Archive of SID

فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران / سال هفتم/ شماره ۲۲/ بهار ۱۳۸۴/ صفحات ۱۳۲-۱۱۵

تحلیل مصرف حامل‌های انرژی در ایران با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری (۱۳۴۶-۱۳۸۰)

اسدالله جلال آبادی*

شراره رخشان**

تاریخ ارسال: ۱۳۸۳/۴/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۳/۷/۲۹

چکیده

مصرف حامل‌های انرژی و افزایش کارایی آن در دنیای حاضر فعالیت‌های اقتصادی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد؛ به طوری که می‌توان گفت روند شتابان توسعه اقتصادی و صنعتی در دهه‌های اخیر تا حدود زیادی متأثر از این امر است. در نتیجه، تجزیه و تحلیل رفتار مصرف حامل‌های انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در پژوهش حاضر رفتار حامل‌های انرژی در ایران با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری (VAR)[1] طی سال‌های ۱۳۴۶-۱۳۸۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. حامل‌های اصلی مورد مطالعه شامل فراورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق است که در مجموع، حدود ۹۸/۴۱٪ کل مصرف انرژی در کشور را تشکیل می‌دهند. در این مقاله به بررسی تابع واکنش آنی[2]، تجزیه واریانس[3] و علیّت گرانجری[4] برای تحلیل مصرف حامل‌های انرژی پرداخته شده

---

* عضو هیئت علمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

e-mail: jalal_msrt@yahoo.com

** کارشناس ارشد اقتصاد و کارشناس مرکز آمار ایران

e-mail: sharareh_rakhshan@yahoo.com

1. Vector Auto Regression.
2. Impulse Reaction Function.
3. Variance Decomposition.
4. Granger Causality Ted.

www.SID.ir

Archive of SID

است. نتایج حاصل نشان می‌دهد مصرف حامل‌های انرژی در ایران چندان متأثر از تغییر در قیمت آنها نبوده و یا تأثیرپذیری آنها با گذشت زمان طولانی صورت می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: حامل انرژی، تقاضای انرژی، انرژی نهایی، مصرف انرژی، شدت انرژی، فراورده‌های نفتی.

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

پژوهش‌های متعدد پژوهشگران در سطح جهان نشان داده است روند شتابان توسعه اقتصادی و صنعتی در کشورهای جهان تا حدود بسیار زیادی به سطح مصرف کارآی حامل‌های انرژی ارتباط می‌یابد. در دنیای امروز، انرژی بیشترین سهم را در تجارت جهانی به خود اختصاص داده و در تمامی فعالیت‌های بشری جایگاه ویژه‌ای یافته است. با شروع انقلاب صنعتی و شکل گرفتن صنایع، حامل‌های انرژی به عنوان یکی از عوامل مهم تولید شناخته شده‌اند. به این ترتیب با تداوم روند رشد و توسعه اقتصادی و صنعتی، مصرف حامل‌های انرژی پس از تکانه نفتی ۱۹۷۳ به صورت بسیار جدی مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

کشور ما ایران، ضمن برخورداری از حدود ۱۰٪ ذخایر قابل استحصال انرژی و حداقل ۱۵٪ ذخایر گاز جهان، به دلیل همجواری با منابع انرژی حوزه دریای خزر و خلیج فارس و نیز، دسترسی به آب‌راه‌های بین‌المللی برای مبادله حامل‌های انرژی از جایگاهی بسیار ویژه و مطلوب در جهان برخوردار است (ولی ئی،۱۳۸۲،ص۹۲). اما، افزایش بی‌رویه مصرف انرژی در کشور به عنوان یک کالای مصرفی و نه عامل تولید، از مهمترین معضلاتی است که امروزه گریبان‌گیر آن هستیم.

در مطالعه حاضر رفتار مصرف حامل‌های انرژی در ایران با استفاده از مدل بردارهای خودرگرسیونی (VAR) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. تقاضای حامل‌های انژی در ایران شامل برق، گاز طبیعی و فراورده‌های نفتی است که این سه حامل تقریباً ۹۸/۴۱٪ مصرف انرژی کشور را دربردارند و می‌توان آنها را به عنوان نماینده کل تقاضای انرژی در کشور در نظر گرفت (مزرعتی،۱۳۷۸،ص۳).

۲. پیشینه پژوهش

توتو و جانسون[1](۱۹۸۳) در مقاله خود با عنوان تقاضای داخلی نفت اوپک[2]؛ پیش‌بینی فراورده‌ها برای ۱۹۸۵ و ۱۹۹۰ مصرف سرانه فراورده‌های نفتی را به صورت تابعی از GDP واقعی سرانه و قیمت واقعی فراورده‌های نفتی (حسب مورد) برای ۵ کشور از مجموع کشورهای عضو اوپک یعنی کشورهای اکوادور، اندونزی، ایران، عربستان سعودی و ونزوئلا برآورد کرده‌اند (رنجبر فلاح،۱۳۸۰،ص۴۲). آنها معتقد هستند ۴ عامل اساسی زیر موجب عدم صحت پیش‌بینی‌های انجام شده در مطالعات گذشتهٔ سایر پژوهشگران بوده است:

---

1. L. Totto, T.M. Johnson (1983).
2. Organization of Petrolium Export Countries .

www.SID.ir

Archive of SID

۱. درنظر گرفتن متغیرها به صورت خطی در مدل‌های برازش شده ؛ که این کار تنها زمانی ضرایب صحیحی را به‌دست می‌دهد که شرایط گذشته در آینده نیز مورد انتظار باشد.
۲. نوع روش‌های پیش‌بینی که مورد استفاده قرار گرفته‌اند، ترکیب محصولات نفتی را کاملاً مشخص نمی‌کند.
۳. در تمامی مطالعات انجام شده تلاشی درجهت کمّی کردن تأثیر افزایش قیمت‌ها بر مصرف داخلی صورت نگرفته است.
۴. سعی عمومی کشورهای عضو اوپک برای بیش از واقع نشان دادن مصارف داخلی، انگیزه‌های سیاسی بوده است؛ و این عملکرد می‌تواند انتظارات مربوط به بازارهای آتی را تحت تأثیر قرار دهد.

آنها سپس در مطالعه خود با درنظر گرفتن جنبه های فوق به فراورده‌های نفتی به عنوان نهاده‌های تولید و نه کالای مصرفی نهایی نگاه می‌کنند و نتیجه می‌گیرند که کشش‌های درآمدی تقاضای فراورده‌های نفتی (در ایران) به لحاظ آماری معنی دار نیستند. نکته قابل توجه در مطالعات آنها ایستا بودن مدل آنها بوده و این به معنی پذیرفتن این پیش فرض است که تغییرات درآمد و قیمت در تقاضای فراورده‌های نفتی "آنی" است و نیز کشش درآمدی و قیمتی تقاضا ثابت است.

توماس فوم بای و جوزف هیشبرگ[1] (۱۹۸۹) از سه متغیر تغییر در قیمت واقعی نفت، درصد تغییر در اشتغال بخش‌های غیر کشاورزی تگزاس، و درصد تغییر در اشتغال بخش‌های غیر کشاورزی سایر ایالت‌های امریکا برای اطلاعات سال‌های ۱۹۷۴- ۱۹۸۸در قالب یک مدل خودرگرسیون‌برداری استفاده کرده و نتیجه گرفتند که این فرضیه که تغییرات قیمت در اقتصاد تگزاس سهم بسزایی دارد خیلی قابل اعتماد نیست.

گپالاکریشنان و تیان[2] (۱۹۹۲)، در مطالعه خود با عنوان " اثر تکانه‌های قیمتی نفت بر اقتصاد هاوایی، از طریق به‌کارگیری مدل‌های خود رگرسیون برداری با استفاده از اطلاعات مربوط به سال‌های ۱۹۷۴-۱۹۸۶" برای داده‌های قیمت حقیقی نفت، نرخ بهره، تولید ناخالص ملی حقیقی و سه متغیر منطقه‌ای کل نیروی کار هاوایی، شاخص قیمت مصرف کننده و درآمد شخصی واقعی به این نتیجه رسیده اند که تکانه‌های قیمتی نفت تأثیر مثبت بر نرخ‌های بهره و قیمت‌ها دارد. آنها همچنین در پژوهش خود به تأثیر منفی تکانه‌های قیمتی نفت بر تولید ناخالص ملی واقعی پی بردند، ولی نتیجه می‌گیرند که این تأثیر منفی

1. Thomas Fomby & Joseph Hischberg (1989).
2. Gopalakrishnan & Tian (1992).

www.SID.ir

Archive of SID

با اثرات مثبت اشتغال خنثی می‌شود. در مدل به‌کار گرفتهٔ ایشان متغیر قیمت نفت به عنوان یک متغیر برون‌زا وارد مدل شده است.

حمید افتخاری (۱۳۶۲)، با استفاده از روش‌های سری زمانی تابع مصرف فراورده‌های نفتی ایران را طی سال‌های ۱۳۴۰-۱۳۶۱ برآورد کرده و بر این اساس، مصارف فراورده‌های نفتی را برای سال‌های ۱۳۶۲-۱۳۶۷ پیش‌بینی کرده است. وی در مطالعه خود به این نتیجه رسیده است که روش‌های آماری مبتنی بر رشد، در برآوردهای بلند مدت و میان مدت کارایی چندانی ندارند. البته، این مطلب حائز اهمیت است که ایشان از متغیرهای اقتصادی نظیر قیمت‌ها و درآمد که توضیح دهنده های خوبی برای رفتار مصرفی جامعه هستند، استفاده نکرده است.

الجنابی[1] (۱۹۷۴)، در مطالعه خود به برآورد تقاضای انرژی در کشورهای عضو اوپک پرداخته و سعی کرده است اثرات روند گذشته مصرف انرژی را در کشورها بر صادرات نفت و گاز اوپک بررسی کند. وی در مطالعه خود کشش‌های قیمتی را مد نظر قرار نداده که شاید دلیل عمده آن اعتقاد به بی اهمیت بودن آنها در کشورهای عضو اوپک باشد.

صالحی اصفهانی(۱۹۹۳)، در مطالعه ای با هدف بررسی بازار فراورده‌های نفتی، یارانه‌ها و تعیین قیمت کارآی انواع فراورده‌ها به برآورد توابع تقاضای فراورده‌های نفتی پرداخته است. وی نتیجه می‌گیرد انحراف در مصرف فراورده‌ها و رشد بی رویه آنها بیشتر به دلیل عرضه فراوان و قیمت ارزان آنها بوده است. به این ترتیب، اگر روند مصرف به همین منوال ادامه یابد و ظرفیت‌های تولیدی تغییر نکند، میزان نفت خام در دسترس برای صادرات ناچیز خواهد بود. بنابراین، باید قیمت‌گذاری کارآ برای فراورده‌ها مد نظر قرار گیرد.

نکته قابل توجه در مطالعه اصفهانی این است که معادلات به صورتی برازش نشده‌اند که بتوانند نقش قیمت و درآمد را بر تقاضا نشان دهند. همچنین، برای نفت سفید و گاز طبیعی یک تابع تقاضای مرکب برآورد شده است که در این حالت کشش‌های محاسباتی معرف کشش نفت سفید و یا گاز طبیعی به طور مجزا نخواهند بود.

محمد مزرعتی (۱۳۷۳)، در پژوهش خود به برآورد کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای حامل‌های انرژی پرداخته است. وی همچنین، در مطالعه خود (مزرعتی، ۱۳۷۸) با استفاده از اطلاعات مربوط به دوره ۱۳۵۳-۱۳۷۶ تقاضای حامل‌های انرژی را با استفاده از روش‌های الگوسازی VAR و BVAR مدل‌سازی کرده است. وی نشان داده است که الگوسازی به روش بیزی[2] دارای عملکرد بهتری در پیش‌بینی‌هاست. وی همچنین، الگوی جدید بردارهای خودرگرسیونی ساختاری به روش بیزی SBVAR را برای ایران پیشنهاد و مورد برازش

1. AL – Janabi. (1971).
2. Bayesian Method.

www.SID.ir

Archive of SID

قرار داده است. وی در مطالعه خود نشان داده است که سیاست‌های غیر قیمتی دارای اثرات بهتری بر صرفه جویی انرژی در مقایسه با سیاست‌های قیمتی هستند.

۳. روند مصرف، قیمت و شدت انرژی در ایران

۳-۱. روند مصرف حامل‌های انرژی در ایران

حامل‌های اصلی مورد مطالعه در مقاله حاضر شامل فراورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق است که در مجموع حدود ۹۸/۴۱٪ کل مصرف نهایی انرژی را شامل می‌شوند. فراورده‌های نفتی شامل گاز مایع، بنزین، سوخت‌های هواپیما، نفت سفید، نفت گاز و نفت کوره است که در مجموع حدود ۶۱/۸٪ کل مصرف انرژی نهایی را در کشور به خود اختصاص می‌دهند (مزرعتی،۱۳۷۸،ص۶۷).

متوسط رشد سالیانه مصرف فراورده‌های نفتی طی دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۰، در حدود ۷/۳٪ بوده است که با توجه به جایگزینی گاز طبیعی طی سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۸۰ به حدود ۳/۲٪ رسیده است. سهم مصرف فراورده‌های نفتی در سال ۱۳۴۶ برای نفت کوره، نفت گاز، نفت سفید و بنزین به ترتیب، ۳۰/۳٪، ۲۹/۵٪، ۲۴/۴٪ و ۱۱/۵٪ بوده که در سال ۱۳۸۰ به ۲۱/۴٪، ۳۵/۲٪، ۱۲/۶٪ و ۲۳/۵٪ رسیده است (ترازنامه انرژی، سال‌های مختلف).

متوسط رشد سالیانه مصرف نفت گاز طی دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۰ حدود ۷/۹٪ بوده که در دوره ۱۳۷۰-۱۳۸۰ به ۲/۸٪ کاهش یافته است. مصرف نفت کوره طی دوره مورد مطالعه دارای رشد متوسط ۶/۲٪ بوده است که در دوره ۱۳۷۰-۱۳۸۰ به ۲٪ کاهش یافته است. رشد متوسط سالیانه مصرف بنزین نیز در دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۰ حدود ۸/۲٪ بوده است که بیشترین میزان رشد در بین فراورده‌های نفتی را دارا بوده است. بر خلاف سایر فراورده‌های نفتی، رشد سالیانه مصرف بنزین طی سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۸۰ چندان کاهش نیافته و در سطح ۶/۶٪ باقی مانده است.

متوسط رشد سالیانه مصرف نفت سفید نیز در پی سیاست جایگزینی گاز طبیعی طی سال‌های اخیر کاهش یافته و به ۱/۱٪ در سال رسیده است. رشد متوسط سالانه مصرف گاز مایع و سوخت هواپیما در طول دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۰ به ترتیب، برابر با ۱۴/۹٪ و ۷/۱٪ بوده است که طی دوره ۱۳۷۰-۱۳۸۰ به ۸/۴٪ و ۴٪ کاهش یافته است.

در یک جمع‌بندی کلی این نتیجه حاصل می‌شود که رشد مصرف فراورده‌های نفتی طی سال‌های اخیر به دلیل جایگزینی گاز طبیعی (برای سوخت های قابل جایگزین) و نیز، افزایش قیمت رسمی فراورده‌های نفتی کاهش یافته است. البته، اثر تغییر قیمت رسمی بر کاهش مصرف چندان زیاد نبوده، چرا که به عنوان مثال؛ کاهش مصرف بنزین با توجه به

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش قیمت آن حتی با وجود جایگزینی گاز مایع (خصوصاً برای تاکسی‌ها) چندان زیاد نبوده است.

رشد متوسط مصرف سالانه گاز طبیعی طی دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۰ برابر با ۱۲/۸٪ بوده است که عمدتاً ناشی از افزایش مصرف گاز طبیعی طی یک دهه اخیر است؛ به طوری که متوسط رشد طی دهه اخیر به ۲۰٪ رسیده است. این افزایش شدید ناشی از افزایش تقاضا و نیز سیاست جایگزینی گاز طبیعی با سایر حامل‌های انرژی بوده است.

جدول- ۱. متوسط رشد و سهم مصرف‌فراورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق در ایران

نام حامل انرژی	متوسط رشد مصرف طی دوره(درصد)		سهم مصرف(درصد)	
	۱۳۸۰-۱۳۴۶	۱۳۸۰-۱۳۷۰	۱۳۴۶	۱۳۸۰
نفت کوره	۶/۲	۲	۳۰/۳	۲۱/۴
نفت گاز	۷/۹	۲/۸	۲۹/۵	۳۵/۲
نفت سفید	۶/۶	۱/۱	۲۴/۴	۱۲/۶
بنزین	۸/۲	۶/۶	۱۱/۵	۲۳/۵
گاز مایع	۱۴/۹	۴/۸	۰/۹	۵/۸
سوخت هواپیما	۷/۱	۴	۳/۲	۱/۵
فراورده‌های نفتی	۷/۳	۳/۲	۶۱/۸	۵۶/۵
گاز طبیعی	۱۲/۸	۲۰	۱/۵	۳۴/۸
برق	۱۳/۵	۷/۲	۲	۸/۷

منبع: ترازنامه انرژی، سال‌های مختلف.

محاسبات نویسندگان با استفاده از اطلاعات کسب شده از شرکت ملی گاز ایران، شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی ایران و وزارت نیرو.

متوسط رشد سالانه مصرف برق نیز طی دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۰ در سطح ۷/۲٪ بوده است که علت آن تکامل بازار برق طی سالیان گذشته و پوشش مصرف در بیشتر نقاط کشور، تعدیل قیمت‌ها و اعمال برخی سیاست‌های غیر قیمتی از جمله؛ آگاه سازی بوده است.

با توجه به مطالب فوق بیشترین رشد متوسط مصرف طی سال‌های اخیر مربوط به گاز طبیعی، برق و سپس، فراورده‌های نفتی بوده است. جدول (۱) متوسط رشد و سهم مصرف حامل‌های عمده انرژی در ایران را نشان می‌دهد.

۳-۲. قیمت اسمی و واقعی حامل‌های انرژی

قیمت اسمی حامل‌های انرژی طی سال‌های متمادی ثابت بوده و یا تغییرات اندکی را تجربه کرده است، به جز قیمت بنزین که از سال ۱۳۵۹ افزایش یافت، تغییرات عمده سایر

www.SID.ir

Archive of SID

حامل‌های انرژی از آغاز برنامه دوم در سال ۱۳۷۴ بر اساس تبصره ۱۹ قانون برنامه دوم صورت پذیرفت. با توجه به تعدیلاتی که در قیمت فراورده‌های نفتی انجام گرفت، قیمت اسمی بنزین، نفت سفید،نفت گاز، نفت کوره، گاز مایع و سوخت هواپیما به ترتیب، به سطح ۱۲۰،۱۲۰، ۴۵۰، ۶۸/۶۴،۲/۲ و ۴۵/۴ ریال برای هر لیتر در سال ۱۳۸۰ افزایش یافت. این قیمت‌ها در سال ۱۳۴۶ به ترتیب در سطح ۱/۲،۲/۲،۲/۶،۵ و ۴/۵ ریال قرار داشته‌اند. متوسط وزنی قیمت فراورده‌های نفتی که در سال ۱۳۴۶، حدود ۲/۷ ریال برای هر لیتر بوده به ۱۸۱/۳ ریال در سال ۱۳۸۰ رسیده است که از رشد متوسط سالانه ۳۰٪ (برای سال‌های دهه ۱۳۷۰) برخوردار بوده است (ترازنامه انرژی، سال‌های مختلف). همچنین، متوسط قیمت هر متر مکعب گاز طبیعی از ۱/۶ ریال در سال ۱۳۴۶ به ۶۹/۷ ریال برای هر متر مکعب در سال ۱۳۸۰ افزایش یافته است. متوسط رشد سالانه قیمت اسمی گاز طبیعی طی سال‌های اخیر (دهه ۷۰) حدود ۳۴٪ بوده که ۴٪ بیشتر از قیمت فراورده‌های نفتی است.

متوسط قیمت هر کیلو وات ساعت برق از ۶/۴ ریال در سال ۱۳۴۶ به ۹۶/۷۶ ریال رسیده است که از رشد متوسط سالانه ۳۲٪ برخوردار بوده است.

محاسبه قیمت واقعی حامل‌های انرژی براساس شاخص قیمت کل خرده فروشی مصرف کننده (CPI)، بر مبنای سال ۱۳۶۹ صورت گرفته است. قیمت واقعی بنزین، نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره، گاز مایع و سوخت هواپیما به ترتیب، در سطح ۱۱۷،۴۸،۴۲،۲۳،۸۷ و ۹۶ ریال در هر لیتر در سال ۱۳۴۶ بوده است که این قیمت‌ها در سال ۱۳۸۰ به ترتیب به ۵۱، ۱۲، ۱۲، ۶،۷ و ۴ ریال برای هر لیتر رسیده است (نمایه پژوهشکده بانک مرکزی، ۱۳۸۰-۱۳۴۶).

متوسط وزنی قیمت واقعی فراورده‌های نفتی که در سال ۱۳۴۶ حدود ۴۸/۲ ریال در هر لیتر بوده است، در سال ۱۳۸۰ به ۱۸/۲ ریال کاهش یافته است. همچنین، متوسط قیمت واقعی هر متر مکعب گاز طبیعی از ۳۲/۷ ریال در سال ۱۳۴۶ به ۷ ریال در سال ۱۳۸۰ کاهش یافته است. متوسط قیمت واقعی هر کیلو وات ساعت برق نیز از ۲۶/۹ ریال در سال ۱۳۴۶ به ۱۰ ریال در سال ۱۳۸۰ کاهش یافته است. بیشترین کاهش قیمت در سال‌های اخیر مربوط به گاز طبیعی بوده است که دلیل آن اعمال سیاست جایگزینی گاز طبیعی با فراورده‌های نفتی است. جدول (۲) قیمت اسمی و واقعی فراورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق را در ایران نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول- ۲. قیمت اسمی و واقعی فراورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق در ایران

نام حامل انرژی	قیمت اسمی (ریال در هر لیتر / متر مکعب)		قیمت واقعی (ریال در هر لیتر / متر مکعب)	
	۱۳۴۶	۱۳۸۰	۱۳۴۶	۱۳۸۰
نفت کوره	۱/۲	۶۴/۲	۲۳	۶
نفت گاز	۲/۲	۱۲۰	۴۲	۱۲
نفت سفید	۲/۵	۱۲۰	۴۸	۱۲
بنزین	۶	۴۵۰	۱۱۷	۵۱
گاز مایع	۴/۵	۶۸/۲	۸۷	۷
سوخت هواپیما	۵	۴۵/۴	۹۶	۴
فراورده‌های نفتی	**۲/۷**	**۱۸۱/۳**	**۴۸/۲**	**۱۸/۲**
گاز طبیعی	۱/۶	۶۹/۷	۳۲/۷	۷
برق	۶/۴	۹۶/۷۶	۲۶/۹	۱۰

منبع: ترازنامه انرژی، سال‌های مختلف.

محاسبات نویسندگان با استفاده از اطلاعات کسب شده از شرکت ملی گاز ایران، شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی ایران و وزارت نیرو.

۳-۳. شدت انرژی[1]

یکی از شاخص‌های مهم اقتصادی نسبت مصرف انرژی به کل تولید کشور است که در واقع، نشان می‌دهد به ازای هر ریال تولید چه مقدار انرژی مصرف شده است. از دهه ۱۹۶۰ به بعد روند نزولی شدت انرژی در کشور های صنعتی آغاز و پس از شوک‌های اول و دوم نفتی سرعت آن بیشتر شده است و با اجرای سیاست‌های مدیریت صحیح و صرفه جویی در مصرف ذخایر منابع انرژی، مقدار انرژی لازم برای هر واحد تولید کاهش یافته است. اما در ایران، این نسبت همراه با نوساناتی مداوم همیشه روند صعودی داشته است. به عبارت دیگر، به ازای هر واحد افزایش در تولید، مصرف انرژی بیش از یک واحد افزایش یافته است. بر اساس نظریه‌های موجود انتظار می‌رود که در شرایط رکودی مصرف انرژی کاهش و در شرایط رونق اقتصادی مصرف آن افزایش یابد. با توجه به آمارهای موجود در برخی از سال‌ها، با وجود اینکه تولید ناخالص داخلی رشد منفی داشته، اما مصرف انرژی دارای رشدی مثبت بوده است؛ نتیجه‌ای که می‌توان گرفت این است که رابطه تنگاتنگی بین این دو متغیر در

1. Energy Intensity.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول-۳.

www.SID.ir

Archive of SID

سطح کلان وجود ندارد و این بیشتر به این علت است که مصرف کننده عمده انرژی در کشور، در بخش تولید واقعی قرار ندارد. اگر مصرف انرژی در بخش‌های غیر تولیدی منطقی‌تر شود می‌توان روند رشد واقعی تر انرژی در سطح کلان را به‌دست آورد.

در بسیاری از سال‌ها که اقتصاد با رشد منفی روبه‌رو بوده است، رشد مصرف انرژی هم با یک وقفه کاهش یافته، اما منفی نشده است. از این مطلب می‌توان نتیجه گرفت که به دنبال افزایش رشد اقتصادی در کشور تقاضای انرژی نیز افزایش می‌یابد؛ ولی با کاهش رشد اقتصادی یا منفی شدن آن تقاضای انرژی در کشور با همان آهنگ کاهش نیافته و اگر هم کاهش یافته همراه با یک وقفه یک تا دوساله بوده است. این چسبندگی در عادات مصرفی تقاضای انرژی در ایران از عمده دلایل افزایش شدت انرژی در کشور بوده است، به گونه‌ای که در میان بیشتر کشورهای جهان شدت انرژی بالایی را به خود اختصاص داده است (مزرعتی،۱۳۷۳). در جدول (۳) متوشط رشد سالانه مصرف نهایی انرژی و نیز رشد متوسط تولید ناخالص داخلی به قیمت عوامل (ثابت ۱۳۶۹) آمده است.

۴. مدل سازی خودرگرسیون برداری (VAR)

شیوه مدل سازی خودرگرسیون برداری با استفاده از روش‌شناسی بیزین توسعه داده شده است. اولین بار لیترمن[1] (۱۹۸۰) این روش‌شناسی را برای برآورد مدل خودرگرسیون برداری به‌کار گرفت که به مدل بردارهای خود رگرسیونی بیزین BVAR معروف شد و از آن پس، در طی کمتر از یک دهه در مسائل کاربردی متعددی در کشورهای جهان مورد استفاده قرار گرفت. در این روش از مدل سازی تصریح و تدوین مدل به عنوان نظریه حاکم تلقی نمی‌شود، بلکه به‌دست آوردن پیش‌بینی‌های بهتر، معیار اصلی کار است.

مدل خودرگرسیون برداری، در واقع یک نوع ارتباط خطی بین متغیر وابسته و وقفه‌هایی از کلیه متغیرهای حاضر در سیستم معادلات است که تعداد وقفه‌ها را به صورت تجربی مدل ساز تعیین می‌کند. شکل کلی یک سیستم معادلات خودرگرسیون برداری با n متغیر وابسته (n معادله) به شکل زیر است:

$$Y_t = A(L)Y_t + C + \varepsilon_t \qquad (۱)$$

که در آن، L مبین عملگر وقفه[2]، C ماتریس عرض از مبدأ معادلات و ε_t نیز عناصر اخلال تصادفی بوده که فرض می‌شود دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس ثابت δ^2 هستند.

1. Litterman.
2. Lag Operator.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین، عناصر ماتریس A به صورت (A_{ij}) تعریف می‌شوند:

$$A_{ij}(L) = \sum_{k=1}^{k} L^k a_{ijk} \qquad (۲)$$

که در آن، i معرف شماره معادله، j شماره متغیر حاضر در معادله و k تعداد وقفه مورد نظر برای سیستم است. در یک سیستم خودرگرسیون بردار (VAR) اگر متغیر تقاضا تنها تابعی از وقفه‌های تمامی متغیرهای حاضر در سیستم باشد، به آن سیستم خودرگرسیون برداری غیرساختاری می‌گویند. بر اساس نظر سیمز[1] (۱۹۸۰)، مسئله اساسی در این میان تعیین طول وقفه‌ها و تعیین متغیرهای مناسب جهت حضور در سیستم است. گاهی اوقات محدودیت درجه آزادی تعداد وقفه‌ها را تعیین می‌کند، اما در شرایطی که تعداد مشاهدات زیاد است، تعیین مقدار وقفه بهینه ضروری است. برای این منظور می‌توان از آزمون نسبت حداکثر احتمالات ممکن (Maximum Likelihood) و معیار اطلاعاتی آکائیک(AIC) و شوارتز(SIC) استفاده کرد. معیار اطلاعاتی آکائیک(AIC) و شوارتز(SIC) به شرح زیر قابل بیان هستند (ابریشمی، ۱۳۷۸، ص۹۵۷) :

$$\begin{aligned} AIC &= T\log\left|\sum\right| + ۲N \\ SIC &= T\log\left|\sum\right| + N\log(T) \end{aligned} \qquad (۳)$$

که در آن، $\left|\Sigma\right|$ دترمینان ماتریس واریانس -کوواریانس پسماندهای[2] سیستم، N تعداد کل پارامترهای برآورد شده سیستم و T تعداد مشاهدات مورد استفاده است. با برآورد در دوره زمانی یکسان، آن مدلی برگزیده می‌شود که کمترین مقادیر آکائیک و شوارتز را دارا باشد؛ چرا که با افزودن متغیرهای توضیحی خطا کم می‌شود، اما این امر به قیمت افزایش N (تعداد پارامترهای برآورد شده) صورت می‌گیرد. به این ترتیب، اگر در برآوردی کمترین مقدار آکائیک و شوارتز حاصل شود، مقدار بهینه وقفه را خواهیم داشت.

تصریح مدل خودرگرسیون برداری بسیار ساده بوده و با حداقل اتکا به نظریه تعیین می‌شود. در این مدل کافی است متغیرهای خاص در سیستم (بر اساس تحلیل روابط اقتصادی) تعیین شده و تعداد وقفه‌ها نیز مشخص شود. آن‌گاه به سادگی بین همه متغیرهای حاضر در سیستم یک رابطه خطی برقرار می‌شود. در مدل‌های خودرگرسیون‌برداری از آنجایی که همبستگی خطی بین متغیرهای سمت راست محتمل

1. Sims.
2. Residuals.

www.SID.ir

Archive of SID

بوده و منجر به هم خطی[1] شدید می‌شود، لذا، نمی‌توان از معیار تابع آزمون کننده t برای تک تک ضرایب جهت کوچک کردن[2] مدل استفاده کرد.

سیمز و دوان[3] (۱۹۸۴) نشان داده‌اند که نیازی به بررسی ایستایی[4] متغیرهای حاضر در مدل خودرگرسیون برداری نیست. حتی اگر ایستایی نیز وجود نداشته باشد، نباید با تفاضل‌گیری سری‌ها را ایستا کرد، چرا که اعتقاد بر این است با تفاضل‌گیری سری‌ها، بسیاری از اطلاعات موجود در سری‌ها که می‌تواند ایجاد همگرایی کرده و پیش‌بینی‌های خوبی را به‌دست دهد از بین می‌رود. بنابراین، اگر سری‌ها دارای ریشه واحد[5] هم باشند، نباید تفاضل‌گیری کرده و به این ترتیب، داده‌ها را نباید روند زدایی[6] کرد. از این رو، در مقایسه با سایر انواع مدل‌های پیش‌بینی، مدل خودرگرسیون برداری از مشکلات کمتری برای برآورد برخوردار است. این مدل بر خلاف روش کلاسیک به روابط تجربی بین متغیرها بیشتر تأکید می‌کند و در این روش ادعا می‌شود که ضرایب ساختاری نمی‌توانند تصریح و برآورد شوند.

طبق بررسی‌های انجام شده (مزرعتی، ۱۳۷۸)، در مقایسه پیش‌بینی درون دوره‌ای کوتاه مدت سیستم خودرگرسیون برداری بهتر از مدل‌های تصحیح خطای ساختاری (SEM)[7] و مدل‌های ساختاری اقتصادسنجی (SCM)[8] عمل می‌کند. همچنین نوفرستی (۱۳۷۸) نیز در مطالعات خود به این موضوع چنین اشاره می‌کند: "معمولاً مشاهده شده است که پیش‌بینی‌های ارائه شده بر اساس الگوهای خودرگرسیون‌برداری بهتر از پیش‌بینی‌های ارائه شده با الگوهای معادلات همزمان بوده است." از آنجاکه در مدل‌سازی خودرگرسیون برداری تعبیر و تفسیر تکی ضرایب غالباً دشوار است، در عمل اغلب تابع عکس‌العمل تخمین زده می‌شود. در سیستم خودرگرسیون برداری تابع واکنش، واکنش متغیر وابسته را به تکانه‌های وارده به جملات خطا نشان می‌دهد (ابریشمی، ۱۳۷۸). لذا در این پژوهش، برای تحلیل رفتار مصرف حامل‌های انرژی از الگوی خودرگرسیون برداری استفاده شده است. مصرف نوع حامل در اینجا تابعی از مصرف همان نوع حامل با وقفه معین، قیمت واقعی نوع حامل، تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۱۳۶۹ و جمعیت فرض

1. Multicollinearity.
2. Pairing Down.
3. Sims & Doan (1984).
4. Stationary.
5. Unit Root.
6. Detrending.
7. Structural Econometric Model.
8. Structural Cointegrated Correction Model.

www.SID.ir

Archive of SID

شده است که دراین میان جمعیت متغیر برون‌زا است. انتظار معمول آن است که به جز قیمت، سایر متغیرها ارتباطی مثبت با متغیر وابسته داشته باشند. مزیت این روش نسبت به سایر روش‌های مورد استفاده در این است که متغیرها را به صورت درون‌زا در مدل وارد می‌کند. و هر متغیر درون‌زا با استفاده از مقادیر گذشته خود و مقادیر باوقفه از تمامی دیگر متغیرهای درون‌زای مدل توضیح داده می‌شود. این روش کمک می‌کند تا معضلات مربوط به مدل‌سازی‌های معمول از قبیل ناسازگاری[1] تخمین‌ها و عدم کارایی آنها به دلیل احتمال تصادفی (استوکاستیک)[2] بودن متغیر(های) توضیحی و همبستگی آنها با عامل اخلال(که در مدل‌های با وقفه توزیعی امکان‌پذیر و معمول است)، از میان برداشته شود.

۷. نتایج حاصل از آزمون مدل

همان‌طور که در بخش قبل گفته شد، مصرف حامل‌های انرژی در مقاله حاضر به صورت تابعی از مصرف همان نوع حامل با وقفه معین، قیمت واقعی نوع حامل،تولید ناخالص داخلی به قیمت عوامل ثابت (سال ۱۳۶۹) و جمعیت فرض شده است. برای این منظور، داده‌های مربوط به متغیرها با استفاده از منابع موجود استخراج و قیمت‌های واقعی هر حامل با استفاده از شاخص قیمت خرده فروشی مصرف کننده محاسبه شد. سپس، با استفاده از نرم افزار Eviews به آزمون مدل در اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۴۶-۱۳۸۰ پرداخته شد.

با توجه به آنچه که در مورد مدل‌های خودرگرسیون برداری گفته شد؛ گام اول تعیین بهینه تعداد وقفه‌هاست. برای این کار می‌توان از معیار اطلاعاتی آکایک (AIC) و شوارتز (SIC) استفاده کرد. با استفاده از داده‌های موجود نسبت به تعیین بهینه تعداد وقفه متغیرها برای حامل‌های انرژی شامل فراورده‌های نفتی، گاز و برق یک‌بار با در نظر گرفتن متغیر برون‌زای جمعیت و بار دیگر بدون در نظر گرفتن آن مبادرت شد. نتایج حاصل از این مطلب در جدول (۴) آمده است.

با توجه به ارقام به‌دست آمدهٔ آکایک و شوارتز برای تمامی حامل‌های انرژی مورد مطالعه تعداد وقفه بهینه یک دوره است، چرا که در تمامی موارد معیارهای فوق کمترین مقدار را دارا هستند.

به این ترتیب، مصرف هر حامل انرژی در دوره فعلی تابعی از متغیرهای مصرف همان حامل، قیمت واقعی حامل انرژی و تولید ناخالص داخلی واقعی(به قیمت ثابت ۱۳۶۹) در دوره قبل است؛ ضمن اینکه متغیر جمعیت نیز به صورت برون‌زا در مدل در نظر گرفته می‌شود. برای

1. Unconsistency.
2. Stochastic.

www.SID.ir

Archive of SID

نشـان دادن سـهم تأثیرگـذاری تکانـه در هـر متغیـر بـر مصـرف حامـل انـرژی از تجزیـه واریـانس استفاده می‌شود. با توجه بـه آنچـه کـه از جـداول و نمودارهـای مربـوط بـه تجزیـه واریـانس حاصـل شد، این نتیجـه گرفتـه مـی‌شـود کـه بـا گـذر زمـان خطـای پـیش‌بینـی افـزایش یافتـه و ایـن امـر ناشی از تأثیر سایر متغیرهـا بـر مصـرف حامـل انـرژی مـورد نظـر بـوده اسـت. بـه‌عبـارت دیگـر، بـه عنوان مثـال؛ سـهم تأثیرگـذاری تغییـر قیمـت واقعـی یـک حامـل انـرژی بـر میـزان مصـرف آن در دوره اول زیـاد نیسـت، بلکـه در دوره‌هـای بعـد بـه تـدریج ایـن سـهم افـزایش مـی‌یابـد. بـه ایـن ترتیب، می‌توان نتیجه‌گیری کـرد کـه دوره زمـانی تأثیرگـذاری تکانـه قیمتـی هـر حامـل انـرژی (یـا سایر حامل‌های انرژی) بر مصرف آن بسیار طولانی خواهد بود.

جدول -۴. میزان آکایک و شوارتز برای حامل‌های اصلی انرژی

نام حامل انرژی	تعداد وقفه لحاظ شده	معیار اطلاعاتی آکایک		معیار اطلاعاتی شوارتز	
		با جمعیت	بدون جمعیت	با جمعیت	بدون جمعیت
فراورده‌های نفتی	یک دوره	۱۷/۱۹۷۶۷	۱۸/۱۹۵۳۴	۱۸/۱۵۴۴۱	۱۸/۴۷۶۷۳
	دو دوره	۱۸/۰۷۸۲۵	۱۸/۲۳۹۲۱	۱۸/۴۴۴۶۸	۱۸/۵۵۹۸۴
گاز طبیعی	یک دوره	۲/۹۴۴۰۸	۲/۹۱۲۳۵	۳/۱۷۰۸۲	۳/۰۹۹۳۷
	دو دوره	۳/۰۹۰۴۸	۳/۰۴۱۲۶	۳/۴۵۶۹۲	۳/۳۶۱۸۹
برق	یک دوره	۱۷/۴۳۷۷۱	۱۷/۳۸۴۱۹	۱۷/۶۶۴۴۵	۱۷/۵۶۵۵۸
	دو دوره	۱۷/۵۵۲۳۹	۱۷/۴۹۶۴۱	۱۷/۹۱۸۸۳	۱۷/۸۱۷۰۴

اوج واکـنش مصـرف حامـل انـرژی در نتیجـه تغییـر قیمـت آن را مـی‌تـوان بـا اسـتفاده از تـابع واکـنش آنـی بـه‌دسـت آورد. در نمـودار هـای واکـنش آنـی ایـن مطلـب بـه راحتـی قابـل دسـتیابی است. همـان‌طـور کـه ملاحظـه مـی‌شـود، اوج واکـنش مصـرف حـداقل دو دوره بعـد (۲ سـال بعـد) فرا می‌رسد. به این ترتیـب، مـی‌تـوان گفـت بـه عنـوان مثـال بـا افـزایش قیمـت یـک حامـل انـرژی حداقل ۲ سال طول می‌کشد تـا میـزان مصـرف آن (مطـابق قـانون تقاضـا) تغییـر چشـمگیری پیـدا کند و این به آن دلیل اسـت کـه درجـه جـایگزینی بـین حامـل‌هـای انـرژی در ایـران بسـیار پـایین است که این مطلب بـا آزمـون علیـت گرانجـری کـه زیـر بنـای اساسـی مـدل‌سـازی خودرگرسـیون برداری است، بررسی مـی‌شـود. ایـن آزمـون مبتنـی بـر ایـن فـرض اسـت کـه اطلاعـات مهـم بـرای پـیش‌بینـی متغیـر مصـرف حامـل‌هـای انـرژی منحصـراً در داده‌هـای سـری زمـانی مربـوط بـه آن متغیرها نهفته است. با استفاده از این آزمـون مشـاهده شـد کـه درجـه جـایگزینی بـین حامـل‌هـای انرژی در ایران به دلیل زمان‌بـر بـودن تغییـر و تعـویض تأسیسـات مربـوط جهـت جـایگزینی پـایین است و یا اینکه بسیار طول خواهد کشید تا این جایگزینی عملی شود.

www.SID.ir

Archive of SID

به طور کلی با توجه به آنچه در قبل آمد، می‌توان این طور نتیجه‌گیری کرد که مصرف حامل‌های انرژی در ایران چندان متأثر از تغییر در قیمت آنها و یا سایر حامل‌ها نبوده و اگر هم متأثر باشد؛ این مطلب با گذشت زمان طولانی صورت می‌گیرد. از طرف دیگر، درجه جایگزینی بین حامل‌ها بسیار ناچیز بوده و این به دلیل زمان‌بر بودن تغییر و تعویض تأسیسات مربوط جهت جایگزینی است. با توجه به این مطالب می‌توان گفت برای جایگزینی یک حامل انرژی همچون گاز طبیعی به جای فراورده‌های نفتی لازم است قیمت گاز طبیعی در حد پایین (تا حد امکان) بدون تغییر باقی بماند و قیمت حامل‌های دیگر انرژی (فراورده‌های نفتی) به آرامی تغییر یابد و در عین حال، امکان توسعه انشعاب گاز فراهم شود. این امر باعث می‌شود تا مصرف گاز طبیعی در تمامی بخش‌ها مقرون به صرفه تر از سایر حامل‌ها شود. علاوه بر این، چون گاز طبیعی سوخت پاکیزه ای است و نیاز به ذخیره سازی ندارد، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بعد از جایگزین کردن گاز طبیعی می‌توان با افزایش حساسیت تقاضا نسبت به مصرف گاز طبیعی، طوری برنامه‌ریزی کرد تا مصرف آن بیش از حد معمول و به طور غیر طبیعی افزایش نیابد.

با توجه به اینکه تأثیرگذاری قیمت حامل انرژی به مصرف آن طی زمان طولانی صورت می‌گیرد، اتخاذ سیستم ایجاد تفاوت قیمت حامل‌ها بین بخش‌های مختلف تولیدی و مصرفی، جهت تولیدی کردن مصرف انرژی و حفظ مزیت نسبی انرژی برای تولیدکنندگان نیز مفید خواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

افتخاری،حمید. (۱۳۶۲). روش کاربردی پیش‌بینی و برآورد مصرف فراورده‌های نفتی در داخل کشور در برنامه‌های میان مدت. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشکده اقتصاد دانشگاه شهید بهشتی.

بانک مرکزی. *نماگرهای اقتصادی*. معاونت بررسی‌های اقتصادی بانک مرکزی. جمهوری اسلامی ایران، سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۰.

پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. *نمایه و PDF*. سال‌های ۱۳۳۸-۱۳۸۰.

رنجبر فلاح، محمدرضا. (۱۳۷۹). الگوی جامع تقاضای انرژی در ایران. *رساله دکتری*، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. (۱۳۷۶). *مجموعه آماری سری زمانی آمارهای اقتصادی، اجتماعی تا سال ۱۳۷۵*. معاونت امور اقتصادی و هماهنگی، دفتر اقتصاد کلان.

صالحی اصفهانی، جواد. (۱۳۷۱). قیمت‌گذاری برای فراورده‌های نفتی در ایران. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه صنعتی امیر کبیر تهران.

گجراتی، دامودار. (۱۳۷۱ و ۱۳۷۲). *مبانی اقتصاد سنجی*. ترجمه دکتر حمید ابریشمی، انتشارات دانشگاه تهران. مرکز آمار ایران. *سالنامه آماری* سال‌های ۱۳۷۶-۱۳۸۰.

مزرعتی، محمد. (۱۳۷۳). بررسی تقاضای عمده‌ترین حامل‌های انرژی در ایران. *رساله کارشناسی ارشد*، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.

مزرعتی، محمد. (۱۳۷۸). مقایسه عملکرد پیش‌بینی مدل‌های VAR، BVAR (تقاضای حامل‌های انرژی در ایران). *رساله دکتری*، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.

وزارت نیرو؛ *آمار تفضیلی صنعت برق ایران*، امور برق، سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۷۹.

وزارت نیرو. *ترازنامه انرژی ایران*. سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۰.

وزارت نیرو. (۱۳۷۷). *سی سال صنعت برق ایران به زبان آمار (۱۳۷۴-۱۳۷۶)*. امور برق.

وزارت نفت. *عملکرد شرکت ملی نفت ایران، سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵*. برنامه‌ریزی تلفیقی شرکت ملی نفت ایران.

ولی‌ئی، محمد. (۱۳۸۱). بررسی رابطه میان مصرف وتوسعه اقتصادی. *ماهنامه اقتصاد انرژی*، شماره ۳۸ و ۳۹.

www.SID.ir

Archive of SID

Doan T., R. Litterman & Sims, C. (1984). Forecasting and Conditional Projection Using Realistic Trior Distribution. *Econometric Review*, No.3, PP. 1-100.

Gopalakrishnan, C. and Tian, X. (1992). The Impact of Oil-price on Hawaii's Economy: A Case Study Using Vector Autoregression. *Journal of Article Resource Relation Energy Systems and Policy*, Vol/Issue No. 15:4.

Litterman R.B. (1981). A Bayesian Procedure Forecasting with VAR. Fedaral Reserve Bank of Minneapolis, *Working paper*.

Sims C.A.(1980).Macroeconomic and Reality.*Econometrica*,Vol, 48.

Thomas B. Fomby and Joseph G. (1989). Hirschberg, Texas in Transition: Dependence on Oil and the National Economy. *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Dallas, No. PP.11-28.

www.SID.ir