوح بالاتر تکنولوژی در این زمینه می تواند منافع اقتصادی را برای این کشورها در درازمدت، دو چندان کند. با توجه به لزوم برنامه‌ریزی در جهت کسب فناوری‌های مهم در صنعت گاز، این مقاله می‌کوشد تا علاوه بر معرفی و مقایسه تکنولوژی‌های ذکر شده، نکات حائز اهمیت هر یک این فناوری‌ها را بیان دارد. با توجه به موارد اشاره شده اکنون به معرفی تکنولوژی‌های مهم در این زمینه می‌پردازیم:

## تکنولوژی مایع‌سازی گاز (LNG)

اساس روش‌های مختلف تولید LNG، سردسازی گازطبیعی تا دمای ۱۶۲- درجه سانتیگراد در فشار اتمسفریک است. درهمه این روش‌ها، گازطبیعی پس از جداسازی مایعات گازی و طی مراحل نمگیری و سولفورزدائی وارد بخش مایع‌سازی می‌شود. در این فرآیند گازطبیعی طی تبادل حرارتی با یک سیال مبرد تا دمای-۱۶۲ درجه سانتیگراد سردشده و به حالت مایع در می‌آید. لیسانس مایع‌سازی گاز از طریق سرما در حال حاضر متعلق به شرکت‌های محدودی در جهان می‌باشد این لیسانس‌ها به طور کلی عبارتند از:

۱. لیسانس آمریکایی مایع‌سازی PPMR متعلق به شرکت APCI

۲. لیسانس آمریکایی مایع‌سازی CasCade متعلق به شرکت فلیپس-کناکو

۳. لیسانس مایع‌سازی DMR متعلق به شرکت شل

۴. لیسانس مایع‌سازی متعلق به شرکت لینده آلمان

۵. لیسانس مایع‌سازی فرانسوی Teal Arc

۶ لیسانس مایع‌سازی Axens متعلق به شرکت فرانسوی Axens

۷. لیسانس مایع سازی اسنام، پروجتی

۸. لیسانس مایع سازی Prico

نکات کلیدی که تفاوت این تکنولوژی‌ها در آنها تمرکز یافته است عبارتند از:

۱. نوع سیال مبرد(خالص یا مخلوط)

۲. نوع مبدل حرارت (در فاکتورهای متفاوتی نظیر ابعاد، فشار عملیات، تنوع سازندگان و هزینه ساخت)

۳. تعداد کمپرسورهای مورد نیاز و توان آنها

به‌طور مثال، در فرآیند Cascade، حداقل به ۳ کمپرسور جداکننده و به سیال‌های مبرد مختلفی نظیر پروپان، بوتان و اتان نیاز می‌باشد. این فرآیند توسط شرکت فلیپس-کناکو ارائه شده است. پیچیدگی و عدم انعطاف‌پذیری عمده‌ترین معایب فرآیند Cascade است. این روش دارای کارایی خوب و نسبتا پیچیده‌ای است. این فرآیند در واحد کمل، یکی از سه واحد تولیدی تأسیسات مایع‌سازی آرزو، تأسیسات LNG در آلاسکا و همچنین در واحدهای مایع‌سازی ترینیداد و توباگو بکار گرفته شده است.[۵]

در فرآیند PPMR از دو سیال مبرد پروپان و MCR (ترکیبی از نیتروژن، اتان و پروپان) استفاده می‌شود. این فرآیند توسط شرکتChemicals & Air Products ارائه شده است. بسیاری از تأسیسات تولیدی LNG در کشورهای لیبی، برونئی، اندونزی، مالزی، استرالیا،عمان، ابوظبی، نیجریه، قطر و واحدهایGL1و GL2تأسیسات آرزو در الجزایر از این روش جهت مایع‌سازی استفاده میکنند به عقیده بسیاری از کارشناسان بهترین فرآیند از نظر راندمان و کاهش هزینه‌های مورد نیاز لیسانس مذکور می باشد [۵]

روش DMR شرکت شل نیز مشابهت‌های زیادی به فرآیند مایعسازی PPMRدارد. تکنولوژی مایع‌سازی متعلق به شرکت شل، در پروژه ساخالین۲ بکار گرفته شده است. اما هنوز پروژه مذکور به مرحله بهره برداری نرسیده است. لیسانس مایعسازی شرکت لینده نیز از فرآیند Cascade اقتباس شده است، این فرآیند در حال حاضر در هیچ یک از تاسیسات LNG جهان بکار نرفته است و تنها در پروژه اسنوویت نروژ در حال بکارگیری است و این طرح در سال ۲۰۰۶ به تولید خواهد رسید. فرآیند مایع‌سازی Teal Arc نیز مشابهت‌های زیادی به سایر روش‌های مذکور دارد اما به دلیل محدودیت ظرفیت تولید و راندمان تنها در جهان در ۳ واحد از تاسیسات اسکیکدا الجزایر بکار رفته شده است. فرآیندهای دیگری که برای مایع‌سازی گازوجود دارد، فرآیند مربوط به تکنیپ و اسنام پروجتی وهمچنین فرآیند متعلق به شرکت Axens می‌باشد، این فرآیندها که از فرآیند ابتدایی Teal Arc اقتباس شده، نیاز به حداقل تجهیزات ممکن نسبت به فرآیندهای دیگر دارد که این موضوع تا حد زیادی باعث شده که هزینه‌های مربوط به این فرآیندها کاهش یابد. باید اشاره کرد این فرآیندها در هیچ یک از تاسیسات LNG دنیا هنوز استفاده نشده‌اند و به‌طور عملی در مقیاس‌های بزرگ به اثبات نرسیده‌اند [۵]

فرآیند مایع‌سازی پریکو (Prico)، توسط شرکت پریچارد (Corp. Prichard) گسترش داده شده و در حال حاضر تحت لیسانس شرکت Kobe Steel .Ltd است. این فرآیند با یک سیکل منفرد و سیال مبرد مختلط عمل می‌کند طراحی بسیار سادهٔ آن موجب محدودیت عملکرد آن شده است. این فرآیند به دلیل محدودیت‌ها و عملکرد با کارائی نسبتاً پایین تنها در ۳ واحد از تاسیسات مایع‌سازی جهان (تاسیسات اسکیکدا در الجزایر) استفاده شده است.[۵]

## تکنولوژی GTL

فناوری تبدیل گازطبیعی به فرآورده های نفتی(GTL)، به فرآیندی اطلاق می‌شود که در آن بتوان گازطبیعی را به فرآورده های با ارزشی از جمله گازوئیل، نفت سفید و حتی بنزین تبدیل کرد. این فناوری هر چند بیش از ۸۰ سال قدمت دارد، ولی در مقیاس تجاری، هنوز در ابتدای راه توسعه قرار دارد. فرآیند تبدیل گازطبیعی به فرآورده های مایع شامل ۳ مرحله است:

الف)تولید گازسنتز (Syngas)

فناوری تهیه گازسنتز فناوری شناخته شده‌ای است و شرکت‌های متعددی در فهرست دارندگان دانش فنی آن قرار دارند. جدول شماره ۱، برخی از صاحبان شناخته شده این فناوری را در جهان نشان می‌دهد.

**جدول شماره ۱، صاحبان شناخته شده فناوری تولید گازسنتز در جهان (ماخذ: [۲])**

| نام کشور | نام شرکت دارنده دانش فنی |
|---|---|
| آلمان | Haldro Tapsoe AS |
| دانمارک | Lurgi AG |
| (شعبه) انگلستان | MW. Kallogg |
| انگلستان | ICI (Kynetix) |
| انگلستان | Foster Wheeler |
| آلمان | Unde GmbH |

ب) تولید هیدروکربن های خطی

علی رغم پیچیدگی نسبتا زیاد این مرحله در این فرآیند نیز شرکت های متعددی به عنوان صاحبان دانش فنی به شمار می روند جدول (۲) برخی صاحبان شناخته شده فناوری FT را نشان می دهد.

در این مرحله، گازسنتز تحت فشار اتمسفر و حرارت ۱۰۰ الی ۳۰۰ درجه سانتیگراد در مجاورت کاتالیست‌های فلزی همچون آهن،کبالت، نیکل، رتینوم و

جدول۲، برخی صاحبان شناخته شده فناوری FT(ماخذ:[۲])

| نام کشور | نام شرکت دارنده دانش فنی |
|---|---|
| آفریقای جنوبی | Sasol |
| انگلستان – هند | Shell |
| آمریکا | ExxonMobil |
| آمریکا | Syntroleum |
| انگلستان | BP |
| ایتالیا – فرانسه | ENI/IFP |
| آمریکا | Conoco |
| آمریکا | Renteeh |
| آمریکا | Synfuels |
| آمریکا | Energy International |

یا رودیم به صورت هیدروکربن‌های خطی در می‌آید البته در این مرحله مقادیر متنابهی بخار آب و اکسیدکربن نیز تولید می‌شود.

ج)مرحله پالایش و بهبود کیفیت هیدروکربن‌های خطی:

در این مرحله، با استفاده از فرآیندهای شناخته شده پالایشگاهی همچون هیدروکراکینگ، ایزومراسیون، کاتالیک رفرمینگ و الکیلیشن محصولاتی چون گازوئیل، نفتا، نفت سفید و حتی بنزین یا فرآورده هایی همچون روغن‌های روانساز و پارافین حاصل می‌شود.

## مزایای فرآورده های GTL نسبت به فرآورده های عادی

فرآورده های حاصل از فرآیند GTL بویژه گازوئیل تولیدی آن، دارای خواص برتری همچون عاری بودن از سولفور و آروماتیک و همچنین درجه ستان بالاتر نسبت به گازوئیل عادی می‌باشد.

به علت فواید زیست محیطی فرآورده‌های GTL تحلیلگران و شرکت‌های فعال در صنعت GTL مازاد قیمتی بین یک تا ۳ دلار برای فرآورده‌های تولیدی خود نسبت به فرآورده‌های موجود انتظار دارند.[۲]

از بعد فنی، فناوری GTL کاملاً شناخته شده و اثبات شده است و در عین حال صاحبان فناوری آن نیز از کشورهای مختلف جهان هستند. به طوری‌که هیچ یک از فناوریهای مورد نیاز این صنعت یعنی تولید گازسنتز، فناوری FT و فرآیندهای پالایش نفت‌خام در انحصار یک کشور و یا یک شرکت نبوده و در استفاده از این فناوری محدودیت خاصی برای ایران وجود ندارد.

فناوری GTL از همان ابتدا مورد توجه بسیار بوده است ولی به دلیل اقتصادی نبودن تاکنون برای بهره‌برداری از منابع گازی در مقیاس گسترده بکار گرفته نشده است. در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های قابل توجهی در تکنولوژی GTL به‌دست آمده است؛ به طوری که این فناوری را به عنوان یک گزینه مناسب و اقتصادی برای بهره برداری از ذخایر گازی مطرح ساخته است. سودآوری پروژه‌های GTL تحت تاثیر عوامل متعددی قرار دارد که عمده ترین آنها هزینه سرمایه‌ای، قیمت گازو قیمت نفت است. اظهار نظر در مورد اینکه پروژه‌های GTL اقتصادی هستند و یا خیر بستگی به عوامل متعدد بویژه رویکرد کشور میزبان به پروژه GTL دارد. در صورت بهره مندی از گازارزان معافیت مالیاتی و ظرفیت بالای تولیدی برای بهره مندی از مزایای مقیاس تولید، میتوان پروژه‌های GTL را گزینه‌ای سودآور در بهره برداری از ذخایر گازی کشور دانست. همچنین باید توجه داشت که افزایش قیمت‌های نفت‌خام در سطوحی که در حال حاضر قرار دارد می‌تواند چنین پروژه‌هایی را بسیار سود آور کند.

در حال حاضر در پالایشگاه‌های کشور تنها در حدود ۶۰ درصد از یک بشکه نفت‌خام قابل تبدیل به برش‌های پائین C20 (یعنی گازوئیل، نفت‌سفید، بنزین و نفت‌گاز) است و این درصد در پالایشگاه‌های پیشرفته جهان حداکثر ۷۰ تا ۸۰ درصد است. از این رو با استفاده از فناوری GTL می‌توان به سطح مطلوبی از کارایی دست یافت.[۲]

با توجه به وضع استانداردهای زیست‌محیطی مبنی بر کاهش مواد آلاینده در فرآورده های پالایشگاهی از یک سو و افزایش سهم تولید نفت‌خام های متوسط و سنگین در جهان، انتظار می‌رود که فرآورده‌های GTL از سال ۲۰۱۰ به بعد به تدریج از حق مرغوبیت بالایی نسبت به فرآورده‌های عادی برخوردار شوند که در نتیجه سودآوری طرح‌های GTL افزایش خواهد یافت. احداث واحدهای GTL کوچک با ظرفیت ۵ الی ۱۵ هزار بشکه در روز که خوراک گاز مورد نیاز آنها بین ۱/۵ تا حداکثر ۴/۵ میلیون متر مکعب در روز است یکی از راهکارهای پیش رو برای جلوگیری از سوزانده شدن گازهای همراه در میادین نفتی است.[۲]

در فرآیند GTL به ازای هر بشکه تولید فرآورده نفتی، حدود یک بشکه آب به عنوان فرآورده جانبی By-Product تولید می‌شود که می‌تواند به مصارف مورد نیاز واحد GTL مصارف آبیاری و حتی در صورت تصفیه به مصارف آشامیدنی نیز برسد که این امر در مناطقی که برای تولید آب از شیرین کردن آب دریا (Desalination) استفاده می‌شود از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار است.

## تکنولوژی OCM

گازرا طی فرآیندی به‌طور مستقیم به اتیلن هم می‌توان تبدیل کرد که این فرآیند به OCM معروف است. در این فرآیند، گازمتان در فشار اتمسفریک در مجاورت کاتالیست جامد و دمای حدود ۷۵۰ تا ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد با اکسیژن ترکیب می‌شود و محصولات مختلفی از قبیل اتلین و الفین از آن به دست می‌آید.[۳]

البته فعالیت‌های انجامشده در زمینه OCM در جهان به صورت مقیاس پایلوت است و واحد تجاری OCM هنوز در جهان ایجاد نشده است. علت این امر پیچیدگی فرآیند و عدم اطمینان تکنولوژی در مقیاس‌های بزرگتر است. مسائل عمده این فرآیند مربوط به افت کارایی کاتالیست، شرایط دشوار و نیاز به راکتورهای خاص می‌باشد که نیازمند مطالعات مهندسی زیادی می‌باشد.[۳] در کشور نیز از سال ۱۳۷۰ فعالیت‌هایی در این زمینه آغاز شده و هم اکنون با استفاده از اطلاعات اخذ شده در آزمایشگاه، واحد نیمه صنعتی آن طراحی و ساخته شده است. تلاش‌های زیادی برای توجیه اقتصادی و فنی OCM در جهان در حال انجام است و در صورت تحقق، انقلابی جدید در صنعت گازروی خواهد داد و اثرات مهمی‌در مصرف گازایفا خواهد کرد.

## تکنولوژی هیدرات

هیدرات گازی، یک جامد بلوری است که در آن مولکول‌های گاز توسط

مولکول‌های آب احاطه شده‌اند شرایط تشکیل هیدرات عبارتند از: ۱- فشار و دمای مناسب ۲- وجود مولکول آب ۳- وجود مولکول گاز از دهه ۱۹۶۰ که هیدرات گازی به عنوان عاملی مزاحم در خطوط لوله گازبه‌وجود آمد ایده انتقال گازطبیعی به‌وسیله هیدرات در ذهن بسیاری از دانشمندان شکل گرفت.

قابلیت هیدرات گازی در ذخیره‌سازی گازطبیعی باعث ایجاد جذابیت در خصوص استفاده از آن برای مقاصد ذخیره‌سازی و حمل و نقل گازطبیعی و دیگر گازها به عنوان رقیبی برای روش‌های مایع‌سازی و متراکم‌کردن می‌شود. به دلیل آنکه دمای حمل هیدرات بالاتر از دمای حمل LNG می‌باشد، هیدرات گازی را به سهولت می‌توان انتقال داد. از این رو تکنولوژی ساخت کشتی‌های حمل هیدرات پیچیدگی بسیار کمتری نسبت به کشتی‌های حمل LNG خواهد داشت و تاسیسات تولید هیدرات بسیار ساده‌تر از تاسیسات LNG می‌تواند طراحی شود. اما مشکل اساسی،حجم کمتر گازمنتقل شده می‌باشد. براساس مطالعات انجام شده در این زمینه،هر یک متر مکعب هیدرات ۱۷۵ متر مکعب گازرا در خود جای می‌دهد. در صورتی‌که در تکنولوژیLNG کاهش حجم به یک ششصدم می‌رسد و این موضوع در اقتصادی‌بودن طرح‌های انتقال گازبه‌خصوص فواصل دوردست بسیار پراهمیت است. [۴]

با این وجود،هنوز امیدهای زیادی وجود دارد تا هیدرات به عنوان یک راه‌حل کاملاً اقتصادی جهت انتقال گازبه‌کار رود.

### استفاده از تکنولوژی CNG برای انتقال گاز

تکنولوژی CNG یا گازطبیعی فشرده شده برای انتقال گازطبیعی در مسافت‌های کوتاه قابلیت مهمی‌یه شمار میرود. اما هنوز به صورت اقتصادی کاربرد آن به عنوان روشی برای انتقال مطرح نشده است. CNG را می‌توان در کشتی‌های مخصوصی ذخیره و سپس به مقاصد مورد نظر حمل کرد. اگرچه یک کشتی حامل CNG نمی‌تواند گازرا به مقادیر بارگیری شده در کشتی‌های CNG انتقال دهد، ولی روش مایع‌سازی و همچنین تبدیل مجدد به گازدر تکنولوژی CNG سهل‌تر و بسیار کم‌هزینه‌تر از LNG است. ظرفیت بسیار محدودتر ذخیره‌سازی گازدر یک کشتی CNG در مقایسه با کشتی‌های LNG باعث شده که LNG عملاً روشی کاملاً اقتصادی برای انتقال گازبه شمار رود. همچنین به دلیل فشار بالایCNG در مخازن لوله‌ای شکل، بالابودن احتمال خطر انفجار از مشکلات اساسی عملی‌نشدن کاربرد وسیع تکنولوژی CNG در جهان می‌باشد.[۴]

### نکات قابل توجه در بکارگیری فناوری‌های مهم صنعت گاز

در مورد بکارگیری تکنولوژی‌های مهم انتقال گازکه در این مقاله به آنها اشاره شد به موارد زیر باید توجه کرد:

۱- فناوری LNG با توجه به پیشرفت‌های تکنولوژیکی اخیر خود و کاهش هزینه‌های تولید و همچنین افزایش قیمت گازدر بازارهای مهم نظیر اروپا، اقتصادی‌ترین راه انتقال گازبه بازارهای دوردست می‌باشد. البته به دلیل محدودیت‌های طرف تقاضا در دریافت LNG و همچنین به دلیل کمبود ترمینال‌های دریافت LNG، استفاده از این تکنولوژی با محدودیت‌هایی در بازار و دشواری‌های فروش محصول روبرو می‌باشد. اما باید اشاره کرد به دلیل گستردگی زنجیره تولید، انتقال LNG کاربرد این فناوری به‌طور مستقیم و غیر مستقیم طیف وسیعی از نیروهای متخصص را بکار می‌گیرد. توجه به این فناوری خواه ناخواه برای کشور ایران که دارنده ذخایر گازی است، قابل توجه است و باید در این زمینه با شناخت دقیق از وضعیت بازار و با برنامه‌ریزی واقع‌گرایانه در تولید و متناسب با شرایط بازار و برنامه‌های تولید گازدر کشور به ورود فناوری LNG وساخت تاسیسات آن دست زد. همچنین باید توجه کرد که در درازمدت بسترهای مناسب برای کسب حداکثر سهم ساخت، طراحی و یا مهندسی از زنجیره LNG فراهم شود.

۲- فناوریLNG نیاز به دانش فنی پیشرفته و وسیعی دارد و حتی بسیاری از ادوات مورد نیاز در چنین طرح‌هایی از دانش فنی بالای ساخت برخوردار می‌باشند. در واقع اکثر شرکت‌های فعال و مهم در این زمینه امریکایی هستند. به همین دلیل خرید و یا انتقال دانش فنی آنها به ایران با تحریم روبرو می‌باشد. استفاده از فناوری‌هایی که تاکنون در جهان آزمایش نشده‌اند ممکن است با ریسک بالا روبرو باشد. برنامه‌ریزی‌صحیح در انتخاب فناوری های مطرح دیگر با حداقل ریسک تولید همراه هستند و با توجه به این موضوع که بتوان از حداقل سطوح مختلف تکنولوژیکی(طراحی، مهندسی و اجرا، ساخت و یا حتی تعمیر و نگهداری) سطحی مناسب را کسب کرد، ضروری به نظر می‌رسد[۱]

۳- با توجه به اهمیت استراتژیک صنعت GTL برای برنامه‌های آینده تولید از منابع گازی ایران، لازم است تا با سرمایه‌گذاری در احداث واحدهای GTL از ابتدای شکل‌گیری بازار خاص برای فرآورده های این محصول به صورت یک بازیگر فعال ایفای نقش کرده و علاوه بر کسب تجربیات عملی در زمینه‌های مختلف این صنعت امکان کسب تکنولوژی GTL را فرآهم‌سازیم.

۴- در استفاده از ذخایر بی‌کران گازباید به این نکته اشاره کرد که کسب ارزش افزوده حاصل از فعالیت‌های سطوح بالاتر تکنولوژی در درازمدت، مطلوب‌تر از کسب درآمد از طریق صدور مواد خام و اولیه است. از این رو باید به تکنولوژی‌هایی نظیر GTL در برنامه‌ها و افق‌های درازمدت توجه شود.

۵- کشور ایران، سال‌های زیادی است که در زمینه فناوری GTL فعالیت‌های مهمی‌را انجام داده و به سطوح مناسبی از دانش فنی آن دست یافته است. انتخاب فناوری GTL به عنوان راهکاری در استفاده از منابع گازی علاوه بر آنکه میتواند درآمدهای مناسبی را برای کشور به وجود آورد قادر است زمینه مساعدی را برای رشد و توسعه دانش فنی آن در کشور فراهم کند تا حتی بتوان روزی از دانش فنی آن ارزش افزوده بیشتری نسبت به صدور فرآورده به دست آورد.

۶- استفاده از فناوری GTL نیز، نیازمند طیف وسیعی از تجهیزات، دانشفنی و نیروی انسانی ماهر می‌باشد که خود محرکی برای توسعه صنعت و اقتصاد کشور می‌تواند تلقی شود. امید است به این نکات جنبی فراتر از اقتصاد اولیه چنین طرحهایی نگریسته شود و در برنامه‌ریزی‌های کلان صنعت گاز کشور لحاظ شود.

۷- فناوری‌های مختلف نوین که هنوز در مرحله تحقیق و توسعه قرار دارند باید به آنها به عنوان فعالیت‌های تحقیقاتی در کشور توجه شود.

۸- باید اشاره کرد که استفاده از فناوری‌های LNG و GTL بسیار سرمایه‌بر هستند به طور مثال، در هزینه سرمایه‌گذاری مورد نیاز تاسیسات LNG، برای ایجاد هر تن ظرفیت سالانه حدود ۲۳۰ تا ۲۴۰ دلار نیاز می‌باشد (برای تاسیسات مایع‌سازی به ظرفیت۱۰ میلیون تن در سال به حدود ۲/۴ میلیارد دلار نیاز است) و همچنین برای احداث ظرفیت هر بشکه در روز GTL نیاز به ۲۲ هزار تا ۲۴ هزار دلار می‌باشد (برای ایجاد تاسیسات GTL به ظرفیت ۱۰۰ هزار بشکه در روز به حدود ۲/۲ میلیارد دلار نیاز است). به دلیل نوع تجارت و شرایط خاص،

فناوری‌های مذکور که عمدتاً توسط همکاری با شرکای خارجی دنبال می‌شود سهم زیادی از تامین مالی پروژه‌های مذکور به صورت استفاده از منابع سرمایه‌گذاری خارجی امکان‌پذیر است و عموماً چنین طرح‌های قسمت اعظم نیاز سرمایه‌گذاری خود را در صورت اتخاذ سیاست‌های درست می توانند وارد کشور کنند.[۱]

**پیش شرط‌های اساسی در برنامه‌های توسعه و یا انتقال فناوری‌های صنعت گاز**

با توجه به اهمیت بکارگیری فناوری‌های مذکور، کشور نیازمند به یک برنامه‌ریزی جامع و درازمدت در استفاده از این فناوری‌ها می‌باشد در این برنامه‌ریزی باید توجه کردکه در درازمدت بتوان سطوح بالاتری از تکنولوژی از جمله طراحی و ساخت را کسب کرد. پیش شرط‌های اساسی در این زمینه عبارتند از:

۱- مشخص شدن سیاست‌های کلان کشور در امور استفاده از ذخایر گازی از جمله مصرف داخلی، تزریق گازبه مخازن نفت در جهت افزایش بازده تولید و یا صادرات؛ با توجه به واقعیات موجود در صنعت گازکشور و همچنین برنامه‌های تولید گازباید اولویت‌های کلان کشور را به‌طور شفاف مشخص کردتا در مرحله بعد بتوان سیاست‌های درست و اصولی را در جهت انتقال و یا توسعه هر یک از تکنولوژی‌های نامبرده اجراکرد.

۲- گسترش فرهنگ و شناخت بیشتر فناوری‌های ذکر شده و سعی در تربیت آموزش نیروی انسانی متخصص و گسترش فعالیت‌های تحقیق و توسعه در این زمینه.

۳- فراهم کردن زیرساخت‌های لازم در جهت به وجود آوردن شرکت‌های همکاری مشترک و سعی در اجرا ،انتقال و یا توسعه فناوری‌های مذکور در مقیاس‌های اقتصادی.

**نتیجه گیری و جمع بندی:**

باید اشاره کردکه اهمیت استفاده از فناوری‌های مذکور در کشورهای دارنده ذخایر گازبسیار زیاد است. ولی ممکن است سودآوری چنین طرح‌هایی در مقایسه با دیگر طرح‌های نفتی و یا بهره‌برداری از آنها پایین‌تر باشد. از این رو، انتظار سودآوری همسان از طرح‌های انجام شده در پروژه‌های نفت با طرح‌های انجام شده گازی در رد و یا اجرای یک پروژه نباید وجود داشته باشد. فناوری‌های LNG ویا GTL با توجه به قدمت خود هنوز جزو فناوری‌های نوین به شمار می‌روند و توسعه و بهبود در آنها پیوسته در جریان است. از طرفی در سال‌های آینده قطعاً قیمت‌های گازبا گسترش تقاضای آن به دلایل زیست محیطی افزایش زیادی خواهد یافت و طرح‌های گازی از توجیه اقتصادی بسیار بالاتری برخوردار خواهند بود. نکته دیگر آنکه در بکارگیری هر یک از این فناوری‌ها به دلیل پیچیدگی و مرکب بودن فعالیت‌های مرتبط طیف وسیعی از نیروهای متخصص فنی بکار گرفته می‌شود که از این رو سعی در برنامه‌ریزی جهت کسب سطوح بالاتر تکنولوژیکی و همچنین گرفتن سهم بیشتر از انجام فعالیت‌های مرتبط، در این زمینه می تواند منافع اقتصادی چنین پروژه‌هایی را در آینده دو چندان کند.

**منابع و مآخذ:**


۱- سیامک ادیبی، "بررسی امکان تولید و صادرات LNG در کشور ایران تا سال ۲۰۱۰، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اقتصاد انرژی دانشگاه آزاد اسلامی، ، تهران ۱۳۸۱.

۲- علیرضا احمدخانی، "بررسی امکان تولید GTL در کشور ایران"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اقتصاد انرژی، دانشگاه تهران ۱۳۸۲.

۳- آشنایی با فناوری تبدیل متان به الفین، حمید رضا بختیاری، شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران، ۱۳۸۰.

۴- استفاده از تکنولوژی‌های CNG و هیدرات در انتقال گازطبیعی، سیامک ادیبی، شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران،۱۳۸۲.

5- Fundamental Of LNG Industry, Petrolum Economist, London, 2004.

6- Sawchuck J Howard, "LNG Technilogy", www.bpgaseconomy.com

7- Vink, K. Presented at LNG 12th conference, Perth, Australia, May 1998.

R. Klein "Comparison of Base load Liquefaction Processes", Paperand Nagelvoort.