

## ارائه رویکرد جدید انتخاب تأمین کنندگان بر مبنای مدل کراالجیک با استفاده از تکنیک FMEA و برنامه‌ریزی عدد صحیح

سید محمد عرب‌زاد<sup>۱</sup>، جعفر رزمی<sup>۲</sup>، رضا توکلی مقدم<sup>۳</sup>، مظاهر قربانی<sup>۴\*</sup>

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد، باشگاه پژوهشگران جوان

۲ - دانشیار مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

۳ - استاد مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

۴ - دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد

### چکیده

طی سالیان گذشته، روش‌های زیادی برای ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان ارائه شده است، اما نکته‌ای که معمولاً از آن غفلت شده است، نقش اقلام خرید در این فرآیند است. هدف این مقاله، ارائه رویکردی برای انتخاب تأمین کنندگان و تخصیص سفارش‌های خرید بر مبنای ماهیت اقلام خرید است؛ به این معنا که ماهیت اقلام خرید در فرآیند ارزیابی تأمین کنندگان و تخصیص سفارش‌های خرید نقش مستقیمی دارد. به این منظور، ابتدا اقلام خرید به وسیله تکنیک تجزیه و تحلیل حالات بالقوه خرابی و آثار آن (FMEA) بر مبنای مدل کراالجیک دسته‌بندی می‌شوند. سپس تأمین کنندگان با در نظر گرفتن ماهیت اقلام خرید (اقلام استراتژیک، گلوگاهی، اهرمی و عادی) طی چهار مرحله به ازای دسته‌بندی صورت گرفته ارزیابی و اولویت‌بندی می‌شوند. با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح تخصیص سفارش‌های خرید به تأمین کنندگان صورت می‌گیرد. در این پژوهش، از یک مثال کاربردی برای تشریح مراحل رویکرد پیشنهادی استفاده شده است. نتایج به دست آمده از پژوهش نشان می‌دهد که رتبه‌بندی تأمین کنندگان و تخصیص سفارش‌های خرید با در نظر گرفتن ماهیت اقلام خرید توانمندی بیشتری برای مدیریت اقلام خرید و تأمین کنندگان ایجاد خواهد نمود.

واژه‌های کلیدی: انتخاب تأمین کنندگان، مدل کراالجیک، برنامه‌ریزی عدد صحیح، FMEA.

## مقدمه

پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم تصمیم‌گیری ضعیف در این حوزه آشکارتر می‌شود (دی بوئر<sup>i</sup> و همکاران، ۲۰۰۱).

طی سالیان گذشته، روش‌های زیادی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان ارائه شده است. با وجود این، متخصصان اعتقاد دارند که در عمل، روش بهینه منحصر به فردی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان وجود ندارد (بلو<sup>ii</sup>، ۲۰۰۳). بنابراین، شرکت‌ها از روش‌های متفاوتی برای این مساله براساس نیازمندی‌های مشخص شرکت خود استفاده می‌کنند. همین امر، یافتن بهترین روش ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده را دشوار می‌کند (کسکین<sup>iv</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). فائز و همکاران (۲۰۰۹) مدلی برای انتخاب تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش با استفاده از روش استدلال مبتنی بر مورد<sup>v</sup> فازی و مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح ترکیبی ارائه کرده‌اند. کثو و همکاران (۲۰۱۰) مدل ترکیبی از شبکه‌های عصبی مصنوعی<sup>vi</sup>، تحلیل پوششی داده‌ها<sup>vii</sup> و فرآیند تحلیل شبکه‌ای<sup>viii</sup> برای انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان را توسعه داده‌اند. زیدان<sup>ix</sup> و همکاران (۲۰۱۱) از ابزارهای تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>x</sup> فازی، تاپسیس<sup>xi</sup> فازی و تحلیل پوششی داده‌ها در غربال اولیه تأمین‌کنندگان و مجدداً از ابزار تحلیل پوششی داده‌ها در فاز انتخاب نهایی تأمین‌کننده استفاده کنند. بررسی روش‌های حل این مساله تا پیش از سال ۲۰۱۰ در تحقیقات وبر<sup>xi</sup> و همکاران (۱۹۹۱)، دی بوئر و همکاران (۲۰۰۱)، کسکین و همکاران (۲۰۱۰) و هو<sup>xiii</sup> و همکاران (۲۰۱۰) قابل مشاهده است.

شرکت‌ها معمولاً با تعداد زیادی از اقلام مورد نیاز و تأمین‌کنندگان کاندید مواجه هستند. اتخاذ

در دهه گذشته، مدیران به اهمیت نقش زنجیره تأمین در ارزش‌آفرینی شرکت‌ها پی برده‌اند. تغییرات بسیار سریعی که در سرتاسر بازارهای جهانی اتفاق می‌افتد، به‌طور اساسی روشی را که مدیران به محیطشان می‌نگریستند، را تغییر داده است. یکی از حوزه‌هایی که مدیران توجه خود را بیشتر به آن معطوف کرده‌اند، مدیریت منبع‌یابی و خرید است. در دهه اخیر، مدیریت خرید در زنجیره تأمین چالشی برای عمده شرکت‌ها بوده است و دستیابی به یک سطح رقابتی جهانی در زمینه تأمین به یک نیاز اساسی تبدیل شده است (کارپاک<sup>i</sup> و همکاران، ۲۰۰۱). در بیشتر صنایع هزینه مواد خام (و قطعات)، هزینه اصلی محصول نهایی را تشکیل می‌دهند و این مقدار در صنایع ساخت و تولید به حدود ۷۰ درصد قیمت محصول نهایی می‌رسد (رزمی و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین، دپارتمان خرید می‌تواند نقش کلیدی در کارایی و اثربخشی یک سازمان ایفا کند؛ زیرا می‌تواند اثر مستقیمی روی کاهش هزینه، سودآوری و انعطاف‌پذیری شرکت داشته باشد. بدون تردید، مهمترین و حساسیت‌ترین مرحله در فرآیند خرید هر سازمان، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان است. اهمیت انتخاب تأمین‌کننده از این حقیقت ناشی می‌شود که آنها تأمین منابع را تعهد می‌کنند، درحالی‌که به‌طور همزمان بر فعالیت‌هایی، از قبیل مدیریت موجودی، برنامه‌ریزی و کنترل تولید، الزامات جریان وجوه نقد و کیفیت محصول نیز اثر می‌گذارند. با افزایش اهمیت خرید، تصمیمات خرید مهمتر شده است و همان‌طور که شرکت‌ها روز به روز به تأمین‌کنندگانشان بیشتر وابسته می‌شوند،

در ابعاد ریسک تأمین و اثر سود ارائه می‌گردد. سپس وزن نهایی هر یک از اقلام خرید در ابعاد ذکر شده ملاک دسته‌بندی قرار گیرد. به این منظور، با معرفی معیارهای مناسب برگرفته از مطالعات کتابخانه‌ای در حوزه انتخاب تأمین کنندگان پیرامون دسته‌بندی اقلام خرید و با به‌کارگیری تجزیه و تحلیل حالات بالقوه خرابی و آثار آن<sup>xviii</sup> برای نخستین بار در پیشینه تحقیق جهت ارزیابی ریسک تأمین اقلام و همچنین، استفاده از ابزار آنتروپی شانون<sup>xix</sup> برای یکپارچه‌سازی اوزان به‌دست آمده رویکرد پیشنهادی معرفی می‌شود. از سوی دیگر، تخصیص سفارش‌های خرید به تأمین کنندگان برای نخستین بار مطابق با دسته‌بندی اقلام خرید و مدل کراجیک به وسیله برنامه‌ریزی خطی و با در نظر گرفتن اولویت‌های خرید استفاده کردند. رویکرد پیشنهادی در این مقاله طی سه مرحله به ارزیابی و دسته‌بندی اقلام خرید، ارزیابی تأمین کنندگان و نهایتاً تخصیص سفارش‌ها به هر یک از آنها می‌پردازد. در مرحله اول، مطابق با مدل کراجیک (۱۹۸۳)، اقلام خرید با ارزیابی معیارهای ارزیابی در ابعاد ریسک تأمین و اثر سود با به‌کارگیری FMEA و اعداد اولویت ریسک<sup>xx</sup> فازی ارزیابی می‌شوند و با استفاده از ابزار آنتروپی شانون وزن اهمیت نسبی آنها برآورد می‌شود. این ابزار با وجود سادگی در محاسبات، دارای نقاط قوت زیادی است؛ از جمله دقت این روش و همچنین، عدم نیاز به تعیین وزن اهمیت برای معیارهای ارزیابی. مطابق با مدل کراجیک و با استفاده از اوزان به‌دست آمده، اقلام خرید به چهار دسته استراتژیک، اهرمی، گلوگاهی و عادی دسته‌بندی می‌شوند. در مرحله دوم، تأمین کنندگان شرکت با توجه به

سیاست‌های یکسان در مورد تأمین اقلام مختلف منطقی به نظر نمی‌رسد. از سوی دیگر، سیاست‌های متفاوتی در حوزه ارتباط با تأمین کنندگان پیشنهاد شده است. بنابراین، خرید اثربخش و مدیریت تأمین کارا نیازمند اتخاذ سیاست‌های مناسب و متناسب با شرایط مختلف است. آلسن و الرام<sup>xiv</sup> (۱۹۹۷) اذعان کردند که به منظور دستیابی به سیاست‌های مختلف خرید نیاز به توسعه مدل‌های خرید وجود دارد. همچنین، نیاز به اتخاذ سیاست‌های متفاوت مشخص می‌کند که نوعی از طبقه‌بندی در اقلام خرید و تأمین کنندگان کاندید مورد نیاز است (لیلیکتروز<sup>xv</sup>، ۱۹۹۹). برای مدت زمان طولانی، ابزار تجزیه و تحلیل ABC تنها ابزار موجود برای تفاوت قائل شدن میان خریدهای مهم و کم اهمیت‌تر بود. با این حال، این ابزار توصیه‌های راهبردی برای اقلام خرید دسته‌بندی شده (A، B و C) ارائه نمی‌کرد. با توجه به این فقدان، این ابزار نمی‌توانست به عنوان ابزاری کامل در حوزه مدیریت خرید مفید باشد. تا اینکه در سال ۱۹۸۳ کراجیک<sup>xvi</sup> (۱۹۸۳) برای نخستین بار یک مدل مفهومی جامع به منظور تعیین سیاست‌های خرید ارائه نمود. خریداران حرفه‌ای با استفاده از مدل ماتریسی کراجیک می‌توانند به صورت بهینه از توانمندی‌های مختلف کلیه تأمین کنندگان استفاده کنند (نلوره<sup>xvii</sup>، ۲۰۰۰) و در نتیجه، به‌طور مؤثر تأمین کنندگان خود را مدیریت کنند. نقطه ضعف مدل کراجیک، ذات کیفی آن در رویارویی با قضاوت ذهنی مدیران برای ارزیابی موقعیت تأمین کنندگان در ماتریس است. در این پژوهش، پیشنهاد استفاده از معیارهای مختلف ارزیابی اقلام خرید بر مبنای مدل کراجیک

است که هر یک از این متغیرها مقادیر احتمالی کم و زیاد می‌گیرد (شکل ۱). نتیجه تشکیل این ماتریس، دسته‌بندی اقلام خرید به چهار دسته شامل اقلام استراتژیک، اهرمی، گلوگاهی و عادی است.

مدل کراالجیک به‌طور کلی به عنوان یک راهکار برای دستیابی به موفقیت در توسعه تئوری‌های مختلف در حوزه مدیریت تأمین و خرید شناخته می‌شود (سیسن<sup>xxi</sup>، ۱۹۹۲). معمولاً مدل‌های پورتفولیو در توسعه و به‌کارگیری استراتژی‌های مختلف خرید کارایی فراوانی دارند. خریداران حرفه‌ای با استفاده از مدل ماتریسی کراالجیک می‌توانند به‌صورت بهینه از توانمندی‌های مختلف کلیه تأمین‌کنندگان استفاده کنند (نلوره، ۲۰۰۰) و در نتیجه به‌طور موثر تأمین‌کنندگان خود را مدیریت کنند.

معیارهای در نظر گرفته شده به وسیله تیم تصمیم‌گیری و با در نظر گرفتن ابعاد ریسک و اثر سود ارائه شده توسط کراالجیک به منظور مدیریت موثر و کارای فرآیند خرید، ارزیابی قرار می‌شوند. در مرحله سوم با استفاده از یک مدل برنامه عدد صحیح و با در نظر گرفتن اولویت اول تخصیص به اقلام استراتژیک، دومین اولویت به اقلام گلوگاهی و اهرمی و نهایتاً اولویت آخر به اقلام عادی، عمل تخصیص می‌یابد.

### ۱- رویکرد مدیریت خرید کراالجیک

کراالجیک (۱۹۸۳) برای نخستین بار یک رویکرد جامع پورتفولیو به منظور مدیریت خرید ارائه نمود. ایده اصلی این رویکرد، حداقل کردن ریسک تأمین و حداکثر کردن قدرت خرید است (کراالجیک، ۱۹۸۳: ۱۱۲). مدل کراالجیک یک ماتریس ۲×۲ دسته‌بندی اقلام خرید با متغیرهای «اثر سود» و «ریسک تأمین»

زیاد	اقلام اهرمی	اقلام استراتژیک
اثر سود		
کم	اقلام عادی	اقلام گلوگاهی
	کم	ریسک تأمین
		زیاد

شکل ۱- ماتریس دسته‌بندی کراالجیک (۱۹۸۳)

هریسون<sup>xxiii</sup> (۲۰۰۱) اظهار داشتند که ماتریس کراالجیک پایه و اساس سیاست‌های خرید بسیاری از شرکت‌هاست. بُدی<sup>xxiv</sup> (۱۹۹۷) در یک نظرسنجی از شرکت‌های هلندی، متوجه شد که ۴۴ درصد از مدیران خرید از ماتریس کراالجیک برای فرموله کردن سیاست‌های خرید استفاده می‌کنند. رزمی و

هم‌اکنون، ماتریس کراالجیک به‌طور گسترده توسط خریداران حرفه‌ای، به ویژه در شرکت‌های اروپای غربی استفاده می‌شوند و میزان به‌کارگیری آن رشد چشمگیری داشته است. شرکت‌های بزرگی، نظیر شل، آکاتل، فیلیپس و زیمنس از این مدل استفاده کرده‌اند (وان ویلی<sup>xxi</sup>، ۲۰۰۰). لامینگ و

طریق محاسبه اعداد اولویت ریسک بدون کمی در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار در ریسک است (سنکر و پرابو<sup>xxxii</sup>، ۲۰۰۱). بنابراین، به تنهایی اطلاعات مهم کافی مربوط به این عوامل را ارائه نمی‌کند. اگرچه مدیریت ریسک می‌تواند با بررسی اعداد اولویت ریسک (بین ۱ و ۱۰۰۰) برای نمایش افزایش سطح ریسک در ۱۰۰۰ حالت ممکن ترکیب شدت رخداد کشف انجام شود، اما هنوز چندین کاستی وجود دارد. متدولوژی FMEA بهبود یافته که از قوانین فازی و نظریه رابطه خاکستری<sup>xxxiv</sup> برای مدل سازی کل سیستم استفاده می‌کند، توسط پیلاوی و وانگ<sup>xxxv</sup> (۲۰۰۳) ارائه شد. ژو و همکاران (۲۰۰۲) یک تکنیک FMEA مبتنی بر منطق فازی و سیستم خبره ارزیابی نمونه‌های اولیه پیشنهاد دادند. تاریخچه کامل استفاده از اعداد فازی برای اعداد اولویت ریسک در تحقیقات چین<sup>xxxvi</sup> و همکاران (۲۰۰۸) و وانگ<sup>xxxvii</sup> و همکاران (۲۰۰۹) وجود دارد.

### ۳- رویکرد پیشنهادی

رویکرد پیشنهادی در این مقاله، تخصیص سفارش‌های خرید به تأمین کنندگان با در نظر گرفتن ماهیت اقلام خرید است. به این منظور، طی سه مرحله به ارزیابی و دسته‌بندی اقلام خرید، ارزیابی تأمین کنندگان و نهایتاً تخصیص سفارش‌ها به هر یک از آنها پرداخته می‌شود. در مرحله اول، مطابق با مدل کراجیک (۱۹۸۳)، اقلام خرید با ارزیابی معیارهای ارزیابی در ابعاد ریسک تأمین و اثر سود با به‌کارگیری FMEA و اعداد فازی RPN (مقادیر فازی O، S، D) ارزیابی می‌شوند و با

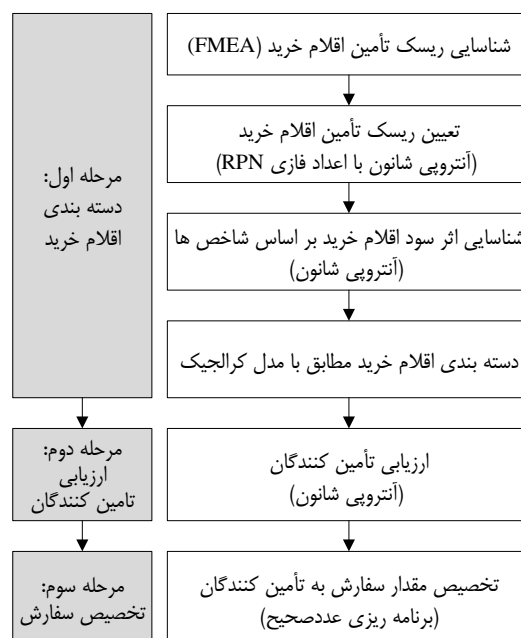
کرباسیان (۲۰۰۵) برای نخستین بار پیشنهاد استفاده از مدل کراجیک را در ارزیابی تأمین کنندگان با استفاده از رویکرد سیستم خبره<sup>xxv</sup> کردند. با وجود پیشرفت‌هایی که توسط گلدرومن و وان ویلی<sup>xxvi</sup> (۲۰۰۲) و کانیلز<sup>xxvii</sup> و گلدرومن (۲۰۰۷) صورت گرفته است، هنوز نقطه ضعف مدل کراجیک، ذات کیفی آن در مواجهه با قضاوت ذهنی مدیران برای ارزیابی موقعیت تأمین کنندگان در ماتریس است.

### ۲- تکنیک تجزیه و تحلیل حالات بالقوه خرابی و آثار آن (FMEA)

FMEA یک ابزار تصمیم‌گیری برای اولویت‌بندی اقدامات اصلاحی به منظور ارتقای عملکرد محصول و سیستم با حذف یا کاهش نرخ خرابی است. چندین سازمان صنعتی FMEA از جمله جامعه مهندسان خودروسازی<sup>xxviii</sup> و سازمان دفاع ارتش آمریکا<sup>xxix</sup> از اعداد اولویت ریسک به منظور ارزیابی ریسک و شدت خرابی استفاده بهره گرفته‌اند. در FMEA سه عامل وجود دارد که اولویت ریسک خرابی را تعیین می‌کند. اولی شدت<sup>xxx</sup> (S) است که جدیت اثر خرابی است؛ دوم رخداد<sup>xxxi</sup> (O) است که احتمال یا تعداد دفعات بروز خرابی است؛ سوم احتمال کشف<sup>xxxii</sup> (D) است، احتمال اینکه کشف خرابی قبل از اثرگذاری تشخیص داده شود. اعداد اولویت ریسک عبارت است از حاصل ضرب شدت، رخداد و کشف که به صورت  $RPN = S \times O \times D$  است. مقادیر بالاتر اعداد اولویت ریسک برای یک حالت، احتمال اینکه آن حالت به خرابی منجر شود را بالاتر می‌برد و متعاقباً این حالت در اولویت بالاتر انجام اقدامات اصلاحی قرار می‌گیرد. با وجود این، مشکل اساسی FMEA تلاش برای به‌دست آوردن مقادیر کمی برای ریسک تنها از

(M)، تقریباً کم (MV)، کم (V) و خیلی کم (VL) ارزیابی می کنند. در این مرحله نیز با به کارگیری ابزار آنتروپی شانون، وزن اهمیت نسبی هر یک از تأمین کنندگان نسبت به سایرین بدست می آید. به این صورت، اکنون می توان سفارش های اقلام خرید را به تأمین کنندگان تخصیص داد. به این منظور، در مرحله سوم با استفاده از یک مدل برنامه خطی عدد صحیح و با در نظر گرفتن اولویت اول تخصیص به اقلام استراتژیک، دومین اولویت به اقلام گلوگاهی و اهرمی و نهایتاً اولویت آخر به اقلام عادی، عمل تخصیص صورت می پذیرد. شکل ۲ نشان دهنده مراحل رویکرد پیشنهادی است.

استفاده از ابزار آنتروپی شانون وزن اهمیت نسبی آنها برآورد می شود. مطابق با مدل کراچیک و با استفاده از اوزان به دست آمده، اقلام خرید به چهار دسته استراتژیک، اهرمی، گلوگاهی و عادی دسته بندی می شوند. دسته بندی پیشنهادی به تصمیم گیران امکان اولویت بندی اقلام خرید را می دهد که می تواند به اتخاذ سیاست های متنوع و متناسب با ماهیت اقلام شود. در مرحله دوم، تأمین کنندگان با توجه به معیارهای در نظر گرفته شده توسط تیم تصمیم گیری کرده، با در نظر گرفتن ابعاد ریسک و اثر سود ارائه شده توسط کراچیک به منظور مدیریت موثر و کارای فرآیند خرید، تأمین کنندگان را به طور کیفی و با متغیرهای زبانی خیلی زیاد (V)، زیاد (H)، تقریباً زیاد (MH)، متوسط



شکل ۲- رویکرد پیشنهادی برای تخصیص سفارش به تأمین کنندگان

**مثال کاربردی و یافته‌ها**

در این مقاله، یک شرکت تولید کننده قطعات خودرو در نظر گرفته می‌شود. حوزه فعالیت این شرکت، محدود به تولید چهار قطعه مورد نیاز جهت تولید خودرو است. با توجه به برآوردهای فنی و مالی صورت گرفته، شرکت تصمیم به تأمین تعدادی

از قطعات مورد نیاز خود به صورت برون‌سپاری گرفته است. تعداد این اقلام ۱۰ عدد است و تخصیص سفارش این ۱۰ قلم، حوزه مورد بحث این مقاله است. به این منظور قدم‌های زیر پیشنهاد می‌شود (شکل ۳)



شکل ۳- روش پژوهش شامل دسته بندی اقلام خرید، ارزیابی تأمین کنندگان و تخصیص سفارشات

**قدم ۱- تشکیل تیم تصمیم‌گیری**

به منظور دسته‌بندی اقلام خرید و ارزیابی تأمین کنندگان، ابتدا نیاز به تشکیل تیم تصمیم‌گیری است.

یک مساله تصمیم‌گیری بسیار مهم و حساس است و یکی از مهمترین وظایف گروه تصمیم‌گیری است. پیشتر معیارهای ارزیابی اقلام خرید محدود به معیارهای تعداد فروش و درآمدهای حاصل از آن (به ویژه در تجزیه و تحلیل ABC) بود. گروه تصمیم‌گیری، معیارهای قیمت پیشنهادی، کیفیت، مدت زمان تحویل، خدمات پس از فروش، تعداد سفارش پتانسیل همکاری‌های آتی را معیارهای

**قدم ۲- انتخاب معیارهای ارزیابی اقلام خرید**

به‌طور کلی، معیارهای ارزیابی اقلام خرید در دو بُعد ریسک و اثر سود مطابق با مدل کراچیک دسته‌بندی می‌شوند. انتخاب معیارهای ارزیابی در

مثال، کیفیت) سه سؤال برای هر یک از اقلام خرید در قالب زیر پرسیده می‌شود:

▪ اگر محصول مطابق با کیفیت درخواستی تأمین نشود، تا چه میزان نامطلوب خواهد بود؟ (شدت)

▪ کیفیت محصول به نسبت تا چه میزان متفاوت با کیفیت مورد انتظار بوده است؟ (احتمال رخداد)

▪ انحراف کیفیت محصول از کیفیت مطلوب تا چه میزان قابل کشف است؟ (احتمال کشف)

برای سهولت در فرآیند ارزیابی، متغیرهای زبانی خیلی زیاد (VH)، زیاد (H)، تقریباً زیاد (MH)، متوسط (M)، تقریباً کم (MV)، کم (V) و خیلی کم (VL) برای پاسخگویی به پرسش‌های مطرح شده، تعریف شده‌اند (شکل ۴). جدول ۱ نشان دهنده نظرهای گروه تصمیم‌گیری در این قدم است.

#### قدم ۴ - تعیین وزن نسبی و نهایی ریسک اقلام خرید

با انجام عمل ضرب مقادیر فازی O، S و D وزن نسبی ریسک هر یک از اقلام خرید به صورت زیر محاسبه می‌شود (چانگ و چنگ، ۲۰۱۰)

مناسب برای ارزیابی ریسک تأمین اقلام خرید تشخیص دادند. همچنین، معیارهای درآمد حاصل از فروش اقلام، سود خالص، تعداد فروش و معیاری به نام تأثیر استراتژیک اقلام در شرکت (سهم مدیریتی) معیارهای در نظر گرفته شده در بُعد اثر سود هستند. در واقع، نظر مستقیم مدیریت ارشد در معیار آخر لحاظ می‌شود. شایان ذکر است، معیارهای ارزیابی به‌طور مستقیم از پیشینه پژوهش و با نظر تیم تصمیم‌گیری انتخاب شده است.

#### قدم ۳- ارزیابی اقلام خرید با معیارهای ریسک تأمین

در این قدم، کلیه اقلام خرید به‌طور جداگانه از سوی گروه تصمیم‌گیری و با در نظر گرفتن شش معیار برگزیده در مورد ریسک ارزیابی می‌شوند. ابزار FMEA که از کاربردی‌ترین ابزارهای تحلیل ریسک است، با اعداد فازی اعداد اولویت ریسک، ریسک هر یک از اقلام را اندازه‌گیری می‌کند. ابزار FMEA شدت، احتمال رخداد و احتمال کشف نقصان در هر یک از اقلام خرید را با توجه به معیارهای ارزیابی مورد سنجش قرار می‌دهد. نحوه ارزیابی به این صورت است که به ازای هر یک از معیارها (برای

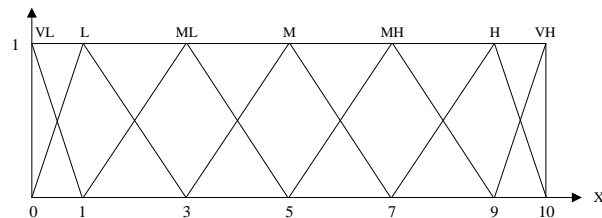
$$W_j = [(l_o \times l_s \times l_d) + (m_o \times m_s \times m_d) + (u_o \times u_s \times u_d)]/3 \quad (1)$$

که  $l$  حد پایین،  $m$  حد وسط،  $u$  حد بالای مقادیر فازی مثلثی به ازای عوامل O، S و D است.



است (مانند این مساله) که وزن اهمیت معیارهای تصمیم‌گیری برای تصمیم‌گیران بخوبی قابل تشخیص نیست.

اکنون، به منظور تعیین وزن نهایی ریسک هر قطعه از ابزار آنتروپی شانون استفاده می‌شود. این ابزار از جمله کاربردی‌ترین ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره است و کاربرد آن بخصوص در مواقعی



شکل ۴- شاخص متغیرهای زبانی (امین و رزمی، ۲۰۰۹)

جدول ۱- تخمین ریسک هر یک از اقلام خرید

معیارها	قلم خرید ۱			قلم خرید ۲			قلم خرید ۳			قلم خرید ۴			قلم خرید ۵		
	O	S	D	O	S	D	O	S	D	O	S	D	O	S	D
قیمت	VH	ML	MH	VH	ML	L	VH	MH	L	VH	ML	H	VH	ML	H
کیفیت	H	M	ML	H	M	L	H	M	L	H	M	H	H	M	H
تحويل	L	H	H	L	H	L	L	H	ML	H	VH	M	MH	ML	H
خدمات	VH	L	VH	ML	H	ML	L	ML	VL	ML	H	MH	H	ML	H
ظرفیت	H	H	VH	M	M	MH	ML	L	L	H	VH	M	M	VH	M
همکاری	M	M	ML	L	MH	L	ML	ML	VL	ML	L	VH	VL	H	VH
آتی															
معیارها	قلم خرید ۶			قلم خرید ۷			قلم خرید ۸			قلم خرید ۹			قلم خرید ۱۰		
	O	S	D	O	S	D	O	S	D	O	S	D	O	S	D
قیمت	VH	H	VH	VH	H	M	VH	H	M	VH	H	M	VH	H	VH
کیفیت	H	H	H	VH	VH	H	H	M	ML	VH	VH	H	H	H	ML
تحويل	L	H	H	M	ML	VH	L	H	H	M	ML	VH	L	H	H
خدمات	VH	L	ML	M	H	M	VH	L	L	M	H	M	ML	VH	VH
ظرفیت	L	M	M	M	ML	M	H	M	M	ML	VH	MH	M	ML	ML
همکاری	MH	L	L	L	H	ML	L	M	L	M	H	H	ML	H	M
آتی															

## جدول ۲- وزن نسبی و نهایی هر یک از اقلام خرید در بُعد ریسک تأمین

اقلام خرید	قیمت	کیفیت	تحویل بموقع	خدمات پس از فروش	تعداد سفارش	پتانسیل همکاری های آتی	وزن
قلم خرید ۱	۴۱۵,۰	۱۵۰,۰	۳۲۵,۰	۴۳۰,۰	۳۷۰,۰	۵۱۰,۷	۰,۶۵۸۲
قلم خرید ۲	۴۰۷,۰	۴۳۰,۰	۵۴۵,۰	۳۲۵,۰	۵۴۵,۰	۳۱۲,۰	۰,۶۴۵۳
قلم خرید ۳	۳۱۲,۰	۲۴۷,۰	۲۲۲,۰	۱۲,۷	۱۴,۰	۲۰,۷	۰,۰۵۹۶
قلم خرید ۴	۴۱۵,۰	۳۵۰,۰	۲۱۴,۰	۲۳۰,۰	۱۷۵,۰	۱۰۹,۰	۰,۲۳۴۴
قلم خرید ۵	۵۲۰,۰	۴۵۵,۰	۴۲۲,۰	۶۰۲,۰	۷۲۰,۰	۸۰,۰	۰,۵۶۴۴
قلم خرید ۶	۸۱۰,۰	۴۳۰,۰	۴۲۲,۰	۶۱۰,۰	۵۵,۰	۲۵۵,۰	۰,۳۹۵۴
قلم خرید ۷	۵۴۵,۰	۸۱۰,۰	۳۴۵,۰	۲۸۰,۰	۴۱۵,۰	۴۵۵,۰	۰,۶۷۴۹
قلم خرید ۸	۱۱۵,۷	۲۵۵,۰	۴۲۲,۰	۳۰۴,۰	۲۸۰,۰	۳۹,۰	۰,۲۷۳۰
قلم خرید ۹	۲۵۵,۰	۴۲۲,۰	۱۲۵,۰	۲۲۲,۰	۲۵۵,۰	۲۲۲,۰	۰,۳۶۵۶
قلم خرید ۱۰	۲۲۲,۰	۴۲۲,۰	۲۴۷,۰	۳۱۲,۰	۷۲,۰	۱۰۹,۰	۰,۱۹۵۴

از فروش اقلام، سود خالص، تعداد فروش و تأثیر استراتژیک اقلام خرید (سهم مدیریتی) مورد ارزیابی قرار می‌شوند. معیارهای کمی درآمد، سود و فروش به طور مستقیم از دپارتمان مالی شرکت و از دوره‌های پیشین استخراج می‌شوند و معیار سهم مدیریتی ضربی است که به‌طور کیفی نظر تیم تصمیم‌گیری بر اثر سود اقلام خرید را مشخص می‌کند. جدول ۳ مقادیر ارزیابی در بُعد اثر سود را نشان می‌دهد.

## قدم ۶- تعیین وزن نهایی اثر سود اقلام خرید

برای تعیین وزن هر یک از اقلام خرید در بُعد اثر سود، بار دیگر از ابزار آنتروپی شانون استفاده می‌شود. به این منظور، مقادیر به‌دست آمده از قدم ۵ به‌طور مستقیم با ابزار آنتروپی شانون ارزیابی

کلیه اعداد جدول ۲ پس از ارزیابی توسط تیم تصمیم‌گیری و با توجه به اعداد RPN فازی (مطابق با رابطه ۱) به‌دست آمده است. برای مثال، ارزیابی پارامترهای O، S و D به ازای معیار قیمت برای قلم خرید ۱، به ترتیب بصورت VH، ML و MH است. از این رو، با توجه به رابطه ۱ و شکل ۴، مقدار ۴۱۵ به ازای معیار قیمت برای قلم خرید ۱ پس از اجماع نظر تصمیم‌گیران محاسبه شده است. اعداد بدست آمده از جنس ریسک است و این مقادیر هر قدر زیادتر باشند، نشان دهنده ریسک بالاتر هستند. در نهایت، از ابزار آنتروپی برای تعیین وزن نهایی ریسک تأمین هر یک از اقلام استفاده شده است (مقادیر ستون آخر).

## قدم ۵- ارزیابی اقلام خرید با معیارهای اثر سود

در این قدم، اقلام خرید توسط چهار معیار انتخابی در بُعد ۲ در بُعد اثر سود شامل درآمد حاصل

تأمین و یا اثر سود متوسط ندارد. به همین علت، مقدار ۰/۵ به عنوان تمییز دهنده اقلام خرید در ابعاد ذکر شده تعیین می‌شود. اقلام با مقدار بیشتر از ۰/۵ به تفکیک ریسک و سود بیشتری دارند. اعداد به دست آمده از ابزار آنالیز شانون در قدم‌های ۴ و ۶، به ترتیب محورهای X (بُعد ریسک) و Y (بُعد اثر سود) ماتریس ۲×۲ کراالجیک (شکل ۱) را تشکیل می‌دهند. شکل ۵ نشان دهنده دسته‌بندی اقلام خرید است. همان‌طور که مشخص است، تنها قلم خرید استراتژیک شرکت قلم خرید ۲ است.

می‌شوند. آخرین ستون جدول ۳ بیانگر وزن اهمیت اقلام خرید در بُعد اثر سود است.

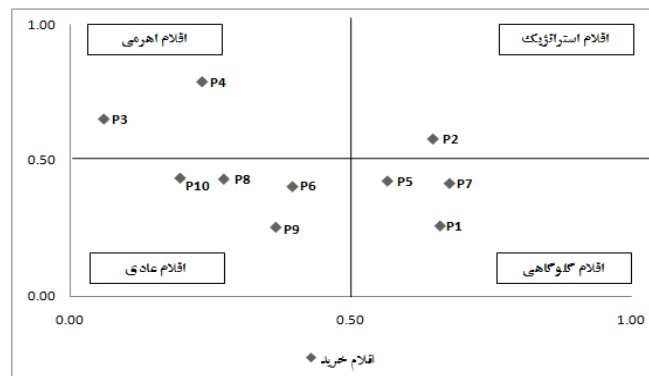
### قدم ۷- دسته بندی اقلام خرید مطابق با مدل کراالجیک

مطابق با مدل کراالجیک، اقلام خرید بر اساس ریسک تأمین و اثر سود به چهار دسته شامل اقلام استراتژیک، اقلام اهرمی، اقلام گلوگاهی و اقلام عادی دسته‌بندی می‌شوند. ماتریس کراالجیک تأکید بر دسته‌بندی اقلام به دو قسمت در هر یک از ابعاد ریسک تأمین و اثر سود دارد و تعریفی برای ریسک

جدول ۳- مقادیر ارزیابی و وزن نهایی اقلام خرید در بُعد اثر سود

اقلام خرید	درآمد*	سودخالص*	تعداد فروش	سهم مدیریتی	وزن
قلم خرید ۱	۶۱۸	۲۱۳	۳۶	۰,۳۲	۰,۲۵۹۹
قلم خرید ۲	۸۲۰	۶۵۰	۸۵	۰,۹۵	۰,۵۷۹۲
قلم خرید ۳	۸۲	۹۸۰	۱۳۵	۰,۶۹	۰,۶۵۳۸
قلم خرید ۴	۳۵۰	۹۱۷	۱۸۷	۰,۷۸	۰,۷۸۹۱
قلم خرید ۵	۷۵۵	۵۵۰	۲۶	۰,۸۹	۰,۴۲۴۶
قلم خرید ۶	۷۵۰	۶۰	۱۲۱	۰,۳۱	۰,۴۰۴۴
قلم خرید ۷	۱۲۰	۲۱۱	۱۴۵	۰,۵۸	۰,۴۱۶۰
قلم خرید ۸	۴۲۰	۶۶۵	۵۲	۰,۲۵	۰,۴۳۱۷
قلم خرید ۹	۶۵۰	۱۷۵	۲۵	۰,۴۵	۰,۲۵۵۱
قلم خرید ۱۰	۷۸۰	۴۸۰	۵۲	۰,۷۸	۰,۴۳۵۶

\* مقادیر به هزار تومان است



شکل ۵- دسته‌بندی اقلام خرید مطابق با مدل کراچیک

جدول ۴ قابل رؤیت است. در این مقاله، به صورت نوآورانه تأمین کنندگان متناسب با ماهیت اقلام خرید ارزیابی می‌شوند؛ به این معنا که فرآیند ارزیابی طی چهار مرحله و به‌طور جداگانه برای اقلام دسته‌بندی شده صورت می‌گیرد. تأمین کنندگان اقلام استراتژیک توسط کلیه معیارهای معرفی شده ارزیابی می‌شوند. تأمین کنندگان اقلام اهرمی توسط معیارهای قیمت، کیفیت، خدمات پس از فروش، موقعیت مالی، مدیریت و سازماندهی و موقعیت جغرافیایی ارزیابی می‌شوند. معیارهای کیفیت، تحویل بموقع، خدمات پس از فروش، گارانتی، پاسخگویی به تغییرات تقاضا، سیستم‌های ارتباطی و مدیریت و سازماندهی ارزیابی کننده تأمین کنندگان اقلام گلوگاهی و نهایتاً به منظور تأمین اقلام عادی، تأمین کنندگان تنها توسط معیار قیمت سنجیده می‌شوند.

#### قدم ۱۰- رتبه‌بندی تأمین کنندگان با در نظر گرفتن ماهیت اقلام خرید

با تبدیل متغیرهای زبانی به مقادیر کمی و با استفاده از ابزار آنتروپی شانون، وزن عملکردی تأمین کنندگان قابل اندازه‌گیری است. وزن عملکردی تأمین کنندگان با توجه به ماهیت اقلام خرید دسته‌بندی شده در جداول ۴ تا ۷ به نمایش درآمده است.

#### قدم ۸- تعیین معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان

در این قدم، شرکت برای بازنگری در فرآیند تخصیص سفارش‌های خرید معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان را تعیین می‌کند. گروه تصمیم‌گیری از میان ۲۳ معیار معرفی شده توسط دیکسون (۱۹۶۶)، ۱۲ معیار شامل قیمت (C۱)، کیفیت (C۲)، تحویل بموقع (C۳)، شهرت (C۴)، خدمات پس از فروش (C۵)، گارانتی (C۶)، پاسخگویی به تغییرات تقاضا (C۷)، موقعیت مالی (C۸)، سیستم‌های ارتباطی (C۹)، مدیریت و سازماندهی (C۱۰)، پتانسیل همکاری‌های آتی (C۱۱) و موقعیت جغرافیایی (C۱۲) را به عنوان معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان انتخاب کردند.

#### قدم ۹- ارزیابی تأمین کنندگان

در این قدم، هفت تأمین کننده‌ای که هم اکنون اقلام مورد نیاز شرکت را تأمین می‌کنند ارزیابی می‌شوند. به منظور تسهیل در این فرآیند، تأمین کنندگان به‌وسیله متغیرهای زبانی ارزیابی می‌شوند. این متغیرها شامل خیلی خوب، خوب، تقریباً خوب، متوسط، تقریباً بد، بد و خیلی بد، با مقادیر به ترتیب از ۷ تا ۱ است. متغیر خیلی خوب در هر یک از معیارها نشان دهنده بهترین مقدار ارزیابی به ازای کلیه معیارهاست. مقادیر ارزیابی تأمین کنندگان در

جدول ۴- مقادیر ارزیابی تأمین کنندگان برای تأمین اقلام استراتژیک

وزن	معیارها												تأمین کنندگان
	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰,۱۱۷۵	H	VL	L	MH	VH	M	L	ML	H	ML	L	H	۱
۰,۱۵۴۳	VH	H	MH	H	H	H	L	H	L	VL	H	MV	۲
۰,۱۴۸۹	M	M	M	VH	M	VH	H	M	H	H	VL	M	۳
۰,۱۵۵۸	M	MH	ML	M	M	M	MH	H	M	VH	H	MH	۴
۰,۱۳۷۹	H	M	VH	ML	ML	L	M	VH	VH	M	M	VH	۵
۰,۱۴۰۳	ML	VH	H	M	VL	H	VH	H	M	MH	M	M	۶
۰,۱۴۵۳	L	H	VH	M	M	VL	M	M	MH	MH	VH	H	۷

جدول ۵- مقادیر ارزیابی تأمین کنندگان برای تأمین اقلام اهرمی

وزن	معیارها						تأمین کنندگان
	۱۲	۱۰	۸	۵	۲	۱	
۰,۱۳۴۵	H	L	VH	ML	L	H	۱
۰,۱۸۸۴	VH	MH	H	H	H	MV	۲
۰,۰۹۸۴	M	M	M	M	VL	M	۳
۰,۱۴۸۴	M	ML	M	H	H	MH	۴
۰,۱۵۶۷	H	VH	ML	VH	M	VH	۵
۰,۱۱۲۳	ML	H	VL	H	M	M	۶
۰,۱۶۵۴	L	VH	M	M	VH	H	۷

جدول ۶- مقادیر ارزیابی تأمین کنندگان برای تأمین اقلام گلوگاهی

وزن	معیارها							تأمین کنندگان
	۱۰	۹	۷	۶	۵	۳	۲	
۰,۰۹۲۰	L	MH	M	L	ML	ML	L	۱
۰,۱۴۰۸	MH	H	H	L	H	VL	H	۲
۰,۱۵۴۹	M	VH	VH	H	M	H	VL	۳
۰,۱۷۳۸	ML	M	M	MH	H	VH	H	۴
۰,۱۲۴۲	VH	ML	L	M	VH	M	M	۵
۰,۱۷۲۵	H	M	H	VH	H	MH	M	۶
۰,۱۴۱۶	VH	M	VL	M	M	MH	VH	۷

جدول ۷- مقادیر ارزیابی تأمین کنندگان برای تأمین اقلام عادی

تأمین کنندگان	معیار	وزن
۱	H	۰,۱۷۱۴
۲	MV	۰,۰۸۵۷
۳	M	۰,۱۱۴۳
۴	MH	۰,۱۴۲۹
۵	VH	۰,۲۰۰۰
۶	M	۰,۱۱۴۳
۷	H	۰,۱۷۱۴

قدم ۱۱- تخصیص سفارش‌های خرید به تأمین کنندگان

با استفاده از دسته‌بندی اقلام خرید از یک‌سو، و از سوی دیگر، ارزیابی تأمین کنندگان می‌توان سفارش‌های مورد نیاز را به تأمین کنندگان منتخب تخصیص داد. از این رو، با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح عمل تخصیص صورت می‌گیرد. همان‌طور که پیشتر اشاره شد، عمل تخصیص متناسب با ماهیت اقلام انجام می‌شود.

بنابراین، اولویت اول مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح، تخصیص اقلام استراتژیک است. اقلام اهرمی و گلوگاهی دومین اولویت و در آخر سومین اولویت، تخصیص اقلام عادی است. با استفاده از اوزان به‌دست آمده برای اهمیت نسبی اقلام خرید (جدول ۲ و ۳) و تأمین کنندگان (جدول ۶)، مقدار وزن اهمیت تخصیص هر یک از اقلام خرید به هر یک از تأمین کنندگان به شرح زیر قابل اندازه‌گیری است:

$$W = (w_{jnk})_{j \times n} = \begin{bmatrix} w_{R1} + w_{I1} \\ \vdots \\ w_{Rn} + w_{In} \end{bmatrix}_{n \times 1} \times \begin{bmatrix} w_{s1} \\ \vdots \\ w_{sj} \end{bmatrix}_{j \times 1}^{-1} = \begin{bmatrix} w_{11} & \dots & w_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{j1} & \dots & w_{jn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

که در آن  $w_{Rn}$  وزن اهمیت معیارهای ریسک اقلام خرید،  $w_{In}$  وزن اهمیت معیارهای اثر سود اقلام خرید و  $w_{sj}$  اوزان به‌دست آمده عملکرد تأمین کنندگان است. به این ترتیب، وزن اهمیت تخصیص سفارش هر یک از اقلام به تأمین کننده به‌دست

می‌آید. این مقادیر ضریب مقادیر تخصیص در تابع هدف است. (رابطه ۳).  
رابطه ۴ میزان ظرفیت موجود تأمین کنندگان را نشان می‌دهد. رابطه ۵ میزان تقاضای مورد نیاز شرکت را نشان می‌دهد. روابط ۶ و ۷ حداکثر مقدار سفارش به هر یک از تأمین کنندگان را تعیین می‌کنند.

جدول ۸- پارامترها و متغیرها در مدل تخصیص سفارش

تعاریف	پارامترها و متغیرها
$m_{ik}$ = مقدار تقاضای قلم $i$ مربوط به دسته $k$ $c_{jk}$ = مقدار ظرفیت تأمین کننده $j$ مربوط به دسته $k$ $w_{ijk}$ = وزن اهمیت تأمین قلم $j$ توسط تأمین کننده $i$ مربوط به دسته $k$ $l$ = حداکثر تأمین کننده ای که بتوانند اقلام خرید را تأمین نمایند $i = 1, \dots, n$ شاخص مربوط به شمارش اقلام خرید $j = 1, \dots, s$ شاخص مربوط به شمارش تأمین کنندگان $k = 1, 2, 3$ شاخص مربوط به دسته بندی اقلام ( $k_1$ استراتژیک، $k_2$ اهرمی و گلوگاهی، $k_3$ عادی)	پارامترها
$x_{ijk}$ = تعداد سفارش خرید قلم $i$ مربوط به دسته $k$ که به تأمین کننده $j$ تخصیص می یابد. $x_{ipk}$ = تعداد سفارش خرید قلم $i$ مربوط به دسته $k$ که به تأمین کننده مورد بررسی $p$ تخصیص می یابد. $y_{ijk} = 1$ اگر سفارش قلم $i$ مربوط به دسته $k$ که به تأمین کننده $j$ تخصیص یابد، ۰ در غیر این صورت $y_{ipk} = 1$ اگر سفارش قلم $i$ مربوط به دسته $k$ که به تأمین کننده مورد بررسی $p$ تخصیص یابد، ۰ در غیر این صورت.	متغیرهای تصمیم
$H_{jk}$ = مقدار سفارش تخصیص یافته به تأمین کننده مربوط به دسته $k$ ( $H_{j1} = 0$ )	میانجی

$$Max \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^s \sum_{k=1}^t w_{ijk} \cdot x_{ijk} \quad (3)$$

$$s.t. \sum_{j=1}^s x_{ijk} = m_{ik} \quad i = 1, \dots, n, \quad k = 1, 2, 3 \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ijk} \leq c_{jk} - H_{j,k-1} \quad j = 1, \dots, s, \quad k = 2, 3 \quad (5)$$

$$x_{ipk} \leq m_i [l(1 + y_{ipk}) - \sum_{\substack{j=1, \\ j \neq p}}^s y_{ijk}] \quad i = 1, \dots, n, \quad k = 1, 2, 3 \quad (6)$$

$$x_{ijk} - m_{ik} \cdot y_{ipk} - H_{j,k-1} \leq 0 \quad i = 1, \dots, n, \quad j = 1, \dots, s, \quad k = 2, 3 \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{ijk} \leq l \quad i = 1, \dots, n, \quad k = 1, 2, 3 \quad (8)$$

$$y_{ijk} \text{ binary}$$

$$x_{ijk} \geq 0, \text{ and integer}$$

$$k = 1, 2, 3$$

پارامترهای مساله در جدول ۹ قابل مشاهده است. مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح پیشنهادی به وسیله نرم افزار لینگو<sup>xxxviii</sup> حل شده است. تعداد ۱۴۰ متغیر تصمیم عدد صحیح شامل ۷۰ متغیر صفر-یک و همچنین ۱۷۴ محدودیت حدود مدل برنامه‌ریزی را تشکیل می‌دهند. نتایج تخصیص سفارش‌ها به تأمین کنندگان پس از حل مساله در جدول ۱۰ آمده است.

رابطه ۶ این امکان را به تصمیم‌گیران می‌دهد که حداکثر تأمین‌کنندگان دلخواه برای تعیین هر یک از انواع اقلام خرید را تعیین کنند. مطلوب مساله در این مقاله، تأمین هر یک از اقلام توسط حداکثر دو تأمین‌کننده است. این ویژگی، گاهی در دپارتمان‌های خرید بخش‌های صنعتی و به منظور مدیریت بهتر تأمین‌کنندگان استفاده می‌شود. پارامترها و متغیرهای مدل در جدول ۸ به نمایش درآمده است. مقادیر

**جدول ۹ - مقادیر پارامترهای مساله تخصیص سفارش‌های خرید**

ظرفیت تولید	تأمین‌کنندگان	تقاضا	اقلام خرید
۲۰۰	تأمین‌کننده ۱	۸۰	قلم خرید ۱
۱۸۰	تأمین‌کننده ۲	۴۷	قلم خرید ۲
۲۴۰	تأمین‌کننده ۳	۱۰۰	قلم خرید ۳
۱۸۰	تأمین‌کننده ۴	۱۳۰	قلم خرید ۴
۲۵۰	تأمین‌کننده ۵	۷۰	قلم خرید ۵
۲۲۰	تأمین‌کننده ۶	۱۶۰	قلم خرید ۶
۳۰۰	تأمین‌کننده ۷	۱۲۰	قلم خرید ۷
		۱۵۰	قلم خرید ۸
		۱۸۰	قلم خرید ۹
برای کلیه دسته‌ها	∑=	۲۰۰	قلم خرید ۱۰

گونه‌ای می‌شوند که می‌تواند به بهترین وجه نیازهای هر دسته از اقلام خرید را پوشش دهد. همانطور که از شکل ۵ مشخص است، قلم خرید ۲ تنها قلم خرید استراتژیک شرکت است. این قلم خرید، ریسک تأمین و نیز اثر سود بالایی دارد و نقش کلیدی در شرکت ایفا می‌کند و به همین علت، نیازمند برنامه‌های دقیق و مدون و ارتباط مناسب و بلندمدت با تأمین‌کننده مربوطه است. بنابراین، این قلم خرید در اولویت ۱ تخصیص

#### ۴ - بحث

با محاسبه ریسک تأمین و اثر سود هر یک از اقلام خرید، مطابق با مدل کراجیک اقلام خرید به چهار دسته استراتژیک، اهرمی، گلوگاهی و عادی تقسیم می‌شوند. دسته‌بندی اقلام خرید به تصمیم‌گیران کمک می‌کند که سیاست‌های تأمین و ارتباط با تأمین‌کنندگان را متناسب با ماهیت اقلام خرید اتخاذ کنند. به کمک دسته‌بندی پیشنهادی، خریداران قادر به شناسایی تأمین‌کنندگان مطلوب به



گلوگاهی ضمانت قرارداد، کنترل تأمین کننده و سایر برنامه‌ها به منظور نگه داشتن موجودی است. سایر اقلام خرید نیز اقلام خرید عادی تعیین شده‌اند. این اقلام ریسک تأمین و اثر سود پایینی دارند و مسلماً در اولویت آخر برنامه‌ریزی قرار می‌گیرند. بهترین روش برای کنترل اقلام عادی، نگهداشت سطح موجودی این اقلام در انبار است و در مورد این اقلام نیازی نیست که به دیگر معیارها توجه شود.

سفارش قرار می‌گیرد. اقلام خرید ۳ و ۴، اقلام اهرمی شناخته شدند؛ به این معنی که اثر سود بالا و در عین حال، ریسک تأمین پایینی دارند. خریدار مانور زیادی برای چانه‌زنی این اقلام دارد و برای او پیدا کردن بهترین قیمت خرید به وسیله برگزاری مناقصه ساده است. اقلام خرید ۱، ۵ و ۷ اقلام گلوگاهی هستند که بیانگر ریسک تأمین بالا و اثر سود پایین است و تأمین آنها با ریسک‌ها و مشکلات فراوانی روبه‌روست. سیاست‌های مناسب برای اقلام

جدول ۱۰- سفارش‌های تخصیص یافته به تأمین کنندگان

مجموع سفارش‌ها	اقلام خرید										تأمین کنندگان	
	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
۲۰۰	۲۰۰											تأمین کننده ۱
۱۸۰							۱۳۰	۵۰				تأمین کننده ۲
۰												تأمین کننده ۳
۹۷									۴۷	۵۰		تأمین کننده ۴
۲۵۰			۹۰		۱۶۰							تأمین کننده ۵
۲۲۰				۱۲۰		۷۰					۳۰	تأمین کننده ۶
۲۹۰		۱۸۰	۶۰						۵۰			تأمین کننده ۷

است و ارزیابی جامع اقدامی ضروری برای برقراری ارتباط بلندمدت با این تأمین کنندگان است. به دلیل اثر سود بالای اقلام اهرمی، معیارهای مناسب برای ارزیابی تأمین کنندگان این دسته بیشتر از جنس معیارهای مالی پیشنهاد می‌شود. معیارهایی که از جنبه‌های گوناگون ریسک‌های مختلف تأمین اقلام را ارزیابی می‌کنند، برای ارزیابی تأمین کنندگان اقلام گلوگاهی در نظر گرفته می‌شوند. در نهایت، معیار قیمت پیشنهادی مهمترین معیار ارزیابی تأمین

در این مقاله، نوآورانه به منظور شناسایی تأمین کنندگان برتر هر دسته، تأمین کنندگان طی چهار مرحله بطور جداگانه و با معیارهای متناسب با دسته‌بندی اقلام خرید ارزیابی می‌شوند. برای مثال، معیارهایی که برای تأمین کنندگان اقلام استراتژیک انتخاب می‌شوند، با معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان گلوگاهی متفاوتند. تأمین کنندگان کاندید برای تأمین اقلام استراتژیک توسط کلیه معیارها ارزیابی می‌شوند. این مساله نشان دهنده اهمیت این اقلام

تأمین کنندگان اولویت بالاتر اجازه تخصیص سفارش به این تأمین کننده را نداده است. از سوی دیگر، سفارش خرید قلم خرید ۱۰ به طور کامل به تأمین کننده ۱ تخصیص یافت است. این تنها به این معناست که تأمین کننده ۱ گزینه‌ای مناسب برای تأمین اقلام عادی است، و گرنه این تأمین کننده در ارزیابی توسط کلیه معیارها (جدول ۴) نسبت به سایر تأمین کنندگان در اولویت پایانی قرار گرفته است.

در صورتی که تخصیص سفارش‌ها به تأمین کنندگان مطابق با سایر تحقیقات (پیشینه پژوهش)، بدون در نظر گرفتن ماهیت اقلام صورت می‌گرفت (یعنی تأمین کنندگان تنها یک‌بار و توسط کلیه معیارها ارزیابی می‌شدند)، شاهد نتایج تخصیص متفاوت بودیم. جدول ۱۱ نتیجه تخصیص سفارش به تأمین کنندگان را بدون در نظر گرفتن ماهیت اقلام خرید نشان می‌دهد.

کنندگان اقلام عادی به حساب می‌آید. به این صورت، در رویکرد پیشنهادی، ماهیت اقلام خرید در ارزیابی تأمین کنندگان نقش تعیین کننده‌ای دارد. بر همین اساس، چه بسا تأمین کنندگانی وجود داشته باشند، که به منظور تأمین اقلام استراتژیک بالاترین اولویت را داشته باشند ولی برای اقلام اهرمی بهترین نباشند. نتایج نشان می‌دهد که تأمین کننده ۴ بهترین گزینه برای تأمین اقلام استراتژیک و گلوگاهی است و تأمین کنندگان ۲ و ۵ به ترتیب بالاترین اولویت تأمین اقلام اهرمی و عادی هستند.

همچنین تأمین کننده ۳ تنها تأمین کننده‌ای است که سفارشی به آن تخصیص نیافته است. این اتفاق نشان دهنده این نیست که این تأمین کننده نسبت به سایرین بدترین عملکرد را داشته است. همان‌طور که از جداول ۴ تا ۷ مشخص است، این تأمین کننده حتی سومین اولویت تأمین اقلام استراتژیک و گلوگاهی است. در واقع، ظرفیت بالای

جدول ۱۱- سفارش‌های تخصیص یافته به تأمین کنندگان بدون در نظر گرفتن ماهیت اقلام خرید

مجموع سفارش‌ها	اقلام خرید										تأمین کنندگان
	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰											تأمین کننده ۱
۱۸۰						۶۳	۱۱۷				تأمین کننده ۲
۲۴۰			۱۳		۴۰	۷		۱۰۰	۸۰		تأمین کننده ۳
۱۸۰				۱۲۰			۱۳		۴۷		تأمین کننده ۴
۱۱۷	۱۱۷										تأمین کننده ۵
۲۲۰	۸۳		۱۳۷								تأمین کننده ۶
۳۰۰		۱۸۰			۱۲۰						تأمین کننده ۷

تأمین کننده ۵ استفاده نشده است، در حالی که قیمت پیشنهادی این تأمین کنندگان نسبت به سایر تأمین کنندگان پایین‌تر است و برای تأمین اقلام عادی

همان‌طور که در جدول ۱۱ قابل مشاهده است، تأمین کننده ۱ تنها تأمین کننده‌ای است که سفارشی به آن تخصیص نیافته است. همچنین، از کلیه ظرفیت

شرکت‌ها باید از میان کلیه تأمین کنندگان تمرکز ویژه‌ای بر تأمین کنندگان اقلام استراتژیک خود داشته باشند. این روابط باید به صورت بلند مدت و کاملاً نزدیک باشد؛ حتی مشاهده می‌شود که برخی از شرکت‌های بزرگ دنیا با تأمین کنندگان استراتژیک خود ادغام می‌شوند تا کیفیت و قیمت نهایی محصول خود را بهبود بخشند. شرکت می‌تواند با تمرکز بر مقادیر سفارش جداگانه و تجمیع آنها و واگذاری به یک تأمین کننده، پذیرفتن قیمت‌های بالا، و پوشش کل مقادیر مورد نیاز از طریق قراردادهای موقعیت خود در تأمین را تحکیم بخشد. با وجود این، شرکت به منظور کاهش ریسک وابستگی طولانی مدت از یک منبع، باید به دنبال تأمین کنندگان یا اقلام جایگزین باشد و حتی به فکر یکپارچگی رو به عقب نیز باشد؛ به این معنا که در صورت نیاز، با تأمین کننده خود ادغام و شرکتی یکپارچه تشکیل دهند. هنگامی که شرکت با ضعف روبه‌روست، مجبور به برقراری قراردادهای بلند مدت و پذیرش قیمت‌های بالاتر به منظور حصول اطمینان از تأمین می‌شود. از طرف دیگر، اگر شرکت خریدار از تأمین کنندگان خود قویتر باشد می‌تواند از قدرت خود استفاده کند و چانه‌زنی کند. از سوی دیگر، در مورد تأمین کنندگان اقلام عادی، نیازی به پرداخت هزینه‌های روابط متقابل و بلندمدت نیست. شرکت‌ها در مورد تأمین کنندگان این اقلام می‌توانند میان تأمین کنندگان رقابت ایجاد کرده، از این طریق امتیازات ویژه‌ای به دست آورند. در واقع، برای این دسته از اقلام معیارهای قیمت، تخفیف‌ها و نحوه بازپرداخت اهمیت بیشتری می‌یابند. از سوی دیگر، اقلام گلوگاهی نقش تعیین کننده‌ای در شرکت‌ها دارند و تأمین درست و بموقع آنها برنامه‌ریزی مناسبی نیاز دارد. در مورد این اقلام باید یادآور شد که تأمین این نوع اقلام از چند تأمین کننده سیاست مناسبی به نظر

(اقلام ۶، ۸، ۹ و ۱۰) مناسب به نظر می‌رسند. از سوی دیگر، از تأمین کنندگان ۳ و ۶ برای تأمین اقلام گلوگاهی و عادی استفاده می‌شود، در حالی که مطابق با جداول ۲ و ۴ این دو تأمین کننده در اولویت‌های پایین برای تأمین این اقلام قرار دارند. نکته قابل ذکر دیگر این است که با افزایش حداکثر تأمین کنندگان اقلام خرید مساله حاضر از ۲ به ۳، تغییری در جواب بهینه حاصل نمی‌شود. نکته مهم دیگر، محدودیت بودجه خرید است. مطابق با مدل طراحی شده، در صورتی که بودجه در دسترس محدود باشد، باید هنوز اولویت را به خرید قلم استراتژیک با بودجه اضافی داد و از تأمین اقلام با درجات پایین‌تر اجتناب کرد.

#### ۵- نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر، ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان با در نظر گرفتن ماهیت اقلام خرید است. در چنین شرایطی، شرکت‌ها باید در ابتدا بتوانند اقلام مورد نیاز خود را شناسایی و دسته‌بندی کنند تا بر همین اساس بتوانند تأمین کنندگان کاندید را طبقه‌بندی و سیاست‌های مختلف خرید را اعمال کنند. به کمک طبقه‌بندی پیشنهادی، خریداران قادر به شناسایی تأمین کنندگان کاندید به گونه‌ای می‌شوند که می‌تواند به بهترین وجه نیازهای هر طبقه را پوشش دهد. نتایج دسته‌بندی اقلام در شرکت بررسی شده نشان می‌دهد که اقلام استراتژیک ۱۰ درصد از اقلام خرید را تشکیل می‌دهند. اقلام اهرمی و گلوگاهی به ترتیب ۲۰ و ۳۰ درصد از کل اقلام خرید را تشکیل می‌دهند و نهایتاً ۴۰ درصد از اقلام خرید، اقلام عادی تشخیص داده شده است. به این ترتیب، مدیریت شرکت از ماهیت اقلام خرید آگاه می‌شود و می‌تواند سیاست‌هایی متناسب با ماهیت اقلام خرید در نظر بگیرد.

میان اولویت تخصیص سفارش‌ها به اقلام اهرمی و گلوگاهی؛ دوم، استفاده از دیگر ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند تاپسیس، تجزیه و تحلیل شبکه‌ای و تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین اوزان نهایی ابعاد ریسک تأمین و اثر سود؛ سوم، در نظر گرفتن نظرهای گروه تصمیم‌گیری در مورد تعیین وزن اهمیت معیارهای تصمیم‌گیری؛ چهارم، تفاوت قائل شدن میان تأثیر معیارهای ریسک تأمین و اثر سود در مدل برنامه‌ریزی و نهایتاً به‌کارگیری رویکرد پیشنهادی در محیط‌های صنعتی و خدماتی و مقایسه نتایج به‌دست آمده با پژوهش حاضر.

#### منابع:

- Bello, M. (2003). A case study approach to the supplier selection process, Mayaguez: University of Puerto Rico.
- Boodie, M. (1997). "World Class Purchasing in Nederland is fictie en helaas nog geen werkelijkheid. Berenschot Inkoopquête 1997, Berenschot Inkoop management, Utrecht (Dutch text).
- Caniels, M. and Gelderman, C. (2007). "Power and interdependence in buyer supplier relationships: a purchasing portfolio approach", *Industrial Marketing Management*, 36(2), 219-229.
- Chang, K.-H. and Cheng Ch.-H. (2010). "A risk assessment methodology using intuitionistic fuzzy set in FMEA", *International Journal of Systems Science*, 41(12), 1457-1471.
- Chin, K., Chan, A. and Yang, J. (2008). "Development of a fuzzy FMEA based product design system", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 36(7-8), 633-649.
- De Boer, L., labro, E. and Morlacchi, P. (2001). "A review of methods supporting

می‌رسد؛ هر چند یافتن تأمین کنندگان مناسب برای این اقلام دشوار باشد.

در این مقاله، فرض بر این بود که کلیه تأمین کنندگان توانایی تأمین تمامی اقلام خرید را دارند. همچنین، اولویت دوم تخصیص سفارش‌های خرید پس از اقلام استراتژیک متعلق به اقلام اهرمی و گلوگاهی است. در واقع، تفاوتی میان اقلام اهرمی و گلوگاهی برای تخصیص سفارش‌های خرید در نظر گرفته نشده است؛ به این معنا که در اولویت دوم تخصیص، تفاوت وزنی میان اقلام گلوگاهی و اهرمی لحاظ نشده است. همچنین، اوزان به‌دست آمده از معیارهای ریسک تأمین و اثر سود به یک میزان در مدل برنامه‌ریزی تأثیرگذار بودند. در این مقاله، از ابزار آنتروپی شانون برای برآورد وزن اهمیت نسبی تأمین کنندگان و اقلام خرید استفاده شد. این ابزار با وجود سادگی در محاسبات، دارای نقاط قوت زیادی است؛ از جمله دقت این روش، عدم نیاز به وزن اهمیت معیارها توسط تصمیم‌گیران و همچنین، تعیین وزن اهمیت به‌صورت پویا. این ابزار برخلاف سایر ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره، قادر است بدون دریافت وزن اهمیت معیارهای تصمیم‌گیری، با توجه به مقادیر ارزیابی شده، وزن اهمیت معیارها را محاسبه و بر همین اساس، گزینه‌ها را رتبه‌بندی کند. شایان ذکر است که اوزان اهمیت به‌دست آمده توسط این ابزار، قابل تعدیل توسط تیم تصمیم‌گیری است. البته، ابزارهای دیگر تصمیم‌گیری چندمعیاره، از جمله فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس می‌توانند در تعیین وزن اهمیت معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان و دسته‌بندی اقلام خرید استفاده شده، براساس آن اقلام خرید دسته‌بندی و یا تأمین کنندگان رتبه‌بندی شوند.

موارد زیر می‌توانند به عنوان تحقیقات آتی مورد توجه محققان قرار گیرند: اول، تفاوت قائل شدن

- approach: A case study”, *Proceedings of the 10th International IPSERA Conference, Jonkoping Sweden*, 595-610.
- Lilliecreutz, J. and Ydreskog, L. (1999). “Supplier classification as an enabler for a differentiated purchasing strategy”, *Global Purchasing & Supply Chain Management*, November, 66-74.
- Luo, X., Wu, Ch., Rosenberg, D. and Barnes, D. (2009). “Supplier selection in agile supply chains: An information-processing model and an illustration”, *Journal of Purchasing & Supply Management*, 15(4), 249-262.
- Nellore, R. and Soderquist, K. (2000). “Portfolio approaches to procurement: Analysing the missing link to specifications”, *Long Range Planning*, 33(2), 245-267.
- Olsen, R. and Ellram, L. (1997). “A portfolio approach to supplier relationships”, *Industrial Management Marketing*, 26(2), 101-113.
- Pillay, A. and Wang, J. (2003). “Modified failure mode and effects analysis using approximate reasoning”, *Reliability Engineering & System Safety*, 79(1), 69-85.
- Razmi, J. and Karbasian, S. (2005). “The Role of Expert Systems in Evaluating and Control of Suppliers in Various Purchasing Circumstances”, *3rd European Conference on Intelligent Management System in Operations*. Manchester, UK.
- Razmi, J., Jafari Songhori, M. and Khakbaz, H. (2009). “An integrated fuzzy decision making/fuzzy linear programming (FGDMLP) framework for supplier evaluation and order allocation”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 43(5-6), 590-607.
- Sankar, N. and Prabhu, B. (2001). “Modified approach for prioritization of failure in a system failure mode and effects analysis”, *supplier selection*”, *European journal of purchasing & supply management*, 7(2), 75-84.
- Faez, F., Ghodsypour, S. and O’Brien, C. (2009). “Vendor selection and order allocation using an integrated fuzzy case-based reasoning and mathematical programming model”, *International Journal of Production Economics*, 121(2), 395-408.
- FMEA Info Centre (2005) available at: [www.fmeainfocentre.com](http://www.fmeainfocentre.com).
- Gelderman, C. and vanWeele, A. (2002). “Strategic direction through purchasing portfolio management: a case study”, *Journal of Supply Chain Management*, 38(2), 30-37.
- Ho, W., Xu, X., Prasanta, K. and Dey, P. (2010). “Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review”, *European Journal of Operational Research*, 202(1), 16-24.
- Karpak, B., Kumcu, E., and Kasuganti, R. (2001). “Purchasing materials in the supply chain: managing a multi-objective task”, *European journal of purchasing & supply management*, 7(3), 1-21.
- Keskin, G., Ilhan, S., and Özkan, C. (2010). “The Fuzzy ART algorithm: A categorization method for supplier evaluation and selection”, *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1235-1240.
- Kraljic, P. (1983). “Purchasing must become supply management”, *Harvard Business Review*, 61(5), 109-117.
- Kuo, R., Wang, Y. and Tien, F. (2010). “Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection”, *Journal of Cleaner Production*, 18(12), 1161-1170.
- Lamming, R. and Harrison, D. (2001). “Smaller customers and larger suppliers: The potential for strategic purchasing

- Xu, K., Tang, L., Xie, M., Ho, S. and Zhu, M. (2002). "Fuzzy assessment of FMEA for engine systems", *Reliability Engineering & System Safety*, 75(1), 17-29.
- Yeh, R. and Hsieh, M. (2007). "Fuzzy assessment of FMEA for a sewage plant", *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineering*, 24(6), 505-512.
- Zeydan, M., Çolpan, C. and Çobanog, C. (2011). "A combined methodology for supplier selection and performance evaluation", *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2741-2751.
- International Journal of Quality & Reliability Management*, 18(3), 324-350.
- Shannon, C. (1948). "A mathematical theory of communication", *Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- Syson, R. (1992). *Improve purchase performance*, London: Pitman Publishing.
- Wang, Y., Chin, K., Poon, G. and Yang, J. (2009). "Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean" *Expert Systems with Applications*, 36(2), 1195-207.
- Weber C., Current J. and Benton W. (1991). "Vendor selection criteria and methods", *European Journal of Operational Research*, 50, 2-18.

پی نوشت:

- xxx Severity  
 xxxi Occurrence  
 xxxii Detection  
 xxxiii Sankar and Prabhu  
 xxxiv Grey relation theory  
 xxxv Pillay and Wang  
 xxxvi Chin  
 xxxvii Wang  
 xxxviii Lingo

- i Karpak  
 ii De Boer  
 iii Bello  
 iv Keskin  
 v Case-based reasoning (CBR)  
 vi Artificial Neural Networks (ANN)  
 vii Data envelopment analysis (DEA)  
 viii Analytic network process (ANP)  
 ix Zeydan  
 x Analytic hierarchy process (AHP)  
 xi TOPSIS  
 xii Weber  
 xiii Ho  
 xiv Olsen and Ellram  
 xv Lilliecreutz  
 xvi Kraljic  
 xvii Nellore  
 xviii FMEA  
 xix Entropy Shannon  
 xx Risk Priority Number  
 xxi Syson  
 xxii Van Weele  
 xxiii Lamming and Harrison  
 xxiv Boodie  
 xxv Expert system  
 xxvi Gelderman and VanWeele  
 xxvii Caniels  
 xxviii Society of Automotive Engineers  
 xxix US Military of Defense