فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال ششم / شمارهٔ ۲۱/ تابستان ۱۳۸۸/ صفحات ۲۷ - ۱

تخمین تابع تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل با استفاده از الگوریتم ژنتیک

حسین صادقی

استادیار دانشگاه تربیت مدرس sadeghih@modares.ac.ir

مهدی ذوالفقاری

کار شناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه صنعت آب و برق (وزارت نیرو) zolfaghari_mahdi@yahoo.com

محمد حیدری‌زاده

دانشجوی کار شناسی ارشد تجدید ساختار برق دانشگاه صنعت آب و برق

m.heidarizadeh@yahoo.com

تاریخ دریافت : ۱۳۸۸/۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۸/۵

چکیده

مصرف فرآورده‌های نفتی سبک به‌ویژه بنزین، با درنظرگرفتن اهمیت آن در بخش حمل‌ونقل، نقش اساسی در رشد و توسعه‌ی اقتصادی کشورها ایفا می‌کند. بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای بنزین در جهت شناخت دقیق و صحیح از ساختار رفتاری مصرف، به منظور برنامه‌ریزی دقیق در راستای تحقق اهداف مورد نظر، امری ضروری است. در این مقاله با استفاده از تکنیک الگوریتم ژنتیک، به تخمین تابع تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل برای دوره‌ی (۸۵-۱۳۵۳)در قالب معادلات خطی، درجه‌ی‌دو و نمایی پرداخته شده و با انتخاب بهترین مدل تخمین بر اساس معیارهای مرسوم، تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل تحت سناریوهای مختلف تا سال ۱۴۰۴ پیش‌بینی شده است. در این مقاله تقاضای بنزین تابعی از تولید ناخالص داخلی، قیمت بنزین، جمعیت، تعداد خودروهای بنزین‌سوز، عمر متوسط خودرو و راندمان مصرف در نظر گرفته شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که مدل درجه‌ی دو از دقت بالایی نسبت به سایر مدل‌ها در تخمین تقاضای بنزین برخوردار است.

طبقه‌بندی JEL: C61, C88, C41, E71

کلید واژه: تقاضای بنزین، الگوریتم ژنتیک، پیش‌بینی، حمل ونقل

۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور، بخش حمل و نقل بوده، که اهمیت بالای آن به دلیل وابستگی شدید سایر بخش‌های اقتصادی کشور به این بخش است. فراوانی ذخایر نفتی در ایران و سیاست استفاده از منابع نفتی ارزان، به‌ویژه بنزین، مصرف بی‌رویه‌ی این فرآورده را در سال‌های گذشته به‌دنبال داشته است. از سویی کافی نبودن تولید داخلی آن، موجب شده تا کشور سالانه سهم قابل توجه‌ای از منابع ارزی خود را صرف واردات بنزین کند. بدین دلیل در سال۱۳۸۶ طرح سهمیه‌بندی بنزین به‌طور موقت برای جلوگیری از این افزایش مصرف و عرضه‌ی آن در قیمت‌های تمام شده در سال‌های بعد به اجرا درآمد. از آن‌جایی که اعمال هرگونه سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری در این حوزه، مستلزم بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای بنزین است، این تحقیق بر آن است تا با معرفی متغیرهای تأثیرگذار بر مصرف بنزین و برآورد تابع تقاضای بنزین در ایران در قالب مدل‌های خطی و غیرخطی، شدت تأثیرگذاری هر کدام از این عوامل را شناسایی کند.

در تجزیه و تحلیل تقاضای حامل‌های انرژی مدل‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد، که برخی فقط برای جهت مطالعه‌ی حامل‌های انرژی طراحی شده و برخی ارتباط آن‌ها را با عوامل دیگر بررسی می‌کنند. مطالعاتی که در زمینه‌ی تخمین تقاضای بنزین انجام گرفته، بیش‌تر به روش اقتصادسنجی و به‌صورت توابع خطی بوده است. با توجه به این‌که متغیرهای تأثیرگذار بر مصرف حامل‌های انرژی در طول سری زمانی مورد مطالعه دارای نوسان هستند، شکل‌های غیرخطی معادلات می‌توانند تخمین بهتری از تقاضای حامل‌های انرژی را ارائه کنند (سیلان و اوزترک[1]، ۲۰۰۴).

از سویی افزایش روزافزون سرعت محاسبات کامپیوتری، روش طراحی بهینه پارامترها در مسایل را از طریق شبیه‌سازی روند تکاملی، امکان‌پذیر کرده است. امروزه روش‌های برنامه‌نویسی تکاملی و از جمله‌ی آن‌ها الگوریتم ژنتیک، به روش‌های بهینه‌سازی در زمینه‌ی طراحی مدل‌های غیرخطی جایگاه خاصی داده است (دهکردی، ۱۳۸۶). لذا در این مقاله برای تخمین مدل‌های غیرخطی مربوط به تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل از تکنیک الگوریتم ژنتیک استفاده شده است. الگوریتم ژنتیک یک

1- Ceylan, Ozturk

ابزار ریاضیاتی است که در محدوده‌ی وسیعی کاربرد دارد و یک تکنیک بسیار قوی و بهینه‌سازی برای طراحی مدل‌های غیرخطی است (گوئل، ۱۹۹۸[1]). الگوریتم ژنتیک یک مدل محاسباتی احتمالی است که از تئوری تکاملی بیولوژیکی از قبیل وراثت ژنتیک و اصل تناظر بقای داروین بهره می‌برد. الگوریتم ژنتیک روش‌های جستجوی کاملاً موازی را برای مسائل پیچیده‌ی بهینه‌سازی ارائه می‌کند. در این روش‌ها در هر تکرار محاسباتی، مجموعه‌ای از نقاط فضای جواب درنظر گرفته می‌شود و این فضا به طور همه جانبه در طول تکرارهای محاسباتی مختلف مورد جستجو قرار می‌گیرد (دهکردی، ۱۳۸۶)، لذا در مقایسه با روش‌های جستجوی تک مسیره امکان کم‌تری برای هم‌گرایی به یک نقطه‌ی بهینه‌ی محلی[2] وجود خواهد داشت. در روش‌های برنامه‌نویسی تکاملی با استفاده از نظریه‌ی تکامل، الگوریتم بهینه‌سازی بر اساس دو اصل انتخاب طبیعی و تغییرات تدریجی به دست می‌آید. در الگوریتم ژنتیک این تغییرات تدریجی بر اساس اصول ژنتیک و انتقال اطلاعات در کدهای ژنتیکی در طول نسل‌های مختلف، استوار است. (دهکردی، ۱۳۸۶). بر اساس این تکنیک به تخمین سه معادله (خطی، درجه‌ی دو و نمایی) از توابع تقاضای بنزین می‌پردازیم.

بخش دوم این مقاله به پیشینه‌ی تحقیق می‌پردازد. بخش سوم مبانی نظری الگوریتم ژنتیک تشریح شده و در بخش چهارم مدل‌های خطی، درجه‌ی دو و نمایی تقاضای بنزین ارائه می‌گردد. بخش پنجم مدل‌های مذکور با استفاده از الگوریتم ژنتیک برآورد گشته و در بخش ششم به اعتبارسنجی مدل‌ها بر اساس معیارهای سنجش پرداخته می‌شود. در بخش هفتم، مصرف بنزین بر اساس سه مدل، تحت سناریوهای مختلف تا سال ۱۴۰۴ پیش‌بینی می‌گردد. در بخش نهایی نتیجه‌گیری و پیشنهاد ارائه می‌شود.

۲- پیشینه‌ی تحقیق

باتوجه به اهمیت و نقشی که بنزین در اقتصاد کشور دارد، مطالعات گسترده‌ای در ارتباط با جنبه‌های مختلف این حامل انرژی به انجام رسیده است. با توجه به موضوع

1- Goel .
2- Local Optimal.

مقاله‌ی حاضر، در این‌جا به مطالعات انجام گرفته در زمینه‌ی تخمین تابع تقاضای این فرآورده اکتفا می‌شود. بیش‌تر مطالعات انجام گرفته در این زمینه به بررسی کشش‌های درآمدی و قیمتی تقاضای بنزین پرداخته‌اند. فخرایی (۱۳۶۲)، تابع مصرف فرآورده‌های نفتی کشور را برای دوره‌ی ۶۱-۱۳۴۰ با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی(OLS)[1] تخمین زد و مصرف فرآورده‌های نفتی را تا سال ۱۳۶۷ پیش‌بینی کرد در این مطالعه ارتباط بین قیمت حقیقی و درآمد ملی با تقاضای این حامل‌ها به‌ترتیب منفی و مثبت بود. اصفهانی (۱۳۷۱)، در مطالعه‌ای به برآورد تابع تقاضای فرآورده‌های نفتی ایران تحت روش حداقل مربعات معمولی پرداخته و بازار این فرآورده‌ها، اثر یارانه‌ها و تعیین قیمت این فرآورده‌ها را مورد بررسی قرار داده است. در این مطالعه با توجه به ضریب منفی و پایین قیمت حقیقی بنزین، سیاست افزایش قیمت بنزین، تأثیر کمی بر کاهش مصرف دارد. آخانی (۱۳۷۸)، به بررسی مصرف سرانه‌ی بالای بنزین در کشور پرداخت. وی در این تحقیق پس از شرح بحران مصرف بنزین در کشور و اهمیت موضوع، به بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای بنزین که شامل قیمت بنزین، موجودی وسایل نقلیه‌ی موتوری بنزین‌سوز و فرسودگی خودروها به همراه نقص فنی آن‌ها، عدم سرمایه‌گذاری مناسب در امر تحقیق و توسعه برای افزایش کارایی سوخت، نرخ رشد اقتصادی، نرخ رشد جمعیت شهری، اوضاع جغرافیایی، اقلیمی و امکانات زیربنایی و شبکه‌ی حمل و نقل عمومی است، پرداخت. وی در این پژوهش، تجهیز شبکه‌ی حمل و نقل عمومی کشور، اجبار واحدهای تولیدی به فعال کردن واحد تحقیق و توسعه و خارج کردن وسایل نقلیه با عمر بالا از ناوگان حمل و نقل را پیشنهاد کرد.

آخانی (۱۳۷۸)، به برآورد تابع تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل با استفاده از ۱۵ مدل (به تفکیک هر زیربخش) پرداخت. در این تحقیق با توجه به اهمیت حمل‌ونقل جاده‌ای در کشور، بیش‌تر مدل‌های انتخابی، مربوط به تقاضای بنزین و گازوئیل در بخش جاده‌ای است. متغیرهای مهم برای برآورد تقاضای سوخت در زیر بخش حمل‌ونقل، شامل قیمت سوخت، درآمد قابل تصرف، تعداد وسایل نقلیه‌ی موجود، عمر وسایل نقلیه، نرخ استفاده و کارایی آن‌ها، تعداد مسافر و میزان بار (تن) حمل شده برحسب کیلومتر، قیمت خدمات حمل‌ونقل و وضعیت خاص هر کشور (سیاست‌های

1- Ordinary Least Square.

دولت، وضعیت جنگی، آب و هوا و...) است، که با در نظر گرفتن وضعیت خاص هر کشور، می‌توان یکی از مدل‌های معرفی شده را انتخاب و برآورد کرد.

اسماعیل‌نیا (۱۳۷۸)، تابع تقاضای بنزین و نفت‌گاز را در طی سال‌های ۷۷-۱۳۴۶ برآورد کرد. در این پژوهش مصرف بنزین تابعی از تولید ناخالص داخلی بدون نفت به قیمت ثابت، قیمت حقیقی بنزین و موجودی وسایل نقلیه، در نظر گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان که بنزین، کالایی کم کشش و ضروری است و به‌دلیل پایین بودن کشش آن عمدتاً تثبیت قیمت بنزین و نبود جایگزین مناسب برای آن است. ختایی و اقدامی (۱۳۸۴)، با استفاده از روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده[1]، تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل زمینی در کشور را طی سال‌های ۸۱-۱۳۵۹ تخمین زده و با توجه به سناریوهای عنوان شده در برنامه‌ی چهارم توسعه، مصرف بنزین در بخش حمل و نقل زمینی را برای سال‌های ۹۴-۱۳۸۲ پیش‌بینی کردند. در این مطالعه نیز کشش قیمتی در حد پایینی بود.

مزرعتی (۱۳۸۴)، با بررسی نقش متروی تهران در کاهش مصرف بنزین، مصرف این حامل انرژی را تا سال ۱۴۰۰ پیش‌بینی کرد. در این مطالعه متغیرهای تعداد خودروهای بنزین‌سوز، قیمت واقعی بنزین، درآمد ملی واقعی، جمعیت و متغیر وقفه‌ی مصرف، عوامل مؤثر بر مصرف بنزین در کشور عنوان و تابع تقاضای بنزین با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی تخمین زده شد. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که مصرف بنزین در کشور طی سال‌های آتی روندی افزایشی خواهد داشت، از این‌رو در راستای کاهش مصرف آن، باید سامانه‌ی متروی شهری در تهران و سایر شهرهای کشور راه‌اندازی شود. ابونوری و شیوه (۱۳۸۵)، در مطالعه‌ای با به‌کارگیری روش‌های آماری و اقتصادسنجی، تابع تقاضای بنزین در ایران را برای دوره‌ی ۸۱-۱۳۴۷ تخمین زدند. در این مطالعه تقاضای بنزین تابعی از درآمد ملی، قیمت بنزین، جمعیت، تعداد خودروهای بنزین‌سوز و عمر متوسط خودرها در نظر گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تعداد خودرو، درآمدملی و رشد جمعیت عوامل تأثیرگذاری بر تقاضا و مصرف بنزین در ایران هستند. مزرعتی (۱۳۸۶)، کشش کوتاه‌مدت راندمان خودروهای سواری برای تقاضای بنزین را برابر ۳/۵- به‌دست آورد. کشش قیمتی بنزین، ۰/۱۷- و کشش‌های عمر خودرو و تعداد

1- ARDL.

خودوروهای سواری به‌ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۴۳ به‌دست آمد. زراءنژاد و قپانچی (۱۳۸۶)، با به‌کارگیری روش هم‌جمعی یوهانسن- جوسیلیوس، رابطه‌ی بلندمدت و مدل تصحیح خطا که تغییرات کوتاه‌مدت متغیرها را به تعادل بلندمدت آن‌ها ارتباط می‌دهد، تابع تقاضای بنزین را برای دوره‌ی ۸۲-۱۳۴۶ برآورد کردند. نتایج تحقیق نشان داد که تقاضا برای بنزین نسبت به قیمت و درآمد بی‌کشش است.

از مطالعات خارجی انجام گرفته در زمینه‌ی تخمین تابع تقاضا بنزین، می‌توان به مطالعات پاگولاتوس[1] (۱۹۸۶) اشاره کرد، که تقاضا برای فرآورده‌های نفتی امریکا از جمله بنزین را با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی برای دوره‌ی ۷۲-۱۹۵۹ تخمین زد. در این مقاله تقاضای سرانه‌ی بنزین تابعی از درآمد سرانه، قیمت بنزین و تقاضای سرانه‌ی بنزین در دوره‌ی قبل بود. در مطالعه‌ی دیگری جانسون و توتو[2] (۱۹۸۳)، تقاضای فرآورده‌های نفتی اعضای اوپک را با استفاده از مدل‌های آماری و اقتصادسنجی برای سال‌های ۹۰-۱۹۸۵ پیش‌بینی نمودند. در این مطالعه مصرف سرانه‌ی فرآورده‌های نفتی تابعی از تولید ناخالص داخلی سرانه و قیمت فرآورده‌های نفتی درنظر گرفته شده بود. نتایج این مقاله نشان داده که ضرایب کشش قیمتی تقاضای بنزین از نظر آماری بی‌معنی بوده و کشش‌های درآمدی در دامنه‌ی بین ۰/۸۸ تا ۱/۱۲ قرار دارد. این دو نتیجه بیانگر بی‌کشش بودن تقاضای بنزین و نرمال بودن این کالا با توجه به کشش درآمدی است.

ادگبولوگ و دایو[3](۱۹۸۶)، مصرف بنزین در نیجریه را در طی سال‌های ۱۹۸۰- ۱۹۶۵ برآورد کردند. آن‌ها در این مطالعه از سه مدل اقتصادسنجی با حالت‌های مختلف برای برآورد تابع تقاضای بنزین در این کشور استفاده کردند. در مطالعه‌ی فوق متغیرهایی چون درآمد قابل تصرف، قیمت بنزین، قیمت سوخت‌های جانشین، کارایی و شتاب خودرو و موجودی خودروها، در میزان مصرف مؤثر دانسته شد. نتایج مطالعه‌ی آن‌ها نشان دادکه درآمد و موجودی مؤثر خودرو، توضیح‌دهنده‌های قوی برای مصرف بنزین هستند و با کاهش تدریجی یارانه‌ی بنزین، نقش قیمت بنزین در مصرف آن بیش‌تر اثر خواهد بود.

1- Pagolatous.
2- Johanson and Totto .
3- Adegbulugde & Dayo.

ایده‌ی محاسبه‌ی تکاملی[1] در دهه‌ی ۱۹۶۰ توسط رچنبرگ[2] در کتابی باعنوان «استراتژی‌های تکامل[3]» معرفی شد. سپس ایده‌ی وی توسط سایر محققان بسط یافت. الگوریتم ژنتیک که مبتنی بر محاسبات تکاملی است اولین بار توسط جان‌هالند[4](۱۹۷۵)، مطرح شد و سپس توسط جان کوزا [5](۱۹۹۲) عمومیت یافت. الگوریتم ژنتیک به عنوان یک روش مؤثر و کارا برای حل مسائل پیچیده، در زمینه‌های تجاری، علمی و مهندسی کاربرد گسترده‌ای دارد. از جمله مطالعات انجام گرفته در زمینه‌ی استفاده از الگوریتم ژنتیک در تخمین تقاضای فرآورده‌های انرژی، می‌توان به مطالعات سیلان و اوزتورک[6] (۲۰۰۴) اشاره کرد، که تقاضای انرژی ترکیه را با استفاده از از الگوریتم ژنتیک بر اساس شاخص‌های اقتصادی تخمین زدند. متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق تولید ناخالص ملی، جمعیت، صادرات و واردات بود. در این مطالعه مدل‌های مربوط به تقاضا در قالب الگوریتم ژنتیک به دو صورت خطی و نمایی به‌دست آمدند. در این مطالعه بازه‌ی زمانی ۱۹۹۰- ۱۹۷۰ برای تخمین مدل‌ها و بازه‌ی زمانی ۲۰۰۱- ۱۹۹۱ برای اعتبار سنجی این مدل‌ها و مقایسه‌ی آن‌ها با پیش‌بینی‌های وزارت انرژی و منابع طبیعی ترکیه بود، که نتایج این تحقیق خطای پیش‌بینی کم‌تر مدل‌های مذکور نسبت به پیش‌بینی‌های وزارت انرژی و منابع طبیعی را نشان داد. هم‌چنین مصرف انرژی ترکیه بر اساس مدل‌های مذکور، تحت سناریوهای مختلف تا سال ۲۰۲۵ پیش‌بینی شد.

هالدنبیلن[7] و سیلان (۲۰۰۵)، با استفاده از سه مدل خطی، درجه‌ی دو و نمایی، تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل ترکیه را برای سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۷۰ با به‌کارگیری تکنیک الگوریتم ژنتیک تخمین زدند. در این مطالعه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل تابعی از جمعیت، تولید ناخالص داخلی و تعداد خودرو درنظر گرفته شد. در این مطالعه داده‌های سری زمانی ۹۵-۱۹۷۰، برای تخمین مدل و داده‌های سری زمانی ۲۰۰۰-۱۹۹۶ برای اعتبار سنجی مدل‌ها به‌کار گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که مدل درجه‌ی دو نسبت به دو مدل دیگر از دقت بالایی در تخمین تقاضا انرژی در

1- Evolutionary Computing .
2- Rechenberg .
3- Evolution Strategies .
4- Holland .
5- Jun kusa.
6- Ceylan& Ozturk .
7- Haldenbilen.

بخش حمل و نقل برخوردار است. هم‌چنین مصرف انرژی در بخش حمل و نقل تا سال ۲۰۲۰، بر اساس سناریوهای مختلف پیش‌بینی شد.

از دیگر مطالعات انجام‌گرفته در زمینه‌ی کاربرد الگوریتم ژنتیک در تخمین توابع تقاضای حامل‌های انرژی، می‌توان به کارهای اوزتورک و دیگران[1](۲۰۰۴) در تخمین تولید و مصرف فرآورده‌های نفتی ترکیه، اوزتورک و دیگران (۲۰۰۴)، در تخمین تقاضای انرژی ترکیه در دو بخش تجاری و خانگی، اوزتورک و دیگران (۲۰۰۵)، در تخمین تقاضای کل برق و تقاضای برق در بخش صنعت ترکیه، فنگ‌پای، چیانگ‌هنگ[2](۲۰۰۵)، در پیش‌بینی بار برق منطقه‌ای تایوان و اوزتورک و کانیورت[3](۲۰۰۸)، در زمینه‌ی تخمین تقاضا برای سوخت‌های فسیلی (نفت، زغال‌سنگ و گازطبیعی) در ترکیه اشاره کرد.

تاکنون در مطالعات داخلی در زمینه‌ی تخمین تابع تقاضای حامل‌های انرژی، به‌ویژه بنزین در قالب الگوریتم ژنتیک مطالعه‌ای انجام نگرفته است. در زمینه‌ی پیش‌بینی قیمت بنزین، ابریشمی و همکاران(۱۳۸۷)، با استفاده از شبکه‌ی عصبی GMDH [4]، مبتنی بر الگوریتم ژنتیک، با دو روش قیاسی و قواعد تحلیل تکنیکی قیمت بنزین را پیش‌بینی کردند. متغیرهای ورودی در روش قیاسی، شامل تمام عوامل مؤثر (درون و برون سیستمی) بر قیمت بنزین و در روش تحلیل تکنیکی شامل میانگین‌های متحرک کوتاه و بلندمدت بود. نتایج نشان از دقت بیش از ۹۶ درصدی پیش‌بینی و پایداری روش قیاسی و بیش از ۹۹ درصد تحلیل تکنیکی داشت. هم‌چنین، در مقایسه‌ی معیارهای خطا، دقت پیش‌بینی‌های شبکه‌ی عصبی GMDH، به‌طور معناداری از الگوی رگرسیونی بهتر بود.

از جمله کارهای انجام گرفته در زمینه‌ی استفاده از الگوریتم ژنتیک در حوزه‌ی علوم انسانی، می‌توان به مطالعات زاده شهیرو عشقی (۱۳۸۲) در زمینه‌ی استفاده از الگوریتم ژنتیک در انتخاب یک مجموعه دارایی از سهام بورس اوراق بهادار و فرجزاده دهکردی (۱۳۸۶)، در زمینه‌ی کاربرد الگوریتم ژنتیک در مدل‌بندی پیش‌بینی ورشکستگی، اشاره کرد.

1- Ozturk.
2- Feng Pai, Chiang Hong.
3- Canyurt.
4- Group Method of Data Handling.

شرزه‌ای و همکاران (۱۳۸۷)، تقاضای سرانه‌ی آب در شهر تهران را با استفاده از شبکه‌ی عصبی GMDH مبتنی بر الگوریتم ژنتیک، الگوهای ساختاری و هم‌چنین سری زمانی پیش بینی کردند. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن بود که پیش‌بینی تقاضای آب با استفاده از روش شبکه‌های عصبی نوع GMDH، نسبت به برآوردهای حاصل از الگوهای ساختاری و سری زمانی، از درجه‌ی کارایی بیش‌تری برخوردار بود.

۳- مبانی نظری الگوریتم ژنتیک

کاشفان الگوریتم ژنتیک سعی کردند با به‌دست آوردن مدلی شبیه به وراثت طبیعی، به الگوریتمی دست یابند که توسط آن بتوانند به جواب‌های بهینه‌ی مورد نظر در مسائل خود برسند. در وراثت طبیعی ابتدا به یک جمعیت اولیه[1] نیاز است. جمعیت در حقیقت مجموعه‌ای از کروموزوم‌ها با خصوصیات متفاوت هستند. در این‌جا نیز، تعدادی کروموزوم را به عنوان جمعیت اولیه در نظر می‌گیریم، که در اصل هر کدام نقطه‌ای در فضای جواب‌های مسئله است. پس یک جمعیت اولیه معادل یک دسته جواب‌های اولیه در فضای جستجوی جواب‌های مسئله می‌باشد.

هر جواب اولیه یک کروموزوم هستند که تعدادی ژن دارد و معرف خصوصیات کروموزوم است. هر یک از ژن‌ها نیز یکی از متغیرهای مسئله می‌باشد. حال باید مقدار این متغیرها به گونه‌ای به‌دست آید که جواب مسئله بهینه باشد یعنی خصوصیات این افراد به گونه‌ای شود، که توانایی آن برای این شرایط مسئله خوب و شایسته است. اما این شایستگی چگونه ارزیابی می‌شود؟ برای این منظور به یک تابع برازندگی[2] (شایستگی) نیاز است که میزان شایستگی هر فرد را محاسبه کند. این تابع باید در راستای تابع هدفی باشد که می‌خواهد بهینه شود.

حال یک جمعیت با شایستگی‌های متفاوت وجود دارد، که باید از میان آن‌ها والدین[3] به‌گونه‌ای انتخاب[4] شوند تا افرادی شایسته برای تولید نسلی شایسته انتخاب گردند. یعنی از بین جواب‌های اولیه، جواب‌هایی که به جواب بهینه‌ی مورد نظر نزدیک‌ترند، شانس بقای بیش‌تری داشته باشند. پس یک عملگر انتخاب نیز نیاز است.

1- Initial Generation .
2 - Fitness Function.
3- Parents.
4 - Selection.

سپس از بین والدین انتخاب شده، زوج والدین با هم همبری[1] کرده و فرزندانی[2] تولید می‌کنند، یعنی دو جوابی که برای ازدواج، شایسته شناخته و انتخاب شده‌اند، با هم ترکیب شده و جواب‌های جدیدی برای جستجو در فضای جواب‌های مسئله تولید می‌کنند. پس عملگر بعدی، عملگر همبری است. در نهایت نیز روی فرزندان جهش ایجاد می‌شود و نسل بعد ساخته می‌شود. توسط این عمل نیز مقادیر بعضی از ژن‌ها تغییر یافته و نقاط جدید برای جستجو در فضای جواب‌های مسئله تولید می‌شود. پس آخرین عملگر، عملگر جهش خواهد شد. بدین ترتیب بعد از یک مرحله اجرای الگوریتم، یک نسل جدید از جمعیت یا همان دسته جواب‌های جدید در فضای جواب‌های مسئله تولید می‌شود. حال اگر این روند تکرار شود، چون به جواب‌های بهتر شانس بیش‌تری برای حفظ و تکثیر خصوصیات خوب آن‌ها داده می‌شود، می‌توان امیدوار بود که پس از طی چند نسل به نسلی بهینه‌تر دست یافت، یعنی رسیدن به دسته جواب‌هایی نزدیک‌تر به جواب بهینه‌ی مورد نظر که می‌تواند شامل خود نقطه‌ی بهینه نیز باشد.

در این مقاله پارامترهای مورد نظر در هر کروموزم به‌صورت باینری[3] مدل‌سازی شده‌اند. هر پارامتر از نظر تعداد بیت[4] با توجه به دقت مدل‌سازی در سیستم دهدهی[5] با استفاده از رابطه‌ی زیر تعیین شده است:

$$\Delta = \frac{\iota^{max} - \iota^{min}}{۲^{k+۱}} \qquad (۱۴)$$

به‌طوری‌که Δ دقت مورد نظر و k تعداد بیت‌ها و l کران‌های بالا و پایین هر پارامتر است. روش رمزگشایی[6] کروموزم‌ها دراین الگوریتم به این صورت است که ابتدا مقدار هر هر پارامتر را در کروموزوم باینری به دهدهی تبدیل و با استفاده از رابطه‌ی (۱۵) به عددی بین صفر تا یک نرمالیزه می‌کنیم.

$$n = \frac{d}{۲^{k} - ۱} \qquad (۱۵)$$

1- Cross Over.
2- Offsprings.
3- binary .
4- bit .
5- digit .
6- coding .

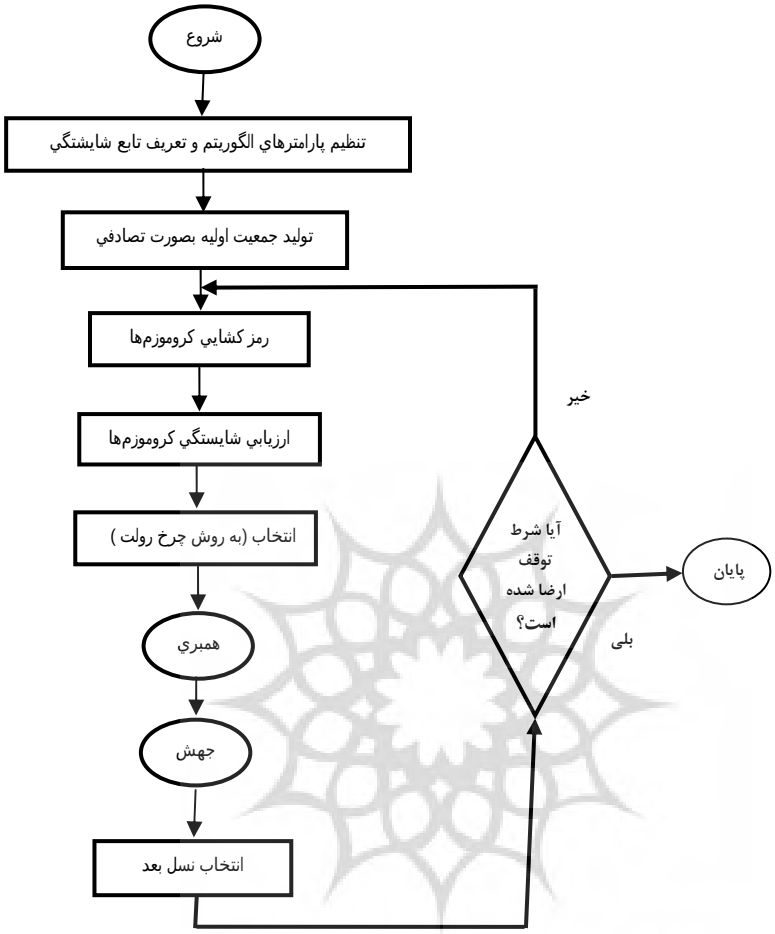
به‌طوری‌که k و d به‌ترتیب بیانگر تعداد بیت و مقدار دهدهی مربوط بـه هـر پـارامتر است. سپس عدد نرمالیزه شده را به عددی بین کران بـالا و پـایین آن پـارامتر نگاشـت کرده و عدد حقیقی به‌دست آمده را در تابع برازنـدگی قـرار مـی‌دهـیم. بهتـرین مقـدار برازندگی و متوسط آن را برای آن نسل ثبت می‌کنیم. برای تشـکیل نسـل بعـدی ابتـدا کروموزوم‌های با شایستگی بیش‌تر با تکنیک چرخ گردان[1] را انتخـاب کـرده و در ادامـه کروموزوم‌های انتخاب شده را داخل حوضچه‌ی تزویج[2] ریخته‌ی سپس با تعیین احتمال همبری (تقاطعی)[3] که در این مقاله برابر $P_c = ۰/۹$ در نظرگرفته شده است، کروموزم‌ها به‌طور تصادفی انتخاب شده و همبری با این احتمال انجام می‌گیرد و با احتمـال $۱-P_c$ ممکن است بدون همبری به نسل بعد انتقال یابد. همبری انـواع مختلفـی دارد، کـه در الگوریتم مورد نظر از همبری تک نقطه‌ای[4] استفاده شده است. در بعضی موارد احتمـال دارد که مقدار یک بیت خاص در بیش‌تر کروموزوم‌ها یکسان باشد، یا این‌که مقدار یـک بیت در اثر همبری جابه‌جا شده باشد در حالی‌که در حالت قبلی با ارزش‌تر بـوده اسـت. بنابراین به عملگر دیگری به نام جهش[5] است که همانند عملگر همبری، عملی تصادفی تصادفی است و در این مقاله با احتمال $P_m = ۰/۰۰۶$ انجام شده است. در نتیجه جهش مقدار بیت انتخاب شده از یک به صفر و بر عکس تغییرمی یابد. با تعیـین تعـداد تکـرار نسل و شرط توقف، متوسط و بهترین جواب تا آن نسل ثبت می‌شود.

تابع هدف و در حقیقت مدل ارائـه شـده بـرای تخمـین فراینـد تقاضـای بنـزین در سال‌های آتی به صورت رابطه‌ی (۱۶) در نظر گرفته شده است:

$$MaxF(x) = \frac{۱}{\sum_{i}^{m} s_i (E_{obs} - E_{est})^۲}, i = ۱,۲,...,m \qquad (۱۶)$$

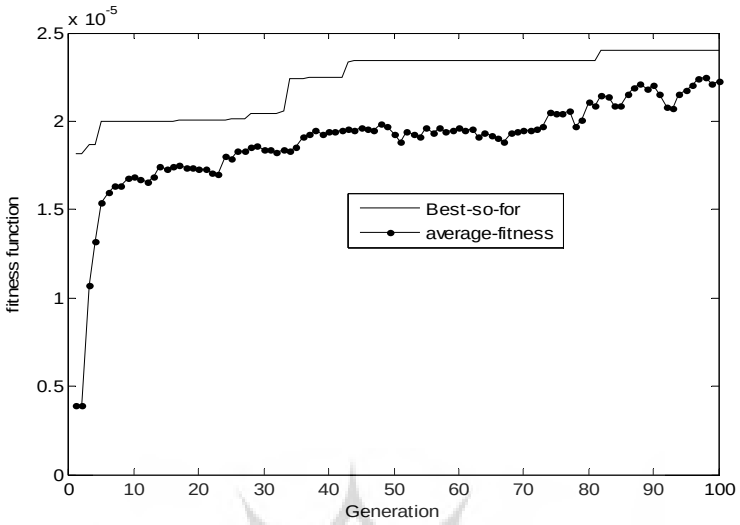
به‌طوری‌که مقدار تابع برازندگی برابر است با مجموعه مربعات خطـا (SSE) و E_{obs} و E_{est}، به‌ترتیب تقاضای واقعی بنزین و تقاضای تخمین زده شده، m تعداد مشاهدات و s_i عامل وزن‌دهی است. ساختار الگوریتم اعمالی برای بهینه‌سازی مدل فوق در شـکل (۱) نشان داده شده است.

1- Rollet wheel .
2- Mating pool .
3-Crossover possibility .
4- single point .
5- mutation .



شکل ۱- ساختار الگوریتم اعمالی

هم‌چنین روند هم‌گرایی الگوریتم برای جستجوی جواب بهینه، یکی از مدل‌های تخمینی در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲- روند هم‌گرایی الگوریتم در یافتن جواب بهینه

منبع: خروجی نرم‌افزار MATLAB

همان‌طوری‌که در مبانی نظری الگوریتم ژنتیک گفته شد، با رفتن از یک نسل به نسل دیگر مقدار تابع هدف بهبود می‌یابد با توجه به این که در مدل پیشنهادی هدف، حداقل کردن تابع هدف است، انتظار می‌رفت که با افزایش نسل، نمودار، روند نزولی را طی کند، اما با توجه به این‌که تابع شایستگی در داخل الگوریتم، حداکثرسازی معکوس تابع هدف در نظر گرفته شده است، در نتیجه نمودار سیر صعودی را طی کرده، که نشان‌دهنده‌ی عملکرد درست عملگرهای الگوریتم می‌باشد.

دو نمودار فوق در شکل (۲) روند هم‌گرایی به جواب بهینه را به‌خوبی نشان می‌دهند، زیرا در آخرین نسل به یکدیگر نزدیک شده‌اند، نمودار بالایی بهترین جواب تا آن نسل و نمودار پایینی متوسط بهترین جواب تا آن نسل را نشان می‌دهد. جدول (۱)، پارامترهای استفاده شده در الگوریتم ژنتیک برای تخمین معادلات فوق را نشان می‌دهد.

جدول ۱- پارامترهای استفاده شده در الگوریتم ژنتیک

جمعیت اولیه	۵۰
تعداد نسل	۱۰۰
احتمال عملگر همبری (تقاطعی) (P_c)	۰/۹
احتمال عملگر جهشی (P_m)	٪۰۰۶

۴- معرفی مدل

در مطالعات داخلی انجام گرفته، بیش‌تر مدل‌های تقاضا بر اساس مدل‌های خطی تخمین زده شده‌اند. جدول (۲)، برخی کارهای انجام گرفته توسط محققان داخلی در تخمین تابع تقاضای بنزین را نشان می‌دهد. این مطالعات ما را در تعیین متغیرهای تأثیرگذار بر تقاضای بنزین یاری می‌رساند.

جدول ۲- برخی مطالعات داخلی انجام گرفته در تخمین تقاضای بنزین

نویسنده (سال)	عنوان	متغیرهای مستقل
زهرا آخانی (۱۳۷۸)	برآورد تابع تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل در ایران	قیمت سوخت، درآمد قابل تصرف، تعداد وسایل نقلیه، عمر وسایل نقلیه، کارایی وسایل نقلیه، ....
اسماعیل نیا (۱۳۷۸)	برآورد تقاضای سوخت در بخش حمل‌ونقل زمینی و پیش بینی آن طی برنامه‌ی سوم	تولید ناخالص داخلی بدون نفت، قیمت بنزین و موجودی وسایل نقلیه
عباسعلی ابونوری و هیوا شیوه (۱۳۸۵)	برآورد تابع تقاضای بنزین در ایران طی دوره‌ی ۱۳۸۱-۱۳۴۷	درآمد ملی، قیمت بنزین، جمعیت، تعداد خودروهای بنزین‌سوز و متوسط عمر خودروها
محمد مزرعتی (۱۳۸۶)	محاسبه‌ی متوسط عمر خودروها در ایران و اثر آن بر مصرف سوخت: افزایش متوسط راندمان در برابر جوان‌سازی ناوگان	متوسط عمر خودرو،راندمان خودرو، قیمت بنزین و تعداد خودرو
محمودختایی و پروین اقدامی (۱۳۸۴)	تحلیل کشش قیمتی تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل زمینی ایران و پیش بینی آن تا سال ۱۳۹۴	قیمت بنزین، جمعیت،تعداد خودرو، درآمد ملی و متوسط عمر خودرو
منصور زراءنژاد و فرشید قپانچی (۱۳۸۶)	برآورد مدل تصحیح خطای تقاضای بنزین در ایران	قیمت بنزین، تولید ناخالص داخلی، موجودی خودرو، هزینه‌ی حمل و نقل شهری

با در نظر گرفتن متغیرهای استفاده شده در مطالعات انجام گرفته‌ی داخلی، در این مقاله تابع تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$E=f(Veh, GDP, P, POP, Mveh, Eveh) \quad (۸)$$

E= مصرف بنزین

Veh = تعداد خودروهای بنزین سوز در سطح کشور

GDP= تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶

P= قیمت واقعی بنزین

POP= جمعیت

Mveh =عمر متوسط خودروهای موجود

Eveh= راندمان مصرف (به ازای ۱۰۰ کیلومتر) که بیانگر میزان کارایی خودرو است.

با توجه به مشخصه‌های بیان شده در مورد الگوریتم ژنتیک، در این مقاله ۳، معادله برای تخمین تقاضای برق خانگی به‌کار گرفته شده است

۳-۱- معادله‌ی خطی

$$E_{lin} = w_1 + w_2X_1 + w_3X_2 + w_4X_3 + w_5X_4 + w_6X_5 + w_7X_6 \quad (۱۱)$$

۳-۲- معادله‌ی درجه‌ی دو

$$\begin{aligned} E_{qual} = {} & w_1 + w_2X_1 + w_3X_2 + w_4X_3 + w_5X_4 + w_6X_5 \\ & + w_7X_6 + w_8X_1X_2 + w_9X_1X_3 + w_{10}X_1X_4 \\ & + w_{11}X_1X_5 + w_{12}X_1X_6 + w_{13}X_2X_3 + w_{14}X_2X_4 \\ & + w_{15}X_2X_5 + w_{16}X_2X_6 + w_{17}X_3X_4 + w_{18}X_3X_5 \end{aligned}$$

$$+ w_{19}X_3X_6 + w_{20}X_4X_5 + w_{21}X_4X_6 + w_{22}X_5X_6 + w_{23}X_1^{2} + w_{24}X_2^{2} + w_{25}X_3^{2}w_{26}X_4^{2} + w_{27}X_5^{2} + w_{28}X_6^{2} \quad (12)$$

۳-۳- معادله‌ی نمایی

$$E_{exp} = w_1 + w_2X_1^{w_3} + w_4X_2^{w_5} + w_6X_3^{w_7} + w_8X_4 + w_9X_5^{w_{10}} + w_{11}X_6^{w_{12}} \quad (13)$$

در معادلات بالا X۱، X۲، X۳، X٤، X۵ و X٦ به‌ترتیب برابر است با تعداد خودروهای بنزین سوز، تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت، قیمت واقعی بنزین، جمعیت، عمر متوسط، راندمان مصرف سوخت و wi برابر است با ضرایب وزن هر یک از متغیرها.

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق به دو بخش تقسیم شده است. نخست داده‌های سری زمانی مربوط به سال‌های ۷۵- ۱۳۵۳، برای تخمین معادلات فوق به‌کار بسته شده و داده‌های سری زمانی سال‌های ۸۵-۱۳۷۶ برای اعتبارسنجی معادلات مذکور به‌کار برده می‌شود. داده‌های سری زمانی مورد استفاده از ترازنامه‌ی انرژی، شرکت ملی پخش و پالایش فرآورده‌های نفتی، و سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور استخراج شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۵- برآورد مدل‌های تقاضا

پس از اجرای عملیات فوق معادلات خطی، درجه‌ی دو و نمایی به‌صورت رابطه (۱۳) به‌دست می‌آید:

(۱) معادله‌ی خطی

$$E_{lin} = ۰/۰۰۲X_1 + ۰/۰۱۲X_2 - ۰/۸۷۷X_3 + ۰/۱۶۵X_4 - ۵۵۲/۵X_6 \quad (14)$$

مقادیر w_i=۱/۵ با توجه به نتایج خروجی الگوریتم ژنتیک برابر با مقدار صفر است

در معادله‌ی فوق تعداد خودروها (X۱)، تولید ناخالص داخلی (X۲)، و جمعیت (X٤) ارتباط مثبت و قیمت حقیقی بنزین (X۳) و راندمان مصرف (X٦)، ارتباط منفی با مصرف بنزین دارند. علائم ضرایب متغیرهای توضیحی فوق در بیش‌تر مطالعات انجام گرفته یکسان است.

(۲) معادله‌ی درجه‌ی دو

$$E_{qual} = ۷۴۹.۱۵ + ۰/۰۰۲X_۱ + ۰/۰۰۷X_۲ + ۱۷/۱۴۴X_۳ + ۰/۱۹۲X_۴ + ۴۸۹۱X_۵ - ۶۵۰۴X_۶ - ۰/۳۰۳X_۳X_۵ - ۱/۰۲X_۳X_۶ - ۳۶۱/۵X_۵X_۶ + ۶/۴۴X_۵^۲ + ۴۲۶X_۶^۲ \quad (۱۵)$$

مقادیر ۲٦، ۲۵، ۲٤، ۲۳، ۲۱، ۲۰، ۱۷، ۱٦، ۱۵، ۱٤، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸= w_i با توجه به نتایج خروجی الگوریتم ژنتیک برابر با مقدار صفر است.

در معادله‌ی فوق تعداد خودروها ($X_۱$)، تولید ناخالص داخلی ($X_۲$)، و جمعیت ($X_٤$) ارتباط مثبتی با مصرف بنزین دارند.

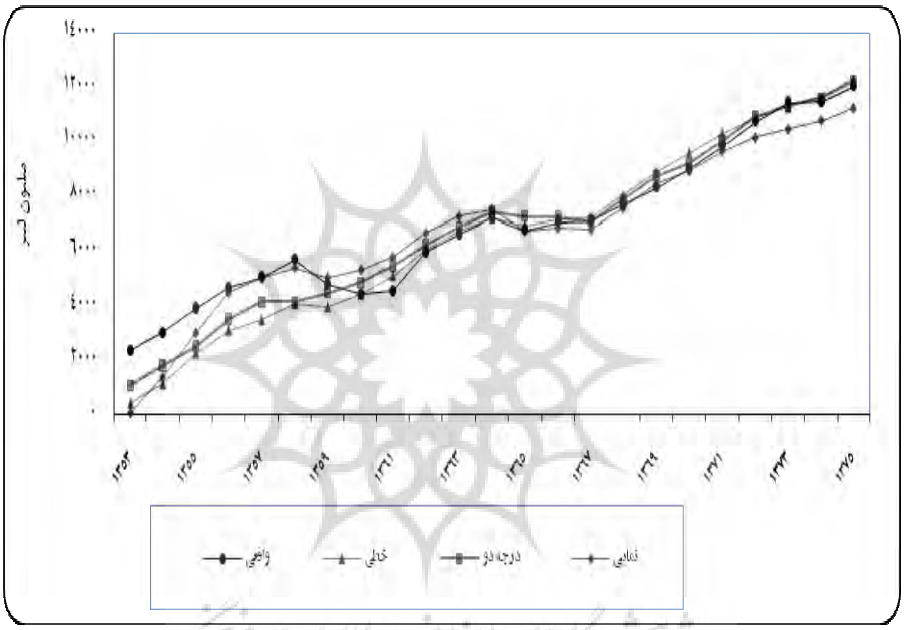
از طرفی متغیر راندمان مصرف ($X_٦$)، ارتباط متقابل قیمت حقیقی بنزین با عمر متوسط خودرو ($X_۳$ $X_۵$)، ارتباط متقابل قیمت حقیقی بنزین با راندمان مصرف($X_۳$ $X_٦$) و ارتباط متقابل عمر متوسط خودرو و راندمان مصرف ($X_۵$ $X_٦$) ارتباط منفی با مصرف بنزین دارند. هم‌چنین متغیر مربع عمر متوسط خودرو($X_۵$) و مربع راندمان مصرف ($X_٦$) ارتباط مثبتی با مصرف بنزین دارند.

(۳) معادله‌ی نمایی

$$E_{exp} = -۰/۶۴۷ + ۰/۸۲x_۱^{۰/۶۷} + ۰/۵۲X_۲^{۰/۷۲} - ۰/۶۸X_۳^{۱/۰۵} + ۰/۴X_۴ + ۴/۸۱X_۵^{۲/۳۷} - ۱/۰۵X_۶^{۱/۵۶} \quad (۱۶)$$

در معادله‌ی فوق تعداد خودروها (X_1)، تولید ناخالص داخلی (X_2) جمعیت (X_4) و عمر متوسط خودرو (X_5)، ارتباط مثبت و قیمت حقیقی بنزین (X_3) و راندمان مصرف (X_6)، ارتباط منفی با مصرف بنزین دارند.

نمودار (۱)، تقاضای تخمینی بنزین در بخش حمل و نقل را بر اساس مدل‌های خطی، درجه‌ی دو و نمایی در طول سال‌های ۷۵-۱۳۵۳ نشان می‌دهد.



نمودار ۱ - مقادیر تخمینی مصرف بنزین

منبع:یافته‌های تحقیق

۶- ارزیابی مدل‌های تقاضا

به منظور سنجش و انتخاب بهترین مدل تخمین برای تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل، از معیارهای میانگین مربع خطای استاندارد[1] (MSE)، مجذور میانگین مربع خطا[2]

1- Mean squar Error.
2- Root of Mean Squar Error .

(RMSE)، میانگین قدر مطلق خطا[1](MAE) و میانگین درصد قدرمطلق خطا[2] (MAPE) استفاده شده، که نتایج آن در جدول (۳) است. این معیارها بر اساس مقیاس داده‌های واقعی دوره‌ی ۸۵-۱۳۷۶به‌دست آمده‌اند.

جدول ۳- مقایسه مدل‌های خطی، درجه‌ی دو و نمایی

مدل	MSE	RMSE	MAE	MAPE
خطی	۶۲۵۸۶۸	۷۹۱	۵۷۴	۲/۷۵
درجه‌ی دو	۲۵۲۳۹۴	۵۰۲	۳۱۵	۱/۴۷
نمایی	۶۴۳۱۰۴	۸۰۲	۵۸۳	۹/۳۳

منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس جدول (۳)، کم‌ترین مقادیر مربوط به هر یک از معیارهای سنجش، متعلق به مدل درجه‌ی دو است، لذا با توجه به نتایج جدول فوق، تمامی معیارها نشان‌دهنده‌ی برتری مدل درجه‌ی دو نسبت به مدل‌های خطی و نمایی هستند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، مدل درجه‌ی دو نسبت به مدل‌های خطی و نمایی در تخمین تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل برای دوره‌ی مورد مطالعه، از نتایج بهتر و دقت پیش‌بینی بالاتری برخوردار است.

۷- پیش‌بینی تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل

پس از تخمین و ارزیابی مدل‌های خطی، درجه‌ی دو و نمایی مربوط به تابع تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل، در این بخش مصرف بنزین در بخش حمل و نقل با استفاده از سه مدل مذکور برای سال‌های ۱۴۰۴-۱۳۸۶ (بر اساس اهداف چشم‌انداز بیست ساله)، بر اساس ۴ سناریو (از حالت خوشبین به حالت بدبین) پیش‌بینی می‌شود:

1- Mean Absolute Error .
2- Mean Absolute Precent Error.

فرض‌های سناریوی اول

- رشد تولید ناخالص داخلی ۸/۱ درصد در نظر گرفته می‌شود (بر اساس اهداف چشم انداز بیست ساله)
- قیمت واقعی بنزین ثابت باشد.
- تعداد خودرو بر اساس متوسط رشد ۵ سال پایانی دوره‌ی مورد مطالعه است. (۰/۱۳۶۸)
- رشد جمعیت ۱/۵ درصد در نظر گرفته می‌شود
- عمر مفید و راندمان مصرف با توجه به پیشرفت تکنولوژی در صنعت خورروسازی، متوسط تغییرات ۵ سال پایانی دوره‌ی مورد مطالعه است (به‌ترتیب ۰/۰۵۶۴- و ۰/۰۰۶۱۹-)

فرض‌های سناریوی دوم

- رشد تولید ناخالص داخلی۶/۲۲ درصد در نظرگرفته می‌شود (بر اساس متوسط رشد ۵ سال پایانی دوره‌ی مورد مطالعه)
- قیمت واقعی بنزین تا سال ۱۳۹۲، ثابت و در مابقی سال‌ها با رشد ۱۰درصدی مواجه است. (برمبنای پیش‌فرض حذف سیستم سهمیه‌بندی بنزین)
- بقیه‌ی فروض بر اساس سناریوی اول است.

فرض‌های سناریوی سوم

- رشد تولید ناخالص داخلی۵/۲۳ درصد در نظر گرفته می‌شود (براساس متوسط رشد دوره‌ی مورد مطالعه بدون احتساب دوران قبل از انقلاب و جنگ)
- قیمت واقعی بنزین تا سال ۱۳۹۲، ثابت و در مابقی سال‌ها با رشد ۱۵درصدی مواجه است.
- بقیه‌ی فروض بر اساس سناریوی اول است.

فرض‌های سناریوی چهارم

- رشد تولید ناخالص داخلی۲/۸۳ درصد در نظر گرفته می‌شود (بر اساس متوسط رشد دوره‌ی مورد مطالعه)

- قیمت واقعی بنزین تا سال ۱۳۹۲، ثابت و در مابقی سال‌ها با رشد ۲۰درصدی مواجه است.

- بقیه‌ی فروض بر اساس سناریوی اول می‌باشد.

مقادیر پیش‌بینی شده‌ی مصرف بنزین در بخش حمل‌و نقل در جدول (۵) و نمودار (۲) در پیوست ارائه شده است. بر این اساس، در همه‌ی سناریوها و بر پایه‌ی هر سه مدل، تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل درحال افزایش خواهد بود جدول (۴)، متوسط نرخ رشد تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل را در سه دوره‌ی ۶ ساله بر اساس ۴ سناریو نشان می‌دهد.

جدول ۴- متوسط نرخ رشد پیش‌بینی شده‌ی تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل

سناریو	سناریوی ۱			سناریوی۲			سناریوی۳			سناریوی۴		
دوره	خطی	درجه دو	نمایی	خطی	درجه دو	نمایی	خطی	درجه دو	نمایی	خطی	درجه دو	نمایی
۱۳۸۷-۱۳۹۲	۰/۱۱۵	۰/۱۱۲	۰/۱۱۵	۰/۱۱۳	۰/۱۱۰	۰/۱۱۴	۰/۱۱۲	۰/۱۰۹	۰/۱۱۳	۰/۱۰۸	۰/۱۰۸	۰/۱۱۱
۱۳۹۳-۱۳۹۸	۰/۱۲۱	۰/۱۲۳	۰/۱۰۵	۰/۱۱۹	۰/۱۲۲	۰/۱۰۵	۰/۱۱۸	۰/۱۲۲	۰/۱۰۴	۰/۱۱۸	۰/۱۲۲	۰/۱۰۳
۱۳۹۹-۱۴۰۴	۰/۱۲۵	۰/۱۲۹	۰/۰۹۹	۰/۱۲۵	۰/۱۲۹	۰/۰۹۸	۰/۱۲۴	۰/۱۲۹	۰/۰۹۸	۰/۱۲۴	۰/۱۳۰	۰/۰۹۸
کل دوره	۰/۱۲۰	۰/۱۲۱	۰/۱۰۷	۰/۱۱۹	۰/۱۲۷	۰/۱۰۶	۰/۱۱۸	/۱۲۱	۰/۱۰۵	۰/۱۱۷	۰/۱۲۰	۰/۱۰۴

منبع: یافته‌های تحقیق

در همه‌ی سناریوها، متوسط نرخ رشد دوره‌ای (۶ ساله) تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل در مدل‌های خطی و درجه‌ی دو روند صعودی دارد، در حالی که در مدل نمایی، این شاخص روند کاهنده‌ای دارد.

بر اساس سناریوی ۱، متوسط رشد سالیانه‌ی تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل برای دوره‌ی (۱۴۰۴-۱۳۸۷) براساس مدل‌های خطی، درجه‌ی دو و نمایی به‌ترتیب برابر با ۰/۱۲، ۰/۱۲۱ و ۰/۱۰۷ است. این شاخص در سناریوی ۲ طی دوره‌ی مذکور براساس مدل‌های خطی، درجه‌ی دو و نمایی به‌ترتیب برابر با ۰/۱۱۹، ۰/۱۲۷ و ۰/۱۰۶ است.

بر اساس سناریوی ۳، متوسط رشد سالیانه‌ی تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل برای دوره‌ی مذکور براساس مدل‌های خطی، درجه‌ی دو و نمایی به‌ترتیب برابر با ۰/۱۱۸، ۰/۱۲۱ و ۰/۱۰۵ است. این شاخص در سناریوی ۴ طی دوره‌ی مذکور براساس مدل‌های خطی، درجه‌ی دو و نمایی به‌ترتیب برابر با ۰/۱۱۷، ۰/۱۲۰ و ۰/۱۰۴ می‌باشد.

در هر ۴ سناریو، بیش‌ترین نرخ متوسط رشد تقاضای بنزین در کل دوره، متعلق به مدل درجه‌ی دو و بعد از آن مدل خطی و مدل نمایی می‌باشد. متوسط نرخ رشد مدل خطی بر کل دوره از سناریوی ۱ تا سناریوی ۴ روند نزولی دارد، در حالی که این شاخص برای مدل درجه‌ی دو با انتقال از سناریوی ۱ به سناریوی ۲ از ۰/۱۲۱ به ۰/۱۲۷ افزایش می‌یابد. متوسط نرخ رشد تقاضا با انتقال از سناریوی ۲ به سناریوی ۳ دوبار به ۰/۱۲۱ کاهش می‌یابد در ادامه با انتقال از سناریوی ۳ به سناریوی ۴، این شاخص به ۰/۱۱۹ کاهش می‌یابد.

متوسط نرخ رشد تقاضا در مدل نمایی برای کل دوره از سناریوی ۱ تا سناریوی ۴ روند کاهنده‌ای دارد. بر اساس نمودار (۲) در همه سناریوها، بیش‌ترین مقادیر پیش‌بینی به‌ترتیب متعلق به مدل خطی، درجه‌ی دو و نمایی است.

۸- نتیجه‌گیری

آگاهی از میزان تقاضای بنزین، به منظور اتخاذ تصمیمات صحیح برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های مناسب، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مقوله در بخش حمل و نقل که سهم قابل توجه‌ای از مصرف بنزین را داراست، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. لذا بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای بنزین در جهت شناخت دقیق و صحیح از ساختار رفتاری مصرف، به منظور برنامه‌ریزی دقیق در راستای تحقق اهداف مورد نظر، امری ضروری است. هدف از این تحقیق، برآورد و ارائه‌ی مدل مناسب برای تخمین تابع تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل بود. از آن‌جایی که متغیرهای تأثیرگذار بر تقاضای بنزین دارای روند غیرخطی در طول دوره مورد بررسی بودند و با توجه به مطالعات انجام گرفته در این زمینه، این پیش فرض حاصل شد که شکل‌های غیرخطی معادلات می‌توانند تخمین بهتری از تقاضای بنزین را ارائه کنند. در این تحقیق ابتدا با معرفی

تابع تقاضای بنزین، عوامل تأثیرگذار بر تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل مورد بررسی قرار گرفت.

متغیرهای مورد استفاده در تخمین تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل عبارتند از: تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت، قیمت حقیقی بنزین، جمعیت، تعداد خودروهای بنزین‌سوز، عمر متوسط خودرو و راندمان مصرف.

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق، سری زمانی متغیرهای مذکور برای سال‌های ۸۵-۱۳۵۳ است، که به دو بخش تقسیم شده است. نخست داده‌های سری زمانی ۷۵-۱۳۵۳ برای تخمین مدل‌ها مورد استفاده قرار گرفته و سپس داده‌های سری زمانی ۸۵-۱۳۷۶ برای اعتبارسنجی مدل‌های مورد نظر به‌کار رفته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که مدل درجه‌ی دو نسبت به مدل‌های خطی و نمایی در تخمین تقاضا بنزین نتایج بهتری ارائه می‌کند. در ادامه تقاضای بنزین با استفاده از سه مدل مذکور بر اساس ۴ سناریوی مختلف برای سال‌های ۱۴۰۴-۱۳۸۶ پیش‌بینی شد.

فهرست منابع

ابریشمی، معینی، مهرآرا، احراری و سلیمانی کیا (۱۳۸۷)، مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت بنزین با استفاده از شبکه‌ی عصبی GMDH، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۳۶، صص ۵۸- ۳۷.

ابونوری، عباسعلی و هیوا، شیوه(۱۳۸۵)، برآورد تابع تقاضای بنزین در ایران طی دوره‌ی ۱۳۸۱-۱۳۴۷، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌نامه‌ی اقتصادی، صص ۲۰۵-۲۲۸.

آخانی، زهرا (۱۳۷۸)، بررسی عوامل مؤثر بر مصرف بنزین در کشور، مجله‌ی برنامه و بودجه، شماره‌ی ۴۳ و ۴۴، سال چهارم، صص ۱۴۸-۱۳۳.

آخانی، زهرا (۱۳۷۸)، برآورد تابع تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل در ایران برای سال‌های ۷۴-۱۳۵۶، مجله‌ی برنامه و بودجه، شماره‌ی ۳۸ و ۳۹، سال چهارم، صص ۱۲۸-۱۰۱.

اسماعیل‌نیا، علی اصغر (۱۳۷۸)، بررسی افزایش قیمت بنزین روی مصرف آن، مجله‌ی برنامه و بودجه، شماره‌ی ۵۳، صص ۶۱-۳۳.

زراء نژاد، منصور و فرشید قپانچی (۱۳۸۶)، برآورد مدل تصحیح خطای تقاضای بنزین در ایران، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌نامه‌ی بازرگانی، شماره‌ی ۴۲، صص ۵۲-۲۹.

ختایی، محمود و پروین اقدامی (۱۳۸۴)، تحلیل کشش قیمتی تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل زمینی و پیش‌بینی آن تا سال۱۳۹۴، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۲۵، صص ۴۶-۲۳.

شرزه‌ای، غلامعلی، احراری، مهدی و حسن فخرائی (۱۳۸۷)، پیش‌بینی تقاضای آب شهر تهران با استفاده از الگوهای ساختاری، سری‌های زمانی و شبکه عصبی نوع GMDH، مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، شماره‌ی ۸۴، صص۱۷۵-۱۵۱.

مزرعتی، محمد (۱۳۸۶)، محاسبه متوسط عمر خودروها در ایران و اثر آن بر مصرف سوخت: افزایش متوسط راندمان در برابر جوان‌سازی ناوگان"، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال چهارم، شماره‌ی ۱۲، صص ۲۶ –۶.

مزرعتی، محمد (۱۳۸۴)، پیش‌بینی‌مصرف‌بنزین‌تاسال ۱۴۰۰ و نقش‌مبتروتهران در کاهش مصرف آن، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره‌ی ۴، صص ۷۸ – ۵۷.

فرجزاده دهکردی، حسن (۱۳۸۶)، کاربرد الگوریتم ژنتیک در مدل‌بندی پیش‌بینی ورشکستگی، **پایان نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد حسابداری دانشگاه تربیت مدرس.**

Adegbulugde, A, and Dayo, F. (1986) .Demend Analysis of Gasoline Consumption in Nigeria, OPEC Review, 28(2), Pages131-142.

Harun Kemal Ozturk, Halim Ceylan, Arif Hepbasli and Zafer Utlu.(2004). Estimating petroleum exergy production and consumption using vehicle ownership and GDP based on genetic algorithm approach, Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 8, Issue 3, Pages 289-302.

Halim Ceylan, Harun Kemal Ozturk.(2004).Estimating energy demand of Turkey based on economic indicators using genetic algorithm approach, Energy Conversion and Management, Volume 45, Pages 2525–2537.

Holland ,J. H. (1992). Adaptation in natural and artificial systems. Cambridge, MA: MIT Press. (First edition, 1975, University of Michigan Press.)

Goldberg, D. E. Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning, Addison- Wesley, 1989.

Olcay Ersel Canyurt and Harun Kemal Ozturk.(2008). Application of genetic algorithm (GA) technique on demand estimation of fossil fuels inTurkey,Energy Policy, Volume 36, Issue 7, Pages 2562-2569.

Harun Kemal Ozturk,Coşkun Hamzaçebi and Yetis Sazi Murat.(2004), Residential-commercial energy input estimationbased on genetic algorithm(GA) approaches: an application of Turkey,Energy and Buildings, Volume 36, Issue 2, Pages 175–183.

Johanson, T. and Totto, L.(1983). OPEC Domestic Oil Demand, OPEC Review, Volume 19, Issue 3, Page 190-200.

Soner Haldenbilen and Halim Ceylan.(2005).Genetic algorithm approach to estimate transport energy demand in Turkey,Fuel and Energy, Volume 46, Issue 3, Page 193-204.

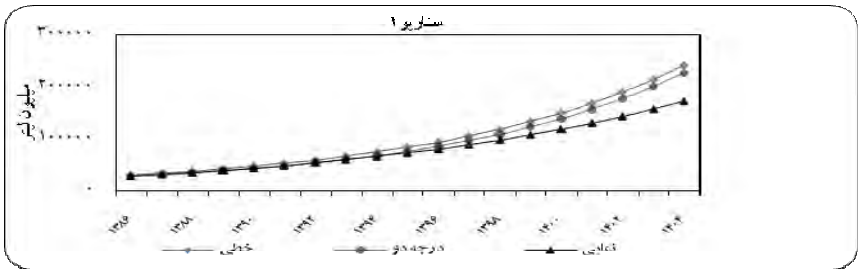
Pagolatous, J. H.(1986). Demand for Oil Products in USA, The Iowa Economic Journal, Volume 38, Issue 2, Page 128-152.

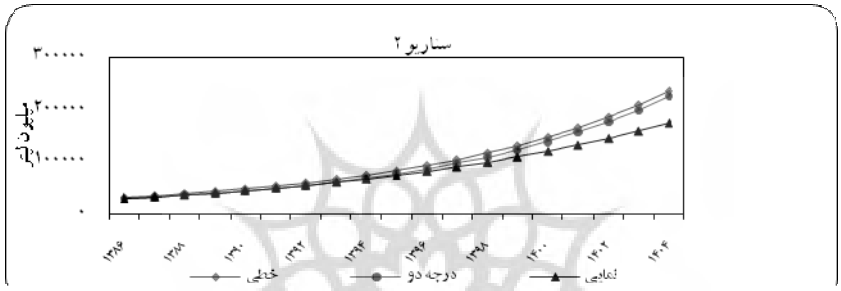
Ping-Feng Pai, Wei-Chiang Hong.(2005).forecasting reginal electricity load based onrecurrent support vector machines with genetic algorithm, electric power system research, volume 74, issue 3, pages 417-425.

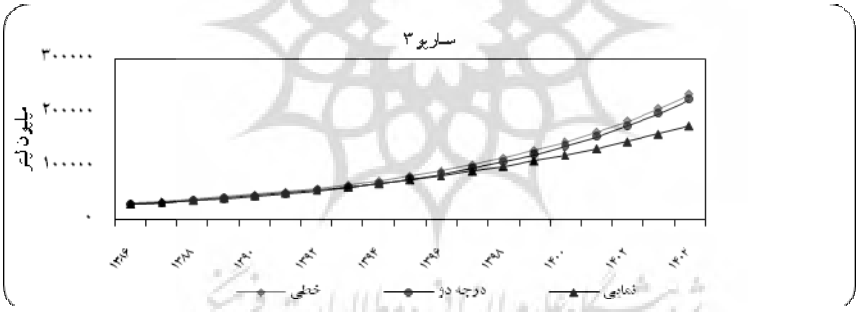
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

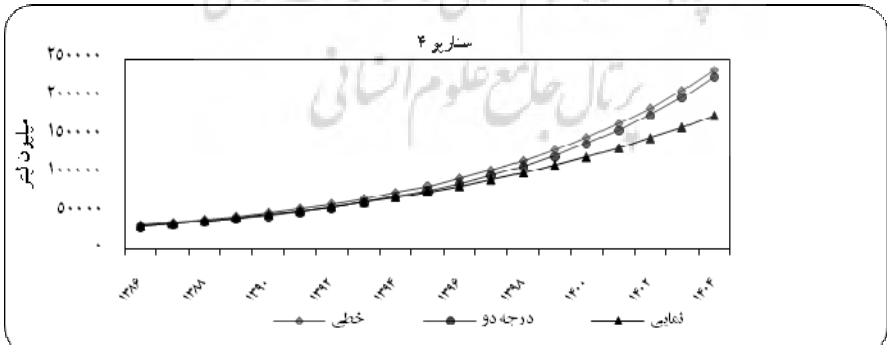
پیوست‌ها

مقادیر پیش‌بینی شده بنزین، توسط مدل‌های خطی، درجه‌ی دو و نمایی









منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۵ - مقادیر پیش‌بینی شده مصرف بنزین، توسط مدل های خطی، درجه دو و نمایی

سال	سناریو ۱			سناریو ۲			سناریو ۳			سناریو ۴		
	خطی	درجه دو	نمایی	خطی	درجه دو	نمایی	خطی	درجه دو	نمایی	خطی	درجه دو	نمایی
۱۳۸۶	۳۱٤٥٤,٦٥	۲۹۰۷۸,٦	۲۹٤٥۳,۳۹	۳۱۳٥۳,۸۳	۲۹۰۱۹,۸	۲۹۳۸۰,۲۲	۳۱۳۰۰,۷٤	۲۸۹۸۸,۸۳	۲۹۳٤۱,٥٥	۳۱۱۷۲,۰٤	۲۸۹۱۳,۷٥	۲۹۲٤۷,۳٤
۱۳۸۷	۳٥۰۲٥,۷٥	۳۲۱۷۷,۷۸	۳۳۰۱۱,٦٥	۳٤۸۰۹,٦۸	۳۲۰٥۱,۷٤	۳۲۸٥۷,۹۲	۳٤٦۹۷,٤۲	۳۱۹۸٦,۲٥	۳۲۷۷۷,٤٤	۳٤٤۲۹,٦٥	۳۱۸۳۰,۰٥	۳۲٥۸۳,٦٥
۱۳۸۸	۳۹۰۳۱,۳	۳٥٦۸٥,۰۳	۳٦۹۳۳,۸٥	۳۸٦۸۳,۹۸	۳٥٤۸۲,٤۳	۳٦٦۹۱,٦۱	۳۸٥۰٥,۹٥	۳٥۳۷۸,٥۸	۳٦٥٦٥,۹۹	۳۸۰۸۸,۰۸	۳٥۱۳٤,۸۲	۳٦۲٦۷,۰۱
۹۱۳۸	٤۳٥۲۸,۳۲	۳۹٦٥۷,۷۲	٤۱۲٤۷,۷۱	٤۳۰۳۲,۰٥	۳۹۳٦۸,۲۳	٤۰۹۰۸,٤۱	٤۲۷۸۱,۰۸	۳۹۲۲۱,۸۳	٤۰۷۳٤,۱٤	٤۲۲۰۱,٤۲	۳۸۸۸۳,۷	٤۰۳۲٤,۱
۱۳۹۰	٤۸٥۸۱,٤٦	٤٤۱٦۰,٦	٤٥۹۸٤,۰۱	٤۷۹۱٦,٦٥	٤۳۷۷۲,۷۹	٤٥٥۳۸,٤٤	٤۷٥۸٤,۹۸	٤۳٥۷۹,۳۲	٤٥۳۱۱,۷۸	٤٦۸۳۱,۱	٤۳۱۳۹,٥٥	٤٤۷۸٤,٥۷
۱۳۹۱	٥٤۲٦٤,۰۲	٤۹۲٦٦,۸٤	٥۱۱۷٦,۷٤	٥۳٤۰۹,۰٤	٤۸۷٦۸,۱	٥۰٦۱٥,۰۲	٥۲۹۸۸,۲٤	٤۸٥۲۲,٦٤	٥۰۳۳۲,۰۱	٥۲۰٤٦,۹٦	٤۷۹۷۳,٥٥	٤۹٦۸۱,۲٤
۱۳۹۲	٦۰٦٥۹,۱۳	٥٥۰٥۹,۲٥	٥٦۸٦۳,۳٦	٥۹٥۸۳,۹۲	٥٤٤٥۱,۱٥	٥٦۱٦۸,۳۳	٥۹۰٦۱,۷۷	٥٤۱٥٦,۱۲	٥٥۸۲۱,٥۲	٥۷۹۱٦,۰۱	٥۳٤۹۷,۳۱	٥٥۰۳۷,۲۳
۱۳۹۳	٦۷۸٦۱,۰٦	٦۱٦۳۱,٥۱	٦۳۰۸٥,۰٤	٦٦٥۳۸,٦٦	٦۰۹۰۳,۲۷	٦۲۲٤٤,٦۱	٦٥۹۰٤,٥۱	٦۰٥٥٦,٤۷	٦۱۸۲۸,٦۷	٦٤٥۳۸,۳٥	٥۹۷۸۳,۷	٦۰۹۰۲,۷۱
۱۳۹٤	٦,۷٤۷۷٥۹	٦۹۰۸۹,۷٥	٦۹۸۸٦,۹۲	۷٤۳۷۷,٤۳	٦۸۲۲۹,٤٦	٦۸۸۸۸,۱۰	۷۳٦۱۹,٦۷	٦۷۸۲۹,۱	٦۸۳۹۷,۲۹	۷۲۰۱٦,۰۱	٦٦۹۳۹,۰۹	٦۷۳۲۰,۸۲
۱۳۹٥	۲۷,٤۷٥۱۸	۷۷٥٥٤,۲۲	۷۷۳۱۸,٤٥	۸۳۲۱۸,٥۲	۷٦٥٤۸,۷٥	۷٦۱٤۷,۲۸	۸۲۳۲٤,٤۸	۷٦۰۹۳,٥۷	۷٥٥۷٥,۳٦	۸۰٤٦٤,۹۲	۷٥۰۸٤,٤۲	۷٤۳۳۸,۸٤
۱۳۹٦	۹٥٤٥۰,۸٦	۸۷۱٦۱,۲٥	۸٥٤۳۳,۸٦	۹۳۱۹٦,۲۳	۸٥۹۹٦,۱۱	۸٤۰۷٥,۱۹	۹۲۱٥۲,۱۳	۸٥٤۸٥,٥۹	۸۳٤۱٥,٤۱	۹۰۰۱٦,۸۲	۸٤۳٥۷,۲۳	۸۲۰۰۸,٤۱
۱۳۹۷	۱۰۷۱۰۳	۹۸۰٦٥,٤	۹٤۲۹۱۸۷	۱۰٤٤٦۳,۱	۹٦۷۲٤,۷۲	۹۲۷۲۹,۸٥	۱۰۳۲٥۳,۹	۹٦۱٥۹,۲۱	۹۱۹۷٤,۸٥	۱۰۰۸۲۱,٤	۹٤۹۱٤,۰٥	۹۰۳۸٥,۹٥
۱۳۹۸	۱۲۰۲٦۱,۲	۱۱۰٤٤۲	۱۰۳۹٥۷,٤	۱۱۷۱۹۲,٤	۱۰۸۹۰۸,۳	۱۰۲۱۷٤,٦	۱۱٥۸۰۱,۷	۱۰۸۲۸۹,٤	۱۰۱۳۱٦,۳	۱۱۳۰٤۸,۸	۱۰٦۹۳۳,۱	۹۹٥۳۲,۹۷
۱۳۹۹	۱۳٥۱۲٦,٤	۱۲٤٤۹۰,۱	۱۱٤٥۰۰,۸	۱۳۱٥۸۰,۸	۱۲۲۷٤٤,۳	۱۱۲٤۷۸,٦	۱۲۹۹۹۰,۷	۱۲۲۰۷٤,۸	۱۱۱٥۰۸,٤	۱۲٦۸۹۲,۲	۱۲۰٦۱۷,۲	۱۰۹٥۱٦,٥
۱٤۰۰	۱٥۱۹۲٦,۷	۱٤۰٤۳٥,٤	۱۲٥۹۹۸,۹	۱٤۷۸٥۱,۸	۱۳۸٤٥٦,٥	۱۲۳۷۱۷,٤	۱٤٦۰٤۲,۸	۱۳۷۷٤۱,۳	۱۲۲٦۲٥,۷	۱٤۲٥۷۱,۳	۱۳٦۱۹۷,۷	۱۲۰٤۰۹,٦
۱٤۰۱	۱۷۰۹۲۱,۳	۱٥۸٥۳٤,۲	۱۳۸٥۳٥,٦	۱٦٦۲٥۹,۲	۱٥٦۲۹۹,۳	۱۳٥۹۷۳,٤	۱٦٤۲۱۰,۱	۱٥٥٥٤٥,٤	۱۳٤۷٤۹,٦	۱٦۰۳۳٥,٦	۱٥۳۹۳۷,۹	۱۳۲۲۹۱,۷
۱٤۰۲	۱۹۲٤۰۳,۹	۱۷۹۰۷۷,٥	۱٥۲۲۲۰۲,۱	۱۸۷۰۹۱,٥	۱۷٦٥٦۱,٥	۱٤۹۳۳٦,٤	۱۸٤۷۷۹	۱۷٥۷۷۸,٦	۱٤۷۹٦۸,۹	۱۸۰٤٦۸,٦	۱۷٤۱۳۸,۱	۱٤٥۲٤۹,۳
۱٤۰۳	۲۱٦۷۰۸,٥	۲۰۲۳۹٥,٥	۱٦۷۰۹۸,۲	۲۱۰٦۷٦,۱	۱۹۹٥۷۱,۲	۱٦۳۹۰٤,۲	۲۰۸۰۷٥	۱۹۸۷۷۲,۲	۱٦۲۳۸۰,٤	۲۰۳۲۹۲,٦	۱۹۷۱٤۰,۷	۱٥۹۳۷٦,۱
۱٤۰٤	۲٤٤۲۱۳,٦	۲۲۸۸٦۳,٦	۱۸۳۳۳۲,۲	۲۳۷۳۸٥,۳	۲۲٥۷۰۱	۱۷۹۷۸۳,٦	۲۳٤٤٦۷,۸	۲۲٤۹۰۲,۹	۱۷۸۰۸۹,٤	۲۲۹۱۷۳,٥	۲۲۳۳۳٦,۲	۱۷٤۷۷٤,۳

منبع: یافته‌های تحقیق