

## توجیه اقتصادی اصلاحات ساختاری در سیستم پالایش ایران

محمدعلی مقدم تبریزی<sup>۱</sup>، خلیل کاظمی<sup>۲</sup>  
غلامعلی رحیمی<sup>۳</sup>

### چکیده

با ادامه روند رو به رشد صنعتی شدن کشورها، که توسعه نامعقول شهرنشینی و تبعات سوء آن را در پی داشته است، نیاز به مصرف انرژی، به خصوص سوخت‌های فسیلی به‌طور سرسام‌آوری افزایش یافته است. ایران، یکی از بزرگ‌ترین کشورهای تولیدکننده و صاحب ذخایر بزرگ نفت می‌باشد. در این راستا، مقاله حاضر بر آن است که ضمن بررسی وضعیت تولید نفت و فرآورده‌های نفتی در کشور و مقایسه آن با برخی کشورهای مطرح در امر پالایش؛ نقاط ضعف و قوت الگوی تولید کشور را با توجه به تقاضای بلندمدت بخش‌های مختلف کشور، واردات و صادرات انواع فرآورده‌های نفتی و نیز با لحاظ سایر متغیرهای اثرگذار فنی، اقتصادی، شناسایی و نتایج حاصل از تغییر الگوی پالایشی را با توجه به الگوهای پالایشی مطرح

۱. کارشناس گروه عرضه دفتر برنامه‌ریزی انرژی، معاونت امور انرژی وزارت نیرو

Moghaddam\_ma@yahoo.com

۲. کارشناس گروه عرضه دفتر برنامه‌ریزی انرژی، معاونت امور انرژی وزارت نیرو kazemikh@yahoo.com

۳. کارشناس گروه پژوهشی عرضه و تقاضا، بازارهای انرژی و تحولات بازار، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، وزارت نفت

A-rahimi@iies.org

در دنیا بر فرآیندهای تولید، واردات و صادرات در کشور ارایه نماید. تولید فرآورده‌های باارزش نفتی از طریق GTL<sup>۱</sup> به‌عنوان یک راهکار مکمل پالایشگاه‌های کشور، گزینه شاخص به‌کارگرفته شده در فرایند بهینه‌سازی الگوی پالایشی کشور در مقاله حاضر است.

**واژه‌های کلیدی:** الگوی پالایشی، نفت، ایران، فرآورده‌های نفتی، گاز، فرایند GTL، مدل EFOM<sup>۲</sup>.

#### مقدمه

ایران با مالکیت حدود ۱۱ درصد از کل ذخایر کشف شده نفت خام جهان و برآورد استخراج نفت تا ۶۵ سال دیگر، دارای پتانسیل مناسبی جهت فرآوری نفت خام و صادرات فرآورده‌های پالایشی می‌باشد. متأسفانه، طی سالیان اخیر شاهد آن بودیم که حتی با بهره‌گیری از توان کامل و بیش از ظرفیت اسمی ۹ پالایشگاه موجود کشور با ظرفیت حدود ۱/۵ میلیون بشکه در روز، نه تنها میزان صادرات این فرآورده‌ها قابل توجه نبوده است؛ بلکه در بیشتر دوره‌ها، به یک وارد کننده تمام عیار برخی فرآورده‌های نفتی، همچون بنزین نیز تبدیل گشته‌ایم. بدیهی است با ادامه روند مصرف فعلی فرآورده‌های نفتی، با افزایش بیشتر واردات این فرآورده‌ها روبه‌رو گشته و در آینده‌ای نه چندان دور، بایستی بخش عمده درآمدهای ارزی حاصل از صدور نفت را، علاوه بر پرداخت یارانه برای مصارف داخلی فرآورده‌ها، برای تامین هزینه‌های واردات آنها تخصیص دهیم. به عبارتی، رشد شدید مصرف انرژی که بخش اعظم آن ناشی از عدم کارایی مطلوب در تولید و مصرف انرژی است و همچنین موقعیت جمهوری اسلامی ایران در منطقه و جهان، توجه جدی برنامه‌ریزان کشور را به مباحث فوق ضروری می‌سازد.

تحقیق در تعیین و به‌کارگیری الگوی مطلوب پالایشی در صنعت پالایش نفت کشور، با توجه به معیارهای قیمت، تقاضا، واردات و صادرات نفت خام و فرآورده‌های آن و عوامل دیگر تاثیر گذار، همچون ملاحظات فنی - اقتصادی در احداث پالایشگاه‌ها، می‌تواند راهکارهایی مناسب را فراروی دست‌اندرکاران این بخش قرار دهد تا علاوه بر

1. Gas To Liquid.
2. Energy Flow Optimazation Model.

برطرف نمودن نیاز داخلی، چگونگی جهت بخشیدن به سرمایه گذاری در راستای استفاده هرچه مناسب از این حامل انرژی شناسایی گردد.

در این مقاله، الگوی پالایش پالایشگاه‌های نفت ایران با کشورهای منتخب جهان از نظر معیارهای مناسبی همچون میزان تولید، صادرات و واردات نفت خام و فرآورده‌های نفتی، میزان سهم آنها در شاخص کل کشور، خوراک و ظرفیت پالایشگاه‌ها و ... مورد مقایسه قرار گرفته و در نهایت، با انتخاب چند کشور منتخب، نتایج حاصله از به کارگیری یک مدل کلان انرژی با توجه به بررسی و تجزیه و تحلیل و تعریف سناریوهای مختلف، به صورت ضرورت تغییر الگوی پالایشی موجود با توجه به شرایط ایران، برای یک دوره میان مدت و بلندمدت نشان داده شده است.

### ۱. شناخت بخش پالایش در صنعت نفت ایران

هدف از پالایش نفت خام، تولید مجموعه کاملی از فرآورده‌های نفتی است که جوابگوی نیاز کمی و کیفی بازار مصرف باشد. (دوران، ۱۳۷۹) به عبارتی، نمونه ساخت پالایشگاه باید به گونه‌ای انعطاف پذیر باشد که هم از لحاظ کمی، جوابگوی تحولات تدریجی و فصلی بازار باشد و هم از نظر کیفی، مشخصات در حال تحول فرآورده‌های نفتی را تامین نماید و در عین حال، مسائل مربوط به محیط زیست را نیز در نظر داشته باشد. در جدول (۱)، ظرفیت فرآیندهای مختلف پالایشی چند کشور منتخب آسیایی، همراه با تعداد پالایشگاه‌ها و ظرفیت اسمی آنها آورده شده است.

جدول ۱. تعداد و ظرفیت اسمی پالایشگاه‌ها در چند کشور منتخب آسیایی در سال ۲۰۰۰

کشور	ژاپن	چین	کره جنوبی	هند	عربستان سعودی	ایران	کل جهان
تعداد	۳۵	۹۷	۶	۱۷	۸	۹	۷۴۲
تعداد پالایشگاه	۴/۷۲	۱۳/۰۷	۰/۸۱	۲/۲۹	۱/۰۸	۱/۲۱	۱۰۰
ظرفیت اسمی (بشکه در روز)	۴۹۶۲۰۸۵	۴۳۴۶۸۰۰	۲۵۶۰۱۰۰	۲۱۱۳۳۴۰	۱۷۴۵۰۰۰	۱۳۴۷۰۰۰	۸۱۲۵۱۵۹۰
سهم از کل	۶/۱۱	۵/۳۵	۳/۱۵	۲/۶۰	۲/۱۵	۱/۸۳	۱۰۰

مأخذ: Oil & Gas Journal, 2000 و کتاب نفت و توسعه (۳)، تهران: انتشارات روابط عمومی وزارت نفت، ۱۳۸۲.

ایران در سال ۲۰۰۰ میلادی، رتبه ششم را در رابطه با ظرفیت کل پالایش نفت در آسیا، به ترتیب، بعد از کشورهای ژاپن، چین، کره جنوبی، هند و عربستان سعودی کسب کرده است. در حال حاضر، ظرفیت کل ۹ پالایشگاه فعلی کشور در حدود ۱/۵ میلیون

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

بشکه در روز می‌باشد. بزرگ‌ترین ظرفیت پالایشی متعلق به پالایشگاه آبادان است که دارای ظرفیت ۳۵۰۰۰۰ بشکه در روز بوده و در سال ۱۲۹۱ هجری شمسی راه‌اندازی شده و مجدداً بعد از خاتمه جنگ مورد بازسازی کلی قرار گرفته است. همچنین، کم‌ترین ظرفیت پالایشی نیز، متعلق به پالایشگاه لاوان با ظرفیت پالایشی ۲۰۰۰۰ بشکه در روز می‌باشد. اکثر پالایشگاه‌های کشور دارای طول عمر بالای حد استاندارد ۲۵ سال می‌باشند؛ بجز دو پالایشگاه اراک و بندرعباس و پالایشگاه نوسازی شده آبادان، که به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۲، ۱۳۷۶ و ۱۳۷۵ با مجموع ۷۳۲ هزار بشکه در روز احداث و یا نوسازی گردیده‌اند. ظرفیت اسمی کنونی و سال بهره‌برداری از ۹ پالایشگاه موجود کشور در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. مشخصات اولیه پالایشگاه‌های ایران تا سال ۱۳۷۹

(هزار بشکه در روز)

پالایشگاه	سال شروع بهره‌برداری	ظرفیت طراحی	ظرفیت عملکرد <sup>۱</sup>	سهم هر پالایشگاه از ظرفیت کل (درصد)
تهران	۱۳۴۷، ۱۳۵۴	۲۲۰	۲۳۴/۵	۱۶/۳۳
اصفهان	۱۳۵۸	۲۰۰	۳۴۸/۹	۱۴/۸۵
تبریز	۱۳۵۶	۱۱۰	۱۱۵/۴	۸/۱۷
شیراز	۱۳۵۲	۴۰	۵۳/۶	۲/۹۷
کرمانشاه	۱۳۱۴	۲۵	۲۴/۶	۱/۸۶
لاوان	۱۳۵۵	۲۰	۲۹/۱	۱/۴۸
آبادان	۱۲۹۱، ۱۳۷۵	۳۵۰	۳۸۲/۰	۲۵/۹۸
اراک	۱۳۷۲	۱۵۰	۱۷۳/۳	۱۱/۱۴
بندرعباس	۱۳۷۶	۲۳۲	۲۵۸/۶	۱۷/۲۲
جمع	-	۱۳۴۷	۱۶۲۰	۱۰۰

۱. به دلیل عدم دسترسی به آمارهای سال ۱۳۷۹، ارقام مربوط به سال ۱۳۷۸ انتخاب گردیده است که تا حدودی گویای وضعیت پالایشگاه‌های کشور خواهد بود.

مأخذ: ترازنامه انرژی سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹، وزارت نیرو - معاونت امور انرژی و سایت اینترنتی [www.ieeo.org](http://www.ieeo.org).

لازم به توضیح است که پالایشگاه‌های کشور، به دلایل مختلفی همچون، تقاضای بالا و ظرفیت پایین پالایشگاهی کشور، تولید بیش از حد نفت کوره به عنوان یکی از نامرغوب‌ترین فرآورده‌های تولیدی یک پالایشگاه و ...، خیلی بیش از ظرفیت طراحی اولیه، ظرفیت عملکردی داشته‌اند که باعث فرسوده شدن سریع‌تر تجهیزات و

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

کاتالیست‌های پالایشی و نیز، پایین آمدن کیفیت فرآورده‌های تولیدی، آلودگی زیست محیطی بیشتر، نیاز به هزینه‌های تعمیرات و نگهداری بالاتر و ... گردیده است (البته بایستی متذکر شد که در طول سال‌های فعالیت این پالایشگاه‌ها، با توسعه آنها نیز مقداری به ظرفیت عملکردی آنها افزوده شده است). همچنین، آمارهای به دست آمده از سازمان‌های جهانی؛ همچون IEA، میزان ظرفیت پالایشی کشور را در حدود ۱/۴۸۴ میلیون بشکه در روز نشان می‌دهند که این میزان، با هیچ کدام از مقادیر ظرفیت عملکردی و نیز، ظرفیت اسمی مطابقت نداشته و تا حدی می‌توان آن را یک میانگین از این دو مقدار فرض نمود.

### جدول ۳. میزان تولید، خوراک، راندمان و ضایعات پالایشگاه‌های کشور در سال ۱۳۷۹

(هزار مترمکعب در روز)

پالایشگاه	میزان تولید کل فرآورده‌ها	میزان خوراک پالایشگاه‌ها <sup>۱</sup>	سوخت و ضایعات	سهم از تولید کل کشور	راندمان (ضریب باز یافت)
آبادان	۵۷۷۹۳	۵۹۲۰۲	۱۴۰۹	۲۳/۵	۹۷/۶۲
تهران	۳۶۰۴۵	۳۸۲۸۱	۲۲۳۶	۱۴/۷	۹۴/۱۶
اصفهان	۵۴۲۳۴	۵۵۹۹۹	۱۷۶۵	۲۲/۰	۹۶/۸۵
تبریز	۱۶۷۲۹	۱۷۵۳۳	۸۰۴	۶/۸	۹۵/۴۱
شیراز	۷۴۲۴	۸۱۵۸	۷۳۴	۳/۰	۹۱/۰۰
کرمانشاه	۳۶۱۰	۳۶۸۹	۷۹	۱/۵	۹۷/۸۶
لاوان	۴۶۲۸	۴۷۰۸	۸۰	۱/۸	۹۸/۳۰
اراک	۲۶۱۸۸	۲۷۳۸۰	۱۱۹۲	۱۰/۶	۹۵/۳۵
بندر عباس	۳۹۱۵۵	۴۰۰۶۷	۹۱۲	۱۶/۱	۹۷/۷۲
کل	۲۴۵۸۰۶	۲۵۵۰۱۷	۹۲۱۱	۱۰۰	۹۶/۳۸

۱. خوراک پالایشگاه‌ها از نفت خام و میعانات گازی تشکیل می‌شود. مأخذ: مرکز اطلاعات مدیریت و برنامه‌ریزی تلفیقی، شرکت ملی پالایش و پخش.

### ۲. موانع ساختاری موجود و اصلاحات مورد نیاز در صنعت پالایش کشور

کاهش تدریجی کیفیت نفت خام تولیدی، با توجه به افزایش سهم سازندها و میادین جدید با کیفیت پایین، از یک سو و نامناسب بودن الگوی پالایشی از سوی دیگر، باعث شده تا فرآورده‌های تولیدی پالایشگاه‌های کشور، نه مطابق با نیاز بازار بوده و نه کیفیت مطلوبی را داشته باشند؛ به گونه‌ای که ضریب تولید چهار فرآورده با ارزش گاز مایع، بنزین، نفت

سفید و نفت گاز نسبت به خوراک پالایشگاه‌ها، طی چند سال گذشته به شدت کاهش یافته است.

اکثر پالایشگاه‌های کشور برای نفت‌های خام سبک و مرغوب طراحی شده‌اند که این امر، موجب پایین آمدن کیفیت نفت خام صادراتی و کاهش درآمدهای ارزی کشور خواهد گردید. از این رو، پالایشگاه بندرعباس به عنوان اولین پالایشگاه کشور با نفت خام سنگین، طراحی و در سال ۱۳۷۶ به بهره‌برداری رسید. از آنجا که نفت خام ایران غالباً نفت خام سنگین است و از طرفی، تقاضای داخلی بیشتر به سمت فرآورده‌های سبک و میان تقطیر متمایل است؛ نتیجه این امر، ناتوانی ظرفیت‌های پالایشی موجود در پاسخ‌گویی به تقاضای روز افزون برخی فرآورده‌ها و به ویژه، بنزین در کشور و در نتیجه، وابسته شدن کشور به واردات این فرآورده‌ها در سال‌های اخیر بوده است.

بخش مهم پالایشگاهی در صنعت عظیم نفت، نیاز به تعدیل و اصلاح ساختارهای زیر دارد که البته در این زمینه، شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران، به عنوان تنها متولی زیربخش پالایش کشور، اقدامات ارزنده‌ای را به انجام رسانده و طرح‌ها و پروژه‌های بسیاری را در زمینه‌های علمی و فنی در دستور کار خود قرار داده است:

- اصلاح ساختار کیفی محصولات پالایشگاهی مطابق با استانداردهای بین‌المللی؛
- اصلاح الگوی پالایشی در راستای افزایش تولید فرآورده‌های با ارزش افزوده بیشتر و کاهش تولید برش‌های سنگین در پالایشگاه‌های نفت؛
- اصلاح ساختار نفت خام خوراک پالایشگاه‌ها، برحسب منابع نفتی قابل اختصاص و در صورت نیاز، اصلاح نحوه تغییرات در تاسیسات مربوطه پالایشگاهی؛
- اقدامات لازم جهت بهینه‌سازی و رفع تنگناهای عملیاتی در پالایشگاه‌های نفت، ارتقای کارایی خطوط لوله و تاسیسات مربوط به انتقال و ذخیره‌سازی نفت خام و فرآورده‌های نفتی؛
- پژوهش در زمینه بازیافت، جایگزینی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در تمامی واحدهای عملیاتی بخش پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی، چگونگی افزایش ظرفیت تولیدی بهینه پالایشگاه‌های موجود نفت؛
- و در نهایت، تطبیق و ایجاد ساختارهای تولیدی و عملیاتی منطبق با قوانین و معیارهای زیست محیطی و نیز، حفاظت تاسیسات در مقابل عوامل خوردندگی، فرسودگی و تخریبی.

### ۳. مقایسه برخی شاخص‌ها و آمارهای پالایشی کشورهای منتخب

تولید فرآورده‌های سبک و میان تقطیر، نیاز به واحدهای تکنیکی و پیچیده و هزینه‌های هنگفتی دارد و تولید دوباره میان تقطیرها از فرآورده‌های سنگین، هزینه‌های بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد. پالایشگاه‌های کشورهای صنعتی، عمدتاً پیشرفته و از نوع پیچیده بوده و نفت کوره کمتری را در مقایسه با نفت خام مصرفی تولید می‌کنند. بایستی اذعان نمود که نفت کوره نسبت به فرآورده‌های سبک و میان تقطیر، به خصوص بنزین و گازوئیل، دارای قیمت پایین‌تر و سود پالایشی کمتری بوده و به دلیل مسائل زیست محیطی و تقاضای کم آن در بازارهای جهانی و با توجه به وسایل مصرف کننده انرژی پیچیده و مدرن، رفته‌رفته کاربرد کمتری خواهد داشت. بنابراین، کشورهای پیشرفته، با سرمایه گذاری قابل توجه، تکنولوژی‌های مختلف کراکینگ، ککینگ و... را در پالایشگاه‌های خود به کار گرفته و با تولید بیشتر بنزین بدون سرب، نفت گاز کم گوگرد، نفتا، موم‌ها و...، به ارزش افزوده بالاتری نسبت به نفت خام خوراک پالایشگاهی دست یافته و علاوه بر تامین تقاضای روزافزون داخلی خود، میزان قابل توجهی را نیز با قیمت بالا به کشورهای در حال توسعه و عمدتاً تولیدکننده نفت، صادر کرده و در مقابل با خرید نفت کوره و نفت سفید تولیدی آنها به قیمت‌های نازل، علاوه بر تامین تقاضای داخلی، با حمل آنها به پالایشگاه‌های خود، با تبدیل و فرآوری دوباره آنها، فرآورده‌های با ارزش افزوده بالاتری؛ همچون بنزین و گازوئیل تولید می‌کنند.<sup>۱</sup>

هدف ما در این بررسی، نتایج حاصل از به کارگیری یک الگوی بهینه پالایشی می‌باشد که در آن، از میزان تولید فرآورده‌های سنگین تا حد مناسبی، کاسته شده و بر میزان تولید فرآورده‌های میان تقطیر و سبک، به خصوص بنزین و نفت گاز افزوده شود. به عبارت دیگر، در حال حاضر الگوی مطلوب برای مدل، الگوهایی هستند که فرآورده‌های سبک و میان تقطیر - را که برای ما مطلوب هستند - بیشتر تولید کنند (در این مقایسه، به قیمت‌ها و میزان مصرف فرآورده‌ها و نفت خام و همچنین، سرمایه گذاری مورد نیاز برای احداث پالایشگاه نیز توجه شده است). در این تحقیق، از ۲۵ کشور مطرح در تولید، مصرف و یا پالایش نفت، در محاسبات استفاده شده است که به طور خلاصه، مقادیر مربوط به ۱۰ کشور در این گزارش آورده شده است.

۱. بولتن تحولات بین‌المللی صنایع پالایش و پخش، شماره ۵، مرداد ۱۳۸۱، ص ۲۱.

### ۱-۳. میزان تولید فرآورده‌های پالایشی در کشورهای منتخب جهان

در جدول ۴، میزان تولید انواع فرآورده‌های نفتی در برخی از کشورهای منتخب سال ۲۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفته است. در این سال، الگوی پالایشی ایران به صورت ۲/۳۶ درصد LPG، ۱۴/۴۱ درصد بنزین، ۰/۱۶ درصد سوخت جت، ۱/۷۹ درصد نفت سفید، ۳۰/۵۹ درصد نفت گاز، ۴۳/۲۶ درصد نفت کوره و ۷/۴۳ درصد سایر فرآورده‌ها، از مجموع ۷۴۱۵۳ میلیون تن معادل نفت خام فرآورده‌های نفتی تولیدی خود بوده که حدود ۱/۹۷ درصد وزنی کل تولید فرآورده‌های پالایشی در جهان می‌باشد.

### جدول ۴. تولید فرآورده‌های نفتی در چند کشور منتخب جهان به تفکیک فرآورده

در سال ۲۰۰۰

(هزار تن معادل نفت خام)

ردیف	کشور	LPG	بنزین	سوخت جت	نفت سفید	نفت گاز	نفت کوره	سایر فرآورده‌ها	جمع فرآورده‌ها
۱	ایران	۱۷۵۲	۱۰۶۸۴	۱۱۷	۱۳۲۸	۲۲۶۸۲	۳۲۰۸۰	۵۵۰۸	۷۴۱۵۳
۲	عربستان	۱۳۸۱	۱۳۴۶۷	۴۶۳۵	۴۲۰۸	۲۵۱۵۰	۲۷۵۶۵	۸۲۲۲	۸۴۶۲۹
۳	مصر	۵۰۷	۲۴۱۹	۹۸۱	۱۰۴۴	۶۰۵۳	۱۲۶۱۲	۴۶۴۲	۲۸۲۵۹
۴	روسیه	۷۹۰۸	۲۹۰۸۹	۸۹۷۹	۸۶	۵۱۷۶۱	۶۰۲۲۹	۲۸۰۳۲	۱۸۶۰۸۴
۵	استرالیا	۹۸۳	۱۴۸۳۳	۴۵۳۶	۲۵۳	۱۱۹۱۵	۱۹۹۷	۴۲۰۳	۳۸۷۲۰
۶	آمریکا	۲۲۸۶۶	۳۷۴۸۵۳	۷۸۷۹۹	۳۲۹۰	۱۹۰۱۰۲	۴۸۰۶۸	۱۴۸۹۴۵	۸۶۶۹۲۳
۷	انگلستان	۲۱۹۵	۲۵۱۱۳	۶۶۸۰	۳۲۱۲	۲۹۷۳۵	۱۳۱۲۰	۱۱۴۱۳	۹۱۴۶۷
۸	نروژ	۳۵۶	۳۶۲۲	۷۱۸	۱۲۰	۷۲۶۹	۱۹۲۳	۲۰۶۰	۱۶۰۶۸
۹	ژاپن	۵۳۲۴	۴۴۷۰۰	۸۵۷۳	۲۳۶۹۸	۶۳۰۹۴	۴۰۲۶۹	۳۳۷۶۶	۲۱۹۴۲۳
۱۰	کانادا	۲۰۲۲	۳۳۲۴۹	۴۵۵۶	۱۵۵۲	۲۹۶۳۶	۷۴۱۱	۲۰۱۹۲	۹۸۶۱۹

IEA, International Energy Agency, Energy Statistics of OECD Countries 1999-2000, Edition 2002.

IEA, International Energy Agency, Energy Statistics of Non-OECD Countries 1999-2000, Edition 2002.

آمریکا با الگوی پالایشی ۲/۶۴ درصد LPG، ۴۳/۲۴ درصد بنزین، ۹/۰۹ درصد سوخت جت، ۰/۳۸ درصد نفت سفید، ۲۱/۹۳ درصد نفت گاز، ۵/۵۵ درصد نفت کوره و ۱۷/۱۸ درصد از سایر فرآورده‌ها، به عنوان بهترین الگوی پالایشی دنیا، ۸۶۶۹۲۳ میلیون تن معادل نفت خام فرآورده نفتی در آن سال تولید کرده است که حدود ۲۳/۶۸ درصد وزنی کل تولید جهان می‌باشد. الگوهای پالایشی انگلستان، استرالیا و نروژ را نیز می‌توان با توجه به داده‌های جداول مذکور مورد مقایسه قرار داد. در این سال، ایران با تولید ۴/۵۶ درصد



## فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی

نفت کوره جهان، بعد از روسیه با ۸/۵۶ درصد، آمریکا با ۶/۸۳ درصد، ژاپن با ۵/۷۲ درصد و کره جنوبی با ۵/۴۹ درصد، در رتبه پنجم جهان قرار دارد؛ اما از نظر سهم تولید نفت کوره در الگوی پالایشی داخلی خود، به همراه مصر در ردیف اول قرار گرفته‌اند که نشانگر وضعیت نامناسب پالایشگاه‌های این کشورهاست.

### ۲-۳. الگوی پالایشی کشورهای منتخب به تفکیک نوع فرآورده

با مقایسه داده‌های جدول ۵ مشاهده می‌شود، استرالیا با الگوی پالایشی ۸۳/۷۹ درصد تولید فرآورده‌های سبک و میان تقطیر، ۴/۸۲ درصد فرآورده سنگین و ۱۱/۳۹ درصد سایر فرآورده‌ها، دارای بهترین الگوی پالایشی از نظر مطلوبیت تولید فرآورده‌های سبک و میان تقطیر می‌باشد. بعد از آن، کشورهای آمریکا و کانادا با بیشترین تولید فرآورده‌های سبک و میان تقطیر و کمترین تولید نفت کوره قرار دارند و بعد از آنها، نروژ و انگلستان در رتبه‌های چهارم و پنجم قرار گرفته‌اند. ایران به همراه مصر، بدترین الگوی پالایشی در بین کشورهای منتخب جهان داشته و به ترتیب با ۴۱/۵۰ و ۴۲/۵۸ درصد تولید نفت کوره، در رتبه‌های آخر این مقایسه قرار گرفته‌اند.

جدول ۵. الگوی پالایشی فرآورده‌های نفتی در کشورهای منتخب جهان در سال ۲۰۰۰ (درصد وزنی)

ردیف	کشور	فرآورده سبک و میان تقطیر	فرآورده سنگین	سایر فرآورده‌ها
۱	ایران	۵۰/۵۰	۴۱/۵۰	۸/۰۰
۲	عربستان	۵۸/۷۰	۳۰/۹۴	۱۰/۳۷
۳	مصر	۳۹/۸۱	۴۲/۵۸	۱۷/۶۱
۴	روسیه	۵۳/۲۶	۳۰/۶۹	۱۶/۰۵
۵	استرالیا	۸۳/۷۹	۴/۸۲	۱۱/۳۹
۶	آمریکا	۷۶/۸۱	۵/۱۷	۱۸/۰۱
۷	انگلستان	۷۳/۳۹	۱۳/۴۶	۱۳/۱۵
۸	نروژ	۷۵/۳۰	۱۱/۲۱	۱۳/۴۹
۹	ژاپن	۶۶/۵۴	۱۷/۲۳	۱۶/۱۳
۱۰	کانادا	۷۱/۵۶	۷/۰۰	۲۱/۴۴

مأخذ: محاسبات صورت گرفته روی آمار جدول ۴.

### ۳-۳. سهم تولید فرآورده‌های سبک و میان تقطیر از خوراک پالایشگاهی

طبق جدول ۶، می‌توان کشورهایی را که میزان بالاتری از فرآورده سبک و میان تقطیر در مقایسه با خوراک پالایشگاهی مورد استفاده تولید می‌کنند، انتخاب کرد. از آنجا که، مقدار استفاده از خوراک پالایشگاهی در میزان تولید فرآورده‌ها مؤثر می‌باشد؛ بنابراین، شاخص مقایسه و گزینش خود را در این جدول، نسبت تولید فرآورده‌های میان تقطیر و سبک نسبت به خوراک پالایشگاهی انتخاب می‌کنیم. حال اگر کشورها را بر حسب مقدار به دست آمده برای شاخص فوق، مرتب نماییم، در صدر جدول، عمدتاً با کشورهای عضو OECD مواجه خواهیم شد. با توجه به جدول مذکور، در این مقایسه، ایران با شاخص ۴۹/۵۴ در رده دوازدهم جدول و تنها قبل از مصر قرار گرفته است. استرالیا، آمریکا، نروژ و انگلستان به ترتیب با شاخص‌های ۸۴/۸۰، ۷۷/۱۹، ۷۵/۹۰ و ۷۱/۸۸، در رده‌های اول تا چهارم جدول قرار گرفته‌اند. بنابراین، چهار کشور مزبور به عنوان الگوهای مناسب برگزیده می‌شوند.

جدول ۷، پارامترهای مربوط به پالایشگاه‌های مختلف کشور را نشان می‌دهد.

### جدول ۶. شاخص تولید فرآورده‌های سبک و میان تقطیر به تولید کل فرآورده‌ها

ردیف	کشور	Non-OECD	OECD	نسبت تولید فرآورده‌های سبک و میان تقطیر به جمع خوراک پالایشگاهی
۱	استرالیا		*	۸۴/۸۰
۲	آمریکا		*	۷۷/۱۹
۳	نروژ		*	۷۵/۹۰
۴	انگلستان		*	۷۱/۸۸
۵	کانادا		*	۷۱/۸۶
۶	ژاپن		*	۶۵/۳۰
۷	عربستان	*		۵۵/۸۴
۸	روسیه	*		۵۲/۰۳
۹	ایران	*		۴۹/۵۴
۱۰	مصر	*		۳۵/۸۸

IEA, International Energy Agency, Energy Statistics of OECD Countries 1999-2000, Edition 2002.

IEA, International Energy Agency, Energy Statistics of Non-OECD Countries 1999-2000, Edition 2002.

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

جدول ۷. پارامترهای فنی - اقتصادی متوسط سیستم پالایشگاهی کشور مورد استفاده در مدل

عنوان پارامتر	سال تاثیر داده	مقدار	واحد
مدت زمان ساخت	۱۳۷۹-۱۴۰۳	۴	سال
طول عمر	۱۳۷۹-۱۴۰۳	۲۵	سال
هزینه ثابت تعمیرات و نگهداری	۱۳۷۹-۱۴۰۳	۱۱/۰۵۱	دلار بر تن معادل نفت خام در سال
هزینه سرمایه گذاری به ازای یک واحد ظرفیت	۱۳۷۹-۱۴۰۳	۲۲۱/۰۲	دلار بر تن معادل نفت خام در سال
هزینه متغیر تعمیرات و نگهداری و پرسنل	۱۳۷۹-۱۴۰۳	۰	دلار بر تن معادل نفت خام
جریان انرژی خروجی	۱۳۷۹	۸۴/۱۸۵	میلیون تن معادل نفت خام
نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی	۱۳۷۹-۱۴۰۳	۰/۹۸	درصد
نسبت انرژی تولید شده به ظرفیت ضربدر ۳۶۵	۱۳۷۹-۱۴۰۳	۰/۹۸۶	درصد
میزان ظرفیت باقی مانده <sup>۱</sup>	۱۳۷۹	۷۴/۰۴	میلیون تن معادل نفت خام در سال
میزان ظرفیت باقی مانده <sup>۱</sup>	۱۳۸۴	۷۴/۰۴	میلیون تن معادل نفت خام در سال
میزان ظرفیت باقی مانده <sup>۱</sup>	۱۳۸۸	۷۴/۰۴	میلیون تن معادل نفت خام در سال
میزان ظرفیت باقی مانده	۱۳۹۳	۴۴/۳۶	میلیون تن معادل نفت خام در سال
میزان ظرفیت باقی مانده	۱۳۹۸	۲۰/۵۳	میلیون تن معادل نفت خام در سال
میزان ظرفیت باقی مانده	۱۴۰۳	۰	میلیون تن معادل نفت خام در سال

۱. به لحاظ اینکه برخی طرح‌های افزایش ظرفیت طراحی شده اخیر، به تدریج وارد مدار می‌گردد، بنابراین فرض می‌شود که میزان ظرفیت باقی مانده در طول دوره برنامه چهارم توسعه کشور، در همان سطح سال ۱۳۷۹ باقی بماند. مأخذ: نتایج محاسبات انجام شده روی آمار تولید فرآورده‌های پالایشی در ایران، تهیه شده توسط شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی کشور.

### ۴. نتایج حاصل از بهینه‌سازی با مدل EFOM-ENV

در این مقاله، چهار وضعیت زیر در قالب سناریوهای مختلف طی سال‌های ۲۰۲۴-۲۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفته است:

- تعیین مقدار تولید، واردات و صادرات فرآورده‌های نفتی با توجه به الگوی متوسط پالایشی موجود در کشور؛
- تعیین الگوی پالایشی بهینه با توجه به مقایسه الگوی متوسط پالایشی کشور با

- الگوهای متوسط کشورهای منتخب؛
- تعیین حداکثر سرمایه‌گذاری مورد قبول برای تغییر در الگوی پالایشی برای رسیدن به الگوی پالایشی منتخب؛
- تعیین الگوی عملیاتی صنعت پالایش کشور با تلفیق الگوی متوسط موجود و الگوی جایگزین.

لازم به ذکر است که با توجه به این که امکان تولید برخی از فرآورده‌ها در شبکه انرژی کشور، علاوه بر پالایشگاه‌ها، از فرایند GTL نیز ممکن می‌باشد، بنابراین در این تحقیق، ابتدا به دنبال فرآیند بهینه‌سازی به طور جداگانه در سیستم پالایشگاه‌های نفت کشور بوده و در ادامه نیز، فرآیند بهینه‌سازی تولید فرآورده‌های پالایشی در شبکه کل انرژی کشور، مورد بررسی قرار گرفته است. بدین ترتیب، برای هر کدام از وضعیت‌ها، دو حالت «با وجود GTL» و «بدون وجود GTL» بررسی گردیده و سپس، این دو حالت با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفته است.

همچنین، هر کدام از چهار وضعیت فوق، در دو سناریوی زیر به طور جداگانه بررسی و مورد مقایسه قرار گرفته‌اند:

الف. با فرض این که مدل مجبور به استفاده از حداقل ظرفیتی که معادل ظرفیت پالایشگاهی مربوط به سال ۱۳۷۹ می‌باشد، بوده و یا به عبارتی، در سال‌های آخر برنامه که مقداری از ظرفیت پالایشگاه‌ها به علت استهلاک کنار گذاشته می‌شوند، باید جایگزینی انجام گیرد.

ب. با فرض این که مدل مجبور به استفاده از احداث ظرفیت جدید نبوده و در صورت اقتصادی نبودن، امکان صادرات نفت خام و همچنین واردات فرآورده برای تامین تقاضا وجود داشته باشد.

جداول ۸- الف تا ۸- ج، نتایج حاصل از عدم تغییر الگوی پالایشی کشور بر میزان تولید، صادرات و مقدار واردات مورد نیاز فرآورده‌های نفتی را نشان می‌دهند. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد با توجه به الگوی پالایشی موجود و حفظ سطح ظرفیت پالایشی، نیاز به واردات بنزین در سال‌های آینده با رشد قابل توجهی همراه خواهد بود و حتی در مورد نفت گاز، در سال‌های ۱۳۹۳ به بعد، با توجه به تقاضای آن در بخش‌های مختلف مصرف، از یک صادر کننده به یک وارد کننده تبدیل خواهیم شد. بنابراین، با توجه به قیمت این فرآورده‌ها و اهمیت مصرفی آنها، ضرورت تغییر الگوی پالایشی به عنوان یکی از راه‌حل‌های اساسی نمایان می‌گردد.

۴-۱. تعیین مقدار تولید، واردات و صادرات فرآورده‌های نفتی با توجه به الگوی متوسط پالایشی موجود در کشور در حالت (الف)

جدول ۸ الف. مقدار تولید فرآورده‌ها؛ سناریوی (الف) و بدون GTL

(میلیون لیتر)

سال	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۹۳	۱۳۹۸	۱۴۰۳
فرآورده	۳۴۶۶/۴۴	۳۴۶۶/۴۴	۳۴۶۶/۴۴	۳۴۶۶/۴۴	۳۴۶۶/۴۴	۳۴۶۶/۴۴	۳۴۶۶/۴۴	۳۴۶۶/۴۴
LPG	۱۰۰۰/۲	۱۰۰۰/۲	۱۰۰۰/۲	۱۰۰۰/۲	۱۰۰۰/۲	۱۰۰۰/۲	۱۰۰۰/۲	۱۰۰۰/۲
سوخت جت	۱۳۹۳۹/۸	۱۳۹۳۹/۸	۱۳۹۳۹/۸	۱۳۹۳۹/۸	۱۳۹۳۹/۸	۱۳۹۳۹/۸	۱۳۹۳۹/۸	۱۳۹۳۹/۸
بنزین	۱۱۹۹۵/۱	۱۱۹۹۵/۱	۱۱۹۹۵/۱	۱۱۹۹۵/۱	۱۱۹۹۵/۱	۱۱۹۹۵/۱	۱۱۹۹۵/۱	۱۱۹۹۵/۱
نفت سفید	۲۶۹۳۲/۴	۲۶۹۳۲/۴	۲۶۹۳۲/۴	۲۶۹۳۲/۴	۲۶۹۳۲/۴	۲۶۹۳۲/۴	۲۶۹۳۲/۴	۲۶۹۳۲/۴
گازوئیل	۲۸۰۵۰/۷	۲۸۰۵۰/۷	۲۸۰۵۰/۷	۲۸۰۵۰/۷	۲۸۰۵۰/۷	۲۸۰۵۰/۷	۲۸۰۵۰/۷	۲۸۰۵۰/۷
نفت کوره	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲
سایر فرآورده‌ها	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲	۷۰۵۲/۲

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV.

جدول ۸ ب. مقدار واردات فرآورده‌ها سناریوی (الف) و بدون GTL

(میلیون لیتر)

سال	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۹۳	۱۳۹۸	۱۴۰۳
فرآورده	۱۴۶۵/۹	۱۶۱۹/۱	۱۷۷۵/۸	۱۹۳۵/۸	۲۰۹۷/۶	۲۸۵۸/۶	۳۶۲۸/۲	۴۳۹۷/۷
LPG	۳۶۶/۲	۵۰۳/۸	۵۰۳/۸	۵۰۳/۸	۶۶۷/۲	۹۵۴/۷	۱۲۴۲/۵	۱۸۰۷/۵
سوخت جت	۷۳۹۶/۰	۸۵۰۲/۹	۹۶۰۷/۳	۱۰۷۱۵/۵	۱۱۸۲۷/۶	۱۷۳۸۹/۴	۲۲۹۳۷/۰	۲۸۴۹۷/۵
بنزین	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
نفت سفید	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
گازوئیل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۶۱۷/۵	۷۰۰۰/۴
نفت کوره	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سایر فرآورده‌ها	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV.

جدول ۸ ج. مقدار صادرات فرآورده‌ها سناریوی (الف) و بدون GTL

(میلیون لیتر)

سال	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۹۳	۱۳۹۸	۱۴۰۳
فرآورده								
LPG	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سوخت جت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بنزین	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
نفت سفید	۱۵۷۱/۸	۱۳۴۵/۶	۱۴۲۹/۳	۱۸۳۲/۸	۱۹۱۵/۴	۲۱۳۳/۳	۲۴۷۹/۲	۲۸۲۵/۲
گازوئیل	۲۰۳۹/۷	۱۵۷۲/۰	۱۰۹۵/۲	۶۰۷/۱	۱۱۲/۱	۰	۰	۰
نفت کوره	۱۷۴۳۹/۷	۱۷۱۳۳/۰	۱۶۸۵۷/۰	۱۶۵۸۱/۰	۱۶۲۸۴/۵	۱۴۴۴۴/۴	۱۲۷۱۶/۸	۱۰۹۸۹/۲
سایر فرآورده‌ها	۶۹۱۱/۴	۶۹۱۱/۴	۶۹۱۱/۴	۶۹۱۱/۴	۶۹۱۱/۴	۶۹۱۱/۴	۶۹۱۱/۴	۶۹۱۱/۴

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV.

#### ۲-۴. تعیین الگوی پالایشی بهینه با توجه به مقایسه الگوی متوسط پالایشی کشور با الگوهای کشورهای منتخب در حالت (الف).

حال، برای یافتن یک الگوی بهینه از بین کشورهای منتخب، مقادیر مربوط به سهم تولید فرآورده‌های مختلف و یا به عبارتی، الگوهای مختلف پالایشگاهی با فرض یکسان بودن هزینه‌های سرمایه‌گذاری و تعمیرات و نگهداری، در مدل وارد می‌شود. پس از اجرای مدل، همان‌طوری که انتظار می‌رفت، الگوهای پالایشی که دارای تولید فرآورده‌های سبک و میان‌تقطیر بیشتری بوده‌اند، به عنوان الگوهای بهینه معرفی می‌گردند. اولویت‌های برگزیده شده، به ترتیب عبارت خواهند بود از: آمریکا، استرالیا، انگلستان و نروژ. در این قسمت، فقط نتایج بررسی الگوی پالایشی آمریکا در مجموعه جداول ۹ الف تا ۹ ج نشان داده می‌شود.

همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد، با تغییر الگوی پالایشی، علاوه بر عدم نیاز به واردات بنزین در سال‌های آینده، به یک صادر کننده آن نیز تبدیل خواهیم گردید. اما نکته مهم این است که این تغییر الگوی پالایشی با چه سرمایه‌گذاری توجیه دارد، به عبارت دیگر، حد این سرمایه‌گذاری برای دستیابی به چنین الگوی پالایشی کدام است؟ که در ادامه به این مهم پرداخته شده است.

فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

جدول ۹ الف. مقدار تولید فرآورده‌ها؛ سناریوی (الف) و بدون GTL

(میلیون لیتر)

سال	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۹۳	۱۳۹۸	۱۴۰۳
فرآورده								
LPG	۳۵۷۷/۱	۳۵۷۷/۱	۳۵۷۷/۱	۳۵۷۷/۱	۳۵۷۷/۱	۳۵۷۷/۱	۳۵۷۷/۱	۳۵۷۷/۱
سوخت جت	۹۳۰۶/۶	۹۳۰۶/۶	۹۳۰۶/۶	۹۳۰۶/۶	۹۳۰۶/۶	۹۳۰۶/۶	۹۳۰۶/۶	۹۳۰۶/۶
بنزین	۴۴۶۳۸/۴	۴۴۶۳۸/۴	۴۴۶۳۸/۴	۴۴۶۳۸/۴	۴۴۶۳۸/۴	۴۴۶۳۸/۴	۴۴۶۳۸/۴	۴۴۶۳۸/۴
نفت سفید	۳۷۱/۱	۳۷۱/۱	۳۷۱/۱	۳۷۱/۱	۳۷۱/۱	۳۷۱/۱	۳۷۱/۱	۳۷۱/۱
گازوئیل	۲۰۲۷۲/۹	۲۰۲۷۲/۹	۲۰۲۷۲/۹	۲۰۲۷۲/۹	۲۰۲۷۲/۹	۲۰۲۷۲/۹	۲۰۲۷۲/۹	۲۰۲۷۲/۹
نفت کوره	۴۳۰۳/۷	۴۳۰۳/۷	۴۳۰۳/۷	۴۳۰۳/۷	۴۳۰۳/۷	۴۳۰۳/۷	۴۳۰۳/۷	۴۳۰۳/۷
سایر فرآورده‌ها	۱۵۸۷۹/۵	۱۵۸۷۹/۵	۱۵۸۷۹/۵	۱۵۸۷۹/۵	۱۵۸۷۹/۵	۱۵۸۷۹/۵	۱۵۸۷۹/۵	۱۵۸۷۹/۵

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV.

جدول ۹ ب. مقدار واردات فرآورده‌ها؛ سناریوی (الف) و بدون GTL

(میلیون لیتر)

سال	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۹۳	۱۳۹۸	۱۴۰۳
فرآورده								
LPG	۱۳۵۵/۲	۱۵۰۸/۵	۱۶۶۵/۱	۱۸۲۵/۱	۱۹۸۶/۹	۲۷۴۷/۹	۳۵۱۵/۸	۴۲۸۷/۰
سوخت جت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بنزین	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
نفت سفید	۱۰۰۱۷/۵	۱۰۲۴۸/۵	۱۰۱۶۲/۳	۹۷۵۱/۷	۹۶۶۶/۷	۹۴۴۴/۱	۹۰۹۰/۹	۸۷۳۷/۷
گازوئیل	۴۵۷۶/۷	۵۰۵۴/۶	۵۵۴۰/۵	۶۰۳۸/۸	۶۵۴۴/۰	۸۸۹۴/۰	۱۱۲۷۶/۰	۱۳۶۵۸/۷
نفت کوره	۵۹۵۶/۷	۶۲۶۴/۴	۶۵۵۰/۶	۶۸۳۲/۷	۷۱۳۵/۳	۹۰۰۷/۱	۱۰۷۷۴/۶	۱۲۵۳۲/۸
سایر فرآورده‌ها	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV.

جدول ۹ ج. مقدار صادرات فرآورده‌ها؛ سناریوی (الف) و بدون GTL

(میلیون لیتر)

سال	فرآورده	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۹۳	۱۳۹۸	۱۴۰۳
	LPG	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	سوخت جت	۷۷۸۰/۵	۷۶۴۵/۳	۷۶۴۵/۳	۷۶۴۵/۳	۷۴۸۵/۶	۷۲۰۳/۰	۶۹۲۰/۴	۶۳۶۷/۴
	بنزین	۲۲۸۳۴/۰	۲۱۷۳۹/۹	۲۰۶۵۸/۸	۱۹۵۷۷/۵	۱۸۴۸۳/۵	۱۳۰۳۸/۸	۷۵۹۵/۵	۲۱۴۹/۵
	نفت سفید	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	گازوئیل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	نفت کوره	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	سایر فرآورده‌ها	۱۵۵۵۴/۸	۱۵۵۵۴/۸	۱۵۵۵۴/۸	۱۵۵۵۴/۸	۱۵۵۵۴/۸	۱۵۵۵۴/۸	۱۵۵۵۴/۸	۱۵۵۵۴/۸

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV.

#### ۳-۴. تعیین حداکثر سرمایه گذاری مورد قبول برای تغییر الگوی پالایشی برای رسیدن به الگوی پالایشی منتخب در حالت (الف).

در این مرحله، ماکزیمم هزینه‌های سرمایه گذاری قابل قبول برای هر الگو را، به ترتیب اولویت به دست می آوریم. نتایج حاصله نیز، مؤید ترتیب انتخاب الگوهای برتر با توجه به اختلاف هزینه‌های سرمایه گذاری مربوطه می باشد. این هزینه‌ها، حداکثر مرز توجیه پذیری جایگزینی چنین الگوهایی را در سیستم پالایشی کشور نشان می دهند؛ به طوری که، در مقادیر بالاتر از این میزان سرمایه گذاری، میزان منافع حاصل از تولید فرآورده‌ها، نسبت به هزینه‌های سرمایه گذاری اولیه و هزینه‌های تعمیر و نگهداری و نیز، با توجه به ظرفیت‌های موجود، نسبت به الگوی موجود در کشور دارای توجیه اقتصادی نخواهد بود. نتایج به دست آمده در این مرحله، در جدول (۱۰) خلاصه شده است.

جدول ۱۰. حداکثر میزان سرمایه گذاری قابل قبول جهت تغییر الگوی پالایشی

(دلار بر تن معادل نفت خام در سال)

کشور	ایران	آمریکا	استرالیا	انگلستان	نروژ
هزینه سرمایه گذاری	۲۲۱/۰۲	۴۰۶/۸	۴۰۴	۳۸۲/۲	۳۰۳/۴
هزینه ثابت تعمیر و نگهداری	۱۱/۰۵۱	۲۰/۳۴	۲۰/۲	۱۹/۱۱	۱۵/۱۷

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV.



۴-۴. تعیین الگوی عملیاتی صنعت پالایش کشور با تلفیق الگوی متوسط موجود و الگوی جایگزین در حالت (الف).

در چنین حالتی، ترکیب و حجم تولید فرآورده‌ها در هر مرحله، تلفیقی از ترکیب و حجم تولید در هر دو الگوی ایران و کشور مورد نظر خواهد بود، به طوری که، مثلاً در مورد الگوی برتر آمریکا، ترکیب تولید به صورت جدول (۱۱) خواهد بود.

جدول ۱۱. پیش‌بینی ترکیب تولید فرآورده‌ها؛ در سناریوی (الف) و با GTL

(میلیون تن معادل نفت خام)

سال	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۹۳	۱۳۹۸	۱۴۰۳
الگو								
ایران	۷۳/۰۰	۷۳/۰۰	۷۳/۰۰	۷۳/۰۰	۷۳/۰۰	۴۳/۷۴	۲۰/۲۴	۵/۶۱۵
آمریکا	۸/۴۴	۸/۴۴	۸/۴۴	۸/۴۴	۸/۴۴	۳۷/۷۰	۶۱/۲۰	۷۵/۸۲

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV

نتایج حاصله از مدل EFOM، برای مرحله چهارم در حالت «با GTL» و در سناریوی (الف)، در مجموعه جداول ۱۲-الف تا ۱۲-ج آورده شده است.

جدول ۱۲ الف. مقدار تولید فرآورده‌ها (الگوی ایران)؛ سناریوی (الف) و با GTL

(میلیون لیتر)

سال	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۹۳	۱۳۹۸	۱۴۰۳
فرآورده								
LPG	۳۱۰۷/۲	۳۱۰۷/۲	۳۱۰۷/۲	۳۱۰۷/۲	۳۱۰۷/۲	۱۸۶۰/۹	۸۶۱/۵	۲۳۸/۳
سوخت جت	۸۹۷/۰	۸۹۷/۰	۸۹۷/۰	۸۹۷/۰	۸۹۷/۰	۵۳۷/۰	۲۴۸/۲	۶۸/۸
بنزین	۱۲۴۹۶/۹	۱۲۴۹۶/۹	۱۲۴۹۶/۹	۱۲۴۹۶/۹	۱۲۴۹۶/۹	۷۴۸۷/۳	۳۴۶۵/۰	۹۶۱/۵
نفت سفید	۱۰۷۴۸/۹	۱۰۷۴۸/۹	۱۰۷۴۸/۹	۱۰۷۴۸/۹	۱۰۷۴۸/۹	۶۴۴۰/۵	۲۹۸۰/۸	۸۲۶/۰
گازوئیل	۲۴۱۴۶/۶	۲۴۱۴۶/۶	۲۴۱۴۶/۶	۲۴۱۴۶/۶	۲۴۱۴۶/۶	۱۴۴۶۲/۹	۶۶۹۴/۶	۱۸۵۶/۳
نفت کوره	۲۵۱۴۷/۵	۲۵۱۴۷/۵	۲۵۱۴۷/۵	۲۵۱۴۷/۵	۲۵۱۴۷/۵	۱۵۰۶۸/۰	۶۹۷۳/۸	۱۹۳۴/۱
سایر فرآورده‌ها	۶۳۲۱/۵	۶۳۲۱/۵	۶۳۲۱/۵	۶۳۲۱/۵	۶۳۲۱/۵	۳۷۸۷/۵	۱۷۵۲/۵	۴۸۶/۰

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV

جدول ۱۲ ب. مقدار تولید فرآورده‌ها (الگوی آمریکا): سناریوی (الف) و با GTL

(میلیون لیتر)

سال	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۹۳	۱۳۹۸	۱۴۰۳
فرآورده								
LPG	۳۷۱/۲	۳۷۱/۲	۳۷۱/۲	۳۷۱/۲	۳۷۱/۲	۳۷۱/۲	۲۶۸۸/۳	۳۳۳۰/۲
سوخت جت	۹۶۴/۶	۹۶۴/۶	۹۶۴/۶	۹۶۴/۶	۹۶۴/۶	۹۶۴/۶	۶۹۹۲/۹	۸۶۶۴/۰
بنزین	۴۶۲۳/۴	۴۶۲۳/۴	۴۶۲۳/۴	۴۶۲۳/۴	۴۶۲۳/۴	۴۶۲۳/۴	۲۰۶۵۸/۸	۴۱۵۶۲/۱
نفت سفید	۳۸/۳	۳۸/۳	۳۸/۳	۳۸/۳	۳۸/۳	۳۸/۳	۱۷۱/۲	۳۴۴/۸
گازوئیل	۲۰۹۹/۸	۲۰۹۹/۸	۲۰۹۹/۸	۲۰۹۹/۸	۲۰۹۹/۸	۲۰۹۹/۸	۹۳۸۴/۴	۱۸۸۷۹/۹
نفت کوره	۴۴۵/۷	۴۴۵/۷	۴۴۵/۷	۴۴۵/۷	۴۴۵/۷	۴۴۵/۷	۱۹۹۲/۴	۴۰۰۷/۲
سایر فرآورده‌ها	۱۶۴۴/۲	۱۶۴۴/۲	۱۶۴۴/۲	۱۶۴۴/۲	۱۶۴۴/۲	۱۶۴۴/۲	۷۳۴۹/۸	۱۴۷۵۶/۳

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV.

جدول ۱۲ ج. مقدار کل واردات فرآورده‌ها: سناریوی (الف) و با GTL

(میلیون لیتر)

سال	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۹۳	۱۳۹۸	۱۴۰۳
فرآورده								
LPG	۱۴۵۴/۰	۱۶۰۸/۹	۱۷۶۵/۶	۱۹۲۳/۹	۲۰۸۷/۳	۲۸۰۷/۵	۳۵۴۴/۷	۴۲۹۳/۹
سوخت جت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بنزین	۴۲۱۶/۷	۵۳۲۳/۶	۶۴۲۹/۳	۷۵۳۶/۳	۸۶۴۸/۴	۳۱۷۹/۳	۰	۰
نفت سفید	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
گازوئیل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶۸۶/۳
نفت کوره	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۸۶۶/۹	۱۰۸۹۷/۲
سایر فرآورده‌ها	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV.

جدول ۱۲. د. مقدار کل صادرات فرآورده‌ها؛ سناریوی (الف) و با GTL

(میلیون لیتر)

سال	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۹۳	۱۳۹۸	۱۴۰۳
فرآورده								
LPG	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سوخت جت	۴۸۴/۱	۳۴۹/۰	۳۴۹/۰	۳۴۹/۰	۱۸۹/۲	۲۸۳۲/۳	۴۸۹۷/۸	۵۸۰۵/۹
بنزین	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۱۸/۴	۷۴/۶
نفت سفید	۴۰۰۶/۷	۳۷۸۰/۵	۳۸۶۴/۳	۴۲۶۷/۷	۴۳۵۰/۳	۲۳۵۲/۳	۱۶۹۹/۹	۰
گازوئیل	۷۰۶۳/۸	۶۵۹۶/۱	۶۱۱۹/۲	۵۶۳۱/۱	۵۱۳۶/۲	۳۴۴۶/۴	۲۸۳۴/۸	۰
نفت کوره	۱۵۰۲۷/۱	۱۴۷۳۰/۷	۱۴۴۴۴/۴	۱۴۱۶۸/۴	۱۳۸۷۲/۰	۳۶۷۴/۰	۰	۰
سایر فرآورده‌ها	۹۹۸۵/۶	۹۹۸۵/۶	۹۹۸۵/۶	۹۹۸۵/۶	۹۹۸۵/۶	۱۴۲۲۳/۴	۱۸۰۹۸/۶	۱۹۶۴۶

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV.

در جدول ۱۳، پیش‌بینی مقدار تولید فرآورده‌های پالایشی از طریق GTL نیز نشان داده شده است. لازم به ذکر است که برای به دست آوردن نتایج در حالت «با GTL»، بایستی مقادیر تولید فرآورده‌ها در فن‌آوری GTL نیز در فرآورده متناظر خود در تولید، واردات و صادرات از فرایند پالایشی اعمال گردد.

جدول ۱۳. پیش‌بینی مقدار تولید فرآورده‌ها با فرایند GTL

(میلیون لیتر)

سال	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۹۳	۱۳۹۸	۱۴۰۳
فرآورده								
بنزین	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
نفت سفید	۳۶۸۸/۳	۳۶۸۸/۳	۳۶۸۸/۳	۳۶۸۸/۳	۳۶۸۸/۳	۵۶۰۲/۵	۷۹۳۶/۹	۷۹۳۶/۹
گازوئیل	۵۸۱۵/۷	۵۸۱۵/۷	۵۸۱۵/۷	۵۸۱۵/۷	۵۸۱۵/۷	۸۸۳۴/۰	۱۲۵۱۴/۹	۱۲۵۱۴/۹
سایر فرآورده‌ها	۲۲۲۳/۳	۲۲۲۳/۳	۲۲۲۳/۳	۲۲۲۳/۳	۲۲۲۳/۳	۳۳۷۷/۲	۴۷۸۴/۴	۴۷۸۴/۴

مأخذ: نتایج حاصله از مدل EFOM-ENV.

#### ۴-۵. بررسی وضعیت سناریوهای چهارگانه فوق برای حالت (ب)

برای بررسی حالت (ب) در سناریوها، مدل را در انتخاب بین امکان پالایش نفت و یا صادرات نفت خام تولیدی خود آزاد می‌گذاریم. در این حالت، نتایج حاصله هر کدام از

سناریوها مشابه بوده و بیانگر این مطلب است که صادرات تمامی نفت خام تولیدی و واردات فرآورده‌های نفتی از خارج سیستم پالایش داخلی، نسبت به پالایش آن در داخل، دارای توجیه پذیری اقتصادی بالاتری می‌باشد. در این وضعیت، تولید فرآورده‌های نفتی از پالایشگاه‌های داخلی با توجه به هزینه‌ها و قیمت‌های فرآورده‌های تولیدی صورت نخواهد گرفت و فقط به اندازه ظرفیت مفروض تکنولوژی GTL در سیستم، تولید نفت سفید، گازوئیل و سایر فرآورده‌ها پیش‌بینی می‌شود و مابقی کمبود تقاضای کشور، صرفاً از محل واردات تامین خواهد گردید. بنابراین، میزان واردات در سناریوی (ب)، بستگی به شرایط حاکم بر مدل، در دو وضعیت «با استفاده از GTL» و «بدون استفاده از GTL»، به اندازه میزان تولید داخلی GTL تفاوت خواهد داشت.

## ۵. جمع بندی

به‌طور کلی می‌توان نتایج حاصل از بررسی‌ها و پیش‌بینی‌های انجام شده را به صورت زیر جمع‌بندی و خلاصه نمود:

الف. در صورتی که مجبور به حفظ مقدار ظرفیت‌های موجود باشیم:

۱. به کارگیری و توسعه تکنولوژی GTL در کشور دارای توجیه اقتصادی می‌باشد.
۲. در صورت عدم اصلاح الگوی پالایشی موجود (و اجبار در ایجاد پالایشگاه از جهت مسائل سیاسی و استراتژیک) با توجه به الگوهای پیشنهادی، باید مقدار قابل توجهی از ارز کشور را جهت واردات فرآورده‌هایی از دست دهیم که می‌توان آن را در داخل کشور و با سرمایه‌گذاری مناسب که ایجاد اشتغال، ارزش افزوده و درآمدزایی مستقیم و غیر مستقیم را به‌عنوان اثرات ثانویه خود به دنبال خواهد داشت، تولید نمود و یا حتی، اقدام به صادرات آنها و در نتیجه، تبدیل نفت خام به فرآورده‌هایی با ارزش افزوده بالاتر نمود.
۳. در صورتی که از لحاظ استراتژیکی بخواهیم ظرفیت پالایشگاه‌ها را تا حد موجود حفظ کنیم، مناسب است از الگوی پالایشگاهی آمریکای جهت تکمیل پالایشگاه‌های فرسوده استفاده کنیم. در این صورت، در مقایسه با وضعیت قبلی، از میزان واردات فرآورده‌های میان تقطیر ضروری کاسته می‌گردد.
۴. تصحیح الگوی پالایشی کشور به صورت الگوی پالایشی آمریکای، تا قیمت ۴۰۶/۸ دلار بر تن معادل نفت خام (TOE) دارای توجیه پذیری اقتصادی است.

## فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی

ب. در صورتی که مجبور به حفظ ظرفیت‌های پالایشی موجود نباشیم:

نتیجه	شرط
استفاده از پالایشگاه‌ها توصیه نمی‌شوند.	اگر الگوی ایران و ظرفیت‌های باقی‌مانده در نظر گرفته شود.
استفاده از تمام ظرفیت‌های باقی‌مانده توصیه می‌گردد.	اگر الگوی ایران و ظرفیت‌های باقی‌مانده در نظر گرفته شوند و قیمت صادرات نفت خام از ۱۷۹/۸ دلار بر TOE به ۱۷۴/۱ برسد. <sup>*</sup>
استفاده از پالایشگاه‌ها توصیه نمی‌شوند.	اگر الگوی آمریکا در نظر گرفته شود.
استفاده از پالایشگاه‌ها توصیه می‌شوند.	اگر الگوی آمریکا در نظر گرفته شود و فرض کنیم که پالایشگاه‌های قدیم این الگو را داشته باشند.
استفاده از پالایشگاه‌ها توصیه می‌شوند.	اگر الگوی آمریکا در نظر گرفته شود و هزینه‌های سرمایه‌گذاری ۹۱۸۵/۷ دلار بر بشکه در روز (۱۸۱ دلار بر TOY) باشد.

\* با در نظر گرفتن قیمت صادرات نفت خام ۱۷۶/۹ دلار بر TOE، به صورت تدریجی استفاده از قسمتی از ظرفیت‌های باقی‌مانده پیشنهاد می‌گردد.

### نتیجه‌گیری

- استفاده از الگوی پالایشی موجود به هیچ‌عنوان توجیه اقتصادی نداشته و صادرات نفت خام و واردات تمام فرآورده‌های مورد نیاز مناسب تر است.
- در صورتی که از لحاظ استراتژیکی مجبور به استفاده از پالایشگاه در داخل کشور باشیم، سرمایه‌گذاری تا حدود ۱/۸ برابر سرمایه‌گذاری موجود (با فرض هزینه سرمایه‌گذاری الگوی پالایشی موجود برابر ۱۱۲۱۶ دلار بر بشکه در روز) برای رسیدن به الگوی پالایشی منتخب (۲/۶۴ درصد LPG، ۴۳/۲۴ درصد بنزین، ۹/۰۹ درصد سوخت جت، ۰/۳۸ درصد نفت سفید، ۲۱/۹۳ درصد نفت گاز، ۵/۵۵ درصد نفت کوره و ۱۷/۱۸ درصد سایر فرآورده‌ها) در سال‌های آخر برنامه که ظرفیت پالایشگاه‌های موجود به علت سپری شدن عمر آنها صفر می‌شوند، توجیه‌پذیر است. بدیهی است هر چقدر هزینه فوق (۱/۸ برابر شدن) کمتر باشد، حتی در سال‌هایی که پالایشگاه‌های موجود نیز وجود داشته باشند، احتمال جایگزینی و استفاده از الگوی پالایشی منتخب بیشتر خواهد بود.
- در صورتی که مجبور به استفاده از پالایشگاه در داخل کشور نباشیم، استفاده از ظرفیت‌های موجود پالایشگاهی تنها در صورتی توجیه خواهد داشت که اختلاف قیمت صادرات نفت خام و متوسط قیمت فرآورده‌های نفتی یک دلار کمتر از مفروضات مدل

باشد (قیمت نفت خام ۲۴ دلار بر بشکه باشد). ( قیمت‌های در نظر گرفته شده در مدل عبارتند از: نفت خام ۲۵ دلار بر بشکه، LPG ۳۱۳ دلار بر تن، بنزین ۳۱/۳ دلار بر بشکه، سوخت جت ۳۰/۱ دلار بر بشکه، نفت سفید ۲۹/۸ دلار بر بشکه، نفت گاز ۲۶/۶ دلار بر بشکه، نفت کوره ۲۰/۶ دلار بر بشکه و سایر فرآورده‌ها ۲۵ دلار بر بشکه). در این حالت احداث ظرفیت‌های جدید با الگوی پالایشی موجود توجیه پذیر نیست.

۴. در صورتی که مجبور به استفاده از پالایشگاه در داخل کشور نباشیم، احداث پالایشگاه‌های جدید با الگوی پالایشی منتخب و یا تکمیل و توسعه پالایشگاه‌های موجود برای رسیدن به الگوی منتخب، تا سرمایه گذاری به مقدار ۹۱۸۵/۷ دلار بر بشکه در روز دارای توجیه می‌باشد. البته باید توجه داشت که با این سرمایه گذاری نیز استفاده از پالایشگاه‌ها، به ظرفیت‌های محدودی، منجر می‌گردد و در حقیقت این نقطه، نقطه شروع پیشنهاد استفاده از پالایشگاه با الگوی منتخب است و هرچه این مقدار سرمایه گذاری کمتر شود مقدار ظرفیت بیشتری توصیه می‌گردد.

۵. استفاده از تکنولوژی GTL با توجه به مخازن عظیم گاز در کشور، همزمان با تغییر الگوی پالایشی به عنوان گزینه‌ای مناسب هم در جهت تولید فرآورده‌های میان تقطیر و هم به عنوان راه حلی برای صادرات بیشتر گاز طبیعی دارای توجیه بالایی است.

### منابع مورد استفاده

۱. انجمن نفت ایران (۱۳۷۵)؛ پالایش نفت، تهران، انتشارات انجمن نفت.
۲. بولتن تحولات بین‌المللی صنایع پالایش و پخش؛ شماره‌های ۴ و ۵، تیر و مرداد ۱۳۸۱.
۳. ترازنامه انرژی سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷۸؛ تهران، وزارت نیرو - معاونت امور انرژی.
۴. دوران، بهزاد (۱۳۷۹)؛ پالایش نفت، تهران، خانه قلم.
۵. زارع، مهدی (۱۳۸۱)؛ استفاده از مدل تفکیک شده پالایشگاه نفت جهت بهینه سازی شبکه انرژی، پایان نامه کارشناسی ارشد، با راهنمایی دکتر سید محمد صادقزاده، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
۶. وب سایت اینترنتی [www. ie eo.org](http://www.ieeo.org).
۷. عسلی، مهدی (۱۳۸۲)؛ جایگاه بخش نفت در اقتصاد ایران، چشم‌انداز بلندمدت عرضه و تقاضای انرژی و ضرورت اصلاح ساختاری بخش نفت، مجموعه سخنرانی‌های کلیدی

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

---

چهارمین همایش ملی انرژی ایران، وزارت نیرو - معاونت امور انرژی.

۸. فرشاد گهر، ناصر (۱۳۸۱)؛ سیری در قراردادهای نفتی، چاپ اول، تهران، انتشارات پژوهشکده امور اقتصادی.

۹. گیتی، ابوالاحمد (۱۳۷۵)؛ مبانی پالایش نفت، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۰. نفت و توسعه-۲ (۱۳۸۱)؛ گزارش اهم فعالیت‌های وزارت نفت ۱۳۸۰-۱۳۷۶، تهران، انتشارات اداره کل روابط عمومی وزارت نفت.

