



اولویت بندی تأمین کنندگان به کمک تصمیم گیری گروهی و تعیین برنامه بهینه خرید (مطالعه موردی: شرکت ایساکو)

سالمه قاسم پور فارسانی (نویسنده مسؤول)

کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

Email: gh.farsani.s@gmail.com

علیرضا رشیدی کمیجان

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فیروزکوه، گروه مهندسی صنایع، فیروزکوه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۰ * تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۱۵

چکیده

مدیریت زنجیره تأمین از مباحث جدید در حوزه مدیریت صنعتی می باشند. در محیط کسب و کار در حال تغییر امروز، ارتباط بین بخش های مختلف زنجیره تأمین از اهمیت ویژه ای برخوردار است. یکی از مهمترین این بخش ها، بخش خرید و تأمین مواد می باشد، زیرا قسمت عمده ای از هزینه نهایی تولید یک محصول را هزینه خرید مواد اولیه تشکیل خواهد داد. انتخاب صحیح تأمین کنندگان، ضمن کاهش هزینه های خرید رقابت پذیری شرکت را افزایش می دهد. علاوه بر این یکی از مهم ترین تصمیماتی که می بایست در کنار انتخاب تأمین کننده در نظر گرفته شود، تعیین میزان خرید از هر تأمین کننده است. با توجه به اینکه خودرو از هزاران قطعه تشکیل می شود، این امر در صنعت خودرو از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این مقاله ابتدا با بکارگیری تکنیک هایی از تصمیم گیری گروهی چند شاخصه، به شناسایی معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین کنندگان شرکت ایساکو پرداخته و سپس تأمین کنندگان اقلام مصرفی این شرکت را اولویت بندی می نماییم. در نهایت نیز با استفاده از یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط، برنامه بهینه خرید را مشخص خواهیم نمود. نتایج این تحقیق که بیانگر برترین تأمین کنندگان اقلام مصرفی و مقدار بهینه خرید است به مدیریت بهتر تأمین کنندگان این اقلام توسط ایساکو کمک خواهد کرد. برای مثال ما نشان می دهیم که یک تأمین کننده در خرید اکثر اقلام مصرفی اولویت دارد و یا تأمین کننده ای دیگر برای هیچ خریدی مناسب نیست.

کلمات کلیدی: انتخاب تأمین کنندگان، تصمیم گیری گروهی چندشاخصه، مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط.

۱- مقدمه

یک جنبه مهم از مدیریت زنجیره تأمین، انتخاب و مدیریت تأمین کنندگان می باشد. با توجه به این که حدود ۶۰ درصد از درآمد شرکتها به خرید مواد و قطعات اختصاص می یابد لذا بخش خرید ناحیه بالقوه ای جهت صرفه جویی در هزینه هاست و از طریق تمرکز بر خرید و مدیریت انتخاب تأمین کنندگان، می توان به منابعی در کیفیت و تکنولوژی علاوه بر هزینه دست یافت (Monczka et al., 1998). البته موفقیت در تأمین، با انتخاب صحیح تأمین کنندگان آغاز می شود اما پس از آن به نحوه اداره روابط با آنها نیز وابسته است.

همواره شش تصمیم اصلی در فرایند خرید اتخاذ می گردد: تولید یا خرید، انتخاب تأمین کنندگان، مذاکرات برای انجام قرارداد، طراحی مشارکت، خرید و بررسی مستمر منابع (Aissaoui et al., 2007). کارشناسان معتقدند که انتخاب تأمین کنندگان یکی از مهم ترین تصمیمات و فعالیت های دایمی در بخش خرید است. دلیل آن تاثیر کلیدی تأمین کنندگان بر روی هزینه، کیفیت، به موقع رسیدن کالا و سطح خدمت ارائه شده و مواردی از این قبیل می باشد. به همین دلیل امروزه حتی بیشتر متخصصان به این باور رسیده اند که انتخاب تأمین کنندگان مهمترین فعالیت در حلقه های بالایی زنجیره تأمین می باشد (Xia & Wu, 2007). باید در نظر داشت که برای تدوین هر برنامه مدیریتی، نیاز به معیارها و تصمیم گیری هایی وجود دارد و موضوع انتخاب تأمین کنندگان نیز از این قانون مستثنی نیست. انتخاب تأمین کنندگان یک مسأله تصمیم گیری چند معیاره حایز اهمیت است که گاهی حتی چندین معیار متضاد دارد (Amid et al., 2006). از طرف دیگر با توجه به سرعت و حجم اطلاعات و چالشها و مشکلات پیش روی سازمان ها، داشتن معیارهایی مناسب بیش از پیش ضروری به نظر می رسد. به طور سنتی تأمین کنندگان فقط بر اساس معیارهای کیفیت، قابلیت اطمینان، سرعت تحویل و قیمت ارزیابی می شدند اما هنگامی که روابط بین خریدار و تأمین کننده نزدیک تر و طولانی تر شدند، تعداد معیارهای انتخاب تأمین کننده افزایش یافت (Dulmin et al., 2003). البته علاوه بر تنوع معیارها، افزایش منابع تأمین کننده، جهانی شدن تجارت، بهبود روش های تصمیم گیری و... نیز تاثیر فراوانی بر پیچیدگی انتخاب تأمین کنندگان دارد (De Boer et al, 2001).

از دهه ۱۹۶۰ تا به حال تحقیقات مختلفی در زمینه انتخاب تأمین کنندگان صورت گرفته است که هر یک معیارهای مختلفی را در نظر گرفته اند. دیکسون یکی از اولین کسانی است که در سال ۱۹۶۶ در زمینه معیارهای انتخاب تأمین کنندگان به مطالعه پرداخته است. او ۲۳ معیار مختلف را، بر اساس ۲۷۳ پرسشنامه ارسالی به مدیران شرکت ها و عاملین فروش در آمریکا، برای انتخاب تأمین کننده شناسایی کرد که این معیارها در ۲۳ سطر نخست جدول (۱) نشان داده شده اند (Dickson, 1966). در سال های بعد از آن تحقیقات مختلفی در دنیا صورت گرفت که از اهمیت چندانی برخوردار نبودند زیرا کمتر کسی به بیان معیارها به صورت مشخص و واضح پرداخته بود و اکثر کارهای انجام شده بیشتر حالت مفهومی داشتند؛ در اینجا به برخی از مهمترین آنها اشاره خواهیم کرد و سپس نگاهی جامع به معیارهای بکار رفته در مقالات گوناگون خواهیم انداخت.

وبر و همکارانش در سال ۱۹۹۱ به بازبینی مقاله دیکسون و بررسی و طبقه بندی مقالات نوشته شده از سال ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۱ پرداختند و بعد از بررسی ۷۴ مقاله نشان دادند که قیمت، تحویل، کیفیت و ظرفیت تولید، معیارهایی هستند که بیش از سایر معیارها مورد توجه قرار گرفته اند (Weber et al., 1991). لازم به ذکر است که تحقیقات وبر و همکارانش از اهمیت مقاله دیکسون نگاهید و تا سال ۲۰۱۲ حدود ۳۳۹ مقاله به ثبت رسیده اند که از مقاله دیکسون و معیارهای آن به عنوان مرجع استفاده کرده اند. در سال ۲۰۰۰ پترونی و براگلیا چند معیار جدید را به معیارهای قبلی اضافه کردند. توانایی مدیریت، ظرفیت تولید و انعطاف پذیری، توانایی تکنولوژیکی و طراحی، ثبات مالی، تجربه و موقعیت جغرافیایی این معیارها بودند. هدف از گسترش این معیارها توجه به یکپارچه سازی تأمین کنندگان بادوام و همچنین ارائه چارچوب جدیدی در مدیریت زنجیره تأمین یکپارچه^۱ بود (Petroni & Braglia, 2000). جدول شماره (۱)، به طور جامع معیارهایی که بیشترین میزان تکرار در مقالات موجود در زمینه انتخاب تأمین کنندگان داشته اند را به ما نشان می دهد (Thiruchelvam & Tookey, 2011).

¹ Integrated Supply Chain Management

جدول شماره (۱): مقایسه بکارگیری معیارها در مقالات

۱۰۸	۳۷	۳۱	۴۰	کیفیت	۱.
۱۱۱	۳۶	۳۰	۴۵	تحويل	۲.
۲۱	۱۰	۴	۷	تاریخچه عملکرد	۳.
۶	۵	۰	۱	گزاراتی و سیاست های کلیم	۴.
۵۵	۲۰	۱۰	۲۵	امکانات تولید و ظرفیت	۵.
۱۱۸	۳۷	۲۶	۵۵	قیمت	۶.
۵۴	۲۴	۱۱	۱۹	توانایی فنی	۷.
۳۲	۱۷	۷	۸	موقعیت مالی	۸.
۴	۰	۲	۲	پیروی از رویه ها	۹.
۱۴	۷	۴	۳	سیستم ارتباطی	۱۰.
۱۸	۸	۱	۹	شهرت و موقعیت در صنعت	۱۱.
۴	۲	۰	۲	تمایل به کسب و کار	۱۲.
۳۹	۲۲	۷	۱۰	مدیریت و سازمان	۱۳.
۵	۰	۰	۵	کنترل عملیات	۱۴.
۲۹	۱۱	۱۱	۷	خدمات تعمیر	۱۵.
۲۰	۶	۵	۹	نگرش	۱۶.
۱۰	۴	۲	۴	تصویر	۱۷.
۹	۴	۰	۵	توانایی بسته بندی	۱۸.
۱۰	۶	۱	۳	سابقه روابط کاری	۱۹.
۲۹	۱۲	۲	۱۵	موقعیت جغرافیایی	۲۰.
۳	۲	۰	۱	تعداد کسب و کار قبلی	۲۱.
۳	۰	۰	۳	اهداف آموزشی	۲۲.
۵	۰	۲	۳	مقدمات دوجانبه	۲۳.
۱۱	۱۱	۰	۰	قابلیت اطمینان	۲۴.
۱۹	۱۹	۰	۰	انعطاف پذیری	۲۵.
۱۲	۱۲	۰	۰	بهبود فرایند	۲۶.
۱۹	۱۹	۰	۰	توسعه محصول	۲۷.
۹	۹	۰	۰	مسئولیت اجتماعی و زیست محیطی	۲۸.
۴	۴	۰	۰	امنیت و سلامت شغلی	۲۹.
۵	۵	۰	۰	درستی و کمال (Integrity)	۳۰.
۴	۴	۰	۰	حرفه ای بودن	۳۱.
۵	۵	۰	۰	تولید بهنگام (JIT)	۳۲.
۹	۹	۰	۰	تعهد	۳۳.
۱	۱	۰	۰	موقعیت اقتصادی	۳۴.
۴	۴	۰	۰	روابط بلند مدت	۳۵.
۲	۲	۰	۰	موقعیت سیاسی	۳۶.

با بررسی مقالات گوناگون در دهه اخیر می توان به این موضوع پی برد که معیارهای به کار برده شده توسط اشخاص گوناگون شباهت بیشتری با مقالات قبل خود دارند و لذا می توان گفت تعیین معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین کنندگان تا حدی اشباع

شده است، که البته این موضوع از اهمیت انتخاب تأمین کنندگان نمی‌کاهد. در واقع تفاوت مقالات جدید با مقالات گذشته در این است که امروزه بیشتر محققین قسمت اعظم توجه خود را از تعیین معیارهای انتخاب برداشته و به انتخاب تأمین کنندگان در محیطی به خصوص (مثلا در محیط JIT) یا در شرکتی خاص و یا بررسی تکنیکی برای تصمیم‌گیری معطوف کرده‌اند.

مسئله انتخاب تأمین‌کننده در سیستم زنجیره تأمین یک ترکیب تصمیم‌گیری گروهی از چندین معیار و با قسمت‌های مختلف عدم اطمینان می‌باشد (Chen et al., 2006). از این رو یکی از مسایل تصمیم‌گیری چند شاخصه ای می‌باشد که نیازمند روشی برای حل است. علم تحقیق در عملیات، روش‌های کمی متعددی را برای حل این قبیل مسایل توسعه داده است که از جمله می‌توان به تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه اشاره کرد. البته در شرایطی که گروهی از افراد می‌خواهند درباره موضوعی تصمیم‌گیری نمایند و معیارهای تصمیم‌گیری نیز هم کیفی و هم کمی باشند، مدل‌های تصمیم‌گیری گروهی چندشاخصه بکار می‌روند لذا در این تحقیق نیز ما از این روش برای انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده نموده ایم و در واقع پس از کسب نظر خبرگان، از روش تصمیم‌گیری گروهی با استفاده از مقایسات زوجی برای تعیین اهمیت معیارها و هم‌چنین روش توافق گروهی برای انتخاب نهایی تأمین‌کنندگان بهره‌جسته ایم^۲ (Asgharpour, 2010).

البته متخصصان به این نتیجه رسیده‌اند که یک بهترین راه برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان وجود ندارد از این رو محققین از تکنیک‌های گوناگونی استفاده می‌کنند. برای مثال قدسی پور و ابراین در سال ۲۰۰۱، یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط و غیر خطی را برای حل مسایل چند منبعی و با وجود محدودیت ظرفیت تأمین‌کنندگان توسعه دادند و تلاش کردند تا کل هزینه‌های لجستیک را با توجه به قیمت خالص و هزینه‌های مختلف و با در نظر گرفتن محدودیت‌های بودجه، کیفیت و سطح خدمت حداقل کنند (Ghodspour & O'Brien, 2001) و یا چان و چان در سال ۲۰۰۴ مدلی را بر اساس فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و با توجه به اصول سیستم مدیریت کیفیت برای انتخاب تأمین‌کنندگان ارائه کردند. آنها مطالعات خود را در صنعت تکنولوژی پیشرفته انجام دادند و معتقدند مدل ارائه شده توسط آنها نه تنها چارچوبی برای انتخاب تأمین‌کنندگان در شرکت ایجاد می‌کند بلکه استراتژی شرکت را در مقابل آنها بهبود می‌بخشد (Chan & Chan, 2004). تحقیقاتی نیز در داخل کشور و به خصوص در سال‌های اخیر در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان صورت گرفته است برای مثال کریمی رزکانی در سال ۱۳۹۰ در تحقیقی ضمن شناسایی شاخص‌های انتخاب تأمین‌کنندگان قطعات مجتمع تولیدی تحقیقاتی ایران فریمکو، به رتبه‌بندی آنها با روش‌های بردا، کاپلند و میانگین‌گیری پرداخته و نتایج را باهم مقایسه کرده است.

توسلی نیز در تحقیقی در سال ۱۳۸۹ با استفاده از نظرات متخصصان شاخص‌های انتخاب تأمین‌کنندگان ماده خاصی در شرکت گلرنگ را مورد ارزیابی قرار داده، با روش تاپسیس به اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان پرداخته و در نهایت با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی میزان خرید از هر تأمین‌کننده را نیز مشخص کرده است. در تحقیق دیگری که توسط رزمی و بامداد در سال ۱۳۸۳ تهیه شده است، محققین از روش تحلیل اکتشافی داده‌ها برای ارزیابی تأمین‌کنندگان، استفاده کرده‌اند.

از آنجا که گوناگونی روش‌های انتخاب تأمین‌کنندگان بسیار بوده لذا به آنها نیز به طور جامع اشاره ای می‌نماییم. بر اساس جدیدترین مقاله ارائه شده در این زمینه که در سال ۲۰۱۰ توسط هو و همکارانش و با بررسی ۷۸ مقاله مختلف ارائه شده است، می‌توان گفت به طور کلی دو دسته تکنیک انتخاب تأمین‌کنندگان وجود دارد. اولین دسته تحت عنوان رویکردهای تکی به کار رفته است که شامل تحلیل پوششی داده‌ها، برنامه‌ریزی ریاضی، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، تئوری مجموعه‌فازی و مواردی از این قبیل می‌باشد. دسته دوم رویکردهای ادغامی هستند که از ترکیب دو یا چند رویکرد تکی حاصل می‌شوند و در واقع محقق به طور همزمان دو یا چند رویکرد را برای انتخاب تأمین‌کنندگان بکار برده است (Ho et al., 2010). لازم به ذکر است که هنگام مطالعه مقالات تهیه شده توسط محققین گوناگون با موردی مواجهه نشدیم که از تکنیک تصمیم‌گیری گروهی چند شاخصه با توافق گروهی و مقایسات زوجی بطور همزمان برای انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده کرده باشد.

شرکت ایساکو که مجری تأمین قطعات یدکی و خدمات پس از فروش شرکت ایران خودرو (بزرگترین شرکت خودروسازی کشور) می‌باشد، بدون داشتن تأمین‌کنندگان مناسب نمی‌تواند وظیفه خود را به خوبی انجام دهد؛ در نتیجه انتخاب نادرست تأمین

^۲ هر دو روش نام برده از کتاب تصمیم‌گیری گروهی و نظریه بازی‌های اصغرپور استخراج شده و تشریح گام‌های این روش‌ها در کتاب مذکور موجود است.

کنندگان نه تنها باعث ناکارآمدی شرکت ایساکو می شود بلکه ممکن است در کار ایران خودرو نیز اختلال ایجاد کند، در حالی که انتخاب درست تأمین کنندگان و ایجاد روابط بلند مدت با آنها فرصتی را برای بهبود عملیات فراهم می سازد. بنابراین هدف اصلی تحقیق حاضر این است که با روش های تصمیم گیری گروهی و مدلسازی ریاضی، برای شرکت ایساکو روشی برای انتخاب تأمین کنندگان اقلام مصرفی ارائه کرده و مقدار بهینه خرید هر یک از محصولات از هر تأمین کننده را نیز مشخص نمود. استفاده صرف از مدلسازی تنها یک فاکتور را در هدف (مانند هزینه یا...) در نظر می گیرد و اگر بخواهیم تمام فاکتورها لحاظ شوند مسأله چند هدفه خواهد شد؛ اما نوآوری این تحقیق، علاوه بر استفاده همزمان تصمیم گیری گروهی چند شاخصه در دو روش توافق گروهی و مقایسات زوجی، این است که بجای چند هدفه کردن مسأله، فاکتورهای مورد نظر در قالب مسأله تصمیم گیری چند شاخصه لحاظ می شوند و خروجی حاصل از آن وارد یک مدل تک هدفه می گردد.

۲- مواد و روشها

تا به حال مدل های مختلفی برای انتخاب تأمین کنندگان و تعیین میزان خرید از آنها پیشنهاد شده است، اما همانطور که گفته شد در تحقیق حاضر اولویت بندی با تکنیک های تصمیم گیری گروهی چند شاخصه با امتیازدهی و استفاده از ابزار پرسشنامه صورت گرفته و میزان بهینه خرید نیز با برنامه ریزی خطی عدد صحیح مختلط^۳ و به کمک نرم افزار گمز^۴ مشخص می شود. با توجه به اهداف اصلی و چگونگی جمع آوری داده ها، این تحقیق از نوع کاربردی و پیمایشی می باشد. با توجه به اقدامات نهایی، تحلیل این تحقیق با روش ریاضی صورت خواهد گرفت و نیازی به فرضیه سازی و نمونه گیری ندارد زیرا به دنبال تعمیم نتایج جامعه به نمونه نیستیم. برای گردآوری اطلاعات از هر دو روش کتابخانه ای و استفاده شده و پس از آشنایی با شرکت ایساکو و تأمین کنندگان آن و همچنین مطالعه ادبیات موضوع اقدامات زیر صورت گرفته است:

الف) انتخاب اولیه تأمین کنندگان- شرکت ایساکو به دلیل گستردگی طیف وسیع قطعات و لوازم خودرو با تعداد بسیاری از تأمین کنندگان سروکار دارد لذا می بایست برای کاربردی نمودن نتایج تحقیق حیطة انجام کار را کوچک تر می کردیم. بنابراین با توجه به توصیه کارشناسان شرکت (بر اساس برنامه های جدید شرکت در جهت تصرف بازار اقلام مصرفی) و همچنین با در نظر گرفتن اطلاعات گذشته شرکت، پنج تأمین کننده ای که بیش از ۸۰ درصد تأمین داخلی اقلام مصرفی این شرکت را به خود اختصاص می دهند، با توجه به اصل پاره تو، به عنوان تأمین کنندگان مورد بررسی انتخاب شدند.

ب) تعیین معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین کنندگان- پس از بررسی معیارهای ارائه شده توسط سایر محققین مشخص شد که معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین کنندگان در هر صنعت و شرکت متفاوت است، لذا با توزیع پرسشنامه ای در شرکت ایساکو از ۱۵ تن از کارشناسان معاونت خرید(خبرگان) خواسته شد که با توجه به تجربه خود معیارهایی را که در انتخاب مؤثر است بدون محدودیت بیان کنند. تجزیه و تحلیل نتایج پرسشنامه ها بیانگر وجود ۱۵ معیار حایز اهمیت بود. البته برخی از معیارهای ذکر شده با یک دیگر هم پوشانی داشتند و لذا به عنوان یک معیار در نظر گرفته شدند. برای مثال خبرگان به گاراتی، تعمیرات و کلیم به طور جداگانه اشاره کردند و ما همه آنها را به عنوان خدمات پس از فروش در نظر گرفتیم.

ج) تعیین اهمیت معیارها- بعد از تعیین ۱۵ معیار مؤثر، نوبت به تعیین وزن هر معیار می رسید. برای این منظور، پرسشنامه دوم طراحی و توزیع شد که حاوی جدولی با ۱۵ سطر و ۱۵ ستون (شامل معیارها) بوده و به مقایسه معیارها به صورت دو به دو می پرداخت. نظرات ارائه شده توسط خبرگان و اهمیتی که برای هر معیار در مقایسه با سایر معیارها مشخص نمودند منجر به ساخت ماتریس تصمیم گیری گروهی شد که میزان ارجحیت هر معیار را نسبت به سایرین مشخص می کرد. سپس این ماتریس با تکنیک تصمیم گیری گروهی با استفاده از مقایسات زوجی(از تکنیک های تصمیمات چند شاخصه گروهی) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و اوزان هر یک از معیارها با روش بردار ویژه مشخص شد.

³ Mixed Integer Linear Programming (MILP)

⁴ GAMS

^۵ پرسشنامه های این تحقیق روایی محتوایی دارند. در واقع با توجه به اینکه پرسشنامه نخست این تحقیق باز می باشد و گزینه ای ندارد که ایجاد کشش کند، پایایی دارد. پرسشنامه دوم نیز از مقایسه دو به دو معیارها استفاده کرده لذا پایایی لازم را داراست، اما پرسشنامه سوم نیازمند محاسبه پایایی است که برای این منظور از روش آلفای کرونباخ و نرم افزار SPSS استفاده شد و آلفای کرونباخ چهار پرسشنامه سوم عبارت شدند از: روغن موتور: ۰.۷۴۴، ضدیخ: ۰.۷۳۴، روغن دنده: ۰.۷۶۰، روغن هیدرولیک: ۰.۷۶۷.

د) انتخاب نهایی تأمین کنندگان - پس از تعیین وزن معیارها می بایست گزینه ها را بر اساس محصولات بررسی می کرد، لذا پرسشنامه سوم نیز طراحی و توزیع شد. در این پرسشنامه برای هر محصول جدولی با ۱۵ سطر شامل معیارها و پنج ستون شامل تأمین کنندگان در نظر گرفته شده و از خبرگان خواسته شد تا با توجه به مقیاس پنج فاصله ای لیکرت به هر یک از تأمین کنندگان امتیازی بدهند. سپس با استفاده از امتیازات داده شده و بکارگیری تکنیک روش توافق گروهی با استفاده از امتیازدهی (از تکنیک های تصمیمات چند شاخصه گروهی) وزن هر یک از تأمین کنندگان در ازای هر محصول محاسبه شد. ه) ارایه مدل تعیین میزان بهینه خرید - در آخرین مرحله با توجه به اطلاعات شرکت ایساکو، متغیرها، تابع هدف و محدودیتها مشخص شده و وارد نرم افزار گمز شدند که نتیجه حاصل از حل این مدل، بیانگر میزان بهینه خرید بود. در واقع در این مرحله خروجی حاصل از مسأله تصمیم گیری (وزن تأمین کنندگان) به عنوان ضریب متغیرها وارد تابع هدف شد تا مقدار بهینه خرید از هر تأمین کننده در ازای هر محصول مشخص شود.

۳- نتایج و بحث

در این بخش به تفصیل به بررسی هر یک از اقدامات انجام گرفته که در بخش روش شناسی ذکر شد، می پردازیم:

الف) انتخاب اولیه تأمین کنندگان - پیش از بررسی چگونگی انتخاب اولیه تأمین کنندگان و برای درک بهتر مطالب، در این جا لازم است به شرکت ایساکو که محل مطالعه موردی تحقیق حاضر می باشد، اشاره ای شود. شرکت تهیه و توزیع قطعات و لوازم یدکی ایران خودرو (ایساکو) در سال ۱۳۵۶ در قالب شرکت سهامی خاص و با هدف خرید و فروش، صادرات و واردات انواع خودرو و همچنین تهیه و توزیع، صادرات و واردات قطعات و لوازم یدکی خودروهای مختلف تاسیس شده است و در حال حاضر به عنوان بزرگترین شرکت خدمات پس از فروش خودرو به فعالیت خود ادامه می دهد. موقعیت شرکت ایساکو را می توان به واسطه ای تشبیه نمود که از تأمین کنندگان، قطعات و لوازم یدکی محصولات ایران خودرو را تهیه می کند و سپس آنها را در میان مشتریان خود (نمایندگان و فروشگاه های مجاز ایساکو) توزیع می کند. همانطور که در قسمت قبل گفته شد برای کاربردی نمودن نتایج تحقیق می بایست حیطه انجام تحقیقات را کوچکتر کرده و از میان قطعات مختلف و هزاران تأمین کننده شرکت ایساکو تعدادی را انتخاب می نمودیم. لذا با توجه به اهمیت اقلام مصرفی در ایساکو (به دلیل پرمصرف بودن، سودآور بودن و...)، سیاست های سال ۱۳۹۱ این شرکت و همچنین با در نظر گرفتن اطلاعات خرید و فروش سال ۱۳۹۰ آن، چهار محصول روغن موتور، ضدیخ، روغن گیربکس (دنده) و روغن هیدرولیک فرمان به عنوان محصولات مورد بررسی در این تحقیق انتخاب شده و شرکت های نفت پارس، بهتوتال، نفت سپاهان، ایرانول و نفت ری سان نیز به عنوان پنج تأمین کننده منتخب مورد بررسی قرار گرفتند، زیرا که بیش از ۸۰ درصد اقلام مذکور در سال گذشته از این پنج تأمین کننده خریداری شده بود.

ب) تعیین معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین کنندگان با توزیع پرسشنامه اول در ایساکو - در این مرحله با طراحی پرسشنامه اول (پرسشنامه باز) و توزیع آن در بخش خرید شرکت ایساکو، از ۱۵ تن از کارشناسان که صلاحیت لازم را داشته و مایل به همکاری نیز بودند، خواسته شد بدون محدودیت معیارهایی که به نظر آنها در انتخاب تأمین کننده مؤثر است را بیان کنند. پس از استخراج نتایج پرسشنامه ها، معیارهای زیر به عنوان معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین کنندگان شرکت ایساکو مشخص شدند که تأمین کنندگان می بایست آنها را لحاظ کنند: ۱- قیمت: ارایه قیمت مناسب و رقابتی (لازم به ذکر است ماهیت این معیار تنها به مقدار قیمت اشاره نمی کند لذا این معیار هم کیفی بوده و هم در محاسبات مثبت در نظر گرفته می شود). ۲- مسایل کیفی: داشتن الزامات کیفی ایساکو، استانداردها و تاییدیه واحد مهندسی ایساکو. ۳- مسایل فنی: داشتن الزامات فنی ایساکو، خط تولید مناسب و قابل بررسی. ۴- توانایی مالی: انجام تعهدات و عقد قرارداد بلندمدت. ۵- خدمات پس از فروش: ارایه گارانتی، تعمیرات و کلیم. ۶- سابقه و تجربه: داشتن برند معتبر و سابقه خوب در بازار مصرف. ۷- مسایل مدیریتی: پرسنل مجرب و انسجام در سازمان. ۸- تکنولوژی و ظرفیت تولید: به کارگیری امکانات پیشرفته و به روز دنیا و ظرفیت بالای تولید. ۹- مسایل ارتباطی: قابل اعتماد

^۶ کلیم بیانگر این است که طبق قرارداد خرید شرکت ایساکو با تأمین کنندگان، چنانچه محصولی معیوب باشد (برای مثال ترکیدگی در ظروف روغن و...) شرکت تأمین کننده می بایست آنرا تحویل گرفته و محصول سالم جایگزین آن کند.

بودن، انعطاف پذیری و حسن برخورد در روابط با شرکت ایساکو. ۱۰- قابلیت دسترسی: نزدیکی جغرافیایی، در دسترس بودن و سرعت در تأمین نیاز فوری. ۱۱- تحویل: تحویل به موقع و بر اساس زمان بندی اعلام شده. ۱۲- بسته بندی و حمل: بسته بندی مطلوب اقلام و حمل مناسب آنها. ۱۳- همکاری در تبلیغات: ذکر نام و یا علامت ایساکو در تبلیغات شرکت تأمین کننده. ۱۴- معیار زیست محیطی^۷: داشتن استاندارد ISO 14001، استفاده از مواد خام دوستدار محیط زیست و یا داشتن برچسب زیست محیطی. ۱۵- حضور در زنجیره تأمین ایران خودرو: میزان ارایه قطعات به تأمین کنندگان ایران خودرو. جالب است که معیارهای ذکر شده توسط خبرگان بیش از ۷۰ درصد معیارهای موجود در ادبیات موضوع را پوشش می دهند.

ج) تعیین اهمیت معیارها با توزیع پرسشنامه دوم در ایساکو و به کارگیری تکنیک تصمیم گیری گروهی با استفاده از مقایسات زوجی- با توجه به نظرات خبرگان ۱۵ معیار مذکور باید برای انتخاب تأمین کنندگان در نظر گرفته شوند اما واضح است که اهمیت این معیارها هنگام تصمیم گیری با یکدیگر متفاوت می باشند. بنابراین با توجه به اینکه در این تحقیق می بایست تصمیم گیری به صورت گروهی صورت گیرد، پرسشنامه دوم طراحی و در شرکت ایساکو توزیع شد. در ادامه به بررسی گام های محاسبه وزن معیارها با روش تصمیم گیری گروهی با استفاده از مقایسات زوجی خواهیم پرداخت.

گام اول - محاسبه شدت ارجحیت نسبی معیارها: در پرسشنامه دوم از خبرگان خواسته شد با تکمیل جدول مشخص کنند که از بین هر دو معیار کدام یک برتری دارد. از تحلیل مقایسات صورت گرفته ماتریس تصمیم گیری گروهی زیر که میزان ارجحیت هر معیار را نسبت به سایر معیارها مشخص می کند، حاصل شد. در هر درایه (a_{ij}) از ماتریس، که محل تلاقی سطر (i) با ستون (j) است، عدد ذکر شده حاصل کسری می باشد که صورت آن بیانگر تعداد خبرگانی است که معیار موجود در سطر را از معیار موجود در ستون مهمتر می دانند و مخرج آن نیز عکس این موضوع را نشان می دهد. برای مثال در درایه $a_{۲۵} = ۲$ ، ده تن از خبرگان معتقد بودند که معیار مسایل کیفی از خدمات پس از فروش مهمتر می باشد در حالیکه پنج نفر دیگر خلاف این عقیده را داشتند.

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}
A_1	۱	۰/۴۶	۰/۸۸	۶/۵	۰/۵	۷/۵	۶/۵	۲/۷۵	۶/۵	۴	۷/۵	۲/۷۵	۶/۵	۷/۵	۲/۷۵
A_2	۲/۷۵	۱	۷/۵	۱۴	۲	۲	۱۴	۲/۷۵	۶/۵	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۴	۶/۵
A_3	۱/۴	۰/۶۷	۱	۴	۰/۶۷	۲/۷۵	۱۴	۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۲	۶/۵
A_4	۰/۸۵	۰/۰۷	۰/۲۵	۱	۰/۰۷	۰/۲۵	۲/۷۵	۰/۲۵	۷/۵	۱/۴	۰/۴۶	۱/۴	۷/۵	۰/۶۷	۰/۸۸
A_5	۲	۰/۵	۷/۵	۱۴	۱	۲	۱۴	۲	۶/۵	۴	۲/۷۵	۶/۵	۱۴	۷/۵	۴
A_6	۰/۶۷	۰/۵	۰/۴۶	۴	۰/۵	۱	۴	۱/۴	۶/۵	۴	۱/۴	۴	۶/۵	۱/۴	۲/۷۵
A_7	۰/۸۵	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۴۶	۰/۰۷	۰/۲۵	۱	۰/۸۵	۱/۴	۰/۸۸	۰/۸۵	۰/۶۷	۷/۵	۰/۵	۰/۶۷
A_8	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۲۵	۴	۰/۵	۰/۸۸	۶/۵	۱	۶/۵	۴	۱/۴	۲/۷۵	۶/۵	۱/۴	۴
A_9	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۰۷	۰/۶۷	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۸۵	۱	۰/۶۷	۰/۲۵	۰/۶۷	۴	۰/۶۷	۱/۴
A_{10}	۰/۲۵	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۸۸	۰/۲۵	۰/۲۵	۱/۴	۰/۲۵	۷/۵	۱	۰/۲۵	۷/۵	۲/۷۵	۰/۴۶	۱/۴
A_{11}	۰/۶۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۲/۷۵	۰/۴۶	۰/۸۸	۶/۵	۰/۸۸	۴	۴	۱	۴	۴	۰/۸۸	۲
A_{12}	۰/۴۶	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۸۸	۰/۸۵	۰/۲۵	۷/۵	۰/۴۶	۷/۵	۰/۶۷	۰/۲۵	۱	۲	۰/۵	۱/۴
A_{13}	۰/۸۵	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۶۷	۰/۰۷	۰/۸۵	۰/۶۷	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۴۶	۰/۲۵	۰/۵	۱	۰/۴۶	۰/۲۵
A_{14}	۰/۶۷	۰/۲۵	۰/۵	۷/۵	۰/۶۷	۰/۸۸	۲	۰/۸۸	۷/۵	۲/۷۵	۱/۴	۲	۲/۷۵	۱	۷/۵
A_{15}	۰/۴۶	۰/۸۵	۰/۸۵	۱/۴	۰/۲۵	۰/۴۶	۷/۵	۰/۲۵	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۵	۰/۸۸	۴	۰/۶۷	۱

^۷ یکی از مفاهیم جدید معرفی شده در حوزه حفاظت از محیط زیست می باشد که بیانگر فرایند رسمی معرفی و ادغام معیارهای زیست محیطی و توجه به فرایند خرید می باشد و امروزه با نام خرید سبز (Green Purchasing) نیز شناخته می شود.

گام دوم - محاسبه وزن معیارها با استفاده از تکنیک بردار ویژه: پس از محاسبه شدت ارجحیت نسبی، از تکنیک بردار ویژه برای محاسبه وزن معیارها استفاده می شود که شواهد تئوری نشان می دهد تکنیکی مناسب در تعیین اولویت معیارها یا گزینه های موجود است. در اینجا برای محاسبه وزن معیارها از روش توان افزایشی تکنیک بردار ویژه استفاده می کنیم. بررسی محاسبات صورت گرفته نشان می دهد که $W^5 = W^6$ می باشد، لذا دیگر لازم نیست مراحل توان افزایشی را ادامه دهیم و اعداد به دست آمده در مرحله پنجم توان افزایشی بیانگر وزن معیارها می باشند که این اوزان به صورت جدول شماره (۲) خواهند بود:

جدول شماره (۲): محاسبه وزن معیارها

قابلیت دسترسی	تجزیل	بسته بندی و حمل	همکاری در تبلیغات	معیارهای زیست محیطی	خسور در زنجیره تامین ایران	معیارهای زیست محیطی	معیارهای زیست محیطی	معیارهای زیست محیطی	معیارهای زیست محیطی	معیارهای زیست محیطی	معیارهای زیست محیطی	معیارهای زیست محیطی	معیارهای زیست محیطی	معیارهای زیست محیطی	معیارهای زیست محیطی
۰/۰۲۴۰	۰/۰۵۱۲	۰/۰۲۰۶	۰/۰۱۰۶	۰/۰۳۷۸	۰/۰۳۳۲	۰/۰۲۹۹	۰/۰۷۰۷	۰/۰۱۵۷	۰/۰۲۷۸	۰/۱۳۳۴	۰/۰۲۰۴	۰/۱۹۹۲	۰/۱۱۷۷	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸
A _{۱۰}	A _{۱۱}	A _{۱۲}	A _{۱۳}	A _{۱۴}	A _{۱۵}	A _۹	A _۸	A _۷	A _۶	A _۵	A _۴	A _۳	A _۲	A _۱	A _{۱۰}

د) انتخاب نهایی تأمین کنندگان با توزیع پرسشنامه سوم در ایساکو و به کارگیری تکنیک روش توافق گروهی با استفاده از امتیاز دهی - حال با در نظر گرفتن انتخاب اولیه تأمین کنندگان، می توانیم با استفاده از اوزان معیارها به محاسبه وزن تأمین کنندگان و اولویت بندی آنها پردازیم. لازم به یادآوری است که در تحقیق حاضر اولویت بندی با روش رتبه بندی (مانند بردا و...) صورت نمی گیرد، بلکه تصمیمات اعضای گروه با امتیازدهی مشخص می شود. بنابراین برای اولویت بندی تأمین کنندگان نیز از یکی دیگر از تکنیک های تصمیمات چند شاخصه گروهی و با عنوان روش توافق گروهی با استفاده از امتیازدهی استفاده می شود. به طور کلی برای تعیین اولویت تأمین کنندگان برای هر یک از چهار محصول منتخب اقدامات زیر صورت گرفته است. در هر بخش برای درک بهتر مطالب، محاسبات تعیین اولویت تأمین کنندگان روغن موتور نیز بیان شده است:

گام اول - محاسبه وزن هر یک از تأمین کنندگان منتخب: برای مشخص شدن اوزان می بایست نظر خبرگان را جویا می شدیم، لذا پرسشنامه سوم را نیز طراحی و توزیع نمودیم. در این پرسشنامه از خبرگان خواسته شده بود که به هر یک از تأمین کنندگان در ازای هر محصول و برای هر معیار امتیازی (بر مبنای مقیاس پنج فاصله ای لیکرت) بدهند. به عنوان نمونه امتیازات داده شده توسط هر یک از خبرگان، که در جدول روغن موتور پرسشنامه سوم به ثبت رسیده بود، به طور جداگانه وارد نرم افزار اکسل شد. سپس با تقسیم مقادیر هر یک از شاخص ها بر اندازه بردار مربوط به همان اعداد ماتریس نرمالایز شده و ماتریس بی مقیاس شده اقلیدوسی به دست آمد. لازم به ذکر است محاسبات یاد شده برای هر یک از خبرگان در ازای روغن موتور انجام شد؛ به این معنا که ۱۵ ماتریس نرمالایز شده در ازای ۱۵ خبره وجود داشت. بنابراین در این مرحله لازم بود ماتریس جمعی را نیز محاسبه نماییم تا بتوانیم مراحل تاپسیس را برای محاسبه اولویت تأمین کنندگان روغن موتور انجام دهیم.

گام دوم - محاسبه ماتریس جمعی G_{m*n} با عناصر g_{ij} : پس از استخراج نتایج حاصل از امتیازدهی هر ۱۵ خبره ($k=15$)، میانگین جمعی نظرات آنها را برای هر محصول بدست آوردیم. برای مثال ماتریس جمعی روغن موتور به این صورت بود:

۰/۵۶	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۱	۰/۴۱	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹
۰/۵۶	۰/۴۹	۰/۴۳	۰/۵۰	۰/۴۱	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۴۳	۰/۴۵	۰/۴۴	۰/۴۵	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۶
۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۴۰	۰/۴۳	۰/۴۹	۰/۴۱	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۴۱	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۲	۰/۵۱	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۶
۰/۴۵	۰/۴۴	۰/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۳۸	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۳۷	۰/۴۸	۰/۴۵
۰/۱۹	۰/۳۶	۰/۶۰	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۵۶	۰/۳۶	۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۳۳	۰/۲۰	۰/۵۸	۰/۳۰	۰/۳۸	۰/۶۷	۰/۱۹

گام سوم- اولویت بندی نهایی تأمین کنندگان با تکنیک تاپسیس: با مفروض بودن ماتریس جمعی G و بردار اوزان W برای معیارها، از تکنیک تاپسیس برای اولویت بندی نهایی تأمین کنندگان استفاده خواهد شد. به طور مثال با توجه به اوزان به دست آمده در بخش ۲-۳ و ماتریس جمعی فوق و با در نظر گرفتن مراحل روش تاپسیس، برای روغن موتور ماتریس نرمالایز شده زیر را خواهیم داشت:

$$V = W \cdot G$$

۰/۰۰۶	۰/۰۱۸۵	۰/۰۰۵۶	۰/۰۱۰۸	۰/۰۲۱۱	۰/۰۱۲۶	۰/۰۱۵۵	۰/۰۳۷۴	۰/۰۰۶۴	۰/۰۳۳۳	۰/۰۶۶۵	۰/۰۱۰۱	۰/۰۷۸۰	۰/۰۱۰۳۳	۰/۰۴۲۸
۰/۰۱۱۷	۰/۰۱۸۵	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۹۱	۰/۰۲۱۶	۰/۰۱۲۲	۰/۰۱۱۳	۰/۰۳۰۵	۰/۰۰۶۵	۰/۰۲۸۹	۰/۰۵۴۱	۰/۰۱۰۱	۰/۰۶۴۷	۰/۰۱۰۳۳	۰/۰۴۲۹
۰/۰۱۱۴	۰/۰۱۸۱	۰/۰۰۵۴	۰/۰۱۰۶	۰/۰۲۱۶	۰/۰۱۲۴	۰/۰۱۵۵	۰/۰۲۶۹	۰/۰۰۶۴	۰/۰۳۳۳	۰/۰۶۵۵	۰/۰۰۸۸	۰/۰۶۹۷	۰/۰۱۰۳۳	۰/۰۴۲۵۶
۰/۰۱۵۶	۰/۰۱۳۲	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۸۳	۰/۰۱۸۱	۰/۰۰۹۲	۰/۰۱۱۵	۰/۰۲۸۴	۰/۰۰۶۷	۰/۰۳۷۵	۰/۰۵۳۸	۰/۰۰۷۲	۰/۰۹۰۸	۰/۰۹۲۶	۰/۰۴۶۶
۰/۰۲۱۵	۰/۰۱۴۴	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۶۲	۰/۰۲۹۶	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۹۸	۰/۰۲۱۶	۰/۰۰۸۸	۰/۰۲۶۵	۰/۰۵۲۹	۰/۰۰۸۸	۰/۰۱۸۲	۰/۰۷۵۹	۰/۰۱۴۵

که در نهایت با در نظر گرفتن ایده آل مثبت و منفی، محاسبه نزدیکی نسبی هر گزینه از ایده آل ها و استفاده از روش تاپسیس اولویت تأمین کنندگان روغن موتور به صورت جدول شماره (۳) خواهد بود.

جدول شماره (۳): اولویت بندی تأمین کنندگان روغن موتور

اولویت	تأمین کننده	مقدار نزدیکی نسبی (Cl _i)
۲	نفت پارس	۰/۵۳۰۷
۵	بهتوتال	۰/۴۲۸۴
۳	نفت سپاهان	۰/۴۶۹۴
۴	ایرانول	۰/۴۶۳۷
۱	نفت ری سان	۰/۵۴۵۴

مراحل فوق برای هر محصول سپری شده و نتایج اولویت تأمین کنندگان به ترتیبی شد که جدول شماره (۴) نشان می دهد:

جدول شماره (۴): اولویت بندی تأمین کنندگان روغن هیدرولیک فرمان، ضدیخ، روغن دنده

تأمین کننده	مقدار نزدیکی نسبی (Cl _i)	اولویت	مقدار نزدیکی نسبی Cl _i	اولویت	مقدار نزدیکی نسبی Cl _i	روغن دنده
نفت پارس	۰/۵۶۴۹	۱	۰/۵۳۵۳	۲	۰/۵۳۱۵	۲
بهتوتال	۰/۳۷۴۶	۵	۰/۳۸۴۷	۵	۰/۴۲۳۸	۴
نفت سپاهان	۰/۴۲۹۶	۳	۰/۵۱۳۲	۳	۰/۴۹۱۸	۳
ایرانول	۰/۴۱۴۶	۴	۰/۵۰۷۸	۴	۰/۳۸۶۴	۵
نفت ری سان	۰/۵۴۲۷	۲	۰/۵۹۶۹	۱	۰/۵۵۶۷	۱

پس از آنکه به نخستین هدف مسأله که اولویت بندی تأمین کنندگان اقلام مصرفی شرکت ایساکو بود، دست یافتیم زمان آن می رسد که میزان بهینه خرید هر محصول را نیز مشخص نماییم.

ه) ارایه مدل تعیین میزان بهینه خرید با استفاده از نرم افزار گمز- با توجه به اطلاعات به دست آمده از شرکت ایساکو، بررسی برنامه ریزی احتیاجات مواد^۸ سال ۱۳۹۱، گزارش خرید و فروش سال ۱۳۹۰، اخبارهای اعلام شده در سایت اینترنتی شرکت و...

⁸ Material Requirement Planning (MRP)

می توان مدل ریاضی زیر را، که نوعی برنامه ریزی عدد صحیح مختلط (MILP) ^۹ است، برای تعیین مقدار بهینه خرید شش ماه دوم سال ۱۳۹۱ شرکت در نظر گرفت:

$$\text{Max } \sum_i \sum_j C_{ij} x_{ij}$$

Subject to :

$$\sum_j y_{ij} \geq 3 \quad \forall_i$$

$$\sum_j x_{ij} \geq D_i \quad \forall_i$$

$$\sum_i \sum_j P_{ij} x_{ij} \leq B$$

$$\sum_i x_{i2} \leq v_2$$

$$\sum_i x_{i5} \leq v_5$$

$$x_{ij} \geq 5000 y_{ij}$$

$$x_{ij} \geq 0, \text{ integer}$$

$$y_{ij} = 0, 1$$

در این مدل داریم:

C_{ij} : وزن هر یک از تأمین کنندگان که حاصل تصمیم گیری گروهی مرحله قبل می باشد.

x_{ij} : مقدار خرید محصول i ام از تأمین کننده j ام.

y_{ij} : خرید یا عدم خرید محصول i ام از تأمین کننده j ام.

D_i : میزان تقاضای پیش بینی شده برای محصول i ام که در جدول شماره (۶) محاسبه شده اند.

p_{ij} : قیمت خرید محصول i ام از تأمین کننده j ام.

B : مقدار بودجه در نظر گرفته شده برای اقلام مصرفی مورد بررسی.

v_j : ظرفیت تأمین کننده j ام که برای تأمین کننده ۲ و ۵ وجود دارد.

برای درک بهتر مدل در این قسمت توضیحات لازم در مورد چگونگی ساخت مدل ارائه می شود.

• **متغیرها:** در این مدل دو دسته متغیر داریم:

– x_{ij} : متغیری عدد صحیح ^{۱۰} که بیانگر میزان خرید محصول i ام از تأمین کننده j ام می باشد و همواره بزرگتر یا

مساوی صفر است. برای مثال x_{C1} عبارتست از: میزان خرید روغن دنده از نفت پارس .

– y_{ij} : متغیری صفر و یک ^{۱۱} که بیانگر خرید یا عدم خرید محصول i ام از تأمین کننده j ام می باشد. مثلاً اگر $y_{A1}=1$

باشد به این معناست که از نفت پارس، روغن موتور خریداری می شود .

• تابع هدف: در این مسأله هدف ما بهینه کردن میزان خرید هر محصول از تأمین کنندگانی است که بیشترین مطلوبیت را

نصیب ایساکو می کنند و با توجه به ۱۵ معیار برگزیده شده در مورد هر محصول بیشترین وزن را دارند. در نتیجه برای

ساخت تابع هدف مقدار خرید هر محصول از هر تأمین کننده در وزن آن تأمین کننده ضرب خواهد شد.

• **محدودیت ها:**

محدودیت های ۱ تا ۴: نظرات کارشناسان و بررسی اطلاعات شرکت ایساکو نشان می دهد که سیاست خرید این شرکت خرید

از چند منبع (منبع یابی چندگانه) ^{۱۲} می باشد و هر محصول باید از بیش از دو تأمین کننده خریداری شود. دلیل این امر جلوگیری

از وابستگی به یک یا دو تأمین کننده و ضررات ناشی از عدم عمل به تعهدات توسط آنها، پرهیز از فساد مالی، بهره وری از رقابت

ایجاد شده و... بیان شده است. لذا در ازای هر محصول محدودیتی خواهیم ساخت که مسأله را ملزم به استفاده از حداقل سه منبع

نماید.

^۹ یک مدل برنامه ریزی خطی که در آن برخی از متغیرها حتماً صفر و یک و برخی دیگر به صورت عدد حقیقی می باشند، مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط (Mixed Integer Programming) نامیده می شود (Asgharpour, 2011).

¹⁰ Integer variable

¹¹ Binary variable

¹² Multiple supplier

محدودیت های ۵ تا ۸: همانطور که گفته شد شرکت ایساکو در واقع نوعی واسطه محسوب می شود لذا برای برنامه ریزی و تعیین مقدار بهینه خرید لازم است میزان تقاضای شرکت ایساکو را بدانیم تا بتوانیم حداقل میزان خرید را بر اساس پیش بینی تقاضا مشخص کنیم. بخش برنامه ریزی ایساکو با توجه به رشد چشمگیر بازار اقلام مصرفی (به خصوص انواع روغن ها و ضدیخ) در پایان سال ۱۳۹۰ و همچنین با در نظر گرفتن شرایط بازار، برنامه تولید ایران خودرو، اقدامات شرکت برای افزایش تعداد نمایندگی ها و... پیش بینی کرده است که مقدار فروش در سال ۱۳۹۱ میزان ۳۳٪ افزایش یابد. با توجه به اینکه اطلاعات مربوط به میزان فروش نیمه اول سال را در اختیارمان قرار نداده اند، لذا فرض می کنیم که نیمی از تقاضا مربوط به شش ماه اول و نیمی مربوط به شش ماه دوم سال است. در نتیجه میزان تقاضای پیش بینی شده برای هر یک از محصولات را تقسیم بر دو می کنیم؛ البته در مورد ضدیخ این مورد صدق نمی کند زیرا طبق آمار ایساکو، کل خرید آن در نیمه دوم سال صورت می گیرد. بنابراین میزان تقاضای محصولات به صورت جدول شماره (۵) خواهد بود.

جدول شماره (۵): میزان تقاضای هر لیتر از محصولات

محصولات	روغن موتور	روغن هیدرولیک فرمان	ضدیخ	روغن دنده
فروش سال ۱۳۹۰	۵۱۱۸۹۹۳	۸۶۹۰۳	۲۱۶۲۳۱۷	۲۶۹۱۶۳
پیش بینی تقاضا برای سال ۱۳۹۱	۶۸۰۸۲۶۱	۱۱۵۵۸۱	۲۸۷۵۸۸۲	۳۵۷۹۸۷
پیش بینی تقاضا برای نیمه دوم سال ۱۳۹۱	۳۴۰۴۱۳۰	۵۷۷۹۰	۲۸۷۵۸۸۲	۱۷۸۹۹۳

محدودیت ۹: هنگام خرید یکی از مهمترین عواملی که ایجاد محدودیت می کند میزان بودجه شرکت است. با توجه به پیشرفت فروش اقلام مصرفی در بازار و تلاش ایساکو برای افزایش سهم خود در فروش این اقلام، به دلیل سودآور بودن آنها، این شرکت برنامه ریزی کرده است که ۱۰٪ از بودجه امسال خود را به اقلام مصرفی اختصاص دهد. از آنجا که پیش بینی ایساکو برای بودجه سال ۱۳۹۱ رقمی معادل ۹۰۰۰ میلیارد ریال می باشد، لذا انتظار می رود ۹۰۰ میلیارد ریال از بودجه پیش بینی شده به اقلام مصرفی اختصاص یابد. اگر فرض کنیم نیمی از آن مربوط به نیمه دوم سال است می بایست این مبلغ نیز تقسیم بر دو شود در نتیجه ۴۵۰ میلیارد ریال برای بودجه خرید کل اقلام مصرفی در شش ماه دوم در نظر می گیریم. با توجه به اینکه سهم فروش سایر اقلام مصرفی کمتر از چهار محصول مورد بررسی بوده و با توجه به اطلاعات سال گذشته شرکت ۴۰٪ از بودجه مربوط به اقلام مصرفی را به آنها اختصاص می دهد؛ باقی مانده بودجه را که معادل ۲۷۰ میلیارد ریال است برای این اقلام در نظر می گیریم. همانطور که گفته شد P_{ij} بیانگر قیمت خرید محصول i از تأمین کننده j می باشد. از آنجا که دوره عقد قرارداد خرید ایساکو با تأمین کنندگان نهایتاً یک ساله می باشد و قیمت را توافقی تعیین می کنند، این قیمت در هر دوره و برای هر تأمین کننده منحصر به فرد می باشد، لذا نمی توان به جای آن عدد مشخص و ثابتی را جایگزین نمود. در این تحقیق ما برای هر لیتر از محصولات میانگین قیمت خرید نیمه اول سال و برای ضدیخ میانگین قیمت نیمه دوم سال ۱۳۹۱ را در نظر گرفتیم.

محدودیت ۱۰ و ۱۱: این محدودیت ها مربوط به ظرفیت تأمین کنندگان می باشد. از میان تأمین کنندگان مورد بررسی در این تحقیق نفت پارس، نفت سپاهان و نفت ایرانول دارای پالایشگاه های عظیم می باشند و با محدودیت ظرفیت برای تأمین نیازهای ایساکو مواجه نمی باشند. اما شرکت نفت بهتوتال ظرفیت تولید سالانه ۴۰ میلیون لیتر روغن روانساز را در مجموع دو نوبت کاری دارد و از آنجا که در این تحقیق شش ماه دوم سال بررسی می شود، ۲۰ میلیون لیتر را برای شش ماه دوم سال در نظر می گیریم. شرکت نفت ری سان نیز طبق گفته های مسؤولین این شرکت دارای ظرفیت تولیدی معادل ۶۰ میلیون لیتر در سال می باشد و در نتیجه ۳۰ میلیون لیتر را به عنوان ظرفیت این شرکت در شش ماه دوم سال در نظر می گیریم.

محدودیت ۱۲: محدودیت دوازدهم مربوط به حداقل میزان خرید از هر یک از تأمین کنندگان می باشد. اگرچه حجم خرید هنگام عقد قرارداد با تأمین کنندگان در هر دوره مشخص می شود و این مقدار قابل پیش بینی نمی باشد اما بررسی برخی قراردادهای پیشین و اظهارات مسؤولین مربوطه نشان می دهد که در سال های اخیر با توجه به هزینه های مربوط به عقد قرارداد، هزینه بررسی کیفیت محصولات در آزمایشگاه های ایساکو و مواردی از این قبیل، معمولاً حجم خرید از یک مقدار حداقل بیشتر در نظر

گرفته می شود که اگر چه در جایی درج نشده است اما مورد توجه واقع می شود. این مقدار پنج هزار لیتر است و سعی می شود خریدها در حجم بالاتر از این مقدار صورت گیرد.

پس از آنکه ساخت مدل به اتمام رسید، در برنامه گمز نوشته و حل شد. جدول شماره (۶) میزان خرید هر یک از محصولات را با توجه به جواب های برنامه گمز به خوبی ارایه می کند:

جدول شماره (۶): میزان بهینه خرید هر محصول از هر تأمین کننده

تأمین کننده	روغن موتور	روغن هیدرولیک فرمان	روغن دنده	ضدیخ
نفت پارس	۲۹۷۶۷۱۱	۴۷۷۹۲	۰	۲۸۶۵۸۹۲
بهتوتال	۰	۰	۰	۰
نفت سپاهان	۴۲۲۴۲۱	۵۰۰۰	۱۶۸۹۹۴	۵۰۰۰
ایرانول	۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰
نفت ری سان	۵۰۰۰	۰	۵۰۰۰	۰
جمع	۳۴۰۴۱۳۲	۵۷۷۹۲	۱۷۸۹۹۳	۲۸۶۵۸۹۲

همانطور که جدول (۷) به تفصیل نشان می دهد، از حل مدل می توان میزان بودجه مصرف شده، سهم خرید هر تأمین کننده و اطلاعاتی از این قبیل را نیز بررسی نمود. همانطور که در جدول های (۶) و (۷) نیز مشخص است بیشترین حجم خرید، در ازای کلیه محصولات مورد بررسی، از شرکت نفت پارس صورت می گیرد در حالیکه از شرکت نفت بهتوتال برای هیچ یک از محصولات خریدی صورت نگرفته است، که البته با توجه به نظر خبرگان نیز شرکت نفت بهتوتال برای هر محصول در اولویت چهارم یا پنجم قرار داشت. همچنین شرکت نفت پارس بیشترین اولویت را هنگام خرید روغن موتور، ضدیخ و روغن هیدرولیک فرمان داشته و بنابراین بیشترین عایدی را در خرید این سه محصول نصیب شرکت ایساکو می کند و...

جدول شماره (۷): بررسی سهم خرید و بودجه

محصول	تأمین کننده	مقدار خرید (لیتر)	سهم خرید	قیمت محصول (لیتر - ریال)	قیمت کل خرید (ریال)	سهم بودجه
روغن موتور	نفت پارس	۲,۹۷۶,۷۱۱	۰/۴۵۷	۴۳۰۰۰	۱۲۷,۹۹۸,۵۷۳,۰۰۰	۰/۴۷۴
روغن موتور	نفت سپاهان	۴۲۲,۴۲۱	۰/۰۶۵	۴۱۰۰۰	۱۷,۳۱۹,۲۶۱,۰۰۰	۰/۰۶۴
روغن موتور	نفت ری سان	۵,۰۰۰	۰/۰۰۱	۴۷۰۰۰	۲۳۵,۰۰۰,۰۰۰	۰/۰۰۱
ضدیخ	نفت پارس	۲,۸۶۵,۸۹۲	۰/۴۴۰	۴۰۰۰۰	۱۱۴,۶۳۵,۶۸۰,۰۰۰	۰/۴۲۵
ضدیخ	نفت سپاهان	۵,۰۰۰	۰/۰۰۱	۴۰۰۰۰	۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۰/۰۰۱
ضدیخ	ایرانول	۵,۰۰۰	۰/۰۰۱	۴۲۰۰۰	۲۱۰,۰۰۰,۰۰۰	۰/۰۰۱
روغن دنده	نفت سپاهان	۱۶۸,۹۹۴	۰/۰۲۶	۴۱۰۰۰	۶,۹۲۸,۷۵۴,۰۰۰	۰/۰۲۶
روغن دنده	ایرانول	۵,۰۰۰	۰/۰۰۱	۴۱۰۰۰	۲۰۵,۰۰۰,۰۰۰	۰/۰۰۱
روغن دنده	نفت ری سان	۵,۰۰۰	۰/۰۰۱	۵۲۰۰۰	۲۶۰,۰۰۰,۰۰۰	۰/۰۰۱
روغن هیدرولیک فرمان	نفت پارس	۴۷,۷۹۲	۰/۰۰۷	۳۵۰۰۰	۱,۶۷۲,۷۲۰,۰۰۰	۰/۰۰۶
روغن هیدرولیک فرمان	نفت سپاهان	۵,۰۰۰	۰/۰۰۱	۳۳۰۰۰	۱۶۵,۰۰۰,۰۰۰	۰/۰۰۱
روغن هیدرولیک فرمان	ایرانول	۵,۰۰۰	۰/۰۰۱	۳۴۰۰۰	۱۷۰,۰۰۰,۰۰۰	۰/۰۰۱
جمع	—	۶,۵۱۶,۸۰۷	۱	—	۲۶۹,۹۹۹,۹۸۸,۰۰۰	۱

با توجه به مطالب فوق به شرکت ایساکو پیشنهاد می شود که:

- انتخاب تأمین کنندگان را با در نظر گرفتن معیارهای مؤثر مشخص شده انجام دهد زیرا در این صورت می تواند به مطلوبیت های بیشتری دست یابد. این امر به خصوص در مورد معیارهای با وزن بالاتر حایز اهمیت بیشتری است.
- روابط خود را با شرکت نفت پارس به خوبی مدیریت نماید؛ زیرا بیشترین میزان خرید از این شرکت صورت می گیرد و مدیریت مناسب همکاری با این شرکت برای ایساکو سودمند است.

- از تخفیفات استفاده کند؛ اطلاعات شرکت ایساکو بیانگر عدم انعطاف آن در برابر قیمت‌ها و تخفیفات پیشنهادی توسط تأمین کنندگان است و این در حالی است که بهره جویی از تخفیفات باعث کاهش هزینه ها، بهبود روابط و ایجاد رقابت سالم میان تأمین کنندگان می شود.
 - در نحوه برقراری ارتباط با آنها انعطاف بیشتری نشان دهد؛ زیرا به نظر می رسد که این شرکت در نحوه مدیریت تأمین کنندگان خود، به جای به کارگیری رویکرد نوین مشارکتی، از رویکرد زور مدارانه بهره می برد.
 - به ارزیابی مستمر تأمین کنندگان خود بپردازد .
- با توجه به محدودیت های انجام این تحقیق، در نهایت پیشنهاد می شود در تحقیقات آتی به منظور اولویت بندی تأمین کنندگان اقلام مصرفی ایساکو از تئوری های فازی و یا تکنیک های تصمیم گیری گروهی چند شاخصه با رتبه بندی استفاده شود و نتایج حاصل با نتایج به دست آمده این تحقیق مقایسه شود. و یا اینکه شاخص های مؤثر در انتخاب تأمین کنندگان شرکت های همکار و مشابه ایساکو به منظور مقایسه معیارها در یک صنعت بررسی شود؛ و یا حتی اولویت بندی تأمین کنندگان شرکت ایساکو برای سایر اقلام مورد نیاز شرکت صورت گیرد و مدل بهینه خرید برای آن اقلام ارایه شود و مواردی از این قبیل.

۴- منابع

- 1- Aissaoui. N., Haouari. M., Hassini. E. (2007). Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. *Computers and Operations Research*, 34 (12), 3516-3540.
- 2- Amid. S, Razmi. J and Zhang. G. (2011). Supplier selection and order allocation based on fuzzy SWOT analysis and fuzzy linear programming. *Expert Systems with Applications*, 38(1), 334 –342.
- 3- Asgharpour, M.J. (2010). *Group Decision Making and Game Theory in Operation Research*. Tehran University. Press, 2nd Edition. 418p.
- 4- Asgharpour, M.J. (2011). *Multiple Criteria Decision Making*. Tehran University. Press, 9, 399.
- 5- Chan F. T. S. and Chan H. K. (2004). Development of the supplier selection model a case study in the advanced technology industry. *Journal of Engineering Manufacture* 218(12), 1807-1824.
- 6- Chen. Ch.T., Lin. Ch. T. and Huang. S. Fn. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 102(2), 289-301.
- 7- De Boer. L., Labro. E., and Morlacchi. P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7(2), 75-89.
- 8- Dickson G.W., (1966). An Analysis of Vendor Selection: Systems and Decisions. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 2(1), 5-17.
- 9- Dulmin R., Mininno V. (2003). Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(4), 177–187.
- 10- Ghodsypour. S. H. & O'Brien. C. (2001). The total cost of logistics in supplier selection under conditions of multiple Sourcing, multiple criteria and capacity constraint. *International Journal of Production Economics*, 73(1), 15-27.
- 11- Ho. W., Xu X., and Dey P. K., (2010). Multi criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 16–24.
- 12- Karimi razakani, Z. (2011), *Ranking suppliers using Topsis, Promothoe and Electre methods and final result based on Borda, Copland and Average methods*, MA thesis, Tehran university.
- 13- Monczka. R. M., Handfield. R. B. and Trent. Robert J. (1998). *Purchasing and supply chain management*. South-Western College Publishing, first Ed.

- 14- Petroni A. and Braglia M. (2000). Vendor selection using principal component analysis. *Journal of Supply Chain Management: A Global Review Purchasing Supply*, 36(2), 63-69.
- 15- Thiruchelvam. S. & Tookey, J.E. (2011). Evolving Trends of Supplier Selection Criteria and Methods. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering (IJAME)*, 4(1), 437-454.
- 16- Weber. C. A., Current. J. R., Benton. W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, 50(1), 2-19.
- 17- Xia. W. and Wu. Z. (2007). Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments. *Omega*, 35(5), 494-504.