مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال پانزدهم، شماره سوم (پیاپی ۵۸)، پاییز ۹۷، ص ص ۱۰۶-۸۷
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

طراحی مدل عملکرد اجتماعی شرکتی زنجیره‌تامین سبز با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی فازی در شرایط عدم قطعیت

علیرضا منصوری[۱]، سلیمان ایرانزاده[۲*]، عبدالله هادی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، گروه مدیریت صنعتی، تبریز، ایران

۲- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، گروه مدیریت صنعتی، تبریز، ایران

۳- استاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، گروه ریاضی کاربردی، اصفهان، ایران

رسید مقاله: ۹ بهمن ۱۳۹۶

پذیرش مقاله:۲۳ مرداد ۱۳۹۷

چکیده

در سال‌های اخیر، محققان و متخصصان بر اهمیت عملکرد اجتماعی واحدهای تجاری و شرکتی به طور قابل توجهی، تاکید داشته‌اند. از آن‌جایی که زنجیره‌های تامین سبز نقش مهمی در کاهش آلودگی محیط کسب و کار و شرکت‌ها دارند، عملکرد اجتماعی شرکت‌ها نقش بسزایی در ایجاد و به وجود آوردن این زنجیره‌تامین داشته و بنابراین در هنگام طراحی شبکه زنجیره‌تامین سبز، عملکرد اجتماعی آن باید با دقت مورد توجه قرار گیرد. این مقاله به مسأله طراحی عملکرد اجتماعی زنجیره‌تامین سبز تحت شرایط عدم قطعیت اشاره دارد. برای این منظور ابتدا یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی فازی چند هدفه طراحی شده است که شامل به حداقل رساندن هزینه‌ها و اثرات زیست محیطی و به حداکثر رساندن عملکرد اجتماعی شرکتی زنجیره‌تامین سبز می‌باشد. پس به منظور حل این مدل، یک روش حل فازی تعاملی استفاده شده است در انتها یک مطالعه موردی واقعی در صنعت برای سنجیدن صحت و اثر بخشی مدل ارایه می‌گردد.

کلمات کلیدی: عملکرد اجتماعی شرکتی، زنجیره‌تامین سبز، برنامه‌ریزی ریاضی فازی، شرایط عدم قطعیت.

۱ مقدمه

در سال‌های اخیر، عملکرد اجتماعی شرکتی، توجه روزافزون شرکت‌ها، جامعه مالی، قانون گذاران، سیاست‌گذاران را به خود جلب کرده است [۱]. عملکرد اجتماعی شرکتی یک ساختار چند بعدی مربوط به چگونگی مواجهه و پاسخگویی شرکت‌ها در رابطه با مسئولیت‌های اقتصادی، اخلاقی و حقوقی نسبت به گروه-های ذینفع مانند کارکنان، مشتریان، تامین کنندگان، محیط زیست و جوامع محلی می‌باشد [۲]. در واقع عملکرد اجتماعی شرکتی در سراسر طیف گسترده‌ای از صنایع با ویژگی‌های مختلف مهم تاریخی و عملکردی در حوزه‌های مختلف آن رخ می‌دهد. یک تعریف دقیق توافق شده در این رابطه وجود ندارد؛ اما عملکرد اجتماعی

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی:: s.iranzadeh37@gmail.com

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

شرکتی به طور کلی عنوان یک ساختار گسترده شامل موضوع های اجتماعی و مدیریت ذینفعان را در بر می‌گیرد [۳]. برای یکی از شاخص‌های آشکارسازی عملکرد اجتماعی شرکتی می‌توان به ابعاد اخلاقی همچون تعهد به استانداردهای زیست محیطی مانند ISO 14000 اشاره کرد همچنین از ابعاد دیگر به بعد حکومت مانند ایجاد شغل، بعد کارکنان، استانداردهای ایمنی و سلامت، استخدام آن‌ها و بعد زیست محیطی، حفاظت از محیط زیست، آلودگی انتشار فرآیندهای کنترل آلودگی و بازیافت محصولات استفاده شده یا عمر آن‌ها به پایان رسیده(EOL)، پرداخت[۴]. همچنین از آن‌جا که عملکرد اجتماعی شرکتی تلاش می‌کند شرایط ایمن و سلامت شغلی کارکنان را در محیط کار ایجاد نماید [۵]، مزایای مهمی همچون افزایش شهرت و اعتبار و ایجاد مزیت رقابتی را برای شرکت فراهم می‌آورد [۶]. از سوی دیگر، نادیده گرفتن عملکرد اجتماعی شرکتی باعث می‌شود از سوی سیاست های دولتی، سازمان‌های غیر دولتی، رسانه‌ها و سایر گروه‌های اجتماعی فشار زیادی بر شرکت‌ها وارد کنند[۷]. به عنوان مثال گزارش‌های رسانه‌ای و کمپین‌های تبلیغاتی و گروه‌های اجتماعی به شهرت و فروش شرکت‌های معروفی مانند Wal-Mart, Shell, MC Donald's آسیب رسانده است. این فشارها موجبات بهبود عملکرد اجتماعی شرکت‌ها از جمله رضایت کارکنان و جامعه را فراهم می‌آورد. جامع‌ترین چارچوبی که شاخص‌های عملکرد اجتماعی را مشخص نموده است چارچوب گزارش اولیه جهانی[1] می‌باشد [۸]، که بر این اساس شرکت‌ها متعهد می‌شوند گزارش‌های خود را بر اساس این چارچوب تنظیم نمایند. بر طبق مقالات منتشر شده بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۴ نرخ شهرت یکی از پرطرفدارترین روش‌های اندازه‌گیری عملکرد اجتماعی شرکتی می‌باشد [۹].

مسأله طراحی زنجیره‌تامین سبز[2] به عنوان مهم‌ترین مسأله استراتژیک در مدیریت زنجیره‌تامین[3] مطرح می‌باشد. با توجه به این که در اکثر مقالات مربوط به طراحی زنجیره‌تامین سبز تمرکز بیش‌تری بر روی عملکردهای اقتصادی و به خصوص زیست محیطی بوده است؛ اما عملکرد اجتماعی زنجیره‌تامین سبز نادیده گرفته شده است در این زمینه تعدادی از تحقیقات انجام شده به مدیریت پایان عمر محصول[4] اختصاص داده شده است که منجر به طراحی شبکه لجستیک معکوس[5] (به عنوان مثال [۱۰، ۱۱]) و طراحی شبکه حلقه بسته (به عنوان مثال [۱۲، ۱۳]) شده است.

در حالی که برخی دیگر بر کاهش انتشار زیست محیطی زنجیره‌تامین تمرکز دارد که این مسأله به طراحی زنجیره‌تامین سبز یا زیست محیطی (به عنوان مثال [۱۴، ۱۵]) منتج می‌شود برای پر کردن این شکاف در بررسی پیشینه طراحی زنجیره‌تامین سبز این تحقیق علاوه بر عملکردهای اقتصادی و زیست محیطی، عملکرد اجتماعی زنجیره‌تامین سبز را مورد توجه قرار می‌دهد. با توجه به این که تمرکز ما در این مقاله بر عملکرد اجتماعی می‌باشد، عدم قطعیت داده‌های ورودی مورد توجه قرار می‌گیرد. این مقاله شامل دو بخش مهم نظری و عملی است. از دیدگاه عملی این مقاله یک مدل ریاضی سه هدفه را ارایه می‌دهد که به منظور دستیابی به عملکرد اجتماعی

1 Global Reporting Initiative (GRI)
2 Green Supply Chain Design (GSCD)
3 Supply Chain Management (SCD)
4 End – of – life (EOL)
5 Reverse Logistic (RL)

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

علاوه بر عملکردهای اقتصادی و زیست محیطی در طراحی شبکه زنجیره‌تامین سبز مورد توجه قرار می‌گیرد. با توجه به جنبه نظری در جهت مواجهه یا موضوع عدم قطعیت در مسأله طراحی مدل عملکرد اجتماعی زنجیره‌تامین سبز از برنامه‌ریزی فازی چند هدفه استفاده شده است که مدل را به واقعیت نزدیک‌تر ساخته است.

مابقی این مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است. در بخش ۲ مروری بر تحقیقات مشابه مرتبط با موضوع صورت گرفته است. در بخش ۳ به مسأله طراحی مدل عملکرد اجتماعی زنجیره‌تامین سبز با در نظر گرفتن یک نمونه صنعتی واقعی به تعریف مسأله، مدلسازی مسأله پرداخته شده است. برنامه‌ریزی فازی چند هدفه در بخش ۴ و روش راه حل تعاملی در بخش ۵ ارایه شده است. مدل پیشنهادی جهت استفاده از یک نمونه صنعتی واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد و نتایج محاسباتی آن در بخش ۶ گزارش شده است. در نهایت نتیجه گیری و جمع بندی همراه با ارایه پیشنهادها جهت تحقیقات آتی در بخش ۷ ارایه شده است.

۲ پیشینه تحقیق

به طورخلاصه برخی از جدیدترین مطالعات صورت گرفته در حوزه عملکرد اجتماعی شرکتی و طراحی زنجیره‌تامین به شرح ذیل می‌باشد.

تارخ و همکاران [۱۶] تحقیقی را در زمینه طراحی شبکه زنجیره‌تامین یکپارچه مستقیم و معکوس سازگار با محیط زیست انجام داده‌اند. در این پژوهش یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط دو هدفه برای مطالعه نحوه ارتباط سبز بودن و سود در یک شبکه زنجیره‌تامین سبز توسعه داده شد.

کریمی و همکاران [۱۷] تحقیقی را در زمینه بهینه‌سازی و برنامه‌ریزی چند هدفه در زنجیره‌تامین سبز انجام داده-اند. در این پژوهش یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط با دو تابع هدف بیش‌ترین سود و کم‌ترین میزان انتشار گاز دی اکسید کربن ارایه گردید. این مدل کمک خواهد کرد تا برای یک شبکه حمل بار موجود را برای یک صنعت بهترین وسیله‌های حمل انتخاب نماید تا علاوه بر افزایش سود، میزان انتشار گاز دی اکسید کربن حداقل گردد.

ابوهانیه و همکاران [۱۸] تحقیقی را در زمینه سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای عملکرد اجتماعی در کشور فلسطین انجام داده‌اند. این پژوهش برای ارایه یک مدل ریاضی به نام سهم ارزش جهت اندازه گیری عملکرد اجتماعی صنایع سنگ مرمر در کشور فلسطین ارایه شده است. این پژوهش در نهایت برروی ۱۰کارخانه سنگ مرمر در فلسطین انجام گردید و نتایج نهایی نشان می‌دهد که صنایع را می‌توان بر اساس عملکرد مثبت بالای خود ارزیابی کرد. تصمیم گیرندگان می‌توانند از نتایج این مطالعه و موارد مشابه به عنوان یک ابزار ارزیابی برای حمایت از صنایع دارای بالاترین عملکرد کلی استفاده کنند.

بایرکا [۱۹] تحقیقی را در زمینه اهمیت فاکتورهای اجتماعی در مدل‌سازی گسترش محصولات و اقدامات سبز در کشورهای هلند و لهستان انجام داده‌است. در این مقاله یک مدل ساده مبتنی بر عامل دو نوع واکنش اجتماعی شامل تطابق و استقلال و همچنین دشواری رفتاری را در نظر می‌گیرد که می‌تواند به طور جدی بر گسترش نوآوری محصولات و اقدامات سبز اثرگذار باشد.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

نورجانی و همکاران [۱۰] تحقیقی را در زمینه طراحی زنجیره‌تامین سبز با یک رویکرد مدلسازی ریاضی بر اساس بهینه‌سازی مدل چند هدفه انجام داده‌اند. در این مقاله یک مدل ریاضی دو هدفه برای حداقل کردن هزینه کل و به حداقل رساندن انتشار گاز دی اکسید کربن در سراسر زنجیره‌تامین ارایه گردیده است. در این پژوهش جهت پیدا کردن جواب های غیرمغلوب (کارا) از روش چبیشف استفاده شده است و نتایج به دست آمده نشان می‌دهد این مدل برای حل مسایل زنجیره‌تامین سبز در شرایط پیچیده واقعی مناسب نیست؛ بنابراین کارهای بیش‌تری برای بهبود مدل ریاضی از طریق تعدیل سناریوی مدل و استفاده از سایر روش‌های حل برای بهینه‌سازی مدل‌های چند هدفه، انجام می گیرد.

کای و همکاران [۲۰] تحقیقی را در زمینه اینکه چرا عملکرد اجتماعی شرکت ها برای کشورها از اهمیت شایانی برخوردار است، انجام داده‌اند. این پژوهش به دنبال جواب این سوال می‌باشد که چرا سطح عملکرد اجتماعی شرکت‌ها در کشورهای مختلف تا این حد متفاوت می‌باشد؛ لذا با بررسی عملکرد اجتماعی ۲۶۰۰ شرکت از ۳۶ کشور مختلف به دنبال پاسخ این سوال می‌باشد. نتایج نهایی نشان می‌دهد که در کشورهایی که سطح درآمد سرانه شهروندان آن بالاست و از آزادی‌های مدنی و حقوقی سیاسی پایدار برخوردارند و فرهنگ آن‌ها متمایل به هارمونی و استقلال است، میزان عملکرد اجتماعی شرکت‌ها نیز بالاست و همچنین عوامل ملی و میهنی در تغییرات عملکرد اجتماعی شرکت‌های چند ملیتی نسبت به شرکت‌های غیر چند ملیتی و داخلی آن‌چنان دخیل نیست.

مورایس و همکارش [۲۱] تحقیقی را در زمینه اندازه گیری عملکرد اجتماعی برای مدیریت زنجیره‌تامین پایدار انجام داده‌اند. این پژوهش با بررسی ۷۶ معیار مختلف اجتماعی در راستای پاسخگویی به سوال تعیین معیارهای اصلی در مقالات برای اندازه گیری عملکرد به ویژه اجتماعی در مفهوم زنجیره‌تامین پایدار بوده است و نتایج دلالت برآن دارد که دو معیارکه بیش‌تر بر عملکرد اجتماعی تمرکز دارد، جامعه، ایمنی و سلامت می‌باشد و یک توصیه برای انتخاب و سازماندهی مناسب‌ترین معیارها برای هر یک از شرکای زنجیره‌تامین ایجاد یک چارچوب ماتریسی می‌باشد.

موگینی و همکارش [۲۲] تحقیقی را در زمینه تأثیر اقدامات لجستیک سبز بر عملکرد زنجیره‌تامین در سازمان‌های چند ملیتی در کنیا انجام داده‌اند. این پژوهش با بررسی ۱۰ سازمان چند ملیتی در کنیا به ویژه متمرکز بر بخش‌های تدارکات، منابع انسانی، متخصصان محیط زیست و مدیران بوده است که بتواند اندازه گیری مناسبی از عملکرد زنجیره‌تامین در سازمان‌های چند ملیتی در کنیا داشته باشد و در نهایت نتایج نشان می‌دهد که عواملی که بر عملکرد زنجیره‌تامین تأثیرگذار است به ترتیب خرید سبز، بسته‌بندی پاسخگو، اقدامات طراحی مجدد و لجستیک معکوس می‌باشد.

ژاوو و همکاران [۱۴] تحقیقی را در زمینه بهینه‌سازی یک مدل برای مدیریت زنجیره‌تامین سبز با استفاده از رویکرد تجزیه و تحلیل داده بزرگ انجام داده‌اند. در این مدل سه سناریو برای بهبود مدیریت زنجیره‌تامین سبز پیشنهاد شده است. سناریوی اول ابتدا به دنبال کم‌ترین ریسک بعد انتشار کربن و در نهایت هزینه اقتصادی می-باشد. سناریوی دوم به دنبال کم‌ترین هزینه اقتصادی با کم‌تر کردن هر دو پارامتر ریسک و انتشار کربن است. این

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

در حالی است که سناریوی سوم تلاش دارد که ریسک انتشار کربن و هزینه اقتصادی را به طور همزمان حداقل کند. این مدل با استفاده از نرم افزار Lingo حل شده است و نتایج نشان می‌دهد که سناریوی اول نسبت به سناریوی دوم وسوم به لحاظ کاهش ریسک و انتشار کربن، ارتقاء مدیریت زنجیره‌تامین سبز و دستیابی به موفقیت اقتصادی در دراز مدت، برتری دارد.

شهزاد و همکاران [۲] تحقیقی را در زمینه اجرای منابع متفاوت برای ارتباط عملکرد اجتماعی شرکت و منابع متعدد انجام داده‌اند. این پژوهش با بررسی ۱۴۳۹ شرکت در ایالات متحده آمریکا در راستای آزمون ۶ فرضیه انجام پذیرفته است و نتایج دلالت برآن دارد که اگر شرکت‌ها بخواهند تعهد خود را به عملکرد اجتماعی و زیست محیطی به طور گسترده‌ای از طریق عملکرد اجتماعی شرکت افزایش دهند اگر بر منابع انسانی سرمایه گذاری کنند، امری ضروری به نظر می‌رسد.

آهی و همکارش [۲۳] تحقیقی را در زمینه تجزیه و تحلیل معیارهای استفاده شده برای اندازه‌گیری عملکرد در زنجیره‌های تأمین سبز و پایدار انجام داده‌اند. این تحقیق با بررسی ۴۴۵ مقاله با هدف شناسایی و تجزیه وتحلیل معیارهایی که در تحقیقات مدیریت زنجیره‌تامین سبز و مدیریت زنجیره‌تامین پایدار منتشر شده، انجام شده است. بر اساس تحلیل انجام شده، یک چارچوب مفهومی اصلی برای ساختاربندی توسعه معیارها در مدیریت زنجیره‌تامین و مدیریت زنجیره‌تامین سبز بر اساس ۳ فرض اصلی ارایه می‌دهد که نشان می‌دهد مدیریت زنجیره‌تامین پایدار شکل گسترش یافته از مدیریت زنجیره‌تامین سبز می‌باشد.

کریستانا وهمکاران [۲۴] تحقیقی را در زمینه دستیابی به مسئولیت اجتماعی زنجیره‌تامین از طریق ارزیابی و همکاری در شرکت‌های تولیدی اسپانیا انجام داده‌اند. این تحقیق با بررسی ۱۲۰ شرکت تولیدی اسپانیایی در راستای آزمون ۸ فرضیه انجام پذیرفته است و نتایج دلالت برآن دارد که با ارزیابی تامین کنندگان، عملکرد اجتماعی شرکت‌های خریدار و با همکاری، عملکرد اجتماعی تأمین‌کنندگان افزایش می‌یابد.

چن و همکاران [۲۵] تحقیقی را در زمینه آشکار شدن ارتباط بین عملکرد اجتماعی شرکتی و عملکرد مالی شواهدی از گزارش های GRI در صنایع تولیدی انجام داده‌اند. این پژوهش با بررسی ۷۵ شرکت در سراسر اروپا، آسیا و آمریکا در راستای آزمون ۲ فرضیه انجام پذیرفته است و نتایج دلالت برآن دارد که هیچ تفاوت قابل توجهی در خصوص گزارش‌دهی عملکرد مسئولیت اجتماعی شرکت در میان بخش‌های مختلف صنعتی در صنایع مختلف تولیدی وجود ندارد.

فراگ وهمکاران [۴] تحقیقی را در زمینه عملکرد اجتماعی، زیست محیطی و اخلاقی در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس شانگهای چین انجام داده‌اند. این پژوهش با بررسی ۱۴۹ شرکت در بورس شانگهای چین در راستای آزمون ۲ فرضیه انجام پذیرفته است و نتایج دلالت برآن دارد که رابطه مثبتی بین عملکرد اجتماعی، زیست محیطی و اخلاقی با عملکرد مالی وجود ندارد و همچنین رابطه‌ای بین عملکرد اجتماعی شرکت و عملکرد مالی در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس مشاهده نگردید.

مارتینز و همکاران [۲۶] تحقیقی را در زمینه طراحی و برنامه‌ریزی شبکه زنجیره‌تامین سبز با استفاده از رویکرد فراابتکاری چند هدفه انجام داده‌اند. در این پژوهش یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح آمیخته چند

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

هدفه برای حداکثر کردن سود و حداقل کردن اثرات زیست محیطی ارایه گردید در این مقاله با استفاده از الگوریتم فراابتکاری چند هدفه به حل مدل پرداخته شد و در نهایت آن‌ها با استفاده از روش فراابتکاری چند هدفه تعادل بین اهداف زیست محیطی و اقتصادی ایجاد کردند.

سرانو و همکاران [۲۷] تحقیقی را در زمینه مدل‌های پویا برای طراحی شبکه‌های لجستیک سبز انجام داده-اند. در این پژوهش یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط جهت طراحی یک شبکه لجستیک معکوس پیشنهاد شده است. برای حل مساله، یک رویکرد مبتنی بر سیمپلکس و روش شاخه و کران در نظر گرفته شده است و از نرم افزار CPLEX برای حل مساله استفاده شده است.

طوسی و همکاران [۲۸] تحقیقی را در زمینه مدلی برای ارزیابی زنجیره‌تامین سبز انجام داده‌اند. در این پژوهش از روش DEMATEL جهت تجزیه و تحلیل و اولویت‌بندی عوامل ضروری در انتخاب تأمین کنندگان سبز در صنایع خودروسازی استفاده نموده و بر این اساس لجستیک سبز، عملکرد سازمانی، فعالیت‌های سبز سازمانی، عملکرد زیست محیطی و ارزیابی تأمین‌کنندگان سبز بر اساس قدرت نفوذ و درجه اهمیت در کل شبکه زنجیره‌تامین سبز رده بندی شدند که نتایج نشان می‌دهد که ارزیابی تأمین‌کنندگان سبز و فعالیتهای سبز سازمانی، تأثیر قابل توجهی بر روی شاخص‌های دیگر دارد؛ بنابراین با توسعه این دو شاخص، شاخص‌های دیگر نیز به طور خودکار، توسعه می‌یابد.

نیکان و همکاران [۲۹] تحقیقی را در زمینه یک مدل ریاضی چند هدفه برای سازمان‌دهی مجدد زنجیره‌تامین سبز انجام داده‌اند. در این پژوهش یک مدل ریاضی دو هدفه برای حداقل کردن هزینه‌های حمل و نقل و کاهش انتشار دی اکسید کربن ارایه گردید. در این مقاله با استفاده از الگوریتم ژنتیک به بهینه‌سازی مدل پرداخته شد و در نهایت با استفاده از این روش مشخص گردید که کدام انبارها یا مخازن را باید به عنوان مرکز توزیع انتخاب کرد و همچنین شکل حمل و نقل مناسب و تعداد وسیله نقلیه برای انتقال محصولات میان تأمین کننده‌ها، مرکز توزیع و انبارها تعیین گردد.

ال هدلی و همکارش [۳۰] تحقیقی را در زمینه طراحی شبکه زنجیره‌تامین سبز با استفاده از کاهش انتشار کربن انجام داده‌اند. در این پژوهش یک مدل ریاضی تک هدفه برای حداقل کردن هزینه‌های لجستیک و هزینه-های زیست محیطی انتشار گاز دی اکسید کربن ارایه گردید. در این مقاله با استفاده از روش جدا سازی لاگرانژ به بهینه‌سازی مدل پرداخته شد و در نهایت مشخص گردید که افزایش مراکز توزیع جهت کاهش فواصل حمل و نقل به بالا بردن سود کمک می‌کند.

یوآن [۳۱] تحقیقی را در زمینه ارایه یک مدلی جهت ارزیابی عملکرد اجتماعی مدیریت زباله ساخت و ساز انجام داده‌اند. این مدل با استفاده از رویکرد پویای سیستم به ارزیابی عملکرد اجتماعی مدیریت زباله ساخت وساز پرداخته است و در نهایت نشان می‌دهد که متغیرهای محیط کاری، ایمنی و سلامت افراد بر عملکرد اجتماعی مدیریت زباله ساخت و ساز تأثیرگذار بوده و این یافته‌های مدل، بینشی مفید جهت ارتقاءموثر عملکرد اجتماعی مدیریت زباله ساخت و ساز ارایه می‌دهد.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

بر اساس مرور پیشینه تحقیق، پژوهش خاصی که به طراحی مدل عملکرد اجتماعی زنجیره‌تامین بپردازد، مشاهده نشده است؛ بنابراین طراحی مدل عملکرد اجتماعی زنجیره‌تامین سبز با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی فازی چند هدفه را می‌توان از نوآوری این مقاله در نظر گرفت.

۳ فرمول‌بندی مساله

۳-۱تعریف مساله

در این مقاله یک شبکه زنجیره‌تامین به وسیله یک نمونه صنعتی واقعی در نظر گرفته شده است. یک شبکه زنجیره‌تامین تولید نوشابه که حدود ۶۵٪ از تقاضای داخلی استان فارس را تأمین می‌کند. تولید این کارخانه با ظرفیت حدود ۶۰۰ هزار واحد محصول در سال می‌باشد. سیستم حمل و نقل شبکه زنجیره‌تامین شامل تأثیر زیست محیطی مانند دی اکسید کربن است که در مقابل مشکلات زیست محیطی باید پاسخ‌گو باشد. جهت غلبه بر این مشکل یک شبکه زنجیره‌تامین چند هدفه پیشنهاد شده است که شامل شبکه‌های رو به جلو و معکوس در شکل(۱) نشان داده شده است. در شبکه رو به جلو محصولات جدید تولید شده به وسیله کارخانه (مراکز تولید) بین مناطقی که مشتریان در آن قرار دارند، توزیع می‌شود. در شبکه لجستیک معکوس، محصولات استفاده شده به مراکز جمع‌آوری انتقال داده می‌شود. همه تقاضای مشتریان باید تامین و محصولات استفاده شده توسط مشتریان به مراکز جمع‌آوری تحویل داده شود. همچنین درصدی از پیش تعریف شده از تقاضا از هر مشتری جهت محصولات برگشت داده شده توسط مشتری فرض می‌شود. عدم دسترسی یا ناقص بودن داده‌ها در مسایل طراحی شبکه در دنیای واقعی یک چالش مهم است که باعث ایجاد عدم قطعیت‌های زیادی در چنین مساله‌ای شده است. برای مواجه با این مشکل مورد نظر، پارامترهای غیر قطعی از طریق اعداد فازی توضیح داده شده توسط توزیع احتمالی‌شان ارایه می‌شود. توزیعات احتمالی بر اساس داده‌های ناکافی فعلی و دانش تصمیم‌گیرندگان در این زمینه تخمین زده می‌شود [۳۴-۳۲].

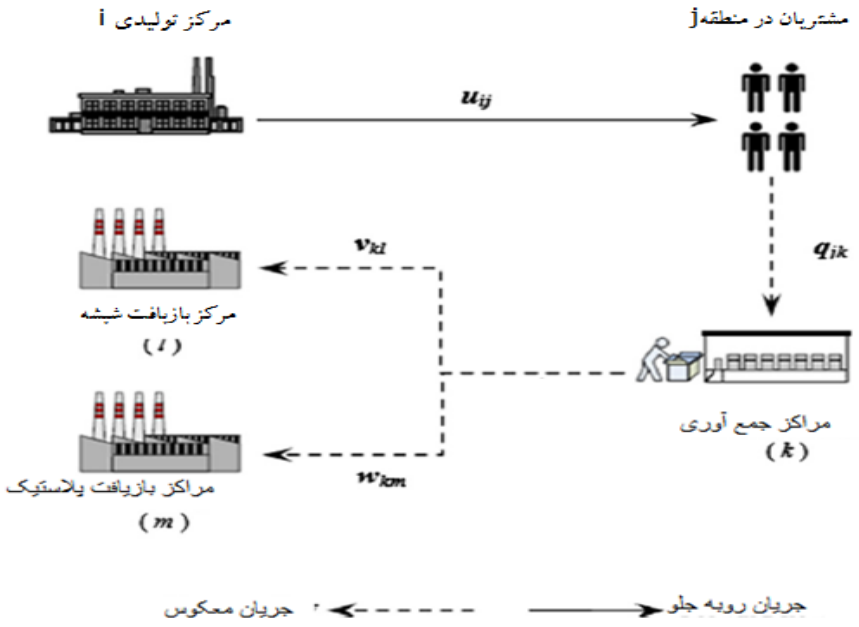
موضوعات اصلی که باید در زنجیره‌تامین یکپارچه در شرایط عدم قطعیت مورد توجه قرار گیرد شامل تعیین تعداد و موقعیت‌های مراکز تولید و جمع‌آوری و همچنین گزینه‌های EOL و میزان جریان مواد اولیه بین تسهیلات مختلف، پارامترهای اجتماعی مانند اشتغال ایجاد شده و تعداد حوادث در کار با در نظر گرفتن سه تابع هدف ۱) حداقل کردن هزینه کل ۲) حداقل کردن تأثیرات کلی زیست محیطی ۳) حداکثر کردن عملکرد اجتماعی می‌باشد؛ بنابراین بهینه‌سازی ساختار استراتژیک شبکه زنجیره‌تامین شامل یک تعادل منطقی بین سه تابع هدف است.

برای اندازه‌گیری تابع هدف دوم از یک روش ارزیابی چرخه عمر (LCA) بر اساس روش ارزیابی اثر زیست محیطی که آن را شاخص Eco-Indicator99 نامیده‌اند، استفاده شده است [۳۵]. این شاخص اعدادی هستند که بیان کننده اثرات کلی زیست محیطی یک فرآیند یا محصول هستند. در خصوص پارامترهای عملکرد

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

اجتماعی از طریق بررسی ادبیات تحقیق و مقالات متعدد دو پارامتر مهم ایجاد اشتغال و تعداد حوادث در محیط کار مشخص گردید.



شکل ۱. زنجیره‌تامین یکپارچه مدل

- **اندیس‌ها**

i موقعیت های انتخاب شده برای مراکز تولید

j موقعیت های ثابت مشتری در مناطق

k موقعیت های انتخاب شده برای مراکز جمع‌آوری

l مراکز موجود بازیافت شیشه

m مراکز موجود بازیافت پلاستیک

- **پارامترهای مدل**

$\tilde{d}_j$ تقاضای مشتری در منطقه j

$\tilde{w}_j$ درصد میزان بازگشت محصولات استفاده شده توسط مشتری در منطقه j

$\tilde{f}_i$ هزینه‌ی ثابت مرکز تولیدی فعال i

$\tilde{g}_k$ هزینه‌ی ثابت مرکز جمع‌آوری فعال k

$\tilde{c}_{ji}$ تعداد شغل ایجاد شده در مرکز تولید i

$\tilde{c}_{jk}$ تعداد شغل ایجاد شده در مرکز جمع‌آوری k

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

$\tilde{p}_{ai}$ تعداد حوادث ایجاد شده درمرکز تولید i

$\tilde{p}_{ak}$ تعداد حوادث ایجاد شده در مرکز جمع‌آوری k

$\tilde{c}_{ij}$ هزینه‌ی حمل و نقل هر واحد تولیدی از مرکز تولید i به مشتری در منطقه‌ی j

$\tilde{a}_{jk}$ هزینه‌ی حمل و نقل هر واحد محصول استفاده شده از مشتری در منطقه‌ی j به مرکز جمع‌آوری k

$\tilde{b}_{kl}$ هزینه‌ی حمل و نقل هر واحد محصول استفاده شده در بخش شیشه از مرکز جمع‌آوری k به مرکز بازیافت شیشه‌ی l

$\tilde{h}_{km}$ هزینه‌ی حمل و نقل هر واحد محصول استفاده شده در بخش پلاستیک از مرکز جمع‌آوری k به مرکز بازیافت پلاستیک m

$\tilde{p}_{i}$ هزینه ساخت هرواحد محصول در مرکز تولید i

$\tilde{\varphi}_{k}$ هزینه فرآیند هر واحد محصول استفاده شده در مرکز جمع‌آوری k

$\tilde{\beta}_{l}$ هزینه فرآیند هر واحد محصول استفاده شده بخش شیشه در مرکز بازیافت شیشه l

$\tilde{\tau}_{m}$ هزینه فرآیند هر واحد محصول استفاده شده بخش پلاستیک در مرکز بازیافت پلاستیک m

$\tilde{\pi}_{i}$ حداکثر ظرفیت مرکز تولید i

$\tilde{\eta}_{k}$ حداکثر ظرفیت مرکز جمع‌آوری k

$\tilde{\delta}_{l}$ حداکثر ظرفیت مرکز بازیافت شیشه l

$\tilde{\varsigma}_{m}$ حداکثر ظرفیت مرکز بازیافت پلاستیک m

e_i^{pro} اثر زیست محیطی هر واحد محصول تولید شده

ei_{ij}^{tpc} اثر زیست محیطی ارسال یک واحد محصول از مرکز تولید i به مشتری در منطقه j

ei_{jk}^{tcc} اثر زیست محیطی ارسال یک واحد محصول استفاده شده از مشتری در منطقه j به مرکز جمع‌آوری k

ei_{kl}^{tcs} اثر زیست محیطی ارسال هر واحد محصول استفاده شده بخش شیشه از مرکز جمع‌آوری k به مرکز بازیافت شیشه l

ei_{km}^{tcp} اثر زیست محیطی ارسال هر واحد محصول استفاده شده بخش پلاستیک از مرکز جمع‌آوری k به مرکز بازیافت پلاستیک m

ei^{col} اثر زیست محیطی جابه جایی هرواحد محصول استفاده شده جمع‌آوری شده به مراکز جمع‌آوری

ei^{src} اثر زیست محیطی بازیافت بخش شیشه برای هر واحد محصول استفاده شده

ei^{prc} اثر زیست محیطی بازیافت بخش پلاستیک برای هر واحد محصول استفاده شده

- **متغیرهای تصمیم مدل**

u_{ij} میزان محصولات ارسال شده از مرکز تولید i به مشتری در منطقه‌ی j

q_{jk} میزان ارسال محصولات استفاده شده مشتری در منطقه j به مرکز جمع‌آوری k

υ_{kl} میزان ارسال محصولات استفاده شده بخش شیشه از مرکز جمع‌آوری k به مرکزبازیافت شیشه l

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

w_{km} میزان ارسال محصولات استفاده شده بخش پلاستیک از مرکز جمع‌آوری k به مرکزبازیافت پلاستیک m

x_i متغیر صفر و یک –اگر مرکز تولیدی فعال باشد یک و در غیر این صورت صفر

y_k متغیر صفر و یک –اگر مرکز جمع‌آوری فعال باشد یک و در غیر این صورت صفر

۳-۲ مدل مساله

$$Min\ w_1 = \sum_i f_i x_i + \sum_k g_k y_k + \sum_i \sum_j (\rho_i + \tilde{c}_{ij}) u_{ij} + \sum_j \sum_k (\varphi_k + \tilde{a}_{jk}) q_{jk} + \sum_k \sum_l (\beta_l + \tilde{b}_{kl}) v_{kl} + \sum_k \sum_m (\tilde{\tau}_m + h_{km}) w_{km} \quad (۱)$$

$$Min\ w_2 = \sum_i \sum_j (ei^{pro} + ei_{ij}^{tpc}) u_{ij} + \sum_j \sum_k (ei^{col} + ei_{jk}^{tcc}) q_{jk} + \sum_k \sum_l (ei^{src} + ei_{kl}^{tcs}) \upsilon_{kl} + \sum_k \sum_m (ei^{prc} + ei_{km}^{tcp}) w_{km} \quad (۲)$$

$$Max\ w_3 = \sum_i (\tilde{c}_{ji} - \tilde{p}_{ai}) x_i + \sum_k (\tilde{c}_{jk} - \tilde{p}_{ak}) y_k \quad (۳)$$

s.t.

$$\sum_i u_{ij} \geq \tilde{d}_j, \forall j, \quad (۴)$$

$$\sum_k q_{jk} \geq \tilde{d}_j\ \tilde{w}_j, \forall j, \quad (۵)$$

$$\sum_j q_{jk} = \sum_m w_{km}, \forall k, \quad (۶)$$

$$\sum_m w_{km} = \sum_l \upsilon_{kl}, \forall k, \quad (۷)$$

$$\sum_j u_{ij} \leq \hat{\pi}_i x_i, \forall i, \quad (۸)$$

$$\sum_j q_{jk} \leq \tilde{\eta}_k y_k, \forall k, \quad (۹)$$

$$\sum_k w_{km} \leq \tilde{\varsigma}_m, \forall m, \quad (۱۰)$$

$$\sum_k \upsilon_{kl} \leq \tilde{\delta}_l, \forall l, \quad (۱۱)$$

$$x_i, y_k \in \{0,1\}, \forall i,k \quad (۱۲)$$

$$u_{ij}, q_{jk}, \upsilon_{kl}, w_{km} \geq 0, \quad \forall i,j,k,l,m. \quad (۱۳)$$

- **تشریح توابع هدف و محدودیت‌ها**

تابع هدف (۱) به حداقل رسانیدن هزینه کل در شبکه زنجیره‌تامین شامل هزینه‌های ثابت مراکز فعال، هزینه-های حمل و نقل و هزینه فرآیند هر واحد محصول می‌باشد.

تابع هدف (۲) به حداقل رسانیدن تأثیرات زیست محیطی می‌باشد.که در این رابطه جهت اندازه‌گیری اثرات زیست محیطی از شاخص Eco-indicator99 استفاده شده است که برای استفاده از این روش در ابتدا

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

محدوده‌ی سیستم واحد کاربردی و هدف استفاده ازاین شاخص‌ها باید تعریف شود که از تولید تا بازیافت شیشه و پلاستیک جزء این چرخه قرار گرفته است. در مرحله سوم مواد و فرآیندها از طریق مراحل چرخه عمر اندازه-گیری شده و در مرحله چهارم امتیاز نهایی آن محاسبه شده است.

تابع هدف (۳) حداکثر کردن عملکرد اجتماعی زنجیره‌تامین سبز می‌باشد که شامل ایجاد اشتغال و تعداد حوادث ایجاد شده در مراکز فعال می‌باشد.

محدودیت‌های (۴) و (۵) این اطمینان را به وجود می‌آورد که تقاضای همه مشتریان برآورده شده و همه محصولات استفاده شده توسط مشتریان در آن مناطق جمع‌آوری شود.

محدودیت‌های (۶) و (۷) از توازن جریان در مراکز جمع‌آوری اطمینان حاصل می‌کنند. با توجه به مدیریت عمر محصولاتی که عمر آن‌ها به پایان رسیده (EOL)، محصولات استفاده شده جمع‌آوری می‌شود و بعد از تفکیک شیشه و پلاستیک به مراکز بازیافت شیشه و پلاستیک ارسال می‌شود که در این رابطه این مقادیر طبق محدودیت (۷) با هم برابر هستند.

محدودیت‌های (۸)تا (۱۱) محدودیت‌های ظرفیتی به ترتیب در مراکز تولید، جمع‌آوری، بازیافت شیشه، بازیافت پلاستیک هستند.

محدودیت‌های(۱۲) و (۱۳) مرتبط با متغیرهای تصمیم صفر و یک و غیرمنفی می‌باشند.

٤ برنامه‌ریزی فازی

٤-١ مدل برنامه‌ریزی ریاضی فازی مبتنی بر اعتبار

در این مقاله از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی فازی محدودیت شانسی مبتنی بر اندازه اعتبار استفاده شده است. به طور کلی برنامه‌ریزی محدودیت شانسی مبتنی بر اعتبار یک رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی فازی کارآمد که مبتنی بر مفاهیم قوی ریاضی می‌باشد. [۳۶، ۳۷]. به عنوان مثال: ارزش مورد انتظار از یک عدد فازی و اندازه اعتبار آن می‌تواند از انواع مختلفی از اعداد فازی همچنین مثلثی و ذوذنقه‌ای پشتیبانی کند و همچنین تصمیم گیرنده را قادر می‌سازد تا با محدودیت‌های شانسی، حداقل سطوح اطمینان را بدهد. اگر $\tilde{z}$ یک عدد فازی مثلثی باشد و α بزرگ‌تر از ۰/۵ باشد؛ بنابراین:

$$if\ \tilde{z}=(z^{p},z^{m},z^{o}) \qquad (۱۴)$$

$$cr\{\tilde{z}\geq r\}\geq\alpha\Leftrightarrow r\leq(۲\alpha-۱)z^{o}+۲(۱-\alpha)z^{m} \qquad (۱۵)$$

$$cr\{\tilde{z}\leq r\}\geq\alpha\Leftrightarrow r\geq(۲\alpha-۱)z^{p}+۲(۱-\alpha)z^{m} \qquad (۱۶)$$

رابطه (۱۴) و (۱۵) مستقیما و راحت‌تر زمانی به کار می‌روند که هنگامی مقادیر αبحرانی با هم مقایسه می-شود تا محدودیت های شانسی فازی را تبدیل به مقادیر قطعی‌شان کند [۳۷]. در جهت مقابله با عدم قطعیت در

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

طراحی مدل عملکرد اجتماعی زنجیره‌تأمین سبز، پارامترهای عدم قطعیت به صورت اعداد فازی مثلثی، مستقل فرض می‌شود.

به طور کلی سه مدل ریاضی فازی مبتنی بر اعتبار وجود دارد به عنوان مثال ارزش مورد انتظار [۳۶]، برنامه‌ریزی محدودیت های شانسی [۳۸] و برنامه‌ریزی محدودیت های شانسی وابسته [۳۹].

مدل ارزش مورد انتظار یکی از ساده ترین مدل‌هاست که می‌توان بدون افزایش محاسبات پیچیده مدل اصلی، آن را به کار برد؛ اما همزمان هیچ کنترلی بر سطح اطمینان رضایتمندی و محدودیت‌های شانسی وجود ندارد.

برنامه‌ریزی محدودیت‌های شانسی قادر به کنترل درجه رضایت‌مندی از محدودیت‌های شانسی می‌باشد؛ اما همزمان پیچیدگی محاسبات با اضافه شدن محدودیت به مدل اصلی برای هر تابع هدف افزایش پیدا می‌کند و همچنین جهت تعیین مقادیر سمت راست محدودیت‌های اضافه شده به اطلاعات بیش‌تری در رابطه با مقدار مناسب توابع هدف نیاز است.

مدل برنامه‌ریزی شانس وابسته شبیه به مدل برنامه‌ریزی محدودیت شانسی است؛ اما زمانی که سطوح اطمینان برای تصمیم گیرنده محافظه کار اهمیت بیش‌تری داشته باشد، این روش مناسب‌تر است.

در این مقاله ترکیبی از مدل های برنامه‌ریزی دو روش ارزش مورد انتظار و محدودیت‌های شانسی استفاده می‌شود. از مدل ارزش مورد انتظار برای توابع هدف استفاده می‌شود و رویکرد برنامه‌ریزی محدودیت شانسی در مدل محدودیت‌های شانسی که شامل پارامترهای مبهم و نادقیق هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. براساس توضیحاتی که مطرح شد برنامه‌ریزی ریاضی فازی مبتنی بر اعتبار به صورت زیر فرموله شده است:

$$\begin{aligned} Min\, E[w_1] = & \sum_i E\left[\tilde{f}_i\right] x_i + \sum_k E[\tilde{g}_k] y_k + \sum_i \sum_j (\mathrm{E}[\tilde{p}_i] + E[\tilde{c}_{ij}]) u_{ij} \\ & + \sum_j \sum_k (E[\tilde{\varphi}_k] + E[\tilde{a}_{jk}]) q_{jk} + \sum_k \sum_l (E[\tilde{\beta}_l] + E[b_{kl}]) \upsilon_{kl} \\ & + \sum_k \sum_m (\mathrm{E}[\tau_m] + E[\tilde{h}_{km}]) w_{km} \end{aligned} \quad (۱۷)$$

$$\begin{aligned} Min\ w_2 = & \sum_i \sum_j (ei^{pro} + ei_{ij}^{tpc}) u_{ij} + \sum_j \sum_k (ei^{col} + ei_{jk}^{tcc}) q_{jk} + \sum_k \sum_l (ei^{src} + ei_{kl}^{tcs}) \upsilon_{kl} \\ & + \sum_k \sum_m (ei^{prc} + ei_{km}^{tcp}) w_{km} \end{aligned} \quad (۱۸)$$

$$Max\ \mathrm{E}[w_3] = \sum_i (E[\tilde{c}_{ji}] - E[\tilde{p}_{ai}]) x_i + \sum_k (\mathrm{E}[\tilde{c}_{jk}] - E[\tilde{p}_{ak}]) y_k \quad (۱۹)$$

s.t.

$$cr\left\{\sum_i u_{ij} \geq \tilde{d}_j\right\} \geq \alpha_j, \forall j, \quad (۲۰)$$

$$cr\left\{\sum_k q_{jk} \geq \tilde{d}_j \tilde{w}_j\right\} \geq \beta_j, \forall j, \quad (۲۱)$$

$$\sum_k q_{jk} = \sum_m w_{km}, \forall k, \quad (۲۲)$$

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

$$\sum_m w_{km} = \sum_l \upsilon_{kl}, \forall k, \quad (۲۳)$$

$$cr\left\{\sum_j u_{ij} \le \tilde{\pi}_i x_i\right\} \ge \phi_i, \forall i, \quad (۲۴)$$

$$cr\left\{\sum_j q_{jk} \le \tilde{\eta}_k y_k\right\} \ge \delta_k, \forall k, \quad (۲۵)$$

$$cr\left\{\sum_k w_{km} \le \tilde{\varsigma}_m\right\} \ge \mu_m, \forall m, \quad (۲۶)$$

$$cr\left\{\sum_k \upsilon_{kl} \le \tilde{\delta}_l\right\} \ge N_l, \forall l, \quad (۲۷)$$

$$x_i, y_k \in \{۰,۱\}, \forall i,k, \quad (۲۸)$$

$$u_{ij}, q_{jk}, \upsilon_{kl}, w_{km} \ge ۰, \quad \forall i,j,k,l,m. \quad (۲۹)$$

۴-۲ تبدیل مدل به حالت قطعی با استفاده از روش اعتبار

بر طبق روابط (۱۶) و (۱۵) با توجه به ارزش مورد انتظار اعداد فازی مثلثی می‌توان با استفاده از مدل برنامه‌ریزی محدودیت شانسی مبتنی بر اعتبار تبدیل به مدل قطعی برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط چند هدفه نمود.

$$\begin{aligned} Min\ w_۱ = & \sum_i \left(\frac{f_i^{pes} + ۲f_i^{mos} + f_i^{opt}}{۴}\right) x_i + \sum_k \left(\frac{g_k^{pes} + ۲g_k^{mos} + g_k^{opt}}{۴}\right) y_k \\ & + \sum_i \sum_j \left(\left(\frac{p_i^{pes} + ۲p_i^{mos} + p_i^{opt}}{۴}\right) + \left(\frac{c_{ij}^{pes} + ۲c_{ij}^{mos} + c_{ij}^{opt}}{۴}\right)\right) u_{ij} \\ & + \sum_j \sum_k \left(\left(\frac{\varphi_k^{pes} + ۲\varphi_k^{mos} + \varphi_k^{opt}}{۴}\right) + \left(\frac{a_{jk}^{pes} + ۲a_{jk}^{mos} + a_{jk}^{opt}}{۴}\right)\right) q_{jk} \\ & + \sum_k \sum_l \left(\left(\frac{\beta_l^{pes} + ۲\beta_l^{mos} + \beta_l^{opt}}{۴}\right) + \left(\frac{b_{kl}^{pes} + ۲b_{kl}^{mos} + b_{kl}^{opt}}{۴}\right)\right) \upsilon_{kl} \\ & + \sum_k \sum_m \left(\left(\frac{\tau_m^{pes} + ۲\tau_m^{mos} + \tau_m^{opt}}{۴}\right) + \left(\frac{h_{km}^{pes} + ۲h_{km}^{mos} + h_{km}^{opt}}{۴}\right)\right) w_{km} \end{aligned} \quad (۳۰)$$

$$\begin{aligned} Min\ w_۲ = & \sum_i \sum_j (ei^{pro} + ei_{ij}^{tpc}) u_{ij} + \sum_j \sum_k (ei^{col} + ei_{jk}^{tcc}) q_{jk} + \sum_k \sum_l (ei^{src} + ei_{kl}^{tcs}) \upsilon_{kl} \\ & + \sum_k \sum_m (ei^{prc} + ei_{km}^{tcp}) w_{km} \end{aligned} \quad (۳۱)$$

$$\begin{aligned} Max\ w_۳ = & \sum_i \left(\frac{c_{ji}^{pes} + ۲c_{ji}^{mos} + c_{ji}^{opt}}{۴}\right) - \left(\frac{p_{ai}^{pes} + ۲p_{ai}^{mos} + p_{ai}^{opt}}{۴}\right) x_i \\ & + \sum_j \left(\left(\frac{c_{jk}^{pes} + ۲c_{jk}^{mos} + c_{jk}^{opt}}{۴}\right) - \left(\frac{c_{jk}^{pes} + ۲c_{jk}^{mos} + c_{jk}^{opt}}{۴}\right)\right) y_k \end{aligned} \quad (۳۲)$$

s.t.

$$\sum_i u_{ij} \ge (۲\alpha_۱^j - ۱) d_j^۱ + ۲(۱ - \alpha_۱^j) d_j^۲, \ \forall j, \quad (۳۳)$$

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

$$\sum_k q_{jk} \geq (2\alpha_2^j - 1)\, d_j^1\, w_j^1 + 2(1-\alpha_2^j)\, d_j^2\, w_j^2, \ \forall j, \quad (34)$$

$$\sum_k q_{jk} = \sum_m w_{km}, \ \forall k, \quad (35)$$

$$\sum_m w_{km} = \sum_l \upsilon_{kl}, \ \forall k, \quad (36)$$

$$\sum_j u_{ij} \leq (2\alpha_3^i - 1)\, \pi_i^3\, x_i + 2(1-\alpha_3^i)\, \pi_i^2, \ \forall i, \quad (37)$$

$$\sum_j q_{jk} \leq (2\alpha_4^k - 1)\, \eta_k^3\, y_k + 2(1-\alpha_4^k)\, \eta_k^2\, y_k, \ \forall k, \quad (38)$$

$$\sum_k w_{km} \leq (2\alpha_5^m - 1)\, \varsigma_m^3 + 2(1-\alpha_5^m)\, \varsigma_m^2, \ \forall m, \quad (39)$$

$$\sum_k \upsilon_{kl} \leq (2\alpha_6^l - 1)\, \delta_l^3 + 2(1-\alpha_6^l)\, \delta_l^2, \ \forall l, \quad (40)$$

$$x_i, y_k \in \{0,1\}, \ \forall i,k, \quad (41)$$

$$u_{ij}, q_{jk}, \upsilon_{kl}, w_{km} \geq 0, \ \forall i,j,k,l,m. \quad (42)$$

فرض می‌کنیم محدودیت‌های شانسی که ارضا شوند بالاتر از سطح اطمینان ۰/۵ باشد. $(\alpha_j, \beta_j, \phi_i, \delta_k, \mu_m, N_l \geq 0.5)$

۵ روش حل

مدل به‌دست آمده یک مدل قطعی برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط پارامتریک چند هدفه (MOLPMILP) می‌باشد. جهت حل این مدل از روش تعاملی استفاده می‌شود، یکی از روش‌های تعاملی تابع تجمعی TH می‌باشد، [۴۰] که جهت تبدیل مدل سه هدفه به تک هدفه به کار می‌رود. بر خلاف روش‌های کلاسیک که منجر به جواب‌های ضعیف کارا می‌شود روش TH تضمین می‌کند که جواب های کارا مناسب را پیدا کند.گام‌های این روش حل تعاملی فازی به طور خلاصه به صورت زیر می‌باشد:

گام اول: استفاده از ارزش مورد انتظار پارامترهای مبهم و تبدیل آن از توابع هدف فازی به مقادیر قطعی‌شان.

گام دوم: تعیین حداقل سطح اطمینان قابل قبول برای محدودیت‌های شانسی مانند $(\alpha_j, \beta_j, \phi_i, \delta_k, \mu_m, N_l)$ و استفاده از روابط (۱۶) و (۱۵) که محدودیت‌های شانسی را به مقادیر قطعی‌شان تبدیل می‌کند.

گام سوم: مشخص کردن جواب ایده‌آل $(\alpha - PIS)$ مثبت وجواب ایده‌آل منفی $(\alpha - NIS)$برای هر یک از توابع هدف. برای به دست آوردن جواب های ایده‌آل آلفای مثبت و مقادیر توابع هدف متناظر با آن مانند $(w_1^{\alpha-PIS}, x_1^{\alpha-PIS}), (w_2^{\alpha-PIS}, x_2^{\alpha-PIS}), (w_3^{\alpha-PIS}, x_3^{\alpha-PIS})$مدل قطعی متناظر با آن‌ها باید برای هریک از توابع هدف به صورت جداگانه حل شود و پس ازآن جواب‌های ایده‌آل منفی می‌تواند به صورت زیر تخمین زده شود. $w_1^{\alpha-NIS} = w_1(x_2^{\alpha-PIS}), w_2^{\alpha-NIS} = w_2(x_1^{\alpha-PIS}), w_3^{\alpha-NIS} = w_3(x_2^{\alpha-PIS})$

گام چهارم: تعیین یک تابع عضویت خطی برای هر یک از توابع هدف:

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

$$\mu_1(x)=\left\{\begin{array}{cc} 1, & if\ w_1\langle w_1^{\alpha-PIS} \\ \frac{w_1^{\alpha-NIS}-w_1}{w_1^{\alpha-NIS}-w_1^{\alpha-PIS}}, & if\ w_1^{\alpha-PIS}\le w_1\le w_1^{\alpha-NIS} \\ 0, & if w_1\rangle w_1^{\alpha-NIS} \end{array}\right\} \quad (۴۳)$$

$$\mu_2(x)=\left\{\begin{array}{cc} 1, & if\ w_2\langle w_2^{\alpha-PIS} \\ \frac{w_2^{\alpha-NIS}-w_2}{w_2^{\alpha-NIS}-w_2^{\alpha-PIS}}, & if\ w_2^{\alpha-PIS}\le w_2\le w_2^{\alpha-NIS} \\ 0, & if w_2\rangle w_2^{\alpha-NIS} \end{array}\right\} \quad (۴۴)$$

$$\mu_3(x)=\left\{\begin{array}{cc} 1, & if\ w_3\langle w_3^{\alpha-PIS} \\ \frac{w_3^{\alpha-NIS}-w_3}{w_3^{\alpha-NIS}-w_3^{\alpha-PIS}}, & if\ w_3^{\alpha-PIS}\le w_3\le w_3^{\alpha-NIS} \\ 0, & if w_3\rangle w_3^{\alpha-NIS} \end{array}\right\} \quad (۴۵)$$

$\mu_k(x)$ نشان دهنده درجه رضایت از تابع هدف kth می‌باشد

گام پنجم: تبدیل مدل قطعی متناظرسه هدفه به تک هدفه با استفاده از تابع تجمعی TH است که مدل آن به صورت زیر می‌باشد:

$$Max\,\lambda(x)=\gamma\lambda_0+(1-\gamma)\sum_{k=1}^{k}\theta_k\mu_k \quad (۴۶)$$

$$s.t.\ \lambda_0\le\mu_k(x),\ k=1,...,k, \quad (۴۷)$$

$$x\in F(x) \quad (۴۸)$$

$$\gamma,\lambda_0\in[0,1],\ k=1,...,k. \quad (۴۹)$$

جایی که $F(x)$ نشان‌دهنده منطقه قابل قبول که شامل محدودیت‌های متناظر با مدل قطعی و λ_0 نشان دهنده کم‌ترین سطح رضایت‌مندی توابع هدف می‌باشد به علاوه θ_k و γ نشان‌دهنده اهمیت تابع kth و ضریب جبران است، به علاوه تابع تجمعی TH برای جستجوی واقعی مقادیر متعادل بین عملیات کم‌تر و مجموع وزنی بر اساس مقادیر γ [۴۰] می‌باشد.

گام ششم: تعیین اهمیت اهداف فازی (θ_k) و مقدار ضریب جبران (γ) بر اساس اولویت تصمیم گیرنده. اگر تصمیم گیرنده از جواب کارای به‌دست آمده راضی باشد سپس توقف و انتخاب جواب کنونی به عنوان تصمیم نهایی است در غیر این‌صورت برای جستجوی جواب‌های کارا جدید تصمیم‌گیرنده باید با تغییر پارامترهای $(\alpha_j,\beta_j,\phi_i,\delta_k,\mu_m,N_l,\theta_k,\gamma)$ بر اساس اولویت‌های تجدیدنظرشده و به روز شده به مرحله ۲ باز گردد.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

٦ مطالعه موردی و نتایج

جهت نشان دادن کارایی مدل برنامه‌ریزی فازی مبتنی بر اعتبار و روش حل تعاملی برای طراحی مدل عملکرد اجتماعی زنجیره‌تامین سبز، یک مطالعه موردی صنعتی ارایه شده است. مورد مطالعه یک شرکت تولیدی نوشابه در استان فارس می‌باشد. جهت تخمین پارامترهای مورد نیاز گروهی از متخصصان و مدیران شرکت برای مشخص کردن اعداد فازی مثلثی بر اساس اطلاعات و دانش خود دور هم جمع شدند که برآورد نیازهای تقاضای مشتریان و درصد بازگشت محصولات استفاده شده توسط مشتریان در جدول ۱ آورده شده است. در حال حاضر شرکت دارای یک مرکز تولیدی فعال می‌باشد و جهت تأسیس مراکز جدید تولیدی ۷ مرکز دیگر در نظر می‌گیرد که تمامی اطلاعات مربوط به هزینه ثابت، ظرفیت، تعداد شغل ایجاد شده و تعداد حوادث ایجاد شده در مراکز تولیدی در جدول ۲ ذکر شده است، این نکته باید مورد توجه قرار گیرد که هزینه‌های ثابت مرکز تولیدی فعال صفر در نظر گرفته شده است. در شبکه معکوس ۸ مرکز جمع‌آوری، ۴ مرکز بازیافت شیشه و پلاستیک در نظر گرفته شده است که اطلاعات در جدول ۳ آورده شده است، همچنین به علت محدودیت صفحات بقیه جداول آورده نشده است و در صورت درخواست ارایه خواهد شد. جهت نشان دادن عملکرد مدل ریاضی فازی مبتنی بر اعتبار و اجرای روش حل تعاملی به وسیله نرم افزار GAMS کدگذاری و حل شده است.

جدول۱. تقاضای مشتریان $\tilde{d}_j$ و درصد بازگشت محصولات استفاده شده $\tilde{w}_j$

منطقه مشتریان	تقاضا (هزار)	درصدبازگشت محصولات استفاده شده
فیروزآباد	(۲۹۲و۲۵۴و۲۳۴)	(۰/۸۵،۰/۷۵و۰/۶۵)
سپیدان	(۳۹۰و۳۳۰و۲۹۵)	(۰/۸۵،۰/۷۵و۰/۶۵)
استهبان	(۱۳۸و۱۲۴و۱۱۲)	(۰/۸۵،۰/۷۵و۰/۶۵)
ارسنجان	(۱۲۷و۱۱۰و۹۸)	(۰/۷۵،۰/۶۵و۰/۵۵)
کوار	(۱۱۰و۹۳و۸۴)	(۰/۹۰،۰/۸۰و۰/۷۰)
آباده	(۱۳۱و۱۱۸و۱۰۰)	(۰/۸۵،۰/۷۵و۰/۶۵)
جهرم	(۲۷۰و۲۴۰و۲۱۵)	(۰/۹۰،۰/۸۰و۰/۷۰)

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

جدول۲. هزینه ثابت $\tilde{f}_i$، ظرفیت $\tilde{\pi}_i$، تعداد شغل ایجاد شده $\tilde{c}_{ji}$، تعداد حوادث ایجاد شده در مراکز تولیدی $\tilde{p}_{ai}$

تعداد حوادث ایجاد شده	تعداد شغل ایجاد شده(نفر)	ظرفیت (هزار)	هزینه ثابت(میلیون ریال)	مراکز تولیدی
(۵و۴و۳)	(۱۰۵و۹۵و۸۵)	(۲۱۰و۲۰۰و۱۹۰)	(۱۵۳۰۰و۱۴۵۰۰و۱۳۳۰۰)	فیروزآباد
(۶و۴و۲)	(۱۰۵و۹۵و۸۵)	(۲۱۰و۲۰۰و۱۹۰)	(۱۵۴۰۰و۱۴۷۰۰و۱۳۵۰۰)	سپیدان
(۵و۴و۳)	(۱۱۰و۱۰۰و۹۰)	(۲۲۰و۲۱۰و۲۰۰)	(۱۵۵۰۰و۱۴۸۰۰و۱۳۶۰۰)	کوار
(۵و۴و۳)	(۸۵و۸۰و۷۵)	(۱۹۵و۱۸۰و۱۶۵)	(۱۵۴۰۰و۱۴۷۰۰و۱۳۵۰۰)	استهبان
(۶و۴و۲)	(۱۰۵و۹۵و۸۵)	(۲۱۰و۲۰۰و۱۹۰)	(۱۵۰۰۰و۱۴۰۰۰و۱۳۰۰۰)	ارسنجان
(۶و۴و۲)	(۱۰۵و۹۵و۸۵)	(۲۱۰و۲۰۰و۱۹۰)	(۱۵۴۰۰و۱۴۷۰۰و۱۳۶۰۰)	آباده
(۵و۴و۳)	(۸۵و۸۰و۷۵)	(۱۹۵و۱۸۰و۱۶۵)	(۱۵۲۰۰و۱۴۲۰۰و۱۳۴۰۰)	جهرم
(۶و۴و۲)	(۸۵و۸۰و۷۵)	(۲۱۰و۱۹۰و۱۷۰)	(۰و۰و۰)	شیراز

جدول۳. هزینه ثابت $\tilde{g}_k$، ظرفیت $\tilde{\pi}_k$، تعداد شغل ایجاد شده $\tilde{c}_{jk}$، تعداد حوادث ایجاد شده در مراکز تولیدی $\tilde{p}_{ak}$

تعداد حوادث ایجاد شده (نفر)	تعداد شغل ایجاد شده (نفر)	ظرفیت (هزار)	هزینه ثابت(میلیون ریال)	مراکزجمع‌آوری
(۴و۳و۲)	(۱۹و۱۸و۱۷)	(۲۵۰و۲۴۵و۲۴۰)	(۱۷۸۰و۱۷۴۰و۱۷۰۰)	فیروزآباد
(۴و۳و۲)	(۱۹و۱۸و۱۷)	(۲۵۰و۲۴۵و۲۴۰)	(۱۸۳۰و۱۷۹۰و۱۷۵۰)	سپیدان
(۴و۳و۲)	(۲۲و۲۰و۱۸)	(۲۶۰و۲۵۵و۲۵۰)	(۱۷۸۰و۱۷۴۰و۱۷۰۰)	استهبان
(۳و۲و۱)	(۱۷و۱۶و۱۵)	(۲۳۰و۲۲۵و۲۲۰)	(۱۷۴۰و۱۷۲۰و۱۶۸۰)	ارسنجان
(۴و۳و۲)	(۱۸و۱۷و۱۶)	(۲۴۰و۲۳۵و۲۳۰)	(۱۸۸۰و۱۸۳۰و۱۷۸۰)	کوار
(۳و۲و۱)	(۱۳و۱۲و۱۱)	(۲۲۰و۲۱۰و۲۰۵)	(۱۸۶۰و۱۸۱۰و۱۷۶۰)	آباده
(۳و۲و۱)	(۱۵و۱۴و۱۳)	(۲۲۰و۲۱۵و۲۱۰)	(۱۷۸۰و۱۷۵۰و۱۷۲۰)	جهرم
(۴و۳و۲)	(۱۸و۱۷و۱۶)	(۲۳۵و۲۳۰و۲۲۵)	(۱۸۱۰و۱۷۷۰و۱۷۳۰)	شیراز

جدول٤. خلاصه نتایج حل مدل

$(\alpha_j, \beta_j, \phi_i, \delta_k, \mu_m, \mathrm{N}_l)$	/۵۵	/۷۰	/۸۰	/۹۰	۱
$W_1 - PIS$	۱۵۵۳۹۱۹۰/۰۰	۱۵۰۱۸۶۹۰/۰۰	۱۴۶۵۹۷۵۰/۰۰	۱۴۳۱۹۰۸۰/۰۰	۱۳۹۷۹۱۴۰/۰۰
$W_1 - NIS$	۲۵۵۲۹۱۰۰	۲۵۹۸۱۳۸۰/۰۰	۲۶۲۸۱۶۷۰/۰۰	۲۶۵۸۱۹۶۰/۰۰	۲۶۸۸۲۲۵۰/۰۰
$W_2 - PIS$	۱۰۰۱۶۱/۶	۹۶۷۵۵/۴۰	۹۴۴۸۴/۶۰	۹۲۲۱۷/۲۰	۸۹۹۷۴/۰۰
$W_2 - NIS$	۳۸۳۲۷۹/۶	۳۸۹۶۴۱/۴	۳۹۳۸۷۴/۶۰	۳۹۸۰۷۹/۸۰	۴۰۲۲۸۵/۰۰
$W_3 - PIS$	۵۹۲/۰۰	۵۳۶	۵۰۱	۵۰۱	۵۰۱
$W_3 - NIS$	۱۳۷۹/۷۵	۱۳۷۹/۷۵	۱۳۷۹/۷۵	۱۳۷۹/۷۵	۱۳۷۹/۷۵
W_1	۲۲۷۶۰۴۷۰/۰۰	۲۰۸۸۱۴۶۰	۲۰۸۵۶۵۱۰	۲۱۱۱۷۶۶۰	۲۱۳۵۹۰۳۰
W_2	۳۵۰۳۸۰	۳۳۶۸۷۸/۵۳	۳۳۰۱۶۳/۷۳	۳۳۲۹۹۱/۵۴	۳۳۵۸۲۴/۵۱
W_3	۱۲۲۸/۷۵	۱۲۲۷/۷۵	۱۱۹۲/۷۵	۱۱۹۲/۷۵	۱۱۹۲/۷۵

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

ضریب جبران (γ)، ۰/۴ در نظر گرفته شده است.

۷ نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله جهت طراحی مدل عملکرد اجتماعی زنجیره‌تامین سبز تحت شرایط عدم اطمینان یک مدل ترکیبی برنامه‌ریزی ریاضی فازی مبتنی بر اعتبار ارایه شده است. مدل پیشنهاد شده جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی و عملکرد اجتماعی زنجیره‌تامین سبز را با هم در نظر می‌گیرد. بیش‌تر پارامترهای این مدل مبهم (نادقیق) بوده و در مواجهه با این چالش مدل پیشنهادی یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر اعتبار ارایه می‌دهد که ترکیبی از ارزش مورد انتظار و رویکردهای برنامه‌ریزی محدودیت شانسی است، همچنین مدل پیشنهاد شده در مواجهه باتوابع هدف مبهم (نادقیق) از ارزش مورد انتظار استفاده می‌کند. رویکرد برنامه‌ریزی محدودیت شانسی جهت کنترل سطوح اطمینان از رضایت‌مندی محدودیت‌های مبهم (نادقیق) استفاده می‌کند. روش حل فازی تعاملی برای حل مدل قطعی شده برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط سه هدفه به کار برده می‌شود. یک نمونه صنعتی نیز جهت نشان دادن قابلیت اجرایی مدل پیشنهادی و همچنین رویکرد حل تعاملی ارایه شده است. جهت تحقیقات آینده می‌توان پارامترهایی با ماهیت عدم اطمینان و پویایی آن در نظر گرفت که در این رابطه می‌توان ترکیبی از ابزارهای بهینه‌سازی و شبیه‌سازی استفاده کرد، همچنین برای توسعه مدل می‌توان به حالت چند کالایی و چند دوره‌ای با هم پرداخت و در نهایت می‌توان به روش‌های حل فراابتکاری جهت رسیدن سریع به جواب مدل در اندازه‌های بزرگ اشاره کرد.

منابع

[۱۶] تارخ، م.، غالب لو، س. (۱۳۹۴). طراحی شبکه لجستیک معکوس یکپارچه با ردر نظر گرفتن کیفیت محصولات بازگشتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک . نشریه تخصصی مهندسی صنایع، ۴۹، ۱۰۶-۹۳.

[۱۷] آذر، ع.، محمودیان، ا. ، هاشمی، م. (۱۳۹۵). ارایه روشی به منظور ارزیابی عملکرد زنجیره‌تامین سبز پتروشیمی های عسلویه با استفاده از ترکیب روش فازی و مدل سازی غیر خطی .فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۴۸، ۱۹۴-۱۷۳.

[1] Bouslah, K., Kryzanowski, L., Mzali, B., (2013). The impact of the dimensions of social performance on firm risk. Journal of Banking & Finance, 37, 1258 – 1273.

[2] Shahzad , A., Mousa ,F., Sharfman, M., (2016). The implications of slack heterogeneity for the slack – resources and corporate social performance relationship. Journal of Business Research, 1-8.

[3] Mahoney, L., Roberts, R. (2007). Corporate social performance, financial performance and institutional ownership in Canadian firms. Accounting Forum, 31, 233-253.

[4] Farag, H., Meng, Q., Malling,C., (2015). The social, environmental and ethical performance of Chinese companies: Evidence from the shanghai stock Exchange. International Review of financial Analysis, 787, 1-11..

[5] Wang, H., Lu, W., Shang, X., (2016). The curvilinear relationship between corporate social performance and corporate financial performance: Evidence from the international construction industry. Journal of cleaner production, (16), 1-28.

[6] Carroll, A., Shabana, K., (2010). The business case for corporate social responsibility: Are view of concepts, research and practice. Journal of management Review, 12, 85-105.

[7] Wu, C., (2016). The performance impact of social media in the chain store industry. Journal of Business Research, 1-7.

[8] Rokhmawati, A., Sathye, M., Sathye, S., (2015). The Effect of GHG Emission, Environmental Performance, and Social performance on Financial performance of Listed Manufacturing Firms in Indonesia. Procedia-social and Behavioral sciences, 211,461-470.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

[9] Lu, W., Wang, D., Pan,W., (2014). A decade's debate on the nexus between corporate social and corporate financial Performance: a critical review of empirical Studies 2002-2011. journal of cleaner production, 79,195-206.
[10] Nurjanni, K., Carvalho, M., Costa, L., (2016). Green supply chain design: a mathematical modeling Approach based on multi-objective optimization model. Journal of production Economics, 16, 1-24.
[11] Nikolaou, I., Evangelinos, K., Allan,s., (2013). A reverse logistics Social responsibility evaluation frame work based on the triple bottom line approach. Journal of cleaner production, 56, 173-184.
[12] Soleimani, H., Esfahani, M., Govindan, K., (2013). Incorporating risk measures in closed-loop supply chain network design. International Journal of production Research, 1-25.
[13] Devika, K., Jafarian, A., Nourbakhsh, V., (2014). Designing a sustainable closed-loop supply chain network based on triple bottom line approach: A comparison of met heuristics hybridization techniques. European journal of operational Research, 235, 594-615.
[14] Zhao, R., Liu, Y., Hung, T., (2016). An Optimization Model for Green supply chain Management by Using a Big Data Analytic A line approach. Journal of cleaner production, 1-38.
[15] Miretphilippe, C., Montastruc, C., Domenech, N., (2015). Design of bioethanol green supply chain: comparison between first and second generation biomass Concerning economic , environmental and social criteria. Computers &chemical Engineering, 15,1-54.
[18] Abuhanieh, A., Abdelall, S., Hasan, A., (2016). Decision support system for Industrial Social Performance. Procedia CIRP,40,329-334.
[19] Byrka, K., Jedrzejewski, A., Weron, R., (2016). Difficulty is critical :The importance of Social factors in modeling diffusion of green products and practices . Renewable and sustainable Energy Reviews,62,723-735.
[20] Cai, Y., Pan,C., Statman, M., (2016)., Why do countries matter so much in corporate social performance ? .journal of corporate Finance,1-19.
[21] Morais, D., Barbieri, J., (2016). Social Performance measurement for Sustainable supply chain management . Production and Operations Management Society, 27, 1-10.
[22] Mogeni, L., Kiarie, D., (2016). Effect of Green Logistics Practices on Performance of Supply chain In Multinational Organizations in Kenya. Journal of Business & Management,4,189-198.
[23] Ahi, P., Searcy, C., (2015). An analysis of metric Used to measure Performance in green and sustainable supply chains. Journal of cleaner production,86, 360-377.
[24] Sancha, C., Gimenez, C., Sierra, V., (2015). Achieving a Socially responsible supply chain through assessment and Collaboration. Journal of cleaner production, 1-14.
[25] Chen, L., Feldman, A., Tang, O., (2015). The relationship between disclosures of Corporate Social Performance and Financial performance: Evidences from GRI reports in manufacturing industry. Journal of production Economics, 170, 445-456.
[26] Martins, N., Varela, T., Novae's, A., (2015). A multi-objective meta- heuristic approach for the design and Planning of green supply chains-MBSA. Expert systems with Applications,1-14.
[27] Serrano, C., Malta, W., Sauer. (2013). Dynamic Models for Green Logistic Networks Design . International Federation of Automatic Control,7,736-741.
[28] Falatoonitoosi, E., Leman, Z., Sorooshian, S., (2013). Modeling for Green supply chain Evaluation .Mathematical Problems in Engineering, 1-9 .
[29] Niakan, F., Boboli, A., Moyaux, T., (2015). A new multi-objective mathematical model for dynamic cell formation under demand and cost uncertainty considering social criteria .Applied Mathematical Modellling,1-34.
[30] ELhedhli, S., Merrick, R., (2012). Green supply chain network design to reduce carbon emissions. Transportation Research, 17, 370-379.
[31] Yuan, H., (2012). A model for evaluating the social performance of construction Waste management. Waste management, 32,1218-1228.
[32] Zadeh, l., (1978). Fuzzy Sets as a basis for a theory of possibility. Fuzzy Sets system, 1,3-28.
[33] Tanaka, H., (1987). Fuzzy data analysis by possibility linear models. Fuzzy Sets system,24,363-375.
[34] Lai, Y.J., Hwang, C.L., (1992). A new approach to some Possibility Linear programming problems. Fuzzy sets system, 49,121-133.
[35] Goedkoop, M., Spriensma, R., (2000). The Eco-indicator 99, A damage oriented method for life cycle Impact Assesment, Methodology Report, 3, Amersfoort, Netherlands.
[36] Liu, B., Liu, Y. K., (2002). Expected value of fuzzy variable and fuzzy expected value models.IEEE Transaction on fuzzy systems, 10(4),445-450.
[37] Liu, B., (2004). Uncertainty theory: An introduction to its axiomatic foundations. Berlin: Spring-Verlag.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]

[38] Liu, B., Imamura, K., (1998). Chance constrained Programming with Fuzzy Parameters .fuzzy Sets and systems, 94,227-237.
[39] Liu, B., (1999). Dependent- chance programming with fuzzy decisions. IEEE Transactions on fuzzy systems, 7,354-360.
[40] Torabi, S.A., Hassini, E., (2008). An interactive possibility programming approach for multiple objective supply chain Master planning. Fuzzy sets system,159,193-214.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.8.4]