

# ارائه رویکرد ترکیبی ANP-DEMATEL فازی جهت اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده سبز: شرکت دیزل سنگین ایران

عبدالحمید صفایی قادیکلایی<sup>۱\*</sup>، محمدرضا طیبی<sup>۲</sup>، فاطمه حاجی آبادی<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه مازندران، ساری، مازندران، ایران
۲. استادیار گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه مازندران، ساری، مازندران، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه مازندران، ساری، مازندران، ایران

پذیرش: ۹۲/۴/۱۰

دریافت: ۹۱/۶/۱۸

## چکیده

در محیط تجاری جدید، خرید فعالیتی حیاتی در ایجاد ارزش افزوده برای محصولات و عاملی تعیین‌کننده برای بقا و سودآوری است. با توجه به مسائل زیست محیطی، فرایند خرید، پیچیده‌تر می‌شود چرا که در خرید سبز باید علاوه بر معیارهای سنتی مانند هزینه، کیفیت، زمان تدارک و انعطاف‌پذیری، مسئولیت زیست‌محیطی تأمین‌کننده نیز مدنظر قرار گیرد. در نتیجه این امر بر اهمیت عملکرد زیست‌محیطی تأمین‌کنندگان بیش از پیش افزوده شده و شناسایی مجموعه‌ای از معیارهای سبز و انتخاب تأمین‌کنندگان بر آن اساس امری ضروری در طی زنجیره تأمین تبدیل شده است.

در این پژوهش پس از بومی‌سازی مدل جامع بویوکوزکان و سیفسی (۲۰۱۱) که به ارزیابی تأمین‌کنندگان سبز می‌پردازد با استفاده از تکنیک‌های ترکیبی ANP-DEMATEL به تعیین اهمیت معیارهای مدل پرداخته شد. به این منظور نظریات شش نفر از خبرگان شرکت دیزل سنگین ایران با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری شده تجزیه و تحلیل آن‌ها از طریق نرم‌افزارهای اکسل و متلب صورت گرفته است. با توجه به معیارهای موجود در این مدل (سازماندهی، عملکرد مالی، سطح خدمت، تکنولوژی و شایستگی سبز)، یافته‌های پژوهش بیانگر اولویت بالای معیار سازماندهی در انتخاب تأمین‌کننده سبز است و معیارهای عملکرد مالی، تکنولوژی، سطح خدمت و شایستگی‌های سبز، به ترتیب از اولویت‌های بعدی برخوردار هستند.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی عملکرد، تأمین‌کننده سبز، ANP، DEMATEL.

## ۱- مقدمه

در سال‌های اخیر توجه و تأکید زیادی بر انتخاب تأمین‌کنندگان شده است [۱، صص ۲۱-۲۷]. در فضای تولیدی جدید، تأمین‌کننده بخش اساسی زنجیره تأمین است و انتخاب تأمین‌کننده مناسب به شرکت کمک می‌کند تا محصولات با کیفیت مناسب را به مقدار مورد نیاز با قیمت مناسب و در زمان مورد نیاز فراهم آورد [۲، صص ۱۱۷۰-۱۱۶۱]. ارزیابی و انتخاب مؤثر تأمین‌کنندگان مسئولیت مهمی است که باید همواره مد نظر قرار گیرد. حیاتی بودن این موضوع به واسطه آثاری است که بر محصولات نهایی سازمان‌ها می‌گذارد [۱، صص ۲۷-۳۱]. جهت بهبود عملکرد و کنترل ریسک‌های موجود، نیاز به مدیریت تأمین‌کننده احساس می‌شود و لازم است که ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده با توجه به معیارهای سازگار با محیط زیست صورت گیرد [۳]. همکاری با تأمین‌کنندگانی که از لحاظ اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی قوی هستند، عملکرد زنجیره تأمین را بهبود می‌بخشد. شرکت‌ها نیاز به تأمین‌کنندگانی دارند که معیارهای زیست‌محیطی را قبول داشته باشند و هزینه اتلاف در سیستم‌های عملیاتی خود را مورد ارزیابی قرار دهند تا کیفیت زیست‌محیطی محصولات شرکت را تضمین نمایند. در واقع تأمین‌کنندگان سبز و انتخاب و ارزیابی آن‌ها فرایندهای حیاتی در یک زنجیره تأمین هستند [۴، صص ۱۷۴-۱۶۶].

پژوهش‌های فراوانی روی انتخاب تأمین‌کننده و معیارهای مهم این فعالیت صورت گرفته است، اما تعداد بسیار کمی از این مطالعات در کشور به معیارهای سبز و یا زیست‌محیطی توجه داشته‌اند. از طرفی با توجه به موقعیت کشور از لحاظ آلودگی آب و هوا و محدودیت منابع، توجه به اصول سبز و رعایت آن در طی زنجیره تأمین امری حیاتی است. از این رو جهت پر کردن شکاف مزبور و بهبود نسبی مشکلات موجود از مدل مفهومی بویوکوزکان و سیفسی (۲۰۱۱) برای شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای سنجش تأمین‌کننده سبز استفاده خواهیم کرد؛ به عبارت‌تدر این پژوهش به دنبال ارائه چارچوبی کاربردی از معیارهای سبز جهت انتخاب تأمین‌کنندگان زیست‌سازگار در شرکت دیزل سنگین ایران هستیم. در راستای دستیابی به این هدف پس از بومی‌سازی مدل نامبرده و شناسایی معیارهای مهم از دید

خبرگان شرکت دیزل سنگین، این معیارها با استفاده از روش ترکیبی ANP-DEMATEL اولویت‌بندی شده است تا مهم‌ترین معیارها برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده-که عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی شرکت را بهبود می‌بخشد- مشخص شود. یافته‌های پژوهش بیانگر اولویت بالای معیار سازماندهی در انتخاب تأمین‌کننده سبز است و معیارهای تکنولوژی، عملکرد مالی، سطح خدمت و شایستگی‌های سبز، به ترتیب از اولویت‌های بعدی برخوردار هستند.

## ۲- بیان مسئله

در سده‌های اخیر توسعه صنعتی جای خود را به توسعه پایدار داده و پیامدهای زیست‌محیطی و جابگو نبودن منابع کره زمین به دغدغه اصلی بشر تبدیل شده است. مدیران صنایع به‌ویژه در کشورهای پیشرفته به دنبال روش‌هایی هستند که ضمن حمایت از محیط‌زیست، عملکرد سازمان خود را افزایش دهند. در این راستا توجه به زنجیره تأمین سبز، راهگشاست [۵، صص ۲۶-۳۳]. زنجیره تأمین سبز نوعی زنجیره تأمین است که در آن الزامات زیست‌محیطی رعایت می‌شود و محصولات پس از عمر مفید به زنجیره تأمین برمی‌گردند [۶] که هدف اصلی آن کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی از بالا دست تا پایین دست زنجیره تأمین می‌باشد.

در گذشته یک شرکت می‌توانست از راه اجرای فعالیت‌های SCM، مزیت رقابتی به دست آورد، اما امروزه به‌علت فشار مشتریان و نگرانی فزاینده آن‌ها در مورد مسائل زیست‌محیطی، شرکت‌ها مجبورند زنجیره تأمین سنتی خود را با مدیریت زیست‌محیطی ادغام کنند [۷]. مواد خطرناکی که در مواد خام تهیه شده به‌وسیله تأمین‌کننده وجود دارد ممکن است آثار زیست‌محیطی جدی بر زنجیره تأمین وارد کنند [۲، صص ۱۱۷۰-۱۱۶۱]. بنابراین ضروری است شرکت‌ها تأمین‌کنندگانشان و تأمین‌کنندگان تأمین‌کنندگانشان را مورد ممیزی قرار دهند تا اطمینان پیدا کنند که هر شرکتی (چه محلی و چه جهانی) که روی محصولات خود اثرگذار است، با رهنمودهای سبز سازگاری دارد [۸]. بنابراین انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب با در نظر داشتن معیارهای سبز در کنار معیارهای سنتی، موضوعی بسیار حیاتی در طول زنجیره می‌باشد.



### ۳- مروری بر پژوهش‌های مشابه

ارزیابی تأمین‌کنندگان سبز یکی از فرایندهای مهم در یک زنجیره تأمین سبز است. در یک مدل جامع برای انتخاب تأمین‌کننده لازم است تا همه عوامل سنتی و زیست‌محیطی با هم ترکیب شوند تا مناسب‌ترین تأمین‌کننده که در همه جنبه‌های مهم خوب عمل می‌کند، شناسایی شود [۴]، صص ۱۷۴-۱۶۴]. به‌تازگی مطالعات متعددی در زمینه شناسایی معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده سبز به‌خصوص در خارج از کشور به انجام رسیده است که خلاصه‌ای از برخی از جدیدترین آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ مروری بر ادبیات پژوهش

معیارهای مورد مطالعه	سال	محققان	ردیف
کنترل آلودگی، مدیریت فرایند سبز، مدیریت محیط زیست، مدیریت قانونگذاری، محصول زیست سازگار و تصویر سبز در جامعه	۲۰۰۹	تازکایاو همکاران <sup>۱</sup> [۹]، صص ۴۹۰- [۴۷۷]	۱
مدیریت خرید: الزام‌های خرید سبز، فهرست موجودی مواد جایگزین، مدیریت تأمین‌کنندگان؛ مدیریت R&D: قابلیت‌های طراحی سبز، فهرست موجودی مواد خطرناک، قابلیت‌های تبعیت از قوانین؛ مدیریت فرایند: مدیریت مواد خطرناک، ممانعت از اختلاط مواد، ممیزی فرایند، بازرسی پیش از حمل؛ کنترل کیفیت مواد و قطعات جدیدالورود: استاندارد کنترل کیفیت مواد و قطعات جدیدالورود، وسایل آزمایش، ثبت کنترل کیفیت مواد ورودی مدیریت سیستم: سیستم مدیریت کیفیت، سیستم مدیریت زیست‌محیطی (EMS)، سیستم مدیریت مواد خطرناک، سیستم‌های اطلاعاتی	۲۰۰۹	هسو و هو <sup>۲</sup> [۱۰]، صص [۲۵۵-۲۶۴]	۲

ادامه جدول ۱

<p>کیفیت: گواهینامه‌های کیفیتی، توانایی مدیریت کیفیت، توانایی رسیدگی به مسائل کیفیتی غیر عادی؛ توانمندی‌های تکنولوژیک: سطح تکنولوژی، توانمندی‌های R&amp;D، طراحی و توانایی پیشگیری از آلودگی؛ کنترل آلودگی: انتشار گازها، فاضلاب، ضایعات جامد، مصرف انرژی، استفاده از مواد مضر و پر خطر؛ مدیریت زیست محیطی: گواهینامه‌های زیست‌محیطی، نظارت پیوسته و میزان پذیرش قوانین، فرایند کنترل درونی، برنامه‌ریزی فرایند سبز؛ محصول سبز: بازیافت، بسته‌بندی سبز، هزینه اجزای زباله؛ شایستگی‌های سبز: استفاده از مواد سبز، توانایی تغییر فرایند و محصول برای کاهش آثار بر منابع طبیعی، مسئولیت اجتماعی، نسبت مشتریان سبز به کل مشتریان.</p>	<p>۲۰۰۹</p>	<p>لی و همکاران<sup>۳</sup> [۱۱] لی و همکاران<sup>۴</sup> [۱۱]</p>	<p>۳</p>
<p>سیستم مدیریت زیست محیطی، نزدیکی روابط با تأمین‌کننده، سودآوری تأمین‌کننده، نرخ موفقیت محصولات سبز R&amp;D (میانگین ۳ سال گذشته) و کاهش مصرف مواد خطرناک در فرایند تولید؛</p>	<p>۲۰۱۰</p>	<p>تی سنگ و چپو<sup>۵</sup> [۱۲، صص ۱۰-۱] [۱]</p>	<p>۴</p>
<p>تکنولوژی زیست‌سازگار، استفاده از مواد اولیه زیست‌سازگار، سهم بازار سبز، همکاری و مشارکت با شرکت‌هایی که مسائل زیست‌محیطی را رعایت می‌کنند، تعهد مدیریت در اجرای روش‌های زیست‌سازگار، تبعیت از سیاست‌های زیست محیطی و مشارکت در طرح‌های زیست‌سازگار، آموزش کارکنان، طراحی فرایند ناب، طراحی با توجه به محیط، گواهینامه‌های زیست محیطی و پیشقدمی در کنترل آلودگی.</p>	<p>۲۰۱۰</p>	<p>اوستی و همکاران<sup>۶</sup> [۱۳، صص ۳۷۸-۳۷۰]</p>	<p>۵</p>
<p>کیفیت: نرخ بازگشت مواد ورودی به‌وسیله کنترل کیفیت، تعهد مدیریت به کیفیت، اجرای فعالیت‌های بهبود فرایند، سیاست‌های وارانته و ...، تضمین کیفیت؛ هزینه: ارزش عملکرد قیمت محصول از لحاظ تحویل و کیفیت عرضه‌کننده، سازگاری سطح قیمت با میانگین بخشی، هزینه حمل؛ تحویل: نرخ تکمیل سفارش، زمان انتظار، فرکانس سفارش؛ خدمات: پاسخگویی، مدیریت موجودی، تمایل به حل ناسازگاری‌ها، قابلیت طراحی؛ محیط: نیازمندی‌های طراحی محیطی برای محصولات انرژی‌بر، مواد شیمیایی که به لایه اوزون آسیب می‌رسانند، محدودیت مواد خطرناک، ISO14001، ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی؛ مسئولیت اجتماعی شرکت: منافع و حقوق کارکنان، حقوق دینفعان، افشای اطلاعات غیر مالی، احترام به قوانین و مقررات.</p>	<p>۲۰۱۰</p>	<p>کوو و همکاران<sup>۷</sup> [۲، صص ۱۱۷۰-۱۱۶۱]</p>	<p>۶</p>



ادامه جدول ۱

معیارهای مورد مطالعه	سال	محققان	ع.ع.
کیفیت، وضعیت مالی، لجستیک، مسائل زیست محیطی و امکانات IT	۱۳۸۹	جوانشیر و همکاران [۶]	۷
شایستگی‌های زیست‌محیطی، تکنولوژی، سطح خدمت، وضعیت مالی و شیوه سازماندهی شرکت‌های تأمین‌کننده.	۲۰۱۱	بویوکوزکان و سیفسی <sup>۸</sup> [۴، صص ۱۷۴-۱۶۴]	۸
بعد برنامه‌ریزی: نظارت بر نشر کربن، سیاست‌ها و قوانین مرتبط با کربن، اهداف کاهش کربن، ارزیابی ریسک کربن، آموزش‌های مرتبط با مدیریت کربن و مدیریت هزینه چرخه عمر محصول بعد اجرا و پیاده‌سازی: کاهش انتشارات کربن، مشارکت در فعالیت‌های مدیریت کربن، سیستم‌های مدیریت اطلاعات مرتبط با کربن و همکاری با تأمین‌کنندگان بعد مدیریت: حسابداری مرتبط با کربن، ممیزی و شناسایی کربن و گزارش و فاش‌سازی کربن	۲۰۱۱	هسو و همکاران <sup>۹</sup> [۱۴]	۹
تصویر سبز، بازیافت محصول، طراحی سبز، مدیریت زنجیره تأمین سبز، هزینه تصفیه آلودگی و ارزیابی عملکرد زیست محیطی	۲۰۱۱	یه و چوانگ <sup>۱۰</sup> [۱۵، صص ۴۲۵۳-۴۲۴۴]	۱۰

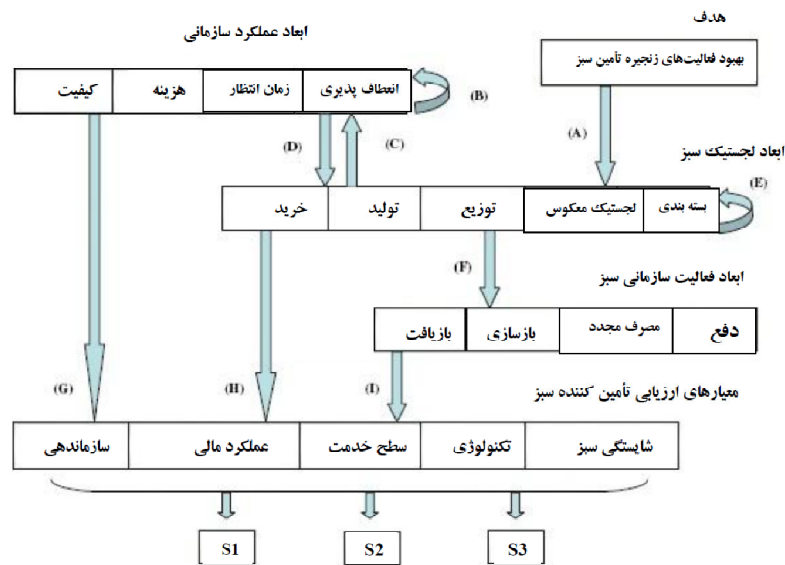
۴- روش پژوهش

در پژوهش حاضر، پس از گفتگو با مدیر پروژه شرکت، شش نفر از کارشناسان شرکت به‌عنوان خبره انتخاب شدند. داده‌ها با استفاده از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی (پرسشنامه) جمع‌آوری شده‌اند. برای جمع‌آوری داده‌ها از دو نوع پرسشنامه استفاده شده است. پرسشنامه اولیه منظور بومی‌سازی مدل پژوهش بویوکوزکان و سیفسی (شکل ۱) و شناسایی معیارهای مهم مؤثر بر انتخاب تأمین‌کننده سبز، بین خبرگان توزیع و از آنان خواسته شد درجه اهمیت عناصر موجود در مدل را براساس طیف ساعتی از ۱ (اهمیت بسیار ناچیز) تا ۱۰ (اهمیت بسیار زیاد)

مشخص نمایند و چنانچه عنصر و یا معیار دیگری که از نظر آنان اهمیت داشته و در مدل نیامده است، ذکر کرده و روی طیف مذکور به آن عامل نمره دهند. تمامی عناصر و معیارهایی که میانگین درجه اهمیت آنها بالاتر از هفت بود در مدل باقی ماندند و عناصری که نمره لازم را نیاوردند از مدل حذف شدند.

لازم به ذکر است که پس از بومی‌سازی مدل نامبرده، عامل کاهش در خوشه ابعاد فعالیت سازمانی سبز، امتیاز مورد قبول (بالای ۷) را نیاورد و از مدل حذف شد.

پرسشنامه دومی که بین خبرگان توزیع شد، از دو بخش تشکیل شده است. بخش اول شامل انجام مقایسه‌های زوجی مرتبط با تعیین درجه اهمیت عناصر مدل نسبت به یکدیگر بوده و بخش دوم مرتبط با درجه اثرگذاری عناصر موجود در خوشه‌هایی که روابط درونی داشته و بر هم اثرگذارند، می‌باشد. این پرسشنامه نیز بین شش نفر خبره مذکور توزیع و جمع‌آوری شده است. همانطور که پیش از این نیز ذکر شد با استفاده از روش ANP و DEMATEL فازی به تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده پرداختیم که در ادامه به توضیح آن‌ها خواهیم پرداخت.



شکل ۱ مدل پژوهشی بویوکوزکان و سیف‌سی (۲۰۱۱)



## ۵- روش‌های چندمعیاره فازی (MCDM)

در محیط بسیار پیشرفته امروز که تصمیم درست، علمی و به موقع نقش تعیین‌کننده‌ای در شکست یا موفقیت هر پروژه‌ای دارد، مسئله تصمیم‌گیری به عنوان چالشی در دهه‌های اخیر مطرح شده است. از این رو کاربرد فنون و روش‌های تصمیم‌گیری، به خصوص روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در مسائل مختلف متداول شده است که به فراخور نیاز مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۶، صص ۸۷-۱۱۵].

### ۵-۱- فازی بودن

منطق فازی طیف وسیعی از تئوری‌ها و تکنیک‌ها را شامل می‌شود که اساساً بر پایه ۴ مفهوم بنا شده است: مجموعه‌های فازی، متغیرهای کلامی، توزیع احتمال (تابع عضویت) و قوانین اگر-آن‌گاه فازی می‌گیرد. مجموعه فازی، مجموعه‌ای است که عناصر آن با درجه عضویت ( $\mu$ ) به آن مجموعه تعلق دارند. در موقعیتی که اطلاعات مورد نیاز کمی باشند، به صورت عددی بیان می‌شوند اما زمانی که پژوهش در فضای کیفی انجام شده و دانش آن دارای ابهام و سربستگی باشد، اطلاعات نمی‌توانند به صورت اعداد دقیق بیان شوند. بیشتر مدیران نیز نمی‌توانند یک عدد دقیق را برای بیان عقیده و نظر خود ارائه دهند و به همین جهت است که از ارزیابی‌های کلامی به جای ارزش‌های عددی خاص استفاده می‌کنند [۱۷].

### ۵-۲- فرایند تحلیل شبکه (ANP)

فرایند تحلیل شبکه‌ای در سال ۱۹۷۱ به وسیله ساعتی توسعه داده شد. هدف آن نیز ساختارمند کردن فرایند تصمیم‌گیری با توجه به یک سناریو متأثر از فاکتورهای چندگانه مستقل از هم بود. این تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) را به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری چندمعیاره به وسیله جایگزینی شبکه به جای سلسله مراتب بهبود می‌بخشد [۱۸، صص ۳۱-۶۷]. همانطور که AHP بستری را برای ساختارهای سلسله مراتبی با روابط یک‌سویه فراهم می‌کند، ANP نیز روابط پیچیده شبکه‌ای بین سطح‌های مختلف تصمیم و معیارها را اجازه می‌دهد [۱۹، صص ۶۳-۷۶]. اگرچه افراد خبره از شایستگی‌ها و توانایی‌های ذهنی خود برای انجام مقایسات استفاده می‌کنند، اما باید به این نکته توجه داشت که فرایند تحلیل سلسله مراتبی و یا شبکه‌ای (مقایسه‌های زوجی)



امکان انعکاس سبک تفکر انسانی را به‌طور کامل ندارد؛ به‌عبارت بهتر استفاده از مجموعه‌های فازی، سازگاری بیشتری با توضیحات زبانی و گاهی اوقات مبهم انسانی دارد. بنابراین بهتر است که با استفاده از مجموعه‌های فازی به پیش‌بینی بلندمدت و تصمیم‌گیری در دنیای واقعی پرداخت [۲۰]. روش ANP به‌منظور نرخ‌گذاری و رتبه‌بندی ترجیحات، از ماتریس مقایسه‌های زوجی استفاده می‌کند که داده‌های ورودی آن، اعداد قطعی است. در مواردی که داده‌های ورودی با ابهام روبه‌رو هستند نمی‌توان از این ماتریس استفاده کرد. برای حل این مسئله، محققان مدلی را ارائه کردند که از روش ANP در محیط فازی بهره می‌گیرد. تفاوت مدل ارائه شده با روش ANP معمولی در استخراج اوزان اهمیت از ماتریس مقایسات زوجی می‌باشد و سایر گام‌های آن با روش ANP معمولی یکسان است [۲۱، صص ۴۶-۲۷].

### ۳-۵- روش DEMATEL

روش DEMATEL به‌وسیله برنامه علوم و بشر انستیتو BattelleMemorial ژنو، بین سال‌های ۱۹۷۲ و ۱۹۷۶ ایجاد شد این روش‌بازاری عملی و مفید به‌خصوص برای نمایش ساختار پیچیده روابط علی و معلولی به‌وسیله نمودار و یا ماتریس است. ماتریس‌ها و یا نمودارها، روابط مبتنی بر عناصر سیستم را نشان می‌دهند که اعداد روی نمودارها، نمایانگر شدت اثر هر یک از عناصر است [۲۳]. با توجه به اینکه برای استفاده از روش DEMATEL به نظرات کارشناسان نیاز داریم و این نظرات در بردارنده عبارات کلامی مبهم و دو پهلو است، به‌منظور یکپارچه‌سازی و رفع ابهام آن‌ها بهتر است این عبارات به اعداد فازی تبدیل شوند. برای حل این مشکل، لین و وومدلی را ارائه کردند که از روش DEMATEL در محیط فازی بهره می‌گیرد [۲۱، صص ۴۶-۲۷].

### ۴-۵- اجرای روش‌های ANP و DEMATEL

در ادامه مراحل روش ANP فازی و DEMATEL فازی متناسب با ساختار پژوهش توضیح داده می‌شود.

#### ۵-۴-۱- گام اول: پایه ریزی مدل و ساخت شبکه

همانطور که پیش از این ذکر شد، در این پژوهش از مدل پژوهش بویوکوزکان و سیفسی (۲۰۱۱) استفاده شد که در شکل ۱ آمده است.

#### ۵-۴-۲- گام دوم: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و بردارهای اولویت

در ANP نیز همانند روش AHP، اهمیت نسبی زوج‌های عناصر تصمیم‌گیری در هر خوشه و بردار اولویت خوشه‌ها، به‌طور مستقیم از طریق مقایسه‌های زوجی و تحت کنترل معیارهای مربوطه به دست می‌آید. به این ترتیباً تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی به ازای هر عنصر و سپس محاسبه بردارویژه متناظر با آن، میزان تأثیر عناصر دیگر بر عنصر مورد نظر را محاسبه می‌کنیم. به‌منظور مقایسه اهمیت عناصر هر سطح، شش متغیر زبانی به شرح جدول ۲ تعریف شد.

جدول ۲ طیف اعداد فازی و متغیر زبانی جهت تعیین درجه اهمیت

متغیر زبانی	کاملاً مهم‌تر	خیلی مهم‌تر	مهم‌تر	کمی مهم‌تر	ترجیح بسیار ناچیز	دقیقاً یکسان
مقیاس فازی مثلثی (l, m, u)	(۷،۹،۹)	(۵،۷،۹)	(۳،۵،۷)	(۱،۳،۵)	(۱،۱،۳)	(۱،۱،۱)

جدول ۳ طیف اعداد فازی و متغیر زبانی برای تعیین درجه تأثیرگذاری

متغیر زبانی	تأثیر بسیار بالا	تأثیر بالا	تأثیر پایین	تأثیر بسیار پایین	بی‌تأثیر
مقیاس فازی مثلثی (l, m, u)	(۰،۷، ۰،۹، ۱،۰)	(۰،۵، ۰،۷، ۰،۹)	(۰،۳، ۰،۵، ۰،۷)	(۰،۱، ۰،۳، ۰،۵)	(۰، ۰،۱، ۰،۳)

از طریق توزیع پرسشنامه و طیف تعریف شده نظرات خبرگان را به‌صورت مقایسه‌های زوجی جمع‌آوری کرده و برای جمع‌بندی نظرات خبرگان از میانگین هندسی (در روش

DEMATEL از میانگین حسابی) استفاده نمودیم.

به منظور کنترل نتیجه مقایسه‌ها، نرخ سازگاری برای هر ماتریس محاسبه شد تا سازگاری مقایسه‌های زوجی تخمین زده شود. محاسبه سازگاری قضاوت‌ها در حالت فازی با داده‌های قطعی متفاوت است. یکی از روش‌های محاسبه سازگاری داده‌های فازی، روش گاکوس و بوچر<sup>۱۱</sup> است [۲۳، صص ۱۴۴-۱۳۳] که در این پژوهش، سازگاری قضاوت‌ها با استفاده از آن آزمون می‌شود. پس از آنکه از سازگاری مقایسه‌ها اطمینان حاصل شد، بردارهای اولویت مقایسه‌ها محاسبه می‌شود. روش‌های زیادی برای تخمین وزن‌های فازی  $W_i$  براساس ماتریس نظرات  $A$  وجود دارد، به طوری که مقدار  $W_i = (W_i^l, W_i^m, W_i^u)$  برای  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  حاصل می‌شود. یکی از این روش‌ها، روش لگاریتم حداقل مجزورات است که مبنای محاسبات وزن‌های فازی در این پژوهش می‌باشد. با استفاده از ماتریس‌های قضاوت زوجی، اولویت‌های فازی  $W_k$  تخمین زده می‌شود. این روش برای محاسبه وزن از روابط زیر استفاده می‌کند:

$$W_k = (W_k^l, W_k^m, W_k^u) \quad K=1, 2, \dots, n$$

$$W_k^s = \frac{(\prod_{i=1}^n a_{kj}^s)^{\frac{1}{n}}}{\sum_{i=1}^n (\prod_{i=1}^n a_{ij}^m)^{\frac{1}{n}}} S \in \{l, m, u\} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که  $(\prod_{i=1}^n a_{kj}^s)^{\frac{1}{n}}$  میانگین هندسی به ترتیب عناصر اول، دوم و سوم سه تایی‌های فازی

موجود در هر سطر ماتریس مقایسه زوجی و  $(\prod_{i=1}^n a_{ij}^m)^{\frac{1}{n}}$  میانگین هندسی عناصر میانی تمام مقایسه‌های زوجی موجود در هر سطر می‌باشد. وزن‌های به دست آمده با استفاده از این روش، فازی بوده است که برای قرار گرفتن در سوپر ماتریس با استفاده از یکی از روش‌های دیفازی سازی، به اعداد قطعی تبدیل می‌شود.



### ۵-۴-۳- گام سوم: محاسبه روابط داخلی بین خوشه‌های مدل با استفاده از روش DEMATEL فازی

همانطور که ذکر شد، درجه اهمیت هر عنصر تحت کنترل عنصر دیگر با استفاده از روش ANP اندازه‌گیری شد. حال برای سهولت در کار و کاهش تعداد مقایسه‌های زوجی مورد نیاز، ارتباطات داخلی و درجه تأثیرگذاری عناصر بر هم با روش DEMATEL سنجش می‌شود. با استفاده از این رویکرد ترکیبی، تعداد ماتریس‌های مقایسه زوجی و حجم محاسبه‌ها کاهش یافته و سرعت محاسبه‌ها افزایش و از پیچیدگی آن کاسته می‌شود. مقیاس‌های زبانی فازی برای جمع‌آوری نظرات خبرگان در مورد درجه تأثیرگذاری عناصر برهم به صورت جدول ۳ تعریف شده است. مراحل این روش نیز به صورت زیر است:

- ۱- برای تعیین روابط داخلی، خبرگان مقایسه‌های زوجی را بر اساس اثر و جهت بین متغیرها تنظیم کرده و در ماتریس  $n \times n$  به نام  $A$  به نمایش می‌گذارند که  $a_{ij} = (m_{ij}, u_{ij})$  نمایانگر درجه تأثیر معیار  $i$  بر  $j$  است. این ماتریس اولیه، ماتریس ارتباط مستقیم فازی است.
- ۲- پس از تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم اولیه، باید نرمال‌سازی شود. با توجه ماتریس ارتباط مستقیم اولیه  $A$ ، ماتریس نرمال شده  $X$  با استفاده از رابطه (۲) حاصل می‌شود.

$$\text{Then } S = \frac{1}{\max \sum_{j=1}^n u_{ij}} (m_{ij}, u_{ij})_{i,j}, (a_{ij} = m_{ij}, u_{ij})$$

$$X = S \times A \quad \text{رابطه (۲)}$$

- ۳- پس از آنکه ماتریس نرمال‌ایز شده  $X$  حاصل شد ماتریس روابط کل، با استفاده از روابط زیر قابل محاسبه است که  $L$  ماتریس واحد می‌باشد. اگر  $(m_{ij}, u_{ij}) = X$  باشد سه ماتریس قطعی قابل تعریف است که عناصرش از ماتریس نرمال شده  $X$  استخراج شده‌اند:

$$X_l = \begin{pmatrix} \cdot & l_{12} & l_{13} \\ l_{21} & \cdot & l_{23} \\ l_{31} & l_{32} & \cdot \end{pmatrix} \quad X_m = \begin{pmatrix} \cdot & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & \cdot & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & \cdot \end{pmatrix} \quad X_u = \begin{pmatrix} \cdot & u_{12} & u_{13} \\ u_{21} & \cdot & u_{23} \\ u_{31} & u_{32} & \cdot \end{pmatrix}$$

بر اساس این ماتریس‌های جزئی قطعی، ماتریس ارتباط کلی  $T$  با استفاده از روابط ذیل، محاسبه شده و بصورت ماتریس زیر به نمایش گذاشته می‌شود:

$$T = X(I - X)^{-1} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$T = \begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} \end{pmatrix} t_{ij} = (l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij})$$

$$\text{Matrix } [l'_{ij}] = X_l(I - X_l)^{-1} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$\text{Matrix } [m'_{ij}] = X_m(I - X_m)^{-1} \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$\text{Matrix } [u'_{ij}] = X_u(I - X_u)^{-1} \quad \text{رابطه (۶)}$$

۴- محاسبه ماتریس روابط داخلی: در این گام، پس از دیفازی سازی ماتریس روابط کل، آن را با استفاده از یکی از روش‌های نرمالسازی (در اینجا ساعتی) نرمال نموده تا مجموع هر ستون در ماتریس روابط کل، برابر یک گردد. پس از نرمالسازی، ماتریس روابط درونی جهت جاگذاری در سوپرماتریس غیر وزنی ANP، حاصل خواهد شد. در واقع ماتریس خروجی روش DEMATEL ماتریس ارتباط درونی نامیده می‌شود که به‌عنوان بخشی از سوپرماتریس روش ANP می‌باشد.

#### ۵-۴-۴- گام چهارم: تشکیل سوپرماتریس و حل آن

پس از آنکه ماتریس ارتباط داخلی و بردارهای اولویت محاسبه شد، به تشکیل سوپر ماتریس اقدام می‌شود. سوپر ماتریس، یک ماتریس بخش‌بندی شده است که هر زیر ماتریس از مجموعه روابطی که بین دو خوشه در مدل گرافیکی وجود دارد، تشکیل شده است. با وارد کردن اولویت‌های به دست آمده از ANP فازی و ماتریس روابط داخلی حاصل از DEMATEL فازی در ستون‌های مناسب، سوپر ماتریس اولیه تشکیل می‌شود.

برای حل سوپرماتریس، هر ستون را با تقسیم بر مجموع اعضای ستون نرمال‌سازی می‌کنیم. گام نهایی در این فرایند، به دست آوردن درجه اهمیت هر یک از عناصر موردنظر است. سوپر ماتریس به توانی می‌رسد تا همگرا گردد؛ یعنی تمام عناصر موجود در یک سطر،

مشابه شوند و اولویت‌های کلی حاصل شود. اثر کلی هر عنصر نیز بر دیگر عناصر که با آن اثر متقابل دارد، حاصل آید. بر اساس این ماتریس وزن‌دار، وزن معیارها با توجه به هدف انتخاب بهترین تأمین‌کننده سبزر در ستون هدف نشان داده می‌شود.

### ۶- یافته‌ها

همانطور که در بخش‌های قبلی ذکر شد، هدف این پژوهش شناسایی و تعیین اهمیت معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده سبز با استفاده از روش ترکیبی ANP-DEMATEL می‌باشد. نظرات خبرگان با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری شده و با استفاده از روش میانگین هندسی (در روش DEMATEL از میانگین حسابی) ادغام شدند. ماتریس تجمیع نظرات خبرگان برای تعیین درجه اهمیت معیارهای سنجش تأمین‌کننده سبز تحت معیار کنترلی هزینه برای مثال در جدول ۴ آمده است. برای تعیین وزن معیار سازماندهی تحت این معیار کنترلی به این شکل عمل می‌شود:

جدول ۴ درجه اهمیت معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده سبز تحت کنترل هزینه

هزینه	سازماندهی	عملکرد مالی	سطح خدمت	تکنولوژی	شایستگی سبز
سازماندهی	۱ ۱ ۱	۱ ۱/۳ ۲/۳	۲/۳ ۱/۵ ۲/۳	۱/۳ ۲/۵/۶ ۳/۵	۱/۳ ۲/۱/۶ ۳/۱/۲
عملکرد مالی	۱/۳ ۳/۵ ۱	۱ ۱ ۱	۱/۳ ۱ ۱/۴/۵	۱/۳ ۱ ۱/۱/۲	۱/۱/۳ ۲/۲/۵ ۴
سطح خدمت	۳/۷ ۵/۶ ۱/۱/۲	۵/۹ ۱ ۲	۱ ۱ ۱	۳/۴ ۱/۱/۵ ۲/۱/۲	۱ ۱/۴/۷ ۳/۲/۵
تکنولوژی	۲/۷ ۱/۳ ۳/۴	۷/۸ ۱/۱/۳ ۲	۲/۵ ۱ ۱/۱/۳	۱ ۱ ۱	۱ ۲/۲/۵ ۳/۲/۹
شایستگی سبز	۲/۷ ۱/۳ ۳/۵	۱/۴ ۳/۸ ۲/۴	۲/۷ ۲/۳ ۱	۱/۳ ۳/۷ ۱	۱ ۱ ۱

$$WL = \frac{(1 * \frac{2}{3} * \frac{1}{3} * \frac{2}{3} * \frac{1}{3})}{((1 * \frac{2}{3} * \frac{1}{3} * \frac{2}{3} * \frac{1}{3}) + (\frac{2}{3} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * \frac{2}{3} * \frac{1}{3}) + (\frac{2}{3} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * \frac{2}{3} * \frac{1}{3}) + (\frac{1}{3} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * \frac{2}{3} * \frac{1}{3}) + (\frac{1}{3} * \frac{2}{3} * \frac{2}{3} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3}))}$$

$$W_{EC1}^M = \frac{\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix}}{\left( \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix} \right)}$$

$$W_{EC1}^U = \frac{\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix}}{\left( \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{pmatrix} \right)}$$

حال پس از دیفازی سازی وزن فازی (۰/۳۰۳، ۰/۱۲۳/۱۹۸، ۰/۰) درجه اهمیت معیار سازماندهی تحت کنترل کاهش هزینه حاصل می‌شود:

$$W_{EC1} = 0/322$$

اوزان سایر معیارها نیز تحت کنترل کاهش هزینه به صورت زیر حاصل شده است:

$$W_{EC2} = 0/213$$

$$W_{EC3} = 0/243$$

$$W_{EC4} = 0/193$$

$$W_{EC5} = 0/113$$

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت زمانی که هدف کاهش هزینه است، معیار سازماندهی مهم‌ترین عامل در انتخاب تأمین‌کننده بوده و معیارهای سطح خدمت، عملکرد مالی، تکنولوژی و شایستگی‌های سبز از اولویت‌های بعدی برخوردارند.

به منظور تعیین وزن هریک از سطوح مدل تحت کنترل سطح بالاتر به همین ترتیب عمل می‌کنیم که به علت حجیم بودن محاسبه‌ها در اینجا آورده نشده است.

با توجه به مدل پژوهش، دو خوشه ابعاد عملکرد سازمانی و ابعاد لجستیک سبز روابط داخلی دارند که جهت تعیین درجه تأثیرگذاری آن‌ها از روش DEMATEL استفاده شد، برای مثال با توجه به روابط (۲، ۳، ۴، ۵ و ۶) ماتریس ارتباط داخلی مربوط به ابعاد لجستیک سبز

جهت جاگذاری در سوپرماتریس اولیه به شکل جدول حاصل شده است.

جدول ۵ ماتریس ارتباط داخلی مربوط به ابعاد لجستیک سبز

بسته‌بندی	لجستیک معکوس	توزیع	تولید	خرید	
۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۳۳	۰	خرید
۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۹	۰	۰/۳۱	تولید
۰/۲۴	۰/۱۹	۰	۰/۲۱	۰/۱۷	توزیع
۰/۲۲	۰	۰/۲	۰/۲۱	۰/۲۷	لجستیک معکوس
۰	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲۵	بسته‌بندی

از این رو با استفاده از ماتریس‌های ارتباط داخلی و بردارهای اولویت محاسبه شده به تشکیل سوپرماتریس اولیه اقدام می‌نماییم.

براساس روابط ذکر شده درگام چهارم بخش (۵-۴) به سوپر ماتریس نهایی دست پیدا می‌کنیم.

عناصر موجود در هر سطر سوپرماتریس بیانگر اهمیت هر معیار تحت کنترل هدف کلی ماست.

اوزان نهایی مربوط به هر یک از معیارهای انتخاب تأمین‌کننده سبز در سطر سوپر ماتریس نهایی هر معیار، مشخص شده که به قرار زیر است:

سازماندهی: ۰/۲۹۷      عملکرد مالی: ۰/۲۰۲      سطح خدمت: ۰/۱۶۶  
 تکنولوژی: ۰/۱۸۳      شایستگی‌های سبز: ۰/۱۵۱



جدول ۶ سوپر ماتریس نهایی تحت کنترل هدف کلی

سوپر ماتریس نهایی	GOAL	GL۱	GL۲	GL۳	GL۴	GL۵	OP۱	OP۲	OP۳	OP۴	GOA۱	GOA۲	GOA۳	GOA۴	EC۱	EC۲	EC۳	EC۴	EC۵	
OGOA L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
GL۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
GL۲	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
GL۳	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
GL۴	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
GL۵	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
OP۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
OP۲	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
OP۳	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
OP۴	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
GOA۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
GOA۲	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
GOA۳	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
GOA۴	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
EC۱	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷	-۰/۲۹۷
EC۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲	-۰/۲۰۲
EC۳	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶
EC۴	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۳
EC۵	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱	-۰/۱۵۱

### ۷- نتیجه‌گیری

در این مقاله رویکردی ترکیبی از روش‌های ANP و DEMATEL برای تعیین اهمیت معیارهای مؤثر بر انتخاب تأمین‌کننده سبز در شرکت دیزل سنگین ایران پیشنهاد شده است. استفاده از رویکرد ترکیبی ANP-DEMATEL فازی سبب کاهش حجم محاسبه‌ها و پیچیدگی پژوهش شده است. همچنین این پژوهش با استفاده از مفاهیم فازی، عبارتهای کلامی را به صورت عبارتهایی با زبان طبیعی و محاوره‌ای به کار برده و به خبرگان اجازه داده تا تحلیل‌های



مناسب‌تر و دقیق‌تری روی موضوع پژوهش اعمال کنند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که از نظر خبرگان شرکت دیزل سنگین ایراندر راستای انتخاب تأمین‌کننده با ملاحظات زیست‌محیطی، معیار سازماندهی از همه مهم‌تر بوده و پس از آن عملکرد مالی، تکنولوژی، سطح خدمت و شایستگی‌های سبز، به‌ترتیب از اولویت‌های بعدی برخوردار هستند. در این پژوهش این معیار علی‌رغم اهمیت فراوان مسائل زیست‌محیطی در سال‌های اخیر اولویت پایینی کسب کرده است. علت آن را شاید آگاهی نداشتن صنایع و مردم از مسائل و مشکلات زیست‌محیطی، عدم فرهنگ‌سازی در این راستا و همچنین مشکلات و مسائل اقتصادی شرکت‌های تولیدی است.

در پایان پیشنهادهای در راستای رفع این مشکلات به دولت ارائه می‌شود:

- جلوگیری از آلودگی هوا و محیط زیست از طریق وضع برخی مجازات‌ها برای کارخانجات و نیروگاه‌ها و همچنین معرفی و تقدیر از صنایع و کارخانجات سبز - ایجاد فناوری پاک و تشویق صنایع برای به‌کارگیری این فناوری‌ها
- وضع مالیات‌های زیست محیطی بر تولیدکنندگان برای تخصیص بهینه منابع در دست و شرکت در فعالیتهای با آلودگی کمتر
- ایجاد تسهیلات مناسب برای کارخانجات و صنایع برای ایجاد شبکه‌های لجستیک معکوس تا محصولات پس از عمر مفید دوباره وارد جریان تولیدی جدید شده، بازیافت شود و همچنین تدوین ضوابط دفن بهداشتی زباله

## ۸. پی‌نوشت‌ها

1. Tuzkaya, G., Ozgen, A., Ozgen, D., & Tuzkaya, U. R.
2. Hsu & Hu
3. Lee, A.H., Kang, H.Y., Hsu, C.F., & Hung, H.C
4. Tseng & Chiu
5. Awasthi, A., Chauhan, S. and Goyal, S.K
6. Kuo, R.J, Wang Y.C., & Tien F.C
7. Buyukozkan & Cifci
8. Hsu, C.W., Kuo, T.C., Chen, C.H., And Hu, A.H.
9. Yeh & Chuang
10. Gogus, O., & Boucher

## ۹- منابع

- [1] Narasimhan R., Ttalluri S., Mendez D.; "Supplier evaluation and rationalization via data envelopment analysis: An empirical examination"; *Journal of Supply Chain Management*. 4(5), 2001.
- [2] KuoR J., Wang Y.C., Tien F.C., "Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection"; *Journal of Cleaner Production* 18, 2010.
- [3] BuyukozkanG., CifciG.; "A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers"; *Expert Systems with Applications*, doi:10.1016/j.eswa.2011.08.162, 2011(a).
- [4] Buyukozkan G., CifciG.; "A novel fuzzy multi-criteria decisionframework for sustainable supplier selection with incomplete information"; *Computers in Industry* 62, doi:10.1016/j.compind.2010.10.009, 2011(b).
- [5] Chiniforoosh H., Skeikh Zaded H., "Relationship between Organization's Function and Green Supply Chain"; *Production and Discovery*, No.69, 2010 [In Persian].
- [6] Javanshir H., Taghavi-fard M.T., Nirorang M., Nemati R., "Assessment of an automobile factory's providers according to green supply chain's criteria by using PCA"; *The First International Conference, Managemen on Creativity and Entrepreneurship*, Shiraz, 2010 [In Persian].
- [7] Chiou T.Y., Chan H.K., Lettice F., Chung S.H.; "The influence of greening the suppliers and green innovation on environmental performance and competitive advantage in Taiwan" ;*Transportation Research, Part E47*, 822–836, doi:10.1016/j.tre.2011.05.016, 2011.
- [8] Andic E., Yurt O., Baltacioglu T.; "Green supply chains: Efforts and potential applications for the Turkish market"; *Conservation and Recycling*, 58, 50– 68, doi:10.1016/j.resconrec.2011.10.008, 2012.
- [9] Tuzkaya G., Ozgen A., Ozgen D., Tuzkaya U. R.; "Environmental performance



- evaluation of suppliers: A hybrid fuzzy multi-criteria decision Approach", *International Journal of Environmental Science and Technology*, 6, 2009.
- [10] Hsu C.W., Hu A.H.; "Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process"; *Journal of Cleaner Production*, 17, doi:10.1016/j.jclepro.2008.05.004, 2009.
- [11] Lee A H., Kang H.Y., Hsu C.F., Hung H.C.; "A green supplier selection model for high-tech industry", *Expert Systems with Applications*, 36, 7917–7927, doi:10.1016/j.eswa.2008.11.052, 2009.
- [12] Tseng M.L., Chiu A.S.; "Evaluating firm's green supply chain management in linguistic preferences", *Journal of Cleaner Production*, doi: 10.1016/j.jclepro.2010.08.007, 2010.
- [13] Awasthi A., Chauhan S., Goyal S K.; "A fuzzy multicriteria approach for evaluating environmental performance of suppliers"; *Production Economics*, 126, doi:10.1016/j.ijpe.2010.04.029, 2010.
- [14] Hsu C.W., Kuo T.C., Chen C.H., Hu A.H.; "Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management"; *Journal of Cleaner Production*, No.1-9, doi:10.1016/j.jclepro.2011.09.012, 2011.
- [15] Yeh W.H., Chuang M.C.; "Using multi-objective genetic algorithm for partner selection in green supply chain problems"; *Expert Systems with Applications* 38, doi:10.1016/j.eswa.2010.09.091, 2011.
- [16] Danesh Shakib M., Fazli S., "Differentiate of successful and unsuccessful companies by using compound method (FAHP- TOPSIS) in Tehran's Stock Exchange"; *Iran's Managing Sciences Quarterly*, No.15, 2009 [In Persian].
- [17] Sabeti, Saleh A.; "Presentation of multi-criteria decision making model for rating the applicant companies of bank's financial ensuring (case study: Fifty best companies of Tehran's Stock Exchange)"; *Collection of Second International Conference on Financial Order Developing in Iran*, Tehran ,

2010 [In Persian].

- [18] Azar A., Nahavandi B., Rajab-Zadeh A., "Planning and improving the quality performance expansion by using fuzzy analytic network process and goal programming"; *Humanity Science Quarterly*; No.4, 2007 [In Persian].
- [19] Najafi A., "Application of Analytic Network Process (ANP) in analysis of the structural challenges and organization's executive environment in projects management"; *International of Industrial Engineering Journal and Production Management*, No.1, Vol.21, 2010 [In Persian].
- [20] Akbari M., Mehrgan M., "Using fuzzy analytic hierarchy process for selection of organizational project basket; Case study"; *The Fifth of International Conference of Industrial Engineering*, Tehran, 2007 [In Persian].
- [21] Nakhaei Kamal-abadi A., Bagheri M. ; "Presentation of an outsourcing decision making model of production activities by using ANP and DEMATEI techniques in fuzzy environment"; *Industry Manegment Journal of the Humanities College of Islamic Azad University (Sanandaj Unit)*, Third year, No. 5, 2008 [In Persian].
- [22] Jeng D.J., Tzeng G.H.; "Social influence on the use of clinical decision support systems: Revisiting the Unified Theory of acceptance and use of technology by the fuzzy DEMATEL technique"; *Computers & Industrial Engineering*, 4, doi:10.1016/j.cie.2011.12.016, 2012.
- [23] Gogus O., Boucher T.O.; "Strong transitivity, rationality and weak monotonicity in fuzzy pairwise comparisons"; *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 94, 1998.