

## پیش‌پردازش تصمیم‌گیری چند شاخصه با استفاده از داده‌کاوی (مطالعه موردی: انتخاب لجستیک شخص ثالث در برون‌سپاری خدمات وارانتهی یک شرکت تولیدی تجهیزات الکترونیکی)

صفر فضلی<sup>۱</sup>، ریحانه جماعتی تفتی<sup>۲\*</sup>

۱- دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی  
(ره)، قزوین، ایران

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه  
بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۹

دریافت: ۱۳۹۵/۴/۱

### چکیده

در سال‌های اخیر، خدمات پس از فروش، یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در رضایت مشتریان بوده است. ارائه خدمات پس از فروش و وارانتهی هزینه‌های زیادی را به تولیدکننده تحمیل می‌کند. از این رو اعمال سیاست‌های مناسب در این خصوص، از هزینه‌های بی‌مورد جلوگیری می‌نماید. امروزه یکی از سیاست‌های رایج وارانتهی، برون‌سپاری وارانتهی است که به آن «وارانتهی شخص ثالث» می‌گویند. در برون‌سپاری وارانتهی، با مسئله مهم انتخاب بهترین پیمانکار از بین شرکت‌های لجستیک شخص ثالث روبرو هستیم. در این مقاله رویکرد تصمیم‌گیری چندشاخصه با به‌کاربردن داده‌کاوی، برای انتخاب شرکت‌های وارانتهی شخص ثالث، توسعه یافته است. این روش ترکیبی، شامل خوشه‌بندی به‌عنوان ابزار داده‌کاوی و روش سوارا و ویکور به‌عنوان فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه است؛ به‌این‌ترتیب که شرکت‌های وارانتهی شخص ثالث، پس از شناسایی معیارهای مهم برای برون‌سپاری وارانتهی از نظر تولیدکننده، با ابزارهای داده‌کاوی خوشه‌بندی می‌شوند. سپس خوشه‌های به‌دست‌آمده

با استفاده از روش ویکور رتبه‌بندی و بهترین خوشه انتخاب می‌گردد. برای تعیین وزن معیارهای تصمیم در روش ویکور، از روش سوارا استفاده شده است. روش پیشنهادی، در یک شرکت تولیدکننده تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده قرار گرفته است. به‌کارگیری داده‌کاوی قبل از اجرای تصمیم‌گیری، اطلاعات باارزش پنهان در داده‌های تاریخی شرکت را آشکار ساخته و تصمیم‌گیری را بهبود بخشیده است.

**واژگان کلیدی:** وارانتهی شخص ثالث، داده‌کاوی، تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM)، روش سوارا، روش ویکور.

## ۱- مقدمه

در دنیای کسب‌وکار امروزی، بسیاری از شرکت‌ها فعالیت‌های لجستیکی خود را به شرکت‌های فراهم‌کننده خدمات لجستیکی شخص ثالث یا لجستیک‌های طرف سوم واگذار می‌کنند. این شرکت‌ها که اصطلاحاً به آن‌ها تی.پی.ال.<sup>۱</sup> یا 3PL گفته می‌شود، نقش مهمی در زنجیره تأمین بسیاری از صنایع دارند. چراکه آن‌ها در کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و بهبود کیفیت خدمات مشتریان نقش دارند. تعاریف زیادی برای تی.پی.ال.ها ارائه شده است. در یک تعریف نسبتاً جامع می‌توان گفت یک شرکت تی.پی.ال. شرکتی است که خدمات لجستیکی را تحت یک قرارداد مشخص، برای یک تولیدکننده، فروشنده یا مصرف‌کننده محصول یا خدمت فراهم می‌کند. به چنین شرکتی شخص ثالث می‌گویند، زیرا هیچ‌گونه مالکیتی نسبت به محصول ندارد اما در نقاط خاصی از زنجیره تأمین محصول (بین تولیدکننده و مصرف‌کننده) مشارکت دارد. خدمات انجام‌شده توسط تی.پی.ال.ها در ابتدا تنها خدماتی نظیر حمل‌ونقل و ارسال کالا و انبارداری را در برمی‌گرفت اما امروزه این شرکت‌ها خدمات متنوعی را ارائه می‌دهند [۱]. یکی از انواع خدماتی که می‌تواند به یک شرکت شخص ثالث برون‌سپاری گردد، خدمات مربوط به تعمیر کالا و ارائه خدمات وارانتهی<sup>۲</sup> است. امروزه مسئله برون‌سپاری وارانتهی یا استفاده از وارانتهی‌های شخص ثالث بسیار رایج شده است. پس‌ازاینکه شرکتی تصمیم به برون‌سپاری بخشی از فعالیت‌های خود به شرکت‌های شخص ثالث می‌گیرد، قدم مهم بعدی انتخاب تی.پی.ال. مناسب برای برون‌سپاری است. بنابراین تصمیم‌گیری در مورد انتخاب یک مجموعه کار از تی.پی.ال.ها که نیازهای مشتریان خود را برآورده کند، یک تصمیم‌گیری

بحرانی و اساسی است. از آنجاکه تصمیم‌گیرنده می‌بایست معیارهای متناقض مختلفی را مدنظر قرار دهد، این تصمیم یک تصمیم‌گیری چندمعیاره است. این بدان معناست که بهینه‌سازی یک معیار ممکن است موجب شود معیار دیگری از بهینه بودن دور گردد. مؤلفه‌های زیادی نظیر قیمت، موقعیت جغرافیایی، فناوری، کیفیت و... بر این تصمیم اثرگذار است [۱].

اخیراً توسعه فناوری اطلاعات و اینترنت، جمع‌آوری داده‌های گسترده برای تصمیمات تجاری را تسریع کرده است. داده‌ها به یکی از منابع حیاتی در برخی سازمان‌ها تبدیل شده‌اند؛ بنابراین دسترسی کارا به داده‌ها، به اشتراک‌گذاری داده‌ها، استخراج اطلاعات از داده‌ها و استفاده از اطلاعات یک نیاز ضروری است. تصمیم‌گیری نیز بر پایه اطلاعات بنا شده است و امروزه تصمیم‌گیران به استفاده از فناوری‌های پشتیبان تصمیم، به منظور اخذ تصمیمات پیچیده، نیاز دارند. در این زمینه داده‌کاوی<sup>۲</sup> نقش مهمی در استخراج اطلاعات باارزش دارد [۲]. از این رو در این مطالعه تصمیم‌گیری در مورد انتخاب تی.پی.ال. مناسب برای برون‌سپاری وارانته را بر اساس اطلاعات حاصل‌شده از داده‌کاوی انجام می‌دهیم. وابسته کردن چنین تصمیماتی به داده‌های واقعی جمع‌آوری‌شده، اثربخشی نتایج تصمیم را بیشتر می‌کند. دلیل دیگر ترکیب فنون تصمیم‌گیری و داده‌کاوی این است که استفاده‌های سنتی از داده‌کاوی که صرفاً توسط ابزارهای نرم‌افزاری آن انجام می‌گرفت، به دلیل پیچیدگی زیاد این ابزارها، اهداف استفاده‌کنندگان تجاری را محقق نمی‌ساخت. در رویکردهای ترکیبی، دانش به‌طور خودکار با داده‌کاوی از حجم عظیمی از داده‌های خام استخراج می‌گردد و در قالب‌های ساختاریافته قرار می‌گیرد و نهایتاً توسط مدل‌های ترکیبی پردازش می‌شود تا برای استفاده تصمیم‌گیران در تصمیم‌گیری‌ها استفاده شود. در نتیجه، استفاده از داده‌کاوی و روش‌های تصمیم‌گیری می‌تواند به عملکرد بهتر در تصمیم‌گیری‌ها منجر شود، اثربخشی راه‌حل‌های موجود را بهبود بخشد و مسائلی را که حل آن در گذشته امکان‌پذیر نبود، حل کند. از طرف دیگر فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه<sup>۳</sup> به حوزه‌هایی از تصمیم‌گیری نظیر انتخاب بهترین گزینه از بین چند گزینه مرتبط می‌شوند. بنابراین داده‌کاوی و تصمیم‌گیری چندشاخصه، فنون مکمل یکدیگر در فرایند تصمیم‌گیری هستند [۳].

خوشه‌بندی، یکی از پرکاربردترین ابزارهای داده‌کاوی است که در این مطالعه برای گروه‌بندی تی.پی.ال‌ها بر اساس شباهت‌هایشان مورداستفاده قرار گرفته است. ابزارهای تصمیم‌گیری چندشاخصه نیز با در نظر گرفتن معیارهای ناسازگار، برای ارزیابی گزینه‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرند. بنابراین، هدف این مطالعه ترکیب این دو حوزه برای بهبود کیفیت تصمیمات مربوط به برون‌سپاری وارانتهی است. روش ارائه‌شده، یک ترکیب از ابزارهای داده‌کاوی برای گروه‌بندی تی.پی.ال‌ها و ابزارهای تصمیم‌گیری چندشاخصه برای ارزیابی و انتخاب بهترین تی.پی.ال. است. نوآوری این مطالعه از دو منظر قابل توجه است: اول، استفاده از داده‌کاوی برای پیش‌پردازش داده‌های ورودی مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره که کار با تعداد بالای داده‌ها در این مدل‌ها را امکان‌پذیر ساخته است؛ و دوم، استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در جهت اعمال نظر مدیران در مدل‌های داده‌کاوی.

ادامه مقاله در قالب بخش‌های زیر سازماندهی گردیده است: در بخش بعدی تحقیقات پیشین در زمینه برون‌سپاری وارانتهی و روش‌های انتخاب تی.پی.ال. برای برون‌سپاری مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. بخش سوم مقاله، روش‌های سوارا<sup>۱</sup>، ویکور<sup>۲</sup>، خوشه‌بندی و روش ترکیبی ارائه‌شده را شرح می‌دهد. در بخش چهارم به تحلیل داده‌های واقعی برای اثبات کاربردپذیری روش در یک کارخانه تولیدی لوازم و تجهیزات الکترونیکی در ایران می‌پردازیم. نهایتاً در بخش پنجم نتایج مقاله ارائه خواهد شد و پیرامون پیشنهادها بحث می‌شود.

## ۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

در سال‌های اخیر، ارائه خدمات وارانتهی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در کسب رضایت مشتریان شناخته شده است. از آنجایی که ارائه وارانتهی هزینه‌های زیادی برای تولیدکننده در پی دارد، تصمیم‌گیری در مورد اعمال سیاست‌های وارانتهی درست و مناسب، ضروری است. سیاست‌های مختلفی برای ارائه وارانتهی‌ها وجود دارد که از رایج‌ترین آن‌ها می‌توان به سیاست‌های تعویض و تعمیر اشاره کرد. یکی دیگر از سیاست‌هایی که امروزه استفاده از آن بسیار رواج دارد، برون‌سپاری خدمات وارانتهی است. بر اساس این مسئله، هنگام بروز خرابی، یک واحد خارجی تمام خرابی‌ها را تحت قراردادهای خدمت متفاوت به عهده می‌گیرد [۴]. برون‌سپاری

خدمات و ارانتی، مزایای فراوانی برای تولیدکننده دارد که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از: تمرکز بر فعالیت‌های اصلی که از ارزش‌افزوده بالاتری برخوردارند؛ به‌کارگیری مطلوب دارایی‌ها؛ افزایش رضایت مشتریان. از سوی دیگر، این امر با خطراتی مواجه است؛ برای مثال، در صورتی که پیمانکاران دارای تجربه کافی نبوده یا رفتار مطلوبی با مشتریان نداشته باشند، این موضوع می‌تواند باعث کاهش خریدهای آینده مشتریان از تولیدکننده شود. در نتیجه، انتخاب تی.پی.ال. مناسب برای برون‌سپاری، تصمیمی بسیار مهم است. مسئله انتخاب بهترین تی.پی.ال. با تحقیقات مک‌گینس و همکاران که معیارهای انتخاب تی.پی.ال‌ها را بررسی کرده‌اند، آغاز شده است [۵]. مطالعات بعدی به فرایند انتخاب تی.پی.ال. مناسب با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری اشاره دارند. مید و سرکیس با استفاده از روش ای.ان.پی.<sup>۷</sup> به مسئله انتخاب بهترین لجستیک شخص ثالث پرداخته‌اند که در این تحقیق چهار معیار برای ارزیابی استفاده شده است [۶]. بوتانی و ریزی از روش تاپسیس در محیط فازی برای انتخاب تی.پی.ال. مناسب استفاده کرده‌اند [۷].

تحقیقات بیشتر در این زمینه نیز مورد بررسی قرار گرفته است که معیارهای مورد استفاده در هر یک از تحقیقات در جدول ۱ بیان شده است.

**جدول ۱ معیارهای ارزیابی و انتخاب تی.پی.ال‌ها در تحقیقات مختلف**

منبع مورد بررسی	معیارها
[۵]	تحویل به‌موقع؛ نرخ خطا؛ ثبات مالی؛ مدیریت خلاق؛ توانایی تحویل طبق تعهدات؛ دسترسی پذیری مدیریت ارشد؛ مسئولیت‌پذیری در قبال مسائل پیش‌بینی نشده؛ برآورده کردن الزامات عملکردی.
[۶]	موقعیت محصول در چرخه عمر محصول؛ معیار عملکرد سازمانی؛ وظایف فرایند لجستیک موردنیاز سازمان و نقش سازمانی.
[۷]	سازگاری؛ ثبات مالی؛ انعطاف‌پذیری خدمات؛ عملکرد؛ قیمت؛ کیفیت؛ رفتار و گرایش راهبردی؛ سیستم‌های اطلاعاتی و تجهیزات فیزیکی؛ اعتماد و انصاف.

منبع مورد بررسی	معیارها
[۸]	قیمت؛ قابلیت اطمینان؛ کیفیت خدمات؛ عملکرد به موقع؛ کاهش هزینه‌ها؛ انعطاف و نوآوری؛ ارتباطات مناسب؛ کیفیت مدیریت؛ موقعیت مکانی؛ خدمات خاص؛ سرعت خدمات؛ زمان چرخه سفارش؛ سهولت همکاری؛ پشتیبانی مشتری؛ شهرت؛ توانایی فنی؛ تخصص؛ شایستگی‌های سیستمی؛ تنوع خدمات؛ پایین بودن مسائل نیروی انسانی؛ روابط شخصی؛ هشدار زودهنگام خرابی‌ها؛ رقابت در سطح جهانی.
[۸]	کیفیت خدمات؛ اندازه و کیفیت دارایی‌های ثابت؛ کیفیت مدیریت؛ توانایی‌های فناوری اطلاعات؛ عملکرد تحویل؛ به اشتراک‌گذاری اطلاعات و امانت‌داری؛ عملکرد فعالیت‌ها و عملیات؛ سازگاری؛ ثبات مالی؛ محدوده جغرافیایی؛ ارتباط بلندمدت؛ شهرت و اعتبار؛ هزینه؛ انعطاف در عملیات و تحویل.
[۹]	قیمت؛ ملاحظات مالی؛ تجربه؛ موقعیت؛ مالکیت دارایی؛ مفهوم بین‌المللی؛ سهم بازار؛ تجهیزات لجستیکی؛ ظرفیت؛ سیستم‌های اطلاعاتی؛ خدمات مشتری؛ تحویل به موقع؛ مسئولیت‌پذیری؛ کیفیت خدمات؛ بهبود مداوم؛ سازگاری فرهنگی؛ شهرت؛ سیاست‌های منابع انسانی.
[۱۰]	قیمت؛ تحویل به موقع؛ انعطاف‌پذیری؛ کیفیت؛ فنآوری؛ ریسک.
[۱۱]	معیارهای انتخاب لجستیک شخص ثالث در ۳۴۳ مقاله شناسایی شده از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۳ به ترتیب فراوانی؛ قیمت؛ ارتباطات؛ خدمات؛ کیفیت؛ تجهیزات و سیستم‌های اطلاعات؛ انعطاف‌پذیری؛ تحویل به موقع؛ میزان حرفه‌ای بودن؛ موقعیت مالی؛ موقعیت جغرافیایی؛ شهرت.
[۱۲]	عملکرد سازمانی (قیمت، زمان و انعطاف‌پذیری)؛ نقش‌های فرایند لجستیک (جمع‌آوری، بسته‌بندی، مرتب‌سازی، حمل و تحویل)؛ نقش‌های سازمانی لجستیک (اصلاح، تولید مجدد و بازیافت)؛ ظرفیت منابع (ظرفیت مالی برای سرمایه‌گذاری، سطح پیشرفتگی تجهیزات، ظرفیت شبکه و ظرفیت انتقال و حمل)؛ کیفیت خدمات (خطوط زمانی خدمات، خدمات شخصی‌سازی شده و توان رسیدگی به مشکلات)؛ انسجام سازمانی (تسهیم سود و ریسک و سازگاری فرهنگ سازمانی)؛ مکان (آشنا بودن با منطقه، موقعیت جغرافیایی، تناسب فرهنگی و منابع انسانی)؛ تجربه (سابقه عملکردی)؛ سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی (سطح فناوری اطلاعات، ظرفیت تبادل داده).
[۱۳]	تمرکز روی کسب‌وکار اصلی؛ تسهیم ریسک؛ کیفیت؛ نرخ بازگشت سرمایه؛ مدیریت هزینه؛ رضایت مشتری؛ هزینه‌های پنهان برون‌سپاری؛ دادن وکالت تام به شخص ثالث؛ کنترل سازمانی؛ کاهش انعطاف‌پذیری؛ تعهد؛ سازگاری محیطی؛ سهم بازار؛ میزان استاندارد بودن؛ روابط بین کارمندان؛ رشد سازمانی؛ موجودی؛ بحران اقتصادی؛ ریسک مالیاتی.
[۱۴]	قیمت؛ ثبات مالی؛ تجربه؛ تنوع خدمات؛ ارائه به موقع خدمت؛ عملکرد؛ سازگاری فرهنگی؛ شهرت؛ شرایط رد کردن و انصراف از قرارداد؛ سیاست‌های منابع انسانی؛ سهم بازار؛ تجهیزات لجستیکی؛ سیستم اطلاعاتی؛ کیفیت؛ بهبود مداوم؛ انعطاف‌پذیری؛ سطح اعتماد و انصاف؛ رضایت مشتری؛ مدیریت ریسک؛ منطقه تحت پوشش.

گرچه تحقیقات فراوانی در مورد انتخاب بهترین تی.پی.ال. و همچنین در زمینه خدمات وارانته انجام شده است ولی تحقیقاتی که این دو موضوع را به صورت ترکیبی باهم در نظر گرفته باشند، بسیار نادر هستند.

اصغری زاده و همکارانش در مقاله خود مسئله برون‌سپاری خدمات وارانته را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این تحقیق که جزء اندک تحقیقات انجام گرفته در این زمینه است، مدلی برای برون‌سپاری خدمات وارانته محصولات تولیدی ارائه شده است. هدف اصلی این مقاله یافتن راه‌حلی برای برنامه‌ریزی تعمیر محصولات معیوب در دوره وارانته است؛ به طوری که علی‌رغم صرفه‌جویی در هزینه‌های شرکت خدمات‌دهنده، رضایت مشتریان نیز برآورده شود. در نهایت، یک مدل ترکیبی با استفاده از روش پرومته فازی<sup>۱</sup> و برنامه‌ریزی خطی صفرویک با سه تابع هدف برای حل مسئله ارائه گردیده است. با استفاده از این مدل در مرحله اول، برترین پیمانکاران انتخاب شده و سپس با استفاده از اولویت‌های به‌دست آمده و همچنین دیگر اهداف (شامل حداقل کردن هزینه‌های تعمیر و بیشینه نمودن میزان رضایت مشتریان)، محدودیت‌های موجود مدنظر قرار گرفته و جواب بهینه برای اختصاص محصول معیوب به پیمانکاران به‌دست آمده است. به‌عنوان یک نتیجه، با کاهش زمان انتظار برای تعمیر محصول یا کاهش فواصل در ارسال محصول برای تعمیر، هزینه‌های برون‌سپاری وارانته کاهش یافته و می‌توان افزایشی برای رضایت مشتری متوقع بود [۴].

اگرچه استفاده از فنون تصمیم‌گیری به دلیل کارایی بالا و سهولت استفاده بسیار رایج شده، اما باید به این نکته نیز توجه داشت که امروزه تصمیم‌گیری نیازمند فنون دقیق‌تر و پیچیده‌تر است. سازمان‌های امروزی پایگاه داده‌های حجیمی از اطلاعات را در اختیار خود دارند و ما می‌توانیم از رایانه برای شبیه‌سازی یک محیط تصمیم‌گیری واقعی و حل مدل‌های پیچیده واقعی استفاده کنیم. لذا نیاز به ترکیب حوزه‌های مختلف برای ساختن تصمیمات بهتر غیرقابل اجتناب است. از این رو، ما در این مقاله از داده‌کاوی که مبتنی بر اطلاعات تاریخی است، برای بهبود فرایند تصمیم‌گیری استفاده کرده‌ایم. تصمیم‌گیری بر پایه اطلاعات بنا شده است و داده‌کاوی به استخراج اطلاعات مفید از داده‌های خام و ضمنی کمک می‌کند [۲]. استفاده از داده‌کاوی، تصمیم‌گیری‌ها را تسهیل

می‌کند، زیرا با کشف الگوها و روابط پنهان در داده‌ها، رویکردهای جدید حل مسئله برای تصمیم‌گیرندگان آشکار می‌شود. امروزه، تصمیم‌گیران به استفاده از فناوری‌های پشتیبان تصمیم به‌منظور اخذ تصمیمات پیچیده نیاز دارند. در این زمینه داده‌کاوی نقش مهمی در استخراج اطلاعات باارزش دارد [۳].

اخیراً تمایل رو به رشدی جهت تلفیق داده‌کاوی و تحقیق در عملیات به وجود آمده است. در ادبیات پژوهش، چند مقاله پیرامون ترکیب فنون داده‌کاوی و تصمیم‌گیری چندمعیاره<sup>۱</sup> وجود دارد؛ برای مثال، راد و همکاران از روش خوشه‌بندی کا-مینز<sup>۱۰</sup> و فرایند تحلیل سلسله مراتبی<sup>۱۱</sup> برای خوشه‌بندی و رتبه‌بندی رشته‌های دانشگاهی استفاده کرده‌اند [۱۵]. پنگ و همکاران یکپارچه‌سازی داده‌ها، داده‌کاوی و تصمیم‌گیری چندمعیاره را باهم تلفیق نموده و یک چارچوب برای مدیریت اطلاعات ضمنی ارائه کرده‌اند [۱۶]. خلیلی دامغانی و همکاران منطق فازی، داده‌کاوی و تصمیم‌گیری چندهدفه<sup>۱۲</sup> را در انتخاب پروژه به کار گرفته‌اند [۱۷]. ترکیب بین روش‌های داده‌کاوی و تصمیم‌گیری چندمعیاره در سیستم‌های پشتیبان تصمیم<sup>۱۳</sup> توسط خادم‌القرآنی و همدانی معرفی شده است [۳]. عقداپی و همکاران داده‌کاوی و تصمیم‌گیری چندشاخصه را برای بخش‌بندی بازار و ارزیابی و انتخاب بخش‌های بازار به‌کاربرده‌اند [۲]. عادل آذر و همکاران در مقاله خود یک مدل ترکیبی داده‌کاوی و تصمیم‌گیری چندمعیاره طراحی نموده و این مدل را در یک مطالعه موردی بر روی بانک اطلاعات یارانه‌های مرکز آمار ایران، برای خوشه‌بندی خانوارهای یکی از استان‌های کشور و سپس رتبه‌بندی خوشه‌ها، به‌کار گرفته‌اند. در این مقاله ابتدا خانوارها بر اساس شش معیار تحصیلات، قیمت مسکن، قیمت خودرو، اقساط ماهیانه، تعداد اعضا و درآمد خانوار، در سه خوشه جای گرفته‌اند و سپس این سه خوشه با استفاده از روش ویکور رتبه‌بندی شده‌اند. این رتبه‌بندی بر مبنای سطح رفاه خانوارهای هر خوشه انجام شده است و می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های آتی مرکز آمار ایران و تدوین راهبردهای این مرکز در تخصیص منابع کاربرد داشته باشد [۱۸]. شاهین و همکاران یک الگوی تلفیقی از روش‌های خوشه‌بندی، AHP و کانو را بر روی جامعه آماری مشتریان بانک سامان قم برای بخش‌بندی مشتریان و به دست آوردن ارزش هر بخش، بکار گرفته‌اند [۱۹]. پژوهش دیگری که توسط بشیری



موسوی و همکاران انجام شده، بر تعیین سازوکاری برای ارزش‌گذاری مشتریان در شعب بانک تجارت، تمرکز دارد. این پژوهش به‌طور نظام‌مند فنون داده‌کاوی و مباحث مدیریتی را جهت تجزیه و تحلیل ارزش مشتریان یکپارچه می‌کند. ابتدا روش تحلیل سلسله مراتبی فازی برای وزن‌دهی به متغیرها مورد استفاده قرار می‌گیرد تا میزان تأثیر هر معیار در فرایند ارزش‌گذاری مشتریان مشخص گردد، سپس بخش‌بندی مشتریان با استفاده از روش داده‌کاوی انجام می‌گیرد [۲۰].

مقاله حاضر یک روش ترکیبی DM-MADM<sup>۱۴</sup> را برای خوشه‌بندی شرکت‌های شخص ثالث در زمینه ارائه خدمات وارانتهی، رتبه‌بندی خوشه‌ها و نهایتاً انتخاب بهترین خوشه به کار می‌گیرد. تحلیل خوشه‌ای دو مرحله‌ای، به‌عنوان یک ابزار داده‌کاوی، برای خوشه‌بندی وارانتهی‌های شخص ثالث به کار گرفته شده است. به‌علاوه، از روش سوارا به‌منظور وزن‌دهی به معیارهایی که تصمیم‌گیری به آن‌ها نیاز دارد و نهایتاً از روش تصمیم‌گیری ویکور برای رتبه‌بندی خوشه‌ها استفاده شده است.

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

مدل تصمیم‌گیری استفاده‌شده در این مقاله، فنون سوارا و ویکور را به‌عنوان ابزارهای تصمیم‌گیری چندشاخصه و همچنین روش خوشه‌بندی را به‌عنوان ابزار داده‌کاوی به کار می‌گیرد. در این بخش، ابتدا هر یک از این ابزارها مرور می‌شوند و نهایتاً مدل ترکیبی DM-MADM ارائه‌شده به‌عنوان یک رویکرد جدید، شرح داده می‌شود.

#### ۳-۱- روش سوارا

تخمین وزن‌ها یک مسئله مهم در بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه است. روش سوارا یکی از روش‌های جدید در تخمین و ارزیابی وزن‌هاست که در آن متخصصان نقش مهمی در ارزیابی و محاسبه وزن‌ها دارند. بر اساس این روش، به مهم‌ترین معیار رتبه نخست و به کم‌اهمیت‌ترین معیار، آخرین رتبه را اختصاص می‌دهیم. درنهایت، مقدار متوسط رتبه‌های داده‌شده به هر معیار توسط کارشناسان مختلف، رتبه و اهمیت آن معیار را مشخص می‌سازد [۲۱]. بنابراین روش سوارا در مواردی که اولویت معیارها مشخص است، می‌تواند مفید واقع

شود. استفاده از روش سوارا، به‌عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری گروهی، در تصمیم‌گیری‌های سطح بالا و بسیار مهم که بر اساس توافق جمعی میان کارشناسان صورت می‌گیرد، توصیه شده است. این روش قابل‌فهم و ساده است و در مقایسه با روش‌هایی مانند AHP و ANP تعداد مقایسات زوجی کمتری دارد [۲۲]؛ بنابراین در پژوهش حاضر از این روش برای محاسبه وزن معیارها استفاده شده است. بر اساس این روش، در مرحله اول، معیارها با توجه به توافق جمعی نظرهای کارشناسان اولویت‌بندی می‌شوند. در مرحله دوم درصد اهمیت نسبی هر یک از معیارها نسبت به یکدیگر تعیین می‌شود. به‌طورکلی، هریک از جدول‌های روش سوارا پنج ستون دارد. ستون اول معیارها را نشان می‌دهد. ستون دوم  $S_j$  است که بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده از نظرهای کارشناسان به دست می‌آید و مبنای اصلی روش مذکور قرار می‌گیرد. ستون سوم از فرمول  $K_j = S_j + 1$  حاصل می‌شود. ستون چهارم فرایند ابتدایی محاسبه وزن است. در ستون پنجم، وزن معیارها با تقسیم تک‌تک اوزان محاسبه شده در ستون چهارم بر جمع ستون چهارم به دست می‌آید. بر این اساس فرایند محاسبه وزن معیارها طبق فرمول‌های روش سوارا در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

جدول ۲ محاسبات مربوط به تعیین وزن معیارها در روش سوارا

وزن نهایی $Q_j = W_j / \sum W_j$	محاسبه وزن $W_j = X_{j-1} / K_j$	ضریب $K_j = S_j + 1$	اهمیت نسبی مقادیر متوسط $S_j$	معیارها
...	...	...	...	$C_i$

### ۲-۳- روش ویکور

روش ویکور یکی از فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه است که توسط اوپریکوویچ و زنگ ایجاد شده است [۲۳]. این روش از راه‌حل‌های توافقی برای حل مسائل استفاده می‌کند. راه‌حل توافقی، راه‌حل موجهی است که به جواب ایده‌آل نزدیک است. دلیل استفاده از روش ویکور در روش ترکیبی پیشنهادی، آن است که ویژگی و قابلیت‌های این روش، در عمل می‌تواند به انتخاب جوابی که نسبت به سایرین به جواب ایده‌آل نزدیک‌تر بوده و از بیشینه مطلوبیت گروهی و کمینه تأثر

پیش پردازش تصمیم‌گیری چند شاخصه با ... \_\_\_\_\_ صفر فضلی و همکار

انفرادی نیز برخوردار باشد، کمک نماید [۲۴]. گام‌های این روش به صورت زیر است [۲۳]:

(۱) محاسبه مقادیر نرمال شده؛

$$f_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n x_{ij}^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

(۲) تعیین بهترین و بدترین مقدار؛

بهترین و بدترین مقدار برای معیارهای افزایشده، به ترتیب از روابط زیر محاسبه می‌شوند (در معیارهای کاهشده عکس این روابط برقرار است):

$$f_j^+ = \max f_{ij}, i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

$$f_j^- = \min f_{ij}, i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

(۳) محاسبه وزن معیارها؛

وزن هر معیار برای نشان دادن اهمیت نسبی آن معیار می‌بایست محاسبه گردد.

(۴) محاسبه فاصله گزینه‌ها از راه‌حل ایده‌آل؛

در این مرحله مقدار سودمندی (S) و مقدار تأسّف (R) با توجه به روابط زیر به دست می‌آید:

$$s_i = \sum_{j=1}^n w_j \frac{f_j^+ - f_{ij}}{f_j^+ - f_j^-} \quad (4)$$

$$R_i = \max \sum_{j=1}^n w_j \frac{(f_j^+ - f_{ij})}{(f_j^+ - f_j^-)} \quad (5)$$

که  $w_j$  مقدار وزن موردنظر برای معیار  $j$  است.

(۵) محاسبه شاخص ویکور؛

مقدار شاخص ویکور (Q) برای هر گزینه به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$Q_i = v \left[ \frac{S_i - S_i^+}{S^- - S^+} \right] + (1 - v) \left[ \frac{R_i - R_i^+}{R^- - R^+} \right] \quad (۶)$$

$$S^- = \text{Min } S_i \quad S^+ = \text{Max } S_i \quad R^- = \text{Min } R_i \quad R^+ = \text{Max } R_i \quad (۷)$$

در این رابطه،  $\left[ \frac{S_i - S_i^+}{S^- - S^+} \right]$  بیانگر نرخ فاصله از حل ایده‌آل و  $\left[ \frac{R_i - R_i^+}{R^- - R^+} \right]$  بیانگر نرخ فاصله از حل ضد ایده‌آل است. پارامتر  $v$  نیز با توجه به میزان توافق گروهی تصمیم‌گیرنده انتخاب می‌شود. به عبارتی،  $v$  وزنی برای استراتژی حداکثر مطلوبیت گروهی است که معمولاً برابر  $0/5$  است. مقادیر بالاتر از  $0/5$  بیانگر توافق بالا و مقادیر پایین‌تر از  $0/5$  بیانگر توافق پایین خبرگان است.

۶) رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس شاخص ویکور؛  
بر اساس مقادیر  $Q_i$  محاسبه شده می‌توانیم گزینه‌ها را رتبه‌بندی نموده و تصمیم‌گیری کنیم.

### ۳-۳- خوشه‌بندی

خوشه‌بندی، تقسیم یک گروه ناهمگن به چندین زیرگروه همگن است که در جستجوی حداکثر سازی تفاوت بین گروه‌ها و حداقل سازی تفاوت درون گروه‌هاست [۲۵]. برای بخش‌بندی داده‌ها به‌طور کلی دو رویکرد وجود دارد: رویکرد سلسله مراتبی و رویکرد تفکیکی. الگوریتم کا-مینز یکی از روش‌های پرستفاده در رویکرد تفکیکی به شمار می‌رود. ایده اصلی آن تعریف کردن  $K$  مرکز و هر مرکز برای یک خوشه است. گام‌های این الگوریتم به صورت زیر است:

۱- در ابتدا  $K$  نقطه به‌عنوان مرکز خوشه‌ها انتخاب می‌شوند؛  
۲- هر نمونه داده به خوشه‌ای که مرکز آن کمترین فاصله را تا آن داده دارد نسبت داده می‌شود؛

۳- پس از تعلق تمام داده‌ها به یکی از خوشه‌ها، برای هر خوشه یک نقطه جدید به‌عنوان مرکز محاسبه می‌شود (میانگین نقاط متعلق به هر خوشه)؛

۴- مراحل ۲ و ۳ تکرار می‌شوند تا زمانی که دیگر هیچ تغییری در مراکز خوشه‌ها به وجود نیاید؛

تحلیل خوشه‌ای دومرحله‌ای که توسط پانچ و استوارت ایجاد شده، مبتنی بر ترکیب الگوریتم کا-مینز و روش وارد<sup>۱۵</sup> است [۲۵].

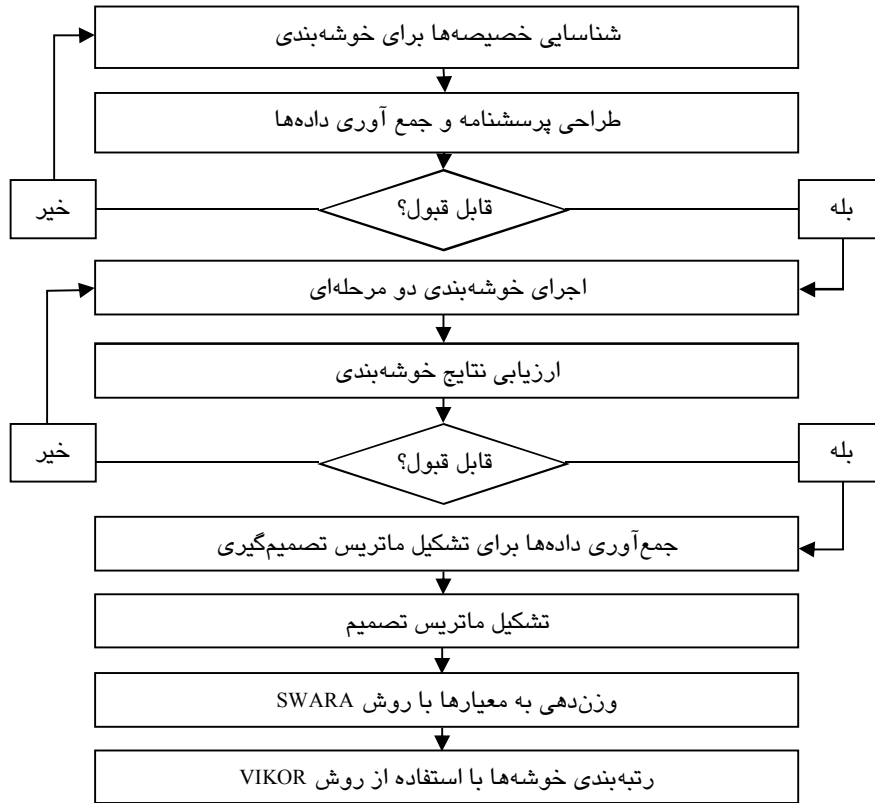
#### ۳-۴- مدل ترکیبی DM-MADM پیشنهادی؛

در این قسمت روش سه مرحله‌ای استفاده‌شده برای خوشه‌بندی شرکت‌های وارانتهی شخص ثالث و ارزیابی و انتخاب آن‌ها توضیح داده می‌شود (شکل ۱). در این مدل مفهومی دو رویکرد داده‌کاوی و تصمیم‌گیری چند شاخصه ترکیب شده‌اند.

**فاز اول**، فاز آماده‌سازی داده‌هاست و از دو گام تشکیل می‌شود. در گام اول ویژگی‌های موردنیاز برای تحلیل خوشه‌ای توسط ادبیات موضوعی موجود و نظر متخصصان انتخاب می‌شود. در روش‌های داده‌کاوی، انتخاب ویژگی‌ها و مشخصه‌ها بسیار مهم است، زیرا بسیاری از خروجی‌ها مبتنی بر ویژگی‌ها و خصیصه‌های انتخابی است. سپس یک پرسشنامه طراحی شده و داده‌ها جمع‌آوری می‌شود. سپس داده‌های جمع‌آوری‌شده موردبررسی قرار می‌گیرد تا روشن شود که آیا داده‌ها برای تحلیل قابل‌استفاده می‌باشند یا خیر.

**فاز دوم**، فاز داده‌کاوی است. در این فاز تحلیل خوشه‌ای دومرحله‌ای به‌منظور خوشه‌بندی تی.پی.ال‌ها انجام می‌شود. نهایتاً نتایج خوشه‌بندی ارزیابی‌شده و در صورتی که نتایج قابل‌قبول باشند، فاز بعدی آغاز می‌شود.

**فاز آخر**، فاز تصمیم‌گیری چندشاخصه است. در این فاز خوشه‌های مختلف تی.پی.ال‌ها ارزیابی‌شده و رتبه‌بندی می‌شوند. این فاز از چهار گام تشکیل شده است. در گام اول داده‌های لازم برای تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری جمع‌آوری شده و ماتریس تصمیم‌گیری ایجاد می‌شود. وزن معیارها با استفاده از روش سوارا و بر مبنای ارزیابی‌های خبرگان محاسبه می‌گردد. سپس تمامی خوشه‌ها توسط گروهی از خبرگان موردبررسی قرار گرفته و روش ویکور برای رتبه‌بندی نهایی اعمال می‌شود.



نمودار ۱ مدل مفهومی پژوهش

#### ۴- تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

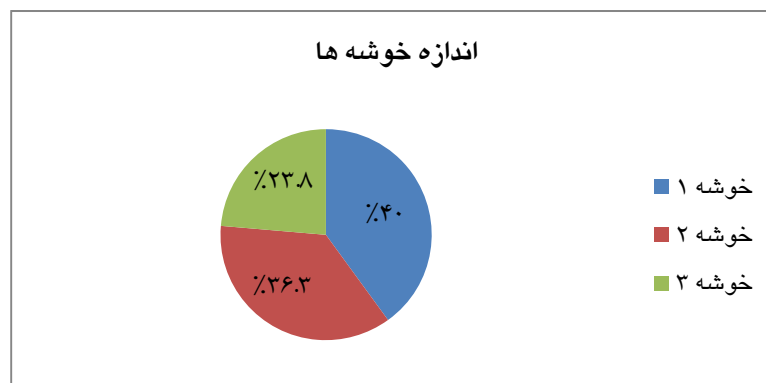
مدل ارائه شده برای انتخاب شرکت‌های وارانتهی شخص ثالث، در یکی از شرکت‌های تولیدی تجهیزات الکترونیکی ایران اجرا شد که تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های حاصل از آن، در این بخش بیان خواهد شد. این شرکت که در نزدیکی تهران قرار گرفته، بسیاری از فعالیت‌های فرعی خود را به پیمانکاران برون‌سپاری کرده است. اخیراً شرکت برای کاهش برخی هزینه‌های ناشی از انجام خدمات وارانتهی و افزایش تمرکز بر روی فعالیت‌های اصلی خود، قصد برون‌سپاری خدمات وارانتهی محصولاتش به شرکت‌های طرف سوم یا وارانتهی‌های شخص ثالث را دارد. این شرکت، به دلیل تنوع بالای محصولات، با شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات وارانتهی

زیادی برای همکاری مواجه است و از همین رو، در نظر دارد این تیم‌ها را رتبه‌بندی کند. این رتبه‌بندی بر مبنای مهم‌ترین معیارهای موردنظر مدیران شرکت در انتخاب شرکت‌های شخص ثالث صورت می‌گیرد؛ بنابراین، پس از جلب توافق عمومی برای تعریف پروژه رتبه‌بندی، به علت وجود دلایل یادشده، تیم پروژه متشکل از ۱۰ متخصص با زمینه‌های تحصیلی و شغلی متفاوت تشکیل می‌شود. تیم پروژه از میان معیارهای ارزیابی تیم‌ها، که در ادبیات موضوع بیان و تعداد زیادی از آن در جدول ۱ شناسایی شد، هشت معیار را برای خوشه‌بندی انتخاب نمودند (جدول ۳). معیارهای استفاده‌شده برای تحلیل خوشه‌ای هم‌کیفی و هم‌کمی هستند و شامل قیمت خدمات، کیفیت خدمات، سرعت خدمات، تنوع خدمات، اندازه شرکت، موقعیت جغرافیایی، توان فنی کارکنان و تجهیزات می‌شود؛ که به ترتیب از  $F_1$  تا  $F_8$  نام‌گذاری شده‌اند. در خصیصه‌های کیفی از امتیازات ۱ تا ۹ برای امتیازدهی به تیم‌ها استفاده شده است.

### جدول ۳ معیارهای انتخابی برای خوشه‌بندی و ارزیابی پیمانکاران

شماره	معیار	شرح
$F_1$	قیمت	هزینه‌ای که مشتری جهت انجام خدمات وارانتهی به شرکت شخص ثالث می‌پردازد؛
$F_2$	کیفیت	چگونگی انجام خدمات وارانتهی توسط شرکت شخص ثالث؛
$F_3$	سرعت	مدت‌زمان طی شده جهت تکمیل خدمات وارانتهی محصول؛
$F_4$	تنوع	انواع خدمات گارانتهی ارائه‌شده توسط شرکت شخص ثالث که انتخاب‌های مختلفی را برای مشتری فراهم می‌کند؛
$F_5$	اندازه	ظرفیت پذیرش محصول برای انجام تعمیرات و دیگر خدمات وارانتهی؛
$F_6$	موقعیت جغرافیایی	محدوده سرویس‌دهی شرکت شخص ثالث که به تعداد شعب آن مرتبط است؛
$F_7$	توانایی فنی کارکنان	تخصص‌ها و مهارت‌های فنی لازم برای تعمیر محصولات؛
$F_8$	توان تجهیزاتی	ابزارآلات و ماشین‌آلات لازم برای تعمیر محصولات.

در هر مرحله از این پروژه، برای دستیابی به توافق عمومی، از روش دلفی استفاده شده است؛ چراکه روش دلفی، یکی از روش‌های مشهور برای رسیدن به توافق عمومی در تصمیم‌گیری‌های پیچیده است. اطلاعات هر تی.پی.ال. در مورد این هشت معیار، از بانک‌های اطلاعاتی موجود که بر اساس سوابق قبلی تی.پی.ال.ها جمع‌آوری شده بود، استخراج و به صورت جدولی ذخیره‌سازی شد. داده‌های مربوط به ۸۰ تی.پی.ال. شناسایی شده شرکت مورد نظر، برای تحلیل خوشه‌ای آماده‌سازی شد. سپس یک تحلیل خوشه‌ای دو مرحله‌ای برای خوشه‌بندی تی.پی.ال.ها، بر اساس هشت خصیصه ذکر شده، اعمال شد. نتایج خوشه‌بندی که با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20 به دست آمده، سه خوشه را برای گروه‌بندی ۸۰ تی.پی.ال. مطابق با نمودار ۲ نشان می‌دهد. میانگین معیارها در هر خوشه نیز در جدول ۵ مشخص شده است. شاخص شوارتز بیزین<sup>۱۶</sup> یا همان شاخص BIC نیز برای سه خوشه بهترین مقدار را نشان می‌دهد. تفسیر سه خوشه به دست آمده، به شرح زیر است:



نمودار ۲ اندازه خوشه‌های به دست آمده (منبع: خروجی نرم‌افزار)

جدول ۴ اندازه بزرگترین و کوچکترین خوشه‌های به دست آمده (منبع: خروجی نرم‌افزار)

اندازه کوچکترین خوشه	۱۹ (٪۲۳/۸)
اندازه بزرگترین خوشه	۳۲ (٪۴۰)
نسبت اندازه ها (بزرگترین خوشه به کوچکترین خوشه)	۱/۶۸



جدول ۵ میانگین معیارها در خوشه‌های به‌دست آمده

Size	٪۴۰ (۳۲)	٪۳۶/۲ (۲۹)	٪۲۳/۸ (۱۹)
Inputs	Karkonan ۳/۸۱	Karkonan ۷/۲۸	Karkonan ۳/۴۷
	Size ۶/۳۸	Size ۵/۲۴	Size ۱/۹۵
	Joghrafia ۶/۵۶	Joghrafia ۳/۳۸	Joghrafia ۳/۷۹
	Keyfiat ۴/۶۹	Keyfiat ۶/۵۲	Keyfiat ۳/۳۷
	Tanavo ۵/۶۲	Tanavo ۴/۰۷	Tanavo ۴/۴۷
	Gheymat ۴/۳۱	Gheymat ۵/۵۹	Gheymat ۵/۷۹
	Tajhizat ۴/۴۷	Tajhizat ۵/۳۸	Tajhizat ۵/۱۶
	Sorat ۴/۶۶	Sorat ۴/۸۶	Sorat ۴/۱۱

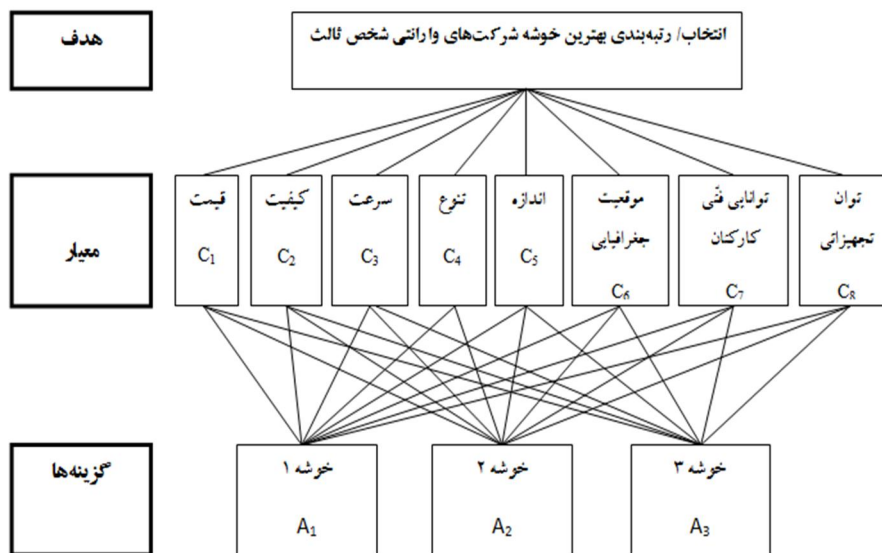
منبع: خروجی نرم‌افزار

**خوشه ۱** (شرکت‌هایی با ظرفیت پذیرش بالا و قیمت پایین): این خوشه ۳۲ تی.پی.ال. (٪۴۰) را در برمی‌گیرد و بزرگ‌ترین خوشه است. بیشتر تی.پی.ال‌های این خوشه، وارانته‌های نسبتاً متنوعی با قیمت نسبتاً پایین ارائه می‌دهند. این تی.پی.ال‌ها شرکت‌های بزرگی هستند که ظرفیت بالایی برای پذیرش محصولات معیوب دارند (بیش از ۲۰۰ محصول در روز) و تعداد شعب آن‌ها در نقاط مختلف کشور زیاد است. اغلب ین شرکت‌ها، به دلیل داشتن تجهیزات ساده قدیمی و کارکنانی با مهارت‌های فنی نسبتاً ساده، خدمات وارانته با کیفیت متوسط و سرعت متوسط ارائه می‌دهند.

**خوشه ۲** (شرکت‌هایی با کیفیت و سرعت تحویل بالا و تنوع خدمات محدود): این خوشه ۲۹ تی.پی.ال. (٪۳۶,۲) را شامل می‌شود. بیشتر شرکت‌های این خوشه، خدمات وارانته با کیفیتی را با قیمت‌های مناسب ارائه می‌دهند. معمولاً این شرکت‌ها تجهیزات پیشرفته و نیروی انسانی متخصص در اختیار دارند؛ اما تنوع و انعطاف خدمات ارائه‌شده توسط آن‌ها نسبتاً پایین بوده و از نظر موقعیت جغرافیایی در چند منطقه خاص محدودند.

خوشه ۳ (شرکت‌هایی با ظرفیت پذیرش کم و قیمت بالا): این خوشه ۱۹ تی.پی.ال. از ۸۰ تی.پی.ال. مورد بررسی را در برمی‌گیرد (معادل ۲۳٫۸٪) و کوچک‌ترین خوشه محسوب می‌شود. این شرکت‌ها، اغلب شرکت‌های کوچکی هستند و ظرفیت پذیرش آن‌ها کمتر از ۱۰۰ محصول در روز است. به دلیل توان فنی پایین کارکنان، اغلب این شرکت‌ها خدمات بی‌کیفیتی ارائه می‌دهند و زمان تحویل خدمات نیز معمولاً زیاد است؛ اما از آنجایی که این شرکت‌ها تجهیزات نسبتاً خوبی را در اختیاردارند قیمت خدماتشان نیز معمولاً بالاست.

در مرحله بعد، تیم پروژه به جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز برای رتبه‌بندی خوشه‌ها پرداختند. آن‌ها ساختار ارزیابی و رتبه‌بندی خوشه‌ها را بر اساس معیارهای تعیین شده به صورت نمودار ۳ ایجاد کردند. این نمودار، ساختار سلسله مراتبی مسئله را که توسط تیم متخصصان پروژه ترسیم شده است، نشان می‌دهد. هر خوشه که شامل گروهی از شرکت‌های وارانتهی شخص ثالث است، به عنوان یک گزینه در نظر گرفته شده است؛ بنابراین گزینه‌های  $A_1$ ،  $A_2$ ،  $A_3$  به ترتیب بیانگر خوشه ۱، خوشه ۲، خوشه ۳ هستند.



نمودار ۳ ساختار سلسله مراتبی

در فرایند ارزیابی و رتبه‌بندی، برای معیارهای کمی، از مقدار میانگین اعضای هر خوشه استفاده شده است. برای معیارهای کیفی نیز ابتدا از مقیاس ۱ تا ۹ برای کمی‌سازی ارزیابی‌ها استفاده و سپس مقدار میانگین هر خوشه محاسبه شده است. از میان تمامی معیارها تنها معیار  $C_1$  از جنس هزینه است که در روش ویکور باید موردتوجه قرار گیرد.

جدول ۶ وزن معیارها و ماتریس تصمیم‌گیری

معیارها	محاسبه وزن معیارها با روش سووارا				ماتریس تصمیم		
	اهمیت نسبی مقادیر متوسط $S_j$	ضریب $K_j = S_j + 1$	وزن محاسبه شده مجدد $W_j = X_{ij} / K_j$	وزن نهایی $Q_j = W_j / \sum W_j$	$A_1$	$A_2$	$A_3$
$C_1$	-	۱	۱	۰/۱۷۲	۴/۳۱	۵/۵۹	۵/۷۹
$C_2$	۰/۰۵	۱/۰۵	۰/۹۵۲	۰/۱۶۳	۴/۶۹	۶/۵۲	۳/۳۷
$C_3$	۰/۰۸	۱/۰۸	۰/۸۸۱	۰/۱۵۱	۴/۶۶	۴/۸۶	۴/۱۱
$C_4$	۰/۱	۱/۱	۰/۸۰۱	۰/۱۳۷	۵/۶۲	۴/۰۷	۴/۴۷
$C_5$	۰/۱۵	۱/۱۵	۰/۶۹۶	۰/۱۱۹	۶/۳۸	۵/۲۴	۱/۹۵
$C_6$	۰/۱۸	۱/۱۸	۰/۵۹۰	۰/۱۰۱	۶/۵۶	۳/۳۸	۳/۷۹
$C_7$	۰/۱۹	۱/۱۹	۰/۴۹۶	۰/۰۸۵	۳/۸۱	۷/۲۸	۳/۴۷
$C_8$	۰/۲	۱/۲	۰/۴۱۳	۰/۰۷۱	۴/۴۷	۵/۳۸	۵/۱۶

بخش میانی جدول ۶، محاسبات مربوط به تعیین وزن معیارها بر اساس روش سووارا و وزن نهایی هر معیار را نشان می‌دهد. بخش پایانی جدول، نشان‌گر ارزیابی‌های مربوط به تصمیم‌گیری است که توسط تیم پروژه انجام شده است. سه خوشه (گزینه‌ها) بر اساس هشت معیار توسط خبرگان مورد ارزیابی قرار گرفته است تا رتبه‌بندی خوشه‌ها تعیین شود. در مرحله بعد، ۱۰ متخصص از روش دلفی برای رسیدن به اجماع استفاده کرده‌اند که امتیازات آن‌ها در بخش ماتریس تصمیم جدول ۷ قابل مشاهده است. سپس روش ویکور برای رتبه‌بندی خوشه‌ها اعمال شده است. رتبه‌بندی نهایی و محاسبات مربوط به روش ویکور در جدول ۷ قابل رؤیت است.

### جدول ۷ نتایج نهایی و رتبه‌بندی گزینه‌ها

گزینه	$S_i$	$R_i$	$Q_i$	رتبه‌بندی
$A_1$	۰/۲۸۳۳۷۷	۰/۰۹۴۶۹۵	۰	۱
$A_2$	۰/۴۱۷۳۸	۰/۱۴۸۷۵۷	۰/۴۵۸۸۹۴۷۲۶	۲
$A_3$	۰/۸۹۶۷۸۸	۰/۱۷۲	۱	۳

بر اساس جدول ۷ که نتایج نهایی روش ویکور را نشان می‌دهد، گزینه اول (خوشه ۱) بهترین خوشه پیمانکاران است. در حقیقت، می‌توان گفت با توجه به معیارهای موردنظر مدیران در انتخاب شرکت‌های مناسب برای برون‌سپاری خدمات وارانته‌ای، خوشه ۱ که عمدتاً شامل شرکت‌هایی با ظرفیت پذیرش بالا و قیمت پایین ارائه خدمات است، مناسب‌ترین خوشه است. خوشه ۲ که در رتبه بعدی قرار گرفته است، اگرچه شامل شرکت‌هایی با کیفیت و سرعت تحویل بالاست، اما تنوع ارائه خدمات در آن نسبتاً پایین است. نهایتاً، خوشه ۳ که در رتبه آخر جای گرفته است، شرکت‌هایی با ظرفیت پذیرش کم و قیمت بالا را شامل می‌شود که از نظر معیارهای تصمیم‌گیری موردنظر ما، در شرایط خوبی قرار ندارند. روش ترکیبی ارائه‌شده، یک مدل تحلیلی نظام‌مند برای خوشه‌بندی و رتبه‌بندی در یک موقعیت واقعی، بر اساس ابزارهای داده‌کاوی و تصمیم‌گیری چندشاخصه فراهم کرده است.

### ۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله به معرفی هم‌افزایی جدیدی بین داده‌کاوی و تصمیم‌گیری چندشاخصه پرداخته‌ایم؛ روش ترکیبی جدیدی که از آن برای خوشه‌بندی شرکت‌های وارانته‌ای شخص ثالث و ارزیابی و انتخاب خوشه‌ها استفاده شده است. از تحلیل خوشه‌ای به‌عنوان ابزار داده‌کاوی برای گروه‌بندی شرکت‌های وارانته‌ای شخص ثالث استفاده کرده‌ایم و از روش سوارا به‌عنوان ابزار تصمیم‌گیری برای تعیین وزن معیارهای تصمیم بهره برده‌ایم. نهایتاً، نتایج روش سوارا به‌عنوان ورودی در روش ویکور بکار رفته است. الگوریتم پیشنهادی در این مقاله برای انتخاب پیمانکار شخص ثالث، مزایای زیر را نسبت به تحقیقات مشابه انجام‌شده در گذشته دارد:

۱- این روش از حجم زیاد داده‌های در دسترس، منبعی برای تصمیم‌گیری فراهم می‌کند. هر تصمیمی نیاز به اطلاعات دارد؛ بنابراین داده‌کاوی می‌تواند به عنوان ابزاری که اطلاعات مفید را فراهم می‌کند، در تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گرفته و با ابزارهای تصمیم‌گیری ترکیب شود. به علاوه، این روش در تصمیم‌گیری بر داده‌ها و اطلاعات واقعی تکیه می‌کند و به همین دلیل نتایج آن نسبت به سایر تحقیقاتی که تنها از نظر خبرگان در تصمیم‌گیری بهره می‌برند، قابل اطمینان‌تر است.

۲- این روش از طریق خوشه‌بندی گزینه‌ها به گروه‌های همگن، تعداد گزینه‌های تصمیم را بسیار کاهش داده و در نتیجه استفاده از فنون تصمیم‌گیری را تسهیل می‌کند. در حقیقت، پیش‌پردازش داده‌ها از طریق ابزارهای داده‌کاوی قبل از اجرای فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره، پیچیدگی‌های رو به رشد روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه را تعدیل می‌کند.

۳- مدل ارائه شده، نظر مدیران را در فرایند داده‌کاوی اعمال می‌کند و از این طریق اثر تصمیمات مدیران بر نتایج حاصل از داده‌کاوی را آشکار می‌سازد این امر می‌تواند باعث تشویق مدیران به استفاده از ابزارهای داده‌کاوی گردد و کاربردپذیری مدیریتی فنون داده‌کاوی را نیز افزایش دهد.

اخیراً تمایل رو به رشدی برای ترکیب داده‌کاوی و تحقیق در عملیات در حوزه‌های مختلف ایجاد شده است. یکی از زیرشاخه‌های تحقیق در عملیات، تصمیم‌گیری چند شاخصه است که در این مقاله مورد توجه قرار گرفت. ترکیب فنون داده‌کاوی با تحقیق در عملیات می‌تواند در زیرشاخه‌های دیگر تحقیق در عملیات ادامه یابد؛ به عنوان مثال، تحقیقات بعدی می‌توانند هم‌افزایی‌های داده‌کاوی با «تصمیم‌گیری چندهدفه» را به تصویر بکشند. علاوه بر خوشه‌بندی که در این تحقیق به آن پرداخته شد، فنون دیگر داده‌کاوی نظیر دسته‌بندی و قواعد انجمنی نیز می‌توانند برای ایجاد هم‌افزایی با فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه ترکیب شوند. امیدواریم که این مقاله یک دید جدید در این زمینه برای محققان ایجاد کند. این روش را می‌توان علاوه بر رتبه‌بندی شرکت‌های وارانتهی شخص ثالث، برای موارد مشابه دیگر نیز به کار گرفت.

## ۶- پی‌نوشت‌ها

1. Third-Party Logistics (TPL)
2. warranty
3. Data Mining
4. Multiple Attribute Decision Making
5. Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis
6. ViseKriterijumska optimizacijai KOpromisno Resenje (VIKOR)
7. ANP
8. FUZZY PROMETHEE
9. Multi Criteria Decision Making (MCDM)
10. K-means
11. Analytic Hierarchy Process (AHP)
12. Multi Objective Decision Making (MODM)
13. Decision Support System (DSS)
14. Data Mining - Multi Attribute Decision Making
15. Ward's method
16. Schwarz's Bayesian

## ۷- منابع

- [1] Aguezzoul, A., *The third party logistics selection: A review of literature*. International Logistics and Supply Chain Congress, Istanbul, Turkey, Nov 2007, pp. 7-14.
- [2] Aghdaie, M.H., Hashemkhani Zolfani, S. & Zavadskas, E.K., *A hybrid approach for market segmentation and market segment evaluation and selection: an integration of data mining and MADM*. Transformations in Business & Economics 12 (2B (29B)), 2013a, pp. 42-59.
- [3] Khademolqorani, S. & Zeinal Hamadani, A., *An Adjusted Decision Support System through Data Mining and Multiple Criteria Decision Making*. Procedia-Social and Behavioral Sciences 73, 2013, pp. 388 – 395.
- [4] Asgharizadeh, E., Bitaraf, A., & Nazabadi, M.R., *Services and warranty outsourcing model by MCDM*. Journal of executive management 3(5), 2011, pp. 13-28.

- [5] McGinnis, M.A., Kochunny, C.M., Ackerman, K.B., *Third-party logistics choice*. The International Journal of Logistics Management 6 (2), 1995, pp. 93–102.
- [6] Meade, L., Sarkis, J., *A conceptual model for selecting and evaluating third-party reverse logistics providers*. Supply Chain Management: An International Journal 7 (5), 2002, pp. 283–295.
- [7] Bottani, E., Rizzi, A., *A fuzzy TOPSIS methodology to support outsourcing of logistics services*. Supply Chain Management: An International Journal 11 (4), 2006, pp. 294–308.
- [8] Qureshi, M. N., Kumar, D., & Kumar, P., *An integrated model to identify and classify the key criteria and their role in the assessment of 3PL service providers*. Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics 20, 2008, pp. 227–249.
- [9] Liu, H. T., & Wang, W. K., *An integrated fuzzy approach for provider evaluation and selection in the third-party logistics*. Expert Systems with Applications 36, 2009, pp. 4387–4398.
- [10] Ho, W., He, T., Lee, C. & Emrouznejad, A., *Strategic logistics outsourcing: An integrated QFD and fuzzy AHP approach*. Expert Systems with Applications 39, 2012, pp. 10841-10850.
- [11] Aguezzoul, A., *Third-Party Logistics Selection Problem: A Literature Review on Criteria and Methods*. Omega 49, 2014, pp. 69–78.
- [12] Senthil, S., Srirangacharyulu, B. & Ramesh, A., *A robust hybrid multi-criteria decision making methodology for contractor evaluation and selection in third-party reverse logistics*. Expert Systems with Applications 41, 2014, pp. 50-58.
- [13] Tavana, M., Zareinejad, M., Di Caprio, D. & Kaviani, M. A., *An Integrated Intuitionistic Fuzzy AHP and SWOT Method for Outsourcing Reverse Logistics*. Applied Soft Computing 40, 2016, pp. 544–557.

- [14] Bagherinejad, J., & Sadegh Amalnik, M., *A model to select the most suitable option of third party logistics companies in Iran*. Journal of supply chain management 14(36), 2012, pp. 4-19.
- [15] Rad, A., Naderi, B. & Soltani, M., *Clustering and ranking university majors using data mining and AHP algorithms: A case study in Iran*. Expert Systems with Applications 38(1), 2011, pp. 755–763.
- [16] Peng, Y., Zhang, Y., Tang, Y. & Li. S., *An incident information management framework based on data integration, data mining, and multi-criteria decision making*. Decision Support Systems 51(2), 2011, pp. 316–327.
- [17] Khalili-Damghania, K., Sadi-Nezhadb, S., Lotfic, F.H. & Tavanad, M., *A hybrid fuzzy rule-based multi-criteria framework for sustainable project portfolio selection*. Information Sciences 220, 2013, pp. 442–462.
- [18] Azar, A., Mahdavi Rad, A. R. & Musakhani, M., *hybrid model of data mining and multi-criteria decision making(Case Study: Subsidies Database of Statistical Center of Iran)*. Journal of operational research in its application 1(44), 2015, pp. 95–111.
- [19] Shahin, A., Saleh Zade, R. & Ghandehari, M., *Proposing an Integrated Model of Clustering, AHP and kano Approaches for Service Recommendation With a Case study in Saman bank of Qom*. Journal of management researches in Iran 1(16), 2012, pp. 73–91.
- [20] Bashiri Mousavi, A. R., Afsar, A. & Mahjubifard, A., *Customer value analysis in bank with data mining technique and fuzzy analytic hierarchy process*. Journal of management researches in Iran 1(19), 2015, pp. 23–43.
- [21] Kersuliene, V., Zavadskas, E. K. & Turskis, Z., *Selection of rational dispute resolution method by applying new step\_wise weight assessment ratio analysis (SWARA)*. Journal of Business Economics and Management 11(2), 2010, pp. 243–258.
- [22] Stanujkic, D., Karabasevic, D. & Zavadskas, E. K., *Framework for the Selection of a packaging design based on the SWARA method*. Inzinerine Ekonomika – Engineering Economics 26(2), 2015, pp. 181- 187.



- [23] Opricovic, S. & Tzeng, G. H., *Multi-criteria planning of post earthquake sustainable reconstruction*. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering 17, 2002, pp. 211–220.
- [24] Tavakkoli Moghaddam, R., Najafi, E. & Yazdani, M., *Project Manager Selection by using a Fuzzy Hybrid Delphi-VIKOR approach*. Journal of management researches in Iran 4(16), 2013, pp. 19–44.
- [25] Punj, G., & Stewart, D.W., *Cluster analysis in Marketing Research: Review and Suggestions for Application*. Journal of Marketing Research 20, 1983, pp. 134–148.