

گزارش پژوهشی :

# ارزیابی احداث پالایشگاه‌های مقیاس کوچک در ایران



انديشكده اقتصاد مقاومتي

گروه انرژی

مرداد 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 احداث پالایشگاه‌های مقیاس کوچک در ایران

انرژی	گروه موضوعی:
پژوهشی	نوع گزارش:
۱۴۰۲۰۵۱۲۹	شناسه:
۱۴۰۲/۰۵/۳۱	تاریخ انتشار:
سعید نوری کرم	تهیه و تدوین:
افشین غلامعلی پور	مدیر مطالعه:
محمد مهدی یزدانی	ناظر علمی:
مصطفی سعیدی	اظهار نظر کننده:

## خلاصه مدیریتی

در سال‌های اخیر و به‌خصوص در شرایط تحریم فروش نفت خام، کشور همواره به دنبال افزایش ظرفیت پالایشی و توسعه پالایشگاه‌ها بوده است؛ به طوری که در دولت‌های نهم تا دوازدهم ۳۰ طرح پالایشی در کشور تعریف شد. از این تعداد ۲۵ طرح مربوط به احداث پالایشگاه با خوراک «نفت خام» و ۵ طرح برای احداث پالایشگاه با خوراک «میعانات گازی» است. مجموع خوراک مورد نیاز این طرح‌ها، ۴,۳ میلیون بشکه در روز و حجم سرمایه‌گذاری حدود ۹۰ میلیارد دلار برآورد شده است.

تاکنون هیچ یک از طرح‌های مذکور به دلایل مختلفی همچون نبود الگوی مناسب تأمین مالی و توسعه فرآیندهای پالایشگاهی، عدم دسترسی به لایسنس‌ها، فناوری‌ها و تجهیزات جدید، عدم صدور مجوزهای لازم و هماهنگی بین دستگاهی و غیره به بهره‌برداری نرسیده‌اند؛ اما در این بین یکی از مهم‌ترین دلایل و ریشه‌های این مسئله را می‌توان نبود الگوی مناسب تأمین مالی برای این طرح‌ها عنوان کرد.

بیش‌تر طرح‌های پالایشگاهی در کشور دارای ظرفیت‌های بیش از ۱۰۰ هزار بشکه در روز هستند؛ که علاوه بر نیاز به حجم بالای سرمایه‌گذاری، زمان احداث و بهره‌برداری از این پروژه‌ها طولانی خواهد بود و در مواردی تا ۱۰ سال این پروژه‌ها طول خواهند کشید؛ به عنوان نمونه احداث پالایشگاه ۳۶۰ هزار بشکه‌ای میعانات گازی ستاره خلیج فارس از سال ۱۳۸۴ شروع و در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ فازهای اول و دوم آن به بهره‌برداری رسید. در واقع این پالایشگاه و سایر نمونه‌های مشابه، تجربه مدت زمان طولانی احداث پالایشگاه در کشور را تصدیق می‌کنند که از جمله عوامل و ریشه‌های این مسئله را می‌توان تحریم، کمبود منابع مالی، عدم دسترسی به لایسنس‌های جدید، طولانی شدن مدت زمان سفارش‌گذاری تا تحویل تجهیزات دانست. این در حالی است که اکنون کشور با کمبود بنزین مواجه شده است و با ادامه افزایش رشد مصرف سوخت، کشور مجدداً به واردکننده بنزین و گازوئیل تبدیل خواهد شد و این موضوع سبب به خطر افتادن «امنیت انرژی» کشور می‌شود.

بنابراین با توجه به شرایط کشور دو مولفه «میزان سرمایه‌گذاری» و «مدت زمان احداث» از جمله موارد مهمی است که باید در تعریف طرح‌های پالایشی به آن توجه کرد. این دو مولفه همواره در تعریف طرح‌های پالایشگاهی کشور نادیده گرفته شده و در طرح‌ها هدف این است که اقتصاد ضعیف پالایشگاه که ناشی از پایین بودن سطح فناوری‌ها و ضریب پیچیدگی است، از طریق افزایش ظرفیت جبران شود؛ درحالی‌که تنوع سبد محصولات پالایشگاهی، درصد تولید هر از یک فرآورده‌ها و مطابقت محصولات با نیاز بازار، تضمین‌کننده اقتصاد پالایشگاه‌ها است. افزایش ظرفیت پالایشگاه‌ها علاوه بر افزایش حجم سرمایه‌گذاری، موجب افزایش مدت زمان بهره‌برداری به واسطه ساخت یا واردات تجهیزات و کاهش چابکی طرح خواهد شد که با شرایط تحریمی کشور مطابقت ندارد.



کشورهای مختلف جهان همچون آمریکا، چین و نیجریه با توجه به شرایط داخلی خود، هر یک با رویکردها و راهبردهای توسعه متفاوت، اقداماتی را انجام داده‌اند. آمریکا در راستای افزایش ضریب پیچیدگی، افزایش بهره‌وری و افزایش سوددهی صنعت پالایش خود اقدام به اتخاذ سیاست‌هایی همچون ارائه تسهیلات به پالایشگاه‌های بزرگ برای خرید پالایشگاه‌های کوچک کرده و توسعه پالایشگاه‌های نسل سوم را در دستور کار قرار داده است. در واقع ایالات متحده با راهبرد توسعه پالایشگاه‌های نسل سوم به دنبال افزایش تولید و تنوع سبد محصولات پالایشی خود به منظور افزایش سهم خود در بازارهای بین‌المللی و افزایش تاب‌آوری واحدهای پالایشی خود در برابر نوسانات قیمتی محصولات است. از طرفی باید به این نکته هم توجه کرد که دسترسی آمریکا به لایسنس‌های مختلف پالایشی، توان بالای تأمین مالی طرح‌ها، برخورداری از خوراک و بازارهای جهانی در انتخاب راهبرد توسعه پالایشگاه‌های نسل سوم و ادغام پالایشگاه‌های مقیاس کوچک با پالایشگاه‌های بزرگ بسیار تأثیرگذار بوده است.

در کشور چین رویکرد توسعه ظرفیت پالایش متفاوت است. این کشور در کنار احداث پالایشگاه‌های نسل سوم تحت مالکیت شرکت‌های دولتی همچون شرکت ملی نفت چین و سینوپک، به بخش خصوصی نیز مجوز واردات نفت خام به منظور احداث پالایشگاه مقیاس کوچک را داده است اما با توجه به این که بیش تر شرکت‌های پالایش خصوصی که با نام پالایشگاه‌های مستقل یا تی‌پات شناخته شده‌اند، دارای ظرفیت و پیچیدگی پایینی هستند؛ دولت چین از سال ۲۰۱۵ با اعمال قوانین مختلف از جمله وضع مالیات و سخت‌گیری در اعطای مجوزهای محیط زیستی، پالایشگاه‌های مقیاس کوچک را به سمت افزایش ظرفیت پالایشی به بیش از ۴۰ هزار بشکه در روز و افزایش ضریب پیچیدگی و بهره‌وری سوق داده است.

کشور نیجریه با توجه به این که در کل دارای چهار شرکت پالایشی با مجموع ظرفیت ۴۴۵ هزار بشکه در روز است، به منظور پاسخگویی به تقاضا برای فرآورده‌های اصلی همچون بنزین و گازوئیل، کمبود منابع مالی و زمانی و همچنین عدم دسترسی به لایسنس‌های پالایشگاهی به احداث پالایشگاه‌های مقیاس کوچک یا به اصطلاح مدولار که دارای ظرفیت و ضریب پیچیدگی پایینی هستند؛ روی آورده است. این کشور با توجه به اینکه به ناچار مجبور به استفاده از رویکرد توسعه پالایشگاه‌های مقیاس کوچک شده در تلاش است که ضریب پیچیدگی و بهره‌وری این واحدها را افزایش دهد و در سال‌های اخیر بیش تر پژوهش‌ها و تلاش‌های صورت گرفته در این زمینه بوده است.

در ایران واحدهای پالایشی با ظرفیت پایین با نام مینی‌ریفاینری شناخته می‌شوند که البته در دنیا این اصطلاح وجود ندارد. طبق آمار حدود ۲۷ میلیون تن در سال ظرفیت پالایش توسط ۲۲۰ مینی‌ریفاینری در کشور وجود دارد که عموماً هیدروکربن سنگین تولید می‌نمایند که نزدیک به ۷۵ درصد از ظرفیت موجود به صورت بلندینگ و تنها حدود ۲۵ درصد به صورت تقطیری در کشور فعالیت دارند. از مهم‌ترین دلایل استفاده کمتر از واحدهای

تقطیری می‌توان به کاهش جذابیت اقتصادی این واحدهای پالایشی نسبت واحدهای بلندینگ و استفاده از تجهیزات با فناوری پایین و در نتیجه عدم توانایی در تولید سوخت استاندارد اشاره نمود. با توجه به این که احداث پالایشگاه‌هایی با فناوری روز که درصد نفت کوره در سبد فرآورده‌های تولیدی آن‌ها کمتر از ۱۰ درصد باشد، مورد مطالبه قانون است، توسعه واحدهای مینی‌ریفاینری مطابق تعاریف فوق صرفاً سبب هدررفت منابع ملی و خسارت‌های مالی و محیط زیستی به کشور خواهد شد.

با توجه به نکات بیان شده در رابطه با مدل توسعه صنعت پالایشگاهی کشورهای آمریکا، چین و نیجریه و بررسی روند توسعه صنعت پالایش نفت و پالایشگاه‌های مقیاس کوچک در کشور، مطابق جدول زیر به نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای<sup>۱</sup> توسعه پالایشگاه‌های مقیاس کوچک اشاره شده است.

نقاط ضعف	نقاط قوت
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ پالایشگاه‌های مقیاس کوچک بدون واحد تبدیلی:</li> <li>❖ اقتصاد ضعیف و نیاز به ارائه تخفیف در خوراک</li> <li>❖ ظرفیت پایین و عدم کمک به صنعت پالایش کشور در نگاه کلان</li> <li>❖ تولید فرآورده‌های سنگین و غیراستاندارد</li> <li>❖ پالایشگاه‌های مقیاس کوچک با واحد تبدیلی:</li> <li>❖ عدم وجود تجربه ساخت این دسته از پالایشگاه‌ها</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ نیاز به سرمایه کمتر نسبت به احداث پالایشگاه‌های مقیاس بزرگ</li> <li>❖ زمان بهره‌برداری کمتر نسبت به احداث پالایشگاه‌های مقیاس بزرگ</li> <li>❖ رعایت اصول پدافند غیرعامل با توجه به امکان پراکندگی آن‌ها در نقاط مختلف کشور با در نظر گرفتن امکان‌سنجی‌های مربوط به آن</li> </ul>
تهدیدها	فرصت‌ها
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ تولید محصولات غیراستاندارد و تخریب بازارهای صادراتی بخصوص در کشورهای همسایه</li> <li>❖ ایجاد رقابت منفی در بازار صادراتی کشورهای همسایه</li> <li>❖ افزایش خطرات حمل‌ونقل جاده‌ای و محیط زیستی به دلیل انتقال خوراک و فرآورده با تانکر</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ استفاده از نفت کوره گوگرد بالا به عنوان خوراک</li> <li>❖ تولید سریع بنزین و گازوئیل و کمک به ناترازی سوخت در کشور</li> <li>❖ تغییر مسیر و امکان‌پذیر کردن توسعه صنعت پالایش نفت کشور</li> <li>❖ فراهم کردن فرصت جذب سرمایه خارجی به کشور</li> <li>❖ مهیا کردن امکان سرمایه‌گذاری مشترک در کشورهای منطقه و افزایش نفوذ اقتصادی</li> </ul>

با توجه به شرایط فعلی صنعت پالایش نفت خام کشور و نیل به اهداف توسعه پالایشگاه‌ها در ایران، چهار راهبرد برای توسعه این صنعت و تحقق امنیت انرژی مطرح می‌شود که به شرح زیر است:

(۱) ارتقاء و افزایش ضریب پیچیدگی پالایشگاه‌های موجود کشور در راستای افزایش تولید سوخت، مواد شیمیایی با ارزش افزوده بیش‌تر و بهبود کیفیت فرآورده‌های نفتی

<sup>۱</sup> Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT)



(۲) احداث واحدهای جدید پالایشگاهی با رویکرد تولید سوخت  
 (۳) احداث واحدهای جدید پالایشگاهی با رویکرد تولید مواد شیمیایی و پلیمری  
 (۴) احداث واحدهای جدید پالایشگاهی مقیاس کوچک با رویکرد تولید سوخت، مواد شیمیایی و پلیمری

راهبردهای فوق همگی به دنبال «خنثی سازی تحریم‌ها»، «مقاوم‌سازی اقتصاد» و «تحقق امنیت انرژی» هستند؛ اما مهم‌ترین مسئله در تعریف، اجرا و احداث پروژه‌ها، اولویت‌بندی آن‌ها با توجه به محدودیت منابع مالی و زمانی است. در حقیقت با توجه به ریشه‌های عدم اجرای طرح‌های پالایشی و نقش پررنگ تأمین منابع مالی در هر یک از ریشه‌ها، راهبردی که در خصوص احداث پالایشگاه‌ها پیشنهاد می‌گردد، راهبرد چهارم یعنی کاهش ظرفیت پالایشگاه‌ها با رویکرد تولید سوخت، مواد شیمیایی و پلیمری در راستای کاهش حجم سرمایه‌گذاری طرح‌ها و زمان بهره‌برداری است.

در این حالت سبد محصولات پالایشگاه‌های مقیاس کوچک به‌منظور افزایش حاشیه سود و تاب‌آوری این واحدها، رعایت قوانین و استانداردها و حفظ بازارهای صادراتی و عدم ضربه به برندینگ فرآورده‌های تولیدی کشور، همانند پالایشگاه‌های نسل دوم و سوم است؛ چراکه فرآیندهای تبدیلی مورد استفاده در پالایشگاه‌های بزرگ قابلیت استفاده در پالایشگاه‌های مقیاس کوچک را هم دارند. بنابراین می‌توان گفت این راهبرد برگرفته شده از راهبردهای دوم و سوم است و تفاوت آن در مقیاس و ظرفیت پالایشگاه در راستای کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و زمان احداث، رعایت اصول پدافند غیرعامل و کمک به تولید هرچه سریع‌تر بنزین، گازوئیل و دیگر مواد پایه پتروشیمی مورد نیاز کشور همچون الفین‌ها و آروماتیک‌ها است.

با توجه به این‌که پالایشگاه‌های مقیاس کوچک با رویکرد تولید سوخت، مواد شیمیایی و پلیمری در کشور وجود ندارد؛ یکی از الزامات مهم در جهت توسعه این واحدها وضع قوانین، استانداردها و سیاست‌گذاری‌های یکپارچه فنی-اقتصادی است. در رابطه با توسعه پالایشگاه‌های مقیاس کوچک در ایران می‌توان پیشنهادی زیر را مطرح نمود:

- (۱) ادغام، بهینه‌سازی و ارتقاء واحدهای پالایشی کوچک با هدف افزایش ضریب پیچیدگی و تولید محصولات با کیفیت
- (۲) احداث پالایشگاه‌های مقیاس کوچک با رویکرد تولید سوخت، مواد شیمیایی و پلیمری در فازها و الگوهای فرآیندی مختلف
- (۳) خرید واحدهای پالایشگاهی با ظرفیت‌های کمتر از ۱۰۰ هزار بشکه در روز از کشورهایی همچون چین
- (۴) جمع‌آوری فرآورده‌های سنگین پالایشگاه‌های تهران، اصفهان و آبادان به عنوان خوراک واحدهای پالایشگاهی مقیاس کوچک

## فهرست مطالب

مقدمه .....	۶
فصل ۱. ارزیابی پالایشگاه‌های مقیاس کوچک .....	۱۰
۱-۱- بررسی و دسته‌بندی انواع فرآیندهای پالایشگاهی .....	۱۰
۱-۱-۱- فرآیندهای جداسازی .....	۱۰
۱-۱-۲- فرآیندهای تبدیلی .....	۱۱
۱-۱-۳- فرآیندهای بهبود کیفیت محصولات .....	۱۹
۲-۱- بررسی لایسنس‌های فرآیندهای پالایشگاهی .....	۲۰
۳-۱- عوامل مهم و اثرگذار در تعریف الگوی طرح‌های پالایشی .....	۲۲
۱-۳-۱- مطابقت فرآورده‌های نفتی با تقاضای بازار و تنوع سبد محصولات .....	۲۳
۲-۳-۱- نوع خوراک پالایشگاه .....	۲۳
۳-۳-۱- مکان‌یابی پالایشگاه .....	۲۳
۴-۳-۱- انعطاف‌پذیری در طراحی فرآیندهای پالایشگاهی .....	۲۴
۵-۳-۱- یکپارچگی مجتمع‌های پالایشی و پتروشیمی .....	۲۴
۶-۳-۱- ظرفیت پالایشگاه .....	۲۵
۴-۱- انواع تعاریف و تقسیم‌بندی پالایشگاه‌های مقیاس کوچک .....	۲۶
فصل ۲. ارزیابی روند توسعه صنعت پالایش در کشورهای منتخب .....	۳۰
۱-۲- آمریکا .....	۳۰
۱-۱-۲- بررسی روند تولید و مصرف نفت خام آمریکا .....	۳۱
۲-۱-۲- بررسی صنعت پالایش نفت آمریکا و عوامل موثر بر توسعه آن .....	۳۳
۳-۱-۲- بررسی پیکربندی شرکت‌های فعال در صنعت نفت آمریکا .....	۳۷
۴-۱-۲- میزان خوراک و واردات نفت خام پالایشگاه‌ها .....	۴۱
۵-۱-۲- بررسی روند تولید، مصرف و صادرات فرآورده‌های نفتی .....	۴۳
۶-۱-۲- پیش‌بینی تولید، تقاضای و صادرات فرآورده‌های نفتی تا سال ۲۰۳۲ .....	۵۱
۲-۲- چین .....	۵۵
۱-۲-۲- تعریف پالایشگاه‌های مقیاس کوچک در چین و نقش آن‌ها در صنعت پالایش .....	۵۶
۲-۲-۲- الگوی توسعه پالایشگاه‌های مقیاس کوچک در چین .....	۵۹
۳-۲-۲- قوانین جدید نحوه توسعه پالایشگاه‌های مقیاس کوچک در چین .....	۶۱
۴-۲-۲- بررسی نحوه اعطای مجوز واردات نفت خام به پالایشگاه‌های مقیاس کوچک .....	۶۱

- ۲-۲-۵- الگوی رقابتی پالایشگاه‌های مقیاس کوچک با پالایشگاه‌های دولتی ..... ۶۲
- ۲-۲-۶- نقش پالایشگاه‌های مقیاس کوچک چین در تجارت جهانی نفت خام ..... ۷۱
- ۲-۳-۳- نیجریه ..... ۷۴
- ۲-۳-۱- وضعیت تقاضای فرآورده‌های نفتی ..... ۷۶
- ۲-۳-۲- بررسی ظرفیت پالایشگاه‌های نفت خام ..... ۷۷
- ۲-۳-۳- بررسی قیمت‌گذاری محصولات پالایشی ..... ۷۸
- ۲-۳-۴- بررسی پیکربندی پالایشگاه‌های نفت ..... ۸۰
- ۲-۳-۵- بررسی کارایی عملیاتی پالایشگاه‌های نفت خام ..... ۸۱
- ۲-۴-۴- روسیه ..... ۸۳
- ۲-۴-۱- بررسی ضریب پیچیدگی پالایشگاه‌های نفت خام ..... ۸۵
- ۲-۴-۲- بررسی وضعیت پالایشگاه‌های مقیاس کوچک ..... ۸۷
- فصل ۳. ارزیابی پالایشگاه‌های مقیاس کوچک فعلی در ایران و مقایسه با دنیا ..... ۹۰
- ۳-۱- اهمیت و ضرورت احداث پالایشگاه مقیاس کوچک در کشور ..... ۹۰
- ۳-۲- بررسی وضعیت موجود پالایشگاه‌های مقیاس کوچک در کشور ..... ۹۶
- ۳-۳- ارزیابی میزان صادرات، ارزش و بازار هدف محصولات واحدهای پالایشی مقیاس کوچک ..... ۱۱۴
- ۳-۴- آسیب‌شناسی و مسائل پالایشگاه‌های مقیاس کوچک در ایران ..... ۱۲۲
- ۳-۴-۱- نحوه تأمین خوراک واحدهای مینی‌ریفاینری و مسائل آن ..... ۱۲۳
- ۳-۴-۲- مشکلات صادرات محصولات و گمرک ..... ۱۳۰
- ۳-۴-۳- مشکلات مربوط به بازار و فروش محصولات ..... ۱۳۲
- ۳-۴-۴- عدم ثبات در قوانین و سیاست‌گذاری نامناسب ..... ۱۳۳
- ۳-۴-۵- فقدان زیرساخت‌های لازم برای احداث پالایشگاه‌های مقیاس کوچک ..... ۱۳۴
- ۳-۴-۶- نحوه خرید محصولات پالایشی و بازار مصرف فرآورده‌های نفتی ..... ۱۳۴
- ۳-۴-۷- دانش فنی و تجهیزات ..... ۱۳۵
- ۳-۴-۸- تولید محصولات سنگین و نادیده گرفتن قوانین مختلف پالایشی کشور ..... ۱۳۵
- ۳-۵-۵- بررسی قوانین و مقررات مرتبط با پالایشگاه‌های مقیاس کوچک ..... ۱۳۶
- ۳-۵-۱- بند ش تبصره ۱ قانون بودجه ۱۴۰۱ ..... ۱۳۶
- ۳-۵-۲- تعیین طرح‌ها و پروژه‌های مشمول انجام مطالعات ارزیابی محیط زیستی ..... ۱۳۶
- ۳-۵-۳- ماده ۴۵ آیین‌نامه اجرایی ماده ۵ و ۶ قانون مبارزه با قاچاق کالا و ارز ..... ۱۳۶
- فصل ۴. امکان‌سنجی فنی و اقتصادی احداث پالایشگاه‌های مقیاس کوچک در ایران ..... ۱۴۱



- ۱-۴-۱- مطالعات بازار ..... ۱۴۲
- ۱-۴-۱-۱- مکان‌یابی طرح ..... ۱۴۲
- ۱-۴-۲- امکان واردات و صادرات محصولات ..... ۱۴۳
- ۱-۴-۳- ظرفیت اسمی و عملی تولید ..... ۱۴۳
- ۱-۴-۴- مصرف محصولات طرح‌ها در واحدهای پایین‌دستی پتروشیمی ..... ۱۴۴
- ۱-۴-۵- استفاده از مشاوره طرح‌های در حال فعالیت ..... ۱۴۴
- ۱-۴-۶- بازار جهانی محصولات طرح ..... ۱۴۴
- ۱-۴-۷- عوامل موثر بر تقاضای سال‌های آینده ..... ۱۴۴
- ۲-۴-۲- مطالعات فنی ..... ۱۴۵
- ۱-۴-۲-۱- شناخت فرآیند تولید ..... ۱۴۵
- ۲-۴-۲-۲- شناخت فناوری‌های تولید و لایسنس‌ورهای معتبر ..... ۱۴۵
- ۳-۴-۳- مطالعات مالی ..... ۱۴۵
- ۱-۴-۳-۱- بررسی اقتصاد پالایشگاه‌های مقیاس کوچک بدون واحد تبدیلی ..... ۱۴۶
- ۲-۴-۳-۲- بررسی اقتصاد پالایشگاه‌های مقیاس کوچک دارای واحد تبدیلی ..... ۱۴۷
- فصل ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها ..... ۱۵۳
- ۱-۵-۱- ادغام، بهینه‌سازی و ارتقاء واحدهای پالایشی کوچک با هدف افزایش ضریب پیچیدگی و تولید محصولات با کیفیت ..... ۱۵۷
- ۲-۵-۲- احداث پالایشگاه‌های مقیاس کوچک با رویکرد تولید سوخت، مواد شیمیایی و پلیمری در فازها و الگوهای فرآیندی مختلف ..... ۱۶۰
- ۳-۵-۳- خرید واحدهای پالایشگاهی با ظرفیت‌های کمتر از ۱۰۰ هزار بشکه در روز از کشورهای هم‌چون چین ..... ۱۶۰
- ۴-۵-۴- جمع‌آوری فرآورده‌های سنگین پالایشگاه‌های تهران، اصفهان و آبادان به عنوان خوراک واحدهای پالایشگاهی مقیاس کوچک ..... ۱۶۰
- منابع ..... ۱۶۲

## فهرست جداول

- جدول ۱. تعدادی از طرح‌های پالایشگاهی نفت خام و میعانات گازی..... ۶
- جدول ۲. بررسی انواع فناوری واحدهای شکست پالایشگاهی..... ۱۲
- جدول ۳. لایسنس شرکت‌های صاحب فناوری FCC، RFCC و DCC..... ۲۱
- جدول ۴. نوع خوراک و میزان پروپیلن تولیدی در برخی از لایسنس‌ها..... ۲۲
- جدول ۵. تولید، واردات و صادرات میادین نفت خام ایالات متحده در سال ۲۰۱۸..... ۳۲
- جدول ۶. ده شرکت برتر پالایشی ایالات متحده آمریکا و سهم آن‌ها در بازار..... ۳۶
- جدول ۷. ظرفیت و نرخ بهره‌برداری شرکت‌های نفتی ایالات متحده در سال ۲۰۱۷..... ۳۸
- جدول ۸. تجارت فرآورده‌های نفتی میان مناطق دفاعی (میلیون بشکه در سال)..... ۴۰
- جدول ۹. ۱۲ کشور برتر واردکننده نفت خام به آمریکا در سال ۲۰۱۶..... ۴۱
- جدول ۱۰. ظرفیت پالایشی چین در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵..... ۵۸
- جدول ۱۱. سهمیه واردات نفت خام پالایشگاه‌های مقیاس کوچک..... ۶۵
- جدول ۱۲. پالایشگاه‌های نفت خام در نیجریه و ظرفیت‌های آن‌ها..... ۷۵
- جدول ۱۳. مقایسه حاشیه استفاده از ظرفیت چهار پالایشگاه نفت خام نیجریه..... ۷۷
- جدول ۱۴. مشخصات طراحی، ظرفیت‌ها، پیکربندی و بازده پالایشگاه‌های نفت نیجریه..... ۸۰
- جدول ۱۵. برخی از طرح‌های پالایشگاهی با رویکرد تولید مواد شیمیایی و پلیمری کشورهای مختلف دنیا..... ۹۱
- جدول ۱۶. کدهای آسیک مرتبط با حوزه‌های نفت، گاز و پتروشیمی..... ۹۷
- جدول ۱۷. تعداد واحدهای فعال و در حال احداث دسته ۲۳ به همراه ظرفیت آن‌ها..... ۹۸
- جدول ۱۸. تعداد مجوز واحدهای فعال با کد آسیک ۲۳..... ۹۹
- جدول ۱۹. ریز محصولات تولید شده توسط واحدهای فعال با کد آسیک ۲۳..... ۱۰۱
- جدول ۲۰. تفکیک واحدهای پالایشی مقیاس کوچک فعال..... ۱۰۶
- جدول ۲۱. تولیدکنندگان هیدروکربن‌های سنگین به تفکیک استان، کد محصول و ظرفیت..... ۱۰۷
- جدول ۲۲. تولیدکنندگان هیدروکربن‌های سبک به تفکیک استان، کد محصول و ظرفیت..... ۱۰۹
- جدول ۲۳. تفکیک منطقه‌ای واحدهای فعال پالایشی مقیاس کوچک..... ۱۱۲
- جدول ۲۴. محصولات صادراتی مینی‌ریفاینری‌ها بر اساس دو کد تعرفه ۲۷۱۰۱۲۹۰ و ۲۷۱۰۱۹۹۰..... ۱۱۷
- جدول ۲۵. صادرات کد تعرفه ۲۷۱۰۱۲۹۰ به تفکیک مقصد صادراتی بر حسب تن..... ۱۱۸
- جدول ۲۶. صادرات کد تعرفه ۲۷۱۰۱۹۹۰ به تفکیک مقصد صادراتی بر حسب تن..... ۱۱۹
- جدول ۲۷. ظرفیت صادراتی مینی‌ریفاینری‌ها بر حسب کد تعرفه‌های ۲۷۱۰۱۲۹۰ و ۲۷۱۰۱۹۹۰..... ۱۲۰
- جدول ۲۸. مقاصد اصلی صادراتی محصولات مینی‌ریفاینری..... ۱۲۱
- جدول ۲۹. عرضه ۱۶ خوراک مناسب برای واحدهای مینی‌ریفاینری در بورس انرژی..... ۱۲۴
- جدول ۳۰. مجموع خوراک واحدهای مینی‌ریفاینری در پنج سال اخیر..... ۱۲۴
- جدول ۳۱. عرضه انواع خوراک مینی‌ریفاینری در رینگ داخلی بورس انرژی..... ۱۲۵
- جدول ۳۲. میزان مصرف روزانه میعانات گازی کشور در سال ۱۴۰۰..... ۱۲۹

- جدول ۳۳. جدول میزان تولید میعانات گازی کشور در سال ۱۴۰۰ ..... ۱۳۰
- جدول ۳۴. ارزش صادراتی محصولات مینی‌ریفاینری و میعانات گازی ..... ۱۳۰
- جدول ۳۵. زمان‌بندی و اعلام نظر کارگروه‌های تعیین و تجدیدنظر ..... ۱۳۱
- جدول ۳۶. دسته‌بندی محصولات صادراتی ..... ۱۳۹
- جدول ۳۷. ارزیابی اقتصادی طرح پالایشگاه ۵۰ هزار بشکه‌ای شرکت پتروپالایش قدر ..... ۱۴۸
- جدول ۳۸. محصولات تولیدی پالایشگاه ۵۰ هزار بشکه‌ای شرکت پتروپالایش قدر ..... ۱۴۹
- جدول ۳۹. محصولات تولیدی پالایشگاه ۵۰ هزار بشکه‌ای مجتمع هفتکل ..... ۱۵۰
- جدول ۴۰. محصولات تولیدی پالایشگاه ۴۰ هزار بشکه‌ای خوراک نفت خام سنگین دارای واحد تبدیلی ..... ۱۵۱
- جدول ۴۱. نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای توسعه پالایشگاه‌های مقیاس کوچک ..... ۱۵۵

## فهرست اشکال

- شکل ۱. جریان پالایشی خوراک ورودی یک واحد FCC ..... ۱۴
- شکل ۲. مقایسه محصولات یک واحد FCC معمولی براساس کل خوراک ورودی به این واحد ..... ۱۵
- شکل ۳. مقایسه فناوری‌های RFCC، HS-FCC و Naphta Cracler براساس درصد محصولات تولیدی ..... ۱۶
- شکل ۴. خوراک و محصولات فرآیند هیدروکراکینگ از شرکت UOP ..... ۱۷
- شکل ۵. چگونگی استفاده از فرآیند هیدروکراکینگ در واحدهای پتروپالایشگاهی ..... ۱۸
- شکل ۶. هدف فرآیند گوگردزایی از ته‌مانده برج تقطیر ..... ۲۰
- شکل ۷. پیکربندی شرکت‌های فعال در صنعت نفت آمریکا ..... ۳۷
- شکل ۸. نمودار جریان فرآیندی پالایشگاه‌های مقیاس کوچک در (Urai (a و Kogalym (b) ..... ۸۹
- شکل ۹. فرآیند صدور موافقت اصولی (مجوز تخصیص خوراک) طرح‌های تأسیس واحدهای پالایشی ..... ۱۲۸
- شکل ۱۰. جریان فرآیندی فاز اول پالایشگاه ۵۰ هزار بشکه‌ای مجتمع هفتکل ..... ۱۵۱
- شکل ۱۱. نمودار جریان فرآیندی پالایشگاه مقیاس کوچک ۴۰ هزار بشکه‌ای با خوراک نفت خام سنگین ..... ۱۵۲
- شکل ۱۲. سناریوهای مختلف کاهش نفت کوره در پالایشگاه‌های مقیاس کوچک ..... ۱۵۹

## فهرست نمودارها

- نمودار ۱. دسته‌بندی فرآیندهای تبدیلی پالایشگاهی ..... ۱۲
- نمودار ۲. نسل‌ها و پیکربندی‌های پالایشگاه‌های موجود در دنیا ..... ۲۵
- نمودار ۳. تقسیم‌بندی پالایشگاه‌ها براساس شاخص پیچیدگی نلسون ..... ۲۸
- نمودار ۴. تولید میادین نفت خام ایالات متحده ۱۹۰۰-۲۰۳۲ ..... ۳۲
- نمودار ۵. تعداد پالایشگاه‌های فعال ایالات متحده و ظرفیت عملیاتی آن‌ها ..... ۳۴
- نمودار ۶. درصد بهره‌برداری از ظرفیت پالایشگاه‌های ایالات متحده از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۷ ..... ۳۵
- نمودار ۷. عرضه و تقاضای فرآورده‌های نفتی در شرکت‌های نفت مناطق دفاعی ..... ۴۰

- نمودار ۸. واردات نفت خام پالایشگاه‌ها توسط شرکت‌های نفت مناطق دفاعی در سال ۲۰۱۷..... ۴۲
- نمودار ۹. درصد واردات نفت خام پالایشگاه‌های ایالات متحده بر اساس مبدأ توسط شرکت‌های نفت مناطق دفاعی ..... ۴۳
- نمودار ۱۰. تولید و مصرف فرآورده‌های نفتی نهایی ایالات متحده در سال ۲۰۱۷..... ۴۴
- نمودار ۱۱. مصرف فرآورده‌های نفتی نهایی ایالات متحده در برابر کل تولید خالص ۱۹۸۵-۲۰۱۷..... ۴۵
- نمودار ۱۲. صادرات و واردات محصولات نفتی نهایی ایالات متحده ۱۹۸۵-۲۰۱۷..... ۴۶
- نمودار ۱۳. صادرات خالص کل فرآورده‌های نفتی ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۱۷..... ۴۷
- نمودار ۱۴. صادرات فرآورده‌های نفتی ایالات متحده بر اساس کشورهای مقصد، ۲۰۱۷..... ۴۷
- نمودار ۱۵. صادرات بنزین ایالات متحده بر اساس کشورهای مقصد در سال ۲۰۱۷..... ۴۸
- نمودار ۱۶. ۲۵ مقصدهای صادراتی برتر فرآورده‌های پالایشی ایالات متحده در سال ۲۰۱۷..... ۴۹
- نمودار ۱۷. صادرات سوخت جت آمریکا بر اساس کشور مقصد در سال ۲۰۱۷..... ۵۰
- نمودار ۱۸. صادرات نفت کوره ایالات متحده بر اساس مقصد در سال ۲۰۱۷..... ۵۱
- نمودار ۱۹. پیش‌بینی تولید فرآورده‌های نفتی پالایشگاه‌ها و واحدهای بلندینگ تا سال ۲۰۳۲..... ۵۲
- نمودار ۲۰. پیش‌بینی تولید فرآورده‌های نفتی ایالات متحده تا سال ۲۰۳۲..... ۵۳
- نمودار ۲۱. پیش‌بینی تقاضای فرآورده‌های نفتی تا سال ۲۰۳۲..... ۵۴
- نمودار ۲۲. پیش‌بینی صادرات فرآورده‌های نفتی ایالات متحده تا سال ۲۰۳۲..... ۵۴
- نمودار ۲۳. توزیع جغرافیایی ظرفیت پالایشگاه‌های مقیاس کوچک در سال ۲۰۱۵..... ۵۷
- نمودار ۲۴. واردات نفت خام چین..... ۶۷
- نمودار ۲۵. صادرات بنزین و گازوئیل چین..... ۶۸
- نمودار ۲۶. بزرگ‌ترین تامین‌کنندگان نفت خام پالایشگاه‌های مقیاس کوچک..... ۷۰
- نمودار ۲۷. محتوای گوگرد نفت خام وارداتی پالایشگاه‌های مقیاس کوچک..... ۷۰
- نمودار ۲۸. روند مصرف فرآورده‌های نفتی در نیجریه..... ۷۶
- نمودار ۲۹. روند عملکرد ظرفیت در پالایشگاه‌های نفت نیجریه..... ۷۹
- نمودار ۳۰. مجموع ظرفیت پالایش در کشور روسیه..... ۸۵
- نمودار ۳۱. توان عملیاتی و عمق پالایش در پالایشگاه‌های نفت خام روسیه..... ۸۶
- نمودار ۳۲. نرخ تبدیل محصولات سبک پالایشگاهی روسیه..... ۸۷
- نمودار ۳۳. بررسی سهام شرکت‌های پالایشی روسیه..... ۸۸
- نمودار ۳۴. تولید و مصرف بنزین کشور در سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۱..... ۹۴
- نمودار ۳۵. تولید و مصرف گازوئیل کشور در سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۱..... ۹۵
- نمودار ۳۶. تعداد مجوزهای فعال با کد دو رقمی ۲۳..... ۱۰۰
- نمودار ۳۷. توزیع درصدی طبقه‌بندی محصولات تولیدی با کدهای دو رقمی ۲۳..... ۱۰۱
- نمودار ۳۸. میانگین قیمت محصولات صادراتی مینی‌ریفاینری بر حسب دلار بر تن..... ۱۱۵
- نمودار ۳۹. مقدار سالانه صادرات محصولات مینی‌ریفاینری..... ۱۱۶
- نمودار ۴۰. ارزش سالانه صادرات محصولات مینی‌ریفاینری..... ۱۱۷
- نمودار ۴۱. مقدار و ارزش صادرات محصولات مینی‌ریفاینری..... ۱۲۰

- نمودار ۴۲. سبد محصولات پالایشی در سال‌های برنامه ششم توسعه ..... ۱۳۵
- نمودار ۴۳. محورهای اصلی مطالعات امکان‌سنجی طرح‌های نفت، گاز و پتروشیمی ..... ۱۴۲