

باسمه تعالی

گزارش پژوهشی:

بررسی مدل توسعه پتروشیمی‌های خوراک گاز مایع در کشور



تیرماه ۱۴۰۰

## خلاصه مدیریتی

گاز مایع یا LPG یکی از محصولات راهبردی و گران قیمت صنعت نفت و گاز کشور است که از مخلوط گاز پروپان و بوتان تشکیل شده و جزء برش‌های سبک نفتی محسوب می‌شود. گاز مایع فرآورده‌ای است که از پالایشگاه‌های نفت، پالایشگاه‌های گاز، واحدهای جداسازی و فرآیندهای پتروشیمی تولید می‌گردد ولی تاکنون زنجیره ارزش گاز مایع در کشور شکل نگرفته و عمده گاز مایع تولیدی بصورت خام صادر می‌گردد. قابل توجه است که در سیاست‌های کلی انرژی ابلاغی مورخ ۱۳۷۹/۱۱/۳ تاکید ویژه‌ای بر کاهش خام فروشی شده است.<sup>۱</sup> همچنین توسعه زنجیره ارزش در سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی ابلاغی مورخ ۱۳۹۲/۱۱/۲۹ نیز دوباره مورد تاکید قرار گرفته است.<sup>۲</sup>

تولید سالانه گاز مایع کشور در حدود ۱۰ میلیون تن در روز است که عمده گاز مایع ایران از طریق میادین گازی مستقل تولید می‌شود. بیش از ۵۰ درصد از گاز مایع تولیدی به صورت خام صادر، بیش از ۲۰ درصد صرف مصارف داخلی شامل خانگی-تجاری و سوخت خودرو، ۵ درصد به عنوان خوراک پتروشیمی‌ها و بیش از ۲۰ درصد باقیمانده این سوخت با ارزش و گران قیمت، به علت محدودیت در ذخیره سازی، به خط لوله سراسری گاز طبیعی تزریق می‌شود. این در حالی است که ارزش حرارتی و قیمت جهانی گاز مایع به مراتب بیشتر از گاز طبیعی است و تزریق آن به خط لوله سراسری گاز طبیعی، در واقع به منزله اتلاف منابع و عدم استفاده صحیح از این منبع با ارزش است.

کل گاز مایع تولیدی جهان طی سال ۲۰۱۸ در حدود ۳۱۷ میلیون تن تخمین زده می‌شود که در حدود ۳,۶ درصد بیشتر از سال ۲۰۱۷ بوده است، ضمن اینکه میزان مصرف گاز مایع در سال ۲۰۱۸، ۳۱۳ میلیون تن بوده که نسبت به سال گذشته ۳,۸ درصد افزایش یافته است. آمریکا با فاصله تقریباً دو برابری نسبت به چین

<sup>۱</sup> در بند هشتم به این صورت آمده است: «جایگزینی صادرات فرآورده‌های نفت و گاز و پتروشیمی به جای صدور نفت خام و گاز طبیعی»

<sup>۲</sup> ماده ۱۵ سیاست‌های اقتصاد مقاومتی به این موضوع اشاره دارد: «افزایش ارزش افزوده از طریق تکمیل زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز، توسعه تولید کالاهای دارای بازدهی بهینه (بر اساس شاخص شدت مصرف انرژی) و بالا بردن صادرات برق، محصولات پتروشیمی و فرآورده‌های نفتی با تأکید بر برداشت صیانتی از منابع».

و عربستان در مقام اول تولید گاز مایع دنیا قرار دارد و در این بین ایران دهمین کشور بزرگ تولیدکننده گاز مایع در جهان است. شایان ذکر است که بخش خانگی و پتروشیمی به ترتیب با ۴۴ و ۲۸ درصد بزرگ‌ترین مصرف‌کننده‌های گاز مایع در جهان هستند.

بررسی روند مصرف گاز مایع در جهان نشان می‌دهد که سهم بخش پتروشیمی از تقاضا برای گاز مایع (از طریق احداث واحدهای پتروشیمی PDH) رو به افزایش بوده و در سال ۲۰۱۸ به ۸۶ میلیون تن رسیده است. به عنوان نمونه چین و عربستان که جز بزرگترین تولیدکنندگان گاز مایع در جهان هستند، اقدامات قابل توجهی در زمینه تولید محصولات با ارزش افزوده بالا از گاز مایع انجام داده‌اند. چین بیش از ۷۵ درصد از گاز مایع تولیدی خود را به عنوان خوراک پتروشیمی‌ها مورد استفاده قرار می‌دهد و در عربستان از کل مصرف گاز مایع، ۹۰ درصد سهم خوراک پتروشیمی‌ها است که به تولید محصولات زنجیره ارزش گاز مایع همچون پروپیلن منجر می‌شود. ضمن اینکه کره جنوبی هم که واردکننده بزرگ گاز مایع محسوب می‌شود، ۳۹ درصد از گاز مایع خود را در بخش پتروشیمی مصرف می‌کند.

با توجه به میزان تولید و عرضه بیش از تقاضای گاز مایع در داخل کشور، توسعه زنجیره ارزش گاز مایع در داخل می‌تواند منجر به تولید محصول راهبردی پروپیلن گردد که مزایای گوناگونی همچون «ایجاد ارزش افزوده»، «صرفه جویی ارزی»، «افزایش درآمد دولت» و «اشتغالزایی» را در پی خواهد داشت. به عنوان نمونه براساس محاسبات، تولید پروپیلن به جای خام فروشی پروپان تولید شده از گاز مایع، نزدیک به ۱۷۰ میلیون دلار از نیاز وارداتی ایران را می‌کاهد و درآمد دولت را به ازای هر تن تولید پروپیلن، بیش از ۵۰ دلار نسبت به خام فروشی افزایش می‌دهد. ضمن اینکه ایجاد یک واحد ۵۰۰ هزار تنی پروپیلن نزدیک به ۱۰ هزار شغل جدید ایجاد می‌کند.

در حال حاضر میزان مصرف داخلی گاز مایع ایران در بخش پتروشیمی تنها در حدود ۰٫۵ میلیون تن بوده که در واقع ۵ درصد از گاز مایع تولیدی کشور است. از جمله دلایل عدم شکل‌گیری زنجیره ارزش گاز مایع در کشور می‌توان به «رویکرد خام فروشی وزارت نفت در رابطه با سوخت‌های مایع»، «قیمت‌گذاری نامناسب

خوراک و اقتصاد ضعیف طرح‌های پتروشیمی PDH»، «عدم تأمین لایسنس»، «نبود طرح جامع توسعه (MDP) صنعت پتروشیمی» و «حکمرانی مجزای دو صنعت پالایش و پتروشیمی» اشاره نمود.

واحدهای پتروشیمی PDH (تبدیل گاز پروپان به پروپیلن) با حجم سرمایه‌گذاری کمتر و همچنین با توجه به محدودیت در صادرات گاز پروپان (برشی از گاز مایع) می‌تواند راهکاری مساعد جهت «افزایش پروپیلن کشور» و «توسعه زنجیره ارزش گاز مایع (LPG) در کشور» باشد.

برای اصلاح اقتصاد ضعیف واحدهای PDH (IRR در حدود ۱۲ درصد) در ایران در قیاس با واحدهای پتروشیمی GTP پیشنهاد می‌گردد که به واحدهای مذکور تنفس خوراک دو ساله و با بازپرداخت ۸ ساله داده شود؛ در این صورت نرخ بازده داخلی این واحدها تا حد قابل قبولی افزایش می‌یابد و به ۱۹ درصد می‌رسد. این اقدام می‌تواند گامی در راستای به سرانجام رساندن طرح‌های ناتمام پتروشیمی‌های خوراک مایع در کشور و ترغیب بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در این حوزه باشد. ضمن اینکه برای تأمین لایسنس واحدهای PDH می‌توان از شرکت چینی Rezel نیز استفاده کرد.

البته در حالت کلی نیاز است در نظام قیمت‌گذاری خوراک واحدهای پتروشیمی بخصوص خوراک گازی، اصلاحاتی جدی صورت گیرد و تخفیف‌های فعلی فقط در صورت توسعه کامل زنجیره ارزش اعمال شود.

## فهرست مطالب

### فصل ۱: بررسی وضعیت موجود گاز مایع در کشور ۱

- ۱-۱- مقدمه ..... ۲
- ۲-۱- تولید گاز مایع ..... ۳
- ۳-۱- مصرف گاز مایع ..... ۶
- ۴-۱- صادرات گاز مایع ..... ۸

### فصل ۲: وضعیت تولید، مصرف و تجارت گاز مایع در کشورهای منتخب ۱۱

- ۱-۲- مقدمه ..... ۱۲
- ۲-۲- وضعیت تولید، مصرف و تجارت جهانی گاز مایع ..... ۱۲
- ۳-۲- وضعیت تولید، مصرف و تجارت جهانی گاز پروپان و بوتان ..... ۱۸
- ۴-۲- وضعیت تولید، مصرف و تجارت گاز مایع آمریکا ..... ۲۱
- ۵-۲- وضعیت تولید، مصرف و تجارت گاز مایع چین ..... ۲۳
- ۶-۲- وضعیت تولید، مصرف و تجارت گاز مایع کره جنوبی ..... ۲۴
- ۷-۲- وضعیت تولید، مصرف و تجارت گاز مایع عربستان ..... ۲۸

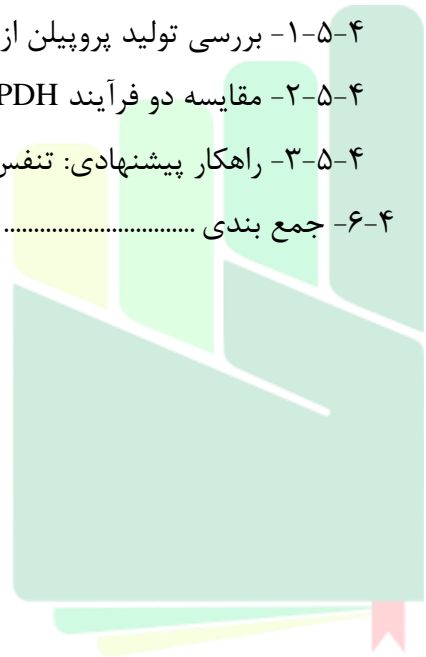
### فصل ۳: ارزیابی مزیت توسعه زنجیره ارزش گاز مایع نسبت به خام فروشی ۳۱

- ۱-۳- مقدمه ..... ۳۲
- ۲-۳- تولید محصول راهبردی پروپیلن ..... ۳۲
- ۱-۲-۳- ایجاد ارزش افزوده ..... ۳۴
- ۲-۲-۳- صرفه جویی ارزی ..... ۳۵
- ۳-۲-۳- افزایش درآمد دولت ..... ۳۶
- ۴-۲-۳- اشتغالزایی ..... ۳۷

### فصل ۴: ارائه مدل توسعه پتروشیمی‌های خوراک گاز مایع (LPG) در کشور ۳۹

- ۱-۴- مقدمه ..... ۴۰
- ۲-۴- معرفی فرآیندهای پتروشیمی مصرف کننده خوراک گاز مایع (گاز پروپان و بوتان) ..... ۴۰

- ۴-۳- معرفی فرآیندهای مختلف پتروشیمیایی تولید پروپیلن ..... ۴۱
- ۴-۴- دلایل عدم شکل گیری زنجیره ارزش گاز مایع در کشور ..... ۴۴
- ۴-۴-۱- بررسی طرح‌های پتروشیمی خوراک گاز مایع (PDH) ایران ..... ۴۵
- ۴-۴-۲- رویکرد خام فروشی وزارت نفت در رابطه با سوخت‌های مایع ..... ۴۵
- ۴-۴-۳- قیمت گذاری نامناسب خوراک و اقتصاد ضعیف طرح‌های پتروشیمی PDH ..... ۴۶
- ۴-۴-۴- عدم تأمین لایسنس ..... ۴۶
- ۴-۴-۵- نبود طرح جامع توسعه (MDP) صنعت پتروشیمی ..... ۴۷
- ۴-۴-۶- حکمرانی مجزای دو صنعت پالایش و پتروشیمی ..... ۴۷
- ۴-۴-۵- مدل پیشنهادی برای توسعه پتروشیمی‌های خوراک گاز مایع در ایران ..... ۴۷
- ۴-۵-۱- بررسی تولید پروپیلن از طریق فرآیند PDH ..... ۴۸
- ۴-۵-۲- مقایسه دو فرآیند PDH و GTP در راستای تولید پروپیلن در ایران و جهان ..... ۵۱
- ۴-۵-۳- راهکار پیشنهادی: تنفس در پرداخت هزینه خوراک فرآیند PDH ..... ۵۳
- ۴-۶- جمع بندی ..... ۵۵



# فصل ۱:

بررسی وضعیت موجود گاز مایع در کشور

## 1-1- مقدمه

گاز مایع یا همان LPG یکی از محصولات راهبردی و گران قیمت صنعت نفت و گاز ایران محسوب می شود که از مخلوط گاز پروپان ( $C_3H_8$ ) و گاز بوتان ( $C_4H_{10}$ ) با در صدهای مختلف تشکیل شده است. گاز بوتان، خود شامل ۲ ترکیب هیدروکربور به نام‌های ایزوبوتان و نرمال بوتان است. خواص مهم این ۳ ترکیب محتوی گاز مایع، در جدول (۱-۱) نشان داده شده است.

جدول (۱-۱) خواص مهم گازهای پروپان و بوتان

شماره اکتان	ارزش حرارتی BTU/lb	چگالی	نقطه جوش (C)	وزن مولکولی	ترکیب
۹۷,۱	۲۱۵۰۰	۰,۵۰۷۰	-۴۲	۴۴,۱	پروپان
۹۷,۶	۲۱۰۹۰	۰,۵۶۳۱	-۱۱,۷	۵۸,۱	ایزوبوتان
۸۹,۶	۲۱۱۴۰	۰,۵۸۴۴	۰,۵	۵۸,۱	نرمال بوتان

مقدار درصد اجزای تشکیل دهنده گاز مایع در گاز همراه، نفت خام و گاز خام میدان‌های مستقل، به نوع گاز و نفت خام بستگی دارد که مقادیر آن در جدول (۲-۱) نشان داده شده است.

جدول (۲-۱) مقدار درصد اجزای تشکیل دهنده گاز مایع در گاز همراه، نفت خام و گاز میدان‌های مستقل

گاز میدان‌های مستقل (درصد مولی)	نفت خام (درصد وزنی)	گاز همراه (درصد مولی)	ترکیب
۰-۲,۵	۱-۲	۵-۷	پروپان
۰-۰,۵	۱-۶	۰,۰۶-۰,۲	ایزوبوتان
۰-۰,۸	۰,۱۶-۴	۰,۰۴-۰,۱۶	نرمال بوتان

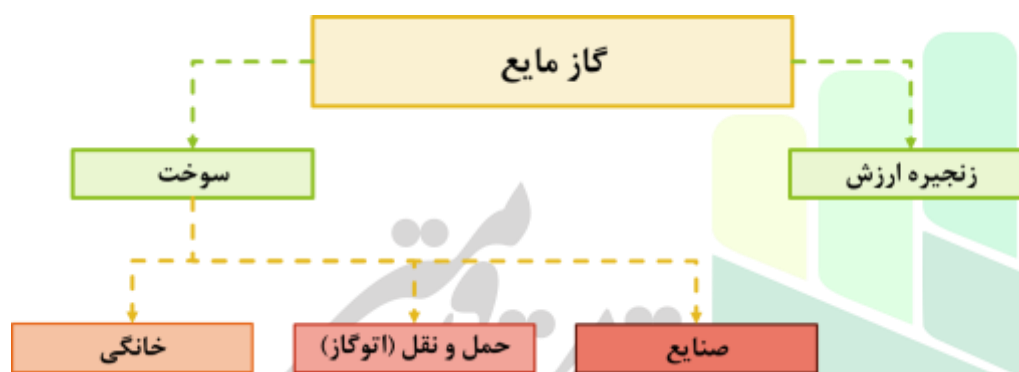
اجزای تشکیل دهنده گاز مایع را به صورت جداگانه یا مخلوط می‌توان در پالایشگاه‌های گاز و نفت خام جدا و برای مصرف عرضه نمود. گاز مایع در دمای محیط به صورت مایع در مخازن تحت فشار به نسبت کم، ذخیره شده و سپس توسط تانکرهای جاده‌پیمای مخصوص یا خط لوله، به مبادی مصرف و جایگاه‌های توزیع، انتقال داده می‌شود. حمل گاز مایع توسط کشتی نیز در درجه حرارت پایین (پروپان حدود ۴۰ -

<sup>1</sup> Liquid Petroleum Gas



درجه و بوتان ۵- درجه سانتیگراد) انجام می‌شود.<sup>۱</sup>

در راستای توسعه گاز مایع رویکردهای مختلفی وجود دارد که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است. در حالت کلی دو نگاه «مصرف به عنوان خوراک پتروشیمی‌ها در جهت توسعه زنجیره ارزش» و «مصرف به عنوان سوخت در بخش‌های مختلف» برای فرآورده‌های نفتی وجود دارد. گاز مایع علاوه بر اینکه به عنوان خوراک در واحدهای پتروشیمی به مصرف می‌رسد، در دنیا در سه بخش خانگی، حمل و نقل (اتوگاز) و صنایع به عنوان سوخت استفاده می‌شود. مصرف گاز مایع در بخش حمل و نقل (اتوگاز) در کشورهای ترکیه و کره جنوبی به شدت توسعه داده شده است اما در حالت کلی بخش خانگی بیشترین سهم را از مصرف گاز مایع جهان به خود اختصاص داده و بعد از آن واحدهای پتروشیمی در جایگاه دوم قرار دارند.



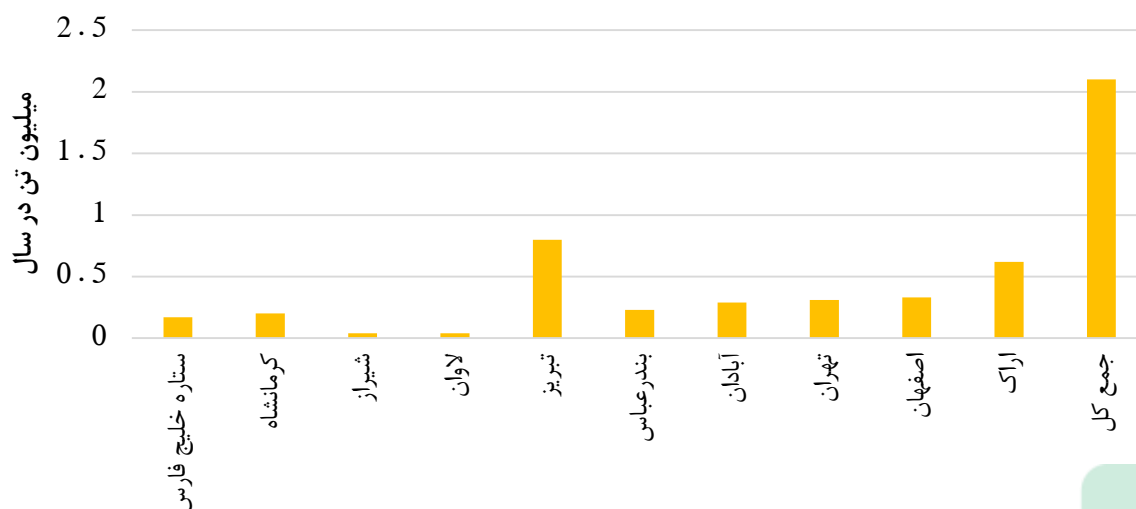
شکل (۱-۱) رویکردهای مختلف در راستای توسعه گاز مایع

## 1-2- تولید گاز مایع

سابقه تولید گاز مایع در کشور، به بیش از ۱۰۰ سال پیش، با تأسیس اولین پالایشگاه نفتی کشور در آبادان بر می‌گردد. گاز مایع فرآورده‌ای است که از پالایشگاه‌های نفت، پالایشگاه‌های گاز و فرآیندهای پتروشیمی تولید می‌شود. در پالایشگاه‌های نفت پس از تقطیر نفت خام برش‌های مختلفی حاصل می‌شود که گاز مایع برش سبک تقطیر است. میزان تولید گاز مایع در پالایشگاه‌های نفتی بر اساس آمار شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران در سال ۹۷، در شکل (۲-۱) نشان داده شده است.

<sup>۱</sup> مصطفی سعیدی، گزارش استفاده از LPG کشور به عنوان خوراک صنایع شیمیایی.

### گاز مایع تولیدی پالایشگاه‌های نفت



شکل (۲-۱) میزان تولید گاز مایع در پالایشگاه‌های نفتی بر حسب میلیون تن در سال ۱۹۷

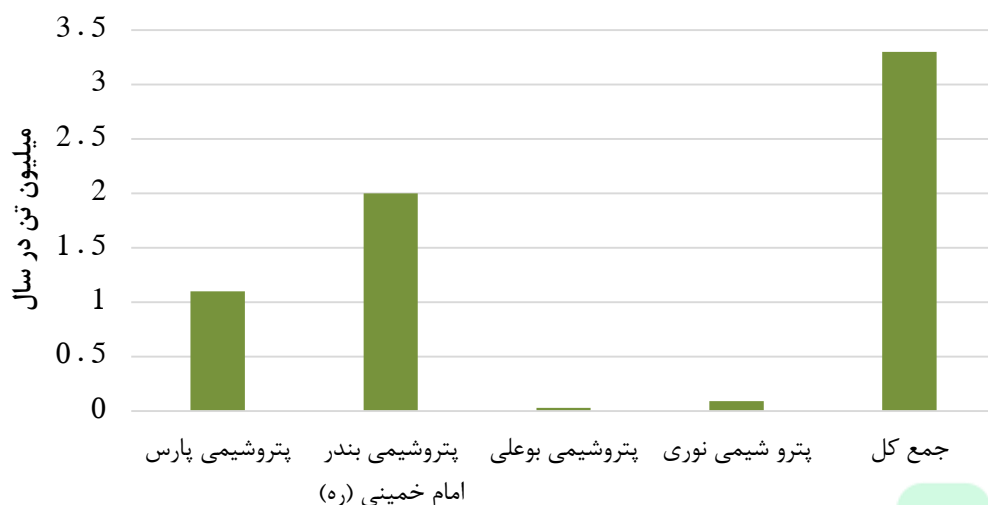
مطابق با برآوردها با تکمیل فازهای جدید پالایشگاه ستاره خلیج فارس، میزان تولید گاز مایع در پالایشگاه ستاره خلیج فارس به حدود ۲۵۰ هزار تن در سال خواهد رسید. البته لازم به ذکر است که پالایشگاه ستاره خلیج فارس با استفاده از خوراک میعانات گازی، گاز مایع تولید می‌کند. با توجه به شکل (۲-۱) مجموع تولید گاز مایع در پالایشگاه‌های نفتی حدود ۲,۱ میلیون تن است.

بخش دیگری از گاز مایع کشور در پتروشیمی‌ها تولید می‌شود. به طور کلی، گاز مایع تولیدی در پتروشیمی‌ها از طریق فرآورش و جداسازی گاز غنی ورودی یا به صورت محصول جانبی فرآیندها تولید می‌شود. در پتروشیمی پارس گاز غنی فازهای ۱، ۲ و ۳ میدان پارس جنوبی استحصال و جداسازی می‌شود. در پتروشیمی بندر امام خمینی (ره)، گاز مایع از بخارات گازی آستخراج‌شده از میدان نفتی جداسازی می‌شود و در پتروشیمی بوعلی و نوری، گاز مایع ناچیزی از طریق محصولات جانبی فرآیندها بدست می‌آید. اطلاعات تولید گاز مایع در پتروشیمی‌های بندر امام خمینی (ره)، پارس، بوعلی و نوری در شکل (۳-۱) نشان داده شده است. مجموع میزان گاز مایع تولیدی واحدهای پتروشیمی در حدود ۳,۳ میلیون تن است.

آمارنامه مصرف فرآورده‌های نفتی انرژی زا ۱۳۹۷، شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران

<sup>2</sup> Natural gas liquid (NGL)

### تولید گاز مایع در واحدهای پتروشیمی



شکل (۳-۱) میزان تولید گاز مایع در واحدهای پتروشیمی بر حسب میلیون تن در سال ۹۸<sup>۱</sup>

عمده گاز مایع ایران از طریق میداین گازی مستقل تولید می‌شود و در حال حاضر میدان گازی پارس جنوبی بزرگ‌ترین تولیدکننده گاز مایع کشور است. گاز غنی استخراج شده از میداین گازی حاوی برش‌های مختلفی است که باید در پالایشگاه‌های گازی جداسازی و تصفیه گردد. متان یا همان گاز طبیعی پس از جداسازی در خط لوله سراسری گاز تزریق یا به پتروشیمی‌های خوراک گازی تخصیص داده می‌شود، گاز اتان با توجه به توسعه پتروشیمی‌های خوراک گازی تبدیل به اتیلن و مشتقات اتیلن می‌گردد و خوراک گاز مایع تولیدی صرف مصارف مختلفی خواهد شد.

مطابق با اعلام مسئولین وزارت نفت، میزان تولید گاز مایع در میدان گازی پارس جنوبی و غیره در حدود ۴,۲ میلیون تن است.<sup>۲</sup> البته باید خاطر نشان کرد که بعضی فازهای میدان گازی پارس جنوبی فاقد واحد جداسازی پروپان و بوتان هستند. همچنین در شرایط خاص تحریم بعضی از این واحدهای پالایشی موجود به علت نبود زیرساخت صادراتی عملی واحد جداسازی پروپان و بوتان را از مدار خارج کرده و گاز طبیعی حاوی گاز مایع را به خط لوله گاز سراسری کشور تزریق می‌کنند. متاسفانه اعداد و ارقام شفافیتی در مورد میزان عدم جداسازی گاز مایع در پالایشگاه‌های گازی و تزریق گاز مایع در خط لوله گاز سراسری تا به حال توسط وزارت نفت اعلام نشده است و نیاز به تحقیق و تفحص توسط نهادهای مرتبط راجع به این موضوع

<sup>۱</sup> گزارش شرکت فرآورش بندر امام خمینی ([bipc.org.ir/fa/faravaresh](http://bipc.org.ir/fa/faravaresh)) و صورت‌های مالی پتروشیمی‌های پارس، بوعلی

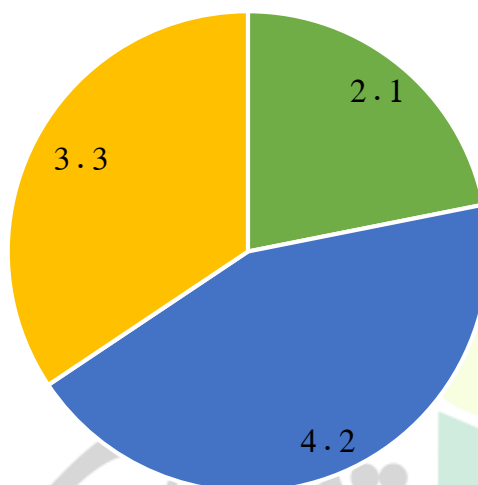
و نوری در انتهای سال ۹۸

<sup>۲</sup> خبرگزاری موج، شماره خبر: ۳۳۹۱۳۹

جدی است.

میزان کل گاز مایع تولیدی کشور در شکل (۴-۱) نشان داده شده است. در حال حاضر مقدار تولید گاز مایع کشور در پالایشگاه‌های نفتی، پالایشگاه‌های گازی و پتروشیمی‌ها مطابق با گزارش وزارت نفت در مجموع حدود ۹,۶ میلیون تن در سال است که سهم پالایشگاه‌های نفتی در حدود ۲,۱ میلیون تن، سهم پالایشگاه‌های گازی در حدود ۴,۲ میلیون تن و پتروشیمی‌ها در حدود ۳,۳ میلیون تن است.

تولید گاز مایع کشور برحسب میلیون تن



پتروشیمی‌ها ■ پالایشگاه‌های گاز ■ پالایشگاه‌های نفت

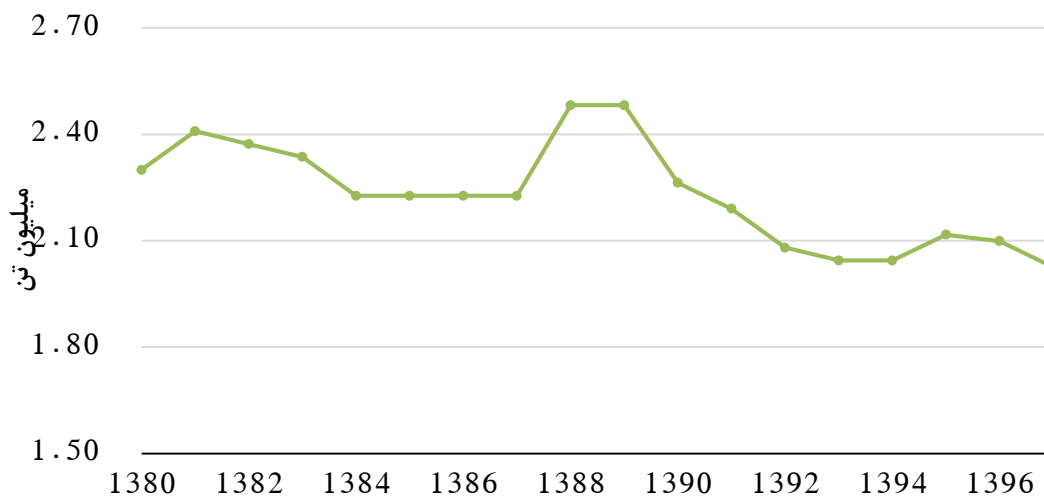
شکل (۴-۱) میزان تولید گاز مایع کشور در پالایشگاه‌های نفتی، پالایشگاه‌های گازی و پتروشیمی‌ها

### 3-1- مصرف گاز مایع

مصرف گاز مایع کشور به سه بخش مصرف خانگی و تجاری، سوخت خودرو و خوراک پتروشیمی قابل تقسیم است. مطابق با آمار شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران، میزان مصرف گاز مایع به عنوان سوخت برای مصارف خانگی، تجاری و سوخت خودرو در سال ۱۳۹۷ در حدود ۲ میلیون تن بوده است.<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> آمارنامه مصرف فرآورده‌های نفتی انرژی زا ۱۳۹۷، شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران

### میزان مصرف گاز مایع در بخش‌های مختلف



شکل (۵-۱) میزان مصرف گاز مایع کشور در مصارف خانگی، تجاری و سوخت خودرو

میزان مصرف گاز مایع به عنوان خوراک در بخش پتروشیمی در سال ۹۸، بر اساس صورت مالی پتروشیمی‌های حاضر در بورس (طبق آمار سایت کدال) در جدول (۳-۱) نشان داده شده است. اطلاعات میزان مصرف گاز مایع پتروشیمی‌های غیربورسی، از بانک اطلاعاتی شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران استخراج شده است. با توجه به جدول (۳-۱) در مجموع مصرف گاز مایع پتروشیمی‌های کشور حدود ۰,۵ میلیون تن بوده است.

جدول (۳-۱) میزان مصرف گاز مایع کشور به عنوان خوراک پتروشیمی برحسب میلیون تن<sup>۱</sup>

پتروشیمی جم	پتروشیمی امیرکبیر	پتروشیمی مارون	پتروشیمی تبریز	جمع کل
۰,۱۸۲	۰,۱۱۷	۰,۱۲۴	۰,۵۴	۰,۴۷۷

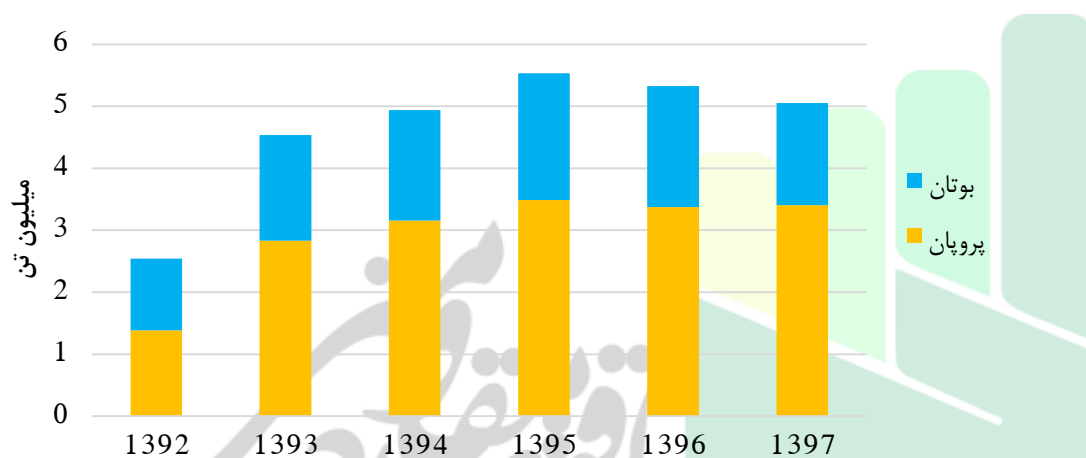
بنابراین کل مصرف داخلی گاز مایع در بخش‌های ذکر شده در سال ۹۸، در حدود ۲,۵ میلیون تن بوده است.

<sup>۱</sup> بر اساس صورت‌های مالی پتروشیمی‌های جم و مارون در انتهای سال ۹۸ و بانک اطلاعاتی شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران

## 4-1- صادرات گاز مایع

مطابق با آمار منتشره شده توسط گمرک کشور، صادرات بوتان و پروپان با کدهای تعرفه ۲۷۱۱۱۳۹۰ و ۲۷۱۱۱۲۹۰ در شکل (۱-۶) نشان داده شده است. می‌توان گفت که در خوشبینانه‌ترین حالت، میزان صادرات گاز مایع در شرایط تحریم، برابر میزان صادرات زمان قبل از تحریم و در حدود ۵,۵ میلیون تن خواهد بود.

### میزان صادرات گاز مایع ایران



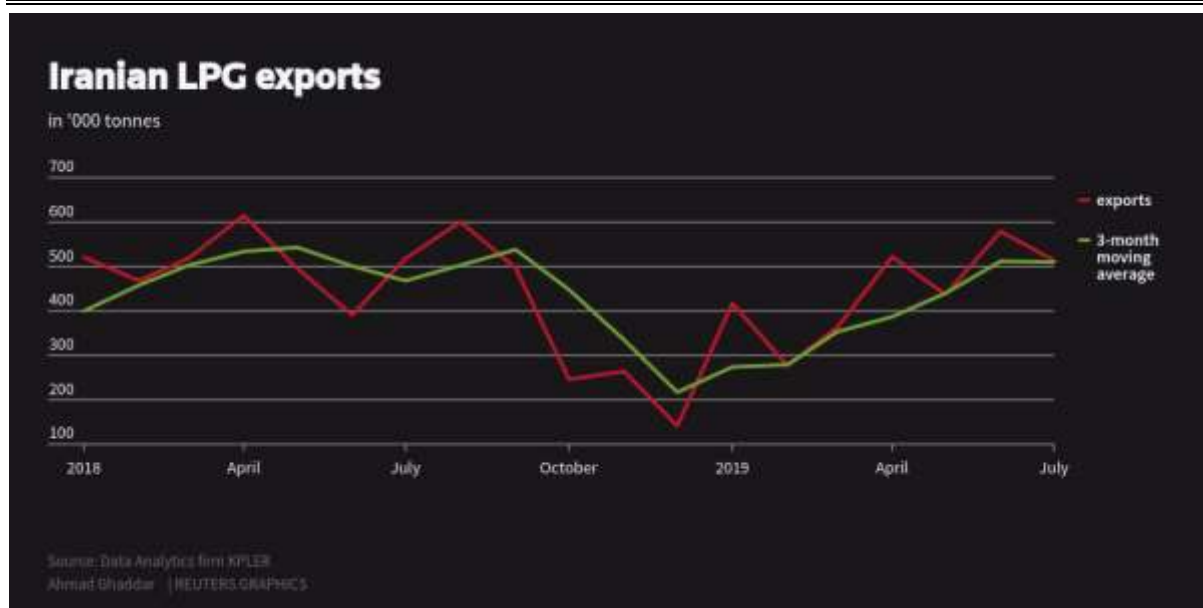
شکل (۱-۶) میزان صادرات گاز مایع (بوتان و پروپان) ایران

در شکل (۱-۷) میزان صادرات گاز مایع ایران از سال ۲۰۱۸ تا اواسط سال ۲۰۱۹، بر اساس گزارش موسسه کپلر نشان داده شده است. بنابر گزارش رویترز، از طریق ردیابی کشتی‌های مخصوص حمل گاز مایع تخمین زده می‌شود که در شرایط تحریمی فعلی، بخش اعظمی (بالای ۹۵ درصد) از گاز مایع ایران به کشور چین صادر می‌گردد.<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> استخراج شده از گزارش اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

<sup>۲</sup> Kpler

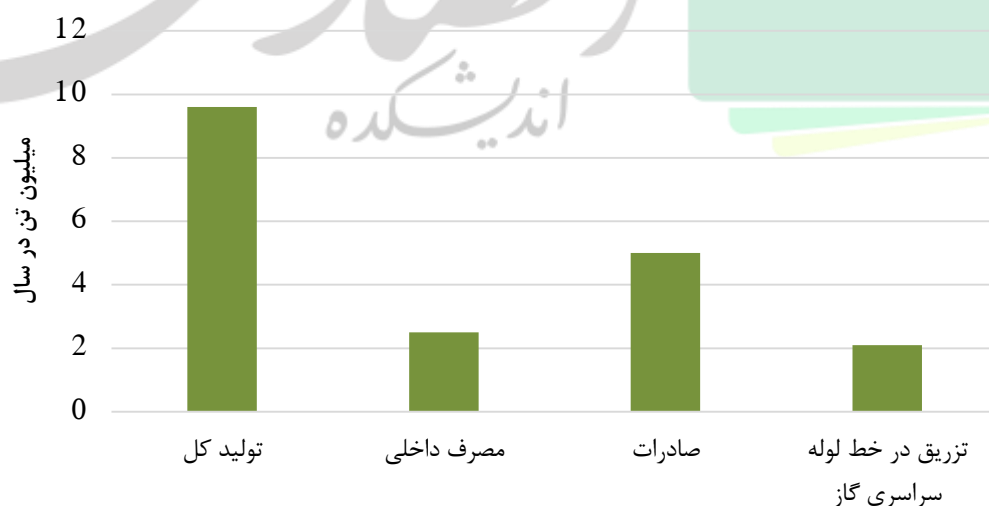
<sup>۳</sup> خبرگزاری رویترز؛ [b2n.ir/f69956](http://b2n.ir/f69956)



شکل (۷-۱) نمودار روند صادرات گاز مایع ایران طی سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹

در شکل (۸-۱) به طور خلاصه میزان تولید، مصرف، صادرات و مازاد گاز مایع کشور مطابق با گزارش وزارت نفت نشان داده شده است. با مقایسه میزان تولید و مصرف می‌توان پی برد که بخشی از گاز مایع کشور در سال ۹۸ مازاد بوده است و دولت حدود ۵ میلیون تن از آن را صادر کرده و قسمتی دیگر را (در حدود ۲,۱ میلیون تن) به علت محدودیت در ذخیره‌سازی، به خط لوله سراسری گاز طبیعی تزریق کرده است.

میزان تولید، مصرف، صادرات و تزریق گاز مایع در خط لوله سراسری گاز



شکل (۸-۱) میزان تولید، مصرف، صادرات و مقدار مازاد گاز مایع در سال ۹۸

بنابراین می‌توان گفت که با توجه به تولید سالانه حدود ۱۰ میلیون تن گاز مایع در کشور، بیش از ۵۰ درصد

از گاز مایع تولیدی به صورت خام صادر، بیش از ۲۰ درصد صرف مصارف داخلی، ۵ درصد به عنوان خوراک پتروشیمی‌ها و بیش از ۲۰ درصد باقیمانده این سوخت با ارزش و گران قیمت به خط لوله سراسری گاز طبیعی تزریق می‌شود. این در حالیست که ارزش حرارتی و قیمت جهانی گاز مایع به مراتب بیشتر از گاز طبیعی است و به نظر می‌رسد توسعه زنجیره ارزش گاز مایع و تخصیص بیشتر آن به پتروشیمی‌های خوراک مایع، برای رفع کمبود محصولات راهبردی همچون پروپیلن در کشور بهتر و منطقی‌تر است.





## **فصل ۲:**

**وضعیت تولید، مصرف و تجارت گاز مایع در**

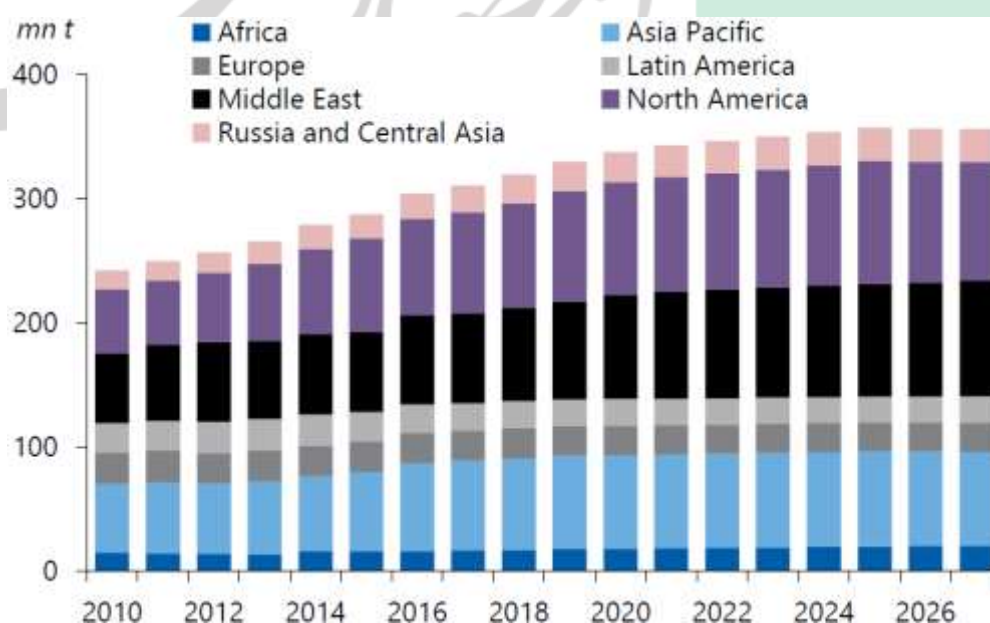
**کشورهای منتخب**

## 2-1- مقدمه

بررسی وضعیت نحوه تولید، مصرف و تجارت جهانی گاز مایع برای کمک به سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری صحیح و دقیق در رابطه با این حامل انرژی ارزشمند کشور ضروری است. به عنوان نمونه چین و عربستان جز بزرگترین تولیدکنندگان گاز مایع در جهان هستند که اقدامات قابل توجهی در زمینه تولید محصولات با ارزش افزوده بالا از گاز مایع انجام داده‌اند. چین بیش از ۷۵ درصد از گاز مایع تولیدی خود را به عنوان خوراک پتروشیمی‌ها مورد استفاده قرار می‌دهد و در عربستان از کل مصرف گاز مایع ۹۰ درصد سهم خوراک پتروشیمی‌ها است که به تولید محصولات زنجیره ارزش گاز مایع همچون پروپیلن منجر می‌شود.

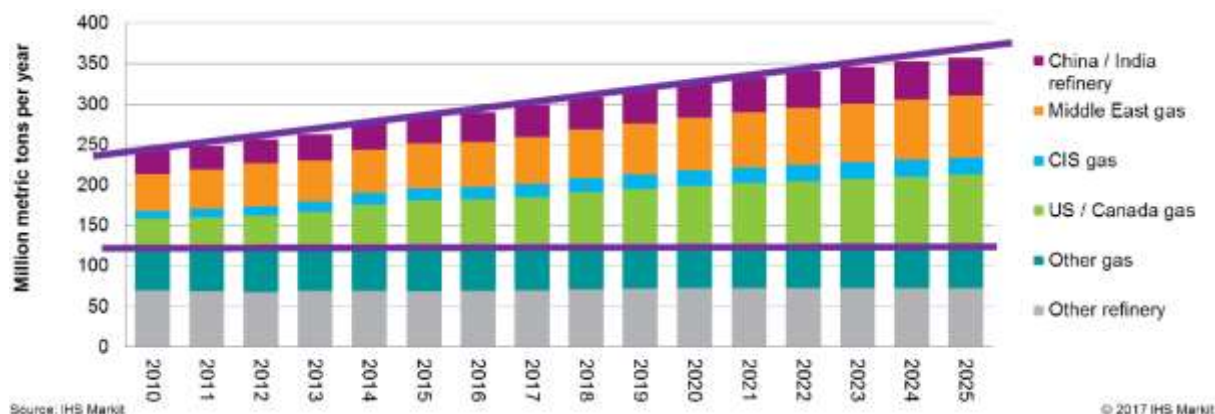
## 2-2- وضعیت تولید، مصرف و تجارت جهانی گاز مایع

شکل (۱-۲) روند تولید گاز مایع در نواحی مختلف جهان تا افق ۲۰۲۷ میلادی را نشان می‌دهد. مطابق شکل روند افزایشی تولید با شیب کمی تا افق ۲۰۲۵ ادامه خواهد یافت. شایان ذکر است که عامل اصلی افزایش تولید گاز مایع در آمریکای شمالی، روند صعودی تولید نفت و گاز شیل طی چند سال اخیر بوده است.



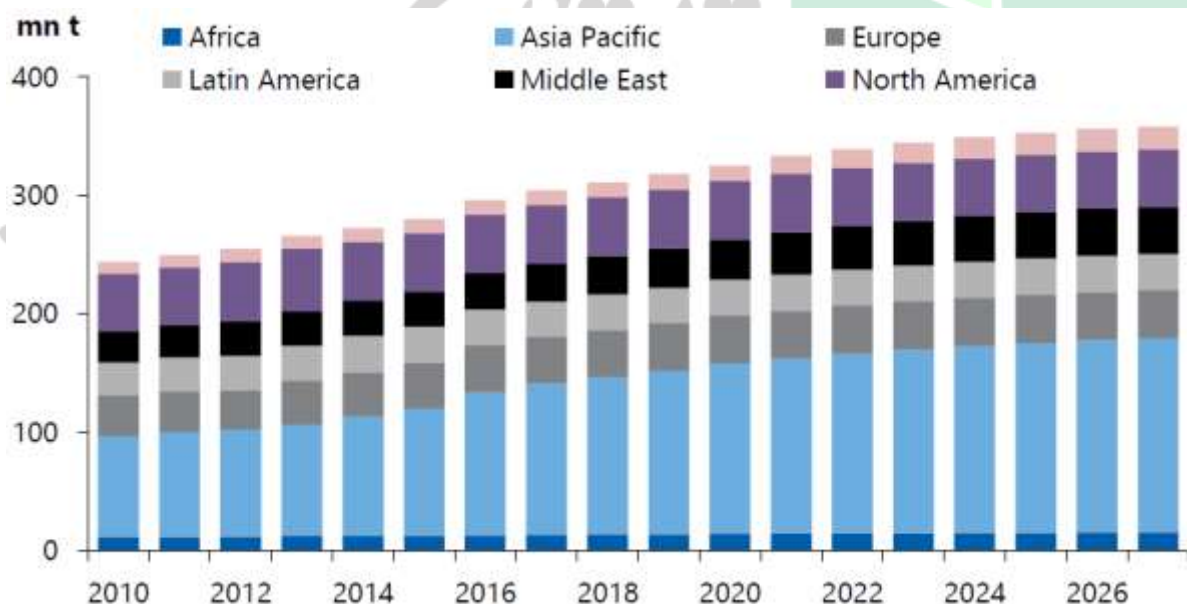
شکل (۱-۲) نمودار روند تولید گاز مایع در نواحی مختلف جهان تا افق ۲۰۲۷ میلادی

شکل (۲-۲) روند تولید گاز مایع تا افق ۲۰۲۵ میلادی به تفکیک منابع اصلی تولید را نشان می‌دهد. با توجه به شکل می‌توان گفت که تولید گاز طبیعی در آمریکا، کانادا و منطقه غرب آسیا عوامل اصلی روند صعودی افزایش تولید گاز مایع در جهان هستند.



شکل (۲-۲) نمودار روند تولید گاز مایع تا افق ۲۰۲۵ میلادی به تفکیک منابع اصلی تولید

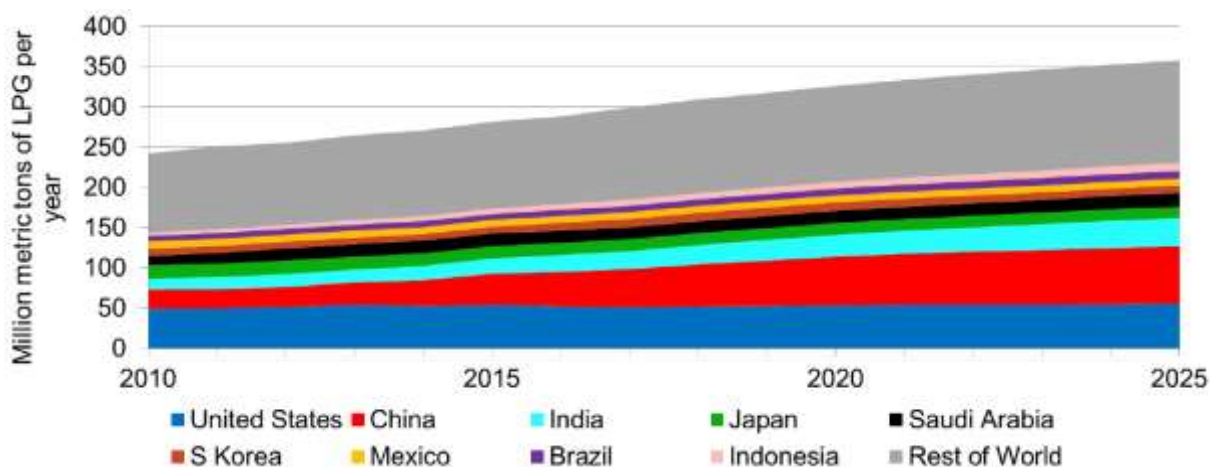
شکل (۳-۲) روند افزایشی مصرف گاز مایع در نواحی مختلف جهان تا افق ۲۰۲۷ میلادی را نشان می‌دهد که مطابق شکل آسیا اقیانوسیه بیشترین میزان مصرف گاز مایع را به خود اختصاص داده است.



شکل (۳-۲) نمودار روند مصرف گاز مایع در نواحی مختلف جهان تا افق ۲۰۲۷ میلادی

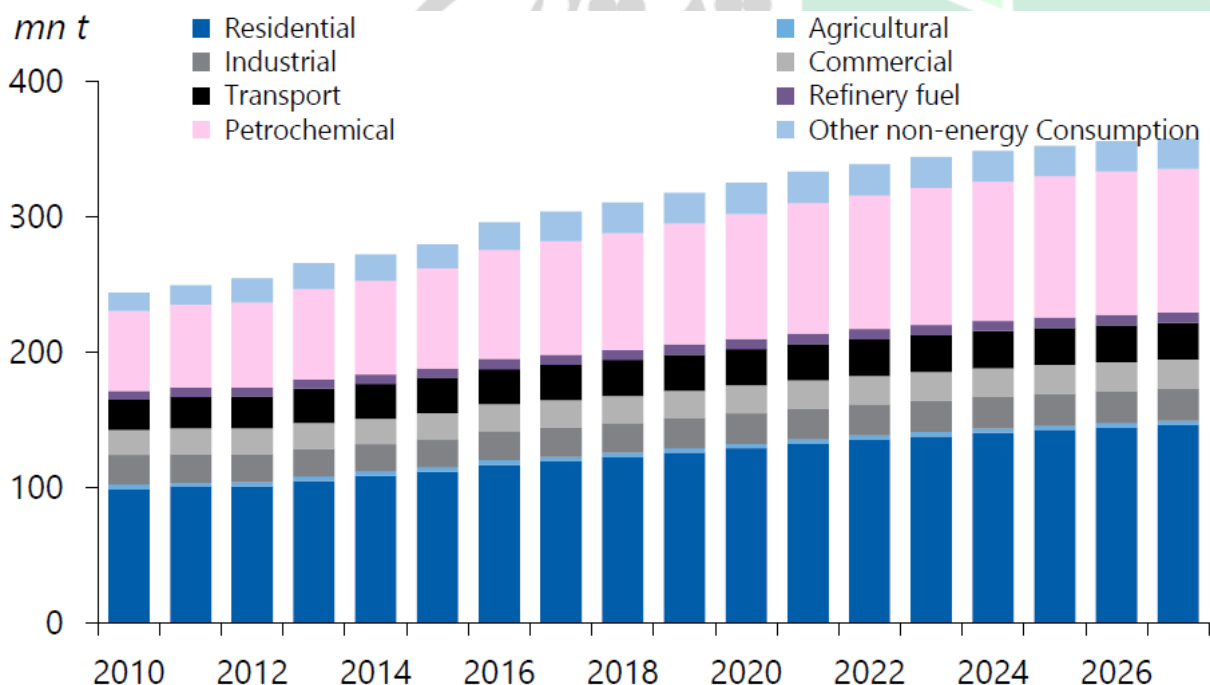
شکل (۴-۲) روند تقاضا گاز مایع در کشورهای اصلی مصرف کننده گاز مایع جهان تا افق ۲۰۲۵ میلادی را نشان می‌دهد. همانگونه که از شکل (۴-۲) مشخص است کشورهای آسیایی بزرگترین مصرف کنندگان گاز

مایع در جهان هستند و این روند تا سال ۲۰۲۵ ادامه خواهد داشت. ضمن اینکه مطابق شکل (۲-۴) مشخص است که ایران در بین ۹ کشور اول مصرف کننده گاز مایع در جهان جایگاهی ندارد.



شکل (۲-۴) نمودار روند تقاضا گاز مایع در کشورهای جهان تا افق ۲۰۲۵ میلادی

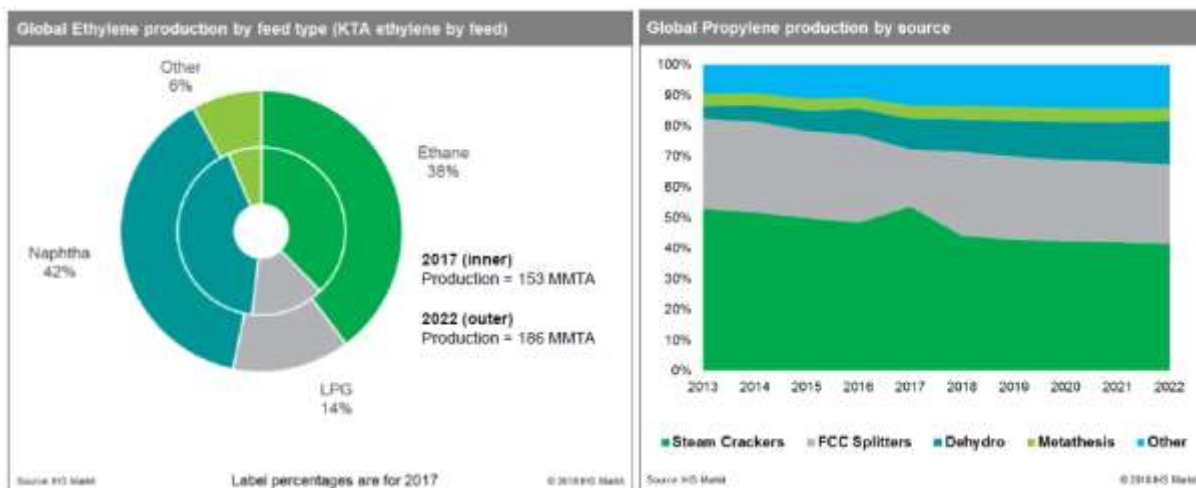
شکل (۲-۵) نمودار روند مصرف جهانی گاز مایع در بخش‌های مختلف تا افق ۲۰۲۷ میلادی را نشان می‌دهد. مطابق شکل روند مصرف در بخش‌های خانگی و پتروشیمی تا افق ۲۰۲۷ همچنان صعودی و در سایر بخش‌ها تقریباً ثابت خواهد بود.



شکل (۲-۵) نمودار روند مصرف جهانی گاز مایع در بخش‌های مختلف تا افق ۲۰۲۷ میلادی

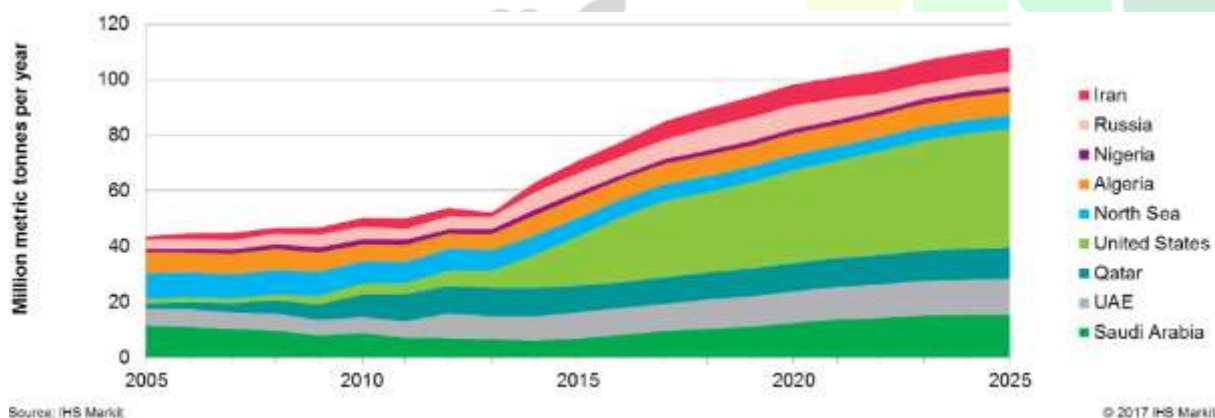
شکل (۲-۶) روند تولید پروپیلن و اتیلن از طریق روش‌های مختلف (منابع گوناگون) را نشان می‌دهد. با توجه

به شکل می‌توان گفت که تولید پروپیلن و اتیلن از گاز مایع در جهان در حال افزایش است.



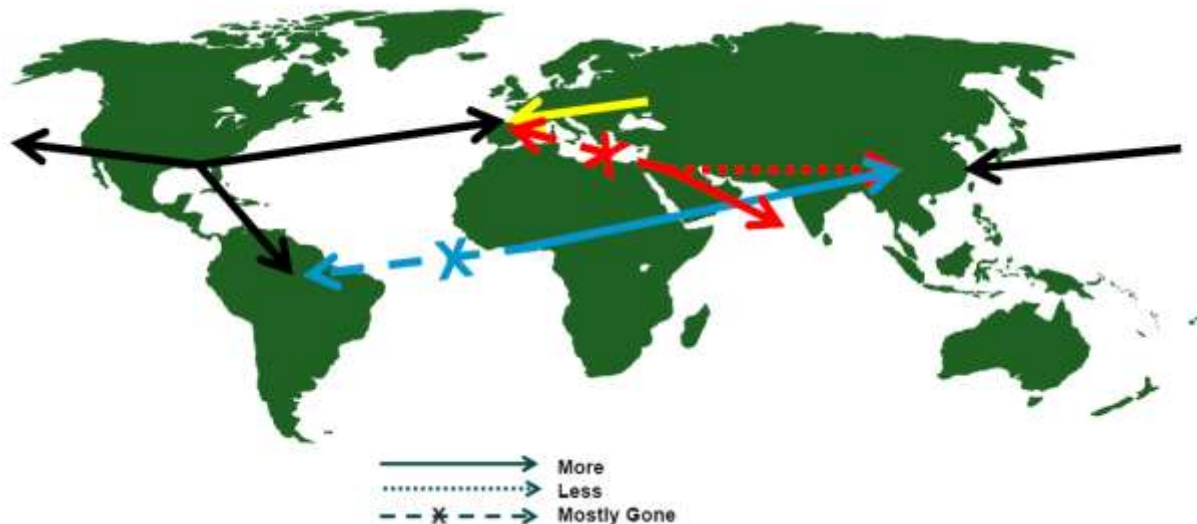
شکل (۶-۲) نمودارهای روند تولید پروپیلن و اتیلن از طریق روش‌های مختلف

شکل (۷-۲) روند صادرات گاز مایع در کشورهای مختلف تا افق ۲۰۲۵ میلادی را نشان می‌دهد که مطابق شکل آمریکا بزرگترین صادرکننده گاز در جهان است و این روند تا افق ۲۰۲۵ ادامه خواهد یافت.



شکل (۷-۲) روند صادرات گاز مایع در کشورهای مختلف تا افق ۲۰۲۵ میلادی

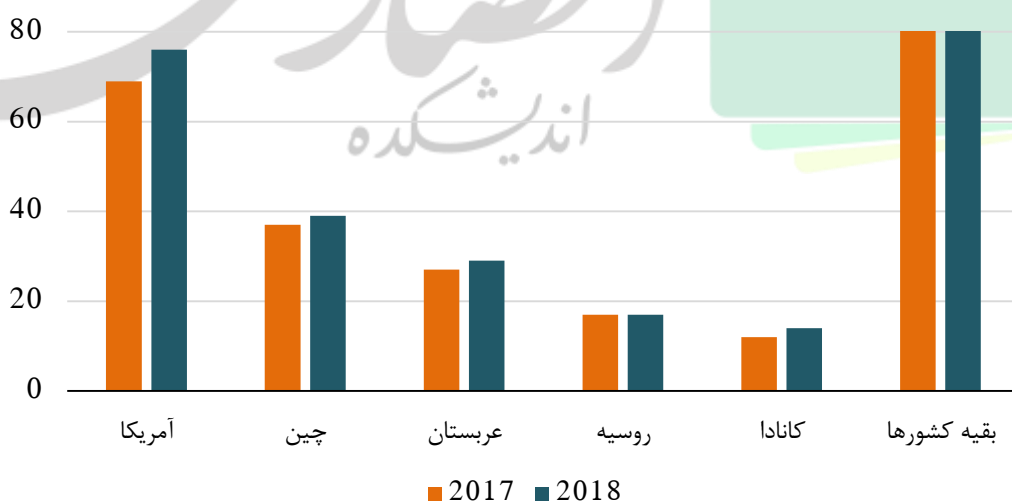
شکل (۸-۲) جریان تجارت گاز مایع در سراسر جهان را نشان می‌دهد. با توجه به شکل (۸-۲) آمریکا مبدا اصلی صادرات گاز مایع جهان است و کشورهای آسیای و بخصوص چین مقصد اصلی صادرات گاز مایع در جهان هستند.



شکل (۸-۲) جریان تجارت گاز مایع در سراسر جهان

بسیاری از کشورهای دارنده ذخایر نفت و گاز در دنیا همچون آمریکا، عربستان، روسیه، چین، قطر و ایران، تولیدکننده گاز مایع هستند. شکل (۹-۲) پنج کشور اول تولیدکننده گاز مایع در جهان طی سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ملاحظه می‌شود، آمریکا با فاصله تقریباً دو برابری نسبت به چین و عربستان در مقام اول تولید گاز مایع دنیا قرار دارد و در این بین ایران دهمین کشور بزرگ تولیدکننده گاز مایع در جهان است.

تولیدکنندگان بزرگ گاز مایع جهان

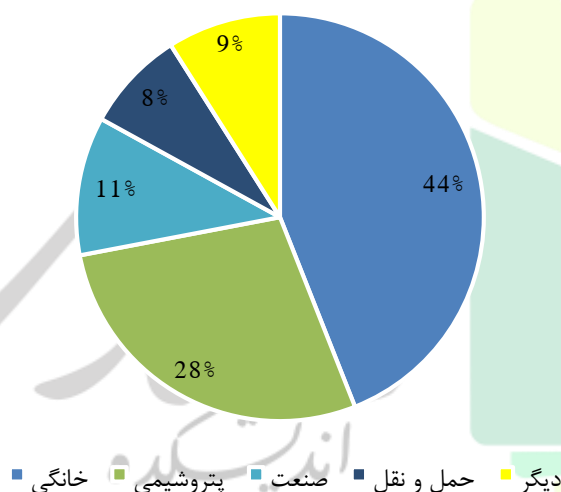


شکل (۹-۲) تولیدکنندگان بزرگ گاز مایع جهان

هر چند که سال ۲۰۱۷ برای گاز مایع با عبور از تولید و مصرف ۳۰۰ میلیون تن، یک نقطه عطف محسوب می‌شود، اما مجدداً در سال ۲۰۱۸ هم یک رشد استثنایی در هر دو طرف عرضه و تقاضای گاز مایع ایجاد گردید. کل گاز مایع تولیدی جهان طی سال ۲۰۱۸ در حدود ۳۱۷ میلیون تن تخمین زده شد که در حدود ۳،۶ درصد بیشتر از سال ۲۰۱۷ بود، ضمن اینکه میزان مصرف گاز مایع در سال ۲۰۱۸، ۳۱۳ میلیون تن بود که نسبت به سال گذشته ۳،۸ درصد افزایش یافته است. در سال ۲۰۱۸ روند صعودی تولید ایالات متحده آمریکا و چین ادامه یافته و منطقه غرب آسیا و روسیه دیگر منابع اصلی تولیدکننده گاز مایع برای بازارهای مختلف صادراتی بوده‌اند.

مطابق شکل (۲-۱۰) بخش خانگی و پتروشیمی به ترتیب با ۴۴ و ۲۸ درصد بزرگ‌ترین مصرف‌کننده‌های گاز مایع در جهان هستند.

تقاضای گاز مایع جهان در سال ۲۰۱۸

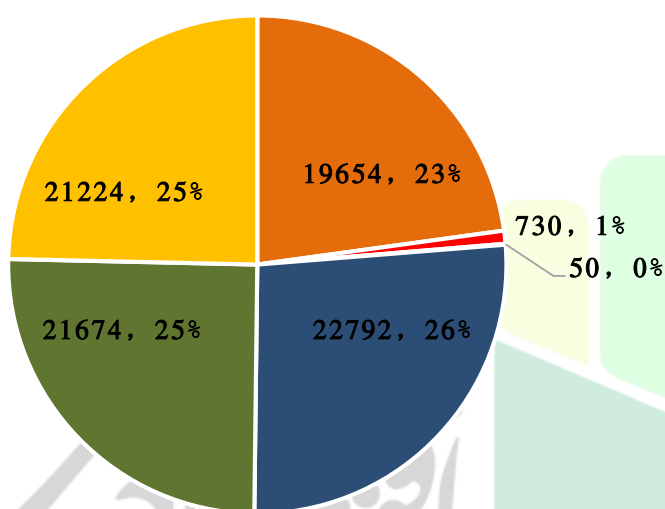


شکل (۲-۱۰) نمودار درصد سهم بخش‌های مختلف از تقاضای گاز مایع جهان در سال ۲۰۱۸

اگر چه مهم‌ترین تغییر در بازارهای جهانی گاز مایع طی چند سال اخیر استفاده از آن به عنوان ماده اولیه و خوراک برای تولید پروپیلن از طریق واحدهای پتروشیمی PDH است، اما همچنان بخش خانگی بیشترین سهم را در تقاضای گاز مایع به خود اختصاص داده است. در سال ۲۰۱۸ مقدار مصرف گاز مایع در بخش خانگی برابر ۱۳۸ میلیون تن بوده که نسبت به سال گذشته ۶ میلیون تن افزایش یافته است. هر چند که مقدار زیادی از مصرف در بخش خانگی مربوط به پخت و پز است اما کاهش شدید دمای هوا بخصوص در آمریکا طی سال ۲۰۱۸ منجر به این افزایش مصرف گاز مایع شده است.

در سال ۲۰۱۸ تقاضا برای گاز مایع به عنوان خوراک پتروشیمی بر خلاف سال ۲۰۱۷ که کاهش یافته بود، به میزان ۵ درصد افزایش یافته است. در واقع تقاضای جهانی در بخش پتروشیمی در سال مذکور بالغ بر ۸۶ میلیون تن است. البته این افزایش تقاضا بیشتر مربوط به کشورهای آسیایی بویژه تایوان و کره جنوبی است. در حقیقت واحدهای پتروشیمی PDH احداث شده در آسیا منجر به این افزایش تقاضا شده است. شکل (۲-۱) هم میزان تقاضای گاز مایع در نواحی مختلف جهان برای بخش پتروشیمی‌ها در سال ۲۰۱۸ را نشان می‌دهد. با توجه به شکل مشخص است که این تقاضا به صورت همگون در نواحی مختلف جهان وجود دارد.

تقاضای گاز مایع برای پتروشیمی در سال ۲۰۱۸



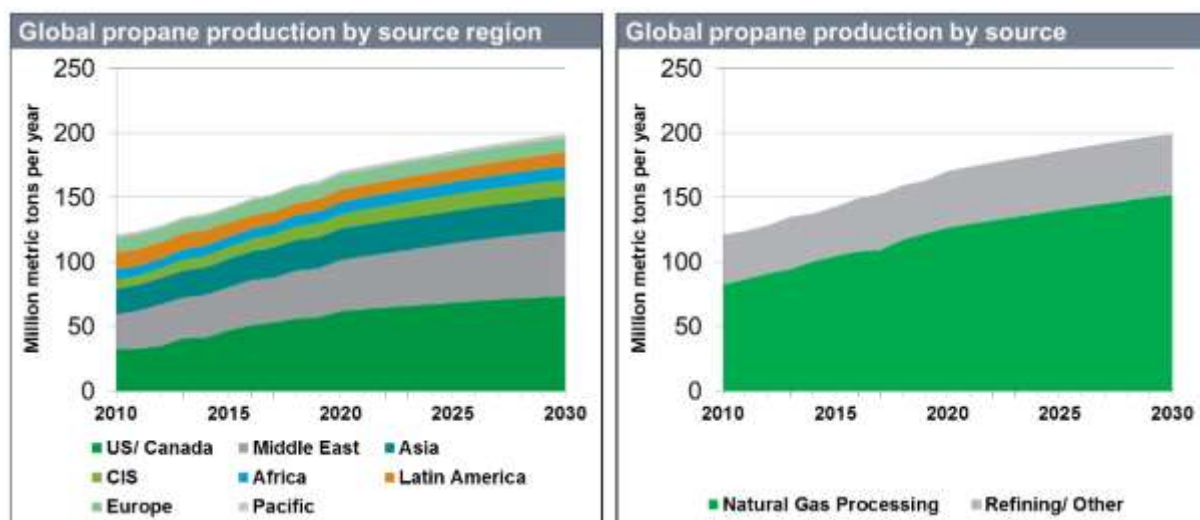
اروپا ■ غرب آسیا ■ آسیا اقیانوسیه ■ آمریکای مرکزی و جنوبی ■ آفریقا ■ آمریکای شمالی

شکل (۲-۱) نمودار تقاضای گاز مایع در نواحی مختلف جهان برای پتروشیمی‌ها در سال ۲۰۱۸

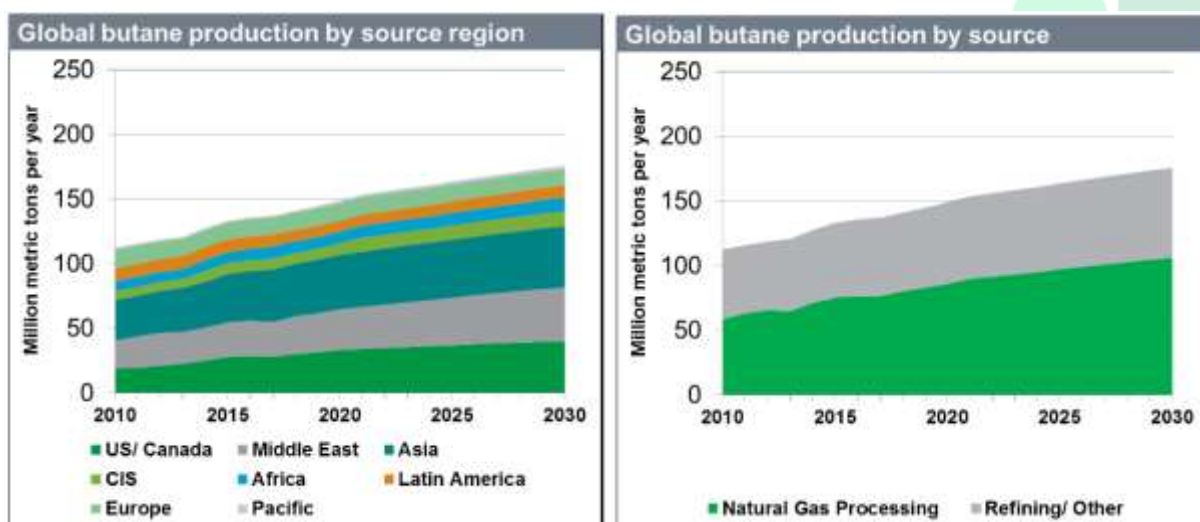
## 3-2- وضعیت تولید، مصرف و تجارت جهانی گاز پروپان و بوتان

شکل (۲-۱۲) و شکل (۲-۱۳) روند صعودی تولید گازهای پروپان و بوتان (اجزای تشکیل دهنده گاز مایع) در نواحی مختلف و از منابع گوناگون تا افق ۲۰۳۰ میلادی را نشان می‌دهد. مطابق نمودارها مشخص است که بخش زیادی از گاز مایع دنیا از طریق فرآیندهای تولید و استخراج گاز طبیعی بدست می‌آید.



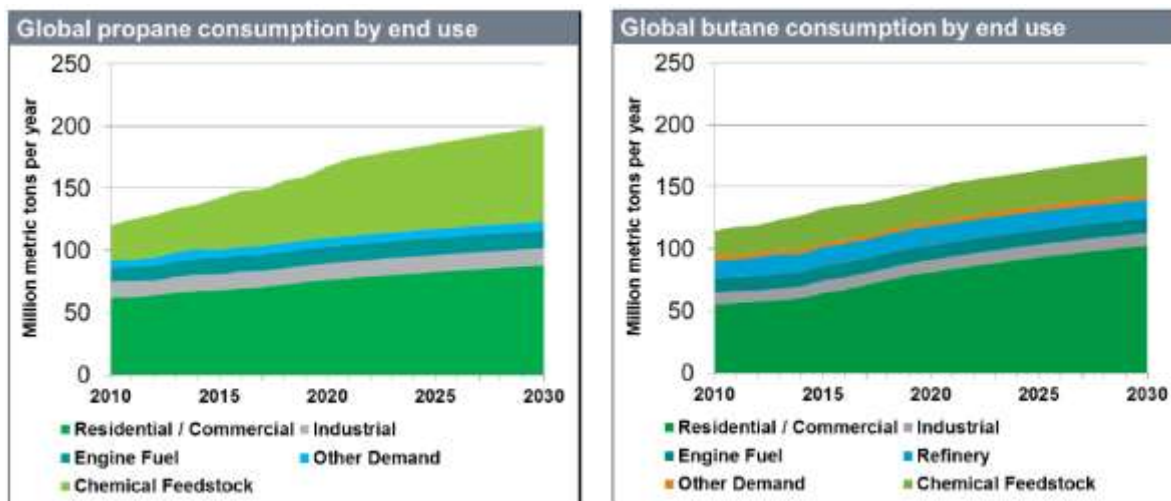


شکل (۱۲-۲) نمودارهای تولید گاز پروپان در نواحی مختلف و از منابع گوناگون



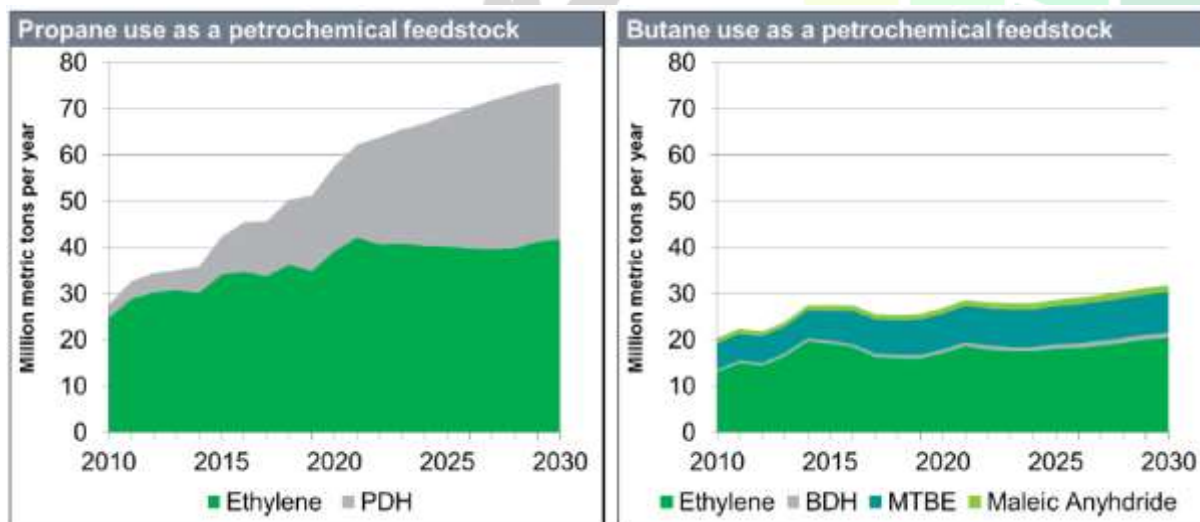
شکل (۱۳-۲) نمودارهای روند تولید گاز بوتان در نواحی مختلف و از منابع گوناگون

شکل (۱۴-۲) روند مصرف نهایی جهانی گاز پروپان و بوتان (اجزای تشکیل دهنده گاز مایع) در بخش‌های مختلف تا افق ۲۰۳۰ میلادی را نشان می‌دهد. مطابق شکل (۱۴-۲) مشخص است که سهم مصرف گاز پروپان به عنوان خوراک واحدهای پتروشیمی در حال افزایش است.



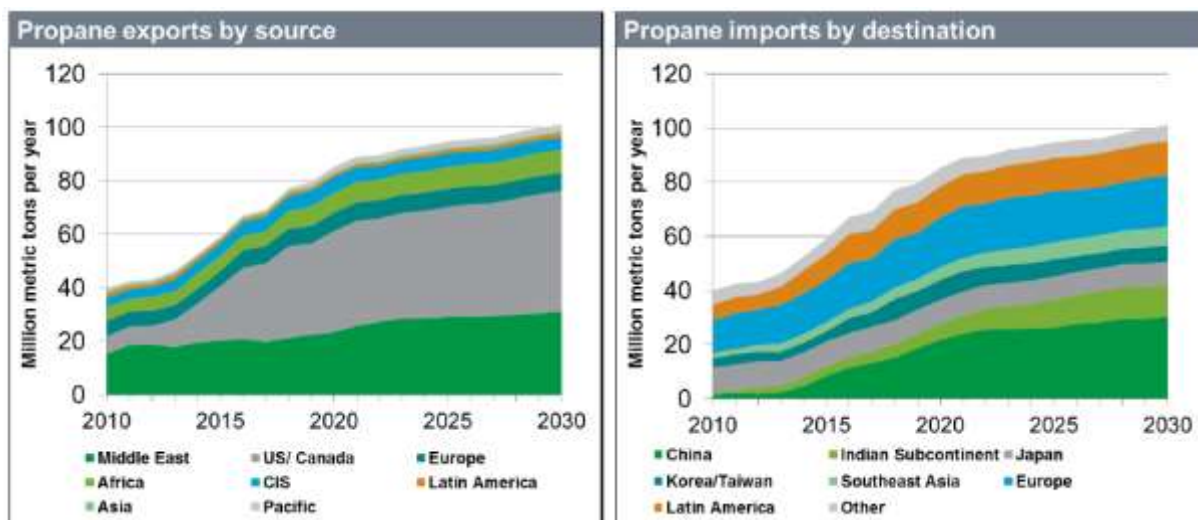
شکل (۱۴-۲) نمودارهای روند مصرف جهانی گاز پروپان و بوتان در بخش‌های مختلف تا افق ۲۰۳۰ میلادی

شکل (۱۵-۲) مصرف گاز پروپان و بوتان (اجزای تشکیل دهنده گاز مایع) در واحدهای مختلف پتروشیمی را نشان می‌دهد. نکته مهمی که از شکل (۱۵-۲) برداشت می‌شود روند افزایشی مصرف گاز پروپان در واحدهای پتروشیمی PDH است.



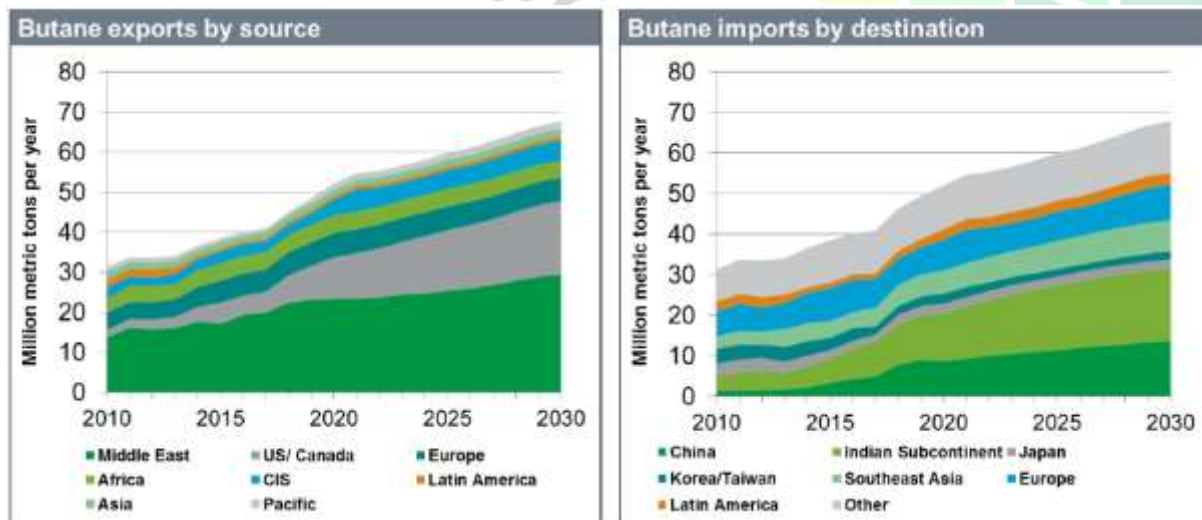
شکل (۱۵-۲) نمودارهای روند مصرف گاز پروپان و بوتان در واحدهای مختلف پتروشیمی

شکل (۱۶-۲) روند واردات و صادرات گاز پروپان تا افق ۲۰۳۰ میلادی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل مذکور آمریکا بزرگ‌ترین صادرکننده و کشورهای آسیایی همچون چین و هند واردکننده‌های اصلی گاز پروپان در جهان هستند.



شکل (۱۶-۲) نمودارهای روند واردات و صادرات گاز پروپان تا افق ۲۰۳۰ میلادی

شکل (۱۷-۲) روند واردات و صادرات گاز بوتان تا افق ۲۰۳۰ میلادی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل به ترتیب منطقه غرب آسیا و آمریکا بزرگ‌ترین صادرکننده گاز مایع و کشورهای آسیایی همچون چین و هند واردکننده‌های اصلی گاز پروپان در جهان هستند.

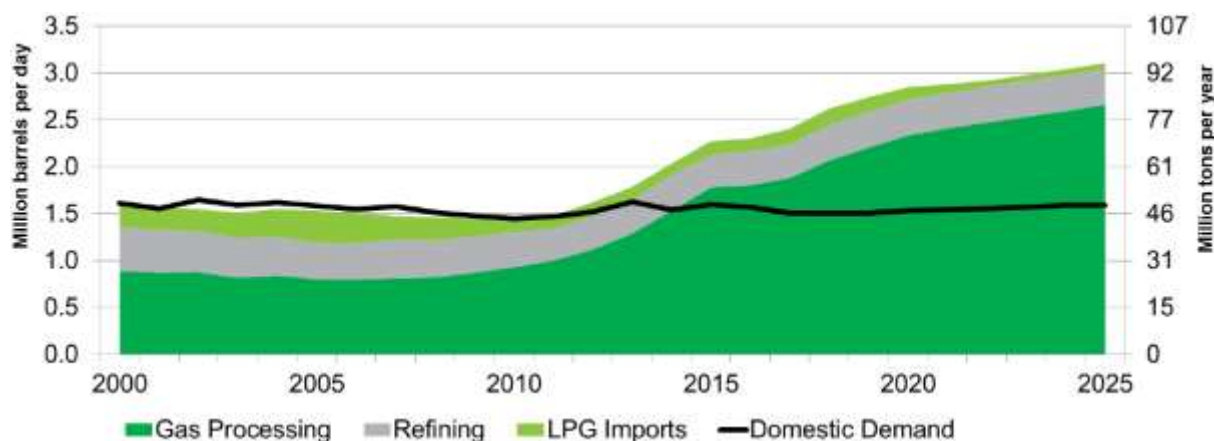


شکل (۱۷-۲) نمودارهای روند واردات و صادرات گاز بوتان تا افق ۲۰۳۰ میلادی

## 4-2- وضعیت تولید، مصرف و تجارت گاز مایع آمریکا

شکل (۱۸-۲) روند تولید گاز مایع از منابع مختلف و مقدار مصرف داخلی کشور آمریکا تا افق ۲۰۲۵ میلادی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل (۱۸-۲) مشخص است که از سال ۲۰۱۱ میزان تولید گاز مایع در آمریکا از

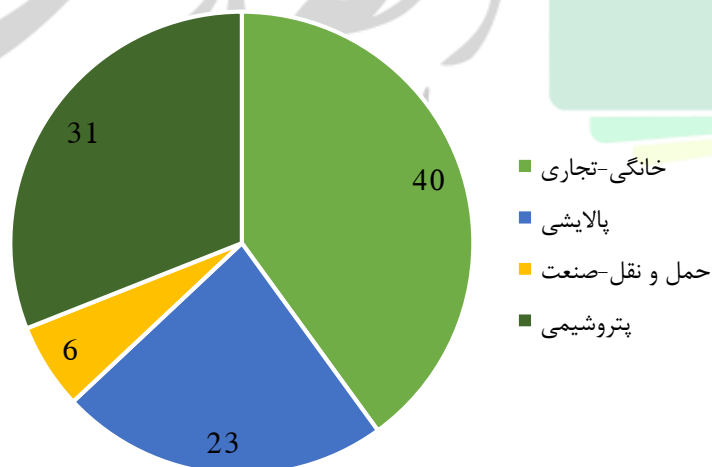
میزان مصرف داخلی بیشتر شده و در نتیجه مقدار صادرات گاز مایع آمریکا از آن سال افزایش پیدا کرده است.



شکل (۱۸-۲) نمودار روند تولید گاز مایع از منابع مختلف و مقدار مصرف داخلی کشور آمریکا تا افق ۲۰۲۵ میلادی

مطابق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی در سال ۲۰۱۶ آمریکا با بیش از ۵۰ میلیون تن مصرف، در رتبه نخست کشورهای مصرف‌کننده گاز مایع در جهان قرار دارد. نمودار شکل (۱۹-۲)، سهم بخش‌های مختلف از تقاضای گاز مایع در کشور آمریکا را در سال ۲۰۱۶ نشان می‌دهد.

### توزیع تقاضای گاز مایع در آمریکا

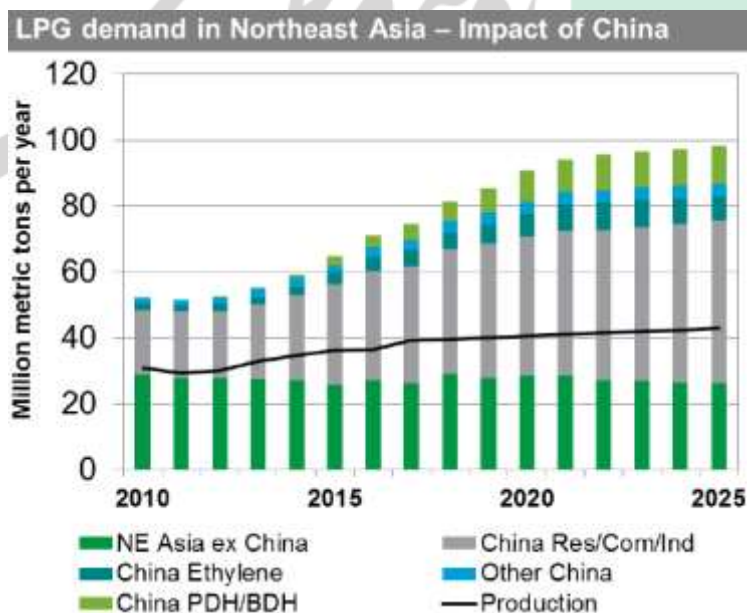


شکل (۱۹-۲) نمودار سهم بخش‌های مختلف از تقاضای گاز مایع در آمریکا در سال ۲۰۱۶

## 2-5- وضعیت تولید، مصرف و تجارت گاز مایع چین

با توجه به شکل (۲-۹) کشور چین دومین تولیدکننده گاز مایع جهان و با فاصله اندک نسبت به آمریکا، در مقام دوم بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان گاز مایع دنیا است. همچنین در میان ۱۰ کشور نخست مصرف‌کننده، چین بیشترین رشد را در میزان افزایش مصرف گاز مایع در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۱۵ به خود اختصاص داده است. گاز مایع تولیدی چین در سال ۲۰۱۷، برابر با ۲۹ میلیون تن و میزان تقاضای گاز مایع این کشور در این سال، در حدود ۵۳ میلیون تن بوده است. ضمن اینکه میزان رشد تقاضای گاز مایع در چین طی سال‌های ۲۰۱۷ الی ۲۰۱۹ بسیار چشم‌گیر بوده و این رشد تقاضا باعث افزایش ۲۵ درصدی مصرف گاز مایع در چین شده است.

شکل (۲-۲۰) روند افزایشی تقاضای گاز مایع چین در بخش‌های مختلف و شمال شرق آسیا را نشان می‌دهد. برای افزایش تقاضای گاز مایع در چین می‌توان دو دلیل اصلی را ذکر کرد؛ نخست بهره‌برداری از تعدادی از واحدهای پتروشیمی<sup>۱</sup> PDH که هر کدام از واحدها به میزان ۸۰۰ هزار تن خوراک پروپان (برشی از گاز مایع) مصرف می‌نمایند و دوم بهره‌برداری از واحدهای پتروشیمی (هیدروژن‌زدایی بوتان)<sup>۲</sup> BDH که خوراک این واحدها بوتان (برشی از گاز مایع) است.



شکل (۲-۲۰) نمودار روند تقاضای گاز مایع چین در بخش‌های مختلف و شمال شرق آسیا

<sup>1</sup> Propane dehydrogenation

<sup>2</sup> Butane dehydrogenation

## 2-6- وضعیت تولید، مصرف و تجارت گاز مایع کره جنوبی

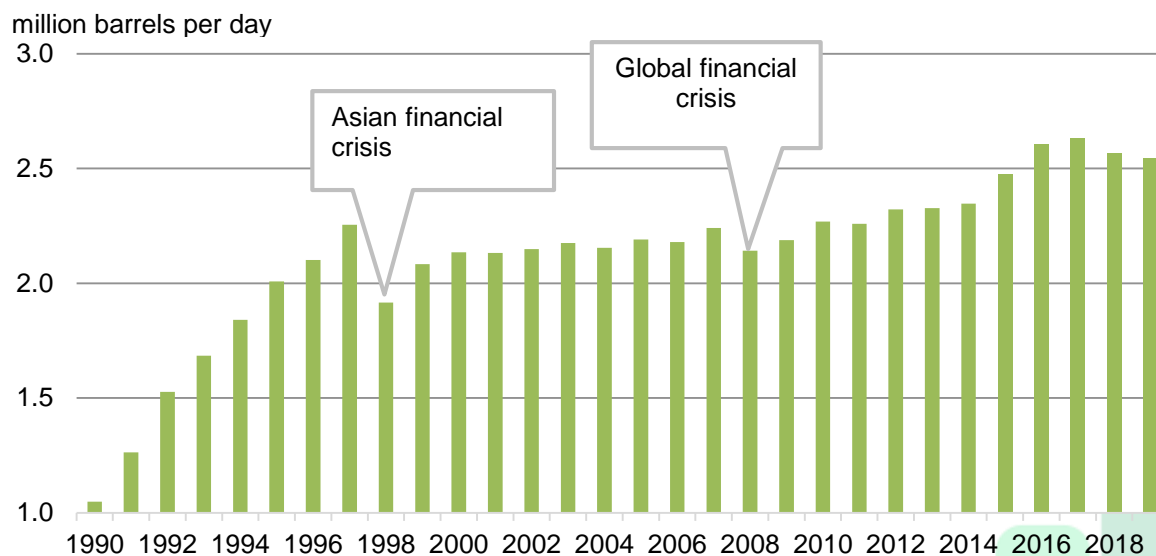
کره جنوبی مقدار اندکی منابع داخلی نفت خام دارد و در واقع این کشور تقریباً به طور کامل برای تأمین تقاضای داخلی خود به واردات نفت خام متکی است. کل نفت خام و مایعات هیدروکربوری تولیدی توسط کره جنوبی در سال ۲۰۱۹ برابر ۱۱۹۰۰۰ بشکه در روز بوده است. ضمن اینکه شرکت ملی نفت کره جنوبی (KNOC) از طریق خرید شرکت‌های خارج از کره و سرمایه‌گذاری با شرکت‌های بزرگ نفتی بین‌المللی و ملی، طی سال ۲۰۱۹ در خارج از خاک کره جنوبی، حدود ۱۲۵۰۰۰ بشکه در روز نفت خام و در حدود ۱۲۴ میلیارد فوت مکعب گاز طبیعی تولید کرده است.<sup>۲</sup> بنابراین کره جنوبی به علت نداشتن منابع نفت و گاز و در نتیجه عدم تولید و استخراج نفت و گاز در مقایسه گسترده، میزان تولید گاز مایع اندکی دارد که این مقدار در واقع محصول جانبی سایر فرآیندهای پتروپالایشی است.

مطابق شکل (۲-۲۱) در سال ۲۰۱۹ کره جنوبی بیش از ۲,۵ میلیون بشکه در روز نفت خام و مایعات دیگر مصرف کرده و در حقیقت هشتمین مصرف‌کننده بزرگ نفت خام جهان است. تقاضای نفت خام کره جنوبی بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶ در حدود ۲۶۰,۰۰۰ بشکه در روز افزایش یافته است که به علت کاهش قیمت نفت خام، افتتاح واحدهای جدید پتروشیمی مصرف‌کننده گاز مایع (LPG) و نفتا و نیز مصرف مازوت در بخش برق به دنبال کاهش موقت ظرفیت برق هسته‌ای بوده است. رشد مصرف نفت خام کره جنوبی در سال ۲۰۱۷ به طور قابل توجهی تعدیل شده است. از جمله دلایل مهم این کاهش مصرف، می‌توان به افزایش قیمت نفت خام، افزایش ظرفیت برق ذغال سنگی و در نتیجه کاهش مصرف فرآورده‌های نفتی در حوزه تولید برق، مقررات جدید مربوط به آلاینده‌گی محیط زیست و تحت تعمیر و نگهداری قرار گرفتن واحدهای پتروشیمی اشاره نمود. ضمن اینکه اختلافات تجاری و تقاضای ضعیف از چین بر صادرات فرآورده‌های نفتی کره جنوبی در نیمه دوم ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ تأثیر منفی گذاشته است.<sup>۳</sup>

<sup>1</sup> Korea National Oil Corporation

<sup>2</sup> KNOC Investor Relations, Overseas E&P (accessed May 2020)

<sup>3</sup> U.S. Energy Information Administration, Short-Term Energy Outlook, August 2020; FACTS Global Energy Services, Asia Pacific Petroleum Databook 1: Supply and Demand, Spring 2018, pages 55-57; Spring 2019, pages 49-51; Fall 2019, pages 53-54; Spring 2020, pages 52-53; International Energy Agency, Oil 2019, pages 33 and 100; Coal 2018, page 24; Oil Market Report, November 15, 2019, page 10; Oil Market Report, May 15, 2019, page 9, Oil Market Report, April 11, 2019, page 10; Newsbase, AsianOil, "South Korea's oil and gas demand declines," November 6, 2019, page 8.



Source: U.S. Energy Information Administration, *Short-Term Energy Outlook*, August 2020



شکل (۲۱-۲) نمودار روند مصرف نفت خام کره جنوبی

استفاده از نفتا در کره جنوبی احتمالاً به دلیل افزایش ظرفیت واحدهای پتروشیمی اتیلن و افزایش تقاضا برای پلاستیک در آسیا افزایش خواهد یافت. ضمن اینکه کره جنوبی در اواسط دهه ۲۰۲۰ قصد دارد چندین تأسیسات جدید پتروشیمی را راه اندازی کند که در نتیجه تقاضای نفتا و گاز مایع این کشور را در چند سال آینده دوباره افزایش می‌دهد.<sup>۱</sup> در سال ۲۰۱۹ تقاضای نفتا، تقریباً نیمی از کل تقاضای فرآورده‌های نفتی کره جنوبی را تشکیل می‌دهد و در حقیقت بیشترین سهم از کل تقاضای فرآورده‌های نفتی کره جنوبی است. همچنین کره جنوبی از LPG که ۱۳ درصد از تقاضای محصولات نفتی در سال ۲۰۱۹ را به خود اختصاص داده است، در صنایع پتروشیمی به ویژه واحدهای پتروشیمی PDH و الفینی استفاده می‌کند.<sup>۲</sup> جالب است که کره جنوبی در مجموع یک صادرکننده فرآورده‌های نفتی است. تخمین زده می‌شود که این کشور در سال ۲۰۱۹، در حدود ۱,۴ میلیون بشکه در روز فرآورده‌های نفتی پالایش شده که بیشتر به صورت تقطیرهای میانی مانند گازوئیل، بنزین و سوخت جت بوده را صادر کرده است. ضمن اینکه در این سال واردات فرآورده‌های نفتی این کشور که عمدتاً نفتا و LPG است، تقریباً ۱ میلیون بشکه در روز به ثبت رسیده است.<sup>۳</sup>

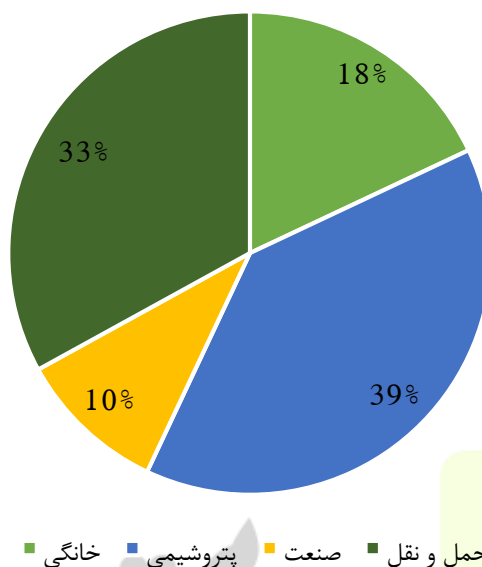
<sup>1</sup> FACTS Global Energy Services, *Asia Pacific Petroleum Databook 1: Supply and Demand*, Spring 2020, page 52; International Energy Agency, *Oil 2020*, pages 20-22 and 36.

<sup>2</sup> Korea Energy Economics Institute, *Monthly Energy Statistics*, May 2020, page 47.

<sup>3</sup> FACTS Global Energy Services, *Asia Pacific Petroleum Databook 3: Oil Product Balances & Prices*, Spring 2020, page 66.

شکل (۲-۲۲) سهم بخش‌های مختلف از مصرف گاز مایع در کره جنوبی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل (۲-۲۲) بخش پتروشیمی و حمل و نقل به ترتیب با ۳۹ و ۳۳ درصد بیشترین سهم را در مصرف گاز مایع کره جنوبی دارند.

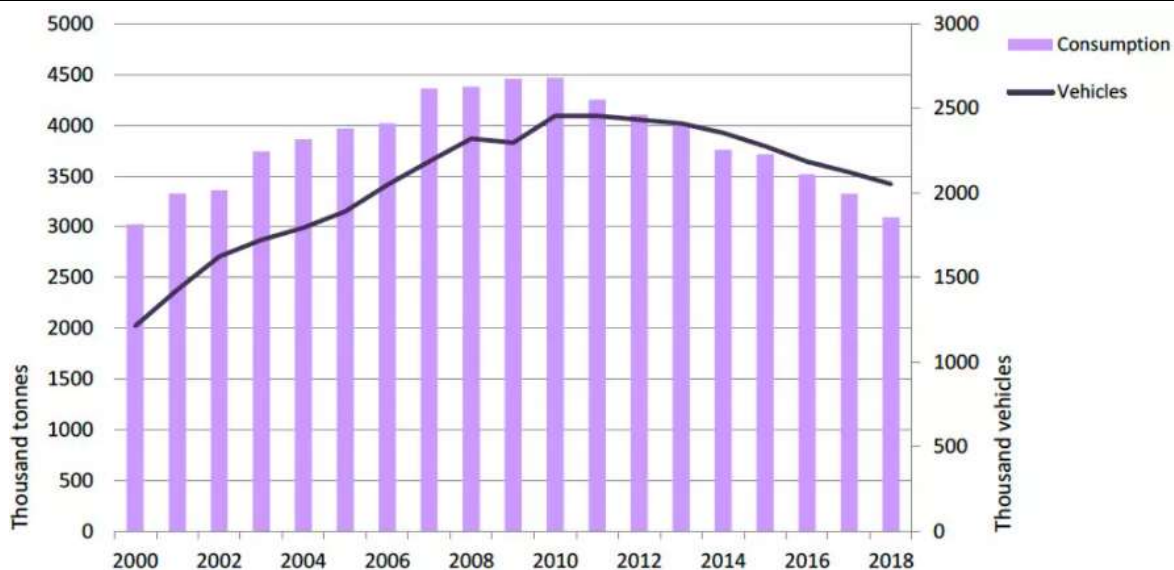
تقاضای گاز مایع کره جنوبی در سال ۲۰۱۸



شکل (۲-۲۲) سهم بخش‌های مختلف از مصرف گاز مایع در کره جنوبی

کره جنوبی یکی از اولین کشورهایی بود که استفاده از اتوگاز (خودروهای مصرف کننده گاز مایع) را گسترش داد و برای سال‌های طولانی بزرگترین بازار اتوگاز جهان را در اختیار داشت. در حقیقت حمایت شدید دولت کره جنوبی از استفاده از گاز مایع در تاکسی‌ها و ناوگان حمل و نقل عمومی، عمدتاً از طریق مالیات کم بر سوخت گاز مایع، تقاضا برای این سوخت در دهه ۱۹۷۰ را ایجاد نمود و در دهه ۱۹۹۰ به اوج خود رساند. با توجه به شکل (۲-۲۳)، با وجود ممنوعیت استفاده از گاز مایع در اتومبیل‌های شخصی، تا سال ۲۰۱۰ تقریباً ۲,۵ دستگاه خودرو نزدیک به ۴,۵ میلیون تن گاز مایع مصرف کرده‌اند.





Source: WLPGA/Argus (2019).

شکل (۲-۲۳) نمودار روند مصرف گاز مایع در بخش حمل و نقل کره جنوبی

البته بازار اتوگاز در سال ۲۰۱۱ شروع به انقباض کرد و مصرف سالانه به ۳,۰۹ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ کاهش یافت که تقریباً یک سوم پایین‌تر از اوج مصرف در سال ۲۰۱۰ است و برای اولین بار از دهه ۱۹۹۰، کره جنوبی دیگر بزرگترین بازار اتوگاز جهان را در اختیار ندارد و ترکیه در جایگاه اول است. دلیل اصلی این موضوع تغییر تدریجی در سیاست دولت کره جنوبی مبنی بر حمایت بیشتر از خودروهای دیزلی و بنزینی بود که از سال ۲۰۰۰ آغاز شد<sup>۱</sup>.

بر اساس داده‌های شرکت ملی نفت کره جنوبی، در سال ۲۰۱۸ حدود ۴,۳ میلیون تن از کل LPG مصرفی کره جنوبی در بخش‌های پتروشیمی و صنایع مورد استفاده قرار گرفته است که رشد بیش از ۷۰ درصدی را نشان می‌دهد. مصرف بی سابقه گاز مایع در بخش پتروشیمی، محصولات پتروشیمیایی کره جنوبی را نسبت به سال ۲۰۱۵، ۸۷,۷ درصد افزایش داده و به ۳,۳ میلیون تن رسانده است. تحلیلگران انتظار دارند که تولیدات پتروشیمی کره جنوبی در این دهه نزدیک به همین سطح باشد<sup>۲</sup>. تغییر در روند استفاده از گاز مایع از بخش حمل و نقل به بخش پتروشیمی، تقاضا برای گاز مایع در کره جنوبی را پس از سال‌ها کاهش مصرف به رکورد جدیدی رسانده است. در واقع کره جنوبی تا سال ۲۰۱۰ عمدتاً از LPG برای تأمین انرژی بخش حمل و نقل استفاده می‌کرد، اما با تغییر سیاست‌های دولت کره جنوبی در ناوگان حمل و نقل، تقاضا در این بخش به مرور کاهش یافت.

<sup>۱</sup> <https://auto-gas.net/government-policies/autogas-incentive-policies/south-korea/>

<sup>۲</sup> <https://www.reuters.com/article/southkorea-lpg-idUSL4N1FD110>

در سال ۲۰۱۹ واردات LPG کره جنوبی با توجه به تقاضای روزافزون در بخش پتروشیمی و نیز تغییر مجدد در سیاست این کشور در بخش حمل و نقل مبنی بر اجازه استفاده از وسایل نقلیه بخش خصوصی از سوخت LPG، ۹,۵ درصد افزایش داد و از ۶,۴ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ به ۷ میلیون تن در سال ۲۰۱۹ رساند. در واقع آلودگی شدید هوا که عمدتاً ناشی از انتشار وسایل نقلیه بنزینی بود، دولت کره جنوبی را مجبور کرد که در راهبرد قبلی خود تجدید نظر نماید.

ضمن اینکه در سال ۲۰۱۸ کره جنوبی ۴,۸ میلیون تن پروپان و ۱,۶ میلیون تن بوتان وارد کرده که به نسبت ۷۵:۲۵ تبدیل می‌شود. افزایش استفاده از LPG در بخش حمل و نقل باعث افزایش مصرف بوتان و ایجاد توازن مجدد بین نسبت پروپان و بوتان خواهد گردید.

با توجه به تحریم‌های آمریکا علیه ایران و کاهش تولید اوپک، کره جنوبی به دنبال افزایش واردات LPG از ایالات متحده است که در حال حاضر بزرگترین تأمین کننده LPG جهان است. این در حالی است که در سال ۲۰۱۸ کره جنوبی ۴,۹ میلیون تن LPG از ایالات متحده وارد کرده است. در واقع افزایش مصرف گاز مایع باعث افزایش سهم LPG آمریکا در بازار کره جنوبی خواهد شد.<sup>۱</sup>

## 2-7- وضعیت تولید، مصرف و تجارت گاز مایع عربستان

عربستان با دارا بودن ۲۰ درصد از کل ذخایر نفتی و ۴ درصد از منابع گازی دنیا، سومین تولیدکننده گاز مایع در جهان است. این کشور در سال ۲۰۱۷ با تولید ۲۵ میلیون تن گاز مایع پس از آمریکا و چین، رتبه سوم را در تولید گاز مایع کسب نموده است. ضمن اینکه میزان مصرف گاز مایع در این کشور در حدود ۱۶,۵ میلیون تن است. بنابراین کشور عربستان بالاترین میزان تولید و مصرف گاز مایع را در منطقه غرب آسیا دارد.

در جدول (۱-۲) میزان و سهم مصرف گاز مایع کشورهای نفتی منطقه غرب آسیا در بخش‌های مختلف در سال ۲۰۱۶ برحسب میلیون تن مقایسه شده است. همان‌طور که در جدول (۱-۲) مشاهده می‌شود کشور عربستان با ۱۶,۴ میلیون تن بالاترین میزان مصرف گاز مایع را در منطقه غرب آسیا در اختیار دارد که سهم قابل توجهی از این میزان مصرف، شامل خوراک واحدهای پتروشیمی برای تولید محصولات زنجیره ارزش گاز مایع همچون پروپیلن است.

<sup>۱</sup> <https://www.hellenicshippingnews.com/south-koreas-lpg-imports-to-increase-in-2019/>

بررسی مدل توسعه پتروشیمی‌های خوراک گاز مایع در کشور - اندیشکده اقتصاد مقاومتی

جدول (۱-۲) مقایسه میزان مصارف مختلف گاز مایع در کشورهای نفتی منطقه غرب آسیا بر حسب میلیون تن<sup>۱</sup>

نام کشور	میزان مصرف	نوع مصرف	
		سوخت (خانگی و حمل و نقل)	خوراک (پتروشیمی)
عربستان	۱۶,۴	۱,۳	۱۵,۱
ایران	۲,۵	۲	۰,۵
عراق	۲,۱	۲,۱	۰
امارات	۱,۲	۰,۳	۰,۹
قطر	۰,۸	۰,۲	۰,۶

همچنین بررسی روند مصرف گاز مایع در کشور عربستان از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۶، نشان دهنده‌ی افزایش مصرف گاز مایع از ۹,۲ میلیون تن در سال ۲۰۰۷ به ۱۶,۴ میلیون تن در سال ۲۰۱۶ است. این جهش مصرف به دلیل بهره‌برداری از طرح‌های پتروشیمی خوراک مایع PDH این کشور است. از جمله این طرح‌ها می‌توان واحدهای PDH شرکت‌های پلی‌الفین‌های سعودی<sup>۲</sup>، پتروشیمی پیشرفته<sup>۳</sup>، ملی صنایع پتروشیمی<sup>۴</sup>؛ الوها و الجبیل را نام برد. میزان پروپان مصرفی این ۵ واحد پتروشیمی بیش از ۳ میلیون تن است. در نهایت در جدول (۲-۲) میزان تولید و مصرف گاز مایع کشورهای عربستان و چین با ایران مقایسه شده است. با توجه به جدول (۲-۲) میزان مصرف داخلی گاز مایع ایران در بخش پتروشیمی تنها در حدود ۰,۵ میلیون تن و در واقع ۵ درصد از تولید گاز مایع این کشور است در حالی که این رقم در کشور عربستان به عنوان رقیب صنایع پتروشیمی ایران در منطقه غرب آسیا، در حدود ۱۵,۱ میلیون تن و در چین به عنوان قطب اقتصادی آسیای شرقی در حدود ۲۴ میلیون تن است. این ارقام همگی نشان از عقب افتادگی ایران نسبت به سایر رقبای خود در حوزه زنجیره ارزش گاز مایع است.

جدول (۲-۲) مقایسه میزان مصارف مختلف گاز مایع در سه کشور ایران، عربستان و چین بر حسب میلیون تن

نوع مصرف			

<sup>۱</sup> گزارش آژانس بین‌المللی انرژی

<sup>۲</sup> Saudi Polyolfins Company

<sup>۳</sup> Advanced Petrochemical Company (APPC)

<sup>۴</sup> National Petrochemical Industrial Co (NatPet)

<sup>۵</sup> Al Waha

<sup>۶</sup> Al Jubail

<sup>۷</sup> گزارش آژانس بین‌المللی انرژی

بررسی مدل توسعه پتروشیمی‌های خوراک گاز مایع در کشور - اندیشکده اقتصاد مقاومتی

نسبت مصرف پتروشیمی به کل تولید	مصارف دیگر	خوراک پتروشیمی	سوخت ( خانگی و خودرو)	میزان مصرف داخل	میزان تولید	نام کشور
۶۰٪	۰	۱۵,۱	۱,۳	۱۶,۴	۲۵	عربستان
۷۶٪	۳	۲۴	۲۳	۵۰	۳۱,۵	چین
۵٪	۰	۰,۵	۲	۲,۵	۹,۵	ایران

اندریشه  
اقتصاد  
مقاومتی



## فصل ۳:

ارزیابی مزیت توسعه زنجیره ارزش گاز مایع

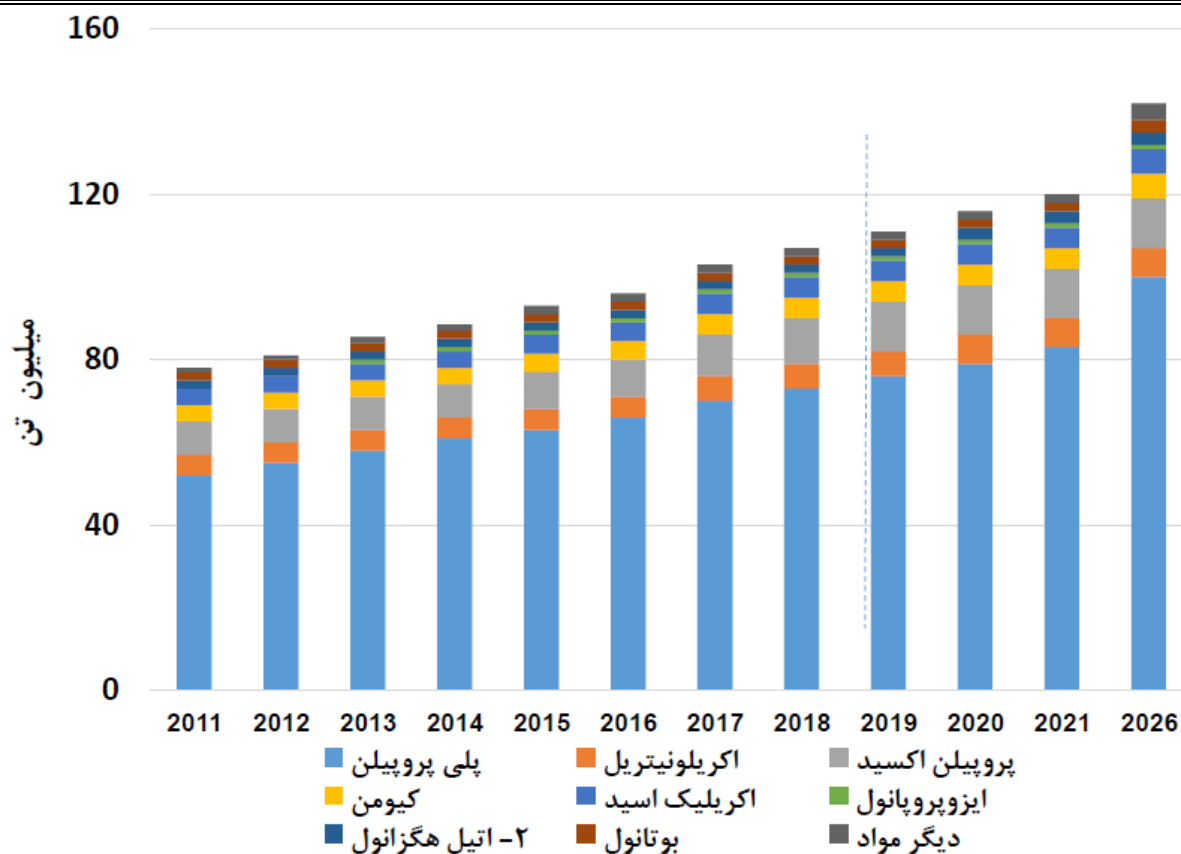
نسبت به خام فروشی

### 3-1- مقدمه

در فصل اول اشاره شد که بیش از ۵۰ درصد از گاز مایع تولیدی به صورت خام صادر، بیش از ۲۰ درصد صرف مصارف داخلی، ۵ درصد به عنوان خوراک پتروشیمی‌ها و بیش از ۲۰ درصد باقیمانده این سوخت با ارزش و گران قیمت، به علت محدودیت در ذخیره سازی، به خط لوله سراسری گاز طبیعی تزریق می‌شود. این در حالیست که ارزش حرارتی و قیمت جهانی گاز مایع به مراتب بیشتر از گاز طبیعی است و تزریق آن به خط لوله سراسری گاز طبیعی، در واقع به منزله اتلاف منابع و عدم استفاده صحیح از این منبع با ارزش است. بنابراین با توجه به میزان تولید و عرضه بیش از تقاضای گاز مایع در داخل کشور، توسعه زنجیره ارزش گاز مایع در داخل می‌تواند منجر به تولید محصول راهبردی پروپیلن گردد که مزایای گوناگونی همچون «ایجاد ارزش افزوده»، «صرفه جویی ارزی»، «افزایش درآمد دولت» و «اشتغالزایی» را در پی خواهد داشت. در ادامه هر یک از این موارد دقیق‌تر بررسی خواهد شد.

### 3-2- تولید محصول راهبردی پروپیلن

پروپیلن بعد از آمونیاک و اتیلن پرمصرف‌ترین محصول پایه پتروشیمی است. پروپیلن به صورت مستقیم کاربرد ندارد و از آن برای تولید محصولات پایین دست مانند پلی پروپیلن، اکریلونیتریل، پروپیلن اکسید، اکسو الکل‌ها و غیره استفاده می‌شود. در شکل (۳-۱) محصولات پایین دست پروپیلن و میزان تولید جهانی هر یک از این محصولات نشان داده شده است. همانگونه که از شکل مشخص است پلی پروپیلن بیشترین سهم را از محصولات پایین دست پروپیلن دارد و در سال‌های آینده هم تولید آن همچنان سیری صعودی خواهد داشت.



شکل (۱-۳) میزان و روند جهانی تولید محصولات مختلف پایین دست پروپیلن<sup>۱</sup>

بنابراین یکی از محصولات مهم و پر کاربرد صنعت پتروشیمی پروپیلن است که با توجه به کمبود این ماده ارزشمند در کشور، از گاز مایع می‌توان در تولید این محصول راهبردی استفاده کرد. در سال ۱۳۹۷ میزان پروپیلن تولید شده در کشور حدود ۹۰۰ هزار تن بوده که از این مقدار، سهم قابل توجهی از آن به پلی پروپیلن تبدیل شده است. با توجه به مصرف بالای پلی پروپیلن در کشور، میزان تقاضای این محصول بیشتر از میزان تولید پتروشیمی‌های کشور است. در حال حاضر یکی از دلایل مهم کمبود پلی پروپیلن در کشور کمبود خوراک پروپیلن است. به همین دلیل بیشتر پتروشیمی‌های تولید کننده پلی پروپیلن کشور کمتر از ظرفیت واقعی تولید می‌کنند.

حمل و نقل پروپیلن از لحاظ اقتصادی توجیه چندانی ندارد و واردات آن امکان پذیر نیست، بنابراین نیاز است پروپیلن بیشتری در کشور تولید شود. در حال حاضر به دلیل کمبود پروپیلن در کشور و در نتیجه عدم توسعه زنجیره ارزش آن، بسیاری از محصولات مهمی که در ادامه زنجیره پروپیلن قرار دارد، از طریق واردات

<sup>۱</sup> IHS Chemical, PEP Report 267B Propane Dehydrogenation (II). February 2018.

<sup>۲</sup> استخراج شده از گزارش اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

تأمین می‌گردد و در پی آن سالانه بیش از ۵۰۰ میلیون دلار صرف واردات مشتقات پروپیلن در کشور می‌شود.<sup>۱</sup> به نظر می‌رسد توسعه زنجیره ارزش گاز مایع و تخصیص بیشتر آن به پتروشیمی‌های خوراک مایع، برای رفع کمبود محصولات راهبردی همچون پروپیلن در کشور بهتر و منطقی‌تر است.

### ۳-۲-۱- ایجاد ارزش افزوده

در این گزارش برای بررسی میزان ارزش افزوده زنجیره ارزش گاز مایع در پتروشیمی‌ها از مثال تبدیل پروپان (برشی از گاز مایع) به پلی پروپیلن از طریق واحدهای پتروشیمی PDH استفاده شده است. در فرایند PDH به ازای مصرف ۱ تن پروپان تقریباً حدود ۰,۸۷ تن پلی پروپیلن تولید می‌شود که قیمت آن حدود ۹۹۰ دلار بر تن است لذا حدود ۸۶۱ دلار به ازای مصرف یک تن پروپان ارزش افزوده محصول نهایی خواهد بود. با کسر مبلغ اولیه خوراک پروپان (قیمت صادراتی حدود ۴۰۰ دلار)، ۴۶۱ دلار ارزش افزوده نصیب کشور خواهد شد. لذا می‌توان به جای صادرات پروپان ۴۰۰ دلاری، پلی پروپیلن تولیدی معادل با ارزش ۸۶۱ دلار را صادر کرد و این امر سبب افزایش ارزش افزوده و تولید ناخالص داخلی خواهد شد. شکل (۳-۲) طرح شماتیک ارزش افزوده زنجیره ارزش گاز پروپان را نشان می‌دهد. با توجه به شکل می‌توان گفت که در حالت خام فروشی گاز مایع صرفاً وزارت نفت درآمد دارد در حالی که در صورت صادرات مواد فرآوری شده، بخش خصوصی هم در کنار وزارت نفت درآمد کسب خواهد کرد. در واقع در فرآیند تولید پلی پروپیلن از پروپان حدود ۲۱۴ دلار بر تن سود خالص نصیب بخش خصوصی خواهد شد. حدود ۲۴۷ دلار به ازای مصرف هر تن پروپان هم صرف هزینه‌های جاری بخش خصوصی (به غیر از هزینه خوراک) می‌شود که این هزینه‌ها شامل تعمیرات، یوتیلیتی، استهلاک، بیمه، مالیات بر درآمد و حقوق کارکنان است که در حقیقت برای کشور ارزش افزوده ایجاد کرده است.

<sup>۱</sup> استخراج شده از گزارش اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

<sup>۲</sup> Gross Domestic Product (GDP)





شکل (۲-۳) طرح شماتیک ارزش افزوده زنجیره ارزش گاز پروپان (برشی از گاز مایع)

### ۲-۲-۳- صرفه جویی ارزی

توسعه زنجیره ارزش گاز مایع می‌تواند از واردات محصولات پایین دستی زنجیره آن جلوگیری نماید و در واقع باعث صرفه جویی ارزی شود. به عنوان نمونه در جدول (۱-۳) میزان واردات محصولات پایین دست پروپیلن مشتق شده از گاز پروپان در سال ۱۳۹۶ نشان داده شده است.<sup>۱</sup>

جدول (۱-۳) میزان واردات محصولات پایین دست پروپیلن در سال ۱۳۹۶

ردیف	نام محصول	کاربری	میزان واردات (میلیون دلار)
۱	پلی پروپیلن	نساجی، نخ جراحی، لوله و شیلنگ، بسته‌بندی و وسایل پزشکی	۱۲۷
۲	پلی یورتان (پلی ال)	رزین، چسب، کفش، عایق حرارتی، پارچه، مصارف پزشکی	۲۳۷
۳	پروپیلن گلایکول	کاربرد غذایی و خوراکی به عنوان نگهدارنده، حلال، خنک‌کننده موتور، روغن هیدرولیک	۱۴,۵
۴	اسید اکریلیک	پلیمرهای فوق جاذب، پلیمرهای مواد شوینده، تولید رزین، پوشش خانگی، غلیظ‌کننده و دیسپرس کننده	۱۱۰
۵	اکریلونیتریل	الیاف کربن، نساجی	۲۸
	جمع کل		۵۱۶

استفاده از آمارهای سال ۹۶ به این دلیل است که در این سال شرایط بازرگانی خارجی کشور نسبتاً با ثبات

<sup>۱</sup> استخراج شده از گزارش اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران بر مبنای آمارهای گمرک جمهوری اسلامی

بود و آمارهای گمرک به صورت ماهانه در دسترس عموم قرار می‌گرفت. درحالی‌که از ابتدای سال ۹۷ و به دلیل جهش‌های ارزی، شرایط نابسامانی در تجارت خارجی کشور حاکم شد و علاوه بر نوسان در واردات برخی کالاها، آمارهای تجارت نیز از سوی گمرک به روال قبل در اختیار تحلیلگران قرار نمی‌گرفت. با وجود این می‌توان انتظار داشت میزان واردات محصولات با ارزش افزوده موجود در جدول بالا، در سال ۱۳۹۹ تفاوت چندانی نسبت به سال ۱۳۹۶ نداشته باشد.

مطابق جدول (۳-۱) برای تهیه پروپیلن اولیه در جهت تولید این محصولات وارداتی، حدود ۶۰۰ هزار تن پروپان در فرآیند PDH<sup>۱</sup> نیاز است. در صورت صادرات این مقدار پروپان با قیمت صادراتی ۴۰۰ دلار بر تن، حدود ۲۴۰ میلیون دلار نصیب کشور می‌گردد و در عوض باید هزینه‌ای در حدود ۵۱۶ میلیون دلار صرف واردات محصولات زیرمجموعه پروپیلن شود. در صورتی که با مصرف پروپان در داخل و در واقع تولید پروپیلن از آن می‌توان نیاز به واردات زیرمجموعه پروپیلن را در کشور برطرف نمود و در نتیجه حدود ۲۷۶ میلیون دلار صرفه جویی ارزی ایجاد کرد.

### ۳-۲-۳- افزایش درآمد دولت

از گاز مایع می‌توان در فرآیندهای مختلف صنعت پتروشیمی به عنوان خوراک واحدها استفاده کرد. مطابق با آیین نامه اجرایی تبصره اصلاحی بند (ب) ماده (۱) قانون هدفمند کردن یارانه‌ها حداکثر تخفیف خوراک گاز مایع برای پتروشیمی‌ها در مناطق محروم و کمتر توسعه یافته در صورت ادامه زنجیره ارزش تا مرحله دوم فقط ۵ درصد است؛ لذا میزان درآمد مستقیم دولت در صورت مصرف داخلی گاز مایع در پتروشیمی‌ها تقریباً برابر درآمد صادراتی خواهد بود. برای مثال برای تولید پلی پروپیلن، در قیمت خوراک مایع حدود ۵ درصد تخفیف در نظر گرفته شده است.

$$1 \text{ tonne گازمایع} \times 400 \frac{\$}{\text{tonne گازمایع}} \times 95\% = 380 \$$$

البته تولید محصولات پتروشیمی از گاز مایع درآمدهای پنهانی را نصیب دولت می‌کند. مطابق با ماده ۱۰۵ قانون اصلاح مواد از قانون مالیات‌های مستقیم، شرکت‌های با مسئولیت محدود و سهامی خاص مشمول پرداخت ۲۵ درصد سود خود به عنوان مالیات بر درآمد خواهند بود. البته باید خاطر نشان کرد که واحدهای

<sup>۱</sup> Propane dehydrogenation

<sup>۲</sup> آیین نامه اجرایی تبصره اصلاحی بند (ب) ماده (۱) قانون هدفمند کردن یارانه‌ها، موضوع جزء (۴) بند (الف) ماده (۱) قانون الحاق برخی مواد به قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت (۲) مصوب سال ۹۳.

پتروشیمی بسته به مکان احداث واحد (مثلا مناطق ویژه اقتصادی) یا نوع محصول تولیدی مثلا متانول صادراتی، مشمول معافیت‌های مالیاتی می‌شوند اما در شرایط عادی و مطابق قانون این درآمد برای دولت قابل حصول است.

به عنوان نمونه میزان درآمد خالص تبدیل یک تن پروپان به پلی پروپیلن برای سرمایه گذار در حدود ۲۱۴ دلار است که بدون احتساب ۲۵ درصد مالیات بر درآمد، مقدار درآمد ناخالص برابر ۲۸۵ دلار خواهد بود. پس میزان مالیات بر درآمد دولت به ازای مصرف هر تن پروپان در داخل کشور حدود ۷۱ دلار است. لذا کل سود دولت از بخش پتروشیمی با در نظر گرفتن درآمد فروش خوراک گاز مایع و مالیات بر درآمد، بیش از سود خام فروشی (۴۰۰ دلار بر تن) خواهد بود و در حدود ۴۵۱ دلار بر تن به ازای عرضه داخلی به پتروشیمی‌ها است.

$$285\$ \times 25\% = 71 \$$$

### ۳-۲-۴- اشتغالزایی

مطابق با گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس، میزان اشتغالزایی در بخش بالادستی پتروشیمی‌ها با محصولات نیمه خام نظیر متانول، آمونیاک و الفین‌ها، بخش پایین دستی پتروشیمی‌ها با محصولات فرآوری شده نظیر پلیمرها و صنایع تکمیلی زنجیره ارزش پتروشیمی در جدول (۳-۲) نشان داده شده است.

جدول (۳-۲) مقایسه میزان اشتغال و سرمایه‌گذاری در طول زنجیره ارزش پتروشیمی

شرح	اشتغال (نفر)	سرمایه‌گذاری ثابت (میلیون دلار)	سرانه اشتغال (۱۰۰۰ دلار بر نفر)
بالادستی پتروشیمی	۵۰۰	۴۷۰	۹۴۰
پایین دستی پتروشیمی	۲۲۰۰	۱۷۰۰	۷۷۳
صنایع تکمیلی	۲۰۰۰۰۰	۴۲۸۰	۲۱

بیشترین اشتغالزایی مربوط به صنایع تکمیلی است که در این صنایع محصولات نهایی مورد مصرف مردم

رضا محتشمی پور، راهبردهای شرکت ملی صنایع پتروشیمی در توسعه خوشه‌های صنایع پایین دستی، دفتر توسعه صنایع پایین دستی پتروشیمی، ۱۳۸۷.

تولید می‌شود. صنایع تکمیلی خوراک خود را از واحدهای بالادستی و پایین دستی پتروشیمی یا واردات تأمین می‌کنند. به علت نوسانات ارزی، تأمین خوراک از طریق واردات سبب توسعه پایدار صنایع تکمیلی نخواهد شد. لذا تأمین خوراک پایدار و در دسترس برای توسعه صنایع تکمیلی اشتغالزای، توسط واحدهای پتروشیمی داخلی الزامی است.

به عنوان نمونه مطابق با گزارش شرکت نکسانت، ایران در سال ۲۰۱۲ با سرمایه گذاری حدود ۱۲۶۵ میلیون دلار توانسته است حدود ۲۰ هزار شغل مستقیم را در صنایع تکمیلی حوزه نساجی ایجاد کند و در واقع حدود ۶۳۶ مجوز برای واحدهای جدید صادر نماید. بنابراین با احداث یک واحد ۵۰۰ تنی پلی پروپیلن (گرید نساجی) با هزینه سرمایه گذاری حدود ۵۰۰ میلیون دلار، می‌توان خوراک پایین دست حداقل ۵۰ واحد کارگاهی نساجی با ظرفیت ۱۰ هزار تن در سال را تأمین کرد که با توجه به اشتغال زایی هر واحد حدود ۲۰۰ نفر، در کل حدود ۱۰ هزار نفر صاحب شغل خواهند شد.<sup>۱</sup>



<sup>1</sup> Strategic assessment: Future of Iranian Petrochemical Industry, NexantThinking TM, December 2015.

## فصل ۴:

ارائه مدل توسعه پتروشیمی‌های خوراک گاز

مایع (LPG) در کشور

#### 4-1- مقدمه

همانطور که در فصل قبل اشاره شد توسعه زنجیره ارزش گاز مایع مزایایی همچون «رهایی از تحریم خام فروشی گاز مایع»، «تولید محصول راهبردی پروپیلن»، «ایجاد ارزش افزوده»، «صرفه جویی ارزی»، «افزایش درآمد دولت» و «اشتغالزایی» را در پی خواهد داشت. به عنوان نمونه برای ساس محاسبات، تولید پروپیلن به جای خام فروشی پروپان تولید شده از گاز مایع، نزدیک به ۱۷۰ میلیون دلار از نیاز وارداتی ایران را می‌کاهد و درآمد دولت را به ازای هرتن تولید پروپیلن، بیش از ۵۰ دلار نسبت به خام فروشی افزایش می‌دهد. ضمن اینکه ایجاد یک واحد ۵۰۰ هزار تنی پروپیلن نزدیک به ۱۰ هزار شغل جدید ایجاد می‌کند.

اما سوال مهمی که مطرح می‌شود این است که چرا با وجود مزایای فراوان توسعه زنجیره ارزش گاز مایع، این مهم تا کنون در کشور محقق نشده و تنها ۵ درصد از گاز مایع تولیدی ایران به زنجیره ارزش و در واقع پتروشیمی‌های خوراک مایع اختصاص داده شده است. این در حالی است که در سیاست‌های کلی انرژی ابلاغی مورخ ۱۳۷۹/۱۱/۰۳ و سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی ابلاغی مورخ ۱۳۹۲/۱۱/۲۹ تاکید ویژه‌ای بر کاهش خام فروشی و توسعه زنجیره ارزش شده است. ضمن اینکه با توجه به مطالب بیان شده در فصل دوم سهم مصرف گاز مایع در پتروشیمی‌ها در دنیا در حال افزایش است. در این فصل ابتدا فرآیندهای پتروشیمی مصرف کننده گاز مایع معرفی، سپس چرایی عدم توسعه زنجیره ارزش گاز مایع در کشور بررسی و در نهایت یک مدل توسعه برای پتروشیمی‌های خوراک مایع ارائه خواهد شد.

#### 4-2- معرفی فرآیندهای پتروشیمی مصرف کننده خوراک گاز مایع (گاز پروپان و بوتان)

بیان شد که یکی از اهداف مهم در توسعه زنجیره ارزش گاز مایع علاوه بر تولید محصولات راهبردی همچون پروپیلن، ایجاد حداکثر ارزش افزوده در سبد محصولات تولیدی است. در این راستا دو فرآیند اصلی صنعت پتروشیمی جهت مصرف خوراک گاز مایع، «تولید الفین‌ها از طریق فرآیند هیدروژن زدایی» و «کراکر بخار» است که به ترتیب خوراک گاز پروپان و بوتان (برشی از گاز مایع) و گاز مایع مصرف می‌کنند. در ادامه این فرآیندها معرفی خواهد شد:

<sup>1</sup> Steam craker

- با توجه به واردات مشتقات پروپیلن در کشور، تولید پروپیلن یکی از اهداف اصلی در زنجیره ارزش گاز مایع به شمار می‌رود. از طرفی یکی از فرآیندهای مستقیم تولید پروپیلن، استفاده از فرآیند هیدروژن زدایی پروپان یا همان<sup>۱</sup> PDH است. در این فرآیند گاز پروپان (برشی از خوراک گاز مایع) تبدیل به پروپیلن می‌شود.
- مشابه فرآیند PDH برای خوراک پروپان، می‌توان بوتان را در فرآیند هیدروژن زدایی بوتان یا BDH به بوتادین تبدیل کرد. این محصول در صنعت لاستیک سازی از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به وضعیت مطلوب میزان تولید بوتادین در کشور، می‌توان افق‌های صادراتی این محصول را روشن تصور نمود.
- یکی دیگر از مصارف گاز مایع در صنعت پتروشیمی، استفاده از آن به عنوان خوراک در فرآیند کراکر بخار برای تولید محصولات متنوع الفینی است. فرآیند کراکر بخار بر خلاف فرآیند PDH دارای محصولات متنوعی است که بسته به نوع خوراک ورودی درصد تولید آن‌ها متغیر خواهد بود.

#### 4-3- معرفی فرآیندهای مختلف پتروشیمیایی تولید پروپیلن

در شکل (۴-۱) سهم روش‌های مختلف تولید پروپیلن در سال‌های گذشته و روند آن در آینده مشخص شده است. مطابق شکل بیشترین میزان تولید پروپیلن به صورت محصول جانبی از طریق دو فرآیند تولید اتیلن کراکر بخار<sup>۲</sup> و عملیات تصفیه<sup>۳</sup> بدست می‌آید. تا قبل از سال ۲۰۰۶، ظرفیت بالایی از پروپیلن تولیدی به صورت محصول جانبی تولید شده است و در واقع ۹۵ درصد تولید جهانی از طریق واحدهای اتیلن (کراکر بخار) و واحدهای تصفیه (پالایش) صورت گرفته است. اما در سالیان اخیر نسبت عرضه پروپیلن با روش‌های غیرمستقیم به مستقیم بطور قابل توجهی تغییر کرده است و در واقع روش‌های تولید مستقیم پروپیلن (پروپیلن به عنوان محصول اصلی) در ده سال اخیر رشد قابل توجهی داشته و پیش‌بینی می‌شود برای آینده این رشد ادامه خواهد داشت.

<sup>1</sup> Propane dehydrogenation (PDH)

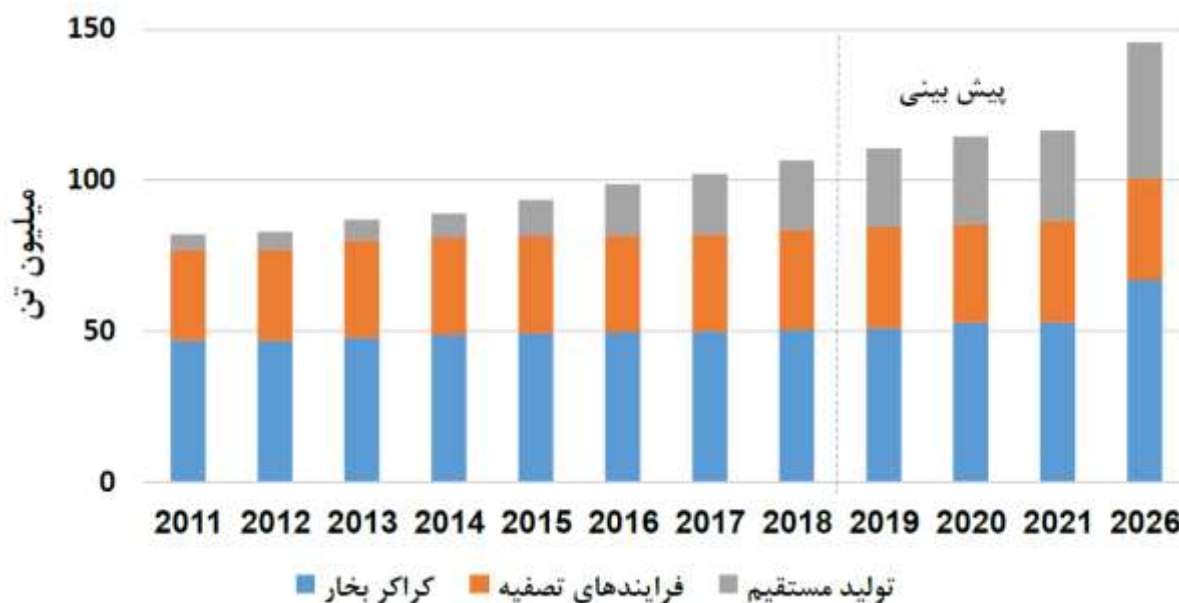
<sup>2</sup> IHS Chemical, PEP Report 267B Propane Dehydrogenation (II). February 2018.

<sup>3</sup> By product

<sup>4</sup> Steam Cracker

<sup>5</sup> Refinery Operation

<sup>6</sup> On-purpose



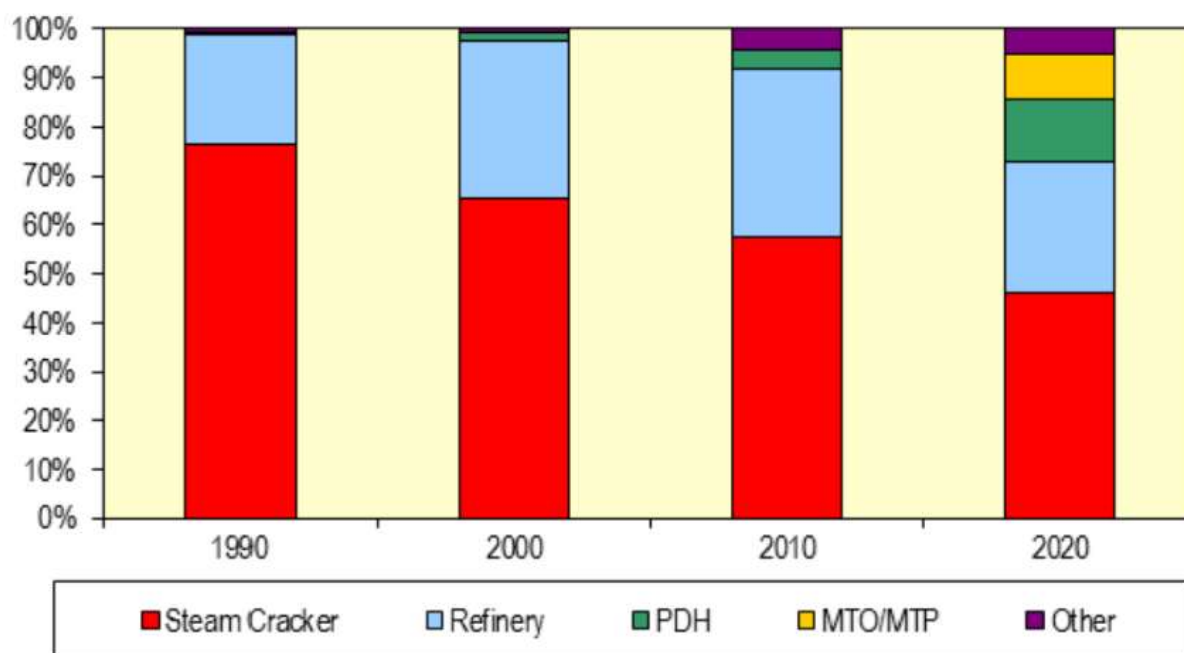
شکل (۴-۱) نمودار میزان تولید پروپیلن از روش‌های مختلف در جهان

عمده‌ترین روش تولید پروپیلن از طریق فرآیند کراکر بخار است. در این فرآیند بازده تولید پروپیلن به عنوان یک محصول جانبی کاملاً وابسته به نوع خوراک ورودی واحد است و می‌تواند از ۲-۳ درصد برای خوراک‌های سبک مانند اتان تا ۵۰-۶۰ درصد برای خوراک‌های سنگین مانند نفتا و نفت گاز تغییر کند. برای سال‌های طولانی بهره‌وری اقتصادی فرآیند کراکر بخار برای خوراک سبک بیشتر از خوراک سنگین بوده است و واحدهای کراکر بخار سعی در استفاده از خوراک سبک (اتان) به عنوان یک مزیت داشتند. در نتیجه امکان تأمین پروپیلن از روش کراکر بخار نسبت به اتیلن کاهش پیدا کرد. از طرفی رشد بیشتر تقاضای پروپیلن نسبت به اتیلن مشکل را تشدید کرده است. لذا استفاده از روش‌های مستقیم تولید پروپیلن می‌تواند پاسخگوی نیاز روز افزون پروپیلن باشد.

فرایندهای هیدروژن زدایی پروپان (PDH) و متانول به پروپیلن و الفین (MTP/O) مهم‌ترین روش‌های تولید مستقیم پروپیلن هستند. تولید پروپیلن از طریق روش‌های مستقیم با توجه به قیمت ارزان و دسترسی زیاد به خوراک گازی، در سال‌های اخیر بیشتر شده که در شکل (۴-۲) این موضوع نشان داده شده است.

<sup>1</sup> Yield



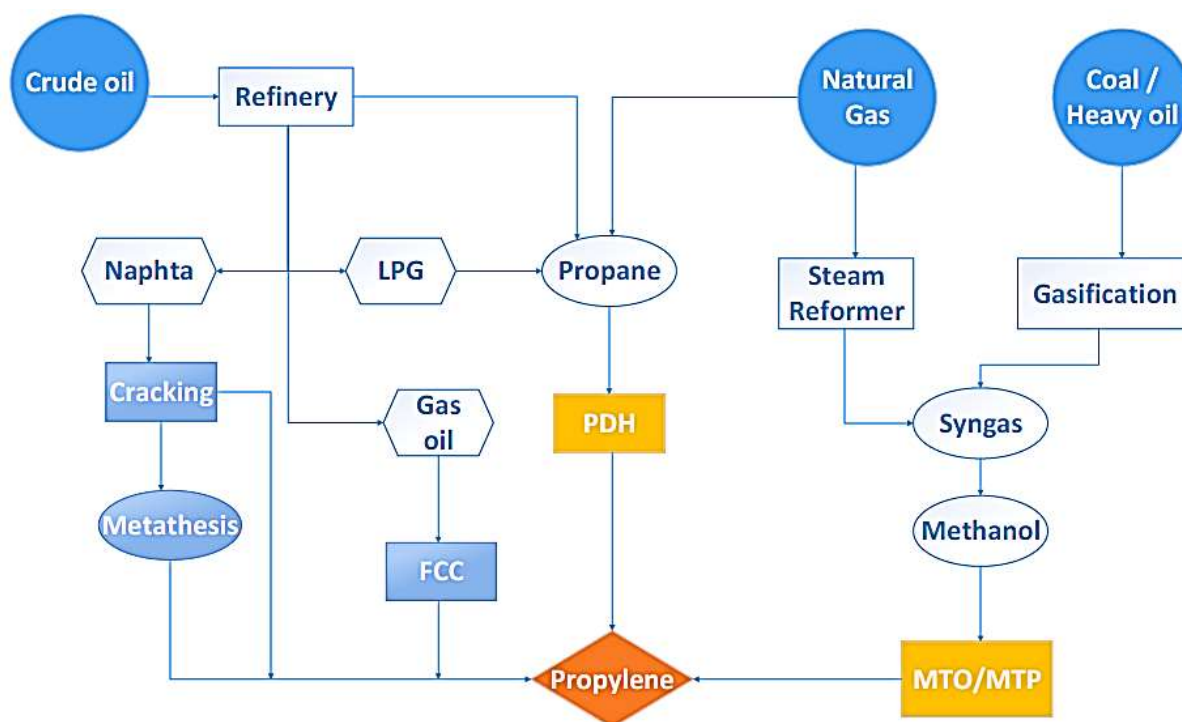


شکل (۲-۴) نمودار روند تولید پروپیلن از طریق روش های مختلف<sup>۱</sup>

فناوری های مختلف تولید پروپیلن به صورت شماتیک در شکل (۳-۴) نشان داده شده است. اگر از نفت خام به عنوان خوراک اولیه استفاده شود، بعد از فرآیندهای پالایش می توان از نفت گاز در فرآیند FCC، از نفتا در فرآیند کراکینگ، از پروپان در فرآیند PDH، از متانول در فرآیند MTP/O و از الفین های خروجی فرآیند کراکینگ به عنوان خوراک در فرآیند Metathesis استفاده کرد. حال اگر خوراک، گاز طبیعی یا ذغال سنگ باشد می توان از فرآیندهای با بهره وری بالا نظیر MTP/O استفاده کرد. در فرآیند MTP/O خوراک متانول از دو منابع ذغال سنگ و گاز طبیعی می تواند تولید گردد. به کل فرآیند تبدیل ذغال سنگ و گاز طبیعی به پروپیلن به ترتیب CTP و GTP و به کل فرآیند تبدیل ذغال سنگ و گاز طبیعی به الفین به ترتیب CTO و GTO گفته می شود. معمولاً در مناطقی مانند چین که ذغال سنگ فراوان وجود دارد از فرآیند CTP/O استفاده می شود. در کشور ایران به علت وجود خوراک گازی (گاز طبیعی و گاز پروپان) فراوان دو فرآیند مستقیم GTP/O و PDH می توانند مسیرهای مطلوب جهت تولید پروپیلن باشند.<sup>۲</sup>

<sup>1</sup> On-purpose Propylene: Is propane the best feedstock? NexantThinking TM, September 2014.

<sup>۲</sup> گزارش مرکز پژوهش های مجلس؛ شماره مسلسل ۱۶۱۶۳



شکل (۳-۴) فناوری های مختلف تولید پروپیلن

#### 4-4- دلایل عدم شکل گیری زنجیره ارزش گاز مایع در کشور

از آنجایی که حمل و نقل پروپیلن از لحاظ اقتصادی توجیه ندارد و در واقع امکان واردات آن میسر نیست، با در نظر گرفتن مزیت فراوانی و دسترسی ارزان به خوراک برای تولید پروپیلن و نیز مصرف بالای محصولات پایین دستی آن همچون پلی پروپیلن در صنایع نساجی و پلاستیکی کشور، نیاز است ظرفیت تولید پروپیلن در ایران افزایش یابد. از طرفی در بخش قبل اشاره شد که با توجه به تقاضای روزافزون و رشد سریع تر تقاضا برای پروپیلن نسبت به اتیلن در جهان، نیاز است تا از روش های تولید مستقیم پروپیلن یعنی PDH و MTP استفاده گردد. ضمن اینکه با توجه به مزایای گفته شده برای توسعه زنجیره ارزش گاز مایع نسبت به خام فروشی، می توان از طریق فرآیند PDH، هم زنجیره ارزش گاز مایع را در کشور توسعه داد و هم کمبود پروپیلن کشور را جبران نمود. در ادامه طرح های پتروشیمی خوراک گاز مایع (PDH) ایران معرفی و دلایل عدم توسعه و پیشرفت آن بررسی خواهد شد.

#### ۴-۴-۱- بررسی طرح‌های پتروشیمی خوراک گاز مایع (PDH) ایران

مطابق با گزارش شرکت ملی صنایع پترو شیمی ایران تا کنون چندین مجوز پترو شیمی خوراک پروپان به عنوان برشی از گاز مایع، از طرف وزارت نفت صادر شده که در جدول (۴-۱) زمان آغاز، لایسنس، ظرفیت و درصد پیشرفت پروژه ارائه شده است.

جدول (۴-۱) زمان آغاز، لایسنس، ظرفیت و درصد پیشرفت پروژه‌های پتروشیمی‌های خوراک پروپان

مجرى	زمان شروع	لایسنس	ظرفیت	درصد پیشرفت
شرکت پتروشیمی سلمان فارسی (سهامی خاص)	۱۳۸۹	اوده UHDE	۴۵۰ هزارتن در سال	۲۰
شرکت مهر پترو کیمیا (سهامی خاص)	۱۳۹۱	اوده UHDE (PDH) - میتسوئی (PP)	۴۵۰ هزارتن در سال	۱۶
شرکت پتروشیمی کوروش (سهامی خاص)	۱۳۹۶	snamprogetti-Yarsintez روسیه	۱۵۰ هزارتن در سال	-----
شرکت پتروشیمی جم (سهام خصوصی)	در دست مطالعه	UOP (PDH)	۵۵۰ هزارتن در سال	-----
هیرسا پلیمر سهند	در دست مطالعه	---	۱۵۰ هزار تن در سال	-----

با توجه به جدول (۴-۱) تنها دو پروژه پتروشیمی سلمان فارسی با پیشرفت ۲۰ درصدی و مهر پترو کیمیا با پیشرفت ۱۶ درصدی به کندی در حال اجرا و احداث قرار دارد و سه پروژه پتروشیمی کوروش، جم و هیرسا پلیمر سهند صرفاً به خرید طراحی پایه واحد محدود شده است. در ادامه دلایل عدم پیشرفت این طرح‌ها و در واقع عدم شکل گیری زنجیره ارزش گاز مایع بررسی خواهد شد.

#### ۴-۴-۲- رویکرد خام فروشی وزارت نفت در رابطه با سوخت‌های مایع

پتروشیمی‌ها براساس خوراک مصرفی به دو نوع خوراک گازی و مایع تقسیم می‌شوند که در حال حاضر اکثر پتروشیمی‌های کشور از نوع خوراک گازی هستند. در واقع رویکرد وزارت نفت در خصوص خوراک‌های مایع نظیر گاز مایع و میعانات گازی در طول سالیان گذشته بر خام فروشی و صادرات آن‌ها متمرکز بوده است؛ زیرا صادرات خوراک مایع برخلاف خوراک گازی نیاز به زیر ساخت خاصی ندارد و به راحتی امکان صادرات

آن همچون نفت خام فراهم است. البته وزارت نفت برای توجیه این اقدام خود به دو منطق درآمد ارزی برای صندوق توسعه ملی کشور و تسویه حساب فاینانس‌های خارجی که در حوزه بالادستی صورت گرفته، اشاره می‌کند.

#### ۴-۴-۳- قیمت گذاری نامناسب خوراک و اقتصاد ضعیف طرح‌های پتروشیمی PDH

اقتصاد ضعیف‌تر و در عین حال زنجیره ارزش طولانی‌تر پتروشیمی‌های خوراک مایع مانند PDH نسبت به پتروشیمی‌های خوراک گازی (متان و اتان)، باعث شده تا فرصت‌های سرمایه‌گذاری به مراتب کمتری در توسعه پتروشیمی‌های خوراک مایع ایجاد شود.

یکی از دلایل اصلی اقتصاد ضعیف پتروشیمی‌های خوراک مایع، نوع قیمت‌گذاری خوراک آن‌ها است. در واقع همانطور که گفته شد وزارت نفت با توجه به درآمد ارزی مستقیم و سهل الوصول خام فروشی سوخت مایع، تمایل چندانی به توسعه پتروشیمی‌های خوراک مایع، به ویژه گاز مایع ندارد و به همین دلیل آن را با تخفیف حداقلی ۵ درصدی در جهت توسعه زنجیره ارزش تخصیص می‌دهد.<sup>۱</sup> ضمن اینکه قیمت‌گذاری خوراک‌های مایع نظیر پروپان یا بوتان بر اساس قیمت‌های جهانی تنظیم و تعیین می‌گردد (price taker) در حالی که قیمت‌های خوراک گازی متان و اتان بر اساس قیمت‌های منطقه‌ای و فرمولاسیون خاصی مشخص می‌شود (price maker). بنابراین یکی از دلایل عدم شکل‌گیری زنجیره ارزش پتروشیمی خوراک گاز مایع، قیمت‌گذاری بالا برای خوراک اینگونه پتروشیمی‌ها است. در واقع تخفیف‌های بیشتر خوراک گازی سبب جذب سرمایه‌گذاران بخش خصوصی به سمت واحدهای پتروشیمی خوراک گازی می‌شود.

#### ۴-۴-۴- عدم تأمین لایسنس

یکی از موانعی که در راستای توسعه زنجیره ارزش گاز مایع به آن اشاره می‌شود، نبود لایسنس‌های مرتبط با فرآیند PDH است. اما به نظر می‌رسد ریشه اصلی این مشکل در انتخاب نوع مجری باشد. به عبارت دیگر مجری‌های دولتی معمولاً ریسک‌گریز بوده و به دنبال طرح‌های پیچیده و پر ریسک نمی‌روند و معمولاً به

<sup>۱</sup> در «قانون الحاق برخی مواد به قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت (۲)» تنها ۵ درصد تخفیف برای سرمایه‌گذار جهت توسعه پتروشیمی‌های خوراک مایع در نظر گرفته شده است.

دنبال بهترین لایسنسورهای دنیا (مانند UOP و LUMMUS) هستند که در شرایط تحریم این لایسنسورها با ایران همکاری نخواهند کرد. در حالی که امکان همکاری با لایسنسورهای چینی مانند Rezel برای احداث پتروشیمی‌های PDH فراهم است.

#### ۴-۴-۵- نبود طرح جامع توسعه (MDP) صنعت پتروشیمی

یکی از مشکلات صنعت پتروشیمی کشور نبود طرح جامع توسعه است. در واقع با گذشت نیم قرن از عمر این صنعت در کشور همچنان معماری کلان، درست و بهینه برای نحوه توسعه زنجیره ارزش نفت و گاز کشور و انواع واحدهای پتروشیمی وجود ندارد.

#### ۴-۴-۶- حکمرانی مجزای دو صنعت پالایش و پتروشیمی

تفکیک کردن نظام سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، توسعه‌گری و رگولاتوری دو صنعت پالایش و پتروشیمی موجب عدم هماهنگی بین این دو صنعت بخصوص در بحث تأمین خوراک پتروشیمی‌های خوراک مایع شده است. به عنوان نمونه پالایشگاه شازند اراک، در عین حال که می‌تواند بخشی از خوراک مایع مورد نیاز پتروشیمی شازند اراک را تأمین نماید از این کار خودکاری می‌کند.

#### ۴-۵- مدل پیشنهادی برای توسعه پتروشیمی‌های خوراک گاز مایع در ایران

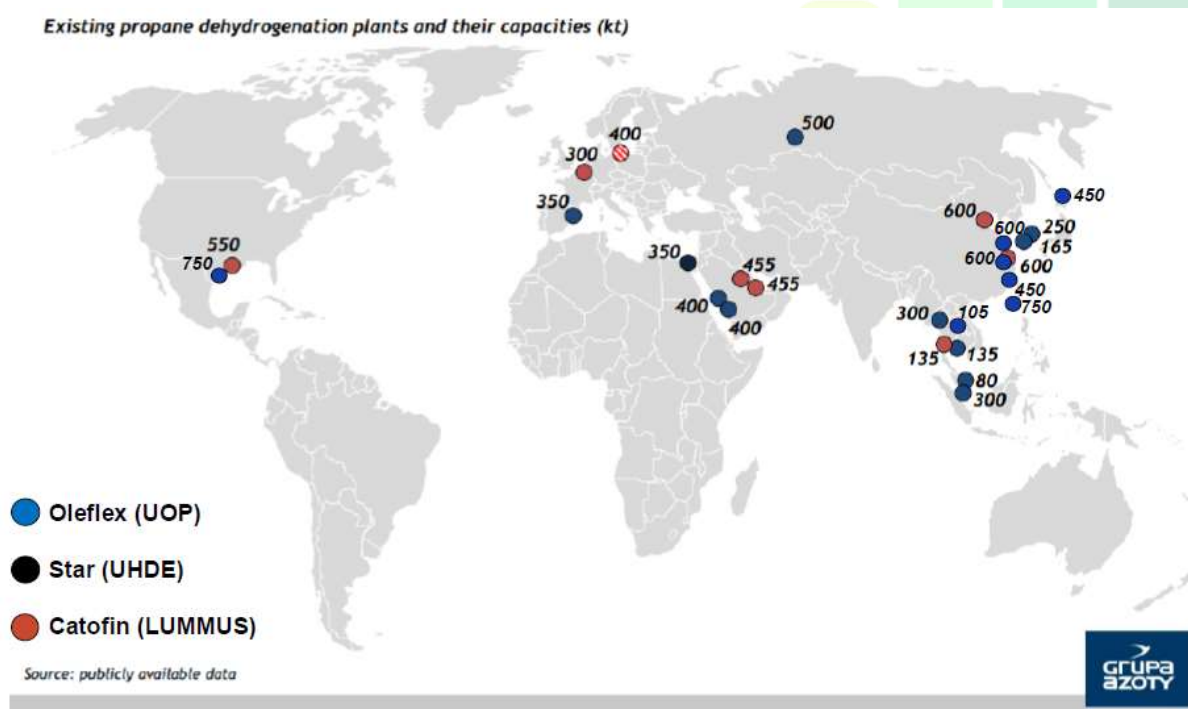
با توجه به مزایای گفته شده برای توسعه زنجیره ارزش گاز مایع نسبت به خام فروشی، می‌توان از طریق فرآیند PDH، هم زنجیره ارزش گاز مایع را توسعه داد و هم کمبود پروپیلین کشور را جبران نمود. در ادامه مدل پیشنهادی برای توسعه پتروشیمی‌های خوراک گاز مایع (LPG) بررسی خواهد شد.

<sup>1</sup> Master development plan

## ۴-۵-۱- بررسی تولید پروپیلن از طریق فرآیند PDH

یکی از روش‌های مستقیم تولید پروپیلن روش PDH است که اکثر کشورهای دنیا به سمت این فرآیند حرکت کرده‌اند. معمولاً در دنیا از سه تکنولوژی OLEFLEX با لایسنس شرکت UOP، CATOFIN با لایسنس شرکت LUMMUS و STAR با لایسنس شرکت UHDE به صورت تجاری استفاده می‌شود. در فرآیندهای PDH، پروپان با نسبت ۱,۱ تا ۱,۲ تن (بسته به نوع تکنولوژی) تبدیل به یک تن پروپیلن خواهد شد.<sup>۱</sup>

در شکل (۴-۴) پراکندگی واحدهای PDH در سراسر دنیا نشان داده شده است. با توجه به شکل می‌توان گفت که بخش قابل توجهی از واحدهای PDH در منطقه شرق و جنوب شرق آسیا احداث شده است و این واحدها خوراک خود را معمولاً از طریق واردات LPG یا گاز پروپان تأمین می‌کنند.



شکل (۴-۴) پراکندگی واحدهای PDH در دنیا بر حسب تولید هزار تن در سال<sup>۲</sup>

<sup>1</sup> IHS Chemical, PEP Report 267B Propane Dehydrogenation (II). February 2018.

<sup>2</sup> Propylene production via propane dehydrogenation (PDH), GRUPA AZOTY, Source: publicly available data, Warsaw 2015

مشخصات اقتصادی فرآیند PDH با قیمت خوراک در ایران (با ۵ درصد تخفیف قیمت فوب) و با قیمت جهانی در جدول (۲-۴) نشان داده شده است. هزینه سرمایه‌گذاری فرآیند PDH با ظرفیت ۵۰۰ هزار تن در سال با تکنولوژی CATOFIN در حدود ۵۱۰ میلیون دلار خواهد بود که نسبت به بقیه فرآیندها هزینه سرمایه‌گذاری پایین‌تری دارد. با تخفیف ۵ درصدی در نظر گرفته شده دولت در قیمت خوراک پروپان، IRR طرح در ایران حدود ۱۲ درصد خواهد بود.

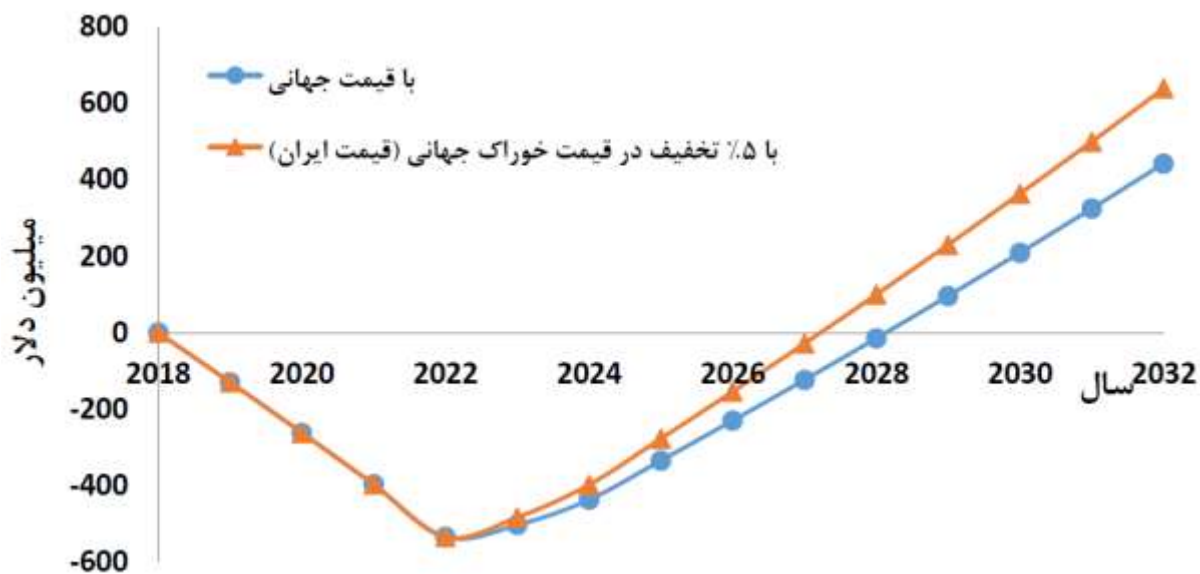
جدول (۲-۴) اطلاعات اقتصادی فرآیند PDH

PDH (Catofin) با ۵ درصد تخفیف در قیمت خوراک جهانی (قیمت ایران)	PDH (Catofin) با قیمت جهانی	
۵۰۰	۵۰۰	ظرفیت (هزار تن در سال)
۵۱۰	۵۱۰	هزینه سرمایه‌گذاری ثابت (میلیون دلار)
۵۱۰	۵۳۴	قیمت خوراک پروپان (دلار بر تن)
۸۷۱	۸۷۱	قیمت تمام شده پروپیلن (دلار بر تن)
۹۳۵	۹۳۵	قیمت فعلی پروپیلن (دلار بر تن)
۱۲ درصد	۹ درصد	IRR
۲۰۲۷	۲۰۲۸	دوره بازگشت سرمایه

نمودار جریان نقدینگی فرآیند PDH با تکنولوژی Catofin و با ظرفیت تولید ۵۰۰ هزارتن در سال با توجه به اطلاعات جدول (۲-۴) در شکل (۴-۵) نشان داده شده است. با توجه به شکل دوره بازگشت سرمایه در ایران و جهان به ترتیب در سال‌های ۲۰۲۷ و ۲۰۲۸ خواهد بود.<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> PROCESS ECONOMICS, PROPYLENE POLYMER GRADE FROM PROPANE BY CATALYTIC DEHYDROGENATION, Code:2M-1343, 2017 Q3 data, IHS CHEMICAL 2018

<sup>۲</sup> گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس؛ شماره مسلسل ۱۶۱۶۳

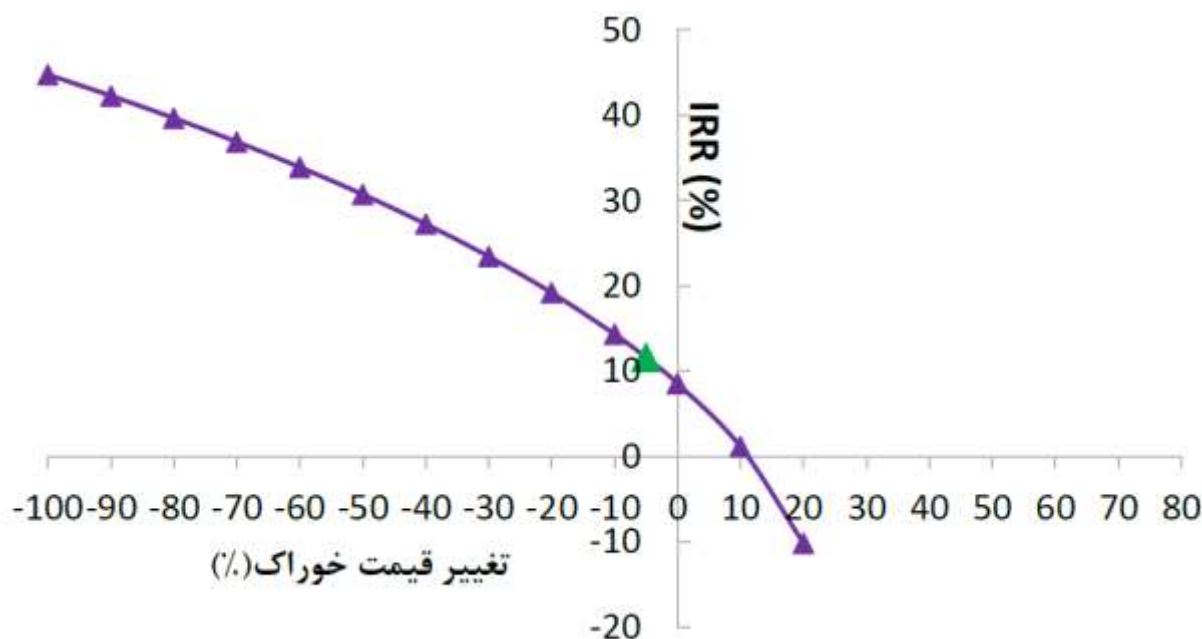


شکل (۴-۵) نمودار جریان نقدینگی فرآیند PDH با تکنولوژی Catofin و با ظرفیت ۵۰۰ هزار تن<sup>۱</sup>

نمودار حساسیت نرخ بازده داخلی فرآیند PDH با تکنولوژی Catofin نسبت به تغییر قیمت خوراک در شکل (۴-۶) نشان داده شده است. قیمت معیار خوراک پروپان ۵۳۴ در نظر گرفته شده است. نقطه سبز رنگ وضعیت قیمت خوراک گاز پروپان کشور را نسبت به قیمت فوب نشان می‌دهند. با توجه به قیمت بالاتر خوراک فرآیند PDH نسبت به سایر فرآیندهای تولید پروپیلن همچون GTP، مطابق شکل (۴-۶) با اعمال تغییر در قیمت خوراک پروپان، IRR طرح بسیار تغییر خواهد کرد.

<sup>۱</sup> همان





شکل (۴-۶) نمودار حساسیت IRR فرآیند PDH نسبت به تغییر قیمت خوراک گاز پروپان

#### ۴-۵-۲- مقایسه دو فرآیند PDH و GTP در راستای تولید پروپیلن در ایران و جهان

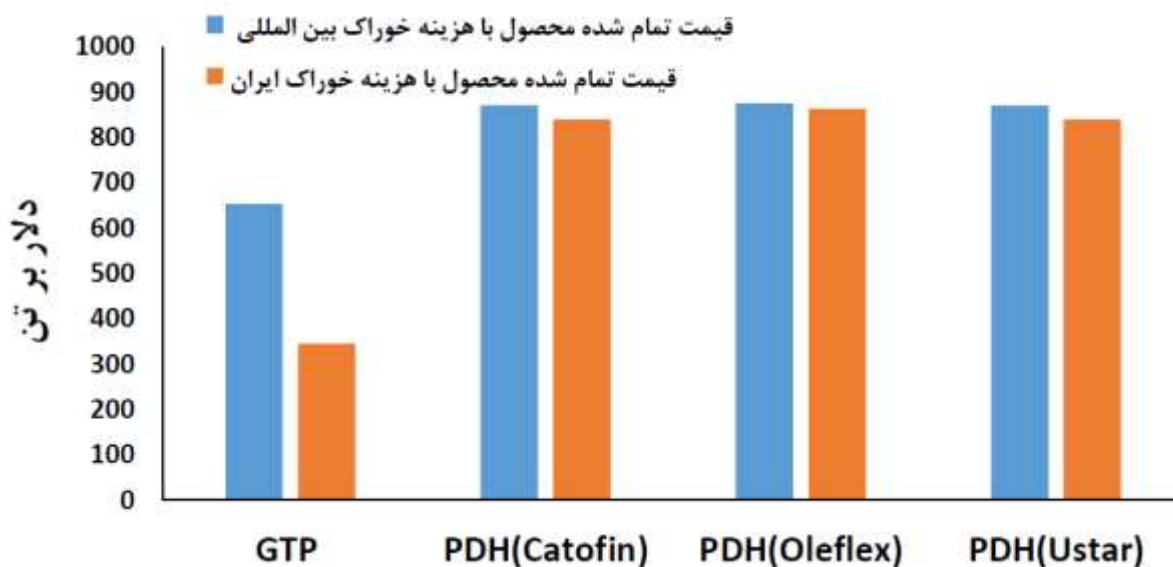
هزینه سرمایه‌گذاری ثابت فرآیند PDH با تکنولوژی‌های مختلف و GTP در جدول (۴-۳) نشان داده شده است. هزینه سرمایه‌گذاری ثابت سه تکنولوژی تجاری شده PDH برای ظرفیت ۵۰۰ هزار تن در سال حدود ۵۰۰ میلیون دلار است در حالی که هزینه سرمایه‌گذاری فرآیند GTP برای ظرفیت ۴۵۲ هزار تن در سال حدود ۱ میلیارد دلار است.

جدول (۴-۳) هزینه سرمایه‌گذاری ثابت فرآیندهای PDH و GTP به نسبت ظرفیت

PDH(Ustar)	PDH(Oleflex)	PDH(Catofin)	GTP	
۵۰۰	۴۶۳	۵۰۰	۴۵۲	ظرفیت (هزار تن در سال)
۵۴۴	۵۲۴	۵۱۰	۱۰۲۰	هزینه سرمایه‌گذاری ثابت (میلیون دلار)

قیمت تمام شده پروپیلن در فرآیندهای مختلف PDH و GTP با قیمت هزینه خوراک ایران و بین‌المللی در شکل (۴-۷) نشان داده شده است. مزیت فرآیند GTP در ایران و جهان، قیمت پایین تمام شده پروپیلن نسبت به فرآیند PDH است که البته این عدد به دلیل خوراک گاز طبیعی با رانت قیمتی در ایران خیلی

کمتر است.



شکل (۴-۷) نمودار قیمت تمام شده پروپیلن با هزینه خوراک بین المللی و ایران

در ایران دو تکنولوژی GTP و PDH (تکنولوژی های روش مستقیم) به علت در دسترس بودن خوراک و قیمت ارزان آن می توانند گزینه مناسبی برای تولید پروپیلن باشند. در ایران به علت تخفیف ۵ درصدی خوراک پروپان (۵۱۰ دلار بر تن) در فرآیند PDH و تخفیف ۳۰ درصدی خوراک متان (۸,۴ سنت بر مترمکعب) برای واحدهای GTP، این دو تکنولوژی می توانند مورد توجه سرمایه گذاران قرار بگیرند. جریان نقدینگی فرآیندهای PDH و GTP برای تولید پروپیلن و متانول با قیمت بین المللی و ایران در شکل (۴-۸) نشان داده شده است. همان طور که دیده می شود تخفیف ۳۰ درصدی بر روی قیمت خوراک گازی سبب شده است که فرآیند GTP با قیمت خوراک ایران در مقایسه با قیمت خوراک بین المللی بسیار سودده تر شود.



شکل (۸-۴) جریان نقدینگی سه فرایند GTP، متانول و PDH با قیمت خوراک ایران و بین‌المللی

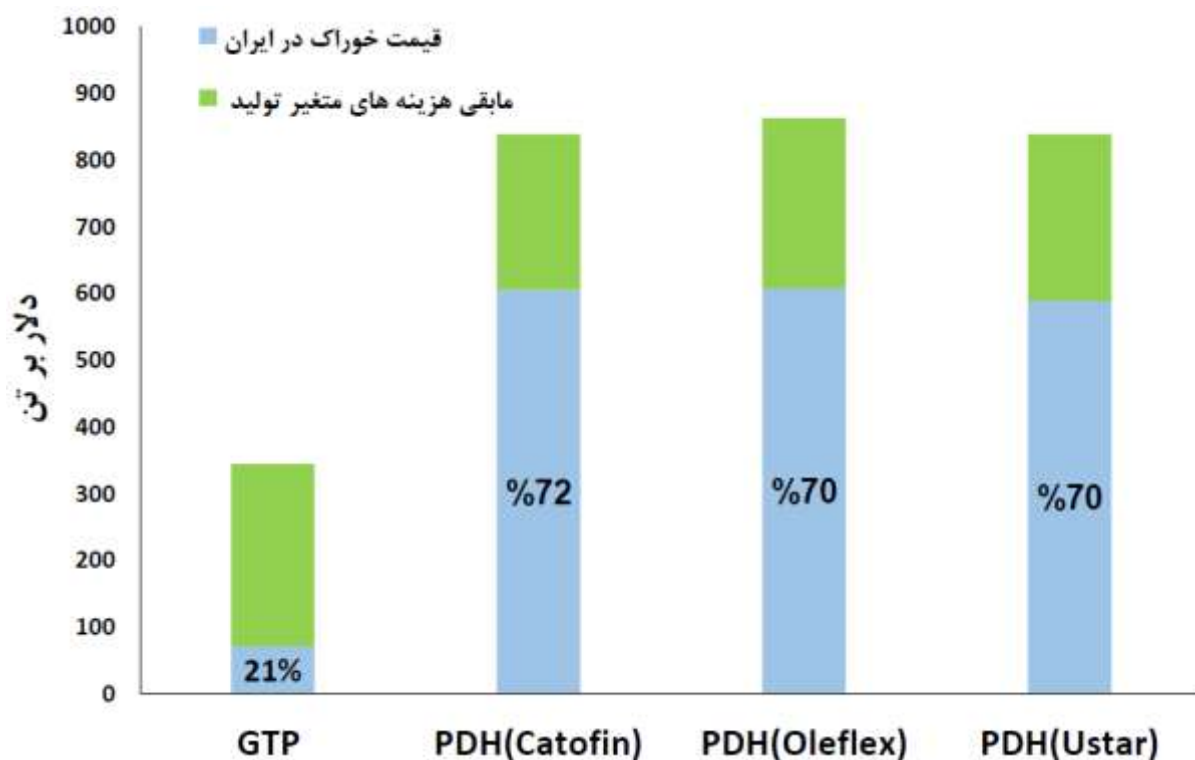
#### ۴-۵-۳- راهکار پیشنهادی: تنفس در پرداخت هزینه خوراک فرآیند PDH

در حال حاضر با مطالعه طرح‌های در دست مطالعه و احداث صنعت پتروشیمی کشور، حجم زیادی از طرح‌های پتروشیمی که به تولید پروپیلن ختم می‌شوند از مسیر تبدیل خوراک گاز طبیعی به متانول و سپس پروپیلن (GTP) است که دلیل حجم زیاد این طرح‌ها اعمال تخفیف ۳۰ درصدی در محاسبه خوراک گاز طبیعی، توسط وزارت نفت است. اما با بررسی دقیق اقتصادی طرح‌ها، مشخص است که تولید متانول از گاز طبیعی اقتصاد مطلوب‌تری نسبت به فرآیند GTP دارد و در کمال تعجب این تخفیف ۳۰ درصدی نمی‌تواند متانول‌سازها را تشویق به ادامه زنجیره متانول و تولید پروپیلن (GTP) کند. در واقع مجوزهای صادر شده GTP در کشور صرفاً تا تولید متانول پیش رفته و به تولید پروپیلن منجر نمی‌شود و این مسئله سد مهمی در راستای توسعه فرآیند GTP است. ضمن اینکه تولید پروپیلن از مسیر فرآیند GTP به غیر از کشور چین، که از تبدیل ذغال سنگ به گاز سنتز و سپس متانول صورت می‌پذیرد، در جای دیگر دنیا استفاده نشده است.

از طرفی فرآیند دیگر تولید پروپیلن یعنی PDH که هزینه سرمایه‌گذاری پایین‌تری نسبت به بقیه فرآیندهای تولید پروپیلن دارد، به دلیل اعمال تخفیف ۳۰ درصدی در طرح‌های GTP، از اقتصاد ضعیف‌تری نسبت به طرح‌های GTP برخوردار است. بنابراین بهتر است در راستای تقویت اقتصاد فرآیند PDH و در نتیجه توسعه

زنجیره ارزش گاز مایع اقدامات حمایتی صورت پذیرد.

در شکل (۹-۴) نسبت قیمت خوراک به کل هزینه‌های متغیر تولید پروپیلن در فرآیندهای PDH و GTP نشان داده شده است. در فرآیندهای مختلف PDH حدود ۷۰ درصد هزینه‌های متغیر و در فرآیند GTP حدود ۲۱ درصد هزینه‌های متغیر، سهم خوراک مصرفی است. پس پیشنهاد تنفس در پرداخت هزینه خوراک در فرآیند PDH در راستای تقویت اقتصاد این فرآیند می‌تواند کاملاً موثر واقع شود، در حالیکه این پیشنهاد برای فرآیند GTP جذابیت فوق العاده‌ای ایجاد نمی‌کند.



شکل (۹-۴) نسبت قیمت خوراک به قیمت تمام شده محصول در فرآیندهای مختلف PDH و GTP در ایران

اگر به واحدهای فرآیندی PDH تنفس در پرداخت هزینه خوراک به مدت یک یا دو سال داده شود و با بازپرداخت طولانی مدت ۸ ساله با سود ۸ درصد هزینه خوراک عودت داده شود، IRR فرآیند PDH افزایش می‌یابد. اثر این تنفس خوراک بر IRR و دوره بازگشت سرمایه در جدول (۴-۴) نشان داده شده است.

جدول (۴-۴) اثر تنفس خوراک بر روی اقتصاد فرآیند PDH در ایران

بدون تنفس	یک سال تنفس و بازپرداخت ۸ ساله با سود ۸ درصد	دو سال تنفس و بازپرداخت ۸ ساله با سود ۸ درصد
۱۲	۱۴	۱۹
۲۰۲۷	۲۰۲۶	۲۰۲۴
دوره بازگشت سرمایه		

جریان نقدینگی فرآیند PDH در ایران در سه حالت جدول (۴-۴) در شکل (۴-۱۰) نشان داده شده است.



شکل (۴-۱۰) نمودار جریان نقدینگی فرآیند PDH در سه حالت تنفس یک ساله، تنفس دو ساله و بدون تنفس

#### 4-6- جمع بندی

گاز مایع یا LPG یکی از محصولات راهبردی و گران قیمت صنعت نفت و گاز کشور است که از مخلوط گاز پروپان و بوتان تشکیل شده و جزء برش های سبک نفتی محسوب می شود. تاکنون زنجیره ارزش گاز مایع در کشور شکل نگرفته و عمده گاز مایع تولیدی بصورت خام صادر می گردد.

با توجه به میزان تولید و عرضه بیش از تقاضای گاز مایع در داخل کشور، توسعه زنجیره ارزش گاز مایع در داخل می تواند منجر به تولید محصول راهبردی پروپیلن گردد که مزایای گوناگونی همچون «ایجاد ارزش افزوده»، «صرفه جویی ارزی»، «افزایش درآمد دولت» و «اشتغالزایی» را در پی خواهد داشت. به عنوان نمونه

براساس محاسبات، تولید پروپیلن به جای خام فروشی پروپان تولید شده از گاز مایع، نزدیک به ۱۷۰ میلیون دلار از نیاز وارداتی ایران را می‌کاهد و درآمد دولت را به ازای هر تن تولید پروپیلن، بیش از ۵۰ دلار نسبت به خام فروشی افزایش می‌دهد. ضمن اینکه ایجاد یک واحد ۵۰۰ هزار تنی پروپیلن نزدیک به ۱۰ هزار شغل جدید ایجاد می‌کند.

در حال حاضر میزان مصرف داخلی گاز مایع ایران در بخش پتروشیمی تنها در حدود ۰.۵ میلیون تن بوده که در واقع ۵ درصد از گاز مایع تولیدی کشور است. از جمله دلایل عدم شکل‌گیری زنجیره ارزش گاز مایع در کشور می‌توان به «رویکرد خام فروشی وزارت نفت در رابطه با سوخت‌های مایع»، «قیمت‌گذاری نامناسب خوراک و اقتصاد ضعیف طرح‌های پتروشیمی PDH»، «عدم تأمین لایسنس»، «نبود طرح جامع توسعه (MDP) صنعت پتروشیمی» و «حکمرانی مجزای دو صنعت پالایش و پتروشیمی» اشاره نمود.

واحدهای پتروشیمی PDH (تبدیل گاز پروپان به پروپیلن) با حجم سرمایه‌گذاری کمتر و همچنین با توجه به محدودیت در صادرات گاز پروپان (برشی از گاز مایع) می‌تواند راهکاری مساعد جهت «افزایش پروپیلن کشور» و «توسعه زنجیره ارزش گاز مایع (LPG) در کشور» باشد.

برای اصلاح اقتصاد ضعیف واحدهای PDH (IRR در حدود ۱۲ درصد) در ایران در قیاس با واحدهای پتروشیمی GTP پیشنهاد می‌گردد که به واحدهای مذکور تنفس خوراک دو ساله و با بازپرداخت ۸ ساله داده شود؛ در این صورت نرخ بازده داخلی این واحدها تا حد قابل قبولی افزایش می‌یابد و به ۱۹ درصد می‌رسد. این اقدام می‌تواند گامی در راستای به سرانجام رساندن طرح‌های ناتمام پتروشیمی‌های خوراک مایع در کشور و ترغیب بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در این حوزه باشد. ضمن اینکه برای تأمین لایسنس واحدهای PDH می‌توان از شرکت چینی Rezel نیز استفاده کرد.

البته در حالت کلی نیاز است در نظام قیمت‌گذاری خوراک واحدهای پتروشیمی بخصوص خوراک گازی، اصلاحاتی جدی صورت گیرد و تخفیف‌های فعلی فقط در صورت توسعه کامل زنجیره ارزش اعمال گردد.