

استفاده از خوشه‌بندی دو مرحله‌ای برای بررسی تاثیر سه‌میه‌بندی بنزین بر رفتار مصرف‌کنندگان

سعید مصطفایی^۱، حامد شکوری گنجوی^۲، رضا قدسی^۳

تاریخ دریافت مقاله:

۹۴/۹/۲۷

تاریخ پذیرش مقاله:

۹۵/۲/۸

چکیده:

بخش حمل و نقل جاده‌ای بزرگترین بخش مصرف‌کننده بنزین در کشور است که با رشد مداوم تقاضای انرژی در طول زمان، در دهه‌های اخیر با چالش‌های بزرگی مواجه بوده است. مهم‌ترین این چالش‌ها، کمبود عرضه بنزین مصرفی بوده است. برای جبران این کمبود، دولت ناچار به واردات بنزین به مقدار زیاد بوده که اختلاف قیمت خرید و فروش و پرداخت یارانه فشار مالی زیادی بر دولت وارد می‌کرده است. در گام نخست، دولت در تیر ماه سال ۱۳۸۶ بنزین را سه‌میه‌بندی کرد که سرانجام پس از ۸ سال و در پی فراز و نشیب بسیار در سال ۱۳۹۴ در عمل منتفی شد. در این مقاله، با نگرش جدیدی به روش‌های داده‌کاوی به این موضوع نگاه شده است. بازه مورد مطالعه از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹ بوده است و نتایج حاصل نشان می‌دهد که سه‌میه‌بندی بنزین در رفتار مصرفی مصرف‌کنندگان تاثیر کوتاه‌مدت داشته است. همچنین نتایج حاکی از آن است که به عنوان سیاست‌های جایگزین، گسترش ناوگان تاکسیرانی یک راه حل کوتاه مدت و گسترش مترو راه حل بلند مدت برای حل معضل حمل و نقل عمومی در تهران است.

کلمات کلیدی:

حمل و نقل، خوشه‌بندی دو مرحله‌ای، داده‌کاوی، سه‌میه‌بندی بنزین

saeed.mostafaei@alumni.ut.ac.ir

hshakouri@ut.ac.ir

ghodsi@ccsu.edu

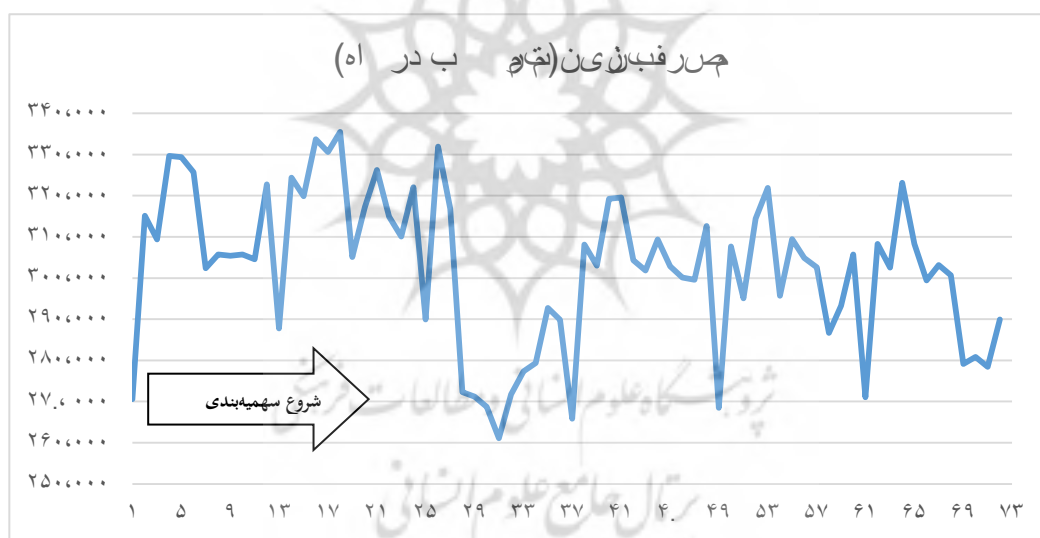
(۱) کارشناسی ارشد دانشکده صنایع، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)

(۲) دانشیار دانشکده صنایع، دانشگاه تهران

(۳) دانشیار دانشکده فنی، دانشگاه کنکتیکات

مقدمه

در سالهای اخیر، تقاضا برای مصرف بنزین در بخش حمل و نقل جاده‌ای افزایش یافته است. از عوامل اصلی می‌توان به افزایش روز افزون تعداد وسایل نقلیه بنزین‌سوز و در کنار آن قیمت پایین مصرف این فرآورده نفتی اشاره کرد که قیمت فروش آن در قیاس با قیمت واقعی آن بسیار پایین بوده است. به همین دلیل، مصرف‌کنندگان بنزین، ارزش واقعی آن را نمی‌دانسته و بصورت بی‌رویه آن را مصرف می‌کردند. همچنین نباید فراموش کرد که به علت اینکه قیمت این فرآورده نفتی در مقایسه با کشورهای همسایه بسیار پایین بود، مقداری از آن هم به صورت قاچاق از چرخه مصرف بنزین بخش حمل و نقل خارج می‌شد. در سالهای اخیر، رشد مصرف بنزین در ایران زیاد بوده است در حدی که دولت قادر به تامین این میزان تقاضا نبود و مجبور بود بخش قابل توجهی از این تقاضا را وارد کند. برای نمونه، میزان رشد مصرف سالانه بنزین طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۵ نزدیک به ۱۰ درصد بوده است^۱.



شکل ۱) مصرف ماهانه بنزین شهر تهران از سال ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۹

این مقاله قصد دارد تا تغییرات اتفاق افتاده در مصرف بنزین شهر تهران را مورد بررسی قرار دهد. در شکل (۱) مصرف ماهانه بنزین برای سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۹ برای شهر تهران نمایش داده شده است که ماه شروع سهمیه‌بندی نیز مشخص است. همانطور که از شکل هم معلوم است، مصرف بنزین روند رو به رشدی را تا قبل از سهمیه‌بندی بنزین تجربه کرده است.

(۱) ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۵

عرضه بنزین وارداتی با قیمت یارانه‌ای، فشارهای مالی زیادی را به دولت وارد می‌آورد. از این رو، با تصویب مجلس شورای اسلامی، دولت مجبور به اجرای طرح سهمیه‌بندی بنزین از تیر ماه سال ۱۳۸۶ شد. این کار به کمک کارتهای هوشمند سوخت انجام شد و برای هر یک از انواع وسایل نقلیه بنزین سوز بر حسب نوع کاربری، میزان مشخصی از بنزین با قیمت یارانه‌ای برای هر ماه در نظر گرفته شد. مصرف‌کنندگان برای مصرف مازاد بر سهمیه‌بندی، باید قیمت متفاوتی که به قیمت واقعی بنزین نزدیکتر بود، می‌پرداختند. قیمت یارانه‌ای بنزین در سالهای ۱۳۸۴ تا تیر ماه سال ۱۳۸۶، ۸۰ تومان در لیتر بود. بعد از شروع سهمیه‌بندی، قیمت بنزین یارانه‌ای ۱۰۰ تومان در لیتر و برای مصارف آزاد ۴۰۰ تومان در لیتر شد و این کار تا آخر آذر ماه سال ۱۳۸۹ ادامه پیدا کرد. البته با گذشت زمان از میزان بنزین یارانه‌ای تدریجاً کاسته می‌شود تا اینکه از دی ماه سال ۱۳۸۹ همزمان با هدفمندسازی یارانه‌ها و آزادسازی قیمت‌ها، قیمت بنزین سهمیه‌بندی شده به لیتری ۴۰۰ تومان در لیتر افزایش پیدا کرد و بنزین آزاد با قیمت لیتری ۷۰۰ تومان در لیتر ارائه شد. در زیر به چند نمونه از مطالعاتی که در سالهای اخیر در حوزه مصرف بنزین انجام شده است، پرداخته می‌شود. در مورد مصرف بنزین، مطالعات انجام شده چه در مقالات داخلی و چه در مقالات خارجی بیشتر مربوط به تخمین تابع تقاضا و بررسی عوامل موثر بر مصرف آن بوده است که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

مطالعات داخلی در زمینه مصرف بنزین

آخانی در مقاله خود، مصرف بالای بنزین در خودروها در ایران را به علت فرسودگی خودروها، بالا بودن متوسط عمر خودروها (۱۱ سال)، نقص فنی و قیمت پایین بنزین می‌داند [۱]. البته در این مقاله فقط به بررسی مصرف کل بنزین و نرخ رشد متوسط سالانه آن در سالهای ۱۳۵۱ تا ۱۳۷۵ پرداخته شده است. همچنین در این مقاله ذکر شده است که پایین بودن مصرف سرانه نسبی در سالهای ۶۷-۱۳۵۹ ناشی از رکود اقتصادی کشور و سهمیه بندی بنزین می‌باشد که البته در این زمینه پرش قیمت واقعی بنزین در سال ۱۳۵۹ نیز بی‌تاثیر نبوده است.

صادقی و همکاران با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک، به تخمین تابع تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل برای دوره ۱۳۵۳-۸۵ در قالب معادلات خطی، درجه دو و نمایی پرداخته‌اند 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 [۶]. در این مقاله، تقاضای بنزین تابعی از تولید ناخالص داخلی، قیمت بنزین، جمعیت، تعداد خودروهای بنزین‌سوز، عمر متوسط خودروها و بازده مصرف در نظر گرفته شده است.

همچنین آخانی در مقاله دیگری در حدود ۱۵ مدل برای برآورد تابع تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل استفاده کرده است و عوامل تاثیرگذار بر میزان مصرف سوخت را قیمت سوخت، درآمد قابل تصرف و محصول ناخالص داخلی، موجودی خودروها، نرخ استفاده از خودروها که خود متاثر از درآمد اشخاص، قیمت خودرو و قیمت سوخت است، کارایی

خودرو و یک سری متغیرهای جز دیگر اعلام کرده است [۲].

مقالات زیاد دیگری به بررسی عوامل موثر بر تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل پرداخته اند که از جمله می توان به مقاله فروزان فر و همکاران اشاره کرد [۸]. آنها به پیش بینی تقاضای انرژی بخش حمل و نقل با استفاده از نگرش برنامه ریزی ژنتیک چندلایه پرداخته اند. داده های استفاده شده مربوط به رشد ناخالص ملی، جمعیت و تعداد خودروها می باشد. نتایج حاکی از بهبود در پیش بینی نسبت به روش های شبکه عصبی و رگرسیون خطی فازی چندلایه بوده است.

کاظمی و همکاران برای تحلیل تأثیرات شاخص های اجتماعی و اقتصادی بر تقاضای انرژی بخش حمل و نقل از داده های رشد ناخالص ملی، جمعیت و تعداد خودروها استفاده کردند [۹]. این کار با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی سلسله مراتبی بر پایه پرسپترون چندلایه نظارت یافته انجام شده است. از داده های ۱۹۶۸ الی ۲۰۰۷ به عنوان داده های آموزشی استفاده شده و میزان تقاضای انرژی برای سال های ۲۰۰۸ الی ۲۰۲۰ تخمین زده شده است. میزان خطای مدل پیشنهادی از خطای مدل های رگرسیونی کمتر بوده است.

به علت مشکلاتی که در سالهای اخیر پیش روی مصرف بنزین وجود داشته است، مطالعاتی در زمینه بحران مصرف بنزین و بحث هدفمندسازی یارانه ها و سهمیه بندی بنزین نیز انجام شده است که در زیر به چند مورد از آنها اشاره می شود: شکوری در مقاله خود برای اولین بار اثر تورمی حذف یارانه ها و واقعی شدن قیمت سوخت (بنزین) را با استفاده از یک مدل دینامیک غیرخطی بررسی کرد [۵]. او به کمک مدلی با دینامیک مرتبه ۳ و دارای ۱۲ پارامتر تخمینی نشان داد که اثر حذف سریع یارانه ها (طی دو تا سه سال) بر تورم کمتر از اثر افزایش مداوم و همه ساله قیمت حامل ها در ابتدای هر سال است مشروط بر آنکه با کنترل نقدینگی شکاف عرضه پول افزایش نیابد.

ابونوری و همکاران به بررسی آثار اقتصادی یارانه بنزین بر میزان مصرف آن در ایران پرداخته اند و از داده های سری زمانی سالهای ۱۳۵۰ الی ۱۳۸۲ استفاده کرده اند [۳]. نتایج حاصل از برآورد سیستم معادلات همزمان نشان می دهد که در این دوره بین این دو مولفه رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد و از خوبی های مدل استفاده شده داشتن R^2 بالا می باشد. افزایش یارانه بنزین در دوره مورد بررسی عامل اصلی افزایش مصرف بنزین بوده و نتیجه گیری شده است که برای استفاده بهینه از مصرف بنزین و جلوگیری از هدررفت آن، سیاست هدفمند نمودن یارانه ها طی برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی اعمال شود.

رهنما به اثر سهمیه بندی بنزین بر تغییر شیوه حمل و نقل دارندگان خودروهای شخصی در شهر مشهد، شش ماه پس از سهمیه بندی بنزین پرداخته و اطلاعات خود را از طریق پرسشنامه از ۶۷۰ نفر از مناطق مختلف شهرداری جمع آوری کرده است [۴]. مولفه های موثر مورد بررسی در این مقاله علاوه بر مولفه هایی که در اکثر مقالات ذکر شده است شامل مولفه هایی نظیر سن افراد مورد مطالعه و وضعیت سکونت و دوری و نزدیکی به محل کار و غیره بوده است و نتیجه گیری

شده است که میزان رضایت دارندگان خودروهای شخصی از سهمیه‌بندی پایین بوده و در حدود ۲۰ می‌باشد و همچنین سهمیه‌بندی بنزین باعث افزایش ۴۰ درصدی هزینه‌های حمل و نقل خانوارها شده است.

شریفی ذکر کرده است که به علت رشد بالای مصرف بنزین در ایران، عرضه بنزین سهمیه‌بندی شده است [۱۲]. این مقاله اثر تصمیم دولت در سهمیه‌بندی در تراز تجاری و تولید ناخالص ملی را ارزیابی می‌کند. در این ارزیابی که برای سالهای ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ بوده از مدل معادلات عمومی کاربردی استفاده شده است که نتایج آن بیانگر این است که سهمیه‌بندی بنزین تراز تجاری را بهبود می‌بخشد و تاثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش هزینه‌های تحمیلی از یارانه‌ها دارد ولی باعث کاهش در تولید ناخالص ملی می‌شود.

مطالعات خارجی در زمینه خوشه‌بندی

در این قسمت به چند مورد از مطالعات انجام شده در زمینه خوشه‌بندی پرداخته می‌شود:

Li Quidan با استفاده از تعریف شباهت در بحث‌های داده کاوی و روش k - میانگین به خوشه‌بندی داده‌های مربوط به مصرف انرژی الکتریکی در طول یک سال پرداخته که حاصل کار آن ۳ خوشه متفاوت بوده است [۱۰]. مشخصه مهم خوشه‌ها وجود روزهای تعطیل رسمی، کار نکردن کارخانجات بزرگ و گرمای هوا در تابستان عنوان شده است.

Zakaria Zuhaina و همکاران به خوشه‌بندی بار الکتریکی مصرفی مصرف‌کنندگان برق پرداخته‌اند [۱۴]. کاری که انجام شده استفاده از دو الگوریتم خوشه‌بندی فازی بر پایه روابط فازی و خوشه‌بندی K - میانگین برای خوشه‌بندی بار مصرفی الکتریسیته در مالزی بوده و نتایج حاصل از هر کدام با هم مقایسه شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد نگرش فازی به علت حساسیت و انعطافی که در الگوریتم خود دارد، جواب بهتری داده است بخصوص در بخش صنعتی که بیشتر تغذیه‌کننده‌های صنعتی در یک گروه دسته‌بندی شده‌اند.

Schiopu Daniela و همکاران داده‌های مربوط به مشتریان یک بانک آلمانی را خوشه‌بندی کرده‌اند [۱۳]. علت استفاده از روش خوشه‌بندی دو مرحله‌ای، توانایی آن در خوشه‌بندی قوی داده‌هایی است که هم ویژگی‌هایی با خاصیت پیوسته دارند و هم گسسته و نیز برای داده‌های با حجم بزرگ کارایی خوبی دارد و زمان کمتری را برای اجرای مدل نسبت به سایر روشها نیاز دارد. مزیت این کار، تقویت سود شرکت با مدیریت بهتر مشتریان آن عنوان شده است.

Chiu Tom و همکاران آورده‌اند که الگوریتم‌های کلاسیک سابق قادر به خوشه‌بندی مناسب داده‌های مختلط (داده‌هایی که شامل ویژگی‌های پیوسته و گسسته توأمان هستند) نیستند [۷]. روش خوشه‌بندی دو مرحله‌ای برای این گونه داده‌ها استفاده شده است. نتایج نشان داد که این الگوریتم قابلیت‌های مقیاس‌بندی خطی دارد و در بیش از ۹۵ درصد موارد تعداد خوشه‌ها را درست تشخیص داده و داده‌ها را به خوشه‌های مناسب اختصاص می‌دهد.

هدف از تحقیق

یکی از اقداماتی که در سالهای گذشته در کشور انجام شده است، سهمیه‌بندی بنزین می‌باشد که در این مقاله به ارزیابی آن در سطح شهر تهران پرداخته می‌شود. داده‌های بنزین مصرفی و قیمت بنزین از شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران تهیه شده است. سایر داده‌ها از شرکت‌های مربوطه از طریق نامه اداری اخذ شده است که در زیر فهرست شده‌اند و داده‌های مربوطه آورده شده است:

- ۱- مصرف گاز طبیعی فشرده^۱ از شرکت گاز استان تهران
 - ۲- مسافرت‌های انجام شده با اتوبوس از شرکت واحد اتوبوسرانی تهران و حومه
 - ۳- مسافرت‌های انجام شده با مترو از شرکت بهره برداری راه آهن شهری تهران و حومه
 - ۴- مسافرت‌های انجام شده با تاکسی از سازمان مدیریت و نظارت بر تاکسی‌رانی شهر تهران
 - ۵- مسافرت‌های شخصی انجام شده از سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
 - ۶- رشد ناخالص ملی از بانک جهانی داده^۲
 - ۷- جمعیت از مرکز آمار ایران
 - ۸- تعداد خودروهای بنزین‌سوز از شهرک آزمایش
 - ۹- متوسط عمر خودروهای بنزین‌سوز و متوسط مصرف سوخت از مرکز آمار ایران و محاسبات نگارنده.
- الگوریتم خوشه‌بندی استفاده شده، روش خوشه‌بندی دو مرحله‌ای می‌باشد. برای اجرای مدل‌ها از نرم‌افزار SPSS Modeler 14 استفاده شده است. در این مقاله می‌خواهیم به سؤالات زیر جواب بدهیم:
- ۱- سهمیه بندی بنزین به چه نحوی در کاهش مصرف بنزین تاثیر گذاشته است و تاثیر آن به چه مدت به طول انجامیده است؟
 - ۲- آیا در الگوی مصرفی مصرف‌کنندگان به معنی نحوه استفاده از بنزین تاثیر گذاشته است یا خیر؟

روش تحقیق

از میان روش‌های مختلف داده‌کاوی، خوشه‌بندی یکی از روش‌های بدون نظارت است. هدف الگوریتم‌های

1) Compressed Natural Gas
2) World Bank Data

خوشه بندی بدین صورت است که اعضای داخل هر خوشه کمترین فاصله را از هم داشته و در عین حال هم بیشترین فاصله را از اعضای خوشه های دیگر داشته باشند. در ادامه، به توضیح روش خوشه بندی دو مرحله ای و روش های ارزیابی خوشه بندی پرداخته می شود.

الگوریتم خوشه بندی دو مرحله ای

این روش یک الگوریتم تحلیل خوشه ای مقیاس پذیر است که برای مجموعه داده های بزرگ طراحی شده است [۱۳]. این الگوریتم قابلیت کار کردن با داده های پیوسته و گسسته را به صورت همزمان داراست و فقط به یکبار خواندن مجموعه داده ها نیاز دارد. همانطور که از اسم آن معلوم است، دارای دو مرحله می باشد که مرحله اول خوشه بندی اولیه داده ها در خوشه های کوچکتر می باشد و مرحله دوم، خوشه بندی این خوشه ها به تعداد خوشه های دلخواه مطلوب است که البته قادر است به صورت خودکار تعداد خوشه های مطلوب را معین کند.

خوشه بندی اولیه

این مرحله از رویکرد خوشه بندی تریبی استفاده می کند. در این مرحله، همه داده ها یک به یک خوانده می شوند و الگوریتم تصمیم می گیرد که بر اساس معیار اندازه گیری فاصله^۱، داده جدید را به کدام خوشه های اولیه تولید شده، نسبت دهد و یا اینکه یک خوشه جدید بر اساس این داده جدید ایجاد کند و این کار را بر اساس ساختن درخت ویژگی خوشه اصلاح شده^۲ انجام می دهد. ذکر این نکته نیز لازم است که ساختار درخت CF ساخته شده ممکن است از نحوه ترتیب وارد کردن داده ها تاثیر بپذیرد. به همین دلیل برای حداقل کردن این تاثیر، مرتب سازی رکوردها به صورت تصادفی قبل از ساختن درخت توصیه می شود.

مرحله دوم: خوشه بندی

مرحله دوم ریز خوشه های حاصل از مرحله اول را به عنوان ورودی انتخاب می کند و آنها را به تعداد خوشه های مطلوب تقسیم بندی می کند. در این مرحله چون تعداد ریز خوشه ها نسبت به رکوردهای اولیه خیلی کمتر است می توان از روش های خوشه بندی سنتی نیز استفاده کرد که روش خوشه بندی دو مرحله ای از روش خوشه بندی سلسله مراتبی تراکمی^۳ که با روش خوشه بندی خودکار بخوبی کار می کند، استفاده می کند. روش خوشه بندی سلسله مراتبی نیز بدین شکل است که ریز خوشه ها به صورت بازگشتی با هم ادغام می شوند. لذا می توان براحتی جواب های حاصل از تعداد مختلف خوشه ها را با هم مقایسه کرد و بهترین تعداد خوشه ها را انتخاب کرد.

1) Distance criterion

2) Modified cluster feature (CF) tree

3) Agglomerative hierarchical clustering method

معیار فاصله در روش خوشه‌بندی دو مرحله‌ای

در این الگوریتم از معیار اندازه‌گیری فاصله‌ای لگاریتمی - احتمالی^۱ که یک روش بر پایه مسافت احتمالی است و هر دو ویژگی پیوسته^۲ و گسسته^۳ را با هم وفق می‌دهد، استفاده شده است. در محاسبه فاصله لگاریتمی - احتمالی برای هر ویژگی پیوسته از توزیع نرمال و برای هر ویژگی گسسته از توزیع چند جمله‌ای استفاده می‌شود. مسافت بین خوشه نام و خوشه‌ی لام بدین صورت اندازه‌گیری می‌شود:

$$d(i, j) = \varepsilon_i + \varepsilon_j + \varepsilon_{\langle i, j \rangle} \quad (۱)$$

به طوری که:

$$\varepsilon_v = -N_v \left(\sum_{k=1}^k \frac{1}{2} \log(\hat{\sigma}_k^2 + \hat{\sigma}_{vk}^2) + \sum_{k=1}^k \hat{E}_{vk} \right) \quad (۲)$$

$$\hat{E}_{vk} = -\sum_{l=1}^{L_k} \frac{N_{vkl}}{N_v} \log \frac{N_{vkl}}{N_v} \quad (۳)$$

که در آن، K^A تعداد ویژگی‌های پیوسته ورودی، K^B تعداد ویژگی‌های گسسته‌ی ورودی، L_k تعداد نوع k -امین ویژگی‌های گسسته، N_v تعداد رکوردهای خوشه v و N_{vkl} تعداد رکوردهای خوشه v که به l -امین نوع از k -امین ویژگی‌های گسسته تعلق دارد. در فرمول (۲)، مجموع اول، واریانس تخمینی k -امین ویژگی پیوسته را محاسبه کرده و مجموع دوم، واریانس تخمینی k -امین ویژگی پیوسته در خوشه v را محاسبه می‌کند که $\langle i, j \rangle$ اندیس نمایشی برای تلفیق دو خوشه i و j است.

روش ارزیابی خوشه‌بندی

وقتی یک خوشه بندی بخوبی انجام پذیرفته است که تا حد امکان اعضای داخل یک خوشه کمترین فاصله را از هم و بیشترین فاصله را از اعضای سایر خوشه‌ها داشته باشند. یکی از معیارهای ارزیابی خوبی خوشه‌بندی، معیار silhouette می‌باشد که در سال ۱۹۸۶ توسط Peter J. Rousseeuw معرفی شد [۱۱]. روش کار بدین صورت است که فرض مجموعه‌ای از داده‌ها به خوشه‌هایی تقسیم شده باشند. برای هر نقطه در این مجموعه داده دو فاصله تعریف می‌شود. یکی فاصله این نقطه از مرکز خوشه‌ای که به آن تعلق دارد ($a(i)$) و دیگری فاصله آن نقطه از مرکز نزدیکترین خوشه‌ای که

1) Log-likelihood

2) Range

3) Symbolic

متعلق به آن نیست ($b(i)$). با توجه به این دو فاصله، معیار silhouette به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$S(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \quad (4)$$

برای ارزیابی الگوریتم خوشه‌بند، متوسط این مقدار بر روی مجموعه داده مورد نظر محاسبه می‌شود. این مقدار عددی بین ۱- و ۱ می‌باشد و هر چه این عدد به ۱ نزدیک باشد، خوشه‌بندی مناسب‌تری انجام شده است.

اجرای مدل

در این قسمت، انواع خوشه‌بندی‌هایی که اجرا شده، تجزیه و تحلیل شده است. در این تحلیل‌ها از بحث‌هایی مانند تغییرات شرایط آب و هوایی و تعطیلات مذهبی اتفاق افتاده در طول هر ماه که در میزان مصرف بنزین نوساناتی ایجاد کرده ولی قابل اغماض هستند، چشم‌پوشی شده است.

خوشه‌بندی کل داده‌های بخش حمل و نقل

در این قسمت، نتایج اعمال روش خوشه‌بندی بر روی تمامی داده‌هایی که در اختیار است و از شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف جمع‌آوری شده‌اند، ارائه می‌شود. تعداد ورودی‌های مدل، ۱۳ ویژگی می‌باشد که تعداد خوشه‌های مناسب بعد از اجرای الگوریتم خوشه‌بندی دو مرحله‌ای، ۳ خوشه شد.



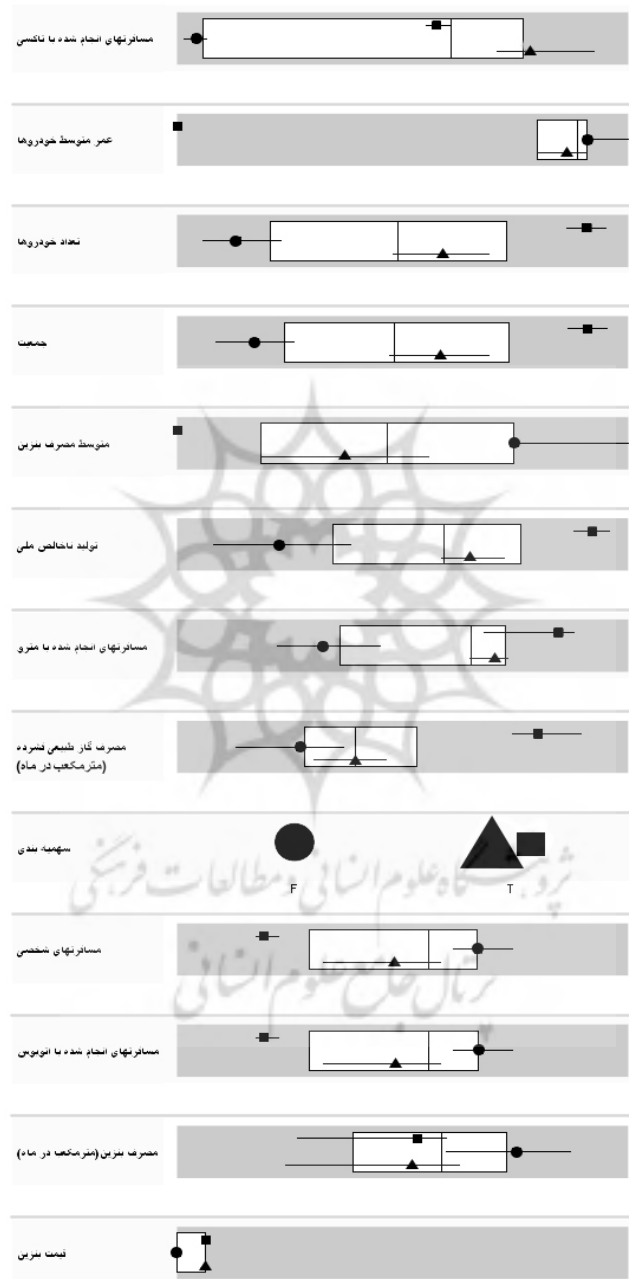
شکل ۲) اهمیت مولفه‌های مختلف بخش حمل و نقل در خوشه‌بندی دو مرحله‌ای

معیار خوبی مدل برابر با ۰.۶۰ شد که نشان از خوبی نتایج است. شکل (۲) درجه اهمیت هر یک از مولفه‌های بخش حمل و نقل را در خوشه بندی نشان می‌دهد. مسافرت‌های انجام شده با تاکسی، متوسط عمر خودروها، تعداد خودروهای بنزین‌سوز، جمعیت و مصرف متوسط بنزین از مهم‌ترین مولفه‌ها در خوشه بندی داده‌های بازه مطالعاتی بوده‌اند.

۲۷ ماه اول بازه مورد مطالعه یعنی از ابتدای سال ۸۴ تا یک ماه قبل از سهمیه بندی در یک خوشه (خوشه سوم) قرار گرفتند که این خوشه نشان دهنده رفتار واقعی مصرف کنندگان است. ۳۲ ماه بعد از سهمیه بندی در یک خوشه (خوشه اول) و ۱۳ ماه آخر بازه مورد مطالعه در یک خوشه دیگر (خوشه دوم) قرار گرفتند.



خوشه ۲ ■ خوشه ۳ ● خوشه ۱ ▲



شکل ۳) توزیع هر یک از مولفه‌ها در خوشه‌های تشخیص داده شده

شکل (۳) توزیع هر یک از مولفه‌ها را در هر یک از خوشه‌ها نشان می‌دهد. با توجه به شکل، از مهم‌ترین شاخصه‌های ۲۷ ماه اول قبل از سهمیه‌بندی می‌توان به تعداد کم خودروهای شخصی و در عین حال میزان بالای مسافرت‌های انجام شده با آنها، میزان کم مسافرت‌های انجام شده با تاکسی و مترو، میزان بالای مسافرت‌های انجام شده با اتوبوس، مصرف بالای بنزین با توجه به تعداد کم خودروهای شخصی، عمر متوسط بالای خودروها و سهمیه‌بندی نشدن بنزین اشاره کرد.

از مهم‌ترین مشخصه‌های ۳۲ ماه بعد از سهمیه‌بندی بنزین نیز می‌توان به سهمیه‌بندی بنزین، افزایش ناگهانی استفاده از تاکسی به دلیل سهمیه‌بندی بنزین و افزایش مسافرت‌های انجام شده با مترو، افزایش تعداد خودروهای شخصی و از طرفی کاهش مسافرت‌های انجام شده با آنها، کاهش نسبی استفاده از اتوبوس و کاهش نسبی مصرف بنزین به دلیل سهمیه‌بندی (هرچند تعداد خودروهای شخصی افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است) اشاره کرد.

از مهم‌ترین مشخصه‌های ۱۳ ماه آخر بازه مطالعاتی هم می‌توان به افزایش استفاده از گاز طبیعی فشرده، کاهش عمر متوسط خودروها (که یکی از دلایل آن اسقاط کردن خودروهای فرسوده می‌باشد)، کاهش مصرف متوسط بنزین، کاهش قابل ملاحظه در مسافرت‌های انجام شده با اتوبوس، افزایش مسافرت‌های انجام شده با مترو و کاهش مسافرت‌های انجام شده با تاکسی، افزایش قیمت بنزین و کاهش مسافرت‌های انجام شده با خودروهای شخصی اشاره کرد.

اگر این سه خوشه از نظر تعداد مسافرت‌های انجام شده مورد بررسی قرار گرفته شود، در ۲۷ ماه اول تعداد مسافرت‌های انجام شده با خودروهای شخصی زیاد بوده است و در ۳۲ ماه دوم تعداد مسافرت‌های انجام شده با تاکسی افزایش چشم‌گیر داشته است و در ۱۳ ماه آخر مسافرت‌های انجام شده با خودروهای شخصی کاهش چشم‌گیر داشته است.

همانطور که از شکل (۳) نیز پیداست، در طول کل بازه مطالعاتی مسافرت‌های انجام شده با مترو افزایش داشته است که نشان می‌دهد که در این بازه با افزایش ظرفیت مترو تقاضا برای آن نیز افزایش داشته است و لذا مترو را می‌توان یک راه حل بلندمدت برای حل معضل حمل و نقل در شهر تهران دانست.

با توجه به اینکه میزان استفاده از تاکسی بلافاصله بعد از سهمیه‌بندی افزایش زیادی داشته و در ماه‌های آخر کاهش یافته است، لذا از این وسیله نقلیه عمومی می‌توان به عنوان یک راه‌حل کوتاه مدت برای حل معضل حمل و نقل شهر تهران نام برد و همچنین مهم‌ترین تأثیر سهمیه‌بندی را افزایش مسافرت‌های انجام شده با تاکسی دانست.

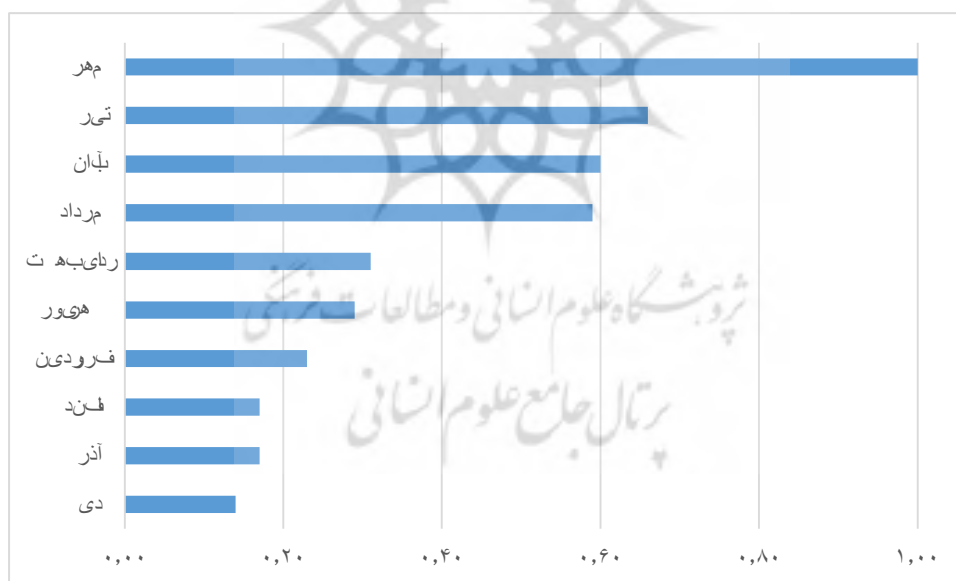
به علت کامل بودن داده‌های مورد استفاده در تحلیل در این قسمت بهتر می‌توان در مورد تغییر الگوی رفتاری مصرف بنزین مصرف‌کنندگان آن اظهار نظر کرد. با توجه به خوشه‌بندی کلیه داده‌ها، تغییرات در الگوی مصرف برای مدت کوتاهی بعد از سهمیه‌بندی مشهود بوده است به طوری که در ماه‌های قبل سهمیه‌بندی مسافرت‌های شخصی زیادی صورت گرفته است، در ماه‌های بعد سهمیه‌بندی رشد مسافرت‌های انجام گرفته با تاکسی چشم‌گیر بوده است ولی در ۱۳ ماه آخر مسافرت‌های انجام شده با تاکسی نیز کاهش یافته است. لذا اثر سهمیه‌بندی بنزین در الگوی مصرفی مصرف‌کنندگان

کوتاه مدت بوده است.

از آنجایی که افزایش حجم تولید بنزین پالایش شده کاری پرهزینه و زمان بر است، هدف این مقاله ارائه راهکار یا راهکارهایی برای مدیریت تقاضا برای مصرف بنزین است. با توجه به نتایج بدست آمده، گسترش مترو اصلی ترین راه حل خروج از بحران کمبود بنزین در بخش مدیریت قسمت تقاضاست. پیشنهاد ارائه شده افزایش خطوط مترو بخصوص در مسیرهای با حجم ترافیک بالاست. با افزایش این خطوط، مردم برای انجام مسافرت های روزانه خود گزینه دیگری خواهند داشت که بخصوص در ساعات پرتراфик جایگزین کردن استفاده از مترو به جای مسافرت های شخصی می تواند صرفه جویی زیادی در کاهش مصرف بنزین داشته باشد.

خوشه بندی مصرف بنزین

در این بخش، نتایج حاصل از اجرای الگوریتم خوشه بندی دو مرحله ای بر مصرف سالانه- ماهانه بنزین شهر تهران توضیح داده می شود. هدف از انجام این کار مطالعه میزان توضیح دهندگی تغییرات مصرف بنزین به عنوان متغیر وابسته از تغییرات اتفاق افتاده در بخش حمل و نقل می باشد.



شکل ۴) درجه اهمیت ماه های سال در خوشه بندی

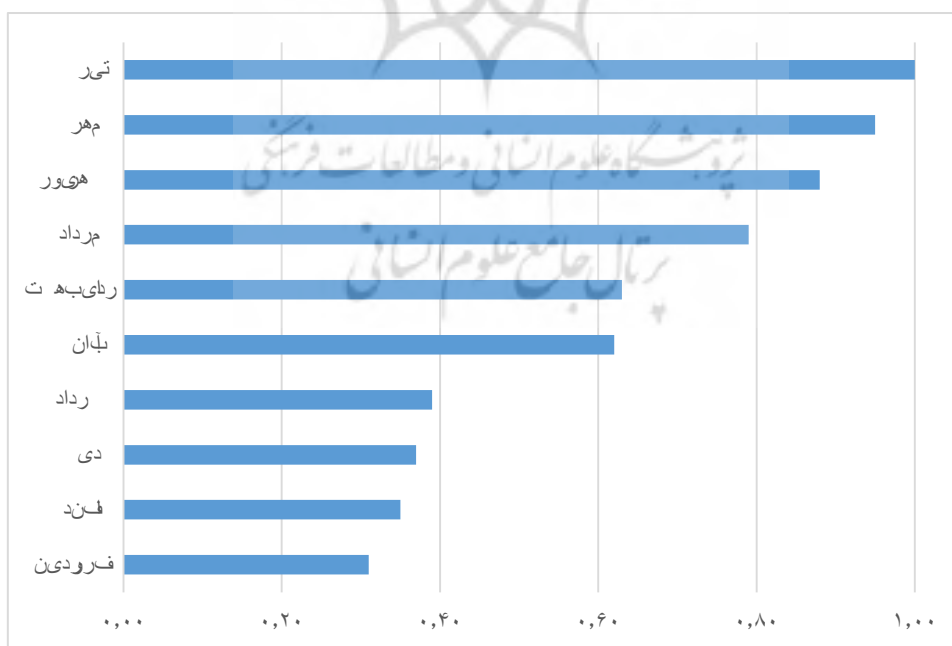
درجه اهمیت ماه های سال در خوشه بندی سالها در شکل (۴) نشان داده شده است. درجه اهمیت ماه های تیر، مرداد، مهر و آبان بیشترین اهمیت را در خوشه بندی سالها داشته اند.

ورودی های مدل ۱۲ ماه سال می باشند و کیفیت خوشه بندی خوب ارزیابی شده است و این معیار برابر با ۰.۷ می باشد.

جدول (۱) نتایج خوشه‌بندی الگوریتم خوشه‌بندی دو مرحله‌ای

| سال | ۱۳۸۴ | ۱۳۸۵ | ۱۳۸۶ | ۱۳۸۷ | ۱۳۸۸ | ۱۳۸۹ |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| میزان مصرف | پر مصرف | پر مصرف | کم مصرف | پر مصرف | پر مصرف | پر مصرف |

خلاصه نتایج خوشه‌بندی سال‌ها نیز در جدول (۱) آورده شده است. الگوریتم خوشه‌بندی دو مرحله‌ای داده‌ها را به دو خوشه متفاوت تقسیم کرد که خوشه اول شامل ۵ سال و خوشه دوم شامل یک سال است که آن هم داده‌های ماهیانه‌ی مربوط به سال ۱۳۸۶ بود. این نتیجه نشان می‌دهد که تاثیر سهمیه‌بندی در رفتار مصرفی مصرف‌کنندگان کوتاه‌مدت بوده و منتهی به همان سال سهمیه‌بندی بود و رفتار مصرف‌کنندگان در قبل از سهمیه‌بندی با بعد از سال سهمیه‌بندی تفاوتی نداشته است. به دلیل اینکه قیمت بنزین در سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۸۹ تغییر چندانی نسبت به سال‌های قبل سهمیه‌بندی نداشته است، عامل تحریک‌پذیری برای اینکه مصرف‌کنندگان در نحوه رفتاری مصرف خود تغییر ایجاد کنند، نبوده است. علاوه بر این، وجود خودروهای فرسوده که صرفاً از سهمیه بنزین آنها در بعد از سهمیه‌بندی استفاده می‌شد، عامل دیگری برای کاهش نیافتن مصرف بنزین در این سالها بوده است. به همین دلیل، تصمیمات اتخاذ شده در این مدت که مهم‌ترین آنها سهمیه‌بندی بنزین بود، تأثیر کوتاه مدت در رفتار مصرفی مصرف‌کنندگان داشت.



شکل (۵) درجه اهمیت ماهها در تعداد ۳ خوشه

با تکرار مدل برای حالتی که حداقل تعداد خوشه‌ها به ۳ خوشه تنظیم شده است، نتایج جالبی به دست می‌آید. معیار کیفیت خوشه‌بندی همان ۰,۷ می‌باشد ولی در اولویت ماهها در تشکیل خوشه‌ها و میزان اهمیت آنها کمی تفاوت وجود دارد. همانطور که در شکل (۵) آورده شده است، ترتیب اهمیت ماهها به صورت تیر، مهر، شهریور، مرداد، اردیبهشت، آبان و ... می‌باشد.

جدول (۲) نتایج خوشه‌بندی الگوریتم خوشه‌بندی دو مرحله‌ای با تعداد ۳ خوشه

| سال | ۱۳۸۴ | ۱۳۸۵ | ۱۳۸۶ | ۱۳۸۷ | ۱۳۸۸ | ۱۳۸۹ |
|------------|---------|---------|---------|------------|------------|------------|
| میزان مصرف | پر مصرف | پر مصرف | کم مصرف | مصرف متوسط | مصرف متوسط | مصرف متوسط |

خلاصه نتایج در جدول (۲) نشان داده شده است. دو سال قبل از سهمیه‌بندی در یک خوشه قرار گرفتند، یک سال بعد از سهمیه‌بندی در یک خوشه و ۳ سال بعد از سهمیه‌بندی در یک خوشه دیگر. نتایج بدست آمده تا حدودی مشابه نتایجی است که برای کل داده‌های بخش حمل و نقل به دست آمده بود و این تشابه نشان می‌دهد که به صورت قابل قبولی تغییرات مصرف بنزین توانسته است تا تغییرات اتفاق افتاده در بخش حمل و نقل را منعکس کند.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در سالهای اخیر حوزه مصرف بنزین در بخش حمل و نقل جاده‌ای در داخل کشور دستخوش تحولات عمده‌ای شده است، در این مقاله به بررسی این تحولات در شهر تهران پرداخته شد. به کمک روش خوشه‌بندی دو مرحله‌ای به بررسی تغییرات اعمال شده که اصلی‌ترین آن سهمیه‌بندی بنزین بود، پرداخته شد. به علت اینکه مطالعات انجام شده قبلی بیشتر حول تخمین تابع تقاضا و در حوزه‌های اقتصادی و مدیریتی و بحران مصرف بنزین بوده است، این نگرش، نگرشی جدید به بخش مصرف بنزین در بخش حمل و نقل جاده‌ای محسوب می‌شود. نتایج حاصل نشان داد که سهمیه‌بندی بنزین یک راه حل کوتاه‌مدت برای کنترل تقاضای مصرف بنزین بوده است و بعد از طی مدت کوتاهی مصرف‌کنندگان دوباره به الگوی مصرف قبلی خود بازگشته‌اند. از کاهش نسبی مصرف بنزین و توقف روند رشد فزاینده مصرف بنزین، وارد شدن گاز طبیعی فشرده به چرخه مصرف از اتفاقات مثبتی است که در این مدت در بخش حمل و نقل جاده‌ای رخ داده است. تاکسیرانی به عنوان راه‌حل کوتاه مدت معضل حمل و نقل شهر تهران شناخته شد و راه‌حل بلند مدت آن توسعه هر چه بیشتر متروست. الگوی مصرفی مصرف‌کنندگان نیز برای بازه کوتاهی بعد از سهمیه‌بندی بنزین تغییر یافته که نشانه بارز آن رشد یکباره مسافرت‌های انجام شده با تاکسی است.

منابع

- [۱] آخانی زهرا، (۱۳۷۸)، بررسی عوامل موثر بر مصرف بنزین در کشور، مجله برنامه و بودجه، شماره ۴۳ و ۴۴، ۱۴۸-۱۳۳.
- [۲] آخانی زهرا، (۱۳۷۸)، مدل‌های برآورد تابع تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل، مجله برنامه و بودجه؛ شماره ۳۸ و ۳۹، ۱۲۸-۱۰۱.
- [۳] ابونوری اسمعیل، جعفری صمیمی احمد، محنت‌فر یوسف، (۱۳۸۵)، ارزیابی آثار اقتصادی یارانه بنزین بر میزان مصرف آن در ایران، یک تحلیل تجربی (۱۳۵۰-۱۳۸۲)، دو فصلنامه جستارهای اقتصادی، شماره ۵، ۳۳-۵۸.
- [۴] رهنما محمد رحیم، (۱۳۸۷)، اثر سهمیه‌بندی بنزین بر تغییر شیوه حمل و نقل دارندگان وسایل نقلیه شخصی در مشهد، مجله علوم اجتماعی دانشکده ایبات و علوم انسانی دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۷-۱.
- [۵] شکوری گنجوی، حامد، (۱۳۸۳)، بررسی چگونگی تأثیر قیمت سوخت (بنزین) در افزایش سطح عمومی قیمت‌ها بر اساس یک مدل غیرخطی برای تورم، همایش ملی روش‌های جلوگیری از اتلاف انرژی، تهران، ۹۳-۷۷.
- [۶] صادقی حسین، ذوالفقاری مهدی، حیدری‌زاده محمد، (۱۳۸۸)، تخمین تابع تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل با استفاده از الگوریتم ژنتیک، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۱، ۲۷-۱.
- [7] Chiu Tom, DongPing Fang, John Chen, Yao Wang, Christopher jeris, (2001), "A Robust and Scalable Clustering Algorithm in Large database Environment", In Proceedings of the seventh ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining, pp. 263-268.
- [8] Forouzanfar, Mehdi, Doustmohammadi A., Hasanzadeh Samira. *Transport energy demand forecast using multi-level genetic programming*, Applied Energy Vol. 91, No. 1, pp. 496-503, 2012.
- [9] Kazemi, Aliyeh, et al., "A hierarchical artificial neural network for transport energy demand forecast: Iran case study", Neural Network World, Vol. 20, No. 6, pp. 761-772, 2010.
- [10] Li Qiudan, Stephen Shaoyi Liao, Dandan Li, (2006), "A Clustering Model for Mining Consumption Patterns from Imprecise Electric Load Time Series Data", In Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp.1217-1220.
- [11] Peter J. Rousseeuw, "Silhouettes: a Graphical Aid to the Interpretation and Validation of Cluster Analysis", Computational and Applied Mathematics Vol.20, No.1, pp. 53-65, 1987.
- [12] Sharify Nooraddin, (2009), "An assessment of quota in gasoline consumption in Iran: an AGE approach, The 17th International Input-Output Conference, at University of sao Paulo, sao Paulo, Brazil, pp 1-19.
- [13] Schiopu Daniela, "Applying TwoStep Cluster Analysis for Identifying Bank Customers' Profile", Buletinul, Vol. 62, No. 3, pp. 66-75, 2010.
- [14] Zakaria Zuhaina, Othman Mohd Najib, Sohod Mohamad Hadi, (2006), "Consumer Load Profiling Using Fuzzy Clustering and Statistical Approach", 4th Student Conference on Research and Development (SCOReD 2006), Shah Alam, Selangor, Malaysia, pp. 270-274.