

مدل سازی رفتار مصرف بنزین در ایران مبتنی بر حافظه بلندمدت و تغییر رژیم

مسلم انصاری نسب^۱

استادیار گروه اقتصاد دانشگاه ولیعصر، رفسنجان، M.Ansarinasab@vru.ac.ir

زهرا منظری توکلی

کارشناس ارشد برنامه ریزی سیستم های اقتصادی دانشگاه ولیعصر، رفسنجان،

Z.manzaritavakoli1405@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۸

چکیده

در این پژوهش برای اولین بار به مدل سازی رفتار مصرف بنزین در ایران با استفاده از مدل تعیین حافظه بلندمدت الگوی اتورگرسیو میانگین متحرک انباشته کسری و مدل غیرخطی تغییر رژیم مارکوف-سوئچینگ پرداخته می شود. در ابتدا با استفاده از داده های دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۰۶ به بررسی ویژگی حافظه بلندمدت مدل ARFIMA پرداخته شده است. نتایج نشانگر آن است که سری زمانی مورد بررسی دارای حافظه بلندمدت است لذا پس از انجام این مرحله و تعیین وقفه خودتوضیح (AR) و میانگین متحرک (MA)، تقاضای بنزین برای اقتصاد ایران به کمک مدل ARFIMA (1,0.28,2) برآورد شد. همچنین در ادامه برای مدل سازی مصرف بنزین در ایران با مدل مارکوف - سوئچینگ، از میان مدل های مختلف، مدل MSH براساس داشتن کمترین مقدار آکائیک با ۳ رژیم و ۲ وقفه انتخاب و برآورد شد. در نهایت نتایج الگوهای اتورگرسیو میانگین متحرک انباشته کسری و مدل مارکوف - سوئچینگ بر اساس معیارهای مختلف حاکی از بهتر بودن نتایج مارکوف-سوئچینگ در مقایسه با مدل ARFIMA جهت مدل سازی مصرف بنزین در ایران است. لذا یافته های مقاله نشان می دهد عدم توجه به رژیم های مختلف، از آثار سیاست گذاری های مؤثر بر الگوی مصرف بنزین خواهد کاست.

طبقه بندی JEL: Q41, C58, Q47, C53

کلید واژه ها: حافظه بلندمدت، الگوی تغییر رژیم، مدل سازی مصرف بنزین

۱- مقدمه

بنزین به عنوان یکی از مهم ترین فرآورده های نفتی، هم در سطح اقتصاد جهانی و هم برای اقتصاد ایران دارای نقش حائز اهمیتی است، زیرا بیش تر کاربرد این فرآورده در حمل و نقل بوده و روشن است که این بخش به، نوعی حلقه واسطه بین طرفین عرضه و تقاضای اقتصاد می باشد (خوشکلام خسروشاهی و جهانگرد و عابدیان، ۱۳۹۴).

در دنیای امروز مدیریت تقاضا نقش مهمی در برنامه ریزی کشورها دارد و با توجه به این نکته که انرژی از عوامل بسیار مهم در امنیت اقتصادی ایران محسوب می شود و هم چنین در کنار سایر عوامل تولید نقشی تعیین کننده در اقتصاد کشور بازی می کند و علاوه بر آن سهم قابل توجهی در درآمد ملی و سبد هزینه خانوار دارد، مدیریت تقاضای انرژی از اهمیت فراوانی برخوردار است و عدم برنامه ریزی برای آن می تواند منجر به بحران شده و چه بسا پیامدهای نامطلوبی را به همراه داشته باشد. در این میان نقش بنزین به لحاظ آثار اجتماعی و اقتصادی و همچنین آثار آن در بخش حمل و نقل و میزان ارز تخصیص یافته برای واردات آن و هم از لحاظ هزینه فرصت تحمیل شده آن به اقتصاد کشور حائز اهمیت است. با برآورد صحیح و دقیق میزان تقاضای این فرآورده با ارزش نفتی، در کشور می توانیم ضمن شناخت عوامل مهم، تعیین کننده و تأثیرگذار در میزان تقاضای این حامل انرژی، برنامه ریزی دقیق تری هم برای میزان واردات آن و هم برای اجرای روش های صرفه جویی آن ارائه دهیم (بهشادفر و ابونوری و محمدی، ۱۳۹۴).

مطالعات متعددی در زمینه مصرف بنزین از جمله توسط شریف آبادی و خوانچه مهر (۱۳۹۴)، فلاحی، لطفعلی پور و کریمی (۱۳۹۵) و کشاورزبان (۱۳۹۸) در ایران صورت گرفته است. مطالعاتی که در زمینه مدل سازی تقاضای بنزین انجام گرفته، بیش تر به روش اقتصادسنجی و به صورت توابع خطی بوده است. با توجه به این که متغیرهای تأثیرگذار بر مصرف حامل های انرژی در طول سری زمانی مورد مطالعه دارای نوسان هستند، شکل های غیرخطی معادلات می توانند تخمین، بهتری از تقاضای حامل های انرژی را ارائه کنند (سیلان و اوزترک^۱، ۲۰۰۴).

در پژوهش حاضر برای اولین بار به مدل سازی الگوی مصرف بنزین در ایران با استفاده از مدل تعیین حافظه بلندمدت الگوی اتورگرسیو میانگین متحرک انباشته

کسری و مدل غیرخطی تغییر رژیم مارکوف-سوئچینگ پرداخته می‌شود و این مهم خود، جنبه جدید بودن پژوهش حاضر را تأیید می‌کند. ساختار این پژوهش به این گونه خواهد بود که در بخش دوم ادبیات موضوع و در بخش سوم پیشینه تحقیق ارائه شده است. بخش چهارم به معرفی و تصریح مدل تحقیق و روش‌شناسی پژوهش پرداخته است. بخش پنجم نیز به یافته‌های تحقیق اختصاص یافته و در نهایت نتیجه‌گیری آورده خواهد شد.

۲- مروری بر ادبیات موضوع

مدل‌سازی رفتار یک متغیر، این امکان را می‌دهد تا بتوان تحلیل جامعی از اثرگذاری عوامل مؤثر بر رفتار آن متغیر در طول دوره مورد بررسی داشت که این خود سیاست‌گذاران را جهت اعمال سیاست‌های کارآمدتر در دوره‌های پیش‌رو رهنمون خواهد ساخت. رفتار مصرف‌بنزین نیز با توجه به اهمیت آن در ساختار اقتصادی کشور از اهمیت روزافزونی برخوردار است و مدل‌سازی رفتار این متغیر پراهمیت، می‌تواند کمک شایانی به تصمیم‌سازان این حوزه نماید. لذا در ادامه به انواع الگوهای مدل‌سازی مصرف‌بنزینی در ایران پرداخته خواهد شد.

انواع الگوها جهت مدل‌سازی رفتار مصرف‌بنزین در ایران

با توجه به اهمیت مدل‌سازی رفتار مصرف‌بنزین برای اقتصاد ایران، از مدل‌ها و روش‌های مختلف در این راستا می‌توان استفاده نمود که در ادامه این روش‌ها شرح داده شده‌اند:

مدل‌های تک متغیره بر پایه حافظه بلندمدت: در الگوهای سری زمانی که اغلب برای دوره‌های کوتاه‌مدت مورد استفاده قرار می‌گیرند، تلاش می‌شود تا رفتار یک متغیر بر اساس مقادیر گذشته آن متغیر توضیح داده شود. این الگوها قادرند این امکان را فراهم آورند که حتی در مواردی که الگوی اقتصادی زیرساختی نامشخص است، پیش‌بینی‌های دقیقی از رفتار متغیر مورد نظر ارائه گردد. الگوهای سری زمانی که تنها مقادیر فعلی یک متغیر را به مقادیر گذشته آن متغیر و میزان خطاهای حال و آینده ربط می‌دهند الگوی سری زمانی تک متغیره نامیده می‌شوند. این الگوها عبارتند از:

الگوهای خودتوضیح (AR) و فرآیندهای میانگین متحرک (MA)، فرآیندهای خودتوضیح میانگین متحرک (ARMA) و فرآیندهای خودتوضیح جمعی میانگین متحرک (ARIMA) و فرآیند خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته جزئی (ARFIMA) (نوفرستی، ۱۹۷۳). طی دهه گذشته بخش مهمی از تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی متغیرهای اقتصادی به فرآیند با حافظه بلندمدت معطوف شده است. حافظه بلندمدت ساختار همبستگی مقادیر یک سری زمانی را در فواصل زمانی زیاد توضیح می‌دهند. وجود حافظه بلندمدت در یک سری زمانی به این معنی است که بین داده‌های آن حتی با فاصله زمانی زیاد همبستگی وجود دارد.

مدل‌های چند متغیره بر پایه تئوری: از این جهت از اصطلاح چند متغیره استفاده می‌شود که تقاضای بنزین به چند متغیر وابسته است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

مقدار تقاضای این کالا را می‌توان به عواملی مانند قیمت بنزین، موجودی تعداد خودرو به‌عنوان کالای مکمل، شبکه حمل و نقل عمومی به‌عنوان کالای جانشین، درآمد ملی، سطح تکنولوژی، میزان مسافرت‌های درون شهری و برون شهری، جمعیت، ترافیک و... ربط داده لازم به ذکر است بسیاری از این موارد را نمی‌توان به‌صورت عددی محاسبه نمود و یا آمارهای مورد نیاز برای بررسی این عوامل موجود نیست، نکته بسیار مهم و قابل توجه، تأثیر اندک قیمت بنزین یا واکنش ناچیز تقاضای بنزین نسبت به قیمت است. این مطلب ناشی از دستوری بودن قیمت بنزین و نیز عدم تعیین قیمت توسط بازار در ایران می‌باشد. کاهش رشد درآمد ملی به‌منظور کاهش رشد مصرف بنزین نیز غیرمعقول و غیرمنطقی است (ابونوری و شیوه، ۱۳۸۶).

مدل‌های غیرخطی تغییر رژیم: در این دسته امروزه مدل مارکوف سوئیچینگ به دلایل برتری‌های متعدد از کاربرد فراوانی برخوردار شده است. مدل مارکوف-سوئیچینگ توسط همیلتون^۱ در سال ۱۹۸۹ مطرح شد و به مدل تغییر رژیم نیز شناخته می‌شود و یکی از مشهورترین مدل‌های غیرخطی است. این مدل از چندین معادله برای توضیح رفتار متغیرها در رژیم‌های مختلف استفاده می‌کند. به‌طوری‌که تغییر معادله‌ها در رژیم‌های مختلف این امکان را فراهم می‌آورد که تا مدل بتواند الگوهای پویای

1. Hamilton

پیچیده‌ای را توضیح دهد. ویژگی بدیع مارکوف-سوئچینگ این است که مکانیسم تغییر رژیم در این مدل به یک متغیر وضعیت بستگی دارد. که از ویژگی‌های زنجیره مارکوف مرتبه اول پیروی می‌کند. به عبارت دیگر، مقدار متغیر وضعیت تنها به مقدار این متغیر در دوره قبل بستگی دارد. بنابراین مدل مارکوف-سوئچینگ برای توضیح داده‌هایی که الگوهای رفتاری گوناگونی را در بازه‌های مختلف زمانی نشان می‌دهد مناسب است. حالت اصلی مدل مارکوف-سوئچینگ که توسط همیلتون مطرح شده برای میانگین متغیرها می‌باشد. این حالت و هم چنین حالت‌های دیگر مدل فوق به‌طور گسترده‌ای برای بررسی متغیرهای اقتصادی و مالی استفاده شده است (صادقی، ۱۳۹۲). مزیت روش مارکوف-سوئچینگ، انعطاف‌پذیری آن است، در این روش امکان وجود یک تغییر دائمی و یا چندین تغییر موقت وجود داشته و این تغییرات می‌توانند به‌دفعات یا برای مدت کوتاهی اتفاق بیفتند. در عین حال این مدل به‌صورت درون‌زا زمان‌های دقیق تغییرات و شکست‌های ساختاری را تعیین می‌کند. قابلیت‌های مدل مارکوف-سوئچینگ در تبیین رفتار متغیرهای اقتصادی، که بیش‌تر تغییر وضعیت (رژیم) می‌دهند، سبب استفاده روزافزون این مدل‌ها در اقتصاد شده است (فلاحی و هاشمی، ۱۳۸۹).

مدل‌های الگوریتمی تکاملی: این الگوها شامل الگوهایی از جمله الگوهای

غیرخطی شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک (GA^1) هستند. شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN^2) قابلیت یادگیری تدریجی به‌وسیله ورود داده‌های جدید را دارند. استفاده از روش‌های شبکه عصبی مصنوعی در تحلیل اقتصادی اگرچه رویکرد جدیدی محسوب می‌شود، اما به دلیل کارایی قابل قبول آن، به‌طور گسترده‌ای در مطالعات تجربی مورد استفاده قرار گرفته است (جهرمی و غلامی، ۱۳۹۳). از نظر کاربردی، این رویکرد دارای مزیت‌هایی مانند محاسبه سریع، هزینه پایین قابلیت انجام و طراحی آسان آن است.

همان‌طور که در بالا شرح داده شده، روش‌های مختلفی در قالب چهار دسته از الگوها در مدل‌سازی رفتار مصرف بنزین قابل استفاده هستند. دسته غالب و پر استفاده، اثر متغیرهای مختلف (همچون قیمت بنزین، قیمت کالاهای جانشین و مکمل، جمعیت،

1. Genetic Algorithm
2. Artificial Neural Networks

تعداد خودروها، میانگین مصرف سوخت خودروها، ترافیک، قاچاق بنزین، درآمد سرانه، حجم مسافرت‌ها و غیره) بر مصرف بنزین را در قالب الگوهای چندمتغیره اقتصادسنجی با تکنیک‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌دهد که در ایران به‌طور مکرر استفاده و برآورد شده‌اند. مدل‌های تکاملی نیز غالباً از همین روش و متغیرها البته با رویکردی متفاوت استفاده می‌نمایند. دسته دیگری از مدل‌ها سعی در مدل‌سازی رفتار مصرف بنزین با استفاده از مقدار مصرف بنزین دوره‌های قبل دارد. این روش بر این باور است که مصرف دوره‌های قبل در واقع اثر همه آن متغیرهای متعدد پیشتر گفته شده را در خود جای داده و به‌طور غیرمستقیم آثار همه آن‌ها را نشان می‌دهد. مطابق آزمون‌های مربوطه اگر مصرف بنزین دوره‌های قبل قادر به مدل‌سازی مصرف این دوره باشد اصطلاحاً سری مصرف بنزین دارای حافظه بلندمدت است و می‌توان الگوی مصرف بنزین را این‌گونه مدل‌سازی نمود، اما روش‌های گفته شده با وجود مزایای ذکر شده، ظرف زمان را به خوبی در نظر نمی‌گیرند. به عبارت دیگر پرواضح است که در دوره‌های مختلف زمانی رفتار مصرف بنزین می‌تواند کاملاً متفاوت باشد، به‌عنوان مثال الگوی رفتار مصرف بنزین، حتی در واکنش به تغییر متغیرهای متعدد گفته شده، هشتاد سال پیش، در چهل سال پیش و حتی هشت سال پیش کاملاً مختلف است و نمی‌توان با یک ضریب همه این اثر را محاسبه کرد و نشان داد. از این‌رو در سالیان اخیر، استفاده از روش‌هایی جهت بررسی رفتار متغیرها در رژیم‌های مختلف کاربرد فراوانی یافته‌اند که مشخص‌ترین آن‌ها روش مارکوف سوئیچینگ است. لذا در مجموع از یک رو با توجه به موارد گفته شده فوق و از سوی دیگر از آنجایی که مطالعات فراوانی از جمله ختایی و اقدامی (۱۳۸۴)، زراءنژاد و قپانچی (۱۳۸۶)، ابونوری و شیوه (۱۳۸۶)، مهرگان و قربانی (۱۳۸۸) و دیگر مطالعات در زمینه بررسی مدل‌های چند متغیره در ایران انجام شده، اما هیچ مطالعه‌ای به بررسی مصرف بنزین با استفاده از بررسی حافظه بلندمدت و تغییرات رژیم مصرف بنزین در ایران انجام نشده، مطالعه پیش‌رو سعی در پوشش این خلاء و مدل‌سازی مصرف بنزین با استفاده از الگوهای حافظه بلندمدت و تغییرات رژیم جهت کمک به تصمیم‌سازان و سیاست‌گذاران اقتصادی ایران دارد.

لذا در بخش بعدی پس از مروری بر پژوهش‌های انجام گرفته در این زمینه، مدل‌های مورد نظر معرفی، برآورد و تجزیه و تحلیل خواهند شد.

۳- پیشینه تحقیق

بنزین از کلیدی ترین فرآورده های انرژی در حمل و نقل مسافر در ایران به شمار می رود. به تبع اهمیت موضوع و نقشی که بنزین در اقتصاد کشور دارد، از سوی اشخاص و سازمان ها و نهادهای مختلف در زمینه مسائل مربوط به بنزین در کشور مطالعاتی انجام گرفته است. که در زیر به مطالعات صورت گرفته اشاره می شود.

مطالعات خارجی

التونی و الموتایری^۱ (۱۹۹۵)، تقاضای بنزین در کویت را برای سال های ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۹ با استفاده از مدل هم انباشتگی و تصحیح خطا تخمین زدند. نتایج تحقیق آن ها نشان می دهد که تقاضای بنزین در کوتاه مدت نسبت به قیمت و درآمد بی کشش است. ون جی تسای^۲ (۲۰۰۸)، با استفاده از یک مدل ARFIMA به ساخت یک مدل مارکوف-سویچینگ کسری در پارامترها برای شوک های نفتی آمریکا پرداخت. در این تحقیق، وی به این نتیجه رسید که شوک های ناگهانی نفتی در شکل دهی به تورم آمریکا بسیار مهم هستند. همچنین نتایج تحقیق وی نشان دهنده آن بود که تورم آمریکا به صورت میانگین بازگشتی دارای حافظه بلندمدت است. تسای^۳ (۲۰۰۸)، به تجزیه و تحلیل تورم با استفاده از مدل مارکوف-سویچینگ و ARFIMA پرداخت و به این نتیجه دست یافت که شوک های ناگهانی قیمت نفت مسیر تغییرات نرخ بهره را شکل دهی می کند. پارک و ژائو^۴ (۲۰۱۰)، در پژوهش خود تابع تقاضای ایالات متحده را از سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۸ با استفاده از رگرسیون همجمعی^۵ متغیر با زمان برآورد نمودند. نتیجه مدل تصحیح خطا نشان داده است که انحراف از یک تعادل بلندمدت به سرعت اصلاح می شود. و تحلیل رفاه بیانگر آن است که جابه جایی طرح مالیات از مالیات درآمد به مالیات بنزین با صرفه خواهد بود.

1. Altoni and Almotyri
2. Wen-jen tsay
3. Tesay
4. Park and Zhao
5. Cointegrating Regression

سنه^۱ (۲۰۱۱)، در پژوهش خود به برآورد تقاضای تجمعی برای بنزین در سنگال (از سال ۱۹۷۶ تا سال ۲۰۰۸) پرداخت. بر اساس نتایج این مطالعه کشش کوتاه مدت کمتر از کشش بلندمدت است و تقاضای بنزین در سنگال نسبت به قیمت و درآمد در هر دو حالت کوتاه مدت و بلندمدت بی کشش است.

سن و الموتاری^۲ (۲۰۱۱)، تقاضای کل بنزین را در سنگال برای سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۸ تخمین زدند. آنها از یک مدل خطی لگاریتمی در مقابل یک مدل خطی برای برآورد تقاضای بنزین استفاده نمودند. و از متغیرهای تأخیری به عنوان متغیرهای مستقل در مدل هایش بهره بردند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد کشش کوتاه مدت قیمت و درآمد، کمتر از کشش بلندمدت بوده و تقاضای کوتاه مدت و بلندمدت بنزین در سنگال نسبت به قیمت و درآمد بی کشش است.

مطالعات داخلی

ختایی و اقدامی (۱۳۸۴)، در مطالعه خود به بررسی کشش قیمتی تقاضای بنزین طی سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۸۱ برای ایران پرداخته و کشش‌پذیری تقاضای بنزین را برای سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۸۲ پیش‌بینی نمودند. برای این منظور با استفاده از روش خودتوضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL)، تقاضای کل بنزین برآورد گردید. نتایج حاصل از برآورد مدل تقاضای بنزین نشان می‌دهد که یک رابطه منفی ضعیف میان قیمت حقیقی بنزین و تقاضای کل بنزین در ایران وجود دارد.

زرانژاد و قپانچی (۱۳۸۶)، با استفاده از سری‌های زمانی ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۲ و روش همجمعی یوهانس-جوسیلیوس، تابع تقاضای بلندمدت بنزین در ایران و پس از آن با استفاده از مدل تصحیح خطا (ECT) رابطه کوتاه مدت و ضریب تعدیل را برآورد نموده و پس از آزمون‌های مختلف، نتایج را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. نتایج به دست آمده بیانگر این واقعیت است که در بلندمدت در ایران کالای بنزین نسبت به قیمت و درآمد کم کشش است و به عنوان یک کالای ضروری تلقی می‌شود. از طرفی دیگر، عوامل

1. Sene

2. Sen and Al-Mutari

غیرقیمتی و غیردرآمدی بر مصرف بنزین بسیار تأثیرگذار بوده و افزایش قیمت بنزین به جهت اصلاح الگوی مصرف به تنهایی کارساز نیست.

ابونوری و شیوه (۱۳۸۶)، به بررسی تابع تقاضای بنزین در ایران طی دوره ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۱ با استفاده از تکنیک حداقل مربعات معمولی پرداختند. بر اساس نتایج تحقیق آن‌ها، متغیرهای تعداد خودروها، درآمد ملی و رشد جمعیت، عوامل تأثیرگذاری بر تقاضا و مصرف بنزین در ایران هستند و قیمت بنزین تأثیر چندانی بر مقدار تقاضای بنزین نداشته است.

صادقی، ذوالفقاری و حیدری‌زاده (۱۳۸۸)، تابع تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل ایران را با استفاده از الگوریتم ژنتیک تخمین زدند. آن‌ها با استفاده از تکنیک الگوریتم ژنتیک، به تخمین تابع تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل ایران برای دوره زمانی ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۵ در قالب معادله‌های خطی، نمایی و درجه دو پرداختند و با انتخاب بهترین مدل تخمین، تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل تحت سناریوهای مختلف را تا سال ۱۴۰۴ پیش‌بینی کردند. آن‌ها در تحقیق خود، تقاضای بنزین تابعی از تولید ناخالص داخلی، قیمت بنزین، جمعیت، تعداد خودروهای بنزین سوز، عمر متوسط خودرو و راندمان مصرف را در نظر گرفتند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد مدل درجه دو از دقت بالایی نسبت به سایر مدل‌ها در تخمین تقاضای بنزین برخوردار است و مدل خطی نیز در مقایسه با مدل نمایی عملکرد بهتری داشته است.

مهرگان و قربانی (۱۳۸۸)، تابع تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل ایران را در دوره کوتاه‌مدت و بلندمدت طی سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۵ به روش خودتوضیح با وقفه‌های گسترده برآورد نمودند. در این پژوهش تقاضای بنزین تابعی از قیمت حقیقی بنزین، تولید ناخالص داخلی، تعداد خودروها و عمر متوسط خودروهای بنزین سوز در نظر گرفته شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که کشش قیمتی بنزین در کوتاه‌مدت و در بلندمدت به دلایلی چون تثبیت پیاپی قیمت اسمی و نبود جایگزین مناسب برای آن در بخش حمل و نقل بی‌معنی بوده است.

۴- روش‌شناسی تحقیق

مدل ARFIMA

نقطه آغازین مربوط به فرآیندهای انباشته کسری این حقیقت است که بسیاری از سری‌های اقتصادی و مالی نه $I(0)$ هستند و نه $I(1)$. آن‌ها در وقفه‌های بسیار طولانی خودهمبستگی‌های معنی‌داری از خود نشان می‌دهند که از آن به‌عنوان "میرایی هیپربولیک" نام برده می‌شود. وقتی از این سری یک بار تفاضل گرفته شود، به نظر می‌رسد یک بار تفاضل‌گیری برای آن زیاد باشد (بانرجی و اورگا^۱، ۲۰۰۵). بنابراین یک طبقه مفید برای مدل‌ها برای یک سری زمانی که دارای رفتار حافظه بلندمدت است، فرآیند $ARIMA(p, d, q)$ است. این فرآیندها بسط فرآیندهای خودرگرسیو میانگین متحرک انباشته $ARIMA$ است. که در آن پارامتر تفاضل‌گیری می‌تواند عددی غیرصحیح را اختیار کند (مان و تیاو^۲، ۲۰۰۶). اقتصاددانان با توجه به مطالعات محققانی چون مندلبرت و نس^۳ (۱۹۶۸)، گرنجر جویوکس^۴ (۱۹۸۰)، هوسکینگ^۵ (۱۹۸۱)، و دیگران با فرآیند $ARFIMA$ آشنا شدند. برای سری زمانی نامانا $\{x_t\}$ مدل $ARFIMA(P, d, q)$ به‌صورت کلی زیر تعریف می‌شود.

$$\Phi(L)(1-L)^d(x_t) = \theta(L)\varepsilon_t \quad (1)$$

که در آن سری ε_t نوفه سفید، L عملگر وقفه، $(1-L)^d$ عملگر تفاضل‌گیری کسری و $d \in (0, 0.5)$ است. چند جمله‌ای‌های:

$$\begin{aligned} \theta(L) &= 1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_q L^q \quad \text{و} \quad \Phi(L) \\ &= 1 - \Phi_1 L - \Phi_2 L^2 - \dots - \Phi_p L^p \end{aligned} \quad (2)$$

به ترتیب نشان‌دهنده فرآیندهای AR ، MA هستند. شرط لازم و کافی برای این‌که بتوان سری $\{x_t\}$ را دارای یک فرآیند $ARFIMA$ دانست، این است که فرآیند $x_t(1-L)^d$ یک فرآیند $ARMA$ باشد. برای محاسبه $(1-L)^d$ باید از بسط دو جمله‌ای به ترتیب ذیل استفاده کرد (آلتار و باردوس^۶، ۲۰۰۸).

1. Banerjee & Urga
2. Man & Tiao
3. Mandelbrot and Ness
4. Granger and Joyeux.
5. Hosking
6. Altar & Bardos

$$(1-L)^d = 1 - dL + \frac{d(d-1)}{2!}L^2 - \dots \quad (3)$$

با محاسبه $(1-L)^d$ یک جزء دیگر نیز در معادله (۲) مشخص می‌شود و مدل ARFIMA کامل می‌شود. ویژگی حافظه بلندمدت را می‌توان به روش‌های مختلفی تعریف نمود. در صورتی که سری زمانی Y_t را با تابع خودهمبستگی p_j در وقفه j در نظر بگیریم بر اساس مک لیود و هیپل^۱ (۱۹۷۸)، فرآیند Y_t دارای حافظه بلندمدت خواهد بود اگر مقدار $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{j=-n}^n p_j$ نامتناهی باشند. فرآیند مانای Y_t دارای حافظه بلندمدت نامیده می‌شود اگر کوواریانس میان Y_t و Y_{t-j} با سرعت افزایش j یا به صورت آهسته کاهش یابد. به‌طور مشخص تابع خودهمبستگی p_j در وقفه j را می‌توان به صورت زیر تخمین زد:

$$p_j \cong k_j^{d-1}$$

وقتی که d و k برای مقادیر ثابت غیر صفر $\rightarrow \infty$ j یعنی تابع خودهمبستگی در نرخ هذلولی و نه با نرخ سریع نمایی که مشخصه فرآیندهای با حافظه کوتاه‌مدت همچون فرآیند ARMA است، کاهش می‌یابد. مدل‌های حافظه بلندمدت در شکل کلی جمعی کسری برای اولین بار توسط گرنجر و جویو (۱۹۸۰) به ادبیات اقتصادسنجی معرفی شدند. در مقاله حاضر، مانایی داده‌ها در نرم‌افزارهایی همچون Eviews9، stata 14 و Oxmetrics7 و همچنین موضوع حافظه بلندمدت سری با روش MRS بررسی شده است. چنانچه حافظه بلندمدت بودن سری مورد تأیید قرار گیرد، پارامتر تفاضل‌گیری برآورد می‌شود.

مدل مارکوف - سوئچینگ

فرض کنید هدف مدل‌سازی یک رژیم سری زمانی ساده نظیر Y_t باشد. مقدار آن توسط فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول طی دوره، T_1, \dots, T_2 به صورت ذیل خواهد بود.

$$Y_t = c_1 + p_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

1. McLeod and Hipel

به طوری که $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$ است. حال فرض کنید یک جهش یا تغییر ساختاری در زمان T_1 برای این متغیر رخ دهد، در این صورت مدل جدید برای توصیف رفتار y_t برای دوره T و $1, 2, \dots, T_1 + 1, T_1 + 2, \dots$ به این شکل خواهد بود:

$$y_t = c_2 + p_2 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

با استفاده از متغیر مجازی D این دو مدل را می توان به صورت یک معادله نوشت. فرآیند تغییرات متغیر y_t در مدل زیر قابل مشاهده می باشد.

$$y_t = c_1 + p_1 y_{t-1} + \delta D_t + \gamma D_t y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$y_t = c_1 + p_1 y_{t-1} + \delta D_t + \gamma D_t y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

در مدل فوق متغیر مجازی D برای دوره های $t < T_1$ مقدار صفر و برای دوره های $t \geq T_1$ مقدار یک را اخذ می کند. از روش دیگری نیز می توان برای توضیح دادن رفتار این متغیر استفاده کرد:

$$y_t = c_{st} + p_{st} y_{t-1} + \varepsilon_t$$

به طور کلی مقدار st ، ۱ و ۲ بوده و به ترتیب نشان دهنده دوره قبل و بعد از تغییر y_t است. به عبارت دیگر، دوره $t < T_1$ توسط $st=1$ و برای دوره ی بعد از جهش ($t \geq T_1$)، توسط $st=2$ نشان داده شده است. با فرض اینکه متغیر y_t با فرآیند خودرگرسیون مرتبه p و با m رژیم مدل سازی شود در این شرایط چند به دست کلی به دست می آید که در زیر به آن ها اشاره شده است.

جدول ۱. حالت های مختلف مدل مارکوف-سویچینگ

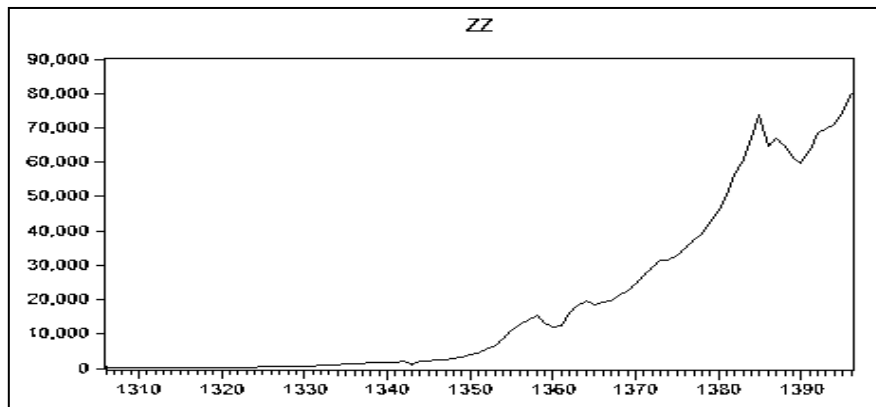
نام مدل	معادله	توزیع جملات اخلال	جزء وابسته به رژیم
MSM(M)AR(P)	$\Delta y_t - \mu(s_t) = \sum_{i=1}^p \alpha_i (\Delta y_{t-i} - \mu(s_{t-i})) + e_t$	$e_t \sim \text{IID}(0, \sigma^2)$	میانگین
MSI(M)AR(P)	$\Delta y_t = c(s_t) + \sum_{i=1}^p \alpha_i (\Delta y_{t-i}) + e_t$	$e_t \sim \text{IID}(0, \sigma^2)$	عرض از مبدأ
MSH(M)AR(P)	$\Delta y_t = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i (\Delta y_{t-i}) + e_t$	$e_t \sim \text{IID}(0, \sigma^2(s_t))$	واریانس جملات خطا
MSA(M)AR(P)	$\Delta y_t = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i (s_t) (\Delta y_{t-i}) + e_t$	$e_t \sim \text{IID}(0, \sigma^2)$	ضرایب جملات خودتوضیح

منبع: سایت آپارات، سال (۱۳۹۷)

می توان با ترکیب حالت های مختلف مدل مارکوف-سوئچینگ مدل های جزئی تری را به دست آورد که می توان به حالت های زیر اشاره کرد. MSMA, MSMAH, MSIAH, MSIA, که توسط آماره هایی همچون معیار آکائیک و معیار شوارتز می توان مدل بهینه را انتخاب نمود.

۵- یافته های تحقیق

داده های مورد استفاده از سایت شرکت پخش و پالایش فرآورده های نفتی برای دوره های ۱۳۹۶-۱۳۰۶ استخراج شده است که نمودار زیر مربوط به مصرف بنزین در ایران است.



نمودار ۱. میزان مصرف بنزین در ایران

منبع: یافته های تحقیق

نمودار (۱) نشان دهنده میزان مصرف بنزین طی سال های ۱۳۹۶-۱۳۰۶ است. همچنان که در این نمودار ملاحظه می شود تقاضای بنزین با نوسانات متعدد در حال افزایش می باشد. امروزه بنزین به عنوان یکی از اصلی ترین عوامل برای شکل گیری و پیشرفت جوامع صنعتی شناخته شده و میزان دسترسی کشور به منابع تأمین بنزین نشانگر پتانسیل های پیشرفت و قدرت سیاسی و اقتصادی آنان می باشد.

نتایج مدل ARFIMA

گام اول در برآورد مدل اتورگرسیو میانگین متحرک انباشته کسری، آزمون وجود حافظه بلندمدت سری زمانی است. برای استفاده از مدل ARFIMA نیز در ابتدا باید دید مدل دارای حافظه بلندمدت است یا خیر. نرم افزار STATA14، برای تخمین پارامترها از روش حداکثر درست نمایی استفاده می کند و با استفاده از این روش برای بررسی حافظه بلندمدت از آماره GPH استفاده می کند. در این آزمون فرضیه صفر عدم وجود حافظه بلندمدت و فرضیه مقابل وجود حافظه بلندمدت در سری زمانی است. لذا، چنانچه آمار آزمون تفاوت معناداری از صفر داشته باشد، فرضیه صفر یعنی عدم وجود حافظه بلندمدت را نمی توان رد کرد. اگر مقدار d بین ۰.۵ و -۰.۵ باشد تأیید می شود که مدل دارای حافظه بلندمدت است. بر اساس آزمون های انجام شده در این پژوهش مدل دارای حافظه بلندمدت است.

جدول ۲. نتایج حاصل از محاسبه مقدار d

p> z	Z	Std.err	coef	Variable
۰/۶۶۱	۰/۴۴	۵۵۷۰۷/۱۷	۲۴۴۴۹/۷۸	Z
		ARFIMA		
۰/۰۰۰	۱۷۱/۱۷	۰/۰۰۲۹۰۹۱	۰/۴۹۷۹۴۰۵	d
۰/۰۰۰	۶/۷۱	۶۰۷۷۹۷۳	۴/۰۸e+۰۷	/Sigma2

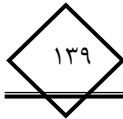
منبع: یافته های تحقیق

همان طور که در جدول (۲) آمده است مقدار d برابر $۰/۴۹$ برآورد شده است، در نتیجه مدل دارای حافظه بلندمدت است. برای مشخص کردن طول وقفه AR و MA در نرم افزار Eviews9 از سه معیار اطلاعات استفاده کرده، و کمترین مقدار بهینه انتخاب شده است. با توجه به سه معیار اطلاعات آکائیک، شوارتز و حنان کوئین، مقدار $AR(1)$ و $MA(2)$ را که کمترین مقدار بهینه را دارا بود انتخاب شده است.

جدول ۳. نتایج معیارهای تعیین وقفه بهینه در الگوی تابع تقاضای بنزین

HQN	SC	AIC	lag MA	lag AR
۱۸/۲۵	۱۸/۳۰	۱۸/۲۱*	۲	۱

منبع: یافته های تحقیق



مدل سازی رفتار مصرف بنزین در ایران مبتنی بر حافظه بلندمدت و تغییر رژیم

پس از تعیین درجه اتورگرسیو و میانگین متحرک مدل ARFIMA، مدل اتورگرسیو میانگین متحرک انباشته کسری برای تقاضای بنزین ایران برآورد شده است که نتایج در جدول (۴) قابل مشاهده هستند:

جدول ۴. نتایج حاصل از تخمین فرآیند (۲، ۰/۲۸، ۱) ARFIMA

p>l zI	Z	Std.err	coef	Variable
۰/۴۶۵	۰/۷۳	۶۲۶۶۸/۷	۴۵۸۲۵/۲	Z
ARFIMA				
۰/۰۰۰	۸۰/۰۲	۰/۱۲۳۵۹۷	۰/۹۸۸۹۹۵۱	Ar(۱)
۰/۵۹۴	۰/۵۳	۰/۱۰۹۷۲۳۹	۰/۵۸۵۰۱۹	MA(۲)
۰/۰۰۱	۳/۲۷	۰/۸۷۶۵۵۲	۰/۲۸۶۴	D
۰/۰۰۰	۶/۷۰	۵۹۸۷۲۴/۵	۴۰۱۱۴۴۸	/Sigma2

منبع: یافته‌های تحقیق

همچنین مقدار معیار درست نمایی (likelihood) برابر ۸۲۴/۵۷۴۰۲- می‌باشد. معیار درست نمایی می‌تواند معیاری برای تشخیص بهتر مدل باشد. که هر چه مقدار معیار درست نمایی در حداکثر باشد مفیدتر خواهد بود. پس از بررسی نتایج مدل اتورگرسیو میانگین متحرک انباشته کسری، در ادامه نتایج مربوط به مدل مارکوف سوئیچینگ آورده خواهد شد.

۲-۵- نتایج مدل مارکوف سوئیچینگ

مدل مارکوف-سوئیچینگ حالت‌های مختلفی دارد که پیشتر به آن اشاره شد. حالت‌ها شامل MSMAH, MSMA, MSM, MSI, MSH, MSA, MSIAH, MSIA هستند که هر یک از این حالت‌ها را در مدل مارکوف سوئیچینگ امتحان کرده. مدل مارکوف-سوئیچینگ برای مدل‌های غیرخطی استفاده می‌شود.

جدول ۵. نتایج حاصل از تخمین تعیین حالت‌های بهینه مدل مارکوف-سوئیچینگ

MSMAH	MSMA	MSIA	MSIAH	MSA	MSH	MSI	MSM
۱۵/۷۱	۱۸/۲۱	۱۶/۷۳	۱۵/۳۴	۱۶/۸۱	۱۵/۱۴*	۱۷/۶۲	۱۸/۱۴

منبع: یافته‌های تحقیق

پس از آنکه حالت‌های مختلف مدل مارکوف-سوئچینگ برآورد و با معیار آکائیک مقایسه شدند، مدل MSH به‌عنوان مدل منتخب انتخاب شد و برای به دست آوردن تعداد وقفه و تعداد رژیم بهینه این مدل نیز از معیار کمترین آکائیک استفاده شده است:

جدول ۶. مدل بهینه حاصل از تخمین مدل مارکوف-سوئچینگ مدل MSH

تعداد رژیم/تعداد وقفه	۲	۳
۱	۱۵/۷۱	۱۵/۳۴
۲	۱۵/۵۴	۱۵/۱۴*
۳	۱۵/۵۸	۱۵/۲۷
۴	۱۵/۷۲	۱۵/۴۱

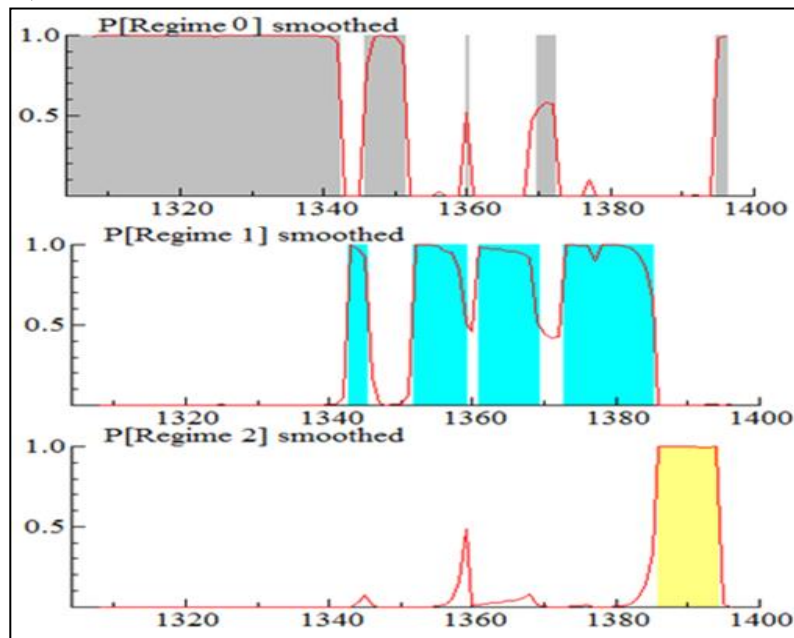
منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که جدول (۶) نشان می‌دهد مقادیر ۲ وقفه و سه رژیم، مقادیر بهینه سری زمانی مصرف بنزین در ایران انتخاب شده است. پس از تعیین مدل بهینه، تعداد وقفه و رژیم بهینه، مدل مذکور برآورد شده که نتایج مربوط به برآورد مدل مارکوف سوئچینگ در جدول (۷) و نمودار (۲) آورده شده است:

جدول ۷. نتایج حاصل از تخمین مدل مارکوف - سوئچینگ با دو وقفه و سه رژیم

Probability t	Statistics t	coef	Variable
۰/۰۰۰	۸۷/۷	۱/۶۷۴۱	AR(1)(۰)
۰/۰۰۰	-۲۸/۸	-۰/۶۳۳۶۱	AR(1)(۱)
۰/۰۰۰	۵۱/۰۳	۱/۲۹۶۴	AR(1)(2)
۰/۰۰۰	۷۳/۴۲	۰/۳۸۳۳۵	AR(2)(۰)
۰/۰۰۰	۳۵/۱۶	۰/۴۷۰۸	AR(2)(۱)
۰/۰۰۰	-۴۱/۵۵	-۰/۲۵۷۹	AR(2)(2)
۰/۶۸۷	۰/۴۰۵	۳/۶۶۴۹۱	Constant

منبع: یافته‌های تحقیق



نمودار ۲. نمودارهای مربوط به رژیم‌های مختلف بر آورد مدل مارکوف-سوئیچینگ

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که از نتایج برآورد مدل مارکوف سوئیچینگ مشخص است، مدل مذکور رفتار مصرف بنزین را در قالب سه دسته رژیم از یکدیگر تفکیک نموده است. که با دقت به رژیم‌های فوق می‌توان گفت رژیم اول غالباً دوره سال‌های قبل از انقلاب با ویژگی‌های مخصوص آن دوران همچون واقعی بودن قیمت، پایین بودن تعداد سفرها، جاده‌ها و خودروها و ... را در برمی‌گیرد. دوره دوم غالباً دوره سال‌های پس از انقلاب و جنگ تا یک دهه پیش را با ویژگی‌هایی همچون افزایش شکاف میان قیمت حقیقی و قیمت در جامعه، افزایش یارانه بنزین، افزایش روزافزون جمعیت، سفرها، تعداد خودروها، قاچاق بنزین و ... را در برمی‌گیرد و رژیم سوم دوره سال‌های یک دهه اخیر با ویژگی‌هایی همچون افزایش قیمت حامل‌های انرژی چون بنزین، آغاز هدفمندی یارانه‌ها، سهمیه‌بندی و صدور کارت سوخت را شامل می‌شود.

لذا نتایج فوق به خوبی نشان می‌دهد که جهت مدل‌سازی، تحلیل الگوی مصرف بنزین و سیاست‌گذاری، توجه به دوره و رژیم تحت بررسی از اهمیت دوچندانی

برخوردار است. این تفکیک دوره‌ها توسط روش مذکور، قدرت بالایی جهت مدل‌سازی واقعی تر الگوی مصرف بنزین در ایران می‌دهد که روش‌های دیگر از آن غافل بوده و آن را در نظر نمی‌گیرند و همین عدم توجه می‌تواند سیاست‌گذار را در اتخاذ سیاست کارا گمراه نماید.

مقایسه قدرت مدل‌سازی رفتار مصرف بنزین توسط حافظه بلند یا تغییر رژیم

پس از محاسبه و تخمین مقادیر برآوردی تقاضای بنزین در بازه ۱۳۰۶ تا ۱۳۹۶ توسط دو روش اتورگرسیو میانگین متحرک انباشته‌کسری و مدل مارکوف-سوئچینگ و همچنین داشتن مقادیر واقعی تقاضای بنزین در این دوره زمانی می‌توان قدرت هر کدام از این دو روش در مدل‌سازی رفتار مصرف بنزین را با یکدیگر مقایسه نمود. در این میان از شاخص‌های RMSE (جذر میانگین مجذور خطاها)، MAD (میانگین قدر مطلق انحرافات) و MSE (میانگین مجذور خطا) کمک گرفته شده است که هر یک به نحوی قدرت هر روش و میزان انطباق برآورد مدل با واقعیت را اندازه می‌گیرند. نتایج شاخص‌های مقایسه قدرت دو مدل حافظه بلندمدت و تغییر رژیم در جدول زیر آورده شده است:

جدول ۸. شاخص‌های مقایسه قدرت دو مدل حافظه بلند و تغییر رژیم

شاخص‌های مقایسه	ARFIMA	مارکوف-سوئچینگ
RMSE	۴۳۱۰۸۶/۶۷	۱۱۸۷۹/۴۸*
MAD	۴۵۴۳۷/۸۷	۷۸۶/۹۹*
MSE	۲۰۶۴۸۴۱۳۲۴	۱۵۸۵۶۴۲*

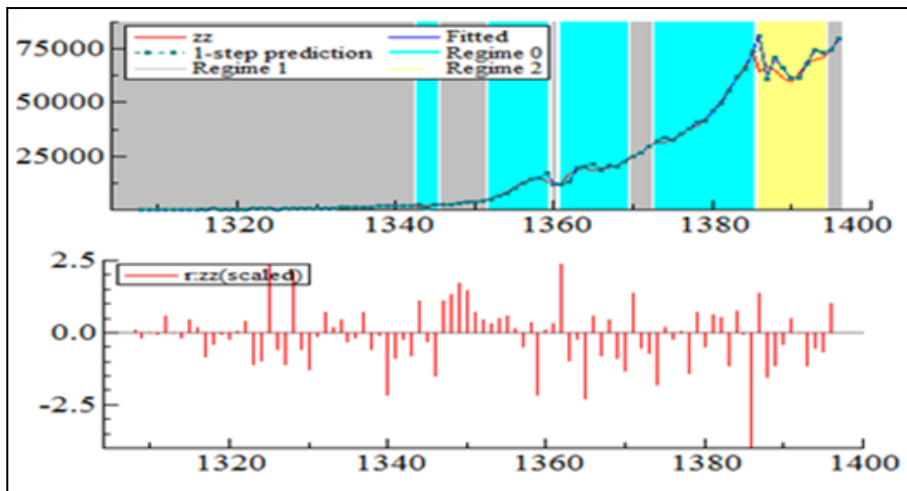
منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول (۸) شاخص‌های RMSE (جذر میانگین مجذور خطاها)، MAD (میانگین قدر مطلق انحرافات) و MSE (میانگین مجذور خطا) محاسبه و آورده شده است. از آنجا که میزان هر سه شاخص در مدل مارکوف-سوئچینگ پایین‌تر است، مدل مارکوف-سوئچینگ دارای قدرت توضیح دهنده‌ی بیشتری نسبت به مدل ARFIMA جهت مدل‌سازی رفتار بنزین ایران است. نتایج مدل‌سازی مصرف بنزین در ایران به



مدل سازی رفتار مصرف بنزین در ایران مبتنی بر حافظه بلندمدت و تغییر رژیم

کمک روش مارکوف سوئیچینگ در رژیم‌های مختلف در نمودار زیر به خوبی قابل مشاهده است:



نمودار ۳. نتایج واقعی و برآوردی حاصل از مدل سازی مصرف بنزینی توسط روش مارکوف- سوئیچینگ

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج نمودار (۳) نشان‌دهنده مقادیر واقعی و برآوردی توسط الگوی مارکوف سوئیچینگ است. همان‌طور که مشخص است نتایج به دست آمده توسط این روش به خوبی مقادیر واقعی را پوشش داده و در دوره‌های مختلف چرخش و تغییر رفتار مصرف بنزین را در رژیم‌های مختلف به خوبی نشان داده و مقادیر واقعی را با دقت بالاتری دنبال می‌نماید. این دقت بالاتر بیشتر توسط شاخص‌های RMSE (جذر میانگین مجذور خطاها)، MAD (میانگین قدر مطلق انحرافات) و MSE (میانگین مجذور خطا) به اثبات رسیده بود. لذا مدل مارکوف سوئیچینگ با بررسی رفتار مصرف بنزین در رژیم‌های مختلف، قدرت بالایی در مدل سازی رفتار متغیر مورد نظر دارد و عدم توجه به این رفتار غیرخطی متغیر مصرف بنزین، مدل سازی متغیر فوق را دچار نقصان خواهد نمود.

در مجموع شناسایی رژیم‌های رفتار مصرف بنزین از اهمیت فراوانی برخوردار است و هنگام بررسی رفتار مصرف بنزین بایستی به این رژیم‌ها توجه شود و این متغیر در هر رژیم بررسی شود، در غیر این صورت نتایج تورش دار خواهد بود، همچنین این

رژیم‌بندی سبب آگاهی درباره رفتار این متغیر سیاستی (تقاضای بنزین) می‌شود. به طوری که یک متغیر سیاستی ممکن است در دوره‌ای از زمان دارای یک رفتار و فرآیند باشد و در دوره‌ای دیگر تغییر رژیم داده و رفتار دیگری از خود نشان دهد.

پیشنهادهای سیاستی

- یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که روند مصرف بنزین در ایران دارای حافظه بلندمدت است، لذا رفتار مصرف بنزین در هر دوره متأثر از مقادیر آن در دوره‌های پیشین بوده و مدل‌سازان اقتصادی می‌توانند با علم بر این یافته، رفتار مصرف بنزین در ایران را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دهند.

- رفتار مصرف بنزین در ایران همچنین در رژیم‌های مختلف متفاوت بوده و با توجه به یافته‌های این پژوهش در نظر گرفتن این رژیم‌های مختلف قدرت مدل‌سازی مصرف بنزین را به شدت افزایش داده و عدم لحاظ این موضوع، مدل‌سازی رفتار متغیر مذکور را دارای تورش خواهد ساخت و از واقعیت دور خواهد نمود.

- رفتار مصرف بنزین در دوره‌های مختلف غیرخطی بوده و چرخش‌های متعدد در رژیم‌های مختلف نشان از عدم تقارن رفتارهای مصرف بنزین در دوره‌های مختلف دارد، به نحوی که به طور مثال در رژیم مربوط به دوره هدفمندی یارانه‌ها، سهمیه‌بندی و استفاده از کارت سوخت، مصرف بنزین از نوسانات بیشتری برخوردار بوده است.

- بسیاری از تصمیم‌سازان کلان پس از سیاست‌گذاری اقتصادی (مانند تغییر قیمت‌های حامل‌های انرژی همچون بنزین)، آثار این سیاست‌ها بر مصرف بنزین و دیگر آثار اقتصادی را به نحوی پیش‌بینی می‌نمایند که گاهی دیده می‌شود در عمل نتایج کاملاً متفاوتی را به دنبال داشته است. یکی از دلایل این اتفاق می‌تواند برآورد تابع تقاضا و کشش‌های قیمتی برای یک دوره بلندمدت، فارغ از تفاوت دوره‌های متعدد و تکیه بر یک ضریب ثابت (که کشش در کل دوره مثلاً چندین دهه را نشان می‌دهد) و استفاده از این ضریب جهت تحلیل اثر سیاست در زمان حال باشد در صورتی که نتایج این پژوهش نشان داد باید رفتار متغیر مصرف بنزین را در دوره‌ها و رژیم‌های مختلف از هم تفکیک و جداگانه بررسی و تجزیه و تحلیل نمود و متناسب با آن، سیاست مناسب را استخراج و آثار آن را با توجه به رژیم مورد نظر تحلیل نمود.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بررسی رفتار مصرف فرآورده‌های نفتی مانند بنزین، نه تنها برای تولیدکنندگان و برنامه‌ریزان جهت تأمین امنیت عرضه انرژی حائز اهمیت است بلکه برای سیاست‌گذاران جهت مدیریت بهینه مصرف و تقاضای آن نیز مورد توجه است. هدف از این پژوهش مدل‌سازی رفتار مصرف بنزین مبتنی بر حافظه بلندمدت و تغییر رژیم در ایران بود.

نتایج بررسی‌ها نشان داد که هرچند مدل اتورگرسیو میانگین متحرک انباشته کسری، وجود حافظه بلندمدت در روند مصرف بنزین در ایران را تأیید می‌نماید، اما این روش در توضیح برخی رفتارهای غیرخطی ناتوان بوده و روش مارکوف-سوئچینگ از قدرت بیشتری در مدل‌سازی رفتار مصرف بنزین در ایران برخوردار است. این روش به علت غیرخطی بودن و تفکیک رژیم‌ها، قابلیت تبیین مشخصه‌های عدم تقارنی رژیم‌ها را دارا بوده و از این نظر بر روش‌های دیگر ارجحیت دارد. در مجموع جهت مدل‌سازی رفتار مصرف بنزین در ایران، اتخاذ سیاست کارآ و تحلیل آثار تصمیمات سیاستی، عدم توجه به خصوصیات همچون غیرخطی بودن، تفاوت رفتار در رژیم‌های مختلف، عدم تقارن رفتار مصرف بنزین در ایران می‌تواند سیاست‌های اقتصادی را از اهداف خود به‌شدت دور سازد.

منابع

- اسماعیل‌نیا، علی اصغر (۱۳۹۱)، برآورد تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل زمینی و پیش‌بینی آن طی برنامه سوم، مجله برنامه و بودجه، شماره ۴۶ و ۴۷، صفحات ۴۰-۳۰؛
- اشراقی، محسن و غفاری، فرهاد و محمدی، تیمور (۱۳۹۵)، پیش‌بینی بازدهی شاخص صنعت پتروشیمی در بورس اوراق بهادار با استفاده از مدل‌های ARIMA و ARFIMA، فصلنامه اقتصاد کاربردی، سال (ششم)؛
- امامی‌میبدی، علی و گرایبی نژاد، غلامرضا و دارابی، نگین (۱۳۹۳)، برآورد تابع تقاضای بنزین در ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ با استفاده از تکنیک پنل دیتا، فصلنامه علوم اقتصادی، شماره ۲۷، سال (هشتم)؛

بهرامی، سالار (۱۳۹۵)، پیش‌بینی تقاضای فرآورده‌های سوختی بنزین (با روش فرا ابتکاری علف‌های هرز)، دومین کنفرانس بین‌المللی حسابداری و مدیریت در هزاره سوم؛ تقی‌زاده یزدی، محمدرضا و میرشجاعیان، حسین و اصغری‌زاده، عزت‌اله و شکوری‌گنجوی، حامد (۱۳۹۴)، مقایسه عملکرد روش‌های رگرسیون آماری و فازی در تخمین تابع تقاضای بنزین (مطالعه‌ی موردی در ایران)، دوره ۷، شماره ۱، صفحات ۱۹-۱؛

ختایی، محمود و اقدامی، پروین (۱۳۸۴)، تحلیل کشش قیمتی تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل زمینی ایران و پیش‌بینی آن تا سال ۱۳۹۴، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۲۵، سال (هفتم)، صفحات (۴۶-۲۳)؛

رحمان‌زارعیان‌مزرعه، خسرو و شکوری‌گنجوی، حامد (۱۳۹۵)، تحلیل سیستمی تقاضای بنزین و برآورد کشش قیمتی تقاضای آن در استان تهران، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، شماره ۱۸، سال (پنجم)، صفحات ۹۸-۶۱؛

ریاحی، احمد (۱۳۹۰)، پایان‌نامه بررسی عملکرد مدل‌های مبتنی بر حافظه بلندمدت (مطالعه‌ی موردی پیش‌بینی قیمت نفت خام)، پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد تهران مرکزی)؛

زراءنژاد، منصور و قپانچی، فرشید (۱۳۸۶)، برآورد مدل تصحیح خطای بنزین در ایران، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۴۲، صفحات ۲۹-۵؛

سبحانی، بهرام و صفری، نفیسه (۱۳۹۱)، بهینه‌یابی شبکه توزیع بنزین در ایران. پژوهشنامه حمل و نقل، شماره ۳، سال (نهم)؛

شاکری، عباس و محمدی، تیمور و جهانگرد، اسفندیار و موسوی، میرحسین (۱۳۸۹)، تخمین مدل ساختاری تقاضای بنزین و نفت گاز در بخش حمل و نقل ایران، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۵، سال (هفتم)، صفحات ۳۱-۱؛

صادقی، حسین و ذوالفقاری، مهدی و حیدری‌زاده، محمد (۱۳۸۸)، تخمین تابع تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل با استفاده از الگوریتم ژنتیک، فصلنامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۱، سال (ششم)، صفحات ۲۷؛

عرفانی، علیرضا (۱۳۸۸)، پیش بینی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با مدل ARFIMA؛

علوی، احمدرضا (۱۳۹۱)، پایان نامه برآورد تقاضای بنزین با استفاده از سیستم تقاضای تقریباً ایده آل (AIDS)، پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی (واحد تهران مرکزی)؛

فلاحی، محمدعلی، لطفعلی پور، محمدرضا و کریمی، الهه (۱۳۹۵)، بررسی اثر سرریز تلاطم قیمت در بازارهای بین المللی نفت، بنزین و سوخت دیزل. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. شماره ۱۲ (۴۹): ۲۷-۴۴.

قنبری، علی و خضری، محسن و اعظمی، آرش (۱۳۸۷)، شبیه سازی تابع تقاضای بنزین و نفت گاز در حمل و نقل زمینی ایران، با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک، فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی های اقتصادی سابق)، دوره ۵، شماره ۴، صفحات ۱۷۷-۱۵۷؛

کشاوریان، مریم (۱۳۹۸)، تخمین و پیش بینی تقاضا و قیمت فرآورده های نفتی در کشورهای OECD تا سال ۲۰۲۵ (بنزین، سوخت جت و دیزل). فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. شماره ۱۵ (۶۲): ۶۹-۹۵.

محمدی، هادی (۱۳۹۴)، پایان نامه برآورد تابع تقاضای بنزین برای سال های ۱۳۸۹-۱۳۷۹، پایان نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

مروتی شریف آبادی، علی و خوانچه مهر رسول (۱۳۹۴)، ارائه روش ترکیبی طراحی آزمایشات تاگوچی - تاپسیس به منظور یافتن مناسب ترین ساختار شبکه ی عصبی مصنوعی مورد استفاده در پیش بینی تقاضای انرژی (مطالعه موردی: تقاضای بنزین در استان هرمزگان). فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. شماره ۱۱ (۴۵): ۱۸۷-۲۲۰.

مهرگان، نادر و قربانی، وحید (۱۳۸۸)، تقاضای کوتاه مدت و بلندمدت بنزین در بخش حمل و نقل، پژوهشنامه حمل و نقل، شماره ۴، سال (ششم)

موسویان، مهدی و اسد زاده، احمد (۱۳۹۶)، پیش بینی تقاضای بنزین در ایران بر مبنای شاخص های اقتصادی: یک تحلیل مقایسه ای بین الگوریتم های ژنتیک و PSO، چهارمین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست

موسوی جهرمی، یگانه و غلامی، الهام (۱۳۹۵)، مدل ترکیبی شبکه عصبی با الگوی ARIMA جهت پیش‌بینی مالیات بر ارزش افزوده بر مصرف بنزین در ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار، شماره ۲، سال (شانزدهم)، صفحات ۹۹-۱۱۶.

Baltagi, B. H. & Griffin, J. M. (1983). Gasoline demand in the OECD: an application of pooling and testing procedures, *European Economic Review*, 22(2), 117-137.

Ceylan, H. & Ozturk, H. K. (2004). Estimating energy demand of Turkey based on economic indicators using genetic algorithm approach, *Energy Conversion and Management*, 45(15-16), 2525-2537.

Crotte, A. Noland, R. B. & Graham, D. J. (2010). An analysis of gasoline demand elasticities at the national and local levels in Mexico, *Energy Policy*, 38: 4445-4456.

Eltony, M. N. & Al-Mutairi, N. H. (1995). Demand for gasoline in Kuwait: an empirical analysis using cointegration techniques, *Energy economics*, 17(3), 249-253.

Fishelson, G. (1982). Demand for gasoline for usage by passenger cars, *Resources and Energy*, 4(2), 163-172.

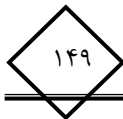
Houthakker, H. S. Verleger, P. K. & Sheehan, D. P. (1974). Dynamic demand analyses for gasoline and residential electricity, *American Journal of Agricultural Economics*, 56(2), 412-418.

Hughes, J. E. Knittel, C. R. & Sperling, D. (2006). Evidence of a shift in the short-run price elasticity of gasoline demand (No. w12530). National Bureau of Economic Research.

Hurst, H. E. (1951). Long-term storage capacity of reservoirs, *Trans. Amer. Soc. Civil Eng.*, 116, 770-799.

Kemeny, L. G. (2001). Energy in the Asian-Pacific Region, *Asian-Pacific Economic Literature*, 15(1), 1-12.

Manzan, S. & Zerom, D. (2010). A semiparametric analysis of gasoline demand in the United States reexamining the impact of price, *Econometric Reviews*, 29(4), 439-468.



Pagolatus, J. H. (1986). Demand for oil products in USA. *The Iowa Economic Journal*, 38 (2), PP.128-52.

Pindyck, R. S. (1979). *The Structure of World Energy Demand*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Puller, S. L. & Greening, L. A. (1999). Household adjustment to gasoline price change: an analysis using 9 years of US survey data. *Energy Economics*, 21(1), 37-52.

Sene, S. O. (2012). Estimating the demand for gasoline in developing countries: Senegal. *Energy Economics*, 34(1), 189-194.

Tang, T. L. & Shieh, S. J. (2006). Long memory in stock index futures markets: A value-at-risk approach. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 366, 437-448.

Wasserfallen, W. & Güntensperger, H. (1988). Gasoline consumption and the stock of motor vehicles: An empirical analysis for the Swiss economy. *Energy Economics*, 10(4), 276-282.

Modeling Gasoline Consumption Behaviors in Iran Based on Long Memory and Regime Change

Moslem Ansarinasab¹

Assistant Professor, Economic Sciences, Valie Asr University of Rafsanjan,
M.Ansarinasab@vru.ac.ir

Zahra Manzari Tavakoli

Master of Science in Economic Systems Planning,
z.manzaritavakoli1405@ gmail.com

Received: 2019/03/08 Accepted: 2020/01/10

Abstract

In this study, for the first time, we model gasoline consumption behavior in Iran using the long-term memory model of the autoregressive fractionally integrated moving average and non-linear Markov-Switching regime change model. Initially, the long-term memory feature of the ARFIMA model is investigated using the data from 1927 to 2017. The results indicate that the time series studied has a long-term memory. Therefore, after this step and determining the autoregressive lag (AR) and moving average (MA) values, the demand for gasoline in the Iranian economy is estimated using ARFIMA model (1.0.28.2). We also estimate gasoline consumption in Iran using Markov-Switching model, with the MSH model based on the lowest Akaike with 3 regimes and 2 lags. Finally, for modeling gasoline consumption behaviors, the Markov-switching model based is superior to the ARFIMA model. Our findings indicate that if we do not use the most appropriate model for estimating future demand for gasoline, policy making in this area will not be optimal.

Keywords: Long-term memory, Regime change pattern, Modeling gasoline consumption.

JEL Classification: C53, Q47, C58 ,Q41

1. Corresponding Author