ارائه ی یک مدل ریاضی چند هدفه برای بهینه‌سازی زنجیره‌تامین حلقه بسته تحت شرایط عدم قطعیت با الگوریتم ژنتیک

سجاد جلالی‌فر[1]، رضا احتشام راثی [2,*] ، علی محتشمی [3]

[1]دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

[2]استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران (عهده دار مکاتبات)

[3]دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: شهریور 1402، اصلاحیه: آبان 1402، پذیرش: آذر 1402

چکیده

بهینه سازی زنجیره تامین بر یکپارچه سازی فعالیتهای زنجیره تامین و نیز جریانهای اطلاعاتی مرتبط با آنها از طریق بهبود در روابط زنجیره در جهت دستیابی به مزیت رقابتی قابل اتکا و مستدام ، اشاره دارد. در این پژوهش بهینه سازی زنجیره تامین به این دلیل انتخاب شده است که برای ارائه کالا و خدمات در اقتصاد، یک ساز و کار و سیستمی باید وجود داشته باشد تا کارایی و بهره وری اقتصادی به حداکثر برسد و کالاها و خدمت بازگشتی به صورت کم هزینه و آسان جمع آوری شود. اقتصاد مدور که بحث اصلی آن در مورد بازیافت کالاهای برگشتی و کالاهایی که نیاز به تعمیرات دارند تا دوباره از آن ها استفاده شوند است. در این تحقیق بر لزوم استفاده از قطعات و اجزاء سالم در باز تولید محصولات تاکید می شود و این باز تولید از همه کالاها در هر بخش از زنجیره تامین است که قابل استفاده نباشد و به بخش باز تولید منتقل می شود و باز تولید می گردد. نتایج اجرای مدل ارائه شده در الگوریتم ژنتیک نشان می دهد که الگوریتم در زمان معقول به جواب نزدیک به جواب بهینه رسیده است. الگوریتم پیشنهادی در حل مسائل با ابعاد خیلی کوچک به زمان محاسباتی بیشتری نسبت به نرم افزار بهینه سازی لینگو نیاز دارد. در حالی که در حل مسائل با افزایش ابعاد مسأله زمان محاسباتی الگوریتم پیشنهادی در قیاس با لینگو به مراتب کمتر می شود. بنابراین، در این مثالها مشخص شد که الگوریتم می تواند در فاصله زمانی بسیار کمتر نسبت به LINGOدر مسائل مقیاس بزرگ، به جواب قابل قبول دست پیدا کند.

واژه‌های اصلی: زنجیره تامین، مدل ریاضی چند هدفه، الگوریتم ژنتیک، زنجیره تامین حلقه بسته

1-مقدمه

به دلیل تحولات اجتماعی و سیاسی و کمیابی مواد اولیه برای تولید،عدم قطعیت عامل مهمی در مدل های شبکه زنجیره تأمین است[2]. یکی از عوامل اصلی رقابت در فضای رقابتی کنونی زنجیره تامین است، بطوریکه کارخانه ها و سازمانها برای افزایش کارایی و اثربخشی، و دستیابی به اهداف و آرمان های خود، ملزم به داشتن یک زنجیره تأمین مناسب هستند[3]

به دلیل افزایش روزافزون آلودگی های زیست محیطی و الزامات دولت ها برای مقابله با آلودگی های زیست محیطی، سازمانها ملزم به به کارگیری زنجیره های تأمین سبز هستند که مسائل زیست محیطی را در کنار مسائل مالی مدنظر قرار میدهد[1].

از مدیریت زنجیره تامین در راستای مدیریت دانش می تواند در بهبود اهداف سازمان کمک بسیارمناسبی باشد لذا در این مقاله سعی بر آن شده است که به شناخت مدیریت زنجیره تامین در سازمان ها پرداخته شود و در ادامه به شناخت و بررسی عامل دانش در سازمان ها و نقش و اهمیت آن در سازمان ها در راستای بکار گیری مدیریت زنجیره تامین و اطلاعات پرداخته شود. [4]

زنجیره‌های تامین، تامین کنندگان را به یک شرکت تولیدی و شرکت را به مشتریانش ارتباط می‌دهد[5]. برای اداره صحیح زنجیره تامین لازم است تا نسبت به خدمات عالی به مشتریان، هـزینه‌های پایین و زمان چرخه کوتاه اطمینان حاصل کنیم[6,7].

*rezaehteshamrasi@gmail.com

در این پژوهش بهینه‌سازی زنجیره تامین به‌دلیل این انتخاب شده است که برای ارائه کالا و خدمات در اقتصاد یک سازوکار و سیستمی باید وجود داشته باشد تا کارایی و بهره‌وری اقتصادی با حداکثر برسد[8]زنجیره تامین ارتباط بین بازار محصولات جدید و بازار محصولات مرجوعی برقرار می‌کند[9]به‌دلیل بالا بردن جنبه اقتصادی وکارامدی زنجیره تامین در این بحث و یکپارچه‌سازی عملیات اقتصادی انتخاب شد است و به‌طور کلی زنجیره تامین زنجیره‌ای است که همه فعالیت‌های مرتبط با جریان کالا و تبدیل مواد، از مرحله تهیه ماده اولیه تا مرحله تحویل کالای نهایی به مصرف‌کننده را شامل می‌شود[10].

زنجیره تامین به دو نوع حلقه بسته و حلقه باز تفکیک می‌شود در صورتی که این دو بازار بر هم منطبق شوند، شبکه حلقه بسته و در غیر این صورت حلقه باز نامیده می‌شود[11]. به‌عنوان نمونه، محصولات مرجوعی از دو مسیر به زنجیره بسته بر می‌گردند:

- در صورتی که بازیابی شوند، به‌عنوان محصول جدید بر می‌گردند.

- در صورتی که بازیابی نشوند، اجزا سالم آن به‌عنوان ماده اولیه برگشته و یا بازیافت می‌شوند[12].

زنجیره‌های تامین دارای انواع مختلفی هستند که می‌توان از مهمترین آنها به «ساخت یکپارچه برای ذخیره کردن»[13] ، «پس از تخلیه پرکردن به‌طور مستمر»، «ساخت برمبنای سفارش»[14] و « مونتاژ کانالی» اشاره کرد. اداره زنجیره تامین با وجود عدم اطمینان در تقاضا و تامین و نیاز برای هماهنگی بین چندین فعالیت تجـاری شرکاء مشکل است[15]. با توجه به طبیعت پیچیده زنجیره‌های تأمین، آنها معمولاً با حد بالایی از عدم قطعیت و ابهام مواجه هستند[16] که می‌تواند کیفیت عملکرد آنها را به‌طور نامطلوبی تحت تأثیر قرار دهدو توانایی زنجیره را در پیش بینی شرایط آینده با مشکل مواجه می‌کند[17].

از اصلی‌ترین این مشکلات می‌توان از «اثر شلاق چرمی» و «ذخیره فریبنده»[18] نام برد. راه حل‌هایی برای مشکلات زنجیره تامین وجود دارند که از آن جمله می‌توان به «ادغام عمودی، «موجودی مناسب»[19]، «استراتژی‌های کاهش عدم اطمینان محیطی» [20] و استفاده از «تکنیک‌ها و فنون مناسب برنامه‌ریزی و تولید» [21]اشاره کرد. به‌دلیل اینکه زنجیره‌های تامین ممکن است طولانی و پیچیده و شامل تعداد زیادی شرکاء تجاری باشد، مشکلاتی طی آن پیش می‌آید[22].

شرایط عدم قطعیت نوعی نگرش دقیق به اعداد هست که دربرخی علوم کاربرد دارد[23]. همچنین تأثیر بر داده‌های اندازه‌گیری شده دارد. در شرایط عدم قطعیت کنونی بسیاری از افراد و سازمان‌ها بر این باورند که استراتژی معنا و مفهوم و جایگاه خود را از دست داده است[24]، چرا که زمانی که آینده کاملاً قابل پیش‌بینی است، این مشکلات درصورت تأخیر درحل به نارضایتی مشتریان [25]و از دست دادن فروش منجر شود و هزینه‌های بالایی را برای رفع متحمل سازمان کند[26]. شرکت‌هایی در کلاس جهانی خیلی از موفقیت‌هایشان را به مدیریت زنجیره تامین نسبت می‌دهند [27].

برای طراحی استراتژی می‌توان از رویکردهای متعارف استراتژی استفاده کرد[28]. اما زمانی که آینده غیرقابل پیش‌بینی و با عدم قطعیت مواجه باشد دیگر این قبیل رویکردها، غیرکاربردی بوده و بی معنی می‌باشند و می‌بایست از رویکردهایی که مناسب با شرایط ناپایدار است یا با شرایط عدم قطعیت مواجه هستیم سود جست[29]

عدم قطعیت در طراحی زنجیره‌های تأمین که ناشی از افق بلندمدت تصمیم‌گیری است، به دودسته قابل تقسیم است[30] .دسته اول، عدم قطعیت روزمره مربوط به پارامترها است[31] توجه به مسئله اختلالات در طراحی شبکه‌ها، نه تنها می‌تواند سبب اتخاذ تصمیمات قابل اطمینان تری گردد، بلکه از ضررهای احتمالی نیز جلوگیری خواهد شد [32].که خود به دودسته سیستمی و محیطی قابل تقسیم‌بندی است[33]. دسته دوم نیز مربوط به حوادث غیرمترقبه‌ای است[34] که می‌تواند زنجیره‌های تأمین را با ضرر بزرگی مواجه کند و سبب از بین رفتن تسهیلات، افزایش هزینه حمل ونقل و از دست رفتن سهم بازار گردند

زنجیره تامین بر تمام فعالیت‌های مرتبط با جریان و تبدیل کالاها از مرحله ماده خام (استخراج) تا تحویل به مصرف‌کننده نهایی و نیز جریان‌های اطلاعاتی مرتبط با آنها مشتمل می‌شود [35,36]و کالاها و خدمت بازگشتی به‌صورت کم هزینه و آسان جمع‌آوری شود و اقتصاد مدور که بحث اصلی آن در مورد بازیافت کالاهای برگشتی و کالاهای که نیاز به تعمیرات دارد تا دوباره از آنها استفاده شود است[37]بهینه‌سازی زنجیره تامین عبارت است از فرایند برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل عملیات مرتبط با زنجیره تامین در بهینه‌ترین حالت ممکن[38,39] .

بهینه‌سازی زنجیره تامین بر یکپارچه‌سازی فعالیت‌های زنجیره تامین [40]و نیز جریان‌های اطلاعاتی مرتبط با آنها از طریق بهبود در روابط زنجیره در جهت دستیابی به مزیت رقابتی قابل اتکا و مستدام، مشتمل می‌شود[41].

رویکردهای سنتی برنامه‌ریزی اسـتراتژیک مـدیریت رنجیـره تـامین در مواجهه با آشفتگی و عدم قطعیت در محـیط[42]، منعطـف نبـوده و از قابلیت پاسخگویی مناسبی برخوردار نیستند[43].

اما اجرای مدیریت زنجیره تامین زمانی می تواند در سازمان ها مفید واقع شود و می تواند که به اهداف خود برسد که , بتواند در تعامل با اهداف و اجزای سازمان به خوبی خود را نشان دهد یکی از این مسائل مهم در سازمان ها توجه به مدیریت دانش می باشد[44].

دلیل و علل انتخاب این موضوع برای این پژوهش این است که در زنجیره تامین تلاش در آن است که از مواد اولیه که قبلا استخراج شده و کالا با آن تولید شده را به چرخه تولید برگردانده شود از عوامل و اثرات زیست محیطی واجتماعی و... بکاهد و کالاهای با ارزش و کیفیت تولید کنیم با هزینه کم که سود زیاد و بهره‌وری خوبی داشته باشد (بیست‌وسومین اجلاس اعضای متعهد به توافق اقلیمی پاریس (23) COP(

با حداکثر سازی ارزش کالاو بهینه‌سازی جریان کالا در این تحقیق می‌توان کارهای زیاد نمود یعنی در پژوهش‌های قبلی مرجوعی بازیافت می‌شوند و کالاهای از این مواد تولید می‌شود کالاهای درجه دو و سه است که از ارزش کالاهای تولید کم می‌کند و در بازتولید کالاها با سرعت بیشتر وارد زنجیره تامین می‌گردد و جریان کالا بهتر و بیشتر انجام می‌شود. در بازتولید بهبود کارایی مواد در داخل شرکت وافزایش بهره‌وری مواد در زنجیره تامین ایجاد می‌شود.

در تحقیقات قبلی مواد زائد و غیرقابل استفاده بیشتر تولید می‌شود ولی در این تحقیق از کمترین و کوچک‌ترین قطعات و بخش‌های کالاهای برگشتی و خراب می‌توان استفاده بهینه نمود و با این کار بهروری زنجیره تامین هم بالا می‌رود. در این تحقیق بر لزوم استفاده از قطعات و اجزاء سالم در باز تولید محصولات تاکید می‌شود و این باز تولید از همه کالاها در هر بخش از زنجیره تامین باشد که قابل استفاده نیست به بخش باز تولید منتقل می‌شود و باز تولید می‌گردد در صورتی که در تحقیقات قبلی از کالاهای برگشتی از بخش‌های مصرفی به بخش بازیافت انتقال می‌یابد و در کل زنجیره تامین برای مدیریت و بهینه‌سازی در امر تولید و حمل و نقل و توزیع برای رضایت‌مندی مشتری و باعث کاهش هزینه‌ها و افزایش سود می‌شود.

2-مبانی و چهارچوب نظری تحقیق

نقش طراحی و بازطراحی شبکه در بازار تجارت کنونی یک فعالیت بسیار مهم شده است به این علت که شرکت ها امروزه با چالش های بسیاری مواجه هستند .همانطور که توسط بالو و همکاران [1]در سال 1968 مطرح شده است باز طراحی شبکه ی زنجیره تامین موجب کاهش 5 تا 15 درصدی هزینه ی شبکه می شود در رویکرد بازطراحی، یک شبکه با تعدادی کارخانه، مراکز توزیع وجود دارد که در مکانهای ثابت در حال فعالیت هستند و تصمیمات جدید شامل مکانیابی تسهیلات و مشخصه هایی در طول زنجیره تامین که باید گرفته شود را شامل می شود که تمرکز اصلی بر توسعه ی مراکز موجود با اضافه نمودن سطوح ظرفیت، بستن مراکز موجود، بازکردن مراکز جدید و اضافه نمودن ظرفیت به آنها می باشد[12].

تحقیقات که درباره زنجیره تامین انجام شده می توان به مطالعه گولن و همکاران[2](2009) اشاره نمود. مدل ارائه شده توسط آنها یک مدل برنامه ریزی تصادفی غیر خطی عددصحیح مختلط می باشد که دو هدفه نیز هست. توابع هدف مدل هزینه های اقتصادی و اثرات زیست محیطی هستند. مطالعات انجام شده در این زمینه می توان به مطالعه فنگ و راکش[3] (2010) اشاره نمود. آنها یک مدل یکپارچه ای را که در آن نوسانات تقاضا و هزینه ها به صورت غیرقطعی بود در نظر گرفتند و با رویکرد بهینه سازی استوار مدل پیشنهادی خود را با هدف کمینه سازی هزینه ها حداقل نمودند[19].

در این تحقیق، یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط (MILP) برای طراحی شبکه لجستیک یکپارچه پیشرو/معکوس چندلایه، چند محصولی، تک دوره‌ای به همراه ظرفیتهای محدود شده وبا شرایط نبود قطعیت ارائه می شود که به طور همزمان گزینه های بازیابی،تعمیر، تولید دوباره و همچنین گزینه دفع ضایعات را در برمی گیرد .هدف کمینه سازی هزینه کل شبکه است[16].

بهرامی و همکاران [4](1397)پژوهشی با عنوان مدلسازی و حل یک سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده چند کالایی با محدودیتهای تصادفی گنجایش انبار و بودجه ارائه نمودند. همکاری در زنجیره ی تامین به عنوان یک تفاوت در کسب و کار و یک منبع ایجاد مزیت رقابتی شناخته شده است .یکی از پرکاربردترین انواع همکاری در زنجیره ی تامین، قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده میباشد[40]

غلام نتاج وهمکاران [5](1395) پژوهشی با عنوان ارائه یک مدل چند هدفه برای مساله طراحی شبکه در زنجیره تامین حلقه بسته با مرکز پشتیبانی ارائه نمودند. اهمیت و تاثیر زنجیره تامین بر بازار رقابتی عصر حاضر و جنبه‌های مثبت بهینه‌سازی زنجیره ها موجب توجه محققان به شبکه‌های زنجیره تامین شده است .زنجیره تامین رو به جلو، جریان حرکت مواد و محصولات را از تامین‌کنندگان به مشتریان در نظر می‌گیرد. زنجیره تامین معکوس شامل جریان برگشت مواد و محصولات استفاده شده یا فروخته نشده مشتریان می باشد که به منظور بازیافت و یا استفاده مجدد به زنجیره تامین برگشت داده می شوند[21].

مسلمی پور و همکاران[6] (1395) پژوهشی با عنوان بهینه سازی زنجیره تامین پایدار با استفاده از الگوریتم های فراابتکاری ازدحام ذرات چند هدفه و الگوریتم ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب ارائه نمودند. توسعه پایدار، مفهوم جدیدی است که پس از انقلاب صنعتی و معضلات ایجاد شده در رابطه با صنعتی شدن و توسعه تکنولوژیک ، و از طریق پیوند

[1] Balo and et al

[2] Glen and et al
[3] Fang and Rakesh
[4] Bahrami and et al
5 Golam Nataj and et al
[6] Moslemipour and et al

بین ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی شکل گرفته است که در موفقیت بلند مدت یک کسب و کار حیاتی است[36].

هووو همکاران [7] (2018) پژوهشی با عنوان تاثیر عملیاتها و استراتژیهای زنجیره تامین بر یکپارچگی و عملکرد ارائه نمودند. هدف این مطالعه، توسعه مدل جامعی است که درک روابط بین استراتژیهای عملیات ، استراتژیهای زنجیره تامین ، یکپارچکی زنجیره تامین و عملکرد شرکت را تسهیل می دهد[14].

لی وهمکاران [8] (2018) پژوهشی با عنوان قیمت گذاری و مصوبات موجودی در زنجیره تامین مواد غذایی با وقفه در تولید و کنترل وخامت ارائه نمودند. خرابی مواد غذایی در اکثر کشورهای جهان دچار یک مشکل اساسی است که ممکن است باعث زیان های اقتصادی و زیان های زیست محیطی شود. کینا[9]و ویرما[10] (2018) پژوهشی با عنوان مدیریت لجستیک در زنجیره ی عرضه مرور کلی ارائه نمودند. هدف از این مقاله، بررسی لجستیک / مدیریت لجستیک در زنجیره ی عرضه و مسائل مربوط به لجستیک فعلی آنها در کسب و کار کنونی و ارائه ی یک روش مفهومی برای موضوعات مرتبط با آن است. روش شناسی مبتنی بر لجستیکی ست که ورودی روش شناسی است [43] و مزایایی که بازده ی روش شناسی تلقی می گردد. بررسی پیشینه ی تحقیق بر روی مسائل کلیدی بیرونی و درونی لجستیک انجام شده است و ابعاد مختلف آن را تعیین می کند.

با پیروی از چنین ادبیات و یافته هایی فرضیات زیر مطرح می گردد:

1-محصولات تولیدی ابتدا وارد انبار ذخیره شده و سپس بین مرکز توزیع در طول زنجیره تامبن می شود.

-میزان عرضه و تقاضا برای هر محصول یا یک محصول خاص در هر مرکز به صورت مستقل از دیگر مراکز مورد بررسی قرار می گیرد.

-مرکز مشتری کمبود محصول خود را می توانند ار دیگر مرکز مشتری تامین کنند.

-جریان کالا بین نقاط مختلف زنجیره تامین به صورت نرمال است.

-کالاهای مرجوعی(بازگشتی) از زنجیره معکوس استفاده می کنند.

-محصولات تولیدی ابتدا وارد انبار ذخیره شده و سپس بین مرکز توزیع در طول زنجیره تامبن می شود.

-میزان عرضه و تقاضا برای هر محصول یا یک محصول خاص در هر مرکز به صورت مستقل از دیگر مراکز مورد بررسی قرار می گیرد.

-مرکز مشتری کمبود محصول خود را می توانند ار دیگر مرکز مشتری تامین کنند.

-جریان کالا بین نقاط مختلف زنجیره تامین به صورت نرمال است.

-کالاهای مرجوعی(بازگشتی) از زنجیره معکوس استفاده می کنند.

3- پیشینه تحقیق

نقش طراحی و بازطراحی شبکه در بازار تجارت کنونی یک فعالیت بسیار مهم شده است به این علت که شرکتها امروزه با چالشهای بسیاری مواجه هستند[6].

بشیری و شرافتی[11](1391) پژوهشی با عنوان طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته در یک محیط فازی با استفاده از تحلیل مؤلفه های اصلی ارائه نمودند. اغلب مسائل طراحی شبکه زنجیره تامین درمحیط فازی تک محصولی بوده و درآنها نیاز مشتریان و برخی معیارهای کیفی نادیده گرفته میشود[24].اسیرو [12]و همکاران (2018) پژوهشی با عنوان همتراز سازی طرح زنجیره تامین برای تقویت انعطاف‌پذیری ارائه نمودند بسیاری از محققان اثر حوادث مخرب مانند بلایای طبیعی و نیروهای اقتصادی و بازار را در زنجیره‌های تامین جهانی بررسی کرده‌اند[22].

در جهان امروز، تغییرات در عرصه اقتصاد و صنعت با سرعت بیشتری نسبت به گذشته در حال وقوع میباشد .هدف سازمانها و شرکتها، حفظ و افزایش سود و همچنین بقا و دوام بیشتر در بازار است؛ به طوریکه جهانی شدن فعالیتهای اقتصادی در کنار رشد سریع فناوری و منابع محدود،شرکتها را در یک رقابت تنگاتنگ قرار داده است. ازجمله مزیتهای رقابتی برای شرکتها، کاراتر و اثربخشتر کردن فعالیتهایی نظیر زنجیره تأمین است .همچنین به دلیل قوانین دولتی ،مسائل زیستم حیطی وگسترش مفهوم مسئولیت پذیری اجتماعی ،مدیریت زنجیره تأمین حلقه بسته مورد توجه بسیاری از محققان قرارگرفته است .زنجیره تأمین حلقه بسته شامل هر دو شبکه زنجیره تأمین رو به جلو ومعکوس می باشدو هدف ازطراحی آن ترکیب کردن ملاحظات محیطی باطراحی شبکه زنجیره تأمین سنتی از طریق جمع آوری محصولات استفاده شده و فعالیت های مربوط به استفاده مجدد ازآنها می باشد.در این مقاله یک مدل زنجیره تأمین حلقه بسته دو هدفه، چند دوره‌ای، چند محصولی با در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی و اعمال مفاهیم کمبود قابل جبران و تخفیف، گسترش داده شده است[9].

ایران زاده و همکاران[13] (1398) پژوهشی با عنوان بهینه سازی ترکیبی زنجیره تامین دو سطحی حلقه-بسته در رابط عدم اطمینان (مطالعه موردی صنایع لبنی) ارائه نمودند[17].

---

7 Huo and et al
8 Li and et al
9 Kiana
10 Virma

11 Bashiri and Sherafati
12 Asiro and et al

13 Iranzadeh and et al

هدف این مطالعه، توسعه مدل جامعی است که درک روابط بین استراتژیهای عملیات ، استراتژیهای زنجیره تامین ، یکپارچکی زنجیره تامین و عملکرد شرکت را تسهیل می دهد.

جدول (1): برخی تحقیقات انجام شده

شماره	نام نویسنده	سال	موضوع
1	رضانیا و موسی زاده	2023	طراحی شبکه تاب آور زنجیره تامین حلقه بسته مواد غذایی در شرایط عدم قطعیت تقویت خاصیت ارتجاعی زنجیره
2	محمدی وسلیمانی	2020	طراحی شبکه تامین و کمینه کردن گازCO_2
3	برادران و صفری	2019	طراحی زنجیره تامین برای کمینه کردن گاز دی اکسید کربن با بازیافت پودر ضایعات
4	اسیرو وهمکاران	2018	همتراز سازی طرح زنجیره تامین برای تقویت انعطاف پذیری
5	مونواستوری	2018	استحکام زنجیره های تامین: چالش ها و فرصت ها
6	کیناو ویرما	2018	-مدیریت لجستیک در زنجیره ی عرضه
7	لی وهمکاران	2018	قیمت گذاری و مصوبات موجودی در زنجیره تامین مواد غذایی با وقفه در تولید و کنترل وخامت
8	هووو همکاران	2018	پژوهشی با عنوان تاثیر عملیاتها و استراتژیهای زنجیره تامین بر یکپارچگی و عملکرد
9	حسناج و جانسون	2018	مدیریت زنجیره تامین - راهی برای دستیابی به اقتصاد دایره ای
10	براون وهمکاران	2018	مطالعه موردی تحلیل توانمندی ها برای بهبود کارایی مواد در زنجیره های تولید تولید
11	لوئیز و همکاران	2018	بررسی فناوری و صنعت برای فعال کردن شیوه های اقتصاد مدور در یک زمینه تولید (مدل کسب و کار)
12	نیورووینگ و اولسن	2016	اقتصاد کلان: آیا در یک بسته محصولی بسته باشد یا نه؟ ارزیابی چرخه آلومینیومی با استفاده از عناصر آلیاژی
13	ینگ و لی جون	2014	بررسی مدیریت زنجیره تامین سبز بر اساس اقتصاد مدور
14	صبری و بیامون	2013	بررسی شبکه زنجیره تأمین شامل تأمین کنندگان، کارخانجات، مراکز توزیع و نواحی تقاضا
15	تساریس و پاپاجورجیو	2013	بهینه یک شبکه تولید تخصیص و توزیع با توجه به محدودیتهای مالی و عملیاتی
16	لیو و پاپاگورگیو	2013	بهینه یک شبکه تولید تخصیص و توزیع با توجه به محدودیتهای مالی و عملیاتی
17	چن و لی	2013	زنجیره تامینی را متشکل از تعدادی مراکز تولید، مراکز توزیع وخرده فروشی
18	اوزدمیر و همکاران	2012	مدل طراحی شبکه چند محصولی
19	جیارما و پیرلوکل	2012	مدل یکپارچه تولید-توزیع از نوع احتمالی
20	چن سوینتی	2012	طراحی شبکه لجستیک معکوس شامل تسهیلات جمع آوری و بازرسی، احیا و انهدام
21	کانان و همکارانش	2012	مدل شبکه ای زنجیره تأمین بسته چند مرحله ای چند محصولی برای مطالعه کاربرد بهینه کالاهای بازگشتی
22	وانگ و سودر	2012	مدل برنامه ریزی عدد صحیح برای طراحی شبکه لجستیک حلقه بسته
23	جیارمن و پیرکول	2011	زنجیره تأمین شامل تأمین کنندگان، کارخانجات، مراکز توزیع و نواحی تقاضا
24	ییلماز و کاتی	2011	مسئله برنامه ریزی استراتژیک را برای یک شبکه تولید توزیع سه مرحله ای
25	دلفی فاب	2011	مسئله برنامه ریزی استراتژیک را برای یک شبکه تولید توزیع سه مرحله ای
26	پارک و همکاران	2010	مدل برای طراحی یک زنجیره تامین سه سطحی از تأمین کنندگان و مراکز توزیع و خرده فروشان
27	لی و همکاران	2010	مدل تخصیص ظرفیت برای یک زنجیره تامین سه سطحی از تأمین کنندگان وتولیدکنندگان و مراکز توزیع
28	لیکن و وندال	2010	مدل خطی صحیح مختلط

جدول (2): شاخص ها به صورت ذیل در نظر گرفته شده است:

شـــاخص ها

نام نویسنده	هزینه	کیفیت	زمان	سود
رضانیا و موسی زاده	x			x
محمدی وسلیمانی	x	x		
برادران و صفری	x	x		
اسیرو وهمکاران	x			x
مونواستوری			x	
کیناو ویرما	x		x	x

لی وهمکاران		x		x
هووو همکاران	x			x
حسناج و جانسون	x		x	
براون وهمکاران	x			x
لوئیز و همکاران		x		
نیوروینگ و اولسن	x			x
ییتگ و لی جون	x	x		x
صبری و بیامون	x			
تساریس و پاپاجورجیو	x			
لیو و پاپاگورگیو	x			
چن و لی	x		x	x
اوزدمیر و همکاران	x			x
جیارما و پیرلوکل	x			
چن سوینتی	x			
کانان و همکارانش	x		x	
وانگ و سودر	x			
جیارمن و پیرکول	x		x	x
ییلماز و کاتی	x			
دلفی فاب	x		x	
پارک و همکاران	x			
لی و همکاران	x			x
لیکن و وندال	x			

4- اهمیت و ضرورت اجرای تحقیق

اهمیت و تاثیر زنجیره تامین بر بازار رقابتی عصر حاضر و جنبه‌های مثبت بهینه‌سازی زنجیره ها موجب توجه محققان به شبکه‌های زنجیره تامین شده است.زنجیره تامین رو به جلو، جریان حرکت مواد و محصولات را از تامین‌کنندگان به مشتریان در نظر می‌گیرد. زنجیره تامین معکوس شامل جریان برگشت مواد و محصولات استفاده شده یا فروخته نشده مشتریان می باشد که به منظور بازیافت و یا استفاده مجدد به زنجیره تامین برگشت داده می شوند. علاوه بر آن در محیط پر رقابت امروزی، سرعت بالای تغییرات، بر عدم قطعیت حاکم بر تصمیم گیری افزوده است. برای مدیریت عدم قطعیت حاکم بر زنجیره تامین و داشتن اعتماد کافی به نتایج، برنامه ریزی قابل اتکا باید انجام شود تا ریسک تصمیم گیری کاهش یابد. یکی دیگر از مهم ترین اهداف زنجیره های تامین پاسخ دهی به نیاز مشتریان با کمترین هزینه و بالاترین کیفیت،در زمان مورد انتظار میباشد. بنابراین، طراحی، مدیریت و پیاده سازی زنجیره های تامین یکپارچه نه تنها میتواند مشکل مذکور را رفع نماید، بلکه میتواند سبب ایجاد مزیت رقابتی بلند مدت برای سازمان در بین رقبایش گردد.

در دهه های 60 و70 میلادی، سازمان‌ها و شرکت ها و کمپانی های بزرگ برای افزایش توان رقابتی خود تلاش زیادی نمودند تا با استانداردسازی و بهبود فرایندهای داخلی خود محصولی با کیفیت بهتر و هزینه کمتر تولید و به بازار عرضه نمایند[30].

در دهه 80 میلادی با افزایش تنوع در الگوهای مورد انتظار مشتریان، سازمان‌ها به‌طور فزاینده‌ای به افزایش انعطاف‌پذیری در خطوط تولید و توسعه محصولات جدید برای جوابدهی به نیازهای مشتریان برآمدند. در دهه 90 میلادی به همراه بهبود در فرایندهای تولید و بکارگیری الگوهای مهندسی مجدد، مدیران بسیاری از صنایع به این نتیجه رسیدند که برای ادامه حضور در بازار تنها بهبود فرایندهای داخلی و انعطاف‌پذیری در توانایی‌های شرکت کافی نیست بلکه تأمین کنندگان قطعات و مواد نیز باید موادی با بهترین کیفیت و کمترین هزینه تولید نمایند. رفته رفته با گسترش سریع فناوری اطلاعات و بهبود فرایندهای سازمانها و با چنین نگرشی، رویکردهای زنجیره تأمین و مدیریت به وجود آمد و از طرف دیگر با توسعه سریع فناوری اطلاعات در سالهای اخیر و کاربرد وسیع آن در مدیریت زنجیره تأمین، بسیاری از فعالیت‌های اساسی مدیریت زنجیره با روش‌های جدید در حال انجام صورت گرفتن می باشد[27].

5- نوآوری و توصیه تحقیق

با بهینه سازی جریان کالا در این تحقیق می توان کارهای زیاد نمود یعنی در پژوهش های قبلی مرجوعی بازیافت می شوند و کالاهای از این مواد تولید می شود کالاهای درجه دو و سه است که از ارزش کالا های تولید کم می کند و در بازتولید کالاها با سرعت بیشتر وارد زنجیره تامین می گردد و جریان کالا بهتر و بیشتر انجام می شود. در بازتولید بهبود کارایی مواد در داخل شرکت وافزایش بهره وری مواد در زنجیره تامین ایجاد می شود در تحقیقات قبلی مواد زائد و غیرقابل استفاده بیشتر تولید می شود ولی در این تحقیق از کمترین و کوچیکترین قطعات و بخش های کالاهای برگشتی و خراب می توان استفاده بهینه نمود و با این کار بهروری زنجیره تامین هم بالا می رود. در این تحقیق بر لزوم استفاده از قطعات و اجزاء سالم در باز تولید محصولات تاکید می شود و این باز تولید از همه کالاها در هر بخش از زنجیره تامین باشد که قابل استفاده نیست به بخش باز تولید منتقل می شود و باز تولید می گردد در صورتی که در تحقیقات قبلی از کالاهای برگشتی از بخش های مصرفی به بخش بازیافت انتقال می یابد و در کل زنجیره تامین برای مدیریت و بهینه

سازی در امر تولید و حمل و نقل و توزیع برای رضایت مندی مشتری و باعث کاهش هزینه ها و افزایش سود می شود.

توصیه یک مدل دایره ای برای استفاده مجدد از دستگاه های الکترونیکی ضایعات، ادغام فن آوری های وب، تدارکات معکوس و تولید افزودنی برای حمایت از کارهای اقتصاد های مدور است. نتایج حاکی از تأثیر مثبتی از بهبود پایداری کسب و کار توسط دوباره وارد شدن زباله به زنجیره عرضه برای تولید محصولات به صورت تقاضا است. لوئیز[14] همکاران (2018) پژوهشی با عنوان بررسی فناوری و صنعت برای فعال کردن شیوه های اقتصاد مدور در یک زمینه تولید (مدل کسب و کار) ارائه نمودند. هدف این مقاله بررسی این است که چگونه فناوری ها جدید و صنعت می توانند با اقتصاد های مدور یکپارچه سازی شوند تا یک مدل کسب و کار ایجاد شود که مواد زائد مانند زباله یا زباله الکترونیکی را مجددا استفاده و بازیافت کند [39] .

نیوروینگ[15] و ولسن[16] (2016) پژوهشی با عنوان ارزیابی چرخه آلومینیومی با استفاده از عناصر آلیاژی در اقتصاد مدور ارائه نمودند. بسته بندی، که بزرگترین منبع ضایعات آلومینیوم در سطح جهانی است، نشان دهنده ی یک نقش کلیدی در انتقال به سمت اقتصاد مدور است. توصیه اصلی این است که ایده چند توابع واحد عملکردی را شامل شود. برای بهبود بیشتر عملکرد محیط زیست می تواند بخش را به سمت پیاده سازی اقتصاد مدور و در کل زنجیره تامین برای مدیریت و بهینه سازی در امر تولید پیش برد[17] .

همچنین با استفاده از مدل دیگر زنجیره تامین برای مدیریت و بهینه سازی در امر تولید را با هدفت کاهش هزینه کل پیش برد. کانان[17] و همکارانش در سال 2012یک مدل شبکه ای زنجیره تأمین بسته چند مرحلهای چند محصولی برای مطالعه کاربرد بهینه کالاهای بازگشتی ارائه کردند که در آن تصمیماتی در مورد تدارکات، تولید، توزیع، بازیافت و انهدام اتخاذ میشود. این مدل یک مدل MILP با هدف کمینه سازی هزینه کل میباشد که برای حل آن یک الگوریتم ژنتیک ابتکاری توسعه داده شده است[38,39] .

در پژوهشی نوین که توسط رضانیا و موسی زاده[18] در سال 1402 انجام گرفته با استفاده از مدل دیگر زنجیره تامین حلقه بسته (تولید میگو و بازیافت پودر ضایعات میگو) در شرایط عدم قطعیت و ارائه یک مدل ریاضی به دنبال حداقل رساندن هزینه کل شامل هزینه های احداث، حمل و نقل و قابلیت ردیابی، بیشینه سازی پایداری در بهبود مستمر و اشتغال ایجاد شده و به حداکثر رساندن خاصیت ارتجاعی شبکه زنجیره تامین می باشد.[1] .

محمدی و سلیمانی[19] 1399با طراحی مدلی از زنجیره تامین تحت شرایط عدم قطعیت در شرکت ایران ترانسفر به منظور تعیین راهبردهای مسئله شامل مکان یابی مراکز تولید، جمع آوری و بکارگیری ضایعات حاصل از محصولات تولیدی در جهت بهینه سازی و بهبود و کارایی عملکرد مدل مذکور و پیاده سازی آن در شرکت مذکور پرداخته اند[2].

برادران و صفری[20] 1398با اجرای مدلی از شبکه زنجیره تامین حلقه بسته تحت شرایط عدم قطعیت و با توجه به مسائل زیست محیطی که در آن به تولید و بازیافت و امحاء ضایعات پرداخته شده است. کاربرد مدل پیشنهادی بازیافت بطری های شیشه ای با هدف کاهش هزینه تولیود و حمل و نقل برای محصولات مختلف بوده و کاهش کل گاز دی اکسید کربن تولیدی (توجه به مسائل زیست محیطی) پردخته است[3] .

6- اهداف تحقیق

اهداف اصلی :

- ارائه ی یک مدل ریاضی چند هدفه برای بهینه سازی زنجیره تامین حلقه بسته تحت شرایط عدم قطعیت

اهداف فرعی :

- کمینه سازی زمان در سرویس‌دهی به مشتریان در زنجیره تامین بسته تحت شرایط عدم قطعیت
- حداکثرکردن موجودی انبار و مقدار تصمیم پذیرش در زنجیره تامین بسته تحت شرایط عدم قطعیت
- کمینه سازی هزینه و بیشینه کردن سود در کل شبکه در زنجیره تامین بسته تحت شرایط عدم قطعیت

اهداف کاربردی :

-کاهش هزینه ها و افزایش سود در زنجیره تامین با استفاده از کالاهای بازیافتی و بازدهی بالا زنجیره تامین کالاهای بازیافتی

- استفاده از اجزای خارج شده کالا های بازیافتی و بخش های سالم کالا های استفاده شده در زنجیره تامین

7- روش تحقیق

با توجه به این‌که تحقیق انجام‌شده به تحلیل و تبیین وضع موجود پرداخته است و مسیری را در قالب نظرسنجی پیموده است، بنابراین مطالعات توصیفی با رویکرد مدل سازی ریاضی ، مهم‌ترین روش برای انجام این پژوهش است. هرچند در این تحقیق اصول مربوط به روش های گزینش نمونه و استنباط ها و تعمیم ها از نتایج درمورد تحقیق

[14] Luiz
[15] Nierorving
[16] Olsen
[17] Canan and et al
[18] Rezanya and Mosavi
[19] Baradaran and Safari
[20] Mohammadi and Solymani

انتخاب شده رعایت می شود. جمع آوری اطلاعات از طریق مشاهدات میدانی و مطالعات کتابخانه ای(در خصوص گردآوری اطلاعات مربوط به ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش از روش‌های کتابخانه‌ای (1-بررسی مبانی نظری و مرور بر ادبیات داخلی، بدست آوردن اطلاعات مورد نیاز از طریق بررسی کتابها، مقالات معتبر علمی، پایان نامه های کارشناسی ارشد و دکتری، بانک های اطلاعاتی وزارت راه و شهر سازی، بانک های اطلاعاتی مهندسین مشاور فعال در زمینه ساختمان، بانک های اطلاعاتی شبکه های اینترنتی،کتاب ها و مقالات موجود و جهت جمع آوری اطلاعات برای تایید یا رد فرضیه‌های پژوهش از روش میدانی استفاده می‌شود.)، مصاحبه حضوری با متخصصین و مطالعه اسناد و مدارک موجود صورت گرفت و در نهایت اطلاعات مورد آنالیز قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل داده ها با نرم افزار MATLAB انجام می گیرد .برای بهینه سازی مسائل مهندسی مدل ریاضی بر اساس مفروضات از دنیای واقعی توسعه داده می شود. در مرحله بعد اقدام به حل و تعیین جواب مدل می شود. نرم افزار متلب به واسطه برخورداری از زبان برنامه نویسی سطح بالا و محیط برنامه نویسی قوی ، مدلسازی، آنالیز داده و محاسبات عددی مناسب است. نرم افزار متلب قابلیت کد نویسی و بهینه سازی و جستجو را دارا می باشد.

8- مدلسازی ریاضی

مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط برای طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته با اهداف حداقل‌کردن هزینه و حداقل‌کردن زمان تاخیر و تاجیل محصول از تولید کننده به توزیع کننده ارائه می‌گردد.

8-1 نمادها

I :مجموعه کارخانه‌ها (i=1, 2,…, I)

J : مجموعه انبارها (j=1, 2,…, J)

K : مجموعه مناطق مشتریان(k=1,2,…,K)

T : مجموعه دوره‌های زمانی(t=1,2,…,T)

8-2 پارامترها

s_j : حداکثر ظرفیت انبارj

N_i :حداکثر ظرفیت تولید کالای کارخانه i

M_j :حداکثر کالای فرستاده شده از انبار j به مناطق مشتریان

$\check{D}_{kt}$:تقاضای مشتری k در دوره زمانیt

$\check{b}_{it}$:هزینه تهیه ماده اولیه برای کارخانه i در دوره زمانیt

$\check{p}_{ijt}$: هزینه تولید هر واحد کالا در کارخانهi برای انبارj در دوره زمانی t

$\check{c}_{ijt}$:هزینه ارسال هر واحد کالا از کارخانه i به انبارj در دوره زمانی t

$\check{v}_{jt}$:هزینه نگهداری هر واحد کالا در انبارj در دوره زمانیt

$\check{o}_{kjt}$:درآمد حاصل از ارسال و فروش هر واحد کالا به منطقه مشتریk از انبارj در دوره زمانی t

$\check{a}_{kit}$:هزینه جمع آوری، ارسال و بازیافت کالای مصرفی توسط مراکز جمع آوری در منطقه مشتریk برای تولید مجدد کارخانه iدر دوره زمانیt

$\check{n}_{it}$:زمان تهیه ماده اولیه برای کارخانهi در دوره زمانی t

$\check{x}_{ijt}$: زمان تولید و توزیع هر واحد کالا از کارخانهi به انبار j در دوره زمان t

$\check{h}_{kjt}$:زمان ارسال هر واحد کالا به منطقه مشتریk از انبار j دردوره زمانیt

$\check{e}_{kit}$: زمان جمع آوری، ارسال و بازیافت کالای مصرفی توسط مراکز جمع آوری در منطقه مشتریk برای تولید مجدد کارخانهi در دوره زمانی t

8-3 متغییرهای تصمیم

F_{it}: مقدار ماده اولیه استفاده شده برای کارخانهi در دوره زمانیt

Q_{ijt}: مقدار کالای ارسالی از کارخانهi به انبار j در دوره زمانیt

W_{jkt}: مقدار کالای ارسالی از انبارj به منطقه مشتریk در دوره زمانی t

h_{jt}: مقدار کالای نگهداری شده توسط انبار j در دوره زمانیt

R_{kit}: مقدار کالای بازیافتی فرستاده شده از منطقه مشتریk به کارخانه iدر دوره زمانی t

8-4 اهداف و محدودیت‌ها

$$MinZ_1=\sum_{k\in K}\sum_{i\in I}\sum_{t\in T}\check{a}_{kit}R_{kit}+\sum_{i\in I}\sum_{t\in T}\check{b}_{it}F_{it}+\sum_{i\in I}\sum_{j\in J}\sum_{t\in T}(\check{c}_{ijt}+\check{p}_{ijt})Q_{ijt}+\sum_{j\in J}\sum_{t\in T}\check{v}_{jt}H_{jt}+\sum_{j\in J}\sum_{k\in K}\sum_{t\in T}\check{O}_{jkt}W_{jkt}$$

این تابع هدف مجموع هزینه‌های شبکه را کمینه می کند. هزینه‌ها به‌ترتیب عبارتند از: هزینه‌های آماده کردن محصولات برای تولید مجدد، هزینه تهیه ماده اولیه، هزینه تولید و ارسال کالا به انبارها، هزینه نگهداری در انبارها و هزینه ارسال به مناطق مشتریان.

$$MinZ_2=\sum_{k\in K}\sum_{i\in I}\sum_{t\in T}\check{e}_{kit}R_{kit}+\sum_{i\in I}\sum_{t\in T}\check{n}_{it}F_{it}+\sum_{i\in I}\sum_{j\in J}\sum_{t\in T}\check{x}_{ijt}Q_{ijt}+\sum_{j\in J}\sum_{k\in K}\sum_{t\in T}\check{h}_{jkt}W_{jkt}$$

این تابع هدف نیز مجموع زمان‌های ارسال شبکه را کمینه می کند. زمان‌ها به‌ترتیب عبارتند از : زمان آماده کردن محصولات برای بازیافت و تولید مجدد، زمان تهیه ماده اولیه، زمان تولید و ارسال کالا به انبارها و زمان ارسال کالا به مناطق مشتری.

5-8 محدودیت‌ها

$$\sum_{j\in J} W_{jkt} \geq \check{D}_{kt} \qquad \forall k \in K; \forall t \in T$$

این محدودیت این را نشان می‌دهد که مقدار کالای فرستاده شده به هر منطقه مشتری حداقل باید برابر تقاضای آن منطقه باشد.

$$H_{jt} \leq S_j \qquad \forall j \in J; \forall t \in T$$

این محدودیت این را نشان می‌دهد که مقدار کالای نگهداری شده در هر انبار حداکثر باید برابر ظرفیت آن انبار باشد.

$$\sum_j Q_{ijt} \leq N_i \qquad \forall i \in I; \forall t \in T$$

این محدودیت حداکثر ظرفیت تولید هر کارخانه را نشان می دهد.

$$\sum_k w_{jkt} \leq M_j \qquad \forall j \in J; \forall t \in T$$

این محدودیت حداکثر مقدار کالایی که هر انبار می تواند به مناطق مشتریان ارسال کند را نشان میدهد.

$$\sum_{j\in J} Q_{ijt} \leq F_{it} + \sum_{k\in K} R_{Ki(t-1)} \qquad \forall i \in I; \forall t \in T$$

این محدودیت این را نشان می‌دهد که کالای تولید شده در هر کارخانه باید کوچکتر یا مساوی با مقدار ماده اولیه موجود در هر کارخانه باشد و کالای بازیافتی به‌صورت ماده اولیه برای تولید مجدد کارخانه فرستاده میشود.

$$\leq \sum_i Q_{ijt} \leq H_{j(t-1)} + \sum_k W_{jKt} \qquad \forall j \in J; \forall t \in T$$

این محدودیت این را نشان می‌دهد که مقدار کالای نگهداری شده در هر انبار باید کوچکتر یا مساوی با مجموع مقدار کالای دریافتی و نگهداری شده در دوره قبل منهای مقدار کالای ارسال شده از انبار در آن دوره باشد.

$$\sum_j W_{jKt} - \sum_i R_{Kit} \geq 0 \qquad \forall k \in K; \forall t \in T$$

این محدودیت این را نشان می‌دهد که حداکثر مقدار کالای بازیافتی باید برابر با کالای ارسال شده به مناطق مشتریان باشد.

$$Q_{ijt}, W_{jKt}, R_{Kit}, H_{jt}, F_{it} \geq 0 \qquad \forall k \in K; \forall t \in T$$

در این محدودیت متغیرهای پیوسته غیر منفی ارائه می‌گردد.

$$N_i \geq M_j \qquad \forall i \in I; \forall t \in T$$

این محدودیت این را نشان می‌دهد که حداکثر ظرفیت تولید کالای کارخانه باید برابر یا بیشتر با حداکثر کالای فرستاده شده از انبار به مناطق مشتریان باشد.

$$\check{b}_{it} \geq \check{a}_{kit} \qquad \forall i \in I; \forall t \in T$$

این محدودیت این را نشان می‌دهد که با باید هزینه تهیه ماده اولیه برای کارخانه برابر یا بیشتر با هزینه جمع آوری، ارسال و بازیافت کالای مصرفی توسط مراکز جمع آوری در منطقه مشتری برای تولید مجدد کارخانه باشد.

$$\check{p}_{ijt} \geq \check{a}_{kit} \qquad \forall i \in I; \forall t \in T$$

این محدودیت این را نشان می‌دهد که هزینه تولید هر واحد کالا در کارخانه باید برابر یا بیشتر با هزینه جمع آوری، ارسال و بازیافت کالای مصرفی توسط مراکز جمع آوری در منطقه مشتری برای تولید مجدد کارخانه باشد.

$$S_j \geq N_i \qquad \forall j \in J; \forall t \in T$$

این محدودیت این را نشان می‌دهد که حداکثر ظرفیت در انبار باید برابر یا بیشتر از حداکثر ظرفیت تولید کالای کارخانه باشد.

6-8 یافته‌ها

1-6-8 مقدار پارامترهای ورودی

جدول(3): اطلاعات مکان‌های کاندید انبار عبوری

	N۶	N7	N8
Fo	120	150	210
CAPo	1500	1700	2200

جدول (4): تعداد ماشین‌های موجود در هر انبار عبوری وظرفیت هر نوع وسیله نقلیه

	Mk۶	Mk7	Mk8	Qk	Ck
K۱	4	6	3	520	22
K۲	6	5	4	600	25

جدول (5): حجم هر نوع کالا

	r1	r2	r3
Br	5	9	7

جدول (6): ماتریس قابلیت حمل هر وسیله نقلیه بسته به نوع کالا

	r1	r2	r3
K1	1	1	0

K2	0	1	1					

جدول (7): ظرفیت هر تأمین کننده از هر نوع کالا

	r1	r2	r3
N1	65	85	62
N2	46	22	33
N3	52	66	45

جدول (8): زمان انتقال بین تقاط با توجه به فاصله نقاط

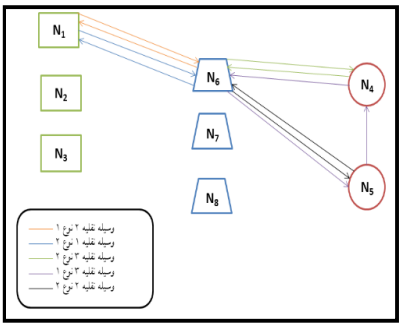
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
N1	0	108	95	87	86	25	48	151
N2	108	0	103	126	145	98	69	128
N3	98	103	0	89	98	65	126	56
N4	87	126	89	0	85	126	148	102
N5	86	145	98	85	0	85	69	68
N6	25	98	65	126	85	0	58	85
N7	48	69	126	148	69	58	0	46
N8	151	128	56	102	68	85	46	0

جدول (9): هزینه حمل بین نقاط

C1ij								
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
N1	0	99	54	21	205	450	569	325
N2	99	0	27	55	305	560	589	405
N3	54	27	0	250	168	548	698	27
N4	21	55	250	0	896	486	890	56
N5	205	305	168	896	0	482	768	128
N6	450	560	548	486	482	0	487	205
N7	569	589	698	890	768	487	0	307
N8	325	405	27	56	128	205	307	0

C2ij								
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
N1	0	80	42	11	102	205	402	305
N2	80	0	12	40	160	400	490	295
N3	42	12	0	120	132	450	450	108
N4	11	40	120	0	702	302	703	406
N5	102	160	132	702	0	302	608	255
N6	205	400	450	302	302	0	348	68
N7	402	490	450	703	608	348	0	98
N8	305	295	108	406	255	68	98	0

پس با توجه به داده‌ها تنها باز شدن انبار عبوری 6 بصرفه می‌باشد. در شکل زیر جواب به صورت شماتیک آوردیم:



شکل (1): نمایی از مسیر حرکت وسیله نقلیه

مقدار بارگیری و تخلیه در نقاط بصورت زیر ارائه می‌شود:

جدول (10): مقدار کالای بارگیری شده توسط وسایل نقلیه در تأمین کنندگان و انبارهای عبوری

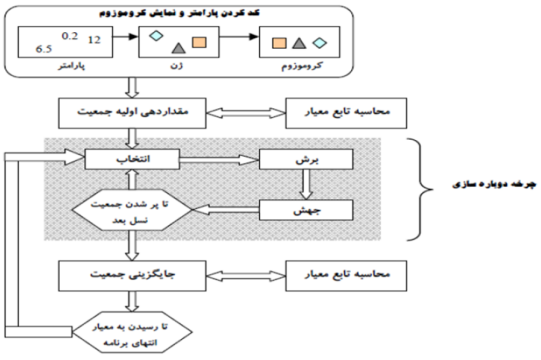
r=1					
	k=1,l=2, o=6	k=2,l=1 ,o=6	k=2,l=3 ,o=6	k=1,l=3, o=6	k=2,l=2 ,o=6
N1	28	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0
N3	0	0	0	0	0
N6	0	0	0	28	0

r=2					
	k=1,l=2, o=6	k=2,l=1, o=6	k=2,l=3, o=6	k=1,l=3 ,o=6	k=2,l=2 ,o=6
N1	26	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0

N3	0	0	0	0	0
N6	0	0	0	14	12
r=3					
	k=1,l=2, o=6	k=2,l=1 ,o=6	k=2,l=3, o=6	k=1,l=3, o=6	k=2,l=2, o=6
N1	0	24	0	0	0
N2	0	0	0	0	0
N3	0	0	0	0	0
N6	0	0	9	0	15

جدول (11): مقدار کالای تخلیه شده توسط وسایل نقلیه در مشتریان و انبارهای عبوری

r=1					
	k=1,l=2, o=6	k=2,l=1, o=6	k=2,l=3, o=6	k=1,l=3, o=6	k=2,l=2, o=6
N6	28	0	0	0	0
N4	0	0	0	12	0
N5	0	0	0	۱۶	0
r=2					
	k=1,l=2, o=6	k=2,l=1, o=6	k=2,l=3, o=6	k=1,l=3, o=6	k=2,l=2, o=6
N6	26	0	0	0	0
N4	0	0	0	14	0
N5	0	0	0	0	12
r=3					
	k=1,l=2, o=6	k=2,l=1, o=6	k=2,l=3, o=6	k=1,l=3, o=6	k=2,l=2, o=6
N6	0	24	0	0	0
N4	0	0	9	0	0
N5	0	0	0	0	15



شکل (2): دیاگرام بلوکی الگوریتم ژنتیک ساده

جدول (12): سطوح پارامترهای مسئله در سایز کوچک

سطوح	پارامترها
U[150,300]	هزینه حمل
U[10,400]	زمان بر اساس فاصله بین نقاط
U[100,500]	هزینه ثابت باز شدن هر انبار عبوری
U[50,150]	تقاضا
U[300,700]	ظرفیت هر نوع وسیله نقلیه
U[5,9]	حجم هر کالا
U[100,200]	حداکثر ظرفیت هر تأمین کننده
U[1500,2000]	ظرفیت هر انبار عبوری
U[2,8]	تعداد وسایل نقلیه از هر نوع
U[10,40]	مقدار کالای مرجوعی

7-8 مفروضات و پارامترهای الگوریتم

برای تنظیم الگوریتم‌ها، آزمایش‌های زیادی با مجموعه مقادیر مختلف پارامترها انجام گرفته است که در پایان با استفاده از مجموعه مقادیر زیر بهترین نتایج حاصل شده است:

8-7-1الگوریتم ژنتیک

تعداد تکرارها، اندازه جمعیت، درصد جواب نخبه[21] برای مسایل نمونه به‌ترتیب برابر با 200، 500 و 15% قرار داده شده است.

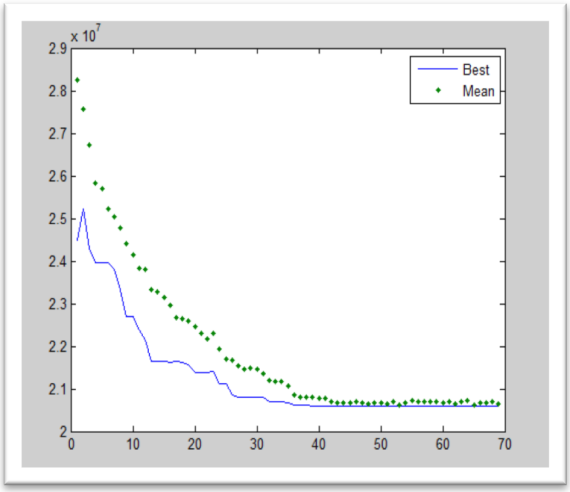
جدول (13): مقادیر پارامترهای الگوریتم **GA**

ردیف	Lingo			Algoritm GA		
	f_{opt}	t(s)		f_{best}	f_{avr}	t(s)
1	18492	1		228064	228064	2.5
2	168615	2		184191	184191	2.6
3	150884	5		170088	181852	3.2
4	214145	6		230697	233686	3.8
5	93231	3		173445	182340	4.3
6	147074	15		172257	183272	5.6
7	218288	27		181937	202645	5.4
8	192239	436		188937	212342	6.9
9	-	-		335383	362652	9.3
10	-	-		854963	988082	14.3
11	-	-		1123973	1203547	16.4
12	-	-		2140080	2359474	24.1
13	-	-		1423249	1511535	46
14	-	-		3023791	3127420	57.4
15	-	-		2007377	2147112	68
16	-	-		4128562	4271063	71.7
17	-	-		6525810	6855864	194
18	-			8965668	9454502	186
19	-	-		18287658	19332202	417
20	-	-		22170352	23202377	647

جدول (14): مقادیر به دست آمده از اجراهای متفاوت برای الگوریتم ژنتیک و لینگو

500	*Population size*
200	*Number of generations*
%15	*Probability of elitism operator*
%85	*Probability of crossover operator*
%15	*Probability of mutation operator*
30	*Break condition*

مدل برای ابعاد بزرگتر با استفاده از الگوریتم پیشنهادی حل گردیده است. با توجه به مقادیر جدول فوق الگوریتم در زمان معقول به جواب نزدیک به جواب بهینه رسیده است. الگوریتم پیشنهادی در حل مسایل با ابعاد خیلی کوچک به زمان محاسباتی بیشتری نسبت به نرم افزار بهینه‌سازی لینگو نیاز دارد. در حالی که در حل مسایل با افزایش ابعاد مسأله زمان محاسباتی الگوریتم پیشنهادی در قیاس با لینگو به مراتب کمتر می‌شود. بنابراین، در این مثالها مشخص شد که الگوریتم می‌تواند در فاصله زمانی بسیار کمتر نسبت به LINGO در مسائل مقیاس بزرگ، به جواب قابل قبول دست پیدا کند.



شکل (3): همگرایی الگوریتم ژنتیک ارائه شده

[21] Elite count

همان طور که در نمودار فوق مشاهده می‌شود، الگوریتم بعد از 40 بار تکرار همگرا می‌شود و نیازی به تعداد تکرارهای بیشتر نمی‌باشد.

8-8 مقایسه نتایج الگوریتم ژنتیک و لینگو

برای طراحی روش فرا ابتکاری ژنتیک از نرم افزار متلب استفاده شده است. هر یک از مسائل 10 بار به‌صورت تصادفی اجرا شده است. در مسائل به ارائه نتایج محاسباتی حاصل از مسائل منتخب با ابعاد بزرگتر می‌پردازیم. از آنجا که لینگو قادر به حل مدل با ابعاد بزرگتر نیست، ما از الگوریتم پیشنهادی جهت حل مدل استفاده کردیم. هدف از انجام این آزمون، تعیین نحوه عملکرد الگوریتم‌های پیشنهادی در شرایط مختلف می‌باشد.

9-نتیجه‌گیری

مدل‌ها با فرضیات اساسی نظیر عدم‌قطعیت در تقاضا برای محصولات مختلف، عدم قطعیت در تامین، زمان تدارک و نیز پارامترهای هزینه‌ای و قوانین و مقررات زیست محیطی حاکم بر زنجیره‌های تأمین چند ملیتی مدل شده بودند. برای ارزیابی کارایی و کاربردپذیری مدل‌ها، مثال‌های عددی متنوع و مطالعه موردی ارائه شد و همچنین تحلیل حساسیت‌های مختلفی برای اعتبارسنجی مدل‌ها صورت گرفت. نتایج محاسباتی بدست آمده از یک مجموعه داده‌های واقعی نشان داد که مدل اول می‌تواند مفاهیمی نظیر رضایتمندی مشتریان را بصورت یکپارچه و همزمان با تصمیمات تاکتیکی تولید در نظر بگیرد. مدل دوم و سوم نیز با معرفی مفهوم بهره‌وری نیروی کار، ضمن یکپارچه نمودن تصمیمات مربوط به مدیریت منابع انسانی، برنامه کلی تولید صورت گرفته را در مواجهه با عدم قطعیت‌های موجود در تقاضا منعطف تر ساخت. مدل چهارم نشان داد چگونه مقررات و قوانین بین المللی نظیر مقررات زیست محیطی، انتشار گازهای گلخانه ای و پسماندهای صنعتی، می‌تواند ساختارهای برنامه کلی را تحت الشعاع قرار دهد و نیز در نظر گرفتن توابع غیر خطی واقعی برای تخفیف و کمبود، مدل‌هایی واقع بینانه تر ایجاد می‌کند و تصویر شفاف تری نسبت به آنچه در آینده بر اثر تحقق سناریوهای مختلف رخ خواهد داد، ارائه می‌دهد.

در طول دهه‌های اخیر، وقوع اختلالات غیرمترقبه و مساله مقابله با آنها، به یک چالش بزرگ برای مدیران سازمانها تبدیل شده است. بر این اساس، توجه به این مساله در طراحی شبکه‌های زنجیره تامین می‌تواند منجر به نتایج مثبت بلند مدت و اتخاذ تصمیماتی با کیفیت بالاتر، برای سازمان گردد. به‌منظور مواجهه با مشکل مذکور، یک مدل بهینه‌سازی جدید در این مقاله معرفی گردیده است. برخلاف تحقیقات گذشته، مدل پیشنهادی، طراحی شبکه‌های مستقیم و معکوس را به‌طور همزمان بهینه‌سازی می‌نماید. این مدل، به‌صورت کارا، شبکه ای با پاسخگویی بالا و اثربخش از نظر هزینه را، تحت اختلالات جزئی و غیر جزئی ایجاد می‌کند، به‌واسطه عدم قطعیت ذاتی پارامترهای ورودی در چنین مساله ای از یک مدل برنامه‌ریزی امکانی کارا برای مقابله با عدم قطعیت‌ها بهره گرفته شده است. همچنین، یک مطالعه موردی مرتبط با صنعت خودروسازی به کار گرفته شده است تا اثربخشی مدل ارائه شده و کیفیت بالای مدل برنامه‌ریزی پیشنهاد شده، نمایش داده شود. در اکثر تحقیقات انجام شده در حوزه طراحی شبکه‌های پایا، هدف کمینه‌کردن مجموع هزینه کلی زنجیره تامین و هزینه‌های اضافی ناشی از اختلالات بوده است. در صورتی که توجه به اهداف دیگر مانند پاسخگویی و مسئولیت اجتماعی در کنار تابع هزینه می‌تواند منجر به خروجی‌های ارزشمند و کاربردی گردد. بنابراین، توسعه مدل‌هایی با قابلیت‌های مذکور، می‌تواند به‌عنوان یک خط مشی جذاب برای تحقیقات آینده در نظر گرفته شود.

برای تحویل بموقع تقاضا به مشتریان و کاهش هزینه‌ها، انبار عبوری نقش کلیدی را ایفا می‌کند. تحویل بموقع تقاضا از موضوعات بسیار مهم در در طراحی زنجیره تأمین ناب می‌باشد. در حالت کلی زنجیره تامین به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حوزه بهینه‌سازی به حساب می‌آید. در این پایان نامه مدل مکانیابی – مسیریابی انبار عبوری با در نظر گرفتن چندین انبار عبوری و حالت چند کالائی و قابلیت تحویل در چند بار توسعه داده شد که هدف از طراحی مدل، حداقل‌سازی هزینه احداث انبارهای عبوری و هزینه‌های حمل و نقل می‌باشد. از عمده‌ترین مفروضات مساله می‌توان به چندمحصولی، در نظر گرفتن چندین انبارعبوری، تحویل و برداشت محموله‌ها در چند بار و وسایل نقلیه متفاوت اشاره کرد. از طرفی چون این مساله از پیچیدگی محاسباتی زمان زیادی برخوردار است، در گروه مسائل سخت NP-Hard دسته‌بندی می‌گردد. به همین جهت از الگوریتم فرابتکاری ژنتیک جهت حل مدل توسعه داده شده استفاده گردید. در تحقیق حاضر، همبستگی بین تقاضای غیر قطعی و قیمت فروش نادیده گرفته شده است. یکی ازمسائل مهم در پیش بینی تقاضا، لحاظ نمودن اثرات متقابل قیمت و تقاضا است. با توجه به‌غیر قطعی فرض نمودن تقاضا، می‌توان پارامترهای توزیع فرض شدهٔ تقاضا را بصورت تابعی از قیمت فروش به‌علاوه مقداری اغتشاش مدل نمود. نوع تابعی که پارامتر توزیع تقاضا را بر حسب قیمت بیان می‌کند، می‌تواند خطی و یا غیر خطی باشد. یکپارچه نمودن

تصمیمات استراتژیک با تصمیمات تاکتیکی/عملیاتی، به‌عنوان مثال در بحث مدیریت پسماندهای صنعتی و انتشار گازهای گلخانه ای، مدل‌های پیشنهادی ارائه شده تنها می‌تواند تا یک سطحی منجر به صرفه‌جویی شود. میزان صرفه جویی بیشتر می‌تواند با تصمیمات استراتژیک و کلان نظیر احداث سیستم‌های تصفیه و یا ارتقاء تکنولوژیکی فرآیندهای ساخت و تولید همراه گردد. از طرفی تصمیمات استراتژیک دیگر نظیر احداث کارخانه‌های تولیدی، عرضه کننده و تأمین‌کننده جدید بسیار جالب توجه خواهد بود. همچنین می‌توان از سایر روش‌های فراابتکاری هدفه مانند MOPSO, TABU search, scatter search و غیره نیز جهت اجرای مدل استفاده کرد.

منابع و ماخذ

[1] برادران، وحید. صفری، زهرا. (1398)، **ارائه یک مدل مکان یابی دو هدفه برای طراحی شبکه زنجیره تامین حلقه و بسته تحت شرایط عدم قطعیت**، فصلنامه علمی مطالعات مدیریت صنعتی، سال هفدهم، شماره 54 ص 263-223

[2] رضانیان، آرین. محمد موسی زاده، محمد. (1402) **طراحی شبکه تاب آور زنجیره تامین حلقه بسته مواد غذایی در شرایط عـــــدم قطعیت تقـویت خاصیت ارتجاعی زنجیره**، « نشریه علمـــی مدیریت زنجیره تامین » سال بیست و پنجم، شماره 79 ، تابستان 1402 ؛ ص 6-49

[3] محمدی، مهسا. حامد سلیمانی، حامد. (1399)**بـــــررسی زنجیـــــره تأمین حلقه باز و حلقه بسته تحت شرایط عدم قطعیت**،نشریه علمی چشم انداز مدیریت صنعتی، سال دهم، شماره 38 ، ص 53

[4]. Amin, S.H., Zhang, G., Akhtar, P. (2017). **Effects of Uncertainty on a Tire Closed-Loop Supply Chain Network**. Expert Systems with Applications 73, 82–91. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.12.024

[5]. Apriliyanti, I.D., Alon, I. (2017). **Bibliometric Analysis of Absorptive Capacity**. International Business Review 26, 896–907. https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2017.02.007

[6]. Asim, Z., Jalil, S.A., Javaid, S. (2019). **An Uncertain Model for Integrated Production-Transportation Closed-Loop Supply Chain Network with Cost Reliability**. Sustainable Production and Consumption 17, 298–310

[7]. Babaveisi, V., Paydar, M.M., Safaei, A.S. (2018). **Optimizing a Multi-Product Closed-Loop Supply Chain Using NSGA-II, MOSA, and MOPSO Meta-Heuristic Algorithms**. Journal of Industrial Engineering International 14, 305–326.

[8]. Badri, H., Fatemi Ghomi, S.M.T., Hejazi, T.-H. (2017). **A Two-Stage Stochastic Programming Approach for Value-Based Closed-Loop Supply Chain Network Design**. Transportation Research Part E: Logistics 34 and Transportation Review 105, 1–17. https://doi.org/10.1016/j.tre.2017.06.012

[9]. Braz, A.C., De Mello, A.M., de Vasconcelos Gomes, L.A., de Souza Nascimento, P.T. (2018). **The Bullwhip effect in Closed-Loop Supply Chains: A Systematic Literature Review**. Journal of Cleaner Production 202, 376–389.

[10]. Buyer-specific versus uniform pricing in a closed-loop supply chain with third-party remanufacturing. European Journal of Operational Research 273, 548–560.

[11]. Chen, K., Zhang, Y., Fu, X. (2019). **International Research Collaboration: An Emerging Domain of Innovation Studies?.** Research Policy 48, 149–168.

https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.005

[12]. Coenen, J., van der Heijden, R.E.C.M., van Riel, A.C.R. (2018). **Understanding Approaches to Complexity and Uncertainty in Closed-Loop Supply Chain Management: Past Findings and Future Directions**. Journal of Cleaner Production 201, 1–13. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.216

[13]. Cui, Y.Y., Guan, Z., Saif, U., Zhang, L., Zhang, F., Mirza, J. (2017). **Close Loop Supply Chain Network Problem with Uncertainty in Demand and Returned Products: Genetic Artificial Bee Colony Algorithm Approach**. Journal of cleaner production 162, 717–742.

[14]. Dai, Z., Li, Z. (2017)**. Design of a Dynamic Closed-Loop Supply Chain Network Using Fuzzy Bi-Objective Linear Programming Approach**. Journal of Industrial and Production Engineering 34, 330–343. https://doi.org/10.1080/21681015.2017.1305994

[15]. Fathollahi Fard, A.M., Hajaghaei-Keshteli, M. (2018). **A Tri-Level Location-Allocation Model for Forward/Reverse supply chain**. Applied Soft Computing 62, 328–346. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.11.004

[16]. footprints in remanufacture under multiple uncertainties. Journal of Cleaner Production 211, 1127–1140.

[17]. Ghahremani-Nahr, J., Kian, R., Sabet, E. (2019). **A Robust Fuzzy Mathematical Programming Model for 36 the Closed-Loop Supply Chain Network Design and a Whale Optimization Solution Algorithm**. Expert Systems with Applications 116, 454–471. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.09.027

[18]. Gholipoor, A., Paydar, M.M., Safaei, A.S. (2019). **A Faucet Closed-Loop Supply Chain Network Design Considering Used Faucet Exchange Plan**. Journal of Cleaner Production 235, 503–518. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.346

[19]. Ghomi-Avili, M., Jalali Naeini, S.G., Tavakkoli-Moghaddam, R., Jabbarzadeh, A. (2018). **A Fuzzy Pricing Model for a Green Competitive Closed-Loop Supply Chain Network Design in the Presence of Disruptions**. Journal of Cleaner Production 188, 425–442. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.273

[20]. Govindan, K., Mina, H., Esmaeili, A., Gholami-Zanjani, S.M. (2020). **An Integrated Hybrid Approach for Circular supplier selection and Closed loop Supply Chain Network Design under Uncertainty**. Journal of Cleaner Production 242, 118317. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118317

[21]. Halevi, G., Moed, H., Bar-Ilan, J. (2017). **Suitability of Google Scholar as a Source of Scientific Information and as a Source of Data for Scientific Evaluation—Review of the Literature**. Journal of Informetrics 11, 823–834.

[22]. Jeihoonian, M., Kazemi Zanjani, M., Gendreau, M. (2017). **Closed-Loop Supply Chain Network Design under Uncertain Quality Status: Case of Durable Products**. International Journal of Production Economics, Closed Loop Supply Chain (CLSC): Economics, Modelling, Management and Control 183, 470–486. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.07.023

[23]. Jindal, A., Sangwan, K.S. (2017). **Multi-Objective Fuzzy Mathematical Modelling of Closed-Loop Supply Chain Considering Economical and Environmental Factors**. Ann Oper Res 257, 95–120. https://doi.org/10.1007/s10479-016-2219-z

[24]. Kim, J., Chung, B.D., Kang, Y., Jeong, B. (2018). **Robust Optimization Model for Closed-Loop Supply Chain Planning under Reverse Logistics Flow and Demand Uncertainty**. Journal of Cleaner Production S0959652618318079-.

[25]. Liao, H., Deng, Q. (2018). **A Carbon-Constrained EOQ Model with Uncertain Demand for Remanufactured Products**. Journal of cleaner production 199, 334–347.

[26]. Liao, H., Deng, Q., Shen, N. (2019). **Optimal remanufacture-up-to strategy with uncertainties in acquisition quality, quantity, and market demand**. Journal of Cleaner Production 206, 987–1003.

Program Considering Rebound, Consumer Behavior, and Government Policies. Applied Energy 233–234, 44–61. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.10.032

[38]. Safarzadeh, S., Shadrokh, S., Salehian, A. (2018). **A Heuristic Scheduling Method for the Pipe-Spool Fabrication Process**. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing 9. https://doi.org/10.1007/s12652-018-0737-z

[39]. Safarzadeh, S., Rasti-Barzoki, M., 2018. **A modified lexicographic semi-order model using the best-worst method**. Journal of Decision Systems 27, 78–91. https://doi.org/10.1080/12460125.2018.1498046

[40]. Sahebjamnia, N., Fard, A.M.F., Hajiaghaei-Keshteli, M. (2018). **Sustainable Tire Closed-Loop Supply 41 Chain Network Design: Hybrid Metaheuristic Algorithms for Large-Scale Networks**. Journal of Cleaner Production 196, S0959652618315981-.

[41]. Wu, G.-H., Chang, C.-K., Hsu, L.-M. (2018). **Comparisons of Interactive Fuzzy Programming Approaches for Closed-Loop Supply Chain Network Design under Uncertainty**. Computers & Industrial Engineering 125, 500–513. https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.09.022

[42]. Wu, K.J., Tseng, M.L., Chiu, A.S.F., Ming, K.L. (2016). **Achieving Competitive Advantage through Supply Chain Agility under Uncertainty: A Novel Multi-Criteria Decision-Making Structure**. International Journal of Production Economics 190. Wu, X., Zhou, Y., 2019. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.08.028

[43]. Yildizbaşi, A., Çalik, A., Paksoy, T., Farahani, R.Z., Weber, G.W. (2018). **Multi-Level Optimization of an Automotive Closed-Loop Supply Chain Network with Interactive Fuzzy Programming Approaches**. Technological and Economic Development of Economy 24, 1004–1028.

[44]. Zhen, L., Huang, L., Wang, W. (2019). **Green and Sustainable Closed-Loop Supply Chain Network Design under Uncertainty**. Journal of Cleaner Production 227, 1195–1209. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.098

لطفا جدول 12 قابل رویت نیست تصحیح شود

[27]. Liao, H., Deng, Q., Wang, Y., Guo, S., Ren, Q. (2018). **An Environmental Benefits and Costs Assessment Model for Remanufacturing Process under Quality Uncertainty**. Journal of Cleaner Production 178, 45– 58.

[28]. Liao, H., Shi, Y., Liu, X., Shen, N., Deng, Q. (2019). **A Non-Probabilistic Model of Carbon**.

[29]. Li, X., Ma, E., Qu, H. (2017)**. Knowledge Mapping of Hospitality Research − A Visual Analysis Using Cite Space**. International Journal of Hospitality Management 60, 77 – 93. https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2016.10.006

[30]. Ma, H., Li, X. (2018). **Closed-Loop Supply Chain Network Design for Hazardous Products with Uncertain Demands and Returns**. Applied Soft Computing 68, 889–899. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.10.027

[31]. Min, H., Yi, P., Guo, L., Shi, T. (2016). **A Modal Interval Based Genetic Algorithm for Closed-loop Supply Chain Network Design under Uncertainty**. Ifac Papersonline 49, 616–621.

[32]. Min, H., Yi, P., Shi, T., Guo, L. (2018). **A Modal Interval Based Method for Dynamic Decision Model Considering Uncertain Quality of Used Products in Remanufacturing**. Journal of Intelligent Manufacturing 29, 925–935.

[33]. Mohammed, F., Selim, S.Z., Hassan, A., Syed, M.N. (2017). **Multi-Period Planning of Closed-Loop Supply Chain with Carbon Policies under Uncertainty**. Transportation Research Part D: Transport and Environment 51, 146–172. https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.10.033

[34]. Radhi, M., Zhang, G. (2016). **Optimal Configuration of Remanufacturing Supply Network with Return Quality Decision**. International Journal of Production Research 54, 1487–1502. https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1086034

[35]. Rad, R.S., Nahavandi, N. (2018). **A Novel Multi-Objective Optimization Model for Integrated Problem of Green Closed Loop Supply Chain Network Design and Quantity Discount**. Journal of Cleaner Production S0959652618316834-.

[36]. Safarzadeh, S., Rasti-Barzoki, M. (2019). **A Game Theoretic Approach for Pricing Policies in a Duopolistic Supply Chain Considering Energy Productivity**, **Industrial Rebound Effect, and Government Policies**. Energy 167, 92–105. https://doi.org/10.1016/j.energy.2018. 10.190

[37]. Safarzadeh, S., Rasti-Barzoki, M. (2019). **A Game Theoretic Approach for Assessing Residential Energy-Efficiency**