مروری بر مدل‌های موجودی با رویکرد پایداری در زنجیره تأمین

محدثه السادات زادجعفر[1]، محمدرضا غلامیان[2*]

دانشگاه علم و صنعت ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۲/۱۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۴/۰۲

چکیده

امروزه، با افزایش نگرانی‌های جهانی، تولیدکنندگان درصدد کاهش و کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای در فعالیت‌های سیستم‌های تولیدی خود هستند، به‌طوری‌که عملیات زنجیره تأمین با ملاحظات پایداری به یک مسئله کلیدی در سال‌های اخیر تبدیل شده است. مطالعات پیشین عمدتاً به طراحی و پیکره‌بندی زنجیره تأمین سبز با هدف کاهش ضایعات و انتشار کربن پرداخته‌است. اما از آنجایی که امروزه نقش مهم موجودی در زنجیره تأمین به اثبات رسیده‌است؛ در واقع موجودی پایدار چشم‌اندازی جامع از مدیریت موجودی است که فراتر از تمرکز بر تحویل کالا، نگهداری و دیدگاه‌های سنتی هزینه گام برمی‌دارد. در سال‌های اخیر، محققان به بررسی اثرات کنترل موجودی در کاهش صدمات زیست محیطی سازمان‌ها می‌پردازند و تلاش می‌کنند با تکمیل مدل‌های موجودی اثرات زیست محیطی و اجتماعی را هم درنظر بگیرند. در این پژوهش سعی شده تا مدل‌های موجودی پایدار به‌طور جامع بررسی شوند. بر این اساس، مطالعات پیشین بر حسب ترکیبات مختلف ابعاد پایداری دسته‌بندی شدند و هر دسته‌بندی به‌طور جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفته است. در پایان نیز با تشریح خلاءهای تحقیقاتی، پیشنهاداتی برای مطالعات آتی ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: مدیریت موجودی، موجودی پایدار، EOQ.

۱ – مقدمه

مدل‌های موجودی‌های سنتی شامل تصمیم‌گیری‌های مختلف است که تلاش می‌کنند تا با به حداقل رساندن هزینه‌های کل زنجیره تأمین سالانه، اندازه انباشته را بهینه‌سازی کنند [۱]. با افزایش نگرانی در مورد مسائل زیست‌محیطی، مانند افزایش گازهای گلخانه‌ای نظیر متان، دی‌اکسید کربن، بخار آب و اکسید نیتروژن در جو زمین باعث افزایش دمای کره زمین و ایجاد تغییرات ناخوشایند در محیط زیست می‌شود [۲]. همچنین نگرانی‌های اجتماعی مانندبه‌کارگیری کودکان در صنایع، عدم انطباق مهارت‌های شغلی و تعلیمی با نیازهای جامعه، اعتراضات مردمی به آلودگی‌های زیست‌محیطی،فرسودگی‌بدنی‌و مشکلات جسمی و به‌خطر افتادن سلامتی کارگران در محیط کار به‌دلیل عدم رعایت ارگونومی، باعث شده تا صنایع اهداف گسترده‌تری را غیر از عملکرد اقتصادی سودمند، پیگیری کنند. بنابراین، حفظ محیط‌زیست و راهبرد مربوط به آن خیلی زود در الویت برنامه‌ها، به‌عنوان یک نوآوری مهم سازمانی قرارگرفته است. سازمان از یک سو باید به سوددهی و مزیت رقابتی و از سوی دیگر به ازبین بردن یا به حداقل رساندن ضایعات (انرژی، تولید گازهای گلخانه‌ای، مواد زائد جامد، مواد شیمیایی و خطرناک) توجه کند. اینجا است که ایده زنجیره تأمین پایدار در جهان مطرح شد و خیلی زود نظر همگان را به خود جلب کرد. درحالی‌که تفاسیر مختلفی از پایداری وجود دارد، یک مفهوم اساسی میان تمام تفاسیر به چشم می‌خورد و آن‌هم رویکرد سه‌گانه پایداری یعنی اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی است.

از آنجایی که امروزه نقش مهم موجودی در زنجیره تأمین اثبات رسیده است، نیاز به در نظر گرفتن اهداف اقتصادی و زیست محیطی در مدل‌های تصمیم‌گیری مدیریت موجودی، احساس شد. بنابراین در مطالعات اخیر، محققان به بررسی اثرات کنترل موجودی در کاهش صدمات زیست‌محیطی سازمان‌ها می‌پردازند و تلاش می‌کنند با تکمیل

۱- کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، پست الکترونیک: zadjafar@gmail.com

۲*- استادیار، گروه مهندسی سیستم، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، نویسنده پاسخگو، پست الکترونیک: Gholamian@iust.ac.ir، نشانی: تهران، نارمک، دانشگاه علم و صنعت، دانشکده مهندسی صنایع

مدل‌های موجودی آثار زیست محیطی و اجتماعی را هم در نظر بگیرند.

۲ - مروری بر ادبیات تحقیق

تلاش برای گنجاندن مسائل پایداری به مدیریت زنجیره تأمین به شکل‌های مختلف انجام شده‌است که مهم‌ترین آنها زنجیره تأمین سبز و زنجیره تأمین پایدار است که به دنبال درنظرگرفتن مسائل زیست محیطی در مدیریت زنجیره تأمین است. در مطالعات پیشین عمدتاً به طراحی و پیکره‌بندی زنجیره تأمین سبز با هدف کاهش ضایعات و انتشار کربن پرداخته شده است؛ این در حالی است که مسائل پایداری و زیست‌محیطی در مدل‌های کنترل موجودی نیز تأثیرگذار بوده و در قالب کاهش دی اکسید کربن و با توجه به میزان موجودی و زمان سفارش‌دهی مورد بررسی قرار گرفته است. جنبه‌های پایداری نیز با توجه به دو سؤال اساسی مدیریت موجودی یعنی "چه هنگام و چه مقدار سفارش داده شود"، در نظر گرفته می‌شود. در واقع موجودی پایدار چشم‌اندازی جامع از مدیریت موجودی است که فراتر از تمرکز بر تحویل کالا، نگهدای و دیدگاه‌های سنتی هزینه گام برمی‌دارد. این فلسفه نوظهور براساس اصولی است که مسئولیت اجتماعی و مسائل زیست محیطی را نیز در عمل در نظر گرفته و برخلاف تصورات، در آن سودآوری بلند مدت سازمان‌ها از اهمیت برخوردار است. در واقع مدیریت موجودی پایدار به تولیدکنندگان کمک می‌کند تا از منابع به‌طور مؤثرتری استفاده کرده و ضمن جلوگیری از ضایعات، هزینه های انرژی را نیز کاهش دهند.

اساساً از آنجایی که امروزه نقش مهم موجودی در زنجیره تأمین به اثبات رسیده است، محققان به بررسی اثرات کنترل موجودی در کاهش صدمات زیست‌محیطی سازمان‌ها می‌پردازند و تلاش می‌کنند با تکمیل مدل‌های موجودی اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی را هم در نظر بگیرند. البته در سال‌های اخیر پرداختن مقالات به بعد زیست محیطی بسیار پررنگ‌تر از بعد اجتماعی بوده است.

مقالات موجود در حوزه موجودی پایدار را می‌توان به سه دسته زیر طبقه‌بندی کرد:

دسته اول مقالاتی که هزینه‌های بعد اقتصادی را همراه با بعد زیست محیطی در مدل موجودی بررسی کرده‌اند.

دسته دوم مقالاتی که هزینه های بعد اقتصادی و بعد اجتماعی را در مدل موجودی بررسی کرده‌اند.

دسته سوم مقالاتی که به صورت ترکیبی از هر سه بعد را در مدل موجودی بررسی کرده‌اند. در ادامه به مرور و بررسی هر یک از این ابعاد مورد اشاره، پرداخته می شود.

۲-۱- ابعاد اقتصادی و زیست محیطی

در این راستا می‌توان به برخی مقالاتی که به ابعاد اقتصادی و زیست‌محیطی در زنجیره تأمین سبز یا مدیریت موجودی سبز پرداخته‌اند به‌صورت زیر اشاره کرد:

بیمن(۱۹۹۹)[1] [۳] وهندفیلد[2]و همکاران (۲۰۰۵) [۴] موضوع مدیریت زیست محیطی را در زنجیره تأمین ارائه کرده و چارچوبی برای زنجیره تأمین سبز بیان کردند. آنان ضمن تحلیل آثار سیاست‌های زیست‌محیطی بر زنجیره تأمین، نشان دادند که سیاست‌های زیست محیطی به‌منظور ارائه چارچوبی برای زنجیره تأمین سبزتر باید در تصمیم‌گیری در نظر گرفته شود.

دین‌محمدی‌واحمدی(۲۰۱۱) [۵] در مقاله خود اهمیت طراحی زنجیره‌تأمین سبز، را برای سازمان‌ها و شرکت‌ها مورد بررسی قرار دادند و به معرفی برخی عوامل تأثیرگذار مانند تولید محصول سبز، برای ترغیب شرکت‌ها در پذیرش و درنتیجه استقرار زنجیره تأمین سبز پرداختند. لی[3] و همکاران (۲۰۱۰) [۶] مدلی برای طراحی شبکه لجستیک ارائه کردند که در آن برای آثار زیست محیطی هزینه محاسبه شده است.

وهاب[4] و همکاران (۲۰۱۱) [۷] یک مدل برای زنجیره تأمین دو سطحی در نظر گرفتند که در آن سیاست بهینه تولید - حمل و نقل برای اقلام معیوب و دارای آثار زیست محیطی را با در نظر گرفتن هزینه های ثابت و متغیر انتشار کربن، تعیین می‌کند.

کیم[5] و همکاران (۲۰۰۹) [۸] ارتباط بین حمل ونقل خارجی و انتشار دی‌اکسیدکربن در شبکه‌هایی با مدهای متفاوت حمل نقل را به عنوان یک مسئله چند هدفه مورد بررسی قراردادند.

باتینی[6] و همکاران (۲۰۱۴) [۹] یک "مدل سفارش‌دهی اقتصادی پایدار" را ارائه کردند که آثار زیست محیطی حمل‌ونقل و موجودی را از نظر اقتصادی بررسی می‌کند و

1- Beamon
2- Handfield
3- Lee
4- Wahab
5- Kim
6- Battini

به‌طور خاص، هزینه‌های حمل‌ونقل داخلی و خارجی، مکان فروشنده و تأمین‌کننده و نرخ استفاده از وسایل نقلیه مختلف حمل بار را در نظر می‌گیرد.

صفار و همکاران (۲۰۱۴) [۱۰] یک شبکهٔ زنجیرهٔ تأمین چندلایه‌ای، چندمحصولی و چنددوره‌ای طراحی کردند که در آن نرخ بازگشت محصولات و انتشار دی اکسید کربن به دلیل حمل‌ونقل را درنظرگرفتند. به دلیل NP-Hard بودن مدل، از روش NSGA II برای حل مسئله استفاده کردند.

باچری[1] وهمکاران(۲۰۱۶) [۱۱] بااستفاده از بهینه‌سازی چند هدفه نشان دادند که چگونه ممکن است توازن بین هزینه و انتشار کربن در زمینه عملیات پایدار به‌دست آید. آنها یک مدل که در آن انتخاب حالت حمل‌ونقل و تصمیم‌گیری در مقدار سفارش به‌طور مشترک در نظر گرفته می‌شود را فرموله و ارائه کردند. آنها نشان دادند که برای دستیابی به حالت حمل و نقل سبزتر درحالی‌که همچنان بهینه‌سازی کل تابع هزینه‌های لجستیک در نظر گرفته شود، ممکن است به یک راه‌حل غالب منجر شود. آنها آثار افزایش ظرفیت کامیون را در میزان انتشار کربن تجزیه و تحلیل کردند و نتایج به دست آمده را از طریق یک مثال از یک خرده‌فروشی در فرانسه نشان دادند.

گورتو[2] و همکاران (۲۰۱۵) [۱۲] به تجزیه و تحلیل تأثیر تغییرات قیمت سوخت و اعمال مالیات بر کربن در تولید گازهای گلخانه‌ای حاصل از حمل‌ونقل بار در اندازه‌های انباشته و هزینه‌های زنجیره تأمین پرداختند.

اچسو[3] و همکاران (۲۰۱۳) [۱۳] مدل مقدار سفارش اقتصادی را با درنظرگرفتن وجود کالاهای کم کیفیت، خطا در بازرسی، کمبود در سفارش پس افت و برگشت از فروش توسعه دادند. آنها یک راه‌حل فرم بسته[4] برای اندازه بهینه سفارش و سطح بهینه کمبود و نقطه بهینه سفارش یا سفارش مجدد به‌دست‌آوردند.

طالعی‌زاده[5] و همکاران (۲۰۱۸) [۱۴] مدل مقدار تولید اقتصادی را با در نظرگرفتن کمبود در سفارش پس افت و انتشار کربن توسعه دادند. آنها چهار مسئله حداکثرسازی سود را برای چهار موقعیت مختلف، برای یافتن مقادیر بهینه متغیرهای مدل موجودی، حل کردند. آنها همچنین الگوریتمی برای تعیین مقادیر بهینه متغیرهای تصمیم در مدل‌های مقدار تولید اقتصادی پایدار پیشنهاد کردند. در نهایت، مدل‌های ارائه شده را با نمونه‌های مختلف حل کرده و نتیجه‌گیری کردند که با درنظرگرفتن هزینه پس افت و انتشار کربن در مدل مقدار تولید اقتصادی پایدار، منجر به نزدیک شدن مدل به دنیای واقعی شده و می توان از آن در حل مسائل واقعی استفاده کرد.

در این بین، انتشار کربن از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده است. پن[6] و همکاران(۲۰۱۳) [۱۵] آثار زیست محیطی تجمیع زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار دادند. آنها دریافتند ادغام شبکه عرضه، رویکرد کارآمدی در کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن است.

چن[7] و همکاران (۲۰۱۳) [۱۵] به تحلیل تنظیمات عملیاتی پرداختند که می‌تواند بدون افزایش قابل توجه هزینه، به‌طور قابل توجهی تولید گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهد. آنها با استفاده از مدل سفارش‌دهی اقتصادی، راه‌حلی برای کاهش انتشار کربن با تغییر در مقدار سفارش ارائه کردند.

ملیدیس[8] و همکاران (۲۰۱۲)[۱۷] در مقاله خود علاوه‌بر کربن، ذرات معلق (موجود در هوا) مانند دوده و گردوغبار را نیز به‌عنوان آلاینده‌های محیط‌زیست مورد بررسی قرار داده و هزینه‌های انتشار آلاینده‌ها را برای دوبخش کربن و ذرات معلق و برای سه شیوه حمل‌ونقل جاده‌ای، ریلی و دریایی محاسبه‌نموده و یک مطالعه موردی برای توسعه زنجیره تأمین پایدار در ناحیه جنوب شرقی اروپا ارائه‌دادند.

بزرگی[9] و همکاران (۲۰۱۴) [۱۸] یک مدل موجودی ارائه کردند که در آن هر دو توابع هزینه و انتشار کربن در نظر گرفته شده است و برای محیط‌هایی مناسب است که در آن اقلام باید در یک درجه حرارت خاص و دمای کنترل شده، ذخیره شوند.

در مجموعه‌ای از تحقیقات، نگرش جامعتری در این زمینه صورت گرفته است. هوآ و همکاران (۲۰۱۱) [۲] به بررسی چگونگی مدیریت کربن توسط شرکت‌ها، در مدیریت موجودی انتشار کربن، تحت مکانیزم تجارت انتشار کربن[10] (یک رویکرد مبتنی بر دادوستد برای جلوگیری از مقدار انتشار کربن است) پرداختند. آنها مقدار سفارش بهینه را به‌دست‌آورده و اثرات تجارت کربن[11]، قیمت کربن و

1- Bouchery
2- Gurtu
3- Hsu
4- Closed Form Solution
5- Taleizadeh

6- Pan
7- Chen
8- Mallidis
9- Bozorgi
10- Carbon Emission Trading
11- Trade Carbon

استاندارد حد مجاز کربن[1] را در سفارش‌دهی، انتشار کربن و کل هزینه‌ها بررسی کردند.

ذاکری (۲۰۱۲) [۱۹] در پایان‌نامه خود به بحث و بررسی قیمت خرید و فروش کربن در طرح تجارت نشر پرداخت. بدین‌منظور یک مدل دوسطحی ارائه کرده و با کمک داده‌های به‌دست آمده از یک مطالعه موردی، مدل را پیاده‌سازی و حل کرد.

ذاکری[2] و همکاران (۲۰۱۵) [۲۰] یک مدل برنامه‌ریزی زنجیره تأمین تحلیلی ارائه کردند که می‌تواند به بررسی عملکرد زنجیره تأمین در سطح برنامه‌ریزی تاکتیکی / عملیاتی تحت سیاست‌های قیمت‌گذاری کربن و تجارت انتشار کربن بپردازد. آنان این مدل را با استفاده از داده‌های واقعی از یک شرکت فعال در استرالیا، جایی‌که این سیاست‌های نظارتی محیط زیست اعمال می شود را اجرا و تجزیه و تحلیل کردند. قیمت‌گذاری کربن و طرح‌های تجارت می‌توانند در کاهش هزینه‌ها یا انتشار گازهای گلخانه‌ای مؤثر باشند. آنها نتیجه‌گیری کردند که مکانیسم تجارت کربن به عملکرد بهتر زنجیره تأمین در تولید گازهای گلخانه‌ای، هزینه و سطح خدمات کمک می‌کند.

هی[3] و همکاران (۲۰۱۵) [۲۱] براساس مدل مقدار سفارش اقتصادی به بررسی مسائل مربوط به تولید اندازه انباشته یک شرکت تحت حد مجاز / تجارت / مالیات بر کربن پرداختند.

ترکی[4] (۲۰۰۸) [۲۲] یک مدل جدید ارائه کرد که در آن ملاحظات پایداری شامل معیارهای زیست محیطی، در مدل سفارش‌دهی اقتصادی استاندارد، با اضافه کردن تابع هدف و محدودیت‌هایی به روش‌های اصلی، درنظرگرفته شده و به تجزیه و تحلیل پنج روش مختلف: حسابداری مستقیم[5] (ردپای کربن)، مالیات بر کربن، حدمجاز[6] مستقیم، حد مجاز و تجارت[7] و آفست کربن[8] پرداخت.

جابر[9] و همکاران (۲۰۱۷) [۲۳] با درنظرگرفتن انتشار کربن به دلیل تولید و حمل و نقل، مقایسه‌ای بین مدل‌های مقدار سفارش/ تولید اقتصادی[10] و مدل JIT[11] انجام دادند.

در پایان، ونگ[12] و همکاران (۲۰۱۸) [۲۴] مدل‌های مقدار سفارش اقتصادی و JIT را با درنظرگرفتن انتشار کربن در یک زنجیره تأمین دو سطحی با یک تولیدکننده و n خرده‌فروش مورد بررسی قراردادند.

۲-۲- ابعاد اقتصادی و اجتماعی

همچنین مقالات زیر ابعاد اقتصادی و اجتماعی را در موجودی پایدار مورد بررسی قرار می‌دهند: جابر[13] و همکاران (۱۹۹۹) [۲۵] به بررسی اثر یادگیری بر روی مسئله اندازه انباشته و همچنین به بررسی یادگیری و اثرات فراموشی در مدل تولید اقتصادی/ مدل مقدار سفارش اقتصادی[14] پرداختند.

کارتر[15] و همکاران (۲۰۰۲) [۲۶] تأثیر پروژه‌های با مسئولیت اجتماعی را بر عملکرد زنجیره تأمین تجزیه و تحلیل کرده و نتیجه‌گیری کردند که این پروژه‌ها موجب بهبود عملکرد زنجیره تأمین می‌شوند. جابر[16] و همکاران (۲۰۱۰) [۲۷] خستگی انسان و بازیابی عوامل مهم در اجتناب از آسیب‌دیدگی کارگران را در یک سیستم با محدودیت دو منبع[17]، را با برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح[18] مدل‌سازی کردند. جابر و همکاران (۲۰۱۳) [۲۸] "مدل یادگیری- فراموشی- خستگی- بهبود"[19] را ارائه کردند که به مسائل مربوط به قابلیت‌های کارگری و محدودیت در محیط‌های تولید می‌پردازد. آنها نشان‌دادند که یادگیری در یک فرآیند تولید، خستگی را کاهش داده و باعث بهبود عملکرد سیستم می‌شود. در ضمن خستگی کارگر، زمان تولید را افزایش و خروجی تولید را کاهش می‌دهد. بنابراین، زمان بازیابی و استراحت باید به اندازه کافی باشد تا خستگی انباشته شده در زمان کار را کاهش دهد. از طرفی، زمان بازیابی طولانی باعث افزایش زمان تدارک و کاهش عملکرد تولید به دلیل خاصیت فراموشی می‌شود. اندریلو[20] و همکاران (۲۰۱۳) [۲۹] یک مدل اندازه انباشته[21] پیشنهاد کردند که قادر به درنظرگرفتن تأثیر ارگونومیک

1- Carbon CAP
2- Zakeri
3- He
4- Türkay
5- Direct Accounting
6- Direct Cap
7- Cap & Trade
8- Carbon Offset
9- Jaber
10- EOQ /EMQ

11- Just in Time
12- Wang
13- Jaber
14- EPQ / EOQ
15- Carter
16- Jaber
17- Dual-Resource Constrained
18- Mixed-Integer Linear Programming
19- Learning–Forgetting–Fatigue–Recovery Model
20- Andriolo
21- Lot Size

تصمیم‌گیری‌های اندازه انباشته است. آنها مقدار مصرف انرژی متابولیسم بدن برای جابه‌جایی مواد را اندازه‌گیری کرده، سپس به‌منظور ارائه یک راه‌حل بهینه منحصر به فرد، زمان بیکاری مجاز برای استراحت را به تابع هزینه کل اضافه کردند. اندریلو و همکاران (۲۰۱۶) [۳۰] یک روش جدید اندازه انباشته برای مسئله بازپرسازی تک محصولی براساس رویکرد چند هدفه ارائه کردند که به بررسی چارچوبی برای مدل سفارش‌دهی اقتصادی سنتی با درنظرگیری تأثیر اجتماعی (ارگونومی) بر تصمیمات موجودی پرداخته است.

باتینی[1] و همکاران (۲۰۱۶) [۳۱] یک مدل چند هدفه جدید برای حل مسئله موازنه خط مونتاژ[2] توسعه و مورد بحث قرار دادند که شامل جنبه ارگونومی نیز می‌شود. آنها از مفهوم مصرف انرژی براساس ویژگی‌های اصلی کارگاه‌های مونتاژ به‌منظور برآورد سطح ارگونومی استفاده کرده و یک روش جدید، به نام سیستم انرژی حرکت از پیش تعیین شده[3]، را مورد استفاده قراردادند که کمک می‌کند تا به سرعت، مقدار مصرف انرژی انسان برآورد شود. سپس، یک رویکرد چند هدفه، براساس چهار تابع هدف مختلف، به منظور تعریف مرزهای مؤثر راه حل‌های بهینه معرفی کردند.

باتینی و همکاران (۲۰۱۵) [۳۲] یک مدل اندازه انباشته سنتی ارائه کردند که جنبه ارگونومیک را از نظر مصرف انرژی انسان و حق استراحت در نظر می‌گیرد. آنها رفتار مدل را در یک مطالعه عددی مورد بررسی قرار دادند و یک ماتریس تصمیم‌گیری را توسعه دادند. آنها نشان دادند که مدل ارائه شده قادر به بازتاب حجم کار و مصرف انرژی انسان است و نتیجه گرفتند که جنبه‌های ارگونومیک باید در تصمیم‌گیری‌های اندازه انباشته در نظرگرفته‌شود. علاوه‌بر این، آنها فرصت‌های مختلف برای یکپارچه‌سازی پایداری اجتماعی در مدل‌های اندازه انباشته را نیز مورد بحث قرار دادند.

۲-۳- ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی

همچنین می‌توان به برخی مقالاتی که به‌صورت ترکیبی، هر سه بعد پایداری یعنی بعد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی را مورد بررسی قرارداده‌اند به‌شرح زیر اشاره‌کرد:

باچری[4] و همکاران (۲۰۱۰) [۳۳] ابزاری برای ارزیابی عملکرد زنجیره‌های تأمین - توزیع DSCs[5] از نظر پایداری ارائه کردند. برای انجام این ارزیابی، آنها با استفاده از مجموعه‌ای از استانداردها، کمیت شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI)[6] را تعیین کردند. همچنین آنها یک روش برای KPIها در زمینه زنجیره‌های تأمین - توزیع DSCs پایدار پیشنهاد کردند. آنها برای اعتبارسنجی این روش، آزمایشی با یک شرکت زنجیره‌ای خرده‌فروشی برای مقایسه عملکرد شبکه‌های چند توزیع انجام دادند.

ترکی[7] و همکاران (۲۰۱۶) [۳۴] مدلی را با درنظرگرفتن معیارهای اجتماعی و زیست‌محیطی، در مدل برنامه‌ریزی توافقی[8] زنجیره‌تأمین ارائه‌کردند. آنها با استفاده از یک مطالعه موردی در زمینه تولید یخچال و فریزر در ترکیه نشان دادند که چگونه سیستم تولید پایدار برای صنایع الکترونیک ایجاد می‌شود. آنان پیشنهاد دادند که تولیدکنندگان می‌توانند تأثیر عوامل اجتماعی را با تجزیه و تحلیل تمام هزینه‌های مربوط به کارگر در سیستم تولید خود اندازه‌گیری کنند.

ارسلان[9] و همکاران (۲۰۱۳) [۳۵] مدلی را با در نظر گرفتن ملاحظات پایداری، زیست‌محیطی و اجتماعی، علاوه‌بر ملاحظات اقتصادی متعارف، در مدل سفارش‌دهی اقتصادی استاندارد، ارائه کردند. آنها ساعات کار کارگران را براساس سازمان بین‌المللی کار به‌عنوان یک معیار اجتماعی و به‌منظور ارزیابی عملکرد اجتماعی یک سازمان در نظر گرفتند. آنها انسان- ساعت مورد نیاز برای انجام عملیات کنترل موجودی را با استفاده از روش حد مجاز در مدل خود درنظرگرفتند. اندریلو و همکاران (۲۰۱۵) [۳۶] به بررسی رویکرد به اشتراک‌گذاری حمل و نقل به‌عنوان یک همکاری لجستیکی افقی بین طرف‌های مختلف به‌منظور دستیابی به پایداری با خرید در اندازه انباشته و با استفاده از بهینه‌سازی چند هدفه و سازگار با محیط‌زیست، پرداختند.

براساس موارد مروری فوق، در این مقاله، یک طبقه‌بندی جامع و یکپارچه برای ابعاد پایداری با در نظر گرفتن مقالات برجسته در این حوزه، انجام شده است.

1- Battini
2- Assembly Line Balancing Problem
3- Predetermined Motion Energy System

4- Bouchery
5- Distribution Supply Chains
6- Key Performance Indicators
7- Türkay
8- Aggregate Planning Model
9- Arslan

۲-۴- بررسی جزئیات ابعاد سه‌گانه

در این بخش به بررسی جامعی از جزئیات هر یک از تحقیقات ارائه شده در بخش‌های قبلی پرداخته می‌شود.

در جدول (۱) موضوعات در ابعاد سه‌گانه پایداری در مقالات درنظر گرفته شده نشان داده شده است.

جدول (۲) روش‌هایی که در حل مدل ارائه در مقالات مورد استفاده قرار می‌گیرد، نشان داده شده است.

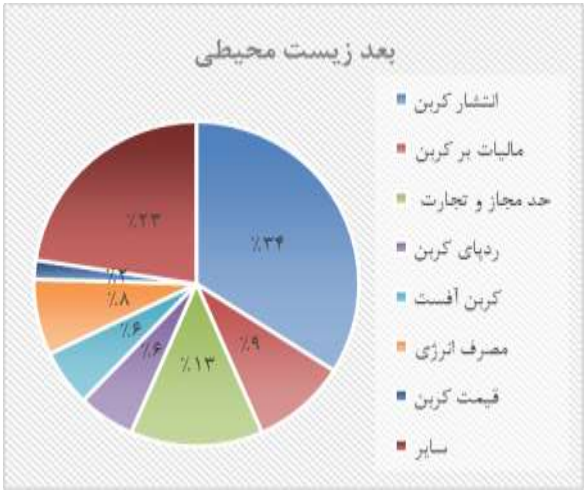
شکل‌های (۱) وضعیت مقالات در موضوعات مختلف جنبه زیست‌محیطی، شکل‌های (۲) وضعیت مقالات در موضوعات مختلف جنبه اقتصادی و شکل‌های (۳) وضعیت مقالات در موضوعات مختلف جنبه اجتماعی را نشان می‌دهند.

در بخش تحلیل نتایج به تحلیل جدول‌ها و نمودارها و در انتها به نتیجه‌گیری و پیشنهادات آتی پرداخته می‌شود.

۳- تحلیل نتایج

همان‌طورکه در جدول (۱) و شکل (۱) ملاحظه می‌شود در بیشتر مقالات، به بعد اقتصادی و زیست‌محیطی پرداخته شده است و در بعد زیست‌محیطی از میان موضوعات مختلف، انتشار کربن بیشترین درصد را به خود اختصاص داده و بعد از آن ردپای کربن، مالیات کربن و حد مجاز بیشترین موضوعاتی بودند که مقالات به آن پرداخته‌اند. مهم‌ترین دلیل این امر این است که در سال ۱۹۹۷ طی پیمانی معروف به کیوتو، ۳۷ کشور صنعتی به همراه کشورهای عضو اتحادیه اروپا، متعهد شدند تا میزان انتشار خود را از شش گاز گلخانه‌ای، SF_6، CH_4، N_2O، HFCs، PFCs و CO_2 در طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ به ۵ درصد زیر سطح مقدار این گازها در سال ۱۹۹۰ برسانند و به کشورهای در حال توسعه کمک‌های مالی برای افزایش ضریب نفوذ استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر انرژی خورشیدی و بادی، اعطا کنند. به منظور کاهش گرمایش جهانی، سازمان ملل متحد[1]، اتحادیه‌اروپا[2] و بسیاری از کشورها قوانینی را تصویب یا مکانیسم‌هایی برای جلوگیری از انتشار مقدار کربن طراحی کرده‌اند.

در سال‌های اخیر، تأثیر تولیدکنندگان بر محیط زیست، اقتصاد و جامعه به‌طور فزاینده برای محققان و دست‌اندرکاران مهم بوده است. امروزه، شرکت‌ها به‌منظور باقی ماندن در کسب و کار باید قوانین دولتی را در مسائل زیست‌محیطی درنظر بگیرند. این بدان معنی است که مسائل آلودگی محیط‌زیست، در فعالیت‌های مدیریت زنجیره تأمین هر سازمان، باید در نظر گرفته‌شوند. در سال‌های اخیر محققان به موضوعات جدیدی از بعد زیست‌محیطی مانند مصرف برق، ذرات معلق در هوا و غیره نیز پرداخته‌اند. ولی در عین حال، پرداختن به‌موضوعاتی‌مانندمصرف‌برق‌در بعد زیست محیطی، به واسطه آن است که محققان به این نتیجه رسیده‌اند که بیشترین تولید گازهای گلخانه‌ای به دلیل مصرف انرژی و برق است.



شکل(۱): وضعیت مقالات در موضوعات مختلف بعد اجتماعی

1- UN
2- EU

جدول (۱): تفکیک معیارهای پایداری در مقالات مروری

معیار اقتصادی											معیار اجتماعی								معیار زیست محیطی														مشخصات مقاله	
هزینه حمل ونقل	هزینه قرداد محصول	هزینه پس افت	هزینه اضافه کاری	هزینه تولید کارگر	هزینه سوخت	هزینه بررسی	هزینه بسته بندی	محصولات معیوب	حمل و نقل داخلی	مسمومیت انسانی	انگیزه	امنیت شغلی کارمندان	ارگونمی	یادگیری و اثرات فراموشی	متابولیسم مصرف انرژی و اجازه استراحت	خستگی و بازیابی کارگران	ساعت کار کارمندان	هزینه فرآیندی هر واحد از محصول بازگشتی	هزینه حمل و نقل در هر واحد از محصول بازگشتی	ذرات معلق	تجارت کربن	قیمت کربن	جذب کربن	انتشار ریلی	انتشار جاده ای	مصرف سوخت	مد حمل و نقل	مصرف انرژی	حمل و نقل خارجی	انتشار کربن	حد مجاز و تجارت	کربن آفست	مالیات بر کربن	ردپای کربن	سال	نویسنده
														*																				1999	Jaber et,al.[25]
																							*						*				2008	Türkay [22]
									*																				*				2009	Kim et,al. [7]
																*																	2010	Jaber et,al.[27]
*										*																		*						2010	Bouchery et,al.[33]
																		*	*															2010	Lee et,al. [3]
																														*	*			2011	Hua et,al.[18]
									*																					*				2011	Wahab et,al.[6]
																						*									*			2012	Zakeri et,al. [19](gsc)
																				*										*			*	2012	Mallidis et,al. [16](gsc)
							*																	*	*					*				2013	Pan et,al. [14] (scm)
	*																*														*	*	*	*	2013	Arsalan et,al.[35]

مشخصات مقاله		معیار زیست محیطی																		معیار اجتماعی								معیار اقتصادی									
نویسنده	سال	ردپای کربن	مالیات بر کربن	کربن آفست	حد مجاز و تجارت	انتشار کربن	حمل و نقل خارجی	مصرف انرژی	مد حمل و نقل	مصرف سوخت	انتشار جاده ای	انتشار ریلی	جذب کربن	قیمت کربن	تجارت کربن	ذرات معلق	هزینه حمل و نقل در هر واحد از محصول بازگشتی	هزینه فرآیندی هر واحد از محصول بازگشتی	ساعت کار کارمندان	خستگی و بازپایی کارگران	متابولیسم مصرف انرژی و اجازه استراحت	یادگیری و اثرات فراموشی	ارگونمی	امنیت شغلی کارمندان	انگیزه	مسمومیت انسانی	حمل و نقل داخلی	محصولات معیوب	هزینه بسته بندی	هزینه بررسی	هزینه سوخت	هزینه تولید کارگر	هزینه اضافه کاری	هزینه پس افت	هزینه قرداد محصول	هزینه حمل ونقل
Jaber et,al.[28]	2013																				*		*													
Andriolo et,al.[29]	2013																					*														
Hsu et,al.[12]	2013																											*								
Chen et,al.[115]	2013				*	*																														
Battini et,al.[8]	2014					*	*																					*								
Bozorgi et,al.[17]	2014	*		*				*		*																										
Safar et,al. [9] (gsc)	2014					*																							*		*					*
Andriolo et,al.[36]	2015					*																	*													*
Zakeri et,al. (gsc)[20]	2015		*			*							*		*																					
Gurtu et,al.[11]	2015		*			*																									*					
He et,al. [21]	2015		*		*																															
Battini et,al.[31]	2015																						*													

مشخصات مقاله		معیار زیست محیطی																			معیار اجتماعی									معیار اقتصادی									
نویسنده	سال	ردپای کربن	مالیات بر کربن	کربن آفست	حد مجاز و تجارت	انتشار کربن	حمل و نقل خارجی	مصرف انرژی	مد حمل و نقل	مصرف سوخت	انتشار جاده ای	انتشار ریلی	جذب کربن	قیمت کربن	تجارت کربن	ذرات معلق	هزینه حمل و نقل در هر واحد از محصول بازگشتی	هزینه فرآیندی هر واحد از محصول بازگشتی	ساعت کار کارمندان	خستگی و بازرسی کارگران	متابولیسم مصرف انرژی و اجازه استراحت	یادگیری و اثرات فراموشی	ارگونومی	امنیت شغلی کارمندان	انگیزه	مسمومیت انسانی	حمل و نقل داخلی	محصولات معیوب	هزینه بسته بندی	هزینه بررسی	هزینه سوخت	هزینه تولید کارگر	هزینه اضافه کاری	هزینه پس افت	هزینه قرداد محصول	هزینه حمل ونقل
Battini et,al.[31]	2016																						*														
Andriolo et,al.[30]	2016				*	*																	*						*	*						
Turkay et,al.[34] (ssc)	2016							*																*	*							*	*	*		
Bouchery et,al.[10] (ssc)	2016					*			*																												
Jaber et.al [23]	2017					*																															*
Wang et.al [24]	2018					*																															
Taleizadeh et.al [13]	2018					*																						*						*		

جدول (۲): تفکیک روشهای حل مدل در مقالات

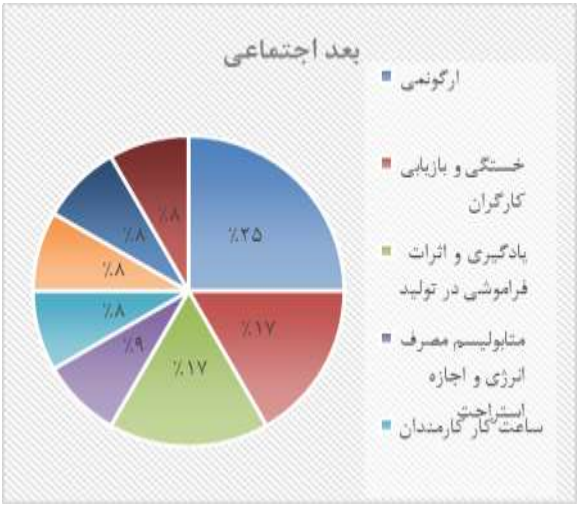
مشخصات مقاله		روش حل									نرم افزارهای مورد استفاده		
نویسنده	سال	برنامه ریزی خطی عدد صحیح	برنامه ریزی عدد صحیح مختلط MINLP	برنامه ریزی غیر خطی عدد صحیح NLP	برنامه ریزی خطی	برنامه نویسی پویا	بهینه سازی چند هدفه	غیر خطی	الگوریتم فراابتکاری NSGA II	سایر	لینگو	اکسل	گمز
Battini et,al. [8]	2014							*					
Bozorgi et,al. [17]	2014							*					
Safar et,al. [9] (gsc)	2014								*				*
Zakeri et,al. [20](gsc)	2015		*										
Andriolo et,al.[33]	2015									*			
He et,al. [21]	2015							*					
Gurtu et,al.[11]	2015							*					
Battini et,al.[32]	2015						*	*					
Andriolo et,al. [30]	2016						*	*					
Turkay et,al. [34] (ssc)	2016		*										*
Bouchery et,al. [10](ssc)	2016						*						
Battini et,al.[31]	2016						*						
Jaber et.al [23]	2017									*			
Wang et.al [24]	2018			*									
Taleizadeh et.al [13]	2018									*			

مشخصات مقاله		روش حل								نرم افزارهای مورد استفاده		
نویسنده	سال	برنامه ریزی خطی عدد صحیح	برنامه ریزی عدد صحیح مختلط MINLP	برنامه ریزی غیر خطی عدد صحیح NLP	برنامه ریزی خطی	برنامه نویسی پویا	بهینه سازی چند هدفه	غیرخطی	سایر	لینگو	اکسل	گمز
Jaber et,al. [25]	1999	*										
Türkay [22]	2008		*									
Kim et,al. [7]	2009	*					*			*		
Jaber et,al. [27]	2010	*										
Bouchery et,al. [33]	2010	*					*	*				
Lee et,al. [5]	2010								*			
Hua et,al. [18]	2011									*		
Wahab et,al. [6]	2011			*				*				
zakeri et,al. [19] (gsc)	2012		*									*
Mallidis et,al. [16] (gsc)	2012	*										
Andriolo et,al.[29]	2013								*			
Arsalan et,al. [35]	2013		*	*								*
Pan et,al. [14] (scm)	2013		*									
Jaber et,al. [28]	2013				*				*		*	
Hsu et,al. [12]	2013			*				*				
Chen et,al. [15]	2013							*				

با توجه به وضعیت مقالات در موضوعات مختلف جنبه اقتصادی، همان‌طورکه در شکل (۲) نشان داده شده است، از میان موضوعات مختلف هزینه حمل و نقل داخلی و بعد از آن هزینه پس افت بیشترین موضوعاتی بودند که مقالات به آن پرداخته‌اند. در سال‌های اخیر روند پرداختن مقالات به این موضوعات رو به کاهش است و محققان سعی می‌کنند به موضوعاتی جدیدی از بعد اقتصادی مانند هزینه محصولات معیوب، هزینه بسته‌بندی محصولات، هزینه سوخت، هزینه اضافه‌کاری بپردازند که این موضوعات از آن جهت که بسیار کم کار شده است، می‌توانند از موضوعات مورد توجه در تحقیقاتی آتی باشند.

شکل(۲): وضعیت مقالات در موضوعات مختلف بعد اقتصادی

همچنین، همان‌طورکه در شکل (۳) ملاحظه می‌شود، از میان موضوعات مختلف بعد اجتماعی، موضوع ارگونومی بیشترین درصد را به خود اختصاص داده است و موضوعاتی مثل انگیزه کارگران، امنیت شغلی کارمندان، ساعت کار کارمندان بسیار کم کار شده است. البته بعد اجتماعی نسبت به ابعاد دیگر کمتر مورد توجه قرار گرفته است و پرداختن به این بعد می‌تواند یکی از حوزه‌های قابل توجه تحقیق باشد. این نکته قابل ذکر است که در چند سال اخیر محققان سعی کرده‌اند که با مدل‌سازی موضوعات مختلف اجتماعی این بعد را نیز در مدل‌های موجودی مدنظر قرار دهند.



شکل(۳): وضعیت مقالات در موضوعات مختلف بعد اجتماعی

همان‌طورکه در جدول (۲) مشاهده می‌شود، روش‌های حل مورد استفاده در مقالات مورد بررسی در این حوزه را می‌توان به دو دسته دقیق و غیردقیق دسته‌بندی کرد. در این جدول روش‌های حل دقیق شامل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح، برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط، برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح، برنامه‌ریزی غیرخطی، بهینه‌سازی چندهدفه و برنامه‌ریزی پویا است و منظور از سایر روش‌ها مانند فازی و شبیه‌سازی مونت کارلو است. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود بیشتر مقالات از روش‌های حل دقیق مانند برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح، برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط، برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح، برنامه‌ریزی غیرخطی استفاده کرده‌اند و دلیل اصلی این‌امر قطعی و ثابت بودن تقاضا و سایر متغیرهای مدل می‌باشد. همچنین دلیل دیگر استفاده از این روش‌ها در سهولت استفاده از این روش‌ها است، ولی برای نزدیک کردن مدل به شرایط واقعی، مدل‌های احتمالی و پویا بسیار بهتر جواب می‌دهند. استفاده از سایر روش‌ها مانند فازی و شبیه‌سازی بیشتر در مواقعی بوده که بعد اجتماعی و زیست‌محیطی در مقالات در نظر گرفته شده است.

۴- نتیجه‌گیری و تحقیقات آتی

در این پژوهش سعی شد تا مدل‌های موجودی پایدار به طور جامع بررسی شوند. بدین‌منظور مقالات و پژوهش‌های پیشین در زمینه موجودی پایدار براساس ترکیب ابعاد مختلف پایداری، دسته‌بندی گشته و سپس در هر دسته جزئیات مشخصه‌های مقالات مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

نتیجه‌ای که از این پژوهش اخذ می‌شود، نقش مهم مدیریت موجودی در کاهش آثار زیست محیطی و گازهای گلخانه‌ای، کاهش هزینه‌ها و کاهش آثار سوء اجتماعی است، به‌طوری‌که در نظر گرفتن معیارهای پایداری در مدل‌های موجودی باعث نزدیک‌تر شدن مدل‌ها به دنیای واقعی شده و پاسخگوی نیاز شرکت‌ها برای کاهش آثار زیست‌محیطی در زنجیره تأمین می‌شود. مدل‌های موجودی پایدار از موضوعات جدیدی است که خلأ آن در دانش کنونی وجود دارد و یکی از بهترین حوزه‌هایی است که قطعاً در سال‌های آتی توجهات زیادی بدان خواهد شد. این خلأ پژوهشی به‌خصوص در حوزه‌های اجتماعی بسیار پررنگ‌تر از حوزه‌های زیست محیطی بوده (به‌خصوص در تلفیق با دو بعد دیگر) درحالی‌که کمتر به این بعد پرداخته شده است که شاید یکی از دلایل این امر غیر کمی و کیفی بودن شاخص‌های اجتماعی است. همچنین مقالاتی که به صورت ترکیبی ابعاد پایداری را درنظرگرفته‌اند نیز بسیار اندک بوده است.

در ارتباط با این مقالات، پیشنهادهایی برای کارهای آتی مطرح می شود که به شرح زیر است:

همان‌طورکه در شکل (۲) مشاهده می‌شود، در بعد زیست محیطی به موضوعاتی مانند دفع ضایعات، مصرف برق، جذب کربن، هزینه حمل و نقل در هر واحد از محصول بازگشتی، هزینه محصولات معیوب، هزینه بسته-بندی محصولات، هزینه ضایعات، هزینه سوخت، هزینه اضافه‌کاری بسیار کم پرداخته شده است و خلأ آن در تحقیقات کنونی احساس می شود.

در اکثر مقالات، هزینه‌های کمبود در نظر گرفته نشده است، درصورتی‌که در دنیای واقعی واحدهای تولیدی با کمبود مواجه می‌شوند و درنظر گرفتن این هزینه، باعث ملموس شدن مدل با دنیای واقعی است.

در اکثر مقالات، تقاضا قطعی و ثابت است. درصورتی‌که می‌توان تقاضا را احتمالی در نظر گرفت.

در مقالات میزان انتشار کربن، عدد ثابت در نظر گرفته شده، درصورتی‌که می‌توان آن را به‌صورت متغیر در مدل در نظر گرفت.

غالباً مدل‌ها تک محصولی در نظر گرفته شده‌اند. درحالی‌که مدل‌ها می‌توانند به‌صورت چند محصولی در نظر گرفته شوند.

در زمینه در نظر گرفتن شرایط عدم قطعیت، بیشتر مقالات در شرایط قطعی مدل‌سازی شده است و با درنظر گرفتن عدم قطعیت مدل‌ها، به مدل واقعی نزدیک‌تر می‌گردند.

در اکثر مقالات زنجیره تأمین دو سطحی در نظر گرفته شده است، درصورتی‌که می‌توان زنجیره تأمین را بیش از دو سطحی در نظر گرفت. برای یکپارچگی هر چه بیشتر زنجیره باید این موضوع را حتماً مورد توجه قرار داد چرا که در نظر گرفتن روابط عمودی در زنجیره تأمین محصولات بسیار مورد نیاز است.

در اکثر مقالاتی که به موضوع حد مجاز و تجارت کربن می‌پردازد، تصمیم‌گیری در یک دوره خاص و فقط براساس اندازه انباشته صورت گرفته و قیمت خرید و فروش مجوز، ثابت در نظر گرفته شده است، به‌گونه‌ای که در طول زمان تغییر نمی‌کند، درصورتی‌که در دنیای واقعی این قیمت‌ها در طول زمان متغیرند.

در نظر گرفتن بعد اجتماعی در مقالات کمتری مشاهده می‌شود و پرداختن به این حوزه می‌تواند به تکمیل مدل پایداری کمک کند. در بعد اجتماعی و در شکل (۳) از میان موضوعات مختلف، ارگونومی بیشترین درصد را به خود اختصاص داده است و موضوعاتی مثل انگیزه کارگران، امنیت شغلی کارمندان ساعت کار کارمندان کمترین درصد را در برمی‌گیرد که در این‌صورت می‌توانند از موضوعات مورد توجه در تحقیقات آتی باشند.

بیشتر مقالات فقط یک بعد پایداری را در نظر گرفته‌اند و مقالات کمی وجود دارند که به‌صورت ترکیبی به ابعاد مختلف پایداری پرداخته باشند، به‌خصوص در بعد اجتماعی - اقتصادی و زیست‌محیطی – اجتماعی و همچنین اجتماعی - اقتصادی – زیست‌محیطی بسیار محدود به آن توجه شده است؛ درصورتی‌که پرداختن به هر سه بعد می‌تواند خلأ تحقیقی را از بین برده و مدل پایداری کاملی را ایجاد کند.

منابع

[1] نیکوفر، محمدهادی. عبدالله‌زاده، وحید. ***"برنامه‌ریزی و کنترل تولید و موجودی‌ها"***. تهران: نگاه دانش، ۱۳۹۳.

[2] Hua, G., Cheng, T.C.E. and Wang, S., ***"Managing carbon footprints in inventory management"***. International Journal of Production Economics. 132(2),178-185, 2011.

[3] Beamon, B.M., ***"Designing the green supply chain"***. Logistics information management. 12(4), 332-342, 1999.

[4] Handfield, R., Sroufe, R. and Walton, S., ***"Integrating environmental management and supply chain strategies"***. Business strategy and the environment. 14(1), 1-19, 2005.

[۵] ایمانی، دین‌محمدی. احمدی، افسانه. ***"مدیریت زنجیره تأمین سبز: راهبرد نوین کسب مزیت رقابتی"***. نشریه مهندسی خودرو و صنایع وابسته، شماره ۱۰، ۱۳۸۸.

[6] Lee, D.H., Dong, M. and Bian, W., ***"The design of sustainable logistics network under uncertainty"***. International Journal of Production Economics. 128(1), 159-166, 2010.

[7] Wahab, M.I.M., Mamun, S.M.H. and Ongkunaruk, P., ***"EOQ models for a coordinated two-level international supply chain considering imperfect items and environmental impact"***. International Journal of Production Economics. 134(1), 151-158, 2011.

[8] Kim, N., Janic, M. and Van Wee, B., ***"Trade-off between carbon dioxide emissions and logistics costs based on multi-objective optimization"***. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. (2139), 107-116, 2009.

[9] Battini, D., Persona, A. and Sgarbossa, F., ***"A sustainable EOQ model: theoretical formulation and applications"***. International Journal of Production Economics. 149, 145-153, 2014.

[۱۰] صفار، محمد مهدی. شکوری گنجوی، حامد. رزمی، جعفر. ***"طراحی یک زنجیره تأمین حلقه بسته سبز با در نظر گرفتن ریسک های عملیاتی در شرایط عدم قطعیت و حل آن با الگوریتم NSGA II"***، نشریه تخصصی مهندسی صنایع، دوره ۴۹ ، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۴.

[11] Bouchery, Y., Ghaffari, A., Jemai, Z. and Fransoo, J., ***"Sustainable transportation and order quantity: insights from multi-objective optimization"***. Flexible Services and Manufacturing Journal. 28(3), 367-396, 2016.

[12] Gurtu, A., Jaber, M.Y. and Searcy, C., ***"Impact of fuel price and emissions on inventory policies"***. Applied Mathematical Modelling. 39(3), 1202-1216, 2015.

[13] Hsu, J.T. and Hsu, L.F., ***"An EOQ model with imperfect quality items, inspection errors, shortage backordering, and sales returns"***. International Journal of Production Economics. 143(1), 162-170, 2013.

[14] Taleizadeh,A.A., Soleymanfar, V.R., Govindan, K., ***"Sustainable economic production quantity models for inventory systems with shortage"***. Journal of Cleaner Production. 174, 1011-1020, 2018.

[15] Pan, S., Ballot, E. and Fontane, F., ***"The reduction of greenhouse gas emissions from freight transport by pooling supply chains"***. International Journal of Production Economics. 143(1), 86-94, 2013.

[16] Chen, X., Benjaafar, S. and Elomri, A., ***"The carbon-constrained EOQ"***. Operations Research Letters, 41(2), 172-179, 2013.

[17] Mallidis, I., Dekker, R. and Vlachos, D., ***"The impact of greening on supply chain design and cost: a case for a developing region"***. Journal of Transport Geography. 22, 118-128, 2012.

[18] Bozorgi, A., Pazour, J. and Nazzal, D., ***"A new inventory model for cold items that considers costs and emissions"***. International Journal of Production Economics. 155, 114-125, 2014.

[۱۹] ذاکری، عاطفه. ***"ارائه یک مدل دو سطحی به منظور تعیین قیمت کربن در یک زنجیره تأمین سبز با درنظرگرفتن طرح تجارت انتشار"***. دهقانیان ، فرزاد، دانشگاه فردوسی مشهد، کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، شهریور ۱۳۹۲.

[20] Zakeri, A., Dehghanian, F., Fahimnia, B. and Sarkis, J., ***"Carbon pricing versus emissions trading: A supply chain planning perspective"***. International Journal of Production Economics. 164, 197-205, 2015.

[21] He, P., Zhang, W., Xu, X. and Bian, Y., ***"Production lot-sizing and carbon emissions under cap-and-trade and carbon tax regulations"***. Journal of Cleaner Production. 103, 241-248, 2015.

[22] Türkay, M., ***"Environmentally conscious supply chain management"***. Transportation. 1(32), 87-105, 2008.[23] Jaber, M.Y. Bonney, M., Jawad, H., ***"Comparison between economic order / manufacture quantity and just-in-time models from a thermodynamics point of view"***. Computers & Industrial Engineering. 112, 503-510, 2017.

[24] Wang, S. and Ye, B., ***"A comparison between just-in-time and economic order***

quantity models with carbon emissions". Journal of Cleaner Production. 178, 662-671, 2018.

[25] Jaber, M. Y., and M. Bonney., ***"The Economic Manufacture/Order Quantity (EMQ/EOQ) and the Learning Curve: Past, Present, and Future"***. International Journal of Production Economics, 59 (1–3), 93–102, 1999.

[26] Carter, C.R. and Jennings, M.M., ***"Social responsibility and supply chain relationships"***. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 38(1), 37-52, 2002.

[27] Jaber, M.Y. and Neumann, W.P., ***"Modelling worker fatigue and recovery in dual-resource constrained systems"***. Computers & Industrial Engineering. 59(1), 75-84, 2010.

[28] Jaber, M.Y., Givi, Z.S. and Neumann, W.P., ***"Incorporating human fatigue and recovery into the learning–forgetting process"***. Applied Mathematical Modelling, 37(12), 7287-7299, 2013.

[29] Andriolo, A., D. Battini, A. Persona, and F. Sgarbossa., ***"Ergonomoc Lot Sizing: A New Integrated Procedure Towards a Sustainable Inventory Management"***. Proceeding 22th International Conference of Production Research "Challenges for Sustainable Operations", Iguassu Falls, Brazil, July 28th–August 1st 2013.

[30] Andriolo, A., Battini, D., Persona, A. and Sgarbossa, F., ***"A new bi-objective approach for including ergonomic principles into EOQ model"***. International Journal of Production Research, 54(9), 2610-2627, 2016.

[31] Battini, D., Delorme, X., Dolgui, A., Persona, A. and Sgarbossa, F., ***"Ergonomics in assembly line balancing based on energy expenditure: a multi-objective model"***. International Journal of Production Research, 54(3), 824-845, 2016.

[32] Battini, D., Glock, C.H., Grosse, E.H., Persona, A. and Sgarbossa, F., ***"Ergo-Lot-Sizing: Considering Ergonomics in Lot-Sizing Decisions"***. *IFAC PapersOnLine*, *48*(3), 326-331, 2015.

[33] Bouchery, Y., Ghaffari, A. and Jemai, Z., ***"Key performance indicators for sustainable distribution supply chains: Set building methodology and application"***. Cahiers de recherche, 8, 2010.

[34] Türkay, M., Saraçoğlu, Ö. and Arslan, M.C., ***"Sustainability in Supply Chain Management: Aggregate Planning from Sustainability Perspective"***. PloS one, 11(1), p.e014750, 2016.

[35] Arslan, M. and Turkay, M., ***"EOQ revisited with sustainability considerations"***. Foundations of Computing and Decision Sciences. 38(4), 223-249, 2013.

[36] Andriolo, A., D. Battini, A. Persona, and F. Sgarbossa., ***"Haulage Sharing Approach to Achieve Sustainability in Material Purchasing: New Method and Numerical Applications"***. International Journal of Production Economics. 164, 308–318, 2015.