مهندسی عمران شریف، ویژه‌ی حمل و نقل شهری
دوره‌ی ۲-۲۷، شماره‌ی ۳، ص. ۶۷-۷۲، (یادداشت فنی)

پیش‌بینی تقاضای انرژی برای بخش حمل‌ونقل ایران در افق زمانی ۱۴۰۴ با استفاده از مدل ARIMA

محسن ابراهیمی (استادیار)
محمود آل‌مراد جبدرقی (کارشناس ارشد)
دانشکده‌ی اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان

دست‌یابی به اهداف اقتصادی در ایرانِ سال ۱۴۰۴ نیازمند عوامل تولید از جمله «عامل انرژی» است. این عامل تأثیر گسترده‌یی بر اقتصاد دارد. به‌دلیل اهمیت گسترده‌ی انرژی در بخش حمل‌ونقل، پیش‌بینی تقاضای انرژی از مسائل مهمِ پیشِ رو در اقتصاد است. بنابراین لازم است برای پاسخ‌گویی به تقاضای آینده در بخش حمل‌ونقل، پیش‌بینی تقاضای انرژی در اولویت قرار گیرد. در این مطالعه سعی شده با استفاده از مدل اقتصادسنجی خودتوضیح جمعی میانگین متحرک (ARIMA)[1]» در بازه زمانی ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸، تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل ایران برای افق زمانی ۱۴۰۴ بررسی و پیش‌بینی شود. از نتایج این تحقیق می‌توان در ارائه‌ی پیشنهادهای سیاستی لازم در بخش عرضه‌ی انرژی برای پاسخ‌گویی به تقاضای انرژی در بخش حمل ونقل ایران استفاده‌ی بهینه کرد.

واژگان کلیدی: تقاضای انرژی، پیش‌بینی تقاضای بخش حمل‌ونقل، مدل فرایند خودتوضیح جمعی میانگین متحرک (ARIMA).

ebrahimimo@yahoo.com
jabdaragh@gmail.com

مقدمه

آثار کوتاه‌مدت و درازمدت بخش حمل‌ونقل بر متغیرهای اصلی اقتصاد کشور ــ نظیر تولید کل، اشتغال کل و شاخص هزینه‌ی زندگی ــ انکارناپذیر است. به‌طور کلی ترکیب فعالیت‌های تولیدی در هر منطقه و به‌تبع آن ترکیب بافت تولید، ترکیب اشتغال حجم تولید، حجم درآمد سرانه و سایر متغیرهای اقتصادی وابسته را می‌توان متأثر از تغییرات قیمت خدمات حمل‌ونقل دانست. امروزه حمل‌ونقل یکی از اجزاء مهم اقتصاد ملی محسوب می‌شود و به‌دلیل داشتن نقش زیربنایی تأثیر فراوانی بر فرایند رشد اقتصادی دارد. این بخش دربردارنده‌ی فعالیت‌هایی است که به‌شکل گسترده در تمامی زمینه‌های تولید، توزیع، مصرف کالا و خدمات جریان دارد و عهده‌دار نقشی انکارناپذیر در مجموعه فعالیت‌های اقتصادی است.[۱]

حمل‌ونقل نه‌تنها در بخش خدمات، بلکه در دیگر بخش‌های اقتصادی نظیر کشاورزی و صنعت نیز نقش گسترده‌یی دارد و از عناصر اصلی محسوب می‌شود. نقش واسطه‌یی این بخش در بازار مصرف به‌مثابه پلی است که دیگر بخش‌های مختلف جوامع با عبور از روی آن، به سمت توسعه‌ی پایدار حرکت می‌کنند.[۲]

با توجه به نقش حمل‌ونقل در رشد و شکوفایی اقتصاد ایران، شناسایی و پیش‌بینی عوامل مؤثر بر رشد و توسعه‌ی این بخش نیز از اهمیت ویژه‌یی برخوردار است. انرژی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید و همچنین به‌عنوان یکی از ضروری‌ترین محصولات نهایی، آثار قابل توجهی بر بخش‌های مختلف اقتصادی، به‌خصوص بخش حمل‌ونقل دارد. حمل‌ونقل یکی از بخش‌های عمده و اصلی مصرف‌کننده‌ی انرژی، به‌ویژه سوخت‌های هیدروکربنی است. همچنین مصرف این بخش از فرآورده‌های نفتی رشد فزاینده‌یی نسبت به سال‌های قبل دارد، به‌طوری که رشد مصرف سالیانه‌ی انرژی در این بخش از ۱۲٫۵ میلیون بشکه در سال ۱۳۴۶، به ۲۷۳٫۷۹ میلیون بشکه در سال ۸۷ (۲۱٫۹ برابر) رسیده است.[۳] کل مصرف فرآورده‌های نفتی ۵۵۵٫۴۷ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده که ۴۷٫۲۴درصدِ آن صرف بخش حمل‌ونقل شده است. کل مصرف نهایی انرژی در سال ۸۷ معادل ۱۱۸۷٫۴ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده که مقدار ۲۳٫۰۶درصد آن (معادل ۲۷۳٫۷۹ میلیون بشکه معادل نفت خام) به این بخش اختصاص داشته است.[۳]

محدودیت و کمیابی منابع، که همواره یکی از مشکلات پیشِ روی بشر بوده، درخصوص عامل انرژی نیز کاملاً محسوس است.[۴] به‌دلیل کمیابی منابع و نیز افزایش تقاضا برای مصرف انرژی لازم است پیش‌بینی دقیقی از تقاضای آن به‌منظور دست‌یابی به اهداف کلان اقتصادی صورت گیرد.

در ایران نیز گرچه عرضه‌ی منابع انرژی به تقاضاکنندگان داخلی ــ به‌دلیل

تاریخ: دریافت ۱۳۹۰/۸/۱۵، اصلاحیه ۱۳۹۰/۹/۹، پذیرش ۱۳۹۰/۹/۱۶.

برخورداری از منابع و ذخایر متنوع انرژی ــ با قیمت‌های نازلی صورت می‌گیرد، به‌دلیل لزوم درک پایان‌پذیری این منابع خدادادی و نیز جلوگیری از ایجاد بحران تقاضای انرژی در آینده، بررسی عوامل تعیین‌کننده‌ی تقاضای انرژی از اهمیت خاصی برخوردار است. دست‌یابی به اهداف برنامه‌ریزی شده برای اقتصاد ایران در چشم‌انداز ایرانِ سال ۱۴۰۴، نیازمند بسترسازی‌های گوناگون ازجمله فراهم‌آوردن عوامل و منابع تولیدی است.

به‌دلیل نقش و اهمیت گسترده‌ی انرژی در رشد و توسعه‌ی اقتصادی، مسئله‌ی تقاضای انرژی از مسائل مهم پیشِ رویِ این بخش است و لذا اولویت دادن به «پیش‌بینی تقاضای انرژی»، به‌دلیل پاسخ‌گویی به تقاضای آینده، ضرورت می‌یابد.

تعیین مقدار انرژی مورد نیازِ بخش‌های مختلفِ اقتصادی می‌تواند کمک مؤثری باشد برای پیشنهاد سیاست‌گذاری در سمت عرضه به‌منظور تأمین انرژی مورد نیاز بخش‌های اقتصادی. همچنین با پیش‌بینی میزان تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل می‌توان میزان تقاضای کل انرژی در این بخش‌ها را محاسبه کرد. با مشخص‌شدن سهم این بخش از کل انرژی مصرفی در آینده‌ی اقتصاد ایران، چنانچه سهم بخش‌های مصرفی از سهم بخش‌های تولیدی زیادتر باشد، برای اصلاح و هدایت الگوی مصرف انرژی در این بخش اعمال مدیریت‌های لازم ضروری است.

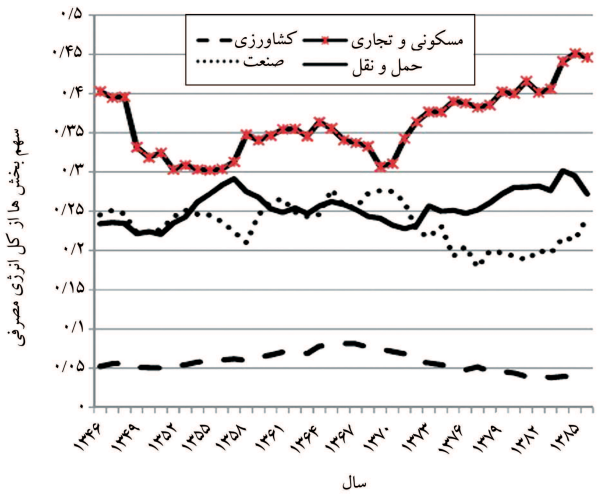
بررسی روند مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران

در این قسمت روند مصرف انرژی در بخش‌های صنعت، کشاورزی، خانگی، تجاری و حمل‌ونقل طی سال‌های ۱۳۴۶ تا سال ۱۳۷۷ مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الف) سهم بخش‌ها از کل انرژی مصرفی

در شکل ۱ سهم بخش‌های صنعت، کشاورزی، خانگی و تجاری و حمل‌ونقل از کل انرژی مصرفی نشان داده شده است.

چنان که مشاهده می‌شود سهم بخش کشاورزی از کل انرژی مصرفی تقریباً ثابت است، چه این مقدار در طی سال‌های اخیر روند نزولی نیز داشته است.



شکل ۱. سهم بخش‌ها از کل انرژی مصرفی.

همچنین کم‌تر بودن سهم این بخش از کل انرژی مصرفی، در مقایسه با دیگر بخش‌های اقتصادی، حاکی از عدم توسعه‌ی این بخش در اقتصاد ایران است. سهم بخش‌های صنعت و حمل‌ونقل از کل انرژی مصرفی تقریباً مساوی است، اما طی سال‌های اخیر سهم هر دو بخش از کل انرژی مصرفی روندی صعودی داشته است.

بیشترین سهم از انرژی مصرفی مربوط به بخش خانگی ـ تجاری است که طی سال‌های اخیر ــ به‌دلایلی از جمله افزایش نرخ شهرنشینی و گسترش ساختمان‌های تجاری و مسکونی در شهرها، افزایش دسترسی مناطق روستایی به منابع گوناگون انرژی، و افزایشِ استفاده از وسایل انرژی‌برِ بخش‌های تجاری و خانگی ــ سهم این بخش باسرعت بیشتری در حال افزایش است.

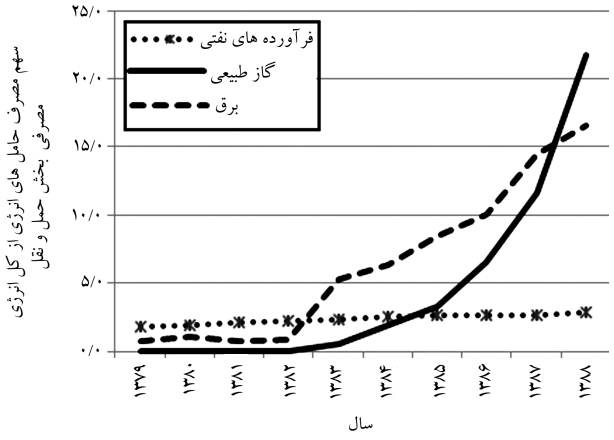
ب) ساختار مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل

در شکل ۲ روند مصرف انرژی‌های برق، گاز، نفت و فرآورده‌های نفتی مصرفی از کل انرژی مصرفی بخش حمل‌ونقل نشان داده شده، و نیز در جدول ۱ سهم حامل‌های انرژی از کل انرژی مصرفی بخش حمل و نقل، طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸ ارائه شده است[۳].

بررسی شکل ۲ و جدول ۱ نشان می‌دهد که از سال ۱۳۴۶ تا سال ۱۳۷۹ صددرصد مصرفی انرژی از مصرف نفت و فرآورده‌های نفتی تأمین می‌شد، و طی دهه‌های اخیر از برق و گاز طبیعی نیز در بخش حمل‌ونقل استفاده شده است.

به‌دلیل افزایش جمعیت و تراکمِ شهرهای بزرگ، و نیز آلودگی وسیع هوای شهرها به‌واسطه‌ی مصرف سوخت‌های فسیلی، استفاده از برق برای جابه‌جایی مسافران در شهرها امری اجتناب‌ناپذیر است.[۳] میزان مصرف برق در بخش حمل‌ونقل در سال ۱۳۸۶ نسبت به سال ماقبل آن ۱۹/۳درصد رشد داشته است. پروژه‌های راه‌آهن شهری درکلان‌شهرهای ایران، و نیز شرکت اتوبوس‌رانی عمده‌ترین قسمت‌های مصرف‌کننده‌ی انرژی برق در بخش حمل‌ونقل‌اند.

سهم گاز طبیعی در تأمین انرژی بخش حمل‌ونقل، به‌دلیل سهمیه‌بندی بنزین و نتیجتاً افزایش تعداد خودروهای گازسوز در بخش حمل‌ونقل، در حال افزایش است. اما سهم نفت و فرآورده‌های نفتی مصرفی از کل انرژی مصرفی بخش حمل‌ونقل از ۱۰۰درصد در سال ۱۳۴۶ به ۹۲درصد در سال ۱۳۸۸ کاهش یافته



شکل ۲. روند مصرف انرژی‌های برق، گاز، نفت و فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل (استخراج شده از آمارهای ترازنامه انرژی).

جدول ۱. سهم حامل‌های انرژی از کل انرژی مصرفی بخش حمل‌ونقل.

سال	فرآورده‌های نفتی	گاز طبیعی	برق
۱۳۷۹	۹۹/۹۹	۰/۰۱	۰/۰۰
۱۳۸۰	۹۹/۹۸	۰/۰۱	۰/۰۱
۱۳۸۱	۹۹/۹۸	۰/۰۲	۰/۰۰
۱۳۸۲	۹۹/۹۸	۰/۰۲	۰/۰۰
۱۳۸۳	۹۹/۷۵	۰/۲۳	۰/۰۲
۱۳۸۴	۹۹/۲۲	۰/۷۶	۰/۰۳
۱۳۸۵	۹۸/۷۵	۱/۲۲	۰/۰۳
۱۳۸۶	۹۷/۵۳	۲/۴۳	۰/۰۴
۱۳۸۷	۹۵/۸۳	۴/۱۲	۰/۰۵
۱۳۸۸	۹۲/۹۳	۷/۰۲	۰/۰۵

است. بنزین از عمده‌ترین فراورده‌های نفتیِ مصرفی در بخش حمل‌ونقل است. مصرف بنزین در سال ۱۳۸۸ با ۱۲/۴درصد کاهش نسبت به سال گذشته، به ۳۵۵۲۵ میلیون لیتر رسیده است. این امر عمدتاً ناشی از اجرای سهمیه‌بندی بنزین و افزایش مصرف گاز طبیعی و گاز مایع در بخش حمل‌ونقل بوده است. بخش حمل‌ونقل با سهمی بیش از ۹۹درصد عمده‌ترین بخش مصرف‌کننده‌ی بنزین در کشور است.[۳]

پیشینه‌ی تحقیق

در این بخش به مطالعات انجام‌شده درخصوص پیش‌بینی تقاضای انرژی اشاره می‌شود.

در سال ۱۳۸۸، در یک مطالعه‌ی موردی با عنوان «پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش حمل‌ونقل با استفاده از شبکه‌ی عصبی»، با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و با در نظرگرفتن شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی، تقاضای انرژی بخش‌های حمل‌ونقل کشور در سال‌های ۱۳۸۶ تا سال ۱۴۰۰ برآورد شد.[۵] در مطالعه‌ی یادشده، به‌منظور بررسی تأثیر شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی بر تقاضای انرژی بخش حمل‌ونقل، از داده‌های مربوط به تولید ناخالص داخلی، جمعیت و تعداد خودرو طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۵ استفاده شد. نتایج حاصل از پیش‌بینی انجام‌شده به‌روش مورد استفاده در این تحقیق نشان داد که خطای این روش در مقایسه با روش رگرسیون چندمتغیره، به‌مراتب کم‌تر است؛ به‌طوری که درصد میانگین قدر مطلق خطا از ۱۵/۵۲درصد به ۶/۰۵درصد کاهش یافت.

در سال ۱۳۸۸ نیز تابع تقاضای بنزین در بخش حمل‌ونقل در کوتاه‌مدت و بلندمدت طی سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۵ با استفاده از الگوی خودرگرسیونی با وقفه‌ی توزیعی (ARDL)[۴] تخمین زده شد.[۶] در این اقدام، تقاضای بنزین تابعی از قیمت حقیقی بنزین، تولید ناخالص داخلی، تعداد خودروها و عمر متوسط خودروهای بنزین‌سوز قرار گرفته است. نتایج حاصله نشان داد که به‌استثناء کشش قیمتی که در کوتاه‌مدت منفی و در بلندمدت بی‌معنی است، بقیه‌ی متغیرها در کوتاه‌مدت و بلندمدت نسبت به مصرف بنزین دارای کشش مثبت است.

در نهایت، در سال ۲۰۰۷ در مطالعه‌یی تقاضای انرژی در کشور ترکیه با استفاده از مدل ARMA برای سال‌های ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۲۰ پیش‌بینی شد.[۷]

معرفی متغیرها و روش تحقیق

پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی یکی از ملزومات اصلی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های مناسب آینده محسوب می‌شود. در واقع پیش‌بینی و ترسیم وقایعی که در آینده اتفاق می‌افتد به شکل‌گیری مناسب‌تر فرایند تصمیم‌گیری می‌انجامد.[۸]

به‌طور عام می‌توان الگوهای معمول پیش‌بینی را به دو دسته‌ی کلی پارامتری و غیرپارامتری تقسیم‌بندی کرد.[۹] شکل‌گیری الگوهای غیرپارامتری مبتنی بر این نظریه است که رفتار یک متغیر اقتصادی به‌نوعی در طول زمان تکرار می‌شود. از مهم‌ترین الگوهای غیرپارامتری می‌توان به الگوی میانگین متحرک، الگوی تعدیل و الگوی شبکه‌های عصبی مصنوعی اشاره کرد. الگوهای پارامتری در حالت کلی براساس نوع روابط بین متغیرها به دو دسته‌ی ساختاری و غیرساختاری تقسیم‌بندی می‌شوند.[۱۰]

پایه‌گذاری مدل‌های ساختاری روابط متغیرهای اقتصادی مبتنی‌بر رفتار عقلایی عوامل اقتصادی اعم از مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان و سیاست‌گذاران است و با استفاده از مدل‌های مختلف اقتصادسنجی برآورد شده و از آن‌ها در تبیین وضع موجود و پیش‌بینی مقادیر آتی متغیر وابسته استفاده می‌شود. از آنجا که در این مدل‌ها سهم نسبی هریک از عوامل مستقل در تغییرات متغیرِ وابسته مشخص است می‌توان از آن‌ها در سیاست‌گذاری نیز استفاده کرد. در مقابل، در بیشترِ الگوهای غیرساختاری رفتار گذشته‌ی متغیر مبنای پیش‌بینی آینده قرار می‌گیرد.

اهمیت روزافزون پیش‌بینیِ عوامل اقتصادی از یک طرف و کاستی مدل‌های ساختاری در پیش‌بینی از طرف دیگر منجر به توسعه‌ی مدل‌های سری زمانی برای مدل‌سازی و پیش‌بینی شد.[۱۱] سری زمانی به مجموعه‌یی از دیده‌بانی‌ها یا مقادیر ثبت‌شده از یک متغیر، که برحسب زمان مرتب شده‌اند، اطلاق می‌شود. هدف از سری زمانی، تعیین قانون‌مندی و شناسایی رفتار آن در جهت پیش‌بینی در آینده است.[۱۲] به‌طورکلی در الگوهای سری زمانی به جای تأکید بر مبانی نظری برای بررسی رفتار اقتصادی، عقیده بر آن است که ماهیت رفتاری متغیرها باید از درون خودِ مشاهدات استنتاج شود؛[۸] درصورت مناسب‌نبودن مدل ساختاری می‌توان از مدل‌های سری زمانی استفاده کرد. این الگوها به دو دسته‌ی کلی الگوهای تک‌متغیره و الگوهای چندمتغیره تقسیم می‌شوند. در مدل‌های سری زمانیِ یک‌متغیره تلاش می‌شود تا متغیرهای اقتصادی را صرفاً براساس اطلاعاتی که در مقادیر گذشته‌ی آن متغیر و همچنین در مقادیر جاری و گذشته‌ی جملات خط نهفته است، مدل‌سازی و پیش‌بینی کنند. از مهم‌ترین الگوهای تک‌متغیره می‌توان از الگوهای خودتوضیح (AR)، میانگین متحرک (MA)، و الگوی خودتوضیح جمعی میانگین متحرک (ARIMA) نام برد؛ در مدل‌های چندمتغیره تغییرات یک متغیر توسط مقادیر جاری و گذشته‌ی متغیرهای دیگر (توضیحی) می‌باشند. از میان الگوهای چندمتغیره نیز می‌توان به الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL)، خودتوضیح برداری (VAR)، و تصحیح خطای برداری (VECM) اشاره کرد.

یکی از ابزارهای پیش‌بینی روش باکس و جنکینز[۵] است که از نظر تکنیکی به ARIMA شهرت یافته است. این روش بر اصل صرفه‌جویی استوار است؛ بدین‌معنا که از میان چند الگویی که همگی به‌نحو رضایت‌بخشی از میان داده برازش

یافته، الگویی برتر دارد که شامل کم‌ترین تعداد پارامتر است. انتخاب الگوهای ساده‌تر نسبت به الگوهای پیچیده چند مزیت دارد: ۱. با انتخاب الگوی ساده دقت تخمین پارامترها افزایش می‌یابد؛ ۲. با انتخاب الگوی ساده از مشکل تعدد الگو اجتناب می‌شود.[۱۳]

روش باکس و جنکینز یک روش عملی است که دارای سه مرحله‌ی «تشخیص»، «تخمین» و «کنترل تشخیصی» یا بازبینی است. این روش عمدتاً از رفتار ضرایب خودهمبستگی و ضرایب خودهمبستگی جزئی استفاده می‌کند.[۱۴]

مرحله‌ی اول: تشخیص

تشخیص و شناسایی مدل‌های ARIMA به‌معنی تعیین مرتبه‌ی مدل است. مهم‌ترین ابزار برای تشخیص مرتبه‌ی مدل، استفاده از تابع خودهمبستگی و تابع خودهمبستگی جزئی است.

مرحله‌ی دوم: برآورد

برآورد مدل براساس تشخیص مدل در مرحله‌ی اول انجام می‌شود. مدل را می‌توان با استفاده از روش OLS یا روش‌های دیگری نظیر بیشینه درست‌نمایی برآورد کرد.

مرحله‌ی سوم: بازبینی

این مرحله مستلزم کنترل و بررسی مجدد مدل است. یعنی تعیین کنیم آیا مدل مورد نظر کفایت می‌کند یا نه؟

در این پژوهش به‌منظور پیش‌بینی تقاضای حامل‌های انرژی در بخش حمل‌ونقل از مدل اقتصادسنجی ARIMA که در ادبیات سری زمانی ــ به‌ویژه برای پیش‌بینی کوتاه‌مدت ــ وسیعاً مورد استفاده قرارگرفته، استفاده خواهد شد.

طبق دیدگاه سری زمانی یک‌متغیره، تقاضای سوخت در بخش حمل‌ونقل را می‌توان صرفاً تابعی از مقادیر گذشته‌اش در نظر گرفت. به‌عبارت دیگر مقادیر تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل در دوره‌ی قبلی حاوی کلیه‌ی اطلاعات لازم مربوط به عوامل تعیین‌کننده‌ی تقاضای انرژی بوده و لذا میزان تقاضای سوخت در دوره‌ی جاری براساس اطلاعات گذشته قابل پیش‌بینی خواهد بود.

در این نوشتار داده‌های انرژی مصرفی در بخش‌های مختلف، طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ از ترازنامه‌ی انرژی تهیه شده است. با استفاده از اطلاعات این دوره پیش‌بینی تقاضای انرژی برای بخش حمل‌ونقل در افق زمانی ایرانِ سال ۱۴۰۴ انجام خواهد شد. در این تحقیق به‌منظور برآورد تمامی معادلات از نرم‌افزار اقتصادسنجی Eviews۷ استفاده شده است.

یافته‌های تحقیق

بخش اول این مقاله اختصاص به پیش‌بینی تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل و

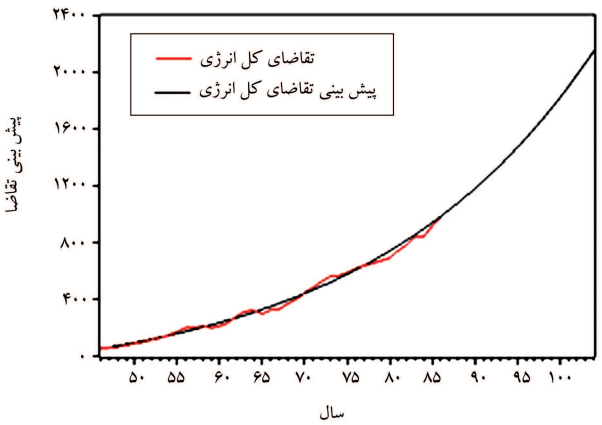
جدول ۲. تعیین مرتبه‌ی مدل ARIMA.

بخش	مرتبه‌ی مدل	معادله‌ی تخمینی
حمل‌ونقل	ARMA(۱،۱)	$trans = \alpha_0 trans_{t-1} + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$ معادله‌ی ۱
کل انرژی	ARMA(۲،۱)	$total = \alpha_0 total_{t-1} + \alpha_1 total_{t-2} + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$ معادله‌ی ۲

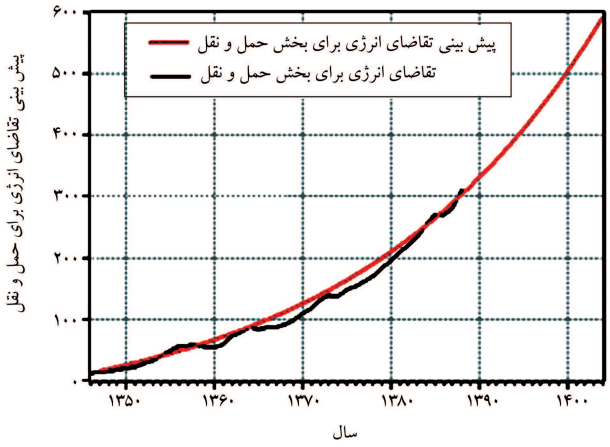
جدول ۳. مقدار واقعی و پیش‌بینی شده‌ی تقاضای انرژی.

obs	بخش حمل‌ونقل		کل انرژی مصرفی	
	مقدار واقعی	مقدار پیش‌بینی شده	مقدار واقعی	مقدار پیش‌بینی شده
۱۳۵۰	۱۹٫۷	۲۵٫۲	۸۸٫۶	۹۶٫۴
۱۳۵۵	۴۸٫۲	۴۳٫۹	۱۷۳٫۴	۱۶۰٫۰
۱۳۶۰	۵۳٫۸	۶۶٫۲	۲۰۶٫۸	۲۳۷٫۰
۱۳۶۵	۸۲٫۸	۹۳٫۰	۳۰۰٫۷	۳۳۰٫۰
۱۳۷۰	۱۰۹٫۳	۱۲۵٫۰	۴۱۱٫۵	۴۴۲٫۴
۱۳۷۵	۱۴۷٫۹	۱۶۳٫۴	۵۸۴٫۴	۵۷۸٫۲
۱۳۸۰	۱۹۴٫۱	۲۰۹٫۴	۶۸۴٫۴	۷۴۲٫۳
۱۳۸۱	۲۰۹	۲۱۹٫۶	۷۲۷٫۱	۷۷۹٫۰
۱۳۸۲	۲۲۰٫۸	۲۳۰٫۲	۷۶۷٫۹	۸۱۷٫۱
۱۳۸۳	۲۳۴	۲۴۱٫۲	۸۳۱٫۸	۸۵۶٫۷
۱۳۸۴	۲۵۳٫۳	۲۵۲٫۶	۹۰۲٫۷	۸۹۷٫۹
۱۳۸۵	۲۷۰٫۴	۲۶۴٫۴	۹۹۷٫۳	۹۴۰٫۶
۱۳۸۶	۲۶۹٫۲	۲۷۶٫۶	۱۰۸۸٫۴	۹۸۴٫۹
۱۳۸۷	۲۸۱٫۶	۲۸۹٫۳	۱۱۱۳٫۶	۱۰۳۱٫۰
۱۳۸۸	۳۰۹٫۲	۳۰۲٫۵	۱۱۶۶٫۳	۱۰۷۸٫۹
۱۳۸۹	NA	۳۱۶٫۱	NA	۱۱۲۸٫۶
۱۳۹۰	NA	۳۳۰٫۳	NA	۱۱۸۰٫۲
۱۳۹۱	NA	۳۴۴٫۹	NA	۱۲۳۳٫۸
۱۳۹۲	NA	۳۶۰٫۱	NA	۱۲۸۹٫۵
۱۳۹۳	NA	۳۷۵٫۹	NA	۱۳۴۷٫۳
۱۳۹۴	NA	۳۹۲٫۲	NA	۱۴۰۷٫۴
۱۳۹۵	NA	۴۰۹٫۱	NA	۱۴۶۹٫۷
۱۳۹۶	NA	۴۲۶٫۷	NA	۱۵۳۴٫۵
۱۳۹۷	NA	۴۴۴٫۹	NA	۱۶۰۱٫۸
۱۳۹۸	NA	۴۶۳٫۷	NA	۱۶۷۱٫۷
۱۳۹۹	NA	۴۸۳٫۳	NA	۱۷۴۴٫۲
۱۴۰۰	NA	۵۰۳٫۶	NA	۱۸۱۹٫۶
۱۴۰۱	NA	۵۲۴٫۶	NA	۱۸۹۷٫۹
۱۴۰۲	NA	۵۴۶٫۴	NA	۱۹۷۹٫۲
۱۴۰۳	NA	۵۶۸٫۹	NA	۲۰۶۳٫۶
۱۴۰۴	NA	۵۹۲٫۴	NA	۲۱۵۱٫۳

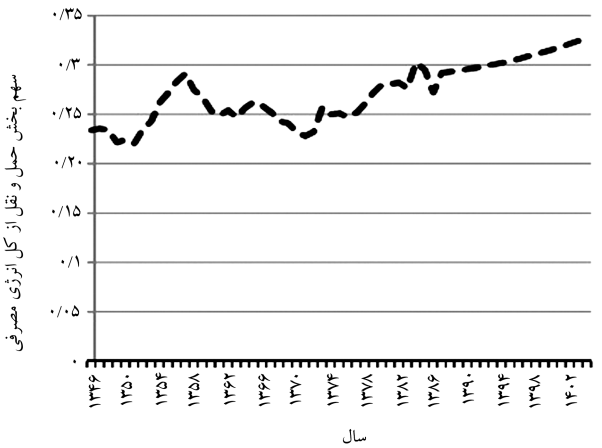
مصرف کل انرژی با استفاده از مدل ARIMA دارد. تعیین مرتبه‌ی مدل ARIMA در سه مرحله انجام می‌گیرد[۱۵] و بعد از تعیین و تخمین مدل، پیش‌بینی براساس مدل انتخابی صورت می‌پذیرد. به‌منظور صرفه‌جویی در جهت کاهش حجم مقاله، مرتبه مدل‌ها به همراه مدل‌های تخمینی برای انرژی‌های مصرفی برای هر بخش در جدول ۲ آورده شده است.



شکل ۳. پیش‌بینی تقاضای کل انرژی.



شکل ۴. پیش‌بینی تقاضای انرژی برای بخش حمل و نقل.



شکل ۵. سهم بخش حمل ونقل از کل انرژی مصرفی.

نتایج پیش‌بینی که بعد از تخمین معادلات ۱ و ۲ انجام گرفته در شکل‌های ۳ و ۴ و همچنین جدول ۳ ارائه شده است.

در شکل‌های ۳ و ۴ خطوط قرمز نشان‌دهنده‌ی مقادیر پیش‌بینی‌شده برای محصول و خطوط سیاه مربوط به مقادیری واقعی در دوره‌ی مورد نظر است. نمودارهای ۳ تا ۵ نیز نشان‌دهنده‌ی آن است که کل تقاضای انرژی و نیز تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل و با سرعت زیادی افزایش خواهد یافت.

مقایسه‌ی مقدار پیش‌بینی شده برای انرژی مصرفی برای بخش حمل ونقل، با مقدار واقعی این مصارف که از ترازنامه‌ی انرژی برای سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ به دست آمده نشان می‌دهد که مقدار پیش‌بینی‌شده با مقدار واقعی این مصارف اختلاف ناچیزی دارند و لذا پیش‌بینی انجام‌شده برای سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۴۰۴ نیز معتبر و قابل استناد است.

در شکل ۵ سهم بخش حمل‌ونقل از کل انرژی مصرفی نشان داده شده است. در استخراج این نمودار از داده‌های واقعیِ مصرف انرژی در سال‌های ۱۳۴۶ تا سال ۸۸ استفاده شده اما آمارهای ۱۳۸۹ تا ۱۴۰۴ مقدارِ پیش‌بینی‌شده است.

سهم بخش حمل‌ونقل از کل انرژی مصرفی نشان می‌دهد که سهم این بخش از کل انرژی مصرفی افزایش می‌یابد. افزایش تولید و تقاضای خودرو در دهه‌ی اخیر، بالابودن متوسط مصرف خودروهای داخلی به‌دلیل پایین‌بودن فنّاوری به کار رفته در تولید آن‌ها و از دلایل عمده‌ی افزایش مصرف بخش حمل‌ونقل است.[۳] لذا باید با اتخاذ سیاست‌های مناسب در این بخش ــ نظیر بهینه‌سازی مصرف سوخت، ارتقاء کیفیت و کارکرد ناوگان حمل‌ونقل کشور ــ اصلاح و بهینه‌سازی شبکه‌ی راه‌ها و... مصرف انرژی در این بخش کنترل شود.

نتیجه‌گیری

دست‌یابی به اهداف برنامه‌ریزی‌شده برای اقتصاد ایران در چشم‌انداز ایرانِ سال ۱۴۰۴، نیازمند مهیاسازی بسترها و زمینه‌های گوناگونی است. دست‌یابی به اهداف اقتصادی در ایران ۱۴۰۴ نیازمند عوامل و منابع تولیدی ازجمله عامل انرژی بوده که تأثیر گسترده‌یی در اقتصاد دارد. به‌دلیل نقش و اهمیت گسترده‌ی انرژی در رشد و توسعه‌ی اقتصادی ــ به‌خصوص توسعه‌ی بخش صنعت ــ مسئله‌ی تقاضای انرژی از مسائل مهم پیش رویِ هر اقتصادی است. لذا لازم است مسئله‌ی پیش‌بینی تقاضای انرژی به‌دلیل پاسخ‌گویی به تقاضای آینده در اولویت قرار گیرد. این مطالعه می‌کوشد تا با استفاده از داده‌های مربوط به سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸ و مدل اقتصادسنجی ARIMA به پیش‌بینیِ تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل در ایران در افق زمانیِ ۱۴۰۴ بپردازد. نتایج پیش‌بینی نشان داد تقاضای انرژی در بخش‌های حمل‌ونقل ایران به‌سرعت افزایش خواهد یافت. همچنین مقایسه‌ی میزان تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل نشان می‌دهد که تقاضای انرژی در این بخش نسبت به سایر بخش‌های اقتصادی افزایش خواهد یافت. لذا با پیش‌بینی تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل می‌توان علاوه بر محاسبه‌ی میزان تقاضای انرژی در این بخش و تعیین سهم این بخش از کل انرژی مصرفی در آینده‌ی اقتصاد ایران، مدیریت‌های لازم را نیز به‌منظور اصلاح و هدایت الگوی مصرف انرژی اعمال کرد. برای مثال، می‌توان به‌تدریج روش‌های کم‌مصرف مانند حمل‌ونقل ریلی درون‌شهری و برون‌شهری را جایگزین روش‌های حمل‌ونقل پرمصرف مانند حمل‌ونقل جاده‌یی کرد. تصویب و اجرای قانون توسعه‌ی حمل‌ونقل عمومی و مدیریت سوخت (مصوب ۸۶/۱۰/۲۳) می‌تواند درکاهش میزان تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل نقش مؤثری داشته باشد.

پانوشت

1. autoregressive integrated moving average (ARIMA)

۲. آمارهای ارائه‌شده از ترازنامه انرژی در سال‌های مختلف استخراج شده است.

۳. از آنجا که مصرف حامل‌های انرژی در بخش حمل‌ونقل با یکدیگر اختلاف زیادی دارند و مقایسه‌ی آن‌ها در یک نمودار ممکن نیست، آمارهای مصرف برق و گاز در ۱۰۰ ضرب شده‌اند تا مقایسه‌ی روند مصرف آن‌ها با مصرف نفت و فرآورده‌های نفتی به‌راحتی انجام پذیرد. یادآور می‌شود از سال ۱۳۴۶ تا سال ۱۳۷۹ صددرصد مصرفی انرژی از مصرف نفت و فرآورده‌های نفتی تأمین می‌شد و لذا در این بخش آمارهای مربوط به قبل از سال ۱۳۷۹ ارائه نشده است.

4. autoregressive distributed lag

5. Box & Jenkines

منابع

۱. رضایی، عبدالرضا «اهمیت و جایگاه صنعت حمل‌ونقل در ارتقا و شکوفایی اقتصاد کشور»، یازدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور ۱ تا ۴ دی ماه ۱۳۸۳، دانشگاه هرمزگان (۱۳۸۳).

۲. بابازاده، محمد و قدیمی، خلیل «تأثیر سرمایه‌گذاری در بخش حمل‌ونقل بر رشد اقتصادی در ایران»، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۵۰، ص‌ص. ۱۵۷-۱۹۹ (۱۳۸۸).

۳. وزارت نیرو، معاونت انرژی، ترازنامه انرژی ایران.

۴. آل‌مراد جبدرقی، محمود، ارتباط بین تجزیه مصرف انرژی و ارزش افزوده صنعتی در ایران (۱۳۴۶-۱۳۸۶)، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا (۱۳۸۹).

۵. منهاج، محمدباقر و همکاران «پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش حمل‌ونقل با استفاده از شبکه‌های عصبی: مطالعه موردی در ایران»، فصلنامه پژوهش در مدیریت در ایران، (مدرس علوم انسانی)، ۱۴، (۲ پیاپی ۶۶)، ص. ۲۰۳-۲۲۰ (۱۳۸۹).

۶. مهرگان، نادر و قربانی، وحید «تقاضای کوتاه‌مدت و بلندمدت بنزین در بخش حمل‌ونقل»، پژوهشنامه حمل‌ونقل، سال ششم، شماره چهارم (۱۳۸۸).

7. Edige, V. and Akar, S. "ARIMA forecasting of primary energy demand by fuel in Turkey", *Energy Policy*, **35** pp. 1701-1708 (2007).

۸. سلامی، حبیب‌الله و جهانگرد، حلیمه «الگوهای سری زمانی برای پیش‌بینی مصرف سیب و پرتقال در ایران»، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفدهم، شماره ۶۷ (پاییز ۱۳۸۸).

۹. حسینی، صفدر و همکاران، «پیش‌بینی تقاضای پول در افق ۱۴۰۴ در ایران (کاربرد الگوهای سری زمانی)»، پژوهشنامه اقتصادی، سال دهم، شماره سوم (پاییز ۱۳۸۹).

10. Bessler, D and Brant, J., *Composite Forecasting of Livestock Prices: An Analysis of Combining Alternative Forecasting Method*, Purdue University (1979).

۱۱. مشیری، سعید و مروت، حبیب «پیش‌بینی شاخص کل بازدهی سهام تهران با استفاده از مدل‌های خطی و غیر خطی»، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۴۱ (زمستان ۱۳۸۵).

۱۲. شریفان، حسین و قهرمان، بیژن «ارزیابی پیش‌بینی باران با بکارگیری تکنیک SARIMA در استان گلستان»، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهاردهم، شماره سوم (مرداد ـ شهریور ۱۳۸۶).

۱۳. فهیمی‌فرد، سیدمحمد و همکاران «کاربرد الگوی ANFIS در مقایسه با الگوی اقتصادسنجی ARIMA در پیش‌بینی قیمت خرده‌فروشی محصولات کشاورزی»، اقتصادی کشاورزی، ۴، (۲)، ص. ۱۶۵-۱۸۳.

۱۴. تشکینی، احمد، اقتصادسنجی کاربردی به‌کمک *Microfit*، تهران، انتشارات دیباگران تهران (۱۳۸۴).

۱۵. شیرین‌بخش، شمس‌الله و حسن‌خوانساری، زهرا، کاربرد *Eviews* در اقتصادسنجی، انتشارات پژوهشکده امور اقتصادی (۱۳۸۸).