

گزارش پژوهشی :

# ارزیابی الگوی توسعه زنجیره ارزش متان در ایران



انديشكده اقتصاد مقاومتي |

گروه انرژی |

مهر ماه ۱۴۰۲

رهبر معظم انقلاب: علاج برون رفت از مشکلات کشور «اقتصاد مقاومتی» است.

## معرفی اندیشکده اقتصاد مقاومتی

اندیشکده اقتصاد مقاومتی یک کانون تفکر با مأموریت «تصمیم سازی برای حل مسائل اقتصاد کشور در راستای تحقق اقتصاد مقاومتی» است که در سال ۱۳۹۵ فعالیت رسمی خود را آغاز نمود.

شناسایی شبکه مسائل در هر حوزه موضوعی، طراحی راهکار برای حل مسائل احصاء شده و هم‌اندیشی جهت ارزیابی و تدقیق آن، بررسی تجربیات جهانی، طرح مباحث در فضای نخبگانی و رسانه‌ای و پیگیری راهکارهای ارائه شده از دستگاه‌ها و مسئولین مرتبط به منظور اتخاذ تصمیمات لازم، از جمله فعالیت‌هایی است که در اندیشکده انجام می‌شود.

علاقه‌مندان می‌توانند از طریق سایت [Mett.ir](http://Mett.ir) با اندیشکده اقتصاد مقاومتی در ارتباط باشند و نظرات، انتقادات و پیشنهادهای خود را در خصوص این گزارش و همچنین سایر فعالیت‌های اندیشکده، مطرح کنند.

## ارزیابی الگوی توسعه زنجیره ارزش متان در ایران

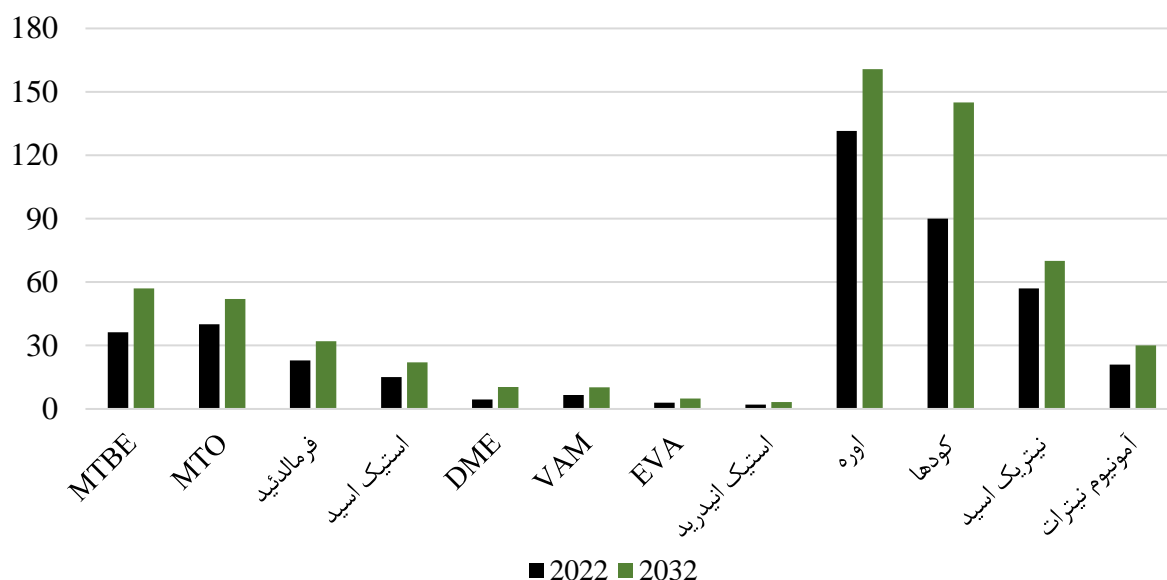
انرژی	گروه موضوعی:
پژوهشی	نوع گزارش:
۱۴۰۲۰۷۱۳۱	شناسه:
۱۴۰۲/۰۷/۳۰	تاریخ انتشار:
میثم فتحی محب	تهیه و تدوین:
افشین غلامعلی پور	مدیر مطالعه:
محمد مهدی یزدانی	ناظر علمی:
محمد جواد ساکت	اظهار نظر کننده:
سعید نوری کرم	

## خلاصه مدیریتی

گاز طبیعی یا متان، مصارف مختلفی از جمله استفاده به عنوان سوخت بخش خانگی و صنایع، تزریق به میادین نفتی و خوراک صنایع پتروشیمی دارد. عمده متان استحصال شده در جهان به عنوان سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرد و کمتر از ۱۰ درصد آن به توسعه زنجیره ارزش اختصاص پیدا می‌کند.

زنجیره ارزش متان شامل محصولاتی همچون متانول، آمونیاک، استیلن، اوره، استیک اسید، فرمالدئید و غیره است و تولید این محصولات موجب توسعه صنایع پایین‌دستی و راهبردی همچون کشاورزی، ساختمان‌سازی، خوردروسازی، نساجی، پزشکی و لوازم خانگی می‌شود. بر اساس مطالعات فنی-اقتصادی انجام شده، میزان تولید تمامی محصولات زنجیره ارزش متان روندی صعودی خواهد داشت. روند تولید این محصولات در سال‌های آتی به صورت نمودار زیر است:

میزان تولید محصولات پایین دست متان در سال ۲۰۲۲ و ۲۰۳۲



زنجیره ارزش متان به صورت کلی به دو بخش زنجیره متانول و زنجیره آمونیاک تقسیم می‌شود. آمونیاک و متانول جزء مواد پایه صنعت پتروشیمی هستند. اما این دو محصول بر خلاف سایر مواد پایه همچون اتیلن و پروپیلن به صورت مستقیم هم استفاده می‌شود و در واقع نمی‌توان متانول و آمونیاک را در دسته مواد خام و نیمه خام قرار داد.

زنجیره ارزش آمونیاک عمدتاً در تولید کودها کاربرد دارد و نقش مهمی را در تأمین امنیت غذایی کشورها ایفا می‌کند. در حال حاضر تمامی کشورهای جهان برای افزایش تولید و مصرف آمونیاک و انواع کودهای حاصل از آن برنامه‌ریزی کرده‌اند. میزان تقاضای این محصولات تا دهه‌های آینده همچنان افزایشی خواهد بود و کشورهای

مختلف، به سمت استفاده بیشتر از کودها خواهند رفت. حتی ممکن است در سال‌های آتی همراه با کاهش مساحت زمین‌های قابل کشت در سطح جهان و افزایش تقاضای مواد غذایی، کشاورزی بر بستر کود، بیش از پیش توسعه پیدا کند. به همین دلیل، پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد حجم تقاضای جهانی آمونیاک تا سال ۲۰۳۲ به بیش از ۳۰۰ میلیون تن در سال برسد؛ اما نمی‌توان برای ارزش این محصول، روند صعودی را متصور بود. کشورهای جهان برای افزایش تولید آمونیاک با خوراکی غیر از گاز طبیعی برنامه‌ریزی گسترده‌ای کرده‌اند و در تلاش هستند تا در تولید این محصول راهبردی خودکفا شوند.

وضعیت زنجیره ارزش آمونیاک کشور در شرایط مطلوبی قرار دارد؛ اما هنوز تکمیل نشده است و باید برای توسعه کامل این زنجیره که ظرفیت بالایی برای صادرات هم دارد، اقداماتی انجام شود. به عنوان نمونه تولید کودهای فسفاته در ایران به دلیل کمبود خاک فسفاته کشور، مغفول مانده است. در حالی که می‌توان با واردات این خاک یا فسفریک اسید، میزان تولید کودهای فسفاته را افزایش داد.

زنجیره ارزش متانول وضعیت متفاوتی نسبت به زنجیره ارزش آمونیاک دارد. از سال ۲۰۰۱ تا حدود ۱۰ سال بعد از آن، روند تقاضای متانول در جهان ثابت بوده است. به عنوان نمونه آمریکا میزان تولید متانول را به کمتر از ۱ میلیون تن کاهش داده بود و متانول مورد نیاز خود را از طریق واردات تأمین می‌کرد. اما بر خلاف سایر نقاط جهان، از سال ۲۰۱۱ به بعد روند مصرف متانول در شمال شرق آسیا تغییر کرد و چین، شروع به استفاده گسترده از متانول در سبک سوخت و توسعه واحدهای پتروشیمی تبدیل متانول به الفین (MTP/MTO) کرد.

در حال حاضر چین به واسطه توسعه واحدهای پتروشیمی مصرف کننده خوراک متانول و در نتیجه افزایش تقاضای متانول، آمریکا به دلیل توسعه منابع گازی شیل، روسیه به واسطه قطع صادرات گاز به اروپا و ایران به واسطه وجود منابع عظیم گازی بیشترین برنامه را برای افزایش تولید متانول در جهان دارند. به دلیل ابهامات جنگ روسیه و اوکراین و پیامدهای آن، تنش‌های ژئوپلیتیکی بین آمریکا و چین، تحریم‌های آمریکا علیه ایران و همچنین تشدید نگرانی‌های اقتصادی و امنیتی در برخی مناطق همچون اروپا، روند توسعه متانول در سایر نقاط جهان در وضعیت نامعلومی قرار دارد و به طور دقیق مشخص نیست که تمامی پیش‌بینی‌ها به جهت افزایش تولید، حاصل شود.

پیش‌بینی کارشناسان روسی این است که میزان تولید متانول این کشور روند افزایشی داشته باشد و صادرات متانول روسیه جایگزین بخشی از صادرات گاز این کشور شود. احداث این واحدها در روسیه به دلیل شرایط آب و هوایی بسیار سرد، فعالیت‌های لرزه‌ای و کمبود زیرساخت‌ها چالش برانگیز است و منجر به افزایش قابل توجه هزینه سرمایه‌گذاری می‌شود.



زنجیره ارزش متانول به صورت کلی به چند بخش الفین‌ها، بنزین و افزودنی‌های سوختی، زنجیره فرمالدئید و زنجیره استیک‌اسید تقسیم می‌شود. کشور چین با توسعه واحدهای تولید الفین از متانول (MTP/MTO)، تولید جهانی متانول را دچار تحول کرده است. در حال حاضر چین بزرگترین تولیدکننده، مصرف کننده و واردکننده متانول جهان است و تقریباً تمام کشورها، متانول خود را به چین صادر می‌کنند. این کشور بخش زیادی از متانول را در واحدهای تولید الفین، مصرف کرده و زنجیره ارزش اتیلن و پروپیلن را توسعه می‌دهد.

سرعت رشد صنایع پایین‌دستی روسیه بسیار کم خواهد بود و این کشور بر صادرات مطلق متانول تمرکز کرده است. تنها کشوری که صنایع پایین‌دستی متانول را پس از چین به شکل جدی توسعه داده، آمریکا است. این کشور در حدود ۵ میلیون تن از متانول تولید شده را مصرف می‌کند و در حال سرمایه‌گذاری برای افزایش تولید متانول است. با این وجود آمریکا توانایی مصرف بیش از ۵ میلیون تن متانول در سال را ندارد و طرح‌های تولید متانول خود را بر مبنای صادرات به چین توسعه می‌دهد.

الگوی توسعه زنجیره ارزش متانول در چین و آمریکا که در واقع تنها الگوهای موجود برای توسعه زنجیره ارزش متانول است، الگوهای متفاوتی هستند و می‌توانند برای ایران هم استفاده شوند. البته ایران در یک شرایط ویژه‌ای قرار دارد و به صورت مطلق نمی‌توان گفت که باید به سمت صادرات متانول و تولید محصولات پایین‌دستی برود یا از متانول، الفین و بنزین تولید کند.

برای ایران که از مزیت خوراک ارزان بهره می‌برد، ضروری است که زنجیره ارزش متانول را به حدی که نیاز داخلی را برطرف کند و در بازارهای جهانی ورود حداقلی داشته باشد، توسعه دهد. ظرفیت اسمی تولید متانول ایران بر اساس برنامه‌ریزی‌های انجام شده تا سال ۱۴۱۱ به ۴۰ میلیون تن می‌رسد. اما با توجه به شرایط ناترازی گاز در کشور و کاهش حاشیه سود تولید متانول، ضرورتی برای افزایش تولید متانول وجود ندارد و میزان افزایش تولید متانول، بسیار بیشتر از نیاز داخلی و ظرفیت صادراتی ایران است. در نتیجه طرح‌هایی که مراحل اجرایی آن‌ها هنوز آغاز نشده است، باید لغو و با سایر طرح‌های اولویت‌دار صنعت پتروشیمی جایگزین شود.

همچنین بخشی از این ۴۰ میلیون تن ظرفیت برنامه‌ریزی شده تولید متانول، بصورت واحدهای GTO/GTP و با توجیه توسعه زنجیره ارزش تعریف شده است. در حالی که توسعه این واحدها در شرایط ناترازی گاز و وجود ظرفیت مازاد متانول در کشور، به هیچ وجه در جهت منافع ملی نیست و باید لغو مجوز شوند. اگر هم شرکتی بخواهد از متانول الفین تولید کند، باید به دنبال توسعه واحدهای MTO/MTP با استفاده از متانول واحدهای پتروشیمی فعلی باشد.



بر اساس برنامه‌ریزی صورت گرفته، تعدادی طرح MTO/MTP تعریف شده و تلاش‌هایی برای ایجاد این واحدها در حال انجام است. اما به صورت کلی واحدهای MTO/MTP، نسبت به سایر واحدهای تولیدکننده الفین، حاشیه سود بسیار کمتری دارند. هر چند که با بهره‌برداری از این واحدها، بخشی از متانول مازاد تولید شده در کشور مصرف خواهد کرد.

با لغو مجوز واحدهای پتروشیمی متانولی برنامه‌ریزی شده‌ای که پیشرفت اندکی دارند، احداث برخی از واحدهای MTO/MTP تعریف شده و کاهش تولید پتروشیمی‌های متانولی فعلی به علت کمبود خوراک در کشور، به نظر تا سال ۱۴۱۱ مجموع متانول تولیدی مازاد کشور حدود ۱۵ تا ۱۷ میلیون تن خواهد بود. لذا کشور باید برای مصرف و توسعه زنجیره ارزش این حجم از متانول مازاد، اقدام به برنامه‌ریزی کند. براساس مطالعات انجام شده در این گزارش، چشم انداز جهانی محصولات زنجیره ارزش متانول مثبت است. اما به دلیل اینکه تقاضای محصولات پایین‌دستی متانول در کشور بسیار محدود بوده و ورود به بازارهای صادراتی دشوار است، نمی‌توان همه متانول تولید شده را به توسعه زنجیره ارزش این محصول تخصیص داد.

طرح‌های توسعه زنجیره ارزش متانول همچون توسعه زنجیره ارزش استیک اسید و فرمالدئید، در خوش‌بینانه‌ترین شرایط نهایتاً به ۵ میلیون تن خوراک متانول نیاز خواهند داشت و مابقی متانول مازاد کشور یا باید همچنان صادر شود یا اینکه در واحدهای MTO/MTP/MTG به الفین و بنزین تبدیل شود.

برای کشوری که دارای منابع عظیم نفت، گاز و LPG است، تولید بنزین، پروپیلن و اتیلن از متانول یک راه‌حل غیرمنطقی محسوب می‌شود. چراکه واحدهای MTO و MTG از توجیه اقتصادی بسیار پایینی برخوردار هستند و تنها برای کشوری همچون چین مناسب است که به منابع زیاد نفت و گاز دسترسی ندارد. در حالی که واحدهای پتروشیمی الفینی و PDH و پالایشگاه‌ها به راحتی می‌توانند نیاز کشور به این محصولات را پاسخ دهند. این رویکرد علاوه بر اینکه چالش ناترازی گاز را تشدید نمی‌کند، موجب جلوگیری از خام‌فروشی سایر منابع هیدروکربوری و توسعه زنجیره ارزش آن‌ها هم می‌شود.

صادرات گاز از طریق LNG تحریم پذیر است و صادرات آن از طریق خطوط لوله هم به صورت کلی امنیت اقتصادی ندارد و علاوه بر محدود بودن مقاصد صادراتی، پرداخت پول این کشورها به ایران همواره با مشکل مواجه است. در حالی که ساده‌ترین راه برای کسب درآمد ارزی از گاز طبیعی، تولید متانول و صادرات این محصول است. متانول هم زنجیره ارزش و محصولات پایین‌دست متنوعی دارد و هم به دلیل سهولت انتقال نسبت به گاز طبیعی و سایر محصولات پایه پتروشیمی، ظرفیت بالایی برای صادرات و قدرت نقد شوندگی دارد.

در حقیقت باید به تولید متانول، به عنوان یک روش جایگزین و تحریم ناپذیر برای صادرات گاز طبیعی نگاه کرد و به جای اینکه منابع مالی کشور در توسعه بیش از حد پایین دست متانول هدر داده شود و واحدهایی با توجیه اقتصادی بسیار کم همچون MTO/MTP تأسیس گردد، منابع مالی محدود کشور و بنگاه‌ها به توسعه و احداث طرح‌های با ارزشی همچون پتروشیمی PDH و پالایشگاه تخصیص داده شود، تا هم مسئله کمبود پروپیلن و بنزین و هم مسئله خام فروشی نفت و LPG بر طرف گردد.

با فرض اینکه در حدود ۵ میلیون تن از متانول تولید شده در کشور، در صنایع پایین دستی مصرف شود و طرح MTO/MTP جدیدی تعریف نشود، حجم صادرات متانول مازاد کشور تا سال ۱۴۱۱ به حدود ۱۰ تا ۱۲ میلیون تن در سال خواهد رسید. صادرات این میزان متانول در شرایط تحریم، با مشکلاتی همراه است. عدم وجود مخازن ذخیره سازی و وجود چین به عنوان تنها بازار متانول جهان موجب می‌شود تا قیمت متانول رقابتی شود و حاشیه سود واحدهای تولیدکننده کاهش یابد. در نتیجه باید راهکارهایی همچون تهاتر متانول، فروش متانول به صورت ترم CFR و ایجاد مخازن ذخیره متانول مورد ارزیابی قرار بگیرد و اقداماتی در راستای صادرات متانول با حاشیه سود بیشتر انجام شود.

## فهرست مطالب

مقدمه.....	۱۴
فصل ۱. ارزیابی میزان عرضه و تقاضای جهانی فعلی و آتی برای محصولات زنجیره ارزش متان.....	۱۵
۱-۱- متانول.....	۲۰
۱-۱-۱- فرمالدئید.....	۲۷
۱-۱-۲- تولید الفین‌ها و بنزین.....	۳۴
۱-۱-۳- استیک اسید.....	۴۲
۱-۱-۴- دی متیل اتر.....	۵۹
۱-۱-۵- متیل ترشیو بوتیر اتر (MTBE).....	۶۴
۱-۱-۶- اتانول.....	۶۸
۲-۱- آمونیاک.....	۷۲
۱-۲-۱- اوره.....	۸۱
۲-۲-۱- نیتریک اسید.....	۸۹
۳-۲-۱- کود.....	۹۴
۴-۲-۱- متیل آمین.....	۱۱۴
۳-۱- هیدروژن سیانید.....	۱۱۶
۴-۱- استیلن.....	۱۱۹
فصل ۲. بررسی الگوی توسعه زنجیره ارزش متان در کشورهای منتخب.....	۱۲۳
۱-۲- روسیه.....	۱۲۳
۲-۲- قطر.....	۱۲۸
۳-۲- آمریکا.....	۱۳۱
۴-۲- عربستان.....	۱۳۸
۵-۲- چین.....	۱۴۰
۶-۲- آلمان.....	۱۴۵
۷-۲- کلمبیا.....	۱۴۸
فصل ۳. بررسی روند مصرف و نحوه‌ی تأمین (تولید و واردات) محصولات پایین دست زنجیره ارزش متان.....	۱۵۳
۱-۳- زنجیره ارزش متانول.....	۱۵۷
۱-۱-۳- واحدهای تولیدکننده متانول کشور.....	۱۵۹
۲-۱-۳- میزان تولید محصولات پایین دست متانول.....	۱۶۹



۱۷۴	۳-۱-۳- واردات و صادرات محصولات زنجیره ارزش متانول
۱۹۶	۳-۱-۴- بررسی طرح‌های در دست اجرای پایین‌دست متانول
۱۹۹	۳-۲- زنجیره ارزش آمونیاک
۲۰۰	۳-۲-۱- میزان تولید محصولات زنجیره ارزش آمونیاک
۲۰۶	۳-۲-۲- واردات و صادرات محصولات زنجیره ارزش آمونیاک
۲۲۰	۳-۲-۳- بررسی طرح‌های در دست اجرای زنجیره ارزش آمونیاک
۲۲۳	فصل ۴. الگوی پیشنهادی توسعه زنجیره ارزش متان در کشور
۲۲۴	۴-۱- الزامات توسعه زنجیره ارزش متان
۲۲۵	۴-۱-۱- ارزیابی رویکردهای توسعه زنجیره ارزش متان در جهان
۲۲۸	۴-۱-۲- تعیین میزان تقاضای محصولات
۲۲۹	۴-۱-۳- قیمت‌گذاری خوراک و سوخت
۲۳۶	۴-۲- نقشه راه توسعه زنجیره ارزش متان
۲۴۱	فصل ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها
۲۴۶	منابع

## فهرست جداول

۳۹	جدول ۱. محاسبات اقتصادی واحد MTP
۳۹	جدول ۲. محاسبات اقتصادی واحد GTP
۶۱	جدول ۳. دی‌اکسیدکربن تولیدی به ازای گرمای آزاد شده
۱۵۳	جدول ۴. میادین گازی فعال در ایران
۱۵۷	جدول ۵. دانش و فناوری موجود از زنجیره ارزش گاز متان در کشور
۱۵۹	جدول ۶. واحدهای تولیدکننده متانول در کشور
۱۷۰	جدول ۷. میزان تولید محصولات پایین‌دست متانول
۱۷۱	جدول ۸. شرکت‌های تولیدکننده فرمالدئید و محصولات پایین‌دست آن
۱۷۴	جدول ۹. واردات و صادرات متانول
۱۷۶	جدول ۱۰. صادرات متانول به تفکیک مقاصد صادراتی از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۱ (کد تعرفه ۲۹۰۵۱۱۰۰)
۱۷۸	جدول ۱۱. مبادی صادراتی متانول در سال ۱۴۰۱
۱۷۸	جدول ۱۲. صادرات و واردات استیک اسید
۱۷۹	جدول ۱۳. مبادی وارداتی استیک اسید
۱۸۰	جدول ۱۴. مقاصد صادراتی استیک اسید
۱۸۱	جدول ۱۵. مقاصد صادراتی استیک اسید در سال ۱۴۰۱

جدول ۱۶. واردات و صادرات پلی‌وینیل استات.....	۱۸۱
جدول ۱۷. مبادی وارداتی پلی وینیل استات.....	۱۸۲
جدول ۱۸. مقاصد صادراتی پلی وینیل استات.....	۱۸۴
جدول ۱۹. واردات و صادرات اتیلن وینیل استات.....	۱۸۶
جدول ۲۰. مبادی وارداتی اتیلن وینیل استات.....	۱۸۷
جدول ۲۱. میزان واردات و صادرات اتانول.....	۱۸۸
جدول ۲۲. مبادی وارداتی اتانول.....	۱۸۹
جدول ۲۳. واردات و صادرات استیک انیدرید.....	۱۹۰
جدول ۲۴. میزان واردات و صادرات فرمالدئید.....	۱۹۱
جدول ۲۵. مقاصد صادراتی فرمالدئید.....	۱۹۱
جدول ۲۶. واردات و صادرات پلی استال.....	۱۹۳
جدول ۲۷. مبادی وارداتی پلی استال.....	۱۹۴
جدول ۲۸. طرح‌های در دست اجرای پایین دست متانول.....	۱۹۶
جدول ۲۹. واحدهای تولیدکننده آمونیاک و محصولات پایین دست آن.....	۲۰۰
جدول ۳۰. واردات و صادرات آمونیاک.....	۲۰۶
جدول ۳۱. مقاصد صادراتی آمونیاک.....	۲۰۷
جدول ۳۲. میزان واردات و صادرات اوره.....	۲۰۸
جدول ۳۳. مبادی وارداتی اوره.....	۲۰۹
جدول ۳۴. مقاصد صادراتی اوره.....	۲۱۰
جدول ۳۵. واردات و صادرات اسید نیتریک.....	۲۱۳
جدول ۳۶. واردات و صادرات کودهای ازته.....	۲۱۴
جدول ۳۷. مقاصد صادراتی کودهای ازته.....	۲۱۵
جدول ۳۸. میزان واردات و صادرات کودهای فسفاته.....	۲۱۸
جدول ۳۹. مبادی وارداتی کودهای فسفاته.....	۲۱۹
جدول ۴۰. طرح‌های در دست اجرای زنجیره ارزش آمونیاک.....	۲۲۱
جدول ۴۱. الگوی پیشنهادی توسعه زنجیره ارزش متان.....	۲۳۹

## فهرست اشکال

شکل ۱. فرآیند تولید و فراورش گاز طبیعی.....	۱۹
شکل ۲. زنجیره ارزش گاز متان.....	۲۰
شکل ۳. زنجیره ارزش فرمالدئید.....	۳۰
شکل ۴. روش‌های تولید پروپیلن.....	۳۵
شکل ۵. تولید الفین از گاز طبیعی.....	۳۶

- شکل ۶. فرآیند تولید پروپیلن از گاز طبیعی و متانول ..... ۳۸
- شکل ۷. فرآیند تولید بنزین از متانول ..... ۴۰
- شکل ۸. زنجیره ارزش استیک اسید ..... ۴۴
- شکل ۹. زنجیره ارزش مونومر وینیل استات ..... ۵۰
- شکل ۱۰. زنجیره ارزش پلی وینیل استات ..... ۵۴
- شکل ۱۱. زنجیره ارزش دی متیل اتر ..... ۶۲
- شکل ۱۲. زنجیره ارزش متیل ترشیو بوتیل اتر ..... ۶۵
- شکل ۱۳. زنجیره ارزش اتانول ..... ۶۹
- شکل ۱۴. زنجیره ارزش آمونیاک ..... ۷۲
- شکل ۱۵. فرآیند تولید آمونیاک از گاز سنتز ..... ۷۳
- شکل ۱۶. زنجیره ارزش اوره ..... ۸۲
- شکل ۱۷. فرآیند تولید اوره ..... ۸۲
- شکل ۱۸. سبد محصولات پایین دست نیتریک اسید ..... ۹۰
- شکل ۱۹. زنجیره ارزش هیدروژن سیانید ..... ۱۱۷
- شکل ۲۰. زنجیره ارزش استیلن ..... ۱۲۰
- شکل ۲۱. روند توسعه متانول در روسیه ..... ۱۲۷
- شکل ۲۲. فرآیند تولید پتروشیمی زاگرس ..... ۱۶۱
- شکل ۲۳. فرآیند تولید پتروشیمی فن آوران ..... ۱۶۳
- شکل ۲۴. فرآیند تولید پتروشیمی خارک ..... ۱۶۴
- شکل ۲۵. فرآیند تولید پتروشیمی شیراز ..... ۱۶۵
- شکل ۲۶. فرآیند تولید پتروشیمی کاوه ..... ۱۶۶
- شکل ۲۷. فرآیند تولید پتروشیمی مرجان ..... ۱۶۷
- شکل ۲۸. فرآیند تولید پتروشیمی کیمیای پارس خاورمیانه ..... ۱۶۸
- شکل ۲۹. فرآیند تولید پتروشیمی بوشهر ..... ۱۶۹
- شکل ۳۰. فرآیند تولید پتروشیمی سبلان ..... ۱۶۹
- شکل ۳۱. فرآیند تولید پتروشیمی پردیس ..... ۲۰۲
- شکل ۳۲. فرآیند تولید پتروشیمی رازی ..... ۲۰۳
- شکل ۳۳. فرآیند تولید پتروشیمی خراسان ..... ۲۰۴
- شکل ۳۴. فرآیند تولید پتروشیمی کرمانشاه ..... ۲۰۵
- شکل ۳۵. فرآیند تولید پتروشیمی لردگان ..... ۲۰۵
- شکل ۳۶. فرآیند تولید پتروشیمی مسجد سلیمان ..... ۲۰۶
- شکل ۳۷. الگوی تعیین تقاضای محصولات پایین دست پتروشیمی ..... ۲۲۹
- شکل ۳۸. فرمول قیمت گذاری خوراک گاز طبیعی در کشور ..... ۲۳۱

## فهرست نمودارها

- نمودار ۱. قیمت جهانی گاز (USD/MMBTU) ..... ۱۷
- نمودار ۲. مقایسه ظرفیت تولید محصولات پایه پتروشیمی ایران و جهان ..... ۱۸
- نمودار ۳. روش‌های تولید متانول ..... ۲۰
- نمودار ۴. سهم روش‌های مختلف تولید متانول در کل ظرفیت اسمی جهان ..... ۲۲
- نمودار ۵. فرآیند تولید متانول از گاز طبیعی به روش ریفرمینگ بخار ..... ۲۴
- نمودار ۶. میزان مصرف متانول در جهان ..... ۲۵
- نمودار ۷. زنجیره ارزش متانول ..... ۲۶
- نمودار ۸. سبد محصولات پایین‌دست متانول ..... ۲۷
- نمودار ۹. میزان مصرف و ارزش بازار فرمالدئید ..... ۲۹
- نمودار ۱۰. سبد محصولات پایین‌دست فرمالدئید ..... ۳۰
- نمودار ۱۱. ارزش بازار رزین‌های فرمالدئید (میلیارد دلار) ..... ۳۲
- نمودار ۱۲. میزان مصرف و ارزش بازار استیک اسید ..... ۴۳
- نمودار ۱۳. سبد محصولات پایین‌دست استیک اسید ..... ۴۴
- نمودار ۱۴. میزان مصرف و ارزش بازار وینیل استات مونومر ..... ۴۹
- نمودار ۱۵. سبد محصولات زنجیره ارزش وینیل استات مونومر ..... ۵۰
- نمودار ۱۶. توزیع مصارف مختلف وینیل استات ..... ۵۱
- نمودار ۱۷. سبد محصولات زنجیره ارزش اتیلن وینیل استات ..... ۵۴
- نمودار ۱۸. ارزش بازار و میزان تولید اتیلن وینیل استات ..... ۵۵
- نمودار ۱۹. بازار محصولات پایین‌دست استیک انیدرید ..... ۵۷
- نمودار ۲۰. میزان مصرف و ارزش بازار استیک انیدرید ..... ۵۷
- نمودار ۲۱. بازار جهانی استیک انیدرید ..... ۵۸
- نمودار ۲۲. میزان تولید و ارزش بازار دی متیل اتر ..... ۶۳
- نمودار ۲۳. سهم استفاده از هریک از افزودنی‌های بنزین ..... ۶۶
- نمودار ۲۴. میزان مصرف و ارزش بازار متیل ترشیو بوتیل اتر ..... ۶۷
- نمودار ۲۵. میزان مصرف اتانول در صنایع پایین‌دست ..... ۷۰
- نمودار ۲۶. میزان تولید و ارزش بازار آمونیاک ..... ۷۴
- نمودار ۲۷. صنایع مصرف کننده آمونیاک ..... ۷۵
- نمودار ۲۸. سبد محصولات زنجیره ارزش آمونیاک ..... ۷۶
- نمودار ۲۹. میزان مصرف آمونیاک در مناطق جهان ..... ۷۸
- نمودار ۳۰. ظرفیت اسمی تولید آمونیاک در مناطق مختلف جهان ..... ۷۹
- نمودار ۳۱. میزان تولید آمونیاک در کشورهای جهان ..... ۸۰
- نمودار ۳۲. میزان صادرات و واردات آمونیاک ..... ۸۱

- نمودار ۳۳. سبد محصولات زنجیره ارزش اوره..... ۸۴
- نمودار ۳۴. میزان تولید و ارزش بازار اوره..... ۸۶
- نمودار ۳۵. میزان مصرف اوره در مناطق جهان..... ۸۸
- نمودار ۳۶. ظرفیت اسمی تولید اوره در مناطق جهان..... ۸۸
- نمودار ۳۷. میزان مصرف محصولات پایین دست نیتریک اسید..... ۹۱
- نمودار ۳۸. میزان تولید و ارزش بازار نیتریک اسید..... ۹۲
- نمودار ۳۹. میزان مصرف نیتریک اسید در مناطق جهان..... ۹۳
- نمودار ۴۰. میزان مصرف آمونیوم نیترات در مناطق مختلف جهان..... ۱۰۰
- نمودار ۴۱. میزان تولید و ارزش بازار آمونیوم نیترات..... ۱۰۱
- نمودار ۴۲. سبد محصولات پایین دست آمونیوم نیترات..... ۱۰۱
- نمودار ۴۳. ارزش بازار آمونیم سولفات..... ۱۰۴
- نمودار ۴۴. میزان مصرف کود آمونیوم فسفات در مناطق جهان..... ۱۰۶
- نمودار ۴۵. ارزش بازار کلسیم نیترات..... ۱۰۸
- نمودار ۴۶. ارزش بازار پتاسیم نیترات..... ۱۱۱
- نمودار ۴۷. میزان مصرف و ارزش بازار مونو آمونیوم فسفات..... ۱۱۳
- نمودار ۴۸. میزان تولید و ارزش بازار متیل آمین ها..... ۱۱۶
- نمودار ۴۹. میزان تولید و مصرف هیدروژن سیانید در مناطق جهان..... ۱۱۸
- نمودار ۵۰. میزان مصرف استیلن در نقاط جهان..... ۱۲۲
- نمودار ۵۱. میزان تولید و ارزش بازار استیلن..... ۱۲۲
- نمودار ۵۲. میزان تولید متانول در روسیه..... ۱۲۶
- نمودار ۵۳. میزان تولید آمونیاک در روسیه (میلیون تن)..... ۱۲۸
- نمودار ۵۴. ظرفیت تولید محصولات پتروشیمی قطر..... ۱۳۰
- نمودار ۵۵. میزان تولید، مصرف و خالص صادرات گاز طبیعی آمریکا (میلیارد متر مکعب)..... ۱۳۲
- نمودار ۵۶. سبد مصرف گاز طبیعی در آمریکا..... ۱۳۴
- نمودار ۵۷. روند تولید متانول در آمریکا..... ۱۳۵
- نمودار ۵۸. میزان تولید آمونیاک آمریکا..... ۱۳۷
- نمودار ۵۹. میزان تقاضای متانول چین..... ۱۴۱
- نمودار ۶۰. تولید، صادرات و واردات آمونیاک در مناطق جهان..... ۱۴۴
- نمودار ۶۱. ارزش بازار آمونیاک سبز آلمان..... ۱۴۷
- نمودار ۶۲. میزان تولید و مصرف نفت خام..... ۱۴۹
- نمودار ۶۳. میزان تولید و مصرف گاز طبیعی در کلمبیا..... ۱۵۰
- نمودار ۶۴. میزان کاهش فلرینگ در کلمبیا..... ۱۵۱
- نمودار ۶۵. منابع انرژی کلمبیا..... ۱۵۲
- نمودار ۶۶. میزان مصرف گاز در کشور (میلیون متر مکعب در روز)..... ۱۵۵

- نمودار ۶۷. میزان مصرف گاز در صنعت پتروشیمی کشور ..... ۱۵۶
- نمودار ۶۸. ظرفیت تولید محصولات پایه پتروشیمی در کشورهای منطقه (هزار تن در سال) ..... ۱۵۶
- نمودار ۶۹. صادرات و واردات متانول ..... ۱۷۵
- نمودار ۷۰. مقاصد صادراتی متانول کشور ..... ۱۷۷
- نمودار ۷۱. مبادی وارداتی پلی‌وینیل استات در سال ۱۴۰۱ ..... ۱۸۴
- نمودار ۷۲. مبادی وارداتی اتیلن وینیل استات ..... ۱۸۸
- نمودار ۷۳. مقاصد صادراتی فرمالدئید در سال ۱۴۰۱ ..... ۱۹۳
- نمودار ۷۴. تغییرات مبادی وارداتی پلی‌استال ..... ۱۹۵
- نمودار ۷۵. ظرفیت تولید متانول کشور ..... ۱۹۹
- نمودار ۷۶. تغییرات مقاصد صادراتی آمونیاک ..... ۲۰۸
- نمودار ۷۷. مقاصد صادراتی اوره ..... ۲۱۳
- نمودار ۷۸. قیمت جهانی گاز طبیعی و محصولات پایین‌دست آن ..... ۲۲۶
- نمودار ۷۹. روند تولید محصولات پایین‌دست متان ..... ۲۲۷
- نمودار ۸۰. سبد محصولات زنجیره ارزش متان ..... ۲۲۸
- نمودار ۸۱. درآمد کشور از سناریوهای متفاوت برای استفاده از گاز طبیعی و متانول ..... ۲۳۲
- نمودار ۸۲. صادرات گاز ایران ..... ۲۳۳
- نمودار ۸۳. قیمت گاز صادراتی ایران بر اساس آمار گمرک ..... ۲۳۴
- نمودار ۸۴. قیمت صادراتی متانول ..... ۲۳۶