

کاربرد شبکه‌های عصبی در انتخاب معیارهای ارزیابی و استفاده از داده‌کاوی در تعیین ویژگی‌های سطوح اعتباری تأمین‌کنندگان (مطالعه‌ی موردی: شرکت ایزوایکو)

حسین کریمی (کارشناس ارشد)

ناصر سلماسی* (استادیار)

دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف

مهندسی صنایع و مدیریت شریف
دوره‌ی ۲۸-۱، شماره‌ی ۱، ص. ۱۱۳-۱۲۰، (پادداشت شی)

با گسترش فناوری‌های ارتباطی، یافتن تأمین‌کنندگان کالا ساده‌تر، و گزینه‌های انتخاب شرکای تجاری بیشتر شده است. شرکت‌هایی که عهده‌دار وظیفه‌ی مدیریت تأمین‌اند با حجم وسیعی از اطلاعات تأمین‌کنندگان مواجه‌اند و باید روش‌هایی برای مدیریت این اطلاعات در نظر بگیرند. یکی از این روش‌ها، تعیین سطح اعتباری تأمین‌کنندگان با استفاده از سوابق همکاری‌های گذشته‌ی آنان است. اجرای این روش نیازمند استفاده از ابزارهایی است که تجلیلی جامع از ویژگی‌های سطوح اعتباری ارائه می‌دهند. «داده‌کاوی» یکی از این ابزارهاست. در این مطالعه‌ی تحقیقاتی، عملکرد شیوه‌های داده‌کاوی در تعیین ویژگی‌های سطوح اعتباری مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که خوشه‌بندی k-means بهترین عملکرد را در این زمینه ارائه می‌دهد. در این مطالعه از اطلاعات و داده‌های یکی از شرکت‌های وابسته به گروه صنایع دریایی ایزوایکو استفاده شده است.

واژگان کلیدی: داده‌کاوی، ارزیابی تأمین‌کنندگان، سطوح اعتباری، شبکه‌های عصبی، اهمیت معیارها.

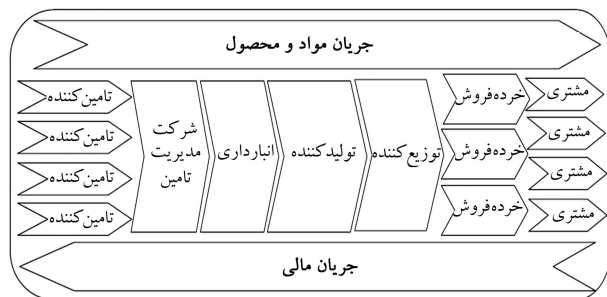
h_karimi@alum.sharif.edu
nsalmasi@sharif.edu

۱. مقدمه

بهتری برای انتخاب شرکای مؤثر و کارا فراهم کرده و موجب شده تا شرکت‌ها گزینه‌های بیشتری برای تأمین مواد و قطعات مورد نیاز خود داشته باشند. از این رو، شرکت‌هایی که عهده‌دار وظیفه‌ی مدیریت تأمین زنجیره‌اند با حجم وسیعی از اطلاعات تأمین‌کنندگان روبرو هستند و باید از روش‌هایی برای مدیریت این اطلاعات استفاده کنند. یکی از این روش‌ها، تعیین سطوح اعتباری تأمین‌کنندگان با استفاده از سوابق همکاری‌های آنان در گذشته است. در این روش اطلاعات همکاری‌های گذشته‌ی تأمین‌کنندگان

امروزه، شرکت‌های تجاری به علت رقابت بسیار فشرده برای بقا در عرصه‌ی تجارت، باید در عین پاسخ‌گویی به تقاضاهای مشتری در راستای کاهش هزینه‌های غیرضروری خود بسیار کوشا باشند. از این رو بسیاری از شرکت‌ها سیاست تمرکز بر فعالیت‌های اصلی و کاهش هزینه‌ها از طریق برون‌سپاری فعالیت‌های غیرکلیدی را برگزیده‌اند. با گسترش برون‌سپاری فعالیت‌های غیرکلیدی و تخصصی‌شدن فعالیت‌های شرکت‌های همکار، زنجیره‌ی از شرکای تجاری به منظور همکاری در تأمین، تولید و توزیع محصولات تشکیل می‌شود (شکل ۱).

در این رویکرد شرکت‌ها به شرکای تجاری خود وابسته‌اند و نتایج مستقیم یا غیرمستقیم فعالیت‌های شرکای ضعیف بر تمامی اعضای زنجیره تأثیر می‌گذارد. به همین دلیل شرکت‌ها برای ساختن زنجیره‌ی رقابتی باید به دنبال شرکایی کارآمدتر باشند. یکی از اعضای مهم هر زنجیره بی‌شک تأمین‌کنندگان آن هستند و انتخاب تأمین‌کنندگان در هر زنجیره از اهمیت بالایی برخوردار است. از سوی دیگر، جهانی‌شدن تجارت و گسترش فناوری‌های ارتباطی، فرصت



شکل ۱. زنجیره‌ی تأمین.

* نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۱۳۸۸/۱۰/۲۹، اصلاحیه ۱۳۸۹/۹/۱۰، پذیرش ۱۳۸۹/۱۰/۱۸.

بررسی، و سطح اعتباری آن‌ها مشخص می‌شود. این سطح اعتباری در مذاکرات و معاملات آینده شرکت مد نظر قرار گرفته و فقط با تأمین‌کنندگانی همکاری می‌شود که از سطح اعتباری مورد قبول زنجیره برخوردارند.

در این روش، نخست ویژگی‌های هریک از سطوح مشخص می‌شود. اجرای این روش نیازمند استفاده از ابزارهایی است که تحلیلی جامع از ویژگی‌های سطوح اعتباری ارائه دهند. یکی از ابزارها و شیوه‌هایی که می‌تواند در این زمینه مفید باشد «داده‌کاوی» است. با استفاده از شیوه‌های گوناگون داده‌کاوی می‌توان قواعد و الگوهای پنهان در حجم زیادی از اطلاعات را در مدت زمانی محدود و با هزینه‌ی اندک کشف کرد.

هم‌زمان، باید میزان کارایی و صحت نتایج شیوه‌های داده‌کاوی در تعیین ویژگی‌های سطوح اعتباری مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور، عملکرد شیوه‌های مختلف داده‌کاوی در قالب این مطالعه‌ی تحقیقاتی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و بهترین شیوه شناسایی می‌شود. در این راستا، نخست و ویژگی‌های مهم و تأثیرگذار در ارزیابی تأمین‌کنندگان مشخص شده و سپس روشی جامع برای تعیین امتیاز ترکیبی تأمین‌کنندگان ارائه می‌شود. پس از آن با طبقه‌بندی تأمین‌کنندگان در چهار سطح اعتباری، ویژگی‌های هریک از سطوح اعتباری تأمین‌کنندگان تعیین می‌شود.

نوآوری‌های این مطالعه‌ی تحقیقاتی را به‌طور خلاصه می‌توان در استفاده از شیوه‌ی شبکه‌های عصبی برای تعیین معیارهای مهم و تأثیرگذار، ارائه‌ی روشی ابداعی برای تعیین ضریب وزنی معیارهای منتخب و استفاده از الگوریتم‌های مختلف داده‌کاوی برای شناسایی بهترین شیوه‌ی داده‌کاوی برشمرد. موردکاوی این مطالعه‌ی تحقیقاتی نیز با استفاده از اطلاعات و داده‌های شرکت تأمین تجهیزات صنایع گسترش شفق هرمزهر (وابسته به گروه صنایع دریایی ایزوایکو) انجام شده است.

در ادامه‌ی این مقاله، در بخش دوم مروری بر ادبیات ارزیابی تأمین‌کنندگان انجام می‌شود. سپس در بخش سوم به شیوه‌های داده‌کاوی مورد استفاده در این مقاله اشاره شده و پس از آن در بخش چهارم مدلی ترکیبی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان ارائه می‌شود. در بخش پنجم نیز موردکاوی مدل پیشنهادی بیان شده و در نهایت جمع‌بندی و نتایج این مطالعه در بخش ششم ارائه می‌شود.

۲. مروری بر ادبیات ارزیابی تأمین‌کنندگان

معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان را می‌توان به دو دسته‌ی کمی و کیفی طبقه‌بندی کرد. ترکیب اطلاعات کمی و کیفی (چندبعدی) در ارزیابی‌های تأمین‌کنندگان بسیار مهم است، و در بیشتر مطالعات دانشگاهی و تجربی انجام شده بر آن تأکید شده است. طی سال‌ها، چندین شیوه‌ی چندمعیاره برای ارزیابی و انتخاب مؤثر تأمین‌کنندگان پیشنهاد شده است. برخی معیارهای انتخاب تأمین‌کننده در موقعیت‌هایی مختلف تغییر یافته‌اند و کارشناسان توافق کردند که هیچ روش بهتری برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان وجود ندارد. از این رو سازمان‌ها از رویکردهای گوناگونی در فرایندهای ارزیابی خود استفاده می‌کنند.^[۱]

در یکی از مطالعات انجام شده، از تولیدکنندگان به‌منظور شناسایی عوامل انتخاب تأمین‌کننده این سؤال مطرح شد که در هنگام انعقاد قرارداد با تأمین‌کنندگان چه مسائلی را در نظر می‌گیرند؛ و از میان ۲۳ عامل مشاهده شده، کیفیت، تحویل و تجربه‌ی مؤثر سه معیار بسیار مهم برآورد شد. در مطالعه‌ی دیگری که در سال ۱۹۹۱ انجام شد، عواملی کلیدی تعیین شدند که همگی بر تصمیمات انتخاب تأمین‌کننده مؤثر

بودند. این عامل‌ها از ۷۴ مقاله‌ی که پس از مطالعه‌ی معروف دیکسون انجام شده بود نتیجه‌گیری شدند. (این مطالعات لزوماً در خصوص مقاله‌ی دیکسون نبودند بلکه صرفاً بعد از آن بودند)

براساس مروری جامع، روش‌های ارزیابی این‌گونه خلاصه می‌شوند که قیمت مهم‌ترین عامل و پس از آن تحویل و کیفیت با اهمیت‌ترین عوامل‌اند. این تحقیقات تجربی آشکار می‌سازد که اهمیت نسبی معیارهای مختلف انتخاب -- از قبیل قیمت، کیفیت و راندمان تحویل -- یکسان است. در نتیجه می‌توان گفت که در روش‌های ارزیابی سنتی، فروشندگان و تولیدکنندگان در فرایند تصمیم‌گیری خود، بیشتر به معیارهای مرتبط با مسائل مالی اهمیت می‌دادند.^[۳-۱]

از سال ۱۹۸۰ و با تأکید بیشتر بر راهکار تولید بدون انبار (JIT)، اهمیت راهبردی ارزیابی تأمین‌کنندگان و معیارهای چندگانه‌ی فروشندگان افزایش یافت. مثلاً در مطالعه‌ی وبر، کارنت و دیزای (۱۹۹۸) عواملی نظیر محل جغرافیایی مد نظر قرار گرفت که نسبت به مطالعه‌ی دیکسون با اهمیت بیشتری ارزیابی شده است. پس از مطالعه‌ی وبر، بیشترین تحقیقات بر معیارهای انتخاب تأمین‌کننده، در صنایع خاص یا کشورهای خاص متمرکز شد. پس از رشد سریع تجارت‌های اینترنتی از سال ۱۹۹۵، معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان نیز همانند تغییرات محیط تجارت دچار تغییرات بسیار شد.^[۴] در جدول ۱ خلاصه‌ی برخی از این معیارها، که از سال ۱۹۶۶ در ادبیات ظهور کرده‌اند، ارائه شده است.^[۱]

۳. داده‌کاوی

با گسترش ذخیره‌ی اطلاعات در بانک‌های اطلاعاتی، نیاز به روش‌های کشف و استخراج سریع و دقیق دانش و اطلاعات افزایش یافت. برای پاسخ به این نیاز مجموعه‌ی شیوه‌ها و الگوریتم‌های متعددی ایجاد شده و به‌تدریج مفهومی تحت عنوان «داده‌کاوی» مطرح شد. گروه تحقیقاتی گارتیز «داده‌کاوی» را چنین تعریف می‌کند: «داده‌کاوی فرایند استخراج روندها، الگوها و همبستگی‌های جدید معناداری است که با استفاده از فناوری‌های شناسایی الگو همچون شیوه‌های آماری و ریاضی، به بررسی مقادیر زیادی از داده‌های ذخیره شده در انبارهای داده می‌پردازد».^[۵]

در قالب مفهوم داده‌کاوی، شیوه‌ها و الگوریتم‌های متعددی وجود دارد. این شیوه‌ها کاربردهای مختلفی داشته و هریک در شرایطی خاص بهترین عملکرد را ارائه می‌دهند. از جمله‌ی این شیوه‌ها می‌توان به خوشه‌بندی، کلاس‌بندی، کشف قواعد وابستگی و شبکه‌های عصبی اشاره کرد. در خوشه‌بندی، رکوردهای داده به‌گونه‌ی طبقه‌بندی می‌شوند که درون خوشه مشابه یکدیگر بوده و خوشه‌های مختلف بیشترین تفاوت را با یکدیگر داشته باشند.^[۶] در این مطالعه از الگوریتم‌های K-Means، Kohonen و Two-Step برای خوشه‌بندی داده‌ها استفاده شده است.

کلاس‌بندی نیز ابزاری برای تقسیم‌بندی یک جامعه‌ی آماری به گروه‌های مختلف است. در کلاس‌بندی گروه‌ها از قبل مشخص بوده و مدل با بررسی خصوصیات اشیاء آن‌ها را به یکی از کلاس‌های از پیش تعیین شده اختصاص می‌دهد.^[۶] در این مطالعه از الگوریتم‌های CART، C_{5.0}، QUEST، CHAID برای کلاس‌بندی داده‌ها استفاده شده است.

از شیوه‌ی کشف قواعد وابستگی برای یافتن قواعد و همبستگی‌های موجود در بین داده‌ها، شناسایی الگوهای داده‌ها و همچنین یافتن یک سری ساختار سببی در بین آیتم‌ها و اشیاء موجود در پایگاه‌های داده استفاده می‌شود.^[۶] در این

معیار	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
قیمت	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
کیفیت	✓	✓		✓		✓	✓		✓	
تحویل	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	
ضمانت و دعاوی	✓		✓							
خدمات پس از فروش	✓		✓		✓		✓			
پشتیبانی فنی			✓		✓	✓				
آموزش	✓		✓				✓			
نحوه‌ی برخورد	✓				✓		✓			
تجربه‌ی عملکرد	✓						✓			
موقعیت مالی	✓		✓				✓			
محل جغرافیایی	✓	✓		✓			✓			
نحوه‌ی مدیریت	✓			✓			✓			
روابط کارکنان	✓						✓			
سیستم ارتباطات	✓						✓			
پاسخ به مشتری			✓			✓				
تجارت الکترونیک									✓	✓
توانایی JIT						✓		✓		
توانایی فنی	✓	✓					✓	✓		
ظرفیت تولید	✓						✓			
بسته‌بندی	✓						✓			
کنترل عملیاتی	✓						✓			
استفاده‌ی آسان			✓		✓					
قابلیت نگهداری			✓		✓					
سوابق همکاری	✓	✓	✓				✓			
معروفیت	✓	✓	✓		✓		✓			
توافقات متقابل	✓	✓		✓			✓			
سابقه‌ی همکاری	✓		✓		✓		✓			
محصول سبز									✓	
ظاهر محصول										✓
کاتالوگ										✓

A, دیکسون (۱۹۶۶); B, واند و همکاران (۱۹۶۸); C, لهن و او شاگنسی (۱۹۷۴);
 D, پریولت و راس (۱۹۷۶); E, آبرات (۱۹۸۶); F, بیلسیچ و همکاران (۱۹۹۱);
 G, وبر و همکاران (۱۹۹۱); H, سگو و همکاران (۱۹۹۸); I, مین و گال (۱۹۹۹);
 J, استاوروپولوس (۲۰۰۰).

مطالعه از شیوه‌های GRI و Apriori برای کشف قواعد میان داده‌ها استفاده شده است.

الگوریتم شبکه‌های عصبی نیز به صورت مجموعه‌ی از لایه‌های به هم پیوسته تعریف شده و هدف اصلی در آن یافتن مجموعه وزن‌های مناسب برای ورودی‌های شبکه است، به نحوی که کلیه داده‌های آموزشی اولیه به صورت صحیح طبقه‌بندی شوند. در این مطالعه از این شیوه برای تعیین اهمیت معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان استفاده شده است.

به منظور ارزیابی عملکرد الگوریتم‌های شیوه‌های مورد استفاده نیز از مجموعه داده‌های آموزشی و آزمایشی استفاده می‌شود. این مجموعه داده‌ها، زیرمجموعه‌هایی مستقل از کل داده‌های جمع‌آوری شده بوده و به ترتیب برای ساخت مدل و ارزیابی صحت و دقت مدل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۴. مدل ترکیبی

برای تعیین سطح اعتباری تأمین‌کنندگان، نخستین گام جمع‌آوری سوابق همکاری‌های گذشته است. در این گام باید تمامی اطلاعات و ویژگی‌های مربوط به تأمین‌کنندگان در قالب یک بانک اطلاعاتی جمع‌آوری شود. پس از آن برای استفاده از شیوه‌های داده‌کاوی باید مطابق چارچوب فرایندی داده‌کاوی CRISP-DM، بر روی مجموعه داده‌های جمع‌آوری شده اقداماتی نظیر پاک‌سازی، اصلاح و طبقه‌بندی اطلاعات صورت گیرد تا کارایی شیوه‌های مورد استفاده افزایش یابد. در این گام ویژگی‌های فاقد اطلاعات کافی حذف شده و در صورت امکان ویژگی‌های مرتبط برای ایجاد معیارهای کارآمدتر ادغام می‌شوند.

از سوی دیگر، در مجموعه اطلاعات ثبت شده برای تأمین‌کنندگان، ویژگی‌های متعددی از آن‌ها درج می‌شود. این مشخصات ممکن است در ارزیابی تأمین‌کنندگان تأثیرگذار یا بی‌تأثیر باشد. از این رو باید اهمیت و ویژگی‌های ثبت شده‌ی تأمین‌کنندگان مشخص شود و تنها ویژگی‌های تأثیرگذار مورد استفاده قرار گیرد. در این راستا، در این مدل ویژگی‌های حوزه‌های مختلف (معیارهای کلیدی، پذیرش، فنی و کیفی، مالی و نحوه‌ی تحویل کالا) مورد بررسی قرار گرفته و ویژگی‌های تأثیرگذار بدون اعمال نظر افراد و با استفاده از فن شبکه‌های عصبی شناسایی می‌شود.

با مشخص شدن معیارهای مؤثر در ارزیابی تأمین‌کنندگان، امتیاز ترکیبی آن‌ها شامل تأثیر کلیه معیارها محاسبه می‌شود. برای محاسبه‌ی این امتیاز باید علاوه بر یکسان‌سازی نحوه‌ی امتیازدهی در هر معیار، ضریب تأثیرگذاری معیار نیز مشخص شود. با محاسبه‌ی امتیاز ترکیبی تأمین‌کنندگان نیز اطلاعات آن‌ها به سطح اعتباری متناظرشان تخصیص داده می‌شود (متناسب با بازه امتیازی در نظر گرفته شده برای سطوح اعتباری). در نهایت، با استفاده از شیوه‌های داده‌کاوی ویژگی‌های هر سطح اعتباری مشخص می‌شود. می‌توان مراحل اجرای این مدل را در هشت گام و سه فاز کلی تقسیم‌بندی کرد (شکل ۲). در این مطالعه از اطلاعات یکی از شرکت‌های وابسته به گروه ایزوایکو استفاده می‌شود. لذا در ادامه مدل ترکیبی در قالب این اطلاعات شرح داده می‌شود.

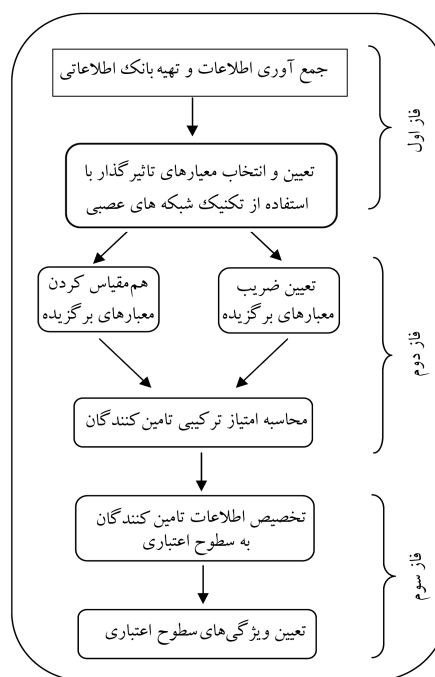
۱.۴. فاز اول: جمع‌آوری و گزینش معیارها

گام اول: جمع‌آوری اطلاعات و تهیه‌ی بانک اطلاعاتی

بانک اطلاعاتی یکپارچه‌ی شامل اطلاعات در یافتی از تأمین‌کنندگان و ارزیابی‌های انجام شده موجود نبود. تنها بانک اطلاعاتی موجود در شرکت، فایل access فهرست

جدول ۲. ویژگی‌های مورد بررسی در داده‌کاوی.

ردیف	مشخصه	ردیف	مشخصه	ردیف
۱	نام پروژه	۱۶	پیشنهاد اصلی نحوه عقد قرارداد	
۲	نام سفارش	۱۷	تعداد مراحل پرداخت مبلغ قرارداد	
۳	نام تأمین‌کننده	۱۸	درصد پیش‌پرداخت	
۴	فعالیت شرکت (سازنده / واسطه)	۱۹	بخش اصلی پرداخت قرارداد	
۵	ملیت تأمین‌کننده	۲۰	نحوه تحویل کالا	
۶	وضعیت پذیرش شرکت	۲۱	محل تحویل کالا	
۷	پذیرفته یا رد شدن شرکت	۲۲	توانایی مکاتبات و ارائه پیشنهاد	
۸	عضویت در فهرست اولویت کارفرما	۲۳	نحوه پاسخ‌دهی و مسئولیت‌پذیری	
۹	تاریخ ارائه پیشنهاد	۲۴	انعطاف‌پذیری در تولید محصول	
۱۰	تعداد سوابق همکاری	۲۵	همکاری در انجام خواسته فنی ویژه	
۱۱	قیمت پیش‌بینی شده	۲۶	ارتباطات	
۱۲	نسبت قیمت	۲۷	نحوه ارائه و پاسخ‌گویی در جلسه	
۱۳	مدت زمان هدف	۲۸	کیفیت / صحت طرح پیشنهادی	
۱۴	انحراف زمانی تحویل	۲۹	امتیاز فنی کل	
۱۵	تعداد پیشنهادات نحوه عقد قرارداد	۳۰	تعداد انحرافات فنی	



شکل ۲. مراحل مدل ترکیبی.

شرکت‌های تولیدکننده یا واردکننده مواد و تجهیزات مرتبط با صنایع دریایی بود که این فایل نیز صرفاً حاوی اطلاعاتی درخصوص نام شرکت، ملیت، محصولات، آدرس محل و سایت شرکت است. از این رو تصمیم گرفته شد تا اطلاعات پروژه‌های مورد نظر از فایل‌ها و پایگاه داده‌های مختلف جمع‌آوری شود. از این رو اطلاعات مربوط به پروژه‌های شش سال اخیر شرکت از فایل‌ها و پایگاه داده‌های مختلف جمع‌آوری و در قالب یک فایل متمرکز اکسل ذخیره شد.

گام دوم: آماده‌سازی بانک اطلاعاتی برای انجام داده‌کاوی

از آنجا که اطلاعات مورد نظر از فایل‌های مختلف جمع‌آوری شده بود، انجام اقداماتی برای آماده‌سازی بانک اطلاعاتی الزامی بود. از جمله اقدامات صورت‌گرفته در این راستا می‌توان به پاک‌سازی اطلاعات ناقص، ترکیب ویژگی‌ها و مشخصات وابسته به یکدیگر، و یک‌پارچه‌سازی فایل بانک اطلاعاتی اشاره کرد. در نتیجه این اقدامات از مجموع ۴۰ ویژگی ثبت شده برای هر تأمین‌کننده، ۳۰ ویژگی برای انجام داده‌کاوی انتخاب یا ایجاد شد. در جدول ۲ ویژگی‌های مورد بررسی در داده‌کاوی ارائه شده است.

در مجموعه‌ی ۳۰ ویژگی تعیین شده برای داده‌کاوی، ویژگی‌های نسبت قیمت و انحراف زمانی از ترکیب ویژگی‌های دیگری مشتق شده‌اند. بدین ترتیب که نسبت قیمت، حاصل تقسیم مقادیر پیشنهادی بر مقدار پیش‌بینی شده برای هر سفارش است، و نیز انحراف زمانی نشان‌دهنده فاصله‌ی زمانی میان زمان پیشنهادی تأمین‌کننده با زمان پیش‌بینی شده برای تحویل کالا است.

گام سوم: تعیین و انتخاب معیارهای تأثیرگذار با استفاده از شیوه‌ی شبکه‌های عصبی

در این گام از مدل باید ویژگی‌های اثرگذار در ارزیابی تأمین‌کنندگان شناسایی شوند. در مدل برای تعیین میزان اثرگذاری ویژگی‌های ثبت شده در بانک اطلاعاتی، تأثیر معیارها بر برنده شدن تأمین‌کنندگان در حوزه‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. به منظور یافتن بهترین الگوریتم در انتخاب معیارهای تأثیرگذار، تمامی شیوه‌های داده‌کاوی مورد

بحث ارزیابی شده و در نهایت به دلیل بیشترین دقت و سهولت در اجرای الگوریتم، شیوه‌ی شبکه‌های عصبی برگزیده شد. در این شیوه نتایج به صورت فهرستی از میزان تأثیرگذاری معیارهای ورودی بر برنده شدن تأمین‌کنندگان ارائه می‌شود و از این رو با دقت مناسبی می‌توان معیارهای تأثیرگذار را انتخاب کرد. در مورد کاوی این مطالعه ۳۰ ویژگی (معیار) مورد بررسی در قالب پنج حوزه‌ی مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت و از میان آن‌ها ۱۸ معیار اثرگذار بر انتخاب برنده، شناسایی شد. شرط تأثیرگذاری در این مدل، داشتن دست‌کم ۵٪ تأثیر بر انتخاب برنده در نظر گرفته شده بود. ویژگی‌های مورد بررسی در هر حوزه و ویژگی‌های منتخب آن‌ها در ادامه ارائه شده است.

الف) معیارهای کلیدی

ویژگی‌های مورد بررسی عبارت‌اند از: تعداد سوابق همکاری، عضویت در فهرست اولویت کارفرما، نسبت قیمت، انحراف زمانی، امتیاز فنی کل و تعداد انحرافات فنی. چنان که از عنوان این حوزه انتظار می‌رود، همه‌ی ویژگی‌های مورد بررسی اثرگذار شناخته شدند.

ب) معیارهای پذیرش

ویژگی‌های مورد بررسی عبارت‌اند از: نام پروژه، نام سفارش، تاریخ ارائه پیشنهاد، ملیت تأمین‌کننده، فعالیت تأمین‌کننده، وضعیت پذیرش و عضویت در فهرست اولویت کارفرما.

از میان ویژگی‌های مورد بررسی در این حوزه، ویژگی‌های ملیت تأمین‌کننده، فعالیت تأمین‌کننده، وضعیت پذیرش و عضویت در فهرست اولویت کارفرما اثرگذار شناخته شدند.

جدول ۳. شاخص‌های مورد نظر در تعیین ضرایب معیارها.

کد	عنوان شاخص	محدوده امتیاز
۱	قابلیت تفکیک مقادیر معیار	(۳،۰)
۲	اهمیت معیار از دیدگاه شرکت	(۳،۰)
۳	اهمیت معیار در ادبیات موضوع	(۲،۰)
۴	مستقل یا وابسته بودن معیار	(۱،۰)
۵	وجود معیار مشابه در مجموعه معیارهای برگزیده	(۱،۰)

ج) معیارهای مالی

ویژگی‌های مورد بررسی عبارت‌اند از: نسبت قیمت، قیمت پیش‌بینی‌شده، تعداد پیشنهادات نحوه عقد قرارداد، پیشنهاد اصلی نحوه عقد قرارداد، تعداد مراحل پرداخت مبلغ قرارداد، درصد پیش‌پرداخت و بخش اصلی پرداخت قرارداد. از میان ویژگی‌های مورد بررسی در این حوزه، تنها معیار نسبت تأثیرگذار شناخته شد.

د) معیارهای تحویل کالا

ویژگی‌های مورد بررسی در این حوزه عبارت‌اند از: انحراف زمانی تحویل، نحوه تحویل و محل تحویل. تمامی این ویژگی‌ها در این حوزه اثرگذار شناخته شدند.

هـ) معیارهای فنی و کیفی

ویژگی‌های مورد بررسی در این حوزه عبارت‌اند از: توانایی مکاتبات، نحوه پاسخ‌دهی، انعطاف‌پذیری، همکاری در انجام خواست فنی ویژه، ارتباطات، نحوه پاسخ‌گویی در جلسات، کیفیت طرح پیشنهادی، امتیاز فنی کل و تعداد انحرافات فنی. تمامی این ویژگی‌ها در این حوزه نیز اثرگذار شناخته شدند.

در نتیجه، در این گام از پروژه، ۱۸ ویژگی تأثیرگذار بر انتخاب برنده به همراه معیار نشان‌گر برنده یا رد شدن تأمین‌کنندگان در مذاکرات گذشته برای انجام گام‌های بعدی انتخاب شد.

- گزینه‌ها کم و توزیع نامناسب باشد، امتیاز ۰
- گزینه‌ها زیاد و توزیع نامناسب باشد، امتیاز ۱
- گزینه‌ها کم و توزیع مناسب باشد، امتیاز ۲
- گزینه‌ها زیاد و توزیع مناسب باشد، امتیاز ۳

در این شاخص تعداد گزینه کم‌تر از ۵، کم و بیشتر از آن زیاد در نظر گرفته می‌شود.

کد ۲: شاخص اهمیت معیار از دیدگاه شرکت

امتیاز این شاخص اهمیت معیار را از دیدگاه شرکت نشان می‌دهد. بدین معنا که اگر معیار:

- کم اهمیت باشد، امتیاز ۰

- متوسط باشد، امتیاز ۱

- مهم باشد، امتیاز ۲

- خیلی مهم باشد، امتیاز ۳

را کسب می‌کند. امتیازات این شاخص از طریق برگزاری جلسات با مدیران و کارشناسان شرکت تکمیل می‌شود.

کد ۳: اهمیت معیار در ادبیات موضوع

برای تکمیل امتیازات این شاخص، از مطالعاتی که تاکنون انجام شده استفاده می‌شود. بدین منظور از معیارهای بیان‌شده در قالب جدول ۱ استفاده می‌شود. روش امتیازدهی نیز چنین است که چنانچه:

- معیار در ادبیات موضوع مطرح نشده باشد، امتیاز ۰

- معیار در نیمی از مطالعات مطرح شده باشد، امتیاز ۱

- معیار در بیشتر مطالعات مطرح شده و بر آن تأکید شده باشد، امتیاز ۲

به آن اختصاص می‌یابد. این شاخص به منظور لحاظ کردن اهمیت معیار در مطالعات گذشته مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کد ۴: شاخص مستقل یا وابسته بودن معیار

برخی از ۱۹ معیار برگزیده دارای وابستگی‌هایی به یکدیگرند. این شاخص با اختصاص کدهایی، معیارها را از این نظر مورد بررسی قرار می‌دهد. در این شاخص چنانچه:

- معیار مستقل باشد، امتیاز ۱

- معیار وابسته به معیار دیگری باشد، امتیاز ۰

برای آن درج می‌شود.

۲.۴. فاز دوم: محاسبه‌ی امتیاز ترکیبی تأمین‌کنندگان

گام چهارم: یکسان‌سازی نحوه امتیازدهی (هم‌مقیاس شدن) معیارهای برگزیده

به‌منظور محاسبه‌ی امتیاز ترکیبی تأمین‌کنندگان، نخست باید روشی برای یکسان‌سازی امتیازات هر معیار در نظر گرفت. در این مدل برای یکسان‌سازی مقیاس مقادیر معیارهای مختلف بازه (۰، ۱۰۰) در نظر گرفته شده است. در این رویکرد معیارهایی که از ابتدا به‌صورت درصد بیان شده‌اند تغییری نمی‌کنند، در سایر معیارها نیز بهترین مقدار برابر با ۱۰۰ قرار داده شده و متناسب با تعداد مقادیری که متغیر متناظر معیار می‌گیرد، سایر امتیازات تعیین می‌شود.

گام پنجم: تعیین ضریب اثرگذاری معیارهای برگزیده

روش‌های مختلفی برای تعیین ضریب معیارهای چندگانه وجود دارد که هر یک با هدف و شاخص خاصی به وزن‌دهی معیارها می‌پردازند. برای مثال، روش آنزوی با هدف تخصیص وزن بیشتر به معیارهایی که قابلیت تفکیک بالاتری دارند، به تعیین وزن معیارها می‌پردازد.^[۷] در این مدل نیز تعیین ضرایب با در نظر گرفتن پنج شاخص مختلف انجام می‌شود. جدول ۳ شاخص‌های مورد توجه در تعیین ضرایب را نشان می‌دهد.

براساس این شاخص‌ها معیارهای برگزیده از نظر قابلیت تفکیک مقادیر، مستقل یا وابسته بودن، وجود معیار مشابه، اهمیت از دیدگاه شرکت و اهمیت در ادبیات موضوع مورد بررسی قرار می‌گیرد. یادآور می‌شود که در این مجموعه شاخص‌ها، تنها امتیاز شاخص «اهمیت معیار از دیدگاه شرکت» باید توسط مدیران یا کارشناسان تعیین شده تکمیل شود و امتیازات سایر شاخص‌ها را می‌توان توسط تیم مجری پژوهش با بررسی ادبیات موضوع و بانک اطلاعاتی تأمین‌کنندگان درج کرد. در ادامه نحوه امتیازدهی در هر شاخص بیان می‌شود.

کد ۱: شاخص قابلیت تفکیک مقادیر

در این شاخص، معیار از نظر تعداد گزینه‌های متغیر متناظر آن و نحوه توزیع اطلاعات درگزینه‌ها، مورد بررسی قرار می‌گیرد. چنانچه:

کد ۵: وجود معیارهای مشابه در مجموعه معیار برگزیده

این شاخص به منظور جلوگیری از امتیازدهی چندباره به یک موضوع خاص در نظر گرفته شده است. در این شاخص چنانچه:

-- معیار مشابهی وجود نداشته باشد، امتیاز ۱

-- معیار مشابهی وجود داشته باشد، امتیاز ۰

برای معیار درج می‌شود.

پس از تعیین امتیاز معیارها در شاخص‌های مختلف، ضرایب معیارها براساس

معادلات ۱ و ۲ محاسبه می‌شوند.

$$x_i = \sum_{j=1}^5 x_{ij} \quad \forall i, j \quad (1)$$

$$w_i = \frac{x_i}{\sum_i x_i} \quad \forall i \quad (2)$$

که در آن، x_{ij} امتیاز معیار i ام در شاخص j ام؛ x_i مجموع امتیاز معیار i ام؛ w_i ضریب تأثیرگذاری معیار i ام.

جدول ۴. امتیازات معیارها در شاخص‌های مختلف - ضریب معیارها.

عنوان معیار	امتیاز معیار در شاخص					ضریب معیار
	۵	۴	۳	۲	۱	
ملیت شرکت	۱	۰	۱	۱	۳	۶
فعالیت شرکت	۱	۰	۳	۰	۲	۶
وضعیت پذیرش	۱	۱	۳	۰	۳	۸
عضویت در فهرست اولویت کارفرما	۱	۰	۳	۰	۲	۶
تعداد سوابق همکاری	۱	۰	۳	۱	۳	۸
پذیرفته یا رد شدن شرکت	۱	۱	۲	۱	۲	۷
نسبت قیمت	۱	۱	۳	۲	۳	۱۰
انحراف زمانی تحویل	۱	۱	۳	۲	۳	۱۰
نحوه تحویل	۱	۱	۲	۰	۱	۵
محل تحویل	۱	۱	۲	۱	۱	۶
توانایی مکاتبات و ارائه پیشنهاد	۰	۰	۰	۱	۱	۲
نحوه پاسخ‌دهی و مسئولیت‌پذیری	۰	۰	۰	۱	۱	۲
انعطاف‌پذیری در تولید محصول	۰	۰	۱	۱	۱	۳
همکاری در انجام خواسته فنی ویژه	۰	۰	۱	۱	۱	۳
ارتباطات	۰	۰	۰	۱	۱	۲
نحوه ارائه و پاسخ‌گویی در جلسه	۰	۰	۱	۰	۱	۲
کیفیت / صحت طرح پیشنهادی	۰	۰	۰	۱	۱	۲
امتیاز فنی کل	۱	۱	۲	۲	۱	۷
تعداد انحرافات فنی	۱	۱	۲	۰	۱	۵

جدول ۴ خلاصه محاسبات و امتیازدهی‌های صورت‌گرفته برای این گام از مدل را در بانک اطلاعاتی مورد بررسی، نشان می‌دهد. با محاسبات انجام شده در این گام از مدل، بیشترین ضریب تأثیر برابر با ۱۰ درصد وزن کل امتیاز ترکیبی به معیارهای نسبت قیمت و انحراف زمانی تحویل اختصاص یافت.

گام ششم: محاسبه‌ی امتیاز ترکیبی

با مشخص شدن ضرایب معیارها و یکسان‌سازی مقیاس آن‌ها می‌توان امتیاز ترکیبی تأمین‌کنندگان را محاسبه کرد. معادله‌ی ۳ نحوه‌ی محاسبه‌ی امتیاز ترکیبی تأمین‌کنندگان را نشان می‌دهد.

$$y_k = \sum_i y_{ki} \cdot w_i \quad \forall i, k \quad (3)$$

y_{ki} امتیاز تأمین‌کننده‌ی k ام در معیار i ام؛ y_k مجموع امتیاز تأمین‌کننده‌ی k ام. با استفاده از معادله‌ی ۳ امتیاز ترکیبی مدل برای ۴۱۷ تأمین‌کننده‌ی مورد بررسی محاسبه شد و در نتیجه بیشترین امتیازات برابر ۸۸٫۱۹۵، میانگین امتیازات برابر ۶۰٫۴۱۴ و کم‌ترین امتیاز برابر ۸٫۴۰۰ به دست آمد.

۳.۴. فاز سوم: تعیین ویژگی‌های سطوح اعتباری

گام هفتم: تخصیص اطلاعات تأمین‌کنندگان به سطوح اعتباری

در این گام از مدل باید اطلاعات تأمین‌کنندگان را به سطح اعتباری متناظرشان تخصیص داد. بدین منظور نخست تعداد سطوح اعتباری مشخص می‌شود و پس از آن با تعیین بازه امتیازی برای هر یک از آن‌ها اطلاعات تأمین‌کنندگان به سطح متناظرشان تخصیص داده می‌شود.

برای تأمین‌کنندگان بانک اطلاعاتی این مطالعه نیز چهار سطح اعتباری در نظر گرفته شده است. بازه امتیازی سطوح اعتباری مورد نظر به شرح زیر است:

-- سطح اعتباری ۱: بازه [۷۵، ۱۰۰)

-- سطح اعتباری ۲: بازه [۵۰، ۷۵)

-- سطح اعتباری ۳: بازه [۲۵، ۵۰)

-- سطح اعتباری ۴: بازه [۰، ۲۵)

حال متناسب با امتیاز ترکیبی تأمین‌کنندگان، اطلاعات رکورد داده‌های مربوط به آن‌ها به سطوح اعتباری متناظرشان تخصیص داده می‌شود.

گام هشتم: تعیین ویژگی‌های سطوح اعتباری

با مشخص شدن اطلاعات تخصیص‌یافته به هر سطح اعتباری، می‌توان به تعیین ویژگی‌های سطوح اعتباری پرداخت. در این مدل از شیوه‌های داده‌کاوی همچون کلاس‌بندی، خوشه‌بندی و کشف قواعد وابستگی برای تعیین ویژگی‌های هر سطح اعتباری استفاده شده است. در استفاده از شیوه‌های کلاس‌بندی می‌توان با ایجاد درخت تصمیم یا قواعد «اگر - آنگاه» به تشریح خصوصیات هر یک از سطوح اعتباری پرداخت. شیوه‌های کشف قواعد وابستگی نیز می‌توانند با کشف قواعد و الگوهای پنهان در اطلاعات تخصیص‌یافته به سطوح اعتباری، ویژگی‌های هر سطح را بیان کنند. شیوه‌های خوشه‌بندی نیز با تعیین ویژگی‌های خوشه‌های تولیدی، حدود امتیازی معیارهای مختلف در هر یک از سطوح اعتباری را مشخص می‌کنند.

برای انجام این گام از مدل، کلیه متغیرهای متناظر با معیارهای انتخابی به‌عنوان متغیرهای ورودی و متغیر سطح اعتباری به‌عنوان متغیر خروجی مورد استفاده قرار گرفتند. متغیر سطح اعتباری در الگوریتم‌های خوشه‌بندی که نیاز به تعریف متغیر هدف نداشتند، به‌عنوان یکی از متغیرهای ورودی مورد استفاده قرار گرفت.

است. پشتیبانی به معنای تعداد (درصد) مواردی است که شرط اگر در مجموعه داده‌های بانک اطلاعاتی برقرار است. اطمینان نیز به معنای درصد مواردی (در بین زیرمجموعه رکوردهایی که طرف اول برقرار است) از رکوردهای داده است که، طرف دوم رابطه نیز برقرار باشد. هرچه میزان پشتیبانی یک قاعده بیشتر باشد، بدان معناست که شرط اگر آن قاعده زیر مجموعه بزرگ‌تری از بانک اطلاعاتی را پوشش می‌دهد. زیاد بودن درصد اطمینان نیز بدان معناست که قاعده‌ی ارائه شده در بخش زیادی از زیرمجموعه شامل شرط اگر برقرار است.

نکته‌ی قابل ملاحظه در مجموعه قواعد تولیدی آن است که تنها الگوریتم Apriori قواعدی از جنس تساوی ارائه داده است.

در نتیجه‌ی اجرای این گام از مدل، خوشه‌های متعددی تولید شد. در این بین، الگوریتم k-means نتایج بهتری را ارائه داد. شکل ۳ یکی از خوشه‌های تولیدی این الگوریتم را نشان می‌دهد.

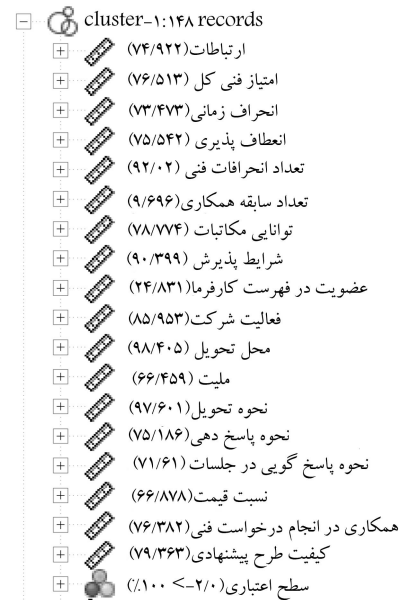
همچنین علاوه بر خوشه‌های تولیدی، مجموعه قواعد گسترده‌ی روابط و الگوهای میان متغیرهای ورودی و متغیر سطح اعتباری ایجاد شد. جدول ۵ برخی از قواعد تولیدی توسط این الگوریتم‌ها را نشان می‌دهد.

در این جدول مفاهیم جدیدی تحت عنوان پشتیبانی و اطمینان مطرح شده

۵. ارزیابی نتایج شیوه‌های داده‌کاوی

برای ارزیابی عملکرد شیوه‌های داده‌کاوی از مجموعه داده‌های مستقل آموزشی و آزمایشی استفاده شده است. همچنین برای ارزیابی همزمان عملکرد الگوریتم‌های مورد استفاده شاخص‌های مدت زمان محاسبات و کم‌ترین میزان خطای مدل (کم‌ترین انحراف معیار مدل) در مجموعه داده‌های آموزشی و آزمایشی مد نظر قرار گرفته است. لازم به ذکر است که دلیل مقایسه‌ی بیشترین انحراف معیار برخی از الگوریتم‌ها به عنوان شاخص عملکردی، عدم توانایی نرم‌افزار مورد استفاده (spss clementine) در محاسبه‌ی میزان خطای مدل آن الگوریتم‌هاست. در جدول ۶ نتایج مقایسه‌ی عملکرد الگوریتم‌های مختلف ارائه شده است.

از مقایسه‌ی عملکرد این الگوریتم‌ها می‌توان نتیجه گرفت که سریع‌ترین نتایج را الگوریتم k-means در مدت زمان ۱۱/۰ ثانیه ارائه داده است. همچنین در میان الگوریتم‌های مورد بررسی، کم‌ترین انحراف معیار (کم‌ترین خطای مدل) را الگوریتم Apriori ارائه داده است که دلیل آن ارائه‌ی مجموعه قواعدی از جنس تساوی است.



شکل ۳. یکی از خوشه‌های تولیدی الگوریتم k-means.

جدول ۵. برخی از قواعد تولیدی الگوریتم‌های داده‌کاوی.

ردیف	الگوریتم	شرط (اگر)	نتیجه (آنگاه)	پشتیبانی (درصد)	اطمینان (درصد)
۱	CART	امتیاز محل تحویل < ۴۱/۵، درصد برنده شدن > ۶۳/۵ و امتیاز فنی کل < ۴۰/۶۸	سطح اعتباری = ۲	۵۷/۳	۹۴/۶
۲	QUEST	امتیاز محل تحویل > ۵۲، امتیاز فنی کل < ۱۳/۴۶ و امتیاز نسبت قیمت > ۴۶/۳	سطح اعتباری = ۳	۸/۱۵	۹۱/۲
۳	CHAID	< ۸۵/۷۷ امتیاز فنی کل < ۷۶/۱۷، امتیاز نحوه‌ی تحویل < ۷۹، درصد برنده شدن < ۴۵ و درصد عضویت در فهرست کارفرما < ۵	سطح اعتباری = ۱	۳/۰۶	۹۲/۳
۴	C5.0	امتیاز انحراف زمانی < ۳۵، امتیاز انعطاف‌پذیری < ۲۵، درصد برنده شدن > ۶۰ و همکاری در انجام خواسته‌های فنی > ۸۴	سطح اعتباری = ۲	۳۷/۴	۹۷/۴
۵	Apriori	امتیاز نحوه‌ی تحویل = ۱۰، امتیاز سابقه همکاری = ۵، امتیاز محل تحویل = ۱۰ و درصد عضویت در فهرست کارفرما = ۰	سطح اعتباری = ۲	۱۱/۷۵	۹۱/۸
۶	GRI	امتیاز انحراف زمانی < ۴۹، امتیاز فنی کل < ۸۵، امتیاز تعداد انحرافات فنی < ۸۵/۵ و درصد عضویت در فهرست کارفرما > ۵۷	سطح اعتباری = ۲	۲۹/۹۸	۹۶

جدول ۶. مقایسه‌ی عملکرد الگوریتم‌های داده‌کاوی.

نام الگوریتم	مدت محاسبه (ثانیه)	درصد خطای مدل در مجموعه		بیشترین انحراف معیار در مجموعه	
		آموزشی	آزمایشی	آموزشی	آزمایشی
k-means	۰٫۱۱	—	—	۰٫۳۲۷	۰٫۰۰۰
two-step	۰٫۸۸	—	—	۰٫۵۰۱	۰٫۵۱۹
kohonen	۰٫۳۹	—	—	۱٫۰۱۰	۱٫۱۶۷
CART	۲٫۶۱	٪۶٫۱۶	٪۶٫۶۷	—	—
QUEST	۰٫۴۷	٪۸٫۱۷	٪۶٫۴۵	—	—
CHAID	۱٫۱۳	٪۷٫۵۶	٪۶٫۶۷	—	—
C _{5.0}	۰٫۲۵	٪۳٫۶۷	٪۷٫۹۴	—	—
Apriori	۲٫۳۹	—	—	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
GRI	۶۰٫۸۸	—	—	۰٫۲۱۱	۰٫۱۸۶

تأمین‌کنندگان، زمینه‌ی مورد مطالعه بیان شد. پس از مروری بر ادبیات ارزیابی تأمین‌کنندگان به شیوه‌های داده‌کاوی مورد استفاده در این مقاله اشاره شد. سپس مدلی ترکیبی برای تعیین ویژگی‌های سطوح اعتباری ارائه شد و گام‌های آن در قالب مطالعه‌ی موردی شرح داده شد. در گام بعدی، عملکرد الگوریتم‌های داده‌کاوی مورد استفاده در تعیین ویژگی‌های سطوح اعتباری مورد ارزیابی قرار گرفت و بهترین الگوریتم مورد استفاده در مدل شناسایی شد. در انتها با جمع‌بندی این مطالعه‌ی تحقیقاتی، می‌توان به نتایج زیر اشاره کرد:

— با بررسی‌های انجام‌شده درخصوص شیوه‌های داده‌کاوی مشخص شد که برای تعیین ویژگی‌های مهم و تأثیرگذار بر انتخاب تأمین‌کنندگان، شیوه‌ی شبکه‌های عصبی دقیق‌ترین و ساده‌ترین نمایش خروجی را ارائه می‌دهد.

— از نظر مدت زمان محاسبات، الگوریتم k-means بهترین عملکرد را در حوزه‌ی ارزیابی تأمین‌کنندگان ارائه می‌دهد.

— اتخاذ شاخص‌های متعدد و ترکیب آن‌ها برای تعیین ضرایب معیارها ممکن است به ارائه‌ی ضرایب کارا تر و نتایج بهتر در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان بینجامد.

همچنین با تحلیل‌های انجام‌شده در حین انجام این مطالعه تحقیقاتی، می‌توان نتایج زیر را به تمامی مدل‌های داده‌کاوی تعمیم داد:

— در صورتی که تنظیمات مدل داده‌کاوی مناسب باشد، تمامی الگوریتم‌های داده‌کاوی نتایجی با خطای کم (انحراف معیار کم) ارائه می‌دهند.

— استفاده از شیوه‌های داده‌کاوی برای حذف معیارهایی که بر متغیر هدف تأثیر کمی دارند، موجب می‌شود که نتایج مدل با دقت بیشتری ارائه شوند.

در پایان پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی استفاده از شیوه‌های داده‌کاوی در تعیین سفارشات می‌تواند هم‌زمان انجام شوند، مد نظر قرار بگیرد.

عملکرد الگوریتم‌های کلاس‌بندی نیز بسیار خوب بوده و همگی خطایی کم‌تر از ۹٪ را ارائه داده‌اند که این بدان معناست که با اطمینان بیش از ۹۰ درصد قواعد تولیدی این الگوریتم‌ها صحیح است. به غیر از دو الگوریتم kohonen و two-step سایر الگوریتم‌ها دارای انحراف معیار (خطای مدل) کمی هستند و استفاده از نتایج همه‌ی آن‌ها دارای اطمینان بالایی خواهد بود.

۶. نتیجه‌گیری

در این مطالعه‌ی تحقیقاتی، پس از اشاره‌ی مختصر به دلایل اهمیت ارزیابی

منابع (References)

- Sung, H.H. and Ramayya, K. "A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain", *Expert Systems with Applications*, **34**, pp. 1303-1311 (2008).
- Gye Hang, H.; Sang, C.P.; Dong, S.J. and Hyung, M.R. "An effective supplier selection method for constructing a competitive supply relation- ship", *Expert Systems with Applications*, **28**, pp. 629-639 (2005).
- Gye Hang, H. and Sung, H.H. "Evaluating supply partner's capability for seasonal products using machine learning techniques", *Computers & Industrial Engineering*, **54**, pp. 721-736 (2008).
- Sonmez, M. "A review and critique of supplier selection process and practices", *Business school papers series*, **1**, Lough borough University, (2006)
- Larose Daniel, T., *Discovering Knowledge in Data an Introduction to Data Mining*, John Wiley & sons Inc. (2005).
- Kantardzic, M., *Data Mining: Concepts, Models, Methods and Algorithms*, John Wiley & sons Inc. (2003).
- Asghar Pour, M.J., *Multiple Decision- Making*, Tehran University, Tehran, Iran (1999).