

تحلیل و اولویت بندی استراتژیهای توسعه سبز تامین کننده در صنعت خودرو با استفاده از رویکرد ترکیبی دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه‌ای

منصور اسماعیل زاده^۱، سعیده خوشکام^۲

^۱ استادیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران (نویسنده مسئول)
^۲ کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

چکیده

هدف این پژوهش، تحلیل روابط بین استراتژیهای مرتبط با توسعه سبز تامین کننده با استفاده از دیمتل و اولویت بندی آنها با فرآیند تحلیل شبکه‌ای در صنعت خودرو است. به این منظور ابتدا با مرور ادبیات، استراتژیهای توسعه سبز تامین کننده شناسایی می‌شوند. سپس با نظرسنجی از خبرگان صنعت خودرو آنها را بومی سازی می‌کنیم که به استراتژیهای ارزیابی عملکرد محیطی تامین کننده و بازخور نتایج، تدارکات هوشیارانه‌ی محیطی، تلاش‌های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری، آموزش اقدامات محیطی، تسهیم به موقع اطلاعات و توسعه‌ی روابط تعدیل می‌یابند. در مرحله بعد، با تدوین پرسشنامه دیمتل و توضیح و توزیع پرسشنامه برای خبرگان صنعت خودرو، داده‌های لازم گردآوری می‌شوند. پس از گردآوری داده‌های لازم، استراتژیها با استفاده از روش دیمتل و تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای تجزیه و تحلیل می‌شوند. خروجی دیمتل به صورت یک شبکه‌ای است که روابط میان استراتژیها را نمایش می‌دهد. بر اساس خالص تأثیرگذاری استراتژیها، به ترتیب استراتژیهای ارزیابی عملکرد محیطی تامین کننده و بازخور نتایج، آموزش اقدامات محیطی، تسهیم به موقع اطلاعات تأثیرگذار قطعی و استراتژیهای تدارکات هوشیارانه‌ی محیطی، تلاش‌های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری و توسعه‌ی روابط تأثیرپذیر قطعی هستند. سپس از خروجی روش دیمتل به عنوان ورودی روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای استفاده گردید و با بدست آوردن اوزان، استراتژیها اولویت بندی می‌شوند. براساس یافته‌های پژوهش، استراتژی ارزیابی عملکرد محیطی تامین کننده و بازخور نتایج دارای بیشترین اهمیت و در جایگاه بعدی استراتژی آموزش اقدامات محیطی قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: توسعه سبز تامین کننده ((GSD، استراتژیهای GSD، دیمتل ((DEMATEL، فرآیند تحلیل شبکه‌ای ((ANP، صنعت خودرو

مقدمه

سازمان‌ها در سال‌های اخیر به دلیل ابتکارات برون‌سپاری و فشارهای محیطی، بیشتر به تأمین‌کنندگان وابسته شده‌اند (بای و سارکیس، ۲۰۱۰). تأمین‌کنندگان از نظر هزینه محصول و خدمات، کیفیت و تحویل تأثیر مهمی در شرکت دارند (خو و پنگ، ۲۰۱۸). برای سازمان‌ها دشوار است که بدون بهبود عملکرد تأمین‌کننده و روابط با تأمین‌کننده بقاء یابند و یا مزیت رقابتی کسب کنند، بنابراین برای تحقق نیازهای شرکت تولیدکننده، تأمین‌کنندگان باید مدیریت و توسعه داده شوند (الفت و همکاران، ۱۳۹۹). فعالیتهای مرتبط با توسعه تأمین‌کننده که در مطالعات دو دهه گذشته ارائه شده‌اند، بر توسعه قابلیت‌هایی مانند کیفیت و تحویل تمرکز داشته‌اند. در دهه جاری علاوه بر افزایش قابل‌ملاحظه تعداد مطالعات نسبت به دو دهه گذشته، فعالیتهای جدیدی مانند قابلیت‌های محیطی نیز برای SD ارائه شده‌اند (الفت و همکاران، ۱۳۹۸). بای و سارکیس دامنه پژوهش SD را از حوزه عملکرد اقتصادی به حوزه عملکرد زیست‌محیطی و عملکرد جامع گسترش می‌دهند و پژوهش‌ها، توسعه تأمین‌کننده را از دیدگاه سبز ترویج می‌دهند (خو و پنگ، ۲۰۱۸).

مدیریت زنجیره تأمین سبز^۴ به عنوان یک فلسفه سازمانی با هدف افزایش سهم بازار و توانایی مالی شرکت‌ها با به حداقل رساندن تأثیرات منفی زیست‌محیطی و افزایش کارایی اکولوژیکی است (پور جواد و شاهین، ۲۰۲۰). همزمان با اینکه سازمان‌ها بطور افزایشی روی قابلیت‌های محیطی زنجیره تأمین رقابت می‌کنند، توسعه سبز تأمین‌کننده ضروری شده است (فو و همکاران، ۲۰۱۲). GSD به عنوان یک فعالیت مهم GSCM ظاهر شده است زیرا عملکرد محیطی تأمین‌کننده بیشترین کمک را به مسائل زیست‌محیطی در صنعت تولید دارد (بای و ساتیر، ۲۰۲۰). GSD به تلاش‌های اکولوژیکی مشترک بین شرکت‌های خریدار و تأمین‌کنندگان به عنوان "همکاری زیست‌محیطی" اشاره می‌کند که معمولاً شامل آموزش تأمین‌کنندگان زیست‌محیطی به منظور ابتکاراتی مانند کاهش انتشار، تصفیه پیشرفته زباله و بهره‌وری منابع است (تاکر و رانه، ۲۰۱۸).

مدیران صنعت خودرو دریافته‌اند که برای عملکرد بهتر، به سیستم‌های یکپارچه‌ای نیاز دارند که تمامی منابع اعم از تهیه، ساخت، تولید، توزیع، نگهداری و پشتیبانی فنی را به صورت سیستماتیک توسط مدیریت زنجیره تأمین مدیریت و نظارت کنند. در نتیجه، بسیاری از شرکت‌های خودروسازی داخلی و خارجی به سمت بهبود قابلیت‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت تأمین‌کنندگان خود حرکت کرده‌اند. عرضه خودروهای با کیفیت بالاتر و رقابتی در بازارهای جهانی مستلزم توسعه گروه‌های خودروسازی داخلی و توسعه تأمین‌کنندگان داخلی آنها است. توسعه تأمین‌کنندگان شرکت‌های خودروسازی می‌تواند منجر به رشد صنعت خودروسازی داخلی، افزایش ظرفیت صنعت قطعه‌سازی کشور، افزایش ظرفیت صادرات و ورود به بازارهای جهانی و کسب آمادگی لازم در برابر رقابت سخت و پیچیده جهانی شود. با توجه به این که کلیه بخش‌های چرخه حیات صنعت خودرو از بهره‌برداری از منابع طبیعی، ساخت، تولید، مصرف و پس از مصرف در تعامل مستقیم و غیرمستقیم با محیط‌زیست قرار دارد و همچنین با توجه به این که بازار داخلی خودرو در حال اشباع شدن است، خودروسازان داخلی باید بر روی بازار منطقه‌ای و جهانی متمرکز شوند. با توجه به ضرورت‌هایی مانند پیوستن به سازمان تجارت جهانی، افزایش قوانین بین‌المللی زیست‌محیطی

Bai and Sarkis

Xu and Peng

^۴Supplier development (SD)

Green Supply Chain Management (GSCM)

Green Supplier development (GSD)

Bai and Satir

^۵Thakker& Rane

و تأکید مشتریان بر استفاده از محصولات سبز سازگار با محیط زیست، ایجاد مدیریت سبز در ارائه محصولات و خدمات در صنایع کشور، ضروری و اجتناب ناپذیر است. به این ترتیب شناسایی استراتژی های GSD در صنعت خودروسازی می تواند بر کنترل و کاهش پیامدهای منفی و توسعه صنعتی بر محیط زیست مؤثر باشد. با توجه به افزایش فشارها و مقررات سازمان های دولتی و غیردولتی و تقاضای مصرف کنندگان، سازندگان خودرو در جهان به تقویت مدیریت پایدار و سبز خود پرداخته اند. بنابراین مدیران زنجیره تامین صنعت خودروسازی باید در تصمیمات خود علاوه بر هزینه های جاری، ابعاد زیست محیطی و هزینه های اجتماعی تصمیمات خود را در نظر بگیرند.

استفاده از استراتژی های GSD، باعث کاهش ضایعات، کاهش استفاده از منابع و به تبع آن کاهش مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست می شود. این امر در نهایت باعث افزایش راندمان و بهبود عملکرد در سازمان ها و شرکت ها می گردد (نوروززاده و همکاران، ۲۰۱۳). اگر استراتژی های زنجیره تامین در جهت توسعه پایدار بوده باشند به صورت چرخه ای ابتدا بر محیط کسب و کار شرکت اثر می گذارند و سپس مجدداً بر استراتژی رقابتی و کسب و کار شرکت تأثیر می گذارند؛ به همین ترتیب این چرخه ادامه خواهد داشت؛ از دیگر سو، در صورتی که استراتژی های زنجیره تامین شرکت در جهت دستیابی به توسعه پایدار نباشد موجب تخریب زیست بوم، افزایش مصرف منابع، افزایش ضایعات و گرم شدن بیشتر کره زمین می شوند. حتی با فرض سودآوری کوتاه مدت شرکت، در بلندمدت شرکت دچار خسران خواهد شد (جمشیدی، ۱۳۹۶).

GSD نیازمند معرفی شاخص ها و استراتژی های دقیق و جامع است. با توجه به فقدان مقوله بندی استراتژی های مرتبط با GSD در پژوهش های قبل و به ویژه پژوهش های داخلی و با توجه به اینکه صنعت خودرو از صنعت های مهم و تاثیرگذار در کشور می باشد که با تولید فزاینده، نقش بسزایی را در اقتصاد کشور بازی کرده است، قصد داریم در این پژوهش برای توسعه موضوع، استراتژی های مرتبط با GSD را شناسایی و مقوله بندی و ضمن ارایه استراتژی های جامع، آنها را با استفاده از DEMATEL و ANP تحلیل و اولویت بندی کنیم.

پیشینه پژوهش

در جدول ۱ پیشینه پژوهش بر اساس مطالعه مقالات مختلف آمده است. در ستون اول این جدول نام پژوهشگران همراه با سال مربوطه، در ستون دوم عنوان پژوهش، در ستون سوم روش پژوهش، در ستون چهارم ابزار گردآوری داده ها، در ستون پنجم مدل پژوهش و در ستون ششم صنعت مورد مطالعه و در ستون هفتم ژورنال مربوطه آمده است.

جدول ۱- پیشینه پژوهش

| پژوهشگران | عنوان پژوهش | روش پژوهش | ابزار گردآوری داده ها | مدل پژوهش | صنعت مورد مطالعه | ژورنال مربوطه |
|--------------------------------------|--|-----------|-----------------------|-----------|------------------|---|
| بائی و سارکیس ^۸ (۲۰۱۰) | توسعه تامین کننده سبز: ارزیابی تحلیلی با استفاده از تئوری مجموعه ی سخت | توصیفی | کتابخانه ای | ریاضی | مثال عددی | Journal of Cleaner Production |
| فو و همکاران ^۹ (۲۰۱۲) | ارزیابی توسعه تامین کننده سبز در یک تامین کننده سیستم های ارتباطات تلفنی با استفاده از روش دیمتل خاکستری | مورد کاوی | مصاحبه پرسشنامه | تشریحی | ارتباطات | International Journal of Production Economics |

^۸ Bai & Sarkis

^۹ Fu et al.

| | | | | | | |
|---|------------------------|--------|-----------------|-----------|---|---------------------------------------|
| International Journal of Innovation and Sustainable Development | شرکت الکترونیکی کره ای | تشریحی | مصاحبه پرسشنامه | مورد کاوی | توسعه محصول جدید سبز و مشارکت تامین کنندگان: مشارکت استراتژیک برای نوآوری سبز | لی و همکاران ^{۱۰} (۲۰۱۲) |
| International Journal of Production Research | کشاورزی | تشریحی | مصاحبه | مورد کاوی | ارزیابی برنامه های توسعه تامین کننده سبز با یک متدولوژی مبتنی بر فرآیند تحلیل شبکه خاکستری | دو و همکاران ^{۱۱} (۲۰۱۴) |
| International Journal of Production Research | خودروسازی | تشریحی | پرسشنامه | مورد کاوی | تدارکات سبز و توسعه ای تامین کننده سبز: پیشایندها و اثرات روی عملکرد تامین کننده | بلومه و همکاران ^{۱۲} (۲۰۱۴) |
| Computers & Industrial Engineering | خودروسازی | تشریحی | پرسشنامه مصاحبه | پیمایشی | ارزیابی تامین کنندگان برای درگیری در برنامه های توسعه ای تامین کننده سبز با استفاده از c-means و VIKOR | آکمان ^{۱۳} (۲۰۱۵) |
| PloS one | صنایع مالزی | تشریحی | پرسشنامه مصاحبه | پیمایشی | توسعه یک روش اولویت بندی استراتژیک برای طرح های زنجیره تامین سبز | معصومی و همکاران ^{۱۴} (۲۰۱۵) |
| Journal of Modern Processes in Manufacturing and Production | صنعت پتروشیمی | تشریحی | پرسشنامه مصاحبه | مورد کاوی | شناسایی و رتبه بندی معیارهای انتخاب تامین کننده سبز با استفاده از روش های تی تک نمونه ای و تحلیل شبکه فازی (مورد مطالعه: صنعت پتروشیمی) | صیفی و نیکبخت ^{۱۵} (۲۰۱۶) |
| International Journal of Physical Distribution and Logistics Management | خودروسازی هند | تشریحی | پرسشنامه مصاحبه | مورد کاوی | انتخاب برنامه توسعه تامین کننده سبز با استفاده از NGT و VIKOR در محیط فازی | آواستی و کانان ^{۱۶} (۲۰۱۶) |
| Journal of Cleaner Production | شرکت لبنیات ایرانی | تشریحی | پرسشنامه مصاحبه | مورد کاوی | چارچوب یکپارچه QFDD-DEMATEL برای انتخاب تامین کننده سبز | یزدانی و همکاران ^{۱۷} (۲۰۱۷) |
| International Conference on Next Generation | ----- | تشریحی | کتابخانه ای | توصیفی | ارزیابی تامین کننده سبز با استفاده از روش ترکیبی تاپسیس فازی، دیمتل | شفیق ^{۱۸} (۲۰۱۷) |

¹⁰ Lee et al.¹¹ Dou et al.¹² Blome et al.¹³ Akman¹⁴ Masoumik et al.^{۱۵} Sayfi & Nikbakht¹⁶ Awasthi & Kannan¹⁷ Yazdani et al.¹⁸ Shafique

فازی و فرآیند تحلیل شبکه فازی

| | | | | | | |
|---|--------------------------------|--------|-----------------|-----------|--|---|
| Proceedings of the Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems | ----- | تشریحی | کتابخانه‌ای | توصیفی | طراحی چارچوبی برای تصمیم‌گیری استراتژیک ارزیابی تأمین‌کننده | راجسری گووینداراجو و همکاران ^{۱۹} (۲۰۱۷) |
| Management of Environmental Quality an International Journal | صنعت خودرو در هند | تشریحی | پرسشنامه | مورد کاوی | اجرای مدل توسعه تأمین‌کننده سبز در صنعت خودرو هند | تاگر و ران ^{۲۰} (۲۰۱۸) |
| Sustainable Development | صنعت اتومبیل | تشریحی | پرسشنامه | مورد کاوی | انتخاب تأمین‌کننده سبز برای توسعه پایدار صنعت خودرو با استفاده از دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه خاکستری | جیانگ و همکاران ^{۲۱} (۲۰۱۸) |
| Journal of Quality Engineering and Production Optimization | صنعت خودرو در هند | تشریحی | پرسشنامه | مورد کاوی | ارزیابی برنامه توسعه تأمین‌کننده سبز با یک مدل تصمیم‌گیری گروهی جدید با در نظر گرفتن عدم قطعیت آماری احتمالی | فروزش و توکلی مقدم ^{۲۲} (۲۰۱۸) |
| International Journal of Recent Technology and Engineering | شرکت‌های تولیدی در مالزی | تشریحی | پرسشنامه مصاحبه | مورد کاوی | اولویت‌بندی شیوه‌های توسعه تأمین‌کننده: یک روش فازی | راهایو توکیمین و همکاران ^{۲۳} (۲۰۱۹) |
| Resources, Conservation and Recycling | شرکت تولیدکننده تجهیزات در چین | تشریحی | پرسشنامه مصاحبه | مورد کاوی | موانع برنامه‌های توسعه تأمین‌کننده سبز در صنعت تولید با استفاده از روش ترکیبی دیمتل خاکستری و معادلات ساختاری تفسیری خاکستری | بای و ستر ^{۲۴} (۲۰۲۰) |
| Management Research Review | شرکت‌های تولیدی در غنا | آماري | پرسشنامه | میدانی | بررسی قابلیت‌های سبز به عنوان محرک‌های پذیرش مدیریت زنجیره تامین سبز | نکروماه و همکاران ^{۲۵} (۲۰۲۰) |
| Informatica | مثال عددی | ریاضی | کتابخانه‌ای | توصیفی | تکنیک کوداس و کاربرد آن برای انتخاب تأمین‌کننده سبز | ژانگ و همکاران ^{۲۶} (۲۰۲۱) |

¹⁹ Rajesri Govindaraju et al.^{۲۰} Thakker & Rane²¹ Jiang et al.^{۲۲} Foroozesh & Tavakkoli-Moghaddam²³ Rahayu Tukimin et al.^{۲۴} Bai & Satir²⁵ Nkrumah et al.²⁶ Zhang et al.

| | | | | | | |
|---------------------------------|---|----------------|-----------------|--------|---|---|
| کافی و همکاران (۱۳۹۲) | توسعه یک مدل جدید مبتنی بر تئوری بازی برای تحلیل توسعه تامین کننده با لحاظ همکاری و رقابت همزمان در زنجیره تامین | توصیفی | کتابخانه‌ای | ریاضی | ----- | نشریه پژوهش های مهندسی صنایع در سیستم های تولید |
| حسینی و همکاران (۱۳۹۳) | تعیین و اولویت بندی عوامل موثر بر زنجیره تامین سبز با استفاده از رویکرد تحلیل مسیر | توصیفی-پیمایشی | پرسشنامه | آماري | شرکت های تولیدی | مدیریت تولید و عملیات |
| مدهوشی و همکاران (۱۳۹۵) | اولویت بندی استراتژی های توسعه تامین کنندگان با رویکرد ترکیبی از تکنیک های دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه تجدیدنظر شده | مورد کاوی | پرسشنامه مصاحبه | تشریحی | شرکت های ریخته گری تولیدکننده قطعات خودرو | پژوهش های مدیریت منابع انسانی |
| مروتی و همکاران (۱۳۹۶) | ارزیابی برنامه های پیشرفت و توسعه تامین کنندگان سبز بر اساس روش فرآیند تحلیل شبکه خاکستری | موردکاوی | پرسشنامه مصاحبه | تشریحی | صنعت کاشی و سرامیک استان یزد | نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید |
| الفت و همکاران (۱۳۹۹) | شناسایی و مقوله بندی فعالیت های مرتبط با توسعه تامین کننده در صنعت خودرو | فرا ترکیب | کتابخانه‌ای | تشریحی | ----- | چشم انداز مدیریت صنعتی |
| شیخ سجادی و بهمتی تبریزی (۱۳۹۹) | ارایه مدل توسعه تامین کنندگان برای پایداری زنجیره تامین: مطالعه موردی | موردکاوی | پرسشنامه مصاحبه | تشریحی | تامین کنندگان شرکت کنگلومرای ایرانی | مدیریت تولید و عملیات |

متدولوژی پژوهش

با توجه به اینکه هدف اصلی این پژوهش تعیین روابط علی و معلولی استراتژی های مرتبط با GSD در صنعت خودرو است، از لحاظ هدف، توصیفی- کاربردی است. جامعه آماری در این پژوهش شامل خبرگان دانشگاهی و صنعت خودرو است. شایان ذکر است که خبرگان انتخاب شده از لحاظ تحصیلات حداقل کارشناسی ارشد، از لحاظ سابقه خدمت حداقل ۵ سال و همه آنها آشنا به موضوع پژوهش بوده اند. تعداد خبرگان به ترتیب در مراحل سنجش روایی محتوا و تکمیل پرسشنامه دیمتل ۹ نفر انتخاب شدند. در این پژوهش برای جمع آوری داده های لازم به منظور تدوین مبانی نظری و پیشینه پژوهش و همچنین شناسایی استراتژی های GSD از مقالات موجود در پایگاه های داده معتبر استفاده شده است. برای بررسی روایی استراتژی های GSD و تعدیل و نهایی کردن آنها و تکمیل پرسشنامه ها، از خبرگان دانشگاهی و صنعت خودرو استفاده می کنیم. پس از نهائی شدن استراتژی های GSD، از DEMATEL به منظور تعیین روابط اثرگذاری و اثرپذیری میان استراتژی ها و از ANP برای بدست آوردن اوزان استراتژیها استفاده می شود.

مطالعات کتابخانه‌ای و شناسایی استراتژیهای GSD

پس از گردآوری پژوهشهای مرتبط با GSD و بررسی آنها، در نهایت شش استراتژی مرتبط با GSD به همراه مولفه های مرتبط با هر کدام از استراتژیها شناسایی شدند که در جدول ۲ آمده اند.

جدول ۲- استراتژیهای GSD

| مؤلفه‌ها | استراتژی‌ها |
|--|---|
| شامل ارزیابی محیطی تأمین‌کننده و بازخور | ارزیابی عملکرد محیطی تأمین‌کننده و بازخور نتایج |
| توسعه‌ی برنامه‌های ارزیابی محیطی تأمین‌کننده | |
| تنظیم اهداف بهبود محیطی برای تأمین‌کنندگان | |
| مشارکت تأمین‌کننده در فعالیت‌های سبز کردن زنجیره تأمین | تدارکات هوشیارانه‌ی محیطی |
| توسعه‌ی تدارکات و لجستیک‌های سبز | |
| استفاده از انرژی پاک | |
| حمایت مالی ابتکار عمل‌های مالی | |
| بسته‌بندی سبز | |
| تولید سبز | |
| طراحی محصول سبز | |
| حمل و نقل سبز و انبارداری سبز | |
| تدارکات سبز و لجستیک‌های سبز | |
| حل مسأله‌ی تیمی و مشترک مسائل محیطی | تلاش‌های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد |
| پژوهش روی مباحث مرتبط با توسعه‌ی پایدار | پایداری |
| کمک در دفع ضایعات | |
| کمک در چرخه‌ی مجدد | |
| کمک در تولید دوستانه با محیط | |
| کمک در طراحی دوستانه با محیط | |
| آموزش مباحث محیطی به تأمین‌کننده | آموزش اقدامات محیطی |
| آموزش و آشنا کردن تأمین‌کنندگان با انتظارات سهامدار | |
| آموزش و آشنا کردن کاربران با قابلیت‌های محیطی | |
| آموزش و آشنا کردن تأمین‌کنندگان با کنترل‌های هزینه و محیطی | |
| توصیه‌های مرتبط با تولید سبز | |
| افزایش آگاهی تأمین‌کنندگان | |
| تسهیم به موقع اطلاعات زیست‌محیطی | تسهیم به موقع اطلاعات |
| انعقاد قراردادهای بلندمدت زیست‌محیطی با تأمین‌کننده | توسعه‌ی روابط |
| تعهد مدیر ارشد به تأمین‌کننده برای شیوه‌های سبز | |
| تأمین مالی مخارج اصلی محیط‌زیستی تأمین‌کننده | |
| ارائه تجهیزات و ابزار حفاظت از محیط زیست برای تأمین‌کننده | |
| انتقال کارکنان تأمین‌کننده با تخصص زیست محیطی به شرکت خریدار | |
| انتقال کارکنان دارای تخصص زیست محیطی به تأمین‌کنندگان | |
| حل مشکلات فنی محیط‌زیستی تأمین‌کنندگان | |

بررسی روایی شاخصها

در این مرحله بررسی می شود که چه متغیرهایی از پژوهش حذف شوند یا چه متغیرهایی به پژوهش اضافه شوند تا اعتبار پژوهش افزایش یابد و یا اینکه آیا همه این متغیرها ممکن است مورد تایید متخصصان باشد و نیازی به تغییر در آن نیست. هر یک از متغیرها باید در قالب یک پرسشنامه مجزا از نظر میزان ضرورت در پژوهش توسط کارشناسان مورد بررسی قرار گیرد. کارشناسان شامل کارشناسان صنعت خودرو (۵ نفر) و کارشناسان دانشگاهی (۴ نفر) بودند. همگی دارای بیش از ۵ سال سابقه کار، آشنا به موضوع پژوهش و حداقل مدرک تحصیلی آنها فوق لیسانس بوده است. روابط مربوط به ضریب روایی محتوایی^{۲۷} (CVR) و شاخص روایی محتوایی^{۲۸} (CVI) بصورت زیر هستند:

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \quad \text{و} \quad CVI = \frac{n_1 + n_2}{N}$$

در روابط فوق، N تعداد کل خبرگان و n_e تعداد افرادی است که گزینه "ضروری است" را انتخاب کرده اند. n_1 و n_2 به ترتیب تعداد خبرگانی که گزینه های "کاملاً مرتبط" و "مرتبط اما نیاز به بازبینی" انتخاب کرده اند را نشان می دهند. حداقل مقدار CVR قابل قبول بایستی بر اساس جدول (۱-۳) باشد. سؤالاتی که مقدار CVR محاسبه شده برای آنها کمتر از میزان موردنظر با توجه به تعداد متخصصین ارزیابی کننده سؤال باشد، بایستی از آزمون کنار گذاشته شوند به علت این که بر اساس شاخص روایی محتوایی، روایی محتوایی قابل قبولی ندارند. برای تعیین مقدار CVI ابتدا همانند CVR مقدار آن برای هر کدام از استراتژی ها به طور جداگانه محاسبه می شود سپس متوسط آنها محاسبه می شود که باید حداقل مقدار ۰/۷۹ باشد تا روایی محتوایی استراتژی های باقیمانده تأیید شود.

جدول ۳- حداقل مقدار CVR قابل قبول بر اساس تعداد متخصصین نمره گذار (لاوشه، ۱۹۷۵)

| تعداد متخصصین | مقدار CVR | تعداد متخصصین | مقدار CVR | تعداد متخصصین | مقدار CVR |
|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| ۵ | ۰/۹۹ | ۱۱ | ۰/۵۹ | ۲۵ | ۰/۳۷ |
| ۶ | ۰/۹۹ | ۱۲ | ۰/۵۶ | ۳۰ | ۰/۳۳ |
| ۷ | ۰/۹۹ | ۱۳ | ۰/۵۴ | ۳۵ | ۰/۳۱ |
| ۸ | ۰/۸۵ | ۱۴ | ۰/۵۱ | ۴۰ | ۰/۲۹ |
| ۹ | ۰/۷۸ | ۱۵ | ۰/۴۹ | | |
| ۱۰ | ۰/۶۲ | ۲۰ | ۰/۴۲ | | |

براساس مقادیر بدست آمده برای CVR و CVI همه استراتژی های شناسایی شده تأیید شدند.

گردآوری داده ها

پس از بررسی روایی محتوای استراتژی ها، پرسشنامه DEMATEL تدوین و در اختیار خبرگان قرار می گیرد تا روابط مستقیم بین استراتژی ها را براساس طیف مربوطه (عدد ۰ برای بدون تاثیر، عدد ۱ برای تاثیر خیلی کم، عدد ۲ برای تاثیر کم، عدد ۳ برای تاثیر زیاد و عدد ۴ برای تاثیر خیلی زیاد) تعیین کنند. پس از گردآوری روابط مستقیم بین استراتژی ها و محاسبه میانگین نظرات

^{۲۷} Content Validity Ratio

^{۲۸} Content Validity Index

خبرگان، تجزیه و تحلیل طبق گامهای DEMATEL و سپس ANP انجام می گیرد که در مرحله بعدی بطور مشروح آمده است.

یافته های پژوهش

مراحل تجزیه و تحلیل داده ها در این پژوهش براساس روش DEMATEL مستلزم انجام گامهای ذیل است:

گام اول: میانگین نظر خبرگان به صورت جدول ۴ است.

جدول ۴- میانگین نظرات خبرگان

| | A | B | C | D | E | F |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | ۰ | ۳/۵ | ۲/۶۲۵ | ۲/۱۲۵ | ۳/۳۷۵ | ۳ |
| B | ۰/۸۷۵ | ۰ | ۱/۷۵ | ۱/۲۵ | ۱/۲۵ | ۲/۱۲۵ |
| C | ۱/۶۲۵ | ۱/۶۲۵ | ۰ | ۲ | ۲/۲۵ | ۲/۶۲۵ |
| D | ۱/۶۲۵ | ۳/۲۵ | ۳/۱۲۵ | ۰ | ۲/۵ | ۲/۶۲۵ |
| E | ۲/۲۵ | ۲/۳۷۵ | ۲ | ۲/۳۷۵ | ۰ | ۲/۷۵ |
| F | ۱/۵ | ۱/۳۷۵ | ۲/۶۲۵ | ۱/۳۷۵ | ۲/۵ | ۰ |

گام دوم: برای نرمال سازی جدول ۴ همه اعداد جدول را بر ماکزیمم مجموع سطرها و ستونها تقسیم می کنیم.

جدول ۵- جدول نرمال شده (ماتریس M)

| | A | B | C | D | E | F |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| A | ۰ | ۰/۲۳۹۳۱۶۲۳۹ | ۰/۱۷۹۴۸۷۱۷۹ | ۰/۱۴۵۲۹۹۱۴۵ | ۰/۲۳۰۷۶۹۲۳۱ | ۰/۲۰۵۱۲۸۲۰۵ |
| B | ۰/۰۵۹۸۲۹۰۶ | ۰ | ۰/۱۱۹۶۵۸۱۲ | ۰/۰۸۵۴۷۰۰۸۵ | ۰/۰۸۵۴۷۰۰۸۵ | ۰/۱۴۵۲۹۹۱۴۵ |
| C | ۰/۱۱۱۱۱۱۱۱ | ۰/۱۱۱۱۱۱۱۱ | ۰ | ۰/۱۳۶۷۵۲۱۳۷ | ۰/۱۵۳۸۴۶۱۵۴ | ۰/۱۷۹۴۸۷۱۷۹ |
| D | ۰/۱۱۱۱۱۱۱۱ | ۰/۲۲۲۲۲۲۲۲ | ۰/۲۱۳۶۷۵۲۱۴ | ۰ | ۰/۱۷۰۹۴۰۱۷۱ | ۰/۱۷۹۴۸۷۱۷۹ |
| E | ۰/۱۵۳۸۴۶۱۵۴ | ۰/۱۶۲۳۹۳۱۶۲ | ۰/۱۳۶۷۵۲۱۳۷ | ۰/۱۶۲۳۹۳۱۶۲ | ۰ | ۰/۱۸۸۰۳۴۱۸۸ |
| F | ۰/۱۰۲۵۶۴۱۰۳ | ۰/۰۹۴۰۱۷۰۹۴ | ۰/۱۷۹۴۸۷۱۷۹ | ۰/۰۹۴۰۱۷۰۹۴ | ۰/۱۷۰۹۴۰۱۷۱ | ۰ |

گام سوم: در این گام ماتریس M را از ماتریس I کم می کنیم. ماتریس I-M به صورت جدول ۶ است.

جدول ۶- ماتریس I-M

| | A | B | C | D | E | F |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | ۱ | -۰/۲۳۹۳۲ | -۰/۱۷۹۴۹ | -۰/۱۴۵۳ | -۰/۲۳۰۷۷ | -۰/۲۰۵۱۳ |
| B | -۰/۰۵۹۸۳ | ۱ | -۰/۱۱۹۶۶ | -۰/۰۸۵۴۷ | -۰/۰۸۵۴۷ | -۰/۱۴۵۳ |
| C | -۰/۱۱۱۱۱ | -۰/۱۱۱۱۱ | ۱ | -۰/۱۳۶۷۵ | -۰/۱۵۳۸۵ | -۰/۱۷۹۴۹ |
| D | -۰/۱۱۱۱۱ | -۰/۲۲۲۲۲ | -۰/۲۱۳۶۸ | ۱ | -۰/۱۷۰۹۴ | -۰/۱۷۹۴۹ |
| E | -۰/۱۵۳۸۵ | -۰/۱۶۲۳۹ | -۰/۱۳۶۷۵ | -۰/۱۶۲۳۹ | ۱ | -۰/۱۸۸۰۳ |
| F | -۰/۱۰۲۵۶ | -۰/۰۹۴۰۲ | -۰/۱۷۹۴۹ | -۰/۰۹۴۰۲ | -۰/۱۷۰۹۴ | ۱ |

گام چهارم: معکوس ماتریس I-M را محاسبه می کنیم (جدول ۷).

جدول ۷- معکوس ماتریس I-M

| | A | B | C | D | E | F |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | ۱/۳۵۲۶۳۷ | ۰/۶۹۲۹۵۵ | ۰/۶۶۰۹۶۹ | ۰/۵۲۵۲۳۹ | ۰/۶۸۵۹۲۹ | ۰/۷۲۰۰۳۷ |
| B | ۰/۲۴۵۶۶۲ | ۱/۲۶۰۶۶۸ | ۰/۳۷۹۱۵۳ | ۰/۲۹۰۴۹ | ۰/۳۴۳۹۵۵ | ۰/۴۱۸۴۳۴ |
| C | ۰/۳۶۱۳۴۳ | ۰/۴۶۵۵۴۷ | ۱/۳۷۷۸۱۶ | ۰/۴۱۴۵۶۷ | ۰/۵۰۱۳۵۶ | ۰/۵۵۷۷۴۷ |
| D | ۰/۴۱۶۲۵۵ | ۰/۶۲۸۶۵۶ | ۰/۶۳۶۶۸۲ | ۱/۳۵۷۸۳۶ | ۰/۵۹۰۲۲۶ | ۰/۶۴۵۷۰۲ |
| E | ۰/۴۲۸۷۶۸ | ۰/۵۵۷۴۸۲ | ۰/۵۴۹۹۵۵ | ۰/۴۷۳۶۶۱ | ۱/۴۱۸۰۳۷ | ۰/۶۱۹۳۲ |
| F | ۰/۳۳۹۱۱۴ | ۰/۴۲۷۵۵۷ | ۰/۵۰۴۶۰۷ | ۰/۳۶۴۲۱۹ | ۰/۴۹۰۵۶۷ | ۱/۳۷۹۸۷۲ |

گام پنجم: ماتریس روابط کل را از رابطه $T=M(I-M)^{-1}$ و همچنین مقادیر Dk (مجموعه سطری) و Rk (مجموع ستونی) را محاسبه می کنیم (جدول ۸).

جدول ۸- ماتریس روابط کل

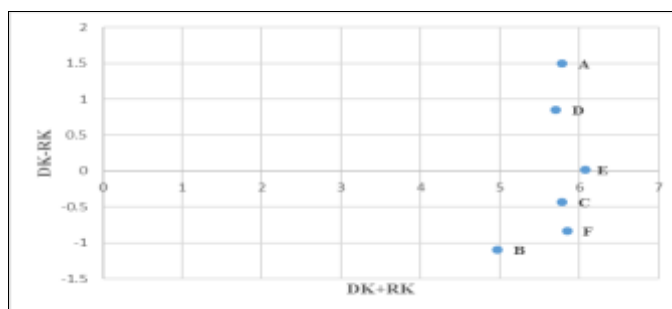
| | A | B | C | D | E | F | Dk |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| A | ۰/۳۵۲۶۳۷ | ۰/۶۹۲۹۵۵ | ۰/۶۶۰۹۶۹ | ۰/۵۲۵۲۳۹ | ۰/۶۸۵۹۲۹ | ۰/۷۲۰۰۳۷ | ۳/۶۳۷۷۶۵۷۸۲ |
| B | ۰/۲۴۵۶۶۲ | ۰/۲۶۰۶۶۸ | ۰/۳۷۹۱۵۳ | ۰/۲۹۰۴۹ | ۰/۳۴۳۹۵۵ | ۰/۴۱۸۴۳۴ | ۱/۹۳۸۳۶۱۹۲۱ |
| C | ۰/۳۶۱۳۴۳ | ۰/۴۶۵۵۴۷ | ۰/۳۷۷۸۱۶ | ۰/۴۱۴۵۶۷ | ۰/۵۰۱۳۵۶ | ۰/۵۵۷۷۴۷ | ۲/۶۷۸۳۷۶۴۶۸ |
| D | ۰/۴۱۶۲۵۵ | ۰/۶۲۸۶۵۶ | ۰/۶۳۶۶۸۲ | ۰/۳۵۷۸۳۶ | ۰/۵۹۰۲۲۶ | ۰/۶۴۵۷۰۲ | ۳/۲۷۵۳۵۷۹۶۳ |
| E | ۰/۴۲۸۷۶۸ | ۰/۵۵۷۴۸۲ | ۰/۵۴۹۹۵۵ | ۰/۴۷۳۶۶۱ | ۰/۴۱۸۰۳۷ | ۰/۶۱۹۳۲ | ۳/۰۴۷۲۲۲۸۱۶ |
| F | ۰/۳۳۹۱۱۴ | ۰/۴۲۷۵۵۷ | ۰/۵۰۴۶۰۷ | ۰/۳۶۴۲۱۹ | ۰/۴۹۰۵۶۷ | ۰/۳۷۹۸۷۲ | ۲/۵۰۵۹۳۵۶۴۳ |
| Rk | ۲/۱۴۳۷۷۹ | ۳/۰۳۲۸۶۴ | ۳/۱۰۹۱۸۲ | ۲/۴۲۶۰۱۲ | ۳/۰۳۰۰۷۲ | ۳/۳۴۱۱۱۱ | |

گام هفتم: مقادیر D+R و D-R را محاسبه می کنیم (جدول ۹).

جدول ۹- مقادیر D+R و D-R

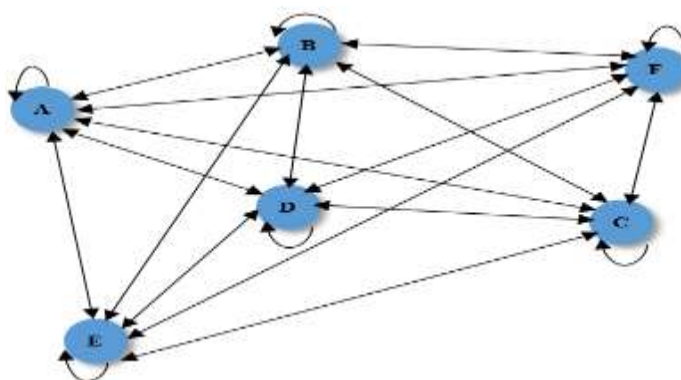
| | A | B | C | D | E | F |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| D+R | ۵/۷۸۱۵۴۵ | ۴/۹۷۱۲۲۶ | ۵/۷۸۷۵۵۸ | ۵/۷۰۱۳۷ | ۶/۰۷۷۲۹۵ | ۵/۸۴۷۰۴۷ |
| D-R | ۱/۴۹۳۹۸۶ | -۱/۰۹۴۵ | -۰/۴۳۰۸۱ | ۰/۸۴۹۳۴۶ | ۰/۰۱۷۱۵۱ | -۰/۸۳۵۱۸ |

گام هشتم: بر اساس مقادیر D+R و D-R نمودار را رسم می کنیم (شکل ۱).



شکل ۱- نمودار MICMAC

گام نهم: بر اساس ماتریس T شبکه اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم و غیرمستقیم استراتژیها را رسم می کنیم (شکل ۲).



شکل ۲- شبکه اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم و غیرمستقیم استراتژیها

پس از رسم نمودار و شبکه اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم و غیرمستقیم استراتژیها، می توان روابط بین آنها را براساس مقدار D (تأثیرگذاری)، R (تأثیرپذیری)، D+R (اهمیت تعامل) و D-R (خالص تأثیرگذاری) تحلیل کرد که در جدول ۱۰ آمده است.

جدول ۱۰- رتبه بندی استراتژیها براساس مقادیر مختلف روش DEMATEL

| رتبه | رتبه بندی استراتژیها بر اساس D (تأثیرگذاری) | رتبه بندی استراتژیها بر اساس R (تأثیرپذیری) | رتبه بندی استراتژیها بر اساس D+R (اهمیت تعامل) | رتبه بندی استراتژیها بر اساس D-R (خالص تأثیرگذاری) |
|------|---|---|---|---|
| ۱ | A: ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج | F: توسعه ی روابط | E: تسهیم به موقع اطلاعات | A: ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج |
| ۲ | D: آموزش اقدامات محیطی | C: تلاش های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری | F: توسعه ی روابط | D: آموزش اقدامات محیطی |
| ۳ | E: تسهیم به موقع اطلاعات | B: تدارکات هوشیارانه ی محیطی | C: تلاش های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری | E: تسهیم به موقع اطلاعات |
| ۴ | C: تلاش های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری | E: تسهیم به موقع اطلاعات | A: ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج | C: تلاش های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری |
| ۵ | F: توسعه ی روابط | D: آموزش اقدامات محیطی | D: آموزش اقدامات محیطی | F: توسعه ی روابط |
| ۶ | B: تدارکات هوشیارانه ی محیطی | A: ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج | B: تدارکات هوشیارانه ی محیطی | B: تدارکات هوشیارانه ی محیطی |

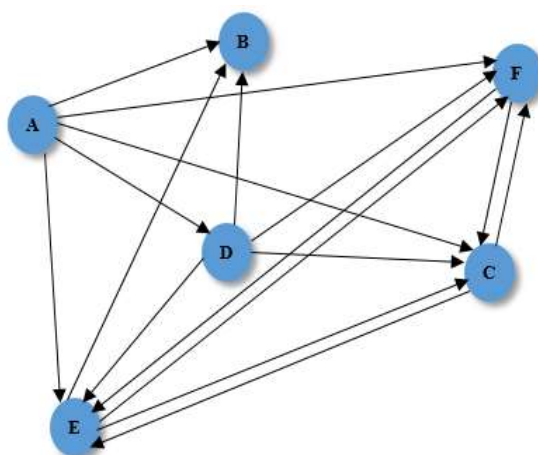
گام دهم: ماتریس نگاشت شبکه روابط (NRM)

برای بدست آوردن ماتریس NRM ابتدا میانگین مقادیر ماتریس روابط کل را محاسبه می کنیم سپس با مقایسه مقادیر ماتریس روابط کل با میانگین بدست آمده، در صورتیکه مقدار مورد نظر از میانگین بیشتر باشد، به جای مقدار مورد نظر، در ماتریس NMR عدد ۱ و در صورت کمتر بودن مقدار مورد نظر از میانگین، به جای مقدار مورد نظر، در ماتریس NMR عدد ۰ را می نویسیم.

جدول ۱۱- ماتریس NRM

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| B | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| C | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ |
| D | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ |
| E | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ |
| F | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ |

گام یازدهم: بر اساس ماتریس NRM می توان شبکه NRM را به صورت زیر نشان داد.



شکل ۳- شبکه NRM

همانطور که ملاحظه می شود تعداد بطور قابل ملاحظه ای کاهش یافت و شبکه بدست آمده نسبت به شبکه قبل (شکل ۲) از شلوغی کمتری برخوردار است. هدف از تشکیل شبکه NMR، نشان دادن روابط قوی (تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری) بین استراتژیها و حذف روابط ضعیف (تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری) بین استراتژیها است. در جدول ۲۱ تعداد استراتژیهای تأثیرگذار بر هر استراتژی و تعداد استراتژیهای تأثیرپذیر از هر استراتژی براساس جدول NMR نشان داده شده است.

جدول ۱۲- فراوانی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بر شاخصها بر اساس جدول NRM

| استراتژیها | تعداد استراتژیهای تأثیرگذار بر | تعداد استراتژیهای تأثیرپذیر از |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | استراتژی | استراتژی |
| A | ۰ | ۵ |

| | | |
|---|---|---|
| B | ۳ | ۰ |
| C | ۴ | ۲ |
| D | ۱ | ۴ |
| E | ۴ | ۳ |
| F | ۴ | ۲ |

همانطور که ملاحظه می شود استراتژی A (ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج) با بیشترین تاثیرگذاری (تاثیرگذار بر همه استراتژیهای دیگر) و کمترین تاثیرپذیری (عدم تاثیرپذیری از دیگر استراتژیها) یک استراتژی تاثیرگذار قطعی است.

اولویت بندی استراتژیها با استفاده از ANP

پس از تعیین روابط درونی میان استراتژیها با استفاده از روش DEMATEL، با استفاده از ANP اوزان استراتژیها را بدست آورده و آنها را اولویت بندی می کنیم. برای این منظور، با استفاده از خروجی روش DEMATEL مقایسه زوجی میان استراتژیها انجام می شود. در جدول ۱۳ ماتریس مقایسات زوجی میان استراتژیها نشان داده شده است. در این پژوهش مقایسات زوجی بر اساس تاثیرگذاری استراتژیها روی یکدیگر انجام شده است. به عنوان مثال اگر استراتژی A در سطر و استراتژی B در ستون باشند، برای مقایسه زوجی این دو استراتژی بر اساس تاثیرگذاری روی C به این صورت انجام می شود که نسبت تاثیرگذاری استراتژی A روی C به تاثیرگذاری استراتژی B روی C بدست می آید، به طور کلی نسبت تاثیرگذاری استراتژی سطر روی استراتژی مورد نظر به تاثیرگذاری استراتژی ستون روی استراتژی مورد نظر، در نظر گرفته می شود. این مقایسات زوجی براساس تاثیرگذاری استراتژیها روی همه استراتژیها باید محاسبه و در یک جدول جداگانه آورده شوند و سپس با نرمال سازی آنها، اوزان نسبی استراتژیها در هر ماتریس بدست آیند. که در اینجا برای جلوگیری از افزایش حجم مقاله، فقط ماتریس مقایسه زوجی استراتژیها بر اساس تاثیر گذاری روی استراتژی ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج (جدول ۱۳) و ماتریس نرمال شده آن به همراه اوزان نسبی (جدول ۱۴) آمده است.

جدول ۱۳- مقایسه زوجی استراتژیها بر اساس تاثیر گذاری روی استراتژی ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج (A)

| | A | B | C | D | E | F |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | ۱ | ۱/۴۳۵۴۵۸ | ۰/۹۷۵۹۰۶ | ۰/۸۴۷۱۶۶ | ۰/۸۲۲۴۴۲ | ۱/۰۳۹۸۷۹ |
| B | ۰/۶۹۶۶۴۲ | ۱ | ۰/۶۷۹۸۵۷ | ۰/۶۲۶۲۲۲ | ۰/۵۷۲۹۴۸ | ۰/۷۲۴۴۲۳ |
| C | ۱/۰۲۴۶۸۹ | ۱/۴۷۰۸۹۸ | ۱ | ۰/۸۶۸۰۸۲ | ۰/۸۴۲۷۴۸ | ۱/۰۶۵۵۵۲ |
| D | ۱/۱۸۰۴۰۶ | ۱/۵۹۶۸۷۷ | ۱/۱۵۱۹۶۵ | ۱ | ۰/۹۷۰۸۱۶ | ۱/۲۲۷۴۷۹ |
| E | ۱/۲۱۵۸۹۱ | ۱/۷۴۵۳۶ | ۱/۱۸۶۵۹۵ | ۱/۰۳۰۰۶۲ | ۱ | ۱/۲۶۴۳۷۹ |
| F | ۰/۹۶۱۶۵۱ | ۱/۳۸۰۴۰۹ | ۰/۹۳۸۴۸ | ۰/۸۱۴۶۷۸ | ۰/۷۹۰۹۰۲ | ۱ |
| مجموع | ۶/۰۷۹۲۷۸ | ۸/۶۲۹۰۰۱ | ۵/۹۳۲۸۰۳ | ۵/۱۸۶۲۱ | ۴/۹۹۹۸۵۶ | ۶/۳۲۱۷۱۲ |

جدول ۱۴- جدول نرمال شده و اوزان نسبی استراتژیها بر اساس تاثیر گذاری روی ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج

| (A) | | | | | | |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | A | B | C | D | E | F |
| اوزان نسبی | ۰/۱۶۴۴۹۳ | ۰/۱۶۶۳۵۳ | ۰/۱۶۴۴۹۳ | ۰/۱۶۳۳۵ | ۰/۱۶۴۴۹۳ | ۰/۱۶۴۴۹۳ |
| A | ۰/۱۶۴۴۹۳ | ۰/۱۶۶۳۵۳ | ۰/۱۶۴۴۹۳ | ۰/۱۶۳۳۵ | ۰/۱۶۴۴۹۳ | ۰/۱۶۴۴۹۳ |
| B | ۰/۱۱۴۵۹۳ | ۰/۱۱۵۸۸۸ | ۰/۱۱۴۵۹۳ | ۰/۱۲۰۷۴۸ | ۰/۱۱۴۵۹۳ | ۰/۱۱۴۵۹۳ |

| | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| C | ۰/۱۶۸۵۵۴ | ۰/۱۷۰۴۶ | ۰/۱۶۸۵۵۴ | ۰/۱۶۷۳۸۳ | ۰/۱۶۸۵۵۴ | ۰/۱۶۸۵۵۴ | ۰/۱۶۸۶۷۷ |
| D | ۰/۱۹۴۱۶۹ | ۰/۱۸۵۰۵۹ | ۰/۱۹۴۱۶۹ | ۰/۱۹۲۸۱۹ | ۰/۱۹۴۱۶۹ | ۰/۱۹۴۱۶۹ | ۰/۱۹۲۴۲۶ |
| E | ۰/۲۰۰۰۰۶ | ۰/۲۰۲۲۶۷ | ۰/۲۰۰۰۰۶ | ۰/۱۹۸۶۱۵ | ۰/۲۰۰۰۰۶ | ۰/۲۰۰۰۰۶ | ۰/۲۰۰۱۵۱ |
| F | ۰/۱۵۸۱۸۵ | ۰/۱۵۹۹۷۳ | ۰/۱۵۸۱۸۵ | ۰/۱۵۷۰۸۵ | ۰/۱۵۸۱۸۵ | ۰/۱۵۸۱۸۵ | ۰/۱۵۸۳ |

پس از بدست آوردن اوزان نسبی همه ماتریسهای مقایسات زوجی، سوپرماتریس را تشکیل می‌دهیم که در آن همه اوزان نسبی ماتریسهای مقایسات زوجی نوشته می‌شوند (جدول ۱۵). سپس سوپرماتریس باید به توان عدد فرد (۳، ۵، ۷، ۹ و...) رسانده شود تا زمانی که همه اعداد هر سطر باهم برابر شوند. سوپر ماتریس بدست آمده زمانی که به توان عدد ۷ می‌رسد به سوپرماتریس حد (جدول ۱۶) می‌رسیم. همانطور که ملاحظه می‌شود اعداد هر سطر در جدول ۱۶ با هم برابر شده اند. مقدار بدست آمده برای هر سطر نشان‌دهنده‌ی مقدار وزن استراتژی سطر است.

جدول ۱۵- سوپرماتریس استراتژی‌ها

| | A | B | C | D | E | F |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | ۰/۱۶۴۶۱۳ | ۰/۲۲۸۴۸۲ | ۰/۲۱۲۵۸۶ | ۰/۲۱۷۸۷۸ | ۰/۲۲۶۳۷۴ | ۰/۲۱۵۵۰۸ |
| B | ۰/۱۱۵۸۳۵ | ۰/۰۸۵۹۴۸ | ۰/۱۲۱۹۴۶ | ۰/۱۲۰۵ | ۰/۱۱۳۵۱۴ | ۰/۱۲۵۲۳۸ |
| C | ۰/۱۶۸۶۷۷ | ۰/۱۵۳۵۰۱ | ۰/۱۲۱۵۱۶ | ۰/۱۷۱۹۷ | ۰/۱۶۵۴۶ | ۰/۱۶۶۹۳۵ |
| D | ۰/۱۹۲۴۲۶ | ۰/۲۰۷۲۸۱ | ۰/۲۰۴۷۷۵ | ۰/۱۴۸۴۳۷ | ۰/۱۹۴۷۹ | ۰/۱۹۳۲۶ |
| E | ۰/۲۰۰۱۵۱ | ۰/۱۸۳۸۱۴ | ۰/۱۷۶۸۸۱ | ۰/۱۹۶۴۸۳ | ۰/۱۳۷۹۶۳ | ۰/۱۸۵۳۶۳ |
| F | ۰/۱۵۸۳ | ۰/۱۴۰۹۷۵ | ۰/۱۶۲۲۹۶ | ۰/۱۴۴۷۳۲ | ۰/۱۶۱۹ | ۰/۱۱۳۶۹۶ |

جدول ۱۶- سوپر ماتریس حد

| | A | B | C | D | E | F |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| A | ۰/۲۰۸۳۴۱۳۷۲ | ۰/۲۰۸۳۴۱۳۷۵ | ۰/۲۰۸۳۴۱۳۷۵ | ۰/۲۰۸۳۴۱۳۷۳ | ۰/۲۰۸۳۴۱۳۷۶ | ۰/۲۰۸۳۴۱۳۷۴ |
| B | ۰/۱۱۵۲۱۹۶۷۷ | ۰/۱۱۵۲۱۹۶۷۷ | ۰/۱۱۵۲۱۹۶۷۷ | ۰/۱۱۵۲۱۹۶۷۷ | ۰/۱۱۵۲۱۹۶۷۷ | ۰/۱۱۵۲۱۹۶۷۷ |
| C | ۰/۱۵۹۲۰۱۳۸۸ | ۰/۱۵۹۲۰۱۳۸۷ | ۰/۱۵۹۲۰۱۳۸۷ | ۰/۱۵۹۲۰۱۳۸۹ | ۰/۱۵۹۲۰۱۳۸۷ | ۰/۱۵۹۲۰۱۳۸۸ |
| D | ۰/۱۸۸۳۶۷۵۶۷ | ۰/۱۸۸۳۶۷۵۶۸ | ۰/۱۸۸۳۶۷۵۶۸ | ۰/۱۸۸۳۶۷۵۶۶ | ۰/۱۸۸۳۶۷۵۶۸ | ۰/۱۸۸۳۶۷۵۶۷ |
| E | ۰/۱۸۰۴۵۶۰۷۴ | ۰/۱۸۰۴۵۶۰۷ | ۰/۱۸۰۴۵۶۰۷۱ | ۰/۱۸۰۴۵۶۰۷۴ | ۰/۱۸۰۴۵۶۰۷ | ۰/۱۸۰۴۵۶۰۷۳ |
| F | ۰/۱۴۸۴۱۳۹۲۱ | ۰/۱۴۸۴۱۳۹۲۲ | ۰/۱۴۸۴۱۳۹۲۳ | ۰/۱۴۸۴۱۳۹۲۱ | ۰/۱۴۸۴۱۳۹۲۲ | ۰/۱۴۸۴۱۳۹۲۱ |
| مجموع اوزان | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |

بر مبنای نتایج بدست آمده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای و بدست آمدن سوپرماتریس حد، وزن هر یک از استراتژی‌ها به صورت جدول ۱۷ می‌باشد.

جدول ۱۷- اوزان نهایی هر یک از استراتژی‌ها

| وزن استراتژی‌ها | استراتژی‌ها |
|-----------------|--|
| ۰/۲۰۸۳۴۱۳۷۲ | ارزیابی عملکرد محیطی تأمین‌کننده و بازخور نتایج |
| ۰/۱۱۵۲۱۹۶۷۷ | تدارکات هوشیارانه‌ی محیطی |
| ۰/۱۵۹۲۰۱۳۸۸ | تلاش‌های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری |
| ۰/۱۸۸۳۶۷۵۶۷ | آموزش اقدامات محیطی |
| ۰/۱۸۰۴۵۶۰۷۴ | تسهیم به موقع اطلاعات |

همانطور که ملاحظه می شود استراتژی ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج بیشترین وزن را داشته و در رتبه اول قرار دارد. استراتژیهای آموزش اقدامات محیطی، تسهیم به موقع اطلاعات، تلاش های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری، توسعه ی روابط و تدارکات هوشیارانه ی محیطی بترتیب در رتبه های دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم قرار دارند.

جمع بندی و پیشنهادها

در این مقاله بدنبال این بودیم که ابتدا استراتژی های GSD را شناسائی کنیم سپس روابط بین آنها را بدست آوریم و در نهایت آنها را اولویت بندی کنیم. برای پاسخ به بخش اول، با استفاده از ادبیات پژوهش، ۶ استراتژی و ۳۲ مؤلفه را شناسائی کردیم. برای بررسی روایی استراتژی ها و تعدیل و نهایی کردن آنها و تکمیل پرسشنامه ها از خبرگان دانشگاهی و صنعت خودرو استفاده کردیم. سپس روابط بین استراتژی ها را با استفاده از تکنیک DEMATEL مشخص کردیم که بر اساس مقادیر D_k استراتژی های تأثیرگذار به ترتیب ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج (A)، آموزش اقدامات محیطی (D)، تسهیم به موقع اطلاعات (E)، تلاش های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری (C)، توسعه ی روابط (F) و تدارکات هوشیارانه ی محیطی (B) می باشند. بر اساس مقادیر R_k استراتژی های تأثیرپذیر به ترتیب توسعه ی روابط (F)، تلاش های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری (C)، تدارکات هوشیارانه ی محیطی (B)، تسهیم به موقع اطلاعات (E)، آموزش اقدامات محیطی (D) و ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج (A) می باشند. بر اساس مقادیر $D+R$ که اهمیت تعامل استراتژی ها را نشان می دهد، به ترتیب تسهیم به موقع اطلاعات (E)، توسعه ی روابط (F)، تلاش های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری (C)، ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج (A)، آموزش اقدامات محیطی (D) و تدارکات هوشیارانه ی محیطی (B) در رتبه های اول تا ششم قرار دارند. بر اساس مقادیر $D-R$ که خالص تأثیرگذاری استراتژیها را نشان می دهد، به ترتیب ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج (A)، آموزش اقدامات محیطی (D)، تسهیم به موقع اطلاعات (E)، تلاش های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری (C)، توسعه ی روابط (F) و تدارکات هوشیارانه ی محیطی (B) در رتبه های اول تا ششم قرار دارند. براین اساس، استراتژی های ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج (A)، آموزش اقدامات محیطی (D) و تسهیم به موقع اطلاعات (E) به دلیل اینکه مقدار $(D-R)$ آن ها بزرگ تر از صفر است تأثیرگذار قطعی نامیده می شوند و استراتژی های تدارکات هوشیارانه ی محیطی (B)، تلاش های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری (C) و توسعه ی روابط (F) به دلیل اینکه مقدار $(D-R)$ آن ها کمتر از صفر است تأثیرپذیر قطعی نامیده می شوند.

در نهایت با استفاده از روش ANP، استراتژی ها رتبه بندی شدند. برای این منظور، براساس خروجی روش DEMATEL، ماتریسهای مقایسات زوجی تشکیل و پس از بدست آوردن اوزان نسبی هرکدام از آنها، سوپرماتریس مرتبط با استراتژیها تشکیل شد. پس از به توان رساندن سوپرماتریس به توان عدد ۷ اوزان استراتژیها را بدست آوردیم که بر اساس اوزان بدست آمده، ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج، آموزش اقدامات محیطی، تسهیم به موقع اطلاعات دارای بیشترین اهمیت در GSD بودند.

بر اساس خالص تأثیرگذاری، استراتژی های ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج، آموزش اقدامات محیطی، تسهیم به موقع اطلاعات تأثیرگذار قطعی هستند. بنابراین با بهبود و ارتقاء خودشان، به طور همزمان باعث بهبود و ارتقاء سایر استراتژی های تأثیرپذیر می شوند و مزیت بالایی ایجاد می کنند. استراتژی ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج بیشترین تأثیرگذاری و خالص تأثیرگذاری را در مقایسه با سایر استراتژی ها دارد، بنابراین پیشنهاد می شود صنعت خودروسازی با توسعه ی برنامه های ارزیابی محیطی تأمین کننده، بازبینی (ممیزی تأمین کنندگان)، ارزیابی عملکرد اخلاقی تأمین کننده و

بازخور نتایج ارزیابی به تأمین کننده در جهت رشد و بهبود این استراتژی تلاش نماید. استراتژی آموزش اقدامات محیطی در رتبه دوم قرار دارد بنابراین پیشنهاد می شود صنعت خودروسازی با آموزش مباحث محیطی به تأمین کننده، آشنا کردن تأمین کنندگان با انتظارات سهامدار، آموزش و آشنا کردن تأمین کنندگان با قابلیت های محیطی و آموزش تأمین کنندگان با کنترل های هزینه محیطی و توصیه های مرتبط با تولید سبز در جهت هرچه بهتر این استراتژی تلاش نماید. استراتژی تسهیم به موقع اطلاعات سومین استراتژی تأثیرگذار قطعی است که صنعت خودروسازی می تواند با فعالیت هایی شامل تسهیم اطلاعات مرتبط با مباحث محیطی با انجمن تأمین کننده از طریق مشاوران ارزیابی تأمین کننده، دانش مسئولیت اجتماعی را در اختیار تأمین کننده قرار دادن، مطلع کردن یکدیگر درباره اقدامات مسئولیت اجتماعی شرکت، افزایش آگاهی برای عملکرد محیطی و اجتماعی تأمین کننده و انتقال دانش سبز در جهت هرچه بهتر این استراتژی تلاش نماید.

بر اساس خالص تأثیرگذاری، استراتژی های تلاش های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری (C)، تسهیم به موقع اطلاعات (E)، توسعه روابط (F) تأثیرپذیرهای قطعی هستند. استراتژی توسعه روابط بیشترین تأثیرپذیری را در مقایسه با سایر استراتژی ها دارد، به دلیل تأثیرپذیری بسیار بالا این استراتژی از سایر استراتژی ها، صنعت خودرو می تواند با انعقاد قراردادهای بلندمدت زیست محیطی با تأمین کننده، تعهد مدیر ارشد به تأمین کننده برای شیوه های سبز، تأمین مالی مخارج اصلی محیط زیستی تأمین کننده، ارائه تجهیزات و ابزار حفاظت از محیط زیست برای تأمین کننده، انتقال کارکنان تأمین کننده با تخصص زیست محیطی به شرکت خریدار، انتقال کارکنان دارای تخصص زیست محیطی به تأمین کنندگان و حل مشکلات فنی محیط زیستی تأمین کنندگان موجب رشد و بهبود زیاد این استراتژی شود. اجرای استراتژی های تأثیرگذار می تواند موجب تسهیل اجرای استراتژی های تأثیرپذیر شود.

بر اساس اوزان بدست آمده از ANP استراتژی ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کننده و بازخور نتایج بیشترین وزن را داشته و در رتبه اول قرار دارد و استراتژی های آموزش اقدامات محیطی، تسهیم به موقع اطلاعات، تلاش های مشترک با خریدار برای بهبود عملکرد پایداری، توسعه روابط و تدارکات هوشیارانه محیطی بترتیب در رتبه های دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم قرار دارند. بنابراین پیشنهاد می شود صنعت خودروسازی در اجرای استراتژی های GSD به این اولویت بندی توجه داشته باشد. باتوجه به اینکه استراتژی های شناسائی شده در این پژوهش براساس نظر پژوهشگران و خبرگان طبقه بندی شده اند لذا استفاده از تحلیل عاملی تأییدی برای بررسی طبقه بندی انجام شده از استراتژی ها و مولفه ها توسط پژوهشگران این حوزه، می تواند موجب توسعه موضوع شود همچنین استراتژی ها شناسائی شده در این پژوهش برای صنعت خودرو بومی سازی شدند از این رو پژوهشگران می توانند آنها را در صنایع دیگر مثل صنعت فولاد، صنعت کاشی و... که آلودگی زیادی برای محیط زیست ایجاد می کنند، بازنگری و بومی سازی کنند.

منابع

- الف، لعیا؛ امیری، مقصود؛ رئیسی وانانی، ایمان؛ اسماعیل زاده، منصور. (۱۳۹۸). شناسایی و مقوله بندی فعالیت های مرتبط با توسعه تأمین کننده در صنعت خودرو. چشم انداز مدیریت صنعتی، سال نهم، شماره ۳۵، صص ۹-۵۴.
- الف، لعیا؛ امیری، مقصود؛ رئیسی وانانی، ایمان؛ اسماعیل زاده، منصور. (۱۳۹۹). «مدلی دوبعدی برای معیارهای مرتبط با توسعه تأمین کننده با استفاده از روش فزاترکیب». فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۸(۵۸)، ۵۹-۱۰۴.
- جمشیدی، م.ج. (۱۳۹۶). استراتژی های مدیریت زنجیره تأمین سبز برای دستیابی به توسعه پایدار، ششمین کنگره سراسری فناوری های نوین ایران با هدف دستیابی به توسعه پایدار، تهران.
- حسینی، س.؛ ایرانبان، س.ج.؛ میرجهان مرد، س.ج. (۱۳۹۳). تعیین و اولویت بندی عوامل موثر بر زنجیره تأمین سبز با استفاده از رویکرد تحلیل مسیر. نشریه مدیریت تولید و عملیات، ۵(۹)، ۱۷۷-۱۶۱.

شیخ‌سجادیه، م؛ بهمنی‌تبریزی، م (۱۳۹۹). ارایه مدل توسعه تأمین‌کنندگان برای پایداری زنجیره تامین: مطالعه موردی. مدیریت تولید و عملیات، ۱۱(۱۹)، ۴۵-۶۹.

کافی، ف؛ فاطمی‌قمی، س.م (۱۳۹۲). توسعه یک مدل جدید مبتنی بر تئوری بازی برای تحلیل توسعه تأمین‌کننده با لحاظ همکاری و رقابت همزمان در زنجیره تأمین. دو فصلنامه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، ۱(۲)، ۱۳۷-۱۲۳.

مدهوشی، م؛ اکبرزاده، ز؛ روانستان، ک (۱۳۹۵). اولویت‌بندی استراتژی‌های توسعه تأمین‌کنندگان با رویکرد ترکیبی از تکنیک‌های ANP و دیمتل تجدیدنظر شده. پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی، ۶(۱).

مروتی، ع؛ میرفخرالدینی، سوح؛ راش، س؛ و خاکی اردکانی، ه (۱۳۹۶). ارزیابی برنامه‌های پیشرفت و توسعه تأمین‌کنندگان بر اساس روش ANP- خاکستری. نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، ۳(۲۸)، ۴۳۲-۴۲۲.

- Akman, G. (2015). Evaluating suppliers to include green supplier development programs via fuzzy c-means and VIKOR methods. *Computers & industrial engineering*, 86, 69-82. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.10.013>
- Awasthi, A., & Kannan, G. (2016). Green supplier development program selection using NGT and VIKOR under fuzzy environment. *Computers & Industrial Engineering*, 91, ۱۰۰-۱۰۸. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.11.011>
- Bai, C., & Sarkis, J. (2010). Green supplier development: analytical evaluation using rough set theory. *Journal of cleaner production*, 18(12), 1200-1210. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.01.016>
- Bai, C., & Satir, A. (2020). Barriers for green supplier development programs in manufacturing industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 158, 104756. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104756>
- Blome, C., Hollos, D., & Paulraj, A. (2014). Green procurement and green supplier development: antecedents and effects on supplier performance. *International Journal of Production Research*, 52(1), 32-49. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.825748>
- Dou, Y., Zhu, Q., & Sarkis, J. (2014). Evaluating green supplier development programs with a grey-analytical network process-based methodology. *European Journal of Operational Research*, 233(2), 420-431. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.03.004>
- Foroozesh, N. Tavakkoli-Moghaddam, R. (2018). Assessment of Green Supplier Development Programs by a New Group Decision-Making Model Considering Possibilistic Statistical Uncertainty. *Journal of Quality Engineering and Production Optimization*, Vol. 3, No. 2, PP. 1-10.
- Fu, X., Zhu, Q., & Sarkis, J. (2012). Evaluating green supplier development programs at a telecommunications systems provider. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 357-367. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.08.030>
- Jiang, P., Hu, Y. C., Yen, G. F., & Tsao, S. J. (2018). Green supplier selection for sustainable development of the automotive industry using grey decision-making. *Sustainable Development*, 26(6), 890-903.
- Lee, K. H., & Kim, J. W. (2012). Green new product development and supplier involvement: strategic partnership for green innovation. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 6(3), 290-304.

-
- Lawshe, C. H. (1975). A Quantitative Approach to content Validity. *PhrSONNHL Personnel psychology* . 28, 563-575.
- Masoumik, S. M., Abdul-Rashid, S. H., & Olugu, E. U. (2015). Importance-performance analysis of green strategy adoption within the Malaysian manufacturing industry. *Procedia CIRP*, 26, 646–652.
- Nkrumah, S. K., Asamoah, D., Annan, J., & Agyei-Owusu, B. (2021). Examining green capabilities as drivers of green supply chain management adoption. *Management Research Review*, 44(1), 94-۱۱۱.
- Pourjavad, E., & Shahin, A. (2020). Green supplier development programmes selection: a hybrid fuzzy multi-criteria decision-making approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 13(6), 463-۴۷۲. <https://doi.org/10.1080/19397038.2020.1773569>
- Rajesri Govindaraju, R. G., Andi Cakravastia Radja, A. C. R., & Kadarsah Suryadi, K. S. (2017, December). Design of a Framework for Strategic Supplier Evaluation Decision. In *Proceedings of the Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference 2017* (pp. 19–24). APIEM.
- Sayfi, P., & Nikbakht, M. (2016). Identification and ranking green supplier selection criteria using one-sample T-test and FANP methods: A case study for petrochemical industry. *Journal of Modern Processes in Manufacturing and Production*, 5(1), 53–67.
- Shafique, M. N. (2017). Developing the hybrid multi criteria decision making approach for green supplier evaluation. In *International Conference on Next Generation Computing Technologies* (pp. 162–175). Springer, Singapore.
- Thakker, Sh. Rane, S. (2018). Implementation of green supplier development process model in Indian automobile industry. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 29 Issue: 5, pp.938-960.
- Xu, Y., & Peng, Q. (2018). An empirical study on the relationship between green supplier development and firm performance. *American Journal of Industrial and Business Management*, 8(4), 930-945. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2018.84064>
- Yazdani, M., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K., & Zolfani, S. H. (2017). Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3728–3740.