فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هجدهم / شماره ۷۳/ تابستان ۱۴۰۱/ صفحات ۲۳-۱

# آینده پژوهی مصرف گاز طبیعی در ایران در افق ۲۰۳۰ ؛ رهیافت سناریو سازی مبتنی بر الگوی رگرسیون سانسور شده

**طاهره حاجی حسینی بغدادآبادی**[۱]
**دانشجوی دکترای اقتصاد نفت و گاز دانشگاه علامه طباطبائی. t.hajihoseini@gmail.com**

**عبدالرسول قاسمی**
**دانشیار گروه اقتصاد انرژی دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی. ghasemi.a@hotmail.com**

**تیمور محمدی**
**دانشیارگروه اقتصاد نظری دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی. atmahmadi@gmail.com**

**تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۷**

## چکیده

انتشار بیش از سه چهارم گازهای گلخانه‌ای توسط بخش انرژی باعث ایجاد تغییرات اقلیمی و اثرگذاری آن بر بخش‌های مختلف اقتصادی، سیاسی، اجتماعی شده است. تغییرات اقلیمی مصرف انرژی، از جمله مصرف گاز طبیعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این مقاله به آینده پژوهی مصرف گاز طبیعی در کشور باتوجه به تغییرات آب و هوایی تا سال ۲۰۳۰ (۱۴۰۹ ه.ش.) با استفاده از رهیافت ترکیبی اقتصادسنجی و سناریوسازی پرداخته است. پیش‌بینی می‌شود، مصرف گاز طبیعی، در چارچوب سناریوی پایه که مبتنی بر ادامه روند موجود و نتایج الگوی رگرسیون سانسورشده (توبیت) است، در سال ۲۰۳۰ به ۳۳۷ میلیارد مترمکعب برسد. همچنین آینده‌پژوهی مصرف گاز طبیعی در قالب هشت سناریو، مبتنی بر پیش‌بینی روند دو متغیر کلیدی تغییرات دما و قیمت گاز طبیعی و همچنین فرض تداوم روندهای گذشته متغیرهای تولید ناخالص داخلی، مصرف برق، شدت انرژی، مصرف فرآورده‌های نفتی و جمعیت، مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌ها نشان می‌دهد، افزایش ۴ درجه‌ای دما، مصرف گاز طبیعی را به ۳۵۸/۶ میلیاردمترمکعب (با ۷۸/۷ درصد رشد نسبت به سال ۲۰۱۶ و ۴۶//۸ رشد نسبت به سال ۲۰۲۰) در سال ۲۰۳۰ خواهد رساند، اما افزایش قیمت گاز طبیعی می‌تواند این روند را تا حدی تعدیل نماید.

**طبقه‌بندی JEL:** Q54، C24، Q47، Q31
**کلیدواژه‌ها:** تغییرات آب وهوایی، رگرسیون توبیت، سناریو سازی، پیش‌بینی تقاضای گاز طبیعی

---

۱. نویسنده مسئول

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

## ۱- مقدمه

با گذشت بیش از دو قرن از حاکمیت صنعت بر جوامع، تغییر اقلیم[1]به یک چالش جهانی و جدی برای محیط زیست تبدیل شده است. هیات بین دولتی تغییر اقلیم[2] فعالیت‌های انسانی را عامل اصلی گرمایش زمین می‌داند. بخش انرژی از پدیده تغییر اقلیم، که به صورت تغییرات متناوب درجه حرارت خود را نشان می‌دهد، تاثیر می‌پذیرد.

برای پیش‌بینی آثار تغییرات آب و هوایی از روش‌های آینده پژوهی به ویژه سناریوسازی استفاده می‌شود. کاربرد این روش‌ها معمولا با استفاده از مدل‌سازی اقتصادی و متغیرهای مختلف مانند جمعیت، تولید ناخالص داخلی، ساختار حکمرانی و الگوهای تغییر فناوری همراه بوده و سپس با طراحی سناریوهای مختلف به پیش‌بینی اثرات تغییرات آب و هوایی پرداخته می‌شود (تی اف سی دی[3]،۲۰۱۷).

این سناریوها را می‌توان به طور کلی به دو دسته تقسیم کرد: اول. سناریوهایی که در آن از سیاست‌های مختلف و مسیرهایی که منجر به دستیابی به نتیجه مطلوب می‌گردد، استفاده می‌شود (سناریوهای انتقال)؛ و دوم. سناریوهایی که با طیف وسیعی از غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر شروع شده و دامنه‌های احتمالی نتایج حاصله را بیان می‌کند.

سناریوهای آژانس بین‌المللی انرژی[4] تمایل به پیروی از رویکرد اول دارند و سناریوهای ای‌پی‌سی[5] از رویکرد دوم پیروی می‌کنند. سناریوهای محدود کردن افزایش میانگین دمای کره زمین تا ۲ درجه سانتیگراد در مقایسه با سطح قبل از انقلاب صنعتی و سپس ادامه تلاش برای محدود کردن این افزایش در سطح ۱/۵ درجه سانتیگراد و تثبیت آن از جمله سناریوهای بررسی شده توسط آژانس است. همچنین سناریوهای افزایش دمای زمین تا ۴ و یا ۶ درجه سانتی‌گراد نسبت به قبل از انقلاب صنعتی از دیگر سناریوهایی مورد بررسی آژانس است (تی‌اف‌سی‌دی،۲۰۱۷).

بیش از سه چهارم گازهای گلخانه‌ای توسط بخش انرژی انتشار می‌یابد و مهمترین خسارت سوخت‌های فسیلی، افزایش دی اکسید کربن است که منجر به تغییرات اقلیمی

1. Climate change
2. Intergovernmental Panel on Climate Change
3. Task Force on climate-related Financial Disclosures
4. International Energy Agency-IEA
5. Intergovernmental Panel on Climate Change

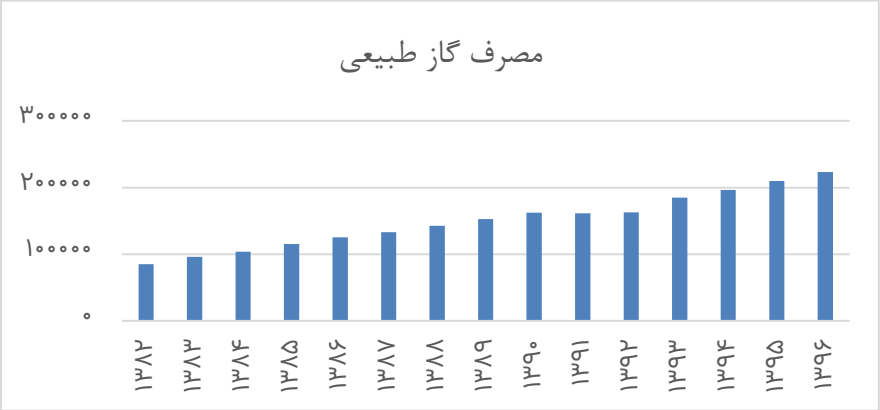
[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

و آثار زیان بار آن می‌شود. یکی از راه‌کارهای مقابله با تغییرات اقلیمی استفاده از گازطبیعی بجای دیگر سوخت‌های فسیلی است.

روند فزاینده مصرف گاز طبیعی تحت تأثیر عوامل متعددی است، از جمله: منابع عظیم قابل دسترس، تلاش جهانی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای و آلاینده ها، سهولت مصرف نهایی، هزینه زیست محیطی بسیار کم، تنوع مصرف در بخش‌های مختلف اقتصاد، امنیت انرژی و دیدگاه مطلوب و خوش بینانه مصرف‌کنندگان در مورد این انرژی در مقابل بدبینی که در مورد نفت وجود دارد. به همین علت کارشناسان مسائل انرژی گاز طبیعی را سوخت پاک و برتر می‌دانند (شاکری بستان آباد، ۱۳۹۹).

همچنین مصرف گاز طبیعی در مقایسه با دیگر منابع تجدیدناپذیر مزیت‌هایی دارد. گاز طبیعی می‌تواند بر خلاف برق ذخیره شود، همچنین نیروگاه‌های گازسوز جایگزین مطمئنی برای نیروگاه‌های هسته‌ای می‌باشند. علاوه بر این، مصرف گاز طبیعی انعطاف پذیری عملیاتی بهتر و هزینه سرمایه‌ای کمتری دارد و به لحاظ زیست محیطی کمتر مخرب است (اعظمی،۱۳۹۷).

در ایران مهم‌ترین ماده تأمین‌کننده انرژی، گاز طبیعی با حدود ۵۶ درصد از سبد انرژی است (ترازنامه انرژی،۱۳۹۶). نمودار ۱ مصرف رو به افزایش گاز طبیعی را طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۶ نشان می‌دهد.




**نمودار ۱- روند مصرف گاز طبیعی در ایران**

منبع: ترازنامه انرژی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۵-۱۳۹۴

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

روند افزایش مصرف گاز طبیعی در کشور و عواملی مانند جمعیت، شدت انرژی، به‌هم‌ریختگی الگوی مصرف گاز طبیعی در اثر گرما و سرمای بی‌موقع حاصل از تغییرات اقلیمی و افزایش درجه حرارت و استفاده بیشتر از برق برای خنک‌کننده‌ها موجب خواهد شد که قسمت عمده گاز طبیعی در داخل مصرف شود و گزینه‌های مهمی نظیر استفاده از آن برای افزایش بازیافت ذخایر نفت خام، تولید محصولات پتروشیمی و در نهایت صدور آن و افزایش تنوع در درآمدهای صادراتی کشور دور از دسترس قرار گیرد.

پیش‌بینی مصرف آتی گاز طبیعی در کشور، به ویژه با توجه به تغییرات اقلیمی، می‌تواند در برنامه‌ریزی برای مصرف بهینه آن، مدیریت مصرف داخلی، جلوگیری از قطعی گاز مشترکان، اعم از نیروگاه‌ها، صنایع و خانگی و تامین انرژی مطلوب تاثیر به‌سزایی داشته باشد.

مقاله حاضر، برای تحقق چنین هدفی، با استفاده از رهیافت ترکیبی مدل‌سازی اقتصادسنجی (رگرسیونی) و سناریوسازی، به پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی کشور در افق ۲۰۳۰ (۱۴۰۹ ه.ش.) می‌پردازد. در ادامه و پس از مقدمه، ابتدا مبانی نظری موضوع تشریح خواهد شد. سپس، روش‌شناسی ارائه شده، پس از آن به معرفی سناریوها پرداخته و پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی ایران در قالب سناریوهای مختلف تشریح و تحلیل شده است. در پایان نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی ارائه می‌شود.

## ۲- مروری بر ادبیات موضوع

به‌طور کلی نقطه شروع پیش‌بینی تقاضای انرژی طراحی معادلات تقاضای انرژی است. این معادلات از بهینه‌سازی تصمیم‌گیری افراد خانوارها و بنگاه‌ها به‌دست می‌آیند. در مدل‌سازی تقاضای انرژی ابتدا مخارج بین دو گروه از کالاها یعنی انرژی و غیرانرژی تخصیص می‌یابد. سپس کل مخارج مربوط به انرژی بین انواع حامل‌ها شکسته می‌شود. این فرآیند دو مرحله‌ای از نظر تئوری تنها تحت شرایط و قیود خاصی توجیه‌پذیر است (سهیلی۱۳۸۶).

نکته کلیدی در مورد تقاضای انرژی وجود تقاضای اشتقاقی برای انرژی است، زیرا انرژی می‌تواند به عنوان یک عامل در فرآیند تولید مورد استفاده قرار گیرد و انجام هر گونه فعالیت خدماتی و تولیدی از طریق مصرف انرژی امکان‌پذیر خواهد بود (اعظمی،۱۳۹۷). تقاضای انرژی تابعی از متغیرهای رایج مانند قیمت حامل‌های انرژی، درآمد، قیمت سایر کالاها، وهم‌چنین تعداد وسایل وتجهیزاتی است که مصرف کننده انرژی مصرف می‌کند، می‌باشد (استیونس،۱۳۹۰).

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

درجه حرارت ممکن است روی تقاضای انرژی به صورت غیرخطی اثر بگذارد. این غیرخطی بودن می‌تواند ناشی از تفاوت‌های جغرافیایی باشد (دی سیان،۲۰۰۷). همچنین روشن است که تقاضای انرژی با تغییرات دما در فصل‌های مختلف تغییر می‌کند. با کاهش دما در زمستان استفاده از سیستم‌های گرمایشی افزایش می‌یابد و در پایان فصل سرما و ابتدای بهار، انتظار می‌رود استفاده از سیستم‌های گرمایشی کاهش یابد. سطح درآمد نیز بر تقاضای انرژی تاثیر دارد، زیرا درآمد و ثروت ممکن است بر توانایی انطباق با تغییرات اقلیمی تأثیر بگذارد (دی سیان،۲۰۰۷).

با بهینه‌سازی می‌توان روابط تقاضا را برای متغیرهای تأثیرگذار به‌دست آورد. عوامل مؤثر برتقاضای انرژی را می‌توان به دو دسته عوامل اقتصادی (مانند: درآمد، قیمت‌های نسبی، شدت انرژی، قیمت حامل‌های جایگزین و...) و عوامل غیراقتصادی (مانند: عادات مصرفی، تغییر الگوی جامعه، متغیرهای آب و هوایی، تغییرات دما، میزان رطوبت و...) تقسیم نمود.

اولسن (۱۹۸۸) به‌طور خاص تقاضا برای انرژی را به‌صورت زیر تعریف می‌کند:

$$E=f\ (P, Y, Z)$$

که در آن E مصرف انرژی، P نماینده قیمت و Y درآمد واقعی یا سطح فعالیت و Z برداری از متغیرهای مستقل تأثیرگذار مانند آب و هوا و عوامل جغرافیایی و... می‌باشد.

## ۳- روش شناسی تحقیق

رهیافت سناریوسازی مبتنی بر الگوی رگرسیون سانسور شده، رهیافت برگزیده این مطالعه برای پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی در ایران، از بین روش‌های مختلف آینده‌پژوهی است. در این رهیافت، ابتدا تابع مصرف گاز طبیعی بر مبنای نظریه اقتصادی مدل‌سازی و برآورد می‌شود، سپس، سناریوی پایه بر مبنای تداوم روند قبلی طراحی و نتیجه (مصرف گاز طبیعی در افق مورد نظر) با استفاده از الگوی برآوردشده، محاسبه می‌گردد. در مرحله بعد، سایر سناریوها بر اساس نیروهای پیشران طراحی و با استفاده از الگوی رگرسیونی برآوردشده و نتایج وقوع هر یک از سناریوها محاسبه می‌شود[1]. در ادامه، ابتدا

۱. برای آشنایی بیشتر روش‌های مختلف آینده پژوهی مراجعه کنید به:عطاری و همکاران ۱۳۹۳

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

الگوی اقتصادسنجی به‌کار رفته در این مطالعه و چرایی کاربرد آن به اختصار تشریح و سپس روش طراحی سناریوها با استفاده از رهیافت مذکور ارائه می‌گردد.

### ۳-۱- الگوی رگرسیونی سانسورشده (توبیت)

در این پژوهش با استفاده از داده‌های استانی به تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی پرداخته شده و از آنجایی که بعضی از استان‌های کشور در بازه زمانی مورد مطالعه به دلایل مختلف مصرف گازطبیعی نداشته‌اند، لذا استفاده از روش‌های معمول اقتصادسنجی کارآمد نبوده و ضرایب برآوردشده تورش‌دار خواهند بود. مدل توبیت به منظور بررسی روابط خطی در شرایطی که در مورد متغیر وابسته یک حد بحرانی در سمت راست یا چپ مشاهده گردد، استفاده می‌شود. درتابع تقاضای گاز طبیعی متغیر $Y_i^*$ معرف گرایش به مصرف گاز طبیعی است که غیرقابل‌مشاهده است. این مقدار تقاضا منعکس‌کننده مصرف گاز طبیعی جامعه نبوده، زیرا به دلیل محدویت‌های امکان مصرف گاز برای برخی استان‌ها در بعضی از سال‌ها وجود نداشته در حالی که تمایل به مصرف گاز برای این استان‌ها وجود داشته است. بنابراین عملاً $Y_i^*$ برای تعدادی از دوره‌ها صفر گزارش می‌شود. در چنین مواردی می‌توان از مدل توبیت استفاده کرد. ساختار الگوی توبیت امکان استفاده از هر دو گروه از مشاهدات صفر و غیرصفر را فراهم می‌کند. به عبارتی در برآورد چنین الگویی از مجموعه داده‌های تقاضاکنندگان بالفعل و بالقوه استفاده می‌شود[1].

در این مدل رگرسیونی جزء اخلال دارای همسانی واریانس و توزیع نرمال است که درآن $u_{i\sim}(0,\partial^2{}_u)$ و متغیر وابسته غیرقابل‌مشاهده دارای توزیع نرمال می‌باشد.

$Y_i$ مشاهده‌شده به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Y_i^* = X_i'\beta + u_i$$
$$Y_i^* \leq 0 \Rightarrow Y_i = 0$$
$$Y_i^* > 0 \Rightarrow Y_i = Y_i^*$$

1. Mcdonald, (1982)

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

از آنجا که $Y_i^*$ توزیع نرمال دارد، لذا طبق معادله بالا توزیع پیوسته روی مقادیر مثبت دارد. $u_i$ دارای توزیع نرمال و مستقل از x است.

با استفاده از این تابع توزیع، تابع درستنمایی را به صورت زیر تشکیل می‌دهیم (ولدریج[1]،۲۰۱۳)[2]:

$$L = p\,(Y_i=0)\; p\,(Y_i>0) = (1-\emptyset_i)\Pi\;\varphi(Y_i) = (1-\emptyset_i)(2\pi\delta^{2\frac{\pi}{2}}e^{\frac{\sum(Y_i-X_i'\beta)^2}{2\partial^2}})$$

## ۳-۲- روش طراحی سناریو

شوارتز[3] (۱۹۹۱)، سناریو را ابزاری برای نظم بخشیدن به ادراکات فرد در مورد آینده‌های بدیل کـه در آن، تصمیم فرد می‌تواند به درستی اجرا شود، تعریف می‌کند.

سناریوها برای توصیف روند آینده و این که چگونه می‌توان از شرایط کنونی بـه یکی از آینده‌های ممکن رسید، به کار می‌روند. در ایـن حالت، فرایندهای علت و معلولی و زنجیره اتفاقات و رویدادها و شرایط محیطی حال که می‌تواند بر آینده تأثیرگذار باشند، را شناسایی می‌کنند. به همین دلیل وقوع یک سناریو حتمی نیست، (آینده پژوهی، ۱۳۸۸).

شوارتز (۱۹۹۱)، گام‌های طراحی سناریو را اینگونه توصیف می‌کند:

### ❖ گام اول: مشخص کردن موضوع اصلی

سناریوسازی با تمرکز بر یک تصمیم یا موضوع مشخص شروع می‌شود، موضوعی که پیش‌بینی روند آتی آن اهمیت تعیین‌کننده‌ای دارد.

### ❖ گام دوم: مشخص کردن عوامل (نیروهای) کلیدی و فرآیندهای محیطی

تهیه فهرستی از عوامل کلیدی که بر موفقیت و یا شکست تصمیم تاثیر می‌گذارد (عطاری ،۱۳۹۳).

1.Wooldridge

۲. مبانی نظری مدل‌سازی تقاضای گاز طبیعی و جزئیات طراحی الگو توسط حاجی‌حسینی بغدادآبادی و همکاران (۱۴۰۰) تشریح شده است.

3. Peter Schwartz

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

**❖ گام سوم:تعیین نیروهای محرک و پیشران**

تعیین و شناسایی نیروهای محرک و پیشران بنیادی نقطه عطف و مرحله مهمی در سناریوسازی است. نیروهای پیشران، عناصری هستند کـه باعث حرکت و تغییر در طرح اصلی سناریو شده و خط سیر داستان‌ها را مشخص می کنند.

**❖ گام چهارم: اولویت بندی بر مبنای اهمیت و عدم قطعیت**

مرتب کردن عوامل کلیدی و نیروهای پیشران بر مبنای اجماع و توافق با توجه به اهمیت اثر موضوع که در گام اول مشخص شده و میزان عدم قطعیت عوامل و روندهایی که در گام دوم و سوم شناسایی شده‌اند، انجام می‌گیرد. در واقع مقصود از این گام، تعیین فاکتورهایی است که معیار تفاوت سناریوها می‌باشد تا بتوانیم به تعداد محدودی سناریو با تفاوت‌های چشمگیری برسیم (عطاری،۱۳۹۳).

**❖ گام پنجم: انتخاب منطق سناریو یا نقشه حرکت**

نتیجه رتبه‌بندی نیروهای پیشران در گام چهارم به دست آوردن محورهای بنیادی پیش رو و کلیدی در سناریوهای احتمالی است. فرض‌های مختلف درباره این محورها منجر به تدوین سناریوهای مختلف می‌شود. با مشخص شدن محورهای بنیادین و عدم‌قطعیت‌های تعیین کنند، لازم است آن‌ها در یک ماتریس نمایش داده شوند، تا منطق سناریوهای مختلف و جزییات آن‌ها مشخص شود؟ مدار منطق هر سناریو به وسیله جایگاه آن در ماتریس، مهمترین نیروهای پیشران سناریو را مشخص می‌کند (مردوخی،۱۳۹۵).

**❖ گام ششم: تدوین سناریو**

با مشخص شدن نیروهای کلیدی در گام‌های دوم و سوم در این مرحله، سناریوهایی که حالا چارچوب کلی آن فراهم شده، تکمیل می‌شود. با معین شدن عوامل کلیدی مشخص می‌شود که کدام جنبه از یک نااطمینانی در کدام سناریو قرار داده شود (مردوخی،۱۳۹۵).

**❖ گام هفتم: بررسی پیامدها و نتایج هر سناریو**

با تدوین سناریوها تصمیم یا موضوع اصلی که در گام نخست تعیین شده بود، با فرض وقوع یکایک سناریوها، مورد تحلیل و ارزیابی قرار می‌گیرد (آینده پژوهی ،۱۳۸۸).

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

### ❖ گام هشتم: تعیین شاخص‌های راهنما

با انتخاب شاخص‌ها می‌توان دریافت که آینده چگونه در حال شکل‌گیری است و چه نسبتی با تصمیمات اتخاذ شده دارد. انسجام منطقی در سناریوها این امکان را فراهم می‌کند که آثار و الزامات شاخص‌های کلیدی هر سناریو قابل استخراج باشد (مردوخی،۱۳۹۵).

## ۴- طراحی سناریوها

در این مقاله از گام‌های هشت‌گانه مدل شبکه کسب و کار جهانی[1] (GBN) سناریوسازی برای پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی در ایران تا افق ۲۰۳۰ استفاده شده است. در این قسمت، نتایج گام‌های اول تا پنجم تشریح شده است و یافته‌های ناشی از برداشتن گام‌های بعدی در قسمت‌های بعدی مقاله ارائه شده است.

اولین گام در هر پیش‌بینی مبتنی بر سناریو، تعیین موضوع کلیدی است. مصرف آتی گازطبیعی کشور ارتباط تنگاتنگی با محیط زیست و به تبع آن با تغییرات آب و هوایی دارد، موضوع کلیدی است که این مطالعه بر آن تمرکز دارد.

گام دوم مشخص کردن عوامل کلیدی است. همانطور که در قسمت دوم توضیح داده شد، در رهیافت منتخب این مطالعه که ترکیبی از مدل‌سازی اقتصاسنجی (رگرسیونی) و سناریوسازی است، به منظور شناسایی و استخراج عوامل کلیدی مؤثر بر مصرف گاز طبیعی از الگوی رگرسیونی سانسورشده (توبیت) استفاده شده است. در این مدل‌سازی، با استفاده از مبانی نظری، متغیرهای موثر برتقاضای گاز طبیعی؛ تولید ناخالص داخلی، جمعیت، مصرف فرآورده‌های نفتی، شدت انرژی، درجه حرارت، که به دو متغیر نیاز به سرمایش و نیاز به گرمایش تجزیه شده است، قیمت واقعی گاز طبیعی، مصرف برق در نظر گرفته شده است.

در گام سوم از رویکرد تحلیل آماری برای تعیین عدم قطعیت و سنجش میزان اثرگذاری متغیرها در گذشته، به عنوان مبنایی برای تعیین نیروهای پیشران استفاده شده است. بر این اساس، در تعیین پیشران‌های کلیدی باید متغیرهایی انتخاب شود که بیشترین عدم قطعیت را داشته و بر روند آتی موضوع اصلی (مصرف گاز طبیعی در ایران) مؤثرند و متغیرهایی که ضریب اهمیت بیشتری در مدل دارند.

1. Global Buiness Network

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

ارزیابی میزان اثرگذاری از طریق برآورد اثرات نهایی در الگوی رگرسیونی صورت پذیرفته است که فرم کلی تبعی آن به صورت زیر است و برای دوره زمانی سال‌های (۱۳۹۴- ۱۳۸۲) با استفاده از داده‌های ۳۱ استان کشور که از ترازنامه انرژی، مرکز آمار ایران و بانک مرکزی اخذ شده، تخمین زده شده است[۱].

Tcgas = f(GDP, coil, hdd, cdd, $P_{gas}$, t, EC, cElec, pop)

Tcgas متغیر وابسته، مصرف گاز طبیعی به تفکیک استان‌های کشور (میلیون مترمکعب) است که شامل مصرف نهایی و مصرف بخش انرژی (پالایشگاه‌ها ونیروگاه‌ها و واحدهای کوره‌بلند) می‌باشد. متغیرهای مستقل مدل که همگی بر اساس داده‌های استانی تعریف شده‌اند، عبارتند از: GDP (تولید ناخالص داخلی) به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳؛ coil[۲]مصرف فرآورده‌های نفتی به جزء بنزین (هزار لیتر) که شامل نیروگاه‌ها نیز می‌باشد؛ متغیرهای نیاز به سرمایش (cdd)[۳] و نیاز به گرمایش (hdd) دو متغیری هستند که با توجه به درجه آستانه (۱۸درجه سانتی‌گراد) از درجه حرارت سالانه استان‌های کشور بدست آمده‌اند؛$P_{gas}$ قیمت واقعی گاز طبیعی می‌باشد که برای محاسبه آن قیمت اسمی با شاخص CPI هر استان تعدیل شده است. همچنین، t متغیر روند و EC شدت انرژی است که از تقسیم مصرف نهایی انرژی بر تولید ناخالص داخلی هر استان بدست آمده است. cElec مصرف برق (گیگاوات ساعت) شامل برق است. متغیر pop جمعیت استان‌های کشور است که برای استان‌های البرز و با توجه به تقسیمات سیاسی جدید انجام شده در سال‌های ۱۳۸۴ و۱۳۹۰ تعدیل شده است.

تخمین مدل توبیت با استفاده از نرم افزار Stata16 انجام شده و نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. آماره‌های والد محاسبه‌شده به میزان ۳۹۰۶۷/۸۴ و لگاریتم درست‌نمایی محاسباتی معادل ۲۶۵۷۲۹/۸ حاکی از معنی‌دار و مناسب‌بودن مدل است.

---

۱. برای آشنایی بیشتر با جزئیات الگو و چگونگی تخمین آن، رجوع شود به: حاجی‌حسینی بغدادآبادی و همکاران (۱۴۰۰)

2. Consumption of oil

۳. روش روز درجه یک روش رایج برای برآورد تقاضای انرژی می‌باشد. در این روش تقاضای انرژی به سه جزء (غیرحساس به دما، نیاز به سرمایش و نیاز به گرمایش) تقسیم می‌شود. در این روش یک آستانه دمایی برای گرمایش و سرمایش در نظر گرفته می‌شود، که این آستانه بسته به اهداف مطالعه و ویژگی‌های اقلیمی متفاوت است. با استفاده از این آستانه متغیرهای روز درجه گرمایش و سرمایش ساخته می‌شود.

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

آماره LR حاصل بکارگیری این متغیرها ۵۲۰ هزار می‌باشد که نشان دهنده قدرت مدل در توضیح‌دهندگی متغیرهای مستقل می‌باشد.

**جدول ۱- نتایج مدل توبیت**

| متغیرها | ضریب براورد شده | خطای استاندارد | Z | P>\|z\| | اثرات نهایی |
|---|---|---|---|---|---|
| EC | ۶۷/۵ | ۳/۱۳ | ۲۱/۵۴ | ۰/۰۰۰ | ۲۱۹ |
| CDD1 | ۲۱/۵ | ۱/۲۵ | ۱۷/۲ | ۰/۰۰۰ | ۹۲۲/۶ |
| HDD1 | ۴۶/۱۵ | ۱۱/۵ | ۳/۹ | ۰/۰۰۰ | ۱۰۵/۱ |
| coil | -۰/۰۰۰۳ | ۰/۰۰۰۰۱۸ | -۱۸/۸ | ۰/۰۰۰ | -۶۲۲/۷ |
| cElec | ۰/۱۶۶ | ۰/۰۰۵ | ۳۲/۷ | ۰/۰۰۰ | ۹۰۴ |
| t | ۱۷۰/۵ | ۲/۲ | ۷۵/۵ | ۰/۰۰۰ | ۱۱۹۳/۵ |
| gdps | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۰۰۳ | ۶۲/۴ | ۰/۰۰۰ | ۱۴۷۶/۷۱ |
| pgas | -۹۴/۱۵ | ۳۳/۶ | -۲/۸ | ۰/۰۰۰ | -۶۷/۲ |
| pop | ۰/۰۰۰۱۷ | ۰/۰۰۰۰۲ | ۷/۴ | ۰/۰۰۰ | ۴۰۷/۶ |

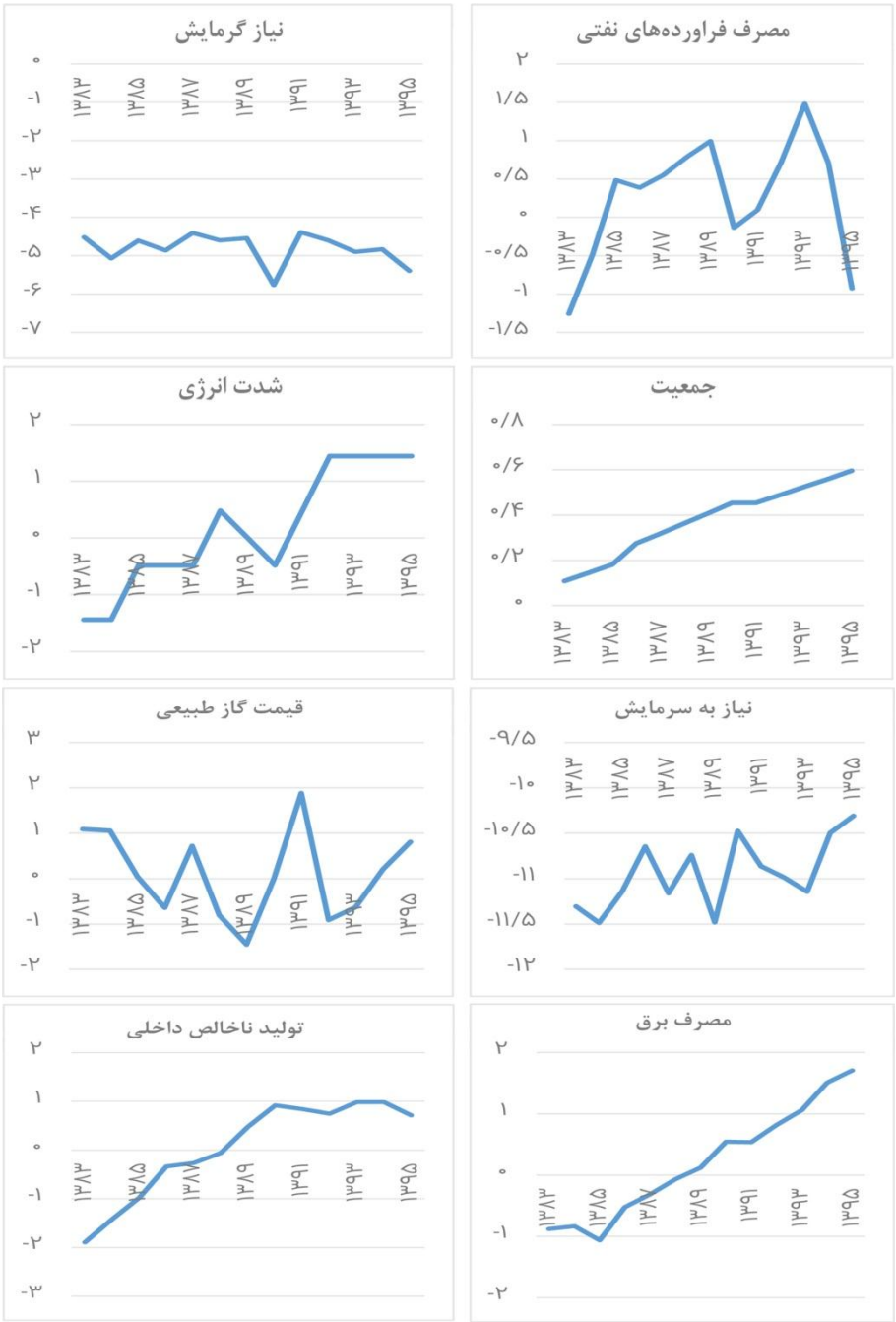
ماخذ: حاجی‌حسینی بغدادآبادی و همکاران (۱۴۰۰)

ارقام برآورد شده برای اثرات نهایی (ستون آخر جدول) نشان می‌دهد، متغیرهای تولید ناخالص داخلی، روند، نیاز به سرمایش، شدت انرژی، مصرف برق و نیاز به گرمایش، به ترتیب بیشترین اثر را بر مصرف گاز طبیعی کشور طی دوره مورد بررسی داشته‌اند که مبنای ارزیابی برای میزان اثرگذاری می‌باشند.

برای سنجش عدم قطعیت‌ها، از بررسی و تحلیل آماری روند گذشته متغیرها و از شکل استانداردشده داده‌ها به منظور مقایسه بهتر استفاده شده است. بررسی داده‌های مربوط به متغیرهای جمعیت، تولید ناخالص داخلی، شدت انرژی، مصرف برق و مصرف فرآورده‌های نفتی نشان می‌دهد که این متغیرها روند بدون تلاطمی را طی دوره مورد نظر داشته اند. متغیر قیمت گاز طبیعی در زمان هدفمند کردن یارانه‌ها دچار جهش قابل توجه شده است. متغیرهای حاصل از دما یعنی متغیر نیاز به سرمایش و نیاز به گرمایش نیز طی سال‌های ۱۳۸۲تا ۱۳۹۴ روند پر نوسانی را داشته‌اند. لذا این سه متغیر در زمره متغیرهای پرنوسان و دارای عدم قطعیت دسته بندی می‌شوند. نوسانات دو متغیر اخیر وابسته به تغییرات اقلیمی است که در متغیر دما منعکس شده است.

نمودار ۲ استانداردشده متغیرهای مورد مطالعه را نشان میدهد که سه متغیر نیاز به سرمایش و نیاز به گرمایش و قیمت گاز طبیعی به عنوان متغیرهای پر نوسان را نشان می‌دهد.

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]




**نمودار ۲- متغیرهای استاندارد شده مدل**

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

گام چهارم سناریوسازی به رتبه‌بندی متغیرها بر اساس اهمیت و عدم قطعیت اختصاص دارد. جدول ۲ میزان عدم قطعیت و اثرگذاری متغیرهای فوق که بر اساس ارزیابی یافته‌های تخمین مدل و بدست آوردن عدم قطعیت‌ها رتبه بندی شده است را نشان می‌دهد:

**جدول ۲- اثرگذاری و عدم قطعیت متغیرها**

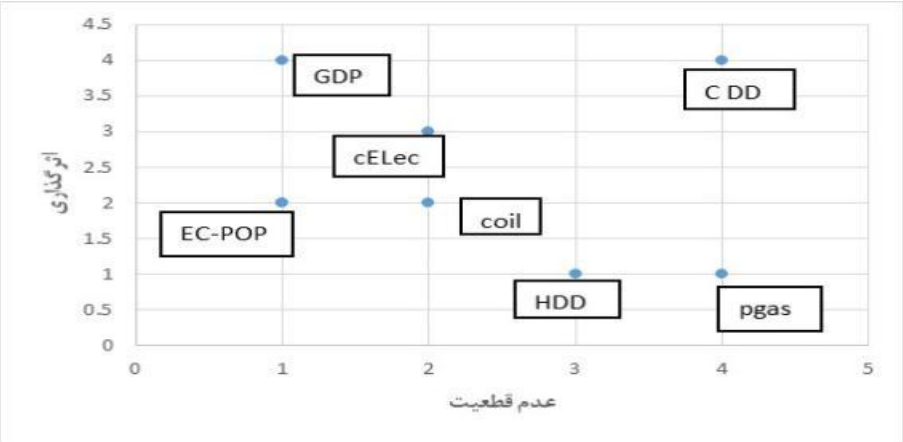
| متغیر ها | میزان اثر گذاری | عدم قطعیت |
|---|---|---|
| تولید ناخالص داخلی | ۴ | ۱ |
| نیاز به سرمایش | ۴ | ۴ |
| نیاز به گرمایش | ۱ | ۳ |
| شدت انرژی | ۲ | ۱ |
| مصرف برق | ۳ | ۲ |
| مصرف فرآورده‌های نفتی | ۲ | ۲ |
| جمعیت | ۲ | ۱ |
| قیمت گاز | ۱ | ۴ |

عدد۴بیشترین و عدد ۱کمترین

ماخذ:یافته‌های تحقیق

در نمودار ۳ وضعیت متغیرهای کلیدی از نظر تاثیر و عدم قطعیت، برمبنای داده‌های جدول ۳ مشخص شده است. در این نمودار، عدم قطعیت روی محور افقی و میزان تاثیرپذیری روی محور عمودی نشان داده شده است. دو متغیرجمعیت و شدت انرژی به واسطه تشابه اعداد بر روی یک نقطه نشان داده شده است. با مشخص شدن متغیرهای پیشران می‌توان به سناریو سازی بر اساس پیش‌بینی‌های موجود از وضعیت آینده این متغیرها پرداخت.

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]




**نمودار۳- تعیین متغیرهای کلیدی**

در گام پنجم سناریوسازی که به انتخاب نقشه حرکت اختصاص دارد، با مشخص شدن محورهای بنیادین عدم قطعیت دو متغیر قیمت گاز طبیعی و درجه حرارت می‌توان سناریوهای مختلف را طراحی کرد. به این منظور، به بررسی حالات ممکن برای متغیرهای مذکور می‌پردازیم.

در مورد درجه حرارت که نوسانات آن، عامل اصلی عدم قطعیت دو متغیر نیاز به گرمایش و نیاز به سرمایش شناسایی شد، از سناریوهای IEA در مورد درجه حرارت استفاده می‌شود. دو سناریوی مورد نظر آژانس بین‌المللی انرژی، افزایش ۲درجه‌ای دما و افزایش۴ درجه‌ای دما تا سال ۲۰۳۰ است (آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۵). بر این اساس، داده‌های مربوط به دو متغیر مذکور به نحوی که درجه حرارت از سال شروع پیش‌بینی (۲۰۱۶) که با توجه به سال خاتمه دوره زمانی داده‌های به کار رفته در مدل رگرسیونی انتخاب شده، به نحوی افزایش یابد که در سال انتهایی، یک بار به میزان ۲ درجه و یک بار به میزان ۴ درجه افزایش یافته باشد، محاسبه شده است.

در خصوص قیمت گاز طبیعی، بررسی و سناریوسازی بر مبنای دو حالت: الف) افزایش قیمت به نسبتی از قیمت بین‌المللی آن و ب) افزایش قیمت به صورت تکرار تجربه قبلی هدفمندسازی یارانه‌ها در سال ۱۳۸۹، انجام می‌شود. بانک جهانی و آژانس بین‌المللی انرژی قیمت گاز را تا سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی کرده اند که در جدول ۳ نشان داده شده است (برای سال‌های ۲۰۲۵ تا ۲۰۳۰ داده‌ها با درون‌یابی بدست آمده است). در سناریوی افزایش قیمت گاز به نسبتی از قیمت بین‌المللی، فرض می‌شود که از

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

ابتدای برنامه هفتم توسعه، قیمت گاز به ۵۰ درصد قیمت بین‌المللی آن افزایش یابد. برای محاسبه این عدد فرض کرده‌ایم که در سال۲۰۲۱ قیمت دلار ۲۳ هزار تومان خواهد بود و در سال ۲۰۲۲ با رشد ۱۰ درصدی به ۲۵,۳ هزار تومان افزایش خواهدیافت.

**جدول ۳- قیمت‌های پیش‌بینی شده گاز طبیعی تا سال ۲۰۳۰**

| سال | بانک جهانی | IEA |
|---|---|---|
| **۲۰۲۲** | ۲,۸۷ | ۲,۶۸ |
| **۲۰۲۳** | ۲,۹۵ | ۲,۷۸ |
| **۲۰۲۴** | ۳,۰۲ | ۲,۹۵ |
| **۲۰۲۵** | ۳,۱ | ۳,۲۷ |
| **۲۰۲۶** | ۳,۱۸ | ۳,۶۴ |
| **۲۰۲۷** | ۳,۲۶ | ۳,۹ |
| **۲۰۲۸** | ۳,۳۴ | ۴,۱۱ |
| **۲۰۲۹** | ۳,۴۲ | ۴,۲۲ |
| **۲۰۳۰** | ۳,۵۲ | ۴,۲۶ |

Source: natural-gas-price-forecast-2021-2022-and-long-term-to-2050; available at: knoema.com/ncszerf

بنابراین متوسط قیمت‌های پیش‌بینی شده توسط بانک جهانی و آژانس بین‌المللی انرژی در این سال را در نرخ مذکور ضرب کرده و چون قیمت‌های ارایه شده بر حسب میلیون بی‌تی‌یو[1] می‌باشد و هر میلیون بی‌تی‌یو معادل ۲۸/۲۶ متر مکعب است، قیمت‌های پیش‌بینی شده را بر این عدد تقسیم کرده‌ایم. در مرحله بعد قیمت مذکور را بر شاخص قیمت مصرف‌کننده در هر استان و با توجه به روند آن در سال۲۰۲۲ تقسیم کرده ایم تا به داده‌های مورد نیاز در مورد پیش‌بینی قیمت واقعی گاز طبیعی در هر استان در سال ۲۰۲۲ دست یابیم. برای محاسبه داده‌ها در مابقی سال‌ها تا سال ۲۰۳۰، رشد قیمت واقعی در این سال را به روند قیمت‌های قبلی، تعمیم دادیم.

1. MMBTU / MBTU, means One Million British Thermal Units (BTU)

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

در حالت دوم، فرض شده، قیمت واقعی گاز طبیعی در هر استان در سال ۲۰۲۲ (ابتدای برنامه هفتم توسعه) جهشی مشابه تغییر قیمت واقعی گاز طبیعی در سال ۱۳۸۹ خواهد داشت و در مابقی سال‌ها نیز همین نرخ رشد به قیمت واقعی گاز در هر استان تسری خواهد یافت.

در هر دو حالت فرض‌شده برای تغییرات قیمتی، میزان قیمت واقعی گاز طبیعی در سال‌های ۲۰۱۶ (شروع پیش‌بینی) تا سال ۲۰۲۱ بر مبنای تداوم روند قبلی خواهد بود.

## ۵- معرفی سناریوها و نتایج آن

در این قسمت، یافته‌های مطالعه مبتنی بر اجرای گام‌های ششم و هفتم سناریوسازی تشریح می‌شود. ابتدا سناریوهای تدوین‌شده معرفی می‌شود و سپس نتایج و پی‌آمدهای تحقق هر سناریو بررسی و تحلیل می‌گردد.

### ۵-۱- معرفی سناریوها

گام ششم، به تدوین سناریوها اختصاص دارد. همانطور که پیش از این توضیح داده شد، در رهیافت ترکیبی، ابتدا سناریوی پایه بر اساس پیش‌بینی مدل مبتنی بر استمرار روند گذشته در نظر گرفته خواهد شد، سپس بر مبنای یافته‌های گام‌های قبلی و حالات ممکن برای نیروهای پیشران، سایر سناریوها تدوین می‌شود. جدول (۴)، سناریوها طراحی شده (۹ سناریو) بر این مبنا را معرفی می‌نماید:

**جدول ۴- معرفی سناریوها**

| نام سناریو | مفروضات سناریو |
|---|---|
| تداوم روند گذشته | روند گذشته متغیرهای اثرگذار بر مصرف گاز طبیعی در افق پیش‌بینی ادامه خواهد یافت |
| قطار بدون ترمز | دما تا ۲۰۳۰ دو درجه افزایش خواهد یافت. سایر متغیرهای اثرگذار، از جمله قیمت گاز طبیعی روند گذشته خود را ادامه خواهند داد |
| گوی آتشین | دما تا ۲۰۳۰ چهار درجه افزایش خواهد یافت. سایر متغیرهای اثرگذار، از جمله قیمت گاز طبیعی روند گذشته خود را ادامه خواهند داد |

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

| نام سناریو | مفروضات سناریو |
|---|---|
| رویای طلایی | قیمت گاز طبیعی در سال ابتدایی برنامه هفتم توسعه (۲۰۲۲) جهشی مشابه اجرای برنامه هدفمندی یارانه‌ها خواهد داشت و تا افق پیش‌بینی بر مبنای روند رشد خواهد کرد. سایر متغیرهای اثرگذار، از جمله دما روند گذشته خود را ادامه خواهند داد |
| سایه آفتاب | قیمت گاز طبیعی در سال ابتدایی برنامه هفتم توسعه (۲۰۲۲) به ۵۰ درصد قیمت بین‌المللی آن افزایش خواهد یافت و تا افق پیش‌بینی بر مبنای روند رشد خواهد کرد. سایر متغیرهای اثرگذار، از جمله دما روند گذشته خود را ادامه خواهند داد |
| امید | دما تا ۲۰۳۰ دو درجه افزایش خواهد یافت و قیمت گاز طبیعی در سال ابتدایی برنامه هفتم توسعه (۲۰۲۲) جهشی مشابه اجرای برنامه هدفمندی یارانه‌ها خواهد داشت و تا افق پیش‌بینی بر مبنای روند رشد خواهد کرد. سایر متغیرهای اثرگذار روند گذشته خود را ادامه خواهند داد |
| تردید | دما تا ۲۰۳۰ دو درجه افزایش خواهد یافت و قیمت گاز طبیعی در سال ابتدایی برنامه هفتم توسعه (۲۰۲۲) به ۵۰ درصد قیمت بین‌المللی آن افزایش خواهد یافت و تا افق پیش‌بینی بر مبنای روند رشد خواهد کرد. سایر متغیرهای اثرگذار روند گذشته خود را ادامه خواهند داد |
| آب وآتش | دما تا ۲۰۳۰ چهار درجه افزایش خواهد یافت و قیمت گاز طبیعی در سال ابتدایی برنامه هفتم توسعه (۲۰۲۲) جهشی مشابه اجرای برنامه هدفمندی یارانه‌ها خواهد داشت و تا افق پیش‌بینی بر مبنای روند رشد خواهد کرد. سایر متغیرهای اثرگذار روند گذشته خود را ادامه خواهند داد |
| بیم و امید | دما تا ۲۰۳۰ چهار درجه افزایش خواهد یافت و قیمت گاز طبیعی در سال ابتدایی برنامه هفتم توسعه (۲۰۲۲) به ۵۰ درصد قیمت بین‌المللی آن افزایش خواهد یافت و تا افق پیش‌بینی بر مبنای روند رشد خواهد کرد. سایر متغیرهای اثرگذار روند گذشته خود را ادامه خواهند داد |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

### ۵-۲- نتایج سناریوها

در گام هفتم، نتایج و پیامدهای تحقق هر سناریو بر مصرف گاز طبیعی ایران بررسی و تحلیل می‌شود. پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی ایران در سال ۱۴۰۹ در نتیجه عملی‌شدن هر یک از سناریوهای نه‌گانه در جدول (۵) آمده است. در ستون سوم جدول، نرخ رشد سالیانه مصرف گاز طبیعی طی دوره زمانی پیش‌بینی (۱۳۹۵ تا ۱۴۰۹)، در ستون چهارم جدول، نرخ رشد مصرف در سال انتهایی (۱۴۰۹) نسبت به سال ابتدایی (۱۳۹۵) و نهایتاً در آخرین ستون میزان رشد مصرف گاز طبیعی در هر سناریو نسبت به سناریوی پایه ذکر شده است.

بررسی مقایسه‌ای نتایج سناریوها نشان می‌دهد که:

**اول**: در راستای نظریه تقاضا، افزایش قیمت واقعی گاز طبیعی به تنهایی و حفظ روند سایر متغیرها از جمله دما (سناریوهای رؤیای طلایی و سایه آفتاب)، مصرف این حامل انرژی را نسبت به سناریوی پایه کاهش می‌دهد.

**دوم**: افزایش دو درجه‌ای دما، در حالی که سایر متغیرها، از جمله قیمت، روند گذشته را ادامه می‌دهند (سناریوی قطار بدون ترمز)، موجب کاهش مصرف گاز طبیعی می‌شود که می‌تواند ناشی از کاهش مصرف وسایل گرم‌کننده در استان‌های سردسیر و عدم افزایش بیش از روند پیش‌بینی شده مصرف برق در سناریوی روند گذشته باشد. برای روشن شدن موضوع، میانگین دمای استان‌های کشور در این بازه زمانی محاسبه شد، سپس استان‌های کشور بر اساس میانگین بدست آمده به دو گروه بالاتر از میانگین و پایین‌تر از میانگین تقسیم گردیدند. نتایج نشان داد که با افزایش دو درجه‌ای دما نرخ رشد سالیانه مصرف گاز طبیعی در استان‌هایی که پایین تر از میانگین هستند از ۵/۵ درصد به ۴/۷ درصد کاهش می‌یابد، که می‌تواند ناشی از کاهش نیاز به گرمایش در این استان‌ها باشد. اما در استان هایی که بالاتر از میانگین هستند نرخ رشد مصرف گاز طبیعی از ۴/۳ به ۴/۴ درصد افزایش می‌یابد که احتمالا به خاطر افزایش استفاده از وسایل خنک‌کننده می‌باشد. با افزایش درجه حرارت تا ۴درجه در حالی که سایر متغیرها، از جمله قیمت، روند گذشته را ادامه می‌دهند (سناریوی گوی آتشین) و نیاز به افزایش استفاده از وسایل خنک کننده که عمدتاً از برق استفاده می‌کنند باعث می‌شود مصرف گاز طبیعی نسبت به سناریوی پایه افزایش یابد که می‌تواند ناشی از این باشد

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

که در تولید برق بیشتر از گاز طبیعی استفاده می‌شود. در هر دو گروه از استان‌های کشور (شامل بالاتر از میانگین و پایین تر از میانگین) نرخ رشد سالیانه مصرف گاز طبیعی طی این سناریو افزایش می‌یابد. از آن جایی که تعداد کمی از استان‌ها از درجه حرارت پایین برخوردار هستند، با تداوم افزایش درجه حرارت تعدادی از استان هایی که پایین‌تر از میانگین هستند به درجه آستانه (۱۸) نزدیک شده و با عبور از این آستانه، مصرف گازطبیعی در این استان‌ها نیز روند افزایشی خواهد داشت. (همان طور که در سناریو گوی آتشین نیز مشاهده شد).

**سوم**: بررسی نتایج سناریوهای ترکیبی افزایش دما و افزایش قیمت (چهار سناریوی آخر) نشان می‌دهد، در سناریوهای امید و تردید، افزایش قیمت، پیامد افزایش دو درجه‌ای دما را تشدید کرده و به کاهش بیشتر مصرف گاز طبیعی نسبت به سناریوی بدون افزایش قیمت، منجر شده است و در سناریوهای ترکیبی افزایش چهار درجه‌ای دما و افزایش قیمت (آب و آتش و بیم و امید)، افزایش قیمت توانسته روند افزایشی مصرف گاز طبیعی را نسبت به سناریوی افزایش چهار درجه‌ای دما تنهایی (گوی آتشین) تعدیل نماید.

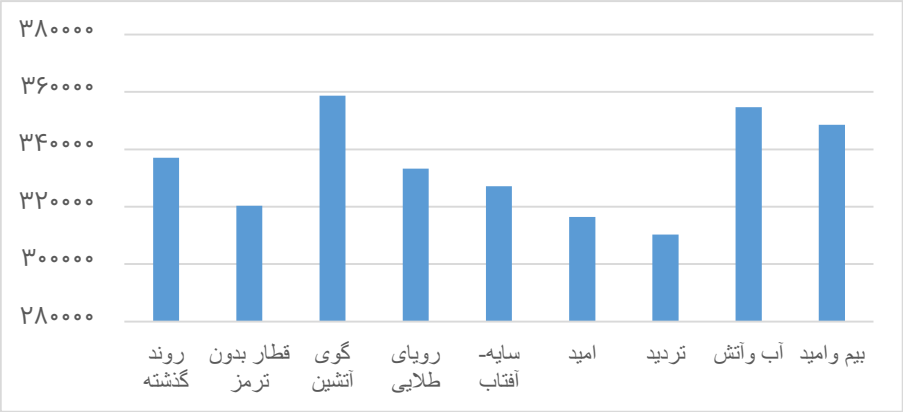
**جدول ۵- پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی در ایران در هر سناریو**

| سناریو | مصرف گاز طبیعی در ۱۴۰۹ (میلیاردمتر مکعب) | رشد سالیانه (٪) | رشد نسبت به سال ۱۳۹۵ | رشد نسبت به سناریو پایه |
|---|---|---|---|---|
| تداوم روند گذشته | ۳۳۷/۱ | ۴/۸ | ۷۲٪ | - |
| قطار بدون ترمز | ۳۲۰/۲ | ۴/۵ | ۶۸/۳٪ | -۴/۹ |
| گوی اتشین | ۳۵۸/۶ | ۵/۲ | ۷۸/۷٪ | ۶/۳ |
| رویای طلایی | ۳۳۳/۲ | ۴/۶ | ۶۹/۴٪ | -۱/۱ |
| سایه- آفتاب | ۳۲۷/۱ | ۴/۴ | ۶۶/۳٪ | -۳ |
| امید | ۳۱۶/۴ | ۴/۴ | ۶۶/۳٪ | -۶/۱ |
| تردید | ۳۱۰/۲ | ۴/۲ | ۶۳٪ | -۷/۹ |
| اب و آتش | ۳۵۴/۷ | ۵/۱ | ۷۶/۷٪ | ۳/۳ |
| بیم و امید | ۳۴۸/۵ | ۴/۹ | ۷۳/۶٪ | ۵/۲ |

مآخذ: نتایج تحقیق

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

نمودار (۴) نیز پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی ایران را در افق ۲۰۳۰ (۱۴۰۹) در سناریوهای مختلف مقایسه می‌کند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بیشترین پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی مربوط به افزایش درجه حرارت تا ۴ درجه (سناریوی گوی آتشین) و سناریوهای ترکیبی افزایش قیمت به همراه افزایش ۴ درجه‌ای دما (آب و آتش و بیم وامید) می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد، تغییرات اقلیمی به صورت افزایش دما اثر قابل ملاحظه‌ای بر افزایش مصرف گاز طبیعی دارد و افزایش قیمت‌ها صرفاً می‌تواند بخشی از این اثر را تعدیل نماید.




ماخذ: نتایج تحقیق

**نمودار ۴- پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی در افق ۱۴۰۹ در سناریوهای**

در گام هشتم با تمرکز بر روی مصرف گاز طبیعی، به عنوان شاخص راهنما، به این نتیجه می‌رسیم که، همان‌طور که در نمودار ۴ نشان داده شده، سناریوی گوی آتشین بیشترین مصرف گاز طبیعی و سناریوی تردید کمترین مصرف گاز طبیعی در ایران را در پی خواهد داشت.

## ۶- نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

برخورداری ایران از ذخایر غنی گاز طبیعی و کاربردهای گوناگون این حامل در تأمین انرژی، تزریق و افزایش بازیافت ذخایر نفتی، تبدیل به محصولات با ارزش‌افزوده بالاتر و تنوع‌بخشی به درآمدهای صادراتی کشور، اهمیت برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری بهینه از این ذخایر و نقش پیش‌بینی مصرف آتی در آن را افزایش داده و به صورت عامل مهم و تعیین‌کننده‌ای

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

برای اقتصاد کشور در آورده است. در این پژوهش با رهیافت ترکیبی رگرسیونی و سناریوسازی، مصرف گاز طبیعی ایران تا افق ۲۰۳۰ (۱۴۰۹ ه.ش) پیش‌بینی شده است.

در این چارچوب، ابتدا با الگوی رگرسیونی سانسورشده (توبیت) برای شناسایی عوامل اصلی مؤثر بر تقاضای گاز طبیعی در ایران و میزان اثرگذاری هر یک از عوامل استفاده شد و بر مبنای آن مصرف گاز طبیعی ایران در سال ۲۰۳۰ در سناریوی پایه (تداوم روند گذشته)، به میزان ۳۳۷/۱ میلیارد متر مکعب پیش‌بینی شد. سپس با استفاده از روش سناریوسازی، دو متغیر دما و قیمت گاز طبیعی دارای عدم قطعیت بالا و مؤثر تشخیص داده و به‌عنوان محرک‌های پیشران در نظر گرفته شد. در ادامه بر مبنای دو حالت ممکن برای افزایش دما (افزایش ۲ و ۴ درجه‌ای تا سال ۲۰۳۰) و دو حالت ممکن برای افزایش قیمت گاز طبیعی در سال شروع برنامه هفتم توسعه به صورت جهش قیمت به اندازه رشد صورت گرفته در طرح هدفمندی یارانه‌ها در سال ۱۳۸۹ و جهش قیمت به معادل ۵۰ درصد قیمت بین‌المللی آن؛ هشت سناریو طراحی و اثر آن بر پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی ایران در سال ۲۰۳۰ محاسبه شد. نتایج محاسبات نشان می‌دهد که در قالب سناریوهای طراحی‌شده، با افزایش ۴ درجه‌ای دما در حالتی که مابقی عوامل مؤثر، روند گذشته خود را ادامه دهند (سناریوی گوی آتشین)، شاهد بیشترین افزایش در مصرف گاز طبیعی (رشد ۷۸/۷ درصدی نسبت به سناریوی پایه) خواهیم بود و مصرف این حامل انرژی به ۳۵۸/۶ میلیارد متر مکعب خواهد رسید. در سناریوهایی که این افزایش دما با افزایش قیمت گاز طبیعی همراه شود (سناریوهای بیم و امید و آب و آتش) این رشد فزآینده تا حدی تعدیل خواهد شد. در مقابل، در حالتی که دما افزایش ۲ درجه‌ای داشته باشد و قیمت گاز طبیعی به نصف قیمت بین‌المللی آن افزایش یابد، با حفظ روند سایر عوامل (سناریوی تردید)، مصرف گاز طبیعی کشور به ۳۱۰/۲ میلیارد متر مکعب خواهد رسید که ۷/۹ درصد کمتر از سناریوی پایه و پیش‌بینی حداقلی این مطالعه است.

گسترش مطالعات آینده‌پژوهی در حوزه بااهمیت انرژی، اجرای طرح‌های صرفه‌جویی گاز طبیعی، افزایش بهره‌وری در استفاده از این حامل انرژی و استفاده از ظرفیت‌های انرژی تجدیدپذیر در قالب ظرفیت‌های متنوع استان‌ها، توصیه‌های اصلی سیاستی این پژوهش است.

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

## منابع


- استیونس، پل (۱۳۹۰)، اقتصاد انرژی، ترجمه علی طاهری فرد و سید جعفر حسینی و جلال دهنوی، تهران: دانشگاه امام صادق (ع).
- اعظمی، سمیه، الماسی ،مجتبی،علی نیایی زهرا (۱۳۹۷)، ارتباط میان مصرف گاز طبیعی و رشد اقتصادی در کشورهای صادر کننده گاز طبیعی با در نظر گرفتن شکست‌های ساختاری: کاربردی از آزمون علیت دومیترشو- هرلین، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال چهاردهم،شماره ۵۷
- آینده پژوهی، مفاهیم، روشها. تهران،۱۳۸۸،تهران ، مرکز آینده پژوهی علوم و فناوری دفاعی ، مؤسسه آموزشی تحقیقاتی صنایع دفاعی.
- ترازنامه انرژی سال (۱۳۹۶)، دفتر برنامه ریزی اقتصاد کلان برق و انرژی
- حاجی حسینی بغدادآبادی، طاهره، قاسمی، عبدالرسول، محمدی، تیمور(۱۴۰۰)، اثر تغییرات آب و هوایی برمصرف گاز طبیعی ایران، کاربرد الگوی رگرسیونی سانسورشده (توبیت)،پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، دوره۹، شماره ۳۴
- دفتر مرجع ملی هیات بینالدولی تغییر اقلیم (۱۳۹۶)، آشکارسازی، ارزیابی اثرات و چشم‌انداز تغییر اقلیم در ایران طی قرن بیست ویکم، سازمان هواشناسی کشور
- سهیلی،کیومرث (۱۳۸۶)،الگوهای تقاضا و تحلیل دینامیک تقاضای انرژی در ایران، فصلنامه پژوهشهای اقتصادی، دوره ۷، شماره ۲، صفحات ۸۶-۶۷.
- شاکری بستان آباد،رضا، کریم پور، ساناز، امامی میبدی،علی، (۱۳۹۹)، بررسی کارتل بودن مجمع کشورهای صادر کننده گاز(GECF): رهیافت آزمون کرانه‌ای خود رگرسیون برداری با وقفه‌های گسترده و آزمون علیت تودا-یاماموتو، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال شانزدهم، شماره۶۴
- عطاری، مازیار، طاعتی، مهکامه، علمداری، شهرام، بهرامی، محسن، (۱۳۹۳)، روش‌های آینده نگاری، نشر رویش
- مردوخی بایزید، روش شناسی آینده نگری، ۱۳۹۵، نشر نی، چاپ سوم
- ملکی،رضا (۱۳۸۳)، بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در ایران، مجله برنامه و بودجه،شماره۸۹، صفحات۱۱۹-۸۱.


[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

- BP Statistical Review of World Energy (2018), available at: at bp.com/ statistical review.
- De Cian Enrico, Lanzi Elisa, Roson Roberto ,(2007), The Impact of Temperature Change on Energy Demand: A Dynamic Panel Analysis, CMP, Climate Change Modelling and Policy.
- Green, W. H. (2003), Econometric Analysis, 5th ed., Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- IEA (2015), Natural Gas Information: Overview, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/natural-gas-in-information- Overview.
- McDonald, F and Moffit R.A. (1982), "The uses of Tobit analysis", The Review of Economics and Statistics, vol. 62, issue 2, pp. 318-321.
- Natural-gas-price-forecast and long term to 2050; available at: knoema.com/ ncszerf.
- Olsen, R. J. (1978), "Note on the Uniqueness of the Maximum Likelihood Estimator for the Tobit Model", Econometric, Vol. 46, No. 5, pp. 1211-1215.
- Schwartz, Peter. (1991). The art of the long view. New York: Doubleday
- The Task Force on Climate-related Financial Disclosures (2017), The Use of Scenario Analysis in Disclosure of Climate-Related Risks and Opportunities; Technical Supplement, available at : https://assets.bbhub.io › company › sites › 2020/10
- Wooldridge, Jeffrey M. (2013), Introductory Econometrics; A Modern Approach, Fifth Edition, South-Western, Cengage Learning.

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]

# Future Study of Natural gas Consumption in Iran in the Horizon of 2030; Approach Scenario Making Based on Regression Pattern Censored

**Tahere Hajihoseini Baghdadabadi** [1]
**Correspondig auther, Ph.D. student of economics, Allameh Tabataba'i University**
**t.hajihoseini@gmail.com**

**Abdorrasoul Ghasemi**
**Associate professor of the Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University**
**ghasemi.a@hotmail.com**

**Teimour Mohammadi**
**Associate professor of the Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University**
**atmahmadi@gmail.com**

**Received: 2021/10/27 Accepted: 2022/02/06**

## Abstract

Emissions of more than three-quarters of greenhouse gases by the energy sector have affected climate change in various economic, political and social sectors. Climate change is affecting energy consumption, including natural gas. This article deals with the future of natural gas consumption in the country with regard to climate change until 2030 using a combined approach of econometrics and scenario building. Natural gas consumption is projected to reach 337,113 million cubic meters by 2030 within framework of the baseline scenario, which is based on the continuation of the current trend and the results of the censored regression model (Tobit). Also, the future research of natural gas consumption in the form of eight scenarios, based on two key drivers of changes in temperature and price of natural gas, as well as the assumption of stability of trends: GDP, electricity consumption, energy intensity, consumption of petroleum products, population, has been examined. Findings show that a 4 degree increase in temperature will increase natural gas consumption to 358669 million cubic meters (with 78.7% growth compared to 2016 and 46.8% growth compared to 2020) in 2030, but rising natural gas prices could moderate that trend to some extent.

**JEL Classification:** Q54, C24, Q47, Q31.

**Keywords:** Climate change, Tobit regression, scenario building, natural gas demand forecast

1. Corresponding Author

[ Downloaded from iiesj.ir on 2025-05-11 ]