-- پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران-------
سال دهم، شماره ۳۴، بهار ۱۳۹۹، ۱۱۴-۸۹

Jiee.atu.ac.ir
Dol: 10.22054/Jiee.2021.50681.1734

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۰۴
ISSN: ۲۴۲۳-۵۹۵۴
eISSN: ۲۴۷۶-۶۴۳۷

اثر تغییرات آب و هوایی بر مصرف گاز طبیعی ایران، کاربرد الگوی رگرسیونی سانسورشده (توبیت)

طاهره حاجی حسینی بغدادآبادی دانشجوی دکترای اقتصاد نفت و گاز دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

عبدالرسول قاسمی دانشیار گروه اقتصاد انرژی دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

تیمور محمدی دانشیارگروه اقتصاد نظری دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبـائی، تهران، ایران

چکیده

بررسی آثار تغییرات آب و هوایی برجنبه‌های مختلف حیات اجتماعی در کانون توجه پژوهش‌ها در چند دهه اخیر بوده است. اهمیت انرژی برای توسعه و رشد و همچنین آلودگی‌های ناشی از مصرف حامل‌های انرژی موجب شده است تا ارزیابی اثر تغییرات آب و هوایی بر مصرف حامل‌های مختلف انرژی از جمله گاز طبیعی ضرورت یابد. این پژوهش با طراحی مدلی برای تقاضای گاز طبیعی با استفاده از روش رگرسیونی توبیت که در آن علاوه بر عوامل مرسوم اقتصادی، متغیرهای آب و هوایی (با کاربرد از روش روز درجه) نیز در نظر گرفته شده، به برآورد این مدل برای ایران طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۴پرداخته است. نتایج تخمین الگو حاکی از تأیید فرضیه تحقیق مبنی بر اثر معنی‌دار تغییرات آب و هوایی بر مصرف گاز طبیعی در ایران طی دوره مورد بررسی است. همچنین متغیرهای تولید ناخالص داخلی و مصرف برق و نیز متغیر روند بیشترین اثر را بر مصرف گاز طبیعی کشور داشته‌اند.

کلیدواژه‌ها: مصرف گاز طبیعی، تغییرات آب و هوایی، مدل رگرسیون توبیت

طبقه‌بندی JEL: C34 , Q54 , Q34

نویسنده مسئول: t.hajihoseini@gmail.com

۱. مقدمه

گرم شدن کره زمین که در اثر دخالت عوامل انسانی و طبیعی بوجود آمده، موجب ایجاد تغییرات آب و هوایی شده است. این تغییرات با اثرگذاری بر سیستم‌های طبیعی و انسانی نگرانی‌هایی را در مورد این پدیده در سطح جهان ایجاد کرده است. تغییرات آب و هوایی را بیش از عوامل طبیعی، به تأثیر عوامل انسانی که حاصل آن افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو زمین است، نسبت می‌دهند. عوامل انسانی از قبیل مصرف سوخت‌های فسیلی، تغییردر شرایط محیطی بویژه پوشش گیاهی و کاربری اراضی[1] نمونه‌هایی هستند که می‌توان نام برد. نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان می‌دهد که با تداوم روند کنونی، دمای هوای ایران تا سال ۲۱۰۰ به‌طور متوسط بین ۱/۵ تا ۴/۵ درجه افزایش خواهد یافت.[2] به علت قرار گرفتن ایران در یک کمربند خشک و نیمه خشک و تبخیر و تعرق فراوان، تغییرات آب و هوایی در ایران بیش از میانگین جهانی می‌باشد.

بر اساس آمار هواشناسی، استان‌های کشور در بازه زمانی ۱۳۹۴- ۱۳۸۲ به‌طور میانگین ۱/۰۱ درصدگرم‌تر شده‌اند که بیشترین میزان افزایش درجه حرارت نسبت به سال ۱۳۸۲ مربوط به استان زنجان (حدود۲درصد) می‌باشد.

افزایش دما به خودی خود مشکلات زیادی را به وجود نمی‌آورد، بلکه با تأثیراتی که بطور غیر مستقیم بر بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی می‌گذارد، زیان‌بار خواهد بود.

بخش انرژی حساسیت زیادی نسبت به متغیرهای آب و هوایی دارد. با تغییرات متناوب در درجه حرارت، تغییر مقدار بارش و الگوی بارش، شدت سرما وگرما در فصول مختلف سال و وقوع ناگهانی گرما و سرمای بی‌موقع، مصرف انرژی، از جمله گاز طبیعی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. با افزایش دما تقاضای زمستانی برای گازطبیعی، به علت کاهش نیاز به گرمایش تقلیل می‌یابد. از طرف دیگر میزان تقاضای برق جهت سرمایش در فصل تابستان افزایش خواهد یافت که افزایش تقاضای برق در اثر بالا رفتن دما در نواحی گرمسیری احتمالاً شدیدتر خواهد بود.

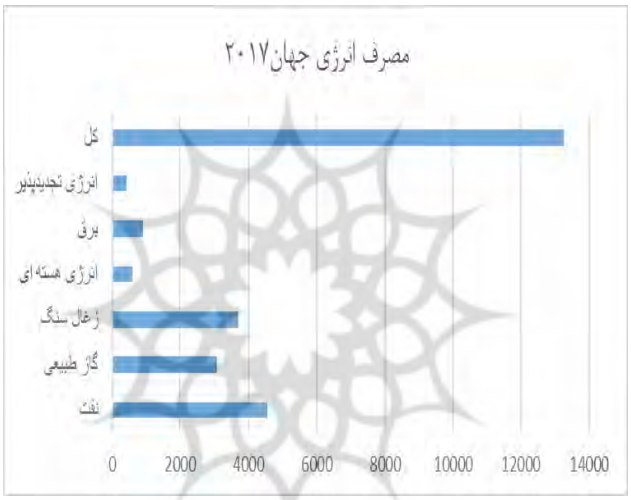
---

۱. توسعه سریع ساخت وسازهای شهری، رشد صنایع و کارخانه‌ها، جنگل‌زدایی و تخریب محیط زیست باعث تخریب روز افزون طبیعت و همچنین افزایش گازهای گلخانه‌ای در سطح کره زمین شده است. این پیامد منفی باعث ایجاد تغییرات قابل‌ملاحظه در وضعیت آب و هوایی کره زمین می‌شود.

۲. امانی صوفی،(۱۳۸۹)

بر اساس گزارش BP[1] میزان ذخایر تثبیت‌شده گاز طبیعی جهان در پایان سال ۲۰۱۷ بالغ بر ۱۹۳/۵ تریلیون مترمکعب بوده که در بازه‌های زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶ رشدی معادل ۱/۹ درصد داشته است. حدود نیمی از ذخایر گازطبیعی جهان به سه کشور ایران، روسیه و قطر اختصاص دارد. همچنین ۲۳/۳ درصد از انرژی مورد استفاده در جهان در سال ۲۰۱۷ از گاز طبیعی تأمین شده است. نمودار ۱ مصرف انرژی در جهان را در سال ۲۰۱۷ نشان می‌دهد که بیشترین سهم متعلق به نفت خام با ۳۴/۲ درصد و پس از آن گاز طبیعی در رتبه بعدی قرار دارد.

نمودار (۱): مصرف انرژی جهان در سال۲۰۱۷



مأخذ: BP ۲۰۱۷

در ایران مهم‌ترین ماده تأمین کننده انرژی، گاز طبیعی با حدود ۵۶ درصد است.[2]

بنابر گزارش شرکت BPدر سال ۲۰۱۷ بیشترین رشد مصرف گاز طبیعی در جهان از سال ۲۰۱۰ (حدود ۳ درصد) وجود داشته است که سهم کشورهای عضو و غیرعضو OECD[3] از این رشد به ترتیب ۴۵/۷ و ۵۴/۳ درصد می‌باشد. همچنین بر طبق گزارش این شرکت مصرف گاز طبیعی ایران در سال ۲۰۱۷ با رشد ۶/۸ درصدی به ۲۴۱/۴ میلیارد مترمکعب رسیده است. نمودار ۲ نشان می‌دهد که مصرف گاز طبیعی ایران در طی دوره

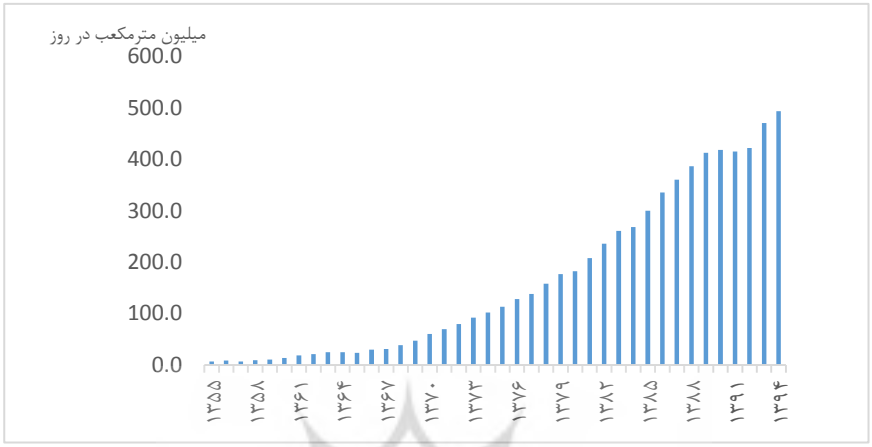
1. British Petroleum

۲. ترازنامه انرژی، (۱۳۹۶)

3. Organisation for Economic Co-operation and Development

۱۳۵۵ تا ۱۳۹۴ سیر صعودی داشته است به‌طوری که از ۶/۹ میلیون مترمکعب در روز در سال ۱۳۵۵به ۴۹۴/۱ میلیون مترمکعب در روز در سال ۱۳۹۴ افزایش یافته است.[۱]

نمودار (۲): مصرف گاز طبیعی ایران در سال‌های ۱۳۹٤-۱۳۵۵



مأخذ: آمارنامه فراورده‌های نفتی انرژی‌زا ۱۳۹٤

گاز طبیعی یک سوخت چندمنظوره است که مصرف آن مزایای زیست محیطی فراوانی نسبت

به سایر سوخت‌های فسیلی به خصوص در مورد کیفیت هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد. بهره برداری از گاز طبیعی با دو چالش عمده مواجه است: انتقال و ماهیت فصلی بودن تقاضا.

در فصل‌های سرد سال به دلیل افزایش مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی، مصرف گاز به میزان بسیار زیادی افزایش می‌یابد و باعث کمبود گاز برای بخش‌های صنعتی و نیروگاه‌ها می‌گردد. با ذخیره‌سازی گاز طبیعی در فصول گرم سال که میزان مصرف گاز کمتر از فصول سرد سال است، می‌توان گاز را برای فصول سرد ذخیره کرده[۲] و بدین‌ترتیب علاوه بر این امکان استفاده از تمام ظرفیت تولید گاز طبیعی فراهم میگردد و تامین تقاضای گاز طبیعی در فصول سرد سال نیز با مشکلات و چالش‌های کمتری روبرو

۱. شرکت ملی پالایش و نفت ایران، (۱۳۹۴)

۲. ایجاد ذخایر نزدیک به مراکز عمده مصرف که در اصطلاح به آن فرایند اوج‌زدایی گفته می‌شود با دو هدف مقابله با شرایط اضطراری و تامین نیاز در اوج مصرف انجام می‌شود که به سه صورت تزریق درمخازن زیرزمینی، فرایند تزریق پروپان و فرایند تبدیل به LNG انجام می‌گیرد.

خواهد بود. همچنین، فصلی بودن مصرف گاز طبیعی موجب بروز تنگناهایی در زمینه تعهدات صادرات گاز کشور درفصل سرد سال و نیز برنامه تزریق به میادین نفتی می‌شود.

روند افزایش مصرف گاز طبیعی در کشور و عواملی مانند به‌هم‌ریختگی الگوی مصرف گاز طبیعی در اثر گرما وسرمای بی‌موقع حاصل از تغییرات اقلیمی و فزونی درجه حرارت واستفاده بیشتر از برق برای خنک‌کننده‌ها موجب خواهد شد که قسمت عمده گاز طبیعی در داخل مصرف بشود و منبع مهم برای متنوع کردن درآمدهای ارزی و فرصت حضور در بازارهای جهانی گازطبیعی را از دست بدهد.

لذا با توجه به ذخایر عظیم گازی کشور می‌توان با مدیریت صحیح و هدفمند، فرصت و مزیت بزرگی برای کشور ایجاد کرده و از آن برای توسعه کشور بهره برد. در چنین چارچوبی، مطالعه دقیق و جامع تابع تقاضای گاز طبیعی به منظور شناسایی فرصت‌های پیش رو از اهمیت خاصی برخوردار است. در این راستا، مقاله حاضر به طراحی و تخمین الگوی تقاضا برای گاز طبیعی و بررسی اثر تغییرات آب و هوایی به همراه متغیرهای اقتصادی بر مصرف گاز طبیعی ایران پرداخته است.

در ادامه و پس از این مقدمه، ابتدا مبانی نظری موضوع ارائه شده، سپس پیشینه تجربی پژوهش مرور گردیده است. پس از آن، مشخصات الگوی تجربی تحقیق و داده‌ها معرفی شده‌اند. پنجمین بخش مقاله به بیان روش تحقیق اختصاص دارد آنگاه نتایج برآورد الگو ارائه شده است و در پایان یافته‌های اصلی تحقیق خلاصه گردیده‌اند.

۲. مبانی نظری

انرژی یک نهاده کلیدی در فرآیند اقتصادی است که منجربه تبدیل سایرعوامل تولید به کالاها و خدمات می‌شود[1]. انرژی و به ویژه نفت پس از سال ۱۹۷۳، علاوه بر نقشی که در توابع مطلوبیت و تولید داشته است (نقش اقتصاد خردی) یک عامل تعیین کننده در اقتصاد کلان نیز بوده است.[2]

نکته کلیدی در مورد تقاضای انرژی وجود تقاضای اشتقاقی برای انرژی است، زیرا انرژی به خاطر خود انرژی مصرف نمی‌شود، بلکه برای نور، گرما وتولید محصولات استفاده می‌شود مقدار نور، گرما وکاری که توسط هر نوع انرژی تولید می‌شود، تابعی از

1 .Nordhaus(1980)

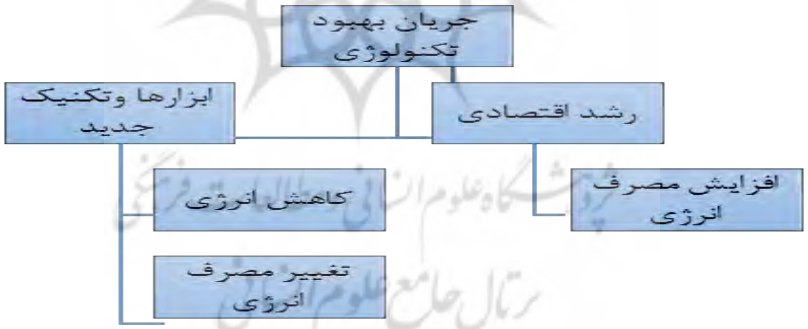
2 .Huntington(1998)

محتوای انرژی وکارایی وسیله مصرف کننده انرژی است. بنابراین تقاضا انرژی تابعی از متغیرهای رایج مانند قیمت حامل‌های انرژی، درآمد، قیمت سایر کالاها، وهم‌چنین تعداد وسایل وتجهیزاتی است که مصرف کننده انرژی مصرف می کند، می‌باشد.[۱]

یکی از عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی، تولید ناخالص داخلی است. تولید ناخالص داخلی هم به‌طور مستقیم به صورت افزایش درآمد و نهایتاً افزایش تقاضا برای انرژی در بخش خانگی و تجاری، بخش رفاهی، بخش حمل و نقل و افزایش تقاضا برای اتومبیل های شخصی تأثیر گذار است و هم به طورغیرمستقیم مانند افزایش سرمایه‌گذاری ها و در نهایت افزایش تقاضا برای انرژی می تواند مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار دهد.[۲]

از پیشرفت تکنولوژی به عنوان یک عامل مؤثر نیز بر تقاضای انرژی نام برده می‌شود. پیشرفت تکنولوژی باعث افزایش بهره‌وری، کاهش شدت مصرف انرژی و به دنبال آن افزایش تولید ناخالص ملی است. جریان تکنولوژی به صورتی که در شکل(۱) نمایش داده شده، روی مصرف انرژی اثر دارد.

بهبود تکنولوژی از یک سو منجر به رشد اقتصادی و مصرف بیشتر انرژی می‌شود، ولی از سوی دیگر بهبود تکنولوژی منجر به کاهش رشد مصرف انرژی است، چون با تکنولوژی ابزارها وتکنیک‌های جدیدی حاصل می‌شود که این ابزارها وتکنیک‌ها به انرژی کمتری جهت تولید نیاز دارد.[۳]



شکل (۱): تأثیر جریان تکنولوژی روی مصرف انرژی
مأخذ: عبدلی، ۱۳۸۸

1. Stevens (1390)

۲. ملکی،(۱۳۸۳)

۳. عبدلی، (۱۳۸۸)

با افزایش تولید و در نتیجه رشد اقتصادی، افزایش جمعیت و ازدیاد شهرنشینی (شکل گیری پدیده مدرنیزاسیون و صنعتی شدن)، مصرف انرژی نیز افزایش می یابد. پدیده شهرنشینی آثار و پیامدهای اقتصادی و اجتماعی بسیار گسترده‌ای دارد اما مهمترین تأثیر آن متوجه الگوی مصرف به‌طور عام و مصرف انرژی و گاز طبیعی به‌طور خاص می‌باشد.

تغییرات دما در افزایش یا کاهش بکارگیری وسایل گرمایشی و سرمایشی مؤثر است. در دمای معتدل (حدود۲۰ درجه سانتی‌گراد)، بشر نیازی به ایجاد گرما یا کاهش گرما احساس نمی‌کند. در مناطقی که دمای هوا تنوع زیادی داشته باشد وچهار فصل سال متمایز باشند دما نقش تعیین کننده‌ای پیدا می‌کند. مطالعات نشان می‌دهد که تأثیر دما در مصرف روزانه انرژی بیش از درآمد سرانه یا قیمت انرژی است.[۱] همچنین میزان مصرف انرژی در مناطق جغرافیایی مختلف، متفاوت است. در کشورهای با آب و هوایی سرد در مقایسه با کشورهای معتدل از انرژی به صورت محافظه‌کارانه‌تری برای گرم کردن استفاده می‌کنند. در حالی که کشورهای با آب و هوای گرم از انرژی بیشتری برای بهبود آب و هوای خودشان استفاده می‌کنند. علاوه بر این وسعت جغرافیایی نیز بر مصرف انرژی تأثیر دارد.کرایه‌های حمل و نقل در کشورهای پهناور به دلیل مسافت بیشتر نسبت به کشورهای کوچک‌تر بیشتر است. به عنوان مثال کشور کانادا به دلیل وسعت بیشتر و آب و هوای سرد، انرژی بیشتری مصرف می‌کند. ژاپن به دلیل افزایش تراکم جمعیت (ایجاد واحدهای مسکونی کوچک‌تر و مسافت کوتاه سفرها) و آب و هوای معتدل انرژی کمتری را مصرف می‌کند.[۲]

به‌طور کلی برای شبیه‌سازی تقاضای انرژی نقطه شروع، 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 نظرتئوری تنها تحت شرایط و قیود خاصی توجیه‌پذیر است.[۳] به‌طور معمول خانوار با حداکثرکردن مطلوبیت خود با توجه به محدویت بودجه

---

۱. شکوری گنجوی،(۱۳۸۳)

۲. گلی،(۱۳۸۹)

۳. سهیلی،(۱۳۸۶)

عمل می‌کند.[۱] یک مصرف کننده با درآمد مشخص و بودجه محدود قادر است که مقدار معینی از انرژی و سایر کالاها و خدمات را به‌دست آورد. از مماس شدن خط بودجه و منحنی بی تفاوتی تعادل حاصل می‌شود و مصرف‌کننده قادر است از مقدار تعادلی انرژی و سایر کالاها و خدمات مصرف نماید. هنگامی که قیمت انرژی افزایش می‌یابد با توجه به قید بودجه مقادیر کمتری از انرژی را برای مصرف در اختیار خواهد داشت و با انتقال به خط بودجه و منحنی بی‌تفاوتی پایین‌تر تعادل جدیدی حاصل می‌شود و منجر به کاهش رفاه مصرف‌کننده می‌شود تجمیع این واکنش‌ها در سطح مصرف‌کننده، مجموع واکنش تقاضای بازار را نسبت به تغییرات قیمت نشان می‌دهد. کاهش در میزان تقاضا در بازار نسبتاً محدود است که عمدتاً به دلیل ماهیت بی‌کشش تقاضای انرژی در کوتاه‌مدت است. در دنیای واقعی که فرض ثبات سایر شرایط برقرار نیست، تعدیلات در قالب یک وضعیت پویا اتفاق می‌افتد. این واکنش پویا عمدتاً تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله تغییر درآمدها، مخارج اقتصاد، آثار وفاداری مصرف‌کنندگان، تغییرات تکنولوژی و تغییر در انتظارات انجام می‌شود.[۲]

با بهینه سازی می‌توان روابط تقاضا را برای متغیرهای تأثیرگذار را به‌دست آورد لذا عوامل مؤثر تقاضای انرژی را می‌توان به دو دسته عوامل اقتصادی مانند درآمد، قیمت‌های نسبی، شدت انرژی، قیمت حامل‌های جایگزین وسایر موارد و عوامل غیراقتصادی مانند عادات مصرفی، تغییر الگوی جامعه، متغیرهای آب و هوایی، تغییرات دما، میزان رطوبت و...تقسیم نمود.[۳] به‌طور خاص تقاضا برای انرژی را به‌صورت زیر تعریف می‌کند:

$$E = f(P, Y, Z) \qquad (۱)$$

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 هوای و عوامل جغرافیایی و غیره می‌باشد. در این پژوهش با در نظرگرفتن عوامل اقتصادی مؤثر بر تقاضای گاز طبیعی مانند تولید ناخالص داخلی، قیمت واقعی گاز و قیمت برق، از عوامل غیر اقتصادی نظیر متغیر درجه حرارت برای نشان دادن حساسیت دما به مصرف گاز طبیعی در طراحی الگوی تقاضای گاز طبیعی استفاده شده است.

---

1. Green, (2003)

۲. فریدزاد،(۱۳۹۶)

3. Olsen, (1988)

لذا در این پژوهش انتظار می‌رود که مصرف گازطبیعی با تولید ناخالص داخلی، جمعیت و شدت انرژی رابطه مثبت داشته باشد. از طرفی انتظار می‌رود مصرف گاز طبیعی با نیاز برای گرمایش رابطه مثبت و با نیاز برای سرمایش رابطه منفی داشته باشد. همچنین علامت مورد انتظار برای متغیر مصرف فرآورده‌های نفتی، به عنوان یک کالای جانشین، منفی و برای متغیر روند مثبت است.

۳. پیشینه پژوهش

مطالعات نسبتاً زیادی در حوزه مصرف انرژی صورت گرفته است. عمده این مطالعات به بررسی رابطه بین مصرف انرژی وگاز طبیعی و متغیرهایی همچون درآمد و قیمت پرداخته و یا متغیرهای آب و هوایی را در مدل وارد کرده‌اند. در این قسمت به شاخص‌ترین این پژوهش‌ها اشاره می‌شود.

۱-۳. مطالعات داخلی

کریمی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی تحت عنوان «بررسی اثر تغییرات دما بر مصرف گاز طبیعی در ایران»، تأثیرات دما را بر مصرف گاز کشور در بخش‌های خانگی، صنعتی، کشاورزی، نیروگاهی، عمومی، تجاری و حمل‌ونقل و هم‌زمان در استان‌های مختلف ایران مورد بررسی قرار داده و یک مدل واحد برای تمامی کشور به‌دست آوردند. از داده‌های مربوط به دمای هوا و مصرف گاز در هر حوزه برای ۲۵ استان کشور در ۲۴ ماه سال ۱۳۸۶ و۱۳۸۷ استفاده شده و با در نظر گرفتن استان‌ها به عنوان مقاطع و ماه‌های سال به عنوان سری‌های زمانی، رگرسیون داده‌های تلفیقی مناسب برای تبیین رابطه بین این دو متغیر در ۷ بخش مصرفی مورد استفاده قرار گرفته است. بر اساس نتایج آنها، متغیر دما و مصرف گاز طبیعی در بخش‌های حمل‌ونقل، تجاری، عمومی و کشاورزی و خانگی رابطه معکوس داشته است.

سیدجوادین و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی تحت عنوان «پیش‌بینی مصارف گاز طبیعی کشور در افق برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشور و نقد سیاست‌های مرتبط» به بررسی روند مصرف گاز در کشور پرداخته و سپس رفتار مصرفی در حوزه های مختلف را برای افق برنامه پنجم توسعه پیش بینی کرده و آن را در مقایسه با برنامه‌های مصوب وزارت نفت تحلیل می‌نمایند. به دلیل اینکه تخصیص گاز از سوی مبادی عرضه و مصرف آن از جانب بخش تقاضا به متغیرهایی مانند شرایط جوی و آب و

هوایی، امنیت داخلی، قیمت گاز و سایر حامل‌های انرژی، مباحث امنیت بین‌المللی وابستگی شدیدی دارد، از داده‌های به صورت ماهانه استفاده شده است. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار EVIEWS6 نشان می دهد، شرایط آب و هوایی در مصرف گاز در بخش خانگی و عمومی بسیار تأثیرگذار بوده و رفتار مصرف بخش نیروگاهی و بخش خانگی مکمل یکدیگر است.

جوان و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی تحت عنوان «پیش‌بینی تقاضا و ذخیره‌سازی فصلی گاز طبیعی در طول برنامه پنجم توسعه با استفاده از روش‌های شبکه عصبی و ARIMA[1]» به تحقیق پیرامون میزان تقاضای آینده کشور وذخیره‌سازی آن پرداخته اند. بدین‌منظور میزان مصرف ماهانه گاز تا پایان برنامه پنجم توسعه با استفاده از دو روش باکس جنکینز (ARIMA) و شبکه‌های عصبی پیش‌بینی شده و با محاسبه اختلاف مصرف داخلی در فصول سرد وگرم سال ظرفیت‌های لازم برای ذخیره‌سازی گاز طبیعی را به‌دست آوردند. بر اساس محاسبات انجام شده در این پژوهش، تا پایان برنامه پنجم توسعه سالانه به بیش از ۱۴ میلیارد مترمکعب ذخیره‌سازی برای پاسخ به تقاضا در ماه‌های سرد سال (۴ ماه سال) نیاز است. به این ترتیب، علاوه بر ۴ میلیارد ظرفیت برنامه‌ریزی شده برای ذخیره گازتوسط شرکت ملی گاز، سالانه ۱۰ میلیارد مترمکعب ظرفیت ذخیره سازی جدید جهت پاسخ به تقاضای فصلی گازبرای مدیریت عرضه و تقاضای گاز لازم است.

صادقی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی تحت عنوان «استفاده از روش روز درجه در برآورد تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی: رویکرد پانل دیتا» به بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی پرداخته‌اند. در این پژوهش با استفاده از آمارهای استان‌های کشور در بخش خانگی و متغیرهای قیمت برق، قیمت گاز، روز درجه گرمایش، روز درجه سرمایش، درآمد سرانه و متغیرهای مجازی در ۴ فصل سال با روش اقتصاد سنجی پنل با اثرات ثابت به تخمین تقاضای گاز طبیعی به صورت یک معادله واحد برای کشور ایران به‌دست آورده‌اند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تقاضای گاز طبیعی کم‌کشش بوده و با توجه به کشش درآمدی (۰/۰۷۶) کالای ضروری برای مصرف‌کنندگان است. این نتیجه نشان می‌دهد، به علت کم‌کشش بودن، سیاست‌های قیمتی ابزار مناسبی برای کنترل تقاضا نیست. با توجه به کشش متقاطع برق وگاز برق جانشین چندان مناسبی برای گاز طبیعی نمی‌باشد.

1 .Auto Regressiive Integrate Moving Average

مجرد و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی تحت عنوان «تحلیل رابطه متغیرهای آب و هوایی و مصرف برق و تقاضای تخمین زده شده توسط مدل‌های گردش عمومی جو در غرب ایران» به بررسی رابطه متغیرهای آب و هوایی با مصرف برق و پیش بینی مصرف برق تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی در استان‌های کرمانشاه، کردستان، همدان، ایلام و لرستان پرداخته است. داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل: اطلاعات هواشناسی ۱۳ ایستگاه در منطقه طی یک دوره ۲۸ ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۴) است که دربرگیرنده حداقل دما، حداکثر درجه حرارت، رطوبت نسبی، سرعت باد، ساعات آفتاب و بارندگی، داده‌های مصرف ماهانه برق در طی دوره مربوطه و داده‌های شبیه‌سازی شده توسط مدل گردش عمومی جو می‌باشند. در این مطالعه، مقادیر روز درجه حرارت گرمایشی و روز درجه سرمایشی با استفاده از داده‌های حداقل و حداکثر دما و روش معادلات رگرسیون چندگانه محاسبه شده است. میزان مصرف برق در کلیه ایستگاه‌ها در دوره (۲۰۱۲-۲۰۸۰) با دوسناریو برآورد گردیده است. نتایج نشان می‌دهد روز درجه گرمایش و سرمایش بیشترین تأثیر معنی‌دار را بر مصرف برق دارند. میانگین دماهای حداقل و حداکثر در منطقه در دوره مذکور به‌طور متوسط تحت سناریوی اول، به ترتیب ۱/۹۵ و ۲/۰۱ و تحت سناریوی دوم ۳/۶۴ و ۳/۸۱ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد داشت. از این رو، میزان مصرف برق در دوره گرم سال بر اساس سناریوی اول در حدود ۸۰ درصد و بر اساس سناریوی دوم نزدیک به ۱۵۰ درصد است که بیشترین افزایش مربوط به ایستگاه‌های گرمسیری منطقه و کمترین آن مربوط به ایستگاه‌های سرد کوهستانی می‌باشد.

۲-۳. مطالعات خارجی

برنستین[1] و همکار (۲۰۱۱) در مقاله خود به برآورد تقاضای گاز طبیعی خانگی ۱۲ کشور انتخابی OECD با استفاده از سری زمانی ۱۹۸۰-۲۰۰۸ پرداخته‌اند. در این مطالعه به‌طور متوسط، کشش بلندمدت تقاضای گاز طبیعی نسبت به درآمد ۹۴/ ۰، نسبت به قیمت۰/۵۱- . نسبت به آب و هوای ۱/۳۵ به دست آمده است. پویایی کوتاه‌مدت ارزیابی شده توسط برآورد مدل تصحیح خطا نشان می‌دهد که متوسط ضریب تعدیل ۰/۵۸- می‌باشد وکشش درآمدی کوتاه مدت ۰/۴۵ و کشش قیمت در کوتاه مدت ۰/۲۴- و کشش آب و هوا در کوتاه مدت ۰/۷۲ است. از این رو کشش‌های کوتاه‌مدت به‌طور متوسط نصف کشش‌های بلندمدت است.

1. Bernstein

داس[1] و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی تحت عنوان «پویایی مصرف گاز طبیعی و تولید ناخالص داخلی در بنگلادش» به بررسی رابطه بین مصرف گاز طبیعی و تولید ناخالص داخلی در بنگلادش طی دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ پرداخته‌اند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که علیت یک جهته مثبت از تولید ناخالص داخلی به مصرف گاز طبیعی وجود دارد وحرکات تولید ناخالص داخلی بر مصرف گاز طبیعی تأثیر می‌گذارد، اما برعکسش صادق نیست.

کنی[2] و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله ای تحت عنوان «تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی در ایران» به بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای برگاز طبیعی پرداخته‌اند. در این مقاله سعی شده است تا تابع تقاضای گاز طبیعی در ایران با استفاده از مدل رگرسیونی انتقال ملایم[3] مورد مطالعه قرار گیرد. برای این منظور، تولید ناخالص داخلی، قیمت واقعی گاز طبیعی و دما به عنوان متغیرهایی که تقاضای گاز طبیعی را از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۹ توضیح می‌دهند، استفاده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که تقاضای گاز طبیعی از یک مدل رگرسیونی انتقال ملایم لجستیک[4] پیروی می‌کند و قیمت واقعی گاز طبیعی به عنوان متغیر انتقال شناخته می‌شود. نتایج برآورد نیز نشان می‌دهد که پارامتر شیب تقریباً برابر با مقدار بالا ۱۰ و مقدار آستانه ۳۱/۸۲ ریال برای هر مترمکعب مصرف گاز طبیعی است، همچنین تقاضای گاز طبیعی به شدت تحت تأثیر تولید ناخالص داخلی طی سال‌های اخیر است، اما درجه حرارت تأثیر قابل توجهی بر تقاضای گاز طبیعی در ایران ندارد.

رانسون[5] وهمکاران در سال ۲۰۱۴ در مقاله‌ای تحت عنوان «تغییرات اقلیمی و تقاضای انرژی گرمایشی» به پژوهش در باره تقاضای انرژی و آثاری که تغییرات اقلیمی بر آن می‌گذارد، پرداخته‌اند. قیمت سوخت، کالای مرکب، مخارج مصرف انرژی متغیرهایی است که با استفاده از روش داده‌های تابلویی و تخمین رگرسیون مورد ارزیابی قرارگرفته‌اند و به نتایجی مانند: رابطه U شکل دما وتقاضای انرژی رسیده‌اند. همچنین تغییرات آب و هوایی باعث کاهش تقاضا برای گرمایش و افزایش تقاضا برای خنک کننده خواهد شد.

محمود[6] و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی تحت عنوان «اثر تغییرات آب و هوایی روی تقاضای برق: مطالعه موردی پاکستان» تأثیر تغییرات اقلیمی بر تقاضای برق در پاکستان در

1. Das
2. Kani
3. Smooth Transition Regression (STR)
4. Logistic Smooth Transition Regression (LSTR)
5. Ranson
6. Mahmood

سطح منطقه‌ای و ملی بررسی داده‌اند. این مقاله با کاربرد روز درجه سرمایش و گرمایش و کنترل سایر عوامل مؤثر، رابطه بین تغییرات دما و تقاضای برق را برآورد کرده است. نتایج نشان‌دهنده واکنش مثبت و معنی‌دار تقاضای برق به افزایش دما است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد با رشد تولید ناخالص داخلی و جمعیت و سایر عوامل اجتماعی-اقتصادی، تقاضای برق در آینده بیش از آن که توسط درجه حرارت پیش بینی می‌شود، افزایش خواهد یافت.

ژانگ[1] وهمکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان «تأثیرات اقلیمی: دما و مصرف برق» به پاسخ‌گویی به دو سوا ل پرداخته‌اند: اول، افزایش یا کاهش دما تا چه میزان می‌تواند بر مصرف برق خانگی تأثیر بگذارد؟ و دوم، دمایی که ناشی از آب و هوای متفاوت است چگونه بر مصرف برق خانگی اثرگذار است؟ این مطالعه با استفاده از داده‌های سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ با استفاده از روش پانل با اثر ثابت انجام شده است. متغیرهای مورد استفاده در مدل متغیرهای ابتدایی، مانند دما، بارش، رطوبت نسبی، سرعت باد، فشار اتمسفر و تابش خورشیدی، ومتغیرهای مشتق شده از جمله روز درجه گرمایش و سرمایش می‌باشد.در این پژوهش کشور چین به دو قسمت شمالی و جنوبی تقسیم شده است. نتایج نشان می‌دهد مصرف برق در مناطق جنوب با کاهش یک درجه دما در روزهای زمستان، ۰/۰۰۲ درصد افزایش می‌یابد و افزایش یک درجه دما در روزهای تابستان منجر به افزایش مصرف برق به اندازه ۰/۰۱۵ درصد می‌شود.

وجه تمایز این تحقیق با مطالعات قبلی در این زمینه، استفاده از روش رگرسیونی توبیت در ترکیب با کاربرد روش روز درجه برای تخمین تقاضای گاز طبیعی در ایران است.

٤. معرفی الگوی تجربی پژوهش و داده‌ها

آمار و اطلاعات مورد نیاز در این پژوهش در فاصله سال‌های (۱۳۹۴- ۱۳۸۲) از ۳۱ استان کشور از ترازنامه انرژی و مرکز آمار ایران و بانک مرکزی اخذ شده است. با توجه به مبانی نظری، مدل زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$Tcgas = f(GDP, coil, hdd, cdd, P_{gas}, t, EC, cElec, pop) \quad (۲)$$

متغیر وابسته در مدل، مصرف گاز طبیعی به تفکیک استان‌های کشور (میلیون مترمکعب) که شامل مصرف نهایی و مصرف بخش انرژی (پالایشگاه‌ها ونیروگاه‌ها و واحدهای کوره

1. Zhang

بلند) می‌باشد. متغیرهای مستقل مدل عبارتند از: GDP (تولید ناخالص داخلی) به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ و coil مصرف فرآورده‌های نفتی به جزء بنزین به تفکیک استان‌های کشور (هزار لیتر)، که شامل نیروگاه‌ها نیز می‌باشد. نحوه وارد کردن متغیر دما در مدل از اهمیت بالایی برخورداراست. در این پژوهش از روش روز درجه برای وارد کردن متغیر دما استفاده می‌شود. استفاده از روش روز درجه برای برآورد تقاضای انرژی یک روش رایج است. این روش در ایران به دلیل تفاوت های دماییِ ناشی از قرارگیری در عرض‌های جغرافیایی متفاوت و همچنین تنوع ارتفاعی و اقلیمی، از دید مصرف انرژی برای گرمایش و سرمایش، تولید انرژی و موارد دیگر کاربرد دارد. 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. در ایران سازمان هواشناسی کشور این مقادیر را به‌ترتیب ۱۸ و ۲۱ درجه تعیین کرده است.[۱] (مسعودیان ۱۳۹۰).

$\text{Hdd} = \sum(1 - y_d)(T_b - T_d)$ T_b آستانه دمای

$\text{Cdd}=\sum y_d\ (T_d\ - T_b)$ (۳)

T_d میانگین دمای هوا و T_b دمای آستانه است که در این دما نیازی به گرمایش و سرمایش (دمای مطلوب)وجود ندارد. y_d متغیری است که چنانچه میانگین دمای هوا بیشتر از دمای آستانه باشد مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر را می‌گیرد (صادقی ۱۳۹۱). در این پژوهش با استفاده از رابطه بالا و میانگین دمای هوا در استان‌های کشور (در صورت وجود داده‌ها حداکثر از سه ایستگاه در سطح استان) متغیرهای HDD (نیاز برای گرمایش) وCDD (نیاز برای سرمایش) بدست آمده است. P_{gas} قیمت گاز طبیعی که با شاخص CPI هر استان تعدیل شده است، می‌باشد. با توجه به تقسیمات سیاسی، استان‌های البرز و خراسان در سال‌های ۱۳۸۴ و۱۳۹۰ تعدیل درآمارهای مربوطه انجام شده است. t متغیر روند وEC 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 تولیدی بخش خصوصی و بخش حمل ونقل وپالایشگاه‌ها است. متغیر pop جمعیت استان‌های کشور است که برای استان‌های البرز وخراسان به دلیل تقسیمات سیاسی تعدیل انجام شده است.

---

۱. مسعودیان (۱۳۹۰)

همان‌طور که از جدول (۱) مشاهده می‌شود کمترین مقدار مصرف گاز طبیعی صفر گزارش شده است. این مقدار متعلق به استان سیستان وبلوچستان و استان خراسان جنوبی وشمالی، استان ایلام

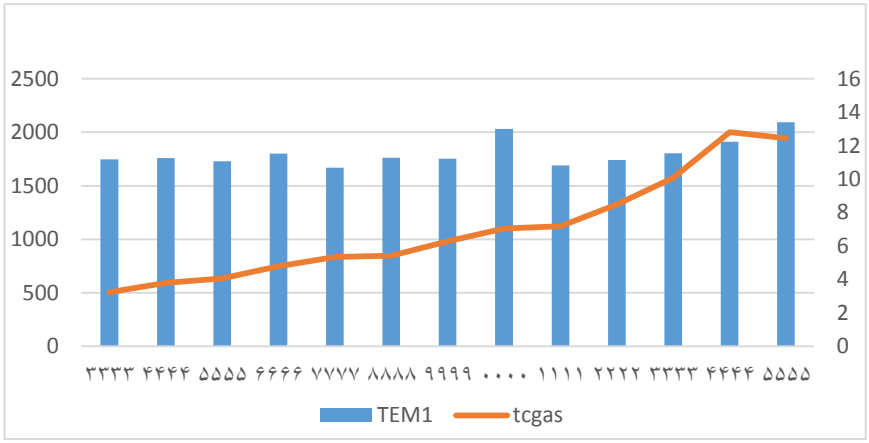
جدول (۱): توصیف آماری داده‌ها

متغیر	علامت اختصاری	میانگین	انحراف معیار	بیشینه	کمینه
مصرف گاز طبیعی	tcgas	۴۰۸۹/۹۷۷	۴۴۵۱/۱۰۵	۲۱۹۴۲/۱	۰
تولید ناخالص داخلی	gdps	۵۹۹۵۴۲/۵	۸۹۶۵۱۸/۹	۵۴۳۷۰۷۶[1]	۶۵۵۸۸,۸۶[2]
مصرف فرآورده‌های نفتی	coil	۱۷۶۲۱۱۹	۱۲۴۷۳۱۷	۶۹۸۶۶۳۵	۱۳۹۷۰۳
شدت انرژی	EC	۳/۲۴	۲/۳۳	۹/۸۲	۰
قیمت واقعی گاز	pgas	۰/۷۱۴۶۲۷۷	۰/۲۰۴۳۴۸۸	۱/۳۸۷۸۳۵	۰/۴۷۴۷۸۴۲
مصرف برق	cElec	۵۴۳۲/۱۲۵	۵۹۱۱۰/۹۶	۳۲۲۲۳	۵۴۴/۲
روند	t	۷	۳/۷۴۶۳	۱۳	۱
روز درجه گرمایش	HDD1	۵۷/۹۶	۲۵/۳	۱۱۰/۸	۰
جمعیت	pop	۲۳۷۸۷۸۱	۲۲۶۳۲۷۰	۱۳۱۰۰۰۰۰۰	۴۵۵۳۴۰
روز درجه سرمایش	CDD1	۴۲/۷۴	۲۵/۱۴	۱۱۷/۹	۰

مأخذ: محاسبات تحقیق

و استان هرمزگان بوده که به علت نبود زیر ساخت‌ها و یا در بعضی از سال‌ها به دلیل افت فشار (۱۳۸۲و۱۳۸۳)، یا عدم وجود انشعابات امکان مصرف گاز طبیعی فراهم نبوده است.

استان زنجان در طی سال‌های مورد پژوهش بیشترین افزایش دما را تجربه کرده است و نرخ رشد افزایش دما در این استان ۱۹درصد است. مصرف گاز طبیعی در این استان روند صعودی دارد که البته در سال‌های ۱۳۸۲ به دلیل نبود زیر ساخت‌ها برای مصرف گاز طبیعی واستفاده از سوخت‌های چایگزین و افزایش درجه حرارت بوده است و نمودار زیر رابطه مصرف گاز طبیعی و میانگین دما در استان زنجان را نشان می‌دهد. استان البرز (۱۶درصد) و خراسان شمالی (۱۴درصد)و قزوین۱۰ (درصد) به ترتیب بیشترین رشد افزایش دما را در بازه مورد نظر داشته‌اند.



نمودار ۳: مصرف گاز طبیعی و میانگین دما در استان زنجان

۵. روش تحقیق

مسأله صفربودن مقدار مشاهده‌شده برای مصرف گاز طبیعی در برخی از استان‌ها و برخی از سال‌ها پدیده شناخته‌شده‌ای است. اساساً یک مشکل بسیار رایج در جمع‌آوری داده‌های اقتصاد خرد، سانسور متغیر وابسته است. هنگامی که متغیر وابسته سانسور می‌شود، مقادیر در یک دامنه محدود قرار می‌گیرند (یا گزارش می‌شوند). نمونه‌هایی از آن که در ادبیات تجربی اشاره می‌شوند، عبارتند از: خرید خانگی کالاهای بادوام، تعداد ساعات کار زنان، هزینه‌های خانوار در گروه‌های مختلف کالا، هزینه‌های تعطیلات.[1]

جونز (۲۰۰۰) مشاهده صفر برای متغیر وابسته در داده‌های اقتصاد خرد را ناشی از عوامل زیر می‌داند: نخست، عدم انتخاب کالای مورد نظر توسط فرد (مصرف‌کننده بالقوه نبودن). دوم، مصرف‌کننده بالقوه است ولی در این دوره میزان مصرفش برابر صفراست. سوم، مصرف کننده بالقوه است، در این دوره مصرف مثبت هم داشته است ولی به دلیل فاصله زیاد بین دو دفعه خریدش صفر گزارش شده است. دربررسی تقاضا ی یک کالا مخارج مصرفی زمانی وجود دارد که خرید صورت گرفته باشد. در حالی که تقاضا بیانگر تمایل به خرید کالا است و ممکن است که هنوز آن را در بازار مشاهده نکرده باشیم. بنابر این اگر Y_i^* مقدار تقاضا باشد، یک متغیر پنهان یا مشاهده نشده است، ولی Y_i مقدار مشاهده شده تقاضا می‌باشد. بنابر این معادله رگرسیون را برای Y_i^* تعریف،اما در عمل از Y_i

1 .green(2003)

استفاده می‌کنیم. در این حالت، بسیاری از مشاهدات برابر صفر هستند، چون خریدی انجام نگرفته است.[1] الگویی ارائه کرد که به مدل توبیت معروف شد. 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. وجود موارد فراتر از حد بحرانی یا پائین‌تر از حد بحرانی در متغیر وابسته بیانگر یک مشکل جدی و اریب در معادله رگرسیون است. به عبارت دیگر این سطح از پراکنش سبب خطای جدی در شرایط استفاده از رگرسیون خطی‌می‌شود. توبین برای تخمین مدل توبیت استفاده از روش حداکثر راستنمایی را پیشنهاد کرد و آلسن ثابت کرد که تابع حداکثر راستنمایی برای مدل توبیت تنها یک ماکزیمم داشته و برآورده‌های آن سازگار و به‌طور مجانبی نرمال نیز هستند.[2]

درتابع تقاضای گاز طبیعی متغیر Y_i^* معرف گرایش به مصرف گاز طبیعی است که غیرقابل‌مشاهده است زیرا تمایل به مصرف گاز وجود دارد. این مقدار تقاضا منعکس‌کننده نیازهای جامعه نبوده و محدویت‌های دیگری مانند محدویت عرضه گاز طبیعی از قبیل افت فشار گاز، نبود انشعابات، نبود زیرساخت برای عرضه گاز طبیعی امکان مصرف گاز برای برخی استان‌ها در بعضی از سالها وجود نداشته، این در حالی است که تمایل به مصرف گاز برای این استان‌ها وجود داشته است. بنابر این Y_i^* برای تعدادی از داده‌ها صفر گزارش می‌شود. در این موارد می‌توان از مدل توبیت استفاده کرد. ساختار الگوی توبیت امکان استفاده از هر دو گروه از مشاهدات صفر وغیر صفر را فراهم می‌کند. به عبارتی در برآورد الگوی توبیت از مجموعه تقاضاکنندگان بالفعل و بالقوه استفاده می‌شود.[3]

در مدل توبیت، متغیر وابسته به صورت پیوسته تغییر می‌کند، اما دربعضی از موارد مقدار آن برابر با صفر است. لذا متغیر وابسته دو حالت دارد:

الف - برابر صفر است (Y=0)

ب- مثبت است که در این صورت Y هر مقداری را می‌تواند اختیار کند.

در چنین شرایطی، مدل رگرسیون خطی در عدد صفر سانسور می‌شود. 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.

1 .Tobin, (1958)

2. Oladele, O.I. and Kareem, A.I. (2003).

3 .Mcdonald, (1982)

Y_i مشاهده‌شده به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Y_i^*= X_i'\beta + u_i \quad (۴)$$
$$Y_i^* \leq 0 \Rightarrow Y_i=0$$
$$Y_i^* >0 \Rightarrow Y_i= Y_i^*$$

از آنجا که Y_i^*توزیع نرمال دارد، لذا طبق معادله بالا توزیع پیوسته روی مقادیر مثبت دارد. به ویژه آنکه تابع چگالی Y_i با معین بودن x مشابه با چگالی Y_i^* با معین بودن x برای مقادیر مثبت می‌باشد. علاوه بر این، u_i دارای توزیع نرمال و مستقل از x است لذا خواهیم داشت:

$$p((Y_i = 0|X_i)=p((Y_i^* \leq 0|X_i)= p(u_i \leq - X_i'\beta) \quad (۵)$$
$$= p\left(\frac{u_i}{\delta} \leq -\frac{X_i'\beta}{\delta}\right) =\varphi\left(\frac{X_i'\beta}{\delta}\right)=۱ - \varphi\left(\frac{X_i'\beta}{\delta}\right)$$

بنابراین توزیع Y_i عبارت است از:

$$\varphi(Y_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{\frac{(Y_i - X_i'\beta)^2}{2\partial^2}} \quad (۶)$$

با استفاده از این تابع توزیع،ا تابع درستنمایی را به صورت زیر تشکیل می‌دهیم:

$$L=p(Y_i=0)\, p(Y_i >0) =(1-Ø_i)\Pi\, \varphi(Y_i)= (1 - Ø_i)\left(2\pi\delta^2 \frac{\pi}{2} e^{\frac{\sum(Y_i - X_i'\beta)^2}{2\partial^2}}\right) \quad (۷)$$

لگاریتم تابع درستنمایی عبارت است از[۱]

$$LnL=\sum_{y>0} -\frac{1}{2}\left[\log(2\pi) + ln\delta^2 + \frac{\sum(Y_i - X_i'\beta)^2}{\partial^2}\right]+\sum_{y=0} ln\left[1 - Ø_i\left(\frac{X_i'\beta}{\partial^2}\right)\right] \quad (۸)$$

اولسن (۱۹۸۷) با در نظر گرفتن $Y=\frac{\beta}{\delta}$ و $Ø = \frac{1}{\delta}$، تابع درستنمایی را به صورت زیر معرفی می‌کند:

$$LnL=\sum_{y>0} -\frac{1}{2}\left[\ln(2\pi) - ln\theta^2 + (\theta Y_i - X_i'Y)^2\right]+\sum_{y=0} ln\left[1 - Ø_i(X_i'Y)\right] \quad (۹)$$

با مشتق‌گیری از lnL نسبت به β و ∂^2 تخمین‌زننده‌های حداکثر درستنمایی بدست می‌آید.[۲] تفاوت تابع درستنمایی در مدل توبیت با رگرسیون معمولی به خاطر وجودجمله$Ln(1-Ø_i)$ است. در نظر نگرفتن این مقدار باعث تورش و ناسازگاری تخمین‌زننده‌ها می‌شود.[۳]

1. Wooldridge, (2013)
2. Green, (2003)
3. Wooldridge, (2013)

β اثر x_i را بر $E(Y_i^*|x_i)$ نشان می‌دهد اما چون Y_i^* متغیر پنهان است، بایستی به جای امید ریاضی Y_i^* امید ریاضی Y را محاسبه کنیم. برای محاسبه $E((Y|x_i)$ نیاز به احتمال‌های شرطی داریم. در مدل توبیت دو نوع امید ریاضی داریم: امید ریاضی شرطی Y به ازای مقادیر مثبت Y و امید ریاضی Y است که مشروط به مقادیر Y مشاهده نشده است. اگر اولی را داشته باشیم دومی را می‌توان محاسبه کرد[1].

$$E[y|\mathbf{x}] = Prob\,[y = 0|\mathbf{x}]\;\; 0 + Prob\,[y > 0|\mathbf{x}] \quad E\,[y^* |\mathbf{x}, y^* > 0] \qquad (۱۰)$$

$$E(Y|x_i Y_{i>0}) = \mathbf{x}\,\beta + \partial E\,[u_i \mid u_i > -x\,\beta] \qquad (۱۱)$$

$$= \mathbf{x}\,\beta + \sigma \frac{(x\,\beta/\sigma)}{\emptyset(\frac{x\beta}{\sigma})} \qquad (۱۲)$$

$$E(Y|x_i Y_{i>0}) = x\,\beta + \sigma\lambda(\frac{x\,\beta}{\sigma})$$

معادله فوق از این جهت مهم است که بیانگر ارزش انتظاری Y است که مشروط به $Y_{i>0}$ بوده و برابر با $x\,\beta$ به علاوه یک جمله اکیداً مثبت می‌باشد.[2]

وقتی Y از مدل توبیت تبعیت می‌کند تعیین اثر نهایی x_i بر Y تا حدودی پیچیده است. اثرات نهایی اثرات تغییر در متغیر وابسته ناشی از تغییر در متغیر مستقل با ثابت نگه داشتن سایر متغیرهای مستقل است (تیپاراتوس۲۰۱۳). عبارت $\lambda\left(\frac{x\,\beta}{\sigma}\right)$ نشان می‌دهد که اثر x_i بر Y فقط وابسته به ضریب آن یعنی β نیست و عوامل دیگری نیز آن را تعدیل می‌کند که این عوامل به جملات داخل پراتنز هم بستگی دارد. وقتی Y از مدل توبیت تبعیت می‌کند تعیین اثر نهایی x_i بر Y تا حدودی پیچیده است. اگر x_i یک متغیر پیوسته باشد اثر نهایی آن بر Y به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$\frac{\partial E(Y_i^*|x_i Y_{i>0})}{\partial x_i} = \beta_i + \sigma \frac{dI}{dc}\frac{x\beta}{\delta} \qquad (۱۰)$$

با استفاده از این رابطه می‌توان کشش‌ها را محاسبه کرد(ولدریج،۲۰۱۳) .

٦. برآورد الگو و تفسیر نتایج

تخمین مدل توبیت با استفاده از نرم افزار Stata15 انجام شده است. اما پیش از تشریح نتایج آزمون و ارزیابی فرضیه تحقیق لازم است نکویی مدل برازش شده ارزیابی شود. در

1. Wooldridge, (2013)
2. Wooldridge, (2013)

مدل توبیت با استفاده ازاحتمال آماره والد می‌توان به معنی‌دار بودن رگرسیون پی برد. در مدل رگرسیون توبیت، R^2 از پایایی واعتبار لازم برخوردار نیست و به جای آن از آماره لگاریتم درستنمایی استفاده می‌شود که هر چه قدر مطلق آن بزرگتر باشد حاکی از مناسب بودن مدل می‌باشد. جدول ۲ مقادیر این آماره‌ها را گزارش می‌کند.

جدول(۲): آماره والد و لگاریتم درستنمایی

Log likelihood	prob	Wald chi2(9)
-۲۶۵۷۲۹/۸	۰/۰۰۰	۳۹۰۶۷/۸۴

مأخذ: محاسبات تحقیق

آماره والد و لگاریتم درستنمایی محاسباتی حاکی از معنی‌دار و مناسب‌بودن مدل است.[1]

نتایج برآورد مدل که در جدول (۴) آمده، حاکی از انطباق علائم ضرایب برآورد شده با مبانی نظری و معنادار بودن کلیه متغیرهای مستقل مدل می‌باشد. آماره LR حاصل بکارگیری این متغیرها ۵۲۰۰۰۰ می‌باشد که نشان دهنده قدرت مدل در توضیح دهندگی متغیرهای مستقل می‌باشد. جدول(۳) مقادیر این آماره را گزارش می‌کند.

جدول (۳): آماره LR

LR	prob
۵۲۰۰۰۰	۰/۰۰۰

مأخذ: محاسبات تحقیق

همان‌طور که در قسمت قبل توضیح داده شد در مدل توبیت به دلیل پیچیدگی اثر متغیر مستقل بر وابسته از اثرات نهایی برای تفسیر نتایج استفاده می‌شود. برآورد اثرات نهایی مدل توبیت در جدول ۴ نشان می‌دهد که مهمترین عوامل مؤثر بر مصرف گاز طبیعی در ایران، به ترتیب، متغیرهای تولید ناخالص داخلی، روند، سرمایش و مصرف برق می‌باشند. با توجه به برآورد اثرات نهایی به صورت نیم‌کشش، می‌توان یافته‌ها را اینگونه تفسیر نمود:

تولید ناخالص داخلی عامل مؤثری است که با افزایش یک درصد این متغیر، مصرف گاز طبیعی معادل ۱۴۷۶میلیون مترمکعب افزایش می‌یابد.

1. Mcdonald, (1982)

جدول (٤): نتایج برآورد 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	۰/۰۰۰۳	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
sigma_e	۲۴۵۸/۲	۳۸ /۵	۶۳/۸	۰/۰۰۰	
Sigma u	۱۱۸۳/۲	۴/۹	۲۳۷/۰۵	۰/۰۰۰	

مأخذ: محاسبات تحقیق

ضریب برآوردشده برای متغیر t نشان می‌دهد با تغییر یک درصد متغیر روند، میزان مصرف گاز طبیعی معادل ۱۱۹۳میلیون مترمکعب افزایش می‌یابد. در این بازه زمانی استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت در نیروگاه‌ها وتبدیل نیروگاه‌های کشور از حالت سنتی به سیکل ترکیبی و نیروگاه‌های گازی، مهم‌ترین تغییرات تکنولوژیک در این حوزه بوده‌اند که باعث افزایش مصرف گاز طبیعی شده است.

متغیر روز درجه سرمایش نیز بر مصرف گاز طبیعی تأثیر دارد. با افزایش درجه حرارت و استفاده بیشتر از سیستم‌های سرمایشی، مصرف گاز طبیعی نیز افزایش خواهد داشت. با افزایش یک درصد در متغیر روز درجه سرمایش، مصرف گاز طبیعی ۹۲۲ میلیون مترمکعب افزایش می‌یابد.

متغیر مصرف برق عامل تأثیر گذار بعدی است. از آنجایی که در تولید برق از گاز طبیعی استفاده می‌شود لذا این متغیر هم در بخش نیروگاهی به عنوان سوخت و هم در بخش‌های خانگی و تجاری برای خنک شدن استفاده می‌شود، بنابراین، با افزایش یک درصدی در مصرف برق، مصرف گاز طبیعی معادل ۹۰۴ میلیون مترمکعب افزایش خواهد داشت. شدت انرژی متغیر مهم دیگری است که یک درصد افزایش آن، حدود ۲۱۹میلیون مترمکعب مصرف گاز طبیعی را افزایش می‌دهد.

نتایج همچنین نشان می‌دهد با یک درصد افزایش جمعیت، مصرف گاز طبیعی معادل ۴۰۷ میلیون مترمکعب افزایش می‌یابد. با کاهش درجه حرارت نیز استفاده از گاز طبیعی برای گرم شدن افزایش می‌یابد. افزایش یک درصدی در روز درجه گرمایش موجب افزایش۱۰۵ میلیون مترمکعبی گاز طبیعی می‌شود. نتایج برآورد همچنین حاکی از آن است که یک درصد افزایش در مصرف فرآورده‌های نفتی به عنوان کالاهای جانشین برای گاز طبیعی، موجب کاهش۶۲۲میلیون مترمکعب گاز طبیعی می‌شود. افزایش یک در صدی در شدت انرژی نیز مصرف گاز طبیعی را معادل ۲۱۹ میلیون مترمکعب افزایش خواهد داد. علامت متغیر قیمت مطابق با انتظارات بوده و معنادار می‌باشد. با یک درصد افزایش قیمت ۶۷ میلیون مترمکعب مصرف گاز طبیعی کاهش می‌یابد.

۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر متغیرهای اقتصادی و غیراقتصادی بر تقاضای گاز طبیعی در ایران با تأکید بر متغیرهای آب و هوایی انجام شده است. این مطالعه با رویکرد رگرسیونی توبیت مبتنی بر داده‌های پنلی استان‌های کشور در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۴، با ۹ متغیر توضیحی که با توجه به مبانی نظری، پیشینه تحقیق و شرایط کشور، انتخاب شده، صورت گرفته است.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد، متغیرهای تولید ناخالص داخلی، روند، شدت انرژی، مصرف برق و دما، به ترتیب بیشترین اثر را بر مصرف گاز طبیعی کشور طی دوره مورد بررسی داشته‌اند.

تأکید ویژه این مطالعه بر اثر تغییرات آب و هوایی بر مصرف گاز طبیعی است که نتایج تخمین اثر معنی‌دار این عامل را نشان داد. در برنامه ریزی بلندمدت انرژی در بخش تقاضا لازم است تا علاوه بر درنظر گرفتن متغیرهای متداول، به تأثیر تغییرات آب و هوایی به عنوان یکی از کلان روندهای مهم مؤثر بر مصرف انرژی نیز توجه شود. اینگونه سیاست‌گذاری، با در نظر گرفتن اقلیم‌های متفاوت هر استان، حساسیت نسبت به افزایش درجه حرارت و برنامه‌ریزی متناسب با آن، می‌تواند به صورت مناسب‌تری با تغییر مصرف فصلی گاز طبیعی و چالش‌های مرتبط با آن، مانند تأمین نیاز بخش خانگی در فصل سرد سال و بوجود آمدن کمبودها در بخش‌های دیگر و انجام تعهدات صادراتی و برنامه‌های تزریق گاز به مخازن نفت مواجه نماید. همچنین، این امکان را فراهم می‌آورد که بتوان

آثار بلندمدت تغییرات آب و هوایی را بر چشم‌انداز مصرف گاز طبیعی کشور در چارچوب مطالعات آینده‌پژوهی لحاظ نمود.

۸. تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

۹. منابع

ابونوری، عباسعلی و غفوری، شیرین (۱۳۹۰)، «برآورد عرضه و تقاضای گاز طبیعی در ایران و پیش‌بینی برای افق ۱۴۰۴»، *مدلسازی اقتصادی*، سال ۴، شماره ۱۲، صفحات ۱۳۶-۱۱۷.

استیونس، پل (۱۳۹۰)، *اقتصاد انرژی*، ترجمه علی طاهری فرد و سید جعفر حسینی و جلال دهنوی، تهران: دانشگاه امام صادق (ع).

آمارنامه مصرف فراورده‌های نفتی انرژی زا، (۱۳۹۴)، شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران

ترازنامه انرژی سال (۱۳۹۴)، دفتر برنامه ریزی اقتصاد کلان برق و انرژی

ترازنامه انرژی سال (۱۳۹۶)، دفتر برنامه ریزی اقتصاد کلان برق و انرژی

جوان، افشین و زمانی، مهرزاد و قنبری، علیرضا و بیاری، لیلی (۱۳۹۱)، «پیش‌بینی تقاضا و ذخیره‌سازی فصلی گاز طبیعی در طول برنامه پنجم توسعه با استفاده از روش‌های شبکه عصبی و ARIMA»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال ۹، شماره ۳۴، صفحات ۷۰-۴۹.

دفتر مرجع ملی هیات بین الدولی 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.

سیدجوادین، سید رضا و شاه‌حسینی، محمدعلی و حسینی‌پور، سید وحید (۱۳۹۰)، «پیش بینی مصارف گاز طبیعی کشور در افق برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشور و نقد سیاست‌های مرتبط»، *مدیریت بازرگانی*، سال ۳، شماره ۷، صفحات۱۲۶-۱۰۹.

شکوری گنجوی، حامد و نظرزاده، جلال (۱۳۸۳)، «مطالعه اثر تغییرات دمای هوا بر میانگین زمان مصرف روزانه انرژی الکتریکی در کشور»، *انرژی ایران*، سال ۹، شماره ۲۰، صفحات ۴۰-۲۷.

عبدلی، قهرمان و رهرامی، ویدا (۱۳۸۸)، «بررسی اثر پیشرفت تکنولوژی بر صرفه‌جویی مصرف انرژی در بخش صنعت وکشاورزی با استفاده از تابع تولید کاب داگلاس»، *فصلنامه مطالعات انرژی*، سال ۶، شماره ۲۳، صفحات ۴۱-۲۳.

فریدزاد، علی (۱۳۹۷)،« *اقتصاد انرژی: تعاریف، مفاهیم، بازارها و سیاست‌ها*»، تهران: مرکز چاپ و نشر دانشگاه علامه طباطبائی.

کریمی، تورج و صادقی مقدم، محمد رضا و رهنما، روح الله (۱۳۸۹)، «بررسی اثر تغییرات دما بر مصرف گاز طبیعی در ایران»، *فصلنامه مطالعات انرژی*، سال هفتم، شماره ۲۴.

کشاورز حداد، غلامرضا و میرباقری جم، محمد (۱۳۸۶)، «بررسی تابع تقاضای گاز طبیعی در ایران»، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی* ایران، شماره ۳۲، صفحات ۱۶۰-۱۳۷.

گلی، زینب و اشرفی، یکتا (۱۳۸۹)، «بررسی شدت انرژی کشور و تجزیه آن با استفاده از شاخص ایده‌آل فیشر در ایران»، *فصلنامه پژوهشها و سیاستهای اقتصادی*، سال ۱۸، شماره ۵۴.

مجرد، فیروز وسلمانی، افسانه (۱۳۹۸)،«رابطه متغیرهای آب هوایی با مصرف برق وپیش‌بینی تقاضای برق با مدل‌های گردش عمومی جو در غرب ایران»، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره۵۱، شماره۲، صفحات۳۱۵-۳۰۱.

مسعودیان، ابوالفضل و علیخانی، بهلول و ابراهیمی، رضا (۱۳۹۰)، «واکاوی میانگین مجموع۱۳ روز درجه مورد نیاز (گرمایش وسرمایش) در قلمرو ایران»، *جغرافیا و پایداری محیط (پژوهشنامه جغرافیایی)*، سال ۱، شماره ۱، صفحات ۳۶-۲۳.

ملکی،رضا(۱۳۸۳)،«بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در ایران»، *مجله برنامه و بودجه*،شماره۸۹،صفحات۱۱۹-۸۱.

مهرگان، نادر و صادقی، حسین و امانی، مسعود (۱۳۹۱)، «استفاده از روش روز درجه در برآورد تقاضای گاز طبیعی بخش خانگی در ایران: با رویکرد پنل دیتا»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال ۹، شماره ۳۲، صفحات ۱۸۷-۱۶۹.

References

Bernstein, Ronald and Madlener, Reinhard (2011), "Residential Natural Gas Demand Elasticities in OECD Countries: An ARDL Bounds Testing Approach", *FCN Working Papers*.

Das, Anupam and McFarlane, Adian A. and Chowdhury, Murshed (2013). "The dynamiss ff natural gas ssss umtt i and GD i Banglade”h”, Sustainable *Energy Reviews*, Vol. 22, pp. 269-274.

Green, W. H. (2003), *Econometric Analysis*, 5th ed., Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall

Gudarzi Farahani, Yazdan and Varmazyari, Behzad and Moshtaridoust, Shiva (2012), "Energy Consumption in Iran: Past Trends and Future Directions", *Social and Behavioral Sciences*, Vol. 62, pp.12-17.

Huntington, H. G. (1998), "Crud Oil Prices and US Economic Performance: Where Does the Asymmetry Reside?", *Energy Journal*, Vol. 19, No. 4, pp. 107-132.

Jones, A. M. and Yen, S. T. (2000), "A Box-Cox Double Hurdle Model", *Manchester school*, Vol. 68, pp. 203-221.

Kani, Alireza H. and Abbasspour, Madjid and Zahra, Abedi (2014). "Estimation of Demand Function for Natural Gas in Iran: Evidences Based on Smooth Transition Regression", *Economic Modelling*, Vol. 36, pp. 341-347.

Kumar Debnath, and Ashim, Blackman, Ross and Haworth, Narelle (2013), "Tobit Model for Analyzing Speed Limit Compliance in Work zones", *Safety Science*, Vol. 70, pp. 367-377.

Mahmood, Rafat and Saleemi, Sundus and Amin, Sajid (2016), "Impact of Climate Change on Electricity Demand: A Case Study of Pakistan, *The Pakistan Development Review*, Vol. 55, No. 1, pp. 29-47.

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.

Nordhaus, William D. and Houthakker, Hendrik S. and Sachs, Jeffrey D. (1980), "Oil and Economic Performance in Industrial Countries", *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 1980, No. 2, pp. 341-399.

Oladele, O.I. and Kareem, A.I. (2003). "Adoption Rate and Continued Use of Selected Arable Crop Technologies among Farmers in Oyo State Nigeria", *Journal of Food, Agriculture and Environment*, Vol. 1, No. 3&4, pp. 291-294.

Olsen, R. J. (1978), "Note on the Uniqueness of the Maximum Likelihood Estimator for the Tobit Model", *Economctrica*, Vol. 46, No. 5, pp. 1211-1215.

Oystein, Olsen and Kjell, Roland (1988), "Modeling Demand for Natural Gas; A Review of Various Approaches", *Social and economic studies 067*.

Ranson, Matthew and Morris, Lauren and Kats-Rubin, Alex (2014), "Climate Change and Space Heating Energy Demand: A Review of the Literature", *NCEE Working Paper Series 201407*.

Tobin, J. (1958), "Estimatian of Relationship for Limited Dependent Variable", *Econometrica*, Vol. 26, No. 1, pp. 24-36.

Wooldridge, Jeffrey M. (2013), *Introductory Econometrics; A Modern Approach*, Fifth Edition, South-Western, Cengage Learning.

Zhang ,Chen, and Liao, Hua and Mi, Zhifu (2019), "Climate Impacts: Temperature and Electricity Consumption ,*Natural Hazards*.

-- Iranian Energy Economics------
10(34), 4
Jiee.atu.ac.ir
Dol: 10.22054/Jiee.2021.50681.1734

ATU PRESS

Original Reserch Accepted: 24/Dec/2020 Received: 15/May/2020 ISSN: 2423-5954 eISSN: 2476-6437

The Effect of Climate Change on Iran's Natural Gas Consumption; Application of Censored Regression Model (Tobit)

Tahereh Hajihosseini Baghdadabadi | Corresponding Auther, Ph.D. Student of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abdolrasoul Ghasemi | Associate Professor of the Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Teimour Mohammadi | Associate Professor of the Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abstract

Investigating the effects of climate change on different aspects of social life has been the focus of research in recent decades. The importance of energy for development and growth as well as pollution caused by energy carriers has made it necessary to assess the impact of climate change on the consumption of various energy carriers including natural gas. This study designed a model for natural gas demand in which in addition to the conventional economic factors, climate variables are considered. Then, we estimate this model for Iran during the years 2003-2015. In addition, variables of GDP and electricity consumption as well as trend variable had the greatest effect on natural gas consumption in the country.

Keywords: Natural Gas Consumption, Climate Change, Tobit Regression Model

JEL Classification: Q43, Q54, C34

t.hajihoseini@gmail.com