

انتخاب تأمین کننده مدور پایدار: رویکرد مبتنی بر روش سیستم مقیاس غیرخطی تأثیر وزنی و روش بهترین- بدترین فازی

سیده فرناز سجادیان^۱، محمدرضا محسنی ازغندی^۲

^۱ کارشناس ارشد، مدیریت صنعتی - گرایش تولید و عملیات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران. (نویسنده مسئول)

^۲ استادیار گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.

چکیده

یکی از چالش‌های اساسی هر زنجیره تأمین، انتخاب تأمین کننده شایسته و مناسب است. با مطرح شدن مسایل زیست‌محیطی و اجتماعی این مسأله بیشتر مورد توجه قرار گرفته است؛ چراکه تأمین کننده در بالاترین سطح از زنجیره قرار دارد و انتخاب نامناسب آن تأثیرات مخرب اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی برای سطوح پایین تر زنجیره به همراه می‌آورد. از این رو، در این پژوهش یک رویکرد کاربردی برای ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین کنندگان مدور پایدار با در نظر گرفتن هر سه بعد اقتصادی، مدور و اجتماعی در یک صنعت تولید تاپر توسعه داده می‌شود. رویکرد پیشنهادی از ترکیب روش بهترین-بدترین فازی و سیستم مقیاس غیرخطی تأثیر وزنی (WINGS) برای مقایسه اوزان معیارها بهره می‌گیرد. برای این منظور ابتدا وزن معیارها با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی محاسبه شده و سپس وابستگی درونی بین معیارها توسط روش WINGS تعیین می‌شود. در نهایت عملکرد هر تأمین کننده به ازای هر معیار ارزیابی شده و امتیاز نهایی تأمین کنندگان محاسبه می‌شود. این رویکرد برای محاسبه اوزان معیارهایی که ساختار سلسله مراتبی دارند و در هم تنیده هستند مناسب است. عملکرد رویکرد پیشنهادی با استفاده از داده‌ها و دانش خبرگان یک شرکت تولید تاپر در ایران سنجیده شد که نتایج حاصل از آن حاکی از کارایی و اثربخشی رویکرد پیشنهادی بود.

واژه‌های کلیدی: انتخاب تأمین کننده پایدار، زنجیره تأمین مدور، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش بهترین-بدترین، روش سیستم مقیاس غیرخطی تأثیر وزنی

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، با نگرانی‌های مطرح شده در مورد تخریب محیط‌زیست، یافتن راه‌حل‌هایی برای کنترل و کاهش این روند آسیب‌زننده، در دستور کار اکثر صنایع و سازمان‌ها قرار گرفته است. روش‌های سنتی مدیریت زنجیره تأمین بیشتر مبتنی بر اقتصاد خطی است که منجر به تولید میزان قابل توجهی زباله می‌گردد (گویال^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین این روش‌ها، منجر به کاهش منابع طبیعی شده و محیط‌زیست را به شدت آلوده می‌کنند. در این راستا، در جهان، سالانه بیش از ۱٫۳ میلیارد تن زباله تولید می‌شود که این موضوع نیاز فوری به دستورالعمل‌هایی برای افزایش پایداری را نمایان می‌کند. اقتصاد مدور یک رویکرد جدید است که برای کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی به کار گرفته می‌شود. این رویکرد مبتنی بر استفاده مجدد از محصولات بازگشتی، معیوب و حتی ضایعات قابل بازیافت بنا نهاده شده که منجر به افزایش رقابت‌پذیری در زنجیره و محافظت از محیط‌زیست می‌گردد (فاطمیما^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). به طور کلی، تأمین‌کنندگان به عنوان اولین سطح از زنجیره، تأثیر به‌سزایی در کاهش هزینه‌ها، افزایش رقابت‌پذیری سازمان‌ها، کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی و حتی افزایش اثرات سازنده اجتماعی دارند. از جانبی تأمین‌کنندگان در بالاترین سطح از زنجیره تأمین قرار گرفته‌اند و از ابعاد مختلفی می‌توانند زنجیره را به شدت تحت تأثیر قرار دهند. بررسی ادبیات نشان می‌دهد که در بسیاری از شرکت‌ها به ویژه شرکت‌های تولیدی، بخش قابل توجهی از هزینه‌ها مربوط به هزینه‌های خرید از تأمین‌کنندگان است. همچنین کیفیت محصولات تولیدی به شدت رابطه مستقیمی با کیفیت مواد اولیه خریداری شده از تأمین‌کنندگان دارد. علاوه بر این، تأخیر در تحویل مواد اولیه توسط تأمین‌کنندگان به تولیدکنندگان، می‌تواند منجر به اختلال در زمانبندی تحویل محصولات به مشتریان گردد. همگی این موارد که ذکر گردیدند تنها بخشی از آسیب‌هایی است که با انتخاب نامناسب تأمین‌کنندگان رخ می‌دهد. به طور کلی انتخاب نامناسب تأمین‌کنندگان، علاوه بر تحمیل هزینه‌های هنگفت به زنجیره، کارایی آن را مختل کرده و منجر به نارضایتی مشتریان خواهد شد. انتخاب نادرست تنها به این موارد ختم نمی‌شود، بلکه در برخی از زنجیره‌ها می‌تواند منجر به تخریب محیط‌زیست گردد. افزایش آلاینده‌ها، افزایش تولید ضایعات جامد، آلودگی آب، مصرف بی‌رویه انرژی و غیره از جمله عواقب انتخاب تأمین‌کنندگان فاقد صلاحیت است. از این رو انتخاب تأمین‌کننده مناسب و شایسته علاوه بر کاهش هزینه‌ها، افزایش کارایی زنجیره و افزایش رضایت مشتریان، می‌تواند منجر به حفاظت از محیط‌زیست گردیده و حتی افزایش پیامدهای مثبت اجتماعی از جمله اشتغال‌زایی و توسعه‌یافتگی گردد (زندکریمخانی^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). از این رو، در این تحقیق یک رویکرد ترکیبی برای ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان پایدار در زنجیره تأمین مدور ارائه می‌شود. منظور از تأمین‌کنندگان پایدار تأمین‌کننده‌ای است که هر سه بعد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی آن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. برای این منظور ابتدا، معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی (مدور) و اجتماعی با اعمال نظر خبرگان از ادبیات موضوع استخراج می‌گردد. در این راستا، با بررسی ادبیات مربوط به مسأله ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار، مدور و سبز، مجموعه‌ی جامعی از معیارها از ادبیات موضوعی استخراج می‌گردد و این معیارها در اختیار خبرگان قرار می‌گیرد و از آن‌ها خواسته می‌شود تا متناسب با ماهیت صنعت مورد مطالعه، معیارهای مناسب و تأثیرگذار را انتخاب نمایند. سپس با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی، وزن این معیارها تعیین می‌گردد. به دلیل این که برخی از این معیارها با یکدیگر ارتباط درونی

¹ Goyal² Fatimah³ Zandkarimkhani

دارند (یعنی روی یکدیگر تأثیر می‌گذارند) با استفاده از روش سیستم مقیاس غیرخطی تأثیر وزنی^۱ میزان تأثیر معیارها روی یکدیگر محاسبه می‌گردد و در نهایت تأمین‌کنندگان با استفاده از رویکرد ترکیبی و براساس معیارهای پایدار مدور رتبه‌بندی می‌شوند. با توجه به موارد بیان شده دغدغه محقق پاسخ به آن سوال است که:

انتخاب تأمین‌کننده مدور پایدار: رویکرد مبتنی بر روش سیستم مقیاس غیرخطی تأثیر وزنی و روش بهترین- بدترین فازی چگونه است؟

۲- ادبیان نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- ادبیات پژوهش

امروزه، افزایش آگاهی مشتریان و سهامداران و نگرانی‌های زیست محیطی و اجتماعی، از یک سو، و ظهور مزایای رقابتی، از سوی دیگر، باعث شده است که سازمان‌ها از تکنیک‌های سبز/ پایدار استفاده کنند. بنابراین، سازمان‌ها به دنبال راه‌حلی برای سبز/ پایدار نگه داشتن زنجیره خود هستند و این امر تصمیم‌گیرندگان را به سمت زنجیره تأمین سبز/ پایدار سوق داده است. اولین قدم در طراحی یک زنجیره تأمین پایدار، همکاری با تأمین‌کنندگان پایدار است زیرا تأمین‌کننده در زنجیره بالادستی قرار گرفته و تأثیر زیادی بر زنجیره پایین دست دارد. انتخاب تأمین‌کننده پایدار، در واقع همان مسأله انتخاب تأمین‌کننده کلاسیک است، با این تفاوت که ابعاد سه‌گانه پایداری (یعنی اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی) در انتخاب تأمین‌کننده پایدار در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر افزایش پایداری زنجیره، انتخاب منبع پایدار مناسب تأثیر بسزایی در کاهش هزینه، افزایش کیفیت و به طور کلی، بهبود کارایی زنجیره دارد. انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب در زنجیره تأمین یک کار دشوار است؛ زیرا با معیارهای چندگانه و گاه متضاد تحت شرایط عدم قطعیت مواجه هستیم. به طور کلی، تعیین بهترین معیارهای ممکن و زیرمعیارهای مربوطه آن‌ها و ایجاد مدل مناسب برای انتخاب تأمین‌کننده و ارزیابی عملکرد، دو مشکل بزرگ است که اغلب در ادبیات گزارش می‌شود. در این راستا، مطالعات متنوعی برای پیشنهاد مدل‌های انفرادی یا ترکیبی با توجه به اولویت‌بندی و ارزیابی پایداری انجام شده است. به همین ترتیب، چندین مطالعه نیز سعی کرده‌اند تا از طریق روش‌های مختلف، رؤس مطالب پایداری را ارائه دهند. در این تحقیق یک رویکرد ترکیبی جدید مبتنی بر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی برای ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان مدور پایدار ارائه خواهد شد. در این راستا، ابتدا مبانی نظری مربوط به زنجیره تأمین پایدار مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس به منظور شناسایی معیارها و روش‌ها مورد استفاده در این حوزه، به بررسی ادبیات انتخاب تأمین‌کنندگان سبز، پایدار و مدور پرداخته می‌شود.

زنجیره تأمین پایدار^۲

تحقیقات جدید به جای این‌که تنها روی موضوعات زیست‌محیطی تمرکز کنند؛ دیدگاه کلی‌تری را با یکپارچه کردن مسایل زیست‌محیطی با مسئولیت اجتماعی (اشتراک عملکرد زیست‌محیطی و اجتماعی) یا پایداری (خط مشی سه‌گانه) اتخاذ کرده‌اند. بیشتر مطالعات در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰ از مسئولیت‌پذیری اجتماعی و پایداری به عنوان چارچوب تحقیقشان

^۱ Weighted Influence Non-linear Gauge System (WINGS)

^۲ Sustainable supply chain

استفاده کردند. در سال‌های اخیر نیز تعداد قابل توجهی مقاله در حوزه توسعه پایدار در زمینه‌های مختلف ارائه شده است (کشاورز، ۱۳۹۹).

فرایندهای تولیدی اغلب در اطراف دنیا پخش شده‌اند. تأمین‌کنندگان کارخانه‌های اصلی و مشتریان با استفاده از جریان‌های اطلاعات، مواد و سرمایه‌ای به هم پیوند خورده‌اند. در راستای ارزش محصول، فشارهای زیست‌محیطی و اجتماعی نیز طی مراحل مختلف تولید، ایجاد می‌شوند. با توجه به این امر، کارخانه‌های اصلی در زنجیره تأمین، مسئول عملکرد زیست‌محیطی و اجتماعی تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان نیز هستند. کارخانه‌های اصلی کارخانه‌هایی هستند که (۱) بر کل زنجیره تأمین حکمرانی کرده، (۲) با مشتری تماس مستقیم داشته و (۳) محصول و یا خدمت ارائه شده را، آن‌ها طراحی می‌کنند. در کشورهای مختلف همواره از این شرکت‌های اصلی خواسته می‌شود که بابت مشکلات زیست‌محیطی و اجتماعی در تمام زنجیره تأمین‌شان جوابگو باشند. برای مثال، توزیع‌کنندگان پوشاک همچون، نایک، دیسنی، بنتون و آدیداس در سال‌های اخیر در خصوص مشکلاتی که طی تولید محصولاتشان به بار آورده‌اند محکوم شده‌اند. مشکلاتی همچون شرایط کاری غیرانسانی و آسیب‌رسانی به محیط‌زیست جزو اصلی‌ترین مسایل این سازمان‌های بزرگ بوده است. بر این اساس مدیران عملیات، خرید و مدیران زنجیره تأمین با یکپارچه‌سازی مسایل زیست‌محیطی و اجتماعی شامل برخی استانداردهای مرتبط (مانند ایزو ۱۴۰۰۱) در وظایف روزانه‌اشان مواجه شده‌اند (دینگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۸).

تحلیلی بر تعاریف پیشنهادی برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار نشان می‌دهد که هر سه بعد پایداری به طور شفاف مدنظر قرار گرفته‌اند، البته تمامی تعاریف پیشنهادی، هر سه بعد را مدنظر قرار نداده‌اند. برخی محققان فقط بعد اجتماعی را مدنظر قرار داده‌اند (جورجنسن و نادسن^۲، ۲۰۰۶). برخی محققان نیز بر ترکیب ویژگی‌های زیست‌محیطی و اجتماعی پایداری تأکید کرده‌اند (بادوردین^۳، ۲۰۰۹). کلاس^۴ و همکاران (۲۰۱۱) بر ترکیب ویژگی‌های اقتصادی، زیست‌محیطی پایداری با استفاده از تأکید بر اهمیت بازاریابی و توجه به گزینه‌های سطوح انرژی در زنجیره تأمین تمرکز کرده‌اند. در ادامه برخی از تعاریفی که محققان برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار ارائه داده‌اند آورده شده است:

- جورجنسن و نادسن (۲۰۰۶): "ابزاری که توسط آن شرکت‌ها مسئولیت اجتماعی‌شان را در تولید فرایندهای تولید منفک شده در حیطه مرزهای سازمانی و جغرافیایی مدیریت می‌کنند."
- کارتر و راجرز^۵ (۲۰۰۸): "یکپارچه‌سازی استراتژیک و شفاف و دستیابی به اهداف اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی در سایه هماهنگی نظام‌مند فرایندهای کسب و کار کلیدی بین سازمانی به منظور بهبود عملکرد اقتصادی بلندمدت خود شرکت و زنجیره تأمین آن."
- سورینگ و مولر^۶ (۲۰۰۸): "مدیریت جریان‌های مواد، اطلاعات و سرمایه همچون همکاری میان سازمان‌ها در طول زنجیره تأمین ضمن توجه به اهداف سه بعدی توسعه پایدار یعنی اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی که برگرفته از سوی مشتری و نیازمندی‌های ذینفعان می‌باشند."

1 Ding

2 Jorgensen and Knudsen

3 Badurdeen

4 Closs

5 Carter and Rogers

6 Seuring and Muller

- سورینگ (۲۰۰۸): "یکپارچه‌سازی توسعه پایدار و مدیریت زنجیره تأمین که در آن با استفاده از یکی کردن این دو مفهوم، ویژگی‌های زیست‌محیطی و اجتماعی در طول زنجیره تأمین مدنظر قرار گرفته و به موجب آن از مشکلات مربوطه اجتناب شده و به محصولات و فرایندهای پایدار نگرسته می‌شود".
 - سیلیبرتی^۱ و همکاران (۲۰۰۸): "مدیریت زنجیره تأمین در حالی که هر سه بعد پایداری یعنی اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی مدنظر قرار گیرند".
 - هاگ و سورینگ^۲ (۲۰۰۹): "مجموعه سیاست‌های مدیریت زنجیره تأمین که شامل اقدامات و روابط شکل گرفته در پاسخ به دغدغه‌های مرتبط با محیط زیست و مسایل اجتماعی با توجه به طراحی، دستیابی، تولید، توزیع، استفاده، استفاده مجدد و انهدام محصولات و خدمات بنگاه می‌شود".
 - ولف^۳ (۲۰۱۱): "درجه‌ای که تولیدکننده به طور استراتژیک با شرکای زنجیره تأمینش همکاری کرده و به طور همکارانه فرایندهای درون و بیرون سازمانی‌اش را به منظور تحقق پایداری مدیریت می‌نماید".
- برخی‌ها مسئولیت اجتماعی مشارکتی را معادل زنجیره تأمین پایدار می‌دانند. «مسئولیت اجتماعی مشارکتی یک فرآیند تصمیم‌گیری و اجراء است که فرآیندها و فعالیت‌های سازمان را به سوی حفظ و احترام به حقوق بشر، استانداردهای کارگری و استانداردهای زیست محیطی هدایت می‌کند. مسئولیت اجتماعی مشارکتی سازمان را موظف می‌کند کلیه الزامات قانونی را در فعالیت‌های خود و در ارتباطات با جوامعی که در آن فعالیت می‌کند رعایت نماید. به بیان دیگر مسئولیت اجتماعی مشارکتی عبارت است از تعهد به مشارکت در توسعه پایدار اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی جامعه از طریق: مشارکت فعال در جوامعی که سازمان در آن‌ها نقش ایفا می‌کند و پاسخگویی به افکار عمومی در قبال تاثیر عملکردها و سیاست‌های سازمان در حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی».
- مسئولیت اجتماعی مشارکتی ارتباط گسترده‌ای با مدیریت زنجیره‌ای تأمین پایدار دارد. یکی از بهترین ابزارهای سازگار نمودن سازمان‌ها با عوامل زیست محیطی مدیریت زنجیره‌ای تأمین پایدار است. مدیریت زنجیره‌ای تأمین پایدار بر طراحی پایدار که باعث بهبود سازگاری زنجیره‌ای تأمین با شرایط محیطی و اجتماعی است تمرکز دارد. طراحی پایدار عبارت است از: مهندسی مجدد فرآیند طراحی برای دستیابی به روش‌هایی برای پاسخ دادن به نیازهای فعلی و آینده‌ی جامعه‌ی بشری بدون آسیب رساندن به محیط زیست (ونگ^۴ و همکاران، ۲۰۲۰). مهم‌ترین اهداف پایداری کاهش مصرف منابع، کمینه کردن اتلاف‌ها و ایجاد سلامتی از طریق موارد زیر است (رزمی و نصرالهی، ۱۳۹۲):
- استفاده از مواد کم‌تر
 - کاهش استفاده از مواد غیرقابل بازیافت و توسعه‌ی استفاده از مواد قابل بازیافت
 - طراحی به گونه‌ای که قابلیت دمونتاژ کردن وجود داشته باشد
 - کمینه کردن مصرف انرژی، حرکت به سوی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، و در صورت امکان تولید انرژی از ضایعات
 - مدیریت صحیح چرخه‌ی عمر محصولات

1 Ciliberti

2 Haake and Seuring

3 Wolf

4 Wang

هر چند مسوولیت اجتماعی مشارکتی شباهت‌های بسیار زیادی با مدیریت زنجیره‌ی تامین پایدار دارد، اما نکته‌ی حایز اهمیت این است که مسوولیت اجتماعی مشارکتی به تنهایی نمی‌تواند جایگزین مدیریت زنجیره‌ی تامین پایدار شود. مسوولیت اجتماعی مشارکتی بیشتر به حوزه‌هایی که مستقیماً توسط سازمان کنترل می‌شود می‌پردازد؛ درحالی‌که مدیریت زنجیره‌ی تامین پایدار بر اساس این تفکر شکل گرفته است که در دنیای رقابتی امروز حوزه‌ی تاثیر گذاری سازمان باید به مراتب گسترده‌تر از مرزهای سازمان باشد. در حقیقت مدیریت زنجیره‌ی تامین پایدار به دنبال ایجاد مشارکت در سرتاسر زنجیره و استفاده از مدیریت مشارکتی برای تضمین آینده‌ای پایدار است (رزمی و نصرالهی، ۱۳۹۲).

قبل از ورود به مسأله انتخاب تأمین‌کننده، بهتر است ابتدا مفاهیم تأمین، تدارک و خرید مورد بررسی قرار گیرد؛ سپس مسأله انتخاب تأمین‌کننده تشریح گردد.

مفاهیم تأمین، تدارک و خرید

در ادبیات مدیریت زنجیره‌ی تامین، مفاهیم تامین، تدارک (یا تدارکات) و خرید بسیار به یکدیگر نزدیک هستند و بعضاً در منابع مختلف به جای یکدیگر به کار می‌روند، اما این واژه‌ها تفاوت‌های عمده‌ای با یکدیگر دارند و دارای تعاریف متفاوتی هستند. "کلمات تامین و خرید، از این لحاظ که تامین مفهوم عام و خرید مفهوم خاص (و یا به عبارتی خرید یکی از مجاری تامین محسوب می‌شود) قابل تفکیک و تمیز هستند".

مدیریت تامین، تنها کارکنان بخش خرید را شامل نمی‌شود، بلکه فرآیندی است که راهبردهایی را برای مدیریت کل فرآیند تدارک و تامین مواد و خدمات، ایجاد می‌نماید. خرید فرآیندی است که طی آن مواد، تجهیزات، اجزا و خدمات مورد نیاز برای استفاده در تولید و یا فروش دوباره، از طریق پرداخت، اجاره و یا سایر روش‌های متداول قانونی فراهم می‌شود. فعالیت خرید متأثر از دو رویکرد متمرکز و غیرمتمرکز صورت می‌گیرد، در حالت خرید متمرکز انجام تمامی خریدهای سازمان به عهده‌ی بخش خرید است، این بخش پس از دریافت سفارشات از بخش‌های مختلف اقدام به خرید اقلام می‌کند ولی در حالت غیرمتمرکز، هر یک از بخش‌ها به صورت جداگانه خریدهای خود را انجام می‌دهند. انتخاب هر یک از این دو رویکرد به شرایط و موقعیت سازمان بستگی دارد.

مفهوم تدارک محدوده‌ی وسیع‌تری را نسبت به خرید در بر می‌گیرد. فرآیند خرید، تهیه و به دست آوردن مایحتاج از روش‌های مالی و با پرداخت پول است درحالی‌که تدارک ممکن است از روش‌های غیرمالی مانند تصاحب و یا تصرف نیز صورت گیرد. بدیهی است نحوه‌ی استفاده از واژه‌های خرید، تدارک، تامین و مدیریت مواد در سازمان‌های مختلف متفاوت است و به عواملی چون: زمینه‌ی فعالیت سازمان، نحوه‌ی مدیریت دانش در سازمان، سطح فن‌آوری موجود در سازمان، سطح توسعه یافتگی سازمان و غیره وابسته است (شین^۱ و همکاران، ۲۰۲۰).

تدارک دارای پنج اصل^۲ اساسی است که می‌تواند در ارایه‌ی یک تعریف واحد از تدارکات موثر واقع شود. با توجه به این اصول می‌توان گفت، تدارکات عبارت است از: فراهم آوردن ملزومات، مواد و خدمات با (۱) کیفیت مناسب^۳، (۲) به مقدار مناسب^۴، (۳)

¹ Shin

² Five Rights

³ Right Quality

⁴ Right Quantity

در زمان مناسب^۱، ۴) از مکان (منبع) مناسب^۲ و با ۵) قیمت مناسب^۳. از دیدی دیگر می‌توان هفت اصل اساسی زیر را برای تدارک در نظر گرفت.

- مواد مناسب: خرید موادی که مشخصه‌های آن‌ها مطابق با حداقل مشخصه‌های کیفی مد نظر باشد.
 - مقدار مناسب: خرید مطابق با پیش‌بینی و برآورد نیاز باشد.
 - زمان مناسب: مواد در زمان تعیین شده تهیه شود.
 - مکان مناسب: در محل مورد نیاز دسترسی به مایحتاج مقدور باشد.
 - منبع مناسب: تهیه از منبعی که قابل اعتماد باشد و بتواند تعهدات خود را در زمان مناسب انجام دهد.
 - خدمت مناسب: قبل و بعد از خرید بتوان از خدمات فروشنده استفاده کرد.
 - قیمت مناسب: قیمت مواد و خدمات باید مناسب باشد.
- برخی از مزایای اصلی تامین سبز به صورت عبارت‌اند از (رزمی و نصرالهی، ۱۳۹۲):
- کاهش هزینه‌ها: تدارک (تهیه) مواد اولیه‌ی سبز (سازگار با محیط زیست) می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های مدیریت پسماند و هزینه‌های مدیریت مواد خطرناک گردد. همچنین استفاده از چنین موادی می‌تواند هزینه‌های زیست محیطی در سایر بخش‌های زنجیره‌ی تامین را به شدت کاهش دهد.
 - صرفه جویی در مصرف انرژی، آب، سوخت و سایر منابع: استفاده‌ی غیر کارآ از انرژی و آب در کنار افزایش اثرات مخرب زیست محیطی منجر به افزایش چشم‌گیر هزینه‌ها می‌گردد. به عنوان مثال: تولید کاغذ از ضایعات بازیافتی، نسبت به استفاده از مواد خام متداول بیش از پنجاه درصد انرژی کم‌تری مصرف می‌کند و به علاوه میزان انتشار دی اکسید کربن را نیز به نصف کاهش می‌دهد.
 - ایجاد بازارهایی برای مواد بازیافتی: با تشویق سازمان‌ها به خرید محصولات بازیافت و تشویق تولید کنندگان به بکار گرفتن مواد بازیافتی در فرآیند تولید، بازار مواد بازیافتی ایجاد خواهد شد. خرید مواد اولیه‌ی بازیافتی این اطمینان را ایجاد می‌کند که مواد بازیافتی می‌توانند به عنوان منابع ارزشمند از نظر اقتصادی استفاده شود. اگر بازارهایی برای مواد بازیافتی وجود نداشته باشند، فرآیند بازیافت یک عمل زاید و بی‌فایده محسوب می‌شود.
 - آسان شدن پیروی از قوانین زیست - محیطی: مواد اولیه، محصولات، فرآیندها یا خدمات سبز که مواد سمی و خطرناک کم‌تری دارند یا انتشار مواد خطرناک را کاهش می‌دهند، می‌توانند فعالیت‌های سازمان‌ها را هم‌راستا با قوانین و آیین‌نامه‌های زیست محیطی نموده و همچنین سازمان را از جریمه‌های سنگین آلوده سازی محیط زیست رهایی بخشند.
 - کاهش ریسک سوانح و کاهش هزینه‌های امنیت و سلامتی: سازمان‌هایی که از مواد اولیه‌ی سبز استفاده می‌کنند می‌توانند سلامت و امنیت کارکنان‌شان را بهبود بخشند.
 - کسب مزیت رقابتی: سازمان‌هایی که در استفاده‌ی بیشتر از منابع سبز پیش‌رو هستند، در واقع برای آینده سرمایه گذاری می‌کنند. استفاده از منابع سبز باعث کسب وجهی مناسب اجتماعی برای سازمان می‌گردد. این امر سبب بهبود سهم بازار سازمان در دراز مدت خواهد شد.

¹ Right Time

² Right Place (Source)

³ Right Cost price

- پیشگیری از تغییر آب و هوا: تغییر آب و هوا بزرگ‌ترین تهدید برای آینده‌ی بشر محسوب می‌شود. برای مبارزه با این تغییرات سازمان‌ها می‌بایست با رعایت ملاحظات زیست محیطی از انتشار بیش از حد گازهای گل‌خانه‌ای پیشگیری نمایند. اجرای این فرآیند با اقداماتی نظیر صرفه جویی در مصرف انرژی، استفاده از انرژی‌های پاک، کاهش ضایعات، مدیریت پسماند و غیره ممکن است.

انتخاب تأمین‌کننده

سازمان‌هایی که برخی از قطعات و خدمات مورد نیاز خود را برون سپاری می‌کنند تا بر فعالیت‌های اصلی خود متمرکز شوند، از تأمین‌کنندگان خود انتظار دارند که محصولات متناسب و با کیفیت را به موقع و با قیمت مناسب، ارائه دهند. اگر تأمین‌کننده توانایی برآورده کردن این نیازها را نداشته باشد، سازمان سه راه پیش رو دارند. یکی اینکه: قطعات برون سپاری شده را خودشان تولید کنند و یا به دنبال تأمین‌کننده‌ی دیگری که توانا تر باشد بروند و یا اینکه به تأمین‌کنندگان خود کمک کنند تا به شرایط مورد نظر ارتقا یابند. انتخاب هریک از این سه راهبرد به طور معمول به قیمت، حجم تولید و میزان اهمیت قطعه وابسته است. برای قطعات کم اهمیت تر که ارزش افزوده کمی در محصول نهایی دارند، هزینه‌ی پیدا کردن تأمین‌کننده جدید ناچیز است و تغییر تأمین‌کننده بهترین تصمیم است. زمانی که تأمین‌کننده از فن‌آوری خاصی بهره می‌برد یا محصول منحصر به فردی را تولید می‌کند به نحوی که برای سازمان مزایای مناسبی را در بلند مدت ایجاد می‌کند، سازمان علاقمند به حفظ این مزایای بلند مدت است. بنابراین بهترین تصمیم، توسعه و ارتقای تأمین‌کننده است. توسعه‌ی تأمین‌کنندگان عبارت است از: هرگونه فعالیتی که سازمان خریدار در راستای بهبود عملکرد تأمین‌کنندگان یا توانمند کردن آنان با هدف برآورده کردن نیازهای کوتاه مدت یا بلند مدت تأمین قطعات یا خدمات انجام می‌دهد. سازمان‌ها فعالیت‌های مختلفی را در جهت توسعه‌ی تأمین‌کنندگان‌شان انجام می‌دهند که از آن جمله می‌توان به سرمایه‌گذاری بر روی عملیات تولید و لجستیک تأمین‌کنندگان، مهیا کردن شرایطی برای بهبود عملکرد تأمین‌کنندگان، ارتباط و همکاری مستقیم و بدون واسطه با تأمین‌کنندگان و آموزش نیروی انسانی تأمین‌کننده اشاره کرد (علیمحمدی، ۱۳۹۹).

توسعه تأمین‌کننده نیازمند این است که دو طرف در مورد مسایل مالی، سرمایه‌ای و منابع انسانی با یکدیگر توافق کامل داشته باشند و اطلاعات حساس و مهم را به موقع در اختیار یکدیگر قرار دهند. همچنین دو طرف باید مفهوم موثری از ارزیابی عملکرد در سازمان‌های‌شان به وجود آورند. بنابراین اتخاذ این راهبرد نیازمند تغییر دیدگاه دو طرف (تأمین‌کننده - خریدار) در همه سطوح سازمانی از رابطه‌ی رقابتی به رابطه‌ی شراکتی است. سازمان خریدار و کارکنان آن باید اطمینان داشته باشند که سرمایه‌گذاری منابع سازمان در سازمان تأمین‌کننده قابل توجیه است. تأمین‌کننده نیز باید بداند که بهترین راه ارتباط قوی و بلندمدت با مشتری (سازمان خریدار) و همسویی با جهت‌گیری‌ها و تصمیم‌های خریدار است. در صورتی که هر دو طرف به اهمیت توسعه تأمین‌کننده باور داشته باشند، موفقیت دور از دسترس نخواهد بود (روغنی، ۱۳۹۸).

انتخاب تأمین‌کننده پایدار

مسئله انتخاب تأمین‌کننده پایدار، همان مسئله انتخاب تأمین‌کننده کلاسیک است، با این تفاوت که در این مسئله علاوه بر معیارهای اقتصادی، معیارهای زیست‌محیطی و اجتماعی نیز در نظر گرفته می‌شود (مینا^۱ و همکاران، ۲۰۲۱). در مسئله

1 Mina

انتخاب تأمین‌کننده پایدار، معیارهای اقتصادی معمولاً در برگزیده معیارهای فنی، اجرایی، مالی، کیفیت، سرویس‌دهی و غیره است. همچنین معیارهای زیست‌محیطی، معیارهایی هستند که هدف از آنها حفاظت از محیط‌زیست است. آلودگی هوا، مدیریت ضایعات، گواهی‌نامه‌های زیست‌محیطی، مصرف انرژی، سیستم‌های مدیریت زیست‌محیطی، طراحی، تولید و توزیع سبز از جمله مهم‌ترین معیارهای زیست‌محیطی هستند که در ادبیات مورد توجه قرار گرفته‌اند. معیارهای اجتماعی نیز معیارهایی هستند که مسایل اجتماعی و اخلاقی را مدنظر قرار می‌دهند و برای کمک به سلامت و روان جامعه به کار گرفته می‌شوند. عدم استفاده از کودکان کار، توجه به حقوق کارکنان و سهامداران، افشای اطلاعات و سیستم‌های سلامت و امنیت شغلی از جمله مهم‌ترین معیارهای اجتماعی هستند که در ادبیات مورد توجه قرار گرفته‌اند (کنان^۱ و همکاران، ۲۰۲۰). در ادامه تعریف دقیقی از معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان (از بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی) ارائه می‌شود و سپس با بررسی ادبیات نشان داده می‌شود که هر مقاله از چه معیارها و چه روش‌هایی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده بهره گرفته است.

معیارهای پایدار در حوزه انتخاب تأمین‌کننده

به طور کلی، معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان پایدار را می‌توان به سه دسته شامل معیارهای اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی تقسیم‌بندی کرد. منظور از معیارهای اقتصادی، معیارهایی هستند که عملکرد اقتصادی تأمین‌کنندگان را اندازه‌گیری می‌کنند. هزینه، کیفیت، ریسک، اعتبار و غیره از جمله مهم‌ترین این معیارها هستند. معیارهای زیست‌محیطی و اجتماعی نیز به ترتیب عملکرد زیست‌محیطی و اجتماعی تأمین‌کنندگان را ارزیابی می‌کنند. در ادامه برخی از این معیارها به همراه تعریف دقیقی از آنها ارائه شده‌اند.

- هزینه: هزینه/ قیمت محصول یا خدمات ارائه شده توسط تأمین‌کنندگان. این معیار یک معیار کلیدی و مهم است که تقریباً در تمامی مقالات استفاده می‌شود. گاهی از معیارهایی مانند تخفیف، به کارگیری مکانیزم‌هایی برای کاهش قیمت محصول یا خدمات و غیره نیز به عنوان زیرمعیارهای معیار هزینه استفاده می‌شود؛
- ریسک: این معیار یک معیار جامع است که در سایر معیارها مانند کیفیت و هزینه نهفته است. به طور کلی ریسک خرید از تأمین‌کننده شامل ریسک ظرفیت، ریسک مالی، ریسک کیفیتی و غیره است که به وفور در ادبیات مشاهده می‌گردد (کنان و همکاران، ۲۰۲۰)؛
- اعتبار: این معیار مربوط به پیشینه تأمین‌کننده و برندینگ آن است؛
- سیستم کنترل کیفیت: به کارگیری سیستمی برای افزایش کیفیت محصولات/ خدمات (ساری و تیمور^۲، ۲۰۱۶)؛
- رضایت مشتریان قبلی: فراهم کردن شرایطی برای نشان دادن رضایت مشتریان (بفروبی^۳ و همکاران، ۲۰۱۴)؛ گویندان^۴ و همکاران، ۲۰۲۰)؛
- کیفیت خدمات پس از فروش: فراهم کردن شرایطی برای استرداد محصولات معیوب و استفاده از گارانتی (پارکوهی^۵ و همکاران، ۲۰۱۹)؛
- تولید به موقع و کارا: استفاده از کنترل پروژه و سیستم سفارش کارا (یاداو و شارما^۱، ۲۰۱۵)؛

1 Kannan

2 Sari and Timor

3 Bafrooei

4 Govindan

5 Parkouhi

- مدیریت زمان: به کارگیری مکانیزمی برای کاهش زمان تولید/ خدمت‌دهی (گویندان و همکاران، ۲۰۲۰)؛
- تحویل به موقع: استفاده از متدهایی مبتنی بر زمانبندی و مسیریابی جهت کاهش زمان تحویل/ خدمت‌دهی (گویندان و همکاران)؛
- توانمندی اجرایی: پشتیبانی از قابلیت‌های مشابه برای اجزای یک زنجیره ارزش (کنان، ۲۰۱۸)؛
- تسهیلات و ظرفیت تولید: به کارگیری مجموعه‌ای از مهارت‌های مدیریتی و فنی برای بهره‌برداری از یک فناوری (جائو^۲ و همکاران، ۲۰۲۰)؛
- توانمندی مالی: این معیار معمولاً مربوط به سودآوری و ذخایر نقدی است (میشرا^۳ و همکاران، ۲۰۱۹؛ مینا^۴ و همکاران، ۲۰۲۱)؛
- انعطاف‌پذیری: توانایی تامین‌کنندگان برای پاسخگویی به تقاضای متغیر شامل حجم، تحویل و اصلاح (کنان و همکاران، ۲۰۲۰)؛
- تحقیق و توسعه: بکارگیری دانش روز در فرآیند عرضه، تولید و توزیع (مینا و همکاران، ۲۰۲۱)؛
- آلودگی هوا: توجه به کاهش آلودگی هوا در فرایند تولید و بازیافت محصولات (گویندان و همکاران، ۲۰۲۰)؛
- استانداردهای زیست‌محیطی: به کارگیری استانداردهای زیست‌محیطی در فرایند تولید و بازیافت محصولات (رشیدی و سائن^۵، ۲۰۱۸)؛
- مواد اولیه دوستدار محیط‌زیست: استفاده از مواد اولیه قابل بازیافت در فرایند تولید محصولات (علوی^۶ و همکاران، ۲۰۲۱)؛
- بسته‌بندی دوستدار محیط‌زیست: به کارگیری مواد قابل بازیافت در بسته‌بندی محصولات (مینا و همکاران، ۲۰۲۱)؛
- طراحی دوستدار محیط‌زیست: طراحی محصول با کمترین اثرات مخرب زیست‌محیطی و بیشترین قابلیت بازیافت (گویندان و همکاران، ۲۰۲۰)؛
- حمل و نقل دوستدار محیط‌زیست: استفاده از وسایط نقلیه مناسب و پاک در توزیع محصولات و جمع‌آوری محصولات بازگشتی (آواشی و گویندان^۷، ۲۰۱۸؛ گویندان و همکاران، ۲۰۲۰)؛
- تکنولوژی پاک: به کارگیری تکنولوژی پاک با مصرف انرژی کم در فرایند تولید و بازیافت محصولات (کنان و همکاران، ۲۰۲۰)؛
- شیوه‌های استخدامی: به کارگیری مکانیزمی عادلانه و بر پایه شایسته‌سالاری برای استخدام کارکنان (علوی و همکاران، ۲۰۲۱)؛
- حقوق کارکنان و سهامداران: توجه به منافع و حقوق کارکنان و سهامداران (کنان و همکاران، ۲۰۲۰)؛
- کار اجباری و کودک کار: عدم استفاده از کودک کار و اجبار کارکنان برای اضافه کاری (کنان و همکاران، ۲۰۲۰)؛
- افشای اطلاعات: استفاده از مکانیزمی برای شفاف‌سازی اطلاعات (علوی و همکاران، ۲۰۲۱)؛

1 Yadav and Sharma

2 Gao

3 Mishra

4 Mina

5 Rashidi and Saen

6 Alavi

7 Awasthi and Govindan

۲-۲- پیشینه پژوهش

از جمله تحقیقات داخلی که نزدیک به عنوان تحقیق حاضر انجام شده می توان به تحقیقات زیر اشاره نمود:

با بهره‌گیری از روش بهترین- بدترین و ویکور در محیط فازی شهودی، یک رویکرد کاربردی برای انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار توسط خواجه و همکاران (۱۳۹۹) توسعه داده شد. آن‌ها ابتدا با بررسی ادبیات موضوع، یک مجموعه از معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان را از سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی استخراج کردند و سپس توسط روش دلفی فازی، معیارها را غربالگری کرده و در نهایت ۲۲ معیار را گزینش کردند. در مقاله آن‌ها، "کیفیت"، "هزینه"، "تحویل"، "انعطاف‌پذیری" و "توانمندی فنی و مالی" به عنوان معیارهای اقتصادی، "سیستم مدیریت زیست‌محیطی"، "انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی"، "تعهد مدیریت به مسایل زیست‌محیطی"، "تحقیق و توسعه سبز"، "مصرف منابع" و "طراحی زیستی" به عنوان معیارهای زیست‌محیطی و "افشای اطلاعات به ذینفعان"، "تأثیر جوامع محلی"، "حقوق کارکنان"، "مشارکت در رویدادهای اجتماعی"، "سلامت و بهداشت کارکنان" و "حقوق سهامداران" به عنوان معیارهای اجتماعی لحاظ گردیدند. از طرفی با ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی با مدل برنامه‌ریزی ریاضی، یک چارچوب کاربردی برای مسأله انتخاب تأمین‌کننده پایدار و تخصیص سفارش توسط روغنی (۱۳۹۸) ارائه گردید. آن‌ها با استفاده از پنج معیار اقتصادی شامل "تحویل به موقع"، "انعطاف‌پذیری"، "کیفیت"، "امکانات و ظرفیت تولید" و "سابقه تأمین‌کننده"، چهار معیار زیست‌محیطی شامل "رعایت استانداردها و خطی مشی‌های زیست‌محیطی"، "سیستم مدیریت زیست‌محیطی"، "مدیریت ضایعات" و "مدیریت آلودگی هوا" و چهار معیار اجتماعی شامل "سیستم سلامت شغلی و ایمنی کارکنان"، "منافع و حقوق کارکنان"، "حقوق سهامداران" و "ایجاد اشتغال"، تأمین‌کنندگان را ارزیابی کردند. همچنین یک رویکرد با بهره‌گیری از روش بهترین- بدترین برای ارزیابی تأمین‌کنندگان پایدار در یک زنجیره تأمین پوشاک توسط جلالی و احتشام رائی (۱۳۹۷) ارائه گردید. آن‌ها معیارهای "کنترل آلودگی"، "پیشگیری از آلودگی"، "سیستم‌های مدیریت زیست‌محیطی"، "مصرف بهینه منابع"، "تصویر سبز" و "کنترل رد کربن" را به عنوان معیارهای زیست‌محیطی و "پاسخ‌گویی اجتماعی"، "زیرساخت‌های تعهد اجتماعی"، "تفاهم با ذینفعان اجتماعی"، "تفاهم با مشتریان"، "تکالیف استخدام و به کارگیری نیروی کار"، "سلامت و امنیت کارکنان" و "رفاه کارکنان" به عنوان معیارهای اجتماعی در نظر گرفتند. از جانبی احسانی و هادی‌زاده (۱۳۹۶) یک رویکرد ترکیبی متشکل از فرایند تحلیل شبکه و پرومته^۱ فازی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان سبز و پایدار ارائه دادند. آن‌ها معیارهای ارزیابی را از چهار دیدگاه "توان اجرایی-فنی"، "اقتصادی"، "اجتماعی" و "سبز" استخراج و تدوین کردند. معیارهای سبز ارائه شده در این مقاله عبارتند از: "مدیریت مشتری سبز"، "سیستم مدیریت زیست‌محیطی و گواهی‌نامه‌ها"، "تعهد مدیران ارشد به عملکرد زیست‌محیطی"، "استفاده از مواد خطرناک"، "توسعه قابلیت‌ها و استراتژی‌های سبز"، "برنامه‌ریزی و کنترل کاهش آلودگی"، "استفاده از بازیافت"، "به کارگیری تکنولوژی پاک" و "التزام به مقررات زیست‌محیطی".

همچنین از جمله تحقیقات خارجی که نزدیک به عنوان تحقیق حاضر انجام شده می توان به تحقیقات زیر اشاره نمود:

نصر^۲ و همکاران (۲۰۲۱)، از ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و مدل ریاضی، یک رویکرد برای ارزیابی تأمین‌کنندگان پایدار و تخصیص سفارش به آن‌ها در زنجیره تأمین مدور تحت شرایط عدم قطعیت ارائه دادند. آن‌ها برای ارزیابی تأمین‌کنندگان ۶ معیار اقتصادی شامل "کیفیت"، "اعتبار"^۳، "تحویل به موقع"^۱، "انعطاف‌پذیری"^۲، "توانمندی تکنولوژیکی"^۳

1 PROMETHEE
2 Nasr
3 Reputation

و "سرویس و خدمات پس از فروش"^۴، ۳ معیار مدور شامل "استفاده از مواد اولیه دوستدار محیط زیست و قابل بازیافت"، "استفاده از مواد قابل بازیافت در بسته بندی محصولات" و "طراحی محصولات برای استفاده مجدد"، ۶ معیار سبز شامل "سیستم های مدیریت زیست محیطی"، "مدیریت آلودگی هوای ناشی از تولید محصولات"، "مدیریت ضایعات خطرناک"^۵، "گواهینامه های زیست محیطی"^۶، "به کارگیری تکنولوژی های مناسب و پاک" و "تحقیق و توسعه و نوآوری پاک" و ۵ معیار اجتماعی شامل "ایجاد فرصت های شغلی"^۷، "افشای اطلاعات"، "سیستم های سلامت و امنیت شغلی"، "حقوق سهامداران" و "منافع و حقوق کارکنان" در نظر گرفتند. آن ها برای اعتبارسنجی رویکرد پیشنهادی خود از داده ها و دانش خبرگان یک صنعت تولید و توزیع کت و شلوار در ایران بهره گرفتند. از جانبی یک رویکرد متشکل از ترکیب روش های تصمیم گیری چندشاخصه و چندهدفه برای مسأله انتخاب تأمین کنندگان و تخصیص سفارش به آن ها در زنجیره تأمین مدور برای اولین بار توسط گویندان^۸ و همکاران (۲۰۲۰) ارائه گردید. آن ها با استفاده از معیارهای مدور، کیفیت و تحویل به موقع به ارزیابی تأمین کنندگان یک شرکت تولید قطعات در ایران پرداختند. آن ها با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه وزن معیارها و زیرمعیارها را محاسبه کردند و توسط روش دیمتل^۹، وابستگی درونی بین معیارها را در نظر گرفتند. در همین راستا اولین مقاله در حوزه انتخاب تأمین کننده پایدار در زنجیره تأمین مدور^{۱۰} توسط کوسی- سارپونگ^{۱۱} و همکاران (۲۰۱۹) ارائه گردید؛ که این امر نشان دهنده نوظهور بودن موضوع مورد مطالعه است. نهایت تأمین کنندگان را با استفاده از روش ویکور بازه ای رتبه بندی کردند. معیارهای مدور برای اولین بار در این مقاله ارائه گردید. این معیارها عبارتند از: "آلودگی هوا ناشی از تولید و بازیافت محصولات"^{۱۲}، "استفاده از مواد خام دوستدار محیط زیست و قابل بازیافت"^{۱۳}، "توجه به استانداردها و دستورالعمل های زیست محیطی در فرایند تولید و بازیافت محصولات"^{۱۴}، "به کارگیری فناوری های مناسب و پاک در تولید و بازیافت محصولات"^{۱۵} و "استفاده از مواد قابل بازیافت در بسته بندی محصولات".

۳- سوالات پژوهش

لذا هدف از این تحقیق پاسخ به سؤالات زیر است:

۱. کدام معیارها برای ارزیابی تأمین کنندگان از دیدگاه پایدار مدور مناسب است؟
۲. چه روشی برای رتبه بندی تأمین کنندگان از دیدگاه پایدار مدور مناسب است؟ چرا؟
۳. آیا رویکرد پیشنهادی کاربردی است؟ عملکرد رویکرد پیشنهادی چگونه سنجیده می شود؟

-
- 1 On-time-delivery
 - 2 Flexibility
 - 3 Technology capability
 - 4 Service and after sales service
 - 5 Hazardous waste management
 - 6 Environmental certifications
 - 7 Creating job opportunities
 - 8 Govindan
 - 9 DEMATEL
 - 10 Circular supply chain
 - 11 Kusi-Sarpong
 - 12 Air pollution resulted from production and recycling products
 - 13 Utilizing eco-friendly and recyclable raw materials
 - 14 Respecting environmental standards and regulations in the process of production and recycling products
 - 15 Employing proper and clean technologies in production and recycling products

۴- روش پژوهش

روش تحقیق این مقاله از نوع توسعه‌ای-کاربردی است. در این تحقیق با کمک روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و از ترکیب آن‌ها با یکدیگر، یک رویکرد کاربردی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان مدور پایدار ارائه می‌گردد. به طور کلی می‌توان اظهار داشت که رویکرد پیشنهادی از سه بخش اصلی تشکیل شده است. در ابتدا معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان از دیدگاه اقتصادی، مدور و اجتماعی شناسایی و تدوین می‌گردد. ابزار مورد استفاده در این بخش نظر خبرگان و بررسی ادبیات موضوع است. در بخش دوم، یک رویکرد مبتنی بر روش بهترین-بدترین فازی برای وزن‌دهی به این معیارها و روش WINGS برای آنالیز روابط علی و معلولی بین معیارها توسعه داده می‌شود. در نهایت در بخش سوم، عملکرد نهایی هر تأمین‌کننده به ازای هر معیار اندازه‌گیری شده و از مجموع حاصل ضرب وزن معیارها در مقادیر ارزیابی شده، امتیاز نهایی تأمین‌کنندگان محاسبه می‌شود.

۴-۱- جامعه و نمونه آماری:

جامعه آماری تحقیق یک صنعت تولید تاپر در ایران است. برای این منظور از دانش ۶ خبره (با سمت مدیریت و بیش از ۵ سال سابقه مرتبط) بهره گرفته می‌شود. لازم به ذکر است که هر ۶ خبره مربوط به شرکت مورد مطالعه هستند و ۵ تأمین‌کننده کائوچوی مصنوعی مورد بررسی قرار خواهند گرفت. کائوچوی مصنوعی یکی از مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده تاپر است. در این پژوهش از روش نمونه‌گیری قضاوتی برای تعیین حجم نمونه مورد نیاز استفاده شده است. اطلاعات مربوط به خبرگان در ادامه در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱): اطلاعات مربوط به خبرگان

| جنسیت | سمت | سابقه کار | تحصیلات |
|-------|-----------------------|---------------|---------------|
| مرد | مدیر تولید | بیش از ۷ سال | کارشناسی ارشد |
| مرد | مدیر فروش | بیش از ۵ سال | کارشناسی ارشد |
| مرد | معاونت تحقیق و توسعه | بیش از ۱۰ سال | کارشناسی ارشد |
| مرد | سرپرست خط تولید | بیش از ۸ سال | کارشناسی ارشد |
| مرد | معاونت مالی و اقتصادی | بیش از ۷ سال | دکتری |
| مرد | مدیر کنترل کیفیت | بیش از ۶ سال | کارشناسی ارشد |

۴-۲- گردآوری داده‌ها

در این پژوهش از پرسشنامه برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده شده است. لازم به ذکر است که در این تحقیق سه نوع پرسشنامه وجود دارد که در ادامه هر یک از آن‌ها به همراه نحوه تکمیل شدنشان توضیح داده می‌شوند.

- پرسشنامه مقایسات زوجی: این پرسشنامه براساس قضاوت میان معیارها به صورت زوجی است و از اجماع نظر خبرگان و با بهره‌گیری از روش طوفان فکری برای تکمیل شدن آن‌ها استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که مجموعه خبرگان باید یک پرسشنامه تکمیل نمایند. هدف از این پرسشنامه، استخراج داده‌هایی برای محاسبه اوزان معیارها است.

- پرسشنامه تعیین روابط علی و معلولی: این پرسشنامه نیز همانند پرسشنامه مقایسات زوجی براساس اجماع نظر خبرگان و با بهره‌گیری از طوفان فکری تحقق می‌یابد. هدف از این پرسشنامه استخراج داده‌هایی برای محاسبه شدت تأثیر معیارها روی یکدیگر و در نهایت تأثیر آن روی وزن معیارها است.
- پرسشنامه ارزیابی تأمین‌کنندگان به ازای هر معیار: در این پرسشنامه بر خلاف دو پرسشنامه دیگر، هر خبره به طور جداگانه باید به عملکرد تأمین‌کنندگان به ازای هر معیار امتیازدهی کند. سپس امتیاز تأمین‌کنندگان به ازای هر معیار از میانگین نظرات خبرگان حاصل می‌گردد.

۵- یافته‌های پژوهش

در ادامه یک رویکرد مبتنی بر روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه شامل چهارده گام، برای ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان مدور پایدار ارائه گردید. در این گام با استفاده از ۶ نفر از خبرگان، به ارزیابی ۵ تأمین‌کننده شرکت پرداخته می‌شود. در ادامه فرایند پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی گام به گام آورده شده است.

گام اول: با استفاده از ۶ نفر از خبرگان، به ارزیابی ۵ تأمین‌کننده شرکت پرداخته می‌شود. نتایج حاصل از انتخاب معیارها توسط خبرگان در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول (۲): معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان

| کد اختصاری | معیارها | جنبه (ابعاد) |
|------------|--|--------------|
| CS1 | هزینه | اقتصادی |
| CS2 | کیفیت | |
| CS3 | تحويل به موقع | |
| CS4 | اعتبار | |
| CS5 | تحقیق و توسعه | |
| CS6 | توانمندی مالی | |
| CS7 | توانمندی تکنولوژیکی | |
| CR1 | مدیریت مصرف انرژی در فرایند تولید و بازیافت محصولات | مدور |
| CR2 | استفاده از مکانیزم‌هایی برای کنترل آلودگی ناشی از فرایند تولید و بازیافت | |
| CR3 | به کارگیری مواد اولیه قابل بازیافت | |
| CR4 | استفاده از تکنولوژی‌های پاک و سبز در فرایند تولید و بازیافت | |
| CR5 | به کارگیری سیستم مدیریت زیست‌محیطی | |
| CR6 | توجه به استانداردها و دستورالعمل‌های زیست‌محیطی | |
| CR7 | عملیات لجستیک معکوس شامل مدیریت ضایعات و مدیریت کالاهای بازگشتی | |
| SC1 | حقوق و منافع کارکنان | اجتماعی |
| SC2 | حقوق و منافع سهامداران | |
| SC3 | سیستم مدیریت سلامت و امنیت شغلی | |
| SC4 | توجه به مسأله کار اجباری و کودک کار | |

| | | |
|-----|-------------------|--|
| SC5 | شیوه‌های استخدامی | |
| SC6 | افشای اطلاعات | |

گام دوم: در این گام از خبرگان خواسته شده است تا مهم‌ترین (بهترین) و کم‌اهمیت‌ترین (بدترین) معیارها را انتخاب نمایند. در بین ابعاد پایداری، بعد اقتصادی به عنوان مهم‌ترین و بعد اجتماعی به عنوان کم‌اهمیت‌ترین ابعاد انتخاب گردیدند. در جدول (۳)، بهترین و بدترین معیارها از دیدگاه خبرگان، برای هر بعد آورده شده است.

جدول (۳): بهترین و بدترین معیارهای اقتصادی، مدور و اجتماعی

| معیار | بهترین | بدترین |
|---------|--|---|
| اقتصادی | هزینه (CS1) | تحقیق و توسعه (CS5) |
| مدور | استفاده از مکانیزم‌هایی برای کنترل آلودگی ناشی از فرایند تولید و بازیافت (CR2) | عملیات لجستیک معکوس شامل مدیریت ضایعات و مدیریت کالاهای بازگشتی (CR7) |
| اجتماعی | سیستم مدیریت سلامت و امنیت شغلی (SC3) | افشای اطلاعات (SC6) |

گام سوم و چهارم: در این گامها بهترین و بدترین معیار با سایر معیارها به صورت زوجی مقایسه و با جایگذاری اعداد فازی مثلثی معادل، بردار فازی بهترین با سایر، تشکیل می‌گردد. در جداول زیر بردار فازی بهترین با سایر، به ترتیب برای ابعاد پایداری و معیارهای اقتصادی، مدور و اجتماعی آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، برای مقایسات زوجی از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است. اعداد فازی مثلثی از سه جز شامل حد پایین، حد وسط و حد بالا تشکیل می‌شود.

جدول (۴): بردار فازی بهترین و بدترین با سایر برای جنبه‌های پایداری

| | اقتصادی | مدور | اجتماعی |
|-----------------|-------------|---------------|-------------|
| بهترین: اقتصادی | (1,1,1) | (0.667,1,1.5) | (1.5,2,2.5) |
| بدترین: اجتماعی | (1.5,2,2.5) | (0.667,1,1.5) | (1,1,1) |

جدول (۵): بردار فازی بهترین برای معیارهای اقتصادی، مدور و اجتماعی

| بردار فازی بهترین با سایر برای معیارهای اقتصادی | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
| | CS1 | CS2 | CS3 | CS4 | CS5 | CS6 | CS7 |
| Best: CS1 | (1,1,1) | (0.667,1,1.5) | (2.5,3,3.5) | (1.5,2,2.5) | (3.5,4,4.5) | (1.5,2,2.5) | (1.5,2,2.5) |
| Worst : CS5 | (3.5,4,4.5) | (2.5,3,3.5) | (0.667,1,1.5) | (2.5,3,3.5) | (1,1,1) | (1.5,2,2.5) | (1.5,2,2.5) |
| بردار فازی بهترین با سایر برای معیارهای مدور | | | | | | | |
| | CR1 | CR2 | CR3 | CR4 | CR5 | CR6 | CR7 |
| Best: CR2 | (2.5,3,3.5) | (1,1,1) | (1.5,2,2.5) | (1.5,2,2.5) | (0.667,1,1.5) | (3.5,4,4.5) | (3.5,4,4.5) |
| Worst : CR7 | (0.667,1,1.5) | (3.5,4,4.5) | (1.5,2,2.5) | (1.5,2,2.5) | (2.5,3,3.5) | (0.667,1,1.5) | (1,1,1) |
| بردار فازی بهترین با سایر برای معیارهای اجتماعی | | | | | | | |

| | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 | |
|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|--|
| Best: SC3 | (0.667,1,1.5) | (0.667,1,1.5) | (1,1,1) | (2.5,3,3.5) | (1.5,2,2.5) | (3.5,4,4.5) | |
| Worst: SC6 | (2.5,3,3.5) | (2.5,3,3.5) | (3.5,4,4.5) | (0.667,1,1.5) | (1.5,2,2.5) | (1,1,1) | |

گام پنجم: یکی از متغیرهای اصلی تحقیق، "وزن مؤثر نهایی" است. برای محاسبه وزن مؤثر نهایی باید "تعامل کل" را اندازه‌گیری کرد. برای تعیین تعامل کل باید "تأثیر کل" و "پذیرش کل" را محاسبه کرد. تعیین مقادیر تأثیر کل و پذیرش کل در گرو تعیین "وزن درونی" معیارها و "شدت تأثیر" آنهاست. برای محاسبه وزن درونی و تعیین طیف برای شدت تأثیر معیارها، نیاز به محاسبه "وزن مقیاس شده نهایی" است.

جدول (۶): وزن‌های فازی

| وزن‌های فازی | معیارهای اجتماعی | وزن‌های فازی | معیارهای مدور | وزن‌های فازی | جنبه‌های پایداری |
|---------------------|------------------|---------------------|---------------|---------------------|------------------|
| (0.128,0.241,0.25) | SC1 | (0.055,0.1,0.109) | CR1 | (0.133,0.238,1.619) | اقتصادی |
| (0.128,0.241,0.25) | SC2 | (0.115,0.273,0.353) | CR2 | (0.128,0.19,1.048) | مدور |
| (0.113,0.268,0.347) | SC3 | (0.089,0.15,0.152) | CR3 | (0.12,0.143,0.667) | اجتماعی |
| (0.054,0.099,0.107) | SC4 | (0.089,0.15,0.152) | CR4 | | |
| (0.088,0.148,0.15) | SC5 | (0.13,0.245,0.254) | CR5 | | |
| (0.04,0.071,0.071) | SC6 | (0.041,0.075,0.085) | CR6 | | |
| | | (0.041,0.072,0.072) | CR7 | | |

گام ششم: همان‌طور که در ابتدای گام قبلی توضیح داده شد، برای محاسبه وزن مقیاس شده نهایی، ابتدا باید وزن‌های فازی حاصل از گام قبل را دی‌فازی نماییم. برای این منظور، اوزان فازی به دست آمده از گام قبلی توسط فرمول

$$\frac{w_j' + 4 \times w_j'' + w_j'''}{6}$$

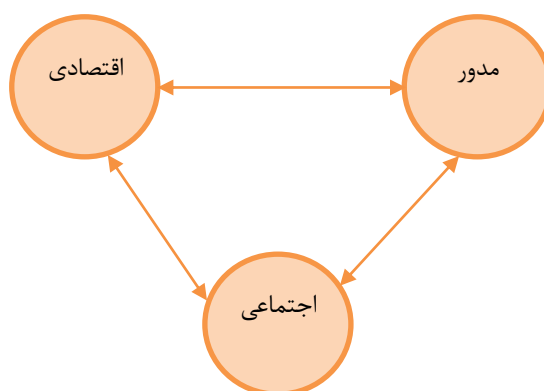
دی‌فازی می‌گردند.

جدول (۷): وزن دی‌فازی شده ابعاد پایداری و معیارهایشان

| وزن دی‌فازی | معیارها | وزن دی‌فازی | جنبه (ابعاد) |
|-------------|---------------------|-------------|--------------|
| 0.247 | هزینه (CS1) | 0.451 | اقتصادی |
| 0.206 | کیفیت (CS2) | | |
| 0.094 | تحويل به موقع (CS3) | | |
| 0.134 | اعتبار (CS4) | | |
| 0.053 | تحقیق و توسعه (CS5) | | |
| 0.133 | توانمندی مالی (CS6) | | |

| وزن دی فازی | معیارها | وزن دی فازی | جنبه (ابعاد) |
|----------------|--|----------------|-----------------|
| 0.133 | توانمندی تکنولوژیکی (CS7) | | |
| 0.094 | مدیریت مصرف انرژی در فرایند تولید و بازیافت محصولات (CR1) | 0.323 | مدور |
| 0.26 | استفاده از مکانیزم‌هایی برای کنترل آلودگی ناشی از فرایند تولید و بازیافت (CR2) | | |
| 0.141 | به کارگیری مواد اولیه قابل بازیافت (CR3) | | |
| 0.141 | استفاده از تکنولوژی‌های پاک و سبز در فرایند تولید و بازیافت (CR4) | | |
| 0.227 | به کارگیری سیستم مدیریت زیست‌محیطی (CR5) | | |
| 0.071 | توجه به استانداردها و دستورالعمل‌های زیست‌محیطی (CR6) | | |
| 0.067 | عملیات لجستیک معکوس شامل مدیریت ضایعات و مدیریت کالاهای بازگشتی (CR7) | | |
| 0.224 | حقوق و منافع کارکنان (SC1) | 0.226 | اجتماعی |
| 0.224 | حقوق و منافع سهامداران (SC2) | | |
| 0.256 | سیستم مدیریت سلامت و امنیت شغلی (SC3) | | |
| 0.093 | توجه به مسأله کار اجباری و کودک کار (SC4) | | |
| 0.138 | شیوه‌های استخدامی (SC5) | | |
| 0.066 | افشای اطلاعات (SC6) | | |

گام هفتم: در این گام خبرگان روابط علی و معلولی بین ابعاد پایداری رو به صورت شماتیک نشان می‌دهند. در شکل (۱) روابط علی و معلولی بین ابعاد پایداری به تصویر کشیده شده است.



شکل (۱): روابط علی و معلولی بین ابعاد پایداری

گام هشتم: همان‌طور که قبلاً گفته شد برای تعیین وزن درونی معیارها و تعیین طیف برای شدت تأثیر معیارها باید وزن مقیاس شده نهایی را محاسبه کرد.

جدول (۸): وزن مقیاس شده نهایی

| معیارهای اجتماعی | | معیارهای اقتصادی | | ابعاد پایداری | |
|---------------------|---|--|---------------------------|---------------------|---------|
| وزن مقیاس شده نهایی | معیارها | وزن مقیاس شده نهایی | معیارها | وزن مقیاس شده نهایی | معیارها |
| 3.733333 | حقوق و منافع کارکنان (SC1) | 5.126415 | هزینه (CS1) | 2.195133 | اقتصادی |
| 3.733333 | حقوق و منافع سهامداران (SC2) | 4.275472 | کیفیت (CS2) | 1.572124 | مدور |
| 4.266667 | سیستم مدیریت سلامت و امنیت شغلی (SC3) | 1.950943 | تحويل به موقع (CS3) | 1.1 | اجتماعی |
| 1.55 | توجه به مسأله کار اجباری و کودک کار (SC4) | 2.781132 | اعتبار (CS4) | | |
| 2.3 | شیوه‌های استخدامی (SC5) | 1.1 | تحقیق و توسعه (CS5) | | |
| 1.1 | افشای اطلاعات (SC6) | 2.760377 | توانمندی مالی (CS6) | | |
| | | 2.760377 | توانمندی تکنولوژیکی (CS7) | | |
| وزن مقیاس شده نهایی | | معیارهای مدور | | | |
| 1.543284 | | مدیریت مصرف انرژی در فرایند تولید و بازیافت محصولات (CR1) | | | |
| 4.268657 | | استفاده از مکانیزم‌هایی برای کنترل آلودگی ناشی از فرایند تولید و بازیافت (CR2) | | | |
| 2.314925 | | به کارگیری مواد اولیه قابل بازیافت (CR3) | | | |
| 2.314925 | | استفاده از تکنولوژی‌های پاک و سبز در فرایند تولید و بازیافت (CR4) | | | |
| 3.726866 | | به کارگیری سیستم مدیریت زیست‌محیطی (CR5) | | | |
| 1.165672 | | توجه به استانداردها و دستورالعمل‌های زیست‌محیطی (CR6) | | | |
| 1.1 | | عملیات لجستیک معکوس شامل مدیریت ضایعات و مدیریت کالاهای بازگشتی (CR7) | | | |

گام نهم: برای محاسبه ماتریس قدرت- تأثیر کل به منظور محاسبه تأثیر کل و پذیرش کل، ابتدا باید وزن درونی و طیف قابل قبولی برای تعیین شدت تأثیرها تعیین گردد. نتایج نشان می‌دهد که ۰,۰۹ به عنوان حد پایین و ۰,۸ به عنوان حد بالاست. بنابراین طیف مورد نیاز برای تعیین شدت تأثیر ابعاد پایداری روی یکدیگر، [۰,۸-۰,۰۹] در نظر گرفته می‌شود. براین اساس 0.09 برای تأثیر ناچیز به کار می‌رود و هر چه به سمت 0.8 می‌رویم، شدت تأثیر افزایش می‌یابد.

جدول (۹): قدرت (وزن) درونی

| معیارهای اجتماعی | | معیارهای اقتصادی | | ابعاد پایداری | |
|------------------|---|--|---------------------------|---------------|---------|
| وزن درونی | معیارها | وزن درونی | معیارها | وزن درونی | معیارها |
| 0.732143 | حقوق و منافع کارکنان (SC1) | 0.804932 | هزینه (CS1) | 0.544447 | اقتصادی |
| 0.732143 | حقوق و منافع سهامداران (SC2) | 0.766108 | کیفیت (CS2) | 0.363918 | مدور |
| 0.765625 | سیستم مدیریت سلامت و امنیت شغلی (SC3) | 0.487427 | تحويل به موقع (CS3) | 0.090909 | اجتماعی |
| 0.354839 | توجه به مسأله کار اجباری و کودک کار (SC4) | 0.640434 | اعتبار (CS4) | | |
| 0.565217 | شیوه‌های استخدامی (SC5) | 0.090909 | تحقیق و توسعه (CS5) | | |
| 0.090909 | افشای اطلاعات (SC6) | 0.637731 | توانمندی مالی (CS6) | | |
| | | 0.637731 | توانمندی تکنولوژیکی (CS7) | | |
| معیارهای مدور | | | | | |
| | وزن درونی | معیارها | | | |
| | 0.352031 | مدیریت مصرف انرژی در فرایند تولید و بازیافت محصولات (CR1) | | | |
| | 0.765734 | استفاده از مکانیزم‌هایی برای کنترل آلودگی ناشی از فرایند تولید و بازیافت (CR2) | | | |
| | 0.568021 | به کارگیری مواد اولیه قابل بازیافت (CR3) | | | |
| | 0.568021 | استفاده از تکنولوژی‌های پاک و سبز در فرایند تولید و بازیافت (CR4) | | | |
| | 0.731678 | به کارگیری سیستم مدیریت زیست‌محیطی (CR5) | | | |
| | 0.142125 | توجه به استانداردها و دستورالعمل‌های زیست‌محیطی (CR6) | | | |
| | 0.090909 | عملیات لجستیک معکوس شامل مدیریت ضایعات و مدیریت کالاهای بازگشتی (CR7) | | | |

گام دهم: در این گام با استفاده از طیف حاصل شده یعنی $[0.09-0.8]$ ، از خبرگان خواسته می‌شود تا شدت تأثیر ابعاد پایداری را روی یکدیگر تعیین کنند. همچنین باید شدت تأثیر معیارها روی ابعاد پایداری را تعیین کنند. سپس بر این اساس با استفاده از تأثیر شدت تأثیر و نتایج ارایه شده در جداول (۱۰) تا (۱۱)، ماتریس قدرت تأثیر شکل می‌گیرد که در جدول (۱۲) آورده شده است.

جدول (۱۰): ماتریس قدرت تأثیر

| | CS | CR | SC | CS1 | CS2 | CS3 | CS4 | CS5 | CS6 | CS7 | CR 1 | CR 2 | CR 3 | CR 4 | CR 5 | CR 6 | CR 7 | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| C S | 0.54 445 | 0.45 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C R | 0.25 | 0.36 392 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S C | 0.2 | 0.15 | 0.09 091 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C S 1 | 0.6 | 0 | 0 | 0.80 493 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C S 2 | 0.55 | 0 | 0 | 0 | 0.76 611 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C S 3 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.48 743 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C S 4 | 0.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.64 043 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C S 5 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 091 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C S 6 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.63 773 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C S | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.63 773 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | CS | CR | SC | CS1 | CS2 | CS3 | CS4 | CS5 | CS6 | CS7 | CR 1 | CR 2 | CR 3 | CR 4 | CR 5 | CR 6 | CR 7 | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 |
|-------------|----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|-----|-----|-----|
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C R 1 | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.35 203 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C R 2 | 0 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.76 573 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C R 3 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.56 802 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C R 4 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.56 802 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C R 5 | 0 | 0.55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.73 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C R 6 | 0 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.14 213 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C R 7 | 0 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 091 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S C 1 | 0 | 0 | 0.65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.73 214 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S C 2 | 0 | 0 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.73 214 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | CS | CR | SC | CS1 | CS2 | CS3 | CS4 | CS5 | CS6 | CS7 | CR 1 | CR 2 | CR 3 | CR 4 | CR 5 | CR 6 | CR 7 | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 |
|-------------|----|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S C 3 | 0 | 0 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.76 563 | 0 | 0 | 0 |
| S C 4 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.35 484 | 0 | 0 |
| S C 5 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.56 522 | 0 |
| S C 6 | 0 | 0 | 0.35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 091 |

گام یازدهم: در این گام ماتریس قدرت-تأثیر را نرمال می‌کنیم. در ادامه در جدول (۴-۲۶) ماتریس قدرت-تأثیر نرمال شده آورده شده است.

جدول (۱۱): ماتریس قدرت-تأثیر نرمال شده

| | CS | CR | SC | CS1 | CS2 | CS3 | CS4 | CS5 | CS6 | CS7 | CR1 | CR2 | CR3 | CR4 | CR5 | CR6 | CR7 | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 |
|-----|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|--------|-------|-------|--------|---------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|-------|
| CS | 0.02396 | 0.0198 | 0.0176 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR | 0.011 | 0.01601 | 0.0088 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SC | 0.0088 | 0.0066 | 0.004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS1 | 0.0264 | 0 | 0 | 0.03542 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS2 | 0.0242 | 0 | 0 | 0 | 0.03371 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS3 | 0.0176 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02145 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS4 | 0.0198 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02818 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS5 | 0.0132 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS6 | 0.022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02806 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS7 | 0.022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02806 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR1 | 0 | 0.0176 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01549 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR2 | 0 | 0.0264 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0337 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR3 | 0 | 0.022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR4 | 0 | 0.022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR5 | 0 | 0.0242 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0322 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR6 | 0 | 0.0132 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR7 | 0 | 0.0132 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SC1 | 0 | 0 | 0.0286 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0322 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SC2 | 0 | 0 | 0.0264 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0322 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SC3 | 0 | 0 | 0.0264 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.03369 | 0 | 0 | 0 |
| SC4 | 0 | 0 | 0.0176 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01562 | 0 | 0 |
| SC5 | 0 | 0 | 0.022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.02487 | 0 |
| SC6 | 0 | 0 | 0.0154 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.004 |

گام دوازدهم: در این گام ماتریس قدرت-تأثیر کل محاسبه می‌گردد. جدول (۱۲) نشان‌دهنده ماتریس قدرت-تأثیر کل است.

جدول (۱۲): ماتریس قدرت-تأثیر کل

| | CS | CR | SC | CS1 | CS2 | CS3 | CS4 | CS5 | CS6 | CS7 | CR1 | CR2 | CR3 | CR4 | CR5 | CR6 | CR7 | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 |
|---------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|-----|
| CS | 0.0249 5 | 0.021 | 0.0183 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR | 0.0115 4 | 0.0165 7 | 0.0092 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SC | 0.0091 3 | 0.0069 2 | 0.0042 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS 1 | 0.0280 6 | 0.0006 | 0.0005 | 0.036 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS 2 | 0.0256 7 | 0.0005 2 | 0.0004 6 | 0 | 0.03 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS 3 | 0.0184 4 | 0.0003 7 | 0.0003 3 | 0 | 0 | 0.0219 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS 4 | 0.0208 9 | 0.0004 2 | 0.0003 7 | 0 | 0 | 0 | 0.02 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS 5 | 0.0135 9 | 0.0003 | 0.0002 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0040 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS 6 | 0.0232 | 0.0004 7 | 0.0004 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0288 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CS 7 | 0.0232 | 0.0004 7 | 0.0004 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0288 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR 1 | 0.0002 1 | 0.0181 8 | 0.0001 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0157 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR 2 | 0.0003 2 | 0.0277 8 | 0.0002 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0348 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR 3 | 0.0002 6 | 0.0229 4 | 0.0002 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0256 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR 4 | 0.0002 6 | 0.0229 4 | 0.0002 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0256 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR 5 | 0.0002 9 | 0.0254 2 | 0.0002 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0332 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR 6 | 0.0001 5 | 0.0135 1 | 0.0001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0062 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR 7 | 0.0001 5 | 0.0134 7 | 0.0001 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0040 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SC 1 | 0.0002 7 | 0.0002 | 0.0296 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0332 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SC 2 | 0.0002 5 | 0.0001 9 | 0.0274 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0332 9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SC 3 | 0.0002 5 | 0.0001 9 | 0.0274 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0348 7 | 0 | 0 | 0 |
| SC 4 | 0.0001 6 | 0.0001 2 | 0.0179 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0158 6 | 0 | 0 |
| SC | 0.0002 | 0.0001 | 0.0226 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0255 | 0 |

مطالعات مهندسی صنایع و مدیریت تولید

دوره ۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، صفحات ۱۴۸-۱۱۲

| | CS | CR | SC | CS1 | CS2 | CS3 | CS4 | CS5 | CS6 | CS7 | CR1 | CR2 | CR3 | CR4 | CR5 | CR6 | CR7 | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 | |
|---------|-------------|--------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| 5 | 1 | 6 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| SC 6 | 0.0001 4 | 0.0001 | 0.0155 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0040 2 |

گام سیزدهم: همان طور که قبلا گفته شد، برای محاسبه وزن مؤثر نهایی باید تعامل کل تعیین شود و برای تعیین تعامل کل باید تأثیر کل و پذیرش کل محاسبه گردد. منظور از تأثیر کل یعنی مجموع تمام تأثیری که هر معیار روی سایر معیارها می‌گذارد و منظور از پذیرش کل یعنی مجموع تأثیری که یک معیار از تمامی معیارها می‌پذیرد، است. سپس از مجموع این دو شاخص، تعامل کل تعیین می‌گردد. منظور از تعامل کل یعنی مجموع تأثیری که معیار مدنظر روی سایر معیارها می‌گذارد بعلاوه مجموع تأثیری که این معیار از تمامی معیارها می‌پذیرد، است. وزن مؤثر نهایی، همان تعامل کل نرمال شده است، چراکه در فرایند ارزیابی باید مجموع وزن معیارها برابر با یک باشد.

جدول (۱۳): تأثیر کل و پذیرش کل، تعامل کل و وزن مؤثر نهایی برای معیارها

| تعامل کل و وزن مؤثر نهایی برای معیارها | | | تأثیر کل و پذیرش کل برای معیارها | | |
|--|----------------|----------------|----------------------------------|--------------|--------------|
| معیارها | تعامل کل (r+c) | وزن مؤثر نهایی | معیارها | تأثیر کل (r) | پذیرش کل (c) |
| CS1 | 0.102571 | 0.073152 | CS1 | 0.065848 | 0.036723 |
| CS2 | 0.096431 | 0.068773 | CS2 | 0.061541 | 0.03489 |
| CS3 | 0.06298 | 0.044916 | CS3 | 0.04106 | 0.02192 |
| CS4 | 0.079682 | 0.056828 | CS4 | 0.050682 | 0.029001 |
| CS5 | 0.022136 | 0.015787 | CS5 | 0.01812 | 0.004017 |
| CS6 | 0.081837 | 0.058364 | CS6 | 0.052962 | 0.028875 |
| CS7 | 0.081837 | 0.058364 | CS7 | 0.052962 | 0.028875 |
| CR1 | 0.050017 | 0.035671 | CR1 | 0.034282 | 0.015735 |
| CR2 | 0.098088 | 0.069955 | CR2 | 0.063216 | 0.034872 |
| CR3 | 0.074684 | 0.053263 | CR3 | 0.049046 | 0.025637 |
| CR4 | 0.074684 | 0.053263 | CR4 | 0.049046 | 0.025637 |
| CR5 | 0.092481 | 0.065956 | CR5 | 0.059211 | 0.03327 |
| CR6 | 0.026368 | 0.018805 | CR6 | 0.020074 | 0.006294 |
| CR7 | 0.021783 | 0.015535 | CR7 | 0.017766 | 0.004017 |
| SC1 | 0.09674 | 0.068993 | SC1 | 0.063448 | 0.033292 |
| SC2 | 0.09442 | 0.067338 | SC2 | 0.061128 | 0.033292 |
| SC3 | 0.097613 | 0.069616 | SC3 | 0.062746 | 0.034867 |
| SC4 | 0.049971 | 0.035638 | SC4 | 0.034108 | 0.015863 |
| SC5 | 0.074038 | 0.052802 | SC5 | 0.04853 | 0.025508 |
| SC6 | 0.023811 | 0.016982 | SC6 | 0.019795 | 0.004017 |

گام چهاردهم: یکی دیگر از متغیرهای اصلی پژوهش، امتیاز هر تأمین‌کننده به ازای هر معیار است. در ادامه در جداول (۱۴) تا (۱۶) نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان به ازای هر معیار بر اساس نظر خبرگان ۱ تا ۶ آورده شده است. همچنین در جدول (۱۷) میانگین نظرات خبرگان ارائه شده است.

جدول (۱۴): ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان به ازای هر معیار براساس نظر مدیر تولید و فروش

| براساس نظر مدیر فروش | | | | | | براساس نظر مدیر تولید | | | | | |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | معیارها | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | معیارها |
| ده ۵ | ده ۴ | ده ۳ | ده ۲ | ده ۱ | | ده ۵ | ده ۴ | ده ۳ | ده ۲ | ده ۱ | |
| 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | CS1 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | 0.5 | CS1 |
| 0.5 | 0.667 | 0.677 | 0.833 | 0.833 | CS2 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | 0.833 | 0.667 | CS2 |
| 0.667 | 0.833 | 0.667 | 0.5 | 0.333 | CS3 | 0.5 | 0.833 | 0.667 | 0.667 | 0.333 | CS3 |
| 0.5 | 0.333 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | CS4 | 0.667 | 0.5 | 0.333 | 0.833 | 0.5 | CS4 |
| 0.667 | 0.5 | 0.667 | 1 | 0.833 | CS5 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.833 | 0.667 | CS5 |
| 0.667 | 0.667 | 0.667 | 0.833 | 0.833 | CS6 | 0.667 | 0.833 | 0.833 | 1 | 0.667 | CS6 |
| 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | CS7 | 0.333 | 0.5 | 0.667 | 0.833 | 0.5 | CS7 |
| 0.5 | 0.167 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | CR1 | 0.333 | 0.333 | 0.667 | 0.5 | 0.333 | CR1 |
| 0.167 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | CR2 | 0.5 | 0.333 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | CR2 |
| 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.5 | 0.5 | CR3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.333 | CR3 |
| 0.333 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | CR4 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.833 | 0.667 | CR4 |
| 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.667 | CR5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | CR5 |
| 0.5 | 0.833 | 0.5 | 0.833 | 0.5 | CR6 | 0.667 | 0.5 | 0.333 | 0.667 | 0.333 | CR6 |
| 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.5 | 0.333 | CR7 | 0.333 | 0.333 | 0.167 | 0.5 | 0.167 | CR7 |
| 0.667 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | SC1 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | 0.5 | SC1 |
| 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.833 | 0.667 | SC2 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | 0.5 | SC2 |
| 0.667 | 0.667 | 0.667 | 0.833 | 0.833 | SC3 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | 0.833 | 0.667 | SC3 |
| 0.667 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | SC4 | 0.833 | 0.667 | 0.833 | 1 | 0.833 | SC4 |
| 0.667 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | SC5 | 0.833 | 0.667 | 0.833 | 0.833 | 0.667 | SC5 |
| 0.5 | 0.333 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | SC6 | 0.667 | 0.333 | 0.5 | 0.5 | 0.333 | SC6 |

جدول (۱۵): ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان به ازای هر معیار براساس نظر معاونت تحقیق و توسعه و سرپرست

خط تولید

| براساس نظر سرپرست خط تولید | | | | | | براساس نظر معاونت تحقیق و توسعه | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | معیار | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | معیار |
| ده | ده | ده | ده | ده | ها | ده | ده | ده | ده | ده | ها |
| ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | |
| 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.833 | 0.667 | CS1 | 0.333 | 0.667 | 0.333 | 0.5 | 0.333 | CS1 |
| 0.5 | 0.833 | 0.833 | 1 | 0.667 | CS2 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.5 | 0.5 | CS2 |
| 0.333 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | CS3 | 0.5 | 0.333 | 0.333 | 0.5 | 0.167 | CS3 |
| 0.333 | 0.333 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | CS4 | 0.5 | 0.333 | 0.667 | 0.833 | 0.333 | CS4 |
| 0.5 | 0.333 | 0.667 | 0.667 | 0.667 | CS5 | 0.333 | 0.5 | 0.5 | 0.833 | 0.667 | CS5 |
| 0.667 | 0.667 | 0.833 | 0.833 | 0.667 | CS6 | 0.667 | 0.333 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | CS6 |
| 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | CS7 | 0.333 | 0.167 | 0.333 | 0.5 | 0.5 | CS7 |
| 0.167 | 0.167 | 0.167 | 0.333 | 0.167 | CR1 | 0.167 | 0.333 | 0.167 | 0.333 | 0.333 | CR1 |
| 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.5 | 0.333 | CR2 | 0.167 | 0.167 | 0.167 | 0.167 | 0.167 | CR2 |
| 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | CR3 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | CR3 |
| 0.333 | 0.333 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | CR4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | CR4 |
| 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | CR5 | 0.167 | 0.167 | 0.5 | 0.5 | 0.333 | CR5 |
| 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | CR6 | 0.333 | 0.5 | 0.333 | 0.667 | 0.5 | CR6 |
| 0.167 | 0.167 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | CR7 | 0.167 | 0.333 | 0.167 | 0.333 | 0.167 | CR7 |
| 0.667 | 0.5 | 0.677 | 0.833 | 0.5 | SC1 | 0.5 | 0.833 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | SC1 |
| 0.667 | 0.5 | 0.677 | 0.833 | 0.5 | SC2 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | 0.5 | SC2 |
| 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | 0.5 | SC3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | SC3 |
| 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | SC4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.333 | SC4 |
| 0.5 | 0.667 | 0.833 | 1 | 0.833 | SC5 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | SC5 |
| 0.667 | 0.667 | 0.833 | 0.833 | 0.667 | SC6 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | SC6 |

جدول (۱۶): ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان به ازای هر معیار براساس نظر معاونت مالی و اقتصادی و مدیر کنترل

کیفیت

| براساس نظر مدیر کنترل کیفیت | | | | | | براساس نظر معاونت مالی و اقتصادی | | | | | |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | معیار | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | تأمین‌کننده | معیار |
| ده | ده | ده | ده | ده | ها | ده | ده | ده | ده | ده | ها |
| ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | |
| 0.5 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | CS1 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.833 | 0.667 | CS1 |
| 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | CS2 | 0.5 | 0.333 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | CS2 |
| 0.667 | 0.667 | 0.5 | 0.5 | 0.333 | CS3 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.333 | CS3 |
| 0.5 | 0.667 | 0.333 | 0.667 | 0.667 | CS4 | 0.667 | 0.5 | 0.5 | 0.833 | 0.667 | CS4 |
| 0.667 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | CS5 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | CS5 |
| 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.833 | 0.5 | CS6 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.833 | 0.833 | CS6 |
| 0.333 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | CS7 | 0.5 | 0.333 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | CS7 |
| 0.333 | 0.333 | 0.5 | 0.667 | 0.333 | CR1 | 0.333 | 0.5 | 0.333 | 0.5 | 0.5 | CR1 |
| 0.667 | 0.333 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | CR2 | 0.333 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.333 | CR2 |
| 0.667 | 0.667 | 0.667 | 0.667 | 0.333 | CR3 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | CR3 |
| 0.5 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | CR4 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.667 | CR4 |
| 0.667 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | CR5 | 0.167 | 0.333 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | CR5 |
| 0.5 | 0.667 | 0.333 | 0.5 | 0.333 | CR6 | 0.667 | 0.5 | 0.5 | 0.833 | 0.667 | CR6 |
| 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.667 | 0.333 | CR7 | 0.333 | 0.5 | 0.333 | 0.667 | 0.5 | CR7 |
| 0.5 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | SC1 | 0.5 | 0.5 | 0.677 | 0.667 | 0.667 | SC1 |
| 0.5 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | SC2 | 0.5 | 0.333 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | SC2 |
| 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | SC3 | 0.667 | 0.833 | 0.833 | 0.833 | 0.667 | SC3 |
| 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.833 | 0.667 | SC4 | 0.667 | 0.5 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | SC4 |
| 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.667 | 0.5 | SC5 | 0.667 | 0.667 | 0.667 | 0.833 | 0.833 | SC5 |
| 0.5 | 0.333 | 0.667 | 0.667 | 0.333 | SC6 | 0.5 | 0.667 | 0.5 | 0.667 | 0.333 | SC6 |

جدول (۱۷): ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان به ازای هر معیار براساس میانگین نظرات خبرگان

| معیارها | تأمین‌کننده ۱ | تأمین‌کننده ۲ | تأمین‌کننده ۳ | تأمین‌کننده ۴ | تأمین‌کننده ۵ |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| CS1 | 0.5835 | 0.6667 | 0.5557 | 0.6113 | 0.5 |
| CS2 | 0.639 | 0.75 | 0.585 | 0.5555 | 0.5 |
| CS3 | 0.3332 | 0.5835 | 0.5835 | 0.611 | 0.5557 |
| CS4 | 0.5557 | 0.7222 | 0.5 | 0.4443 | 0.5278 |
| CS5 | 0.639 | 0.7778 | 0.6113 | 0.5 | 0.5278 |
| CS6 | 0.6945 | 0.8332 | 0.6945 | 0.6112 | 0.6113 |
| CS7 | 0.6113 | 0.6668 | 0.5 | 0.4445 | 0.4165 |
| CR1 | 0.361 | 0.4722 | 0.389 | 0.3055 | 0.3055 |
| CR2 | 0.4445 | 0.4723 | 0.4723 | 0.361 | 0.3612 |
| CR3 | 0.3887 | 0.5 | 0.4443 | 0.4722 | 0.4443 |
| CR4 | 0.5835 | 0.6668 | 0.5557 | 0.5 | 0.4722 |

| | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|------------|
| 0.389 | 0.4167 | 0.5278 | 0.5557 | 0.5 | CR5 |
| 0.5278 | 0.5833 | 0.4165 | 0.6945 | 0.4722 | CR6 |
| 0.2777 | 0.3332 | 0.2777 | 0.5 | 0.3055 | CR7 |
| 0.5835 | 0.6112 | 0.6147 | 0.639 | 0.5835 | SC1 |
| 0.5835 | 0.5 | 0.6408 | 0.6667 | 0.5557 | SC2 |
| 0.5835 | 0.639 | 0.639 | 0.7222 | 0.6112 | SC3 |
| 0.639 | 0.5278 | 0.5833 | 0.7502 | 0.6112 | SC4 |
| 0.6668 | 0.6392 | 0.6667 | 0.75 | 0.6388 | SC5 |
| 0.5557 | 0.4722 | 0.6112 | 0.6668 | 0.4443 | SC6 |

مهم‌ترین و اصلی‌ترین متغیر پژوهش امتیاز نهایی هر تأمین‌کننده است که از مجموع حاصل ضرب وزن مؤثر نهایی معیارها یعنی وزن‌های آرایه شده در جدول (۱۳) در میانگین ارزیابی عملکرد یعنی نتایج آرایه شده در جدول (۱۷)، محاسبه می‌شود. در جدول (۱۷) امتیاز نهایی هر تأمین‌کننده محاسبه شده است. به دلیل این که مجموع وزن مؤثر نهایی برابر یک است و امتیاز ارزیابی هر تأمین‌کننده نیز عددی بین صفر و یک است، بنابراین امتیاز نهایی هر تأمین‌کننده نیز بین صفر و یک خواهد بود.

جدول (۱۸): امتیاز نهایی تأمین‌کنندگان

| وزن مؤثر نهایی × میانگین امتیاز ارزیابی | | | | | معیارها |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
| تأمین‌کننده ۵ | تأمین‌کننده ۴ | تأمین‌کننده ۳ | تأمین‌کننده ۲ | تأمین‌کننده ۱ | |
| 0.036576 | 0.044718 | 0.040651 | 0.04877 | 0.042684 | CS1 |
| 0.034387 | 0.038203 | 0.040232 | 0.05158 | 0.043946 | CS2 |
| 0.02496 | 0.027444 | 0.026208 | 0.026208 | 0.014966 | CS3 |
| 0.029994 | 0.025249 | 0.028414 | 0.041041 | 0.031579 | CS4 |
| 0.008332 | 0.007894 | 0.009651 | 0.012279 | 0.010088 | CS5 |
| 0.035678 | 0.035672 | 0.040534 | 0.048629 | 0.040534 | CS6 |
| 0.024309 | 0.025943 | 0.029182 | 0.038917 | 0.035678 | CS7 |
| 0.010897 | 0.010897 | 0.013876 | 0.016844 | 0.012877 | CR1 |
| 0.025268 | 0.025254 | 0.03304 | 0.03304 | 0.031095 | CR2 |
| 0.023665 | 0.025151 | 0.023665 | 0.026632 | 0.020703 | CR3 |
| 0.025151 | 0.026632 | 0.029598 | 0.035516 | 0.031079 | CR4 |
| 0.025657 | 0.027484 | 0.034812 | 0.036652 | 0.032978 | CR5 |
| 0.009925 | 0.010969 | 0.007832 | 0.01306 | 0.00888 | CR6 |
| 0.004314 | 0.005176 | 0.004314 | 0.007768 | 0.004746 | CR7 |
| 0.040257 | 0.042169 | 0.04241 | 0.044087 | 0.040257 | SC1 |
| 0.039292 | 0.033669 | 0.04315 | 0.044894 | 0.03742 | SC2 |
| 0.040621 | 0.044485 | 0.044485 | 0.050277 | 0.042549 | SC3 |
| 0.022773 | 0.01881 | 0.020788 | 0.026736 | 0.021782 | SC4 |
| 0.035208 | 0.033751 | 0.035203 | 0.039602 | 0.03373 | SC5 |
| 0.009437 | 0.008019 | 0.010379 | 0.011324 | 0.007545 | SC6 |
| 0.5067 | 0.517586 | 0.558423 | 0.653853 | 0.545117 | امتیاز نهایی |
| 5 | 4 | 2 | 1 | 3 | رتبه |

همان‌طور که مشاهده می‌گردد تأمین‌کننده ۲ با امتیاز 0.6539 به عنوان برترین تأمین‌کننده و تأمین‌کننده ۵ با امتیاز 0.5067 به عنوان بدترین تأمین‌کننده تعیین گردید.

۶- بحث

پاسخ به سؤالات تحقیق

در این بخش براساس نتایج به دست آمده، به سؤالات مطرح شده در تحقیق به ترتیبی که در ادامه آورده شده است پاسخ داده می‌شود.

کدام معیارها برای ارزیابی تأمین‌کنندگان از دیدگاه پایدار مدور مناسب است؟

ادبیات مربوط به ارزیابی تأمین‌کنندگان سبز و پایدار به طور دقیق مورد بررسی قرار گرفت و بر این اساس مجموعه کاملی از معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان استخراج گردید. سپس با اعمال نظر خبرگان، ۲۰ معیار شامل هفت معیار اقتصادی، هفت معیار مدور و شش معیار اجتماعی تدوین گردید که در ادامه آورده شده‌اند:

- معیارهای اقتصادی
 - هزینه
 - کیفیت
 - تحویل به موقع
 - اعتبار
 - تحقیق و توسعه
 - توانمندی مالی
 - توانمندی تکنولوژیکی
- معیارهای مدور
 - مدیریت مصرف انرژی در فرایند تولید و بازیافت محصولات
 - استفاده از مکانیزم‌هایی برای کنترل آلودگی ناشی از فرایند تولید و بازیافت
 - به کارگیری مواد اولیه قابل بازیافت
 - استفاده از تکنولوژی‌های پاک و سبز در فرایند تولید و بازیافت
 - به کارگیری سیستم مدیریت زیست‌محیطی
 - توجه به استانداردها و دستورالعمل‌های زیست‌محیطی
 - عملیات لجستیک معکوس شامل مدیریت ضایعات و مدیریت کالاهای بازگشتی
- معیارهای اجتماعی
 - حقوق و منافع کارکنان
 - حقوق و منافع سهامداران
 - سیستم مدیریت سلامت و امنیت شغلی
 - توجه به مسأله کار اجباری و کودک کار

○ شیوه‌های استخدامی

○ افشای اطلاعات

چه روشی برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان از دیدگاه پایدار مدور مناسب است؟ چرا؟

برای وزن‌دهی به ابعاد پایداری و معیارهایشان، از روش بهترین-بدترین فازی استفاده می‌شود، چراکه این برای وزن‌دهی به شبکه‌هایی که ساختار سلسله‌مراتبی دارند مناسب است و در مقایسه با سایر روش‌ها مانند فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی از تعداد مقایسات زوجی کمتری استفاده می‌کند، از این‌رو از سازگاری بالاتری برخوردار است. همچنین برای در نظر گرفتن وابستگی درونی بین معیارها و محاسبه وزن نهایی معیارها از روش WINGS استفاده می‌شود، چراکه این روش برخلاف سایر مدل‌های ساختاری مانند دیمتل، علاوه بر شدت تأثیر معیارها، قدرت معیارها را نیز در فرایند وزن‌دهی در نظر می‌گیرد. بنابراین رویکرد پیشنهادی این تحقیق ترکیبی از روش بهترین-بدترین فازی و روش WINGS است.

آیا رویکرد پیشنهادی کاربردی است؟ عملکرد رویکرد پیشنهادی چگونه سنجیده می‌شود؟

برای اعتبارسنجی رویکرد پیشنهادی، آن را در یک صنعت تولید تاپر در ایران پیاده‌سازی کردیم. برای این منظور از دانش شش خبره که دارای سمت مدیریت و حداقل پنج سال سابقه مرتبط بودند بهره‌گرفتیم و عملکرد پنج تأمین‌کننده را ارزیابی کرده و در نهایت امتیاز نهایی تأمین‌کنندگان را محاسبه کرده و آن‌ها را رتبه‌بندی کردیم.

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این تحقیق یک رویکرد کاربردی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در صنعت تولید تاپر ارائه گردید. رویکرد پیشنهادی می‌تواند به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم، به مدیران و تصمیم‌گیرندگان در صنعت تولید تاپر جهت انتخاب تأمین‌کننده شایسته و پایدار کمک نماید. نتایج به دست آمده از رویکرد پیشنهادی نشان داد که معیارهای "هزینه" و "کیفیت" (در ابعاد اقتصادی)، معیارهای "استفاده از مکانیزم‌هایی برای کنترل آلودگی ناشی از فرایند تولید و بازیافت" و "به‌کارگیری سیستم مدیریت زیست‌محیطی" (در ابعاد مدور) و معیارهای "حقوق و منافع کارکنان"، "حقوق و منافع سهامداران" و "سیستم مدیریت سلامت و امنیت شغلی" از اهمیت بالاتری نسبت به سایر معیارها برخوردار هستند و مدیران با اتکا به تجربیات خود و نتایج حاصل از این تحقیق می‌توانند به سوی انتخاب تأمین‌کننده پایدار گام بردارند.

در نتیجه پیشنهادات برای تحقیقات آتی را می‌توان چنین بیان نمود:

در این تحقیق یک رویکرد از ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، برای ارزیابی تأمین‌کنندگان مدور پایدار توسعه داده شد و رویکرد پیشنهادی در صنعت تاپر در ایران اعتبارسنجی گردید. بر این اساس، در راستای این تحقیق، تحقیقاتی برای محققان پیشنهاد می‌گردد:

✓ توسعه یک رویکرد جدید از ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با روش‌های مبتنی بر خبره مانند سیستم استنتاج فازی، برای انتخاب تأمین‌کنندگان مدور پایدار، مسأله جذابی است که می‌تواند در تحقیقات آتی مورد توجه قرار گیرد.

✓ در این تحقیق فقط مسأله ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده مورد توجه قرار گرفته است. در ادبیات موضوع، مسأله‌ای تحت عنوان انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش وجود دارد که در آن ابتدا تأمین‌کنندگان ارزیابی می‌شوند، سپس در مرحله بعدی میزان تخصیص سفارش به هر تأمین‌کننده، تعیین می‌گردد. پیشنهاد می‌گردد که در مرحله اول از مسأله انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش، از رویکرد پیشنهادی این تحقیق استفاده گردد.

✓ روش WINGS استفاده شده در این تحقیق به صورت قطعی در نظر گرفته شده است. پیشنهاد می‌گردد که در تحقیقات آتی از روش WINGS فازی برای این منظور استفاده گردد.

منابع و ماخذ:

۱. احسانی، علی، هادی‌زاده، میلاد. (۱۳۹۶). "ارایه رویکرد ترکیبی فازی جهت انتخاب تأمین‌کننده سبز و پایدار؛ شرکت توزیع برق غرب مازندران"، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت صنعتی، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران.
۲. اردوان، علی، عالم تبریز، اکبر، ربیعه، مسعود، زندیه، مصطفی. (۱۳۹۷). "انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار با رویکرد تئوری خاکستری: مورد مطالعه صنعت فولاد"، نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، سال ششم، شماره سیزدهم، صفحه ۱۶۵-۱۷۷.
۳. جلالی، امیرطه، احتشام راثی، رضا. (۱۳۹۷). "انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار در زنجیره تأمین پوشاک با استفاده از روش بهترین-بدترین"، فصلنامه علمی ترویجی مدیریت زنجیره تأمین، سال بیستم، شماره ۶۱، صفحه ۴۷-۶۱.
۴. حاجی یخچالی، سیامک، پرچمی جلال، مجید، اسدی، محمدکاظم. (۱۳۹۶). "انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین سبز پروژه‌های صنعت نفت و گاز با ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی"، مدیریت مخاطرات محیطی (دانش مخاطرات سابق)، دوره ۴، شماره ۳، صفحه ۲۳۱-۲۴۶.
۵. خواجه، مصطفی، امیری، مقصود، الفت، لعیا، زندیه، مصطفی. (۱۳۹۹). "ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار در محیط فازی شهودی با رویکرد ترکیبی چندمعیاره بهترین بدترین و ویکور"، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال هفدهم، شماره اول، صفحه ۲۵-۴۸.
۶. رحمان‌زاده، مهدیه، آرمان، محمدحسین، جنترانی، علی. (۱۳۹۸). "ارزیابی تأمین‌کنندگان شرکت پی وی سی صبا برحسب شاخص‌های پایداری با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی خاکستری"، نشریه علمی مدیریت زنجیره تأمین، سال بیست و یکم، شماره ۶۲، صفحه ۴۱-۵۶.
۷. رزمی، جعفر، نصرالهی، میثم. (۱۳۹۲). "زنجیره تأمین سبز: طراحی، برنامه‌ریزی، استقرار و ارزیابی"، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی قزوین.
۸. روغنی، علی. (۱۳۹۸). "توسعه یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی و مدل ریاضی به منظور انتخاب تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش با در نظر گرفتن انبار متقاطع و تخفیف"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران.
۹. علی‌محمدی، میلاد. (۱۳۹۹). "طراحی رویکرد یکپارچه برای انتخاب تأمین‌کنندگان مدور پایدار و تخصیص سفارش با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و مدل برنامه‌ریزی ریاضی در محیط داده‌های بزرگ"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران.
۱۰. کشاورز، محبوبه. (۱۳۹۹). "مدیریت تولید و توزیع در شبکه زنجیره تأمین پایدار با در نظر گرفتن مسأله مکان‌یابی-مسیریابی تحت شرایط عدم قطعیت"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز، ایران.

۱۱. همایون‌فر، مهدی،، گودرزوند چگینی، مهرداد، دانشور، امیر. (۱۳۹۷). الویت‌بندی تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین سبز با استفاده از رویکرد ترکیبی MCDM فازی، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال پانزدهم، شماره دوم، صفحه ۴۱-۶۱.

12. Abdel-Baset, M., Chang, V., Gamal, A., & Smarandache, F. (2019). An integrated neutrosophic ANP and VIKOR method for achieving sustainable supplier selection: A case study in importing field. *Computers in Industry*, 106, 94-110.
13. Ahmadi, S., & Amin, S. H. (2019). An integrated chance-constrained stochastic model for a mobile phone closed-loop supply chain network with supplier selection. *Journal of cleaner production*, 226, 988-1003.
14. Alavi, B., Tavana, M., & Mina, H. (2021). A Dynamic Decision Support System for Sustainable Supplier Selection in Circular Economy. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 905-920.
15. Alikhani, R., Torabi, S. A., & Altay, N. (2019). Strategic supplier selection under sustainability and risk criteria. *International Journal of Production Economics*, 208, 69-82.
16. Arabsheybani, A., Paydar, M. M., & Safaei, A. S. (2018). An integrated fuzzy MOORA method and FMEA technique for sustainable supplier selection considering quantity discounts and supplier's risk. *Journal of cleaner production*, 190, 577-591.
17. Awasthi, A., Govindan, K., & Gold, S. (2018). Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach. *International Journal of Production Economics*, 195, 106-117.
18. Azimifard, A., Moosavirad, S. H., & Ariaifar, S. (2018). Selecting sustainable supplier countries for Iran's steel industry at three levels by using AHP and TOPSIS methods. *Resources Policy*, 57, 30-44.
19. Badurdeen, F., Iyengar, D., Goldsby, T. J., Metta, H., Gupta, S., & Jawahir, I. S. (2009). Extending total life-cycle thinking to sustainable supply chain design. *International Journal of Product Lifecycle Management*, 4(1-3), 49-67.
20. Büyüközkan, G. (2012). An integrated fuzzy multi-criteria group decision-making approach for green supplier evaluation. *International Journal of Production Research*, 50(11), 2892-2909.
21. Büyüközkan, G., & Çifçi, G. (2011). A novel fuzzy multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection with incomplete information. *Computers in industry*, 62(2), 164-174.
22. Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. *International journal of physical distribution & logistics management*, 38(5), 360-387.
23. Chen, Z., Ming, X., Zhou, T., & Chang, Y. (2020). Sustainable supplier selection for smart supply chain considering internal and external uncertainty: An integrated rough-fuzzy approach. *Applied Soft Computing*, 87, 106004.
24. Cheraghali-pour, A., & Farsad, S. (2018). A bi-objective sustainable supplier selection and order allocation considering quantity discounts under disruption risks: A case study in plastic industry. *Computers & Industrial Engineering*, 118, 237-250.

25. Ciliberti, F., Pontrandolfo, P., & Scozzi, B. (2008). Investigating corporate social responsibility in supply chains: a SME perspective. *Journal of cleaner production*, 16(15), 1579-1588.
26. Closs, D. J., Speier, C., & Meacham, N. (2011). Sustainability to support end-to-end value chains: the role of supply chain management. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 39(1), 101-116.
27. Ding, H., Huang, H., & Tang, O. (2018). Sustainable supply chain collaboration with outsourcing pollutant-reduction service in power industry. *Journal of Cleaner Production*, 186, 215-228.
28. Ecer, F., & Pamucar, D. (2020). Sustainable supplier selection: A novel integrated fuzzy best worst method (F-BWM) and fuzzy CoCoSo with Bonferroni (CoCoSo'B) multi-criteria model. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121981.
29. Fallahpour, A., Olugu, E. U., Musa, S. N., Wong, K. Y., & Noori, S. (2017). A decision support model for sustainable supplier selection in sustainable supply chain management. *Computers & Industrial Engineering*, 105, 391-410.
30. Gao, H., Ju, Y., Gonzalez, E. D. S., & Zhang, W. (2020). Green supplier selection in electronics manufacturing: An approach based on consensus decision making. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118781.
31. Garg, C. P., & Sharma, A. (2020). Sustainable outsourcing partner selection and evaluation using an integrated BWM-VIKOR framework. *Environment, Development and Sustainability*, 22(2), 1529-1557.
32. Girubha, J., Vinodh, S., & Vimal, K. E. K. (2016). Application of interpretative structural modelling integrated multi criteria decision making methods for sustainable supplier selection. *Journal of Modelling in Management*, 11(2), 358-388.
33. Gören, H. G. (2018). A decision framework for sustainable supplier selection and order allocation with lost sales. *Journal of Cleaner Production*, 183, 1156-1169.
34. Govindan, K., Kadziński, M., Ehling, R., & Miebs, G. (2019). Selection of a sustainable third-party reverse logistics provider based on the robustness analysis of an outranking graph kernel conducted with ELECTRE I and SMAA. *Omega*, 85, 1-15.
35. 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.
36. Graham, G., Freeman, J., & Chen, T. (2015). Green supplier selection using an AHP-Entropy-TOPSIS framework. *Supply Chain Management: An International Journal*, 20(3), 327-340.
37. Guarnieri, P., & Trojan, F. (2019). Decision making on supplier selection based on social, ethical, and environmental criteria: A study in the textile industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 347-361.
38. Gupta, H., & Barua, M. K. (2017). Supplier selection among SMEs on the basis of their green innovation ability using BWM and fuzzy TOPSIS. *Journal of Cleaner Production*, 152, 242-258.

39. Hamdan, S., & Cheaitou, A. (2017). Dynamic green supplier selection and order allocation with quantity discounts and varying supplier availability. *Computers & Industrial Engineering*, 110, 573-589.
40. Hashemi, S. H., Karimi, A., & Tavana, M. (2015). An integrated green supplier selection approach with analytic network process and improved Grey relational analysis. *International Journal of Production Economics*, 159, 178-191.
41. Jia, R., Liu, Y., & Bai, X. (2020). Sustainable supplier selection and order allocation: Distributionally robust goal programming model and tractable approximation. *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106267.
42. Jorgensen, A., & Steen Knudsen, J. (2006). Sustainable competitiveness in global value chains: how do small Danish firms behave?. *Corporate Governance: The international journal of business in society*, 6(4), 449-462.
43. Kannan, D. (2018). Role of multiple stakeholders and the critical success factor theory for the sustainable supplier selection process. *International Journal of Production Economics*, 195, 391-418.
44. Kannan, D., Mina, H., Nosrati-Abarghoee, S., & Khosrojerdi, G. (2020). Sustainable circular supplier selection: A novel hybrid approach. *Science of the Total Environment*, 722, 137936.
45. Kumar, P., Singh, R. K., & Vaish, A. (2017). Suppliers' green performance evaluation using fuzzy extended ELECTRE approach. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(3), 809-821.
46. Kusi-Sarpong, S., Gupta, H., Khan, S. A., Jabbour, C. J. C., Rehman, S. T., & Kusi-Sarpong, H. (2019). Sustainable supplier selection based on industry 4.0 initiatives within the context of circular economy implementation in supply chain operations. *Production Planning & Control*. (in press).
47. Li, J., Fang, H., & Song, W. (2019). Sustainable supplier selection based on SSCM practices: A rough cloud TOPSIS approach. *Journal of cleaner production*, 222, 606-621.
48. Liu, A., Xiao, Y., Lu, H., Tsai, S. B., & Song, W. (2019). A fuzzy three-stage multi-attribute decision-making approach based on customer needs for sustainable supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 239, 118043.
49. Lo, H. W., Liou, J. J., Wang, H. S., & Tsai, Y. S. (2018). An integrated model for solving problems in green supplier selection and order allocation. *Journal of cleaner production*, 190, 339-352.
50. 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.
51. 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.
52. Mina, H., Kannan, D., Gholami-Zanjani, S. M., & Biuki, M. (2021). Transition towards circular supplier selection in petrochemical industry: A hybrid approach to achieve sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 286, 125273.

53. Mohammed, A., Harris, I., & Govindan, K. (2019). A hybrid MCDM-FMOO approach for sustainable supplier selection and order allocation. *International Journal of Production Economics*, 217, 171-184.
54. Moheb-Alizadeh, H., & Handfield, R. (2019). Sustainable supplier selection and order allocation: A novel multi-objective programming model with a hybrid solution approach. *Computers & Industrial Engineering*, 129, 192-209.
55. Nasr, A. K., Tavana, M., Alavi, B., & Mina, H. (2021). A novel fuzzy multi-objective circular supplier selection and order allocation model for sustainable closed-loop supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 287, 124994.
56. Pishchulov, G., Trautrimis, A., Chesney, T., Gold, S., & Schwab, L. (2019). The Voting Analytic Hierarchy Process revisited: A revised method with application to sustainable supplier selection. *International Journal of Production Economics*, 211, 166-179.
57. Qazvini, Z. E., Haji, A., & Mina, H. (2021). A fuzzy solution approach to supplier selection and order allocation in green supply chain considering the location-routing problem. *Scientia Iranica*, 28(1), 446-464.
58. Rashidi, K., & Cullinane, K. (2019). A comparison of fuzzy DEA and fuzzy TOPSIS in sustainable supplier selection: Implications for sourcing strategy. *Expert Systems with Applications*, 121, 266-281.
59. Shin, K., Yeo, Y., & Lee, J. D. (2020). Revitalizing the concept of public procurement for innovation (PPI) from a systemic perspective: objectives, policy types, and impact mechanisms. *Systemic Practice and Action Research*, 33(2), 187-211.