

آشنایی با فرآوردی های گازی CNG، LPG و LNG

ACQUINTANCE WITH CNG, LPG & LNG

بخش تحقیق و توسعه

زمستان ۱۳۸۵

شماره سند: 00 0091 PB 0 09653 01



RAH SHAHR

۹۱

آشنایی با فرآوری های گازی CNG، LPG و LNG

## Acquaintance with CNG, LPG & LNG

به کوشش: مهندس شیدا غیاثی، مهندس ندا ذکایی

(بخش شهرسازی گروه مهندسين مشاور ره شهر)

حروفچینی کامپیوتری: بخش حروفچینی ره شهر

چاپ و صحافی: چاپ ره شهر

آدرس وب سایت نشریات فنی گروه مهندسين مشاور ره شهر: [www.rahshahr.com/bulletins](http://www.rahshahr.com/bulletins)

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	گاز به جای نفت.....
۲	تقاضا برای گاز طبیعی در جهان .....
۳	مصرف گاز طبیعی در ایران.....
۳	ذخایر گاز طبیعی ایران.....
۴	میدان گازی پارس جنوبی.....
۵	توسعه پارس جنوبی.....
۸	اهداف تولیدی فازهای مختلف توسعه میدان گازی پارس جنوبی.....
۹	انواع فراوری‌های گازی.....
۹	گاز نفتی مایع LPG.....
۹	معرفی گاز مایع.....
۱۰	شرایط نگهداری.....
۱۰	مقایسه LPG با سایر سوخت‌ها .....
۱۱	LPG در جهان.....
۱۲	عرضه و تقاضای LPG در جهان .....
۱۳	برتری های محیط زیستی .....
۱۳	مزایای مصرف LPG .....
۱۳	معایب مصرف LPG .....
۱۴	جمع بندی.....
۱۴	گاز طبیعی متراکم CNG.....
۱۴	معرفی گاز طبیعی متراکم.....
۱۵	مقایسه CNG با سایر سوخت‌ها.....
۱۵	CNG در جهان.....
۱۵	CNG در ایران.....
۱۷	برتری های محیط زیستی.....
۱۷	مزایای مصرف CNG.....

۱۷	.....	معایب مصرف CNG
۱۸	.....	جمع بندی
۱۸	.....	گاز طبیعی مایع LNG
۱۸	.....	معرفی گاز طبیعی مایع
۱۹	.....	تاریخچه LNG
۲۰	.....	تولید LNG در جهان
۲۱	.....	LNG در ایران
۲۲	.....	وضعیت قراردادهای فروش LNG ایران در سالهای آتی
۲۳	.....	عرضه و تقاضای LNG در آسیا
۲۳	.....	فرایند تولید LNG
۲۴	.....	هزینه احداث واحد LNG
۲۴	.....	تجارت LNG
۲۵	.....	موارد مصرف LNG
۲۶	.....	روش نگهداری
۲۶	.....	انتقال LNG
۲۷	.....	مزایای استفاده از LNG
۲۷	.....	معایب استفاده از LNG
۲۷	.....	برتری های محیط زیستی
۲۷	.....	جمع بندی
۲۸	.....	نتیجه گیری
۲۹	.....	منابع و ماخذ

## پیشگفتار

در نمودار تغییرات دمای کره زمین در طول ۱۵۰ سال اخیر، غیر از افت و خیزهای سریع و ظاهراً بدون دلیل یک روند رو به رشد دیده می شود که با آهنگ رو به افزایش تولید و انتشار دی اکسید کربن در این مدت، هماهنگی دارد. این که بخواهیم گازهای گلخانه ای را تنها عامل موثر افزایش دمای زمین به حساب بیاوریم، چندان منصفانه نیست، اما تقریباً همه آن را به عنوان مهم ترین پارامتر دخیل در این اتفاق پذیرفته اند. اتفاقی که آب شدن یخ های دائمی قطب و بالا آمدن آب اقیانوس ها، بدیهی ترین و قابل پیش بینی ترین عواقب آن خواهد بود.

چاره ای که بشر در شرایط عادی و تا پیش از این برای رهایی از دی اکسید کربن تولید شده در فعالیت های طبیعی و انسانی می اندیشید، ساده بود: پناه بردن به جنگل ها، اقیانوس ها و خاک، اما بعید است این سه بتوانند در مقابل رشد شدید دود شدن سوخت های فسیلی کاری از پیش ببرند.

تاکنون مهم ترین و معمولی ترین سوخت برای استفاده در شبکه های حمل و نقل، در بسیاری از کشورهای دنیا بنزین و گازوئیل بوده است. خودرو هایی که سوخت بنزین یا گازوئیل مصرف می کنند، موجب انتشار مواد مضر و آلاینده با ترکیبات شیمیایی پیچیده می شوند که به نوبه خود سبب تولید ازن در سطح زمین می گردند. با آن که تمهیدات گوناگون برای کاهش آلودگی اعم از برنامه های معاینه فنی خودروها یا نصب سیستم های کنترل انتشار آلاینده در خروجی موتور خودروها در کشورهای پیشرفته بکار گرفته شده، اما این برنامه ها در شهرهای بزرگ، تولید ازن و آلاینده ها را به حد کافی کاهش نداده است.

وقتی سوخت های فسیلی با ترکیب هیدروکربورهای مختلف بطور کامل می سوزند، یعنی با اکسیژن موجود در هوا ترکیب می شوند، دی اکسید کربن و آب تولید می کنند. حال اگر عمل سوختن کامل نباشد، به جای مقداری از دی اکسید کربن ( $CO_2$ )، مونوکسید کربن ( $CO$ ) تولید می شود که ماده ای بسیار سمی است. همچنین برخی از اتم های کربن موجود در ترکیبات سوخت بصورت نسوخته و ذرات جامد کربن روی هم انباشته و همراه هیدروکربورهای نسوخته از آگروز خودروها بصورت دوده خارج می شوند.

هیدروکربورهای نسوخته نیز به همراه مقادیری از سوخت که پیش از ورود به موتور تبخیر و به هوا منتشر می شوند، در مجاورت نور خورشید با ترکیبات اکسیدهای نیتروژن حاصل از عمل احتراق در موتور، ترکیب شده و ازن تولید می کنند. اگر چه ازن مانع از عبور نور ماورای بنفش و رسیدن به سمت زمین می شود، اما در سطح زمین از مهم ترین عوامل ایجاد کننده مه دوده شیمیایی (smog) و تولید کننده مواد سمی مضر برای سلامتی انسان محسوب می شود.

سوخت‌های پاک دارای خواص فیزیکی و شیمیایی ذاتی هستند که آنها را از بنزین با ساختار و ترکیبات کنونی در عمل احتراق، پاک‌تر می‌کند، بطور کلی این سوخت‌ها هنگام احتراق، هیدروکربور نسوخته کمتری تولید می‌کنند و مواد منتشر شده از احتراق آنها فعالیت شیمیایی کمتری برای تشکیل ازن و مواد سمی دیگر دارند. استفاده از سوخت‌های جانشین، شدت افزایش و انباشته شدن دی‌اکسید کربن را که سبب گرم شدن زمین می‌شوند نیز کاهش می‌دهد.

نشریه حاضر که به منظور شناخت اجمالی سه نوع از مهمترین فراورده‌های گازی توسط بخش شهرسازی "گروه مهندسين مشاور ره شهر" تهیه شده است، گامی کوچک در جهت توسعه و حرکت به سوی استفاده بهینه از منابع عظیم گازی کشورمان به شمار می‌رود.

سعید شهیدی

مدیر بخش تحقیق و توسعه

## مقدمه

جمعیت کره زمین در پایان قرن ۲۱ به ۱۱/۳ میلیارد نفر خواهد رسید. با بالا رفتن جمعیت و سطح استانداردهای زندگی بشر، رشد مصرف انرژی نیز رشد چشمگیری خواهد داشت. بر این اساس سازمان اطلاع رسانی انرژی (EIA) پیش بینی می‌کند که میزان مصرف انرژی در ۲۵ سال اول قرن ۲۱ میلادی دو برابر خواهد گردید.

از دیرباز استفاده از انرژی، از جمله مهمترین نیازهای بشر بوده است. انسان‌های اولیه با منابعی از انرژی از قبیل باد و آب و خورشید نیاز خود به انرژی را برآورد می‌کردند. بعدها با کشف منابع جدید انرژی از قبیل زغال سنگ دوران جدیدی برای توسعه صنعت و حمل و نقل به وجود آمد و نهایتاً با کشف چاه‌های نفتی منبع جدید انرژی پا به عرصه جهان گذاشت و به عنوان سوخت تجاری غالب مطرح شد ولیکن در عصر حاضر کاهش سریع منابع نفتی جهان به عنوان اصلی‌ترین تأمین کننده انرژی، نشان از یک خلاء بزرگ انرژی دارد. بنابراین نیاز به یک جانشین مناسب به عنوان منبع انرژی جدید وجود دارد و گاز طبیعی با داشتن خصوصیات چون فراوانی پراکندگی در جهان، هزینه کمتر استخراج، قیمت مناسب، قابلیت رقابت (با توجه به داشتن ارزش حرارتی)، آلاینده‌گی کمتر محیط زیست در قیاس با سایر سوخت‌های فسیلی دارای ارزش بیشتری است. بر همین اساس کارشناسان مسائل انرژی عقیده دارند، تقاضای گاز طبیعی تا سال ۲۰۱۰ دو برابر شده و گاز طبیعی انرژی برتر قرن ۲۱ خواهد بود.

به عنوان مهمترین مصارف گاز طبیعی، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: مصارف خانگی، مصارف تجاری، مصارف صنعتی، حمل و نقل، تولید برق با استفاده از گاز طبیعی، تزریق در چاه‌های نفت، تولید محصولات پتروشیمی و...

همچنین گاز طبیعی دارای مزایای فراوانی چون آلاینده‌گی کم، قیمت ارزان، پیشرفت فن‌آوری حمل و نقل، جایگزینی مناسب برای نفت و بنزین می‌باشد و تا مدت‌ها قادر خواهد بود نیاز بشر به سوخت را تأمین نماید.

رشد سریع مصرف گاز در مقایسه با سایر حامل‌های انرژی در سال‌های اخیر مویده همین امر است.

از جمله فن‌آوری‌های مرتبط با گاز که کاربردهای فراوانی در این صنعت دارند عبارتند از: گاز طبیعی مایع

شده (LNG)، گاز نفتی مایع (LPG)، گاز طبیعی متراکم (CNG)

در این نشریه پس از ارائه مقدمه‌ای مبنی بر میزان ذخایر گازی ایران و توسعه میدان پارس جنوبی به معرفی فن‌آوری‌های مذکور، کاربرد آنها، میزان مصرف آنها در جهان و مقایسه آنها با سایر سوخت‌ها می‌پردازیم. امیدواریم با استفاده از تکنولوژی‌های نو بتوانیم در کشوری که از لحاظ ذخایر گازی بسیار غنی است و دارای مقام دوم ذخایر گاز دنیا می‌باشد از این منابع عظیم و تجدید ناپذیر استفاده بهینه نمایم.

بخش شهرسازی

مهندسین مشاور ره شهر



## گاز به جای نفت:

سوخت‌های پاک دارای خواص فیزیکی و شیمیایی ذاتی هستند که آنها را از بنزین با ساختار و ترکیبات کنونی در عمل احتراق، پاک‌تر می‌کند، بطور کلی این سوخت‌ها هنگام احتراق، هیدروکربور نسوخته کمتری تولید می‌کنند و مواد منتشر شده از احتراق آنها فعالیت شیمیایی کمتری برای تشکیل ازن و مواد سمی دیگر دارند. استفاده از سوخت‌های جانشین، شدت افزایش و انباشته شدن دی‌اکسید کربن را که سبب گرم شدن زمین می‌شوند نیز کاهش می‌دهد.

در این حال رویکرد جهانی به سمت استفاده از برخی انرژی‌های غیر آلاینده از جمله انرژی خورشید، انرژی باد و آب، به دلیل محدودیت‌های جغرافیایی و شرایط اقلیمی، گسترش کافی نیافته و پاسخگوی نیاز روز افزون انرژی نبوده است. از سوی دیگر افزایش قیمت جهانی نفت و کشف مخازن جدید گاز طبیعی همه توجه را به سوی استفاده از گاز طبیعی و امکان تبدیل این منبع انرژی به سوخت‌های پاک و فاقد آلاینده هدایت نموده است.

در جدول زیر می‌توان میزان آلودگی هوای ناشی از سوخت گازی و سوخت نفتی را مقایسه کرد:

انواع آلاینده ها	گاز طبیعی	نفت
اکسیدهای نیتروژن	۴۳	۱۴۲
دی‌اکسید گوگرد	۰/۳	۴۳۰
ذرات معلق	۲	۳۶

واحدها برحسب کیلوگرم به ازای هر ژول انرژی مصرف شده می‌باشد

World Energy Council Website ماخذ:

علاوه بر مزیت‌های محیط زیستی، رقابت پذیری مطلوب و قابل دسترس بودن منابع گسترده قابل اکتشاف، گاز طبیعی را بطور فزاینده‌ای به عنوان یک محصول نزد مشتریان به مثابه سوختی مناسب، با اقبال روبرو ساخته است.

انتظار می‌رود که گاز سهم خود را در افزایش تقاضای انرژی‌های عمده جهانی از ۲۳ درصد به ۲۶ درصد در سال ۲۰۲۰ افزایش دهد و مصرف گاز طبیعی را به ۳۱۴۹ میلیون تن معادل نفت در این سال برساند.

### تقاضا برای گاز طبیعی در جهان:

تصویر منطقه ای پیش بینی تقاضای گاز طبیعی و همچنین میزان رشد مصرف طی سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵ در مناطق مختلف جهان در جدول زیر آمده است.

#### چشم انداز تقاضای جهانی گاز طبیعی

متوسط رشد سالانه ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵	متوسط رشد سالانه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰	متوسط رشد سالانه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰	۲۰۲۵	۲۰۲۰	۲۰۱۰	۲۰۰۰	
۱/۵	۱/۵	۱/۲	۱۶۲۲/۰	۱۵۰۴/۹	۱۲۹۱/۲	۱۱۴۳/۵	نواحی OECD
۱/۷	۱/۶	۰/۸	۹۰۸/۷	۸۳۵/۲	۷۰۹/۹	۶۵۲/۸	آمریکای شمالی
۱/۱	۱/۲	۱/۵	۵۳۱/۲	۵۰۲/۰	۴۴۴/۹	۳۸۴/۵	اروپای غربی
۱/۷	۲/۱	۲/۵	۱۸۲/۱	۱۶۷/۷	۱۳۶/۳	۱۰۶/۱	اقیانوس آرام
۴/۷	۴/۷	۵/۱	۷۶۶/۱	۶۰۹/۵	۳۸۵/۰	۲۳۴/۱	اوپک
۵/۹	۶/۴	۶/۸	۹۴۷/۳	۷۱۰/۴	۳۸۰/۶	۱۹۶/۵	کشورهای در حال توسعه
۳/۷	۴/۲	۵/۵	۸۶/۳	۷۲	۴۷/۹	۲۸/۱	شوروی سابق
۲/۶	۲/۸	۳/۵	۹۹۰/۹	۸۷۳/۷	۶۶۳/۱	۴۷۱	چین
۱/۴	۱/۵	۱/۷	۴۰/۳	۳۷/۶	۳۲/۳	۲۷/۴	سایر اروپا
۳/۲	۳/۱	۲/۹	۴۴۵۲/۹	۳۸۰۸/۱	۲۸۰۰/۱	۲۱۰۰/۶	مجموع جهان

مأخذ: Oil and Energy Outlook to 2025, OPEC Secretariat March 2004

در میان مناطق مختلف جهان بیشترین شتاب تقاضا را کشورهای در حال توسعه و پس از آن کشورهای عضو اوپک به خود اختصاص خواهند داد، این در حالی است که بیشترین میزان مصرف به کشورهای OECD تعلق دارد.

### مصرف گاز طبیعی در ایران:

ایران در سال‌های آینده به عنوان یکی از بازارهای مهم مصرف گاز خاورمیانه شناخته خواهد شد. نرخ رشد مصرف گاز در ایران از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۳ بطور متوسط حدود ۷/۴ درصد و در سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۸ بطور متوسط حدود ۱۲ درصد در سال بوده است. در پنج سال منتهی به ۱۳۸۳ میانگین رشد سالانه مصرف گاز کشور به حدود ۱۰ درصد رسید و این در حالی است که متوسط رشد سالانه مصرف در خاورمیانه در همین دوره حدود ۳ درصد برآورد شده است. جدول زیر روند تاریخی و چشم انداز مصرف گاز را نشان می‌دهد.

### مصرف گاز طبیعی ایران (میلیون متر مکعب)

سال	۱۳۶۸	۱۳۷۳	۱۳۷۸	۱۳۸۰	۱۳۸۵	۱۳۹۰	۱۳۹۳
مصرف داخلی	۶۰/۸	۸۷/۱	۱۵۲/۶	۱۷۹	۲۶۰	۳۶۹	۴۴۸
درصد رشد سالانه	۷/۵	۱۰/۴	۷/۷	۷/۵	۶/۷	-	-

مأخذ: گزارش نفت و توسعه، شماره ۵

### ذخایر گاز طبیعی ایران :

ایران به عنوان دارنده حدود ۱۵ درصد از ذخایر گاز دنیا، دومین دارنده ذخایر گاز طبیعی جهان به شمار می‌آید. از سوی دیگر نیاز روزافزون کشورهای جهان به انرژی و از جمله گاز طبیعی، ایران را در موقعیتی مهم قرار می‌دهد.

تاریخ اتمام ذخایر قابل استحصال کشور در صورت کشف نشدن ذخایر جدید برای گاز ، ۱۷۹ سال است.

### ذخایر گاز ایران (تریلیون متر مکعب)

موقعیت	ذخیره (تا پایان سال ۸۳)
خشکی	۲/۲۲۲
دریا	۰/۲۱۷
جمع	۲/۴۳۹

سیاست انرژی کشور بر اساس بهره‌گیری هرچه بیشتر از منابع گاز طبیعی و افزایش سهم گاز در سبد مصرفی حامل‌های انرژی از طریق توسعه ظرفیت تولید و توسعه شبکه‌های انتقال و گازرسانی شکل گرفته است تا از این

رهگذر صرفه جویی اساسی در مصرف نفت خام و فراورده های نفتی مایع که می تواند درآمدهای صادراتی کشور را افزایش دهد حاصل شود. نگرشی به فعالیت های شرکت ملی گاز ایران طی دوره ۱۳۸۳-۱۳۷۶، نشان دهنده تلاش همه جانبه برای تحقق این سیاست در کشور است.

بزرگترین حوزه گاز طبیعی غیر همراه (با نفت) ایران در "پارس جنوبی" قرار دارد که در ادامه بطور مختصر به معرفی این حوزه و اهداف آن می پردازیم.

### میدان گازی پارس جنوبی:

میدان گازی پارس جنوبی که در امتداد میدان گازی گنبد شمالی (North Dome) قطر قرار دارد و در سال ۱۳۶۸ کشف شده است بزرگترین منبع گازی مستقل جهان است. این میدان در یکصد کیلومتری جنوب غربی بندر عسلویه در خلیج فارس واقع شده و با حوزه گازی قطر مشترک است. قطر در سرمایه گذاری برای برداشت از میدان گاز پارس جنوبی ۱۰ سال جلوتر از ایران است. با توجه به شرح مذکور، توسعه این میدان با هدف تامین تقاضای رو به رشد گاز طبیعی مورد نیاز کشور و تزریق آن به میادین نفتی و همچنین صادرات میعانات گازی، در دستور کار شرکت ملی نفت ایران قرار گرفته است.

وسعت میدان گازی پارس جنوبی ۹۷۰۰ کیلومتر مربع بوده که ۳۷۰۰ کیلومتر مربع آن در آبهای ایران و ۶۰۰۰ کیلومتر مربع آن در محدوده کشور قطر قرار گرفته است. ذخیره گازی بخش مربوط به ایران طبق آخرین برآوردها حدود ۴۵۰ تریلیون فوت مکعب بوده که حدود ۷/۲ درصد ذخایر گازی جهان و نیمی از ذخایر گاز ایران را به خود اختصاص داده است.

همچنین حجم میعانات گازی آن حدود ۱۷ میلیارد بشکه میباشد. جدول زیر لایه های مختلف این میدان را با ذکر ذخیره هر لایه نشان میدهد:

نام لایه	حجم گاز (تریلیون متر مکعب)	حجم میعانات گازی (میلیون بشکه استاندارد)
K1	۲۷۶۶	۳۱۱۷
K2	۲۱۶۹	۲۹۸۷
K3	۲۸۸۳	۳۷۱۵
K4	۵۳۱۲	۷۲۹۸
جمع	۱۳۱۳۰	۱۷۱۱۶

#### توسعه پارس جنوبی:

اهمیت میدان مشترک گازی پارس جنوبی بر کسی پوشیده نیست و جزو اولویت های مهم صنعت نفت کشور می باشد. جهت بهره برداری، میدان به ۲۸ فاز تقسیم شده است و هر فاز به گونه ای طراحی شده که روزانه توان تولید ۲۸ میلیون متر مکعب (حدود ۱ میلیارد فوت مکعب) گاز را داشته باشد. نظر به اینکه کشور قطر بهره برداری از این میدان را ۱۰ سال قبل از ایران آغاز نموده است تسریع در روند اجرای فازهای پیش بینی شده امری اجتناب ناپذیر است.

فازهای مختلف توسعه میدان گازی پارس جنوبی عموماً "مشمتمل بر تاسیسات خشکی و تاسیسات دریایی می گردند. تاسیسات ساحلی شامل پالایشگاههای گاز، خطوط لوله انتقال گاز و تاسیسات جنبی و زیربنایی بوده و تاسیسات دریایی شامل سکوهایی دریایی و خطوط لوله زیر دریا می باشد. به منظور پشتیبانی از فعالیتهای این طرح، ساخت فرودگاه بین المللی و پروژه های شهرک مسکونی، احداث خط لوله انتقال گاز، جاده های ارتباطی، مهپار سیلاب، اسکله، تامین آب و غیره نیز انجام پذیرفته است.

این مخزن گازی مانند همه مخازن دیگر نفت و گاز، همانند یک اسفنج سخت بصورت یک لایه سنگ پر از خلل و فرج می باشد و از قوانین ظروف مرتبط تبعیت می کند. اگر از یک طرف چنین مخزنی برداشت کنیم، گاز، از ناحیه پر فشار به ناحیه کم فشار منتقل می شود. بنابراین هرچه بیشتر حفاری کنیم، بهتر است.

فازهای مختلف بهره برداری از میدان گازی پارس جنوبی در قالب منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس به این شرح می باشند:

- فاز ۱: عملیات توسعه این فاز در بهمن ماه سال ۱۳۷۶ با سرمایه گذاری ۹۱۰ میلیون دلار به روش بیع متقابل به شرکت ایرانی پتروپارس واگذار گردید. عملیات راه اندازی این فاز در تیرماه سال ۱۳۸۲ آغاز و در آبان ماه سال ۱۳۸۲ رسماً مورد بهره برداری قرار گرفتند.
- فازهای ۲ و ۳: اجرای فازهای ۲ و ۳ طرح توسعه میدان گازی پارس جنوبی به صورت بیع متقابل در تاریخ ۷۶/۷/۲۵ به کنسرسیوم شرکت‌های توتال، گاز پروم و پتروناس واگذار گردید. این دو فاز در بهمن ماه سال ۱۳۸۱ رسماً مورد بهره برداری قرار گرفتند.
- فازهای ۴ و ۵: قرارداد توسعه فازهای ۴ و ۵ به صورت بیع متقابل بین شرکت «انی» ایتالیا و پتروپارس ایران در روز ۷۹/۵/۶ امضاء رسید و در فروردین ماه سال ۱۳۸۴ مورد بهره برداری قرار گرفتند.
- فازهای ۶ و ۷: عملیات توسعه این فازها به منظور تزریق گاز ترش به میدین نفتی آغاجاری پیش بینی شده است که در بهمن ماه ۱۳۸۲ با سرمایه گذاری بالغ بر یک میلیارد و نهصد و شصت و چهار میلیون دلار بصورت بیع متقابل به کنسرسیومی متشکل از شرکت ایرانی پتروپارس و شرکتهای TOYO و JGC ژاپن، دیلیم کره جنوبی و سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران واگذار گردید و بهره برداری کامل از این فازها، سال ۱۳۸۵ پیش بینی می‌گردد.
- فازهای ۹ و ۱۰: عملیات توسعه این فازها در شهریور ماه سال ۱۳۸۱ با سرمایه گذاری بیش از ۲ میلیارد دلار بصورت (EPCC) شامل مهندسی، خرید، ساخت و راه اندازی به روش تامین مالی پروژه ها (فاینانس) به کنسرسیوم متشکل از شرکتهای (LG) کره جنوبی، شرکت مهندسی و ساختمان صنایع نفت (OIEC) و شرکت مهندسی و ساخت تاسیسات دریایی ایران (IOEC) واگذار و بهره برداری کامل از این فازها برای سال ۱۳۸۶ پیش بینی می‌گردد.
- فاز ۱۱: طرح توسعه فاز ۱۱ به منظور تامین گاز ترش مورد نیاز واحد PARS LNG طراحی و اجرا خواهد شد. طرح توسعه این فاز به شرکتهای توتال و پتروناس واگذار گردیده است.
- فاز ۱۲: طرح توسعه فاز ۱۲ به منظور تولید روزانه ۸۴ میلیون مترمکعب گاز از مخزن طراحی و اجرا خواهد شد که ۵۶ میلیون مترمکعب آن جهت تغذیه واحدهای NIOC LNG و یا بصورت ترش جهت تزریق به میدین نفتی و ۲۸ میلیون مترمکعب آن پس از تصفیه و شیرین سازی جهت مصارف داخلی اختصاص خواهد یافت.
- فازهای ۱۳ و ۱۳A: طرح توسعه فازهای ۱۳ و ۱۳A به منظور تامین گاز ترش مورد نیاز واحد PERSIAN LNG طراحی و اجرا خواهد شد. طرح توسعه این فازها به شرکتهای Repsol و Shell واگذار گردیده است.
- فاز ۱۴: طرح توسعه این فاز در مراحل مطالعاتی می‌باشد.
- فازهای ۱۵ و ۱۶: طرح توسعه این فازها به مشارکت شرکتهای اکرکورنر/قرب/صدرا واگذار خواهد شد.

- فازهای ۱۷ و ۱۸: تاسیسات ساحلی این طرح در فاصله ۱۰۰ کیلومتری و در منطقه عسلویه احداث می‌گردد. دو سکوی حفاری تولید شامل ۲۷ حلقه چاه، دو رشته خط لوله ۳۲ اینچ دریایی انتقال گاز، دو خط لوله ۴/۵ اینچ انتقال محلول گلایکول ، واحدهای شیرین سازی گاز و سرویسهای وابسته تاسیسات ساحلی و دریایی این طرح را شامل می‌شود. پالایشگاه ساحلی این طرح عینا مشابه طرح توسعه فازهای ۱۵ و ۱۶ بوده و در منطقه عسلویه و مجاور فازهای ۱۵ و ۱۶ احداث می‌گردد.

- فازهای ۱۹ و ۲۰ و ۲۱: طرح توسعه این فازها در مراحل مطالعاتی می‌باشد.

اهداف تولیدی فازهای مختلف توسعه میدان گازی پارس جنوبی

فازهای در حال مناقصه					فازهای در حال بهره برداری و یا در دست اجرا							شرح
فازهای ۲۰ و ۱۹	فازهای ۱۶ و ۱۵	فاز ۱۴	فاز A ۱۳ و ۱۳	فاز ۱۱	فازهای ۱۸ و ۱۷	فاز ۱۲	فازهای ۱۰ و ۹	فازهای ۸ و ۷	فازهای ۵ و ۴	فازهای ۳ و ۲	فاز ۱	
۵۶/۶	۵۶/۶	۴۰	۸۴	۵۶/۶	۵۶/۶	۸۴	۵۶/۶	۸۵	۵۶/۶	۵۶/۶	۲۸/۳۰	تولید از مخزن (میلیون متر مکعب در روز)
۵۰	۵۰	-	-	-	۵۰	۲۵	۵۰	-	۵۰	۵۰	۲۵	گاز طبیعی تصفیه شده (میلیون مترمکعب در روز)
-	-	-	-	-	-	-	-	۸۰	-	-	-	گاز ترش جهت تزریق (میلیون مترمکعب در روز)
-	-	-	۱۵	۱۰	-	۱۰	-	-	-	-	-	گاز طبیعی مایع شده LNG (میلیون تن در سال)
۱	۱	-	-	-	۱	۰/۵	۱	-	۱	*	*	گاز اتان (خوراک پتروشیمی) (میلیون تن در سال)
۱/۰۵	۱/۰۵	-	-	-	۱/۰۵	۰/۵۳	۱/۰۵	۱/۲	۱/۰۵	*	*	گاز مایع (LPG) (میلیون تن در سال)
۷۵	۷۵	۵۶	۱۰۵	۷۰	۷۵	۱۱۰	۸۰	۱۲۰	۸۰	۸۰	۴۰	میعانات گازی (CONDENSATE) (هزار بشکه در روز)
۴۰۰	۴۰۰	۲۸۰	۶۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۴۰۰	-	۴۰۰	۴۰۰	۲۰۰	گوگرد (تن در روز)
-	-	۱۱۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	GTL (هزار بشکه در روز)

\* گاز مایع و اتان در پتروشیمی جدا می شود

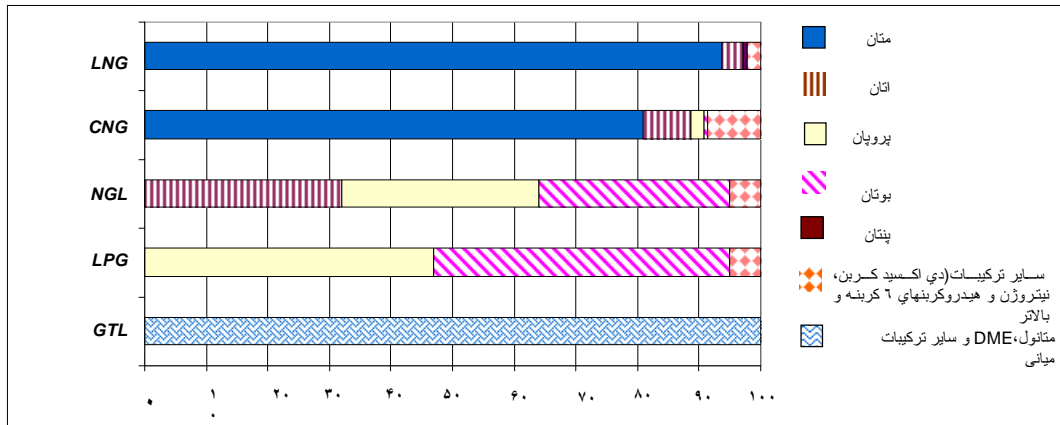
مأخذ: گزارش نفت و توسعه شماره ۵



## انواع فرآوری‌های گازی:

از انواع فرآوری‌های گازی که در این صنعت کاربردهای فراوانی دارند می‌توان از LNG, CNG, LPG, GTL و.... نام برد.

### ترکیبات موجود در سوخت‌های گازی مختلف



در این گزارش، انواع هیدروکربورهای گازی طبیعی که به عنوان سوخت‌های جایگزین نفت شناخته شده‌اند از جمله گاز طبیعی مایع (LNG)، گاز مایع (LPG) و گاز طبیعی فشرده (CNG) بطور خلاصه معرفی شده‌اند. لازم به ذکر است که با توجه به اهمیت بیشتر LNG نسبت به LPG و CNG بخصوص در ایران، در این گزارش، بخش LNG با جزئیات بیشتری توضیح داده شده است.

### الف- گاز نفتی مایع (Liquefied Petroleum Gas) LPG

#### معرفی گاز مایع:

گاز مایع یک محصول جنبی صنعت نفت است که عمدتاً شامل پروپان، پروپیلن، بوتان و بوتیلن در نسبت‌های مختلف می‌باشد. قسمت عمده LPG از پروپان و بوتان با نسبتی تقریباً مساوی ترکیب شده است. گاز مایع فاقد رنگ، بو و طعم است و بطور کلی زیان‌آور نیست ولی در صورتیکه حجم زیادی از آن استشمام گردد باعث بیهوشی خواهد شد. LPG دارای عدد اکتان بالا (حدود ۱۰۵) می‌باشد.

در کشورهایی که نفت استحصالی دارای مقدار قابل توجهی گاز همراه است تولید LPG از این گازها کاملاً مقرون به صرفه است. LPG بیشتر به عنوان سوختی جایگزین برای وسایل نقلیه و نیز در برخی موارد به عنوان سوخت در بخش خانگی و تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### ترکیبات LPG

ترکیب	وزن مولکولی	نقطه جوش	چگالی	ارزش حرارتی BTU	عدد اکتان موتور MON
پروپان	۴۴/۱	-۴۲	۰/۵۰۷۷	۲۱۵۰۰	۹۷/۱
ایزوبوتان	۵۸/۱	-۱۱/۷	۰/۵۶۳۱	۲۱۰۹۰	۹۷/۶
نرمال بوتان	۵۸/۱	-۵	۰/۵۸۴۴	۲۱۱۴۰	۸۹/۶

البته باید در نظر داشت با توجه به اینکه گاز مایع بعنوان محصول فرعی پالایشگاه‌های گاز و نفت تولید می‌شود لذا فراوانی آن کاملاً محدود است. بنابراین نمی‌تواند به عنوان راه حل اساسی در کاهش آلودگی و جایگزینی سوخت در بسیاری از نقاط جهان مطرح باشد.

#### شرایط نگهداری:

LPG در شرایط فشار و دمای عادی بصورت گاز است و تحت فشار ۱۰-۸ اتمسفر اجزای آن به مایع تبدیل می‌شود بنابراین نگهداری و حمل و نقل این محصول به سادگی امکان پذیر است و هزینه قابل توجهی نخواهد داشت البته ترکیبات LPG برای مکانهای مختلف در فصول مختلف متفاوت است.

#### مقایسه LPG با سایر سوخت‌ها:

عمدتاً وسایل نقلیه با سوخت LPG آلودگی کمتری نسبت به وسایل بنزین سوز و گازوئیل سوز تولید می‌کنند. گاز گلخانه‌ای و اکسیدهای نیتروژنی حاصل از احتراق LPG در وسایل نقلیه به مقدار قابل توجهی کمتر از بنزین و گازوئیل می‌باشد. همچنین در مرحله تولید، انتقال و سوختگیری بدلیل ماهیت گازی، LPG، برخلاف بنزین و افزودنیهای آن نظیر MTBE، آلودگی برای آبهای زیرزمینی در پی ندارد. بطور کلی پتانسیل آلودگی آب و خاک و هوا بواسطه مصرف LPG بعنوان جایگزین بنزین و گازوئیل تا حد قابل قبولی کاهش می‌یابد. از این رو LPG به عنوان یک سوخت گازی که حالتی شبیه به سوخت‌های معمولی دارد می‌تواند جایگزین مناسبی

برای نفت خام و همچنین بنزین و گازوئیل گرانتقیمت وارداتی در کشورهای توسعه یافته اروپایی و ایالات متحده باشد.

### LPG در جهان

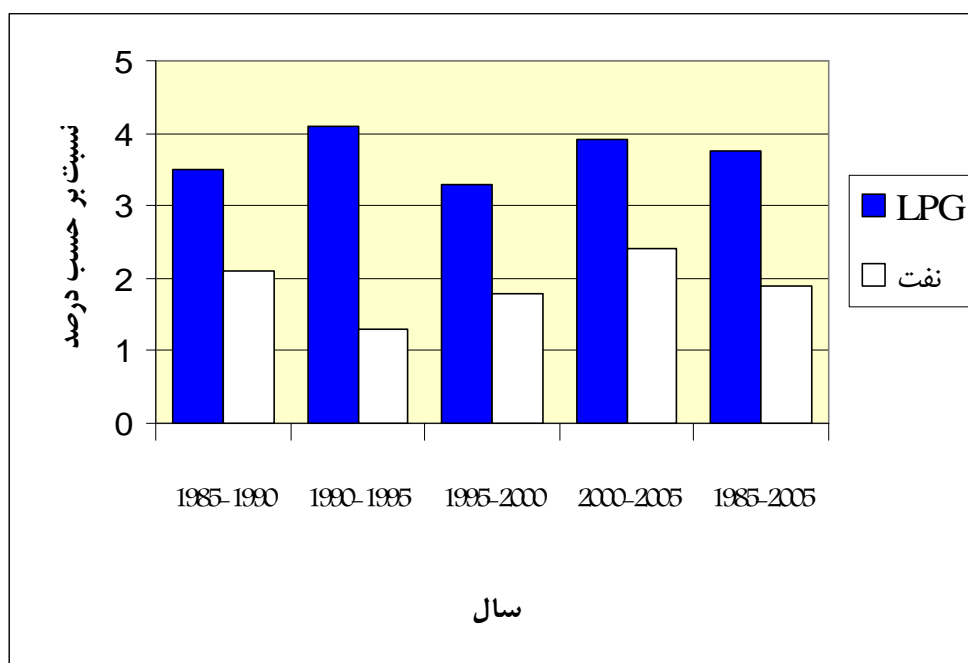
به علت کیفیت سوخت گاز مایع LPG و کاهش انتشار آلاینده ها، استفاده از این سوخت در جهان بصورت فزاینده‌ای مورد توجه بوده و در کشورهای مختلف مانند ایتالیا (با ۱۵۰۰۰۰۰ خودرو)، ژاپن، آمریکا و انگلستان استفاده از این سوخت جایگزین مورد حمایت و تشویق دولتها می باشد.

در استرالیا، ۴ درصد وسایل نقلیه مسافری (۳۳۰۰۰۰ خودرو) با سوخت LPG کار می کنند. این رقم در مکزیک حدود ۴۰۰۰۰۰ خودرو می باشد. در ایالات متحده و کانادا نیز به ترتیب ۳۵۰ هزار و ۱۷۰ هزار خودرو LPG مصرف می کنند. یکی از بزرگترین بازارهای آینده برای مصرف LPG آسیا است. رشد جمعیت، شتاب توسعه، افزایش نیاز به انرژی در کشورهای آسیایی خصوصاً هند و چین، منجر به رشد بازار مصرف LPG در این قاره شده است.

در اسپانیا نیز LPG برای اولین بار در سال ۱۹۸۶ بعنوان سوخت وسایل نقلیه از طریق دو جایگاه سوخت‌رسانی عرضه شد.

در حال حاضر تقریباً در ۵۰ نقطه جهان سوخت LPG به ۱۲۰۰۰ خودرو که همگی تاکسی هستند عرضه می شود.

مقایسه میزان تقاضای LPG و نفت خام در جهان



## عرضه و تقاضای LPG در جهان:

مسائلی نظیر عدم وابستگی به یک نوع حامل انرژی برای تامین امنیت ملی کشورها، استفاده از LPG بعنوان جایگزین گاز طبیعی که هم سازگار با محیط زیست بوده و هم پیچیدگی و مشکلات نقل و انتقال گاز طبیعی را ندارد، قیمت پایین آن نسبت به LNG و نیز هزینه نسبتاً پایین تغییرات خودرو برای استفاده از LPG موجب شده با وجود برخی مشکلات نظیر نبود شبکه مطمئن پشتیبانی و برخی مسائل ایمنی، نیاز جهان به LPG از ۴/۱ میلیون بشکه در روز در سال ۱۹۹۰ به ۵/۹ میلیون بشکه در روز در سال ۲۰۰۰ برسد. گزارش ها حاکی از افزایش بازار مصرف و نشانگر رشد مصرف جهانی LPG تا سقف ۷/۹ میلیون بشکه در روز در سال ۲۰۱۰ می‌باشد. رشد بازار مصرف LPG در نقاط مختلف جهان بین سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۵ به شرح زیر بوده است.

آمریکای شمالی: ۴۵۰ هزار بشکه در روز

آمریکای لاتین: ۲۱۰ هزار بشکه در روز

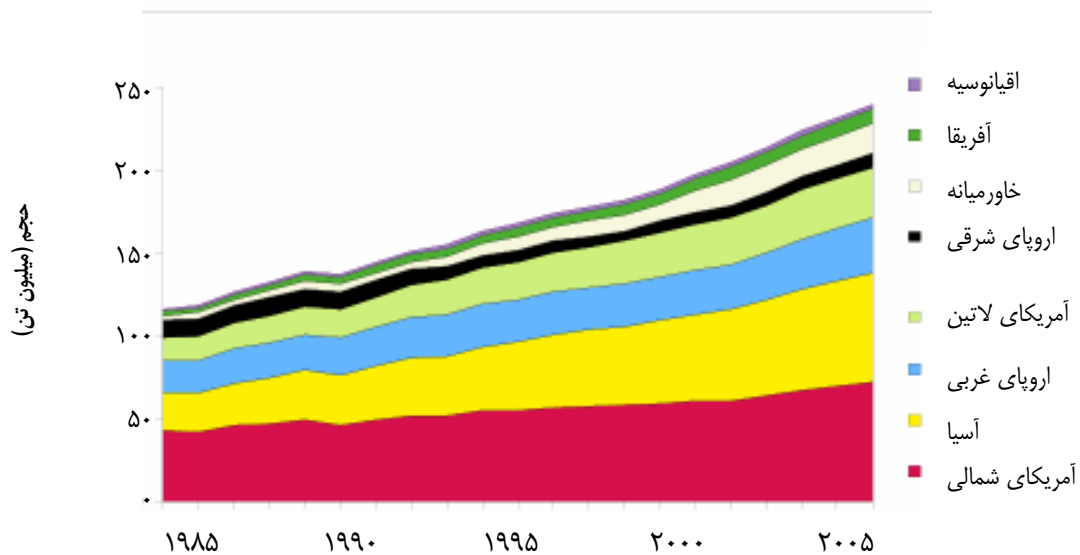
اروپا: ۲۱۰ هزار بشکه در روز

آسیا: ۵۰ هزار بشکه در روز

خاورمیانه: ۱۲۰ هزار بشکه در روز

آفریقا: ۱۵۰ هزار بشکه در روز

بطور کلی، با مقایسه آمارهای موجود، سالیانه ۲۰۰ هزار بشکه در روز کمبود LPG در جهان مشاهده می‌شود. میزان تقاضای LPG در نقاط مختلف جهان تا سال ۲۰۰۵ در شکل زیر نشان داده شده است:



### برتری های محیط زیستی :

از دیدگاه محیط زیستی، استفاده از LPG بصورت استانداردهای دارای کمترین چرخه حیات انتشار گازهای گلخانه‌ای در مقایسه با سایر سوخت‌های تجاری است. پتانسیل کاهش ازن با استفاده از این سوخت به نصف بنزین کاهش می‌یابد. همچنین انتشار هیدروکربن‌های نسوخته ۱۳٪، اکسیدهای نیتروژن ۲۰٪ مونوکسید کربن ۶۰٪ در مقایسه با بنزین کاهش می‌یابد.

### مزایای مصرف LPG :

- ۱- بدلیل حالت گازی LPG، موتور خودروی LPG سوز در هوای سرد نیز به راحتی روشن می‌گردد.
- ۲- سیستم های سوخت LPG پوشیده بوده و ضایعات تبخیری آنها قابل اغماض می‌باشد.
- ۳- حمل و نقل آن آسان بوده و سوخت‌گیری آن برای مصرف کنندگان برخلاف LNG و CNG آسان است.
- ۴- وسایل نقلیه LPG سوز برای استاندارد شدن گازهای خروجی نیازی به استفاده از کاتالیزور ندارند.
- ۵- ذرات سمی حاصل از احتراق آن نسبت به بنزین و گازوئیل ناچیز است.
- ۶- در مقایسه با سایر سوخت‌ها، هر گونه افزایش تقاضا برای LPG از منابع گاز طبیعی و نیز منابع پالایش نفت خام قابل تامین است.
- ۷- نشر PAH و آلدئید حاصل از احتراق LPG نسبت به وسایل نقلیه با سوخت‌های فسیلی ناچیز است.
- ۸- در مجتمع‌های پتروشیمی جایگزین مناسبی برای گاز طبیعی است.

### معایب مصرف LPG :

- ۱- مقدار انرژی LPG در حجم واحد پایین بوده و از این رو مخازن LPG فضای بیشتری نسبت به مخازن بنزین و گازوئیل اشغال می‌نمایند.
- ۲- مخازن LPG فشرده بوده و از وزن بیشتری نسبت به نوعهای بنزینی و دیزلی برخوردارند.
- ۳- LPG دارای ضریب انبساط می باشد بنابراین مخازن LPG می‌توانند تا ۸۰ درصد ظرفیت پر شوند.
- ۴- LPG سنگین تر از هوا است، از این رو برای شعله ور شدن نیازمند جابجایی مناسب است.
- ۵- قدرت موتور در موتورهای تبدیلی به میزان ۱۵-۱۰ درصد افت می‌کند.
- ۶- ممکن است موتور وسیله نقلیه در عبور از سربالایی ها توان مناسب را نداشته باشد.

### جمع بندی:

با توجه به مباحث قبل، در حال حاضر بازار مناسب LPG، سرمایه گذاری برای فروش و تولید LPG خصوصاً در کشورهای صاحب منابع طبیعی نفت و گاز را به گزینه‌ای مناسب تبدیل نموده است، وجود پالایشگاههای نفت و گاز بهره‌مند از فن‌آوری‌های نوین با بازدهی قابل قبول در کنار منابع نفت و گاز ارزان می‌تواند کشورهای صاحب منابع خصوصاً ایران را که هنوز سیاست خاصی برای استفاده از گازهای همراه خود ندارد به کسب ارزش افزوده‌های بیشتر از فروش فرآورده‌های خام موفق سازد. ایران در حال حاضر اقدام به تولید حدود ۲۰۰ هزار شبکه LPG در روز در پالایشگاه‌های نفت و گاز خود می‌نماید. با توجه به این نکته که کشور ما از منابع عظیم گاز طبیعی، وجود شبکه توزیع مناسب گاز طبیعی و نیز برنامه جایگزینی سوخت‌های فسیلی با LPG بهره‌مند است، می‌تواند اقدام به تولید و صادرات LPG نماید که مباحث مطرح شده در این گزارش نشانگر بازار رو به رشد و مناسبی برای تولید و صادرات آن است. این امر نیازمند جایگزینی صحیح LPG در خودروها، مراکز تجاری و خانگی و نیز مجتمع‌های پتروشیمی با گاز طبیعی است.

### ب- گاز طبیعی متراکم (Compressed Natural Gas) CNG

#### معرفی گاز طبیعی متراکم:

گاز طبیعی نیز سوختی فسیلی است که بصورت گاز و یا گاز همراه با چاه‌های نفت یا مایعات حاوی گاز از چاه‌ها استخراج می‌شود. گاز طبیعی بطور عمده از متان ( $CH_4$ ) تشکیل شده و دارای مقادیر ناچیزی اتان، پروپان، بوتان و پنتان است. متان، بی‌رنگ و بی‌بو است و با شعله‌ای کم‌رنگ و نسبتاً روشن می‌سوزد. CNG گاز طبیعی متراکم شده‌ای است که حجم آن به  $\frac{1}{۳۰۰}$  حجم اولیه تقلیل یافته است. CNG همان گاز طبیعی است که ما روزانه از آن در خانه و محل کار خود یا کارخانه با فشار پایین استفاده می‌کنیم. بدیهی است ذخیره سازی گاز در چنین فشاری، به واسطه حجم زیاد مورد نیاز، به صرفه نیست. گاز طبیعی پاک‌ترین سوخت فسیلی است، زیرا بطور عمده بخار آب و دی‌اکسید کربن تولید می‌کند و سایر آلاینده‌های تولیدی آن ناچیز هستند. گاز طبیعی فشرده، سوختی قابل استفاده در خودروها است و نسبت به بنزین مزیت‌ها و معایبی دارد. این سوخت عدد اکتان بالایی دارد، تمیز می‌سوزد، قابل اندازه‌گیری است و معمولاً میزان تولید گازهای خروجی آن پایین است.

گاز طبیعی (CNG) درون مخزنی که معمولاً در زیر یا در صندوق عقب خودرو، البته بسته به نوع و مدل آن، نصب شده، ذخیره می‌شود. در سیستم سوخت رسانی خودروهای گاز سوز همانند خودروهای بنزین سوز، ابتدا سوخت باید با درصد مناسبی از هوا مخلوط و پس از آمیختن به درون محفظه احتراق سیلندر موتور هدایت شود.

### مقایسه CNG با سایر سوخت‌ها:

CNG به خاطر ۳ ویژگی مهم از سوخت‌های بنزین، گازوئیل و LPG ایمن‌تر است. اول آنکه وزن مخصوص CNG برابر ۰/۵۸۷ است و این بدان معنا است که این گاز از هوا نیز سبک‌تر است. بنابراین در صورتیکه نشد در جو صعود کرده و محو می‌شود. دوم اینکه درجه حرارت خود اشتعالی CNG برابر  $700^{\circ}\text{C}$  است، در حالیکه درجه حرارت خود اشتعالی بنزین  $455^{\circ}\text{C}$  است. سوم این که مخزن‌های ذخیره CNG از فولادهای آلیاژی خاص و با رعایت استاندارد ایمنی ساخته می‌شوند که بسیار مستحکم‌تر و ایمن‌تر از مخزن‌های بنزین خودروها هستند.

### CNG در جهان:

استفاده از گاز طبیعی فشرده شده (CNG) به عنوان سوخت خودروها، یک تکنولوژی کاملاً شناخته شده است. به عنوان مثال، در کشور ایتالیا از دهه ۱۹۴۰، گاز طبیعی فشرده برای خودروها مورد استفاده قرار گرفته و در مقایسه با LNG و متانول که هر دو از گاز طبیعی بدست می‌آید، تکنولوژی خودروهای با سوخت CNG، گسترش بیشتری یافته است.

در حال حاضر در دنیا تعداد بیش از ۱۱ میلیون خودروی گاز سوز که با سوخت CNG کار می‌کنند در حال تردد می‌باشند. در ایتالیا در مقیاس وسیعی از CNG استفاده می‌شود. در ژلاند نو و آمریکای شمالی نیز استفاده از گاز طبیعی فشرده رواج دارد و در نیوزیلند حدود ۲۵۰۰۰۰ خودرو در سال‌های اخیر CNG سوز شده‌اند و حدود ۲۵۰ جایگاه، عرضه CNG در این کشور را به عهده دارند. آرژانتین نیز در چند سال اخیر برنامه‌ریزی گسترده‌ای را برای استفاده از CNG طرح ریزی نموده و در حال حاضر ۷۰۰۰۰۰ خودروی CNG سوز دارد.

### CNG در ایران:

گاز طبیعی فشرده CNG یکی از مناسب‌ترین و در دسترس‌ترین جانشین‌های بنزین به شمار می‌آید، به ویژه در ایران که با بهره‌برداری از همه منابع شناسایی شده تا حدود ۱۷۰ سال گاز طبیعی خواهد داشت، سوختی ایده‌آل است و در صورت گسترش مصرف، کشور را از واردات بنزین بی‌نیاز می‌سازد.

در کشور ما و در حال حاضر، به دلیل نپویا بودن طرح CNG و طی کردن مراحل آغازین آن، کارخانه‌های تولیدکننده خودرو هنوز برنامه مدونی جهت تولید انبوه خودروهایی که از ابتدا برای مصرف گاز طراحی شده باشند را ندارند.

ارزان بودن قیمت گاز طبیعی نسبت به سوخت‌های مایع از مزیت‌های ایران برای استفاده از CNG شمرده می‌شود ضمن آنکه هزینه و پالایش نفت خام برای تهیه سوخت‌های مایع از یک سو و هزینه‌های کنونی واردات نیز با جایگزین کردن CNG به شدت کاهش خواهد یافت. CNG با توجه به شرایط اقلیمی ایران و با توجه به وجود شبکه گسترده توزیع گاز، جانشین بسیار مناسبی برای دیگر سوخت‌ها است. عملکرد طرح گازسوز کردن خودروها تا آخر خرداد سال ۱۳۸۴ به شرح زیر است:

نام پروژه	هدف	پیشرفت فیزیکی (درصد)	توضیحات	میزان صرفه جویی انرژی ده ساله (میلیون دلار)
احداث جایگاه	احداث ۴۰۰ جایگاه سوختگیری در شهرهای بزرگ کشور و جاده‌های بین شهری	۳۳	۷۲ جایگاه به بهره برداری رسیده، ۳۶ جایگاه آماده بهره برداری و بقیه در مرحله طراحی یا ساخت می‌باشند	—
تبدیل ناوگان	تبدیل ۲۰ هزار خودروی سواری به دوگانه سوز در مرحله اول شامل ۱۰۰ هزار تبدیل کارگاهی و ۱۰۰ هزار تبدیل کارخانه‌ای	۷۳/۱	بیش از ۴۵۵۰۰ خودرو گازسوز گردیده است.	۱۶۷۹/۸
نوسازی کارخانجات خودروسازی با هدف کاهش مصرف سوخت و گازسوز کردن خودروها	کمک به تولید یک میلیون دستگاه خودرو گازسوز کم مصرف با فن آوری روز جهت ایجاد ظرفیت تولید سالانه ۵۰۰ هزار خودرو	۳۳	قرارداد لازم بین سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور خودروسازان انجام و خودروسازان در این زمینه با طرف خارجی قرارداد اصلی را منعقد نموده اند	۷۳۰۰



### برتری‌های محیط زیستی :

امروزه بر اساس آمارهای منتشر شده از سوی منابع معتبر طی ۳۶۵ روز هر سال بیش از ۳۰۰ روز شاهد هوای آلوده در حد خطرناک، در شهر بزرگی مثل تهران هستیم که این مهم هیچگاه از دیدگاه افراد ساکن حاضر در این شهر، مورد توجه جدی قرار نمی‌گیرد. گازهای آلاینده منتشره از خودروهایی با سوخت گاز طبیعی (CNG) بسیار کمتر از خودروهای بنزین یا گازوئیل سوز است. به عنوان مثال، آلاینده مونوکسید کربن یک خودرو گازسوز تقریباً ۶۵ درصد، اکسیدهای نیتروژن حداقل ۷۰ درصد و ذرات معلق حدود ۸۰ درصد کمتر از خودرو بنزین سوز است.

همچنین خودروهای گاز سوز به هنگام سوخت گیری، آلاینده های سمی ناشی از تبخیر بنزین از باک خودرو را نخواهد داشت. علاوه بر آن، موتورهایی که با سوخت گاز طبیعی CNG کار می‌کنند نسبت به خودروهای دیزلی و بنزینی به مراتب ذرات معلق کمتری تولید می‌کنند. این ذرات، خطر ابتلا به سرطان و بیماری‌های ریوی را به دنبال دارند.

### مزایای مصرف CNG :

- ۱- موتور خودروی CNG سوز در هوای سرد به راحتی روشن می‌شود.
- ۲- CNG عدد اکتان بسیار بالایی دارد.
- ۳- تمیز می‌سوزد و ته نشینی کمتری در موتور ایجاد می‌کند.
- ۴- هزینه تعمیراتی موتور CNG سوز کمتر از موتورهای بنزین و گازوئیل سوز است.
- ۵- مواد آلاینده ناچیزی از آگزوز خودروهای CNG سوز خارج می‌گردد.

### معایب مصرف CNG :

- ۱- CNG چون بصورت گاز وارد موتور می‌شود هوای بیشتری در مقایسه با بنزین جایگزین می‌کند و در نتیجه کارایی حجمی پایین‌تری دارد.
- ۲- مسافت کوتاهتری در مقایسه با اتومبیل‌های بنزین‌سوز طی می‌کند مگر آنکه موتور بتواند علاوه بر گاز از بنزین هم استفاده نماید.
- ۳- قدرت موتور اتومبیل‌های گاز سوز رویهم رفته ۱۵ درصد کمتر از اتومبیل‌های بنزین سوز است.

## جمع بندی:

تفاوت فاحش در کاهش آلودگی هوا در مقایسه بین مصرف سوخت های مایع و گاز طبیعی، کشورهای پیشرفته را پیش از این و کشورهای در حال توسعه را در شرایط کنونی بر آن داشته است تا به سمت و سوی گاز سوز کردن خودروها حرکت کنند. در کشور ما که بیش از ۹۰ درصد بنزین در بخش حمل و نقل و به ویژه حمل و نقل جاده‌ای به مصرف می‌رسد، توجه به این مهم از ضرورت‌ها و اولویت های کنونی به شمار می‌رود.

گاز سوز شدن خودروها ضمن کاهش آلودگی هوا هزینه سوخت هر خودرو را تا یک دهم کاهش می‌دهد. در حالیکه کشورمان به دلیل افزایش مصرف بنزین، در سال جاری ناچار به واردات ۱/۵ میلیارد دلار بنزین است، اجرای طرح گاز سوز کردن خودروها معادل ۴ میلیارد دلار در سال صرفه جویی خواهد داشت. بنابراین، با توجه به مطالب مطرح شده در این گزارش می‌توان اطمینان داشت که طرح گازسوز کردن خودروها به خصوص در کشورمان بسیار توجیه پذیر خواهد بود که البته در این راستا، اقدامات اساسی صورت گرفته و این طرح در حال انجام است.

## پ- گاز طبیعی مایع ( LNG ) Liquefied Natural Gas

### معرفی گاز طبیعی مایع:

وجود فاصله و بعد مسافت بین مخازن طبیعی گاز و مراکز صنعتی مصرف کننده، مستلزم یافتن راهی برای تبدیل و انتقال اقتصادی گاز از محل تولید به نقاط مختلف جهان بوده است. پیشرفت‌های تکنولوژیکی چند دهه اخیر راههای تازه‌ای را پیش رو نهاده است و موجب شده تا سهم گاز در سبد مصرف انرژی در جهان تغییر نموده و با گذشت زمان افزایش یابد. کشورهای توسعه یافته بودجه‌های کلانی در تحقیقات و کاربردی کردن روش‌های آزمایشگاهی تبدیل گاز سرمایه گذاری نموده و به انقلابی در تبدیلات و انتقال گاز دست یافته‌اند. از زمره این دستاوردهای نوین، تبدیل گاز به سوخت سبز و گازوییل و بنزین فاقد آلایندگی GTL و نیز تبرید و مایع سازی (LNG) برای سهولت در انتقال و ذخیره سازی آن است.

LNG یا Liquefied Natural Gas تغییر شکل فیزیکی و تبدیل گاز طبیعی به مایع است که هدف از این فرایند، تسهیل انتقال آن از مبادی استخراج و تولید به مراکز مصرف است.

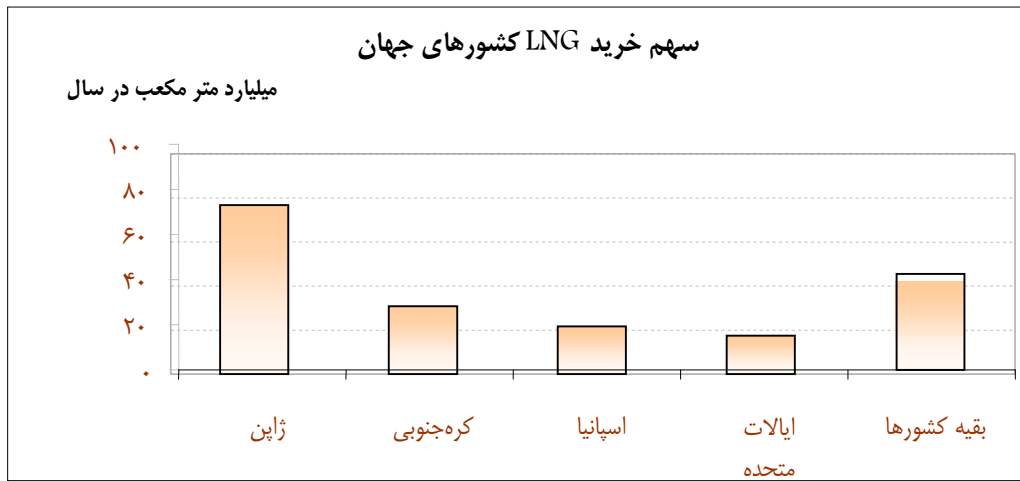
فرآیند مایع سازی گاز در دمای  $0^{\circ}\text{C}$  ۱۶۰- و در فشار کمی بالاتر از فشار اتمسفر صورت می‌گیرد. این مایع ترکیبی است عمدتاً متشکل از متان و درصدهای کمتری از اتان، پروپان و ... که تحت فشار کمی بالاتر از فشار جو نگهداری می‌شود. البته LNG تا حد ۱۰۰ درصد متان نیز قابل دستیابی است. LNG ماده‌ای

غیر سمی، غیر سرطان‌زا، بدون بو، بیرنگ، شفاف و غیر خورنده و سبک تر از آب است. هر چند LNG به دلیل نداشتن اکسیژن، خاصیت انفجاری و احتراق در حالت مایع را ندارد اما در صورت نشت و ترکیب با اکسیژن هوا به عنوان یک مخزن متراکم انرژی، از قدرت تخریب بالایی برخوردار است. نکته قابل توجه در این تغییر شکل فیزیکی، کاهش چشمگیر حجم گاز به  $\frac{1}{۶۰۰}$  حجم اولیه است. به عبارت دیگر یک تانکر LNG قادر به حمل میزان سوختی است که توسط ۶۰۰ تانکر گاز طبیعی حمل می‌شود.

### تاریخچه LNG:

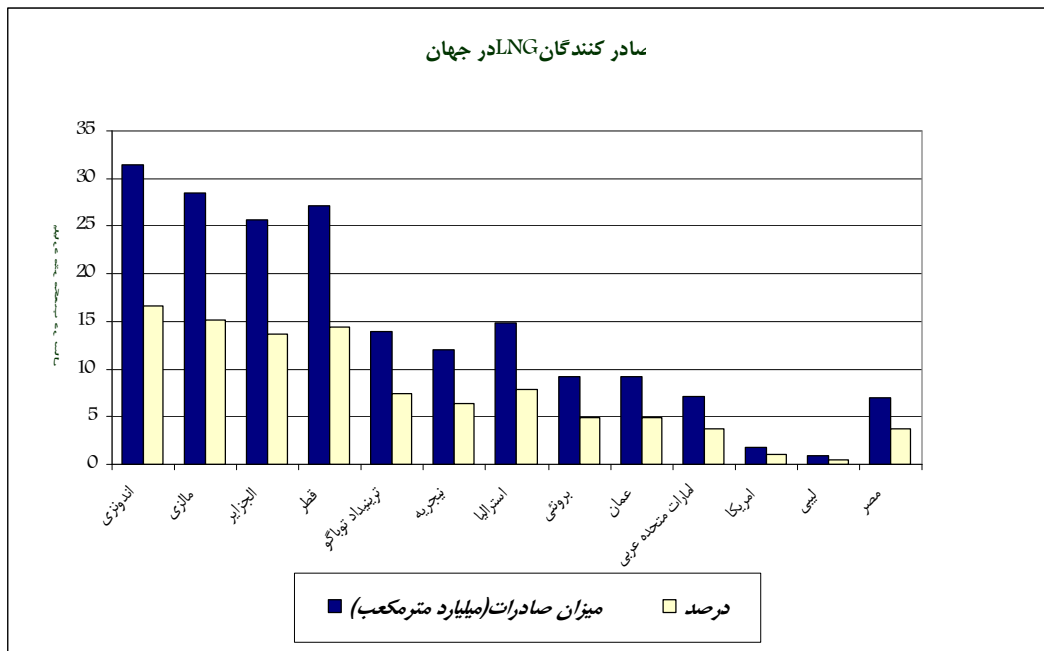
- اولین تجربه مایع سازی گاز به قرن ۱۹ میلادی برمی‌گردد که دانشمند انگلیسی مایکل فارادی انواع مختلف گاز و گاز طبیعی را بصورت مایع درآورد.
- اولین واحد LNG در سال ۱۹۱۲ در ویرجینای غربی ساخته شد و اولین واحد تجاری در ۱۹۴۱ در کلبولد واقع در ایالت اوهایو به بهره‌برداری رسید.
- اولین محموله LNG به حجم ۵۰۰۰ متر مکعب در سال ۱۹۵۹ به جزیره‌ای در انگلستان حمل گردید.
- در سال ۱۹۶۴ اولین تاسیسات صدور LNG در الجزایر به بهره‌برداری رسید و اولین دریافت LNG در انگلستان انجام شد.
- در سالهای ۱۹۷۲ تا ۱۹۹۰ تجارت LNG توسعه یافته و تولید این فرآورده در بروئی، اندونزی، ابوظبی، مالزی و استرالیا آغاز شد. همچنین کشورهای کره، تایوان و آمریکا به جمع وارد کنندگان این فرآورده پیوستند.
- در سالهای ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۰ کشورهای قطر، ترینیداد و نیجریه به مرحله تولید این فرآورده رسیدند.
- بطور کلی در حال حاضر ۱۷ واحد تولید LNG در ۱۲ کشور جهان و ۴۲ پایانه دریافت یا Liquefaction در ۱۲ کشور جهان و ۴۲ پایانه دریافت یا Regasification در ۱۱ کشور احداث شده‌اند.

## تولید LNG در جهان:



تا سال ۲۰۰۲، ۱۲ کشور صادر کننده LNG، حدود ۱۱۳ میلیون تن LNG تولید می کردند. اندونزی بزرگترین تولید کننده LNG در جهان است که یک پنجم حجم LNG جهان را تولید می کند قسمت عمده LNG تولید شده در اندونزی توسط ژاپن و مقداری از آن هم توسط تایوان و کره جنوبی وارد می شود.

در حال حاضر، تولید کنندگان LNG عبارتند از: اندونزی، مالزی، استرالیا، برونئی، روسیه، قطر، عمان، امارات متحده عربی، الجزایر، نیجریه، ترینیداد و لیبی. همچنین کشورهایی که احتمال می رود در آینده ای نزدیک تولید LNG خود را آغاز کنند عبارتند از: پرو، ایران، ونزوئلا، آنگولا و گینه.



### LNG در ایران:

با هدف ساماندهی کلیه فعالیت‌های مرتبط با صادرات گاز طبیعی کشور، شرکت ملی صادرات گاز ایران در سال ۱۳۸۰ تشکیل شده است.

ایران برای تولید LNG صادراتی خود سه پروژه NIOC LNG، PARS LNG و PERSIAN LNG تعریف کرده است که هنوز به مرحله اجرایی نرسیده اند.

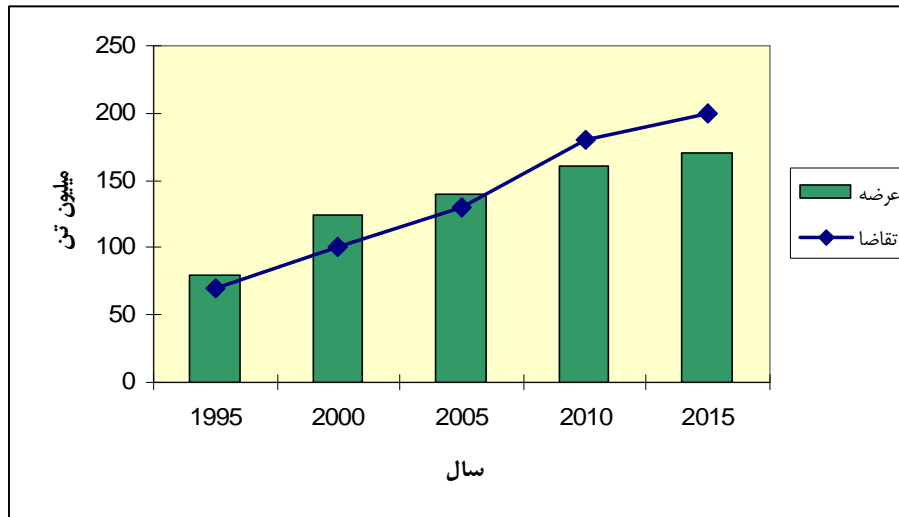
وضعیت قراردادهای فروش LNG ایران در سالهای آتی

نام طرح	ردیف	نام خریدار	آخرین وضعیت پروژه	میزان فروش (میلیون تن در سال)	بازار مصرف	تاریخ آغاز تحویل	ملاحظات
NIOCLNG	۱	IBERDROLA	امضاء Terms Sheet , MOU نهایی و پاراف گردید	۴/۲	اسپانیا و مکزیک	۲۰۰۹	مذاکرات قرارداد فروش LNG در مرحله نهایی
	۲	IOC & GAIL , BAHARAT PET	قرارداد نهایی خرید و فروش (SPA) در تیرماه ۱۳۸۴ به امضاء رسید	۵	هند	۲۰۰۹	مدت قرارداد ۲۵ سال پیش‌بینی شده است، قابل افزایش تا ۷/۵ میلیون تن در سال
	۳	میتسوبیشی ژاپن	امضای پیش‌نویس CA و ارسال Terms Sheet توسط شرکت میتسوبیشی	۲/۲-۷	ژاپن	۲۰۰۹-۲۰۱۰	در مرحله مذاکرات Terms Sheet
	۴	جنرونگ چین	امضاء یادداشت تفاهم و توافق‌نامه	۲/۵-۵	چین	۲۰۱۰	مدت قرارداد ۳۰ سال در نظر گرفته شده است.
	۵	چین SINOPEC	امضاء یادداشت تفاهم انجام شده است. Terms Sheet در مرحله مذاکره نهایی است.	۱۰	چین	۲۰۰۹-۲۰۱۰	فروش ۲۵۰ میلیون تن LNG به مدت ۳۰ سال
Pars LNG	۱	توتال و پتروناس	امضاء Terms Sheet و مذاکره قرارداد خرید و فروش (SPA) LNG در مرحله مذاکره نهایی است.	۵	انگلستان، مدیترانه، آتلانتیک و هند	۲۰۱۰	مدت قرارداد ۲۵ سال، قابل تمدید به مدت ۵ سال
	۲	پتروچاینا	امضاء MOU	۳-۴	چین	۲۰۱۰	طرف قرارداد Pars LNG LTD است و مدت قرارداد ۲۵ سال
	۳	ITOCHO	مذاکرات اولیه انجام شده است.	-	-	-	طرف قرارداد Pars LNG LTD
	۴	گازدو فرانس (GDF)	تهیه پیش‌نویس امضای رؤس توافقات	۲	هند و اروپا	۲۰۱۰	در مرحله مذاکرات Terms sheet
Persian LNG	۱	شل و ریپسول	امضای توافق‌نامه انجام شده است و مذاکره قرارداد خرید و فروش در مرحله نهایی است.	۸	حوزه مدیترانه، آتلانتیک و هند	۲۰۱۰-۲۰۱۱	مدت قرارداد ۳۰ سال، قابل تمدید به مدت ۵ سال

منبع: گزارش نفت و توسعه در یک نگاه - ۱۳۸۳-۱۳۷۶ (نتشارات اداره کل روابط عمومی وزارت نفت، تیرماه ۸۴)

### عرضه و تقاضای LNG در آسیا:

پیش‌بینی می‌شود تقاضای LNG در منطقه آسیا در ۱۰ سال آینده سالانه بطور متوسط بین ۴ تا ۶/۵ درصد رشد نماید. این امر بستگی زیادی به توسعه استفاده از LNG در بازارهای نوظهور چین و هند خواهد داشت. نمودار زیر روند عرضه و تقاضای LNG را تا سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد.



ماخذ: گزارش نفت و توسعه، شماره ۵

با توجه به نمودار در می‌یابیم که از اواخر سال ۲۰۰۵ شکافی بین عرضه و تقاضا به وجود می‌آید که بر اساس اصول اولیه اقتصاد هر گاه که تقاضا از عرضه پیشی بگیرد وضعیت بهتری را می‌توان برای عرضه کنندگان پیش‌بینی نمود.

### فرآیند تولید LNG:

زنجیره فرایند LNG به صورت زیر می‌باشد:

- ۱- اکتشاف و تولید گاز طبیعی
- ۲- مایع سازی و پایانه‌های صادرات
- ۳- حمل و انتقال
- ۴- پایانه‌های دریافت و تبدیل مایع به گاز

## هزینه احداث واحد LNG :

تعیین تکنولوژی مورد استفاده یک پروژه LNG نیز از اهمیت بسیاری برخوردار است، چرا که نوع تکنولوژی مورد استفاده جهت مایع سازی گاز و تلاش برای استفاده از مناسب ترین فن آوری موجود، انعکاس مستقیمی در میزان سرمایه گذاری لازم برای احداث، تجهیز و اداره یک واحد LNG دارد.

سرمایه گذاری اولیه مورد نیاز برای تولید هر تن LNG در خلال سال‌های اخیر از ۵۰۰ دلار به ۴۰۰ دلار کاهش یافته است، هر چند دستیابی به هدف ۱۵۰ دلار به ازای هر تن مورد نظر است. هزینه احداث یک واحد LNG با دو خط تولید و با مجموع ظرفیت ۸/۵ میلیون تن در سال با شرایط مکانی و آب و هوایی مطلوب در سال‌های گذشته رقمی بالغ بر ۳/۲ میلیارد دلار بوده است، اما این رقم برای تاسیساتی با ظرفیت ۶ میلیون تن در سال اکنون معادل ۴/۱ میلیارد دلار است.

در خلال سه دهه اخیر پیشرفت قابل ملاحظه‌ای در ظرفیت واحدهای تولیدی صورت گرفته است. برای مثال، در حالیکه ظرفیت یک خط تولید LNG در سال ۱۹۶۴ رقمی معادل ۵ میلیون تن در سال بود، روند ظرفیت طرح های آتی ۶/۳ میلیون تن در سال در نظر گرفته شده است. طراحی ظرفیت های بیشتر برای یک واحد تولید LNG، صرفه جویی های قابل توجهی در هزینه‌های جاری به دنبال خواهد داشت. چنانچه هزینه جاری یک واحد با یک خط تولید LNG را یک دلار در نظر بگیریم، هزینه دو واحد معادل ۱/۶ دلار و هزینه ۳ و ۴ واحد آن به ترتیب معادل ۲/۱ و ۲/۶ دلار خواهد بود. هزینه های راه‌اندازی، تعمیر و نگهداری تاسیسات LNG با صرف هزینه در زمان از جانب یک عرضه کننده، منوط به اطمینان نسبی وی از تقاضای LNG تولیدی خود خواهد بود.

واحدهای تولید LNG پیشرفته‌تر، افزون بر تبدیل گاز طبیعی به LNG محصول فرعی اتان (Ethane) که خوراک صنایع پتروشیمی است، تولید می‌کنند. هزینه احداث این گونه واحدهای تولید (دوگانه) کمی بیشتر بوده اما بسیار به صرفه است.

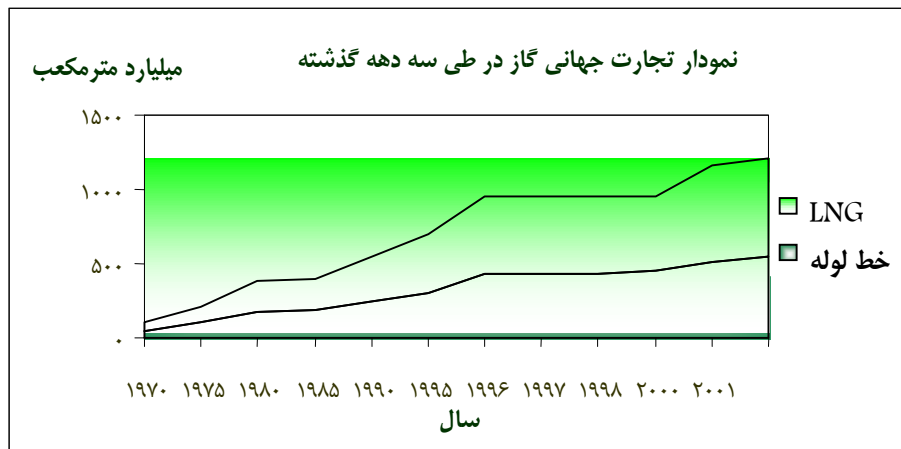
## تجارت LNG :

صنعت گاز طبیعی مایع شده LNG از ماهیتی زنجیره‌ای، سرمایه بر و پیچیده برخوردار است. یک زنجیره LNG شامل اجزای مختلفی است که وجود هر یک از آنها برای تجاری شدن و تحقق یک طرح صادرات LNG حیاتی است. وجود یک مخزن بزرگ گاز - بطوری که قابلیت تامین گاز مورد نیاز ۲۰ تا ۳۰ سال را دارا باشد - تکنولوژی مورد نیاز برای احداث یک واحد LNG با ظرفیت پاسخگویی به نیازهای طرف قرارداد ( که معمولاً یک نیروگاه تولید برق در کشور دیگر است)، تامین کننده مالی قابل اتکا، وجود تقاضای موثر برای LNG مورد نظر طی دوره فعالیت پروژه ( حداقل ۲۰ سال) و یک شرکت کشتی رانی دارای تانکرهای



مخصوص حمل LNG تولید شده از مبدا تولید به بازار مصرف طی دوره قرارداد و نهایتاً، تاسیسات و تجهیزات مخصوص دریافت، تبدیل مجدد به گاز در ذخیره سازی و مصرف گاز، بخش های مختلف یک زنجیره LNG را تشکیل می دهند.

رشد تجارت جهانی گاز در سال ۲۰۰۴ میلادی به میزان ۹ درصد (۱۰ درصد رشد تجارت گاز با خط لوله و ۴/۵ درصد LNG)، نشانگر افزایش تولید و مصرف گاز طبیعی و رشد صادرات آن می باشد که پیش بینی می شود حجم تجارت جهانی گاز با توجه به روند رشد ۱۰ سال گذشته آن از ۶۸۰ میلیارد متر مکعب در سال ۲۰۰۴ به ۱۴۰۰ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۲۵ برسد که به این ترتیب میزان LNG مورد تقاضا ۳۵۰ میلیون تن (معادل ۴۹۰ میلیارد مترمکعب گاز طبیعی استاندارد) و میزان گاز اضافی مورد نیاز (برای مبادله) به وسیله خط لوله به بیش از ۹۰۰ میلیارد مترمکعب خواهد رسید.



#### موارد مصرف LNG :

- گاز طبیعی مایع شده LNG می تواند بوسیله کشتی به تمام دنیا حمل گردد. LNG اغلب به عنوان سوخت مناسب نیروگاه ها مورد استفاده قرار می گیرد. رشد تقاضا برای برق در آسیا از عوامل بسیار مهم در رشد سریع انرژی بوده و باعث افزایش تجارت LNG در جهان شده است.
- LNG به دلیل اینکه قابلیت ذخیره سازی دارد می تواند در ماه های گرم سال ذخیره شده و در ماه های سرد سال مورد مصرف قرار گیرد.

- LNG سوخت بسیار مناسبی برای وسایل نقلیه دیزلی بوده و می‌تواند جایگزین گازوئیل باشد. همچنین این سوخت از CNG (گاز طبیعی فشرده شده) قابلیت نگهداری بهتری دارد. علاوه بر این به دلیل وجود متان در LNG این ماده از بسیاری از سوخت‌های فسیلی پاک‌تر و کم‌ضررتر می‌باشد.

### روش نگهداری:

مخازن ذخیره LNG دو جداره می‌باشند و برای فشار کاری حداکثر تا ۱۶ بار (bar) طراحی شده است. این مخازن دارای لوله و اتصالات لازم برای خارج کردن گاز در صورت افزایش فشار (با توجه به انتقال حرارت از محیط به مخزن) و یا انتقال سوخت در زمان مصرف هستند. این مخازن مجهز به سیستم اعلام پایان سوخت گیری (پر شدن مخزن) نیز هستند.

### انتقال LNG:

انتقال LNG یک مساله مهم در تجارت این صنعت است که باید پیش‌بینی راهکارهای مربوط به آن در یک پروژه LNG بصورت دقیق و روشن صورت بگیرد. با توجه به ارقام مربوط به حمل LNG در منطقه مدیترانه، حمل و نقل دریایی حدود یک سوم از کل سرمایه گذاری مورد نیاز برای یک طرح LNG را به خود اختصاص می‌دهد. ناوگان حمل و نقل LNG جهان در حال حاضر شامل بیش از ۱۰۰ کشور دنیا می‌شود و تقاضای آن همواره و متناسب با روند رشد تجارت LNG، فزاینده بوده است. هزینه سرمایه گذاری برای یک کشتی با ظرفیت ۱۳۵ هزار متر مکعب LNG رقمی در حدود ۱۳۰ میلیون دلار است. در ساخت ترمینال دریافت LNG نیز ملاحظات خاصی باید مد نظر قرار بگیرد. ساخت یک ترمینال LNG در طول سواحل پرجمعیت به دلایل محیط زیستی دارای مشکلاتی خواهد بود. ضمن اینکه با گسترش ظرفیت مورد نظر برای ساخت یک ترمینال بحث صرفه های اقتصادی نیز مطرح می‌گردد. درنهایت، برای چنین معاملات بزرگ ملی، حضور گریز ناپذیر دولت ها در هر دو جانب عرصه تولید وجود خواهد داشت.

### مزایای استفاده از LNG:

LNG چگالی انرژی بالاتری نسبت به سوخت‌های گازی دارد، زیرا به شکل مایع ذخیره می‌شود. مسافت پیمایش بیشتر و وزن کمتر مخازن ذخیره، استفاده از آن را در خودروهای کوچکتر امکانپذیر می‌سازد و دارای سرعت سوختگیری بالایی است به نحوی که در خودروهای بزرگ زمان سوختگیری ۴ الی ۶ دقیقه می‌باشد (۱۰ الی ۴۰ گالن در دقیقه). ارزیابی و کنترل ترکیب سوخت با دقت بالایی امکان پذیر است و با توجه به اینکه

LNG تولید شده برای خودروها تا ۹۹ درصد متان دارد، لذا کنترل و تعیین مناسب ترکیب سوخت بازدهی موتور و سوخت را نیز افزایش می‌دهد.

### **معایب استفاده از LNG:**

بسیاری از مردم به استفاده از مواد در دماهای پایین عادت نداشته لذا نیاز به آموزش خاصی در زمینه استفاده از سوخت در دمای خیلی پایین وجود دارد.

در ایستگاههای سوخت‌گیری خطوط انتقال گاز از مخزن به خودرو (شامل لوله‌ها، شیرآلات و وسایل اندازه‌گیری) جهت انتقال LNG در حالت مایع باید پیش از شروع سوخت‌گیری تا دمای ۱۲۶- درجه سانتی‌گراد سرد شوند. در غیر اینصورت منجر به تبخیر بخشی از سوخت می‌شود.

پر کردن مخزن دو جداره Cryogenic تا حد ماکزیمم ظرفیت، امکان‌پذیر نیست زیرا به اندازه لازم فضای خالی در بالای سطح مایع جهت تبخیر یا جوشیدن مایع باید در مخزن در نظر گرفته شود.

### **برتری‌های محیط زیستی:**

از دیدگاه زیست محیطی، ضایعات و تلفات LNG حدود ۸ تا ۱۱ درصد برای کل زنجیره در طول مسافتی معادل ۳ هزار کیلومتر است. از لحاظ ایمنی حمل و نقل، تجارت LNG سابقه خوبی دارد. به علاوه پژوهش‌های مختلف نشان داده است که تاثیر هرگونه تصادف یا اتفاق در حمل و نقل LNG با کشتی، مصیبت بار نیست و تنها تاثیر محدود و اندکی بر محیط زیست دارد.

### **جمع بندی:**

رشد چشمگیر تقاضا برای LNG، موجب توسعه این بخش از صنعت گاز گردیده و تحقیقات صورت گرفته منجر به کاهش هزینه‌های تبدیل و حمل این فرآورده استراتژیک شده است. بهبود فرآیند، ساخت کشتیهای حمل با ظرفیتهای بالاتر و اصلاح ساختارهای محدود کننده قراردادی، موجبات عمومیت و گسترش استفاده از این فرآورده را فراهم آورده است. علی‌رغم همه پیشرفتهای اخیر و با وجود قابلیت مانور در انتقال LNG به مراکز متعدد مصرف، به دلیل لزوم احداث تاسیسات و پایانه‌های دریافت و تبدیل LNG، تنها در شرایطی استفاده می‌شود که احداث خط لوله، به دلایل اقتصادی، تکنیکی، جغرافیایی و یا سیاسی توجیه نداشته باشد حال آنکه LNG می‌تواند نوعی از ذخیره‌سازی گاز برای مواقع افزایش تقاضا به حساب آید. از طرفی کلیه آزمایشات انجام شده و خواص LNG، ایمن بودن این سوخت را کاملاً تأیید می‌کند زیرا نشت مایع LNG یا ابر بخارات آن به محض تماس با زمین یا در اثر حرارت محیط به سرعت در هوا تبدیل به گاز شده و چون در این حالت از هوا سبک‌تر است در محیط پراکنده می‌شود.

## نتیجه گیری

نکته قابل توجه در مورد گاز طبیعی آن است که منابع عمده این انرژی در کشورهایی قرار دارند که خارج از مناطق عمده مصرف گاز طبیعی می‌باشند بنابراین می‌توان انتظار داشت که در سالهای دهه آینده با توجه به رشد سریع تقاضا برای گاز، تجارت و حجم انتقال گاز به مراکز عمده مصرف، رشد چشمگیری داشته باشد. بی تردید با توجه به تجدیدناپذیر بودن نفت و گاز و اهمیت آن‌ها در اقتصاد ایران ضروری است این منابع به عنوان ثروت ملی به ثروت‌های تجدید شونده پایدار تبدیل و از بکارگیری آن برای تامین هزینه‌های مصرفی و یا انجام سرمایه گذاری غیر اقتصادی پرهیز شود.

گاز طبیعی دارای مزایای فراوانی چون آلاینده‌گی کم، قیمت ارزان، پیشرفت فن آوری حمل و نقل، جایگزینی مناسب برای نفت و بنزین می باشد و تا مدت ها قادر خواهد بود نیاز بشر به سوخت را تامین نماید. از طرفی، اگر سوخت و سوز منابع فسیلی به همین ترتیب ادامه پیدا کند، حجم دی اکسید کربن تولیدی از حالا تا سال ۲۰۲۰ به حوالی ۱۰ بیلیون تن می‌رسد.

قسمت اعظم ذخایر گازی ایران بصورت غیر همراه (با نفت) و در حوزه‌هایی قرار دارد که توسعه نیافته اند. این موضوع بدان معنا است که جمهوری اسلامی ایران دارای پتانسیل عظیمی برای توسعه گاز می‌باشد. علاوه بر مصرف داخلی که به سرعت در حال افزایش است ایران توانایی آن را هم دارد که بصورت یک صادر کننده بزرگ گاز طبیعی درآید.

با توجه به متوسط رشد سالانه ۳/۱ درصدی تقاضای گاز طبیعی در بازارهای جهانی، می‌توان شرایط بالقوه بازارهای صادراتی گاز طبیعی در آینده را امیدوار کننده تلقی نمود و با توجه به امکان کسب درآمدهای ارزی، جهت توسعه میادین گازی کشور، سرمایه گذاری وسیعتری انجام داد.

همانطور که در این گزارش مطرح گردید، با توجه به پتانسیل عظیم ایران از لحاظ ذخایر غنی گاز طبیعی، امکان ورود کشور ما به بازارهای جهانی گاز طبیعی مایع در جهان به دلیل ارزانی خوراک در طرحهای آن همواره وجود خواهد داشت.

در پایان، مجددا باید به این نکته توجه داشت که با توجه به محدود بودن ذخایر نفتی و با توجه به در دسترس بودن منابع عظیم گازی با قیمت نسبتا ارزان در کشور ما، استفاده از گاز به جای نفت می‌تواند در اولویت برنامه‌های وزارت محترم نفت قرار گیرد.

## منابع و ماخذ

- ۱- گزارش اهم فعاليت هاى وزارت نفت(نفت و توسعه ۵)
- ۲- روزنامه همشهرى شماره ۳۱۲۷
- ۳- مجله اقتصاد ايران Iran Economics
- ۴- پايگاه اطلاع رسانى صنعت گاز ايران
- ۵- پايگاه اطلاع رسانى دانشجويان مهندسى شيمى
- ۶- پايگاه اطلاع رسانى انرژى EIA (Energy Information Administration)
- ۷- پايگاه اطلاع رسانى EPA (Environmental Protection Agency)
- ۸- پايگاه اطلاع رسانى صنايع نفت و گاز و پتروشيمى (عمومى- تخصصى)
- ۹- هفته نامه مشعل، شماره ۳۲۳

10- [http:// www. NaturalGas.org](http://www.NaturalGas.org)

11- Energy Information administration , Office of Oil and Gas, January 2006

## مهندسين مشاور ره شهر تا کنون منتشر کرده است:

- 1 - کاربرد جديد شیشه در نماى ساختمان (تابستان ۱۳۷۱)
- 2 - پارکینگ مراکز تجارى (پائيز ۱۳۷۱)
- 3 - محافظت در مقابل زلزله (زمستان ۱۳۷۱)
- 4 - جمع‌آوری و دفع زباله و مسائل ناشی از آن (زمستان ۱۳۷۱)
- 5 - طرح اسکان سریع (زمستان ۱۳۷۱)
- 6 - مجموعه مقالات راجع به ژئوسنتز (بهار ۱۳۷۲)
- 7 - مهار آب با آب (بهار ۱۳۷۲)
- 8 - تحول سبز در معماری (بهار ۱۳۷۲)
- 9 - رونديابى و مدیریت سیلاب (بهار ۱۳۷۲)
- 10 - مطالعات اقتصادى جهت احداث مراکز خرید (تابستان ۱۳۷۲)
- 11 - نگاهی کوتاه بر طراحی فضای سبز - «تجربیات کشورهای مختلف» (تابستان ۱۳۷۲)
- 12 - بازیافت آب در صنایع شن و ماسه شوئى (پائيز ۱۳۷۲)
- 13 - بناهای چوبى (کنده‌ای) در ایران و تجربیات کشورهای دیگر (پائيز ۱۳۷۲)
- 14 - نکاتی در مورد طراحی ساختمانهای بتونى پیش ساخته پیش تنیده در مناطق زلزله‌خیز (پائيز ۱۳۷۲)
- 15 - اتوماسیون و بهینه‌سازی در سیستم‌های توزیع الکتریکی (زمستان ۱۳۷۲)
- 16 - انرژی دریاها (زمستان ۱۳۷۲)
- 17 - پارکینگهای مکانیکی اتوماتیک و نیمه اتوماتیک (بهار ۱۳۷۳)
- 18 - انرژی باد (بهار ۱۳۷۳)
- 19 - اصول طراحی ساختمانهای ادارى و بانک‌ها (بهار ۱۳۷۳)
- 20 - انرژی خورشیدی (بهار ۱۳۷۳)
- 21 - طراحی مرکز خرید - جلد اول: مطالعات مقدماتى جهت طراحی مراکز خرید (تابستان ۱۳۷۳)

- 22 - شهر سالم با آمورتون (تابستان ۱۳۷۳)
- 23 - شهر سالم - کاربرد سیستم‌های فتوولتائیک از میلی وات تا مگاوات (تابستان ۱۳۷۳)
- 24 - شهر سالم - اصول طراحی برای افراد دارای کهولت، ناتوانی، اختلال و معلولی (تابستان ۱۳۷۳)
- 25 - نسل چهارم نیروگاهها (پائیز ۱۳۷۳)
- 26 - بازیافت آب در صنایع نساجی (پائیز ۱۳۷۳)
- 27 - مراکز درمانی و بیمارستانهای آینده (پائیز ۱۳۷۳)
- 28 - شهر سالم - انبوه سازی (انبوه سازان اسکان) (زمستان ۱۳۷۳)
- 29 - سیستمهای مدیریت بار و مدیریت انرژی در شبکه‌های انرژی الکتریکی (زمستان ۱۳۷۳)
- 30 - بازیافت آب - «تصفیه پساب صنایع لینی» (بهار ۱۳۷۴)
- 31 - شهر سالم - صنعت چوب و کاغذ و نقش آن در فرهنگ، اقتصاد و سیاست (در ایران و جهان) (بهار ۱۳۷۴)
- 32 - صرفه‌جویی انرژی در ساختمانهای مسکونی (بهار ۱۳۷۴)
- 33 - شهر سالم - معماری و پرورش فکری کودکان و نوجوانان (تابستان ۱۳۷۴)
- 34 - شهر سالم - بازیافت زباله و مصالح ساختمانی و نقش آن در حفظ خاک و پاکسازی محیط (پائیز ۱۳۷۴)
- 35 - شهرما کجاست؟ (زمستان ۱۳۷۴)
- 36 - حفاظت سواحل دریا و رودخانه‌ها - معرفی روشهای سنتی و پیشرفته (زمستان ۱۳۷۵)
- 37 - بهینه‌سازی آموزش عالی - نگاهی کوتاه بر کارکرد نظام آموزشی ایران و جهان (زمستان ۱۳۷۵)
- 38 - استفاده از ژئوگرید در راهها و باند فرودگاهها (بهار ۱۳۷۶)
- 39 - اقتصاد گردشگری (جلد اول) (زمستان ۱۳۷۶)
- 40 - نگرش‌هایی نوین به طراحی فضای باز اداری (تابستان ۱۳۷۷)
- 41 - اقتصاد گردشگری جلد دوم (فصول سوم و چهارم)
- 42 - فهرست مطابقه‌ای عملیات اجرایی جهت تسهیل در امر نظارت (پائیز ۱۳۷۸)
- 43 - دانسته‌هایی در مورد مناطق آزاد و ویژه اقتصادی در جهان (پائیز ۱۳۷۸)
- 44 - هدایت منابع مالی و فنی غیردولتی جهت اجرای طرح‌های عمرانی (زمستان ۱۳۷۸)

- 45 - پژوهش در تاریخچه، مفهوم و سیر تحول شهرسازی و شهرسالم در فرهنگ ایران و اسلام (زمستان ۱۳۷۸)
- 46 - پارک انرژی‌های نو (تابستان ۱۳۷۹)
- 47 - فضای باز اداری - مدیریت تجهیزات و طراحی داخلی (پاییز ۱۳۷۹)
- 48 - شهرک ترافیکی کودکان (زمستان ۱۳۷۹)
- 49 - فضای باز اداری - استانداردهای طراحی فضاهای اداری (زمستان ۱۳۷۹)
- 50 - فضای سبز - مناطق صنعتی - پارک‌های صنعتی (تابستان ۱۳۸۰)
- 51 - تنظیم شرایط محیطی - بخش اول: استانداردهای عملکرد حسی - جلد اول: محیط روشنایی (پاییز ۱۳۸۰)
- 52 - تنظیم شرایط محیطی - بخش اول: استانداردهای عملکرد حسی - محیط‌های صوتی و حرارتی (پاییز ۱۳۸۰)
- 53 - منظر سازی - جلد اول: طراحی کاشت منظر (زمستان ۱۳۸۰)
- 54 - منظر سازی - جلد دوم: آبیاری و نگهداری منظر (زمستان ۱۳۸۰)
- 55 - تنظیم شرایط محیطی - بخش دوم: سیستم‌های کنترل محیط جلد اول: تولید و کنترل نور و صدا (زمستان ۱۳۸۰)
- 56 - تنظیم شرایط محیطی - سیستم‌های کنترل محیط (تولید و کنترل حرارت) (زمستان ۱۳۸۰)
- 57 - منظر سازی - راهبردهای تکمیلی آراستن مناظر (بهار ۱۳۸۱)
- 58 - تنظیم شرایط محیطی - بخش دوم: سیستم‌های کنترل محیط - جلد سوم: سیستم جامع محیطی (تابستان ۱۳۸۱)
- 59 - شهر سالم - توسعه (کلان شهر تهران) (تابستان ۱۳۸۱)
- 60 - فن آوری اطلاعات - بخش اول: مفاهیم کلی (پاییز ۱۳۸۱)
- 61 - منظر سازی - جلد چهارم: چمن (روشهای تکثیر و کاشت و نگهداری) (زمستان ۱۳۸۱)
- 62 - فن آوری اطلاعات - بخش دوم: مدیریت فن آوری اطلاعات (زمستان ۱۳۸۱)
- 63 - فن آوری اطلاعات - بخش سوم: تجارت الکترونیکی (بهار ۱۳۸۲)
- 64 - فن آوری اطلاعات - بخش چهارم: تجارت الکترونیکی «امنیت و تجارت بی‌سیم» (تابستان ۱۳۸۲)
- 65 - ساختمانهای سبز و پایدار «شناخت و لزوم ساختمانهای سبز و پایدار» (تابستان ۱۳۸۲)



- 66 - فن آوری اطلاعات - بخش پنجم: دولت الکترونیکی (تابستان ۱۳۸۲)
- 67 - منظر سازی - جنگل های مانگرو (حرا) : بخش اول - کلیات (پائیز ۱۳۸۲)
- 68 - فن آوری اطلاعات - بخش ششم: بازاریابی الکترونیکی (پائیز ۱۳۸۲)
- 69 - فن آوری اطلاعات - بخش هفتم: شهرداری الکترونیکی (زمستان ۱۳۸۲)
- 70 - فن آوری اطلاعات - بخش هشتم: آموزش الکترونیکی (بهار ۱۳۸۳)
- 71 - فن آوری اطلاعات - بخش نهم: دانشگاه الکترونیکی (بهار ۱۳۸۳)
- 72 - فن آوری اطلاعات - بخش دهم: سیستم های اطلاعات مدیریتی ساختمان (تابستان ۱۳۸۳)
- 73 - فن آوری اطلاعات - بخش یازدهم: دانشگاه الکترونیکی (پاییز ۱۳۸۳)
- 74 - فن آوری اطلاعات - بخش دوازدهم: مدیریت پرونده های الکترونیکی (زمستان ۱۳۸۳)
- 75 - فن آوری اطلاعات - بخش سیزدهم: دموکراسی الکترونیکی (زمستان ۱۳۸۳)
- 76 - فن آوری اطلاعات - بخش چهاردهم: انتخابات الکترونیکی (زمستان ۱۳۸۳)
- 77 - فن آوری اطلاعات - بخش پانزدهم: حقیقت مجازی (تابستان ۱۳۸۴)
- 78 - برگزاری مناقصه های دولتی (تصویب شده ۱۳۸۳) (تابستان ۱۳۸۴)
- 79 - چین، دومین مصرف کننده انرژی در جهان (تابستان ۱۳۸۴)
- 80 - مدیریت پروژه - استانداردهای مدیریت پروژه (بخش اول - تابستان ۱۳۸۴)
- 81 - فن آوری اطلاعات - بخش شانزدهم: توسعه فن آوری اطلاعات در روستاها (عدالت اجتماعی) (پاییز ۱۳۸۴)
- 82 - فن آوری اطلاعات - بخش هفدهم: مدیریت ارتباط با مشتریان (پاییز ۱۳۸۴)
- 83 - مدیریت پروژه - استانداردهای مدیریت پروژه (بخش دوم - زمستان ۱۳۸۴)
- 84 - مهندسی ارزش - بخش اول: اصول، مبانی و فرآیندها (زمستان ۱۳۸۴)
- 85 - مدیریت پروژه - استانداردهای مدیریت پروژه (بخش سوم - فروردین ۱۳۸۵)
- 86 - فن آوری اطلاعات - بخش هجدهم: پایتخت الکترونیکی - تجلی عدالت اجتماعی (تابستان ۱۳۸۵)
- 87 - مدیریت پروژه - دفتر مدیریت پروژه (بخش اول - تابستان ۱۳۸۵)
- 88 - متدولوژی های مدیریت پروژه (تابستان ۱۳۸۵)

89 - صنایع انرژی بر، نظریه‌ها و دیدگاه‌ها (تابستان ۱۳۸۵)

90 - آشنایی مقدماتی با ارزیابی محیط‌زیست (پائیز ۱۳۸۵)

همچنین نشریات تخصصی ذیل نیز منتشر گردیده‌اند:

- حقایقی در مورد شرکت‌های بزرگ (بخش تحقیق و توسعه) (زمستان ۱۳۷۲)
- انتخاب محل و نوع سد بر اساس شرایط ژئومورفولوژی و ژئولوژی (بخش عمران آب) (زمستان ۱۳۷۲)
- تحلیل منطقه‌ای سیلاب در حوضه‌های شمالی تهران (بخش عمران آب) (بهار ۱۳۷۳)
- اصول طراحی مراکز دیسپاچینگ (بخش انرژی) (زمستان ۱۳۷۲)
- پارک پویس: اندیشه سالم / بدن سالم در شهرک فاطمیه منطقه ۲۰ شهرداری تهران (بخش شهر سالم) (پائیز ۱۳۷۲)

- شهرک ترافیکی کودکان (بخش شهر سالم) (پائیز ۱۳۷۲)
- سازماندهی کارکردهای بهینه‌نمایشگرهای دیجیتالی (بخش شهر سالم) (زمستان ۱۳۷۲)
- استفاده از مولتی ویزن در مراکز پرتردد شهری (بخش شهر سالم) (بهار ۱۳۷۳)
- پارک انرژی‌های نو (بخش شهر سالم) (تابستان ۱۳۷۳)
- بهینه‌سازی خدمات پرواز (بخش شهر سالم) (زمستان ۱۳۷۳)
- بازارچه صنایع دستی در کوهپایه‌های شمال تهران (بخش شهر سالم) (تابستان ۱۳۷۴)

ضمناً کتب زیر منتشر گردیده‌اند:

- ۱- سازه پارکینگ‌های طبقاتی (PARKING STRUCTURES) (۱۳۷۲)
- ۲- سازه‌های آبی (HYDRAULIC STRUCTURES) (۱۳۷۳)
- ۳- خودآموز اتوکد ۱۲ (AUTO CAD. V.12 USER'S GUIDE) (۱۳۷۳)
- ۴- برنامه ریزی و طراحی هتل (دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور - ۱۳۷۵)

۵- بیست و پنج جلد استانداردهای صنعت آب کشور (دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان مدیریت و

برنامه‌ریزی کشور -۱۳۷۵)

۶- راهنمای برنامه نویسی سه بعدی OPEN GL (۱۳۸۲)

۷- معماری سبز - هوای پاکیزه بکاریم (۱۳۸۴)

کتاب زیر به زودی منتشر می‌شوند:

۱- منظرسازی (طراحی، اجرا) LANDSCAPING PRINCIPLES & PRACTICES (مترجم: ره‌شهر)

۲- اصول زمین کردن الکتریکی (اتصال به زمین) ELECTRICAL GROUNDING (مترجم: ره‌شهر)