Archive of SID

پژوهشنامه حمل و نقل، سال دهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۲، صفحه ۴۴۳- ۴۶۰

مدل‌سازی تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل زمینی ایران با استفاده از شبکه عصبی GMDH

نادر مهرگان*، دانشیار، دانشکدهٔ اقتصاد، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
حسین صادقی، استادیار، دانشکدهٔ اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
محمود حقانی، استادیار، دانشکدهٔ مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید عباسپور، تهران، ایران
مسعود اکبری، دانش‌آموختهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشکدهٔ مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید عباسپور، تهران، ایران
دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۲۷- پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۰۵

چکیده

گازوئیل یکی از مهم‌ترین حامل‌های انرژی در ایران می‌باشد و بخش حمل و نقل زمینی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آن است. با توجه به قیمت پایین و نقش مهم این سوخت در حمل مسافر و کالا در ایران، بررسی و شناسایی متغیرهای تأثیرگذار بر تقاضای آن دارای اهمیتی فراوان می‌باشد. در این مقاله از شبکه عصبی GMDH به‌عنوان ابزاری با قابلیت بالا در مسیریابی و تشخیص روندهای غیرخطی پیچیده، شناسایی عوامل مؤثر و مدل‌سازی با تعداد مشاهدات محدود، مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین برای انتخاب متغیرهای تأثیرگذار از دو روش تحلیل بنیادی و تکنیکی استفاده شده است. در این مطالعه، روش تحلیل بنیادی در طی سه مرحله تأثیر ۱۰ متغیر درون سیستمی و برون سیستمی را بر تقاضای گازوئیل مورد ارزیابی قرار داده است. نتایج در مرحله نهایی تحلیل بنیادی حاکی از آن است که متغیرهای درون سیستمی تولید ناخالص داخلی سرانه، تعداد وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز و متغیرهای برون سیستمی یارانه اختصاص داده شده به گازوئیل و نرخ ارز بازار غیررسمی اثر مضاعف و نقدینگی تأثیر عادی و یکسانی بر تقاضای گازوئیل دارند. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهد که ورود متغیرهای نرخ ارز بازار غیررسمی، نقدینگی و یارانه در کنار متغیرهایی که در تحقیقات پیشین استفاده شده‌اند، در بالا رفتن صحت مدل و دقت معیارهای ارزیابی پیش‌بینی تأثیر بسزایی داشته است. همچنین نتایج حاصل از مدل‌سازی و پیش‌بینی تقاضای گازوئیل با استفاده از دو روش تحلیل بنیادی و تکنیکی، دقت و کارایی بالا و خطای کم آنها را در پیش‌بینی نشان می‌دهد.

طبقه‌بندی *JEL*: C45, C22, L91, D11, Q41

واژه‌های کلیدی: حمل و نقل زمینی، تقاضای گازوئیل، شبکه عصبی GMDH، تحلیل تکنیکی، تحلیل بنیادی

۱- مقدمه

با وقوع اولین بحران نفتی در دهه ۱۹۷۰ مبحث انرژی مورد توجه بسیاری از سیاست‌مداران قرار گرفت. از آن زمان تاکنون تحقیق و بررسی بر روی تقاضای این کالای ارزشمند به‌منظور درک ماهیت تقاضای انرژی به‌شدت افزایش یافت (Pindyck, 1980). در کشور ایران نیز که از منابع فراوان انرژی برخوردار است، توجه به تقاضای انرژی در طی دهه‌های اخیر افزایش یافته است. در واقع می‌توان با شناسایی عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی در کشور، استفاده کارا و بهینه‌ای از این منابع انرژی داشت و سریع‌تر از قبل به سمت رشد و توسعه اقتصادی حرکت کرد. حمل و نقل به عنوان یکی از زیربخش‌های خدمات و یکی از

* نویسنده مسئول
E-mail: mehregannader@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مهم‌ترین زیرساخت‌های توسعه و همچنین عاملی که تمامی بخش‌های اقتصادی از بنگاه‌های تولیدی گرفته تا رساندن کالا به بازارهای مصرفی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، دارای نقشی اساسی در باروری امکانات و استعدادهای بالقوه جوامع است و از طریق جابه‌جایی مسافر و بار، بین عوامل مختلف رشد و توسعه پیوند برقرار کرده و موجب تقویت هرچه سریع‌تر و گسترده‌تر بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور می‌شود.

تحقیقات گسترده‌ای در حوزه تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل با استفاده از الگوریتم‌ها و شبکه‌های عصبی انجام شده است، که نشان‌دهنده این واقعیت است که روند تقاضای انرژی و شاخص‌های اجتماعی- اقتصادی و حمل و نقلی مربوط به آن خطی و قطعی نیستند و طی زمان دائماً تغییر وضعیت می‌دهند. ویژگی مهم شبکه‌های عصبی به‌وسیله یادگیری روابط پیچیده بین الگوهای داده و ستانده که توسط الگوریتم‌های متعارف به سختی مدل‌سازی می‌شوند، نشان داده می‌شود. همچنین شبکه‌های عصبی قادر به یادگیری الگوهای مهم اطلاعاتی در یک دامنه اطلاعاتی چندبعدی به‌جای قوانین پیچیده ریاضی می‌باشند (Sazi Murat and Ceylan, 2006).

شبکه عصبی GMDH[1] اولین بار توسط ایواخننکو[2] (۱۹٦۸) مورد استفاده قرار گرفت. الگوریتم GMDH به‌عنوان یک فیلتر شناسایی، به منظور بررسی تأثیر پدیده‌های اجتماعی بر مدل‌های مختلف استفاده می‌شود و بر مبنای اصول خودسازمان یافته بنا شده است (Nishikawa and Shimizu, 1982).

با توجه به اهمیت شناسایی عوامل مؤثر بر تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل، این مقاله با استفاده از توانایی شبکه عصبی GMDH در شناسایی و حذف متغیرهای زاید و همچنین معیارهای ارزیابی پیش‌بینی مانند MSE[3] به مدل‌سازی تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل زمینی می‌پردازد.

در این مطالعه به منظور مدل‌سازی تقاضای گازوئیل با استفاده از تحلیل بنیادی[4]، عوامل مؤثر بر تقاضای گازوئیل به دو دسته درون سیستمی و برون سیستمی تقسیم می‌شوند. عوامل درون سیستمی شامل آن دسته از متغیرهای اقتصادی است که در اختیار تصمیم‌گیرنده اقتصادی نیستند و در درون سیستم با توجه به ساز و کارهای اقتصادی تعیین می‌شوند. متغیرهای مانند جمعیت، تولید ناخالص داخلی، تغییر سلیقه‌ها، بهره‌وری، تکنولوژی، آموزش و مانند آن از این دسته هستند. اما عوامل برون سیستمی، مانند سیاست‌های پولی، مالی، درآمدی و خارجی در سطح کلان و قیمت و تبلیغات در سطح خرد از جمله عوامل برون سیستمی می‌باشند که در تحلیل‌های اقتصادی و ارایه پیشنهادات سیاستی بسیار مؤثر هستند. همچنین در این مقاله از روش تحلیل تکنیکی[5] و میانگین متحرک‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت برای مدل‌سازی تقاضای گازوئیل استفاده می‌شود.

در واقع تفاوت اساسی این تحقیق با مطالعات پیشین در این است که این مقاله به دنبال بررسی رابطه غیرخطی و همچنین تأثیر عوامل غیرقیمتی در کنار عوامل قیمتی مؤثر بر تقاضای گازوئیل می‌باشد. سؤالات مهم و اساسی این مقاله این است که آیا قیمت گازوئیل بر روی تقاضای آن مؤثر است؟ همچنین چه متغیرهایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل زمینی ایران می‌باشند؟

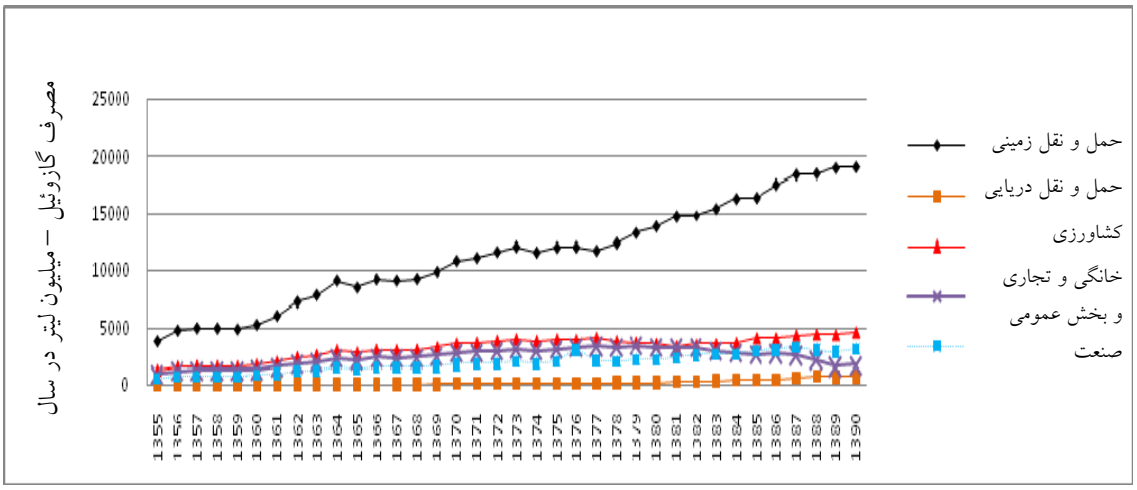
این مقاله از ۷ بخش تشکیل شده است. در بخش دوم کلیات تحقیق و اهمیت تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل زمینی بیان شده است. بخش سوم به مجموعه تحقیقاتی که در گذشته در زمینه برآورد تقاضای گازوئیل و بنزین انجام گرفته می‌پردازد. بخش چهارم شامل مبانی نظری تقاضای گازوئیل و شبکه عصبی GMDH می‌باشد. بخش پنجم به معرفی داده‌ها و تصریح مدل پرداخته است. بخش ششم تحلیل محاسبات را در بر می‌گیرد و در نهایت بخش آخر شامل نتیجه‌گیری و پیشنهادها می‌باشد.

۲- کلیات تحقیق

بخش حمل و نقل یکی از بزرگترین مصرف‌کنندگان انرژی اولیه در جهان است که حدود ۲۰ درصد از انرژی اولیه تولید شده در جهان را مصرف می‌کند (Asmann and Sieber, 2005). گازوئیل یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های نفتی است که در بخش‌های مختلف اقتصادی به‌عنوان حامل انرژی به‌کار گرفته می‌شود. این بخش‌ها که شامل حمل و نقل زمینی، حمل و نقل دریایی، کشاورزی، خانگی و تجاری و عمومی و همچنین صنعت می‌باشند، در نمودار ۱ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



منبع: ترازنامه انرژی و شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی

نمودار ۱. بخش‌های مصرف‌کننده گازوئیل در ایران

با توجه به نمودار ۱، بیشترین میزان گازوئیل به ترتیب در بخش‌های حمل و نقل زمینی و کشاورزی مصرف شده است. سومین بخشی که بیشترین تقاضای گازوئیل را در طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۵۵ داشته است، بخش‌های خانگی و تجاری و بخش عمومی می‌باشد. اما در طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۵ صنعت سومین بخش پرمصرف بوده است. علت این مسئله می‌تواند جایگزینی گاز طبیعی به‌جای گازوئیل به منظور تأمین انرژی سیستم‌های گرمایشی در بخش‌های خانگی و تجاری و عمومی باشد. بخش حمل و نقل دریایی کمترین میزان تقاضای گازوئیل را به خود اختصاص داده است. از طرفی میزان مصرف گازوئیل در بخش حمل و نقل زمینی در طی دوره مورد بررسی دائماً در حال افزایش بوده است. بنابراین، بررسی و برآورد تقاضای این نوع حامل انرژی در این بخش لازم و ضروری می‌باشد.

حمل و نقل در جهان اشکال مختلفی دارد، از جمله آن می‌توان به حمل و نقل زمینی، حمل و نقل هوایی، حمل و نقل دریایی و رودخانه‌ای و نیز حمل با خطوط لوله (عمدتاً برای نفت خام، گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی) اشاره کرد. در هر کشور این روش‌های حمل و نقل با توجه به شرایط جغرافیایی و دسترسی به منابع انرژی و برنامه‌ریزی اقتصادی انرژی برای آینده، به گونه‌ای متفاوت رشد و توسعه یافته‌اند (محمودی، ۱۳۷٦). اما بدون تردید بخش حمل و نقل زمینی در همه کشورها روند رو به رشد سریعی داشته و سهم آن در انتقال بار و مسافر افزایش یافته است. در ایران نیز مانند بسیاری از کشورها بخش حمل و نقل زمینی نسبت به سایر بخش‌های حمل و نقل دارای اهمیت بیشتری می‌باشد (مزرعتی، ۱۳۸۸).

در این مقاله به‌دلیل اهمیت بیشتر تقاضای گازوئیل نسبت به بنزین در بخش حمل و نقل، تقاضای گازوئیل مورد بررسی قرار گرفته است. چراکه قسمت اعظمی از تقاضای بنزین صرفاً به تقاضای خودروها و مصرف شخصی برای سوخت بر می‌گردد و کمتر در فعالیت‌های تولیدی استفاده می‌شود. اما بالعکس تقاضای گازوئیل صرف حمل مواد اولیه صنایع، مواد واسطه‌ای و کالاهای تولیدی آنها و همچنین جابه‌جایی مسافران می‌شود، که این خود باعث به‌وجود آمدن اشتغال برای بخش بزرگی از جمعیت کشور می‌شود.

۳- پیشینه تحقیق

در حوزه تقاضای انرژی و برآورد تقاضای گازوئیل و بنزین در بخش حمل و نقل، مطالعات داخلی و خارجی فراوانی انجام شده است، از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

ختایی و اقدامی (۱۳۸٤)، تقاضای بنزین را توسط روش ARDL در طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۵۹ برآورد کردند. تقاضای بنزین تابعی از قیمت واقعی بنزین و تعداد خودروها بوده است. نتایج حاکی از آن بود که یک رابطه منفی و ضعیف میان تقاضای بنزین و قیمت واقعی این فرآورده نفتی وجود دارد و این به‌دلیل یارانه‌هایی است که دولت برای این فرآورده درنظر گرفته است. خاکساری و بازدار اردبیلی (۱۳۸۵)، تقاضای سوخت در بخش

www.SID.ir

Archive of SID

حمل و نقل زمینی ایـران را بـا اسـتفاده از داده‌هـای ۸۱-۱۳٦۸ و روش ARDL بررسی کردند. نتایج نشان داده است که تقاضای بنزین و گازوئیل در بخش حمل و نقل جاده‌ای و ریلی نسبت بـه تغییرات قیمت سوخت کـم‌کشـش مـی‌باشـد. منهـاج و دیگـران (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای تقاضای انرژی در بخش حمـل و نقـل را بـا استفاده از شبکه عصبی و متغیرهای تولید ناخالص ملی، جمعیـت و تعداد خودرو پـیش‌بینـی کردنـد. نتـایج حـاکی از آن بـود کـه پیش‌بینی با این روش در مقایسه با روش رگرسیون چنـد متغیـره، دارای خطایی به مراتب کمتـر مـی‌باشـد. کشـاورزیان و دیگـران (۱۳۹۱)، در مقاله‌ای تقاضای نفت در بخش حمل و نقل جـاده‌ای را تا سال ۲۰۲۰ در ۱۵٤ کشور جهان پیش‌بینی کردند. نتایج نشان داده است که اگر سیاست رشد مصرف سرانه وسایل نقلیـه ماننـد گذشته باشد، تقاضای نفت در جهـان تـا سـال ۲۰۲۰ بـه ۱٤۷٤۸ میلیون بشکه معادل نفت سـالانه خواهـد رسـید، امـا بـا اصـلاح مصـرف سـوخت بـه میـزان ۲۰ درصـد در یـک دوره ۱۰ سـاله، تقاضای نفت در جهـان بـه ۱۱٦۰۱ میلیـون بشـکه معـادل نفـت خواهد رسید. هالدبین و سـیلان (Haldenbilen and Ceylan, 2005)، تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل ترکیه را با اسـتفاده از تکنیک الگوریتم ژنتیک و سه مدل خطـی، درجـه دو و نمـایی برآورد کرده‌اند. در این مطالعه مصرف انـرژی در بخـش حمـل و نقل تابعی از جمعیت، تولید ناخالص داخلی و تعـداد خـودرو در نظر گرفته شد. نتایج ایـن تحقیـق نشـان داد کـه مـدل درجـه دو نسبت به دو مدل دیگر از دقت بالایی در تخمین تقاضای انـرژی در بخش حمل و نقل برخـوردار اسـت. عـلاوه بـر مـوارد فـوق، مطالعه‌های زیادی از جمله: آخانی (۱۳۷۸)، اسماعیل‌نیـا (۱۳۷۸)، قنبری و خضـری و اعظمـی(۱۳۸۷)، مهرگـان و قربـانی (۱۳۸۸)، شاکری و دیگران (۱۳۸۹)، کویل و دباکر و پریسینزانو (Coyle and DeBacker and Prisinzano, 2012)، عثمـان‌سـنه (Ousmane Sene, 2012)، بارانزینی و وبر (Baranzini and Weber, 2013) و سـینفیا لـین و پـرینس (Cynthia Lin and Prince, 2013) درباره تقاضای گازوئیل و بنزین در بخش حمل و نقل انجام شده است.

در تحقیقات اقتصادی داخلی و خارجی گسترده‌ای با استفاده از شبکه عصبی GMDH و روش‌های تحلیل بنیـادی و تکنیکـال به پیش‌بینی و الگوسـازی در حـوزه انـرژی و سـایر بخـش‌هـای اقتصاد پرداخته شده است، از جمله آن می‌توان به مطالعه مهرآرا و دیگران (۱۳۸۸) اشاره کرد. در این مقاله قیمت آمونیاک با استفاده از روش‌های تحلیل تکنیکی و بنیادی و شبکه عصـبی GMDH پیش‌بینی شد. نتایج حاکی از قدرت و دقـت زیـاد شـبکه عصـبی GMDH و دو روش تحلیل بنیادی و تکنیکی در مـدل‌سـازی و پیش‌بینی قیمت آمونیاک بود. مهرآرا و دیگران (۱۳۸۹) در مقاله‌ای بی‌ثباتی قیمـت نفـت را بـا اسـتفاده از شـبکه عصـبی GMDH پیش‌بینی کردند. نتایج نشان از دقت بالای شبکه عصبی نسبت بـه مـدل GARCH(1,1) داشـت. ابریشـمی و دیگـران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای قیمت گازوئیـل خلـیج فـارس را بـا اسـتفاده از شـبکه عصبی GMDH و تحلیل تکنیکی پیش‌بینی کردند. نتـایج نشـان داد که پیش‌بینی‌های شبکه عصبی نسبت به سری زمانی از خطای کمتری برخوردار است. ابریشمی و دیگران (۱۳۹۱) در مقاله‌ای با استفاده از شبکه عصبی GMDH قواعـد قیمـت نفـت را مـورد بررسی قرار دادنـد. سرینیواسـان (Srinivasan, 2008) تقاضـای انرژی برق در میان‌مدت را برای بخـش‌هـای مسـکونی، صـنعتی، تجـاری، غیـرصـنعتی و روشـنایی عمـومی بـا اسـتفاده از شـبکه عصبی GMDH پیش‌بینی کـرد. مهرگـان و دیگـران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با استفاده از شبکه عصبی GMDH و تحلیل بنیـادی بـه مدل‌سازی تقاضای برق در بخش صنعت پرداختند. نتـایج حـاکی از کارایی و دقت بالای شبکه عصبی GMDH در مـدل‌سـازی و پیش‌بینی تقاضای برق بود. از دیگر مطالعات می‌توان به تحقیقات ابریشمی و دیگـران (۱۳۸۷)، بـور بـور حسـین‌بیگـی و آقاجـانی (۱۳۹۱)، سـهرابی و دیگـران (۱۳۹۱)، اکبـری (۱۳۹۲)، التـار و گولرمس (Elattar and Goulermas, 2010) ژانـگ و دیگـران (Zhang et al., 2013)، لـوکمن و دیگـران (Lukman et al., 2013) و ماریک (Maric, 2013) اشاره کرد.

٤- مبانی نظری

٤-۱- مبانی نظری تقاضای گازوئیل

به‌طور کلی مدل‌های مربوط به تقاضای انرژی به چهـار گـروه تقسیم شده‌اند:

۱. مدل‌هایی که ارتبـاط مصـرف و کـل متغیرهـای اقتصـادی را آزمون می‌کنند.
۲. مدل‌هایی که تخصیص سوخت را با توجه بـه نـوع سـوخت مصرفی در اقتصاد یا در بخش ویژه بهینه می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

۳. مدل‌های تقاضای انرژی بخشی که مصرف را در بخش یا زیربخش ویژه اقتصادی بررسی می‌کند.
٤. مدل‌های سیستمی‌های انرژی که بررسی کلی از عرضه و تقاضا برای انواع منابع انرژی و مقایسه‌های بین‌المللی را ممکن می‌سازد (آخانی، الف-۱۳۷۸).

در این تحقیق از مدل‌های گروه سوم استفاده می‌شود.

تعریفی که اقتصاددانان از تقاضا ارایه داده‌اند عبارت از: رابطه‌ای تبعی که بین مقادیر خریداری شده از یک کالا با قیمت خود کالا و قیمت سایر کالاها و درآمد و سایر متغیرهای مؤثر بر تقاضا برقرار است. در سال‌های اخیر تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل به‌طور فزاینده‌ای افزایش یافته است. در کتاب‌های اقتصادی، متغیرهای لازم برای تخمین تابع تقاضا شامل درآمد، قیمت کالا و قیمت کالاهای مکمل و جانشین می‌باشد. این نحوه مدل‌سازی در بخش حمل و نقل مشکلاتی به‌وجود می‌آورد. چراکه تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل یک تقاضای مشتقه است و تقاضای افراد برای حمل و نقل است که تقاضا برای گازوئیل را به‌وجود می‌آورد (عبدلی و محمدی خیاره، ۱۳۹۰). مدل‌های تجربی مورد استفاده برای تقاضای انرژی، به‌طور کلی از نظریه مارشالی کالاها و خدمات به‌دست می‌آیند (Altinay, 2007). در مدل اصلی و پایه‌ای متغیرهای مؤثر بر تقاضای انرژی شامل قیمت و درآمد واقعی هستند (Sterner and Dahl, 1992).

$$G = f(P_g, Y) \qquad (۱)$$

که P_g و Y به ترتیب قیمت سوخت و درآمد سرانه هستند.

برای تخمین تابع تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل مدل‌های مختلفی کاربرد دارند. به‌دلیل اینکه تابع تقاضا سوخت در بخش حمل و نقل مشتقه است، علاوه بر قیمت سوخت و درآمد، تعداد خودروهای موجود نیز بر تقاضا اثر می‌گذارند. بنابراین تقاضا برای سوخت در بخش حمل و نقل تابعی از متغیرهای زیر است:

$$G = F(P_g, Y, V) \qquad (۲)$$

P_g، Y و V به ترتیب قیمت سوخت، درآمد و تعداد خودروهای موجود است (Sterner and Dahl, 1991).

٤-۲- مبانی نظری شبکه عصبی GMDH

برای توضیح نحوه عملکرد شبکه عصبی GMDH نمادهای زیر را ارایه می‌کنیم. مجموعه داده‌های اصلی، شامل ستونی از مقادیر مشاهده شده متغیر خروجی y است و N ستون‌هایی از متغیرهای مستقل $x = x_1, x_2, ..., x_N$ است. معادلات اولیه از رگرسیون چندجمله‌ای درجه دوم زیر تشکیل می‌شوند.

$$Z = A + Bu + Cv + Du^2 + Ev^2 + Fuv \qquad (۳)$$

در عبارت بالا A، B، C، D، E و F پارامترهای مدل هستند، u و v متغیرهای ثابت در x هستند و Z بهترین برازش از متغیر وابسته y است. تولید هر لایه با سه مرحله کامل می‌شود:

مرحله ۱: در این مرحله با استفاده از معادلات اولیه y برآورد می‌شود. در اینجا u و v از متغیرهای مستقل $x = x_1, x_2, ..., x_N$ به‌دست می‌آیند. تعداد کل چندجمله‌های که با استفاده از معادله ۳ می‌توانیم تشکیل دهیم، برابر $N(N-1)/2$ است. ستون‌های نتایج Z_m، به‌ازای مقادیر $m = 1,2,..., N(N-1)/2$، برآوردهای y را از هر چندجمله‌ای شامل می‌شوند که به‌عنوان متغیرهای بهبود یافته جدید که ممکن است نسبت به متغیرهای اصلی یک قدرت پیش‌بینی جدیدی را ارایه بدهند، متغیرهای ورودی سیستم $x = x_1, x_2, ..., x_N$ را تشکیل می‌دهند.

مرحله ۲: هدف این مرحله تشخیص بهترین متغیرهای جدید و حذف متغیرهای ضعیف است. چندین معیار انتخاب برای انجام این عمل وجود دارد. همه آنها بر مبنای برخی از شاخص‌های عملکرد (مجذور میانگین، خطای مطلق و نسبی) هستند که چگونگی پیروی مقادیر Z_m، از y برآورد شده را توضیح می‌دهند. به‌طور کلی اغلب معیارهای انتخابی یک مؤلفه کمکی هستند که از پیچیدگی زیاد شبکه جلوگیری می‌کنند.

در بعضی از مدل‌های انتخاب، ستون‌های Z_m که شاخص‌های عملکرد آنها از یک مقدار معین از پیش تعیین شده کمتر می‌شوند را نگه می‌دارند. در برخی دیگر از روش‌های انتخاب، تعدادی از بهترین Z_mها انتخاب می‌شوند. به‌طور خلاصه، این مرحله تعدادی از متغیرهای ورودی را نگه می‌دارد. اگر مرحله ۲ در مدت فرآیند طراحی لایه اخیر کامل شود، تکرار لایه بعدی (یا تکرار بعدی) بلافاصله با تکرار مرحله ۱ همان‌طور که در بالا ذکر شد شروع می‌شود، در غیر این صورت وارد مرحله ۳ می‌شویم.

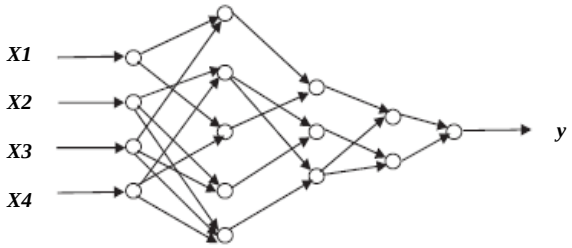
مرحله ۳: این مرحله شامل این آزمون است که آیا مجموعه معادلات مدل می‌توانند ارتقا یابند؟ کمترین مقدار معیار انتخاب

www.SID.ir

Archive of SID

که در طول این تکرار به‌دست می‌آید با کوچک‌ترین مقدار به‌دست آمده از تکرار قبلی مقایسه می‌شود. اگر بهبود و پیشرفتی حاصل شد مرحله ۱ و ۲ تکرار می‌شود و در غیر این صورت تکرارها تمام می‌شود و شبکه به پایان می‌رسد (Oh and pedrycz, 2000).

به‌عنوان نمونه، نحوه عملکرد شبکه عصبی GMDH همراه با چهار ورودی و یک خروجی در شکل ۱ نشان داده شده است.



منبع: (Zhu et al., 2012)

شکل ۱. نحوه عملکرد شبکه عصبی GMDH همراه با چهار ورودی و یک خروجی

شبکه عصبی GMDH در واقع مجموعه‌ای از نرون‌ها است که از پیوند جفت‌های مختلف و همچنین یک چندجمله‌ای درجه دوم تشکیل می‌شود. شبکه با ترکیب چند جمله‌ای‌های درجه دوم حاصل از تمامی نرون‌ها، تابع تقریبی $\hat{f}$ را با خروجی $\hat{y}$، برای یک مجموعه‌ای از ورودی‌های $X=(x_1,x_2,x_3,...,x_n)$ با کمترین خطا در مقایسه با خروجی واقعی y، توصیف می‌کند (ابریشمی و همکاران، ۱۳۸۷). بنابراین، برای M داده آزمایشگاهی شامل n ورودی و یک خروجی، نتایج واقعی به شکل رابطه ٤ نمایش داده می‌شوند.

$$y_t=(x_{t1},x_{t2},x_{t3},...,x_{tn}) \quad (i=1,2,3,...,M) \qquad (٤)$$

در واقع به دنبال رابطه‌ای می‌باشیم که مقدار خروجی $\hat{y}$ را برای هر بردار ورودی X، بر اساس رابطه ۵ پیش‌بینی کند.

$$\hat{y}_i=\hat{f}(x_{j1},x_{j2},x_{j3},...,x_{jn}) \quad (j=1,2,3,...,M) \qquad (۵)$$

به‌طوری که میانگین مربعات خطا بین مقادیر حقیقی و پیش‌بینی کمینه گردد.

$$MSE=\frac{\sum_{i=1}^{M}(\hat{y}_i-y_i)^2}{M}\longrightarrow Min \qquad (٦)$$

شکل عمومی اتصال بین متغیرهای ورودی و خروجی را می‌توان با استفاده از تابع چندجمله‌ای و به شکل رابطه ۷ بیان کرد.

$$\hat{y}=a+\sum_{i=1}^{m}b_ix_i+\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m}c_{ij}x_ix_j+\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{m}d_{ijk}x_ix_jx_k... \qquad (۷)$$

a، b_i، c_{ij}، d_{ijk} ضرایب چند جمله‌ای هستند.

در بسیاری از موارد کاربردی، شکل درجه دوم و دو متغیره این چند جمله‌ای به صورت معادله ۸ مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$\hat{y}=G(x_i,x_j)=a_0+a_1x_i+a_2x_j+a_3x_i^2+a_4x_j^2+a_5x_ix_j \qquad (۸)$$

ضرایب مجهول a_i در معادله ۸ با استفاده از تکنیک‌های رگرسیونی و با این شرط که اختلاف بین خروجی واقعی y و مقادیر محاسبه شده $\hat{y}$ برای هر جفت متغیر ورودی x_i و x_j، حداقل شود، برآورد می‌شوند. مجموعه‌ای از چند جمله‌ای‌ها با استفاده از معادله ۸ ساخته می‌شود که ضرایب مجهول همه آنها، با استفاده از روش حداقل مربعات محاسبه می‌شود. برای هر تابع G_i (هر نرون ساخته شده)، ضرایب معادلات هر نرون برای حداقل کردن خطای کل آن به منظور انطباق بهینه ورودی‌ها بر تمامی جفت مجموعه‌های ورودی- خروجی، به‌دست می‌آیند.

$$E=\frac{\sum_{i=1}(y_i-G_i)^2}{M}\longrightarrow Min \qquad (۹)$$

در روش‌های پایه‌ای شبکه عصبی GMDH، تمامی ترکیبات دوتایی (نرون‌ها) از n متغیر ورودی ساخته می‌شود و ضرایب مجهول همه نرون‌ها با استفاده از روش حداقل مربعات به‌دست می‌آیند. بنابراین، تعداد $\binom{n}{2}=\frac{n(n-1)}{2}$ نرون در لایه دوم ساخته می‌شوند که آن را می‌توان به شکل مجموعه ۱۰ نمایش داد.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\{(y_i, x_{ip}, x_{iq}) \mid (i = 1,2,3,...,M) \ \& \ p,q \in (1,2,3,...,M)\} \quad (10)$$

از شکل درجه دوم تابع بیان شده در معادله ۸ برای هر M ردیف سه‌تایی استفاده می‌کنیم. این معادلات را می‌توان به شکل ماتریسی ۱۱ بیان کرد:

$$Aa = Y \quad (11)$$

که در آن A بردار ضرایب مجهول معادله درجه دو نشان داده شده در معادله ۸ است، یعنی:

$$a = \{a_0, a_1, ..., a_5\} \quad (12)$$

$$Y = \{y_1, y_2, y_3, ..., y_M\}^T \quad (13)$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & x_{1p} & x_{1q} & x_{1p}^2 & x_{1q}^2 & x_{1p}x_{2q} \\ 1 & x_{2p} & x_{2q} & x_{2p}^2 & x_{2q}^2 & x_{2p}x_{2q} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{Mp} & x_{Mq} & x_{Mp}^2 & x_{Mq}^2 & x_{Mp}\ x_{Mq} \end{bmatrix} \quad (14)$$

از مقادیر بردارهای ورودی و شکل تابع، به راحتی قابل مشاهده است که روش حداقل مربعات از آنالیز *Regression Multiple*، حل معادلات را به شکل معادله ۱۵ به‌دست می‌آید.

$$a = (A^T A)^{-1} A^T Y \quad (15)$$

این معادله بردار ضرایب معادله ۸ را برای تمامی M مجموعه سه‌تایی ایجاد می‌کند (نریمان‌زاده و دیگران، ۲۰۰۲).

۵- معرفی داده‌ها و تصریح مدل

۵-۱- تصریح مدل

در ابتدا به منظور انتخاب متغیرهای مورد استفاده در تحلیل بنیادی، متغیرهایی که در تحقیقات گذشته مورد استفاده قرار گرفته‌اند و سپس متغیرهای جدیدی که در این مقاله همراه با متغیرهای گروه اول بررسی خواهند شد را معرفی می‌کنیم. جدول ۱ شامل مطالعه‌های داخلی و خارجی است که تقاضای گازوئیل و بنزین را در بخش حمل و نقل زمینی تخمین زده‌اند.

با توجه به متغیرهای به‌کار رفته در مطالعات جدول ۱، تقاضای گازوئیل تابعی از قیمت واقعی گازوئیل، تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه و تعداد وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر موارد ذکر شده، متغیرهای زیادی مانند اوضاع جغرافیایی، سیاست‌های دولت، وضع یارانه و مالیات بر فرآورده‌های نفتی، قیمت دیگر خدمات حمل و نقل و غیره به‌طور مستقیم و غیرمستقیم روی مصرف سوخت اثر دارند (سعیدی و دیگران، ۱۳۹۰). بر اساس مطالب فوق در این مقاله از متغیرهای نقدینگی، نرخ ارز بازار غیررسمی، هزینه‌های عمرانی دولت، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در بخش حمل و نقل، یارانه اختصاص داده شده به گازوئیل، ارزش افزوده حمل و نقل زمینی و قیمت واقعی بنزین به‌عنوان قیمت سوخت جانشین استفاده شده است.

بنابراین مدل نهایی تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل زمینی شامل متغیرهای زیر است:

$$LDIS^t = f(LPGDP^t, LP_d^t, LP_g^t, LVEC^t, LM^t, LK^t, LVA^t, LSUB^t, LG^t, LEX^t) \quad (16)$$

DIS مصرف گازوئیل در بخش حمل و نقل زمینی (میلیون لیتر در سال)، PGDP تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه (میلیارد ریال- قیمت ثابت سال ۱۳۷٦)، P_d قیمت واقعی گازوئیل (ریال بر لیتر)، P_g قیمت واقعی بنزین (ریال بر لیتر)، VEC تعداد وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز (هزار دستگاه)، M نقدینگی بر حسب عوامل مؤثر بر عرضه آن (میلیارد ریال)، K تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در بخش حمل و نقل (میلیارد ریال- قیمت ثابت ۱۳۷٦)، VA ارزش افزوده حمل و نقل زمینی (میلیارد ریال- قیمت ثابت سال ۱۳۷٦)، SUB یارانه اختصاص داده شده به گازوئیل (میلیارد ریال- قیمت ثابت سال ۱۳۷٦)، G هزینه‌های عمرانی دولت (میلیارد ریال- قیمت ثابت سال ۱۳۷٦)، EX نرخ ارز بازار غیررسمی (ریال) و L لگاریتم طبیعی است.

در روش تحلیل تکنیکی از میانگین متحرک کوتاه‌مدت و بلندمدت مصرف گازوئیل به منظور مدل‌سازی استفاده می‌شود. میانگین متحرک ۱ و ۲ سال (MA1, MA2) برای کوتاه‌مدت و میانگین متحرک ٤ و ٥ سال (MA4, MA5) برای بلندمدت در نظر گرفته شده است. بنابراین، متغیرهای مورد استفاده در روش تحلیل تکنیکی شامل میانگین متحرک ۱ و ۲ سال، میانگین

www.SID.ir

Archive of SID

متحرک ٤ و ٥ سال، تفاوت میانگین متحرک ١ و ٤ DF(MA1, MA4)، تفاوت میانگین متحرک ٢ و ٥ DF(MA2, MA5) می‌باشند.

۵-۲- معرفی داده‌ها

آمار مصرف گازوئیل در بخش حمل و نقل زمینی و یارانه اختصاص داده شده به گازوئیل از ترازنامه منتشر شده توسط وزارت نیرو، آمار قیمت بنزین و گازوئیل از آمارنامه مصرف فرآورده‌های نفتی انرژی‌زا منتشر شده توسط شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی، آمار نقدینگی بر حسب عوامل مؤثر بر عرضه آن، نرخ ارز بازار غیررسمی و هزینه‌های عمرانی دولت از سری‌های زمانی بانک مرکزی ایران، آمار تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در بخش حمل و نقل، ارزش افزوده حمل و نقل زمینی و تولید ناخالص داخلی از حساب‌های ملی بانک مرکزی، آمار تعداد وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز[6] از شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت و آمار جمعیت از مرکز آمار ایران استخراج شده است. سری‌های زمانی استفاده شده در این تحقیق مربوط به سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۵۵ می‌باشد.

جدول ۱. متغیرهای مؤثر بر تقاضای گازوئیل و بنزین در بخش حمل و نقل زمینی

نام نویسنده	عنوان	متغیرهای مؤثر بر تقاضای گازوئیل و بنزین در بخش حمل و نقل زمینی	روش برآورد
آخانی (ب-۱۳۷۸)	برآورد تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل ایران	قیمت واقعی گازوئیل، جمعیت، موجودی وسایل نقلیه، درآمد	OLS
اسماعیل‌نیا (۱۳۷۸)	برآورد تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل زمینی و پیش‌بینی آن طی برنامه سوم	تولید ناخالص داخلی، قیمت واقعی گازوئیل، عمر متوسط خودروها، موجودی وسایل نقلیه	OLS
قنبری و دیگران (۱۳۸۷)	شبیه‌سازی تابع تقاضای بنزین و نفت‌گاز در حمل و نقل زمینی ایران	جمعیت، مسافت پیموده شده توسط وسایل حمل و نقل برون شهری، ارزش تجمعی تعداد خودروهای سبک و سنگین تولیدی و وارداتی	Genetc Algorithms
مهرگان و قربانی (۱۳۸۸)	تقاضای بلندمدت و کوتاه‌مدت بنزین در بخش حمل و نقل	قیمت واقعی بنزین، تولید ناخالص داخلی، جمعیت، عمر متوسط خودروهای بنزین‌سوز، راندمان مصرف، تعداد خودروهای بنزین‌سوز	ARDL
شاکری و دیگران (۱۳۸۹)	تخمین مدل ساختاری تقاضای بنزین و نفت‌گاز در بخش حمل و نقل ایران	قیمت واقعی، درآمد واقعی، واردات گازوئیل و بنزین، تعداد وسایل نقلیه بنزین‌سوز و گازوئیل‌سوز	الگوریتم کالمن فیلتر و مدل‌های فضا حالت
کویل و دیگران (۲۰۱۲)	تخمین عرضه و تقاضای بنزین با استفاده از داده‌های مالیاتی	قیمت واقعی بنزین، درآمد قابل تصرف سرانه، نرخ تورم، نرخ بهره	tax data
عثمان‌سنه (۲۰۱۲)	تخمین تقاضای بنزین در کشورهای در حال توسعه: سنگال	جمعیت، قیمت واقعی بنزین، درآمد سرانه، شاخص حمل و نقل عمومی	ECM

منبع: مطالعات انجام شده

www.SID.ir

Archive of SID

٦- تحلیل محاسبات

در این بخش با استفاده از دو روش تحلیل بنیادی و تحلیل تکنیکی تقاضای گازوئیل مدل‌سازی و پیش‌بینی می‌شود. در روش تحلیل بنیادی یا همان روش قیاسی[۷] تأثیر تمامی متغیرهای درون سیستمی و برون سیستمی مؤثر بر تقاضای گازوئیل بررسی می‌شوند. روش تحلیل تکنیکی بر مبنای این فرض است که تقاضای گازوئیل در گذشته، انعکاس دهنده‌ی تمامی عوامل مؤثر بر تقاضا است. بنابراین، در این روش فقط از تقاضای گازوئیل برای مدل‌سازی و پیش‌بینی استفاده می‌کنیم. برای بررسی تأثیرگذاری متغیرهای مؤثر بر تقاضای گازوئیل از شبکه عصبی GMDH و نرم‌افزار Matlab 2012 استفاده شده است. همچنین از معیارهای ارزیابی پیش‌بینی[۸] مانند: میانگین مجذور خطا (MSE)، جذر میانگین مجذور خطا[۹] (RMSE)، میانگین قدر مطلق خطا[۱۰] (MAE)، میانگین قدر مطلق درصد خطا[۱۱] (MAPE) و ضریب نابرابری تایل[۱۲] (TIC) برای بررسی دقت پیش‌بینی و صحت مدل استفاده شده است.

ابتدا با استفاده از روش تحلیل بنیادی تقاضای گازوئیل را مدل‌سازی می‌کنیم. در روش تحلیل بنیادی یا همان فرآیند قیاسی از متغیرهای اصلی و مهم مؤثر بر تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل به منظور مدل‌سازی استفاده می‌شود. با توجه به قابلیت شبکه عصبی GMDH در غربال‌سازی و تشخیص روندهای غیرخطی، در یک فرآیند قیاسی جمعاً ۱۰ متغیر ورودی که شامل متغیرهای درون سیستمی و برون سیستمی مؤثر بر تقاضای گازوئیل هستند، مورد پردازش قرار می‌گیرند. متغیرهای درون سیستمی شامل: تولید ناخالص داخلی سرانه، تعداد وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز و ارزش افزوده حمل و نقل زمینی و متغیرهای برون سیستمی شامل: تشکیل سرمایه ثابت ناخالص، نقدینگی، نرخ ارز بازار غیررسمی، هزینه‌های عمرانی دولت، قیمت واقعی گازوئیل، قیمت واقعی بنزین و یارانه اختصاص داده شده به گازوئیل است. بازه زمانی مورد استفاده در مدل‌سازی (آموزش) سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۵۵ می‌باشد و بازه پیش‌بینی‌های درون نمونه‌ای (آزمون) سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸٦ می‌باشد. در مرحله اول تمامی ۱۰ متغیر مورد بررسی قرارگرفته‌اند و نتایج حاصل از خروجی شبکه عصبی در جدول ۲ نشان داده شده است.

ردیف اول جدول ۲، متغیرهای ورودی الگوی اولیه را نشان می‌دهد. با توجه به این‌که یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های شبکه عصبی GMDH توانایی شناسایی و حذف متغیرهای زاید است. بنابراین، متغیرهایی که در جریان مدل‌سازی غربال شده و از الگو حذف شده‌اند، در ردیف دوم مشخص گردیده‌اند. متغیرهای قیمت واقعی گازوئیل، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در بخش حمل و نقل، هزینه‌های عمرانی دولت و ارزش افزوده حمل و نقل زمینی از مدل حذف شده‌اند. به‌دلیل یارانه‌های فراوانی که دولت به گازوئیل اختصاص می‌دهد و قیمت آن پایین‌تر از قیمت جهانی و واقعی آن است، مصرف گازوئیل نسبت به تغییرات قیمت در ایران از حساسیت ناچیزی برخوردار است. در مقاله‌های پیشین نیز مانند مطالعه‌های ختایی و اقدامی (۱۳۸٤) و سعیدی و دیگران (۱۳۹۰) به رابطه ضعیف بین تقاضای بنزین و گازوئیل و قیمت آنها در بخش حمل و نقل اشاره شده است. در این مطالعه نیز تقاضای گازوئیل نسبت به تغییرات قیمت آن در بخش حمل و نقل زمینی ایران از حساسیت کمی برخوردار است و شبکه عصبی GMDH این متغیر را حذف کرده است. به‌جز ارزش افزوده حمل و نقل زمینی، سه متغیر دیگر جزو عوامل برون سیستمی مؤثر بر تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل بوده‌اند. در واقع سه متغیر ارزش افزوده حمل و نقل زمینی و هزینه‌های عمرانی و تشکیل سرمایه در تحقیقات گذشته نیز وارد مدل‌های برآورد تقاضای گازوئیل نشده‌اند. شبکه عصبی در این مطالعه نیز آن‌ها را زاید دانسته و از مدل حذف نموده است.

ردیف سوم متغیرهای با اثر مضاعف[۱۳] را نشان می‌دهد. متغیرهای نرخ ارز بازار غیررسمی، قیمت واقعی بنزین، نقدینگی و یارانه که متغیرهای برون سیستمی و متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه و تعداد وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز، متغیرهای درون سیستمی هستند که اثر مضاعف بر تقاضای گازوئیل دارند. ردیف چهارم تا هشتم معیارهای ارزیابی پیش‌بینی هستند که برای ارزیابی دقت پیش‌بینی به‌کار گرفته می‌شوند. مقادیر معیارهای ارزیابی نشان‌دهنده دقت بالا و صحت پیش‌بینی هستند. مقدار آماره تایل (نزدیک به صفر) نشان‌دهنده صحت بالای مدل‌سازی توسط شبکه عصبی GMDH می‌باشد. ردیف نهم شامل ضریب تعیین است که مقدار بالایی دارد و نشان‌دهنده این است که چقدر معادله رگرسیون پیش‌بینی شده (تخمینی)، معادله خوبی است و می‌تواند تغییرات متغیر واقعی را توضیح دهد.

نمودار ۲ مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده تقاضای گازوئیل را در مرحله اول نشان می‌دهد.

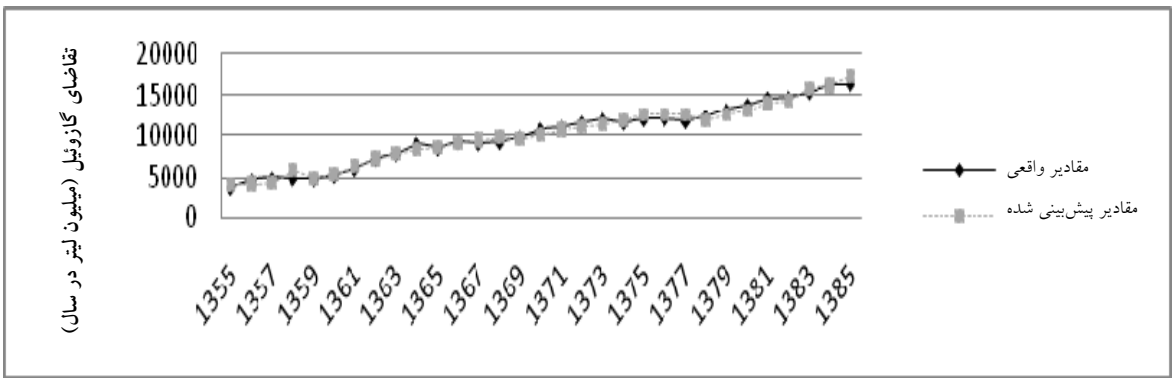
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. نتایج حاصل از خروجی شبکه عصبی GMDH در مرحله اول

متغیرهای الگو	$LPGDP^t, LP_d{}^t, LP_g{}^t, LVEC^t, LM^t, LK^t, LVA^t, LSUB^t, LG^t, LEX^t$
متغیرهای حذف شده	$LP_d^t, LK^t, LVA^t, LG^t$
متغیرهای با اثر مضاعف	$LPGDP^t, LP_g{}^t, LVEC^t, LM^t, LSUB^t, LEX^t$
MSE	۰/۰۰۰۶
RMSE	۰/۰۲۶۴
MAE	۰/۰۲۱۳
MAPE	۰/۰۰۵۱
TIC	۰/۰۰۱۷
R^2	۰/۹۷۸۱

منبع: محاسبات تحقیق



منبع: محاسبات تحقیق

نمودار ۲. مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده تقاضای گازوئیل در مرحله اول

جدول ۳. نتایج حاصل از خروجی شبکه عصبی GMDH در مرحله دوم

متغیرهای الگو	$LPGDP^t, LP_g{}^t, LVEC^t, LM^t, LSUB^t, LEX^t$
متغیرهای حذف شده	$LP_g{}^t$
متغیرهای با اثر مضاعف	$LPGDP^t, LVEC^t, LM^t, LSUB^t, LEX^t$
MSE	۰/۰۰۰۳
RMSE	۰/۰۱۹۸
MAE	۰/۰۱۵۴
MAPE	۰/۰۰۳۰
TIC	۰/۰۰۱۳
R^2	۰/۹۸۷۷

منبع: محاسبات تحقیق

www.SID.ir

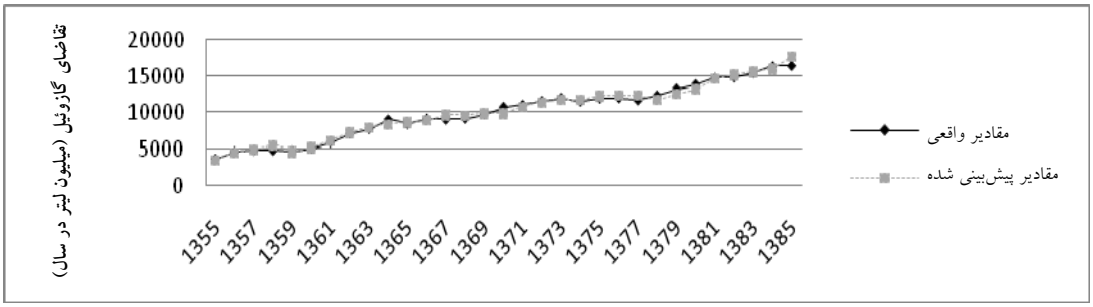
Archive of SID

در مرحله دوم فرآیند قیاسی از متغیرهای مؤثر شناخته شده در مرحله اول به‌عنوان ورودی شبکه عصبی استفاده می‌شود. بنابراین، مدل دوم شامل ٦ متغیر است که نتایج حاصله از خرجی برنامه در جدول ۳ نشان داده شده است.

نتایج حاصل از خروجی نشان می‌دهد که قیمت واقعی بنزین که جزء عوامل برون سیستمی تقاضای گازوئیل است از مدل حذف شده است. در تحقیقات قبلی نیز این متغیر تأثیری بر تقاضای گازوئیل نداشته است. متغیرهای نقدینگی، یارانه، تعداد وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز و نرخ ارز بازار غیررسمی اثر مضاعف بر تقاضای گازوئیل دارند. تمامی معیارهای ارزیابی پیش‌بینی در این مرحله نسبت به مرحله قبل کمتر هستند که نشان‌دهنده دقت بالاتر پیش‌بینی نسبت به مرحله اول است. همچنین آماره تایل نیز مقدار کمتری نسبت به مرحله اول دارد و صحت بالای مدل‌سازی شبکه عصبی GMDH نشان می‌دهد. مقدار R^2 نیز که نشان‌دهنده توضیح دهندگی مدل می‌باشد، در این مرحله نسبت به مرحله قبل بالاتر است. نمودار ۳ مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده تقاضای گازوئیل را در مرحله دوم نشان می‌دهد.

در مرحله نهایی فرآیند قیاسی، ۵ متغیر مؤثر بر تقاضای گازوئیل در مرحله دوم را به‌عنوان ورودی شبکه وارد آن می‌کنیم. نتایج حاصل از خروجی شبکه در جدول ٤ ارایه شده است.

در مرحله سوم مشاهده می‌شود که هیچ‌کدام از ۵ متغیر ورودی حذف نشده‌اند. بنابراین، این مرحله، الگوی نهایی تقاضای گازوئیل را نشان می‌دهد. متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، تعداد وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز، یارانه اختصاص داده شده به گازوئیل و نرخ ارز بازار غیررسمی دارای اثر مضاعف بر تقاضای گازوئیل داشته‌اند. همچنین نقدینگی اثر عادی بر تقاضای گازوئیل داشته است. بر اساس مقادیر جدول ٤، همه مقادیر ارزیابی پیش‌بینی نسبت به مرحله دوم کمتر بوده و این نشان‌دهنده‌ی صحت و دقت بیشتر پیش‌بینی نسبت به مرحله قبل است. همچنین کاهش آماره تایل نسبت به مرحله دوم نشان‌دهنده‌ی صحت بیشتر مدل‌سازی شبکه عصبی GMDH می‌باشد. مقدار R^2 نیز که نشان‌دهنده توضیح دهندگی مدل می‌باشد، در این مرحله نسبت به مرحله قبل بیشتر است. نمودار ٤ مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده تقاضای گازوئیل را در مرحله نهایی نشان می‌دهد.



منبع: محاسبات تحقیق

نمودار ۳. مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده تقاضای گازوئیل در مرحله دوم

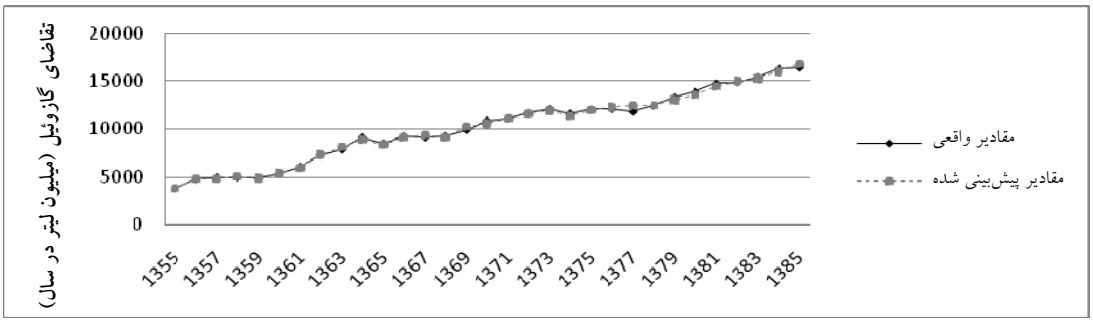
جدول ٤. نتایج حاصل از خروجی شبکه عصبی GMDH در مرحله نهایی

متغیرهای الگو	$LPGDP^t, LVEC^t, LM^t, LSUB^t, LEX^t$
متغیرهای حذف شده	ــ ــ ــ
متغیرهای با اثر مضاعف	$LPGDP^t, LVEC^t, LSUB^t, LEX^t$
MSE	۰/۰۰۰۰۹
RMSE	۰/۰۰۹٦
MAE	۰/۰۰۷۹
MAPE	۰/۰۰۱۹
TIC	۰/۰۰۰٦
R^2	۰/۹۹۷۱

منبع: محاسبات تحقیق

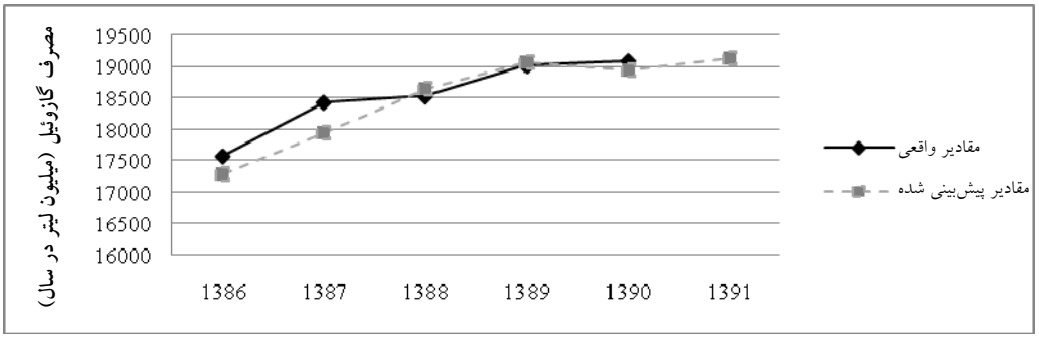
www.SID.ir

Archive of SID



منبع: محاسبات تحقیق

نمودار ٤. مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده تقاضای گازوئیل در مرحله نهایی



منبع: محاسبات تحقیق

نمودار ۵. مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده تقاضای گازوئیل در طی مرحله آزمون

جدول ۵. درصد خطای نسبی بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده در طی مرحله آزمون (۱۳۹۰-۱۳۸٦)

سال	مقادیر واقعی	مقادیر پیش‌بینی شده	درصد خطای نسبی (٪)
۱۳۸٦	۱۷۵۸۲/٤٦۸	۱۷۲۹۲/۱۲	۱/٦٥
۱۳۸۷	۱۸٤۳۸/۹۳٦	۱۷۹٤۲/۲٤	۲/٦۹
۱۳۸۸	۱۸٥۳٦/۲۰۹	۱۸٦٤۰/۹۷	۰/٥٦
۱۳۸۹	۱۹۰۲٥/۱۷۱	۱۹۰۷۱/۷۲	۰/۲٤
۱۳۹۰	۱۹۰۹۹/٦۷۲	۱۸۹٤۰/۷۷	۰/۸۳

منبع: محاسبات تحقیق

پس از مدل‌سازی در مرحله آزمون بایستی تقاضای آینده گازوئیل را در خارج از بازه زمانی مدل‌سازی و به‌عنوان پیش‌بینی‌های درون نمونه‌ای (۱۳۹۰-۱۳۸٦) پیش‌بینی کنیم. پیش‌بینی سال ۱۳۹۱ نیز با استفاده از متغیرهای مدل نهایی و به عنوان پیش‌بینی یک گام به جلوی خارج از نمونه برآورد شده است. نمودار ۵ مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده توسط الگوی بنیادی را نشان می‌دهد.

جدول ۵ درصد خطای نسبی بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده را در طی مرحله آزمون (۱۳۹۰-۱۳۸٦) نشان می‌دهد.

جدول ۵ نشان می‌دهد که خطا در سال‌های ۱۳۸٦ و ۱۳۸۷ نسبتاً زیاد است. این به‌دلیل افزایش یک‌دفعه نرخ رشد مصرف سالانه گازوئیل در طی این دو سال نسبت به سال‌های گذشته بوده است. در سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ خطای نسبی روند کاهشی داشته است. در سال ۱۳۹۰ با توجه به این‌که اولین سال اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها بوده است، در میزان مصرف گازوئیل تأثیر داشته و باعث به‌وجود آمدن خطا در پیش‌بینی شبکه شده و بنابراین، درصد خطای نسبی افزایش یافته است. اما با این وجود، درصد خطا بسیار ناچیز است و کارایی بالا و دقت زیاد شبکه عصبی GMDH را در پیش‌بینی تقاضای گازوئیل نشان می‌دهد.

در جدول ٦ الگوهای سه‌گانه فرآیند قیاسی بر اساس معیارهای ارزیابی پیش‌بینی و ضریب تعیین با یکدیگر مقایسه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦. مقایسه الگوهای فرآیند قیاسی بر مبنای معیار ارزیابی پیش‌بینی و ضریب تعیین

الگوها	MSE	RMSE	MAE	MAPE	TIC	R^2
مرحله اول	۰/۰۰۰٦	۰/۰۲٦٤	۰/۰۲۱۳	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۱۷	۰/۹۷۸۱
مرحله دوم	۰/۰۰۰۳	۰/۰۱۹۸	۰/۰۱۵٤	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۱۳	۰/۹۸۷۷
مرحله نهایی	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۹٦	۰/۰۰۷۹	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۰٦	۰/۹۹۷۱

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۷. نتایج حاصل از خروجی شبکه عصبی GMDH در روش تحلیل تکنیکی

متغیرهای الگو	MA1, MA2, MA4, MA5, DF(MA1, MA4), DF(MA2, MA5)
متغیرهای حذف شده	MA5, DF(MA2, MA5), DF(MA1, MA4)
متغیرهای با اثر مضاعف	MA2, MA4
MSE	۰/۰۰۰۰۱
RMSE	۰/۰۰٤۲
MAE	۰/۰۰۳۲
MAPE	۰/۰۰۰۷
TIC	۰/۰۰۰۲
R^2	۰/۹۹۹۳

منبع: محاسبات تحقیق

بر اساس مقادیر جدول ٦ معیارهای ارزیابی پیش‌بینی در فرآیند قیاسی کاهش و درصد دقت پیش‌بینی، افزایش یافته است. مقدار عددی آماره آزمون مربوط به تفاوت MSE در الگوی مرحله اول و نهایی به وسیله رابطه ۱۷محاسبه می‌شود:

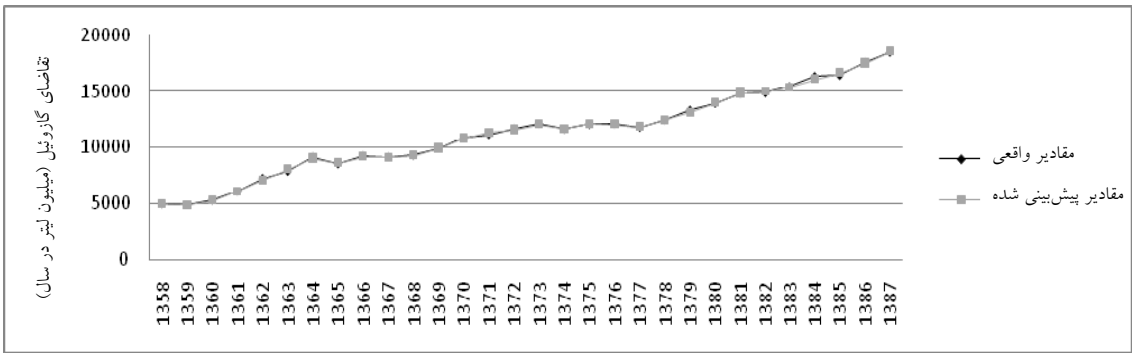
$$F = MSE(1) / MSE(3) \qquad (۱۷)$$

مقدار آماره آزمون برابر $F(10,10) = ٦/٦٦$ است که به‌طور معنی‌داری بزرگ‌تر از مقدار بحرانی جدول $F0.05(10,10) = 2.98$ می‌باشد. اگر فقط متغیرهای قیمت واقعی گازوئیل، قیمت واقعی بنزین، تولید ناخالص داخلی سرانه و تعداد وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز وارد شبکه عصبی کنیم، مقدار معیارهای ارزیابی MSE، RMSE، MAE، MAPE، TIC و R^2 به ترتیب برابر است با ۰/۰۱۰۸، ۰/۱۰۳۷، ۰/۰۷٦۰، ۰/۰۱۷۸، ۰/۰۰٦٤ و ۰/۷۱۵٤ است. مقدار آماره تایل در این مدل نسبت به مدل نهایی ۹٦٦ درصد افزایش یافته است، که نشان‌دهنده این است که در صورت عدم وجود متغیرهای مدل نهایی، از صحت مدل به شدت کاسته می‌شود. همچنین مقادیر دیگر معیارهای ارزیابی نیز نسبت به مدل نهایی بزرگ‌تر است و از دقت پیش‌بینی کاسته شده است. مقدار R^2 نیز نسبت به مدل نهایی کاهش یافته است.

روش دوم استفاده شده در این مقاله به منظور مدل‌سازی تقاضای گازوئیل، روش تحلیل تکنیکال می‌باشد. همان‌طور که در بخش‌های پیشین اشاره شد در روش تحلیل تکنیکی برای پیش‌بینی از میانگین متحرک کوتاه‌مدت و بلندمدت مصرف استفاده می‌شود. در این مطالعه نیز با استفاده از متغیرهای معرفی شده در بخش تصریح مدل و داده‌های سال‌های ۱۳۸٤-۱۳۵۸ به منظور مدل‌سازی (آموزش) و بازه پیش‌بینی‌های درون نمونه‌ای (آزمون) سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۸۵ به برآورد و بررسی روش تکنیکال می‌پردازیم. جدول ۷ و نمودار ٦ نتایج خروجی شبکه عصبی را ارایه می‌دهند.

www.SID.ir

Archive of SID



منبع: محاسبات تحقیق

نمودار ٦. مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده تقاضای گازوئیل در روش تحلیل تکنیکی (مراحل آموزش و آزمون)

بر اساس جدول ۷ میانگین متحرک‌های ۲ و ٤ سال تأثیر مضاعف و میانگین متحرک ۱ سال تأثیر عادی بر تقاضای گازوئیل داشته‌اند. تمامی معیارهای ارزیابی خطا مقادیر بسیار کمی را به خود اختصاص داده‌اند و دقت پیش‌بینی‌ها در روش تحلیل تکنیکی بسیار بالا است.

۷- نتیجه‌گیری

در این مقاله تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل زمینی با استفاده از دو روش تحلیلی بنیادی و تکنیکی الگوسازی شده است. در روش تحلیل بنیادی از دو دسته متغیرهای درون سیستمی و برون سیستمی به‌عنوان ورودی‌های شبکه عصبی GMDH در مدل کلی اولیه استفاده کرده و با توجه به ویژگی این نوع از شبکه عصبی در غربال‌سازی و حذف متغیرهای زاید در فرآیند مدل‌سازی، الگوی کلی را بررسی و اصلاح کرده تا به مدل بهینه و نهایی که نسبت به الگوی اولیه دارای قدرت تحلیل و دقت پیش‌بینی بالاتری است، برسیم. از ۱۰ متغیر ورودی که عبارتند از: قیمت واقعی گازوئیل، قیمت واقعی بنزین، تعداد وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز، هزینه‌های عمرانی دولت، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در بخش حمل و نقل، نقدینگی، ارزش افزوده حمل و نقل زمینی، نرخ ارز بازار غیررسمی، یارانه اختصاص داده شده به گازوئیل و تولید ناخالص سرانه، در نهایت ۵ متغیر به‌عنوان متغیرهای مؤثر بر مصرف گازوئیل معرفی شده‌اند. متغیرهای درون سیستمی تولید ناخالص داخلی سرانه، تعداد وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز و متغیرهای برون سیستمی یارانه اختصاص داده شده به گازوئیل و نرخ ارز بازار غیررسمی اثر مضاعف و نقدینگی تأثیر عادی بر مصرف گازوئیل دارند. در مقایسه بین مدل نهایی و مدلی که شامل متغیرهای قیمت واقعی بنزین، قیمت واقعی گازوئیل، تعداد وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز و تولید ناخالص داخلی سرانه بود؛ دریافتیم که ورود متغیرهای نرخ ارز بازار غیررسمی و یارانه اختصاص داده شده به گازوئیل و نقدینگی باعث کاهش خطاهای پیش‌بینی شده و به افزایش دقت و صحت مدل کمک می‌کنند. در روش تحلیل تکنیکی از میانگین متحرک کوتاه‌مدت و بلندمدت تقاضای گازوئیل استفاده کردیم. در این روش متغیرهای میانگین متحرک ۱ و ۲ سال، میانگین متحرک ٤ و ۵ سال، تفاوت میانگین متحرک ۱ و ٤، تفاوت میانگین متحرک ۲ و ۵ مورد استفاده قرار گرفتند که از میان آنها متغیرهای میانگین متحرک ۵ سال، تفاوت میانگین متحرک ۱ و ٤ و تفاوت میانگین متحرک ۲ و ۵ از مدل حذف شده‌اند. متغیرهای میانگین متحرک ۲ و ٤ سال تأثیر مضاعف و متغیر میانگین متحرک ۱ سال تأثیر عادی بر مصرف گازوئیل داشته‌اند.

با توجه به متغیرهای مؤثر بر تقاضای گازوئیل پیشنهادهای سیاستی زیر ارایه می‌شود:

۱. یکی از متغیرهایی که تأثیر مضاعف بر تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل زمینی ایران دارد، نرخ ارز بازار غیررسمی است. با توجه به اینکه قیمت گازوئیل در ایران نسبت به کشورهای همسایه بسیار پایین‌تر است، بنابراین، این موقعیت، انگیزه زیادی را برای قاچاق سوخت به کشورهای دیگر فراهم می‌کند و در واقع بخشی از تقاضای گازوئیل به‌دلیل

www.SID.ir

Archive of SID

انگیزه زیاد افراد سودجو برای قاچاق سوخت به‌وجود می‌آید. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که قیمت گازوئیل در کشور به قیمت جهانی نزدیک شود تا بدین وسیله از قاچاق سوخت به کشورهای دیگر جلوگیری شود.

۲. متغیر دیگری که تأثیر مضاعف بر تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل زمینی ایران دارد، یارانه اختصاص داده شده به گازوئیل است. در ایران به‌دلیل حجم بالای یارانه در بخش انرژی، قیمت انواع حامل‌های انرژی بسیار پایین‌تر از قیمت‌های جهانی است. بنابراین، تقاضای گازوئیل در ایران چندان تحت تأثیر قیمت قرار نمی‌گیرد. لذا پیشنهاد می‌شود که با کاهش یارانه گازوئیل، قیمت آن را به قیمت واقعی نزدیک شود تا بتوان رفتار مصرف کننده را دقیق‌تر و بهتر بررسی کرد؛ چراکه قیمت یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تقاضای تمامی کالاها و همچنین انرژی است.

۳. با توجه به این‌که هزینه‌های عمرانی دولت و تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بخش حمل و نقل در مرحله اول از مدل حذف می‌شوند، می‌توان گفت این دو متغیر اثرات یکدیگر را خنثی کرده و در واقع هزینه‌هایی که در زیرساخت‌های حمل و نقل می‌شود به‌وسیله هزینه‌های عمرانی دولت از بین می‌رود و تأثیری در کاهش مصرف سوخت در بخش حمل و نقل ندارد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود دولت دقت بیشتری در تخصیص مقدار هزینه‌های خود داشته باشد.

٤. با توجه به این‌که ورود تعداد زیادی از متغیرها در مدل‌های اقتصادسنجی مشکلات زیادی از جمله ایجاد هم‌خطی را بین متغیرهای توضیحی به‌وجود می‌آورند و هم‌خطی نیز منجر به بی‌معنی شدن غلط برخی از متغیرهای مهم می‌شود. همچنین به‌دلیل بررسی ساختار غیرخطی بین تقاضای انرژی و متغیرهای مؤثر بر آن، پیشنهاد می‌شود برای تشخیص درجه اهمیت متغیرها در مباحث تقاضای انرژی از شبکه عصبی GMDH به‌عنوان نوعی از شبکه عصبی که با تعداد مشاهدات محدود قابل استفاده است، بهره برد.

۸- پی‌نوشت‌ها

1. Group Method of Data Handling
2. Ivakhnenko
3. Mean Squared Error
4. Fundamental Analysis
5. Tecknical Analysis

٦. وسایل نقلیه گازوئیل‌سوز شامل اتوبوس، مینی‌بوس، کامیون و ون تولید داخل و وارداتی می‌شود.

7. Deductive

۸. معیارهای ارزیابی پیش‌بینی از سوری، علی (۱۳۹۰)، "اقتصاد سنجی همراه با کاربرد Eviews7"، تهران، نشر فرهنگ شناسی و نشر نور علم، ص ۲۱٤-۲۱۳ گرفته شده است.

9. Root Mean Squared Error
10. Mean Absolute Error
11. Mean Absolute Percentage Error
12. Theil Inequality Coefficient

۱۳. متغیرهای با اثر مضاعف برای ورودی‌ها در ادبیات شبکه عصبی GMDH، به متغیری اطلاق می‌شود که تعداد بیشتری نسبت به سایر متغیرها در خروجی برنامه شبکه داشته باشد یا بتواند از یک لایه پنهان پرش کند.

۹- مراجع

- آخانی، ز. (الف-۱۳۷۸) "مدل‌های تابع تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل"، مجله برنامه بودجه، شماره ۳۸ و ۳۹، ص ۱۲۸- ۱۰۱.
- آخانی، ز. (ب-۱۳۷۸) "برآورد تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل ایران (۱۳۷٤-۱۳٥٦)"، مجله برنامه بودجه، شماره ۳۸ و ۳۹، ص ۱٥۳-۱۲۹.
- ابریشمی، ح.، عبدلی، ق.، احراری، م. و دولت آبادی، س. (۱۳۹۱) "کاربرد الگوریتم GMDH برای استخراج قواعد از رفتار قیمت نفت"، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۳۲، ص ۱٦۸-۱٤۷.
- ابریشمی، ح.، غنیمی‌فرد، ح.، احراری، م. و رضایی، م. (۱۳۸۹) "پیش‌بینی قیمت گازوئیل خلیج فارس، مبتنی بر تحلیل تکنیکی و شبکه‌های عصبی"، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲٤، ص ۱۹۲-۱۷۱.
- ابریشمی، ح.، معینی، ع.، مهرآرا، م.، احراری، م. و سلیمانی‌کیا، ف. (۱۳۸۷) "مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت بنزین

www.SID.ir

Archive of SID

با استفاده از شبکه عصبی GMDH"، فصل‌نامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۳۶، ص ۵۸-۳۷.

- اسماعیل‌نیا، ع. الف. (۱۳۷۸) "برآورد تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل زمینی و پیش‌بینی آن طی برنامه سوم"، مجله برنامه بودجه، شماره ٤٦ و ٤٧، ص ٤٠-٣.
- اکبری، م. (۱۳۹۲) "شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی در ایران با استفاده از شبکه عصبی GMDH"، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، پردیس فنی مهندسی شهید عباسپور، دانشگاه شهید بهشتی.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۲) "بانک داده‌های سری‌های زمانی و حساب‌های ملی".
- بور بور حسین‌بیگی، ف. و آقاجانی، م. (۱۳۹۱) "پیش‌بینی قیمت گاز طبیعی با استفاده از شبکه عصبی GMDH بازار مطالعاتی امریکا"، نهمین همایش بین‌المللی انرژی، ۲ و ۳ اسفند، تهران، پژوهشگاه نیرو.
- خاکساری، ع. و بازار اردبیلی، پ. (۱۳۸۵) "بررسی کشش تقاضای سوخت در حمل و نقل زمینی کشور"، فصل‌نامه پژوهش‌های اقتصادی، شماره اول، ص ۱۲-۱.
- ختایی، م. و اقدامی، پ. (۱۳۸٤) "تحلیل کشش قیمتی تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل زمینی ایران و پیش‌بینی آن تا سال ۱۳۹٤"، فصل‌نامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۲۵، ص ٤٦-۲۳.
- سعیدی، ن.، نورامین، الف.س. و عابدی شورچه، آ. (۱۳۹۰) "تخمین تابع تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل ریلی کشور"، دو فصل‌نامه فناوری حمل و نقل، شماره ۱۷، ص ۱۳-۱.
- سهرابی، ح.، صادقی، ح.، افضلیان، ع. الف. و حقانی، م. (۱۳۹۱) "مقایسه کارایی شبکه عصبی GMDH و ARIMA در پیش‌بینی تقاضای بلندمدت برق"، بیست و هفتمین کنفرانس بین‌المللی برق، ۲۲ تا ۲٤ آبان، تهران، پژوهشگاه نیرو.
- شاکری، ع.، محمدی، ت. و جهانگرد، الف. و موسوی، م. ح. (۱۳۸۹) "تخمین مدل ساختاری تقاضای بنزین و نفت‌گاز در بخش حمل و نقل ایران"، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۵، ص ۳۱-۱.
- شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت ایران (۱۳۹۲) "آمار و اطلاعات حمل و نقل".
- شرکت پخش فرآورده‌های نفتی ایران "آمارنامه مصرف فرآورده‌های نفتی انرژی‌زا"، سال‌های مختلف.
- عبدلی، ق. و محمدی خیاره، م (۱۳۹۰)، "عوامل مؤثر بر تقاضای بنزین در شهر تهران"، پژوهشنامه حمل و نقل، شماره ۳، ص ۲٤۰-۲۲۵.
- قنبری، ع.، خضری، م.و اعظمی، آ. (۱۳۸۷) "شبیه‌سازی تابع تقاضای بنزین و نفت گاز در حمل و نقل زمینی ایران با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک"، فصل‌نامه اقتصاد مقداری، شماره ٤، ص ۱۷۷-۱۵۷.
- کشاورزیان، م.، کمالی انارکی، س. و زمانی، م. و عرفانی‌فرد، ع. (۱۳۹۱)، "پیش‌بینی تقاضای نفت در بخش حمل و نقل جاده‌ای بر اساس پیش‌بینی مالکیت وسایل نقلیه در جهان (۲۰۲۰-۱۹۷۲)"، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۳۳، ص ۲۲۳-۱۹۹.
- محمودی، ع. (۱۳۷٦) "اقتصاد حمل و نقل"، تهران، نشر اقتصاد نو.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۲) "سری‌های زمانی".
- مزرعتی، م. (۱۳۸۸) "اقتصاد انرژی ۲: مدل‌سازی تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل"، تهران، شرکت انتشاراتی پارس پیدورا، چاپ اول.
- منهاج، م. ب.، کاظمی، ع.، شکوری گنجوی، ح.، مهرگان، م.ر. و تقی‌زاده، م.ر. (۱۳۸۹) "پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش حمل و نقل با استفاده از شبکه‌های عصبی: مطالعه موردی

www.SID.ir

Archive of SID

در ایران"، فصل‌نامه مدرس علوم انسانی، شماره ۲، ص ۲۲۰-۲۰۳.

- مهرآرا، م.، بهرادمهر، ن.، احراری، م. و محقق، م. (۱۳۸۹) "پیش‌بینی بی‌ثباتی قیمت نفت با استفاده از شبکه عصبی GMDH"، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۵، ص ۱۱۲-۸۹.
- مهرآرا، م.، معینی، ع.، احراری، م. و بهرامی، ز. (۱۳۸۸) "پیش‌بینی قیمت آمونیاک با رویکرد تحلیل‌های بنیادین، تکنیکی و شبکه عصبی"، فصل‌نامه اقتصاد مقداری، شماره ۱، ص ۷۵-۵۱.
- مهرگان، ن. و قربانی، و. (۱۳۸۸) "تقاضای بلندمدت و کوتاه مدت بنزین در بخش حمل و نقل"، پژوهشنامه حمل و نقل، شماره چهارم، ص ۳۷۹-۳۶۷.
- مهرگان، ن.، اکبری، م.، صادقی، ح. و حقانی، م. (۱۳۹۲) "مدل‌سازی تقاضای برق در بخش صنعت ایران- رویکردی از شبکه عصبی GMDH"، بیست و هشتمین کنفرانس بین‌المللی برق، ۱۱ تا ۱۳ آبان، تهران، پژوهشگاه نیرو.
- وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، "ترازنامه انرژی"، سال‌های مختلف.

- Altinay, G. (2007) "Short-run and Long-run elasticities of import demand for crude oil in turkey". Energy Policy, Vol. 35, pp. 5829-5835
- Asmann, D. and Sieber, N. (2005) "Transport in developing countries: renewable energy versus energy reduction", Transport Reviews, Vol. 25, pp. 719-738.
- Baranzini, A. and Weber, S. (2013) "Elasticities of gasoline demand in Switzerland", Energy Policy, Vol. 63, pp. 674–680.
- Coyle, D. and DeBacker, J. and Prisinzano, R. (2012) "Estimating the supply and demand of gasoline using tax data", Energy Economics, Vol. 34, pp. 195-200.
- Cynthia Lin, C.-Y. and Prince, L. (2013) "Gasoline price volatility and the elasticity of demand for gasoline", Energy Economics, Vol. 38, pp. 111–117.
- Elattar, E. and Goulermas J. Y. (2010) "Short term load forecasting using evolutionary optimized modified locally weighted GMDH", International Middle East Power Systems Conference, Cairo University, Egypt, December 19-21.
- Haldenbilen, S. and Ceylan, H. (2005) "Genetic algorithm approach to estimate transport energy demand in Turkey", Fuel and Energy, Vol. 46, pp. 193-204.
- Lukman, I., Hassan, M. N., Noor Akma, I. and Sulaiman, M. N. (2013) "Model development of children under mortality rate with group method of data handling", International Journal of Engineering Science and Technology Development, , Vol. 1, pp. 6-14.
- Maric I. (2013) "Optimization of self-organizing polynomial neural networks", Expert Systems with Applications, Vol. 40, pp. 4528–4538.
- Nariman-zadeh, N. Darvizeh, A., Darvizeh, M. and Gharababaei, H. (2002) "Modelling of explosive cutting process of plates using GMDH type neural network and singular value decomposition". Journal of Materials Processing Technology, Vol. 128, pp. 80-87.
- Nishikawa, T. and Shimizu, S. (1982) "Identification and forecasting in management systems using the GMDH method", Applied Mathematical Modelling , Vol. 6, pp. 7-15.
- Ousmane Sene, S. (2012) "Estimating the demand for gasoline in developing countries: Senegal, Energy Economics", Vol. 34, pp. 189-194.
- Pedrycz, W. and Oh, S.K. (2002) "The design of self-organizing polynomial neural networks", Information Sciences, Vol. 141, pp. 237-258.
- Pindyck, Robert S. (1980) "The structure of world energy demand", Energy Policy, Vol. 8, pp. 178–179.
- Sazi Murat, Y. and Ceylan, H. (2006) "Use of artificial neural networks for transport energy demand modeling", Energy Policy, Vol. 34, pp. 3165-3172.

www.SID.ir

Archive of SID

- Srinivasan, D. (2008) "Energy demand prediction using GMDH networks", Neurocomputing, Vol. 72, pp. 625−629.
- Sterner, T. and Dahl, C. (1992) "Modelling transport fuel demand", International Energy Economics. Chapman and Hall, London.
- Sterner, T. and Dahl, C. (1991) "Analysis gasoline demand elastisities: A Survey" , Energy Economics, Vol. 13, pp. 203-210.
- Zhang, M. and He, C. and Gu, X. and Liatsis, P. and Zhu, B. (2013) D-GMDH: A novel inductive modelling approach in the forecasting of the industrial economy, Economic Modelling, Vol. 30, pp. 514-520.
- Zhu, W. and Wang, J. and Zhang, W. and Sun, D. (2012) "Short-term effects of air pollution on lower respiratory diseases and forecasting by the group method of data handling" , Atmospheric Environment, Vol. 51, pp. 29-38.

www.SID.ir

Archive of SID

Modeling Diesel Demand in Iran Land Transport Sector Using GMDH Neural Network

N. Mehregan, Associate Professor, Department of Economics, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

H. Sadeghi, Assistant Professor, Department of Economics, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.

M. Haqhani, Assistant Professor, Department of Management and Economics, Shahid Abbaspour, University, Tehran, Iran.

M. Akbari, M.Sc., Department of Management and Economics, Shahid Abbaspour University, Tehran, Iran.

E-mail: mehregannader@yahoo.com

Received: August 2013 - Accepted: February 2014

ABSTRACT

Diesel is one of the most important energy carriers in Iran and the land transport is the largest consumer of diesel. According to the low price and the important role of this fuel in carrying passengers and goods in Iran, Checking and identification of variables have impressive on demand that is important. In this paper from the GMDH neural network is been used as a tool for high ability in routing and detection of complex non-linear trends, identification effective factors and modeling whit limit the number of observations. Also for choice of effective variables is used from the two fundamental and technical analysis. In This study fundamental analysis system has been evaluated in during three steps impact of 10 the system variables inside and outside the on diesel demand. results is indicates in the final stage of fundamental analysis that the system variables inside, GDP per capita, the number of diesel-powered vehicles and the system output variables of allocated to diesel subsidies and informal market exchange rate have doubly effect and liquidity has identical and ordinary effect on the diesel demand. In addition, the results are show that entry of variables of informal market exchange rate, liquidity and subsidy variables besides variables that have been used in previous research, in rise authenticity and precision evaluation criteria of forecast of the model has a significant impact. Also the results of modeling and forecasting diesel demand using both fundamental and technical analysis shows low error and the accuracy and high performance of the forecast.

JEL Classification: C45, C22, L91, D11, Q41

Keywords: Land Transport, Diesel Demand, Neural Network, Technical Analysis, Fundamental Analysis

www.SID.ir