نشریه علمی پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)
مقاله پژوهشی/ سال بیست و سوم، شماره یک، بهار ۱۴۰۲، ص: ۲۱۹-۱۹۷

بهینه‌سازی شبکه زنجیره تأمین سبز چندسطحی-چندمحصولی فرآوری آبزیان

زهرا عوض‌پور[۱]
احمد قربان‌پور[۲]
رضا جلالی[۳]
حجت پارسا[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۲۸

چکیده

آلودگی‌های زیست‌محیطی، یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های سال‌های اخیر جوامع بشری است که افزایش روزافزون و پیامدهای مخرب آن، همچنین، افزایش نگرانی‌ها در این مورد، سبب پیدایش رویکردهای جدیدی تحت عنوان زنجیره تأمین سبز شده است که به عنوان یک فلسفه سازمانی، می‌تواند خطرات زیست محیطی را کاهش دهد. در این مطالعه، یک مدل ریاضی چندهدفه در یک شبکه زنجیره تأمین سبز چند سطحی و چند محصولی ارائه شده است که به کمینه‌سازی هزینهٔ حمل و نقل، هزینهٔ زیست‌محیطی و بیشینه‌سازی سطح ظرفیت زنجیره تأمین می‌پردازد. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر جمع‌آوری داده، پیمایشی است. در این مطالعه، پس از بررسی و مداقه مبانی نظری و پیشینه تجربی، طراحی شبکه انجام گردید. سپس، مدل ریاضی مناسب با مطالعه موردی تدوین و اعتبارسنجی آن انجام، و برای حل این مدل، از رویکرد معیار جامع، و از نرم افزار گمز با حل کننده‌های سیپلکس، برای حل مدل استفاده شد. با حل مدل، مقدار متغیرهای تصمیم و دودویی محاسبه گردید. نتایج نشان داد که کارخانه اول، بیشترین ظرفیت دریافت آبزی از سه مزرعه اول، سوم و چهارم را دارد. همچنین، در زنجیره تأمین آبزیان مورد مطالعه، با تأکید بر کاهش ردپای کربن، بیان می‌دارد که، جهت دستیابی به اهداف، کارخانه اول، به فرآوری محصول سوم، کارخانه دوم، به فرآوری هر سه نوع محصول و کارخانه سوم، به فرآوری محصول دوم، فعالیت داشته باشد.

واژگان کلیدی: شبکه، بهینه‌سازی، زنجیره تأمین سبز، فرآوری آبزیان
طبقه‌بندی JEL: Q56, Q5, C61, C02

۱. کارشناس ارشد رشته مدیریت صنعتی، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس z.avazpour@gmail.com
۲. استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس (نویسنده مسؤول) Ghorbanpur@pgu.ac.ir
۳. استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس Jalali.reza@pgu.ac.ir
۴. دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس hparsa@pgu.ac.ir

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]
[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

۱. مقدمه

آلودگی محیط‌زیست، یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن بیست و یکم بوده است. با افزایش جمعیت جهان، منابع کم و تولید زباله افزایش پیدا کرده، و برای پرداختن به این مسائل، نیاز مبرم به رفع نگرانی‌های مربوط به حفاظت از محیط‌زیست در برابر صنعت وجود داشته است. بنگاه‌ها برای رفع مشکلات و حل مسائل زیست‌محیطی، با فشار زیادی روبرو هستند (لیو[1] و همکاران، ۲۰۲۱). مفهوم مدیریت زنجیره تأمین، تقریباً پنج دهه پیش در زمینه تولید مطرح شد و هنوز هم فرصت‌ها و موانع زیادی در راه تعالی تولید از طریق این مفهوم، وجود دارد. مدیریت زنجیره تأمین سبز شامل شیوه‌های سنتی مدیریت زنجیره تأمین است که معیارهای زیست محیطی یا نگرانی‌ها را در تصمیم خرید سازمانی و روابط طولانی مدت با تأمین‌کنندگان ادغام می‌کند. مدیریت زنجیره تأمین سبز وظیفه به‌کارگیری ایده زیست‌محیطی در هر مرحله از چرخه حیات محصول و خدمات در یک زنجیره تأمین را به عهده دارد (سیوسترا[2]، ۲۰۰۷؛ سارپونگ[3] و همکاران، ۲۰۱۶).

در نظر نگرفتن مفاهیم این پارادایم نوین از مدیریت زنجیره تأمین، هزینه‌های سازمانی و آلودگی-های محیطی فراوان را به همراه خواهد داشت (مهاجری و فلاح، ۱۳۹۴)؛ که می‌تواند باعث کاهش سودآوری و از دست رفتن سهم بازار در بلندمدت گردد (تسنگ[4]، ۲۰۱۳). به گفتهٔ سیروسترا (۲۰۰۷)، مدیریت زنجیره تأمین سبز می‌تواند به عنوان ادغام تفکر زیست محیطی در مدیریت زنجیره تأمین، از جمله طراحی محصول، تهیه مواد، فرایند تولید، تحویل محصول نهایی به مصرفکنندگان و همچنین مدیریت پایان عمر محصول بعد از عمر مفید آن باشد که در صورت عدم درک درست نقش آن، مشکلاتی را برای سازمان به همراه خواهد داشت.

در یک دههٔ گذشته، با فزونی یافتن سرعت و حجم ارتباط در کل دنیا و گسترده شدن محیط رقابت سازمان‌ها، طراحی زنجیرهٔ تأمین بهینه و اقتصادی، از اهمیت دو چندان برخوردار شده است. در رویکردهای سنتی، عملکرد زنجیره تأمین فقط از بعد اقتصادی سنجیده می‌شد و در طراحی شبکه، این زنجیره توجه محققان و صنعتگران فقط بر کمینه‌سازی هزینه‌ها یا بیشینه‌سازی درآمدها معطوف بود؛ اما در دهه‌های اخیر، قوانین دولتی، فشارهای سازمان‌های مردم نهاد و وضعیت رو به افول محیط زیست، باعث شده است که اهداف و محدودیت‌های زیست‌محیطی در کنار اهداف و محدودیت‌های اقتصادی، به عنوان بخش جداناپذیری از طراحی شبکه‌های زنجیره تأمین مطرح شوند (گروسمن و گویلن[5]، ۲۰۱۳).

طراحی شبکه، تعداد، موقعیت، ظرفیت تسهیلات و همچنین کانال‌های توزیع و مقدار مواد لازم برای مصرف، تولید و حرکت آن از تولیدکننده به مشتریان را تعیین می‌کند. طراحی مناسب شبکه زنجیره تأمین، به دستیابی به یک ساختار بهینه منجر می‌شود که این امر، مدیریت مؤثر و کارآیی زنجیره تأمین

1. Liu (2021)
2. Sirvestera (2007)
3. Sarpong (2016)
4. Tseng (2013)
5. Grossmann & Guillén (2013)

را در راستای برآورده سازی تقاضا با حداقل هزینه و با کمترین اتلاف و در زودترین زمان ممکن فراهم می‌آورد؛ از این رو، در این پژوهش، مسأله طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز، بررسی شده است.

یکی از زمینه‌های قابل تعمیم این دانش، صنایع فرآوری آبزیان به عنوان یکی از مهم‌ترین صنایع غذایی بوده، که توجه کمتری به بهینه‌سازی زنجیره تأمین آن در جهت تأمین منافع زیست‌محیطی شده، و در ۵۰ سال گذشته، تقاضا برای غذا سه برابر شده، و اکنون به نقطه‌ای رسیدیم که میزان مصرف، بالاتر از ظرفیت تأمین منابع است. یکی از دلایل اصلی این افزایش، رشد جمعیت در جهان بوده و افزایش چشمگیر جمعیت جهان با مشکلات نیاز به تغذیه همه مردم همراه است. از این رو، زنجیره تأمین مواد غذایی سابق، دیگر نمی‌تواند به طور مؤثر به تقاضا رسیدگی نماید (فصیحی و همکاران، ۱۴۰۰).

تغییرات آب و هوایی، خشکسالی و بحران آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر، به کاهش زمین زیرکشت محصولات کشاورزی، تخریب منابع طبیعی مورد نیاز برای دامداری و کاهش ذخایر دریایی در ایران، نظیر دیگر کشورهای خاورمیانه، منجر شده است. گسترش مزارع آبزی‌پروری نه تنها به توسعه غذاهای پایدار کشور کمک کرده بلکه در حفظ گونه‌های درخطر به هر دلیلی، بسیار مؤثر بوده است. امروزه غذاهای دریایی و محصولات مرتبط با آن در سبد غذایی مردم در میان ملل مختلف، نقش مهمی ایفا می‌کند. صنعت پرورش ماهی در دهه‌های اخیر، رشد چشمگیری داشته است. طبق گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)، افزایش تقاضا برای محصولات ماهی، به افزایش قابل توجهی در تعداد ماهی‌های پرورشی در سطح جهانی منجر شده است (عابدی و زو، ۲۰۱۷).

با عطف به موارد فوق، طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز در صنعت آبزی پروری، امری مهم و ضروری است. بدین منظور، سؤال اصلی پژوهش، این است چگونه می‌توان شبکه مدیریت زنجیره تأمین چند سطحی و چند محصولی فرآوری آبزیان را طراحی و بهینه نمود؟

ادامه این پژوهش، بدین ترتیب سازمان یافته است: پس از مقدمه و در بخش دوم، مرور مبانی نظری و تجربی مدیریت زنجیره تأمین سبز؛ در بخش سوم، روش‌شناسی پژوهش و طراحی شبکه و بهینه‌سازی آن؛ در بخش چهارم، یافته‌های پژوهش؛ و در پایان، نتایج و پیشنهادهایی برای مدیران و پژوهشگران مطالعه‌های آینده ارائه می‌گردد.

۲. مبانی نظری و پیشینه تجربی

در اویل دهه ۱۹۸۰، مدیریت زنجیره تأمین به منظور پاسخ به رقابت شدید در میان شرکت‌ها معرفی شد (اولیور و وبر[1]، ۱۹۸۲). در طول زمان، میزان روزافزون مشارکت‌ها، اهمیت ادغام عملکردهای شرکت را در زنجیره تأمین کلیدی، به جای مدیریت جداگانه هر کدام از آنها را مشخص کرد. بنابراین، مدیریت زنجیره تأمین تکامل یافت (لالوندا،[2] ۱۹۹۷).

1. Oliver & Webber (1982)
2. La Londe (1997)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]
[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

مدیریت زنجیره تأمین را رویکرد مدیریت هولوستیک برای ادغام و هماهنگی بین مواد اولیه، اطلاعات و جریان‌های مالی میان زنجیره تأمین تعریف کرده‌اند (سیمیچ و نیکولاس[1]، ۱۹۹۹). نیکل و سالدانحا[2](۱۹۹۹) نیز مدیریت زنجیره تأمین را فرایند برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل عملیات زنجیره تأمین با یک روش کارآمد، گفته‌اند. هوگز[3](۲۰۱۱)، بیان می‌کند، تفاوت‌هایی بین مدیریت تدارکات و مدیریت زنجیره تأمین وجود دارد. شبکه زنجیره تأمین[4]، یک نمونه معمول از یک سیستم پیچیده در مقیاس بزرگ است (بیدهندی[5] و همکاران، ۲۰۰۹) که به صورت شبکه‌ای از تأمین کنندگان، کارخانه‌های تولیدی، انبارها و کانال‌های توزیع سازمان یافته برای تهیه مواد اولیه، تبدیل این مواد اولیه به محصولات نهایی و توزیع این محصولات در میان مشتریان، تعریف می‌شود. در چنین سیستم پیچیده‌ای تصمیمات بسیاری با تضمین عملکرد خوب باید گرفته شود (بوکر و روس[6]، ۲۰۱۱).

پیشنهاد مفهوم مدیریت زنجیره تأمین سبز، به عنوان یک راه حل بالقوه برای بهبود عملکرد زیست محیطی بوده، و اگرچه مدیریت زنجیره تأمین سبز در اوایل دهه ۱۹۹۰ تعریف شده، اما ادبیات نظری نشان می‌دهد که پس از سال ۲۰۰۰، بیشتر مورد تأکید قرار گرفته است (سورینگ و میلر[7]، ۲۰۰۸). سارکیس و همکاران (۲۰۱۱) مدیریت زنجیره تأمین سبز را به عنوان ادغام نگرانی‌های زیست محیطی در شیوه‌های بین سازمانی مدیریت پایدار زنجیره تأمین، از جمله تدارکات معکوس تعریف کرده‌اند.

طراحی شبکه زنجیره سبز، الگوی دیگری است که هدف آن، ادغام اهداف عوامل اقتصادی و زیست محیطی در طراحی شبکه‌های زنجیره تأمین است. تانکساله و همکاران (۲۰۲۱)، در مطالعه‌ای، یک مدل طراحی شبکه حلقه بسته را جهت بهینه‌سازی تصمیمات مربوط به مکان مراکز جمع‌آوری، مرتب‌سازی و بازیافت و مقدار مواد پلاستیکی برای بازیافت را پیشنهاد دادند. مدل ریاضی ارائه شده، با روش اپسیلون محدودیت حل گردید (سورینگ، ۲۰۲۰).

یاوری و ذاکر (۲۰۲۰)، در مطالعه‌ای، به طراحی یک شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته سبز انعطاف پذیر برای محصولات فاسدشدنی پرداختند. نتایج نشان داد، ادغام دو شبکه به پیشرفت در هر دو عملکرد هدف منجر می‌شود. متوسط هزینه کل شبکه و کل انتشار کربن، به ترتیب، ۲۱ و ۲۵ درصد در مقایسه با لایه‌های غیریکپارچه، کاهش یافته است.

محمدی و همکاران (۱۳۹۷)، در مطالعه خود، به طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز حلقه بسته همراه با تصمیم‌های مالی در شرایط عدم قطعیت پرداختند. مسأله مورد بررسی چندمحصوله، چنددوره‌ای، چندهدفه، غیرقطعی و حلقه‌بسته بوده، که به وسیله یک مدل ریاضی برنامه‌ریزی خطی

1. Simchi & Nichols (1999)
2. Nickel & Saldanha (1999)
3. Hugos (2011)
4. Supply Chain Network: SCN
5. Bidhandi (2009)
6. Booker & Ross (2011)
7. Seuring & Müller (2008)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]
[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

عدد صحیح ترکیبی، مدل‌سازی شده، و برای مواجهه با عدم قطعیت پارامترهای تقاضا و بازگشت سرمایه، از روش مسیر سناریو، استفاده به‌عمل آمده است. نتایج پژوهش، اثربخشی ملاحظه تصمیم‌های مالی در طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه‌بسته سبز را نشان می‌دهد؛ زیرا با افزایش تعداد وام‌های در دسترس، سطح خدمت ارائه شده به توزیع‌کنندگان، افزایش می‌یابد. نتایج به‌دست‌آمده بر اساس یک مورد مطالعه در صنعت بازیافت پلاستیک است.

فتحی و همکاران (۱۳۹۸)، در یک مطالعه، برای به حداقل‌رساندن آثار زیست‌محیطی و حداکثرسازی آثار اجتماعی و سود اقتصادی، مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط چندهدفه فازی، به‌منظور طراحی زنجیره تأمین پایدار حلقه بسته در وضعیت عدم قطعیت را ارائه دادند. بر اساس نتایج، ملاحظات همزمان ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی و عدم قطعیت در برخی پارامترها همچون تقاضا و میزان برگشتی، به بهبود عملکرد زنجیره تأمین از نظر سودآوری و پاسخ‌گویی به نیازهای مشتریان، منجر می‌شود. جدول (۱)، مطالعات انجام گرفته در حوزه طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز را نشان می‌دهد.

جدول ۱. پیشینه مطالعات تجربی در حوزه طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز

نویسندگان	سال انجام	موضوع مطالعه	روش به‌کار رفته	روش حل
خورشیدوند و همکاران	۲۰۲۱	مدل‌سازی ترکیبی زنجیره تأمین حلقه بسته سبز و پایدار با در نظر گرفتن قیمت، تبلیغات و تقاضاهای نامشخص	مدل‌سازی ریاضی غیرخطی	اپسیلون محدودیت
قومی آویلی و همکاران	۲۰۱۸	ارائه مدل قیمت فازی برای طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته رقابتی سبز با وجود اختلال	مدل‌سازی ریاضی غیرخطی	روش کان تاکر
حسنی و همکاران	۲۰۲۱	رویکرد بهینه ارزی چند هدفه برای طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز و انعطاف پذیر	مدل سازی ریاضی چندهدفه	الگوریتم فرا ابتکاری
وانگ و همکاران	۲۰۲۰	طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز با توجه به رقابت زنجیره به زنجیره بر اساس قیمت و انتشار کربن	مدل‌سازی ریاضی	روش بندرز
حیدری فتحیان و پسندیده	۲۰۱۸	طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز: بهینه سازی قوی، تابع هدف محدود و آرامش لاگرانژی	مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح	الگوریتم فرا ابتکاری
سلیمانی و همکاران	۲۰۱۷	طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته سبز و پایدار چند هدفه فازی	مدل‌سازی ریاضی غیرخطی	الگوریتم ژنتیک
صادقی راد و نهاوندی	۲۰۱۸	مدل بهینه سازی چند هدفه برای مسأله طراحی شبکه حلقه بسته سبز	مدل‌سازی ریاضی	الگوریتم‌های فرا ابتکاری
شریف و همکاران	۲۰۲۱	بهینه سازی یکپارچه حمل و نقل، موجودی و مسیریابی وسیله نقلیه و تحویل همزمان در شبکه زنجیره تأمین سبز دو طبقه	مدل‌سازی ریاضی چند هدفه	الگوریتم‌های فرا ابتکاری
بودیمان و هسین	۲۰۱۹	مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط برای شبکه زنجیره تأمین سبز	برنامه‌ریزی عدد صحیح	الگوریتم‌های فرا ابتکاری
گیلانی و صاحبی	۲۰۲۱	طراحی و بهره‌برداری بهینه از شبکه تأمین بسته سبز	مدل ریاضی برنامه‌ریزی احتمالی	الگوریتم‌های دقیق

مأخذ: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

عطف بررسی مبانی نظری و تجربی صورت گرفته در فوق، می‌توان بیان نمود، مطالعات چندی در زمینه طراحی شبکه زنجیره تأمین و طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز صورت گرفته است؛ اما، مطالعات اندکی، به تحلیل و طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز در حوزه آبزیان پرداخته، و بدین منظور، مطالعه حاضر، به جهت کاربست مدل طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز در صنعت فرآوری آبزیان، دارای نوآوری است. همچنین، توجه همزمان بر اهداف سه‌گانه، از نوآوری دیگر این مطالعه بوده، هدف دیگر این مقاله، در نظر گرفتن اهداف اقتصادی و زیست محیطی در مدل پیشنهادی می‌باشد و سه هدف مهم در این مقاله، به‌طور همزمان بررسی شده است.

۳. روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از منظر نحوۀ گردآوری داده‌ها، توصیفی و از نظر نوع داده‌ها، کمی و از جهت بررسی داده‌ها، مقطعی است. سطح تحلیل این پژوهش، زنجیره تأمین سبز صنایع آبزی‌پروری است. لذا، جامعه آماری آن شامل خبرگان شاغل در این زنجیره می‌باشد. روش نمونه‌گیری در این مطالعه، هدفمند از نوع قضاوتی است. در این پژوهش، جهت طراحی مدل بهینه‌سازی چندهدفه برای شبکه زنجیره تأمین سبز، از ادبیات نظری و پیشینه تجربی پژوهش استفاده خواهد شد. همچنین، به منظور تخمین پارامترهای مدل ریاضی، از پرسشنامه محقق‌ساخته استفاده شده است.

برای این منظور، تعداد ۸ پرسشنامه به صورت حضوری در اختیار کارشناسان و خبرگان صنایع آبزی‌پروری قرار گرفت و از آنها خواسته شد تا مقادیر پارامترها را تعیین نمایند. میانگین نظرات پاسخگویان، مقادیر پارامترها را تعیین نموده است که برای تعریف سناریوهای مختلف (lhp)، در مدل استفاده خواهد شد. به عبارتی، با مراجعه به هر مزرعه و از طریق مصاحبه با صاحبان مزارع، پارامتر ظرفیت تأمین مزارع (کیلوگرم)، داده‌های مربوط به ظرفیت تولید محصولات فرآوری شدۀ هرکارخانه از طریق مصاحبه با صاحبان این صنایع، داده‌های مربوط به میزان تقاضا از طریق نظرخواهی از خبرگان واحدهای فرآوری استخراج شده است.

در این پژوهش، به منظور تعیین روایی ابزار پژوهش، از نظر خبرگان، کارشناسان و استادان مسلط به موضوع، استفاده شده است. از نظر پایایی ابزار این پژوهش نیز باید گفت، از آنجایی که این روش، روش شناخته شده و معتبری است که در مطالعات علمی پیشین مورد استفاده قرار گرفته، لذا پایایی آن نیز مورد تأیید می‌باشد.

تشریح مسأله و مدل

از ویژگی‌های این مسأله، چند کالایی بودن آن است. به عبارت دیگر، از آبزیان گرفته تا فرآورده‌های انواع مختلفی از محصول در اینجا وجود دارد. مدل ریاضی مسأله، به‌گونه‌ای طراحی شده است که در مورد اینکه کدام کارخانه چه مقدار محصول دریافت، و چه محصولی را تولید کند و به سطح بعدی بفرستد، تصمیم‌گیری می‌نماید. در نهایت، در نظرگیری سه تابع هدف به منظور حداقل رساندن

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

هزینه‌های کل و تأثیرات زیست محیطی و به حداکثر رساندن ظرفیت تولید، مسأله مورد نظر را از سایر مسائل موجود در این حوزه متمایز می‌سازد.

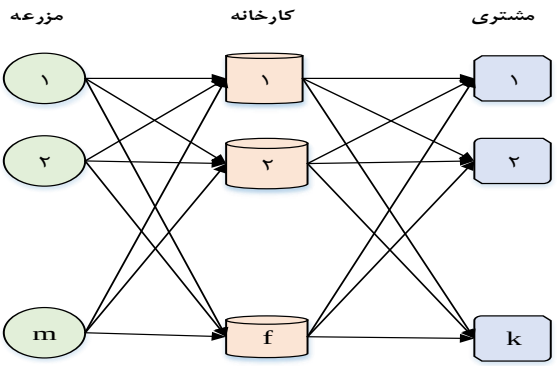
یک کاربرد بسیار مهم مسأله، مطالعه در حوزه آبزیان می‌باشد؛ به این صورت که آبزیان توسط مزارع سطح اول، به کارخانه‌های سطح دوم ارسال می‌شود. کارخانه‌های فرآوری سطح دوم، آبزیان را فرآوری نموده و به سطح سوم یعنی مشتریان ارسال می‌کنند. در سطح دوم، کارخانه فرآوری در نظر گرفته شد و در سطح سوم، مشتریان هستند.

مسأله شامل یک شبکه چند محصولی و تک دوره‌ای می‌باشد. این شبکه از سه سطح مزارع پرورش آبزیان، کارخانه‌های فرآوری و مشتریان تشکیل می‌گردد. مفروضات مساله عبارتند از:

- تعداد مزارع و کارخانه‌ها و نیز مکان آنها که از پیش مشخص است؛
- کارخانه‌ها قادر به پرورش آبزیان نیستند؛
- تقاضای مشتریان قطعی است؛
- مشتریان می‌توانند از بیش از یک کارخانه، احتیاجات خود را تأمین کنند.

در مساله، هدف اصلی، طراحی یک شبکه زنجیره تأمین فرآوری آبزیان به منظور کمینه‌سازی هزینه‌های کل تولید و زیست‌محیطی و نیز بیشینه‌سازی ظرفیت کل تولید است.

شبکه زنجیره تأمین پژوهش را می‌توان به صورت شکل (۱) طراحی نمود.



شکل ۱. شبکه زنجیره تأمین پژوهش

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به تعاریف فوق، این مدل با به حداقل رساند هزینه کل سیستم و هزینه انتشار گاز دی اکسید کربن در کل زنجیره تأمین را بهینه می‌کند. عطف شبکه فوق، مجموعه‌ها در مدل ریاضی به صورت جدول (۲) تعریف می‌شوند.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

جدول ۲. مجموعه‌ها

نماد	تعریف
M	مجموعه مزارع از ۱ تا m
F	مجموعه کارخانه‌های فرآوری از ۱ تا f
C	مجموعه مشتریان از ۱ تا k
P	مجموعه آبزیان مزارع از۱ تا p
q	مجموعه کالاهای فرآوری شده از ۱ تا q

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در جدول (۳)، پارامترهای مدل ریاضی آورده شده است.

جدول ۳. پارامترهای مدل

پارامتر	تعریف
De_{ij}	فاصله مزرعه iام تا کارخانه jام
Dep_{jk}	فاصله کارخانه jام تا مشتری kام
D_{kq}	میزان تقاضا مشتری kام از کالای gام
Cap_{ip}	ظرفیت تأمین مزرعه iام از آبزی pام
V_{jq}	ظرفیت کارخانه jام از کالای qام
n_i	هزینه ثابت سفارش از مزرعه iام
o_j	هزینه ثابت سفارش از کارخانه jام
C_{ijp}	هزینه حمل هر واحد (کیلو) آبزی pام از مزرعه iام به کارخانه jام
Cp_{jkq}	هزینه حمل هر واحد (کیلو) کالاهای qام از کارخانه jام به مشتری kام
α	فاکتور انتشار CO_2 به ازاء هر کیلوگرم حمل کالا در هر کیلومتر

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در جدول (۴)، متغیرهای موجود در مدل ریاضی، نشان داده شده است.

جدول ۴. متغیرهای تصمیم مدل ریاضی

متغیر	تعریف
X_{ijp}	مقدار (کیلوگرم) آبزی نوع pام حمل شده از مزرعه iام به کارخانهjام
Y_{jkq}	مقدار (کیلوگرم) کالای فرآوری شده نوع qام از کارخانهjام به مشتری kام
h_i	اگر مزرعه i انتخاب شود
	اگر مزرعه i انتخاب نشود
g_j	اگر کارخانه j انتخاب شود
	اگر کارخانه j انتخاب نشود

مأخذ: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

مدل ریاضی مساله فوق، به صورت زیر می‌باشد.

توابع هدف:

$$\text{Min } Z_1 = \sum_i \sum_j \sum_p c_{ijp}\, de_{ij} x_{ijp} + \sum_i \sum_k \sum_q c_{jkq}\, d_{jk}\, y_{jkq} + \sum_i n_i\, h_i + \sum_j o_j\, g_j \quad (۱)$$

$$\text{Min}_{Z_2} = \alpha \times \left(\sum_i \sum_j \sum_p de_{ij}\, x_{ijp} + \sum_j \sum_k \sum_q d_{jk}\, y_{jkq}\right) \quad (۲)$$

$$\text{Max } z_3 = \sum_i \sum_j \sum_p \frac{x_{ijp}}{cap_{ip}} + \sum_j \sum_k \sum_q \frac{y_{jkq}}{V_{jq}} \quad (۳)$$

محدودیت‌ها:

S.t.

$$\sum_j \sum_p x_{ijp} \leq h_i \sum_p cap_{ip} \qquad \forall\, i \quad (۴)$$

$$\sum_k \sum_q y_{jkq} \leq g_j \sum_q V_{jq} \qquad \forall\, j \quad (۵)$$

$$\sum_i x_{ijp} \geq \sum_k y_{jkq} \qquad \forall\, j.q \quad (۶)$$

$$\sum_j y_{jkq} = D_{kq} \qquad \forall\, k.q \quad (۷)$$

$$h_i \,.\, g_j \in \{0.1\} \qquad \forall\, i.j \quad (۸)$$

$$x_{ijp} \,.\, y_{jkq} \geq 0 \qquad \forall\, i.j.p.q \quad (۹)$$

تابع هدف اول (z_1)، هزینه کل تولید را به حداقل می‌رساند، که عبارت از هزینه‌های خرید و هزینه حمل و نقل فرآوری آبزیانی است که از مزارع به کارخانه فرستاده می‌شوند. تابع هدف دوم (z_2)، که همان تابع هدف زیستی است، شامل کمینه‌سازی کل میزان کربن‌دی‌اکسید منتشر شده در اثر حمل و نقل آبزی بین سطوح مختلف شبکه می‌باشد. آخرین تابع هد (z_3)، مجموع امکانات کل زنجیره را به حداکثر می‌رساند، که به ترتیب، استفاده از ظرفیت مزارع و کارخانه را در نظر می‌گیرند. محدودیت‌های (۴) و (۵)، به ترتیب، محدودیت‌های ظرفیت‌های مزارع و کارخانه را برآورده می‌کند. محدودیت‌های (۶)، بیان می‌کند که میزان آبزیان ورودی به هر کارخانه بزرگتر، مساوی میزان فرآوری آبزیان خروجی آن است. محدودیت (۷)، تقاضای مشتری برای هر محصول را برآورده می‌کند. در نهایت، محدودیت (۸)، متغیرهای دوتایی و متغیرهای غیرقابل منفی را تعریف می‌کنند.

در این تحقیق، از یک روش معیار جامع برای حل مدل ریاضی استفاده گردید که در نرم افزار گمز مدل نوشته و با حل کننده‌های سیپلکس[1] و لیندو[2]، حل گردید.

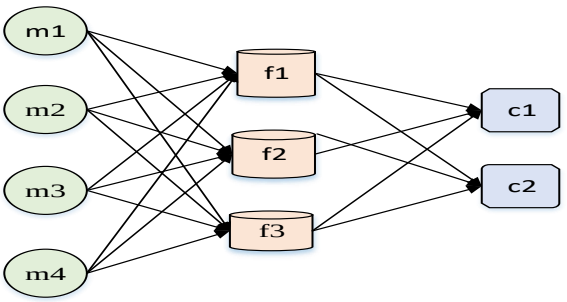
1. CPLEX
2. LINDO

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

۴. یافته‌ها

به منظور دستیابی به اهداف سه‌گانه پژوهش و برآورده کردن محدودیت‌های مساله، مدل سه هدفه مقید طراحی می‌شود. اهداف مورد انتظار، عبارتند از: کمینه‌سازی هزینه‌ها و انتشار گاز دی-اکسیدکربن و بیشنه‌سازی ظرفیت واحدها. همچنین، محدودیت‌های موجود مربوط به ظرفیت‌های مزارع و کارخانه، میزان آبزیان ورودی به هر کارخانه بزرگتر و تقاضای مشتری برای هر محصول است. ابتدا شبکه پژوهش مانند شکل (۲) ترسیم گردید.



شکل ۲. شبکه زنجیره تأمین سبز آبزیان در این پژوهش

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در این پژوهش، شبکه طراحی شده جهت برنامه‌ریزی سه سطح برای چهار مزرعه، سه کارخانه و دو مشتری انجام گرفته است. در سطح اول مدل، مزارع پرورش آبزیان وجود دارد. با مراجعه به هر مزرعه و از طریق مصاحبه با صاحبان مزارع، پارامتر ظرفیت تأمین مزارع (کیلوگرم) استخراج شده است و در قالب جدول (۵) ارائه می‌شود.

جدول ۵. پارامتر ظرفیت تأمین مزارع (کیلوگرم)

ظرفیت تأمین	محصول / مزرعه
۱۱۰۰۰۰	m_1
۹۵۰۰۰	m_2
۱۲۰۰۰۰	m_3
۷۰۰۰۰	m_4

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در سطح دوم مدل، کارخانه‌های فرآوری آبزیان وجود دارد. داده‌های مربوط به ظرفیت تولید محصولات فرآوری شدهٔ هرکارخانه از طریق مصاحبه با صاحبان این صنایع، استخراج شده است. در جدول (۶)، داده‌های میزان ظرفیت تولید محصول فرآوری شده هر کارخانه، مشاهده می‌شود.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

جدول ۶. میزان ظرفیت تولید محصول فرآوری شده هر کارخانه بر حسب کیلوگرم

محصول / کارخانه	ظرفیت تأمین		
	q_1	q_2	q_3
f_1	۲۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۲۲۰۰۰
f_2	۱۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	۲۶۰۰۰
f_3	۲۰۰۰۰	۴۵۰۰۰	۴۰۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در سطح سوم، شبکه مشتری‌ها وجود دارند. در این تحقیق، داده‌های مربوط به میزان تقاضا، از طریق نظرخواهی از خبرگان واحدهای فرآوری، استخراج شده است. بدین صورت، ابتدا با مراجعه به صاحب‌نظران واحدهای فروش کارخانه‌ها، مقدار تقاضای هر محصول اخذ و در قالب جدول (۷)، ارائه شد.

جدول ۷. میزان تقاضای هر مشتری از محصولات فرآوری شده(کیلوگرم)

محصول / مشتری	میزان تقاضا		
	q_1	q_2	q_3
C_1	۲۵۰۰۰	۹۰۰۰۰	۴۰۰۰۰
C_2	۲۰۰۰۰	۵۵۰۰۰	۳۷۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در راستای برآورده کردن توابع هدف، می‌باید مسافت پیموده شده توسط خودرو که انواع محصولات را حمل می‌کنند، برآورد شود. بدین منظور، از گوگل مپ[1] برای مشخص‌کردن فاصله بین گره‌های شبکه استفاده شد. مسافت‌های بین گره‌های شبکه در جدول‌های (۸) و (۹) ارائه شده است.

جدول ۸. مسافت بین مزارع و کارخانه‌ها بر حسب کیلومتر

	f_1	f_2	f_3
m_1	۳۱	۱۸	۳۲
m_2	۴۲	۲۰	۴۴
m_3	۸۶	۷۳	۸۸
m_4	۶۵	۴۸	۶۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

1. Google Map

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

جدول ۹. مسافت بین کارخانه‌ها و مشتریان بر حسب کیلومتر

مشتری / کارخانه	C_1	C_2
f_1	۲۹۷	۶۲۲
f_2	۲۵۶	۶۱۵
f_3	۲۹۹	۶۲۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

تابع هدف اول، کل هزینه‌ها را کمینه می‌کند و هزینه‌ها، عبارتند از: هزینه‌های خرید از مزرعه و کارخانه، هزینه‌های حمل و نقل آبزیان از مزارع به کارخانه و از کارخانه به مشتری. براساس نظرخواهی از خبرگان، هزینه‌های ثابت، تعیین و در قالب جدول‌های (۱۰) و (۱۱) آورده شده است.

جدول ۱۰. هزینه ثابت خرید از هر مزرعه(تومان)

مزرعه	هزینه
m_1	۳۰۰۰۰۰
m_2	۱۰۰۰۰۰
m_3	۵۰۰۰۰۰
m_4	۱۰۰۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۱۱. هزینه ثابت خرید از هر کارخانه(تومان)

کارخانه	هزینه
f_1	۵۰۰۰۰۰
f_2	۴۰۰۰۰۰
f_3	۳۵۰۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

هزینه‌های حمل و نقل، شامل هزینهٔ حمل و نقل، از مزرعه به کارخانه و از کارخانه، به مشتری است. نظر خبرگان درخصوص این هزینه‌ها در جدول‌های (۱۲) و (۱۳) ارائه شده است.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

جدول ۱۲. هزینه حمل و نقل از مزرعه به کارخانه (تومان به ازاء هر کیلو)

کارخانه / مزرعه	f_1	f_2	f_3
m_1	۵۰	۶۰	۶۰
m_2	۶۰	۶۰	۵۰
m_3	۵۰	۷۰	۶۰
m_4	۶۰	۵۰	۶۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۳. هزینه حمل و نقل از کارخانه به مشتری (تومان به ازاء هر کیلو)

کارخانه / مزرعه	C_1	C_2
f_1	۴۰۰	۸۰۰
f_2	۳۵۰	۷۵۰
f_3	۳۵۰	۸۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

برای حل مدل سه هدفه مقید، از روش معیار جامع استفاده می‌شود. بدین منظور، ابتدا مدل ریاضی مسأله به‌ازای هر یک از اهداف سه‌گانه، به‌صورت جداگانه در نرم افزار گمز اجرا و بعد از به‌دست آمدن مقدار تابع هدف سه مدل برنامه‌ریزی تک هدفه و سه هدفه، با استفاده از روش معیار جامع به ازای p از ۱، ۲ و ۳ اجرا می‌شود. جدول (۱۴)، مقادیر متغیرهای تصمیم و توابع هدف را نشان می‌دهد.

جدول ۱۴. مقادیر متغیرهای تصمیم و توابع هدف به ازاء حل‌های مختلف

متغیر	مقدار (به هزار تن)			مقدار (به هزار تن) به ازاء مدل جامع با P		
	اول	دوم	سوم	۱	۲	۳
x_{111}	۷۰	۰	۰	۶۷	۰	۰
x_{121}	۰	۰	۶۰	۰	۶۰	۶۰
x_{131}	۰	۷۰	۱۰	۳	۱۰	۱۰
x_{141}	۱	۰	۰	۴	۰	۰
x_{211}	۹۱	۹۱	۰	۹۱	۰	۰
x_{221}	۳	۴	۹۵	۰	۹۵	۹۵
x_{231}	۰	۳۲	۵۵	۰	۵۵	۵۵
x_{241}	۰	۰	۲۵	۰	۲۵	۲۵
x_{311}	۳۲	۰	۰	۳۲	۰	۰
x_{321}	۰	۷۰	۷	۰	۷۰	۷۰
x_{331}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
x_{341}	۷۰	۰	۰	۷۰	۰	۰
y_{111}	۲۵	۲۵	۰	۱۰	۰	۰
y_{121}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
y_{131}	۲۵	۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

متغیر	مقدار (به هزار تن)			مقدار (به هزار تن) به ازاء مدل جامع با P		
	اول	دوم	سوم	۱	۲	۳
y_{211}	۰	۰	۲۵	۰	۲۵	۲۵
y_{221}	۰	۵۱	۴۰	۰	۴۰	۴۰
y_{231}	۰	۴۰	۰	۰	۰	۰
y_{311}	۰	۰	۰	۱۵	۰	۵
y_{321}	۹۰	۵۱	۵	۹۰	۵۰	۰
x_{111}	۱۵	۰	۰	۰	۰	۰
x_{121}	۲	۲۰	۰	۰	۰	۰
x_{131}	۱	۲	۰	۲۱	۰	۳/۷
X_{141}	۰	۳۷	۳۷	۰	۳۷	۲
X_{211}	۰	۰	۲۰	۲۰	۲۰	۰
X_{221}	۵۴	۰	۰	۵۵	۰	۰
X_{231}	۳۷	۰	۰	۱۶	۰	۰
X_{241}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
X_{311}	۰	۳/۵	۵/۵	۰	۵/۵	۵/۵
X_{321}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
Z_1	$۱/۴۷۹۰۱\times ۱۰^{۹}$					
Z_2	$۳/۳۷۹۱۵۲\times ۱۰^{۷}$					
Z_3	۱۳/۶۳۳					
Z_{LP}	–			۰/۰۹	۰/۰۰۰۱	۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌گونه که در جدول فوق مشخص است، برای اینکه توابع اهداف، به تنهایی و یا به طور جامع تأمین شوند، می‌توان از راهکارهای عملیاتی متناسب (مقدار متغیرهای تصمیم) که در ستون‌های هر هدف وجود دارند، استفاده نمود. همچنین، پس از حل مدل جامع به ازای P برابر ۱، نتایج حاصل، بیانگر میزان انحراف به میزان ۰/۰۹ جواب‌های توابع هدف از ایده‌آل بود که با اجرای مدل به‌ازای مقادیر $p \geq ۲$، میزان انحراف برابر صفر، و جواب مطلوب حاصل شد.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

در یک دهۀ گذشته، طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز به دلیل افزایش رقابت در بازارهای جهانی، دستیابی به موفقیت سبز که مستلزم تعهد و همکاری همزمان تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان در قالب شبکه است، اهمیت بالایی پیدا نموده است. یکی از زمینه‌های قابل تعمیم این دانش، صنایع فرآوری آبزیان به عنوان یکی از مهمترین صنایع غذایی است که توجه کمتری به بهینه‌سازی زنجیره تأمین آن در جهت تأمین منافع زیست‌محیطی شده است در دهه‌های اخیر تقاضا برای غذا بیشتر از ظرفیت تأمین منابع برای بازسازی شده است. از این رو، زنجیره تأمین مواد غذایی سابق، دیگر نمی‌تواند به طور مؤثر به تقاضا رسیدگی نماید. افزایش جمعیّت کرۀ زمین، جهانی‌سازی، گرم شدن زمین، خشکسالی و بحران آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر، به تخریب منابع طبیعی مورد نیاز برای دامداری و کاهش ذخایر دریایی در ایران، نظیر دیگر کشورهای خاورمیانه منجر شده است.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

گسترش مزارع آبزی‌پروری، نه تنها به توسعه غذاهای پایدار کشور کمک کرده بلکه در حفظ گونه‌های درخطر به هر دلیلی، بسیار مؤثر بوده، و صنعت پرورش آبزی در دهه‌های اخیر، رشد چشمگیری داشته است. با عطف به موارد فوق، طراحی شبکه زنجیره تأمین سبز فرآوری آبزیان، حیاتی به نظر می‌رسد.

در این مقاله، تلاش بر این بوده تا یک زنجیره تأمین با ویژگی‌های مناسب و روش حل مطلوب در زمینه آبزیان، طراحی شود. در این راستا، ابتدا مطالعه جامعی در ادبیات مدیریت زنجیره تأمین، انواع شبکه‌ها و روش‌های حل مدل‌های چند هدفه مقید انجام شد. در این پژوهش، شبکه طراحی شده مدیریت سبز آبزیان جهت دستیابی به اهداف کمینه‌سازی هزینه‌ها و انتشار گاز دی اکسیدکربن و بیشینه‌سازی ظرفیت واحدها در سه سطح برای چهار مزرعه، سه کارخانه، دو مشتری انجام گرفت و بعد از ترسیم شبکه مسأله و تبیین مدل ریاضی، حل آن با روش معیار جامع با مقادیر p برابر با ۱، ۲ و ۳ انجام شد.

مقدار تابع هدف با p برابر ۱ معادل ۰/۰۹ محاسبه، و با افزایش مقدار p، مشخص گردید که فاصله مقادیر توابع هدف از جواب ایده‌آل وجود ندارد که با نتایج مطالعات محب علیزاده گشتی و همکاران (۲۰۲۰) و نورجانی و همکاران (۲۰۱۷) همخوانی دارد. در ادامه، مقدار متغیرهای تصمیم و دودویی محاسبه شد. به طور مثال، مزرعه سوم، ظرفیت تأمین ۹۵ تن آبزی برای کارخانه سوم را دارد که بیشترین ظرفیت ممکن در بین مزارع است. کارخانه اول دارای بیشترین ظرفیت دریافت آبزی از سه مزرعه اول، سوم و چهارم است. همچنین با مقدار گرفتن متغیرهای دودویی، همه مزارع و کارخانه‌ها می‌توانند فعالیت تولیدی و فرآوری را انجام دهند.

عطف به نتایج، پیشنهاد می‌گردد که شبکه طراحی شده در این پژوهش و مدل ریاضی تبیین شده، در صنایع دیگر مثل صنعت گوشت و یا میوه استفاده شود تا ظرفیت تولید بیشینه و هزینه تولید و انتشار کربن در آن صنایع نیز کمینه گردد.

در این پژوهش، طراحی شبکه تأمین آبزیان در سه سطح انجام پذیرفته است. شبکه طراحی شده جهت برنامه‌ریزی سه سطح برای چهار مزرعه، سه کارخانه، دو مشتری انجام گرفته است. در سطح اول، مزارع پرورش آبزیان، در سطح دوم، مدل کارخانه‌های فرآوری آبزیان و در سطح سوم، شبکه مشتری‌ها وجود دارند. البته ممکن بود که سطوح دیگر زنجیره تأمین آبزیان یعنی خرده فروشان نیز در طراحی شبکه در نظر گرفته شود. در زنجیره تأمین موجود صنعت آبزی‌پروری، بعد زیست‌محیطی کمتر توجه می‌شود. لازم به ذکر است این یافته در مطالعه‌های پیشین برای صنایع غذایی دیگر نیز مورد تأکید قرار گرفت. به طور مثال، در مطالعهٔ محب‌علیزاده گشتی و همکاران (۲۰۲۰)، نگرانی‌های زیست‌محیطی در طراحی و پیکربندی شبکه زنجیره تأمین گوشت در کشورکانادا در نظر گرفته شد و نتایج مطالعه، نشان داد که در زنجیره تأمین گوشت، می‌توان انتشار گازهای گلخانه‌ای را تا حد معقولی پایین نگه‌داشت، بدون آنکه هزینه‌کل زیادی ایجاد گردد. از این منظر، یافته‌ها با نتیجه مطالعه حاضر همخوان است. لازم به ذکر است در مطالعه حاضر، هزینه حمل و نقل و میزان انتشار دی اکسید

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

کربن به ازاء هر کیلومتر، در نظر گرفته شد که می‌تواند مدل‌سازی و نتایج حل آن را تا حد زیادی به واقعیت نزدیک نماید. در صورتی‌که به این مورد، در مطالعات پیشین کمتر توجه شده بود.

در مطالعهٔ آکرمان[1] و همکاران (۲۰۱۷)، که با هدف طراحی زنجیره تأمین سبز مواد غذایی در حوزه کشاورزی (با تأکید بر تولید آب پرتغال) انجام گرفت، این نتیجه حاصل شد که با تأکید بر فعالیت‌های زیست‌محیطی، می‌توان پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی را برای مدت طولانی تضمین کرد. به عبارتی، با کاهش میزان انتشار دی اکسیدکربن که در طول زنجیره اتفاق افتاد، عملکرد زیست‌محیطی بهبود یافته، و البته این نتیجه، به همراه تأمین میزان تقاضای واحدهای مختلف در طول زنجیره تأمین اتفاق افتاده است. مطالعه حاضر نیز بر این یافته تأکید دارد. در به‌کارگیری از مدل این پژوهش، می‌توان ضمن کمینه نمودن هزینه‌های کل در شبکه آبزی‌پروری و بیشنه‌سازی ظرفیت استفاده از اجزای کل زنجیره، تخریب زیست‌محیطی را به کمینه‌ترین سطح رساند.

بنابراین پیشنهاد می‌گردد، از این مدل استفاده گردد. یکی از عوامل مؤثر بر تولید و انتشار کربن، تعداد سفرهای خودرو می‌باشد. به عبارتی، هرچه تعداد سفر (دفعات حمل بار)، کمتر باشد، میزان انتشار هم کاهش پیدا خواهد کرد. به مدیران پیشنهاد می‌شود تا از وسیله حمل و نقل با ظرفیت بالاتر استفاده گردد. سرویس به موقع خودروی حمل کالا نیز می‌تواند در انتشار کربن مؤثر باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود که خودرو، به صورت دوره‌ای تعمیر گردد. در زنجیره مورد مطالعه، غالب خودروها فرسوده و بدون تکنولوژی کاهش مصرف سوخت بودند. توصیه می‌شود، خودروهای قدیمی حمل کالا با خودروهای مدرن و با تکنولوژی بالا عوض، و همچنین از خودروهای حمل کالا با مصرف سوخت گاز استفاده گردد.

در این پژوهش، قطعیت برای پارامترها در نظر گرفته شده است. در مطالعه آکرمان و همکاران (۲۰۱۷)، پارامترهای میزان تقاضا و قیمت خرید ثابت در نظر گرفت شد؛ درصورتی‌که محیط پیرامون بسیار پویا است و این تلاطم، می‌تواند بر عدم قطعیت پارمترهای مدل بیفزاید. لذا، پیشنهاد می‌شود که در دیگر تحقیقات، مدل پژوهش با فرض عدم قطعیت در پارامترها حل گردد.

در این مطالعه، برای اهداف سه گانه، وزن یکسان در نظر گرفته شده است. توصیه می‌شود که در مطالعات دیگر، محققان ابتدا وزن توابع هدف را با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه محاسبه نمایند و سپس، با لحاظ نمودن میزان اهمیت اهداف، مدل ریاضی حل گردد.

در این پژوهش، در سطح اول، تنها یک آبزی در نظر گرفته شده است. پیشنهاد می‌شود که دیگر گونه‌های آبزیان از قبیل ماهی نیز در نظر گرفته شوند.

در این مطالعه، فرض بر این است که هزینه حمل و نقل بین گره‌ها فقط به مسافت بستگی دارد. توجه به این نکته مهم است که هزینه حمل و نقل بین دو نقطه، می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلف دیگر باشد. لذا توصیه می‌گردد که در تحقیقات دیگر، بر این عوامل توجه شود. پیشنهاد می‌گردد، در تحقیقات دیگر، بحث چند دوره‌ای بودن نیز مورد توجه قرار گیرد.

1. Ackerman et al (2017)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

پارامترهای مدل پژوهش، براساس مصاحبه با خبرگان تعیین شدند که ممکن است با سوگیری همراه بوده باشد. در تابع هدف اول این پژوهش، قیمت خرید کارخانه‌ها از مزارع ثابت فرض شده است. خبرگان در این مطالعه، آن را برای همه مزارع یکسان می‌دانستند، درصورتی که قیمت خرید، می‌تواند ابزار رقابتی در فروش باشد؛ که ممکن است، محدودیت دیگر تحقیق به‌حساب آید.

فرآوری آبزیان به دلیل مزیت تمرکز پرورش، تکثیر، عمل‌آوری، فرآوری و خدماتی با تولیدات متنوع آبزیان، سرمایه هنگفت بخش خصوصی، مناسب بودن بازار فروش در سطح کشور و دیگر نقاط جهان، اشتغال بالا و پایدار با حمایت شرکت شهرک‌های صنعتی و مشارکت دانشگاه خلیج فارس، موتور محرکه اقتصادی ملی و منطقه‌ای است. طراحی زنجیره تأمین متناسب با این بخش، می‌تواند کمک شایانی جهت توسعه و پیشرفت این صنعت استراتژیک باشد. بنابراین، این پژوهش از نظر طراحی و کاربست شبکه مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت آبزی‌پروری، دارای نوآوری است. همچنین، توجه همزمان بر اهداف سه‌گانه از نوآوری دیگر این مطالعه است.

هدف دیگر این مقاله، در نظر گرفتن اهداف اقتصادی و زیست محیطی در مدل پیشنهادی است. سه هدف مهم در این مقاله به طور همزمان بررسی شده است.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

References

Ackerman, M., Pantel, C.A., Lasserre, & Aguilar, A.A. (2017). "A Green Supply Chain Network Design Framework for the Processed Food Industry: Application to the Orange Juice Agrofood Cluster". Computers & Industrial Engineering, 109: 369-389.

Akhimien, N.G., Latif, E., & Hou, S.S. (2020). "Application of Circular Economy Principles in Buildings: A Systematic Review". Journal of Building Engineering, 38: 41-54.

Arponen, J., Granskog, A., Pantsar-Kallio, M., Stuchtey, M. Tormanen, A., & Vanthournout, H. (2015). *The Opportunities of a Circular Economy for Finland.* Sitra, 1796-7104.

Barros, M.V., Salvador, R., Francisco, G., Carlos, A., & Piekarski, C. (2021). "Circular Economy as a Driver to Sustainable Businesses". Cleaner Environmental Systems, 2: 1-11.

Bjørnbet, M.M., Skaar, C., Fet, A.M., & Schulte, K. (2021). "Circular Economy in Manufacturing Companies: A Review of Case Study Literature". Journal of Cleaner Production, 294: 268-280.

Bocken, N.M.P., Tunn, V.S.C., Van Den Hende, E.A., & Schoormans, J. P. L. (2019). "Business Models for Sustainable Consumption in the Circular Economy: An Expert Study". Journal of Cleaner Production, 212: 324-333.

Booker, J.M., & Ross, T.J. (2011). "An Evolution of Uncertainty Assessment And Quantification". Scientia Iranica, 18(3): 669-676.

Boulding, K.E. (1966). "The Economics of the Coming Spaceship Earth". Environmental Quality in a Growing Economy,1 :3-14.

Demartini, M., Pinna, C., Aliakbarian, B., Tonelli, F., & Terzi, S. (2015). "Soft Drink Supply Chain Sustainability: A Case Based Approach to Identify and Explain Best Practices and Key Performance Indicators". Sustainability, **10**(10): 35-40.

Ellen, M.F. (2013). "Towards the Circular Economy. Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition". Retrieved from https://www.ellen macarthur foundation.org.

Enes, Ü., & Jing, S. (2018). "A Taxonomy of Circular Economy Implementation Strategies for Manufacturing Firms: Analysis of 391 Cradle-to-Cradle Products". Journal of Cleaner Production, 212: 754-765.

Erkman, S. (1997). "Industrial Ecology: An Historical View". Journal of Cleaner Production, 5: 1-10.

Farhani, H. & Irhi, H. (2014). Advanced Research Methods in the Humanities. Isfahan: Academic Jihad Publications (In Farsi).

Fathi, M. Nasrallahi, M., & Zamanian, A. (2017). "Mathematical Modeling of Sustainable Supply Chain Network in the State of Uncertainty and its Solution Using Meta-heuristic Algorithms". Scientific Research Journal of Industrial Management, 11(4): 621-652 (In Farsi).

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

Feng, J., & Gong, Z. (2020). "Integrated Linguistic Entropy Weight Method and Multi Objective Programming Model for Supplier Selection and Order Allocation in a Circular Economy: A Case Study". Journal of Cleaner Production, 277: 597-609.

Fresner, J. (1998). "Cleaner Production as a Means for Effective Environmental Management". Journal of Cleaner Production, 6: 171-179.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). "The Circular Economy: A New Sustainability Paradigm?". Journal of Cleaner Production, 143: 757-768.

Grafstrom, J., & Aasma, S. (2021). "Breaking Circular Economy Barriers". Journal of Cleaner Production, 292: 2-18.

Guillén-Gosálbez, G., & Grossmann, I. (2010). "A Global Optimization Strategy for the Environmentally Conscious Design of Chemical Supply Chains Under Uncertainty in the Damage Assessment Model". Computers & Chemical Engineering. 34: 42-58.

Gurbanpour, A. Poya, A., Nazimi, S., & Naji Azimi, Z. (2015). The Interactive Model of Green Supply Chain Management Measures of Iranian Oil Industries and its Application in Grouping to Analyze Their Green Performance. Phd thesis, Ferdowsi University of Mashhad (In Farsi).

Handfield, R.B., & Nichols Jr., E.L. (1999). *Introduction to Supply Chain Management*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Handfield, R.B., & Nichols Jr., E.L. (1999). *Introduction to Supply Chain Management*. Prentice Hall, Upper Saddler River, New Jersey.

Hugos, M. (2011). *Essentials of Supply Chain Management* (p. 332), Third Edition. Publisher: John Wiley & Sons.

Kazancoglu, Y., Ipek, K., & Muhittin, S. (2018). "A New Holistic Conceptual Framework for Green Supply Chain Management Performance Assessment Based on Circular Economy". Journal of Cleaner Production,195: 1282-1299.

Keulen, M., & Kirchherr, J. (2021). "The Implementation of the Circular Economy: Barriers and Enablers in the Coffee Value Chain". Journal of Cleaner Production, 38: 33-46.

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). "Conceptualizing the Circular Economy: An Analysis of 114 Definitions". Resources, Conservation and Recycling, 127: 221-232.

La Londe, & Bernard J. (1997), "Supply Chain Management: Myth or Reality?". Supply Chain Management Review. Spring. 1: 6-7.

Lieder, M., Asif, F.M.A., Rashid, A., Mihelič, A., & Kotnik, S. (2017). "Towards Circular Economy Implementation in Manufacturing Systems Using a Multi-method Simulation Approach to Link Design and Business Strategy". The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 93: 1953-1970.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

Liu, Y., Ma, L, Liu, Y., (2021). "A Novel Robust Fuzzy Mean-UPM Model for Green Closed-Loop Supply Chain Network Design under Distribution Ambiguity". Applied Mathematical Modelling, 92, 99-135.

McDonough, W., & Braungart, M. (2002)."Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things". Chem. Eng. News, 193.

McDonough, W., & Braungart, M. (2013). *The Upcycle: Beyond Sustainability-Designing for Abundance* (p. 227), North Point Press.

Merli, R., Preziosi, M., & Acampora, A. (2017)."How do Scholars Approach the Circular Economy? A Systematic Literature Review". Journal of Cleaner Production, 178: 703-722.

Mohajeri, A., & Fallah, M. (2013). "A Cost Minimization Model for Carbon Reduction from Different Transportation Modes". Journal of Operations Research in its Applications, 3(46): 3-18 (in Farsi).

Mohammadi, A., Alam Tabriz, A., & Pashwai, M. (2016). "Designing a Closed-loop Green Supply Chain Network with Financial Decisions under Uncertainty". Scientific Research Journal of Industrial Management, 10(1): 61-84 (in Farsi).

Mohammadi, A., Alemtabriz, A., Pishvaee, M., & Zandeieh, M. (2020). "A multi-stage stochastic programming model for sustainable closed-loop supply chain network design with financial decisions: A case study of plastic production and recycling supply chain". Sciencetin Iranac, 27(1), 377-395.

Moreno, J., Ormaz, M., Alvarez, M.J., & Jac, C. (2021). "Advancing Circular Economy Performance Indicators and Their Application in Spanish Companies". Journal of Cleaner Production, 279: 605-617.

Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2015)."The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context". Journal of Business Ethics,140: 369-380.

Nickel, S., & Saldanha da Gama, F., (2006). "Dynamic Multi-commodity Capacitated Facility Location: A Mathematical Modeling Framework for Strategic Supply Chain Planning". Computers & Operations Research, 33 (1), 181-208.

Oliver, R. K., & Webber, M. D. (1982). *Supply-chain Management: Logistics Catches up with Strategy*. In: M. Christopher, ed. (1992), Logistics: The *Strategic Issues* (pp. 63-75), London: Chapman & Hall.

Pearce, D.W., & Turner, R.K. (1990*). Economics of Natural Resources and the Environment*. JHU Press, Baltimore.

Rivera-Torres, P., Garcés-Ayerbe, C., Suárez-Perales, I., & Leyva-de la Hiz, D. I. (2020). "Is it Possible to Change from a Linear to a Circular Economy? An Overview of Opportunities and Barriers for European Small and Medium-Sized Enterprise Companies". International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(5): 851.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

Salmenperä, H., Pitkänen, K., Kautto, P., & Saikku, L. (2020). "Critical Factors for Enhancing the Circular Economy in Waste Management". Journal of Cleaner Production, 280: 339-353.

Sarkis, J., Zhu, Q., & Lai, K.H. (2011). "An Organizational Theoretic Review of Green Supply Chain Management Literature". International Journal of Production Economics, 130(1). PP: 1-15.

Seuring, S., & Müller, M. (2008). "From a Literature Review to a Conceptual Framework for Sustainable Supply Chain Management". J. Clean. Prod., **16**(15): 1699-1710.

Singh, P., & Giacosa, E. (2020). "Cognitive Biases of Consumers as Barriers in Transition Towards Circular Economy". Management Decision. **57**(4): 921-936.

Smol, M., Kulczycka, J., Henclik, A., Gorazda, K., & Wzorek, Z. (2015). "The Possible Use of Sewage Sludge Ash (SSA) in the Construction Industry as a Way Towards a Circular Economy". Journal of Cleaner Production, 95: 45-54.

Srivastava, S.K. (2007). "Green Supply-chain Management: A State-of-the-Art Literature Review". Int. J. Manag. Rev., **9**(1): 53-80.

Tseng, M.L., & Chiu, A., (2013). "Evaluating Firm's Green Supply Chain Management in Linguistic Preferences". Journal of Cleaner Production, 40.

Yavari, M. & Zaker, H. (2020). "Designing a Resilient-Green Closed Loop Supply Chain Network for Perishable Products by Considering Disruption in Both Supply Chain and Power Networks". Computers & Chemical Engineering, 134, 106680.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

Quarterly Journal of The Economic Research (Sustainable Growth and Development)
Original Research Article/ Vol.23, No.1, Spring 2023, P: 197-219

Optimization of Multi-Level Green Supply Chain Network - Multi-Product Aquatic Processing

Zahra Avazpur[1]
Ahmad Ghorbanpur[2]
Reza Jalali[3]
Hojat Parsa[4]

Received: 21-06-2022 Accepted: 19-03-2022

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]

Aim and Introduction

In the last decade, the design of the green supply chain network has become very important due to the increase in competition in global markets to achieve success, which requires the simultaneous commitment and cooperation of suppliers, manufacturers and distributors in the form of a network. One of the generalizable fields of the green supply chain network is the aquatic processing industry as one of the most important food industries that has paid less attention to optimize its supply chain in order to provide environmental benefits. In recent decades, the demand for food has increased more than the capacity to provide resources for it. Hence, the traditional food supply chain can no longer effectively manage demand. The increase in world population, globalization, global warming, drought and groundwater crisis in recent years have led to the loss of natural resources needed for animal husbandry and the reduction of marine reserves in Iran as well as in other Middle Eastern countries. The expansion of aquaculture farms has not only contributed to the development of sustainable food in the country, but has also been very effective in preserving endangered species. The aquaculture industry has grown significantly in recent decades. In this industry, green supply chain network design seems to be critical for aquatic processing.

Methodology

This study is a descriptive research and applied one in terms of purpose. In this research, after examining the theoretical foundations and experimental background, the network design was proposed. The aquatic supply network was designed in three levels, for four farms, three factories, and two customers. The first level includes aquaculture farms. The second level consists of models of aquatic processing factories. The third level includes customer networks. Of course, other levels of the aquaculture supply chain, i.e. retailers, can also be considered in network design. Then the appropriate mathematical model was

1. Master of Science in Industrial Management, Persian Gulf University.
2. Assistant Professor, Department of Industrial Management, Persian Gulf University (Corresponding Author), E-mail: Ghorbanpur@pgu.ac.ir
3. Assistant Professor, Department of Industrial Management, Persian Gulf University.
4. Associate Professor, Department of Economics, Persian Gulf University.

formulated and validated with a case study. LP-metric method was used to solve this model. The GAMS software was used in this study.

Findings

In this research, the network of green aquatic management has been designed to achieve the goals of minimizing costs and carbon dioxide emissions and maximizing the capacity of units at three levels for four farms, three factories, and two customers. In this research, after drawing the network of the problem and explaining the mathematical model, it was solved using the comprehensive criterion method with p equal to 1, 2, and 3.

The value of the objective function was calculated with p equal to 0.09. By increasing the value of p, it became clear that there is no distance between the values of the objective functions and the ideal values. Then, the value of decision and binary variables was calculated. The first factory has the highest aquatic receiving capacity from the second, third and fourth farms.

Discussion and Conclusion

In order to achieve the goals with an emphasis on reducing the carbon footprint, the first factory should process the third product, the second factory should process all three types of products, and the third factory should process the second product. In this research, certainty is considered for the parameters. If the surrounding environment is very dynamic, this turbulence can increase the uncertainty of model parameters. Therefore, it is suggested to solve the research model assuming uncertainty in the parameters in other researches. In this research, the same weight has been considered for three purposes.

In this study, it is assumed that the transportation cost between nodes depends only on the distance. It is important to note that the cost of transportation between two points can be affected by various factors. Therefore, it is suggested to pay attention to these factors in other researches. Using the research model can minimize the total costs in the aquaculture network and maximize the capacity of using the components of the entire chain, bringing the environmental destruction to the lowest level. Therefore, it is suggested to use this model. One of the factors affecting the production and emission of carbon is the number of car trips. In other words, the lower the number of trips (carrying times), the lower the emissions. It is suggested managers to use a means of transportation with a higher capacity. Timely servicing of goods transport vehicles can also be effective in carbon emissions. It is recommended to periodically repair the car. In the chain under study, most of the cars were worn out and without fuel consumption reduction technology. It is suggested to replace the old vehicles carrying goods with modern and high-tech vehicles. It is recommended to use gas-fueled vehicles for transporting goods.

Keywords: Network, Optimization, Green Supply Chain, Aquatic Processing
JEL Classification: C02, C61, Q5, Q56

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-10-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1402.23.1.8.0]