«مطالعات جامعه‌شناسی»
سال دوازدهم، شماره چهل و هفتم، تابستان ۱۳۹۹
ص ص ۵۷-۳۹

ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط با استفاده از ترکیب قواعد وابستگی و سیستم استنتاج فازی از منظر جامعه‌شناسی محیط زیست

عیسی نریمانی قورتلار[۱]
ناصر فقهی فرهمند[۲]
نازنین پیله‌ور[۳]
کمال‌الدین رحمانی[٤]
محمدرضا معتدل[٥]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۲/۳۱
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۹/٤/۸
DOI: 10.30495/jss.2020.1900408.1217

چکیده

مقررات قانونی زیست محیطی، فشارهای ذی‌نفعان و جهانی شدن، بنگاه‌ها و سازمان‌ها را به سمت توسعه شیوه‌ها و عملکردهای زیست محیطی سوق داده است؛ بر همین اساس هدف این مقاله ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط با استفاده از ترکیب قواعد وابستگی و سیستم استنتاج فازی می‌باشد. این پژوهش از منظر هدف، کاربردی و بر اساس روش انجام پژوهش توصیفی مدلسازی بوده است. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط در استان آذربایجان‌شرقی بوده است. نمونه آماری ۲۹۷ شرکت تعیین شده است. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه محقق ساخته استفاده شده است. برای بررسی روایی پرسشنامه، از روایی سازه بر اساس تحلیل عاملی تأییدی استفاده شده است. برای بررسی پایایی نیز از ضریب آلفای کرونباخ بهره گرفته شده است. پرسشنامه‌های تحقیق، پس از تأیید روایی و پایایی در بین اعضای نمونه آماری توزیع شده است. به منظور ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌ها از سیستم استنتاج فازی بر اساس توابع عضویت مثلثی، استنتاج ممدانی و قواعد وابستگی بهره گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد که سیستم طراحی شده با ۴۳ قاعده وابستگی، قادر است تا میزان سبز بودن زنجیره تأمین شرکت‌ها را بر اساس مقادیر عدد ی و واژه‌های زبانی ارزیابی نماید.

واژگان کلیدی: سیستم استنتاج فازی، زنجیره تأمین سبز، شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط.

---

۱. گروه مدیریت، واحد امارات، دانشگاه آزاد اسلامی، دبی، امارات متحده عربی.
شماره مبایل: ۰۹۱٤۳۱٤۳۷۷٤ **E- mail:** easa.narimani@yahoo.com
۲. گروه مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران (نویسنده مسئول).
شماره مبایل: ۰۹۱٤۱۱۳۰۱۷۲ **E- mail:** farahmand@iaut.ac.ir
۳. گروه مدیریت، واحد واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. **E- mail:** nazanin.pilevari@iausr.ac.ir
٤. گروه مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. **E- mail:** kamaleddinrahmani@iaut.ac.ir
٥. گروه مدیریت، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. **E- mail:** moh.motadel@iauctb.ac.ir

مقدمه

در سال‌های گذشته، اهمیت توجه به عملیات زنجیره تامین سبز شرکت‌ها افزایش یافته که به دلیل علاقه عمومی آن‌ها به جنبه‌های زیست محیطی زنجیره تأمین می‌باشد. مقررات قانونی زیست محیطی، فشارهای ذی‌نفعان و جهانی شدن، بنگاه‌ها و سازمان‌ها را به سمت توسعه شیوه‌ها و عملکردهای زیست محیطی سوق داده است. به همین ترتیب، سیاست‌های دولت ها و افزایش آگاهی عمومی باعث شده تا خواسته‌هایی برای دست‌یابی به مدیریت بهتر محیط زیست ایجاد شود. بنابراین، سازمان‌ها و بنگاه‌ها معمولاً موظفند با انجام اقدامات محیطی، تصویر سبز خود را بهبود بخشند(لوثرا و همکاران[۱]، ۲۰۱۸). در سال‌های اخیر، صنایع و دانشگاه‌ها به مدیریت زنجیره تامین سبز علاقه بیشتری نشان داده‌اند(لی[۲]، ۲۰۱۱). ادغام زنجیره تأمین و نگرانی های زیست محیطی، تحت عنوان زنجیره تأمین سبز می‌تواند با اجرای چندین روش سبز مانند تدارکات معکوس، طراحی سبز، خرید سبز، استفاده مجدد، بازیافت و فناوری‌های محیطی حاصل شود(دسوساجابور[۳]، ۲۰۱۵). با این حال آگاهی کمی در مورد اثربخشی شیوه-های زنجیره تأمین سبز و عملکرد زنجیره تأمین سبز وجود دارد که نیاز است تا با تجزیه و تحلیل روابط متقابل بین شیوه‌های سبز و عملکرد زنجیره تأمین، شیوه‌های مناسبی برای ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌ها در پیش گرفته شود(عبدل و همکاران[۴]، ۲۰۱۹). در این میان به طور سنتی، شیوه‌های سبز برای سازمان‌های تولیدی مهم‌تر از سازمان‌های خدماتی است(دانگلیکو و همکاران[۵]، ۲۰۱۷). این بدان دلیل است که تصور می‌شود تولید و فعالیت‌های مرتبط با آن، مشکلات بیشتری را برای محیط‌های طبیعی ایجاد می‌کند(ساری و سوسلو[۶]، ۲۰۱۸). به همین دلیل، دولت‌ها برای سازمان‌های تولیدی، محدودیت-های زیست محیطی سخت‌تری برقرار می‌کنند(تنگ و چیو[۷]، ۲۰۱۳). علاوه بر این، مشتریان انتظار دارند که سازمان‌های تولید کننده مسئولیت بیشتری نسبت به محیط زیست داشته باشند(دلماس و مونتیل[۸]، ۲۰۰۹). در نتیجه، سازمان‌های تولیدی با عملکرد خوب محیطی نسبت به رقبای خود برتری دارند(لی و همکاران[۹]، ۲۰۱۷؛ میترا و داتا[۱۰]، ۲۰۱۴).

مطالعات قبلی روش‌های مختلفی را به منظور ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌ها ارائه داده‌اند. برای مثال تنگ و چیو(۲۰۱۳)، در مطالعه خود از تحلیل رابطه فازی خاکستری استفاده کرده و بهترین تأمین کنندگان سازگار با محیط‌زیست را انتخاب نموده‌اند. رستم‌زاده و همکاران(۲۰۱۵)، از روش VIKOR فازی

---

1. Luthra et al.
2. Lee
3. de Sousa Jabbour
4. Abdel-Baset et al.
5. Dangelico et al.
6. Sari & Suslu
7. Tseng and Chiu
8. Delmas and Montiel
9. Li et al.,
10. Mitra and Datta

برای ارزیابی سبز بودن زنجیره تأمین یک تولید کننده لپ تاپ در مالزی استفاده کرده و شاخص‌های مهم زنجیره تأمین سبز را بر اساس اولویت آن‌ها رتبه‌بندی نموده‌اند. وو و همکاران(۲۰۱۵)، از روش دیمتل در جهت بررسی روابط دورنی بین شاخص‌های زنجیره تأمین سبز شرکت‌ها استفاده نموده‌اند. کوسی- سارپونگ و همکاران(۲۰۱۶)، از روش ترکیبی دیمتل فازی و تحلیل شبکه‌ای فازی در جهت شناخت روابط درونی بین شاخص‌های زنجیره تأمین سبز و رتبه‌بندی تأمین کنندگان بر اساس سبز بودن زنجیره تأمین استفاده نموده‌اند. ساری(۲۰۱۷)، از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در جهت ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده سبز استفاده نموده است. اسلام و همکاران(۲۰۱۸)، به منظور ارزیابی زنجیره تأمین سبز از یک روش کنترل فازی امتیاز ارزیابی متناظر با عملکرد استفاده نموده‌اند. ساری و سوسلو(۲۰۱۸)، از روش ترکیبی وزن‌دهی و تاپسیس در جهت ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین سبز بهره گرفته‌اند.

بر اساس مباحث فوق به نظر می‌رسد که بیشتر محققان از روش‌های فازی به دلیل ابهام موجود در واژه‌های زبانی به منظور ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌ها استفاده نموده‌اند تا بتوانند ارزیابی درستی داشته باشند. با این همه به نظر می‌رسد که در همه این تحقیقات، ارزیابی نیازمند وجود واحدهای مشابه هست تا ارزیابی کننده بتواند با مقایسه این واحدها با یکدیگر، بهترین زنجیره تأمین سبز را انتخاب نماید. در حالی که شرکت‌ها نیاز دارند، بتوانند به تنهایی میزان سبز بودن زنجیره تأمین خود را ارزیابی و در جهت بهبود عملکرد، برنامه‌ریزی مناسبی در این زمینه داشته باشند. به عبارتی شرکت‌ها بایستی بتوانند از روشی در جهت ارزیابی سبز بودن زنجیره تأمین خود استفاده کننده که این روش به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم به آن‌ها کمک کند. در این میان یکی از روش‌های مناسب برای ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌ها سیستم استنتاج فازی خواهد بود که می‌تواند به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم عمل کرده و شرکت‌ها در هر زمانی و در صورت نیاز بتوانند سازگاری زنجیره تأمین خود را با مسائل زیست محیطی ارزیابی کرده و تصمیمات مناسبی در جهت بهبود زنجیره در پیش بگیرند. با این همه تدوین قوانین در سیستم استنتاج فازی بیشتر متکی بر قضاوت‌های شخصی افراد بوده که می‌تواند قوانین استنتاج و در نتیجه خروجی سیستم را متکی به نظرات افراد نماید. در حالی که استخراج قواعد وابستگی، رده ای از مسائل داده کاوی را شامل می‌شود که در آن به دنبال استخراج و تعریف قواعد و الگوهایی می‌باشیم که توصیف دقیق تری را از فضای حاکم بر داده‌ها ارائه داده و از اتکای صرف بر قضاوت‌های شخصی، پرهیز می‌شود. بنابراین هدف این مقاله ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط با استفاده از ترکیب قواعد وابستگی و سیستم استنتاج فازی خواهد بود.

مروری بر ادبیات تحقیق

زنجیره تأمین سبز

صنعتی شدن باعث ایجاد خسارت به سیستم‌های زیست محیطی و طبیعی انسانی شده است. این مسائل باعث افزایش علاقه به مدیریت زنجیره تأمین سبز شده(تنگ[1] و همکاران، ۲۰۱۵) و توجه بیشتر محققان و مدیران اجرایی را به خود جلب کرده است(کوسی- سارپونگ و همکاران، ۲۰۱۶). پیاده‌سازی و اجرای مدیریت زنجیره تأمین در فعالیت‌های تجاری، افزایش مزیت رقابتی شرکت‌ها را به همراه دارد(ووترز[2] و همکاران، ۲۰۰۹). علی‌رغم این، شرکت‌ها به دلیل فشارهای وارده از طرف ذی‌نفعان، از جمله مقررات دولتی، مشتریان، خریداران و جامعه می‌توانند مدیریت زیست محیطی را در زنجیره تأمین خود ترکیب کنند تا نگرانی‌های زیست محیطی را کاهش دهند. وقتی یک شرکت توانایی مقابله مؤثر با مشکلات زیست محیطی را داشته باشد، می‌تواند با به کارگیری زنجیره تأمین سبز فرصت‌های شغلی بیشتری ایجاد نماید(مردانی[3] و همکاران، ۲۰۲۰). با این حال، به نظر می‌رسد که حتی با افزودن مؤلفه «سبز» به مدیریت زنجیره تأمین، هنوز مفهوم اساسی یا اصلی آن مشخص نیست(سیری واستاوا[4]، ۲۰۰۷). اولین بار، مفهوم مدیریت زنجیره تأمین سبز توسط گرین[5] و همکاران(۱۹۹۶)، ارائه شده است. این محققان اصطلاح "زنجیره تأمین سبز" را معرفی کرده‌اند که به نوآوری در مدیریت زنجیره تأمین و خرید صنعتی با زمینه محیط زیست اشاره دارد. از نظر گرین و همکاران، این فعالیت ها شامل طراحی سبز، صرفه‌جویی در منابع، کاهش مواد مضر و بازیافت یا استفاده مجدد از محصول است که به همین ترتیب توسط آن‌ها تعریف شده است.

در طی سال‌های اخیر، با افزایش علاقه به زنجیره تأمین سبز، تعاریف مختلفی از نظر محققان برای روشن‌تر شدن این مفهوم ارائه شده است. شارما و همکاران(۲۰۱۷)، زنجیره تأمین سبز را رویکرد معاصر درقرن بیست و یکم برای دست‌یابی به سود، کارآیی، تصویر برند، سهم بازار و کاهش نگرانی‌های زیست محیطی و حذف محصولات بیولوژیکی می‌دانند. ژو و همکاران[6](۲۰۱۷)، زنجیره تأمین سبز را مدیریت خلاق زنجیره تأمین در زمینه توسعه پایدار برای به حداقل رساندن تأثیرات زیست محیطی از تأمین کنندگان به مشتریان نهایی تعریف می‌کنند. داس و پوسیناستی[7](۲۰۱۵)، زنجیره تأمین سبز را یک رویکرد مهم برای افزایش عملکرد فرآیندهای محیطی از نظر حفاظت از منابع و مواد و حذف اتلافات (ضایعات) می‌دانند. وو و همکاران(۲۰۱۵)، عقیده دارند که زنجیره تأمین سبز به انواع مختلفی از رویکردها و عواملی

---

1. Tseng
2. Wouters
3. Mardani
4. Srivastava
5. Green
6. Zhao
7. Das & Posinasetti

اشاره دارد که شرکت‌ها می‌توانند از آن‌ها برای افزایش و حفظ عملکرد در محصولات یا فرایندهای خود استفاده کرده و همزمان بر روی منافع اقتصادی، اجتماعی و محیطی بین مشتریان و تأمین کنندگان تمرکز نمایند. چارخا و جاجو[1](۲۰۱۴)، در تعریف خود زنجیره تأمین سبز را به عنوان یک رویکرد جامع مدیریت محیط داخلی و خارجی سازمان به منظور بهبود بهره‌وری زیست محیطی و عملکرد اقتصادی در مراحل مختلف زنجیره تأمین و در کل چرخه زندگی محصول می‌دانند. وانگ و گوپتا[2](۲۰۱۱)، زنجیره تأمین سبز را شامل فعالیت‌های پیش رونده و فعالیت‌های معکوس می‌دانند. فعالیت‌های رو به جلو شامل خرید یا تهیه، طراحی و توزیع به مشتریان است، در حالی که فعالیت‌های معکوس در زنجیره تأمین سبز شامل بازرسی، مرتب‌سازی و جداسازی قطعات است که هدف از آن استفاده مجدد، پردازش مجدد و طراحی مجدد تقاضا از بازارها است.

به طور کلی، هدف اصلی استفاده از زنجیره تأمین سبز، به حداقل رساندن آسیب‌های زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های زنجیره تأمین است(ساری، ۲۰۱۷). از این رو، سازماندهی مجدد فعالیت‌های خرید، تولید و توزیع برای زنجیره تأمین سبز ضروری است(وهاب‌زاده[3] و همکاران، ۲۰۱۵).

ارزیابی زنجیره تأمین سبز

در مطالعات مختلف، به روش‌ها و ابزارهای متفاوتی در جهت ارزیابی زنجیره تأمین سبز اشاره شده است(ایگون و دده[4]، ۲۰۱۶؛ شن[5] و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به مطالعات انجام شده و تعریف زنجیره تأمین که شامل کلیه فعالیت‌هایی است که در زمینه خرید، تهیه، تغییر و تبدیل و به طور کلی لجستیک انجام می‌شود(ساری، ۲۰۱۷)، می‌توان شیوه‌های زنجیره تأمین سبز را در چهار گروه اصلی طبقه‌بندی نمود. این فعالیت‌ها مربوط به (۱) عملیات ورودی، (۲) عملیات تولیدی، (۳) عملیات خروجی و (۴) تدارکات معکوس است. جدول (۱) نشان دهنده شاخص‌های ارزیابی زنجیره تأمین در این چهار حوزه است.

جدول شماره (۱): شاخص‌های ارزیابی زنجیره تأمین سبز

سازه	معرف (نماد)
عملیات ورودی	انتخاب تأمین‌کنندگان براساس شاخص‌های زیست محیطی (C11)
	راهنمایی تأمین‌کنندگان برای تدوین برنامه‌های محیط زیستی خود (C12)
	ترغیب / فشار آوردن به تأمین‌کنندگان برای انجام اقدامات محیطی (C13)
	خرید اقلام سازگار با محیط زیست (C14)
	نظارت و ممیزی انطباق با محیط زیست (C15)

[1]. Charkha & Jaju
[2]. Wang and Gupta
[3]. Vahabzadeh
[4]. Uygun and Dede
[5]. Shen

	برنامه‌های پیشگیری از آلودگی (C16)
	مدیران زیست محیطی و آموزش کارمندان (C17)
عملیات تولیدی	طراحی محصولات برای بازیافت (C21)
	استفاده از فناوری پاک (C22)
	بهبود استفاده از ظرفیت بهره‌برداری (C23)
	ارتقاء تولید مجدد (C24)
	ادغام فرآیند داخلی و اتوماسیون تولید (C25)
	استفاده از مراکز سخت افزاری و کارآمد انرژی (C26)
عملیات خروجی	افزایش راندمان عملیاتی وسایل نقلیه (C31)
	کاهش ضایعات مرتبط با تجهیزات منسوخ (C32)
	استفاده از بسته‌بندی سازگار با محیط زیست (C33)
	کاهش ظرفیت استفاده نشده در عناصر مختلف تولید و انتقال (C34)
	بهبود مسیریابی وسایل نقلیه با استفاده از GPS (سیستم موقعیت‌یابی جهانی) و سیستم‌های دیگر (C35)
	کاهش حوادث و یا جریمه‌های زیست محیطی (C36)
	کاهش مصرف انرژی (آب، برق، سوخت و غیره) (C37)
تدارکات معکوس	استفاده مجدد از محصولات و قطعات (C41)
	فروش مجدد قطعات و اجزاء استفاده شده (C42)
	بازیافت مواد (C43)
	مدیریت پسماند (C44)
	بازگشت یا پس گرفتن بسته‌بندی محصول مانند پالت، جعبه و غیره (استفاده مجدد از بسته‌بندی محصول) (C45)
	جمع آوری محصولات نهایی (محصولات خارج از مشخصات، نقص عملکرد، آسیب دیده در حمل و نقل و غیره) (C46)

منبع: (ساری، ۲۰۱۷؛ کوسی- اسپرانگ و همکاران[1]، ۲۰۱٦؛ و آزودئو و همکاران[2]، ۲۰۱۱).

عملیات ورودی شامل خرید و تنظیم حرکت ورودی مواد اولیه، قطعات و عناصر به یک شرکت تولیدی است. عملیات تولیدی شامل، مجموعه‌ای از روش‌ها در جهت تولید و طراحی سازگار با محیط زیست در سراسر زنجیره تأمین می‌باشد. عملیات خروجی شامل مجموعه‌ای از روش‌ها می‌باشد که نتیجه مرحل قبلی را مشخص می‌کند. در نهایت تدارکات معکوس قرار دارد که مربوط به گردش محصولات و مواد در جهت مخالف جریان در تدارکات رو به جلو است(ساری، ۲۰۱۷).

[1]. Kusi-Sarpong et al.
[2]. Azevedo et al.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر بر اساس هدف، از نوع کاربردی و بر اساس روش انجام کار از نوع توصیفی- مدل-سازی است. در این پژوهش، به منظور ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط، یک سیستم استنتاج فازی طراحی شده است. برای این منظور، ابتدا به جهت شناسایی متغیرهای ورودی و تأیید سازه‌های استخراجی از ادبیات تحقیق جدول (۱) و اطمینان از این که این سازه‌ها در جامعه آماری شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط نیز به عنوان ابزارهای زنجیره تأمین سبز تأیید می‌شوند، از تحلیل عاملی تأییدی استفاده شده است. برای این منظور پرسشنامه‌ای بر اساس معرف‌های جدول (۱) طراحی شده است. جامعه آماری در این بخش کلیه شرکت‌های فعال کوچک و متوسط استان آذربایجان-شرقی بوده است. نمونه آماری به صورت تصادفی انتخاب شده است. با توجه به وجود ۱۳۰۰ شرکت کوچک و متوسط فعال در استان آذربایجان‌شرقی، نمونه آماری بر اساس جدول کرجسی و مورگان، ۲۹۷ شرکت تعیین شده که پرسشنامه‌های تحقیق در اختیار مدیران این شرکت‌ها قرار داده شده است. روایی پرسشنامه بر اساس روایی سازه و با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی بررسی شده که نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده است. پایایی پرسشنامه نیز بر اساس ضریب آلفای کرونباخ و به تفکیک هر سازه محاسبه گردیده است. نتایج در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول شماره (۲): مقدار ضریب آلفای کرونباخ به تفکیک سازه‌ها

سازه	مقدار ضریب آلفای کرونباخ
عملیات ورودی	۰/۹۰۲
عملیات تولیدی	۰/۸۷۰
عملیات خروجی	۰/۸۹۵
تدارکات معکوس	۰/۸۷۹

با توجه به این که نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد که مقدار آلفای کرونباخ برای تمامی سازه‌های پژوهش بزرگتر از ۰/۷ محاسبه شده است، بر همین اساس می‌توان پایایی پرسشنامه را مورد تأیید قرار داد.

در مرحله بعدی پس از شناسایی و تأیید سازه‌های تحقیق (متغیرهای ورودی) سیستم استنتاج فازی تدوین شده است. برای تدوین سیستم استنتاج فازی، از اعدادا مثلثی، استنتاج ممدانی و برای تدوین قوانین از روش GRI که از روش‌های تدوین قواعد وابستگی می‌باشد، استفاده شده است. الگوریتم GRI قوانین ارتباطی در داده‌ها را کشف می‌کند. استنتاج قوانین روشی برای تولید مجموعه‌ای از قوانین است که موارد را دسته‌بندی می‌کند. اگرچه درخت‌های تصمیم می‌توانند مجموعه‌ای از قوانین را ایجاد کند، متدهای استنتاج قوانین مجموعه‌ای از قوانین مستقل را ایجاد می‌کند که لزوما یک درخت را ایجاد نمی-

کنند. از آن جا که استنتاج‌گر قوانین؛ اجباری به تقسیم در هر سطح ندارد، و می‌تواند به آینده بنگرد، قادر است الگوهای متفاوت و گاهاً بهتری برای رده‌بندی بیابد. برخلاف درختان، قوانین ایجاد شده ممکن است همه موارد ممکن را نپوشاند. هم‌چنین برخلاف درختان، قوانین ممکن است در پیش‌بینی متعارض باشند، که در هر مورد باید قانونی را برای دنبال کردن انتخاب کرد. یک روش برای حل این تعارضات انتصاب یک میزان اطمینان به هر قانون است و استفاده از قانونی است که میزان اطمینان بالاتری دارد. این الگوریتم به صورت مداوم توی یه حلقه رشد می‌کند و به صورت مداوم قانون می‌سازد و هرس می‌کند تا این که تمام دیتاها تمام شود یا این که خطا بیشتر از ۵۰ درصد شود. در فاز تکرار این الگوریتم می‌توان صحت اطمینان به نتایج را از صفر تا ۱۰۰ درصد تنظیم نمود. در نهایت ارزیابی زنجیره تأمین سبز، با استفاده از سیستم طراحی شده، ابتدا برای کل شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط انجام شده و در ادامه برای نمونه برای سه شرکت نیز این ارزیابی انجام شده است.

یافته‌ها

تحلیل عاملی تأییدی

در مرحله اول به جهت تأیید سازه‌های تحقیق و به نوعی شناسایی متغیرهای ورودی در جامعه آماری مورد بررسی از تحلیل عاملی تأییدی استفاده شده است. در انجام تحلیل عاملی تأییدی ضمن توجه به بارهای عاملی، از شاخص‌های کای‌دو بهنجار شده (CMIN)، نیکویی برازش (GFI)، نیکویی برازش تعدیل شده (AGFI)، برازش تطبیقی (CFI)، ریشه میانگین مربعات خطای برآورد (RMSEA) و ریشه میانگین مجذور باقیمانده (RMR) برای بررسی مناسب بودن هر یک از مدل‌های تأییدی استفاده شده است. نتایج در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول شماره (۳): شاخص‌های ارزیابی زنجیره تأمین سبز

سازه	معرف	بارعاملی	CMIN	GFI	AGFI	CFI	RMSEA	RMR
عملیات ورودی	C11	۰/۸٦	۱/٦٤۱	۰/۹٦	۰/۹۱	۰/۹٤	۰/۰٤٦	۰/۰٤۱
	C12	۰/۷۲						
	C13	۰/٦۹						
	C14	۰/۷۰						
	C15	۰/۷٦						
	C16	۰/۷۷						
	C17	۰/۷۲						
عملیات تولیدی	C21	۰/۸۹	۲/۲٤۲	۰/۹۳	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۰٦٥	۰/۰٥۰
	C22	۰/۸۸						
	C23	۰/۸۱						

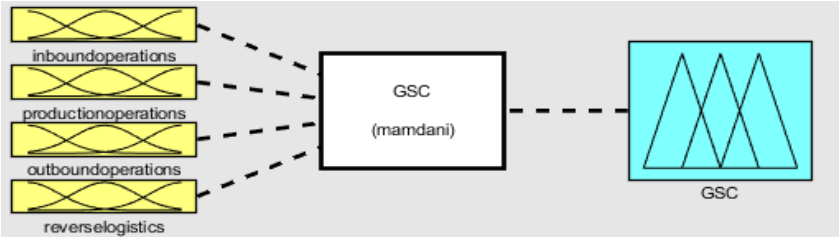
	C24	۰/۷۲						
	C25	۰/۷۸						
	C26	۰/۹۲						
عملیات خروجی	C31	۰/۷۱	۱/۷۵۳	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۹٤	۰/۰۵۰	۰/۰٤٦
	C32	۰/۷٤						
	C33	۰/٦۹						
	C34	۰/۷۲						
	C35	۰/۸٤						
	C36	۰/٦۰						
	C37	۰/۷٤						
تدارکات معکوس	C41	۰/۹۳	۲/۱۳۸	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۰٦۲	۰/۰٤۹
	C42	۰/۸۹						
	C43	۰/۹۱						
	C44	۰/۸٦						
	C45	۰/۸۹						
	C46	۰/۸۱						

نتایج تحلیل عاملی تأییدی برای هر یک از سازه‌های پژوهش در جدول (۳) نشان می‌دهد که مقدار شاخص کای‌دو بهنجار شده (CMIN) برای تمامی سازه‌ها کمتر از ۲ به دست آمده که نشان دهنده مناسب بودن مدل‌های تأییدی بر اساس این شاخص است. مقدار شاخص‌های نیکویی برازش (GFI)، نیکویی برازش تعدیل شده (AGFI) و برازش تطبیقی (CFI) برای تمامی سازه‌ها بزرگ‌تر از ۰/۹ شده است که نشان دهنده مناسب بودن مدل‌های تأییدی بر اساس این شاخص‌ها می‌باشد. مقدار شاخص ریشه میانگین مربعات خطای برآورد (RMSEA) برای تمامی سازه‌ها کمتر از ۰/۰۹ به دست آمده که مناسب بودن مدل‌های تأییدی بر اساس این شاخص را نشان می‌دهد. در نهایت ریشه میانگین مجذور باقیمانده (RMR) برای تمامی سازه‌ها کوچک‌تر از ۰/۰۵ شده که نشان می‌دهد بر اساس این شاخص نیز، تمامی مدل‌های تأییدی، به شکل مناسبی در جامعه آماری مورد بررسی تأیید شده‌اند. هم‌چنین مقدار بار عاملی که نشان دهنده ارتباط بین سازه و هر یک از معرف‌ها می‌باشد، بزرگ‌تر از ۰/۵ محاسبه شده است. این مقدار نشان دهنده ارتباط مناسب بین سازه و معرف‌های مربوط به آن است.

بر اساس نتایج به دست آمده برای تحلیل عاملی تأییدی می‌توان عنوان نمود که تمامی مدل‌های تأییدی در جامعه آماری مورد بررسی تأیید شده و می‌توان سازه‌های بر گرفته از ادبیات تحقیق، را به عنوان متغیرهای ورودی در جامعه مورد بررسی برای طراحی سیستم استنتاج فازی در نظر گرفت.

طراحی سیستم استنتاج فازی

پس از تأیید مولفه‌های ابزارهای زنجیره تأمین سبز شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط، به منظور ارزیابی ابتدا سیستم استنتاج فازی طراحی شده است. در طراحی سیستم استنتاج فازی، گام اول تعیین متغیرهای ورودی و خروجی مربوط به مسئله مورد نظر است. در این پژوهش ورودی‌های سیستم استنتاج فازی به منظور زنجیره تأمین سبز شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط، ابزارهای تأیید شده از طریق تحلیل عاملی تأییدی شامل عملیات ورودی، عملیات تولیدی، عملیات خروجی و تدارکات معکوس بوده است. خروجی سیستم نیز نشان دهنده میزان سبز بودن زنجیره تأمین است. بر همین اساس سیستم استنتاج فازی با چهار متغیر ورودی و یک متغیر خروجی به صورت شکل (۱) طراحی شده است.



شکل شماره (۱): سیستم استنتاج فازی طراحی شده در این پژوهش

در ادامه فازی‌سازی متغیرهای ورودی و خروجی بر اساس واژه‌های زبانی و اعداد فازی مثلثی انجام شده است. در جدول (۴) واژه‌های زبانی و اعداد فازی معادل برای متغیرهای ورودی نشان داده شده است.

جدول شماره (۴): واژه‌های زبانی و اعداد فازی معادل برای ورودی‌های سیستم

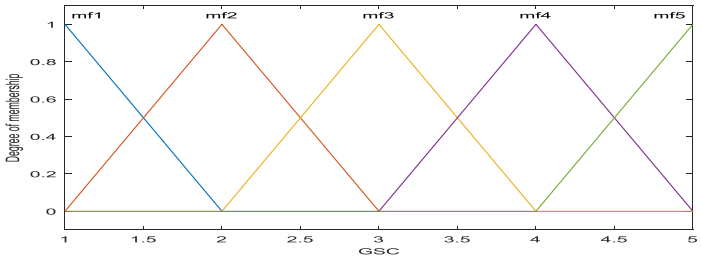
ورودی	عملیات ورودی	عملیات تولیدی	عملیات خروجی	تدارکات معکوس	عدد فازی معادل
	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	(۳، ۱، ۱)
	تاحدودی مناسب	تاحدودی مناسب	تاحدودی مناسب	تاحدودی مناسب	(۵، ۳، ۱)
	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	(۵، ۵، ۳)

در جدول (۵) واژه‌های زبانی و اعداد فازی معادل برای متغیر خروجی نشان داده شده است.

جدول شماره (۵): واژه‌های زبانی و اعداد فازی معادل برای خروجی سیستم

خروجی	میزان سبز بودن زنجیره تأمین	عدد فازی معادل	نماد
	خیلی کم	(۲، ۱، ۱)	mf1
	کم	(۳، ۲، ۱)	mf2
	متوسط	(٤، ۳، ۲)	mf3
	زیاد	(٥، ٤، ۳)	mf4
	خیلی زیاد	(٥، ٥، ٤)	mf5

با توجه به اینکه هر یک از واژه‌های زبانی، بر اساس اعداد فازی مثلثی نشان داده شده‌اند، لـذا مـی-توان اعداد فازی مربوط به متغیر خروجی را برای مثال را به صورت شکل (۲) در نرم‌افزار متلب نشان داد.



شکل شماره (۲): اعداد فازی متغیر خروجی

قوانین فازی، پس از فازی‌سازی متغیرهایی ورودی و خروجی، انجام می‌گیرد. برای این منظور همـان گونه که گفته شده از روش GRI استفاده شده است. در این روش میزان اطمینان به هر قانون حداقل ۵۰ درصد در نظر گرفته شده است. به عبارتی قانونی مورد قبول خواهد بود که حداقل میـزان اعتمـاد بـه آن قانون ۵۰ درصد باشد. نتایج به صورت خلاصه در جدول (۶) نشان داده شده است.

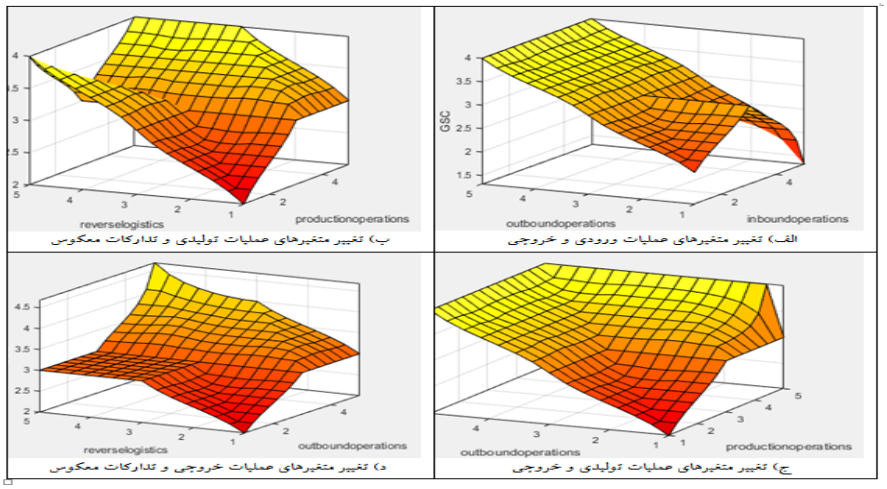
جدول شماره (۶): بخشی از قوانین وابستگی استخراج شده از روش GRI

شماره قانون	درصد اطمینان	مقدم	نتیجه
۱	۷٤/۱۱	اگر عملیات ورودی مناسب باشد	آن گاه میزان سبز بودن زنجیره تأمین زیاد خواهد بود.
۲	۷۷/۷۸	اگر عملیات ورودی مناسب و عملیات خروجی نامناسب باشد	آن گاه میزان سبز بودن زنجیره تأمین متوسط خواهد بود.
۳	۹۱/٦۷	اگر عملیات ورودی مناسب و عملیات خروجی مناسب باشد	آن گاه میزان سبز بودن زنجیره تأمین زیاد خواهد بود.
٤	۸۰/۰۰	اگر عملیات ورودی مناسب، عملیات تولیدی تا حدودی مناسب و عملیات خروجی نامناسب باشد	آن گاه میزان سبز بودن زنجیره تأمین متوسط خواهد بود.
٥	۷۰/٥۹	اگر عملیات تولیدی مناسب و تدارکات معکوس مناسب باشد	آن گاه میزان سبز بودن زنجیره تأمین زیاد خواهد بود.
٦	۱۰۰/۰	اگر عملیات ورودی مناسب، عملیات تولیدی مناسب و تدارکات معکوس مناسب باشد	آن گاه میزان سبز بودن زنجیره تأمین خیلی زیاد خواهد بود.

۷	۱۰۰/۰۰	اگر عملیات تولیدی نامناسب و تدارکات معکوس نامناسب باشد	آن گاه میزان سبزبودن زنجیره تأمین خیلی‌کم خواهد بود.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
٤٤	۱۰۰/۰۰	اگر عملیات ورودی مناسب، عملیات تولیدی مناسب و عملیات خروجی مناسب باشد	آن گاه میزان سبز بودن زنجیره تأمین خیلی زیاد خواهد بود.
٤٥	۱۰۰/۰۰	اگر عملیات خروجی مناسب و تدارکات معکوس تا حدودی مناسب باشد	آنگاه میزان سبز بودن زنجیره تأمین متوسط خواهد بود.
٤٦	۱۰۰/۰۰	اگر عملیات تولیدی تا حدودی مناسب، عملیات خروجی مناسب و تدارکات معکوس نامناسب باشد	آنگاه میزان سبز بودن زنجیره تأمین کم خواهد بود.

نتایج جدول (۶) نشان می‌دهد که از طریق استفاده از روش استخراج قواعد وابستگی GRI، ۴۶ قانون استخراج شده که این قوانین وارد بخش قوانین سیستم استنتاج فازی شده است. لازم به توضیح است که اگر قرار بود از روش‌های مرسوم مانند ترکیب بخش مقدم استفاده گردد، با توجه به وجود چهار واژه زبانی در هر ورودی می‌بایست ۸۱ قانون نوشته می‌شد. در این مرحله طراحی سیستم استنتاج فازی و تدوین قوانین پایان یافته است.

پس از تدوین قوانین برای بررسی رفتارهای خروجی و انطباق آن با ادبیات تحقیق و انتظارات خبرگان، رفتارهای خروجی به صورت سه بعدی بررسی شده است. شکل (۳) چهار رفتار خروجی در سیستم طراحی شده را نشان می‌دهد.



شکل شماره (۳): رفتارهای خروجی در سیستم طراحی شده

ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که هر شرکتی بتواند از ابزارهای زنجیره تأمین به طرز مناسبی استفاده نماید، سبز بودن زنجیره تأمین افزایش خواهد یافت. برای مثال اگر عملیات ورودی در رابطه با سبز بودن زنجیره تأمین رعایت شود، می‌تواند موجب افزایش کلی زنجیره تأمین سبز شود. شکل (۳) در دو بخش به صورت سه بعدی، رفتارهای متغیرهای مختلف ورودی را با ثابت نگه داشتن سایر متغیرها نشان می‌دهد. قسمت عمودی نمودارها در شکل (۳) مربوط به متغیر خروجی می‌باشد. قسمت الف شکل (۳) نشان می‌دهد که با افزایش عملیات ورودی و خروجی، میزان سبز بودن زنجیره تأمین افزایش می‌یابد. قسمت ب شکل (۳) نشان می‌دهد که با افزایش عملیات تولیدی و تدرکات معکوس، میزان سبز بودن زنجیره تأمین افزایش می‌یابد. قسمت ج شکل (۳) نشان می‌دهد که با افزایش عملیات تولیدی و خروجی، میزان سبز بودن زنجیره تأمین افزایش می‌یابد. هم‌چنین قسمت د شکل (۳) نشان می‌دهدکه با افزایش عملیات خروجی و تدرکات معکوس، میزان سبز بودن زنجیره تأمین افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده در این بخش منطبق با ادبیات تحقیق بوده و می‌توان سیستم طراحی شده را مناسب برای ارزیابی زنجیره تأمین دانست. در ادامه از سیستم طراحی شده برای ارزیابی زنجیره تأمین شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط استفاده شده است.

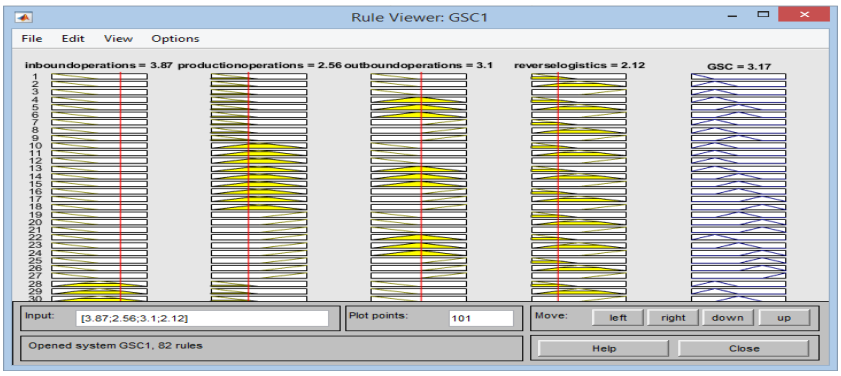
ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط

با توجه به این که سیستم استنتاج فازی، ورودی‌های قطعی را گرفته و آن‌ها را فازی‌سازی می‌کند و سپس بر اساس دیفازی‌سازی، تبدیل به عدد قطعی می‌کند. لذا در این بخش ابتدا میانگین امتیازات پرسشنامه برای هر متغیر ورودی محاسبه شده و میانگین امتیازات وارد سیستم گردیده است. در نهایت خروجی سیستم نشان دهنده میزان سبز بودن زنجیره تأمین شرکت‌ها بوده است. برای ارزیابی، ابتدا میزان سبز بودن زنجیره تأمین کل شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط محاسبه شده و در ادامه برای مثال برای سه شرکت نمونه نیز این کار بر اساس امتیازات داده شده انجام شده است. نتایج ارزیابی سبز بودن زنجیره تأمین در شکل (۴) و جدول (۷) برای کل شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط نشان داده شده است.

جدول شماره (۷): میزان سبز بودن زنجیره تأمین شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط بر اساس سیستم استنتاج

ورودی	مقدار ورودی	خروجی	مقدار خروجی
عملیات ورودی	۳/۸۷	سبز بودن زنجیره تأمین	۳/۱۷
عملیات تولیدی	۲/۵٦		
عملیات خروجی	۳/۱۰		
تدارکات معکوس	۲/۱۲		

شکل (۴) نشان دهنده خروجی به دست آمده است.



شکل شماره (۴): خروجی سیستم استنتاج فازی در نرم‌افزار متلب

تبدیل مقدار به دست آمده به واژه‌های زبانی بر اساس توابع عضویت مثلثی، نشان می‌دهد که میـزان سبز بودن زنجیره تأمین شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط با درجه عضویت ۰/۸۳ در حد متوسط و با درجه عضویت ۰/۱۷ در حد زیاد می‌باشد. در ادامه به منظور نشان دادن کارآیی سیستم طراحـی شـده، از سیستم طراحی شده برای ارزیابی زنجیره تأمین سه شرکت به طور نمونه استفاده شده اسـت. جـدول (۸) نشان دهنده میزان سبز بودن زنجیره تأمین این سه شرکت می‌باشد.

جدول شماره (۷): میزان سبز بودن سه شرکت نمونه بر اساس سیستم طراحی شده

شرکت	ورودی	مقدار ورودی	مقدار خروجی
۱	عملیات ورودی	۳/۱٤	۲/۹۰
	عملیات تولیدی	۲/۸۳	
	عملیات خروجی	۲/۷۱	
	تدارکات معکوس	۲/۳۳	
۲	عملیات ورودی	٤/۱٦	۳/٦۰
	عملیات تولیدی	۳/٦۷	
	عملیات خروجی	٤/۰۰	
	تدارکات معکوس	۳/۸٦	
۳	عملیات ورودی	۳/۷۱	۳/۲۱
	عملیات تولیدی	۱/۸۳	
	عملیات خروجی	٤/٤۳	
	تدارکات معکوس	۲/۱۷	

بحث و نتیجه‌گیری

استقرار شیوه‌های زنجیره تأمین سبز در محیط تجارت امروز در بین صنایع مختلف بسیار گسترده است. این محبوبیت توسعه و اتخاذ ابزارهای مناسب برای ارزیابی عملکرد فعالیت‌های زنجیره تأمین سبز را ضروری می‌سازد. در این راستا، دو سوال در بین محققان و دست‌اندرکاران زنجیره تأمین برجسته شده است. (۱) استخراج لیستی از معیارهای ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین سبز و (۲) تدوین چارچوب تصمیم-گیری که برای این منظور استفاده می‌شود. از این منظر، این مطالعه تحقیقاتی با هدف پاسخ به این دو سؤال ارائه شده است. برای انجام این کار ، ابتدا بررسی گسترده‌ای از ادبیات از دیدگاه مدیریت زنجیره تأمین انجام گردید. با توجه به این‌که یکی از مهم‌ترین بخش‌های سازمانی و بین سازمانی، زنجیره تأمین شرکت‌ها می‌باشد که شامل فعالیت‌های خرید یا تهیه، طراحی و توزیع به مشتریان است. زنجیره تأمین شرکت‌ها و به خصوص شرکت‌های کوچک و متوسط، به جهت فعالیت‌های برون‌سازمانی زنجیره تأمین، در معرض دید مشتریان، تأمین‌کنندگان و ذی‌نفعان مختلفی قرار دارد. مدیران شرکت‌ها با توجه به این مسئله، اولین جایی‌که در تلاش هستند تا فعالیت‌های آن‌ها منطبق با مسائل زیست‌محیطی باشد، زنجیره تأمین می‌باشد. هر چند این بخش به طور مستقیم در اختیار شرکت قرار ندارد، ولی شرکت‌ها می‌توانند با اتخاذ ابزارها و شیوه‌های مختلف، نسبت به سبز نمودن زنجیره تأمین تلاش نمایند. شرکت‌های کوچک و متوسط بیشتر از سایر شرکت‌ها مجبور به رعایت مسائل زیست محیطی می‌باشند. این شرکت‌ها با توجه به قوانین زیست محیطی حاکم بر مقاصد کوچک و متوسط خود، ملزم می‌باشند که زنجیره تأمین سبز و سازگار با محیط زیست داشته باشند. از طرفی نیز بررسی ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که اولین گام در سبز نمودن زنجیره تأمین شرکت‌ها، آگاهی از وضعیت زنجیره تأمین در رابطه با فعالیت‌های سبز است. بر همین اساس نیز تلاش‌ها در جهت ارائه مدل‌ها و روش‌های ارزیابی زنجیره تأمین سبز در سال‌های اخیر بیشتر شده است. بررسی‌های این مقاله نشان داد که بیشتر محققان مانند ساری و سوسلو(۲۰۱۸)، اسلام و همکاران(۲۰۱۸)، وو و همکاران(۲۰۱۵)، تنگ و چیو(۲۰۱۳) از روش‌های فازی به دلیل ابهام موجود در واژه‌های زبانی در ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌ها، استفاده نموده‌اند تا بتوانند ارزیابی درستی داشته از سبز بودن زنجیره تأمین به جهت استفاده از واژه‌های زبانی داشته باشند. با این همه به نظر می‌رسد که در همه این تحقیقات، ارزیابی نیازمند وجود واحدهای مشابه هست تا ارزیابی کننده بتواند با مقایسه این واحدها با یکدیگر، بهترین زنجیره تأمین سبز را انتخاب نماید. در حالی که شرکت‌ها نیاز دارند، بتوانند به تنهایی میزان سبز بودن زنجیره تأمین خود را ارزیابی و در جهت بهبود عملکرد، برنامه‌ریزی مناسبی در این زمینه داشته باشند. به عبارتی شرکت‌ها بایستی بتوانند از روشی در جهت ارزیابی سبز بودن زنجیره تأمین خود استفاده کننده که این روش به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم به آن‌ها کمک کند. در این میان یکی از روش‌های مناسب برای ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌ها سیستم استنتاج فازی خواهد بود که می‌تواند به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم عمل کرده و شرکت‌ها در هر زمانی و در صورت

نیاز بتوانند سازگاری زنجیره تأمین خود را با مسائل زیست محیطی ارزیابی کرده و تصمیمات مناسبی در جهت بهبود زنجیره در پیش بگیرند. بر همین اساس نیز در این مقاله، یک سیستم استنتاج فازی برای ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط طراحی گردید. نتایج نشان داد که سیستم طراحی شده قادر است در هر زمانی و بودن نیاز به واحدهای مشابه، ارزیابی از میزان سبز بودن شرکت‌ها ارائه دهد تا مدیران بتوانند با آگاهی از وضعیت سبز بودن زنجیره تأمین، نسبت به رفع نقاط ضعف و تقویت نقاط قوت اقدام نمایند.

منابع

Abdel-Baset, M., Chang, V., & Gamal, A. (2019). Evaluation of the green supply chain management practices: A novel neutrosophic approach, **Computers in Industry**. 108, P.p: 210-220.

Awasthi, A., & Kannan, G. (2016). Green supplier development program selection using NGT and VIKOR under fuzzy environment, **Computers & Industrial Engineering**. 91, P.p: 100-108.

Azevedo, S. G., Carvalho, H., & Machado, V., C. (2011). The influence of green practices on supply chain performance: A case study approach, **Transportation research part E: logistics and transportation review**. 47 (6), P.p: 850-871.

Brandenburg, M., Govindan, K., Sarkis, J., & Seuring, S. (2014). Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions, **European journal of operational research**. 233 (2), P.p: 299-312.

Charkha, P. G., & Jaju, S., B. (2014). Supply chain performance measurement system: an overview, **International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling**. 6 (1), P.p: 40-60.

Dam, L., & Petkova, B., N. (2014). The impact of environmental supply chain sustainability programs on shareholder wealth, **International Journal of Operations & Production Management**. 34 (5), P.p: 586-609.

Dangelico, R. M., Pujari, D., & Pontrandolfo, P. (2017). Green product innovation in manufacturing firms: A sustainability-oriented dynamic capability perspective, **Business strategy and the Environment**. 26 (4), P.p: 490-506.

Das, K., & Posinasetti, N., R. (2015). Addressing environmental concerns in closed loop supply chain design and planning, **International Journal of Production Economics**. 163, P.p: 34-47.

de Sousa Jabbour, A. B., L. (2015). Understanding the genesis of green supply chain management: lessons from leading Brazilian companies, **Journal of Cleaner Production**. 87, P.p: 385-390.

Delmas, M., & Montiel, I. (2009). Greening the supply chain: when is customer pressure effective?, **Journal of Economics & Management Strategy**. 18(1), P.p: 171-201.

Green, K., Morton, B., & New, S. (1996). Purchasing and environmental management: interactions, policies and opportunities, Business strategy and the environment. 5 (3), P.p: 188-197.

Islam, M. S., Tseng, M. L., Karia, N., & Lee, C., H. (2018). Assessing green supply chain practices in Bangladesh using fuzzy importance and performance approach. Resources, **Conservation and Recycling**. 131, P.p: 134-145.

Kusi-Sarpong, S., Sarkis, J., & Wang, X. (2016). Assessing green supply chain practices in the Ghanaian mining industry: A framework and evaluation, **International Journal of Production Economics**. 181, P.p: 325-341.

Lee, K., H. (2011). Integrating carbon footprint into supply chain management: the case of Hyundai Motor Company (HMC) in the automobile industry, **Journal of cleaner production**. 19 (11), P.p: 1216-1223.

Li, S., Ngniatedema, T., & Chen, F. (2017). Understanding the impact of green initiatives and green performance on financial performance in the US, **Business Strategy and the Environment**. 26 (6), P.p: 776-790.

Luthra, S., Mangla, S. K., Shankar, R., Prakash Garg, C., & Jakhar, S. (2018). Modelling critical success factors for sustainability initiatives in supply chains in Indian context using Grey-DEMATEL, **Production Planning & Control**. 29 (9), P.p: 705-728.

Mardani, A., Kannan, D., Hooker, R. E., Ozkul, S., Alrasheedi, M., & Tirkolaee, E. B. (2020). Evaluation of green and sustainable supply chain management using structural equation modelling: A systematic review of the state of the art literature and recommendations for future research, **Journal of Cleaner Production**. 249, 119383.

Mitra, S., & Datta, P., P. (2014). Adoption of green supply chain management practices and their impact on performance: an exploratory study of Indian manufacturing firms, **International Journal of Production Research**. 52 (7), P.p: 2085-2107.

Mohanty, R. P., & Prakash, A. (2014). Green supply chain management practices in India: an empirical study, **Production Planning & Control**. 25 (16), P.p: 1322-1337.

Rostamzadeh, R., Govindan, K., Esmaeili, A., & Sabaghi, M. (2015). Application of fuzzy VIKOR for evaluation of green supply chain management practices, **Ecological Indicators**. 49, P.p: 188-203.

Sari, K. (2017). A novel multi-criteria decision framework for evaluating green supply chain management practices, **Computers & Industrial Engineering**. 105, P.p: 338-347.

Sari, K., & Suslu, M. (2018). A modeling approach for evaluating green performance of a hotel supply chain, **Technological Forecasting and Social Change**. 137, P.p: 53-60.

Sharma, V. K., Chandna, P., & Bhardwaj, A. (2017). Green supply chain management related performance indicators in agro industry: A review, **Journal of Cleaner Production**. 141, P.p: 1194-1208.

Shen, L., Olfat, L., Govindan, K., Khodaverdi, R., & Diabat, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for evaluating green supplier's performance in green supply chain with linguistic preferences, **Resources, Conservation and Recycling**. 74, P.p: 170-179.

Srivastava, S., K. (2007). Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review, **International journal of management reviews**. 9 (1), P.p: 53-80.

Thun, J. H., & Müller, A. (2010). An empirical analysis of green supply chain management in the German automotive industry, **Business strategy and the environment**. 19 (2), P.p: 119-132.

Tseng, M. L., & Chiu, A., S. (2013). Evaluating firm's green supply chain management in linguistic preferences, **Journal of cleaner production**. 40, P.p: 22-31.

Tseng, M.L., Lim, K. M., Wong, W.P. (2015). Sustainable supply chain management: a closed-loop network approach, **Industrial Management & Data System**. 115 (3), P.p: 436 – 461.

Uygun, Ö., & Dede, A. (2016). Performance evaluation of green supply chain management using integrated fuzzy multi-criteria decision making techniques, **Computers & Industrial Engineering**. 102, P.p: 502-511.

Vahabzadeh, A. H., Asiaei, A., & Zailani, S. (2015). Green decision-making model in reverse logistics using FUZZY-VIKOR method, **Resources, Conservation and Recycling**. 103, P.p: 125-138.

Wang, H. F., & Gupta, S. M. (2011). **Green supply chain management: Product life cycle approach**. McGraw Hill Professional.

Wouters, M., Anderson, J. C., Narus, J. A., & Wynstra, F. (2009). Improving sourcing decisions in NPD projects: Monetary quantification of points of difference, **Journal of Operations Management**. 27 (1), P.p: 64-77.

Wu, K. J., Liao, C. J., Tseng, M. L., & Chiu, A., S. (2015). Exploring decisive factors in green supply chain practices under uncertainty, **International Journal of Production Economics**. 159, P.p: 147-157.

Zhou, L., Naim, M. M., & Disney, S., M. (2017). The impact of product returns and remanufacturing uncertainties on the dynamic performance of a multi-echelon closed-loop supply chain, **International Journal of Production Economics**. 183, P.p: 487-502.