

بخش بندی قیمتی بازار خودروی سواری ایران و رتبه بندی خودروها در بخش های قیمتی با استفاده از روش ترکیبی دیمتل-خوشه بندی دو مرحله ای-تاپسیس و وزن دهی دو مرحله ای آنترویی شانون

طاهره زعفریان*، محمد اندیلی**، حسین مومنی***، سید اسماعیل نجفی****

تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۲۴

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱/۱۴

چکیده:

امروزه بیش از ۳۰۰ نوع خودروی نو در بازار خودروی ایران وجود دارد که نسبت به دهه گذشته رشد قابل توجهی داشته است. تنوع بالای مدل ها امکان انتخاب خودرو را دشوار می سازد. تاکنون مدلی ریاضی جهت بخش بندی و رتبه بندی بازار خودرو توسعه داده نشده است که تعداد خوشه های بهینه توسط الگوریتم و با استفاده از مدل ریاضی تعیین شود و نیز در رتبه بندی، وزن دهی به معیارها به صورت خودکار صورت پذیرد. پژوهش فوق روشی ترکیبی را توسعه می دهد. ابتدا با استفاده از روش دیمتل، قیمت به عنوان تاثیرپذیرترین معیار انتخاب می شود و سپس براساس روش خوشه بندی دو مرحله ای، بخش های قیمتی بازار به صورت خودکار شناسایی می شوند. سپس، با استفاده از روش وزن دهی آنترویی شانون دو مرحله ای به تمامی امکانات خودروها وزن مناسب تخصیص داده می شود و با استفاده از تاپسیس، رتبه بندی خودروها براساس تمامی مشخصات عملکردی، امکانات، ارزش برند، ارزش استایل و نیز قیمت در داخل بخش های قیمتی انجام می شود. آزمون همبستگی رتبه ای اسپیرمن نیز جهت مقایسه رتبه بندی مدل با رفتار بازار خودروی ایران انجام شده است. نتایج نشان می دهد که می توان بازار خودرو را در شش سطح مختلف بخش بندی نمود و نیز در هر بخش قیمتی، قیمت تنها عامل تعیین کننده در مطلوبیت یک خودرو نمی باشد، بلکه ترکیبی وزنی از مشخصات عملکردی، امکانات و قیمت یک خودرو در مقایسه با رقبای موجود در آن بخش، تعیین کننده بهینه ترین انتخاب برای مشتری می باشد.

واژگان کلیدی: الگوریتم خوشه بندی دو مرحله ای، بخش بندی قیمتی، تاپسیس، دیمتل

* دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران (نویسنده مسئول)

tahereh.zaefarian@gmail.com

** کارشناس ارشد آمار، دانشگاه شهید بهشتی تهران

*** استادیار گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج

**** استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

مقدمه

تمامی اصول و روش‌های بازاریابی، صاحبان کسب و کار را به شناسایی و برآورده سازی بهتر نیازهای مشتریان در مقایسه با رقبا دعوت می‌کنند. شرکت‌ها با پیروی از تقسیم بندی و ایجاد بخش‌های بازار می‌توانند بازارهای تجاری مورد نظر خود را انتخاب کرده و بجای نگاه به کل بازار، بر روی بازار هدف خاصی سرمایه‌گذاری کرده و ارزش متقابل بیشتری به دست آورند. بخش بندی بازار، فرایندی است که براساس آن یک بازار به زیربخش‌های متمایزی از مشتریان/ محصولات که نیازها/ مشخصاتشان یکسان است، تقسیم بندی می‌شود (گلچینفر و بختائی، ۱۳۸۵). تقسیم بازار می‌تواند براساس معیارهای مختلف صورت پذیرد.

سوالات تحقیق که می‌بایست پاسخ داده شوند، به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند: دسته اول؛ مناسب‌ترین معیار جهت بخش بندی بازار خودرو چیست؟ دسته دوم؛ چند بخش در بازار خودروی ایران وجود دارد؟ آیا می‌توان مدلی ارائه داد که تعداد بخش‌ها به صورت خودکار (و بدون دخالت نظرات شخصی) توسط یک مدل ریاضی و آماری تعیین شود؟ و دسته دوم؛ معیار برتری یک محصول به محصول دیگر در هر بخش چه می‌تواند باشد؟ آیا تنها قیمت بالاتر یک خودرو نشان دهنده ارزش بالاتر آن خودرو است؟ یا عوامل دیگری در تعیین بهینه بودن خرید یک خودرو در مقایسه با سایر رقبا وجود دارد؟

جهت پاسخ به سوالات فوق، این تحقیق دو هدف اصلی را دنبال می‌کند: هدف اول، بخش بندی آماری بازار خودروی ایران از دیدگاه مناسب‌ترین معیار، به نحوی که تعداد بخش‌های بهینه بازار خودرو توسط مدل ارائه شده تعیین گردد. هدف دوم، رتبه بندی خودروها در هر بخش با توجه به مشخصات عملکردی، امکانات و قیمت خودرو است تا بهره برداران این تحقیق که شامل فعالان صنعت خودرو و خریداران خودرو نیز می‌باشند، بتوانند بهترین بهره برداری از نتایج این تحقیق را داشته باشند. گروه اول جهت شناخت ارزش خودروها در هر بخش جهت قیمت گذاری مناسب محصولات آتی خود، و گروه دوم جهت انتخاب بهینه ترین خودرو با توجه به مبلغ پرداختی برای خودرو و مشخصات عملکردی و امکانات خودرو.

این پژوهش، یک روش ترکیبی دیمتل-خوشه‌بندی دو مرحله‌ای-تاپسیس را با استفاده از وزن دهی دو مرحله‌ای آنتروپی شانون توسعه می‌دهد تا بتواند بخش‌بندی و رتبه‌بندی درون بخشی خودروهای سواری بازار خودروی ایران را انجام دهد. ابتدا در فاز اول، با استفاده از روش دیمتل، مناسب‌ترین معیار جهت بخش‌بندی بازار خودرو انتخاب می‌شود. سپس در فاز دوم؛ با استفاده از روش خوشه‌بندی دو مرحله‌ای و براساس معیار قیمت، بخش‌بندی خودروهای سواری بازار ایران در شش سطح مختلف انجام می‌شود. و در نهایت در فاز سوم؛ ابتدا با استفاده از روش وزن‌دهی آنتروپی شانون، به تمامی امکانات خودروها وزن مناسب تخصیص داده می‌شود. سپس با استفاده از روش منظم کردن ترجیحات با تشابه به راه حل ایده آل^۱ (تاپسیس)، رتبه‌بندی خودروها براساس تمامی مشخصات عملکردی، امکانات، ارزش برند، ارزش استایل و نیز قیمت آنها در هر بخش قیمتی و در مقایسه با رقبای موجود آن بخش، در بخش‌های تعیین شده انجام می‌شود. از آنجا که در انتخاب بهینه‌ترین خودرو، معیارها قابلیت جبرانی با سایر معیارها را دارند، مدل تاپسیس از خانواده روش‌های جبرانی-زیرگروه‌سازی مدل مناسبی جهت رتبه‌بندی خودروها می‌باشد. از جمله مزیت‌های روش تاپسیس آن است که معیارهای به کار رفته برای مقایسه می‌توانند دارای واحدهای سنجش متفاوتی بوده و طبیعت منفی و مثبت داشته باشند. به عبارات دیگر می‌توان از شاخص‌های منفی و مثبت به شکل ترکیبی در این تکنیک استفاده نمود. سهم علمی این پژوهش، اول تعیین مناسب‌ترین معیار جهت بخش‌بندی، دوم به کارگیری روشی جهت بخش‌بندی اتوماتیک بازار خودروی ایران، سوم بکارگیری دو مرحله‌ای روش آنتروپی شانون جهت وزن‌دهی به تمامی معیارها (یک بار جهت وزن‌دهی به معیارهای باینری و بار دیگر جهت وزن‌دهی یکپارچه به تمامی معیارهای باینری و غیرباینری) و چهارم، استفاده از روش تاپسیس جهت رتبه‌بندی درون گروهی در صنعت خودروی ایران می‌باشد.

پژوهش فوق شامل چهار بخش است: بخش اول، مروری بر ادبیات و پژوهش‌های انجام شده در حوزه خوشه‌بندی، خوشه‌بندی دو مرحله‌ای تاپسیس خواهد داشت. همچنین خلاء ادبیات در حوزه ترکیب دیمتل-الگوریتم خوشه‌بندی دو مرحله‌ای و تاپسیس مشخص می‌شود. در

بخش دوم، چارچوب روش ترکیبی دیمتل-خوشه‌بندی دو مرحله‌ای-تاپسیس و وزن دهی دو مرحله‌ای آنروپی شانون تشریح خواهد شد. بخش سوم مطالعه موردی روش ترکیبی در رتبه‌بندی خودروهای سواری موجود در بازار خودروی ایران را ارائه می‌دهد و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات جهت مطالعات آتی ارائه می‌شود.

مرور ادبیات

خوشه بندی

خوشه‌بندی یکی از تکنیک‌های داده کاوی است که داده‌های مشابه بدون در اختیار داشتن دانش زیادی در زمینه تعریف‌بندی گروه‌ها، در گروه‌های متجانس یا مرتبط قرار داده می‌شوند (رای و سینگ، ۲۰۱۰). هدف خوشه‌بندی داده‌ها، تقسیم‌بندی داده‌ها به چندین خوشه است، به نحوی که داده‌های داخل هر خوشه، بالاترین درجه مشابهت را با یکدیگر داشته باشند. یک تحقیق خوشه‌بندی را به صورت ابزاری جهت حداقل‌سازی فاصله درون یک خوشه و حداکثرسازی فاصله میان خوشه‌های مختلف تعریف کرده است (آقابرگی و همکاران، ۲۰۱۵). خوشه‌ها به عنوان یک زیرفرآیند برای دیگر فعالیت‌های داده کاوی و یا به عنوان بخشی از یک سیستم پیچیده نیز به کار گرفته می‌شوند (آقابرگی و همکاران، ۲۰۱۵).

تاکنون الگوریتم‌های خوشه‌بندی مختلفی توسعه داده شده‌اند، اما هیچ‌یک از آن‌ها کامل نیستند و بیشتر آن‌ها برای ساختارهای توزیع خاصی توسعه داده شده‌اند. بسیاری از داده‌های دنیای واقعی دارای توزیع‌های پیچیده، حجم بسیار بالا، انواع مختلف داده‌ها و اختلال در داده‌ها دارند و یا ایزوله هستند. از این رو، همواره نیاز به تحقیق و توسعه روش‌های مختلف خوشه‌بندی وجود داشته است. به منظور بدست آوردن بهترین نتایج خوشه‌بندی در دنیای واقعی که حجم داده‌ها اغلب بسیار زیاد و تنوع داده‌ها بسیار بالا است، محققان زیادی تلاش زیادی جهت توسعه الگوریتم‌های خوشه‌بندی موثر و کارای جدید نموده‌اند (چن، ۲۰۱۵).

از جمله الگوریتم‌های خوشه‌بندی می‌توان به الگوریتم‌های خوشه‌بندی بخش‌بندی^۱، الگوریتم‌های سلسله مراتبی، الگوریتم‌های مبتنی بر چگالی، الگوریتم‌های مبتنی بر شبکه و

الگوریتم‌های مبتنی اشاره کرد (چن، ۲۰۱۵). طی سال‌های اخیر، خوشه‌بندی طیفی (لو کسبرگ، ۲۰۰۷) و نیز خوشه‌بندی هماهنگ‌سازی (شاو و همکاران، ۲۰۱۴) نیز توسعه داده شده‌اند.

الگوریتم‌های خوشه‌بندی بخش‌بندی، با استفاده از یک فرآیند تکرارشونده، داده‌ها را به گروه‌هایی تقسیم می‌کنند که هیچ‌گونه هم‌پوشانی با هم نداشته باشند تا از این طریق بتوانند یک تابع هزینه را کاهش دهند. بسیاری از الگوریتم‌های خوشه‌بندی بخش‌بندی کارا می‌باشند. الگوریتم‌های کامینز^۱ و الگوریتم خوشه‌بندی C میانگین^۲ دو نمونه از الگوریتم‌های معروف این حوزه می‌باشند (چن، ۲۰۱۵). الگوریتم‌های سلسله‌مراتبی با استفاده از یک ماتریس فاصله به‌عنوان ورودی و بدست آوردن یک سلسله‌مراتب از خوشه‌ها عمل می‌کنند. از جمله این الگوریتم‌ها می‌توان به خوشه‌بندی دو مرحله‌ای اشاره کرد. الگوریتم‌های خوشه‌بندی مبتنی بر چگالی، با استفاده از فضاهای پراکنده خوشه‌های واضحی را به‌دست می‌آورند تا فضاهای جداگانه‌ای از چگالی‌های بالاتر به‌دست آید. الگوریتم‌های مبتنی بر شبکه، ابتدا فضای خوشه‌بندی را به تعداد محدودی شبکه منظم (سلول‌های مستطیل شکل) و یا سلول‌های انعطاف پذیر (چندوجهی) تقسیم می‌کنند که داده‌ها را خلاصه می‌کنند، و با استفاده از ادغام سازی شبکه‌های مشابه، خوشه‌های واضحی را به‌دست می‌آورند. بیشتر روش‌های خوشه‌بندی مبتنی بر شبکه تقریبی هستند و برای داده‌های با حجم بسیار بالا استفاده می‌شوند (چن، ۲۰۱۵). الگوریتم‌های خوشه‌بندی مبتنی بر مدل از یک سری مدل‌های آماری جهت خوشه‌بندی استفاده می‌کند. این روش فرض می‌کند که داده‌ها دارای ترکیب محدودی از مدل‌های توزیع آماری می‌باشند. در این نوع خوشه‌بندی، اغلب ترکیب توزیع‌های گوسی چندمتغیره استفاده می‌شود. پژوهش‌های زیادی از انواع روش‌های خوشه‌بندی استفاده نموده‌اند؛ از جمله پژوهشی که خوشه‌بندی در مسئله انتخاب تامین‌کنندگان استفاده نموده است و یک مدل مبتنی بر خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی را توسعه داده است (حیدرزاده و همکاران، ۲۰۱۵).

1- K-Means

2- Fuzzy C-mean

آنالیز خوشه‌بندی دو مرحله‌ای

آنالیز خوشه‌بندی دو مرحله‌ای^۱ یکی از مهم‌ترین روش‌های طبقه‌بندی است که می‌تواند اطلاعات متفاوتی از خوشه‌های مختلف، فرکانس خوشه‌ها و آمارهای توصیفی خوشه‌های نهایی به دست آورد (هوی فنگ و همکاران، ۲۰۰۶). این الگوریتم، مجموعه داده‌ها را به گروه‌های متمایز تقسیم می‌کند و مشکل مقیاس‌دهی را از طریق شناسایی زیرخوشه‌ها در مرحله اول و سپس در نظر گرفتن این زیرخوشه‌ها در مرحله دوم حل می‌کند. در مرحله اول، داده‌ها به طور کلی پردازش می‌شوند و داده‌های ورودی اولیه در یک مجموعه قابل مدیریت از زیرخوشه‌ها فشرده‌سازی می‌شوند و زیرخوشه‌ها تشکیل می‌شوند که هدف، کاهش اندازه ماتریسی است که شامل فاصله‌های میان تمام داده‌ها به صورت زوج‌های دوتایی است. در مرحله دوم با استفاده از روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، به تدریج زیرخوشه‌ها با یکدیگر به خوشه‌های بزرگتر ادغام می‌شوند. علت اصلی استفاده از این الگوریتم این است که تعداد خوشه‌ها توسط خود الگوریتم تعیین می‌شود (ساتیش و بارادهواج، ۲۰۱۰). از جمله پژوهش‌هایی که از روش خوشه‌بندی دو مرحله‌ای استفاده شده است می‌توان به پژوهشی اشاره کرد که از این روش جهت تحلیل و خوشه‌بندی خریداران خودرو در کشور هند استفاده شده است. هدف، تحلیل رفتار خریداران خودرو با استفاده از متغیرهای شخصیتی و موقعیتی فارغ از منابع اطلاعاتی است (ساتیش و بارادهواج، ۲۰۱۰). در پژوهشی دیگر، الگوریتم خوشه‌بندی دو مرحله‌ای با ادغام الگوریتم‌های خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و بخش‌بندی و نیز با افزودن ویژگی‌هایی به اهداف خوشه‌ها توسعه داده شده است و با یک مجموعه داده پیش فرض بررسی نتایج عددی انجام شده است (شیه و همکاران، ۲۰۱۰). هم‌چنین فرانسیسکو (۲۰۱۲) با در نظر گرفتن این موضوع که عوامل سازمانی می‌توانند به صورت غیرمستقیم بر سلامت روانی کارمندان تاثیر داشته باشند، تلاش کرده است تا مشکلات سلامت روانی مرتبط با کار کارمندان را در کشور رومانی بررسی کند. با استفاده از روش خوشه‌بندی دو مرحله‌ای، نمونه‌ها در دو گروه متمایز و براساس ویژگی‌هایی مانند شرایط کاری و علائم سلامت خوشه‌بندی شده است (فرانسیسکو، ۲۰۱۲). در پژوهش دیگری نیز خوشه‌بندی مشتریان

1- Two-step cluster analysis (TSCA)

خودروهای صفر در کشور هند با استفاده از آنالیز خوشه‌بندی دومرحله‌ای صورت پذیرفته است (ساتیش و بارادهواج، ۲۰۱۰).

۱. روش تاپسیس

روش تاپسیس (روش منظم کردن ترجیحات با تشابه به راه حل ایده آل)، یکی از مفیدترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در بررسی مسائل جهان واقعی است که در ابتدا در سال ۱۹۸۱ مطرح شد. منطق زیربنایی این روش، تعریف راه‌حل‌های ایده آل مثبت و ایده آل منفی بوده (ونگ، ۲۰۰۸) و مبنای آن بر این است که گزینه منتخب، کوتاه‌ترین فاصله را تا راه‌حل ایده آل داشته باشد. راه‌حل ایده آل مثبت و منفی، راه‌حلی فرضی است که در آن تمامی ارزش‌های شاخص، به ترتیب مشابه ارزش‌های شاخص بیشترین و کمترین در پایگاه داده باشد (راو و داویم، ۲۰۰۸). پژوهش‌های زیادی روش تاپسیس و وزن‌دهی با استفاده از روش آنتروپی در حوزه‌های مختلف استفاده کرده‌اند؛ از جمله پژوهشی که با استفاده از تاپسیس و آنتروپی، مدل انتخاب مواد دنده را برای گیربکس خودرو توسعه داده است (میلانی و همکاران، ۲۰۰۵). در تحقیق دیگری نیز ارزیابی رقابت‌پذیری مقاصد گردشگری در کشور چین با همین مدل انجام شده است (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین پژوهشی نیز مدل انتخاب یک استراتژی مناسب برای یک پروژه تکنولوژی اطلاعات براساس معیار عملکرد و مقاومت در برابر رفتار انسانی را با استفاده از تاپسیس و آنتروپی توسعه داده است (میلانی و همکاران، ۲۰۰۸). تحقیق دیگری نیز ارزیابی سطوح هوش هیجانی کنونی و اولویت‌بندی نیازهای آموزش هوش هیجانی برای راهنمایان تور را با استفاده از تاپسیس و آنتروپی توسعه داده است (مین و پنگ، ۲۰۱۲). در پژوهش دیگری نیز رتبه‌بندی سناریوهای مدیریت آب را با استفاده از تاپسیس و آنتروپی توسعه داده شده است (سرجویک و همکاران، ۲۰۰۴). پژوهش دیگری، شاخص‌های مالی را با استفاده از روش آنتروپی وزن‌دهی کردند، سپس با استفاده از تاپسیس، رتبه ۱۷۰ شرکت را در ۱۳ صنعت جداگانه بورس تهران مشخص کردند (مومنی و نجفی مقدم، ۱۳۸۳).

تاکنون پژوهشی در زمینه استفاده از روش تاپسیس در رتبه‌بندی خودروها در بازار ایران انجام نشده است. از این رو سعی شده است به دلیل مزیت‌های این روش، براساس مشخصات قیمتی، عملکردی و نیز امکانات جهت تعیین ارزش خودروها و رتبه‌بندی در بازار ایران استفاده شود.

۲. آنالیز ترکیبی دیمتل-خوشه‌بندی دومرحله‌ای و تاپسیس

در حوزه کاربرد ترکیبی روش خوشه‌بندی مطالعاتی وجود دارد، مانند پژوهشی که در آن از ترکیب سه روش فازی، خوشه‌بندی کامینز و روش آنترویی، ارزیابی ارائه‌دهندگان تدارکات انجام شده است (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۲). اما در حوزه آنالیز ترکیبی دیمتل-خوشه‌بندی دومرحله‌ای و تاپسیس تاکنون مطالعه‌ای در ادبیات وجود ندارد. از این رو پژوهش فوق‌خلاف وجود در این حوزه از ادبیات را پوشش خواهد داد. این پژوهش رویکردی ترکیبی از سه روش دیمتل-خوشه‌بندی دومرحله‌ای و تاپسیس را مدنظر قرار می‌دهد که انتخاب معیار بخش‌بندی با استفاده از نظر خبرگان، روش بخش‌بندی بدون نظر خبرگان و رتبه‌بندی معیارهای مثبت و منفی با رویکرد وزن‌دهی دو مرحله‌ای آنترویی شانون انجام می‌دهد و نیز برای اولین بار، مطالعه موردی را در بازار خودروی ایران انجام می‌دهد.

چارچوب روش ترکیبی دیمتل-خوشه‌بندی دومرحله‌ای-تاپسیس و وزن‌دهی

دومرحله‌ای آنترویی شانون

همانگونه که پیشتر نیز اشاره شد، این پژوهش رویکردی یکپارچه مبتنی بر آنالیز دیمتل-خوشه‌بندی دومرحله‌ای-تاپسیس را ارائه می‌کند. مدل ترکیبی در سه فاز ارائه می‌شود. ابتدا در فاز اول، تاثیرپذیرترین معیار با استفاده از روش دیمتل^۱ و براساس دیدگاه خبرگان صنعت خودرو تعیین می‌شود. سپس در فاز دوم، بخش‌بندی بازار خودرو براساس تاثیرپذیرترین معیار و با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی دومرحله‌ای انجام می‌شود، به‌صورتی که مجموعه‌ای از داده‌ها به‌صورت خودکار و براساس مفهوم فاصله و بدون افزودن دیدگاه خبرگان صنعت

خودرو به بخش‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند. در فاز سوم، ابتدا با استفاده از روش وزن-دهی آنالیز شانون، یک بار معیارهای باینری وزن‌دهی می‌شوند و سپس در طول فرآیند تاپسیس، وزن‌دهی به تمامی معیارها به صورت هم‌زمان صورت می‌پذیرد. سهم علمی این پژوهش، اول انتخاب مناسب‌ترین معیار بخش‌بندی، دوم به کارگیری روشی جهت بخش‌بندی اتوماتیک بازار خودروی ایران و سوم به کارگیری دومرحله‌ای روش آنالیز شانون جهت وزن‌دهی به تمامی معیارها می‌باشد (یک بار جهت وزن‌دهی به معیارهای باینری و بار دیگر جهت وزن‌دهی یک‌پارچه به تمامی معیارهای باینری و غیرباینری). همچنین استفاده از روش تاپسیس جهت رتبه‌بندی درون گروهی در صنعت خودروی ایران جزو سایر سهم‌های علمی این پژوهش می‌باشد.

با مدل پیشنهادی این پژوهش، رتبه‌بندی خودروها در تمامی بخش‌های تعیین شده انجام می‌شود. شکل یک، چارچوب کلی روش ترکیبی دیمتل-خوشه‌بندی دومرحله‌ای-تاپسیس با استفاده از وزن‌دهی دومرحله‌ای آنالیز شانون پیشنهادی را ارائه می‌دهد.

۱. فاز اول: شناسایی تاثیرپذیرترین معیار با استفاده از روش دیمتل

با کودیو و همکاران (۲۰۱۶) مراحل انجام روش دیمتل را به صورت زیر بیان می‌کنند:

گام اول: تعیین عوامل موجود در مساله

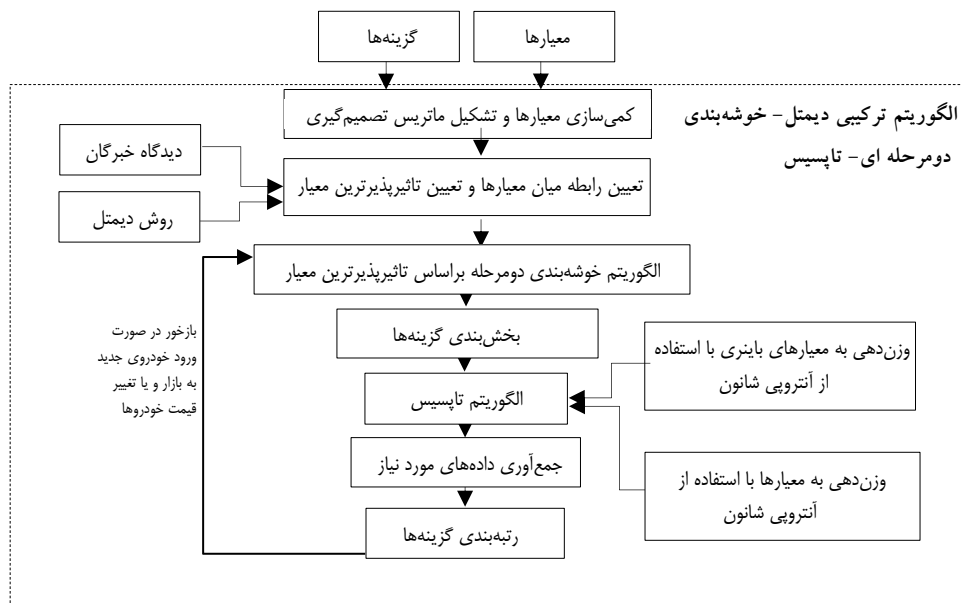
گام دوم: تعیین روابط حاکم میان عوامل با مقایسه زوجی آن‌ها و تعیین مقادیر عددی ترجیحات

گام سوم: محاسبه ماتریس مستقیم با استفاده از مقایسات زوجی گروهی

گام چهارم: نرمال‌سازی ماتریس مستقیم

گام پنجم: محاسبه ماتریس روابط کل

گام ششم: رسم نمودار علی



شکل ۱- چارچوب مدل مفهومی پیشنهادی

۲. فاز دوم: مدل خوشه بندی دومرحله‌ای

جهت تحلیل و گروه‌بندی مجموعه داده‌های بزرگ از الگوریتم‌های خوشه‌بندی استفاده می‌شود. این نوع الگوریتم‌ها با استفاده از روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، مشاهدات را در خوشه‌ها گروه‌بندی می‌کنند. در مقایسه با دیگر روش‌های خوشه‌بندی، الگوریتم خوشه‌بندی دومرحله‌ای دو مزیت اصلی دارد: اول اینکه امکان خوشه‌بندی هم‌معیارهای پیوسته و هم‌معیارهای گسسته را فراهم می‌کند. همچنین تعداد خوشه‌های بهینه توسط خود الگوریتم تعیین می‌شود، در نتیجه احتمال خطا تا حد امکان به صفر می‌رسد. الگوریتم خوشه‌بندی شامل دو مرحله است: در مرحله اول، پیش‌خوشه‌ها ایجاد می‌شوند و در مرحله دوم، با استفاده از پیش‌خوشه‌های به دست آمده، خوشه‌بندی نهایی انجام می‌شود. در مرحله اول، تمامی داده‌ها بررسی شده و براساس دو معیار فاصله اقلیدسی^۱ و فاصله حداکثر درستیابی^۱ در یکی از دو زیربخش اولیه که ایجاد می‌شود، قرار داده می‌شوند.

1- Euclidian distance

فرآیند ایجاد پیش‌خوشه با ساخت یک ساختار داده که درخت معیار خوشه^۲ نامیده می‌شود و شامل مراکز خوشه است، اجرا می‌شود. درخت معیار خوشه سطح‌های مختلفی دارد که هر سطح شامل تعدادی موجودیت است. برای هر مسیر از درخت، الگوریتم، نزدیک‌ترین موجودیت را پیدا می‌کند. اگر داده داخل حد آستانه از نزدیک‌ترین موجودیت باشد، داده در موجودیت قرار داده می‌شود و درخت معیار خوشه به‌روزرسانی می‌شود. در غیر این صورت، الگوریتم به دنبال مقدار جدید می‌گردد. اگر در مسیر، فضای کافی برای افزودن مقادیر جدید وجود داشته باشد، مسیر خود به دو مقدار تقسیم می‌شود و مقادیر موجود با استفاده از دورترین زوج و توزیع مجدد مقادیر باقی‌مانده براساس معیار نزدیکی، به یکی از این دو دسته تخصیص می‌یابند. اگر درخت ویژگی خوشه از حداکثر اندازه مجاز تجاوز کند، براساس درخت ویژگی خوشه موجود و با استفاده از افزایش دادن حد آستانه، مجدداً ساخته می‌شود. درخت جدید کوچک‌تر از درخت قبلی خواهد بود و امکان اضافه کردن داده‌های جدید را می‌دهد.

در مرحله دوم، زیرخوشه‌های ایجاد شده در مرحله قبل به‌عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شوند و به تعداد بهینه خوشه تبدیل می‌شوند. از آن‌جا که تعداد زیرخوشه‌ها بسیار کمتر از تعداد داده‌های اولیه است، روش‌های کلاسیک خوشه‌بندی می‌تواند به‌صورت مناسب به کار گرفته شوند. الگوریتم خوشه‌بندی دو مرحله‌ای از روش سلسله‌مراتبی استفاده می‌کند که می‌تواند تعداد خوشه‌ها را به‌صورت خودکار تعیین کند.

روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی فرآیندی است که خوشه‌ها را به‌صورت مکرر با یکدیگر ادغام می‌کند، تا زمانی که یک خوشه بتواند تمامی داده‌ها را گروه‌بندی کند. فرآیند با تعیین یک خوشه برای هر زیرخوشه آغاز می‌شود. سپس، تمامی خوشه‌ها مقایسه می‌شوند و جفت‌های خوشه‌ها با کم‌ترین فاصله میان آن‌ها در یک خوشه ادغام می‌شود. فرآیند با یک مجموعه جدید از خوشه‌ها تکرار می‌شود، تا زمانی که تمام خوشه‌ها در یکدیگر ادغام شوند. بنابراین؛ مقایسه راه حل‌ها با تعداد دیگری خوشه بسیار ساده می‌شود. همان‌طور که پیش‌تر نیز

1- Log-likelihood distance

2- cluster feature (CF)

بیان شد، برای محاسبه فاصله میان خوشه‌ها، فاصله اقلیدسی و فاصله حداکثر درست‌نمایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

فاصله اقلیدسی تنها زمانی به کار گرفته می‌شود که تمام متغیرها پیوسته باشند. فاصله اقلیدسی میان دو نقطه به صورت ریشه دوم مجموع توان دوم تفاوت‌ها میان مختصات نقاط تعریف می‌شود. برای خوشه‌ها، فاصله میان دو خوشه به عنوان فاصله اقلیدسی میان جفت خوشه‌ها تعریف می‌شود. مرکز خوشه نیز به صورت بردار میانگین خوشه برای هر متغیر تعریف می‌شود. فاصله حداکثر درست‌نمایی برای متغیرهای پیوسته و نیز گسسته می‌تواند به کار گرفته شود. برای محاسبه فاصله حداکثر درست‌نمایی، فرض می‌شود که متغیرهای پیوسته توزیع نرمال و متغیرهای گسسته توزیع چندجمله‌ای دارند. متغیرها نیز نسبت به یکدیگر مستقل هستند.

- جهت تعیین فاصله میان خوشه‌های i و j از فرمول زیر استفاده می‌شود:
- $d(i, j)$: فاصله میان خوشه‌های i و j
- شاخص $\langle i, j \rangle$: نشان‌دهنده خوشه‌ای است که با ترکیب خوشه‌های i و j شکل می‌گیرد
- k^A : کل تعداد متغیرهای پیوسته
- k^B : کل تعداد متغیرهای قطعی
- L_k : کل تعداد دسته‌های k امین متغیر قطعی
- N_s : تعداد کل داده‌ها در خوشه s
- N_{slk} : تعداد داده‌های خوشه s که متغیر قطعی k ، دسته l را می‌گیرد
- N_{kl} : تعداد داده‌ها در متغیر k که دسته l را می‌گیرد
- $\hat{\sigma}_k^2$: واریانس (پراکندگی) برآوردی متغیر پیوسته k برای مجموعه داده‌های موجودیت
- $\hat{\sigma}_{sk}^2$: واریانس برآوردی متغیر k در خوشه s

فاصله میان خوشه‌های i و j به صورت رابطه ۱ تعریف می‌شود:

$$d(i, j) = \xi_i + \xi_j - \xi_{\langle i, j \rangle} \quad (1)$$

که ξ_s بصورت رابطه ۲ تعریف می‌شود:

$$\xi_s = -N_s \left(\sum_{k=1}^{k^A} \frac{1}{2} \log(\hat{\sigma}_k^2 + \hat{\sigma}_{sk}^2) + \sum_{k=1}^{k^B} \hat{E}_{sk} \right) \quad (2)$$

و نیز خواهیم داشت:

$$\hat{E}_{sk} = - \sum_{l=1}^{L_k} \frac{N_{slk}}{N_s} \log \frac{N_{slk}}{N_s} \quad (3)$$

برای تعیین تعداد خوشه‌ها به صورت خودکار، این روش از دو مرحله استفاده می‌کند. در مرحله اول، شاخص^۱ BIC یا AIC^۲ برای هر یک از خوشه‌ها در یک محدوده مشخص محاسبه می‌شود، سپس این شاخص برای یافتن یک تخمین اولیه برای تعداد خوشه‌ها به کار می‌رود (چیو و همکاران، ۲۰۰۱).

۳. فاز سوم: مدل تاپسیس

در طبقه‌بندی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، مدل تاپسیس از خانواده "مدل‌های جبرانی" می‌باشد که در این مدل‌ها اجازه مبادله میان شاخص‌ها مجاز است. به عبارت دیگر تغییر در یک شاخص می‌تواند توسط تغییری مخالف در شاخص دیگر جبران شود. همچنین در زیرمجموعه مدل‌های جبرانی، مدل تاپسیس از زیرگروه "سازشی" می‌باشد که در آن، تبادل میان شاخص‌ها صورت می‌گیرد. بدین معنی که تغییر در یک شاخص، توسط تغییری مخالف (در جهت عکس) در شاخص یا شاخص‌های دیگر جبران می‌شود. از مدل تاپسیس می‌توان برای رتبه‌بندی و مقایسه گزینه‌های مختلف و انتخاب بهترین گزینه و تعیین فواصل میان گزینه‌ها و گروه بندی آن‌ها استفاده نمود. از جمله مزیت‌های این روش آن است که معیارها یا شاخص‌های به کار رفته برای مقایسه می‌توانند دارای واحدهای سنجش متفاوتی بوده و طبیعت منفی و مثبت داشته باشند. به عبارت دیگر می‌توان از شاخص‌های منفی و مثبت به شکل ترکیبی در این تکنیک استفاده نمود.

در این پژوهش، از آن‌جا که جهت انتخاب بهینه‌ترین خودرو، معیارها قابلیت جبران توسط سایر معیارها را دارند، می‌بایست مدل پیشنهادی از زیرگروه سازشی مدل‌های جبرانی انتخاب شود. و نیز از آن‌جا که معیارهای عملکردی، امکانات و قیمت خودروها دارای واحدهای

1- Schwarz's Bayesian Information Criterion

2- Akaike's Information Criterion

مختلف می‌باشند و شامل هم معیارهای مثبت و هم معیارهای منفی (شامل قیمت و مصرف سوخت) می‌باشند، روش تاپسیس، روشی مناسب جهت رتبه‌بندی معیارها می‌باشد. در ادامه، این روش مرحله به مرحله توضیح داده می‌شود (تریاتفیلو و همکاران، ۱۹۹۸).

۱. تعیین اهداف و شناسایی معیارهای ارزیابی مرتبط با موضوع

۲. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری بر مبنای اطلاعات معیارها: این ماتریس شامل m گزینه در سطر ماتریس و n معیار در ستون ماتریس است. عنصر X_{ij} ماتریس، مقدار عددی رجحان گزینه i ام با توجه به معیار j ام است.

$$D = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & 1n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

۳. مرحله اول وزن‌دهی: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری کمی وزنی: با استفاده از روش آنتروپی شانون، وزن‌های هر یک از امکانات $W = (w_x, \dots, w_y)$ که x تا y (شماره معیار مورد نیاز جهت وزن‌دهی مرحله اول می‌باشند) به روش زیر به دست آمده و سپس ماتریس تصمیم‌گیری کمی وزنی محاسبه می‌شود. M تعداد معیارهای مورد بررسی در مرحله اول وزن‌دهی می‌باشد.

$$P_{ij} = \sum_{i=x}^y X_{ij} \quad (5)$$

$$E_j = -\frac{P_{ij} \cdot \ln(P_{ij})}{\ln(m)} \quad i = 1..m, j = x..y \quad (6)$$

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_{j=x}^y E_j}, \sum_{i=x}^y w_j = 1 \quad (7)$$

۴. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری نرمال: با استفاده از رابطه نرمال‌سازی غیر خطی زیر، ماتریس تصمیم‌گیری کمی و بی‌وزن شده و سپس نرمال می‌شود. در این رابطه، m تعداد گزینه‌ها، X_{ij} امتیاز کارایی i امین گزینه بر حسب j امین ضابطه است.

$$y_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}}, \quad i = 1..m, j = 1..n \quad (8)$$

۵. تشکیل ماتریس نرمال‌سازی شده وزنی: مشابه مرحله ۲ (اما این بار برای تمامی معیارها) با استفاده از روش آنترویی شانون، به تمام معیارهای ماتریس نرمال شده وزن مرتبط تخصیص می‌یابد (مرحله دوم وزن دهی).

$$P_{ij} = \sum_{i=1}^m X_{ij} \quad (9)$$

$$E_j = -\frac{P_{ij} \cdot \ln(P_{ij})}{\ln(m)} \quad i = 1..m, j = 1..n \quad (10)$$

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_{j=1}^n E_j}, \sum_{i=1}^n w_j = 1 \quad (11)$$

۶. تعیین راه‌حل‌های ایده آل (S_j^+) و ایده آل منفی (S_j^-) : راه‌حل‌های ایده آل و ایده آل منفی به صورت زیر محاسبه می‌شوند.

• معیارهای مثبت

$$S_j^+ = \text{Max}(w_j y_{ij}) \quad i = 1..m, j = 1..n \quad (12)$$

$$S_j^- = \text{Min}(w_j y_{ij}) \quad i = 1..m, j = 1..n \quad (13)$$

• معیارهای منفی

$$S_j^+ = \text{Min}(w_j y_{ij}) \quad i = 1..m, j = 1..n \quad (14)$$

$$S_j^- = \text{Max}(w_j y_{ij}) \quad i = 1..m, j = 1..n \quad (15)$$

۷. محاسبه فاصله اقلیدسی گزینه‌ها: در این مرحله، فاصله اقلیدسی هر یک از گزینه‌ها از S_j^+ و S_j^- به طور مجزا محاسبه و در D_i^+ و D_i^- درج می‌شود.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (S_j^+ - w_j y_{ij})^2}, \quad i = 1, \dots, m \quad (16)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j y_{ij} - S_j^-)^2}, \quad i = 1, \dots, m \quad (17)$$

۸. محاسبه نزدیکی نسبی به جواب ایده آل: نزدیکی نسبی i امین گزینه از راه‌حل ایده آل با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (18)$$

۹. رتبه گزینه‌ها با استفاده از مرتب‌سازی مقادیر C_i تمامی گزینه‌ها از بیشترین مقدار به کمترین مقدار انجام می‌شود.

مطالعه موردی: رتبه بندی خودروهای سواری بازار خودروی ایران

در تمامی جوامع، خودرو کالایی جذاب در زندگی مردم می باشد و خودروسازان تلاش می کنند تا خودروهای مطابق با نیازهای مشتریان به بازار ارائه کنند. بازار خودروی ایران نیز از سال ۱۳۴۷ تا به امروز، از دوران تولید انبوه با تنوع بسیار کم به دوران تنوع بالای مدل ها تغییر مسیر داده است. در سال ۱۳۸۴ (ده سال پیش) تنها ۳۳ نوع خودرو در بازار خودروی ایران وجود داشت. اما پس از آزادسازی واردات در سال ۱۳۸۵ و نیز ورود خودروسازان آسیایی و اروپایی به ایران، و همچنین توسعه محصولات خودروسازان داخلی، امروز بیش از ۳۰۰ نوع خودرو در کشور در هر سال عرضه می شود. این حجم از تنوع خودرو در بخش های مختلف قیمتی و ابعادی، نیاز به مطالعه دقیق تر مدل های بخش بندی بازار خودرو و نیز رتبه بندی خودروها را هم برای فعالان صنعت خودروساز و هم برای خریداران ضروری می سازد. فعالان صنعت خودرو جهت شناخت بهتر و دقیق تر بازار خودرو در بخش های قیمتی مختلف و قیمت گذاری بهینه محصولات آتی خود، نیازمند درک بهتر و دقیق تری از رقبای بخش های قیمتی مختلف می باشند تا بتوانند با توجه به مشخصات خودروی خود و نیز قیمت بالقوه محصولشان، بیشترین سهم بازار تعدادی و ارزشی را از بخش های قیمتی مختلف کسب کنند. از سوی دیگر؛ خریداران خودرو جهت انتخاب بهینه ترین خودرو از میان خودروهای موجود در بازار خودرو (و بالاخص بخش قیمتی منطبق با قدرت خرید خود) نیازمند داشتن اطلاعات دقیق از مشخصات عملکردی، امکانات و نیز قیمت خودروها هستند تا بتوانند با توجه به مبلغ پرداختی، بهینه ترین گزینه را انتخاب کنند. ابتدا در فاز اول با استفاده از روش دیمتل، تاثیر پذیرترین معیار جهت بخش بندی انتخاب می شود. سپس در فاز دوم، بازار خودروی ایران براساس تاثیر پذیرترین معیار محاسبه شده بخش بندی می شود و در فاز سوم، در هر یک از بخش های تعیین شده، خودروها براساس تمامی مشخصات کمی (شامل مشخصات عملکردی، امکانات)، مشخصات کیفی (ارزش برند و ارزش استایل) و نیز قیمت خودرو رتبه بندی می شوند. هدف، رتبه بندی خودروهای موجود در کشور با توجه به قیمت، مشخصات عملکردی، امکانات، ارزش برند و ارزش استایل خودروها می باشد تا تصمیم

گیرنده بتواند ارزش واقعی پرداختی خودرو را در مقایسه با عملکرد، امکانات، ارزش برند و ارزش استایل سایر خودروهای رقیب در هر بخش قیمتی به دست آورد. جامعه مورد مطالعه، خودروهای تولیدی و وارداتی بازار خودروی سواری کشور در سال ۱۳۹۴ می‌باشد. ابتدا قیمت خودروی موجود در کشور برای تمامی خودروها و مشخصات عملکردی و امکانات برای خودروهای زیر ۹۰۰ میلیون ریال (در مجموع، قیمت برای ۳۱۷ خودرو و ۱۰۶ معیار عملکردی و امکانات برای ۶۳ خودروی موجود در کشور) جمع‌آوری شده است. خودروها براساس آخرین مدل تولید (منتهی به انتهای سال ۱۳۹۳) یا واردات خودرو (منتهی به سال ۲۰۱۵ میلادی) می‌باشد. هم‌چنین جهت کاهش در نوسان قیمت‌ها، قیمت مورد استفاده در پژوهش متوسط قیمت چهارماهه اول سال ۱۳۹۴ می‌باشد. تعریف دقیق معیار براساس نوع معیار، نوع زیرمعیار، نام بخش‌ها و نام معیار مورد بررسی براساس چهار پژوهش آراومو و اوسیگو (۲۰۱۶)، گراک هاف و همکاران (۲۰۱۴)، ماتاس و ریموند (۲۰۰۶) و ماکستون و ورمالد (۲۰۰۴) و توسعه آنها مطابق با بازار خودرو در جدول یک آورده شده است.

۱. فاز اول: انتخاب تاثیرپذیرترین معیار خودرو با استفاده از روش دیمتل

جهت بخش‌بندی بازار خودروی ایران، می‌بایست تاثیرپذیرترین معیار انتخاب شود و بخش‌بندی متناسب با آن معیار انجام شود. از این‌رو، با استفاده از روش دیمتل و براساس نظرات خبرگان صنعت خودرو، تاثیرپذیرترین معیار شناسایی می‌شود. روش دیمتل جهت شناسایی وابستگی و روابط میان معیارها استفاده می‌شود. هرچه مقدار $R+J$ عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. نمودار علی-معلولی معیارهای خودرو در شکل ۲ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تنها سه عامل قیمت خودرو، حجم فروش و ارزش برند، معیارهای تاثیرپذیر می‌باشند و سایر معیارها، معیارهای تاثیرگذار می‌باشند. از طرفی، معیار قیمت خودرو بیشترین تعامل با سایر عوامل را دارد، لذا وزن (اهمیت) این عامل در سیستم بیشتر است. از این‌رو، عامل قیمت به عنوان تاثیرپذیرترین معیار به‌عنوان معیار بخش‌بندی در فاز دوم انتخاب می‌شود.

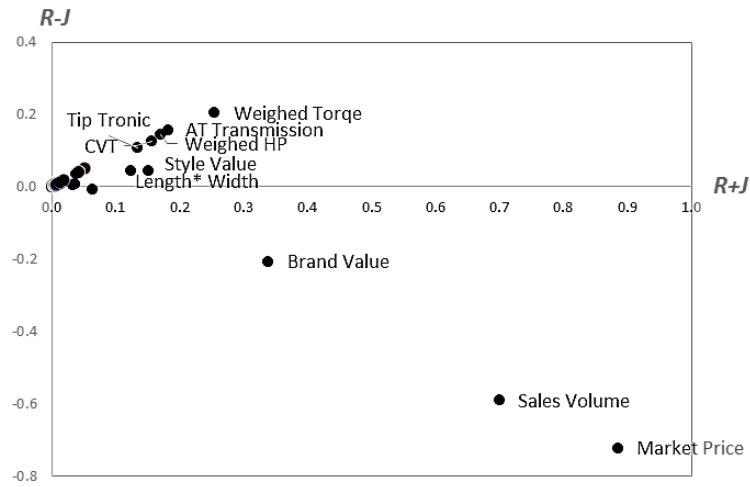
۲. فاز دوم: بخش‌بندی بازار خودرو با مدل خوشه‌بندی دومرحله‌ای

با استفاده از نتایج روش دیمتل و انتخاب معیار قیمت خودرو به‌عنوان تاثیرپذیرترین معیار خودرو، در این بخش، ابتدا با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی دومرحله‌ای و نرم افزار اس پی اس کلمنتاین^۱، بازار خودروی ایران در سطوح قیمتی مختلف بخش‌بندی می‌شود. شکل ۳ نمای کلی درخت معیار خوشه را برای بازار خودروی ایران و جدول ۲ خلاصه بخش‌های مختلف قیمتی را نشان می‌دهند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بازار خودروی سواری ایران در شش سطح مختلف می‌تواند بخش‌بندی شود. در فاز دوم این پژوهش، بخش‌بندی سطح پنج به‌عنوان مبنای ادامه کار در نظر گرفته خواهد شد. در سطح پنج، ۱۸ بخش قیمتی وجود دارد که در مجموع ۳۱۷ خودروی موجود در بازار خودروی ایران را پوشش می‌دهند. در جدول ۲، تعداد خودروهای موجود در هر خوشه نیز در ستون سوم آورده شده است.

۳. فاز سوم: رتبه‌بندی خودروهای سواری بازار ایران با استفاده از روش

تاپسیس

در این مرحله با استفاده از بخش‌بندی قیمتی بازار خودروی ایران - سطح ۵ و نیز با استفاده از معیارهای مورد بررسی خودروها در بازار ایران (جدول ۱)، خودروهای بازار ایران در هر بخش قیمتی با استفاده از مدل رتبه‌بندی تاپسیس رتبه‌بندی می‌شوند. از آن‌جا که امکانات خودرو به‌صورت داده‌های باینری می‌باشند و وزن آن‌ها نیز مشخص نیست، ابتدا با استفاده از روش وزن‌دهی آنتروپی شانون وزن‌دهی می‌شوند. سپس امکانات وزن داده شده به همراه مشخصات فنی، عملکردی، امکانات، ارزش برند و ارزش استایل و قیمت با استفاده از روش تاپسیس که پیشتر نیز توضیح داده شد، در هر بخش قیمتی رتبه‌بندی می‌شوند. در طول فرآیند روش تاپسیس، یک‌بار دیگر روش آنتروپی شانون جهت وزن‌دهی (این بار تمامی معیارها) به کار گرفته می‌شود. نتایج به‌صورت خلاصه در جداول ۳ تا ۸ آورده شده است. ارزش برند و ارزش استایل با استفاده از پرسشنامه از ۲۰ خبره صنعت خودرو محاسبه گردیده است.



شکل ۲- نمودار علی معیارهای خودرو

جدول ۱- معیارهای مورد بررسی خودروها در بازار ایران

| نام معیارها | بخش‌ها | نوع زیرمعیار | نوع معیار |
|--|------------|----------------------------|---------------|
| متوسط قیمت چهار ماه اول سال ۱۳۹۴ | - | - | قیمت |
| حجم موتور، قدرت، گشتاور، تعداد سیلندر، تعداد سوپاپ، وزن خالص خودرو بدون سرنشین | قوای محرکه | عملکرد ^۱ | فنی و عملکردی |
| مصرف سوخت ترکیبی | | کارایی سوخت ^۲ | |
| طول، عرض، ارتفاع، فاصله دو محور، اندازه رینگ جلو، اندازه رینگ عقب | ابعاد | اندازه ^۳ | فنی و عملکردی |
| نوع گیربکس (دستی یا اتوماتیک)، تعداد دنده، سی وی تی ^۵ ، شیفتر ترونیک، تیپ ترونیک، دو کلاچه، استپ ترونیک | نوع گیربکس | راحتی رانندگی ^۴ | |
| ترمز جلو، ترمز عقب | ترمز | ایمنی ^۶ | |

- 1- Performance
- 2- Fuel Efficiency
- 3- Size
- 4- Easy of Drive
- 5- Continuously Variable Transmission (CVT)
- 6- Safety Features

| | | | |
|---|--------------|--------------------|---------------|
| HBA, HAC, EBA, TSC, BAS, ASR, ESP, EBD, ABS, CBC, HDC | سیستم ترمز | | |
| کیسه هوای راننده، سرنشین جلو، کیسه هوای جانبی جلو، کیسه هوای جانبی عقب، کیسه هوای پرده ای، سنسور پارک عقب، سنسور پارک جلو، دوربین عقب | سیستم ایمنی | | |
| ورود بدون کلید، روشن/ خاموش بدون کلید، ایموبلایزر، آلام | سیستم امنیتی | | |
| سی دی، ال سی دی، دی وی دی، تلویزیون، ال سی دی سرنشینان عقب، سیستم مسیریاب، تنظیم موبایل روی سیستم صوتی، AUX، ام پی تری، پورت USB، رادار، بلوتوث، تعداد بلندگو | سیستم صوتی | | |
| صندلی برقی راننده، صندلی برقی سرنشین جلو، صندلی برقی سرنشینان عقب، حافظه صندلی، صندلی چرمی، تنظیم گودی کمر راننده، تنظیم گودی کمر سرنشین جلو، حافظه یکپارچه صندلی، فرمان و آینه‌ها، گرمکن صندلی‌های جلو با تهویه، گرمکن صندلی‌های جلو بدون تهویه، گرمکن صندلی‌های عقب، ایزوفیکس ^۱ ، پشت سری فعال هنگام تصادف | صندلی | | |
| فرمان چرمی، دنده چرمی، فرمان برقی، فرمان الکترو مکانیکی، فرمان الکتروهیدرولیکی، فرمان تلسکوپی، دکمه‌های چندکاره روی فرمان، تنظیم دنده روی فرمان، قدرت کمکی فرمان | فرمان | راحتی ^۱ | امکانات خودرو |
| سیستم تهویه اتوماتیک، سیستم تهویه اتوماتیک دو منطقه ای، سیستم تهویه اتوماتیک چهار منطقه ای، دریچه کولر عقب | سیستم تهویه | | |
| آینه جانبی برقی، آینه جانبی تاشو، گرمکن آینه جانبی، آینه وسط الکترو کرومیک | آینه | | |
| گرمکن شیشه عقب، گرمکن شیشه جلو، شیشه بالابر عقب برقی، شیشه بالابر جلو برقی، سیستم بالابر اتوماتیک شیشه‌ها ^۲ ، شستشوی خودکار شیشه جلو، شستشوی خودکار شیشه عقب، سنسور باران، شیشه‌های الکترو کرومیک | شیشه | | |
| تنظیم خودکار نور چراغ‌های جلو، چراغ جلو زنون، چراغ جلو هالوژن، چراغ جلو LED، چراغ عقب LED | روشنایی | | |
| سانروف برقی، پانوراما | سایر امکانات | | |

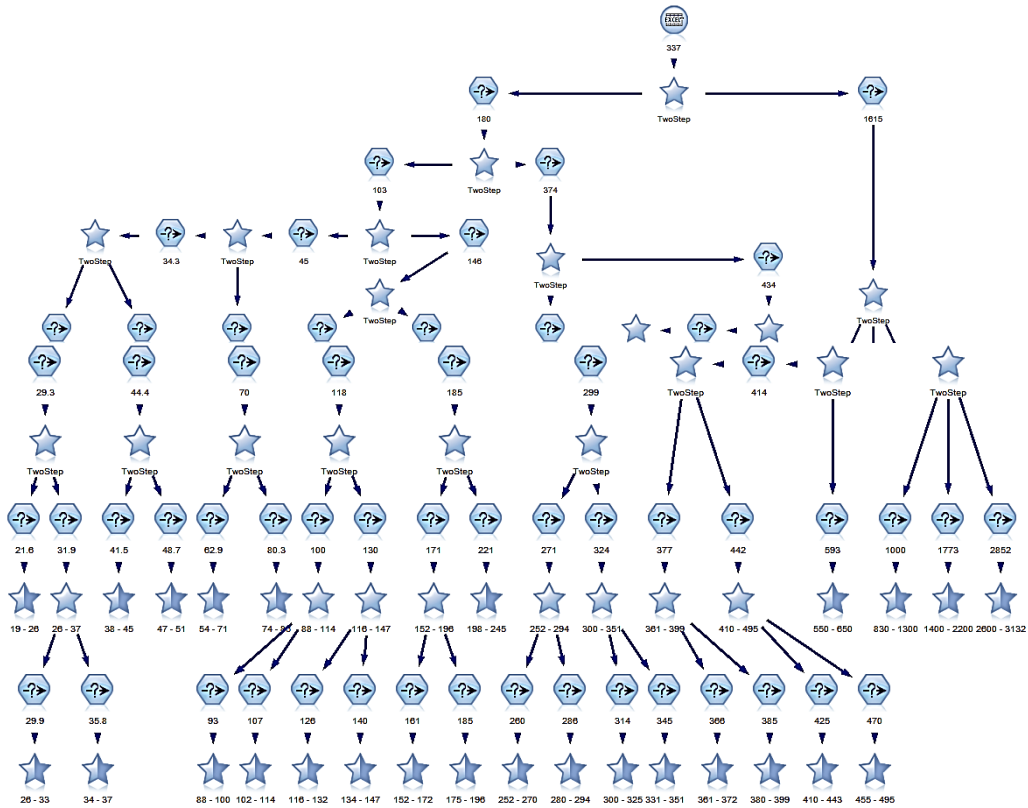
1- Comfort

2- Isuffix

3- Power Window

جدول ۲- بخش بندی بازار خودروی سواری در ایران واحد: ده میلیون ریال

| سطح ۱ بخش بندی | سطح ۲ بخش بندی | سطح ۳ بخش بندی | سطح ۴ بخش بندی | سطح ۵ بخش بندی | نام بخش ها در سطح ۵ | تعداد خودروها در سطح ۵ | سطح ۶ بخش بندی | نام بخش ها در سطح ۶ | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------------|----------------------|------------------------|---------|---------|
| ۱۹-۳۱۳۲ | ۱۹-۶۵۰ | ۱۹-۲۴۵ | ۱۹-۵۱ | ۱۹-۲۴ | PS 01 | ۶ | ۱۹-۲۴ | PS 01 | | |
| | | | | ۱۹-۳۷ | PS 02 | ۱۶ | ۲۶-۳۳ | PS2-1 | | |
| | | | | ۲۶-۳۷ | | | ۳۴-۳۷ | PS2-2 | | |
| | | | | ۳۸-۵۱ | ۳۸-۴۵ | PS 03 | ۱۱ | ۳۸-۴۵ | PS 03 | |
| | | | | | ۴۷-۵۱ | PS 04 | ۷ | ۴۷-۵۱ | PS 04 | |
| | | | ۵۴-۸۶ | | ۵۴-۷۱ | PS 05 | ۱۳ | ۵۴-۷۱ | PS 05 | |
| | | | ۵۴-۸۶ | | ۷۴-۸۶ | PS 06 | ۱۰ | ۷۴-۸۶ | PS 06 | |
| | | | ۸۸-۲۴۵ | ۸۸-۱۴۷ | ۸۸-۱۱۴ | PS 07 | ۲۸ | ۸۸-۱۰۰ | PS7-1 | |
| | | | | | ۱۰۲-۱۱۴ | | | ۱۰۲-۱۱۴ | PS7-2 | |
| | | | | ۸۸-۲۴۵ | -۱۴۷ ۱۱۶ | -۱۴۷ ۱۱۶ | PS 08 | ۴۰ | ۱۱۶-۱۳۲ | PS8-1 |
| | | ۱۳۴-۱۴۷ | | | | | | | PS8-2 | |
| | | ۱۵۲-۲۴۵ | | -۱۹۶ ۱۵۲ | -۱۹۶ ۱۵۲ | PS 09 | ۳۶ | ۱۵۲-۱۷۲ | PS9-1 | |
| | | | ۱۷۵-۱۹۶ | | | | | PS9-2 | | |
| | | -۲۴۵ ۱۹۸ | | -۲۴۵ ۱۹۸ | PS 10 | ۱۴ | ۱۹۸-۲۴۵ | PS 10 | | |
| | | ۲۵۲-۶۵۰ | ۲۵۲-۶۵۰ | ۲۵۲-۳۵۱ | | -۲۹۴ ۲۵۲ | PS 11 | ۱۷ | ۲۵۲-۲۷۰ | PS11-1 |
| | | | | | | ۲۸۰-۲۹۴ | | | PS11-2 | |
| | | | | | | -۳۵۱ ۳۰۰ | PS 12 | ۱۹ | ۳۰۰-۳۲۵ | PS12-1 |
| | | | | ۳۳۱-۳۵۱ | PS12-2 | | | | | |
| ۳۶۱-۶۵۰ | ۳۶۱-۳۹۵ | | | -۳۹۹ ۳۶۱ | PS 13 | ۱۷ | ۳۶۱-۳۷۲ | PS13-1 | | |
| | | | | | | | ۳۸۰-۳۹۹ | PS13-2 | | |
| | | | | | | | -۴۹۵ ۴۱۰ | PS 14 | ۲۳ | ۴۱۰-۴۴۳ |
| ۴۵۵-۴۹۵ | PS14-2 | | | | | | | | | |
| -۶۵۰ ۵۵۰ | | | | -۶۵۰ ۵۵۰ | PS 15 | ۵ | ۵۵۰-۶۵۰ | PS 15 | | |
| ۸۳۰-۳۱۳۲ | ۸۳۰-۱۳۰۰ | | | ۸۳۰-۱۳۰۰ | | PS 16 | ۱۵ | ۸۳۰-۱۳۰۰ | PS 16 | |
| | ۱۴۰۰-۲۲۰۰ | | ۱۴۰۰-۲۲۰۰ | | PS 17 | ۱۵ | ۱۴۰۰-۲۲۰۰ | PS 17 | | |
| | ۲۶۰۰-۳۱۳۲ | | ۲۶۰۰-۳۱۳۲ | | PS 18 | ۵ | ۲۶۰۰-۳۱۳۲ | PS 18 | | |
| مجموع | | | | | PS 01-18 | ۳۱۷ | | | | |



شکل ۳- درخت معیار خوشه برای بازار خودروی ایران

جدول ۳- رتبه‌بندی بخش قیمتی ۱۹-۲۴ (۱۰ میلیون ریال)

| رتبه مدل | نام خودرو | شاخص CLI | قیمت (۵ میلیون ریال) | حجم فروش (سال ۱۳۹۳) | رتبه فروش (سال ۱۳۹۳) |
|----------|------------|----------|----------------------|---------------------|----------------------|
| ۱ | C-PS-01-01 | ۰,۶۶۳ | ۲۴,۰ | ۵۸۲۷۳ | ۲ |
| ۲ | C-PS-01-05 | ۰,۶۵۵ | ۲۰,۱ | ۵۰۵۵۸ | ۳ |
| ۳ | C-PS-01-04 | ۰,۴۹۱ | ۱۹,۹ | ۱۸۲۹۰۱ | ۱ |
| ۴ | C-PS-01-06 | ۱,۴۶۲ | ۲۲,۴ | ۲۱۱۳ | ۵ |
| ۵ | C-PS-01-03 | ۰,۴۲۱ | ۲۰,۰ | ۱۹۲۴۳ | ۴ |
| ۶ | C-PS-01-02 | ۰,۳۷۷ | ۱۹,۶ | ۱۳۷۱ | ۶ |

جدول ۴- رتبه‌بندی بخش قیمتی ۲۶-۳۷ (۱۰ میلیون ریال)

| رتبه مدل | نام خودرو | شاخص CLI | قیمت (۵۵ میلیون ریال) | حجم فروش (سال ۱۳۹۳) | رتبه فروش (سال ۱۳۹۳) |
|----------|------------|----------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| ۱ | C-PS-02-05 | ۰,۶۸۱ | ۳۶,۷ | ۱۵۵۴۸ | ۹ |
| ۲ | C-PS-02-11 | ۰,۶۶۵ | ۳۶,۷ | ۱۰۴۵۴ | ۱۰ |
| ۳ | C-PS-02-14 | ۰,۶۶۳ | ۳۷,۰ | ۲۳۱۴۵ | ۷ |
| ۴ | C-PS-02-07 | ۰,۵۴۶ | ۳۰,۱ | ۷۶۰۵۸ | ۱ |
| ۵ | C-PS-02-10 | ۰,۴۹۸ | ۳۴,۴ | ۱۰۴۵۴ | ۱۱ |
| ۶ | C-PS-02-13 | ۰,۴۹۵ | ۳۵,۰ | ۲۳۱۴۵ | ۸ |
| ۷ | C-PS-02-01 | ۰,۴۸۱ | ۳۳,۲ | ۲۵۴۲۸ | ۶ |
| ۸ | C-PS-02-04 | ۰,۴۷۳ | ۳۵,۳ | ۵۱۶۸۰ | ۳ |
| ۹ | C-PS-02-12 | ۰,۴۵۵ | ۳۲,۵ | ۳۶۹۵۳ | ۵ |
| ۱۰ | C-PS-02-09 | ۰,۴۴۶ | ۲۸,۳ | ۷۸۵۳ | ۱۲ |
| ۱۱ | C-PS-02-02 | ۰,۳۶۶ | ۳۰,۷ | ۴۷۳۸۵ | ۴ |
| ۱۲ | C-PS-02-03 | ۰,۳۶۲ | ۲۸,۸ | ۷۰۰۱۸ | ۲ |
| ۱۳ | C-PS-02-08 | ۰,۲۹۷ | ۲۷,۱ | ۷۸۵۳ | ۱۳ |
| ۱۴ | C-PS-02-06 | ۰,۲۹۶ | ۲۷,۴ | ۳۱۱۰ | ۱۴ |

جدول ۵- رتبه‌بندی بخش قیمتی ۳۸-۴۵ (۱۰ میلیون ریال)

| رتبه مدل | نام خودرو | شاخص CLI | قیمت (۵۵ میلیون ریال) | حجم فروش (سال ۱۳۹۳) | رتبه فروش (سال ۱۳۹۳) |
|----------|------------|----------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| ۱ | C-PS-03-10 | ۰,۷۱۶ | ۴۲,۴ | ۶۴۴۳ | ۹ |
| ۲ | C-PS-03-03 | ۰,۶۱۵ | ۴۴,۵ | ۷۳۰۲ | ۶ |
| ۳ | C-PS-03-06 | ۰,۶۱۳ | ۴۶,۱ | ۸۸۹۰ | ۴ |
| ۴ | C-PS-03-09 | ۰,۵۷۱ | ۳۷,۲ | ۵۹۲۷ | ۱۱ |
| ۵ | C-PS-03-07 | ۰,۵۳۳ | ۳۷,۳ | ۶۷۷۱۲ | ۱ |
| ۶ | C-PS-03-11 | ۰,۵۲۶ | ۳۶,۸ | ۲۱۰۰۵ | ۲ |
| ۷ | C-PS-03-08 | ۰,۴۹۲ | ۳۸,۹ | ۷۳۴۵ | ۵ |
| ۸ | C-PS-03-02 | ۰,۴۱۵ | ۴۰,۲ | ۶۸۱۵ | ۷ |
| ۹ | C-PS-03-01 | ۰,۴۱۴ | ۴۰,۲ | ۶۸۱۵ | ۸ |
| ۱۰ | C-PS-03-04 | ۰,۳۹۹ | ۳۷,۲ | ۱۲۳۸۰ | ۳ |
| ۱۱ | C-PS-03-05 | ۰,۳۹۹ | ۳۹,۳ | ۶۳۳۲ | ۱۰ |

جدول ۶- رتبه‌بندی بخش قیمتی ۵۱-۴۷ (۱۰ میلیون ریال)

| رتبه مدل | نام خودرو | شاخص CLI | قیمت (ده میلیون ریال) | حجم فروش (سال ۱۳۹۳) | رتبه فروش (سال ۱۳۹۳) |
|----------|------------|----------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| ۱ | C-PS-04-01 | ۰,۷۴۴ | ۴۹,۷ | ۱۰۰۰ | ۳ |
| ۲ | C-PS-04-04 | ۰,۶۷۹ | ۴۶,۳ | ۱۲۴ | ۶ |
| ۳ | C-PS-04-02 | ۰,۵۹۷ | ۵۱,۰ | ۳۲۵۴ | ۲ |
| ۴ | C-PS-04-03 | ۰,۵۳۸ | ۴۶,۰ | ۲۲۰۴ | ۴ |
| ۵ | C-PS-04-06 | ۰,۵۳۱ | ۴۷,۲ | ۷۱۴۰ | ۱ |
| ۶ | C-PS-04-05 | ۰,۴۳۸ | ۴۹,۳ | ۴۷۵ | ۵ |

جدول ۷- رتبه‌بندی بخش قیمتی ۷۱-۵۴ (۱۰ میلیون ریال)

| رتبه مدل | نام خودرو | شاخص CLI | قیمت (ده میلیون ریال) | حجم فروش (سال ۱۳۹۳) | رتبه فروش (سال ۱۳۹۳) |
|----------|------------|----------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| ۱ | C-PS-05-04 | ۰,۶۷۱ | ۵۹,۴ | ۱۵۰۷۰ | ۱ |
| ۲ | C-PS-05-07 | ۰,۶۱۷ | ۵۴,۰ | ۳۳۰۷ | ۳ |
| ۳ | C-PS-05-06 | ۰,۵۷۵ | ۷۱,۰ | ۶۹۷ | ۹ |
| ۴ | C-PS-05-03 | ۰,۵۵۴ | ۶۹,۰ | ۶۲۳۶ | ۴ |
| ۵ | C-PS-05-10 | ۰,۵۴۷ | ۷۱,۰ | ۳۴۰ | ۱۰ |
| ۶ | C-PS-05-05 | ۰,۵۴۷ | ۵۹ | ۱۵۰۱ | ۵ |
| ۷ | C-PS-05-02 | ۰,۴۹۱ | ۵۷ | ۲۶۷۳ | ۸ |
| ۸ | C-PS-05-08 | ۰,۴۸۰ | ۵۴,۵ | ۱۱۵۲ | ۶ |
| ۹ | C-PS-05-09 | ۰,۴۶۵ | ۵۷,۰ | ۱۱۰۹ | ۷ |
| ۱۰ | C-PS-05-01 | ۰,۴۰۶ | ۶۱,۰ | ۱۶۷۷۶ | ۲ |

جدول ۸- رتبه‌بندی بخش قیمتی ۸۶-۷۴ (۱۰ میلیون ریال)

| رتبه مدل | نام خودرو | شاخص CLI | قیمت (ده میلیون ریال) | حجم فروش (سال ۱۳۹۳) | رتبه فروش (سال ۱۳۹۳) |
|----------|------------|----------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| ۱ | C-PS-06-05 | ۰,۷۱۱ | ۸۵,۶ | ۶۴۱ | ۸ |
| ۲ | C-PS-06-06 | ۰,۷۱۱ | ۸۷,۷ | ۳۱۷۰ | ۲ |
| ۳ | C-PS-06-04 | ۰,۶۸۲ | ۷۵,۰ | ۱۰۸۰ | ۶ |
| ۴ | C-PS-06-08 | ۰,۶۷۶ | ۷۵,۴ | ۱۲۸۹۲ | ۱ |
| ۵ | C-PS-06-03 | ۰,۶۴۱ | ۷۶,۷ | ۱۸۸۲ | ۳ |
| ۶ | C-PS-06-02 | ۰,۵۶۴ | ۸۶,۰ | ۱۷۲۸ | ۴ |
| ۷ | C-PS-06-01 | ۰,۴۹۳ | ۷۵,۰ | ۱۱۴۴ | ۵ |
| ۸ | C-PS-06-09 | ۰,۳۸۱ | ۸۶,۰ | ۲۰۰ | ۹ |
| ۹ | C-PS-06-07 | ۰,۲۰۲ | ۸۰,۶ | ۱۰۱۵ | ۷ |

آزمون همبستگی رتبه ای اسپیرمن

هرگاه داده‌ها به صورت رتبه‌ای جمع‌آوری شده باشند یا به رتبه تبدیل شده باشند و فرض نرمال بودن آن‌ها معقول نباشد، می‌توان از ضریب همبستگی رتبه ای اسپیرمن استفاده کرد که یکی از روش‌های ناپارامتریک است (بهبودیان، ۲۰۰۴). رابطه مربوط به ضریب همبستگی رتبه ای اسپیرمن به صورت زیر تعریف می‌شود که D تفاوت میان رتبه‌های اعضای متناظر دو گروه مورد بررسی و n حجم هر گروه می‌باشد.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D^2}{n(n^2-1)}$$

از آن‌جا که حجم فروش یک خودرو بیان‌کننده میزان تمایل مشتریان به آن خودرو می‌باشد، رتبه‌بندی حاصل از فروش خودروها در سال ۱۳۹۳ نیز در جداول ۳ تا ۸ آورده شده است.

در این بخش رتبه‌بندی حاصل از مدل توسعه داده شده با رتبه‌بندی حاصل از فروش خودرو (به‌عنوان عملکرد مشتریان در بازار خودروی ایران) در سال ۱۳۹۳ با استفاده از آزمون همبستگی رتبه ای اسپیرمن مقایسه می‌شود تا ارتباط یا عدم ارتباط رفتار مشتریان با مدل توسعه داده شده به دست آید. آزمون فرض زیر در سطح معناداری $\alpha = 0.05$ انجام می‌شود. فرض صفر آزمون، مدعی است میان رتبه‌بندی مدل با رتبه‌بندی حاصل از فروش در سطح معناداری ۵ درصد همبستگی مثبت وجود ندارد و فرض یک آزمون، مدعی است میان رتبه‌بندی مدل با رتبه‌بندی حاصل از فروش در سطح معناداری ۵ درصد همبستگی مثبت وجود دارد:

$$H_0: \rho \leq 0 \quad H_1: \rho > 0$$

این کار با استفاده از رتبه‌های مندرج در جداول ۳ تا ۸ و نرم افزار آماری SPSS انجام می‌شود. نتایج در جداول ۹ تا ۱۴ آورده شده است:

جدول ۹- نتایج آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن بخش قیمتی ۱۹-۲۴ (۱۰ میلیون ریال)

| Correlations | | | VAR00001 | VAR00002 |
|-----------------|----------|-------------------------|----------|----------|
| Speaman's rho | VAR00001 | Correlation Coefficient | ۱,۰۰۰ | ۰,۷۷۱* |
| | | Sig. (1-tailed) | ۰ | ۰,۳۶ |
| | | N | ۶ | ۶ |
| | VAR00002 | Correlation Coefficient | ۰,۷۷۱* | ۱,۰۰۰ |
| Sig. (1-tailed) | | ۰,۳۶ | ۰ | |
| N | | ۶ | ۶ | |

* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).

جدول ۱۰- نتایج آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن رتبه‌بندی بخش قیمتی ۲۶-۳۷ (۱۰ میلیون ریال)

| Correlations | | | VAR00001 | VAR00002 |
|-----------------|----------|-------------------------|----------|----------|
| Speaman's rho | VAR00001 | Correlation Coefficient | ۱,۰۰۰ | ۰,۱۴۷ |
| | | Sig. (1-tailed) | ۰ | ۰,۳۰۸ |
| | | N | ۱۴ | ۱۴ |
| | VAR00002 | Correlation Coefficient | ۰,۱۴۷ | ۱,۰۰۰ |
| Sig. (1-tailed) | | ۰,۳۰۸ | ۰ | |
| N | | ۱۴ | ۱۴ | |

* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).

جدول ۱۱- نتایج آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن رتبه‌بندی بخش قیمتی ۳۸-۴۵ (۱۰ میلیون ریال)

| Correlations | | | VAR00001 | VAR00002 |
|-----------------|----------|-------------------------|----------|----------|
| Speaman's rho | VAR00001 | Correlation Coefficient | ۱,۰۰۰ | ۰,۰۰۹ |
| | | Sig. (1-tailed) | ۰ | ۰,۴۸۹ |
| | | N | ۱۱ | ۱۱ |
| | VAR00002 | Correlation Coefficient | ۰,۰۰۹ | ۱,۰۰۰ |
| Sig. (1-tailed) | | ۰,۴۸۹ | ۰ | |
| N | | ۱۱ | ۱۱ | |

* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).

جدول ۱۲- نتایج آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن رتبه‌بندی بخش قیمتی ۴۷-۵۱ (۱۰ میلیون ریال)

Correlations

| | | | VAR00001 | VAR00002 |
|---------------|----------|-------------------------|----------|----------|
| Speaman's rho | VAR00001 | Correlation Coefficient | ۱,۰۰۰ | -۰,۰۸۶ |
| | | Sig. (1-tailed) | ۰ | ۰,۴۳۶ |
| | | N | ۶ | ۶ |
| | VAR00002 | Correlation Coefficient | -۰,۰۸۶ | ۱,۰۰۰ |
| | | Sig. (1-tailed) | ۰,۴۳۶ | ۰ |
| | | N | ۶ | ۶ |

* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).

جدول ۱۳- نتایج آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن رتبه‌بندی بخش قیمتی ۵۴-۷۱ (۱۰ میلیون ریال)

Correlations

| | | | VAR00001 | VAR00002 |
|---------------|----------|-------------------------|----------|----------|
| Speaman's rho | VAR00001 | Correlation Coefficient | ۱,۰۰۰ | ۰,۱۷۶ |
| | | Sig. (1-tailed) | ۰ | ۰,۳۱۴ |
| | | N | ۱۰ | ۱۰ |
| | VAR00002 | Correlation Coefficient | ۰,۱۷۶ | ۱,۰۰۰ |
| | | Sig. (1-tailed) | ۰,۳۱۴ | ۰ |
| | | N | ۱۰ | ۱۰ |

* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).

جدول ۱۴- نتایج آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن رتبه‌بندی بخش قیمتی ۷۴-۸۶ (۱۰ میلیون ریال)

Correlations

| | | | VAR00001 | VAR00002 |
|---------------|----------|-------------------------|----------|----------|
| Speaman's rho | VAR00001 | Correlation Coefficient | ۱,۰۰۰ | ۰,۲۱۷ |
| | | Sig. (1-tailed) | ۰ | ۰,۲۸۸ |
| | | N | ۹ | ۹ |
| | VAR00002 | Correlation Coefficient | ۰,۲۱۷ | ۱,۰۰۰ |
| | | Sig. (1-tailed) | ۰,۲۸۸ | ۰ |
| | | N | ۹ | ۹ |

* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).

جدول ۱۵ خلاصه نتایج آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن را در بخش‌های مختلف قیمتی نشان می‌دهد.

جدول ۱۵- نتایج آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن در تمامی بخش‌های قیمتی

| ردیف | بخش قیمتی | نتیجه آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن | همبستگی مثبت میان دو رتبه بندی |
|------|--------------------|---|--------------------------------|
| ۱ | ۱۹-۲۴ میلیون تومان | در سطح معناداری ۵٪ فرض H_0 رد می‌شود | وجود دارد |
| ۲ | ۲۷-۳۶ میلیون تومان | در سطح معناداری ۵٪ فرض H_0 پذیرفته می‌شود | وجود ندارد |
| ۳ | ۳۸-۴۵ میلیون تومان | در سطح معناداری ۵٪ فرض H_0 پذیرفته می‌شود | وجود ندارد |
| ۴ | ۴۷-۵۱ میلیون تومان | در سطح معناداری ۵٪ فرض H_0 پذیرفته می‌شود | وجود ندارد |
| ۵ | ۵۴-۷۱ میلیون تومان | در سطح معناداری ۵٪ فرض H_0 پذیرفته می‌شود | وجود ندارد |
| ۶ | ۷۴-۸۶ میلیون تومان | در سطح معناداری ۵٪ فرض H_0 پذیرفته می‌شود | وجود ندارد |

نتایج آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن در تمامی بخش‌های قیمتی در جدول ۱۵ نشان می‌دهد که در بخش قیمتی اول بازار خودروی ایران (بخش قیمتی ۱۹-۲۴ میلیون تومان) میان رتبه بندی مدل و رتبه بندی حاصل از فروش خودرو همبستگی مثبت وجود دارد. در واقع، در این بخش قیمتی رفتار بازار خودرو مطابق با رفتار مدل توسعه داده شده می‌باشد و نشان دهنده اهمیت بسیار زیاد قیمت در مقایسه با عملکرد و امکانات می‌باشد.

معیار قیمت در بخش اول قیمتی و انتخاب دقیق محصول مطابق با ارزش واقعی آن می‌باشد. در سایر بخش‌های قیمتی، میان رتبه بندی مدل و رتبه بندی حاصل از فروش خودرو همبستگی مثبت وجود ندارد. در واقع، با افزایش قیمت و امکانات، بازار خودرو نتوانسته است رفتار منطقی در خرید خودرو با بیشترین ارزش خرید داشته باشد. به عبارت دیگر، با افزایش قدرت خرید، مشتریان به صورت کاملاً منطقی و حسابگرانه (مشابه بخش اول قیمتی) رفتار نمی‌کنند.

اعتبارسنجی مدل

در صنعت خودروی ایران تاکنون، تنها مدل موجود جهت بخش بندی قیمتی بازار خودرو مدلی بوده است که در آن ابتدا خودروهای موجود در بازار براساس کمترین قیمت تا بیشترین قیمت مرتب می‌شدند و سپس براساس بیشترین درصد رشد قیمت در محدوده‌های تقریبی و نقاط شکست (که بر اساس درک خبرگان از رفتار بازار خودروی ایران در نظر گرفته می‌شد)، بازه‌های قیمتی تعیین می‌شدند. در این روش تقریبی، تعداد بخش‌های قیمتی با نظر خبرگان و

درک نسبی از رفتار بازار خودرو تعیین می‌شده است.

پژوهش فوق روشی آماری جهت بخش‌بندی قیمتی بازار خودرو را ارائه داده است که در دو مرحله، بخش‌بندی را انجام می‌دهد: در مرحله اول، تمامی داده‌ها بررسی شده و براساس دو معیار فاصله اقلیدسی و فاصله حداکثر درست‌نمایی در یکی از دو زیربخش اولیه که ایجاد می‌شود، قرار داده می‌شوند این کار تا جایی ادامه می‌یابد که امکان تفکیک خوشه‌ها وجود نداشته باشد. این الگوریتم دارای دو مزیت اصلی می‌باشد: اول اینکه امکان خوشه‌بندی هم معیارهای پیوسته و هم معیارهای گسسته را فراهم می‌کند. همچنین تعداد خوشه‌های بهینه توسط خود الگوریتم تعیین می‌شود، در نتیجه احتمال خطا تا حد امکان به صفر می‌رسد. روش تحقیق این پژوهش از نظر هدف، تحقیقی کاربردی است. مقایسه نتایج مدل ارائه شده در این تحقیق با روش موجود در صنعت خودرو نشان می‌دهد که سطح پنجم بخش‌بندی ارائه شده در این پژوهش تا حد بسیار زیادی مطابق با بخش‌بندی موجود در صنعت خودرو می‌باشد که نشان می‌دهد مدل از اعتبار کافی برخوردار می‌باشد. سایر سطوح بخش‌بندی در مدل پیشنهادی کامل‌تر بودن روش جدید نسبت به روش کنونی را نشان می‌دهد. در بخش تعیین وزن معیارها از روش آنتروپی شانون استفاده شده است تا از خطای احتمالی نظرات خبرگان نیز جلوگیری شود.

نتیجه‌گیری

امروزه بیش از ۳۰۰ نوع خودروی نو در بازار خودروی ایران وجود دارد که نسبت به یک دهه گذشته رشد قابل توجهی داشته است. تنوع مدل‌های خودروها با سطح عملکردی و فنی متفاوت، امکانات متنوع و نیز قیمت‌های متفاوت امکان انتخاب خودرو را هم برای مشتریان و هم برای رقبا دشوار می‌کند. از آن‌جا که در انتخاب بهینه‌ترین خودرو، معیارها قابلیت جبرانی با سایر معیارها را دارند، مدل تاپسیس از خانواده روش‌های جبرانی - زیرگروه سازشی مدل مناسبی جهت رتبه‌بندی خودروها می‌باشد. از جمله مزیت‌های روش تاپسیس آن است که معیارهای به کار رفته برای مقایسه می‌توانند دارای واحدهای سنجش متفاوتی بوده و طبیعت منفی و مثبت داشته باشند. به عبارت دیگر می‌توان از شاخص‌های منفی و مثبت به شکل ترکیبی در این تکنیک استفاده نمود.

پژوهش فوق، روشی ترکیبی دیمتل-خوشه بندی دومرحله ای و تاپسیس با به کارگیری دومرحله ای روش وزن دهی آنروپی شانون جهت بخش بندی و رتبه بندی درون بخشی خودروهای سواری بازار خودروی ایران ارائه داده است. مدل ابتدا با استفاده از روش دیمتل، مناسب ترین معیار جهت بخش بندی را انتخاب می کند. سپس با استفاده از روش خوشه بندی دومرحله ای و براساس معیار انتخاب شده (که قیمت خودرو می باشد)، بخش بندی خودروهای سواری بازار ایران را در شش سطح مختلف انجام می دهد. سپس با استفاده از روش وزن دهی آنروپی شانون، به تمامی امکانات خودروها، عملکردی، امکانات، ارزش برند، ارزش استایل و نیز قیمت وزن مناسب تخصیص داده می شود و با استفاده از روش تاپسیس، رتبه بندی خودروها براساس تمامی مشخصات عملکردی، امکانات، ارزش برند، ارزش استایل و نیز قیمت آن ها در هر بخش قیمتی و در مقایسه با رقبای موجود در هر بخش (تا قیمت کمتر از ۹۰۰ میلیون ریال) انجام می شود. برای خودروهای سایر بخش های قیمتی بالاتر نیز به همین روال می توان ادامه داد. سهم علمی این پژوهش، اول انتخاب مناسب ترین معیار بخش بندی، دوم به کارگیری روشی جهت بخش بندی اتوماتیک بازار خودروی ایران، سوم به کارگیری دومرحله ای روش آنروپی شانون جهت وزن دهی به تمامی معیارها و چهارم استفاده از تاپسیس جهت رتبه بندی درون گروهی در صنعت خودروی ایران می باشد. از آنجا که تاکنون پژوهشی علمی در زمینه رتبه بندی خودروهای بازار سواری ایران انجام نشده است، مدل پیشنهادی در این پژوهش به عنوان اولین مدل بخش بندی و رتبه بندی آکادمیک در بازار خودروی ایران از جذابیت بالایی برای فعالان صنعت خودرو و نیز خریداران برخوردار خواهد بود.

پیشنهادات تحقیقات آتی

با توجه به نتایج استخراج یافته از تحقیق، به عنوان مطالعات آتی، ترکیب مدل ارائه شده جهت بخش بندی قیمتی در این پژوهش با بخش بندی محتمل ابعادی خودرو می تواند منجر به تحلیل دقیق تر و جامع تری از بخش های بازار خودرو از ابعاد مختلف ارائه دهد. همچنین در روش های رتبه بندی، پیشنهاد می شود به جای تاپسیس از روش های جدید تصمیم گیری گروهی استفاده شود. همچنین توسعه مدل با روش های متاهیورستیک می تواند کمک شایانی به دقیق تر کردن مدل نماید.

منابع

- Aghabozorgi, S., SeyedShirخورshidi, A., Wah, T.Y., (2015). *Time-series clustering- A decade review*, Information Systems, 53, 16-38.
- Bacudio R. Lindley , Michael Francis D. Benjamin,Ramon Christian P. Eusebio, Sed Anderson K. Holaysan, Michael Angelo B. Promentilla, Krista Danielle S. Yu, Kathleen B. Aviso, (2016). *Analyzing barriers to implementing industrial symbiosis networks using DEMATEL*, Sustainable Production and Consumption, 7, 57–65.
- Chen, X., (2015). *A new clustering algorithm based on near neighbor influence*, Expert Systems with Applications, 42 (21), 7746-7758.
- Chiu, T., Fang, D., Chen, J., Wang, Y., & Jeris, C. (2001). *A Robust and Scalable Clustering Algorithm for Mixed Type Attributes in Large Database Environment*, In Proceedings of the 7th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 263–268.
- Damilola F. Arawomo, Augustine C.Osigwe, (2016). *Nexus of fuel consumption, car features and car prices: Evidence from major institutions in Ibadan*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 59, 1220–1228.
- Francisco, D., (2012). *Poor mental health symptoms among Romanian employees. A Two-Step Cluster analysis*, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 33, 293-297
- Golchinfar, Sh., Bakhtaei, A., (2006). *Market Segmentation*, Tadbir Journal, 175 (in Persian).
- Grace Haaf, C., Jeremy J. Michalek, W. Ross Morrow, Yimin Liu, (2014). *Sensitivity of Vehicle Market Share Predictions to Discrete Choice Model Specification*, Journal of Mechanical Design, 136 (12), 121402.

Graeme P Maxton and John Wormald, (2004). *Time for a Model Change*, New York: Cambridge University Press.

Heidarzade, A., Mahdavi, I., Mahdavi-Amiri, N., (2016). *Supplier Selection Using a Clustering Method Based on a New Distance for Interval Type-2 Fuzzy Sets: A Case Study*, Applied Soft Computing, 38, 213-231.

Huifeng, W., Xiaoyu, Z., Xiaojing, L., Peiqiu, L. Weisheng, L. Zhongfeng, L., Yijie, W., Fengkui, P., (2006). *Studies on Acute Toxicity of Model Toxins by Proton Magnetic Resonance Spectroscopy of Urine Combined with Two-step Cluster Analysis*, Chinese Journal of Analytical Chemistry, 34 (1), 21-25.

Luxburg, U. V., (2007). *A tutorial on spectral clustering*, Statistics and Computing, 17(4), 395-416.

Matas, Anna; Raymond, josep, (2006). *Hedonic prices for cars: An application to the Spanish car market*; Universitat Autònoma de Barcelona

Milani, A. S., Shanian, A., & El-Lahham, C., (2008). *A decision-based approach for measuring human behavioral resistance to organizational change in strategic planning*, Mathematical and Computer Modeling, 48, 1765-1774.

Milani, A. S., Shanian, A., Madoliat, R., & Nemes, J. A., (2005). *The effect of normalization norms in multiple attribute decision making models: A case study in gear material selection*. Structural and Multidisciplinary Optimization, 29, 312-318.

Min, J., Peng, K. H., (2012). *Ranking emotional intelligence training needs in tour leaders: An entropy-based TOPSIS approach*, Current Issues in Tourism, 15 (6), 563-576.

Ming-Yi Shih, Jar-Wen Jheng and Lien-Fu Lai, (2010). *A Two-Step Method for Clustering Mixed Categorical and Numeric Data*. Tamkang Journal of Science and Engineering, 13 (1), 11-19.

Momeni, M., Najafi Moghaddam, E., (2004). *Performance analysis of accepted companies in Tehran Stoch Exchange using TOPSIS*, Economical Research Journal, 3 (1), 55-75 (in Persian).

Rai, P., Singh, S., (2010). *A survey of clustering techniques*, International Journal of Computer Applications, 7 (12), 1–5.

Rao, R. V., Davim, J. P. (2008). *Decision-Making Framework Models for Material Selection Using a Combined Multiple Attribute Decision-Making Method*, Journal of Advanced Manufacturing Technology, 35, 751–760.

Roy, S., Bhattacharyya, D. K., (2005). *An approach to find embedded clusters using density based techniques*. Lecture Notes in Computer Science, 3816, 523–535.

Satish, S.M., Bharadhwaj, S., (2010). *Information search behaviour among new car buyers: A two-step cluster analysis*, IIMB Management Review 22, 5-15.

Şchiopu, D., (2010). *Applying TwoStep Cluster Analysis for Identifying Bank Customers' Profile*. Seria ŞtiinŃe Economice, 62 (3), 66-75.

Shao, J., Ahmadi, Z., Kramer, S., (2014). *Prototype-based learning on concept-drifting data streams*. In SIGKDD, 412–421.

Singh, R. K., Benyoucef, L., (2011). *A fuzzy TOPSIS based approach for e-sourcing*, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 24, 437–448.

Srdjevic, B., Medeiros, Y. D. P., & Faria, A. S. (2004). *An objective multi-criteria evaluation of water management scenarios*. Water Resources Management, 18, 35–54.

Triantaphyllou, E., Shu, B., Sanchez, N., Ray, T., (1998). *Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach*, Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, 15, 175-186.

Wang, Y. J., (2008). *Applying FMCDM to Evaluate Financial Performance of Domestic Airlines in Taiwan*, Expert Systems with Applications, 34, 1837–1845.

Zhang, G., Shang, J., Li, W., (2012). *An information granulation entropy-based model for third-party logistics providers' evaluation*. International Journal of Production Research, 50 (1), 177–190.

Zhang, H., Gu, C. L., Gu, L. W., & Zhang, Y., (2011). *The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS & information entropy – a case in the Yangtze River delta of China*. Tourism Management, 32, 443–451.