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

عبدالحمید صفایی قادیکلایی[۱*]، محمدرضا طبیبی[۲]، فاطمه حاجی آبادی[۳]

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

دریافت: ۹۱/٦/۱۸ پذیرش: ۹۲/٤/۱۰

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 سبزباید 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 اساسبه 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-DEMATELبه تعیین اهمیت معیارهای مدل پرداخته شد. به این منظورنظرهای شش نفر از خبرگان شرکت دیزل سنگین ایران با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری شده وتجزیه 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، به‌ترتیب از اولویت‌های بعدی برخوردار هستند.

---

* نویسنده مسؤول مقاله: E-mail: Ab.safaei@umz.ac.ir

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

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر توجه و تأکید زیادی بر انتخاب تأمین‌کنندگان شده است[۱،صص-۳۱ 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 فرآهم آورد[۲، صص۱۱۷۰-۱۱٦۱]. ارزیابی و انتخاب مؤثر تأمین‌کنندگان مسئولیت مهمی است که باید همواره مد نظر قرار گیرد. حیاتی بودن این موضوع به‌واسطه 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 انتخاب‌تأمین‌کننده 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 بهبودمی‌بخشد. 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[٤، صص۱۷٤-۱٦٤].

پژوهش‌های فراوانی روی انتخاب تأمین‌کننده و معیارهای مهم این فعالیتصورت گرفته است، اما تعداد بسیار کمی از این مطالعات در کشور به معیارهای سبز و یا زیست محیطی 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 موجوداز مدل مفهومی بویوکوزکان و سیفسی(۲۰۱۱) برای شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای سنجش تأمین‌کننده سبزاستفاده خواهیم کرد؛ به‌عبارتیدر این پژوهش به دنبال ارائه چارچوبی کاربردی از معیارهای سبز جهت انتخاب تأمین‌کنندگان زیست سازگار 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، به‌ترتیب از اولویت‌های بعدی برخوردار هستند.

۲- بیان مسئله

در سده‌های اخیر توسعه صنعتی جای خود را به توسعه پایدار داده وپیامدهای زیست محیطی و جوابگو 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 ۳۳-۲٦]. زنجیره تأمین سبز نوعی زنجیره تأمین است که در آن الزامات زیست محیطی رعایت می‌شود و محصولات پس از عمر مفیدبه زنجیره تأمین برمی‌گردند[٦] که هدف اصلی آن کاهش آلودگی‌های زیست محیطی 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 زیست محیطی، شرکت‌ها مجبورند زنجیره تأمین سنتی خود را با مدیریت زیست محیطی 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 ۱۱۷۰-۱۱٦۱].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 سبزسازگاری 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[٤، صص ١٧٤-١٦٤]. 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

ردیف	محققان	سال	معیارهای مورد مطالعه
۱	تازکایاو همکاران[1] [۹، صص ۴۹۰-٤٧٧]	۲۰۰۹	کنترل آلودگی، مدیریت فرایند سبز، مدیریت محیط زیست، مدیریت قانونگذاری، محصول زیست سازگار و تصویر سبز در جامعه
۲	هسو و هو[2] [۱۰، صص ٢٦٤-٢٥٥]	۲۰۰۹	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

ادامه **جدول ۱**

۳	لی و همکاران[۳] [۱۱] لی و همکاران[۴] [۱۱]	۲۰۰۹	کیفیت: گواهینامه‌های کیفیتی، توانایی مدیریت کیفیت، توانایی رسیدگی به مسائل کیفیتی غیر عادی؛ توانمندی‌های تکنولوژیک: سطح تکنولوژی، توانمندی‌های R&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.
٤	تی سنگ و چیو[۵] [۱۲، صص ۱۰-۱]	۲۰۱۰	سیستم مدیریت زیست محیطی، نزدیکی روابط با تأمین‌کننده، سودآوری تأمین‌کننده، نرخ موفقیت محصولات سبزR&D(میانگین ۳ سال گذشته) و کاهش مصرف مواد خطرناک در فرایند تولید؛
٥	أواستی و همکاران[٦] [۱۳، صص ۳۷۰-۳۷۸]	۲۰۱۰	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.
٦	کوو و همکاران[۷] [۲، صص ۱۱۶۱-۱۱۷۰]	۲۰۱۰	کیفیت: نرخ بازگشت مواد ورودی به‌وسیله کنترل کیفیت، تعهد مدیریت به کیفیت، اجرای فعالیت‌های بهبود فرایند، سیاست‌های وارانتی 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.

ادامه **جدول ۱**

ردیف	محققان	سال	معیارهای مورد مطالعه
۷	جوانشیر و همکاران [٦]	۱۳۸۹	کیفیت، وضعیت مالی، لجستیک، مسائل زیست محیطی و امکانات IT
۸	بویوکوزکان و سیفسی[۸] [٤ ، صص ١٧٤-١٦٤]	۲۰۱۱	شایستگی‌های زیست‌محیطی، تکنولوژی، سطح خدمت، وضعیت مالی و شیوه سازماندهی شرکت‌های تأمین‌کننده.
۹	هسو و همکاران[۹] [١٤]	۲۰۱۱	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
۱۰	یه و چوانگ[۱۰] [۱۵ ، صص ٤٢٥٣-٤٢٤٤]	۲۰۱۱	تصویر سبز، بازیافت محصول، طراحی سبز، مدیریت زنجیره تأمین سبز، هزینه تصفیه آلودگی و ارزیابی عملکرد زیست محیطی

۴- روش پژوهش

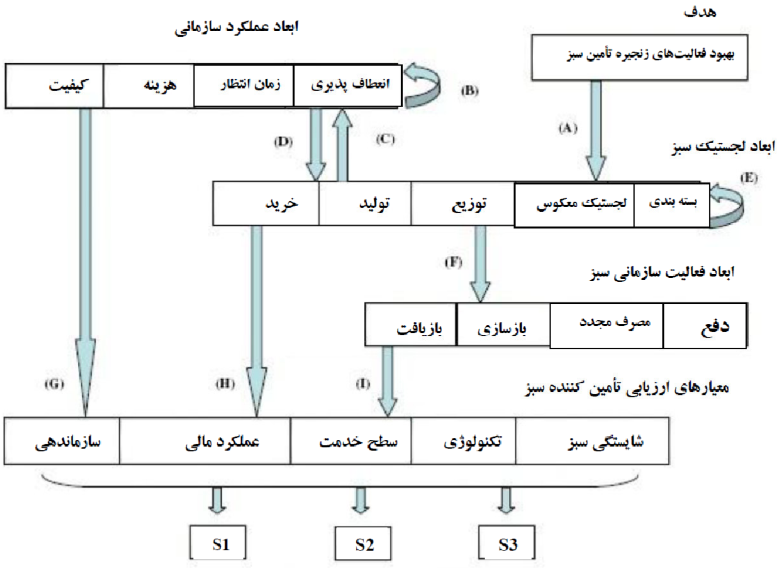
در پژوهش حاضر، پس از گفتگو با مدیر پروژه شرکت، شش نفر از کارشناسان شرکت به‌عنوان خبره انتخاب شدند. داده‌ها با استفاده از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی (پرسشنامه)جمع آوری شده‌اند.

برای جمع آوری داده‌هااز 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 ANPو DEMATEL فازی به تجزیه و تحلیل داده‌های جمع آوری شده پرداختیم که در ادامه به توضیح آن‌ها خواهیم پرداخت.


هدف
بهبود فعالیت‌های زنجیره تأمین سبز
ابعاد عملکرد سازمانی
انعطاف پذیری
زمان انتظار
هزینه
کیفیت
(B)
(A)
(D)
(C)
ابعاد لجستیک سبز
(E)
بسته بندی
لجستیک معکوس
توزیع
تولید
خرید
(F)
ابعاد فعالیت سازمانی سبز
دفع
مصرف مجدد
بازسازی
بازیافت
(G)
(H)
(I)
معیارهای ارزیابی تأمین کننده سبز
شایستگی سبز
تکنولوژی
سطح خدمت
عملکرد مالی
سازماندهی
S1
S2
S3

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، به‌خصوص روش‌های تصمیم گیری چندمعیاره در مسائل مختلف متداول شده است که به فراخور نیاز مورد استفاده قرار می‌گیرد[۱٦، صص ۱۱۵-۸۷].

۵-۱- فازی بودن

منطق فازی طیف وسیعی از تئوری‌ها و تکنیک‌ها را شامل می‌شود که اساساً بر پایه ٤ 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(μ) به آن مجموعه تعلق دارند. در موقعیتی که اطلاعات مورد نیاز کمی باشند، به‌صورت عددی بیان می‌شوند اما زمانی که پژوهش در فضای کیفی انجام شده و دانش آن دارای ابهام و سربستگی باشد، اطلاعات نمی‌توانند به‌صورت اعداد دقیق بیان شوند. بیشتر مدیران نیزنمی‌توانند 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 خاصاستفاده 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 به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری چندمعیاره به وسیله جایگزینی شبکه به جای سلسله مراتب بهبود می‌بخشد[۱۸، صص ۳۱-٦۷]. همانطور که AHPبستری را برای ساختارهای سلسله مراتبی با روابط یک‌سویه فراهم می‌کند،ANPنیز روابط پیچیده شبکه‌ای بین سطح‌های مختلف تصمیم و معیارها را اجازه می‌دهد[۱۹، صص ٦۳-٧٦]. 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 بهتراستفاده 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]. روشANP به‌منظور نرخ‌گذاری و رتبه‌بندی ترجیحات، از ماتریس مقایسه‌های زوجی استفاده می‌کند کهداده‌های 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 معمولیدر استخراج اوزان اهمیت از ماتریس مقایسات زوجی می‌باشد و سایر گام‌های آن با روش ANP معمولی یکسان است[۲۱، صص ٤٦-۲۷].

۵-۳- روشDEMATEL

روش DEMATEL به‌وسیله برنامه علوم و بشر انستیتو BattelleMemorial ژنو، بین سال‌های ۱۹۷۲ و ۱۹۷٦ ایجاد شد این روشابزاری 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 روشDEMATEL 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 روشDEMATELدر محیط فازی بهره می‌گیرد[۲۱، صص ٤٦-۲۷] .

۵-۴- اجرای روش‌های ANP وDEMATEL

در ادامه مراحل روش ANP فازی وDEMATEL 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 شکل۱ آمده است.

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

در ANPنیز 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 به‌دست می‌آید. به این ترتیبا 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 جدول۲ 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.

به‌منظور کنترل نتیجه مقایسه‌ها، نرخ سازگاری برای هر ماتریسمحاسبه شد تا سازگاری مقایسه‌های زوجی تخمین زده شود.محاسبه سازگاری قضاوت‌ها در حالت فازیبا داده‌های قطعی متفاوت است. یکی از روش‌های محاسبه سازگاری داده‌های فازی، روش گاگوس و بوچر[11] است[۲۳، صص ۱٤٤-۱۳۳] 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 Aوجود دارد، به‌طوری که مقدار$w_{\mathrm{i}} = (\mathrm{w}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{l}}, \mathrm{w}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{m}}, \mathrm{w}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{u}})$ برای i= ۱، ۲، ۳،.....،n حاصل می‌شود. یکی از این روش‌ها، روش لگاریتم حداقل مجذورات است که مبنای محاسبات وزن‌های فازی در این پژوهش می‌باشد. با استفاده از ماتریس‌های قضاوت زوجی، اولویت‌های فازیW_{k} تخمین زده می‌شود. این روش برای محاسبه وزن از روابط زیر استفاده می‌کند:

$$W_k = (W_k^l, W_k^m, w_k^u) \qquad \mathrm{K}=۱,۲ ,\ldots\ldots \mathrm{n}$$

$$W_{\mathrm{k}}^{s} = \frac{(\prod_{i=1}^{n} a_{kj}^{s})^{\frac{۱}{n}}}{\Sigma_{\mathrm{i}=۱}^{\mathrm{n}}\left(\prod_{\mathrm{i}=۱}^{\mathrm{n}} \mathrm{a}_{\mathrm{ij}}^{\mathrm{m}}\right)^{\frac{۱}{\mathrm{n}}}} S \,\varepsilon\, \{l, m, u\} \qquad \text{رابطه(۱)}$$

که $(\prod_{i=۱}^{n} a_{kj}^{s})^{\frac{۱}{n}}$ میانگین هندسی به‌ترتیب عناصر اول،دوم و سوم سه تایی‌های فازی موجود در هر سطر ماتریس مقایسه زوجی و $\left(\prod_{\mathrm{i}=۱}^{\mathrm{n}} \mathrm{a}_{\mathrm{ij}}^{\mathrm{m}}\right)^{\frac{۱}{\mathrm{n}}}$ میانگین هندسی عناصر میانی تمام مقایسه‌های زوجی موجود در هر سطرمی‌باشد. وزن‌های به‌دست 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 روشANPاندازه‌گیری شد. حال برای سهولت در کار و کاهش تعداد مقایسه‌های زوجی مورد نیاز، ارتباطات داخلی و درجه تأثیرگذاری عناصر بر هم با روشDEMATEL 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 به‌صورت جدول ۳ تعریف شده است.مراحل این روش نیز به‌صورت زیر است:

۱-برای تعیین روابط داخلی، خبرگان مقایسه‌های زوجی را براساس اثر و جهت بین متغیرها تنظیم کرده و در ماتریس nn× به نام A به نمایش می‌گذارند که a_{ij}= ($m_{ij}, u_{ij} l_{ij},$) نمایانگر درجه تأثیر معیار iبر 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.

$$Then \quad S = \frac{۱}{\max \sum_{j=۱}^{n} u_{ij}}) m_{ij}, u_{ij} l_{ij}, (a_{ij}=$$

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

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

$$X_l = \begin{pmatrix} ۰ & l_{۱۲} & l_{۱۳} \\ l_{۲۱} & ۰ & l_{۲۳} \\ l_{۳۱} & l_{۳۲} & ۰ \end{pmatrix} X_m = \begin{pmatrix} ۰ & m_{۱۲} & m_{۱۳} \\ m_{۲۱} & ۰ & m_{۲۳} \\ m_{۳۱} & m_{۳۲} & ۰ \end{pmatrix} X_u = \begin{pmatrix} ۰ & u_{۱۲} & u_{۱۳} \\ u_{۲۱} & ۰ & u_{۲۳} \\ u_{۳۱} & u_{۳۲} & ۰ \end{pmatrix}$$

بر اساس این ماتریس‌های جزئی قطعی، ماتریس ارتباط کلیTبا استفاده از روابطذیل، محاسبه شده و بصورت ماتریس زیر به نمایش گذاشته می‌شود:۰

رابطه(۳)
$$T = X(I - X)^{-۱}$$

$$\mathrm{T} = \begin{pmatrix} \mathrm{t}_{۱۱} & \mathrm{t}_{۱۲} & \mathrm{t}_{۱۳} \\ \mathrm{t}_{۲۱} & \mathrm{t}_{۲۲} & \mathrm{t}_{۲۳} \\ \mathrm{t}_{۳۱} & \mathrm{t}_{۳۲} & \mathrm{t}_{۳۳} \end{pmatrix} t_{ij} = (\mathrm{l}'_{\mathrm{ij}},, m'_{ij}, u'_{ij})$$

رابطه(٤)
$$\text{Matrix } [\mathrm{l}'_{\mathrm{ij}}] = X_l(I - X_l)^{-۱}$$

رابطه(٥)
$$\text{Matrix } [\mathrm{m}'_{\mathrm{ij}}] = X_m(I - X_l)^{-۱}$$

رابطه(٦)
$$\text{Matrix } [\mathrm{u}'_{\mathrm{ij}}] = X_u(I - X_u)^{-۱}$$

٤- 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 DEMATELماتریس 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 ماتریساز مجموعه روابطی که بین دو خوشه در مدل گرافیکی وجود دارد، تشکیل شده است. با وارد کردن اولویت‌های به دست آمده از ANPفازی 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 ستوننرمال‌سازی می‌کنیم. گام نهایی در این فرایند، به دست آوردن درجه اهمیت هریک 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 سبزدر 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-DEMATELفازی 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 جدول٤آمده 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	شایستگی سبز			تکنولوژی			سطح خدمت			عملکرد مالی			سازماندهی		
سازماندهی	۳ ۱/۲	۲ ۱/۶	۱ ۲/۳	۳ ۳/۵	۲ ۵/۶	۱ ۱/۳	۲ ۳/۸	۱ ۱/۵	۲/۳	۲ ۳/۴	۱ ۲/۳	۱	۱	۱	۱
عملکرد مالی	۴	۲ ۳/۵	۱ ۱/۳	۱ ۱/۲	۱	۱/۲	۱ ۴/۵	۱	۱/۲	۱	۱	۱	۱	۳/۵	۱/۳
سطح خدمت	۳ ۲/۵	۱ ۴/۷	۱	۲ ۱/۲	۱ ۱/۵	۳/۴	۱	۱	۱	۲	۱	۵/۹	۱ ۱/۲	۵/۶	۳/۷
تکنولوژی	۳ ۲/۹	۲ ۲/۵	۱	۱	۱	۱	۱ ۱/۳	۱	۲/۵	۲	۱ ۱/۳	۷/۸	۳/۴	۱/۳	۲/۷
شایستگی سبز	۱	۱	۱	۱	۳/۷	۱/۳	۱	۲/۳	۲/۷	۳/۴	۳/۸	۱/۴	۳/۵	۱/۲	۲/۷

$$W_{EC۱}^{L}=\frac{\left(۱*۱*\frac{۲}{۳}*۱\frac{۱}{۳}*۱\frac{۲}{۳}\right)^{\frac{۱}{۵}}}{\left(\left(۱*۱\frac{۲}{۳}*۱\frac{۱}{۵}*۲\frac{۵}{٦}*۲\frac{۱}{٦}\right)^{\frac{۱}{۵}}+\left(\frac{۳}{۵}*۱*۱*۱*۲\frac{۳}{۵}\right)^{\frac{۱}{۵}}+\left(\frac{۵}{٦}*۱*۱*۱\frac{۱}{۵}*۱\frac{٤}{۷}\right)^{\frac{۱}{۵}}+\left(\frac{۱}{۳}*۱\frac{۱}{۳}*۱*۱*۲\frac{۲}{۵}\right)^{\frac{۱}{۵}}+\left(\frac{۱}{۲}*\frac{۳}{۸}*\frac{۲}{۳}*\frac{۳}{۷}*۱\right)^{\frac{۱}{۵}}\right)}$$

$$W_{EC۱}^{M}=\frac{(۱*۱\frac{۲}{۳}*۱\frac{۱}{۵}*۲\frac{۵}{۶}*۲\frac{۱}{۶})^{\frac{۱}{۵}}}{(\left(۱*۱\frac{۲}{۳}*۱\frac{۱}{۵}*۲\frac{۵}{۶}*۲\frac{۱}{۶}\right)^{\frac{۱}{۵}}+\left(\frac{۳}{۵}*۱*۱*۱*۲\frac{۳}{۵}\right)^{\frac{۱}{۵}}+\left(\frac{۵}{۶}*۱*۱*۱\frac{۱}{۵}*۱\frac{۴}{۷}\right)^{\frac{۱}{۵}}+\left(\frac{۱}{۳}*۱\frac{۱}{۳}*۱*۱*۲\frac{۲}{۵}\right)^{\frac{۱}{۵}}+\left(\frac{۱}{۲}*\frac{۳}{۸}*\frac{۲}{۳}*\frac{۳}{۷}*۱\right)^{\frac{۱}{۵}})}$$

$$W_{EC۱}^{U}=\frac{(۱*۲\frac{۳}{۴}*۲\frac{۳}{۸}*۳\frac{۳}{۵}*۳\frac{۱}{۲})^{\frac{۱}{۵}}}{(\left(۱*۱\frac{۲}{۳}*۱\frac{۱}{۵}*۲\frac{۵}{۶}*۲\frac{۱}{۶}\right)^{\frac{۱}{۵}}+\left(\frac{۳}{۵}*۱*۱*۱*۲\frac{۳}{۵}\right)^{\frac{۱}{۵}}+\left(\frac{۵}{۶}*۱*۱*۱\frac{۱}{۵}*۱\frac{۴}{۷}\right)^{\frac{۱}{۵}}+\left(\frac{۱}{۳}*۱\frac{۱}{۳}*۱*۱*۲\frac{۲}{۵}\right)^{\frac{۱}{۵}}+\left(\frac{۱}{۲}*\frac{۳}{۸}*\frac{۲}{۳}*\frac{۳}{۷}*۱\right)^{\frac{۱}{۵}})}$$

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

$W_{EC۱}=۰/۳۲۲$

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

$W_{EC۲}=۰/۲۱۳$

$W_{EC۳}=۰/۲۴۳$

$W_{EC۴}=۰/۱۹۳$

$W_{EC۵}=۰/۱۱۳$

با توجه به نتایج به‌دست 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.

به‌منظور تعیین وزن هریک از سطوح مدل تحت کنترل سطح بالاتر به همین ترتیب عمل می‌کنیم که به‌علت 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، ٤، ٥ و ٦) ماتریس ارتباط داخلی مربوط به ابعاد لجستیک سبز

جهت جاگذاری در سوپرماتریس اولیه به شکل جدول ٥حاصل شده است.

جدول ۵ ماتریس ارتباط داخلی مربوط به ابعاد لجستیک سبز

بسته‌بندی	لجستیک معکوس	توزیع	تولید	خرید	
۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۲٥	۰/۳۳	۰	**خرید**
۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۹	۰	۰/۳۱	**تولید**
۰/۲٤	۰/۱۹	۰	۰/۲۱	۰/۱۷	**توزیع**
۰/۲۲	۰	۰/۲	۰/۲۱	۰/۲۷	**لجستیک معکوس**
۰	۰/۲٥	۰/۲۷	۰/۲٥	۰/۲٥	**بسته‌بندی**

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

براساس روابطذکر شده درگام چهارم بخش (٥-٤) 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 کهبه قرار زیر است:

سازماندهی: ۰/۲۹۷ عملکرد مالی: ۰/۲۰۲ سطح خدمت: ۰/۱٦٦

تکنولوژی: ۰/۱۸۳ شایستگی‌های سبز: ۰/۱٥۱

جدول۶ سوپر ماتریس نهایی تحت کنترل هدف کلی

سوپر ماتریس نهایی	GOAL	GL۱	GL۲	GL۳	GL4	GL۵	OP۱	OP۲	OP۳	OP۴	GOA۱	GOA۲	GOA۳	GOA۴	EC۱	EC۲	EC۳	EC۴	EC۵
0GOAL	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
GL۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
GL۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
GL۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
GL۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
GL۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
OP۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
OP۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
OP۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
OP۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
GOA۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
GOA۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
GOA۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
GOA۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
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
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
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
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
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

۷- نتیجه‌گیری

در این مقاله رویکردی ترکیبی از روش‌هایANPو DEMATELبرای 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 به‌صورت عبارت‌هایی با زبان طبیعی و محاوره‌ای به‌کار 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 پیشنهاداتی 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 وهم‌چنین 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 Technolog*y, 6, 2009.

[10] Hsu C.W., Hu A.H.; "Applying hazardous substance management to supplier selectionusing analytic network process"; *Journal of Cleaner Production, 17,* doi:10.1016/j.jclepro. 2008.05.004, 2009.

[11] LeeA 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., GoyalS 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., "Differentionate 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 managment"; *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] GogusO., Boucher T.O.; "Strong transitivity, rationality and weak monotonicity in fuzzy pairwise comparisons"; *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 94, 1998.