

بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی در ایران و رتبه‌بندی سهم هریک از آن‌ها مبتنی بر رویکرد میانگین‌گیری بیزینی

محسن مهرآرا

استاد اقتصاد دانشگاه تهران mmehrara@ut.ac.ir

آرزو غضنفری

کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور
arezooghaanzafari86@gmail.com

مطهره السادات مجذزاده^۱

کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه تهران motysha_64@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۹۲/۰۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۴

چکیده

با توجه به پایان‌پذیر بودن منابع فسیلی و وابستگی کشورهایی نظیر ایران به درآمد نفتی، رشد بالای مصرف انرژی به ویژه در کشورهای در حال توسعه و آلودگی هوا ناشی از آن، بررسی عوامل تعیین کننده‌ی تقاضای انرژی از اهمیت زیادی برخوردار است. براین اساس، در پژوهش حاضر با به کارگیری روش میانگین‌گیری مدل بیزینی (BMA) و روش میانگین‌گیری حداقل مربعات (WALS)، اثر ۱۶ متغیر اقتصادی را بر تقاضای انرژی داخل کشور (رشد مصرف نهایی انرژی) طی دوره‌ی زمانی ۱۳۳۸-۸۹ مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که متغیر رشد درآمد نفتی و رشد تولید ناخالص داخلی غیرنفتی، بیشترین تأثیر را با علامت مثبت بر تقاضای انرژی کشور دارند. در رتبه‌بندی این ۱۶ عامل، براساس احتمال حضور آن‌ها در مدل‌های برآورد شده، متغیرهای رشد درآمد نفتی، رشد تولید ناخالص داخلی غیرنفتی، لگاریتم نسبت وقفه‌ی مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی (جمله تصحیح خط) و وقفه‌ی قیمت نسبی انرژی به ترتیب رتبه‌ی اول تا چهارم را به خود اختصاص داده‌اند. تغییر قیمت‌های نسبی انرژی حداقل در طی دوره‌ی نمونه اثرات با اهمیتی بر مصرف انرژی نداشتهداند.

طبقه‌بندی JEL: C51 , Q4

کلید واژه: تقاضای انرژی، درآمد نفتی، تولید ناخالص داخلی، میانگین‌گیری مدل بیزینی (WALS)، روش میانگین‌گیری حداقل مربعات (BMA)

۱- مقدمه

وابستگی روزافزون جوامع به انرژی، به دلیل جایگزینی نیروی ماشین به جای نیروی انسانی و استفاده از فناوری‌های انرژی‌بر، سبب شده است که انرژی به عنوان یک عامل مؤثر در رشد و توسعه‌ی اقتصادی تلقی شود و در کارکرد بخش‌های مختلف اقتصادی نقش چشم‌گیری ایفا کند. از زمان بروز تکانه‌های قیمتی نفت که از سویی منجر به رکود اقتصادی کشورهای واردکننده‌ی نفت و از طرف دیگر منجر به شکل‌گیری درآمدهای مازاد در اقتصادهای صادرکننده‌ی نفت و نیز تغییر الگوی مصرف انرژی در آن‌ها شده، نقش و جایگاه انرژی در اقتصاد، اهمیت بیشتری یافته است. (بهبودی، ۱۳۸۸)

ایران یکی از کشورهای صادرکننده‌ی نفت می‌باشد. با توجه به روند روبه رشد مصرف انرژی در ایران، در آینده‌ای نه‌چندان دور، کشور با بحران انرژی مواجه شده و برای تأمین نیازهای داخلی انرژی، ممکن است از یک کشور صادرکننده‌ی نفت به کشور واردکننده تبدیل شود. با توجه به وابستگی بیش از اندازه‌ی اقتصاد کشور به صادرات نفت خام و درآمدهای ارزی حاصل از آن، تأثیر و عواقب این بحران بارزتر می‌شود. در طی سال‌های آتی بایستی پیامدهای اقتصادی، محیط زیستی، تکنولوژیکی و اجتماعی ناشی از مصرف انواع مختلف حامل‌های انرژی مورد ارزیابی قرار گرفته و تصمیماتی برای تعیین خط مشی‌های لازم اتخاذ شود؛ لذا باشناسایی عوامل تأثیرگذار بر مصرف انرژی و سیاست‌گذاری‌های صرفه‌جویی انرژی، می‌توان مصرف انرژی و مسائل زیست محیطی ناشی از آن را در آینده مدیریت نمود. یک روش مفید برای اندازه‌گیری این عوامل و ارائه‌ی راهکارهای مناسب، برآورد و بررسی تابع تقاضای انرژی می‌باشد.

الگوهای تقاضای انرژی براساس دیدگاه‌های متفاوتی طبقه‌بندی شده‌اند. این مدل‌ها رامی‌توان با درنظرگرفتن معیارهایی از قبیل اهداف، فروض، درجه‌ی توجه به تغییرات فن‌آوری، درجه‌ی درونزایی و دامنه‌ی توصیف اجزاء بخش‌های غیرانرژی اقتصاد، تقسیم‌بندی کرد. روش‌های آماری، اقتصادسنجی، اقتصادکلان، تحلیل روند، تعادل عمومی، کلان‌سنجدی و صفحه‌ی گسترده، از مهم‌ترین روش‌های بررسی تقاضای انرژی به‌شمار می‌روند. (سهیلی، ۱۳۸۸)

در این تحقیق از رویکرد اقتصادسنجی بیزینسی^۱ و روش میانگین‌گیری حداقل مربعات (WALS)^۲ برای برآورد الگوی تقاضای انرژی استفاده می‌شود.

1- Bayesian Econometrics

2- Weighted Average Least Squares

همواره متخصصان اقتصادسنجی برای داشتن یک مدل مناسب، با ناطمینانی در انتخاب متغیر و ناطمینانی در انتخاب مدل (نوع، تعداد و ترکیب متغیرها) مواجه بوده‌اند. به لحاظ نظری طیف وسیعی از متغیرها شامل عوامل قیمتی، ساختاری (مانند سهم بخش‌ها)، تجاری (مانند صادرات و واردات) و متغیرهای مقیاس (مانند تولید)، تقاضای انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، اما در روش‌های اقتصادسنجی متعارف نمی‌توان تمامی این متغیرها را در الگو لحاظ کرد. لذا محققان بر اساس نظریه و سلیقه، ترکیبی از متغیرها را در الگو مورد استفاده قرار می‌دهند. بر این اساس برآوردهای قیمتی و درآمدی، به این‌که چه ترکیبی از سایر متغیرها در الگو لحاظ شده، حساس می‌باشد. روش "میانگین‌گیری مدل بیزینی"^(۱) برای فائق آمدن بر مشکل مذکور در ادبیات اقتصادسنجی بیزینی توسعه یافته است. (مهرآرا و نصیب پرست، ۱۳۹۱) این رویکرد علاوه بر غلبه بر ناطمینانی در انتخاب متغیرهای مؤثر، بر ناطمینانی در انتخاب مدل بهینه نیز فائق می‌آید.

در این مقاله قصد داریم با استفاده از روش میانگین‌گیری مدل بیزینی و میانگین‌گیری حداقل مربعات (WALS) بر ناطمینانی در انتخاب مدل و انتخاب متغیرها غلبه کرده و به بررسی جامع و کاملی از عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی در داخل و رتبه‌بندی سهم هر یک بپردازیم. بخش دوم مقاله به تبیین مبانی نظری تحقیق اختصاص دارد. در بخش سوم، مطالعات تجربی تقاضای انرژی مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش چهارم، مروری بر مبانی روش‌های میانگین‌گیری مدل بیزینی و میانگین‌گیری حداقل مربعات (والس)، انجام شده است. در بخش پنجم مدل‌ها را تخمین زده و نتایج را بیان کرده و سرانجام در بخش پایانی، به جمع‌بندی نتایج و نتیجه‌گیری پرداخته‌ایم.

۲- مبانی نظری

با توجه به نقش تأثیرگذار انرژی بر تحولات اقتصادی از دهه‌ی ۶۰ میلادی، اقتصاد انرژی به عنوان زیر شاخه‌ای مهم از دانش اقتصاد مطرح شده است. پس از آن، برآورده مدلی از تقاضای انرژی همواره مورد اهتمام برنامه‌ریزان، تحلیل‌گران و پژوهندگان انرژی بوده است، زیرا داشتن تخمینی مناسب از تقاضای انرژی و پیش‌بینی مصرف انرژی

در دروره‌های بعد برای تصمیم‌گیران کلان اقتصادی، می‌تواند راه را برای نیل به اهداف بلندمدت مدیریت مصرف و عرضه‌ی انرژی هموار کند. (منظور و طاهری، ۱۳۸۸) در این بخش ابتدا مروری بر مدل‌های تقاضای انرژی داشته و سپس به تحلیل عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی می‌پردازیم.

مدل‌های تقاضای انرژی

تقاضای انرژی، آن بخشی از حامل‌های انرژی است که برای تأمین نیازهای ما به کالاهای خدمات ضروری هستند و اثر آن در بازار قابل تشخیص است. الگوهای زیادی برای بررسی تقاضای انرژی به وجود آمدند، که همواره در حال تکامل و تحول بوده‌اند. در دهه‌ی ۶۰ میلادی، روش‌های اقتصادسنجی به طور گستردگی در جهت برآورد تقاضای انرژی به کار گرفته شده‌اند. این روش‌ها با به کارگیری تئوری‌های اقتصاد و آمار، به آزمون تجربی روابط بین متغیرهای اقتصادی و رشد تقاضای انرژی پرداخته‌اند. از آنجایی که پارامترهای این الگو بر مبنای داده‌های تاریخی و یا مقطعی برآورد می‌شوند، پیش‌بینی تقاضای انرژی با کمک این مدل‌ها مبتنی بر تعمیم شرایط گذشته برای آینده است.

عوامل گوناگونی سبب شده‌اند تا پیش‌بینی‌های حاصل از کاربرد مدل‌های اقتصادسنجی با عدم تطبیق با واقعیات مواجه شوند. طی دو دهه‌ی ۷۰ و ۸۰ میلادی، سه شوک مهم دامن‌گیر مهم‌ترین منبع انرژی مصرفی یعنی نفت شده است. تحولات ساختاری ناشی از بحران‌های انرژی که هماهنگ با نیازهای کشورهای پیشرفته در این مرحله از توسعه نیز بوده موجب شده است تا بیش‌تر پیش‌بینی‌های به عمل آمده توسط روش‌های اقتصادسنجی برای مصرف انرژی دهه‌های ۷۰ و ۸۰ میلادی مقرن به صحت نباشد. (اول، ۲۰۰۶)

از نیمه‌ی اول دهه‌ی ۷۰ میلادی، مدل‌های مبتنی بر فرآیندهای فنی مورد توجه بیش‌تری قرار گرفته است. این مدل‌ها قادر بودند اثر تغییرات ساختاری و تکنولوژیکی را بر روی رشد تقاضای انرژی مورد مطالعه قرار دهند.

از نیمه‌ی دوم دهه‌ی ۸۰ میلادی، این تفکر قوت گرفت که با مسئله‌ی مدل‌سازی انرژی می‌بایستی به روش سیستمی^۱ برخورد شود، به این معنی که آثار متغیرهای اقتصادی-اجتماعی و اثرات عوامل فنی به طور همزمان در برآورد تقاضای انرژی مورد توجه قرار گیرد. به عنوان مثال می‌توان به مدل II-MADE (مدلی برای تجزیه و

تحلیل تقاضای انرژی)^۱ اشاره کرد که در نیمه‌ی دوم دهه‌ی ۸۰ میلادی توسعه یافت. در این مدل، که بر اساس اصول مهندسی طراحی شده، برای برآورد تقاضای انرژی و ارزیابی توابع اثرات متغیرهای اقتصادی و فنی از روش‌های اقتصادستنجی و آماری به‌طور وسیعی بهره‌برداری شده است.

۲-۳- عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی

بر اساس ادبیات نظری و تجربی، متغیرهای متعددی بر مصرف انرژی (در یک کشور) دامن می‌زنند. در ادامه به برخی از مهم‌ترین آن‌ها که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته‌اند اشاره می‌شود.

رشد اقتصادی

انرژی یکی از مهم‌ترین نهادهای در تابع تولید محسوب می‌شود. (کلیولند^۲، ۱۹۸۴) از نظر تجربی نیز مصرف انرژی در اقتصادهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه و نوظهور تا حد زیادی متأثر از رشد اقتصادی در آن کشورها می‌باشد (چوسا و همکاران^۳، ۲۰۰۸). نرخ‌های رشد اقتصادی بالا، با به وجود آوردن نیازهای جدید، فشار فزاینده‌ای را بر مصرف انرژی وارد می‌کنند.

ظهور و توسعه‌ی بازارهای جدید، مصرف بالاتر انرژی را در پی خواهد داشت که این خود منجر به انتشار مقادیر متنابهی از گازهای سمی می‌شود. افزایش انتشار گازهای سمی، موجب افزایش اقدامات مربوط به حفاظت محیط‌زیست شده است که این نیز به نوبه‌ی خود تولید ناخالص داخلی را افزایش می‌دهد (شافیک^۴، ۱۹۹۴)، بنابراین نرخ رشد اقتصادی دارای ارتباط مستقیم و غیر مستقیمی با مصرف انرژی می‌باشد، بدین معنا که افزایش رشد اقتصادی، افزایش مصرف انرژی را در پی خواهد داشت.

ساختار اقتصادی

انرژی یک نهاده‌ی اساسی در فعالیت‌های اقتصادی و بهویژه فعالیت‌های صنعتی و تولیدی به حساب می‌آید (چایتانیا^۵، ۲۰۰۷). شواهد تجربی نشان می‌دهد که شدت مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد یکسان نمی‌باشد؛ شدت انرژی در بخش‌های

1- Model for Analysis of Demand for Energy

2- Cleveland

3- Chousa et al

4- Shafik

5- Chaitanya

صنعت و حمل و نقل به مراتب بیشتر از شدت آن در بخش خدمات و کشاورزی است (عباسی‌نژاد و وافی نجار، ۱۳۸۳)، لذا می‌توان این‌گونه بیان کرد که سهم بخش‌های مختلف اقتصادی، اثر مشابهی بر مصرف انرژی ندارد.

رشد جمعیت

نرخ رشد جمعیت یکی دیگر از عوامل اساسی است که در مصرف انرژی مورد توجه قرار گرفته است (چاپitania، ۲۰۰۷). رشد جمعیت نیاز به تولید کالا و خدمات را به منظور تأمین نیازهای روزافزون جمعیت در حال رشد افزایش می‌دهد، که این خود منجر به به کارگیری بیشتر انرژی به منظور تولید بیشتر می‌شود.

قیمت حامل‌های انرژی

بر اساس نظریه‌های سنتی تقاضا، انتظار می‌رود که افزایش قیمت حامل‌های انرژی، تقاضای آن را کاهش دهد، اما میزان این تأثیر بسیار بحث برانگیز است. سیاست افزایش قیمت انرژی می‌تواند یکی از ابزارهای لازم در جهت کنترل رشد فزاينده‌ی مصرف انرژی بوده و الگوی مصرف را متناسب با شرایط اقتصادی کشور تصحیح کند. (اسماعیل نیا، ۱۳۷۹)

درآمدهای نفتی

در بررسی اثر تولید ناخالص داخلی بر مصرف داخلی انرژی، اثر تولید ناخالص یا درآمدها به دو مؤلفه‌ی غیرنفتی و نفتی تفکیک می‌شوند. با توجه به وابستگی کشور ایران به درآمدهای حاصل از فروش نفت و فرآورده‌های نفتی، اثرات مذکور بر مصرف داخلی انرژی متقارن نیست. نقش و اهمیت درآمدهای نفتی در تحولات کلان اقتصادی ایران مورد تأکید محققان زیادی می‌باشد (به طور مثال افروز و سوری ۱۳۸۹) را نگاه کنید. و یکی از منابع اصلی نوسانات رشد اقتصادی، تغییر قیمت‌های نسبی به ویژه نرخ ارز حقیقی و تحولات ساختاری بوده است. تغییر قیمت‌های نسبی به نفع واردات، تقاضا برای تکنولوژی‌ها و کالاهای سرمایه‌ای انرژی بر را افزایش می‌دهد. به دنبال گشایش‌های ارزی، تقاضای کالاهای مصرفی بادام و انرژی بر نیز توسط خانوارها بالا می‌رود. هم‌چنین منبع اصلی درآمد دولت برای توسعه‌ی زیرساخت‌ها و ارتباطات، درآمدهای نفتی است. گسترش زیرساخت‌ها و حمل و نقل نقش مهمی در روند مصرف انرژی ایفا می‌کنند (چوسا و همکاران، ۲۰۰۸). بالاخره صادرات نفت به عنوان نماینده‌ای از ظرفیت تولید نفت نیز به شمار می‌رود. با افزایش ظرفیت تولید نفت سهم بیشتری به مصرف داخلی انرژی اختصاص می‌یابد.

صادرات غیرنفتی

انرژی ارزان یک مزیت نسبی در صادرات کالاهای صنعتی ایران به حساب می‌آید. از آن جا که تولید کالاهای صنعتی با مصرف انرژی بیشتری همراه است، لذا انتظار می‌رود افزایش صادرات کالاهای مزبور منجر به افزایش مصرف انرژی شود (چوسا و همکاران، ۲۰۰۸)، لذا تولید و سپس صادرات کالاهای غیرنفتی به ویژه کالاهای صنعتی می‌تواند بر میزان تقاضای انرژی داخلی تأثیرگذار باشد.

تکنولوژی

انرژی و تکنولوژی از نهاده‌های اصلی در تولید می‌باشند. با توجه به مطالعات انجام گرفته تکنولوژی دو تأثیر متفاوت بر مصرف انرژی دارد.^۱ از یک سو، بهبود تکنولوژی و به روز کردن تجهیزات در صنایع و تولیدات، منجر به رشد اقتصادی شده و با رشد اقتصادی، مصرف انرژی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، بهبود تکنولوژی در صنایع قدیمی با بهره‌وری پایین و استفاده از ماشین‌آلات با بهره‌وری بالا و مصرف انرژی کم، سبب می‌شود که مصرف انرژی کاهش یابد، بنابراین تکنولوژی دو تأثیر متفاوت و ناهمگون بر مصرف انرژی دارد. در این مطالعه از متغیر روند به عنوان شاخصی از تکنولوژی استفاده می‌شود.

رشد شهرنشینی

ایران در طی سال‌های گذشته، شاهد توسعه‌ی سریع شهرها و افزایش چشم‌گیر جمعیت شهری بوده است. مهاجرت بی‌رویه از مناطق روستایی، مهم‌ترین علت افزایش جمعیت شهرها طی چند دهه‌ی اخیر می‌باشد. این مهاجرتها و افزایش میزان شهرنشینی، مصرف انرژی در ایران را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. با وجود این حقیقت که شهرها بزرگ‌ترین مصرف‌کننده‌ی انرژی و منتشر‌کننده‌ی گازهای گلخانه‌ای هستند (ایشی و همکاران^۲، بنابراین می‌توان انتظار داشت که اثر رشد شهرنشینی بر مصرف انرژی مثبت و با اهمیت می‌باشد.

۱- سازمان بهره‌وری انرژی(سaba)

2- Ishii et al.

۳- مرور مطالعات تجربی

مطالعاتی که در خصوص تقاضای انرژی در داخل و خارج کشور انجام گرفته، به‌طور عمده چند هدف اساسی را دنبال کرده‌اند. در این بخش، بر اساس این اهداف، به مرور برخی از این مطالعات پرداخته می‌شود:

مطالعات برآورد کشش‌های قیمتی و درآمدی و بررسی تقاضای حامل‌های مختلف انرژی

مطالعات زیادی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته در خصوص برآورد کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای انرژی مبتنی بر الگوهای اقتصادسنجی ساختاری انجام شده است که در ادامه برخی از آن‌ها را مرور می‌کنیم:

لی و همکاران^۱(۲۰۱۱)، با به‌کارگیری یک مدل چندجمله‌ای درجه‌ی سوم، به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در چین پرداخته‌اند و یک مدل تقاضای سه متغیره را بر اساستابع تولید ترانسلوگ^۲ برآورد کرده‌اند. آن‌ها دریافت‌های که شهرنشینی، جمعیت و سیاست‌های صرفه‌جویی از عوامل اصلی مؤثر بر مصرف انرژی در چین می‌باشند.

رولا و پوریس^۳(۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای به بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی (برق)، در آفریقای جنوبی پرداخته‌اند. آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که رابطه‌ی علیت دوطرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی و بالعکس وجود دارد و طبق بررسی‌های انجام شده در این مطالعه، قیمت برق و رشد اقتصادی دو عامل اساسی تقاضای برق در این کشور می‌باشند.

زارع و همکاران(۱۳۹۱)، در مطالعه‌ای به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران با استفاده از روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک بین سال‌های ۱۹۷۴ و ۲۰۰۸ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که اثر متغیر تولید ناخالص داخلی بر مصرف انرژی از اهمیت زیادی به لحاظ آماری برخوردار است و از نظر اندازه‌ی عددی نیز تأثیر قابل توجهی در مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران دارد.

1- Li et al

2- Translog Production Function

3- Roula Inglesi-Lotz

مطالعات انرژی با هدف برآورد رابطه‌ی جایگزینی و مکملی انرژی

هدف دیگری که در مدل‌سازی تقاضای انرژی دنبال شده است، بررسی رابطه‌ی جایگزینی و مکملی مربوط به نهاده‌های انرژی و غیرانرژی است.

گریفین و گریگوری^۱ (۱۹۷۶)، از اطلاعات ترکیبی سری زمانی و داده‌های مقطعی استفاده کرده و مسئله‌ی جایگزینی و مکملی انرژی و سایر نهاده‌های تولید را برای نه کشور صنعتی بررسی کرده‌اند. در این تحقیق، رابطه‌ی مکملی انرژی و سرمایه در کوتاه‌مدت تأیید می‌شود، اما در بلندمدت رابطه‌ی انرژی و سرمایه، جانشین تشخیص داده شده است.

مطالعات تجربی در خصوص رابطه‌ی علیت و معلولی مصرف انرژی و تولید

ناخالص داخلی

رابطه‌ی متقابل میان رشد مصرف انرژی و رشد اقتصادی و جهت علیت بین این دو، از اهمیت زیادی از نظر سیاست‌گذاری برخوردار است. به‌طور مثال، رابطه‌ی علیت یک طرفه از رشد مصرف انرژی به رشد اقتصادی نشان می‌دهد که، محدود کردن مصرف انرژی ممکن است اثرات مخربی بر روی رشد اقتصادی داشته باشد، در حالی که افزایش مصرف انرژی به رشد اقتصادی کمک خواهد کرد.

نسل اول مطالعات انجام شده در زمینه‌ی رابطه‌ی علی رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی، از متداول‌تر VAR^۲ سنتی و آزمون علیت گرنجر بدون توجه به خواص مانایی متغیرها استفاده کرده‌اند. از جمله‌ی این مطالعات می‌توان به مقاله کرفت و کرفت^۳ (۱۹۷۸) اشاره کرد. نسل دوم از این مطالعات با فرض نامانا بودن متغیرها، از رویکرد همانباشتگی انگل-گرنجر^۴ (۱۹۸۸)، به عنوان ابزاری مناسب برای تحقیق درباره‌ی روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت میان متغیرها استفاده می‌کند. این مطالعات مبتنی بر روش دو مرحله‌ای انگل-گرنجر (۱۹۸۸) بوده که همانباشتگی را بر روی عموماً دو متغیر بررسی کرده و مدل‌های تصحیح خطأ را برای آزمون علیت گرنجر به کار می‌برند. از جمله‌ی این مطالعات می‌توان به تحقیق گلاسر و لی^۵ (۱۹۹۷) اشاره کرد.

1- Grifin and Gregory

2- Value at Risk

3- Kraft and Kraft

4- Engle-Granger

5- Glasure and Lee

نسل سوم، از تخمین زننده‌های چند متغیره^۱ مانند روش جوهانسن^۲ استفاده می‌کند که بر اساس آن، محدودیت‌هایی روی روابط هم انباشتگی قابل آزمون است. مسیح و مسیح^۳ (۱۹۹۶)، از اولین اقتصاددانانی بودند که روش جوهانسن را برای چندین کشور آسیایی به کار برده‌اند. از جمله دیگر مطالعات انجام شده در خصوص انرژی در این نسل سوم می‌توان به بررسی قش^۴ (۲۰۰۰) اشاره کرد که از روش جوهانسن و الگوی تصحیح خطای برای بررسی علیت استفاده کرده است. نتایج این تحقیق یک رابطه‌ی علی‌یکطرفه را از رشد اقتصادی به رشد مصرف انرژی برق برای هند نشان می‌دهد.

نسل چهارم این مطالعات روش‌های پنل همانباشتگی^۵ و مدل‌های تصحیح خطای مبتنی بر پانل^۶ را به کار می‌گیرند. زمان و همکاران^۷ (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای رابطه‌ی متقابل میان مصرف انرژی تجاری، تجارت خارجی و انتشار دی‌اکسید کربن در پاکستان طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۱ را مبتنی بر تحلیل‌های همانباشتگی مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نتایج بیان‌کننده‌ی علیت دوطرفه بین مصرف انرژی تجاری و صادرات، مصرف انرژی تجاری و واردات، مصرف انرژی تجاری و انتشار دی‌اکسید کربن می‌باشد.

از جمله مطالعات در داخل کشور در این خصوص می‌توان به شکیبایی و احمدلو (۱۳۹۰) اشاره کرد. آن‌ها در مطالعه‌ی خود به بررسی رابطه‌ی بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد زیربخش‌های اقتصادی در ایران مبتنی بر آزمون‌های علیت گنجنی و پرداخته‌اند. در این مقاله از تکنیک همانباشتگی و مدل تصحیح خطای برداری برای دوره‌ی زمانی ۱۳۸۶-۱۳۴۶ استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که یک رابطه‌ی بلندمدت یک‌طرفه از مصرف برق بخش‌های صنعت و کشاورزی، به رشد ارزش افزوده‌ی بخش‌های صنعت و کشاورزی و هم‌چنین یک رابطه‌ی علیت همزمانی میان مصرف برق، نیروی کار و سرمایه‌ی بخش‌های کشاورزی و صنعت و رشد ارزش افزوده‌ی این بخش‌ها وجود دارد.

1- Multivariate

2- Johansson

3- Masih and Masih

4- Ghosh

5- Panel-Co Integration

6- Panel-based Error Correction Model

7- Zaman et al

۴- مروری بر مبانی روش میانگین‌گیری (BMA)

یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که محققان مدل‌ساز با آن سروکار دارند، اختلاف دیدگاه در خصوص متغیرهای بالقوه‌ای است که می‌توانند در مدل توضیحی لحاظ شوند. البته این اختلاف نظرها در بیشتر موارد حتی منجر به تفاوت در نتیجه‌گیری‌ها نیز شده است. تاکنون اقتصادسنج دانان تلاش زیادی را در جهت حل این مشکل کرده‌اند. به عنوان مثال، یکی از راه حل‌های ارائه شده توسط آن‌ها، انجام آزمون‌های متوالی به منظور حذف متغیرهای زاید و یا اضافه کردن متغیرهای حذف شده به مدل است، که این روش نیز به دلیل مشکلاتی که داشت مورد اطمینان محققان قرار نگرفته است.^۱ اما در سال‌های اخیر "اقتصادسنجی بیزینی"^۲ موفق شده است علاوه بر غلبه بر ناطمینانی در خصوص انتخاب پارامترها، به وجود ناطمینانی در انتخاب مدل‌ها نیز تا حد زیادی پایان دهد. این مهم به وسیله‌ی روشی به نام "میانگین‌گیری مدل بیزینی" انجام پذیرفته که توسط جفریر^۳ (۱۹۶۱) پایه گذاری شده است. استفاده از این شیوه و روش‌های بسط یافته‌ی آن در سال‌های اخیر (بعد از سال ۲۰۰۰ میلادی) به منظور بررسی ناطمینانی مدل در رگرسیون‌های رشد مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. توجه به این نکته لازم است که اصل اساسی در این روش آن است که با مدل‌ها و پارامترهای مرتبط با آن به عنوان عوامل تصادفی رفتار کرده و توزیع آن‌ها را بر مبنای اطلاعات

۱- برای اطلاعات بیشتر به (Poirier 1995, pp. 519–523) رجوع شود.

۲- مبانی اقتصادسنجی بیزینی (Bayesian Econometrics) بر اساس قانون احتمال بیز می‌باشد، بدین صورت که اگر Y مجموعه‌ی داده‌های مربوطه در دسترس و θ بردار پارامترهای مورد نظر باشد، با توجه به این که یکی از اهداف مهم این رویکرد محاسبه‌ی احتمال تأثیرگذاری پارامترها به شرط مجموعه داده‌های در دسترس (یعنی $P(\theta/Y)$ می‌باشد، می‌توان گفت که:

$$P(\theta/Y) = \frac{P(\theta/Y)P(\theta)}{P(Y)}$$

هم‌چنین از آن جایی که $P(Y)$ تابعی از θ نیست، پس می‌توان نتیجه‌گرفت که:

$$P(\theta/Y) \sim P(Y/\theta)P(\theta)$$

که در معادله‌ی فوق به $P(\theta)$ که نشان‌دهنده‌ی مجموعه‌ای از اطلاعات مربوط به پارامترهای مدل است که قبل از نگاه به داده‌ها راجع به آن‌ها می‌دانیم تابع پیشین گفته می‌شود. به $P(Y/\theta)$ که نشان‌دهنده‌ی تراکم داده‌ها بر روی پارامترهای مدل است و به فرآیند تولید داده‌ها اشاره دارد تابع درستنمایی گفته می‌شود و در نهایت به $P(\theta/Y)$ که با استفاده از ترکیب توابع پیشین و درستنمایی به دست می‌آید و در بردارنده‌ی هر دو دسته اطلاعاتی است که قبل و بعد از مشاهده‌ی داده‌ها و روند متغیرها در مورد به آن‌ها کسب می‌کنیم، تابع پسین گفته می‌شود.

قبلی مشاهده برآورد می‌کند (دراپر^۱، ۱۹۹۵)، اما پیش از آن که به تبیین مکانیسم روش مذکور بپردازیم فرض می‌کنیم که برای الگو کردن یک متغیر (وابسته) به طور کلی M_r مدل مختلف ($r = 1, 2, 3, \dots$) قابل استفاده می‌باشد. به طور مثال در این میان M_r نشان دهنده مدل r و θ_r نیز گویای پارامترهای آن می‌باشد. این پارامترها نیز دارای توابع پیشین^۲ $P(\theta_r | Y, M_r)$ ، درستنمایی^۳ $P(Y | \theta_r, M_r)$ و پسین^۴ $P(M_r | Y)$ می‌باشند. لذا می‌توان نوشت:

$$P(\theta_r | Y, M_r) = \frac{P(Y | \theta_r, M_r) P(\theta_r | M_r)}{P(Y | M_r)} \quad (1)$$

همچنین با توجه به قانون بیز، احتمال هر مدل دلخواه (M_r) را می‌توان به صورت ذیل استخراج کرد:

$$P(M_r | Y) = \frac{P(Y | M_r) P(M_r)}{P(Y)} \quad (2)$$

که در رابطه‌ی فوق Y نشان دهنده داده‌های در دسترس و $P(Y)$ احتمال آن می‌باشد، $P(M_r)$ ، تابع پیشین مدل M_r می‌باشد که احتمال درستی آن را بدون در نظر گرفتن داده‌ها محاسبه می‌کند، $P(Y | M_r)$ نیز تابع درستنمایی مدل M_r است که با انتگرال‌گیری از دو طرف رابطه فوق و با دانستن این نکته که $\int P(\theta_r | Y, M_r) d\theta_r = 1$ می‌باشد، به صورت ذیل به دست می‌آید:

$$P(Y | M_r) = \int P(Y | \theta_r, M_r) P(\theta_r | M_r) d\theta_r \quad (3)$$

در نهایت نیز، با استفاده‌ی همزمان از نسبت احتمال وقوع تابع پسین (POR)^۵ و این فرض که مجموع احتمالات وقوع توابع پسین مدل‌ها برابر با یک $\sum_{r=1}^R P(M_r | Y) = 1$ می‌توان احتمال وقوع هر مدل را محاسبه کرد^۶. اما در شرایطی که تعداد مدل‌ها (R) خیلی بزرگ باشد، در آن صورت محاسبه‌ی احتمال هر یک از مدل‌ها با استفاده از روش فوق بسیار وقت‌گیر بوده و به همین منظور از الگوریتم‌هایی

1- Draper

2- Prior Function

3- Likelihood Function

4- Posterior Function

5- نسبت احتمال وقوع پسین (Posterior Odds Ratio) مدل M_r به M_i برابر با نسبت احتمال پسین آن

$$POR_{ri} = \frac{P(M_r | Y)}{P(M_i | Y)} = \frac{P(Y | M_r) P(M_r)}{P(Y | M_i) P(M_i)}$$

بدیهی است که هر چقدر این نسبت بزرگ‌تر باشد، مدل M_r نسبت به M_i بهتر می‌باشد.

6- برای دریافت توضیحات بیشتر در این زمینه به کتاب اقتصاد سنجی بیزینی (Bayesian Econometrics) گری کوپ (GaryKoop, 2003) فصل اول (صفحه ۵-۳) و فصل دوم (صفحه ۲۳-۲۶) مراجعه شود.

استفاده می‌شود که با استفاده از آن‌ها از بین تمامی مدل‌های موجود به میزان مورد نظر اقدام به نمونه‌گیری کرده و لذا تنها احتمال مدل‌های نمونه‌گیری شده را براورد می‌کنیم. یکی از مهم‌ترین این الگوریتم‌ها، الگوریتم^۳ MC می‌باشد که در روش BMA مبتنی و مناسب با احتمال تابع پسین هر یک از مدل‌ها از بین تمامی آن‌ها اقدام به نمونه‌گیری می‌کند.^۱ حال اگر فرض کنیم که y_1, \dots, y_N یک بردار N تایی از متغیرهای وابسته Y برای N فرد یا کشور و ماتریس $X_{N \times K}$ نیز در بردارنده‌ی K متغیر توضیحی بالقوه‌ای باشد که می‌تواند متغیر وابسته Y را تحت تأثیر خود قرار دهد. در آن صورت با استفاده از ترکیبات متغیرهای توضیحی موجود می‌توان $R = 2^K$ مدل رگرسیونی خطی متفاوت طراحی کرد که تمامی این مدل‌ها از عرض از مبدا برخوردار بوده ولی دارای ترکیبات متفاوتی از متغیرهای توضیحی می‌باشند.

در همین راستا مدل رگرسیونی ذیل شامل تمام $R = 2^K$ مدلی است که می‌توان با این K متغیر ساخت:

$$Y = \alpha L_N + X_r \beta_r + \varepsilon \quad (4)$$

L_N یک برداری که $1 \times N$ و X_r یک ماتریس $N \times K_r$ می‌باشد که شامل بعضی و یا همه‌ی ستون‌های ماتریس $X_{N \times K}$ می‌باشد. همچنین با توجه به حجم زیاد مدل‌ها امکان محاسبه‌ی تابع درستنمایی برای هر یک از مدل‌ها به صورت جداگانه وجود ندارد، بلکه می‌توان با استفاده از یک الگوریتم مناسب که در برنامه‌ی نرم افزاری متلب^۲ نوشته می‌شود، آن را بر اساس روش معمول محاسبه‌ی تابع درستنمایی بدست آورد.

اما برخلاف تابع درستنمایی، تابع پیشین را نمی‌توان به‌طور دقیق بر مبنای همان روش معمول محاسبه کرد. این بدان علت است که برای استفاده از این تابع باید پارامترهای مربوط به توزیع تابع پیشین را برای همه‌ی 2^K مدل نوشت که البته غیرممکن است و حتی در صورت امکان پذیر بودن این کار، بدیهی است که داشتن اطلاعات در مورد همه‌ی متغیرها و مدل‌های ممکن پیش رو بعيد به نظر می‌رسد، پس بنابراین عملاً امکان استفاده از تابع پیشین آگاهی بخش برای پارامترهای روش "میانگین‌گیری مدل بیزینی" وجود ندارد. حال به نظر می‌رسد که یک راه حل برای این مشکل استفاده از تابع پیشین غیر آگاهی بخش برای تمام مدل‌ها باشد. اما باید توجه کرد که چون محاسبه‌ی نسبت احتمال تابع پسین تنها برای پارامترهایی که در تمام

۱- خوانندگان محترم می‌توانند برای دریافت توضیحات بیشتر در این زمینه به کتاب اقتصادستنجی بیزینیگری کوب (Gary Koop, 2003) فصل یازدهم (صفحه ۲۷۴-۲۷۲) مراجعه کنند.

2- Matlab

مدل‌ها حضور دارند امکان پذیر می‌باشد، بنابراین می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که تنها برای عرض از مبدأ و پارامتر^۱ h می‌توان از تابع پیشین غیرآگاهی بخش استفاده کرد. ضمن این که به کارگیری تابع پیشین غیرآگاهی بخش نیز احتمال برآورد غلط ضرایب را تا حد زیادی افزایش می‌دهد. به همین دلیل برای پارامترهای β از تابع پیشین دیگر به نام g-prior استفاده می‌شود. این نوع تابع که توسط زلنر^۲ (۱۹۸۶) ارائه و در مراحل بعدی نیز توسط خود وی توسعه پیدا کرده است، می‌تواند به صورت خودکار و با استفاده از الگوریتم، تابع پیشین را برای تمامی مدل‌های مربوطه برآورد کند.

۵- معرفی الگو و نتایج تجربی

در مطالعات نظری و تجربی انجام شده در خصوص عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی، طیف وسیعی از متغیرها به عنوان عوامل تأثیرگذار بر تقاضای انرژی مورد توجه محققان قرار گرفته که تعداد آن‌ها به بیش از ۲۰ مورد می‌رسد، بنابراین ما در این پژوهش به دلیل تنوع و گستردگی متغیرهای توضیحی که در مطالعات قبلی مورد توجه قرار گرفته‌اند؛ روش میانگین‌گیری مدل بیزینی را مورد استفاده قرار می‌دهیم. همان‌طور که اشاره شد از این روش زمانی استفاده می‌شود که قصد داریم اثر طیف وسیعی از متغیرهای مستقل را روی متغیر وابسته (در اینجا رشد مصرف انرژی) مورد بررسی قرار دهیم. بدین ترتیب در این رویکرد بر مشکل انتخاب مدل فائق آمده و بهترین مدل را با استفاده از قواعد بیزین تعیین می‌کنیم. همچنانی با این روش می‌توان متغیرهای توضیحی را بر اساس احتمال حضور آن‌ها در الگو رتبه‌بندی کرد. برای تحلیل و برآورد الگوها به روش بیزین نرمافزار "R" و "Eviews" مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به علاوه نرمافزار "STATA" در جهت انجام محاسبات مربوط به روش میانگین‌گیری "WALS" به کار گرفته شده است.

معرفی متغیرهای توضیحی

با توجه به محدودیت دسترسی به داده‌های مربوط به متغیرها، در این تحقیق، ۱۶ متغیر تأثیرگذار بر رشد مصرف انرژی را در نظر گرفته‌ایم (جدول ۱ را ملاحظه کنید). متغیرهای مستقل به کار رفته در این تحقیق، از نوع داده‌های سری زمانی به قیمت ثابت

۱- پارامتر h برابر با عکس واریانس جمله‌ی اخلال می‌باشد که به اصطلاح به آن دقت تخمین می‌گویند. در

اقتصاد سنجی بیزی بیزی به جای واریانس جمله‌ی اخلال^۲ با این پارامتر سر و کار داریم.

2- Zellner

۱۳۷۶ و مربوط به سال‌های ۱۳۳۸ تا ۱۳۸۹ می‌باشد و تمامی داده‌ها از منابع آماری موجود در بانک جهانی^۱، مرکز آمار ایران و ترازاننامه‌های انرژی ایران جمع‌آوری شده است. متغیرها بر حسب نرخ رشد و نسبت (نسبت متغیر به تولید ناخالص داخلی غیرنفتی) در نظر گرفته شده‌اند، به‌طوری که همهٔ متغیرها مانا می‌باشند (نتایج مربوط به آزمون ریشه‌ی واحد در خصوص مانایی متغیرها جهت صرفه‌جویی ارائه نشده است). در جدول (۱) متغیرها در سه گروه متغیرهای محیط داخلی، متغیرهای محیط خارجی و متغیرهای قیمتی تقسیم‌بندی شده‌اند. در ادامه توضیح مختصری در خصوص برخی از متغیرهای الگو ارایه می‌شود:

- برای متغیر شاخص قیمت انرژی، از لگاریتم قیمت نسبی انرژی که قیمت موزون حامل‌های انرژی به شاخص ضمنی تولید ناخالص داخلی (شاخص تورم) است استفاده کرده و وقفه‌ی لگاریتم قیمت نسبی انرژی را نیز به عنوان متغیری تأثیرگذار بر مصرف انرژی در مدل لحظه می‌کنیم.
- با درنظر گرفتن یک رابطه‌ی تعادلی بین (لگاریتم) مصرف انرژی و ^۲GDP، لگاریتم نسبت مصرف انرژی به GDP را با یک وقفه به عنوان جمله‌ی تصحیح خطای در الگو لحظه می‌کنیم. انتظار می‌رود که مصرف انرژی نسبت به عدم تعادل دوره‌ی قبل (شکاف میان مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در دوره‌ی قبل) واکنش نشان دهد، به‌طوری که این عدم تعادل در طول زمان کاهش یابد، بنابراین جمله‌ی تصحیح خطای را هم به عنوان متغیر مؤثر بر مصرف انرژی در مدل وارد می‌کنیم.
- در الگوهای تقاضای انرژی وقفه‌ی متغیر وابسته (رشد مصرف انرژی دوره‌ی قبل) و وقفه‌ی لگاریتم قیمت نسبی انرژی را به عنوان متغیرهای توضیحی جدید در الگو لحظه می‌کنیم. این وقفه‌ها پویایی‌ها و چگونگی حرکت از تعادل قدیم به سمت تعادل جدید را به دنبال تکانه‌های وارده به تقاضا کنترل می‌کنند.
- از نسبت لگاریتم ارزش افزوده (در چهار بخش صنعت، خدمات، کشاورزی و ساختمان) به تولید ناخالص داخلی غیرنفتی به عنوان متغیرهای مؤثر بر تقاضای انرژی استفاده شده است. رشد تولید در بخش‌های مختلف اقتصادی احتمالاً اثرات یکسانی بر مصرف انرژی نداشته باشند. به‌طور مثال انتظار می‌رود رشد ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی اثرات کمتری بر مصرف انرژی نسبت به سایر بخش‌ها داشته باشد.

1- WDI

2- Gross Domestic Product

جدول ۱- لیست متغیرهای الگو

ردیف	نوع متغیر	مخفف نام متغیر در تخمین	تعریف متغیر
۱	متغیرهای محیط داخلی ایران	LOG(VAJ/GDPNOJ)	لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی کشاورزی به تولید ناخالص داخلی غیر نفتی
۲		LOG(VCNJ/DGPNOJ)	لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی ساختمان به تولید ناخالص داخلی غیر نفتی
۳		LOG(ViJ/DGPNOJ)	لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی صنعت به تولید ناخالص داخلی غیر نفتی
۴		LOG(VSJ/DGPNOJ)	لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی خدمات به تولید ناخالص داخلی غیر نفتی
۵		LOG(EC(-1)/GDP(-1))	لگاریتم نسبت وقفه‌ی مصرف انرژی به وقفه‌ی تولید ناخالص داخلی (لگاریتم جمله تصحیح خطاب)
۶		DLOG(EC(-1))	وقفه‌ی متغیر وابسته (وقفه‌ی رشد مصرف انرژی)
۷		DLOG(GDPNO)	رشد تولید ناخالص داخلی غیر نفتی (رشد درآمد غیر نفتی)
۸		DLOG(N)	رشد جمعیت
۹		DLOG(NSH)	رشد شهرنشینی
۱۰		TREND	سطح تکنولوژی (رونده)
۱۱		DLOG(L)	رشد نیروی کار
۱۲	متغیرهای محیط خارجی	DLOG(XOGj)	رشد درآمد نفتی (رشد صادرات مستقیم نفت خام ^(۱))
۱۳		DLOG(XNOj)	رشد صادرات غیر نفتی
۱۴		LOG(PE/PGDP)	لگاریتم قیمت نسی انرژی
۱۵		LOG(PE(-1)/PGDP(-1))	وقفه‌ی لگاریتم قیمت نسبی انرژی
۱۶	متغیرهای قیمتی	DLOG(PGDP)	نرخ تورم

منبع: یافته‌های تحقیق

متغیر وابسته‌ی مورد استفاده در الگوی رشد مصرف نهایی انرژی (برحسب معادل میلیون بشکه نفت خام در ایران) تعریف شده است. از آنجایی که تمامی متغیرها مانا هستند از نرخ رشد تقاضا به جای سطح آن استفاده می‌شود.

نتایج تجربی حاصل از میانگین‌گیری مدل بیزینی (BMA)

یکی از مهم‌ترین مزیت‌های تحلیل BMA، قابلیت اطمینان بالای نسبت به ضرایب برآورد شده‌ی متغیرهای توضیحی آن می‌باشد، چرا که این ضرایب تنها بر اساس یک مدل منفرد تخمین زده نشده است؛ بلکه از میانگین وزنی ضرایب تخمین‌زده شده‌ی هر یک از متغیرها در ۶۵۵۳۶ تکرار یا نمونه‌گیری مؤثر از مدل‌ها به دست می‌آیند. میانگین وزنی پسین ضرایب به صورت زیر محاسبه می‌شود که λ_i احتمال مدل A_m می‌باشد و $\hat{\beta}_1$ تخمینی از β_1 است که به شرط مدل M_i به دست آمده است. جدول (۲)، گویای میانگین وزنی پسین ضرایب، انحراف i معیار و احتمال حضور متغیرها در الگو می‌باشد.

$$\hat{\beta}_1 = \sum_{t=1}^I \lambda_i \hat{\beta}_{1i} \quad (5)$$

جدول ۲- تخمین الگوی تقاضای انرژی در ایران به روش BMA

نام متغیر	ضریب (میانگین پسین)	خطای معیار پسین	احتمال حضور متغیر در الگو
جمله‌ی ثابت	-۰,۳۵۸۲۱۹۳	-۰,۲۶۵۳۳۲۸	۱۰۰
رشد درآمد نفتی	۰,۰۵۵۰۷۲۰	۰,۰۱۶۱۵۳۸	۱۰۰,۰
رشد تولید ناخالص غیر نفتی	۰,۲۵۲۴۴۴۳۳	۰,۱۲۵۹۷۱۷	۹۱,۵
لگاریتم تصحیح خطا	-۰,۰۶۰۳۵۵۰	-۰,۰۳۹۰۵۶۳	۸۹,۱
وقفه‌ی لگاریتم قیمت نسبی انرژی	-۰,۰۲۲۲۲۳۹	۰,۰۳۳۲۸۶۹	۴۶,۴
رشد جمعیت	۰,۱۷۲۶۷۱۶	۰,۴۶۷۶۱۳۱	۱۸,۵
رشد صادرات غیرنفتی	۰,۰۰۲۳۷۳۹	۰,۰۰۷۵۶۷۷	۱۴,۵
متغیر روند	-۰,۰۰۰۱۷۳۱	-۰,۰۰۰۵۶۰۳	۱۱,۸
لگاریتم قیمت نسبی انرژی	۰,۰۰۰۲۵۶۵۷	۰,۰۱۸۸۴۰۰	۱۱,۳
لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی کشاورزی	-۰,۰۰۱۳۵۱۱	-۰,۰۱۱۵۲۲۸	۷,۶
لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی بخش خدمات	-۰,۰۰۲۹۷۳۸	-۰,۰۲۳۶۱۷۶	۶,۵
لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی بخش ساختمان	-۰,۰۰۱۴۶۱۲	-۰,۰۰۹۴۹۹۵	۶,۰
لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی بخش صنعت	۰,۰۰۱۹۵۱۲	۰,۰۱۳۲۹۶۱	۴,۵
تورم	-۰,۰۰۱۸۳۰۲	-۰,۰۱۵۲۹۷۰	۳,۶
رشد شهر نشینی	۰,۰۰۲۷۴۰۸	۰,۰۳۷۱۱۷۵	۲,۶
وقفه‌ی متغیر وابسته	-۰,۰۰۱۷۴۷۵	-۰,۰۲۱۳۲۸۶	۲,۰
رشد نیروی کار	۰,۰۰۵۲۷۴۸	۰,۰۷۳۷۷۴۳	۰,۸

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که طبق جدول (۲) مشاهده می‌شود، ستون دوم از سمت راست میانگین وزنی توزیع پسین ضرایب هریک از متغیرها، ستون سوم خطای معیار توزیع پسین ضرایب و ستون چهارم احتمال حضور هر متغیر در الگو را نشان می‌دهد. بر طبق نتایج جدول (۲) و طبق تقسیم‌بندی متغیرها که در جدول (۱) بیان شده است، به تحلیل نتایج پرداخته می‌شود.

متغیرهای قیمتی

متغیر قیمت نسبی انرژی، با احتمال $11/3$ درصد و ضریب $۰/۰۰۲۵$ دلالت بر آن دارد که تغییرات شاخص قیمت نسبی انرژی اثرات ناچیزی بر رشد مصرف انرژی دارد. به نظر می‌رسد قیمت‌های نسبی انرژی که طی دوره‌ی نمونه در سطوح نسبتاً پایینی تعیین شده‌اند، هیچ‌گاه قدرت بازدارندگی کافی برای کنترل روند مصرف انرژی را نداشته‌اند. هرچند، وقفه‌ی قیمت نسبی انرژی با احتمال $۴۶/۴\%$ و ضریب $-۰/۰۲۲$ بر مصرف انرژی مطابق انتظار تأثیر منفی داشته است، هنوز اندازه‌ی این ضریب ناچیز می‌باشد. با توجه به ضرایب و احتمالات این دو متغیر به نظر می‌رسد که افزایش قیمت‌های نسبی انرژی که طی دوره‌ی مورد بررسی در سطوح نسبتاً پایینی تعیین شده‌اند، به دلیل چسبندگی ساختار تکنولوژیکی و عادات مصرفی، تأثیر سریع و قابل ملاحظه‌ای بر مصرف انرژی نداشته‌اند. هرچند اصلاح قیمت‌های نسبی می‌تواند با وقفه، رشد مصرف انرژی را کاهش دهد، اما اندازه‌ی این اثر بسیار ناچیز است، به‌طوری‌که 10 درصد افزایش قیمت نسبی حامل‌های انرژی تنها $۰/۲$ درصد مصرف انرژی را با یک وقفه‌ی زمانی متأثر می‌کند. به عبارت دیگر سیاست‌های قیمتی در کنترل مصرف انرژی در ایران اثرات بازدارنده قوی ندارد. علاوه بر این دو متغیر قیمتی که به تأثیر آن‌ها اشاره شد، متغیر تورم با احتمال $۳/۶$ و ضریب $۰/۰۰۱۸۳۰۲$ ، نیز تأثیر محسوسی بر تقاضای انرژی نداشته‌اند.

متغیرهای محیط‌داخلی ایران

- بر اساس نتایج جدول (۲)، رشد تولید ناخالص داخلی غیرنفتی با احتمال $۹۱/۵\%$ ، تأثیر تقریباً حتمی با ضریب بالای $۰/۲۵۲۴$ بر رشد مصرف انرژی دارد، لذا ما اطمینان کاملی در خصوص اثر مثبت این متغیر بر تقاضای انرژی به‌دست می‌آوریم. بدین ترتیب 10 درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی غیرنفتی در ایران، مصرف انرژی را به میزان تقریباً به‌طور متناسب (به میزان 9 درصد) افزایش می‌یابد.

- بر اساس نتایج جدول (۲)، با توجه به ضرایب پایین و میزان احتمال کم سهم بخش‌های مختلف اقتصادی در رشد مصرف انرژی، به‌نظر می‌رسد ساختار اقتصادی یا

تغییر سهم بخش‌های مختلف اقتصادی اثرات بالاهمیتی بر تحولات تقاضای انرژی نداشته است. در بهترین حالت، با توجه به ضریب و احتمال حضور هر متغیر، اثر منفی نسبت ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی در تقاضای انرژی بیشتر می‌باشد.

- متغیر رشد جمعیت با احتمال $18/5\%$ و ضریب $17/0$ نیز اثر مثبتی بر رشد مصرف انرژی دارد. با رشد جمعیت نیازهای مصرفی انرژی افراد افزایش یافته و تقاضای انرژی نیز افزایش می‌یابد، بنابراین اثر رشد جمعیت بر تقاضای انرژی مثبت می‌باشد هرچند که اندازه‌ی این اثر قوی و با اهمیت نیست.

- رشد جمعیت شهرنشین با ضریب $20/0\%$ و احتمال $2/6\%$ برخلاف انتظار اثر ناچیزی بر مصرف انرژی داشته است. هرچند اثر این متغیر بر رشد مصرف انرژی مثبت می‌باشد اما، تأثیر آن، کم و بی‌اهمیت است.

- مصرف انرژی نسبت به عدم تعادل رابطه‌ی بلندمدت بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی دوره‌ی قبل با ضریب $0/06\%$ و احتمال $89/1\%$ تصحیح می‌شود. پایین بودن اندازه‌ی ضریب این متغیر (جمله تصحیح خطا یا عدم تعادل) دلالت بر رابطه‌ی بلندمدت ضعیف میان این دو متغیر دارد، اما احتمال حضور این متغیر در الگو بالا می‌باشد که نشان می‌دهد مصرف انرژی نسبت به انحراف مصرف از روند تعادلی آن واکنش معنی دارد.

- اثر متغیر روند بر روی رشد مصرف انرژی، منفی ($-0/0001$) و از نظر اندازه، پایین است. احتمال حضور این متغیر در الگو نیز ناچیز ($11/8$ درصد) است که نشان می‌دهد عواملی که متغیر روند آن‌ها را نمایندگی می‌کند همدیگر را خنثی کرده‌اند. سایر متغیرها شامل رشد نیروی کار و وقفه‌ی رشد مصرف انرژی، اثرات با اهمیتی بر تقاضای انرژی ندارند و تغییرات آن‌ها اثرات با اهمیتی بر مصرف انرژی ندارد.

متغیرهای محیط خارجی و بین‌المللی

متغیر رشد درآمد نفتی (رشد صادرات نفتی) با احتمال 100% و ضریب $0/055$ اثر حتمی و مثبت بر تقاضای انرژی برجای گذاشته است. دلایل این نتیجه را می‌توان به شکل زیر تبیین کرد:

- با افزایش درآمدهای نفتی، واردات کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای انرژی بر افزایش یافته و بدین روی مصرف انرژی نیز افزایش می‌یابد.

- افزایش درآمدهای نفتی، توسعه‌ی زیرساخت‌ها، ارتباطات و حمل و نقل را در ایران در طی سال‌های مورد بررسی را در پی داشته که به مصرف بیشتر انرژی دامن زده است.

- اگر نسبت صادرات نفت و گاز را به عنوان شاخصی از ظرفیت تولید نفت و گاز داخل کشور به حساب آوریم، انتظار می‌رود که با افزایش نسبت مذکور، سهم بیشتری هم به عرضه‌ی داخلی انرژی (نفت و گاز) اختصاص یابد. در مقابل، رشد صادرات غیرنفتی، با ضریب ۰.۲۳ و احتمال ۰.۵٪، تأثیر کمی بر رشد مصرف انرژی در ایران به جای می‌گذارد.

با استفاده از روش میانگین‌گیری بیزینی و نتایج جدول (۲)، می‌توان مؤثرترین عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی (رشد مصرف انرژی) را مشخص کرد. رتبه‌بندی بر اساس احتمال حضور متغیر در الگوها تعیین می‌شود. نتایج این رتبه‌بندی در جدول (۳) ارایه شده است.

جدول ۳- رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی (رشد مصرف نهایی انرژی) در ایران

متغیرهای مؤثر بر مصرف انرژی در ایران	رتبه	میزان اثرگذاری	احتمال حضور متغیر در الگو
رشد درآمد نفتی	۱	تأثیر بسیار زیاد	۱۰۰,۰
رشد تولید ناخالص داخلی غیر نفتی	۲	تأثیر بسیار زیاد	۹۱,۵
لگاریتم نسبت وقفه‌ی مصرف انرژی به وقفه‌ی تولید ناخالص داخلی (لگاریتم تصحیح خط)	۳	تأثیر بسیار زیاد	۸۹,۱
وقفه‌ی لگاریتم قیمت نسبی انرژی	۴	تأثیر زیاد	۴۶,۴
رشد جمعیت	۵	تأثیر نه چندان زیاد	۱۸,۵
رشد صادرات غیر نفتی	۶	تأثیر کم	۱۴,۵
رونده	۷	تأثیر کم	۱۱,۸
لگاریتم قیمت نسبی انرژی	۸	تأثیر کم	۱۱,۳
لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی	۹	تأثیر کم	۷,۶
لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی بخش خدمات	۱۰	تأثیر کم	۶,۵
لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی بخش ساختمان	۱۱	تأثیر کم	۶,۰
لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی بخش صنعت	۱۲	تأثیر کم	۴,۵
تورم	۱۳	تأثیر بسیار کم	۳,۶
جمعیت شهری	۱۴	تأثیر بسیار کم	۲,۶
وقفه‌ی متغیر واسته	۱۵	تأثیر بسیار کم	۲,۰
رشد نیروی کار	۱۶	تأثیر بسیار کم	۰,۸

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۴)، ۵ مدلی را که به ترتیب دارای بیشترین احتمال وقوع (پسین) می‌باشد نشان می‌دهد. احتمال پسین هر مدل طبق معادله (۲) محاسبه می‌شود. به طور مثال احتمال صحت مدل اول 0.12 درصد و مدل دوم 0.10 و بالاخره مدل پنجم 0.045 درصد است. احتمال وقوع ۵ مدل فوق در بین 65536 مدل تقریباً برابر با 0.38 می‌باشد که درصد بالایی است.

جدول ۴- پنج مدل بهینه

مدل متغیر	مدل اول	مدل دوم	مدل سوم	مدل چهارم	مدل پنجم
ضریب عرض از مبدا	0.221085658	-0.526739897	-0.182528719	-0.2388853371	-0.085408114
ضریب وقفه‌ی مصرف انرژی	.	.	.	.	.
ضریب لگاریتم نسبت مصرف انرژی به GDP با یک وقفه	-0.03967254	-0.08653661	-0.03021760	-0.04175918	.
ضریب قیمت نسبی انرژی	.	.	.	.	.
ضریب وقفه‌ی قیمت نسبی انرژی	.	-0.03580000	.	.	.
ضریب رشد تولید ناخالص داخلی غیرنفتی	0.2616933	0.2457695	0.3098267	0.2734998	0.3188969
ضریب لگاریتم نسبت ارزش افزوده کشاورزی به GDPNO	.	.	.	.	.
ضریب لگاریتم نسبت ارزش افزوده صنعت به GDPNO	.	.	.	.	.
ضریب لگاریتم نسبت ارزش افزوده ساختمان به GDPNO	.	.	.	.	.
ضریب لگاریتم	.	.	.	.	.

مدل پنجم	مدل چهارم	مدل سوم	مدل دوم	مدل اول	مدل نام متغیر
					نسبت ارزش افزوده خدمات به GDPNO
-۰,۰۰۱۳۹۷۷۳۶۹	-۰	-۰	-۰	-۰	ضریب متغیر روند
-	-	-	-	-	ضریب متغیر رشد جمعیت
-۰,۰۴۸۹۵۶۸۴	-۰,۰۴۷۹۵۲۱۵	-۰,۰۵۵۶۰۲۳۳	-۰,۰۵۵۶۰۶۲۷	-۰,۰۵۱۰۲۷۸۹	ضریب متغیر رشد الصادرات نفتی (رشد درآمد نفتی)
-	-۰,۰۱۷۵۸۷۷۵	-۰	-۰	-۰	ضریب متغیر رشد الصادرات غیرنفتی
-	-۰	-۰	-۰	-۰	ضریب متغیر رشد جمعیت شهرنشین
-	-۰	-۰	-۰	-۰	ضریب متغیر رشد نیروی کار
-	-۰	-۰	-۰	-۰	ضریب متغیر تورم
-۰,۰۴۵۷۳۰۰۰۱	-۰,۰۴۷۰۵۱۴۵۸	-۰,۰۵۸۴۱۰۶۷۷	-۰,۱۰۶۶۴۵۸۶۷	-۰,۱۲۰۵۷۶۶۱	احتمال پسین مدل‌ها
-۲۵,۸۷۰۰۵۹	-۲۵,۹۲۷۵۶	-۲۶,۳۶۰۰۸	-۲۷,۵۶۴۱۱	-۲۷,۸۰۹۶۵	معیار شوارتز بیزین مدل‌ها
۵۲,۸۶۴	۵۶,۴۶۱	۵۶,۸۳۶	۵۷,۸۶۳	۵۴,۶۵۷	R^2

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که مشاهده می‌شود، در تمامی این پنج مدل سه متغیر توضیحی تصحیح خطأ، رشد درآمد ناخالص غیرنفتی و رشد درآمد نفتی حضور دارند که تأییدی دوباره بر نتایج حاصل از تخمین‌های BMA و احتمالات مربوط به این متغیرها است. معیار شوارتز بیزین (BIC) مطابق انتظار برای الگوی اول کمترین و برای سایر الگوها با کاهش احتمال پسین آن‌ها افزایش می‌یابد. نمودارهای شکل (۱)، بیان‌کننده‌یتابع توزیع پسین ضرایب متغیرها می‌باشد.

نتایج تخمین تابع تقاضای انرژی به روش میانگین‌گیری حداقل مربعات (WALS)

در جدول (۵)، تخمین ضرایب متغیرهای الگوی تقاضای انرژی به روش میانگین‌گیری حداقل مربعات (WALS) نمایش داده شده است. براساس ستون مربوط به آماره یا نسبت t متغیرهای توضیحی، متغیر رشد درآمد نفتی با بیشترین خطای معیار ($t=2/03$) و پس از آن متغیر رشد تولید ناخالص غیرنفتی با بیشترین اهمیت آماری ($t=1/65$)، از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر مصرف نهایی انرژی به شمار می‌آیند. دیگر متغیرهای مؤثر بر مصرف نهایی انرژی بر اساس اهمیت آماری آن‌ها (با توجه به آماره t)، به ترتیب اولویت عبارتند از: لگاریتم ارزش افزوده‌ی بخش صنعت، تورم، لگاریتم جمله تصحیح خطاب، رشد جمعیت، لگاریتم نسبت ارزش افزوده‌ی بخش ساختمان و وقفه‌ی لگاریتم قیمت نسبی انرژی. همان‌طور که ملاحظه می‌شود نتایج حاصل از تخمین الگو به روش BMA، با نتایج به دست آمده به روش WALS به لحاظ کیفی تفاوت زیادی با یکدیگر ندارند.

جدول ۵- تخمین معادله‌ی تقاضای انرژی به روش میانگین‌گیری "WALS"

نام متغیر	میانگین وزنی توزیع پسین ضرایب	خطای معیار توزیع پسین ضرایب
جمله ثابت	-0,57	-0/69
رشد درآمد نفتی	0,432081	2/03
رشد تولید ناخالص غیر نفتی	0,3114091	1/65
لگاریتم جمله تصحیح خطاب	-0,0792694	-0/99
وقفه لگاریتم قیمت نسبی انرژی	-0,0487552	-0/58
رشد جمعیت	0,7757618/	0/86
رشد صادرات غیرنفتی	-0,0018716	-0/10
متغیر روند	-0,0000817	-0/02
لگاریتم قیمت نسبی انرژی	0,0183027	0/19
لگاریتم نسبت ارزش افزوده کشاورزی	-0,0424251	-0/45
لگاریتم نسبت ارزش افزوده بخش خدمات	-0,1005218	-0/57
لگاریتم نسبت ارزش افزوده بخش ساختمان	-0,038578	-0/78
لگاریتم نسبت ارزش افزوده بخش صنعت	0,076785	1/00
تورم	-0,0130127	-0/12

۰/۹۱	۰,۲۱۴۶۳۶۹	رشد شهر نشینی
-۰/۵۱	-۰,۰۷۱۳۹۰۹	وقفه متغیر وابسته
-۰/۲۷	-۰,۱۵۸۶۹۷۳	رشد نیروی کار

منبع: یافته‌های تحقیق

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مطالعه، با استفاده از روش میانگین‌گیری مدل بیزینی و والس (WALS)، اثر ۱۶ متغیر مبتنی بر ادبیات نظری و تجربی و شرایط اقتصاد ایران بر تقاضای انرژی مورد بررسی قرار گرفته است. روش‌های میانگین‌گیری مذکور در الگوهای بزرگ مورد استفاده قرار گرفته و در آن تمامی زیر الگوهای ممکن (در اینجا 2^{16} معادل 65536 الگو برآورده) می‌شود. سپس ضریب هر متغیر در تمامی الگوها متوسط گیری می‌شوند. وزن‌ها در این متوسط‌گیری بر اساس قاعده‌ی بیز یا احتمال پسین هر الگو تعیین می‌شود. از متغیر رشد مصرف انرژی به عنوان متغیر نماینده‌ی تقاضای انرژی به عنوان متغیر وابسته استفاده شده است. بر اساس تخمین‌های حاصله رشد درآمد نفتی، با احتمال ۱۰۰٪ رشد تولید ناخالص داخلی غیرنفتی با احتمال $5/91$ و عدم تعادل مصرف انرژی در دوره‌ی قبل با احتمال $9/8$ درصد مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی (رشد مصرف انرژی) در ایران به شمار می‌رond. درآمدهای نفتی تأثیر تقریباً حتمی با ضریب بالای $0/6$ بر رشد مصرف انرژی دارد. نتیجه‌ی مذکور دور از انتظار نیست. این درآمدها منبع اصلی توسعه‌ی زبرساخت‌ها و حمل و نقل در کشور بوده‌اند. به علاوه با گشايش‌های ارزی حاصل از محل افزایش درآمدهای نفتی، واردات کالاهای سرمایه‌ای و مصرفی (کالاهای خانگی) به سرعت افزایش یافته که همه‌ی این‌ها به مصرف انرژی بیش‌تر دامن می‌زنند.

در ضمن افزایش درآمدهای نفتی متناسب ظرفیت تولید بیش‌تر نفت بوده که در این صورت انتظار می‌رود سهم بیش‌تری از این تولید به مصرف داخلی اختصاص یابد. دومین عامل مؤثر بر تقاضای انرژی، افزایش تولید غیرنفتی با ضریب $0/25$ می‌باشد. بدین ترتیب رشد عمومی فعالیت‌های اقتصادی محرك اصلی تقاضای بیش‌تر انرژی در داخل کشور است. افزایش تولید غیرنفتی از طریق جمله‌ی تصحیح خطایاً عدم تعادل دوره‌ی قبل نیز مصرف انرژی را متأثر می‌کند. انحراف مصرف از مقدار تعادلی آن در دوره‌ی قبل با ضریب $0/06$ و احتمال حضور $1/89$ ٪، مصرف انرژی را با یک وقفه به سمت مقدار تعادلی تصحیح می‌کند. با توجه به این‌که مقدار تعادلی مصرف انرژی بر اساس

روند بلندمدت تولید غیر نفتی تعیین می‌شود این نتیجه بار دیگر بر اهمیت تأثیرگذاری GDP غیرنفتی در تقاضای انرژی تأکید دارد.

قیمت نسبی انرژی و وقفه‌ی آن بر اساس اندازه‌ی ضرایب (به ترتیب ۰/۰۰۲ و ۰/۰۲) و احتمال حضور آن‌ها در الگو (به ترتیب ۱۱ و ۴۶ درصد) اثرات با اهمیتی بر تحولات مصرف انرژی در کشور نداشته‌اند. تغییر قیمت‌های نسبی در طول دوره‌ی نمونه در حدی نبوده است که مصرف انرژی را کنترل کند. به نظر می‌رسد تنها می‌توان انتظار داشت که تغییرات قابل ملاحظه قیمت‌های نسبی انرژی قادر است مصرف آن را با وقفه‌های زمانی متأثر کند. لذا استفاده از ابزارهای قیمتی برای مدیریت تقاضا با محدودیت‌هایی روبرو است. سایر متغیرها مانند ساختار اقتصادی یا سهم بخش‌ها، رشد جمعیت یا نیروی کار، متغیر روند، نسبت شهر نشینی و صادرات غیر نفتی قادر نیستند با حضور متغیرهای اصلی پیش گفته، سهم با اهمیتی در تبیین مصرف انرژی ایفا کنند.

حال بر مبنای ماحصل نتایج به دست آمده از تحقیق پیشنهاد می‌شود:

به نظر می‌رسد سیاست‌های جانب تقاضا مانند سیاست‌های قیمتی با احتمال زیاد، تأثیر آنی بر روند تقاضای انرژی نداشته و با وقفه تقاضای انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ لذا، پیشنهاد می‌شود از سیاست‌های جانب عرضه مانند افزایش بهره‌وری تولید در جهت ایجاد تغییرات زود بازده بر روند تقاضای انرژی استفاده شود.

فهرست منابع

افروز، احمد؛ سوری، علی (۱۳۸۳)؛ اثر ثبات و نوسانات صادرات نفت بر رشد اقتصاد ایران؛ پژوهشنامه‌ی پیک نور؛ شماره‌ی ۴.

اورل (۲۰۰۶)، تهی شده جهان از انرژی، ترجمه: علیرضا حمیدی یونسی، ۲۰۰۶، صص ۴۷-۶۹.

بهبودی، داود (۱۳۸۸)؛ شکست ساختاری، مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی، شماره‌ی ۵۳ (پاییز).

زارع، محمدرضا؛ زیدآبادی؛ ایرانی (۱۳۹۱)؛ بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران، سازمان انرژی‌های نو ایران، سانا.

سازمان برنامه و بودجه، طرح مطالعه‌ی جامع انرژی کشور، سازماندهی و شرح خدمات مطالعات طرح جامع انرژی.
سازمان بهره‌وری انرژی ایران، سایبا.

سبوحی، یدالله (۱۳۷۸)؛ تحلیل سیستم‌های انرژی، گروه مهندسی سیستم‌های دانشگاه شریف.

سهیلی، کیومرث (۱۳۸۸)؛ بررسی تطبیقی مدل‌های تقاضای انرژی، مجله‌ی پژوهشی دانشگاه امام صادق(علیه السلام)، شماره‌ی ۱۷ (مهر ۱۳۸۸).

شکیبایی، علیرضا؛ احمدلو، مجید (۱۳۹۰)؛ بررسی رابطه‌ی بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد زیربخش‌های اقتصادی در ایران، فصلنامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، شماره‌ی ۳۰، ص ۲۰۳-۱۸۱.

عباسی نژاد، وافی نجار؛ بررسی کارایی و بهره‌وری انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و تخمین کشش نهاده‌ای و قیمت انرژی در بخش صنعت و حمل و نقل.

عبدلی، قهرمان؛ شهیدی‌پور، غلامرضا (۱۳۹۰)؛ بررسی ارتباط بین گازهای آلاند، مصرف انرژی و ارزش‌افزوده در بخش‌های اقتصادی ایران با تأکید بر کشش شدت آزادگی، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه تهران.

منظور، طاهری (۱۳۸۸)، روش‌شناسی الگوسازی تقاضای انرژی، همايش ملی انرژی، شماره ۱۷، دی ماه ۱۳۸۸، ص ۱.

مهرآرا، محسن؛ ابریشمی، حمید؛ سبحانیان، هادی (۱۳۹۱)؛ اثرات غیرخطی رشد اقتصادی بر رشد مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک و کشورهای بریک با استفاده از روش حد آستانه.

وزارت نیرو، ترازنامه‌ی انرژی کشور، سال‌های مختلف.

ویکی‌پدیای انگلیسی، دانشنامه‌ی آزاد.

Anastassios Pouris, Roula Inglesi-Lotz, (2013), *On the Causality and Determinants of Energy and Electricity Demand in South Africa: A Review*, University of Pretoria, Department of Economics Working Paper Series.

- Auty, R. (Ed.), 2001, Resource Abundance and Economic Development, UNU/WIDER Studies in Development Economics, Oxford University Press, Oxford and New York.
- Baltagi, Badi, H, (2002), Econometrics of Panel Data, 2nd Edition, John Wiley & Sons Inc., London.
- Chaitanya. V, K, (2007). Rapid Economic Growth and Industrialization in India, China & Brazil: at What Cost?
- Chousa, J. P., Tamazin, A., Chaitanya, K. (2008). *Rapid Economic Growth at The Cost of Environment Degradation? Panel Data Evidence from BRIC Economies.*
- Cleveland, C. J., (1984), *Energy and the US Economy. A Biophysical Perspective* Science, vol 225 pp890-897.
- Engle, R.F., Granger, C.W.J., (1987), Cointegration and error correction representation, stimation, and testing. *Econometrica* 55 , p251– 276.
- Glasure, Yong U., Aie-Rie, Lee, (1997). *Cointegration, Error Correction, and the Relationship between GDP and Energy: The Case of South Korea and Singapore.* Resource and Energy Economics 20, 17–25.
- Koop, Gary, (2003), *Bayesian Econometrics*, John Wiley & Sons Ltd, England.
- Kraft, J. and Kraft, A., (1978). *On the Relationship between Energy and GNP.* Journal of Energy and Development 3: 401-403.
- Lee, C. C, Chang, C. P. (2008). *Energy Consumption and Economic Growth in Asian Economies*, a more Comprehensive Analysis Using Panel Data, Resource and Energy Economies, vol 30, issue 1, pp 50-65.
- Lee, Chien-Chiang, Chang, Chun-Ping, (2007), the Impact of Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from Linear and Nonlinear Models in Taiwan, *Energy*, Vol 32, pp 2282–2294.
- Li, Huanan; Mu, Hailin; Zhang, Ming, (2011). Analysis of China's Energy Consumption Impact Factors. *Procedia Environmental Sciences* 11 (2011) 824- 830.
- Masih AMM, Masih R., (1996), Electricity Consumption, Real Income and Temporal Causality: Results from a Multi-Country Study Based on Cointegration and Error Correction Modeling Techniques, *Energy Econ*, Vol 18, pp 165–83.
- Mohamed El Hedi Arouri, Adel Ben Youssef , Hatem M'henni, (2012) , Christophe Rault , March , *Energy Consumption, Economic Growth and*

CO2 Emissions in Middle East and North African Countries, IZA DP No 6412.

R. Magnus, Jan; Powell, Owen; Prüfer, Patricia, (2008). A Comparison of Two Averaging Techniques.

Ugur Soytas & Ramazan Sari, (2007), Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member, MARC Working Paper Series Working Paper No 2007-02.

Wei Yu, Shi; jun Zhu, Ke, (2011). A Hybrid Procedure for Energy Demand Forecasting in China. Energy 37 (2012)396-404.

With an Application to Growth Empirics. Tilburg University, No. 2008-39.

Zaman, Khalid, Mushtaq Khan, Muhammad, Ahmad, Mehboob, Factors affecting Commercial Energy Consumption in Pakistan: Progress in Energy.

Zellner Arnold, (1994), Bayesian Edited in : New Palgrave Dictionary of Economics.

Zellner, Arnold, (1971), An Introduction to Bayesian Inference in Econometrics. New York: John Wiley & Sons.

Zellner, Arnold, (1986), On Assessing Prior Distributions and Bayesian Regression Analysis with g-Prior Distributions, in Prem Goel and Arnold Zellner, eds., Bayesian Inference and Decision Techniques: Essays in Honor of Bruno de Finetti. Studies in Bayesian Econometrics and Statistics Series, vol 6. Amsterdam: North-Holland, pp 233-43.