فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال پانزدهم / شماره ۶۰/ بهار ۱۳۹۸/ صفحات ۱۶۲-۱۲۹

بررسی تأثیر تولید گاز شیل در پیش‌بینی درآمد ارزی صادرات گاز ایران بااستفاده از روش اقتصادسنجی و سیستم پویا

علیرضا عباسپورچهارده
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران،
alireza.abaspour57@gmail.com

مجید دلاوری[1]
استادیار مدعو، گروه مهندسی صنایع، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران،
mjd_delavari@yahoo.com

مسعود باباخانی
استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران،
m.babakhani@iust.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۰۳

چکیده

استفاده از گاز طبیعی به‌عنوان یکی از منابع انرژی پاک شناخته می‌شود و علاوه بر اهمیت زیست‌محیطی به لحاظ اقتصادی و سیاسی نیز حائز اهمیت فراوان می‌باشد، به‌طوری‌که موجب افزایش سرمایه‌گذاری کشورهای دارای مخازن گاز متعارف و غیرمتعارف در توسعه فن‌آوری‌های نوین، خاصه در حوزه منابع نامتعارف شده است.

هدف از این پژوهش تجزیه و تحلیل تأثیر تولید گاز شیل بر قیمت گاز طی دوره زمانی ۱۹۹۱ الی۲۰۱۷ و همچنین پیش‌بینی درآمد ارزی صادرات گاز ایران طی سال‌های ۱۳۹۶ الی ۱۳۹۹ می‌باشد. به این منظور، از متغیرهای قیمت گاز هنری هاب آمریکا، قیمت گاز آلمان و ژاپن و همچنین تولید گاز شیل در قالب الگوی اقتصادسنجی استفاده شده و جهت پیش‌بینی قیمت نیز ترکیبی از روش‌های تبدیل موجک، شبکه عصبی مصنوعی با سیستم پویا به‌کار رفته است. با توجه به نتایج اخذ شده و برآورد درآمد ارزی حاصل از صادرات گاز ایران بین سال‌های ۲۰۱۷ الی ۲۰۲۰ در سناریوهای مختلف، بهترین گزینه صادرات از طریق خط لوله در منطقه و تسریع سرمایه‌گذاری در حوزه تبدیل گاز طبیعی به فرآورده‌های مایع (GTL) با توجه به امکانات، تکنولوژی، تجهیزات موجود و توان تولید در کشور می‌باشد.

طبقه‌بندی JEL: C01 ,C63 ,D42 ,N70 ,Q41

کلید واژها: گاز شیل، اقتصادسنجی، صادرات گاز، سیستم پویا، تبدیل موجک، شبکه عصبی

---

۱. نویسنده مسئول

۱- مقدمه

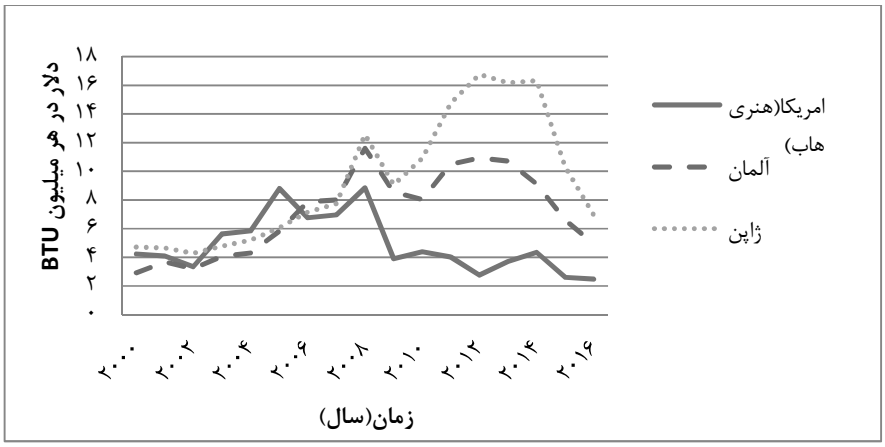
افزایش سرمایه‌گذاری در بخش توسعه میدان‌های گازی و توسعه فن‌آوری‌های نوین کشف ذخایر و بهره‌برداری از منابع گازی غیرمتعارف به‌ویژه استخراج از صخره‌های رسوبی زمین که گاز شیل[1] نامیده می‌شود، سبب شده که دو دهه آتی دوران حاکمیت گاز در بازار جهانی انرژی قلمداد گردد. در هر دوره‌ای از تاریخ تحولات انرژی در جهان، تغییرات ناگهانی در قیمت حامل‌های انرژی باعث گرایش جوامع به سمت استفاده از فناوری‌های جدید و حامل‌های جدید انرژی گردیده است. به همین دلیل با افزایش قیمت‌ها و چالش بین عرضه و تقاضا، کشورهایی که مصرف‌کننده عمده گاز بوده و همچنین دارای توانمندی‌های فنی در حوزه اکتشاف هستند، به‌منظور حفظ امنیت انرژی خود به سمت بهره‌برداری از منابع گاز شیل اقدام کرده‌اند. حال برای کشورهایی که تولیدکننده عمده گاز شمرده می‌شوند این سؤال مطرح است که تولید گاز شیل چه اثراتی در بازار جهانی داشته و در مقابل، در شرایط کنونی تحریم چه راه‌هایی برای گسترش بازار صادراتی پیش روی سیاست‌گذار وجود دارد؟ این مسئله برای ایران به‌عنوان یکی از کشورهای عمده تولیدکننده گاز در جهان که با سرمایه‌گذاری در میادین گازی خود به دنبال حضور در بازارهای صادراتی است ازآن‌رو اهمیت دارد که مشتریان عمده در حوزه آسیا ازجمله هند و چین دارای ذخایر عظیم گاز شیل بوده و علاقه‌مند به تجاری‌سازی این فناوری در کشور خود هستند (زیبا کلام و عرب عامری، ۱۳۹۳، ویانا وچن کای فنک[2]، ۲۰۱۵، ژائوژینگ وکانگ جیولی[3]، ۲۰۱۳). بر این اساس در مقاله حاضر سعی شده به بررسی و شناسایی عوامل مرتبط با موضوع پرداخته شود به‌نحوی‌که زمینه اتخاذ تصمیمات و راهبردها برای افزایش صادرات گاز ایران خصوصاً در شرایط تحریم نفتی فراهم گردد. در ابتدا مروری اجمالی از مفاهیم موضوع مطرح و سپس الگوی تحلیلی اقتصادسنجی مورد مطالعه قرارگرفته و در انتها طبق پیش‌بینی‌های انجام‌شده سناریوهای محتمل صادرات گاز تبیین شده است.

1. Shale Gas
2. Wu ynna ,Chen Kaifeng,Yang yisheng,Feng TianTian
3. Zho Xingang,Kang Jiaoli,LandBie

۲- مروری برادبیات موضوع

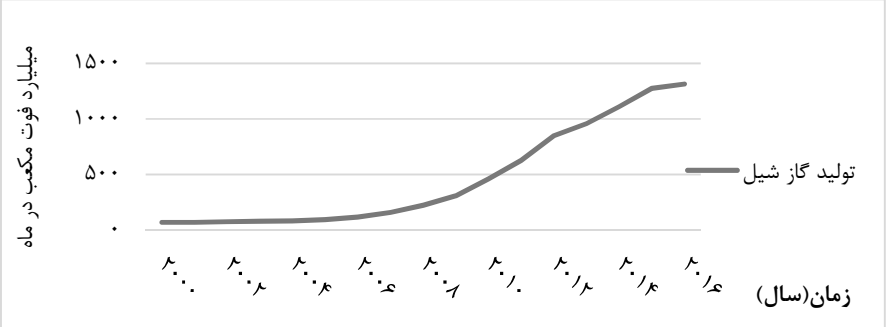
شیل‌ها نوعی سنگ رسوبی هستند که به‌صورت ورقه‌هایی از گچ یا رس فشرده تشکیل شده و از منابع نامتعارف نفت و گاز محسوب می شوند. این منابع حدود نیمی از ذخایر غیرمتعارف جهان را تشکیل می‌دهند. برخلاف منابع متعارف، تجمع گاز در مخازن شیل ناحیه‌ای و پیوسته است این مخازن فشاری نامتداول دارند که می‌تواند کم یا زیاد باشد. تراوایی کم این مخازن باعث می‌شود استخراج هیدروکربورها به‌راحتی انجام نپذیرد. در این حالت انجام عملیات شکست هیدرولیکی می تواند سیال را از مخزن به سمت چاه هدایت نماید. در سال‌های اخیر به‌واسطه پیشرفت در عملیات حفاری افقی و عملیات شکست هیدرولیکی و در نتیجه تولید اقتصادی گاز طبیعی از آن ها، توجه محققین به این منابع نامتعارف معطوف شده است. به‌طوری‌که پیش‌بینی‌شده در سال ۲۰۳۵ حدود نیمی از گاز طبیعی ایالات‌متحده امریکا از شیل‌های گازی تأمین شود. طبق آخرین آمار بریتیش پترولیوم در چشم‌انداز سال ۲۰۳۵، انتظار می‌رود گاز شیل ۲۱ درصد گاز جهان و ۶۸ درصد گاز ایالات‌متحده آمریکا را تأمین نماید به‌طوری‌که برآورد شده تا سال ۲۰۲۰ این کشور به صادرکننده عمده گاز شیل در جهان تبدیل گردد و در حدود ۴۶ درصد از رشد تقاضای جهانی انرژی از طریق تولیدکنندگان گاز شیل تأمین شود. همچنین گزارش سازمان انرژی امریکا نشان می‌دهد که ذخایر قابل استحصال گاز شیل جهان بالغبر ۷۲۹۹ تریلیون فوت مکعب بوده که کشورهای چین با ۱۱۱۵ تریلیون فوت مکعب (۱۵/۳ درصد)، آرژانتین با ۸۰۲ (۱۱ درصد)، الجزایر با ۷۰۷ (۹/۶ درصد)، ایالات‌متحده امریکا با ۶۶۵ تریلیون فوت مکعب (۹/۱ درصد) و کانادا با ۵۷۳ (۷/۹ درصد) بزرگ‌ترین ذخایر جهان را در اختیار داشته و این پنج کشور جمعاً بیش از نصف (۵۲/۹ درصد) ذخایر قابل استحصال گاز شیل را به خود اختصاص داده‌اند. همان‌طورکه مشاهده می‌شود طبق این گزارش بیشترین ذخایر گاز شیل جهان متعلق به کشور چین می‌باشد. سرعت اکتشاف ذخایر گاز شیل به‌قدری است که ذخایر گاز شیل الجزایر از ۲۳۱ تریلیون فوت مکعب در سال ۲۰۱۱ به بیش از ۳ برابر افزایش یافته و به ۷۰۷ تریلیون فوت مکعب در سال ۲۰۱۳ رسیده است. در امریکا نیز از سال ۲۰۱۳ به بعد تولید گاز شیل بیش از نیمی از کل تولید گاز امریکا را تشکیل می‌دهد و در سال ۲۰۱۵ در حدود ۵۶ درصد گاز تولیدی امریکا از گاز شیل بوده است. افزایش تولید داخلی گاز شیل آمریکا، نه‌تنها قیمت‌های گاز متعارف در قاره اروپا و آسیا را به کمترین

مقدار خود رسانده بلکه با روند پرشتاب فعلی در پایان دهه جاری این کشور را از یک واردکننده عمده به یک صادرکننده بزرگ گاز تبدیل خواهد نمود و همراه با توسعه بین‌المللی آن در خارج از آمریکا به‌ویژه در کشورهای چین، کانادا، آرژانتین، مکزیک، الجزایر و هند، تمام پیش‌بینی‌های قبلی در بازار گاز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. بررسی روند تولید گاز شیل نشان می‌دهد که تولید گاز شیل در بازه زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۰۸ روند افزایشی داشته و قیمت گاز نیز صعودی می‌باشد در این دوران سرمایه‌گذاری در تولید گاز شیل در حال شکل‌گیری و در ابتدای مسیر خود بوده و آن‌چنان افزایش تولید در قیمت گاز تأثیری نداشته است. قیمت گاز به‌خصوص در بازه زمانی ۲۰۰۵ الی ۲۰۰۹ دارای نوسانات زیادی بوده ولی از سال ۲۰۰۹ با افزایش قیمت گاز به‌علت تقاضای زیاد روبرو بوده است این افزایش قیمت تا سال ۲۰۱۲ به بیشترین مقدار خود رسیده و هم‌چنان تا سال ۲۰۱۴ با اندکی نوسان ادامه داشته است. از سال ۲۰۱۴ با توجه به افزایش تولید گاز شیل و صادرات گاز امریکا به آسیا و اروپا قیمت گاز روند نزولی طی نموده به‌طوری‌که قیمت گاز در سال ۲۰۱۶ به کمترین مقدار خود رسیده و همچنان در سال ۲۰۱۷ نیز با تغییرات نامحسوسی روبرو بوده است. در حال حاضر با تولید گاز شیل و صادرات گاز امریکا به کشورهایی مانند چین و کویت و پاکستان و همچنین اروپا شاهد تحولات عدیده‌ای در قیمت گاز خواهیم بود.



شکل ۱. روند تغییرات قیمت گاز سه کشور آمریکا، آلمان و ژاپن طی دوره۲۰۱۶-۲۰۰۰

منبع :BP Statistical Review of World Energy 2017



شکل ۲. روند تولید گاز شیل آمریکا طی دوره ۲۰۱۶-۲۰۰۰

منبع:
U. S Energy Information Administrution International Energy out look 2016 and Annual Energy out look 2016.

یکی از مسائل مهم در صنعت گاز روش‌های قیمت‌گذاری گاز می‌باشد مهدی اخوان (۱۳۸۹) در مقاله "بررسی روش‌های قیمت‌گذاری LNG[1] در جهان" عنوان می‌کند که قیمت‌گذاری در آمریکای شمالی با قیمت‌گذاری در اروپا و آسیا متفاوت است تاکنون پنج نوع قیمت‌گذاری در قراردادها وجود داشته که عبارتند از: قیمت‌گذاری مقطوع، مبتنی برهزینه، مبتنی بر نفت‌خام، مبتنی بر گاز و روش بازگشتی. در آسیا قیمت LNG براساس قیمت نفت‌خام تعیین می‌شود. ژاپن نخستین بار در قراردادهای بزرگ، قیمت نفت خام را شاخصی برای قیمت‌گذاری انتخاب کرد. قیمت LNG عمان و قطر و اندونزی نیز بر پایه نفت خام می‌باشد، قیمت LNG در این قراردادها بیشتر به میانگین نفت خام وارداتی ژاپن وابسته بود. دلیل وابستگی به نفت خام، جایگزینی گاز به‌جای مازوت در سوخت نیروگاه‌ها بوده است. پس از مدتی برای کاهش ریسک افت قیمت LNG و تأمین امنیت عرضه، بند حداقل قیمت در قراردادها گنجانده شد.

۳- پیشینه تحقیق

بررسی ادبیات موضوع حاکی از آن است که بحث‌های مرتبط با انرژی و به‌ویژه حوزه صادرات گاز، موردتوجه محققان قرارگرفته و هر یک از منظر خاصی به آن پرداخته‌اند.

1. Liquefied Natural Gas

در مطالعات پژوهشگران خارجی می‌توان بـه مقالـه مـدلاک[1] (۲۰۱۲) اشـاره نمـود کـه عنوان می‌کند توسعه گاز شیل سبب کاهش وابستگی جهانی به کشـورهای صـادرکننده گاز مانند روسیه، ایران و قطر می‌شود و اگر امریکا به تولید گاز شـیل خـود ادامـه دهـد خود به یک صادرکننده گاز تبدیل خواهد شد و وابسـتگی اروپـا بـه گـاز روسـیه و نیـاز کشورهایی که از ایران و کشورهای آسیای میانه، گاز وارد می‌کنند نیـز کـاهش خواهـد یافت. محمت ملیکوگلو[2] (۲۰۱۴) در تحلیل بازار جهانی گاز شیل بیان می‌کند که بدون توسعه منابع گاز شیل جهان، ۶۶ درصد منابع طبیعی تا سال ۲۰۴۰ مصرف خواهد شـد که با افزایش تولید گاز شیل در آینده افزایش سـهم انـرژی جهـان و در نتیجـه کـاهش قیمت جهانی گاز را به دنبال خواهد داشت. کنتاآروگا[3] (۲۰۱۶) اثـر انقـلاب شـیل را در بازارهای امریکا و اینکه این پدیده داخلی است و یا تمام بازار گاز طبیعی را تحـت تـأثیر قرار می‌دهد بین سال‌های ۱۹۹۲ الی ۲۰۱۲ بررسی کرده است و بـا اسـتفاده از آزمـون شکست بازار گاز اروپا و ژاپن و امریکا را برای دوره‌های قبل و بعد از تاریخ شکست مورد بررسی قرارداده است و نتیجه می‌گیرد که بازار گاز امریکا برای دوره قبل از انقلاب شیل با بازارهای جهانی ارتباط قیمـت داشـته و روی تولیـد گـاز امریکـا اثـر گذاشـته اسـت. همچنین نشان می‌دهد که بعد از انقلاب گاز شیل، تولید و عرضه گاز شیل هنوز تأثیری در بازار گاز ژاپن و اروپا نداشته و با افزایش تولید و عرضه گاز و ارتباط مؤثر دولـت‌هـا و سیاست‌های آن‌ها در آینده تغییری در بازارهای گاز ژاپن و اروپا به وجـود خواهـد آمـد. علاوه بر آن نیز می‌توان به تحقیق ویانا وچن (۲۰۱۵) در حـوزه مـدل‌سـازی دینـامیکی وژائو ژنگ (۲۰۱۳) در حوزه مطالعات راهبردی اشاره کرد که توسعه شیل بر صنعت گاز چین را بررسی کرده‌اند. میسون و همکاران[4] (۲۰۱۴)، عبدل منسب و همکاران[5] (۲۰۱۵) نیز با تمرکز بر موضوع اقتصادی به بررسی تولید گاز شیل و پیامدهای آن پرداختند.

در مطالعات پژوهشگران داخلی نیز می توان به مقاله خلیلی عراقی ووطنـی (۱۳۸۷) در مورد به‌کارگیری فن‌آوری تبدیل گاز به فرآورده‌های مایع (GTL)[6] در ایران اشـاره نمـود

1. Medlok
2. Mehmet Melikoglu
3. Kenta Aruga
4. Mason et al
5. Abdul Manasib, et al
6. Gas to Liquids

که بااستفاده از تکنیک هزینه – فایده مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار داده و عنوان می‌نمایند که تولید فرآورده‌های GTL در ایران ازنقطه نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. صمدی و میبدی (۱۳۹۴) تأثیر گسترش منابع گازی غیرمتعارف بر تولید گاز طبیعی ایران را با رویکرد پویایی شناسی سیستم مورد مطالعه قرارداده و عنوان می‌کند که گسترش گازهای نامتعارف می تواند منجربه کاهش امنیت تقاضای گازهای متعارف جهان و کاهش تولید گاز درایران در یک دوره دراز مدت شود. قاسمیان و طباطبایی دیبا (۱۳۹۲) توسعه منابع نامتعارف گازی را موجب افزایش تجارت جهانی گاز طبیعی و احتمال تسری نظام قیمت‌گذاری حاکم بر منطقه آمریکای شمالی به سایر نقاط جهان و تغییر سازوکار قیمت‌گذاری گاز مبتنی بر نفت به قیمت‌های رقابتی و پایین گاز می‌دانند و با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از بازیگران اصلی عرصه تجارت گازطبیعی در افق ۲۰۳۵ را کشورهای مصرف‌کننده تشکیل می‌دهند تحقق این امر بسیار متحمل می‌باشد. ناجی میدانی و رحیمی (۱۳۹۴) در مقاله تعیین اولویت بازارهای صادراتی گاز طبیعی ایران تحت سناریوهای مختلف، سناریوی مطلوب را اولویت بلندمدت باحذف سریع تحریم‌ها و موانع فنی تولید LNG در ایران و پیش‌بینی ورود گسترده منابع گاز نامتعارف عنوان نموده است لازم به ذکر است که ورود گسترده گاز نامتعارف به بازار جهانی، سبب تهدید امنیت تقاضای همه کشورهای تولیدکننده (از جمله ایران) خواهد شد. خراسانی، مهدوی عادلی و سیفی (۱۳۹۵) در مقاله‌ای تحت عنوان مقایسه ارزیابی اقتصادی صادرات LNG و GTL برای ایران عنوان نموده‌اند که استفاده از هردو فناوری توجیه اقتصادی داشته و کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، هزینه‌های عملیاتی و افزایش درآمد فروش، سودآوری پروژه را بیش‌تر خواهد کرد. همچنین پروژه‌های صادرات GTL نسبت به پروژه‌های LNG از توجیه اقتصادی بالاتری برخوردار است. ناجی میدانی و رحیمی (۱۳۹۵) در تدوین استراتژی‌های حضور مؤثر ایران در مجمع کشورهای صادرکننده گاز، یکی از مهم‌ترین مسائل بازار گاز و موضوعات پیش روی مجمع را (که ضرورت پژوهش را نشان می‌دهد)، تعیین قیمت گاز در بازارهای جهانی عنوان نموده‌اند. در حال حاضر ترکیبی از قراردادهای کوتاه‌مدت و بلندمدت گاز وجود دارد و در بازارهای منطقه‌ای قیمت گاز براساس چانه‌زنی تعیین می‌شود. ضمناً پیشرفت‌های فن‌آوری سبب کاهش هزینه تولید گاز از منابع غیرمتعارف شده و این امر

سبب تغییر در ژئوپلیتیک عرضه، مسیرهای انتقالی و مراکز مصرف جهانی نفت و گاز شده است. در کنار مطالعات ارزیابی اقتصادی پروژه‌های نفت و گاز، تحلیل و بازده انرژی سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های نفت و گاز از جمله دیگر روش‌ها و موضوعاتی در حوزه صنعت گاز می‌باشد که توسط محققین داخلی مورد مطالعه قرارگرفته است (نادعلی ۱۳۹۴، جنتی پور ۱۳۹۶، حیدری ۱۳۹۶، رهبر۱۳۸۶). اما آنچه در مطالعات داخلی مورد توجه قرار نگرفته، تأثیر تولید گاز شیل بر قیمت‌های گاز و تأثیر قیمت گاز هنری‌هاب بر سایر قیمت‌ها و شناسایی مؤلفه‌ها و متغیرهای تأثیرگذار تولید گاز شیل بر توان صادراتی گاز ایران است که بتواند با استفاده از داده‌های موجود و در قالب یک الگوی کمی روابط بین متغیرها را تبیین نموده و یک مدل پیش‌بینی نیز ارائه نماید. لذا پژوهش حاضر که تحلیلی از رهیافت اقتصادسنجی و دانش سیستم‌های پویاست، سعی بر آن دارد ضمن شناسایی تغییرات و روندها، علت و چرایی آن‌ها را توضیح داده و مدلی جهت پیش‌بینی آینده ارائه نماید.

۴- روش‌شناسی و الگوی تحقیق

این تحقیق به جهت ارائه یک چارچوب کاری برای تحلیل و بررسی تأثیر تولید گاز شیل بر بازار گاز طبیعی توسعه‌یافته است. آنچه در این تحقیق بدان پرداخته‌شده پاسخ به این سؤال است که اثر تولید و استخراج گاز شیل بر قیمت‌های هنری هاب و اثر این قیمت بر قیمت گاز ژاپن و آلمان چگونه و بر مبنای چه مفروضاتی باید مورد ارزیابی و سنجش قرار گیرد؟ جهت پیش‌بینی روند قیمت‌ها در بازار گاز متعارف از چه مدلی استفاده شود؟ در این تحقیق مأخذ داده‌ها مرکز آمار انرژی امریکا[1] و آمار شرکت بریتیش پترولیوم[2] در بازده زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۷ میلادی و به‌صورت ماهانه می‌باشد. که به‌دنبال جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات نسبت به شناسایی متغیرهای وابسته و مستقل مرتبط با موضوع اقدام و سپس در قالب الگوی اقتصادسنجی نسبت به تعریف و تبیین فرضیه‌های تحقیق مبنی بر وجود ارتباط و تأثیر هر یک از متغیرها بر موضوع تحقیق به شرح ذیل اقدام شده است:

1. Energy Information Administrution
2. British Petroleum

الف: تولید گاز شیل رابطه منفی و معنی‌داری با قیمت گاز هنری هاب دارد.

ب: قیمت گاز آلمان رابطه مثبت و معنی‌داری با قیمت گاز هنری هاب دارد.

ج: قیمت گاز ژاپن رابطه مثبت و معنی‌داری با قیمت گاز هنری هاب دارد.

جهت آزمون فرضیه‌های فوق و برآورد پارامترها با استفاده از نرم‌افزار Eviews9 معادلات زیر تصریح شده است:

$$LH=\alpha_1 LP+u_1 \quad (۱)$$

$$LG=\alpha_2 LH+u_2 \quad (۲)$$

$$LJ = \alpha_3 LH + u_3 \quad (۳)$$

$$LJ=\alpha_4 LH+\alpha_5 LP+u_4 \quad (۴)$$

که در آن متغیرهای مدل به ترتیب عبارت‌اند از:

LH: لگاریتم قیمت گاز هنری هاب به‌عنوان شاخص قیمت گاز شیل امریکا،

LP: لگاریتم تولید گاز شیل هنری هاب به‌عنوان شاخص تولید گاز شیل امریکا،

LG: لگاریتم قیمت گاز آلمان به‌عنوان شاخص قیمت گاز در کشور آلمان،

LJ: لگاریتم قیمت گاز LNG ژاپن به‌عنوان شاخص قیمت گاز در کشور ژاپن.

در مرحله بعد با انجام آزمون هم‌جمعی، رابطه بلندمدت الگوهای فوق سنجیده می‌شود. سپس جهت پیش‌بینی از ترکیب تبدیل موجک و شبکه عصبی و سیستم پویا استفاده گردید. به هر کمیت متغیر در زمان یا مکان که قابل اندازه‌گیری باشد سیگنال گویند. برای تحلیل سیگنال‌ها، مبدل‌های ریاضی مورد استفاده قرار می‌گیرند تا بتوان اطلاعاتی را که از سیگنال‌های خام به‌آسانی قابل دسترس نیست، به‌دست آورد. تبدیل موجک یکی از تبدیل‌های ریاضی کارآمد در زمینه پردازش سیگنال است. موجک‌ها توابع ریاضی هستند که شکل مقیاس –زمان از سری‌های زمانی و روابط آن‌ها جهت تحلیل سری‌های زمانی که شامل متغیرها و غیرثابت‌ها می‌باشد را ارائه می‌دهد. تحلیل موجکی استفاده از فاصله‌های زمانی طولانی‌مدت را برای اطلاعات دارای بسامد پایین و تناوب‌های کوتاه‌تر را برای اطلاعات دارای بسامد بالا ارائه می‌دهد. تحلیل موجکی قادر به نمایش جنبه‌های مختلف داده‌های متفاوت، نقاط شکست و ناپیوستگی‌ها می‌باشد (طوفانی و همکاران ۱۳۹۰). به‌دلیل آنکه ماهیت رفتار سری زمانی قیمت گاز دارای نوسانات نسبتاً شدید و پرتلاطمی است از تبدیل موجک که ابزاری بسیار کارا برای

مواجهه با سری‌های نا ایستا است و به‌عنوان یک فیلتر عمل می‌کند استفاده گردید. خروجی تبدیل موجک را به شبکه عصبی پرسپترون چندلایه وارد کرده تا فرآیند یادگیری انجام پذیرد. برای این مرحله از تحقیق از امکانات نرم‌افزار Matlab 2017b استفاده شد. شبکه‌های عصبی به نوعی مغز را الگو قرارداده و سعی دارد تا از طریق فرایند یادگیری با استفاده از روش‌های محاسباتی برای خودکارسازی فرایند اکتساب دانش از نمونه‌ها یا داده‌ها، مسائل پیچیده و بزرگ را حل نماید. این شبکه‌ها دارای کاربردهای متفاوتی از قبیل طبقه‌بندی داده‌ها، تقریب توابع، پیش‌بینی متغیرها، خوشه‌بندی و بهینه‌سازی است. مدل‌های شبکه عصبی یک فرایند توزیع موازی با ماهیت طبیعی بوده و مهم‌ترین ویژگی آن توانایی مدل‌سازی روابط غیرخطی و پیچیده بدون نیاز به فرضیات قبلی از ماهیت ارتباط بین داده‌ها است. شبکه‌های عصبی شامل دو دسته شبکه عصبی پویا و شبکه عصبی ایستا می‌باشد. شبکه عصبی ایستا مانند شبکه عصبی مصنوعی عامل پسخور نداشته و در نتیجه شامل موارد تأخیری نمی‌شود و خروجی در آن‌ها به‌صورت ورودی‌هایی که ارتباط پیشخور دارند محاسبه می‌شود. مدل‌های شبکه عصبی ایستا دارای دو مدل می‌باشد که عبارتند از شبکه عصبی چند لایه پیشخور و مدل شبکه عصبی فازی. در این تحقیق از مدل شبکه عصبی ایستا از نوع چند لایه پیشخور استفاده شده است. ساده‌ترین شکل شبکه عصبی دولایه دارد، لایه ورودی و لایه خروجی. این شبکه‌ها مانند یک سیستم ورودی- خروجی عمل می‌کنند و ارزش نرون‌های ورودی را با استفاده از یک تابع تبدیل یا فعال ساز، برای محاسبه ارزش نرون‌های خروجی مورد استفاده قرار می‌دهند. در شبکه عصبی چند لایه، علاوه بر لایه‌های ورودی و خروجی از لایه پنهان نیز استفاده می‌شود که این سبب بهبود عملکرد این شبکه‌ها می‌گردند (نیکواقبال و همکاران ۱۳۹۳). درنهایت در گام آخر، روند سری زمانی حاصل از خروجی شبکه عصبی را به کمک مدل سیستم پویا و نرم‌افزار Vensim PLE6b محاسبه و بر مبنای آن، پیش‌بینی برای آینده انجام پذیرفت.

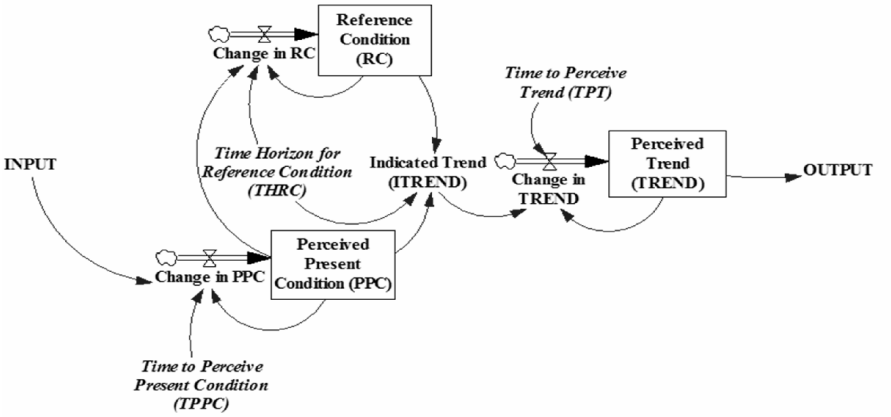
۵- معرفی مدل پیش‌بینی

هرچند استفاده از مفاهیم سیستمی در موضوعات اقتصادی- اجتماعی به دهه ۱۹۷۰ باز می‌گردد، اما استفاده جدی از این روش همپای روش‌های اقتصادسنجی با

ارائه کتاب پویا شناسی کسب‌وکار تألیف استرمن[1] استاد دانشگاه MIT[2] در سال ۲۰۰۰ قوت گرفت و پایه‌ای برای استفاده از مدل‌های رسمی سیستمی و فرموله کردن متغیرها و مؤلفه‌های حوزه‌های گوناگون گردید. همان‌طورکه می‌دانیم محققانی ازجمله دلاوری و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از همین روش ترکیبی اقتصادسنجی و سیستم پویا به بررسی و پیش‌بینی مخارج بهداشتی پرداختند. مزیت پیش‌بینی با استفاده از این مدل نسبت به سایر مدل‌های مرسوم این است که اولاً مکانیزم تأخیر در دریافت و تحلیل داده‌ها به‌طور طبیعی توسط افراد و مدیران سازمان‌ها انجام می‌شود و از این نظر به فرآیندهای طبیعی تجزیه و تحلیل و قضاوت نزدیک می‌باشد.

دوم آنکه به‌استثنای برخی از شرکت‌های کوچک که همواره اطلاعات مربوط به خود را با دقت ثبت و نگه‌داری می‌کنند، برای اغلب سازمان‌های بزرگ، وزارتخانه‌ها و نهادهای مهم کشوری، ثبت اطلاعات و گزارش آن با تأخیری نسبتاً طولانی همراه می‌باشد. لذا به‌منظور پیش‌بینی متغیرهای کلان با سایر مدل‌های که نیازمند اطلاعات به‌روزتری هستند، این مدل می‌تواند با همین داده‌ها نیز با دقت قابل قبولی پیش‌بینی را حتی برای فواصل زمانی طولانی‌تر انجام دهد. سومین دلیل این است که برای پیش‌بینی به‌غیراز داده‌های ورودی فقط پارامترهای زمانی مدل شامل زمان لازم جهت درک شرایط کنونی (TPPC)، افق زمانی برای متغیر حالت مرجع (THRC) و زمان لازم برای هموارسازی روند (TPT) باید مشخص و به‌صورت دستی اضافه شود. لذا کاربری بسیار ساده‌ای دارد و ارتباط برقرار کردن با آن راحت می‌باشد. برای برآورد این ثابت‌های زمانی از تحلیل‌های اقتصادی استفاده می‌شود. (استرمن ۲۰۰۰، سیدزاده و دلاوری ۱۳۹۶)

1. Sterman
2. Massachusetts Institute of Technology



شکل ۳. مدل پیش‌بینی بر اساس روند سیستم (استرمن- ۲۰۰۰)

در این مدل روابط بین اجزاء به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

Perceived Trend = TREND(INPUT; TPPC, THRC, TPT) (۵)

$TREND = INTEGRAL(Change\ in\ TREND, TREND_{t_0})$ (۶)

Change in TREND = (ITREND - TREND)/TPT (۷)

ITREND = [(PPC - RC)/RC]/THRC (۸)

$RC = INTEGRAL(Change\ in\ RC, RC_{t_0})$ (۹)

$RC_{t_0} = PPQ_{t_0}/(1+ THRC * TREND_{t_0})$ (۱۰)

Change in RC = (PPC – RC)/THRC (۱۱)

$PPC = INTEGRAL(Change\ in\ PPC, PPC_{t_0})$ (۱۲)

$PPC_{t_0} = INPUT_{t_0}/(1 + TPPC * TREND_{t_0})$ (۱۳)

Change in PPC = (INPUT – PPC)/TPPC (۱۴)

پیش‌بینی بر اساس مدل دینامیک سیستمی در سال (t)، بر اساس داده‌های فعلی (y) به‌صورت زیر تعریف می‌گردد:

$FGP_{Fy}(t) = PPC(t) * (1 + TREND(t) * TPPC * \exp(TREND(t) * (FY - t))$ (۱۵)

$TREND(t) = TREND(HE(t), TPPC, THRC, TPT)$ (۱۶)

که در این مدل متغیرها به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

FGP_{FY}: پیش‌بینی برای قیمت گاز براساس داده‌های فعلی، PPC: شرایط فعلی درک شده از قیمت گاز ژاپن، TREND: روند قیمت گاز ژاپن بر اساس سه پارامتر زمانی (TPPC,THRC,TPT)،THRC: افق زمانی برای متغیر حالت مرجع، TPPC: زمان جهت درک شرایط کنونی و TPT: زمان لازم برای هموارسازی روند.

هرچه داده‌های ورودی به مدل دارای نوسان بیشتری باشند، برای جلوگیری از تحت تأثیر قرار گرفتن روند در بازه‌های کوتاه‌مدت، زمان‌های پارامتر را طولانی‌تر انتخاب می‌نمایند. بر همین اساس و همچنین با توجه به تحلیل‌های اقتصادسنجی انجام‌گرفته، پارامترهای تابع روند به‌صورت زیر انتخاب می‌شوند:

$THRC=۷، TPPC=۰.۲۵$ و $TPT=۴$

۶- یافته‌های تحقیق

شرط لازم جهت تخمین صحیح، مانایی یا پایایی متغیرهاست. به‌منظور بررسی پایایی متغیرهای تحقیق با توجه به اینکه احتمال می‌رود متغیرها دارای شکست ساختاری باشند از آزمون بای – پرون[1] استفاده شد که ضمن تأیید وجود شکست ساختاری، مقاطع زمانی آن نیز به‌دست آمد. در ادامه آزمون فیلیپس و پرون[2] جهت پایایی وعدم پایایی متغیرها انجام و کلیه متغیرها با یک‌بار تفاضل‌گیری پایا شده‌اند.

تأثیر تولید گاز شیل بر قیمت گاز هنری هاب

در این مدل قیمت گاز هنری هاب به‌عنوان متغیر وابسته و تولید گاز شیل به‌عنوان متغیر مستقل می‌باشد که شامل تخمین مدل برای کل دوره یعنی از سال ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۷ و به‌صورت داده‌های ماهانه بوده و همچنین دارای پنج تخمین مدل در دوره‌هایی که توسط آزمون بای – پرون به‌دست آمده می‌باشد. خروجی تخمین فوق در جدول (۱) نشان می‌دهد که برای کل دوره تحقیق، قیمت گاز هنری هاب با تولید گاز شیل رابطه معنادار و منفی داشته است. با توجه به مدل لگاریتمی، افزایش یک درصد تولید گاز

1. Bai and Perron test
2. Phillips & perron test

شیل، قیمت گاز هنری هاب را به میزان ۰/۱۶۳ درصد کاهش داده است. در دوره‌های اول تا سوم یعنی در بازه زمانی ژانویه ۲۰۰۰ الی دسامبر ۲۰۰۸ ضریب تولید گاز شیل ازنظر آماری بی‌معنی است.

جدول ۱. نتایج آزمون تأثیر تولید گاز شیل بر قیمت گاز هنری هاب

نام متغیر	LH					
	کل دوره	**ژانویه۲۰۰۰ الی اکتبر۲۰۰۲**	**اکتبر۲۰۰۲ الی مارس۲۰۰۶**	**مارس۲۰۰۶ الی دسامبر۲۰۰۸**	**دسامبر۲۰۰۸ الی دسامبر۲۰۱۳**	**دسامبر۲۰۱۳ الی فوریه۲۰۱۷**
	ضریب	**ضریب**	**ضریب**	**ضریب**	**ضریب**	**ضریب**
C	۲/۳۸	-۲/۷۳	-۱/۶۶	۱/۱۶	۲/۶۴	۱۲/۸
	(۱۱/۲)*	(-۱/۲۱)	(-۰/۶۷)	(۱/۱۹)	(۴/۳)	(۲/۴)
LP	-۰/۱۶۳	۰/۹۳	۰/۷۸	۰/۱۵۹	-۰/۲	-۱/۶۵
	(-۴)	(۱/۷۴)	(۱/۴)	(۰/۸۴)	(-۲/۱)	(-۲/۲)
Ma(1)	۱/۱۵	۱/۴۳	۰/۰۴	۰/۶۱	۱	۰/۷۴
	(۱۹/۵)	(۷/۸۴)	(۰/۲۱)	(۲/۶۷)	(۱۰)	(۲/۶۲)
Ma(2)	۱	۱/۰۵	--	۰/۴	۰/۹	۰/۵۸
	(۱۳/۱)	(۳/۴۷)	--	(۱/۹۴)	(۵/۷۸)	(۲/۱۶)
Ma(3)	۰/۸۷	۰/۱۸	--	۰/۲۹	۰/۳۹	۰/۳۹
	(۱۰/۸)	(۰/۸۵)	--	(۰/۹۳)	(۲/۹۷)	(۱/۲۰)
Ma(4)	۰/۴۷	--	--	--	--	--
	(۷/۴۷)	--	--	--	--	--
Ar(1)	--	--	۰/۷۴	--	--	--
	--	--	(۴/۷۵)	--	--	--
R^2	۰/۸۸	۰/۸۱	۰/۷۲	۰/۵۷	۰/۷۷	۰/۸۲

منبع: یافته‌های تحقیق

*ارقام داخل پرانتز مربوط به آماره t می‌باشد

همان‌گونه که مشاهده می‌شود ضریب تولید گاز شیل از سال ۲۰۰۰ تا پایان سال ۲۰۰۸ در حال کاهش بوده و از ۰/۹۳ به ۰/۱۵ تنزل می‌کند، ولی از سال ۲۰۰۹ با افزایش تولید گاز شیل این ضریب منفی و معنادار شده است. این روند با افزایش تولید گاز شیل ادامه یافته، به‌طوری‌که از سال ۲۰۱۴ این ضریب به ۱/۶۵- رسیده است. از

جمله دلایل وابسته نبودن قیمت گاز هنری‌هاب به تولید گاز شیل در دوره‌های اول تا سوم می‌توان در ابتدا به این موضوع اشاره نمود که اولاً سرمایه‌گذاری در تولید گاز شیل در این دوران در حال شکل‌گیری و در ابتدای مسیر خود بوده و افزایش تولید در قیمت گاز تأثیر چندانی نداشته است. دوم اینکه از سال ۲۰۰۵ الی ۲۰۰۸ جهان با افزایش شدید قیمت انرژی روبرو بوده و قیمت انرژی نیز در این دوران نوسانات زیادی داشته است. این نوسانات در قیمت حامل‌های انرژی سبب شده که ضرایب به‌دست آمده تغییرات فاحشی داشته باشند. در دوره چهارم یعنی از ابتدای سال ۲۰۰۹ الی ابتدای سال ۲۰۱۴ قیمت گاز هنری هاب با تولید گاز شیل رابطه منفی و معنادار داشته و با افزایش تولید به میزان یک درصد گاز شیل، قیمت گاز هنری هاب به میزان ۰/۲ درصد کاهش می‌یابد. این کاهش قیمت تا دوره بعد نیز ادامه یافته، به‌طوری‌که قیمت گاز هنری هاب از سال۲۰۱۴ با کاهش بیشتری نسبت به دوره قبل یعنی به میزان ۱/۶۵ درصد کاهش به ازای یک واحد افزایش تولید گاز شیل روبرو می‌باشد. نتیجه افزایش تولید گاز شیل نیز در روند واردات گاز آمریکا نیز تأثیر مستقیم داشته باعث کاهش واردات گاز در آمریکا نیز شده است.

تأثیر قیمت گاز هنری هاب بر قیمت گاز آلمان

در جدول (۲) نتایج تخمین مدل دوم نمایش داده‌شده است. در این مدل براساس آزمون بای – پرون سه بازه زمانی مشخص‌شده و قیمت گاز آلمان به‌عنوان متغیر وابسته و قیمت گاز هنری هاب به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده تا تأثیرپذیری گاز آلمان از قیمت گاز هنری هاب بررسی گردد.

مشابه مدل اول در اینجا نیز ابتدا یک تخمین برای کل دوره یعنی از سال ۱۹۹۱ تا سال ۲۰۱۷ انجام گرفت که نشان می‌دهد قیمت گاز آلمان رابطه مثبت و معناداری با قیمت گاز هنری هاب دارد، یعنی با افزایش یک درصد قیمت گاز هنری هاب، قیمت گاز آلمان به میزان ۰/۱۴۹ درصد افزایش خواهد داشت. با توجه به نتایج جدول در دوره سوم یعنی از آوریل سال ۲۰۱۳ الی فوریه ۲۰۱۷ تولید گاز شیل در حال افزایش بوده، به‌طوری‌که افزایش یک درصد قیمت گاز هنری هاب منجر به افزایش قیمت گاز آلمان به میزان ۰/۳۳ درصد شده است. با توجه به این که تولید گاز شیل با استفاده از

فن‌آوری‌های جدید در حال افزایش می‌باشد لذا قیمت گاز هنری هاب با ضریب مثبت و به‌صورت معناداری بر قیمت گاز آلمان تأثیرگذار بوده است. درمجموع نمی‌توان شواهدی دال بر رابطه معکوس قیمت گاز هنری هاب بر قیمت گاز آلمان یافت.

جدول ۲. نتایج آزمون رابطه قیمت گاز هنری هاب و قیمت گاز آلمان

نام متغیر	LG			
	کل دوره	آوریل ۱۹۹۸ الی ژانویه۲۰۰۶	ژانویه۲۰۰۶ الی آوریل ۲۰۱۳	آوریل۲۰۱۳ الی فوریه ۲۰۱۷
	ضریب	ضریب	ضریب	ضریب
C	۱/۳۶	۰/۶۷۶	۲/۳۴	۱/۶۳۵
	(۲۲/۱۴)	(۶/۸۷)	(۴۱)	(۱۳/۸۷)
LH	۰/۱۴۹	۰/۳۶۲	-۰/۰۴۸۶	۰/۳۳
	(۴/۰۱)	(۵/۶۶)	(-۱/۵)	(۳/۸۳)
Ma(1)	۱/۷۲	۰/۷۹۵	۱/۷۴	۱/۱۸۷
	(۳۵)	(۷/۴۲)	(۲۳/۸۹)	(۰/۱۹)
Ma(2)	۱/۷۸	۰/۷۱۷	۰/۸۶	۱/۲۷
	(۲۴/۱۷)	(۶/۱۵)	(۱۱/۴۸)	(۰/۰۲)
Ma(3)	۱/۵	۰/۶۲۴	---	۰/۸۷
	(۲۰/۵۵)	(۴/۵۸)	---	(۰/۰۲)
Ma(4)	۰/۶۷	---	---	---
	(۱۳/۹۷)	---	---	---
R^2	۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۹۳

منبع: یافته‌های تحقیق

تأثیر قیمت گاز هنری هاب بر قیمت گاز ژاپن

با توجه به نتایج جدول (۳) در ابتدا برای کل دوره یعنی از سال ۱۹۹۱ الی ۲۰۱۷ تخمین ضرایب انجام پذیرفت که نتایج نشان‌دهنده مثبت و معنادار بودن رابطه قیمت گاز ژاپن با قیمت گاز هنری هاب می‌باشد. با توجه به نتایج جدول در دوره سوم یعنی از ژوئیه ۲۰۰۹ الی آوریل ۲۰۱۳ قیمت هنری هاب روند کاهشی داشته، ولی باعث افزایش قیمت گاز ژاپن شده است. این کاهش اثرپذیری از قیمت گاز هنری هاب به این دلیل است که تا این دوره اثر افزایش تولید گاز شیل بر قیمت گاز هنری هاب منطقه‌ای بوده، اما با ادامه تولید ابعاد فرا منطقه‌ای پیداکرده است. در دوره چهارم همان‌گونه که

مشاهده می‌شود ضریب قیمت گاز هنری از ۰/۵۵- به ۰/۳۲۹ رسیده که نشان‌دهنده تأثیرپذیری مستقیم دوباره قیمت گاز ژاپن از قیمت گاز هنری هاب است. لذا از این دوره به بعد با توجه به افزایش تولید گاز شیل تأثیرات قیمت گاز هنری هاب و تولید گاز شیل از حالت منطقه‌ای فراتر رفته و بر روی کشورهای اروپایی و آسیایی کاملاً مشهود می‌باشد. استفاده از تجهیزات و تکنولوژی‌های مدرن مایع سازی، تسهیل کانال‌های ارتباطی بین کشورها جهت حمل‌ونقل، به‌خصوص تعریض کانال پاناما، سیاست دولت‌ها در تقویت ارتباط با آمریکا باعث افزایش صادرات و در اختیار گرفتن بازار منطقه‌ای آسیا و اروپا شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون رابطه قیمت گاز هنری هاب و قیمت گاز ژاپن

نام متغیر	LJ				
	کل دوره	فوریه۱۹۹۸ الی اکتبر۲۰۰۵	اکتبر۲۰۰۵ الی ژوئیه۲۰۰۹	ژوئیه ۲۰۰۹ الی آوریل۲۰۱۳	آوریل ۲۰۱۳ الی فوریه ۲۰۱۷
	ضریب	ضریب	ضریب	ضریب	ضریب
C	۱/۵۸	۱/۰۲	۱/۷۸	۳/۲۹	۲/۰۷
	(۱۹/۱۷)	(۱۴/۷۷)	(۱۰/۲)	(۱۸/۰۷)	(۱۹/۴۴)
LH	۰/۲۲	۰/۳۶	۰/۱۸۹	-۰/۵۵	۰/۳۲۹
	(۳/۷۸)	(۷/۱)	(۲/۴)	(-۳/۷)	(۴/۴۶)
Ma(1)	۱/۴۱	۰/۹۷	۰/۶۹	۱/۱۸	۱/۴۳
	(۳۳/۹۹)	(۸/۶۵)	(۴/۴۵)	(۰/۰۰۳)	(۴/۸۳)
Ma(2)	۰/۸	۰/۷۱	--	۰/۹۹	۱/۵۰
	(۱۹/۱۵)	(۴/۵۶)	--	(۰/۰۰۱)	(۱/۵۹)
Ma(3)	--	۰/۳۳	--	--	۰/۶۷
	--	(۲/۸۷)	--	--	(۱/۲۳)
R^2	۰/۸۹۵	۰/۹۱	۰/۶۳	۰/۸۹	۰/۹۳

منبع: یافته‌های تحقیق

تأثیر قیمت گاز هنری هاب و تولید گاز شیل بر قیمت گاز ژاپن

از دلایل بررسی این مدل، صادرات گاز آمریکا طی دوره‌های زمانی فوق به کشورهای آسیایی می‌باشد. لذا مشابه با رویکردهای قبلی در اینجا نیز ابتدا ضرایب مدل فوق به‌صورت کلی درکل دوره یعنی از سال ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۷ برآورد گردیده که نتایج

(به شرح جدول ۴) نشان‌دهنده مثبت و معنادار بودن رابطه قیمت گاز ژاپن با متغیرهای مستقل است.

جدول ۴. نتایج بررسی اثر تولید گاز شیل و قیمت گاز هنری هاب بر قیمت گاز ژاپن

نام متغیر	LJ					
	کل دوره	ژانویه ۲۰۰۰ الی ژوئن ۲۰۰۴	ژوئن ۲۰۰۴ الی دسامبر ۲۰۰۸	دسامبر ۲۰۰۸ الی ژوئن ۲۰۱۱	ژوئن ۲۰۱۱ الی اوت ۲۰۱۴	اوت ۲۰۱۴ الی فوریه ۲۰۱۷
	ضریب	ضریب	ضریب	ضریب	ضریب	ضریب
C	-۰/۰۵	۱/۴۲	-۰/۵۸	-۱/۴۷	۲/۸۷	۱۷/۴۵
	(-۰/۳۱)	(۱/۴۱)	(-۱/۹۷)	(-۰/۸۳)	(۷/۲۶)	(۳/۴۴)
LH	۰/۱۶۶	۰/۱۹	۰/۱۲۸	۰/۰۴	-۰/۰۹	۰/۱۹
	(۳/۶)	(۴/۵۵)	(۲/۱۹)	(۰/۲۵)	(-۳/۳)	(۱/۱)
LP	۰/۳۵	-۰/۰۲	۰/۴۹۷	۰/۶۱	۰/۰۱۷	-۲/۱۴
	(۱۴/۸)	(-۰/۱۲)	(۹/۳۷)	(۲/۰۳)	(۰/۲۸)	(-۳/۰۵)
Ma(1)	۱/۱۵	۰/۵۲	۰/۶۳	--	۰/۹۶	۰/۹۹
	(۲۱)	(۴/۴۳)	(۸/۵۲)	--	۰	(۹/۰۴)
Ma(2)	۰/۶۷	--	--	--	-۰/۰۳	--
	(۱۱/۷)	--	--	--	(۰)	--
Ar(1)	--	--	--	۰/۸۶	--	--
	--	--	--	(۵/۹۱)	--	--
R^2	۰/۹۳	۰/۶	۰/۸۵	۰/۹۲	۰/۵۸	۰/۷۸

منبع: یافته‌های تحقیق

از دوره سوم یعنی بین سال‌های ۲۰۰۸ الی ژوئن ۲۰۱۱ نتایج نشان می‌دهد که قیمت گاز ژاپن با قیمت گاز هنری هاب رابطه مثبت ولی ناچیز داشته و این تأثیرپذیری همچنان در حال کاهش است. اما در دوره چهارم یعنی دوره زمانی ژوئن ۲۰۱۱ الی اوت ۲۰۱۴ قیمت گاز ژاپن با قیمت گاز هنری هاب رابطه منفی و معنادار داشته است. با ادامه کاهش قیمت هنری هاب به پایین‌ترین سطح خود (۳ دلار به ازای هر میلیون BTU) قیمت گاز ژاپن هنوز در سطوح بالای خود قرار دارد، اما با تولید گاز شیل امریکا هرچند شاهد رابطه‌ای مثبت هستیم، ولی به لحاظ آماری معنادار نیست. در انتهای دوره بین ماه‌های اوت ۲۰۱۴ الی فوریه ۲۰۱۷ با افزایش تولید گاز شیل قیمت گاز ژاپن با

قیمت گاز هنری‌هاب رابطه‌ای مثبت داشته ولی از نظر آماری معنادار نیست. در مقابل رابطه تولید گاز شیل امریکا با قیمت گاز ژاپن منفی و معنادار است. یعنی افزایش تولید گاز شیل به مقدار یک درصد باعث کاهش ۲/۱۴ درصدی قیمت گاز ژاپن می‌شود. لذا اثر تولید گاز شیل که تا این زمان منطقه‌ای بوده است از سال ۲۰۱۴ حتی از محدوده آمریکا فراتر رفته و در مناطق دیگر ازجمله آسیا نیز اثر خود را بر قیمت گاز ژاپن گذاشته که انتظار می‌رود این روند ادامه یابد.

نتیجه‌ای که از تخمین ضرایب معادلات فوق حاصل می‌شود آن است که با ادامه روند افزایش تولید گاز شیل در انتهای دوره مطالعاتی در تمامی مدل‌های چهارگانه، از یک طرف قیمت گاز آلمان و ژاپن به قیمت گاز هنری هاب وابستگی نشان داده و از طرف دیگر تولید گاز شیل با قیمت گاز ژاپن رابطه منفی و معنادار داشته است انتظار می‌رود که با افزایش تولید گاز شیل قیمت گاز کشورهای آلمان و ژاپن روند کاهشی خود را حفظ نماید. برای رابطه تولید گاز شیل با قیمت گاز هنری هاب نتایج گویای این است که در کل دوره تحقیق رابطه غیرمستقیم میان دو متغیر وجود داشته و در زیر دوره‌ها نیز با وجود آنکه رابطه آن‌ها از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ میلادی مثبت و معنادار بوده از سال ۲۰۰۹ به بعد منفی و معنی‌دار شده است، به‌طوری‌که حتی ضریب کل دوره را نیز منفی نموده است.

جهت بررسی وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای تحقیق، از آزمون همگرایی یوهانسون[1] استفاده شد. مفهوم اقتصادی همگرایی (هم‌جمعی) آن است که وقتی دو یا چند متغیر سری زمانی براساس مبانی نظری با یکدیگر ارتباط داده می‌شوند تایک رابطه تعادلی بلندمدت را شکل دهند، هر چند ممکن است خود این سری‌های زمانی دارای روند تصادفی باشند (ناپایا باشند)، اما در طول زمان یکدیگر را به‌خوبی دنبال می‌کنند، به‌گونه‌ای که تفاضل بین آن‌ها باثبات (پایا) است. بنابراین مفهوم هم‌جمعی تداعی‌کننده وجود یک رابطه بلندمدت است که سیستم اقتصادی به سمت آن حرکت می‌کند. درواقع وجود هماهنگی در حرکت بین سری زمانی، ایده اساسی هم‌جمعی است. لذا جهت معادله رگرسیونی اول وجود یک بردار هم جمعی تأیید گردید.

1. Johanson – Juselius test

جدول ۵. نتایج آزمون همگرایی یوهانسون بین تولید گاز شیل و قیمت گاز هنری هاب

دوره مشاهدات: ژانویه ۲۰۰۰الی فوریه ۲۰۱۷، تعداد مشاهدات:۱۹۴							
فرضیه صفر	فرضیه مقابل	آماره اثر			آماره حداکثر مقدار ویژه		
		مقدار محاسبه‌شده	مقدار بحرانی	p-value	مقدار محاسبه‌شده	مقدار بحرانی	p-value
r =۰	r ≤ ۱	۳۱/۰۳	۲۵/۸۷	۰/۰۱	۲۸/۶۲	۱۹/۳۸	۰/۰۰۱
r =۱	r ≤ ۲	۲/۴۰	۱۲/۵۱	۰/۹۳۸	۲/۴۰	۱۲/۵۱	۰/۹۳۸
ضرایب نرمال شده		LH ۱/۰۰۰۰۰۰			LP ۰/۶۳۴۷۸۰ (۰/۲۱۷۲۴)		

منبع: یافته‌های تحقیق

نتیجه به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که در بلندمدت هم متغیر قیمت گاز هنری هاب رابطه‌ای منفی با تولید گاز شیل دارد.

$$LH = -۰/۶۳۴LP \quad (۱۷)$$

در معادله رگرسیونی دوم نیز وجود یک بردار هم جمعی تأیید گردید. لذا با توجه بـه نتایج آزمون در بلندمدت متغیر قیمت گاز آلمان رابطه‌ای مثبت با قیمت گاز هنری‌هاب دارد.

$$LG = ۱/۶۷۴LH \quad (۱۸)$$

جدول ۶. نتایج آزمون همگرایی یوهانسون بین قیمت گاز آلمان و قیمت گاز هنری هاب

دوره مشاهدات:آوریل ۲۰۱۳الی فوریه ۲۰۱۷، تعداد مشاهدات:۴۷							
فرضیه صفر	فرضیه مقابل	آماره اثر			آماره حداکثر مقدار ویژه		
		مقدار محاسبه شده	مقدار بحرانی	p-value	مقدار محاسبه‌شده	مقدار بحرانی	p-value
r =۰	r ≤ ۱	۱۸/۰۳	۱۵/۴۹	۰/۰۲	۱۶/۷۳	۱۹/۳۸	۰/۱۱
r =۱	r ≤ ۲	۱/۷۶	۳/۸۴	۰/۱۸	۶/۲۸	۱۲/۵۱	۰/۴۲
ضرایب نرمال شده		LG ۱/۰۰۰۰۰۰			LH -۱/۶۷۴۰۱۴ (۰/۲۱۰۴۹)		

منبع: یافته‌های تحقیق

در خصوص معادله رگرسیونی سوم وجود دو بردار هم‌جمعی تأیید شده که نشان می‌دهد که در بلندمدت متغیر قیمت گاز ژاپن رابطه مثبت با قیمت گاز هنری هاب دارد. هرچند ضریب به‌دست آمده در مقایسه با ضریب رابطه بلندمدت گاز آلمان با هنری هاب کوچک‌تر بوده و تأثیر کمتر بر آن را نشان می‌دهد.

$$LJ = ۰/۶۴\ LH \qquad (۱۹)$$

جدول ۷. نتایج آزمون همگرایی یوهانسون بین قیمت گاز ژاپن و قیمت گاز هنری هاب

دوره مشاهدات:آوریل ۲۰۱۳الی فوریه ۲۰۱۷، تعداد مشاهدات:۴۷							
فرضیه صفر	فرضیه مقابل	آماره اثر			آماره حداکثر مقدار ویژه		
		مقدار محاسبه‌شده	مقدار بحرانی	p-value	مقدار محاسبه‌شده	مقدار بحرانی	p-value
r =۰	r ≤ ۱	۱۹/۳۹	۱۸/۳۹	۰/۰۳	۱۵	۱۷/۱۴	۰/۰۹
r =۱	r ≤ ۲	۴/۸۴	۳/۸۴	۰/۰۲	۴/۸۴	۳/۸۴	۰/۰۲
ضرایب نرمال شده		LJ ۱/۰۰۰۰۰۰			LH -۰/ ۶۴۰۲۱۶ (۰/۱۳۵۵۹)		

منبع: یافته‌های تحقیق

پیش‌بینی درآمد ارزی حاصل از صادرات گاز ایران

به‌طورکلی صادرات گاز برای کشور از روش‌های زیر امکان‌پذیر می‌باشد:

الف- انتقال گاز طبیعی از طریق خط لوله،

ب- انتقال از طریق تبدیل گاز به LNG و حمل توسط کشتی به بازارهای مصرف.

ج-تبدیل گاز به فرآورده‌های GTL و سپس انتقال آن به بازارهای هدف

د- استفاده از گاز به‌عنوان سوخت نیروگاه و صادرات برق.

در زمینه صادرات برق نکته قابل ذکر این است که از یک‌سو راندمان نیروگاه‌ها، ضریب توان نیروگاه‌ها، قیمت صادراتی برق، تلفات انتقال برق و قیمت سوخت مصرفی از عوامل مؤثر جهت صرفه اقتصادی صادرات برق در برابر صادرات گاز است. از بین این موارد افزایش راندمان نیروگاه‌ها و کاهش تلفات انتقال دارای بیشترین اثر در افزایش

صرفه اقتصادی برق در مقابل گاز می‌باشد. از سوی دیگر قیمت برق صادراتی نسبت به قیمت گاز صادراتی از وابستگی کمتری به قیمت نفت برخوردار است. طبق گزارش پارلمان اتحادیه اروپا (۲۰۱۴)، همبستگی قیمت نفت با قیمت گاز قوی بوده، درحالی‌که قیمت برق صادراتی با قیمت نفت در ارتباط است، همچنین میزان حساسیت درآمد صادرات گاز و صادرات برق نسبت به تغییرات قیمت نفت به ترتیب ۰/۷۲ و۰/۳۴ است[1]، لذا می‌توان نتیجه گرفت که صادرات گاز کشور بیش از ۲ برابر درآمد صادرات برق، به قیمت جهانی نفت وابسته است. در حال حاضر با توجه به اینکه راندمان نیروگاه‌ها ۳۷ درصد بوده و برق تولیدی با هر مترمکعب گاز مصرفی در این نیروگاه‌ها حدود ۳/۷ کیلووات است[2] با در نظر گرفتن عوامل مؤثر ذکر شده، این روش در حال حاضر دارای صرفه اقتصادی نخواهد بود مگر اینکه از نیروگاه‌های سیکل ترکیبی که دارای راندمانی در حدود ۵۰ الی ۶۰ درصد می‌باشد استفاده شود. گزینه دیگر، استفاده از گاز برای تولید برق مصرفی داخل کشور به‌عنوان جایگزین گاز مصرفی خانگی است که البته نیاز به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و تبدیل صنایع گازی به برقی می‌باشد. به‌منظور پیش‌بینی درآمد ارزی حاصل از صادرات گاز ایران برای سه روش اول، از داده‌های آماری مربوط به تولید، مصرف و همچنین واردات و صادرات شرکت ملی گاز ایران و شرکت بریتیش پترولیوم در کنار مدل سیستم پویا (که به‌طور خاص برای پیش‌بینی روند تغییرات قیمت گاز ژاپن جهت برآورد توان صادرات LNG کشور به‌کار گرفته‌شده) استفاده می‌گردد. همچنین به‌منظور ارزیابی دقیق درآمد حاصل از صادرات، کل صادرات گاز در هر سه روش به‌طور جداگانه برآورد شده است.

براساس پیش‌بینی شرکت ملی گاز در برنامه پنج ساله ششم توسعه، ازآنجاکه قیمت گاز صادراتی به‌دلیل وابستگی به قیمت نفت و فرآورده‌های نفتی بر پایه قیمت نفت تعیین می‌شود. این مورد در مقاله محمدی و طاهرخانی (۱۳۸۸) با موضوع بررسی رابطه قیمت نفت خام و گاز طبیعی مطرح و نشان داده شد که قیمت نفت خام اوپک دارای رابطه مستقیم با قیمت گاز طبیعی می‌باشد. لذا در این تحقیق برای قیمت نفت، سه قیمت در نظر گرفته که این قیمت‌ها بر اساس قیمت نفت ۷۰، ۵۰ و ۳۰ دلاری می‌باشد. لازم به ذکر است با توجه به این که قیمت نفت در حدود ۱۰۰ دلار، فقط در

1. http://ayaronline. ir/1394/09/165358. htm
2. www. icana. ir/fa/news/370157

محدوده زمانی ۲۰۱۱ الی ۲۰۱۳ رخ داده از در نظر گرفتن این قیمت صرف‌نظر شده است. از طرف دیگر با در نظر گرفتن نرخ رشد تولید از سال ۲۰۱۵ الی ۲۰۲۰ و همچنین افزایش تولید گاز کشور با بهره‌برداری از فازهای مجتمع پارس جنوبی و مصرف گاز در ایران بین سال‌های ۲۰۱۳ الی ۲۰۱۵ و از سوی دیگر با در نظر گرفتن واردات گاز از ترکمنستان (از ۷ الی ۱۴ میلیارد مترمکعب با نرخ رشد ۱۹ درصد در سال در برنامه پنج‌ساله ششم توسعه)، سه قیمت پایین، متوسط و بالا به ترتیب ۲۵،۱۵، ۳۵، سنت برای هر مترمکعب در نظر گرفته شده است. با توجه به تفاوت‌های قیمتی دو منبع فوق‌الذکر می‌توان برای هر یک از سه روش مطروحه، دو سناریو یکی بر مبنای اطلاعات شرکت ملی گاز و دیگری بر اساس داده‌های شرکت بریتیش پترولیوم در نظر گرفت.

الف- انتقال گاز طبیعی از طریق خط لوله

براساس سناریوی اول بر مبنای آمار شرکت ملی گاز، سرانه تولید در سال ۱۳۹۵ حدود ۲۲۶ میلیارد مترمکعب بوده که با توجه به اولویت بهره‌برداری از فازهای پارس جنوبی (۱۲، ۱۵ الی ۲۱) در پایان سال ۱۳۹۶ به ۲۸۶ میلیارد مترمکعب در سال (معادل با ۷۸۰ میلیون مترمکعب در روز) رسید و انتظار می‌رود با توسعه کامل فازهای این میدان، تولید به ۳۸۵ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۹۹ افزایش یابد که معادل تولید روزانه ۱۰۵۵ میلیون مترمکعب می‌باشد. طبق برآورد فوق مقدار و درآمد گاز صادراتی در برنامه ششم توسعه به شرح جدول (۸) پیش‌بینی می‌شود.

جدول ۸. میزان صادرات و پیش‌بینی درآمد ارزی طی دوره ۱۳۹۹-۱۳۹۶ (میلیارد دلار)- سناریوی اول

سال	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹
میزان صادرات گاز (میلیارد مترمکعب)	۲۰	۴۵	۵۷	۶۸
بر اساس قیمت ۱۵ سنت در هر مترمکعب	۳	۶/۷۵	۸/۵۵	۱۰/۲
بر اساس قیمت ۲۵ سنت در هر مترمکعب	۵	۱۱/۲۵	۱۴/۲۵	۱۷
بر اساس قیمت ۳۵ سنت در هر مترمکعب	۷	۱۵/۷۵	۱۹/۹۵	۲۳/۸

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به پیش‌بینی صورت گرفته برای سال ۱۳۹۹ میزان کمینه و بیشینه درآمد ارزی حاصل از صادرات گاز به ترتیب ۱۰/۲ و ۲۳/۸ میلیارد دلار خواهد بود. همچنین میانگین قیمت گاز صادراتی نیز در حدود ۲۵ سنت در هر متر مکعب با در نظر گرفتن قیمت نفت ۵۰ دلاری بوده که انتظار می‌رود درآمد ارزی حاصل از صادرات گاز ایران در سال ۱۳۹۹ در حدود ۱۷میلیارد دلار باشد.

درعین‌حال با استفاده از داده‌های شرکت بریتیش پترولیوم سناریوی دوم پیش‌بینی، مقدار و درآمد صادرات گاز ایران مطابق جدول (۹) می‌باشد.

جدول ۹. پیش‌بینی میزان صادرات و درآمد ارزی طی دوره ۲۰۲۰-۲۰۱۷ (میلیارد دلار)- سناریوی دوم

سال	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹		۲۰۲۰
میزان صادرات گاز (میلیارد مترمکعب)	۲۱/۷	۳۸/۱	۶۰/۲		۸۶
بر اساس قیمت ۱۵ سنت در هر مترمکعب	۳/۲۵	۵/۷۱	۹/۰۳		۱۲/۹
بر اساس قیمت ۲۵ سنت در هر مترمکعب	۵/۴۲	۹/۵۲	۱۵/۰۵		۲۱/۵
بر اساس قیمت ۳۵ سنت در هر مترمکعب	۷/۵۹	۱۳/۳۳	۲۱/۰۷		۳۰/۱

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طورکه ملاحظه می‌شود در صورت صادرات گاز با قیمت متوسط ۲۵ سنت در هر مترمکعب، درآمد ارزی در سال ۲۰۱۷ برابر با ۵/۴۲ میلیارد دلار و در سال ۲۰۲۰ به‌میزان ۲۱/۵ میلیارد دلار می‌رسد بیشینه درآمد در سال ۲۰۲۰ با قیمت ۳۵ سنت در هر مترمکعب به میزان ۳۰/۱ میلیارد دلار است.

ب- پیش‌بینی درآمد ارزی حاصل از گاز صادراتی ایران به‌صورت LNG

براساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده و نیز اطلاعات حاصل از مطالعات تحلیلی درخصوص محدودیت و توانمندی‌های صادرات گاز LNG در صورت صادرات گاز به منطقه آسیا، قیمت‌ها بر اساس قیمت صادراتی گاز ژاپن و برای صادرات گاز به اروپا، قیمت گاز آلمان در نظر گرفته شده است. در آسیا مهم‌ترین مصرف‌کننده گاز چین و هند بوده که بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ میلیون تن مصرف دارند. اگر سایر کشورهای آسیای

جنوب شرقی هم اضافه شوند، با توجه به مشکلات موجود در دو کشور مالزی و اندونزی، که توان صادرات اندکی دارند، به نظر می‌رسد آسیای جنوبی و جنوب شرقی به‌تنهایی ۱۵۰ میلیون تن تقاضا داشته باشند. اگر به این عدد نیاز صادراتی گاز به کشور ترکیه و عراق را هم اضافه کنیم بازار آسیا کاملاً مناسب صادرات می‌باشد. درحالی‌که این رقم برای اروپا ۲۰ تا ۲۵ میلیون تن است، لذا بازار چندان جذابی نخواهد بود. علاوه بر آن لیبی، الجزایر و نروژ تأمین‌کنندگان عمده گاز اروپا هستند؛ بنابراین جهت برآورد درآمد ارزی حاصل از صادرات LNG، صادرات به کشورهای آسیایی و بررسی قیمت گاز ژاپن را مورد مطالعه قرار می‌دهیم. مطابق خروجی بخش اول مطالعه حاضر، پیش‌بینی قیمت LNG ژاپن جهت برآورد درآمد ارزی صادرات گاز ایران به کمک معادلات رگرسیونی و مدل سیستم پویا به شرح ذیل انجام پذیرفته است:

برای کل دوره مورد مطالعه رابطه تأثیر تولید گاز شیل بر قیمت گاز هنری هاب و هنری هاب بر قیمت گاز ژاپن به فرم ذیل به‌دست‌آمده است:

$$LJ = ۱/۵ + ۰/۲۲\ LH \qquad (۲۰)$$

$$LH = ۲/۳۸ - ۰/۱۶۳ LP \qquad (۲۱)$$

به گزارش اداره اطلاعات انرژی آمریکا تولید واقعی گاز شیل از ابتدای سال ۲۰۱۷ حدود ۴۳/۵ میلیارد فوت مکعب در روز و ۱۳۰۵ میلیارد فوت مکعب در ماه بوده که پیش‌بینی‌شده رشد ۳ درصدی سالیانه گاز شیل تا سال ۲۰۴۰ ادامه یافته و به مقدار ۷۹ میلیارد فوت مکعب در سال ۲۰۴۰ برسد. در نتیجه بر مبنای معادلات فوق میانگین قیمت گاز ژاپن برای سال ۲۰۱۷ رقم ۶/۳۳ دلار در میلیون BTU[1] به‌دست آمده که البته دارای روند نزولی می‌باشد. در ادامه معادلات فوق را یک‌بار دیگر و این بار از سال ۲۰۱۴ بدین سو که اثر تولید گاز شیل محسوس بوده، در نظر گرفته می‌شود:

$$LJ = ۲/۰۷ + ۰/۳۲۹ LH \qquad (۲۲)$$

$$LH = ۱۲/۸ - ۱/۶۵ LP \qquad (۲۳)$$

که معادله فوق برای مدت مشابه عدد ۱۰/۸۷ دلار در میلیون BTU را نتیجه می‌دهد.

1. British Thermal Unit

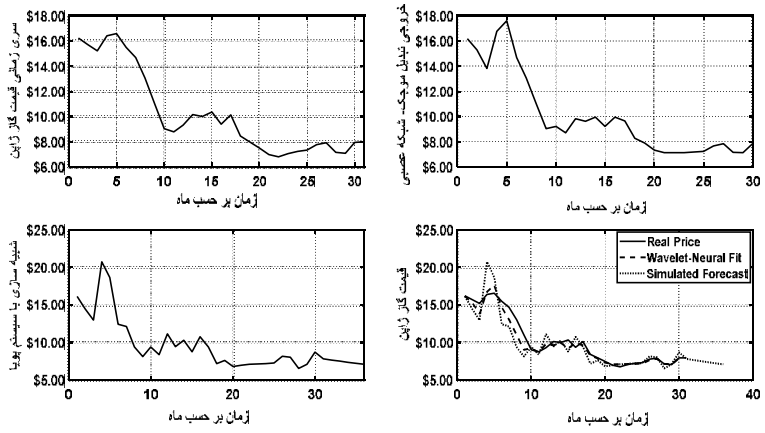
درنهایت برای رابطه تأثیر تولید گاز شیل بر قیمت گـاز هنـری هـاب و رابطـه تـأثیر تولید گاز شیل و قیمت گاز هنری هاب بر قیمت گاز ژاپن از سال ۲۰۱۴ به بعد خواهیم داشت:

$$LH = ۱۲/۸ - ۱/۶۵ LP \quad (۲۴)$$

$$LJ = ۱۷/۴۵ + ۰/۱۹ LH - ۲/۱۴ LP \quad (۲۵)$$

براساس خروجی این مدل میانگین قیمت گاز ژاپن در سال ۲۰۱۷ به میـزان ۴۴/ ۹ دلار به ازای هر میلیون BTU برآورد شده که همچون معادلات قبلی دارای روند نزولـی می‌باشد.

در کنار استفاده از مدل اقتصادسنجی برای پـیش‌بینـی، از مـدل سیسـتم پویـا بـه ترتیبی که قبلاً شرح داده شد اسـتفاده گردیـد. ابتـدا توسـط رابطـه (۱۶) رونـد سـری محاسبه و خروجی در شکل (۴) نشان داده شده و در ادامه توسط رابطه (۱۵) پیش‌بینی انجام می‌گردد.

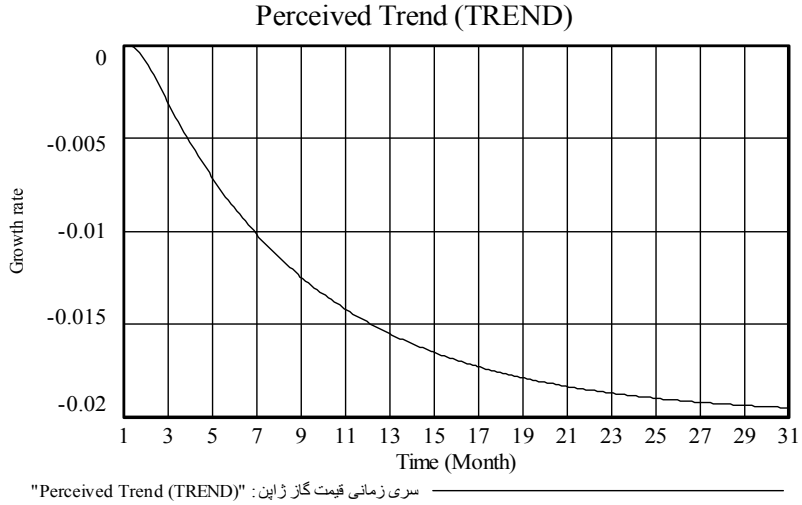


شکل ۴. رفتار سری زمانی قیمت گاز ژاپن از سال ۲۰۱۴ به بعد برحسب نرخ رشد.

منبع: یافته‌های تحقیق

می‌توان سری زمانی را به‌طور مستقیم بـه مـدل سیسـتم پویـا وارد کـرد، امـا بـرای افزایش دقت پیش‌بینی، ابتدا سری زمانی قیمت گاز ژاپن را توسط تبدیل موجک با تابع تبدیل دابچیز (db3) و در سه مرحله به مؤلفه‌های بسامد کوتاه و بلنـد تجزیـه و سـپس به‌عنوان ورودی به شبکه عصبی پرسپترون چندلایـه داده شـد تـا عملیـات یـادگیری و

تخصیص وزن به ورودی جهت انجام بهترین نگاشت فراهم گردد، سپس سیگنال حاصل به مدل سیستم پویا واردشده است. جهت بررسی دقت این ایده با مدل اقتصادسنجی، نتیجه پیش‌بینی حاصل از مدل رگرسیونی و سیستم پویا را با قیمت واقعی در بازه زمانی ماه سوم الی هفتم سال ۲۰۱۷ مقایسه کرده که نتیجه به شرح جدول (۱۰) می‌باشد.



شکل۵. مدل حقیقی و شبیه‌سازی شده و پیش‌بینی قیمت گاز ژاپن از سال ۲۰۱۴

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۱۰. برآورد قیمت پیش‌بینی‌شده با قیمت واقعی در سال ۲۰۱۷ (دلار در میلیون BTU)

ماه / پیش‌بینی	مارس	آوریل	مِه	ژوئن	ژوئیه
مدل رگرسیونی	۹/۶۵	۹/۵۹	۹/۵۳	۹/۴۷	۹/۴۲
سیستم پویا	۷/۶۹	۷/۵۴	۷/۳۹	۷/۲۵	۷/۱۲
قیمت واقعی	۷/۰۵	۶/۹۲	۶/۸۸	۶/۹۹	۶/۷

منبع: یافته‌های تحقیق

ملاحظه می‌شود که مدل سیستم پویا دارای دقت بهتر و روندی کاهشی می‌باشد. لذا جهت برآورد میانگین قیمت‌ها برای سال‌های آتی از این روش استفاده‌شده است. در کنار تبیین روند قیمت گاز ژاپن، با در نظر گرفتن بهره‌برداری از کارخانه ایران LNG در سال ۲۰۱۷ و ایجاد و ساخت کارخانه‌های LNG دیگر و اینکه کل صادرات گاز به‌صورت LNG انجام شود، درآمد ارزی بر اساس میزان صادرات پیش‌بینی شده در برنامه ششم توسعه (سناریوی اول) و میزان صادرات گاز با پیش‌بینی روند مصرف (۸ درصد سالیانه) و تولید به کمک اطلاعات شرکت بریتیش پترولیوم (سناریوی دوم) به همراه پیش‌بینی برآورد قیمت‌ها در جدول (۱۱) آمده است.

جدول ۱۱. پیش‌بینی میانگین قیمت به همراه درآمد ارزی صادرات LNGطی دوره۲۰۲۰-۲۰۱۷

سال / برآورد	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰
میانگین قیمت (دلار در میلیون BTU)	۷/۲	۵/۶۴	۴/۴۵	۳/۴
درآمد ارزی برای سناریوی اول (میلیارد دلار)	۵/۱۸	۹/۱۳	۹/۱۲	۸/۳۲
درآمد ارزی برای سناریوی دوم (میلیارد دلار)	۵/۶۲	۷/۷	۹/۶۴	۱۰/۵۲

منبع: یافته‌های تحقیق

ج- پیش‌بینی درآمد ارزی حاصل از صادرات گاز به‌صورت فناوری GTL

برای پیش‌بینی درآمد ارزی حاصل از صادرات گاز به‌صورت فرآورده (مانند بنزین، گازوئیل، نفت سفید، نفتا و روان‌کننده‌ها و...)، دو نکته مدنظر قرارگرفته است. اول اینکه کل صادرات گاز به‌صورت GTL باشد و دوم آنکه به‌دلیل وجود چند فرآورده در یک بشکه GTL تولیدی، برای قیمت‌گذاری هر بشکه فرآورده با توجه به میانگین اختلاف قیمت فرآورده‌ها با قیمت نفت خام و سهم فرآورده‌ها از یک بشکه GTL، میانگین وزنی به‌عنوان مازاد قیمت یک بشکه از فرآورده‌های GTL نسبت به یک بشکه نفت خام مبنای محاسبه قیمت قرارگرفته است (خراسانی، مهدوی عادلی، سیفی، ۱۳۹۴). لذا با در نظر گرفتن قیمت هر بشکه نفت خام به مقدار ۵۰ دلار، قیمت هر بشکه فرآورده‌های GTL، رقم ۶۴/۲ دلار محاسبه و درآمد ارزی حاصل برای هر دو سناریو به شرح جدول (۱۲) خواهد بود:

جدول ۱۲. درآمد حاصل از صادرات گاز به‌صورت فرآورده‌های GTL (میلیارد دلار)طی دوره۲۰۲۰-۲۰۱۷

برآورد / سال	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰
براساس سناریوی اول	۴/۵۲	۱۰/۱۷	۱۲/۸۹	۱۵/۳۷
براساس سناریوی دوم	۴/۹	۸/۶	۱۳/۶	۱۹/۴۴

منبع: یافته‌های تحقیق

تا اینجا برای هر یک از سه روش مطرح‌شده پیش‌بینی به‌صورت جداگانه انجام گردید، اما با توجه به توانایی‌های موجود در کشور، فرم ترکیبی نیز موضوعیت دارد. لذا از این منظر و در صورتی که ۶۰ درصد صادرات گاز به‌صورت خط لوله،۲۰ درصد به‌صورت LNG (با در نظر گرفتن تکمیل پروژه ایرانLNG و قرارداد با شرکت بلژیکی اکسمار جهت صادرات از طریق شناور FLNG) و درنهایت ۲۰ درصد نیز به‌صورت GTL انجام گیرد، درآمد حاصل از گاز صادراتی در سال‌های ۲۰۱۷ الی ۲۰۲۰ پیش‌بینی گردید که نتایج در جدول (۱۳) درج گردیده است.

جدول۱۳. درآمد ارزی حاصل از صادرات گاز به‌صورت خط لوله، GTL و LNG بر اساس سناریوی اول و دوم (میلیارد دلار)

برآورد / سال	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰
براساس سناریوی اول	۴/۹۴	۱۰/۶۱	۱۲/۹۵	۱۴/۹۴
براساس سناریوی دوم	۵/۳۵	۸/۹۷	۱۳/۶۸	۱۸/۸۹

منبع: یافته‌های تحقیق

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به استقبال جهانی از افزایش سرمایه‌گذاری در توسعه میادین گازی و توسعه فن‌آوری‌های نوین بهره‌برداری از گازهای نامتعارف خصوصاً گاز شیل، کشورهای صنعتی تولید این گاز را در اولویت اقتصادی و سرمایه‌گذاری خود قرار داده و تلاش می‌کنند میادین و بهره‌برداری از این گازها را توسعه دهند. بر این اساس امریکا به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده گاز شیل با افزایش تولید گاز شیل تا سال ۲۰۲۰ به صادرکننده

گاز شیل در جهان تبدیل خواهد شد. این افزایش تولید سبب شده نه‌تنها قیمت گـاز در امریکا بلکه در اروپا و آسیا نیز تحت تأثیر قرار گیرد. این رونـد تولیـد و کـاهش قیمـت باعث می‌شود صادرات، به‌ویژه به مناطق و بازارهای دوردست تجدیدنظر گردد. هـدف از پژوهش حاضر نیز شناسایی فرصت‌هـا و افـزایش کیفیـت و انعطـاف‌پـذیری تصـمیمات متولیان امر در ایران بدون بالا رفتن هزینه‌ها می‌باشد. بدین‌جهت از طریق توسعه الگوی اقتصادسنجی جهت تحلیل اثر و ارزیابی تولید گاز شیل بر درآمـد ارزی ایـران در قالـب سه فرضیه اقدام شد. در ابتدا مدل تأثیر تولید گاز شیل بر قیمت گاز هنری هـاب مـورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که قیمت گاز هنری هاب رابطه منفی و معنی‌داری با تولید گاز شیل آمریکا دارد که تأییدکننده فرضیه اول می‌باشد. نتـایج آزمـون فرضـیه دوم نیز حاکی از رابطه مثبت و معنادار قیمت گاز آلمان با قیمت گاز هنری هاب آمریکا دارد و برای فرضیه سوم یعنی تأثیر قیمت گاز هنری هاب بر قیمت گاز ژاپن همان‌طـور که از نتایج به‌دست آمده، قیمـت گـاز ژاپـن رابطـه مثبـت و معنـاداری بـا قیمـت گـاز هنری‌هاب دارد. نکته مهم این است که از سپتامبر ۲۰۱۴ اثر افزایش تولید گـاز شـیل و کاهش قیمت گاز هنری‌هاب با قیمت گاز ژاپن محسوس‌تر بوده، بـه‌طـوری‌کـه افـزایش تولید گاز شیل سهم عمده‌ای در کاهش قیمت گاز ژاپن داشته است. سری زمانی قیمت گاز ژاپن را در بازه فوق توسط مدل سیستم پویا نیز بررسی گردید و نـرخ رشـدی برابـر ۰/۰۲- درصد به‌دست آمد که گویای روندی نزولی می‌باشد. جهت تأثیر کـاهش قیمـت جهانی گاز بر روی درآمد ارزی ایران و صادرات گاز، ابتـدا روش‌هـای صـادرات محتمـل مورد ارزیابی قرارگرفته که سه روش انتقال در قالب دو سـناریو، موردپـذیرش و بررسـی قرار گرفتند. درروش اول یعنی صادرات گاز به‌صورت خط لوله با توجه به تعیـین قیمـت گاز به‌صورت منطقه‌ای و تأثیر اندک کاهش قیمت جهانی گازبر روی قیمت صادراتی، بـا افزایش صادرات گاز به‌صورت خط لولـه، بـرای سـناریوی اول افـزایش درآمـد ارزی از ۳ میلیـارد دلار در سـال ۲۰۱۷ الـی ۲۳/۸ میلیـارد دلار در سـال ۲۰۲۰ و همچنـین در سناریوی دوم افزایش درآمد ارزی از ۳/۲۵ میلیارد دلار الی ۳۰/۱ میلیـارد دلار در سـال ۲۰۲۰ پیش‌بینی می‌گردد. درروش دوم در خصوص صادرات گاز به‌صورت LNG با توجه به کاهش قیمت هنری هاب و افزایش تولید گاز شیل که باعث کاهش قیمت گـاز ژاپـن به‌عنوان نماینده آسیا گردیده است، در صورت صادرات گاز به‌صورت LNG تـابع قیمـت

جهانی منطقه‌ای گاز خواهیم بود که این افـزایش صـادرات هرچنـد کـه باعـث افـزایش درآمد ارزی می‌شود ولی از دو گزینه صادراتی دیگر دارای درآمد ارزی کمتر می‌باشـد و همچنین مستلزم احـداث واحـدهای LNG بـوده کـه تـاکنون محقـق نگردیـده اسـت. درنهایت برای روش سوم یعنی صادرات گاز به‌صورت فرآورده GTL نیز در سناریوی اول باعث افزایش درآمد ارزی از ۴/۵۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۷ شده که انتظار می‌رود تـا ۱۵/۳۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۰ افزایش یابـد در سـناریوی دوم نیـز افـزایش درآمـد ارزی از ۴/۹ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۷ تا ۱۹/۴۴ میلیارد دلار در سـال ۲۰۲۰ بـرآورد می‌گردد. لذا با توجه به نتایج حاصل بهتر است در خصوص صادرات گاز به‌صـورت خـط لوله، بازار هدف بازار منطقه‌ای خاورمیانه تعیین شود و در کنـار صـادرات گـاز از طریـق خط لوله به صادرات گاز از طریق فناوری GTL توجه بیشتری شود و به‌دلیل ویژگی‌های مخازن گازی عظیم و متمرکز کشـورمان و همچنـین توانمنـدی‌هـای فنـی و مهندسـی موجود و ماشین‌آلات ونیز درآمد ارزی با ارزش افزوده بالاتر در این زمینه سرمایه‌گـذاری نماییم. در خصوص صادرات گاز به‌صورت LNG، با توجه به نتایج به‌دست آمده و مثبـت بودن رابطه قیمت گاز هنری هاب و افزایش تولید گاز شیل در جهـان و بـه‌خصـوص در صورت بهره‌برداری از مخازن گاز شیل در کشور چین و نیز با توجـه بـه سـرمایه‌گـذاری زیاد جهت ایجاد واحدهای LNG و بازگشت سرمایه کم، سرمایه‌گذاری جهت صادرات از طریق LNG اقتصادی نمی‌باشـد. ضـمناً بـا بـالا بـردن رانـدمان نیروگـاه‌هـای کشـور و همچنین احداث نیروگاه‌های جدید به‌خصوص نیروگـاه‌هـای سـیکل ترکیبـی کـه دارای راندمانی در حدود ۵۰ الـی ۶۰ درصـد مـی‌باشـند و اسـتفاده از گـاز بـه‌عنـوان سـوخت نیروگاه‌ها و انتقال و صادرات برق به کشورهای همسایه در دستور کار وزارت نفـت قـرار گیرد.

منابع

اخوان مهدی(۱۳۸۹)، "بررسـی روش‌هـای قیمـت‌گـذاری LNG در جهـان"، فصـلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال هجدهم،۱۵۰-۱۲۸: ۵۳

جنتی پور میثم،دهقانی تورج و حاجی یخچالی سیامک (۱۳۹۶)،"ارزیابی اقتصادی پروژه‌های بالادستی نفت و گاز با رویکرد اختیارات حقیقی (بهمراه مطالعه موردی)"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال سیزدهم، ۶۲-۳۳:۵۴.

جوان افشین و جوکار محمد صادق، "گاز شیل وسیاست‌های بین‌المللی انرژی: دیپلماسی گاز شیل ایالات متحده امریکا"، فصلنامه دیپلماسی انرژی، شماره ۱.

حیدری ابراهیم ولشنی فاطمه (۱۳۹۶)،"تجزیه و تحلیل بازده انرژی سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های نفت وگاز اقتصاد ایران"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال سیزدهم، ۲۲۳-۱۹۷:۵۴.

خلیلی عراقی منصور، وطنی علی، کسرایی زینب وحاجی حیدری آمنه (۱۳۸۷)، "ارزیابی اقتصادی تولید فرآورده‌های حاصل از فن‌آوری تبدیل گاز به مایع (GTL) در ایران" فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال پنجم، ۳۴-۱: ۱۸

خراسانی نسرین، مهدوی عادلی محمد حسین و سیفی احمد (۱۳۹۴)،" مقایسه ارزیابی اقتصادی صادرات LNG، GTL برای ایران"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال دهم، ۲۳۲-۲۰۲:۴.

رهبر فرهاد، رام منصوره (۱۳۸۶)،"مقایسه ارزیابی اقتصادی صادرات گاز از طریق خط لوله و LNG با صادرات فرآورده‌های پتروشیمی" فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال چهارم، ۱۳۶-۱۵۵ :۱۴

زیبا کلام، صادق و عرب عامری جواد (۱۳۹۳)، "منابع غیرمتعارف انرژی و جایگاه خلیج‌فارس در سیاست امنیت انرژی ایالات متحده " فصلنامه سیاست خارجی، سال بیست و هشتم، ۱۹۸-۱۷۳ :۱.

سیدزاده آبرس سیامک، دلاوری مجید و باباخانی مسعود (۱۳۹۶)، "عوامل مؤثر بر مخارج بهداشتی ایران و پیش‌بینی براساس مدل سیستم پویا"، مجله تحقیقات نظام سلامت حکیم، دوره بیستم، ۲۵۰-۲۴۰:۴.

طوفانی پریوش، مساعدی ابوالفضل، فاخری فرداحمد (۱۳۹۰)، "پیش‌بینی بارندگی با استفاده مستقیم از نظریه موجک" نشریه آب وخاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، ۱۲۲۶-۱۲۱۷: ۵

قاسمیان، سلیمان (۱۳۹۰)، "چشم‌انداز تجارت جهانی و منطقه‌ای گاز در افق ۲۰۳۵ و راهبردهای ایران برای توسعه گاز" ماهنامه اکتشاف و تولید، شماره ۸۰.

قاسمیان سلیمان و طباطبایی دیبا هومن (۱۳۹۲)، "انقلاب گازهای رسی (شیل‌های گازی) و آغاز عصر طلایی صنعت گاز طبیعی، رویکرد ژئوپلتیک، ماهنامه اکتشاف و تولید، شماره ۹۹.

محمدی تیمور و طاهرخانی علیرضا (۱۳۸۸)،"بررسی رابطه قیمت نفت خام وگاز طبیعی"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال ششم،۷۰-۵۳: ۲۲

نیکواقبال علی اکبر، گندلی علیخانی نادیا و نادری اسماعیل (۱۳۹۳)، "ارزیابی شبکه عصبی مصنوعی ایستا و پویا در پیش‌بینی قیمت سهام"، فصلنامه علمی و پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، سال هفتم، شماره ۲۲

ناجی میدانی علی اکبرو رحیمی غلامعلی (۱۳۹۵)،"تدوین استراتژی‌های حضور مؤثر ایران در مجمع کشورهای صادرکننده گاز"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال دوازدهم، ۲۸۹-۲۴۷:۵۱.

ناجی میدانی علی اکبر و رحیمی غلامعلی (۱۳۹۴)، "تعیین اولویت بازارهای صادراتی گاز طبیعی ایران"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال یازدهم، ۲۱۹-۱۸۱:۴۷.

نادعلی محمد و نصیری، سمیرا (۱۳۹۴) صنعت نفت وگاز شیل : فرصت یا تهدید، فصلنامه روند، سال بیست ودوم، ۱۵۴-۱۲۹:۲۷.

Abdul Munasib and CanS. Rickman (2015), Regional Economic Impacts of the shale gas and TighOil Boom : Asynthetic control l Analysis; Regional Science and Urban Economics ,1-17 .

BP Energy Out look 2035 (2014)

BP Statistical Review of World Energy(2016) .

BP Statistical Review of World Energy(2017) .

Charlesf. Mason , LucijaA. Muehlen Banchs and Sheil M. Olmastead (2014), The Economicsof shale gas Development Discussion paper; Resources for the Futhre .

International Energy Agency, key world energy statistics(2017) .

Jacopo Bellelli (2013), The shale gas Revolotion in U. S Global Implications Options for the EU;Pirectorate General for External policies .

K. B. Medlok (2012); Modling the Implications of E xpandedU. S Shale Gas Production;Energy Strategy reviews,33-41 .

Kentaka Aruga(2016), The U. S Shale gas Revolution And Its effect on international gas market, Jurnal of Unconentional oil And gas Resources,1-5.

Mehmet Melikoglu (2014); Shale gas :Analysis of Its role in the global Energy Market Renewable And Su stainable Energy Reviews, 460-468.

Sterman JDJD. Business Dynamics:Systems Thinking and Modeling for a Complex World(2000).

U. S. Energy information Administrution International Energy outlook (2013).

U. S Energy Information Administrution International Energy out look (2016) and Annual Energy out look (2016).

Zho Xingang, Kang Jiaoli and LanBie (2013), Focus on the Develop ment of Shale Gas in China Based on SWOT Analysis; Renewable and Sustainable Energy reviews, 603-613.

Wu ynna, ChenKaifeng , Yang yisheng and Feng tiantian (2015), Asystem Dynamics Analysis of Technology Cost And Policy that Affect the Market competition of shale gas in China; Renewable and Sustainable Energy Reviews; 235-243

A Study of the Shale Gas Production Effect on Anticipating the Foreign Exchange Earnings of Iran Gas Export Using the Econometrics Method and Dynamic System

Alireza Abaspour Chahardeh
Department of Industrial Engineering,KarajBranch,Islamic Azad University, alireza.abaspour57@gmail.com

Majid Delavari[1]
Assistante Professor, Department of Industrial Engineering,KarajBranch,Islamic Azad University, mjd_delavari@yahoo.com

Masoud Babakhani
Assistante Professor,Department of Industrial Engineering,Iran Science and TechnologyUniversity, m.babakhani@iust.ac.ir
Received: 2018/08/09 Accepted: 2018/12/24

Abstract

Using natural gas is known as a clean energy resource and apart from environmental aspect, it is economically and politically of great importance so that countries having conventional and unconventional gas resources have increased investment in novel tech developments especially in unconventional ones. The aim of this study is to analyze the effect of shale gas production on the gas price in the period of 1991 to 2017 and also predicting Iran's foreign exchange income from gas exportation during the years 1396 to 1399. To do this, U.S Henry Hub gas price variables, Germany and Japan gas prices in addition to shale gas production in the form of econometrics are used and to predict the price a combination of wavelet transform and artificial neural network with dynamic system is employed.. Considering the results and evaluating the foreign exchange incomes from gas exportations in different scenarios between 2017 to 2020, Iran's best way to export gas is through pipe lines in its zone and expediting investments in transforming the natural gas to Gas To Liquids (GTL), according to the available facilities and technologies and production capacity in the country.

JEL Classification:C01,C63,D42,N70,Q41

Keywords: ShaleGas, Econometrics, GasExportation, DynamicSystem, Wavelet Transform, Neural Network

---

1. Corresponding Author