

سیاستهای بلند مدت صادرات انرژی بر اساس الگوی بهینه سازی جریان انرژی

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۴/۲/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۳۸۳/۷/۱۴

سید محمد صادق زاده^۱

حسین صادقی^۲

غلامعلی رحیمی^۳

چکیده

این مقاله به بررسی سیاستها و برنامه های بلند مدت صادرات نفت، گاز طبیعی و فرآورده ها بر اساس الگوی بهینه سازی جریان انرژی با رعایت ملاحظات زیست محیطی می پردازد. در این مطالعه بازارهای جهانی گاز طبیعی و فرآورده های نفتی جداگانه بررسی شده و ترکیب بهینه سبد صادراتی انرژی کشور برای یک افق ۲۵ ساله مشخص شده است. به این منظور از سه سناریوی قیمتی شامل ادامه روند موجود، افزایش قیمتها و کاهش قیمتها و از سه سناریوی نرخ تنزیل شامل نرخ تنزیل، متوسط، بالا و پایین استفاده شده است.

نتایج به دست آمده بیانگر این مطلب است که به طور کلی صادرات نفت گاز، بنزین نفت کوره، سوخت جت، میعانات گازی و گاز طبیعی در طرح بهینه اولویت اقتصادی دارند. صادرات گاز طبیعی به هر دو روش انتقال با خط لوله و صادرات به شکل LNG در طرح بهینه توصیه می شود. برای فرآورده نفت سفید تولید به میزان مصرف داخلی و برای نفتا؟ واردات پیشنهاد می شود. صادرات نفت خام در مقایسه با صادرات فرآورده ها هیچگونه اولیوی ندارد و تبدیل آن به فرآورده به دلیل ارزش افزوده بیشتر، مناسبتر است. همچنین این بررسی نشان می دهد که صادرات فرآورده ها در مقایسه با صادرات گاز طبیعی سود آوری بیشتری برای کشور دارد.

کلید واژه: صادرات انرژی، نفت خام، فرآورده های نفتی، گاز طبیعی، الگو بهینه سازی جریان انرژی، بازارهای انرژی، خط لوله، LNG و GTL.

۱. دانشکده فنی مهندسی دانشگاه شاهد

۲. دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس

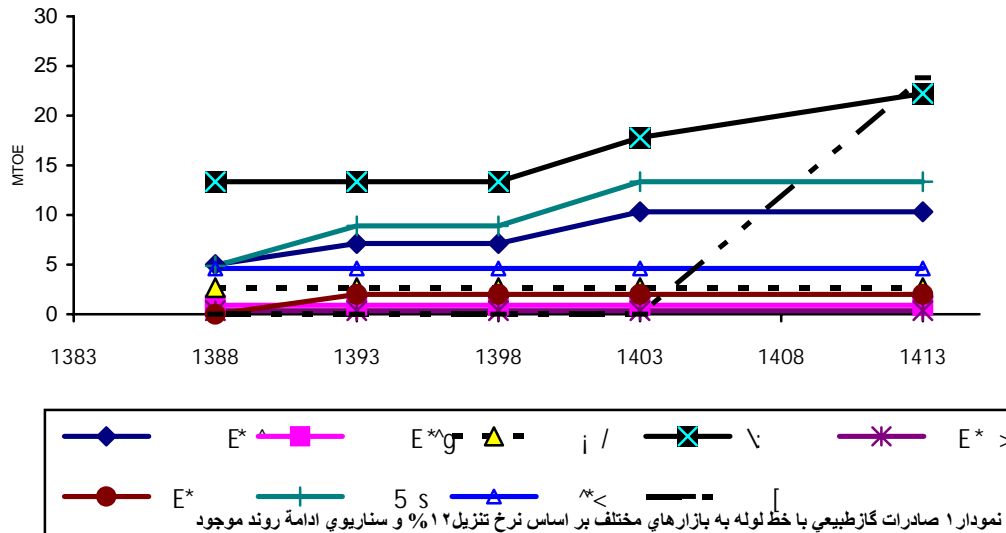
۳. دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس

4. Model.

5. Gasoline.

صادرات به این بازار فقط از مسیر ارمنستان، اقتصادی خواهد بود. روند صادرات به هر یک از بازارها در صادرات گاز با خط لوله توسط نمودار ۱ نشان داده شده است.

با توجه به نرخ تنزیل ۱۲٪ و سناریوی قیمتی افزایش قیمتها، صادرات گاز طبیعی با خط لوله به همه بازارها اقتصادی است. نتایج به دست آمده بر اساس نرخ تنزیل ۱۲٪ و سناریوی قیمتی کاهش قیمتها بیانگر این است که صادرات به بازارهای ترکیه، اروپا و ارمنستان در سالهای مورد مطالعه غیر اقتصادی بوده و فقط صادرات به بازارهای هندوستان پاکستان، نخجوان، عمان و کویت اقتصادی بوده است. صادرات به امارات از سال ۱۴۰۳ به بعد اقتصادی خواهد شد.



صادرات گاز طبیعی با خط لوله بر اساس نرخ تنزیل ۸٪ و سناریوی افزایش قیمتها به همه بازارها اقتصادی است. براساس سناریوی قیمتی ادامه روند موجود صادرات به بازار اروپا غیر اقتصادی و با توجه به سناریوی کاهش قیمتها صادرات به بازارهای ارمنستان ترکیه و اروپا غیر اقتصادی و صادرات به سایر بازارها اقتصادی می باشد.

با توجه به نرخ تنزیل ۱۸٪ و سناریوی قیمتی ادامه روند موجود صادرات گاز با خط لوله به بازارهای اروپا، ترکیه، عمان، امارات و کویت غیر اقتصادی است. با توجه به سناریوی افزایش قیمتها فقط صادرات به بازارهای عمان و امارات غیر اقتصادی و صادرات به سایر بازارها اقتصادی می باشد. در سناریوی کاهش قیمتها فقط صادرات به بازار پاکستان اقتصادی و سایر بازارها غیر اقتصادی هستند. نتایج به دست آمده از تحلیل حساسیت صادرات گاز طبیعی با خط لوله به بازارهای مختلف بر اساس نرخ تنزیل ۱۲٪ و سناریوی قیمتی ادامه روند موجود نشان می دهد که صادرات به پاکستان دارای اولین اولویت در صادرات گاز طبیعی به شکل خط لوله است. اولویت های بعدی صادرات به ترتیب شامل بازارهای ارمنستان، کویت، هندوستان نخجوان، عمان، ترکیه، امارات و اروپا می شود. بازار

۱. مقدمه

ایران به شکل طبیعی دارای منابع انرژی گسترده و متعدد مانند نفت، گاز طبیعی، زغال سنگ و پتانسیلهای انرژیهای تجدید پذیر است. این مزیت باعث شده است که علاوه بر تأمین نیاز داخلی، امکان صادرات و حضور فعال در بازارهای جهانی انرژی فراهم شود. در عمل تنوع صادرات انرژی کشور شامل نفت خام، انواع فرآورده های نفتی مانند نفت سفید، نفت گاز بنزین، نفت کوره، انواع روغنهای، گریسها و مانند اینها، گاز طبیعی با انتقال خط لوله، گاز طبیعی به شکل مایع شده^۱، برق، زغال سنگ حرارتی، زغال سنگ کک شده و مانند اینها است. تاکنون بیشتر صادرات به شکل نفت خام بوده است. اکنون تواناییهای صادرات قابل توجهی در زمینه صادرات برق، گاز طبیعی و فرآورده های نفتی به وجود آمده است. بررسی اقتصادی صادرات این حاملهای انرژی و اولویت گذاری بر روی آنها تابع عوامل گوناگونی مانند هزینه تمام شده تولید، تبدیل و فرایندهای انرژی، سطح قیمت و تقاضا در بازارهای جهانی انرژی و چگونگی تأثیر زیر بخشهای مختلف انرژی بر یکدیگر است. همچنین به دلیل آنکه بیش از ۸۰ درصد درآمد دولت به وسیله صادرات انرژی به دست می آید، تعیین هر گونه سیاست و برنامه اقتصادی در زمینه صادرات انرژی می تواند تأثیر به سزایی بر سایر زیر بخشهای اقتصادی داشته باشد. بنابراین ضروری به نظر می رسد که سیاستها و برنامه های کمی و دقیق در این زمینه بر اساس مطالعات کارشناسی دقیق انجام پذیرد. همچنین ماهیت سرمایه بر بودن این بخش از یک سو و طولانی بودن مدت زمان ساخت و طول عمر تجهیزات از سوی دیگر ایجاب می کند تا سیاست گذاری و برنامه ریزی در این بخش به شکل بلند مدت انجام شود. به طور معمول در این بخش بین شروع سرمایه گذاری و زمان بهره برداری از آن حدود ۳ تا ۸ سال فاصله وجود دارد. همچنین به طور معمول، طول عمر بهره برداری از سرمایه گذاری انجام شده بین ۱۵ تا ۳۰ سال در نوسان است. بنابراین بهینه سازی این بخش فقط با در نظر گرفتن یک برنامه بلند مدت میسر خواهد بود.

۲. ادبیات موضوع و سابقه انجام تحقیق

علوم اقتصادی، پدیده انرژی را در کنار سایر عوامل مانند کار، سرمایه و فناوری در توابع تولید بنگاهها ارزیابی می کند. در سه دهه گذشته، برنامه ریزان و اقتصاددانان توجه ویژه و نگاه جدیدی به بخش انرژی داشته اند. به طور کلی فرآیند توسعه و ارتقای تولید برنامه ریزی در تعامل انرژی و اقتصاد به شرح زیر است.

الف) تأکیدات اولیه در پژوهش های انرژی و اقتصاد به ویژه در آمریکا بر اساس ارزیابی و محاسبه انرژی به عنوان یک عامل تولید در کنار کار و سرمایه در تابع تولید یک بنگاه در سطح خرد و تابع تولید کل کشور در سطح کل (نرخ پیشرفت فنی r) و تعیین رابطه انرژی با سایر عوامل تولید (جانشین یا مکمل) در کوتاه مدت و بلند مدت و همچنین برآورد کششهای متناظر بوده است.

ب) دستیابی به یک تعادل عمومی در اقتصاد با تأکید بر انرژی به عنوان نماینده سرمایه طبیعی.

1. Liquid Natural Gas (LNG).

ج) نوسانهای شدید قیمتهای جهانی نفت به عنوان مهمترین حامل انرژی جهان (در دهه های هفتاد و هشتاد) و همچنین نگرش نوین به مقوله محیط زیست. با آگاهی از سطوح مختلف برنامه ریزی، تلفیق بخش انرژی در الگوهای اقتصادی در شش حوزه قابل تعریف و افراز؟ است.

۱. الگوهای طرف عرضه ۲. الگوهای طرف تقاضا ۳. الگوهای تعادلی بخشی
 ۴. الگوهای داده- ستانده ۵. الگوهای تعادلی بزرگ مقیاس ۶. الگو های بزرگ مقیاس اقتصاد سنجی. (پورسینا، ۱۳۷۷)

در کشور ما استفاده از الگو در برنامه ریزی کلان اقتصادی، سابقه طولانی ندارد به طوری که اولین الگوی اقتصاد سنجی کلان ایران، توسط آنکند تهیه و در برنامه چهارم عمرانی کشور در سال ۱۳۴۷ استفاده شد. به تدریج الگوسازی در الگوهای اقتصاد سنجی کلان، مراحل تکامل خود را پیموده است به گونه ای که تا سال تدوین برنامه پنج ساله دوم، شانزده الگو در برنامه ریزی و تحلیل های کلان اقتصادی و یازده الگو در پایان نامه های دانشجویان برای اقتصاد ایران طراحی شده است که انرژی، در هیچ یک از این الگوها نه در مراحل طراحی معادلات الگو و نه در تحلیل ابزارهای سیست گذاری های کلان، وارد نمی شود.

در الگوی اقتصاد سنجی کلان سازمان برنامه و بودجه (با ۱۵۴ معادله) که برای اولین برنامه توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور پس از پیروزی انقلاب اسلامی تدوین شد، سرمایه گذاری های بخش نفت و گاز، تولید، صادرات و درآمد نفت و همچنین هزینه های عمرانی بخش نفت، به عنوان متغیرهای برونزا تعریف شده اند. در برنامه دوم توسعه اقتصادی کشور، دو الگوی اقتصاد سنجی کلان طراحی شده است؛ اما به طور غیر مستقیم الگوهای جانبی دیگری نیز برای پیش بینی تقاضای انرژی مورد استفاده قرار گرفته اند. (پور سینا، ۲، ۱۳۷۷)

۳. الگوی بهینه سازی جریان انرژی

تاریخچه این الگو به تهیه الگوی EFOM-12C MARK I در برنامه^۱ R,D&D اتحادیه اروپایی باز می شود. این الگو متعلق به رده الگوهای بهینه سازی فنی- اقتصادی خطی زمانی است. علاوه بر نسخه یاد شده، نسخه های دیگری از الگو مانند EFOM-SHELL, EFOM-12D و EFOM-MASK I نیز موجود هستند. نسخه مورد استفاده در این مطالعه توسط^۲ AIT تهیه شده است.

الگو ایفوم یک الگو فنی- اقتصادی انرژی برای شبیه سازی و بهینه سازی سرمایه گذاری در تولید و مصرف منابع انرژی می باشد به طوری که با آن بتوان منابع یک تقاضای انرژی مفید یا انرژی نهایی را تأمین کرد. الگو بر مبنای شناسایی مجموعه زنجیره های انرژی و فعالیت های اقتصادی است که نیازهای انرژی یک کشور را تأمین کند و از یک انرژی اولیه که می تواند به کشور وارد شود یا از منابع داخلی بهره برداری شود، شروع می شود؛ سپس جریان انرژی وارد فرایندهای نیروگاه،

1. Research, Development and Demonstration.

2. Asian Institute of Technology.

پالایشگاه، حمل و نقل و تبدیل به حاملهای انرژی ثانویه و دست سوم^۱ شده تا به تقاضای انرژی نهایی/ مفید مانند روشنایی،^۲ پاسخ داده شود. انتشار آلایندهها و هزینههای مربوط به وسیله الگو محاسبه می شود. [۷] همچنین انجام یک برنامه بهینه سازی که برای مثال کم هزینه ترین ساختار را برای پاسخگویی به نیاز انرژی جامعه ارائه کند در این الگو امکان پذیر است. بازده زمانی برای این بهینه سازی ۲۵-۱۵ سال است. الگو دارای ساختار مدولار^۳ می باشد، به گونه ای که هر ماژول یا زیرسیستم شامل مجموعه ای از فناوریهای متنوع تبدیل انرژی می باشد. این فناوریها براساس مشخصات تکنیکی (ضریب تبدیل، ظرفیت نصب شده، محصولات جانبی و غیره) ویژگیهای اقتصادی (سرمایه گذاری، هزینه های ثابت و جاری) و پارامترهای مربوط به آلایندهها (مانند فاکتورهای انتشار) تشریح می شوند. این الگو شامل فناوریهای بخش عرضه (برای مثال تولید الکتریسیته یا تولید همزمان برق و حرارت) و نیز فناوریهای بخش تقاضا (برای مثال روشهای متفاوت روشنایی) است که همگی از طریق شبکه به هم وصل می شوند [۳].

متدولوژی ریاضی که نرم افزار ایفوم برای بهینه سازی شبکه انرژی استفاده می کند برنامه ریزی خطی است. شکل کلی یک مسأله برنامه ریزی خطی به شکل زیر است.

$$\text{MAX (MIN) } Z = C^1X^1 + C^2X^2 + \dots + C_nX_n \quad (1)$$

$$\text{Subject to } \begin{cases} A^1_1X^1 + A^1_2X^2 + \dots + A^1_nX_n \leq B^1 \\ A^2_1X^1 + A^2_2X^2 + \dots + A^2_nX_n \leq B^2 \\ \vdots \\ A^m_1X^1 + A^m_2X^2 + \dots + A^m_nX_n \leq B^m \end{cases}$$

$$X^1 \geq 0; X^2 \geq 0; \dots; X_n \geq 0; \quad \text{و}$$

در بهینه سازی شبکه انرژی با الگو ایفوم تابع هدف تابع هزینه است. هزینه کل که به ۱ ژانویه سال شروع تنزیل داده می شود، مجموع هزینه های متغیر، هزینه های ثابت، هزینه های سرمایه گذاری و هزینه های تحقیق و توسعه (R&D) می باشد. هزینه های سالانه همه فرایندها با یکدیگر جمع می شوند و از ۳۱th دسامبر هر سال به اول ژانویه سال پایه تنزیل^۴ داده می شوند. سپس جمع آنها از سال T_0+1 تا T_p حساب می شود.

$$\text{COST} = \sum_{t=T_0+1}^{T_p} \left[PWF_t \sum_{i=1}^N (CV_{it}E_{it} + CF_{it}X_{it} + CI_{it}X_{it} + CR_{it}W_{it}) \right] \quad (2)$$

COST
E_{it}

تابع هزینه کل شبکه انرژی
جریان انرژی/ ماده فرآیند i در سال t

X_{it}	تجهیزات اضافی سرمایه‌گذاری شده در فرآیند i در سال t ام مطالعه
W_{it}	تجهیزات R&D سرمایه‌گذاری شده در فرآیند i در سال t ام مطالعه
N	تعداد فرآیند های شبکه
T_0	سال شروع
T_p	سال افق برنامه‌ریزی
CV_{it}	هزینه متغیر انرژی/ ماده جاری در فرآیند i در سال t ام مطالعه
CF_{it}	هزینه ثابت تجهیزات سرمایه‌گذاری شده در فرآیند i در سال t ام مطالعه
CI_{it}	هزینه سرمایه‌گذاری تجهیزات موجود در فرآیند i در سال t ام مطالعه
	هزینه تحقیق و توسعه تجهیزات سرمایه‌گذاری شد در فرآیند i در سال t ام مطالعه
R_i	

$$PWF_t = \frac{1}{(1+r)^{t-T+1}} \quad \text{ضریب ارزش حال در سال } t \text{ ام مطالعه}$$

نرخ تنزیل

در واقع پارامترهایی که به شکل برونزا به الگو داده می‌شوند، ضرایب $(C_i$ و $A_{ij})$ مسأله برنامه‌ریزی خطی الگو را تشکیل می‌دهند. متغیرهای مسأله (X_i) جریان رابطهای شبکه می‌باشند. پس از محاسبه جریان بهینه رابطها، سایر اطلاعات خروجی مانند ظرفیتهای مورد نیاز برای پاسخگویی به این جریانها و نیز هزینه‌های متناسب با این ظرفیتهای محاسبه می‌شوند. [۸]

مدل بهینه سازی جریان انرژی از بدو توسعه آن در دهه هفتاد تاکنون در مطالعات مختلفی در سطوح بین المللی، منطقه ای و ملی چه در سطح خرد و چه در سطح کلان سیاست‌گذاری‌های بخش انرژی یا محیط زیست استفاده شده است.

دکتر رستمی حضوری در رساله دکتری خود با عنوان «توسعه سیاست‌های کنترل آلاینده های بخش انرژی در ایران» در دانشگاه کارلسروهه آلمان به ارزیابی وضع انتشار آلاینده های بخش انرژی ایران پرداخته است و سیاستهایی را با بهره گیری از الگو ایفوم برای کنترل بهینه این آلاینده‌ها پیشنهاد می‌کند. [۷]

معاونت امور انرژی وزارت نیرو در مطالعه خود با عنوان «طرح جامع ۲۰ ساله توسعه بهینه شبکه انرژی کشور» به طور مبسوط؟ راهکارهای بهینه سازی بخشهای عرضه و تقاضای انرژی کشور را به طور کلان و بلند مدت با بهره گیری از الگو بهینه سازی جریان انرژی ترسیم کرده است. [۴]

آقای زارع در پایان نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان «استفاده از الگو تفکیک شده پالایشگاه نفت برای بهینه سازی شبکه انرژی» در دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی با استفاده از الگو ایفوم، وضع پالایشگاههای نفت خام کشور را بررسی و الگوی پالایشی بهینه این صنعت را در يك افق بلند مدت تدوین کرده است. [۳]

تدوین یک برنامه بلند مدت برای یکپارچه توسعه بهینه زیر بخش‌های عرضه (نفت گاز طبیعی، زغال سنگ، واردات و نظیر اینها) و تقاضای (صنعت، حمل و نقل، مسکونی و تجاری، کشاورزی و صادرات) انرژی کشور از سؤالات اساسی سیاست‌گذاران بخش انرژی می باشد. بدون شک تعیین اولویت بازارهای صادراتی انرژی کشور، تعیین پتانسیل این بازارها و ترکیب بهینه سبد صادراتی تأثیر قابل توجهی در تدوین این شبکه یکپارچه فوق خواهد داشت. به این منظور زیر بخش صادرات گاز طبیعی کشور با استفاده از الگو بهینه سازی جریان انرژی، الگوسازی و شبیه سازی شده و نتایج آن بررسی و تجزیه و تحلیل شده است.

بنابراین شبکه صادرات به دو بخش صادرات ۱ و صادرات ۲ تفکیک شده است. بخش اول شامل بخش گاز طبیعی است که دارای زیر بخشهای گاز طبیعی با خط لوله، گاز طبیعی مایع شده و میعانات گازی است. بخش دوم شامل نفت خام و فرآورده های نفتی می باشد.

برای زیر بخش گاز طبیعی با خط لوله ۹ بازار صادراتی در نظر گرفته شده که عبارتند از: ترکیه، نخجوان، کویت، هندوستان، پاکستان، اروپا، ارمنستان، عمان و امارات. صادرات گاز به اروپا از دو مسیر انتقال از خاک ترکیه و مسیر ارمنستان و صادرات به هند نیز از مسیر خشکی و از خاک پاکستان در نظر گرفته شده است.

زیر بخش گاز طبیعی مایع شده به ۷ بازار صادراتی کره جنوبی، ژاپن، هندوستان، اروپا آسیای جنوب شرقی، چین و آمریکا تفکیک شده است. [۵]

برای صادرات به هر بازار رابطهایی در نظر گرفته شده اند که به رابط ورودی از شبکه انرژی کشور [۴]، متصل می شوند و شامل پارامترهای هزینه سرمایه گذاری انتقال گاز قیمت های صادراتی و حداکثر پتانسیل صادرات در بازار مورد نظر است. پارامتر حداکثر پتانسیل صادرات بیانگر محدودیت بازار مورد نظر از نظر پتانسیل جذب گاز صادراتی به آن بازار می باشد که مقادیر آن برای هر یک از بازارهای مورد مطالعه محاسبه (جمع آوری) و درون الگو به عنوان یک محدودیت در نظر گرفته شده است.

پس از شبیه سازی شبکه صادراتی گاز طبیعی کشور به شکل یادشده برای انجام بهینه سازی این شبکه موارد زیر به عنوان مفروضات؟ مطالعه در نظر قرار گرفته اند.

. داده های برونزای ورودی به الگو عبارتند از: هزینه ها (شامل $capex$ ، $opex$) ظرفیتهای (شامل ظرفیتهای موجود در کشور و ظرفیتهای قطعی برنامه ریزی شده که هنوز بهره برداری نشده اند) ضرایب بهره برداری و دسترسی به ظرفیتهای (شامل ظرفیتهای تولید و انتقال) بهر موری روشهای مختلف تولید و حمل و نقل، طول عمر اقتصادی کلیه تجهیزات محدودیتهای فنی و پتانسیلهای صادراتی.

این داده ها برای کلیه رابط های شبکه یاد شده جمع آوری، محاسبه و تجزیه و تحلیل شده و به شکل برونزا به الگو داده شده اند.

. چون هزینه های سرمایه گذاری و هزینه های ثابت، بر واحد ظرفیت $(\frac{\$}{TOE/yr})$ و همچنین هزینه های متغیر بر اساس واحد جریان هستند $(\frac{\$}{TOE})$ بنابراین حجم صادرات و فواصل صادراتی در محاسبات الگو در نظر گرفته می شوند.

. از آنجا که الگو ارائه شده، یک الگوی کلان فنی- اقتصادی است و این مطالعه در یک افق بلند مدت و برای بازارهای مختلف انجام شده برای پرهیز از طولانی شدن کلام ریز محاسبات اقتصادی ارائه نشده و فقط به بیان مفروضات اساسی بسنده شده است^۱.

برای زیر بخش میعانات گازی نیز هزینه های حمل تا نقطه صادرات و حمل به بازارهای جهانی و قیمت های صادراتی توسط رابط هایی الگو شده است.

بخش صادرات ۲ شامل زیر بخشهای فرآورده های نفتی، نفت خام، گاز مایع و مایعات گازی می‌شود که زیر بخش فرآورده های نفتی شامل ۶ فرآورده اصلی می‌شود و عبارتند از: نفت گاز، بنزین، نفت سفید، نفت کوره، سوخت جت و نفتا؟

در این الگو برای فرآورده نفتا؟ سه بازار صادراتی سنگاپور، مدیترانه و روتردام در نظر گرفته شده که هزینه های حمل توسط کشتی به این بازارها و قیمت های صادراتی در این بازارها نیز در آن وجود دارد. برای سایر فرآورده ها چهار بازار صادراتی روتردام، مدیترانه سنگاپور و خلیج مکزیک در نظر گرفته شده که برای آنها نیز هزینه های حمل با کشتی و همچنین قیمت های صادراتی در بازارهای هدف وارد الگو شده است. برای تمامی فرآورده‌ها، هزینه حمل داخل تا نقطه صادرات به وسیله راه‌های مختلف (ریلی، خط لوله کشتی و جاده ای) وارد الگو شده است. جدول زیر جزئیات این مدل سازی را به شکل خلاصه و منسجم نشان می دهد.

۱. برای ملاحظه جزئیات مفروضات و متدولوژی محاسبات فنی- اقتصادی الگو ارائه شده به مراجع ۵ و ۷ و ۸ مراجعه شود.

جدول ۱ شمای کلی الگوسازی شبکه صادرات

سلیو فرآورده ها	نفت خام	نفتا	میعاتات گازی (Condensate)	مایعات گازی (NGL)	گاز مایع (LPG)	LNG	گاز طبیعی (خط لوله)	حامل انرژی / بازارها
						✓		کره
✓						✓		آمریکا
						✓		چین
						✓		ژاپن
						✓		آسیای جنوب شرقی
						✓	✓	هند
						✓	✓	اروپا
							✓	ترکیه
							✓	نخجوان
							✓	کویت
							✓	پاکستان
							✓	عمان
							✓	امارات
							✓	ارمنستان
✓		✓						روتردام
✓		✓						مدیترانه
✓		✓						سنگاپور
	✓		✓	✓	✓			جهانی

به دلیل اینکه در حالت بهینه برای برخی از فرآورده‌ها، واردات پیشنهاد می‌شود، در این الگو شبکه واردات نیز برای فرآورده های نفتی و بخش گاز در نظر گرفته شده است. در شبکه واردات نیز بازارهای وارداتی برای فرآورده‌های نفتی تفکیک شده است که مانند بازارهای صادراتی، الگو شده اند. [۵]

۴. تجزیه و تحلیل نتایج

برای تجزیه و تحلیل نتایج الگو سازی صادرات نفت و گاز طبیعی و فرآورده از سه سناریوی نرخ تنزیل و سه سناریو برای قیمت‌های جهانی فرآورده های نفتی و سایر حامل‌های انرژی و پیش بینی آنها در سالهای ۱۴۱۳-۱۳۸۳ به شرح زیر استفاده شده است.

سناریوهای قیمتی:

سناریوی ۱: ادامه روند موجود در قیمت نفت خام، فرآورده های نفتی و سایر حامل‌های انرژی؛

سناریوی ۲: افزایش قیمت نفت خام، فرآورده های نفتی و سایر حامل‌های انرژی

سناریوی ۳: کاهش قیمت نفت خام، فرآورده های نفتی و سایر حامل‌های انرژی.

سناریوهای نرخ تنزیل:

سناریوی ۱: نرخ تنزیل متوسط (۱۲٪)

سناریوی ۲: نرخ تنزیل بالا (۱۸٪)

سناریوی ۳: نرخ تنزیل پایین (۸٪) [۵].

نرخ تنزیل در کشورهای پیشرفته بین ۳ تا ۶ درصد می‌باشد؛ ولی در کشورهای در حال توسعه به دلیل وجود ریسک سرمایه‌گذاری، بیشتر از این مقدار است. بیش از ۸۰ درصد طرح‌های سرمایه‌گذاری در صنعت نفت و گاز کشور توسط سرمایه‌گذاران خارجی انجام می‌پذیرد. به دلیل وجود ریسک در این طرح‌ها نرخ تنزیل مورد محاسبه بیشتر از نرخ تنزیل موجود در کشورهای سرمایه‌گذار می‌باشد. [۶]

نرخ تنزیل مورد استفاده در الگو ایفوم برای بهینه‌سازی شبکه انرژی کشور بر اساس مطالعات و بررسی‌های کارشناسان برابر ۱۲ درصد می‌باشد. در این مطالعه برای تحلیل حساسیت، علاوه بر این نرخ، دو نرخ ۱۸٪ (حد بالا) و ۸٪ (حد پایین) نیز در نظر گرفته شده است. نرخ تنزیل در نظر گرفته شده در آخرین قراردادهای سرمایه‌گذاری خارجی در صنعت انرژی کشور بیانگر درستی این ارقام می‌باشد.

اجرای الگو بر اساس هر سه سناریوی نرخ تنزیل و هر سه سناریوی قیمتی بیانگر این موضوع است که سبد صادراتی شامل صادرات چهار فرآورده نفتی (نفت گاز، بنزین سوخت جت و نفت کوره)، گاز طبیعی با خط لوله، گاز طبیعی مایع شده و میعانات گازی است و برای فرآورده نفتا واردات پیشنهاد می‌شود.

هدف صادرات برای همه این سناریوها یکسان است؛ ولی شاید مقدار صادرات و بازارهای صادراتی با تغییر سناریوهای مربوط به نرخ تنزیل تغییر کند که با تغییر نرخ تنزیل ممکن است صادرات به برخی از بازارها غیر اقتصادی یا اقتصادی شود. حال به بررسی و تجزیه و تحلیل نتایج هر یک از بخشهای شبکه صادرات (صادرات ۱ و صادرات ۲) با توجه به سناریوهای مختلف نرخ تنزیل و قیمتی می‌پردازیم.

۱-۴ بخش گاز طبیعی

نتایج حاصل از تحلیل حساسیت نشانگر این مطلب است که با توجه به نرخ تنزیل ۱۲٪ و سناریوی قیمتی ادامه روند موجود میعانات گازی دارای بالاترین اولویت در این بخش است. اولویت‌های بعدی به ترتیب شامل صادرات گاز طبیعی مایع شده و گاز طبیعی به شکل خط لوله می‌باشند.

۱-۱-۴ صادرات گاز طبیعی با خط لوله

نتایج حاصل از اجرای الگو بر اساس نرخ تنزیل ۱۲٪ و سناریوی قیمتی ادامه روند موجود بیانگر این است که صادرات به همه بازارها به جز بازار اروپا (به جز سال ۱۴۱۳) اقتصادی است. در صورتی صادرات به بازار اروپا، اقتصادی خواهد بود که قیمت گاز طبیعی در این بازار در سالهای ۱۳۹۳، ۱۳۹۸ و ۱۴۰۳ به ترتیب حداقل برابر ۳/۸۸، ۳/۴۵ و ۳/۸۲ دلار بر MMBTU باشند که

اروپا آخرین اولویت در صادرات گاز با خط لوله را به خود اختصاص داده است که دلایل عمده آن هزینه بالای انتقال به علت مسافت زیاد و پایین بودن قیمت گاز طبیعی در آن بازار می‌باشد.

۴-۱-۲ صادرات گاز طبیعی مایع شده

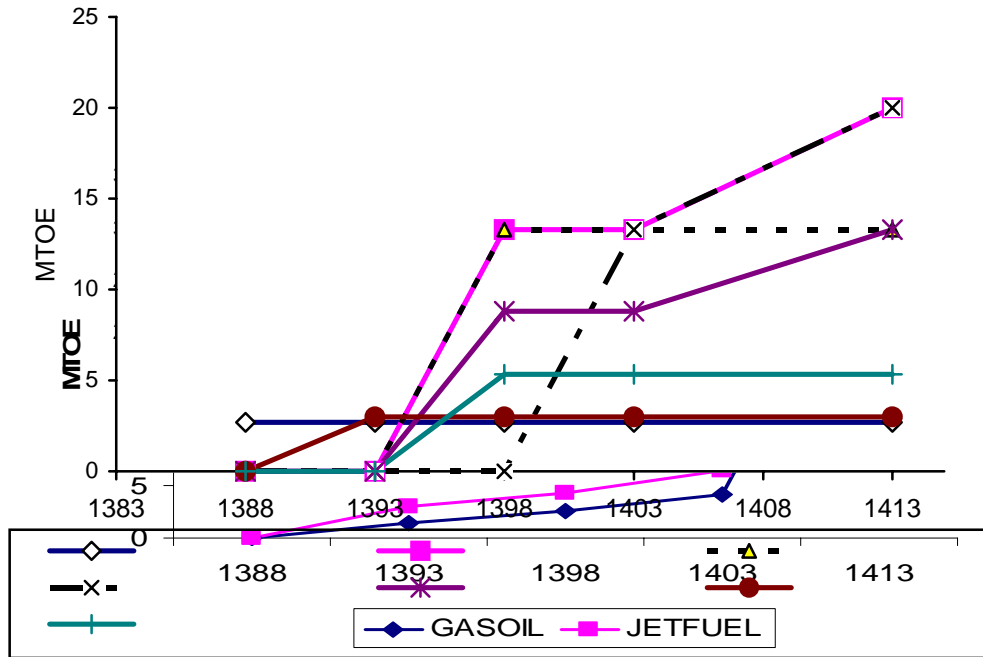
با توجه به نرخ تنزیل ۱۲٪ و ۸٪ و سناریوهای قیمتی ادامه روند موجود و افزایش قیمت‌ها صادرات گاز طبیعی مایع شده به همه بازارها اقتصادی است. در سناریوی کاهش قیمت‌ها با نرخ تنزیل ۱۲٪ صادرات به بازار آمریکا غیر اقتصادی می‌باشد؛ ولی با نرخ تنزیل ۸٪ صادرات به همه بازارها اقتصادی است.

صادرات گاز طبیعی مایع به همه بازارها به جز بازار آسیای جنوب شرقی بر اساس نرخ تنزیل ۱۸٪ و سناریوی قیمتی ادامه روند و افزایش قیمت‌ها اقتصادی است. در سناریوی کاهش قیمت‌ها صادرات به دو بازار آسیای جنوب شرقی و آمریکا غیر اقتصادی و صادرات به سایر بازارها اقتصادی خواهد بود. نمودار ۲ مقادیر صادرات گاز طبیعی مایع را به هر یک از بازارها در سال‌های مورد مطالعه و بر اساس نرخ تنزیل ۱۲٪ و سناریوی قیمتی ادامه روند موجود نشان می‌دهد.

نتایج به دست آمده از تحلیل حساسیت صادرات گاز طبیعی مایع به بازارهای مختلف نشان می‌دهد که بازار کره دارای اولین اولویت در صادرات گاز طبیعی مایع می‌باشد. اولویت‌های بعدی به ترتیب عبارتند از: بازارهای ژاپن، اروپا، هندوستان، چین، آمریکا و آسیای جنوب شرقی.

نظر به اینکه صادرات گاز طبیعی با خط لوله به بازار اروپا در آخرین اولویت و صادرات گاز طبیعی مایع شده در اولویت سوم قرار دارد، بنابراین اولویت صادرات به بازارهای دور دست مانند بازار اروپا - که انتقال از طریق خط لوله بسیار هزینه بردار است - با صادرات گاز طبیعی مایع شده می‌باشد.

نمودار ۲ مقادیر صادرات گاز طبیعی مایع شده به بازارهای مختلف

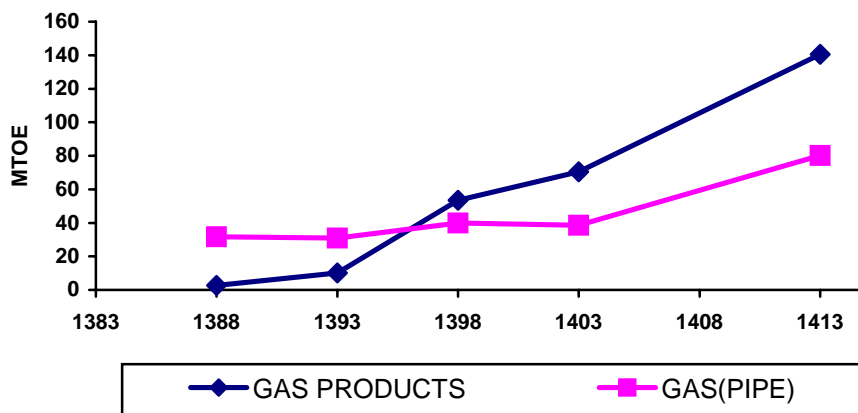


تولید فرآورده های نفتی نفت گاز و سوخت جت به وسیله فرآیند تبدیل گاز طبیعی به فرآورده های مایع بر اساس هر سه سناریوی نرخ تنزیل و قیمتی اقتصادی می باشد و تولید بنزین از این فرآیند غیر اقتصادی است. نمودار ۳ صادرات این فرآورده ها را بر اساس نرخ تنزیل ۱۲٪ و سناریوی قیمتی ادامه روند موجود نشان می دهد.

نمودار ۳ صادرات فرآورده های حاصل از فرآیند GTL

نمودار ۴ روند صادرات فرآورده های گاز طبیعی (تبدیل گاز طبیعی به فرآورده های مایع (GTL) و گاز طبیعی مایع شده (LNG)) و گاز طبیعی به شکل خط لوله را بر اساس نرخ تنزیل ۱۲٪ و سناریوی قیمتی ادامه روند موجود در سالهای مورد مطالعه نشان می دهد.

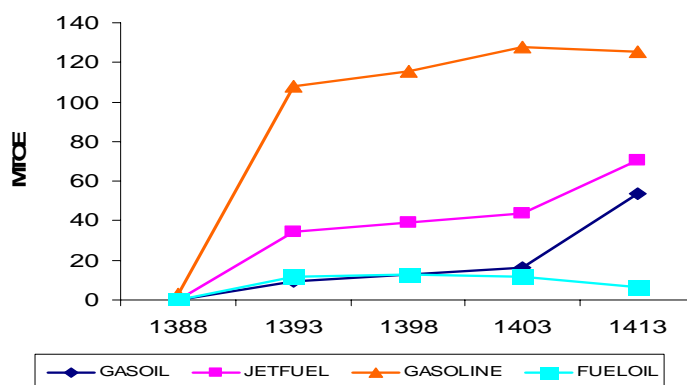
صادرات فرآورده های گاز طبیعی در دو دوره اول، کمتر از گاز طبیعی با خط لوله می باشد؛ ولی از دوره دوم به بعد مقادیر و سهم صادراتی فرآورده های گاز طبیعی از گاز طبیعی به شکل خط لوله پیشی می گیرد. بنابراین از دوره دوم به بعد صادرات فرآورده های به دست آمده از گاز طبیعی دارای مزیت اقتصادی بیشتری نسبت به صادرات گاز طبیعی به شکل خط لوله می باشند.



نمودار ۴ روند صادرات فرآورده های گاز طبیعی و گاز طبیعی با خط نوله

۲-۴ بخش نفت و فرآورده های نفتی

صادرات فرآورده های بنزین، نفت گاز، سوخت جت و نفت کوره بر اساس هر سه سناریوی نرخ تنزیل و قیمت‌ها اقتصادی می‌باشد. صادرات فرآورده نفتا غیر اقتصادی است و الگو در حالت بهینه و با توجه به هر سه سناریوی نرخ تنزیل و قیمت‌ها برای این فرآورده واردات را پیشنهاد می‌کند. همچنین میزان صادرات نفت سفید صفر است و تولید آن به میزان تقاضای داخلی می‌باشد. الگو در هیچ حالتی صادرات نفت خام را پیشنهاد نمی‌کند یعنی حرکت در برای صادرات فرآورده ها به جای نفت خام می‌باشد. مقادیر صادرات هر یک از فرآورده ها بر اساس نرخ تنزیل ۱۲٪ و سناریوی قیمتی ادامه روند موجود به شکل زیر است.



نمودار ۴ روند صادرات فرآورده های نفتی در سالهای مورد مطالعه

۱-۲-۴ اولویت سنجی صادرات بخش نفت و فرآورده های نفتی

نتایج به دست آمده از تحلیل حساسیت برای فرآورده های نفتی بر اساس نرخ تنزیل ۱۲٪ و سناریوی قیمتی ادامه روند موجود بیانگر این است که صادرات سوخت جت دارای بالاترین اولویت در میان سایر فرآورده های نفتی است. اولویت های بعدی به ترتیب عبارتند از: بنزین، نفت گاز، گاز مایع و نفت کوره.

۴-۲-۲-۴ اولویت سنجی صادرات فرآورده ها به بازارهای مختلف

همة تحلیل های حساسیت برای فرآورده ها بر اساس نرخ تنزیل ۱۲٪ و سناریوی قیمتی ادامه روند موجود انجام گرفته است.

۴-۲-۲-۴-۱ صادرات نفت گاز

بر اساس نتایج حساسیت سنجی، بازار سنگاپور دارای اولین اولویت در صادرات نفت گاز است. اولویت های بعدی به ترتیب عبارتند از: بازارهای مدیترانه، روتردام و خلیج مکزیک.

۴-۲-۲-۴-۲ صادرات سوخت جت

از میان بازار های صادراتی سوخت جت، بازار روتردام دارای اولین اولویت برای صادرات می باشد و بازار های سنگاپور، خلیج مکزیک و مدیترانه به ترتیب در اولویتهای بعدی قرار دارند.

۴-۲-۲-۴-۳ صادرات بنزین

بازار خلیج مکزیک اولین اولویت را در صادرات بنزین به خود اختصاص داده است. بازارهای مدیترانه، سنگاپور و روتردام به ترتیب در اولویتهای بعدی قرار دارند.

۴-۲-۲-۴-۴ صادرات نفت کوره

بالاترین اولویت در صادرات نفت کوره به بازار سنگاپور اختصاص دارد. اولویتهای بعدی صادرات به ترتیب بازارهای روتردام، مدیترانه و خلیج مکزیک می باشند.

۴-۲-۲-۴-۵ واردات نفتا

واردات نفتا فقط از بازار مدیترانه اقتصادی است. واردات از سایر بازارها غیر اقتصادی است و پیشنهاد نمی شود.

۵. نتیجه گیری و پیشنهادات

به طور کلی با توجه به سناریوهای مختلف نرخ تنزیل و قیمتی، روند سبب صادراتی برای صادرات فرآورده های نفتی (نفت گاز، بنزین، سوخت جت و نفت کوره)، گاز طبیعی (خط لوله و مایع شده) و میعانات گازی می باشد و صادرات نفت خام در این سبب صادراتی جای ندارد.

از میان بازارهای صادراتی، گاز طبیعی با خط لوله بازار پاکستان دارای بالاترین اولویت برای صادرات است. اولویتهای بعدی به ترتیب عبارتند از: بازارهای ارمنستان، کویت هندوستان نخجوان، عمان، ترکیه، امارات و اروپا.

بازار کره اولین انتخاب برای صادرات گاز طبیعی مایع شده می باشد و بازارهای ژاپن اروپا، هند، چین، آمریکا و آسیای جنوب شرقی به ترتیب در اولویتهای بعدی قرار دارند.

برای صادرات فرآورده‌های نفت گاز، بنزین، سوخت جت و نفت کوره اولویتهای نخست به ترتیب به بازارهای سنگاپور، خلیج مکزیک، روتردام و سنگاپور اختصاص دارند. تنها بازار اقتصادی برای واردات نفتا، بازار مدیترانه است.

صادرات سوخت جت دارای بالاترین اولویت در میان سایر فرآورده های نفتی می‌باشد. اولویتهای بعدی به ترتیب شامل بنزین، نفت گاز و نفت کوره است. صادرات نفت خام در مقایسه با صادرات فرآورده هیچگونه اولویتهی ندارد و تبدیل آن به فرآورده به دلیل ارزش افزوده بیشتر مناسبتر است. این بررسی نشان می‌دهد که صادرات فرآورده ها برای کشور در مقایسه با صادرات گاز طبیعی سودآوری بیشتری دارد. همچنین صادرات فرآورده های گاز طبیعی (LNG و فرآورده‌های به دست آمده از فرآیند GTL) در مقایسه با صادرات گاز طبیعی با خط لوله از مزیت اقتصادی بیشتری برخوردار هستند. به عبارت دیگر، صادرات گاز طبیعی با خط لوله دارای آخرین اولویت صادرات در مقایسه با صادرات فرآورده های نفتی و فرآورده های گاز طبیعی می‌باشد.

بنابراین جایگزینی فرآورده های نفتی به وسیله گاز طبیعی در کشور علاوه بر دلایل اقتصادی و زیست محیطی از دیدگاه درآمدی نیز مناسب به نظر می‌رسد. با توجه به اجرای سیاست جایگزینی گاز طبیعی برای مصارف داخل کشور، امکان اختصاص گسترده تری از ظرفیت پالایشی کشور به امر صادرات وجود خواهد داشت. بنابراین مناسب به نظر می‌رسد که الگوی تولید پالایشگاه ها بر اساس اولویت گذاری یاد شده اصلاح شود. بنابراین سیاستهای کلی صادرات نفت، گاز و فرآورده کشور در حالت بهینه در برای صادرات فرآورده های نفتی (نفت گاز، بنزین، سوخت جت و نفت کوره)، گاز طبیعی (مایع شده و خط لوله) و میعانات گازی قرار دارند که تأکید بیشتر بر روی صادرات فرآورده های نفتی و فرآورده های گاز طبیعی می‌باشد و سیاست‌گذاران عرصه انرژی کشور باید تا حد امکان سیاستهای صادراتی کشور را به این جهت سوق دهند؛ هر چه سیاستهای صادراتی کشور نزدیک به این روند باشد، بهینه تر و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر خواهد بود.

با وجود توان صادرات گاز طبیعی، ارسال گاز ایران به بازارهای جهانی به وسیله خط لوله با مشکلات زیادی مواجه است که ممکن است بسیاری از برنامه های موجود را بلند پروازانه جلوه دهد. این مشکلات عبارتند از:

۱. غیر اقتصادی بودن صادرات گاز به بازار اروپا به عنوان یکی از بازارهای بزرگ صادراتی؛ اروپا گرچه می‌تواند بازار مهمی برای طرح های صادراتی به شمار رود؛ ولی ارسال گاز به وسیله خط لوله از ایران به این بازار نمی‌تواند منافع اقتصادی برای کشور داشته باشد. به عقیده برخی کارشناسان، تنها وجود برخی دلایل سیاسی می‌تواند توجیه کننده این امر باشد.

۲. وجود موانع جدی سیاسی و جغرافیایی در راه صدور گاز به بازار هندوستان و مواجه بودن طرح با ریسک سیاسی بالا به دلیل کشمکش بین هند و پاکستان؛ این مشکل جذابیت طرح‌های صادرات را با خط لوله به هند از میان می‌برد. در این شکل بهترین گزینه صادرات گاز به این کشور تبدیل گاز به LNG و در نهایت حمل آن به بازار هند می‌باشد.

۳. عدم پایبندی همسایگان ایران مانند ترکیه و پاکستان به قراردادهای بین المللی؛ این مشکل باعث می‌شود بر خلاف اصول قراردادهای طولانی مدت خرید، مبادرت به انصراف از خرید کنند که موجب بروز مشکلات در این زمینه می‌شود.
۴. وجود رقباتی بزرگی چون قطر در پروژه های صادرات گاز ایران به کشورهای عضو شورای همکاری خلیج فارس؛ این موضوع، حتماً طرح های صادرات گاز را از ایران به وسیله خط لوله به این منطقه با مشکلاتی مواجه می‌کند.
۵. محدود بودن بازار گاز کشورهایمانند ارمنستان و نخجوان؛ در آینده نیز پیش بینی می‌شود، تقاضای گاز این کشورها نا چیز باشد.

فهرست منابع

۱. پورسینا، بهروز؛ روش شناسی سیاست گذاری انرژی در الگو های اقتصادی؛ نشریه انرژی ایران، سال دوم، شماره ۴، تابستان ۱۳۷۷.
۲. همان؛ مطالعات موردی پیرامون سیاست گذاری انرژی در الگو های بزرگ مقیاس اقتصادی؛ سال سوم، شماره ۵، بهمن ۱۳۷۷.
۳. زارع، امام مهدی (عج)؛ استفاده از الگو تفکیک شده پالایشگاه نفت برای بهینه سازی شبکه انرژی؛ پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی. ۱۳۸۱.
۴. وزارت نیرو، معاونت امور انرژی، طرح جامع ۲۰ ساله توسعه بهینه شبکه انرژی کشور (در بخشهای نفت، گاز، حمل و نقل، مسکونی و صنعت) (کارخانجات چوب و کاغذ، صنایع غذایی).
۵. رحیمی، غلامعلی؛ سیاستها و برنامه های بلند مدت صادرات نفت و گاز و فرآورده براساس الگو بهینه سازی جریان انرژی؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته اقتصاد انرژی دانشگاه تربیت مدرس، اسفند ۱۳۸۲.
۶. حاج یوسفی، فاطمه؛ ارزیابی منابع نفتی ایران و محاسبه نرخ کاهش بهینه در دوره ۱۹۹۰-۱۹۷۰ پلین نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران ۱۳۷۹.
7. Rostamihozori , N. Development of energy and emission control strategies for iran . phd thesis . university of kalsrohe .2002.
8. Energy Environment Planing in Developing Countries; EFOM-ENV; Methodological Guide; Asian Institute of Technology ; 1995.