

ارائه یک رویکرد ابتکاری برای انتخاب استراتژیک تأمین‌کننده بر اساس دوره عمر محصول و موازنه نسبی عملکرد

سعید رضایی*

جواد بهنامیان**

پذیرش: ۹۸/۱۲/۸

دریافت: ۹۸/۵/۲۲

انتخاب تأمین‌کننده / معیارهای عملکرد / پایداری / نظریه مخروط شنی تغییر یافته / موازنه نسبی / الگوریتم ابتکاری چندمرحله‌ای

چکیده

با توجه به رقابت موجود در دستیابی به اهداف عملکردی و نیز تصویب و اعمال قوانین مرتبط با پایداری - که از آگاهی اجتماعی نشأت می‌گیرند، انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب که اجابت‌کننده هر دو هدف در یک بعد استراتژیک باشند، بسیار حیاتی است. در واقع، هم‌ترازسازی معیارهای عملکرد با اهداف پایداری - که نشان‌دهنده مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها هستند - شالوده عملیات در محیط امروز محسوب می‌شود. در این راستا، این مقاله یک رویکرد استراتژیک سه‌دوره‌ای مبتنی بر مراحل معرفی، رشد و بلوغ محصول قابل عرضه به بازار را معرفی می‌کند که متفاوت از مطالعات قبلی است. بدین منظور، یک سیاست مخروط شنی تغییر یافته که بیانگر درجه اهمیت‌های متمایز و تجمعی معیارها در دوره‌های مختلف است، به کار گرفته می‌شود. در همین حال، حداقل سطوح دستیابی برای هر دو هدف پایداری و عملکرد به ترتیب توسط یک سازمان دولتی و یک تولیدکننده تعیین می‌شوند. به علاوه، با هدف نیل به بهبود تجمعی،

*. دانشجوی دکتری، گروه صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران s.rezaei@eng.basu.ac.ir

**. دانشیار، گروه صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران behnamian@basu.ac.ir

همترازی پایدار و شناسایی دسته‌های تأمین‌کنندگان، یک الگوریتم جدید مبتنی بر امتیازدهی چندمرحله‌ای در هر دوره مورد استفاده قرار می‌گیرد. این متدولوژی مکانیسمی را فراهم می‌کند که به واسطه آن، تأمین‌کنندگان هم بر اساس وضعیت فعلی و هم بر اساس سوابق عملکردیشان مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. نتایج مطالعه عددی انجام شده نشان می‌دهد که استفاده از الگوریتم مورد بحث می‌تواند در توسعه روابط بلندمدت با تأمین‌کنندگان شایسته و باثبات بسیار مثرتر باشد.

طبقه‌بندی JEL: C61, D63, D81, Q54, J22

مقدمه

تصمیم‌گیری در مورد انتخاب تأمین‌کننده دارای نقش به‌سزایی در مدیریت تولید و لجستیک می‌باشد. مرفقی‌ترین و باتجربه‌ترین شرکت‌های دنیا انتخاب تأمین‌کننده را مهمترین رسالت یک سازمان قلمداد می‌کنند^۱. بنابراین، تصمیمات نادرست این حوزه می‌تواند پیامدهای منفی و زیان‌باری را متوجه سازمان کند. انتخاب تأمین‌کننده یک مقوله چندمعیاره است که دارای اهمیت استراتژیک برای اکثر سازمان‌ها می‌باشد. عملکرد زنجیره‌تأمین یک شرکت به کیفیت و عملکرد اجزای آن بستگی دارد. در حدود دهه ۱۹۹۰ میلادی، مدیران صنعتی دریافته‌اند که در کنار بهبود قابلیت‌های تولید، کیفیت مواد اولیه و سرویس‌های ارائه‌شده توسط تأمین‌کنندگان نیز تأثیرات قابل‌توجهی در بهبود قابلیت‌های سازمان [در ارضای نیازهای مشتریان] دارند^۲.

از آنجایی که رفتار مشتریان، به واسطه گذار از دیدگاه‌های سنتی، دچار تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای شده است، شاهد کاهش چرخه‌زمانی عمر محصولات و خدمات هستیم و انتظار می‌رود که شرکت‌ها اقلام منطبق با نیازهای روز مشتریان را ارائه دهند. این مهم، تصمیم‌گیری در مورد چگونگی انتخاب تأمین‌کنندگان (در یک فضای رقابتی) را به شدت تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. در این راستا، یکی از راه‌های درک اهمیت (های) نسبی عوامل رقابتی، تشخیص تمایز میان شاخص‌های احراز صلاحیت، برنده‌سفارش و اشتیاق‌آور (مشوق) می‌باشد^۳. عوامل احراز صلاحیت مجوز ورود یک سازمان به عرصه رقابت محسوب می‌شوند که این امر تنها از طریق دست‌یابی به حداقل سطوح قابل‌قبول در معیارهای مختلف میسر می‌گردد. پس از این مرحله (احراز صلاحیت) است که شرکت مورد توجه مشتری قرار می‌گیرد. فاکتورهای برنده‌سفارش به‌منزله اصلی‌ترین دلایل خرید محصول/خدمت توسط مشتری قلمداد گردیده و بنابراین، تصویر واضح‌تری از موقعیت رقابتی شرکت فراهم می‌آورند. عوامل دیگری نیز تحت عنوان عوامل اشتیاق‌آور (مشوق) وجود دارند که القاکننده جنبه‌هایی از عملکرد هستند که عمدتاً جدید بوده و مشتریان انتظار دریافت آن‌ها را ندارند. به صورت کلی، همه این عوامل در طول زمان دچار فرسایش می‌شوند و می‌توان آن‌ها را به دوره عمر

1. Brewer, (2019)

2. Ferdows and Meyer, (1990)

3. Lau, (2018)

محصول/خدمت عرضه شده به بازار پیوند زد. پس، می توان اذعان داشت که مسئله انتخاب تأمین کننده دارای پیچیدگی های خاص خود می باشد.

از طرف دیگر، انتخاب تأمین کننده بایستی در یک بستر مبتنی بر اولویت بندی اقتضایی شاخص های عملکردی تحقق یابد. در این راستا، معروف ترین نظریه مرتبط با اولویت بندی معیارهای عملکردی تحت عنوان نظریه مخروط شنی شناخته می شود.^۱ در واقع، مدل مخروط شنی بر پایه دو مفهوم شکل گرفته است: (۱) وجود بهترین توالی برای بهبود معیارهای عملکرد (۲ و ۳) بهبود تجمعی معیارها (به عبارت بهتر، تلاش برای بهبود دومین معیار اولویت به منزله چشم پوشی از بهبود معیار اول نیست). همان طور که در شکل (۱) مشخص است، کیفیت به عنوان اولین اولویت بهبود در نظر گرفته می شود چرا که به منزله یک پیش نیاز برای بهبود سایر معیارها تلقی می گردد. تنها در صورت دستیابی عملیات به حداقل سطح کیفی قابل قبول، دومین معیار (در ترتیب مشخص شده) مورد توجه قرار می گیرد. این مدل از آن جهت مخروط شنی نامیده شده که دانه های شن به مثابه تلاش های مدیریت و منابع عملیات می باشند. این رویکرد می تواند به وسیله گسترش تدریجی بخش های پایینی محقق گردد.

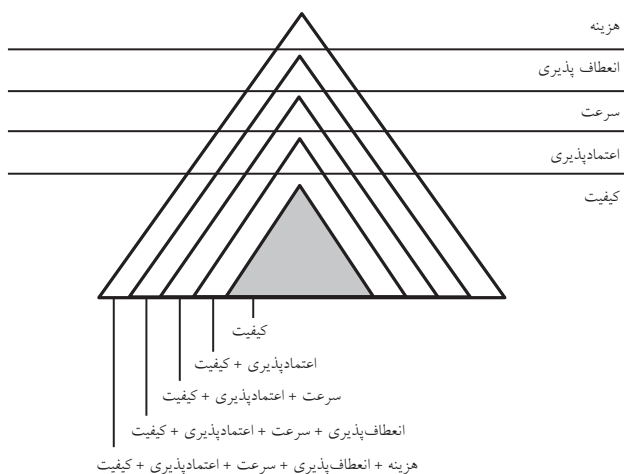
انتخاب تأمین کننده بر اساس دستیابی به موازنه های نسبی و همترازی استراتژیک در عملیات، یکی دیگر از ابعاد بسیار مهم و تأثیرگذار در این زمینه محسوب می شود. در این راستا، برقراری موازنه نسبی میان عملکردهای مالی و اخلاقی عملیات می تواند منجر به شکل گیری یک موقعیت مناسب و پایدار برای سازمان گردد. در واقع، بعد مالی شامل دستیابی به اهداف عملکردی (نظیر کیفیت، اعتمادپذیری و غیره) بوده و عملکرد اخلاقی نیز مرتبط با نیازمندی های زیست محیطی و اجتماعی می باشد. بر اساس تعریف ارائه شده توسط دولت انگلستان، "مسئولیت پذیری اجتماعی شرکت^۲ اساساً مرتبط با شرایطی است که به واسطه آن، یک شرکت به ارزیابی آثار زیست محیطی و اجتماعی عملیات خود می پردازد. به طور ویژه، مسئولیت اجتماعی شرکت می تواند به منزله یک فعالیت داوطلبانه در نظر گرفته شود که از طریق آن، یک شرکت در صدد افزایش علایق رقابتی خود و نیز تأمین رضایت جامعه با لحاظ حداقل نیازمندی های قانونی می باشد"^۳. بنابراین، فرآیند تصمیم گیری در

۱. فردوس و میر، ۱۹۹۰

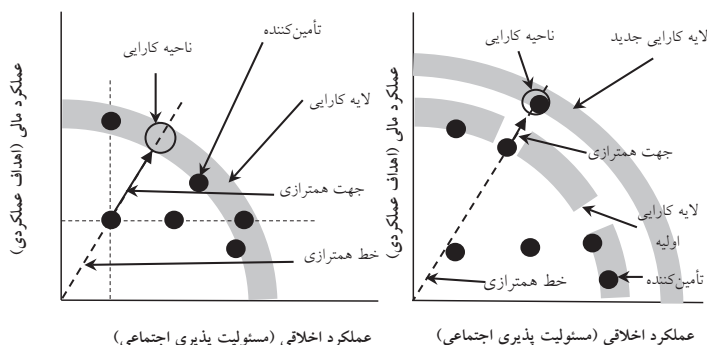
2. Corporate Social Responsibility (CSR)

3. Marinetto, (2018)

انتخاب تأمین‌کننده مبتنی بر دو مرحله اصلی است؛ ابتدا، تأمین‌کنندگان مستقر در لایه کارایی شناسایی شده و دوم، تأمین‌کنندگان منتخب از میان کاندیداهای موجود در ناحیه همترازی یا نزدیک‌ترین نقطه به آن برگزیده می‌شوند. به علاوه، سازمان‌ها در پی برقراری یک همترازی استراتژیک و پایدار میان عملکرد مالی و مسئولیت اجتماعی شرکت هستند که می‌تواند منجر به بهبود همزمان هر دو بعد گردد. شکل (۲) یک ساختار شماتیک از برقراری موازنه نسبی روی لایه کارایی عملیات را نشان می‌دهد.



شکل ۱- ساختار عمومی مدل مخروط شنی کلاسیک (اسلک و لوپس^۱، ۲۰۱۵)



شکل ۲- ساختار کلی همترازی (موازنه نسبی) میان عملکردهای مالی و اخلاقی روی لایه کارایی

به منظور توسعه یک چارچوب استراتژیک برای مسئله انتخاب تأمین‌کننده و در راستای پوشش خلأهای ناشی از کارکردهای گذشته این حوزه، این تحقیق به ارائه یک رویکرد نوین در یک زنجیره تأمین می‌پردازد. بر این اساس، در یک ساختار سه‌دوره‌ای، تولیدکننده به انتخاب شایسته‌ترین تأمین‌کنندگان بر مبنای یک سیاست مخروط شنی تغییر یافته مبادرت می‌نماید. در واقع، از آنجایی که چرخه عمر یک محصول/خدمت به ترتیب شامل دوره‌های معرفی، رشد و بلوغ می‌باشد، اهداف عملکردی دارای اهمیت‌های نسبی متفاوت در هر دوره می‌باشند. بدین ترتیب، با الهام از نظریه مخروط شنی تغییر یافته، یک رویکرد یکپارچه مبتنی بر پیوند میان چرخه عمر محصول/خدمت و اولویت‌های نسبی بهبود معیارهای عملکرد ارائه می‌گردد. به علاوه، از یک الگوریتم ابتکاری مبتنی بر امتیازدهی و غربال‌سازی چندمرحله‌ای برای اولین بار در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در هر دوره بهره‌گرفته می‌شود. این رویکرد حل منجر به در نظر گرفتن هر دو اصل بهبود تجمعی و هم‌ترازی می‌گردد.

بخش‌های دیگر این مقاله (در ادامه) به صورت زیر سازماندهی می‌شوند. در بخش بعدی، به ارائه پیشینه ادبیات مرتبط با موضوع تحقیق در جنبه‌های مختلف پرداخته می‌شود. بخش (۳) به تعریف مسئله با جزئیات کامل تخصیص داده می‌شود. در بخش (۴)، متدولوژی حل مورد کاربرد در یک رویه گام‌به‌گام و مناسب تشریح می‌گردد. در بخش (۵)، یک مطالعه عددی به منظور ارزیابی روش حل ارائه شده و بررسی نتایج آن انجام می‌شود. نهایتاً، جمع‌بندی و جهت‌دهی تحقیقاتی آینده نیز در بخش (۶) مورد بحث قرار می‌گیرند.

۱. پیشینه پژوهش

به منظور بررسی انتخاب یک تأمین‌کننده پایدار، لوترا^۱ و همکاران چارچوبی را با استفاده از یک متدولوژی یکپارچه مبتنی بر تحلیل سلسله‌مراتبی توسعه دادند. آن‌ها بر اساس نتایج حاصل از مرور ادبیات و نظرات کارشناسان مربوطه، مناسب‌ترین معیارها را به صورت هزینه‌های زیست‌محیطی، کیفیت، قیمت، سیستم‌های سلامت و امنیت شغلی، و صلاحیت‌های زیست‌محیطی در نظر گرفتند. به علاوه، آن‌ها با استفاده از تکنیک ویکور^۲،

1. Luthra, (2017)

2. ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR)

به رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان پرداخته و کاربردپذیری رویکرد مورد نظر را در یک مورد واقعی بررسی کردند. قدیمی^۱ و همکاران به بررسی یک مسئله انتخاب تأمین‌کننده پایدار و تخصیص سفارش با استفاده از یک سیستم چندعاملی در یک زنجیره تأمین مشارکتی پرداختند. آن‌ها با هدف برقراری ارتباطات بلندمدت خریدار-تأمین‌کننده، نشان دادند که عملکرد اقتصادی یک شرکت برخوردار از معیارهای پایداری [در استراتژی عملیات] منجر به بهبود موقعیت رقابتی آن می‌گردد.

مسئولیت‌پذیری اجتماعی شرکت یک چارچوب مفهومی است که به واسطه آن، سازمان‌ها علایق اجتماعی را از طریق بررسی تأثیرات فعالیت‌هایشان بر مشتریان، کارمندان، سهامداران، جامعه و محیط‌زیست [در تمام حوزه‌های عملیاتی] در نظر می‌گیرند.^۲ با توجه به افزایش آگاهی زیست‌محیطی و اجتماعی در سال‌های اخیر، شرکت‌ها نیاز دارند که در کنار معیارهای کلاسیک، ابعاد مورد اشاره را نیز در یک قالب یکپارچه در تصمیماتشان لحاظ کنند. برقراری تعادل و توازن میان استراتژی‌ها، مدیریت برند و مسئولیت اجتماعی منجر به کسب یک مزیت رقابتی قابل اتکا برای شرکت می‌گردد.^۳ بنابراین، به منظور دستیابی به چنین مزیتی، کارشناسان بایستی مسئولیت‌پذیری اجتماعی را با فعالیت‌ها و عملیات شرکت یکپارچه سازند و بدین وسیله، به توسعه یک رویه هدفمند در بازاریابی و فعالیت‌های شرکت بپردازند.^۴ همدان و چیتون^۵ از یک سری معیارهای سبز در انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش [در یک ساختار سه مرحله‌ای] استفاده کردند. ابتدا، تأمین‌کنندگان بالقوه به وسیله تکنیک تاپسیس^۶ مرتب گردیدند، سپس یک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به منظور تخصیص وزن به معیارها در قالب استراتژی شرکت توسط مدیریت ارشد به کار گرفته شد. نهایتاً، به ازای هر تأمین‌کننده بالقوه، وزن ترجیحی به وسیله ضرب مقدار بدست‌آمده [در مرحله اول] در وزن تخصیص داده شده به معیارها [در مرحله دوم] بدست آمد.

در مواجهه با مسائل انتخاب تأمین‌کننده به روش‌های حل متعددی بر می‌خوریم که

1. Ghadimi, (2018)

2. Newman, (2020)

3. Ferrell, (2019)

4. Wong, (2012)

5. Hamdan and Cheaiton, (2017)

6. Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

از میان آن‌ها، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره^۱ بیشترین کاربرد را دارند. در واقع، پیچیدگی مربوط به یافتن بهترین روش ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، شرکت‌ها را به استفاده از روش‌های مختلف وا می‌دارد. بر اساس بررسی انجام‌شده توسط هو^۲ و همکاران (۲۰۱۰)، متدولوژی‌های مبتنی بر فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی از جمله پرتعدادترین روش‌ها در مسئله انتخاب تأمین‌کننده محسوب می‌شوند. در این راستا، بویوکوزکان و گوسر^۳ یک رویکرد ترکیبی حریصانه مبتنی بر نظریه فازی را در حالت چندمعیاره ارائه کردند تا بتوانند با استفاده از یک طرح مفهومی به طور مؤثری به ارزیابی و انتخاب مناسب‌ترین تأمین‌کنندگان بپردازند. آن‌ها ابتدائاً وزن شاخص‌ها را با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی مبتنی بر رویکرد فازی حریصانه تعیین کردند و سپس، از یک طرح مفهومی فازی به منظور رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان بالقوه بهره گرفتند. به علاوه، تکنیک تصمیم‌گیری گروهی نیز به جهت بررسی عدم قطعیت در فرموله‌کردن مسئله توسط آن‌ها به کار گرفته شد.

جدول ۱- دسته‌بندی و مرور ادبیات تحقیق براساس ابعاد اصلی مسئله مورد بحث

منبع	دوره برنامه‌ریزی		ملحوظ داشتن ابعاد پایداری (اخلاقی) در انتخاب تأمین‌کننده		پوشش اصل بهبود تجمعی (مخروط شنی) و همترازی عملکرد در انتخاب تأمین‌کننده	رویکرد حل مسئله
	کوتاه‌مدت	بلندمدت یا استراتژیک (با توجه به چرخه عمر محصول/خدمت)	توسعه	ایستادگی		
قدیمی و همکاران (۲۰۱۸)	*	-	*	*	-	سیستم چندعاملی
لوترا و همکاران (۲۰۱۷)	*	-	*	*	-	تکنیک ویکور
همدان و چیتون (۲۰۱۷)	*	-	*	-	-	تکنیک تاپسیس
بویوکوزکان و گوسر (۲۰۱۷)	*	-	-	-	-	رویکرد ترکیبی حریصانه مبتنی بر نظریه فازی

1. Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

2. Ho

3. Buyukozkan and Gocer, (2017)

منبع	دوره برنامه ریزی		ملحوظ داشتن ابعاد پایداری (اخلاقی) در انتخاب تأمین کننده		پوشش اصل بهبود تجمعی (مخروط شنی) و همترازی عملکرد در انتخاب تأمین کننده	رویکرد حل مسئله
	کوتاه مدت	بلند مدت یا استراتژیک (با توجه به چرخه عمر محصول/خدمت)	زیست محیطی	اجتماعی		
ژانگ و لی (۲۰۱۸)	*	-	-	-	-	روش تاپسیس - تحلیل رابطه ای خاکستری
معماری و همکاران (۲۰۱۹)	*	-	*	*	-	تکنیک تاپسیس فازی حریصانه
ما و همکاران (۲۰۲۰)	*	-	*	-	-	تصمیم گیری گروهی فازی
گویندان و همکاران (۲۰۲۰)	*	-	*	-	-	رویکرد ترکیبی فازی
ژانگ و همکاران (۲۰۲۰)	*	-	-	-	-	روش تحلیل سلسله مراتبی - تاپسیس فازی
تورگول و پاکسوی (۲۰۱۹)	*	-	*	-	-	روش تحلیل سلسله مراتبی - تاپسیس فازی
مقاله پیش رو	-	*	*	*	*	الگوریتم ابتکاری امتیازدهی چند مرحله ای

با هدف در نظر گرفتن ویژگی های واقعی شاخص ها و وزن آن ها، ژانگ و لی^۱ به ترکیب روش تاپسیس و تحلیل رابطه ای خاکستری مبادرت کردند. آن ها با استفاده از نظریه فاصله، به اندازه گیری فاصله اقلیدسی و درجه ارتباط خاکستری روی آوردند و از این طریق، هر دو تشابهات فاصله محور و شکل محور را مدنظر قرار دادند. معماری^۲ و همکاران (۲۰۱۹) یک رویکرد تصمیم گیری گروهی چند معیاره را بر اساس تکنیک تاپسیس فازی در یک محیط حریصانه [با تعداد زیادی از الزامات متناقض مثل اطلاعات غیر دقیق مدیران] توسعه

دادند. آن‌ها با تمرکز بر ویژگی پایداری، ۹ معیار و ۳۰ زیر معیار را برای یک کارخانه تولید قطعات یدکی خودرو در نظر گرفتند و بر این اساس، گزینه‌های بالقوه انتخاب را رتبه‌بندی کردند.

جدول (۱) تعدادی از مطالعات انجام‌شده در زمینه انتخاب تأمین‌کننده با نزدیک‌ترین میزان تشابه به ابعاد مورد بحث در این مقاله را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این جدول قابل مشاهده است، در هیچ‌یک از تحقیقات انجام‌شده در این حوزه، انتخاب استراتژیک تأمین‌کننده بر اساس چرخه عمر محصول/خدمت مورد بررسی قرار نگرفته است. این نقصان مانع از شکل‌گیری مکانیزم‌های شبکه‌ای مبتنی بر تأمین مشارکتی و توسعه روابط بلندمدت گردیده و نمی‌تواند بستر قابل‌اتکایی را برای سازمان فراهم آورد. به عبارت دیگر، متوسط و برآیند عملکرد یک تأمین‌کننده اهمیت به مراتب بیشتری داشته و سازمان مشتری نیز تمایل دارد بر این اساس به انتخاب تأمین‌کننده مناسب خود بپردازد. درغیراین‌صورت، سازمان ناگزیر به اتخاذ رویکردهای مقطعی و گذرا در انتخاب تأمین‌کننده بوده که می‌تواند تمامی ابعاد عملکردی آن را تحت‌الشعاع قرار دهد. از طرف دیگر، این‌که سازمان مذکور در چه بازه‌ای از فعالیت خود (در رابطه با تولید/عرضه محصول) قرار دارد، نیز یکی از پارامترهای بسیار مهم و تأثیرگذار در انتخاب تأمین‌کننده بوده که تاکنون در ادبیات تحقیق به آن پرداخته نشده است. این مهم متبادرکننده اهمیت‌های متفاوت و نسبی معیارهای عملکردی در هر دوره است که سازمان را به سمت یک انتخاب اقتضایی سوق می‌دهد. نبود مبنای مناسبی برای اولویت‌بندی معیارهای عملکردی و عدم اقتباس یک رویکرد بهبود تجمعی در انتخاب تأمین‌کننده یکی دیگر از شکاف‌های تحقیقاتی موجود در این زمینه به حساب می‌آید. همچنین، ایجاد و توسعه مکانیزم انتخاب تأمین‌کننده بر اساس همترازی عملکرد (و دستیابی به موازنه نسبی میان ابعاد مالی و اخلاقی) موضوع بسیار بااهمیتی است که نادیده گرفته شده است. نهایتاً، می‌توان اذعان داشت که در بیشتر مطالعات انجام‌شده در زمینه انتخاب تأمین‌کننده، عمدتاً شاهد استفاده از روش‌های حل مبتنی بر تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس هستیم و تا به حال، رویکردی ارائه نشده است که بتواند تمامی ابعاد مطرح‌شده را پوشش دهد.

با هدف مرتفع‌سازی کمبودهای موجود در زمینه انتخاب تأمین‌کننده و با توجه به جنبه‌های

مختلف مسئله [بحث شده در فوق] و همین‌طور، ضرورت نیاز به فراهم‌سازی یک چارچوب استراتژیک کارآمد برای آن، جلوه‌های برجسته تحقیق پیش‌رو را می‌توان در یک نگاه کلی به صورت زیر برشمرد:

- به‌کارگیری یک نظریه مخروط شنی تغییر یافته مبتنی بر چرخه عمر محصول، ارزیابی مناسب تأمین‌کنندگان بالقوه بر اساس یک ترتیب معیاری مشخص، و پوشش رویکرد بهبود تجمعی
- ارائه یک سازوکار ارزیابی استراتژیک سه‌دوره‌ای به منظور توسعه روابط بلندمدت با تأمین‌کنندگان شایسته و باثبات
- در نظر گرفتن همزمان هر دو بعد مالی و اخلاقی (مسئولیت اجتماعی) عملکرد
- بررسی همترازی عملیات و تأثیر آن بر انتخاب تأمین‌کننده
- ارائه یک الگوریتم نوآورانه مبتنی بر امتیازدهی چندمرحله‌ای به منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان بالقوه و انتخاب بهترین گزینه با توجه به مفاهیم فوق

تعریف مسئله

در این بخش، مسئله مورد بحث با جزئیات کامل‌تری ارائه می‌گردد. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، در این مقاله، انتخاب تأمین‌کننده به صورت استراتژیک و بر پایه چرخه عمر محصول تحقق می‌یابد؛ بر این اساس، افق استراتژیک تصمیم‌گیری شامل دوره‌های معرفی، رشد و بلوغ می‌باشد [که البته هر دوره خود می‌تواند شامل تعدادی زیر دوره با بعد زمانی کوچک‌تر باشد]. هدف از این تلفیق و یکپارچگی، توسعه یک چارچوب واقعی برای تصمیم‌گیری و تسهیل انتخاب تأمین‌کننده است. بنابراین، ما از یک استراتژی مخروط شنی تغییر یافته در جهت تعیین بهترین اولویت‌بندی شاخص‌ها در هر دوره بهره می‌گیریم. معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان شامل هفت شاخص می‌باشد که از میان آن‌ها، پنج شاخص مرتبط با بعد مالی عملکرد تأمین‌کنندگان است و دو شاخص دیگر بیانگر عملکرد اخلاقی آنان از منظر زیست‌محیطی-اجتماعی می‌باشد (مسئولیت‌پذیری اجتماعی). این معیارهای عملکرد بر اساس چارچوب جامع ارائه شده در کتاب استراتژی عملیات اسلک و لويس (۲۰۱۵) اتخاذ گردیده و به نوعی، سایر شاخص‌های مورد استفاده در مطالعات مرتبط با انتخاب تأمین‌کننده را پوشش می‌دهند که به ترتیب عبارتند از: کیفیت، اعتمادپذیری، سرعت

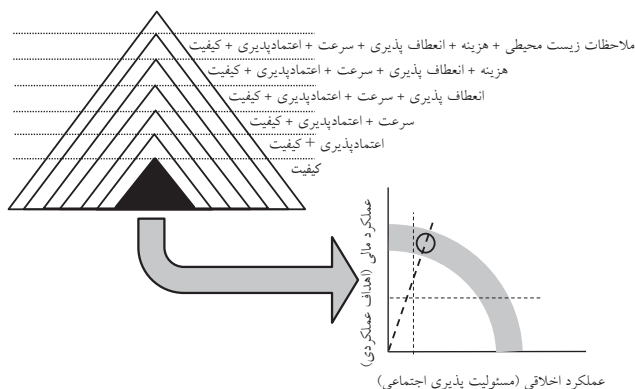
عمل، انعطاف پذیری، هزینه (معیارهای مالی)، ملاحظات زیست محیطی و نیازمندی‌های اجتماعی (معیارهای اخلاقی).

هر کدام از معیارهای فوق‌الذکر می‌توانند در ابعاد جزئی‌تری در نظر گرفته شوند؛ به عنوان مثال، نیازمندی‌های اجتماعی را می‌توان در قالب یک سری معیارهای جزئی چون ارائه آموزش‌های مقتضی به کارکنان، ایجاد شرایط مناسب کار و زندگی برای پیشرفت شخصی، اطمینان از ارائه فرصت‌های برابر، و احترام به حقوق مشتریان با در نظر گرفتن حقوق سهامداران تعریف کرد و یا ملاحظات زیست محیطی را می‌توان بر اساس معیارهایی چون کاهش آلودگی محیط زیست، خرید و استفاده از مواد بازیافتی برای بسته‌بندی، و داشتن گواهینامه‌های زیست محیطی از جمله ایزو مورد سنجش قرار داد.

اما در این مقاله، به منظور پرهیز از اطاله بحث، از ۷ معیار اصلی عنوان شده در قبل جهت ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده می‌شود. فرض می‌گردد که $\{1, 2, \dots, I, \dots, i\}$ بیانگر مجموعه تأمین‌کنندگان بالقوه بوده و $\{1, 3, \dots, J, \dots, j\}$ نیز مجموعه معیارهای ارزیابی را نشان می‌دهد. ویژگی‌های هر دوره تصمیم‌گیری مطابق زیر می‌باشد:

دوره ۱. معرفی محصول به بازار

معرفی اولیه یک محصول یا خدمت به بازار به منزله ارائه یک طرح و عملکرد جدید است که انتظار می‌رود نیازهای ابتدایی مشتریان را مرتفع سازد. بنابراین، آنچه که در این دوره مشهود به نظر می‌رسد، این است که بخش عمده اهداف عملکردی در طبقه عوامل اشتیاق‌آور قرار گرفته و مخروط شنی مربوطه نیز بر پایه فونداسیون کیفیت شکل می‌گیرد. از آنجایی که در این دوره رقبای بسیار کمی در بازار وجود دارند و ابعاد و ویژگی‌های مختلف محصول/ خدمت به صورت کامل مشخص نیست، لذا صرف دستیابی به کیفیت در قالب تأمین اولیه نیازمندی‌ها می‌تواند منجر به احراز صلاحیت در حوزه مربوطه گردد. همچنین، شایان ذکر است که دستیابی به اهداف پایداری (زیست محیطی-اجتماعی) عملکرد نیز در این دوره در زمره عوامل مشوق قرار می‌گیرد. شکل (۳) چگونگی شکل‌گیری مخروط شنی را در دوره معرفی محصول نشان می‌دهد.



شکل ۳- یکپارچه‌سازی مخروط شنی تغییر یافته و نمودار همترازی در دوره اول تصمیم‌گیری

از سوی دیگر، تأمین‌کنندگان ملزم به برقراری یک تعادل و موازنه نسبی میان عملکردهای مالی (شامل اهداف هزینه، کیفیت، اعتمادپذیری، سرعت و انعطاف‌پذیری) و اخلاقی (زیست‌محیطی-اجتماعی) می‌باشند. به بیان بهتر، از آنجایی که در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره، بین اهداف تبادل وجود دارد، نمی‌توان یک هدف را در مجموعه جواب‌های بهینه (پارتو، لایه‌کارایی) بهبود داد بدون این که حداقل یکی از اهداف وضعیت بدتری پیدا نکند. همان‌طور که در شکل (۳) مشخص است، خط همترازی در دوره اول شیب بیشتری دارد که نشان‌دهنده اهمیت بیشتر ابعاد مالی در مقایسه با ابعاد اخلاقی (پایداری) عملکرد می‌باشد. تولیدکننده سعی در انتخاب تأمین‌کننده‌ای دارد که اولاً در لایه کارایی قرارگرفته و ثانیاً، بیشترین نزدیکی را با ناحیه همترازی داشته باشد.

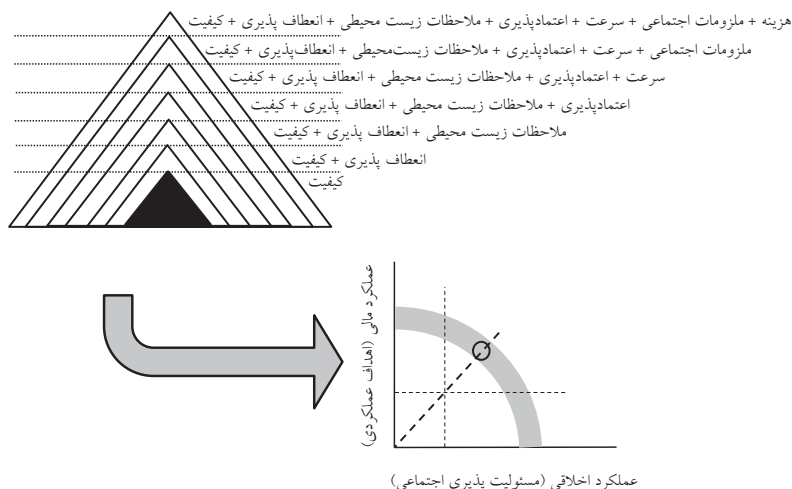
دوره ۲. رشد در پذیرش محصول (توسط بازار)

در یک بازار در حال رشد که در آن، رقبا شروع به تولید محصول/خدمت مشابه می‌کنند، طرح‌ها و عملکردهای استاندارد شده ظهور پیدا کرده و رقابت شکل جدی‌تری به خود می‌گیرد. در واقع، پس از دستیابی به حداقل‌های کیفی در جهت ارضای نیازمندی‌های مشتریان، تأمین‌کنندگان به دنبال برقراری تطابق هر چه بیشتر با مشخصات استاندارد و مدنظر تولیدکننده در رابطه با محصول می‌باشند. در این دوره، عوامل برنده سفارش مبتنی بر معیارهای ملاحظات زیست‌محیطی، قابلیت اعتمادپذیری و سرعت عمل بوده و هزینه و ابعاد اجتماعی همچنان در طبقه اشتیاق‌آورها قرار می‌گیرند.

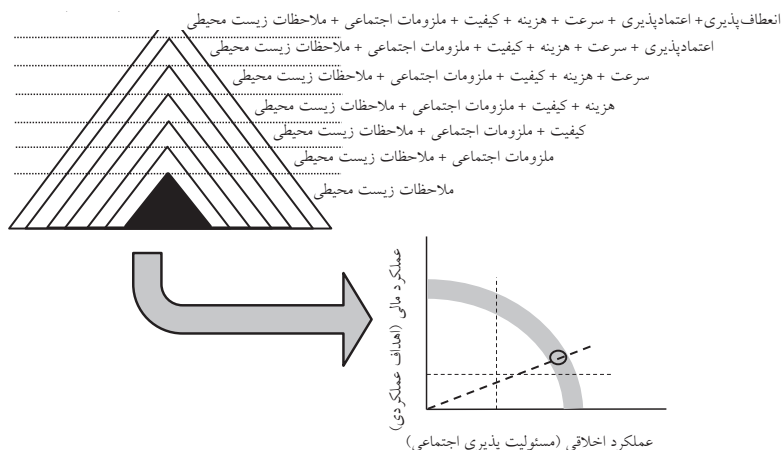
همان طور که در شکل (۴) قابل مشاهده است، در دوره رشد، شیب خط همترازی کاهش پیدا کرده و می توان استنباط کرد که ابعاد دوگانه عملکرد (مالی-اخلاقی) تقریباً دارای سهم برابر در تصمیم گیری هستند. بنابراین، تأمین کنندگان با هدف برقراری ارتباط بلندمدت با تولیدکننده، سعی می کنند در راستای خط همترازی حرکت کرده و خود را در دسته کاندید تأمین کنندگان مدنظر تولیدکننده قرار دهند. مشابه قبل، انتخاب نهایی از میان تأمین کنندگانی انجام می گیرد که ضمن استقرار در لایه پارتو، در نزدیک ترین نقطه ممکن به ناحیه همترازی قرار داشته باشند.

دوره ۳. بلوغ یا هموارشدن فروش

همان طور که پیش تر نیز اشاره شد، اهداف عملکردی در طول زمان دچار فرسایش می شوند. به عبارت دیگر، آنچه که به عنوان یک معیار برنده سفارش یا اشتیاق آور در یک دوره محسوب می شود، در دوره بعد، احتمالاً در طبقه مربوط به عوامل احراز صلاحیت یا برنده سفارش قرار می گیرد. بنابراین، در این دوره، دستیابی به بخش عمده اهداف عملکردی به منزله احراز صلاحیت تلقی شده و تأمین کنندگان کاندید انتخاب در سطح متعالی تری فعالیت می کنند. این به این خاطر است که مخروط شنی از بهبود تجمعی در معیارهای عملکرد حاصل می شود.



شکل ۴- یکپارچه سازی مخروط شنی تغییر یافته و نمودار همترازی در دوره دوم تصمیم گیری



شکل ۵- یکپارچه سازی مخروط شنی تغییر یافته و نمودار همترازی در دوره سوم تصمیم گیری

پس از هموارشدن فروش در این دوره، بعضی از رقبای قدیمی بازار را ترک کرده و احتمالاً تعداد کمی از شرکت های بزرگ به رقابت خواهند پرداخت. در اواخر این دوره، فروش محصول/ خدمت شیب نزولی پیدا کرده و تأمین کنندگان درصدد توسعه یک محصول/ خدمت جدید برخوانند آمد. اما رعایت مسائل زیست محیطی و اجتماعی توسط تأمین کنندگان از اهمیت به سزایی در این دوره برخوردار است چرا که بیشتر تأمین کنندگان باقیمانده در صنعت، به مرز عملکرد رسیده و انتظار می رود مسئولیت پذیری اجتماعی مناسبی نیز داشته باشند. بنابراین، در این دوره، خط همترازی در پایین ترین شیب ممکن قرار داشته که نشان دهنده وزن و اهمیت بیشتر بُعد اخلاقی عملکرد در مقایسه با بُعد مالی آن می باشد. شکل (۵) مخروط شنی دوره بلوغ و نمودار همترازی مربوط به آن را نشان می دهد.

همان طور که در نمودارهای همترازی مربوط به سه دوره مشخص است، مساحت لایه کارایی دارای یک روند نزولی بوده و بالطبع، محدوده نهایی همترازی نیز به تدریج کاهش می یابد. در واقع، از آن جایی که نظریه مخروط شنی بر اساس بهبود تجمعی در اهداف عملکردی شکل می گیرد، دایره بالقوه انتخاب رفته رفته تنگ تر شده و تأمین کنندگانی در رقابت نهایی شرکت می کنند که در جهت همترازی حرکت کرده و در لایه پارتوی نهایی قرار گیرند. قویاً می توان ادعان داشت که تأمین کنندگان بایستی به دنبال بهبود مستمر در اهداف

عملکردی و نیل هر چه بیشتر به خط همترازی در هر دوره باشند. این امر لازمه برقراری ارتباطات بلندمدت و پایدار با تأمین‌کنندگان شایسته است.

روش‌شناسی پژوهش

در این بخش، به منظور حل مسئله ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در قالب استراتژیک در نظر گرفته شده برای آن در سه دوره مبتنی بر معرفی، رشد و بلوغ محصول، یک الگوریتم ابتکاری تحت عنوان امتیازدهی و غربال‌سازی چندمرحله‌ای ارائه می‌گردد. گام‌های الگوریتم مذکور به صورت زیر است:

۱. ابتدا مخروط شنی مربوط به هر دوره که اولویت معیارهای عملکرد (مالی و اخلاقی) را مشخص می‌کند، به عنوان ورودی در نظر می‌گیریم. نمودار همترازی مورد نظر تولیدکننده نیز در هر دوره مشخص است.
۲. با استفاده از مخروط شنی حاصله، ماتریس تأمین‌کننده-معیار را تشکیل می‌دهیم. در این ماتریس، هر خانه مشخص‌کننده اجابت یا عدم اجابت معیار مورد نظر توسط تأمین‌کننده مربوطه است. لذا اگر تأمین‌کننده‌ای بتواند نظر مساعد تولیدکننده را در رابطه با یک معیار خاص جلب کند، مقدار یک به خانه متناظر در ماتریس تخصیص داده می‌شود؛ در غیر این صورت، در خانه مربوطه عدد صفر قرار می‌دهیم.
۳. حال، از میان مجموعه تأمین‌کنندگان، آن‌هایی که تنها در معیارهای مربوط به یک بعد (مالی یا اخلاقی) دارای عملکرد مناسب و در نتیجه مقدار یک هستند، طی فرآیند غربال‌سازی اولیه، از ارزیابی مربوط به دوره مذکور حذف می‌شوند (عدم احراز صلاحیت توسط برخی تأمین‌کنندگان). این به این معنی است که این گروه از تأمین‌کنندگان دارای قابلیت مازاد بر نیاز بازار (در یکی از ابعاد عملکرد) بوده و لذا نسبت به خط همترازی مربوط به دوره مورد بحث وضعیت مناسبی ندارند [در رابطه با موازنه‌های نسبی میان اهداف با توجه به مخروط شنی مربوطه ضعیف عمل کرده‌اند]. بنابراین، تنها تأمین‌کنندگانی باقی می‌مانند که دارای حداقل دو مقدار یک در سطر مربوطه باشند به گونه‌ای که یکی از معیارهای ارضا شده توسط آن‌ها مربوط به بعد مالی و دیگری مرتبط با بعد اخلاقی باشد (مجموعه تأمین‌کنندگان دارای احراز صلاحیت).

۴. به منظور انجام فرآیند امتیازدهی در این مرحله، ضریب یا وزن $J-k_2$ را به هر ستون k متعلق به معیارهای ارزیابی تخصیص می‌دهیم. سپس، امتیاز موقت هر سطر (متناظر با هر تأمین‌کننده) به صورت مجموع مقادیر مربوط به وزن ستون‌هایی که خانه‌های متناظر آن‌ها دارای مقدار یک در شاخص‌های مربوطه هستند، بدست می‌آید. اگر در دوره اول تصمیم‌گیری قرار داشته باشیم، امتیازهای اولیه و موقت تخصیص داده شده به سطرهاى تأمین‌کنندگان را نهایی کرده آن‌ها را به صورت غیرصعودی (بر مبنای امتیاز کسب شده) مرتب می‌کنیم. در این حالت، پس از مرتب‌سازی، به گام شش می‌رویم؛ در غیر این صورت [در دوره‌ای غیر از اول باشیم]، گام پنج الگوریتم را اجرا می‌کنیم.
۵. همین رویه را در دوره‌های استراتژیک دوم (رشد) و سوم (بلوغ) نیز در نظر می‌گیریم با این تفاوت که به منظور پایش مسیر حرکتی هر تأمین‌کننده و سنجش نزدیکی یا عدم نزدیکی آن به خط همترازی، سابقه عملکرد هر تأمین‌کننده نیز مدنظر قرار می‌گیرد. لذا امتیاز بیشتر به تأمین‌کنندگانی تعلق می‌گیرد که علاوه بر وضعیت مناسب در دوره جاری [بر اساس وزن‌های تخصیص‌یافته در هر دوره]، از ثبات عملکرد بیشتری نیز برخوردار باشند. بدین منظور، در این دوره‌ها، سابقه عملکرد هر تأمین‌کننده در هر شاخص در گوشه بالا سمت چپ (شمال غربی) هر خانه ماتریس نشان داده می‌شود. در این روش، عدد اول مربوط به دوره اول و عدد دوم مربوط به دوره دوم است. بدین ترتیب، امتیاز هر سطر (تأمین‌کننده) به صورت حاصل جمع مقادیر موقت و پیشینه امتیاز آن (در دوره‌های قبل) بدست می‌آید. بر این اساس، سطرها را به صورت غیرصعودی مرتب می‌کنیم.
۶. در این گام، مقدار ضریب $I-k_2$ را به هر سطر k اختصاص می‌دهیم. پس از آن، امتیاز هر ستون به صورت مجموع مقادیر مربوط به ضریب سطرهایی که خانه‌های متناظر آن‌ها دارای مقدار یک در تأمین‌کنندگان مربوطه هستند، بدست می‌آید. بر این اساس، ستون‌ها را نیز به صورت غیرصعودی مرتب می‌کنیم.
۷. گام‌های ۴ (یا ۵) و ۶ را تا جایی ادامه می‌دهیم که پس از محاسبه امتیازات سطرها و ستون‌ها، ترتیب آن‌ها تغییر نکند.
۸. پس از غربال‌سازی اولیه تأمین‌کنندگان دارای عملکرد تک‌بعدی و امتیازدهی سطری و ستونی در مراحل قبل، در این گام، به شناسایی دسته‌های تأمین‌کنندگان و غربال‌سازی بعدی آن‌ها بر اساس طبقات احراز صلاحیت، برنده سفارش و اشتیاق‌آور می‌پردازیم.

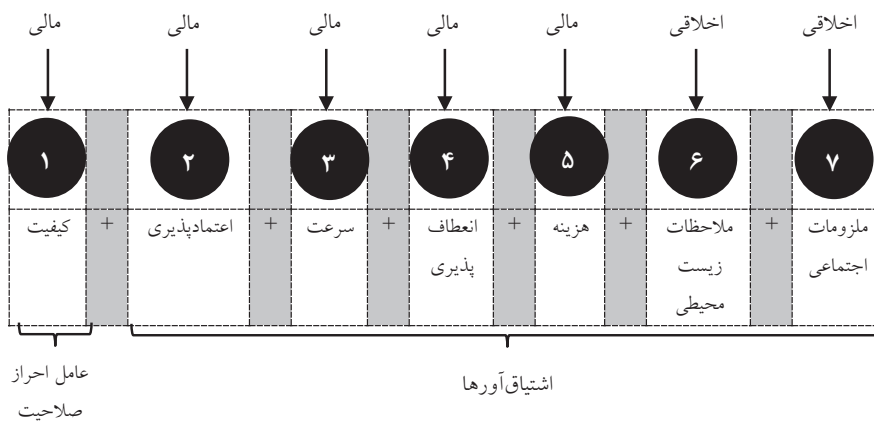
بدین منظور، با هدف رعایت حداقل‌های تعیین شده توسط سازمان دولتی قانونگذار و تولیدکننده، به حذف تأمین‌کنندگان با امتیازهای زیر ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ به ترتیب در دوره‌های معرفی، رشد و بلوغ مبادرت می‌نماییم. پس از آن، با توجه به مقادیر یک موجود در ماتریس و با استفاده از رسم یک خط افقی، به شناسایی دسته‌های تأمین‌کنندگان و جداسازی آن‌ها از یکدیگر می‌پردازیم. در نتیجه، از میان تأمین‌کنندگان برنده سفارش، آن گزینه‌ای که دارای وضعیت کنونی و سابقه عملکرد مناسب‌تری است، یک گزینه اشتیاق‌آور تلقی شده به صورت نهایی انتخاب می‌گردد. این امر، پایش استراتژیک مسیر حرکتی هر تأمین‌کننده را تسهیل می‌کند و به ویژه، در شرایط وجود عملکردهای جاری نسبتاً برابر، بسیار مفید و مؤثر خواهد بود.

مطالعات عددی و یافته‌های پژوهش

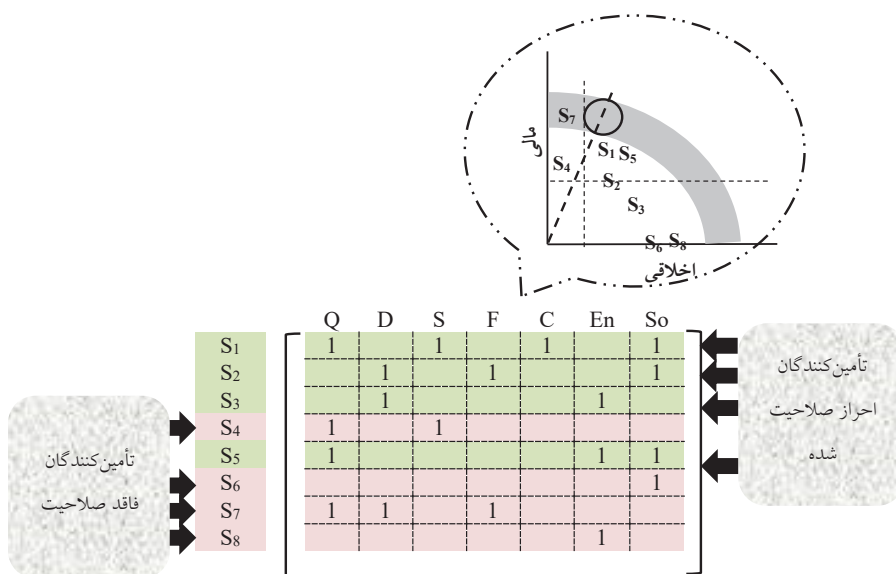
در این بخش، جهت درک بهتر متدولوژی حل معرفی شده، یک مثال عددی ارائه می‌گردد. فرض می‌کنیم یک تولیدکننده می‌خواهد از میان هشت تأمین‌کننده، یکی را به عنوان گزینه نهایی انتخاب کند. بر این اساس، او به ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان در سه دوره معرفی، رشد و بلوغ پرداخته و در صورت ارضای معیار تعیین شده توسط یک تأمین‌کننده خاص، مقدار یک را به آن تخصیص می‌دهد. بنابراین، گام‌های الگوریتم به صورت زیر می‌باشند:

دوره اول (فاز معرفی)

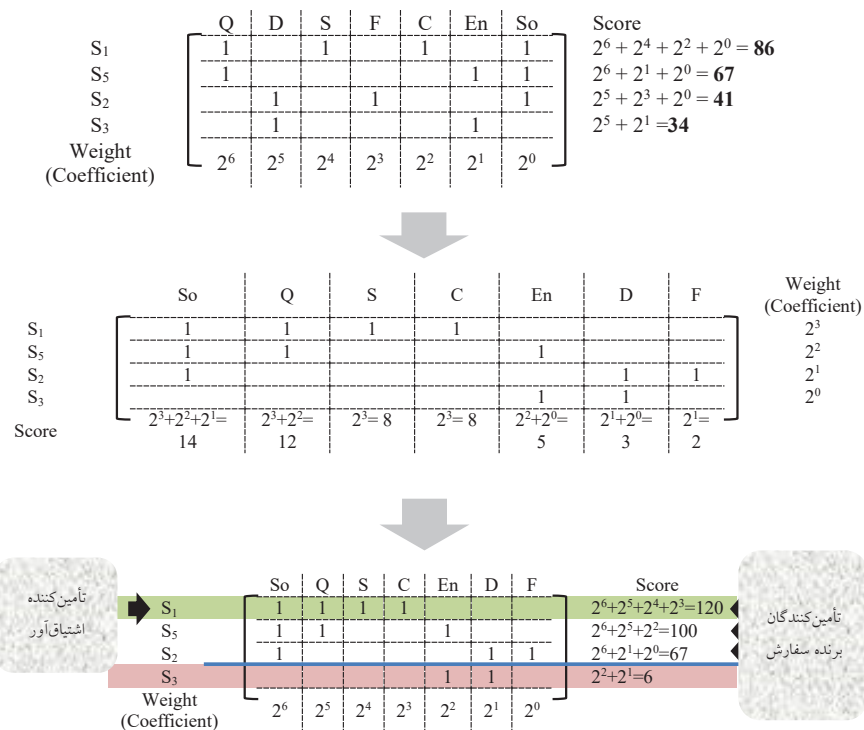
- اولویت‌بندی معیارهای عملکرد (مالی و اخلاقی) بر اساس مخروط شنی دوره اول (شکل ۶)
- ایجاد ماتریس تأمین‌کننده-معیار (شکل ۷)
- غربال‌سازی اولیه (شکل ۷)
- امتیازدهی و مرتب‌سازی (شکل ۸)
- غربال‌سازی ثانویه و نهایی (انتخاب تأمین‌کننده) (شکل ۸)



شکل ۶- اولویت بندی معیارهای عملکرد براساس مخروط شنی دوره اول تصمیم گیری



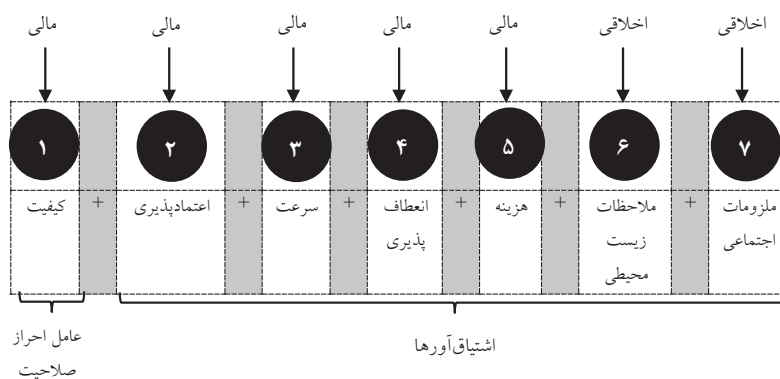
شکل ۷- تشکیل ماتریس تأمین کننده-معیار و غربال سازی اولیه در فاز معرفی



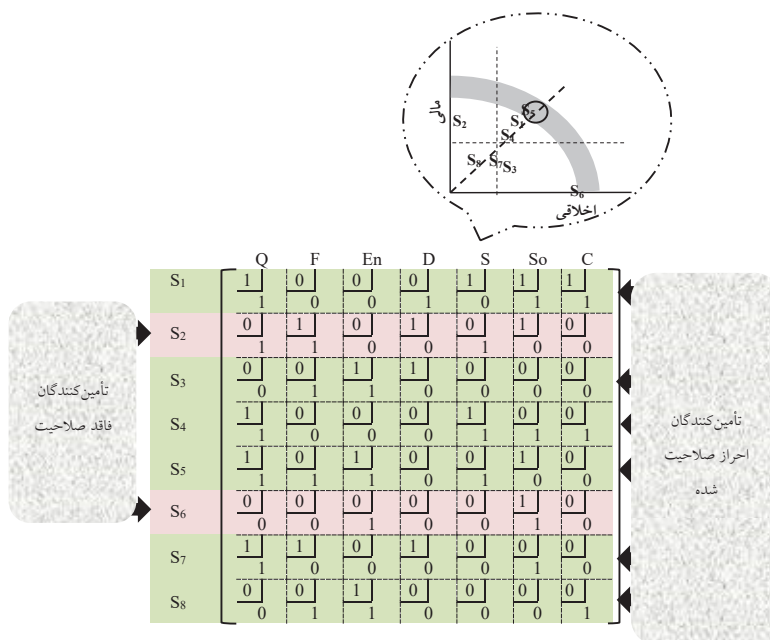
شکل ۸- امتیازدهی، مرتب سازی، غربال سازی ثانویه و نهایی (انتخاب تأمین کننده) در دوره اول

دوره دوم (فاز رشد)

- اولویت بندی معیارهای عملکرد (مالی و اخلاقی) بر اساس مخروط شنی دوره دوم (شکل ۹)
- ایجاد ماتریس تأمین کننده-معیار (شکل ۱۰)
- غربال سازی اولیه (شکل ۱۰)
- امتیازدهی تجمعی و مرتب سازی (شکل ۱۱)
- غربال سازی ثانویه و نهایی (انتخاب تأمین کننده) (شکل ۱۱)



شکل ۹- اولویت بندی معیارهای عملکرد (مالی و اخلاقی) براساس مخروط شنی دوره دوم



شکل ۱۰- تشکیل ماتریس تأمین کننده-معیار و غربال سازی اولیه در فاز رشد

	Q	S	F	En	So	C	D	Weight (Coefficient)
S_5	1	0	0	1	1	0	0	2^5
S_1	1	1	0	0	1	1	0	2^4
S_4	1	1	0	0	0	0	0	2^3
S_7	1	0	1	0	0	0	1	2^2
S_3	0	0	0	1	0	0	1	2^1
S_8	0	0	0	1	0	0	0	2^0

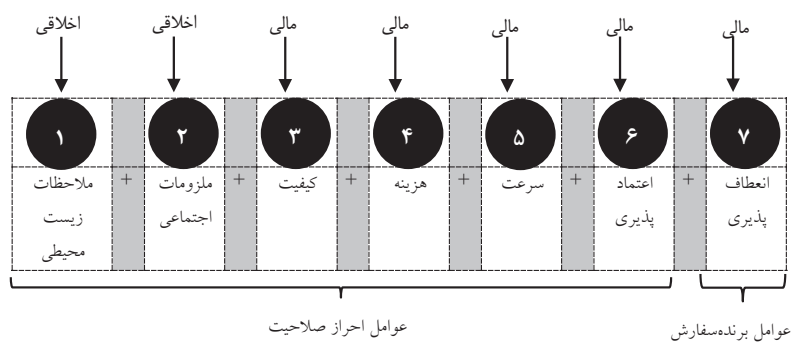
Score	2^5+	2^5+		2^5+	2^4+	2^4	$2^4=$
	2^4+	$2^3=$		2^1+	2^3+	+	16
	2^3+	40		$2^0=$	$2^2=$	2^3	
	$2^2=$		2^5+	35	28	+	
	60		2^1+			2^0	
			35			=	
						25	

	Q	S	F	En	So	C	D	Score
S_5	1	0	0	1	1	0	0	$2^6+2^5+2^4+2^3$
S_1	1	1	0	0	1	1	0	$2^6+2^2+2^1+2^0$
S_4	1	1	0	0	0	0	0	$2^6+2^5+2^2+2^1$
S_7	1	0	1	0	0	0	1	$2^6+2^2+(0)$
S_3	0	0	0	1	0	0	1	$2^4+2^3+(6)$
S_8	0	0	0	1	0	0	0	$2^4+2^3+2^1$
Weight (Coefficient)	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	

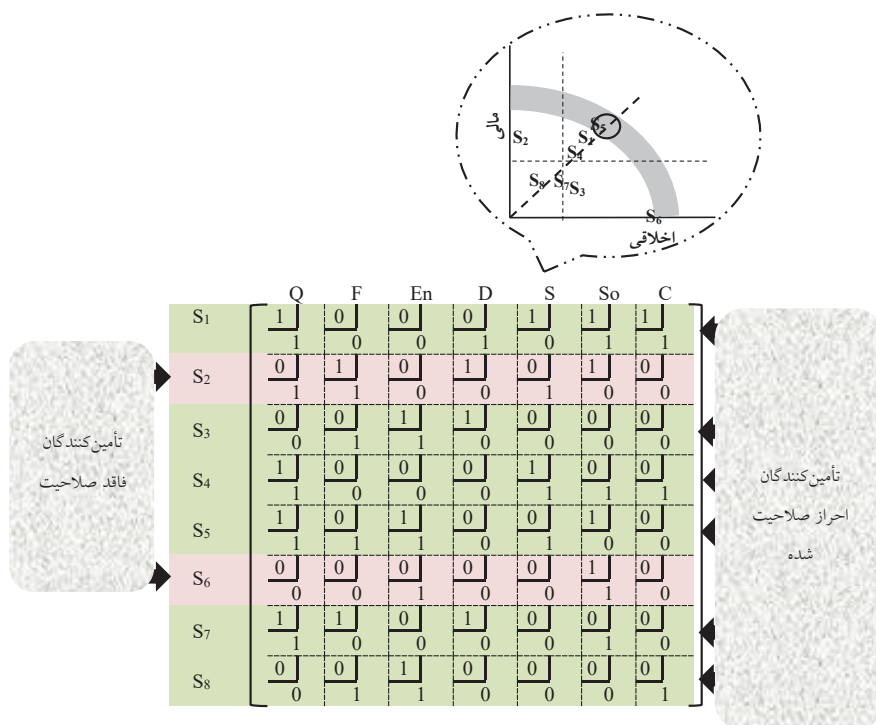
شکل ۱۱- امتیازدهی، مرتب سازی، غربال سازی ثانویه و نهایی (انتخاب تأمین کننده) در دوره دوم

دوره سوم (فاز بلوغ یا اشباع)

- اولویت بندی معیارهای عملکرد (مالی و اخلاقی) براساس مخروط شنی دوره دوم (شکل ۱۲)
- ایجاد ماتریس تأمین کننده-معیار (شکل ۱۳)
- غربال سازی اولیه (شکل ۱۳)
- امتیازدهی تجمعی و مرتب سازی (شکل ۱۴)
- غربال سازی ثانویه و نهایی (انتخاب تأمین کننده) (شکل ۱۴)



شکل ۱۲- اولویت‌بندی معیارهای عملکرد (مالی و اخلاقی) براساس مخروط شنی دوره سوم



شکل ۱۳- تشکیل ماتریس تأمین‌کننده-معیار و غربال‌سازی اولیه در فاز بلوغ (اشباع)

	Q	F	En	D	S	So	C	Score
S ₅	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^2 + (100) = 216$
S ₁	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$2^6 + 2^3 + 2^1 + 2^0 + (120) = 195$
S ₄	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$2^6 + 2^2 + 2^1 + 2^0 + (0) = 71$
S ₇	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$2^6 + 2^1 + (0) = 66$
S ₈	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$2^5 + 2^4 + 2^0 + (0) = 49$
S ₃	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$2^5 + 2^4 + (6) = 48$
Weight (Coefficient)	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	



	En	C	Q	So	S	D	F	Weight (Coefficient)
S ₅	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	2 ⁵
S ₁	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	2 ⁴
S ₄	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	2 ³
S ₈	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	2 ²
S ₃	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	2 ¹
S ₆	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	2 ⁰
Score	2 ⁵ + 2 ⁴ + 2 ² + 2 ¹ + 2 ⁰ = 55	2 ⁵ + 2 ⁰ = 33	2 ⁵ = 32	2 ⁴ + 2 ³ + 2 ² + 2 ⁰ = 29	2 ⁴ + 2 ³ + 2 ⁰ = 25	2 ⁴ + 2 ² + 2 ¹ + 2 ⁰ = 21	2 ⁴ + 2 ² + 2 ¹ + 2 ⁰ = 20	



	En	C	Q	So	S	D	F	Score
تأمین کننده اشتیاق آور	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$2^6 + 2^5 + 2^4 + (220) = 332$
	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$2^6 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 + (191) = 270$
	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$2^3 + 2^2 + (102) = 114$
	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$2^6 + 2^5 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + (0) = 110$
	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$2^6 + 2^3 + 2^1 + 2^0 + (26) = 101$
	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$2^6 + 2^1 + (30) = 96$
تأمین کنندگان برنده سفارش								

شکل ۱۴- امتیازدهی، مرتب سازی، غربال سازی ثانویه و نهایی (انتخاب تأمین کننده) در دوره سوم

ارزیابی مقایسه‌ای

به منظور مقایسه رویکرد حل ارائه شده و نشان دادن ویژگی‌های برجسته و متمایز آن نسبت به سایر روش‌های مرسوم در ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان، از روش ترکیبی تحلیل سلسله‌مراتبی-تاپسیس^۱ که یکی از روش‌های کارآمد و شناخته شده در انتخاب تأمین کنندگان محسوب می‌شود، در این قسمت استفاده می‌کنیم. بر این اساس، در هر دوره تصمیم‌گیری (معرفی، رشد و بلوغ)، مراحل ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان عبارتند از: مقایسات زوجی و تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی، محاسبه میزان نزدیکی و دوری هر گزینه تأمین کننده نسبت به گزینه ایده آل و ضد ایده آل با استفاده از روش تاپسیس، و ارزیابی و انتخاب تأمین کننده برتر. جدول (۲) نتایج مقایسه‌ای میان الگوریتم مرتب سازی و غربال سازی مورد بحث در مقاله و روش ترکیبی تحلیلی سلسله‌مراتبی-تاپسیس را در دوره‌های مختلف نشان می‌دهد.

همان‌طور که در جدول (۲) مشخص است، روش تحلیل سلسله‌مراتبی-تاپسیس تنها به

رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان بر اساس عملکرد جاری آن‌ها در هر دوره می‌پردازد. به عبارت بهتر، در این روش، هیچ سابقه عملکردی در رابطه با تأمین‌کنندگان در نظر گرفته نمی‌شود و میزان ارضا یا عدم‌ارضای نیازهای بازار در قالب معیارهای عملکرد ارائه‌شده تنها در دوره مورد تصمیم‌گیری لحاظ می‌شود. به علاوه، وزن معیارهای عملکرد بر اساس مقایسات زوجی در روش تحلیلی سلسله‌مراتبی بدست می‌آید که می‌تواند منجر به نادیده‌گرفتن وزن‌دهی مبتنی بر مخروط شنی و بالارفتن ریسک ناشی از خطاهای انسانی در این رابطه گردد. بنابراین، افزون بر نادیده‌گرفتن ثبات و سابقه عملکرد در روش تحلیل سلسله‌مراتبی-تاپسیس، این شیوه وزن‌دهی نیز می‌تواند منجر به بروز خطا و تغییرات در برخی شرایط خاص شود.

اما در طرف مقابل، در الگوریتم مرتب‌سازی و غربالگری مورد بحث، وزن هر معیار در هر دوره بر اساس مخروط شنی تغییر یافته (تخصیص داده‌شده در آن دوره) مشخص می‌گردد که می‌تواند خطای ناشی از برآوردهای شخصی در مقایسات زوجی را به حداقل برساند. هم‌چنین، ثبات و سابقه عملکرد هر تأمین‌کننده و نحوه انتقال آن از یک دوره به دوره بعد، از اهمیت ویژه‌ای در این روش برخوردار است. مسیر حرکت یک تأمین‌کننده در راستای خط هم‌ترازی منجر به شانس بالای انتخاب آن در دوره‌های تصمیم‌گیری می‌گردد. همه این موارد باعث می‌شوند که روش شناخته‌شده تحلیل سلسله‌مراتبی-تاپسیس تفاوت‌هایی را با الگوریتم مرتب‌سازی و غربالگری در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان داشته باشد که نشانگر ارجحیت الگوریتم ارائه‌شده در این مقاله نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری می‌باشد.

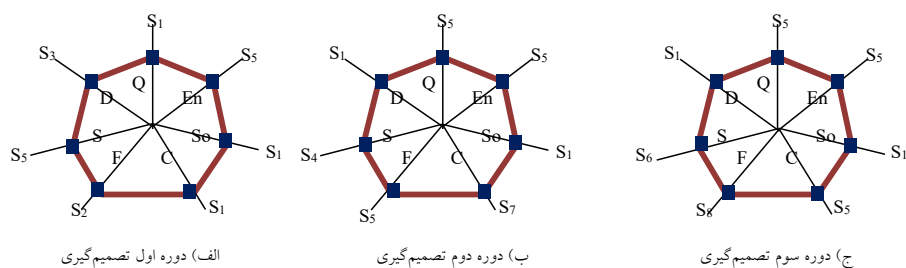
تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت در تعیین تغییرات رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان (گزینه‌ها) در اثر اعمال یک تغییر در وزن یا ضریب معیارها در هر دوره تصمیم به ما کمک می‌کند. بدین ترتیب، این تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که با تغییر معیار مربوط به فونداسیون مخروط (در ساختار تجمعی توسعه یافته) در هر دوره، نتایج حاصل از این تغییر چگونه نمود پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، آیا جایگزینی معیار مربوط به قاعده مخروط می‌تواند منجر به تغییر/عدم تغییر در انتخاب نهایی گردد؟ به عنوان مثال، همان‌طور که در شکل ۱۵ مشخص است، در دوره اول، با تغییر فونداسیون مخروط از کیفیت به اعتمادپذیری، تأمین‌کننده نهایی از یک

به سه تغییر می‌کند. و یا در دوره سوم، جایگزینی شاخص زیربنایی ارزیابی با ملاحظات زیست محیطی منجر به انتخاب تأمین‌کننده ۵ شده است.

جدول ۲- نتایج مقایسه‌ای میان الگوریتم امتیازدهی و غربال‌سازی پیشنهادی و روش ترکیبی تحلیل سلسله‌مراتبی-تاپسیس در دوره‌های مختلف

دوره	اولیت بندی تأمین‌کنندگان براساس الگوریتم پیشنهادی	اولیت بندی تأمین‌کنندگان براساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی-تاپسیس	تأمین‌کننده منتخب براساس الگوریتم پیشنهادی	تأمین‌کننده منتخب براساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی- تاپسیس
۱	S_1 S_5 S_2 S_3 S_4 S_6 S_8 S_7	S_4 S_1 S_6 S_5 S_2 S_3 S_7 S_8	S_1	S_4
۲	S_5 S_1 S_6 S_4 S_3 S_8 S_2 S_7	S_5 S_2 S_1 S_6 S_4 S_8 S_3 S_7	S_5	S_5
۳	S_5 S_1 S_6 S_7 S_8 S_3 S_4 S_2	S_8 S_1 S_5 S_3 S_7 S_6 S_4 S_2	S_5	S_8



شکل ۱۵- نتایج تحلیل حساسیت در دوره های مختلف

نتیجه گیری و پیشنهادات آتی

در این مقاله، با هدف انتخاب یک تأمین کننده باثبات و پایدار در دوره های تصمیم گیری، یک چارچوب استراتژیک برای ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان بر اساس چرخه عمر محصول (معرفی، رشد و بلوغ) ارائه گردید. بر این اساس، نظریه مخروط شنی تغییر یافته که به اقتضای دوره های مختلف تصمیم گیری، دارای ساختار متفاوتی می باشد، به منظور تعیین اولویت معیارهای عملکرد برای اولین بار مورد بهره برداری قرار گرفت. این مخروط شنی - شکل گرفته بر اساس عوامل احراز صلاحیت، برنده سفارش و مشوق - هم دربرگیرنده ابعاد مالی و هم دربرگیرنده ابعاد اخلاقی عملکرد می باشد. در واقع، اساس ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان بر میزان دستیابی آنها به هر دو عملکرد مالی و اخلاقی - مسئولیت پذیری اجتماعی - در رویکرد مذکور می باشد.

از بعد دیگر، ثبات عملکرد تأمین کنندگان و میزان نزدیکی/عدم نزدیکی آنان به خط همترازی در هر دوره یکی دیگر از جلوه های برجسته و ویژه کار تحقیقاتی پیش رو می باشد. در این راستا، یک الگوریتم ابتکاری امتیازدهی و غربال سازی چند مرحله ای جهت ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان معرفی گردید. در این الگوریتم، تعیین وزن یا ضرایب معیارها بر اساس مخروط شنی تخصیص یافته در هر دوره انجام پذیرفت. پس از آن، روند امتیازدهی و رتبه بندی تأمین کنندگان هم بر اساس عملکرد فعلی و هم بر اساس سابقه عملکرد آنان محقق گردید. در واقع، با الهام از مفهوم بهبود تجمعی در نظریه مخروط شنی، اصل همترازی در عملکرد (در قالب برقراری موازنه نسبی میان عملکرد مالی و اخلاقی)، و همین طور، شناسایی دسته های تأمین کنندگان، الگوریتم مذکور به گونه ای تنظیم گردید که بتواند اجابت کننده ابعاد فوق باشد.

هم‌چنین، یک تحلیل مقایسه‌ای بر اساس مقایسه عملکرد الگوریتم پیشنهادی با روش شناخته‌شده تحلیل سلسله‌مراتبی-تاپسیس در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در این مقاله انجام گردید. بر اساس این تحلیل، در روش تحلیل سلسله‌مراتبی-تاپسیس، بر خلاف الگوریتم امتیازدهی و غربال‌سازی مورد بحث، ثبات و سابقه عملکرد تأمین‌کنندگان تأثیری در ارزیابی جاری هر دوره ندارد. بنابراین، هیچ کمکی به شناسایی و برقراری ارتباط بلندمدت با تأمین‌کنندگان باثبات نخواهد کرد. به علاوه، ریسک ناشی از بروز خطای اجتناب‌ناپذیر انسانی در مقایسات زوجی روش تحلیل سلسله‌مراتبی نیز یکی دیگر از کمبودهای این تکنیک در انتخاب تأمین‌کننده برتر محسوب می‌شود. این مقایسه، برتری الگوریتم پیشنهادی را از زوایای مطرح‌شده نمایان می‌سازد. تحلیل حساسیت انجام‌شده در بخش قبل نیز بیانگر چگونگی تغییر در انتخاب نهایی در اثر اعمال تغییر در فونداسیون مخروط شنی می‌باشد. این مقاله را می‌توان از ابعاد زیادی مورد توسعه قرار داد. یکی از اولویت‌های تحقیقاتی می‌تواند به‌کارگیری رویکرد ارائه‌شده (در مقاله) در کاربردهای واقعی ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان باشد که از این طریق، لحاظ‌کردن عدم قطعیت در عملکرد تأمین‌کنندگان نیز اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. به عبارت دیگر، می‌توان دوره زمانی ارائه یک محصول/خدمت خاص به بازار را به‌عنوان مبنای اولویت‌بندی معیارهای عملکردی مختلف (که همگی مشمول شاخص‌های جامع تعریف‌شده در این مقاله هستند) در نظر گرفت و بر اساس آن، رویکرد ارائه‌شده در این مقاله را مورد استفاده قرار داد. در این راستا، مقایسه میان روش‌های کلاسیک موجود در انتخاب تأمین‌کننده با رویکرد پیشنهادی می‌تواند بسیار شایان توجه باشد. در جنبه دیگر، می‌توان معیارهای عملکرد تعریف‌شده در مسئله را به زیرمعیارهای جزئی‌تر تجزیه کرده و مخروط شنی جامع‌تری را در هر دوره تصمیم‌گیری ارائه کرد. دوره‌های تصمیم‌گیری در این مقاله بر اساس چرخه عمر استراتژیک محصول بنا نهاده‌شده که می‌توان دوره‌های جزئی‌تری را برای ارزیابی تأمین‌کنندگان در نظر گرفت. به علاوه، ارائه ساختارهای امتیازدهی دیگر و مطالعه ساختارهای همترازی متفاوت نیز می‌تواند یکی دیگر از ابعاد توسعه مقاله پیش‌رو باشد. نهایتاً، ارائه روش‌های حل ابتکاری و فراابتکاری دیگر در مواجهه با حجم زیاد تأمین‌کنندگان نیز می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- Amin, S. H., Razmi, J., & 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.
- Brewer, B., Ashenbaum, B., & Blair, C. W. (2019). Cross-Functional Influence and the Supplier Selection Decision in Competitive Environments: Who Makes the Call?. *Journal of Business Logistics*, 40(2), 105-125.
- Büyüközkan, G., & Göçer, F. (2017). Application of a new combined intuitionistic fuzzy MCDM approach based on axiomatic design methodology for the supplier selection problem. *Applied Soft Computing*, 52, 1222-1238.
- Ferdows, K., & De Meyer, A. (1990). Lasting improvements in manufacturing performance: in search of a new theory. *Journal of Operations Management*, 9(2), 168-184.
- Ferrell, O. C., Harrison, D. E., Ferrell, L., & Hair, J. F. (2019). Business ethics, corporate social responsibility, and brand attitudes: An exploratory study. *Journal of Business Research*, 95, 491-501.
- Ghadimi, P., Toosi, F. G., & Heavey, C. (2018). A multi-agent systems approach for sustainable supplier selection and order allocation in a partnership supply chain. *European Journal of Operational Research*, 269(1), 286-301.
- Govindan, K., Mina, H., Esmaeili, A., & Gholami-Zanjani, S. M. (2020). An integrated hybrid approach for circular supplier selection and closed loop supply chain network design under uncertainty. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118317.
- Hamdan, S., & Cheaitou, A. (2017). Supplier selection and order allocation with green criteria: An MCDM and multi-objective optimization approach. *Computers & Operations Research*, 81, 282-304.
- Ho, W., Xu, X., & 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.
- Lau, H., Nakandala, D., & Shum, P. K. (2018). A business process decision model for fresh-food supplier evaluation. *Business Process Management Journal*.
- Luthra, S., Govindan, K., Kannan, D., Mangla, S. K., & Garg, C. P. (2017). An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1686-1698.
- Ma, W., Lei, W., & Sun, B. (2020). Three-way group decisions under hesitant fuzzy linguistic environment for green supplier selection. *Kybernetes*.
- Marinetto, M. (2018). *Corporate Social Involvement: Social, Political and Environmental Issues in Britain and Italy*. Routledge.
- Memari, A., Dargi, A., Jokar, M. R. A., Ahmad, R., & Rahim, A. R. A. (2019). Sustainable supplier selection: A multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS method. *Journal of Manufacturing Systems*, 50, 9-24.

- Newman, C., Rand, J., Tarp, F., & Trifkovic, N. (2020). Corporate social responsibility in a competitive business environment. *The Journal of Development Studies*, 1-18.
- Park, J., Shin, K., Chang, T. W., & Park, J. (2010). An integrative framework for supplier relationship management. *Industrial Management & Data Systems*, 110(4), 495-515.
- Slack, N., & Lewis, M. (2015). *Operations Strategy*.
- Torğul, B., & Paksoy, T. (2019). A New Multi Objective Linear Programming Model for Lean and Green Supplier Selection with Fuzzy TOPSIS. In *Lean and Green Supply Chain Management* (pp. 101-141). Springer, Cham.
- Wong, T. N., Lee, L. H., & Sun, Z. (2012). CSR and environmental criteria in supplier selection. In *Proceedings of the Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference 2012*. APIEMS.
- Zhang, M., & Li, G. X. (2018). Combining TOPSIS and GRA for supplier selection problem with interval numbers. *Journal of Central South University*, 25(5), 1116-1128.
- Zhong, S., Singh, S. K., & Goh, M. (2020). Efficient Supplier Selection: A Way to Better Inventory Control. *Optimization and Inventory Management* (pp. 255-279). Springer, Singapore.