دوماهنامه بررسی‌های بازرگانی
Commercial Surveys Bimonthly
سال بیستم، شماره ۱۱۲، فروردین و اردیبهشت ۱۴۰۱، ۴۴-۲۵
Vol.20, No.112, Apr-May 2022, 25-44

مقاله پژوهشی

طراحی مدل پویای عوامل مؤثر بر موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبز

دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۳ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۴

مهرداد کیانی[۱]
علی مروتی شریف‌آبادی[۲]، نویسنده مسئول
الهام مفتح‌زاده[۳] فاطمه زمزم[۴]

چکیده

افزایش پژوهش‌ها، علایق پژوهشگران و مدیران صنعتی در حوزه زنجیره تأمین و محیط زیست، بررسی سیستم‌های شبکه زنجیره تأمین سبز را ضروری کرده است. در تحقیق حاضر، ابتدا با بررسی ادبیات پژوهش و مصاحبه با خبرگان صنعت کاشی و سرامیک، عوامل مؤثر بر موفقیت زنجیره‌تأمین سبز شناسایی و با به‌کارگیری روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها به تحلیل دینامیکی مسأله پرداخته شد. به این منظور از اطلاعات موجود و مستند و نظر خبرگان در طول دوره ده ساله شبیه‌سازی استفاده شده است. پویایی‌شناسی سیستم‌ها ابزار نیرومندی برای مدل‌سازی ساختارهای پیچیده‌ای همچون شبکه‌های زنجیره تأمین است و اطلاعات مفیدی در خصوص تعامل پارامترهای اصلی سیستم ارائه می‌کند. مدل توسعه داده شده با نرم‌افزار ونسیم پیاده‌سازی شده و تأثیر سیاست‌های مختلف شبیه‌سازی و تحلیل شده است. نتایج حاکی از آن است که تقویت مهارت نیروی انسانی، نظارت بر اجرای قوانین و مقررات و تأمین‌کنندگان سبز، به‌طور مستقیم منجر به افزایش موفقیت مدیریت زنجیره تأمین خواهد شد؛ که در این بین نظارت بر اجرای قوانین و مقررات مؤثرترین عامل شناخته شده است. از طرف دیگر متغیر سفارش برای تولید سبز برای بقای زنجیره تأمین سبز بسیار حائز اهمیت است. این مدل و شبیه‌سازی همراه آن می‌تواند به‌عنوان یک سیستم پشتیبانی تصمیم کاربردی برای تصمیم‌گیرندگان و مدیران سازمان‌ها باشد تا بتوانند با توجه به شرایط محیطی یا شرکت خود بهترین تصمیمات را اتخاذ کنند.

طبقه‌بندی JEL: E23, Q56, M11, C61

مدیریت زنجیره تأمین سبز/ محیط‌زیست/ شبیه‌سازی/ پویایی‌شناسی سیستم‌ها

۱. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه یزد mehrdad.kiani@stu.yazd.ac.ir
۲. دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه یزد alimorovati@yazd.ac.ir
۳. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه یزد elhammz@stu.yazd.ac.ir
۴. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه یزد fateme.zmzm@stu.yazd.ac.ir

۱. مقدمه: طرح مسأله

آسیب‌ها و تخریب‌های زیست محیطی و تأثیرات منفی فعالیت‌های انسانی در چند دهه گذشته مورد توجه قرار گرفته است (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۱). بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، عامل ۲۴ درصد از بیماری‌ها در جهان ناشی از آلودگی محیط‌زیست می‌باشد و مرگ‌ومیر سالیانه بیش از ۱۳ میلیون نفر در جهان بر اثر ابتلا به بیمارهای ناشی از عوامل زیست‌محیطی است (رجبی‌پور میبدی و همکاران، ۱۴۰۰). توسعه پایدار از طریق فعالیت‌های سبز به‌دلیل فشار جهانی، تقاضای تجارت بنگاه به بنگاه، قانونگذاران، آگاهی مصرف‌کنندگان، سیاست‌های زیست محیطی و مسائل اجتماعی مورد توجه قرار گرفته است (دالاسگا، ۲۰۱۸). از سوی دیگر، اهمیت مفهوم زنجیره‌تأمین و عملکرد آن یکی از پارادایم‌های قرن بیست‌ویکم برای بهبود رقابت‌پذیری است که سازمان‌ها بیش از پیش به آن توجه نشان داده‌اند. پژوهشگران، زنجیره‌تأمین را شبکه‌ای از سازمان‌ها می‌داند که از طریق پیوندهای رو به بالا و رو به پایین به فعالیت‌های مختلفی مشغول شده‌اند که در قالب محصولات و خدمات برای مشتری نهایی ایجاد ارزش می‌کنند (استدلر، ۲۰۱۵). با ترکیب مسائل زیست‌محیطی در مدیریت زنجیره تأمین، مفهومی به نام مدیریت زنجیره تأمین سبز شکل می‌گیرد (تنگ و همکاران، ۲۰۱۹). مدیریت زنجیره تأمین سبز را می‌توان فرایند استفاده از ورودی‌های سازگار با محیط زیست یا مواد سبز و تبدیل این ورودی‌ها به خروجی‌های سبز دانست که می‌توانند پس از پایان چرخه عمر، آنها را بازیابی و مورد استفاده مجدد قرار داد (ویوک، ۲۰۱۹). مدیریت زنجیره تأمین سبز در قالب اجرای اقدامات گوناگون سبز از قبیل تحلیل چرخه عمر، طراحی سبز، خرید سبز، 3R (بازیافت، استفاده مجدد، ساخت مجدد)، تکنولوژی‌های زیست محیطی، لجستیک سبز، همکاری با تأمین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و مشتریان نمود یافته است (جابور، ۲۰۱۶). اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز به سازمان‌ها در جهت کسب مزیت رقابتی کمک می‌کند و باعث تسهیل همکاری با تأمین‌کنندگان می‌شود. همچنین، با کاهش خطرات و تأثیرات زیست‌محیطی، ضمن افزایش کارایی اکولوژیک، تأثیرات آن بر محیط زیست و سهم بازار را به حداقل می‌رساند (الرفایی، ۲۰۲۰). استفاده از استراتژی‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز باعث کاهش ضایعات، کاهش استفاده از منابع و کاهش مصرف انرژی که نهایتاً باعث کاهش آلودگی هوا می‌گردد. این امر منجر به افزایش راندمان و بهبود عملکرد در سازمان‌ها و شرکت‌ها می‌شود (نوروززاده و همکاران، ۱۳۹۱). تمام تولیدات و فعالیت‌های زنجیره تأمین سبز با ریسک‌های متفاوتی همراه هستند و این ریسک‌ها و منابعشان، می‌توانند موجب اختلال در همواری فعالیت‌های زنجیره تأمین سبز شوند. بنابراین، مدیریت و کاهش پیچیدگی ریسک در زنجیره تأمین سبز اهمیت بسیاری دارد (شاهبندرزاده و کبگانی، ۱۳۹۶). با عنایت به اهمیت محیط زیست و تأثیر زیانبار صنایع بر آن و با توجه به اینکه مدیریت زنجیره تأمین سبز یک رویکرد برای بهبود عملکرد فرایند و محصولات با توجه به الزامات زیست محیطی است، شناسایی عوامل مؤثر بر موفقیت زنجیره تأمین سبز و بررسی روابط خطی و غیرخطی بین متغیرها به‌صورتی که بتوان روابط بین متغیرها را به‌صورت کلی و جزیی در طول زمان مشاهده کرد و در جهت بهبود مدیریت آن گام اساسی برداشت، حائز اهمیت است. به این منظور، برای حل مسأله مورد نظر از رویکرد پویایی سیستم‌ها استفاده شده است تا پویایی و تأثیرگذاری عوامل در نظر گرفته شود و در نهایت مدلی اصولی و کارا برای حل مسأله مورد نظر در عمل ارائه شود. بنابراین سوال اصلی این پژوهش عبارت است از اینکه عوامل مؤثر بر موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبز کدام هستند و روابط بین این عوامل به چه صورت است؟

تاکنون در زمینه مدیریت زنجیره تأمین سبز مدل‌های ایستا با جنبه‌های مختلفی کار شده است؛ آنچه این

پژوهش را از دیگر پژوهش‌ها متمایز می‌کند، شناسایی و ارائه مدلی پویا از عوامل مؤثر بر موفقیت زنجیره تأمین سبز و شبیه‌سازی و سنجش اثرات سناریوهای مختلف بر آن می‌باشد. این مدل و شبیه‌سازی همراه آن می‌تواند به‌عنوان یک سیستم پشتیبانی تصمیم کاربردی برای تصمیم‌گیرندگان و مدیران سازمان‌ها باشد تا بتوانند با توجه به شرایط محیطی یا شرکت خود بهترین تصمیمات را اتخاذ کنند.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

الف: مبانی نظری

مدیریت زنجیره تأمین سبز

امروزه مفهوم توزیع فیزیکی جای خود را به مفهوم جامع‌تر مدیریت زنجیره تأمین داده است. مدیریت زنجیره تأمین که قبل از توزیع فیزیکی محصول آغاز می‌شود؛ عبارت است از خرید دقیق و موشکافانه نهادهای تولیدی شامل مواد اولیه، قطعات و تجهیزات و ابزارهای تولیدی، تبدیل نهادهای تولیدی به محصولات نهایی و رساندن محصولات نهایی به مقصدهای مقرر (ملکی مین باش و همکاران، ۱۳۹۸). در همین راستا، مدیریت زنجیره تأمین سبز مفهومی است که به‌دلیل تعهد سازمان‌ها به پایداری، روز به روز محبوبیت بیشتری پیدا می‌کند (آلیویرا، ۲۰۱۸). سبز کردن زنجیره تأمین، فرایند درنظر گرفتن معیارها با ملاحظات زیست‌محیطی در سرتاسر زنجیره تأمین است (عندلیب اردکانی و شمس، ۱۳۹۹). زنجیره تأمین سبز مفهومی سازگار با محیط زیست در مدیریت زنجیره تأمین برای افزایش پایداری محیط زیست با استفاده از روش‌های پایدار مختلف مانند خرید سبز، حمل و نقل و توزیع سبز، تولید سبز و فعالیت‌های ساخت و ساز سبز و مدیریت چرخه عمر محصولات است (موجمر، ۲۰۲۱). مدیریت زنجیره تأمین سبز به‌عنوان یک فلسفه سازمانی نوظهور می‌تواند خطرات زیست محیطی را کاهش و به سازمان‌ها جهت دستیابی به سود، سهم بازار و بهبود کارایی اکولوژیکی کمک کند (باتیا، ۲۰۲۰). مدیریت زنجیره تأمین سبز می‌تواند بهره‌وری زنجیره‌تأمین و انعطاف‌پذیری را افزایش دهد و به واسطه به حداقل رساندن میزان زباله‌های تولید شده در زنجیره تأمین باعث کم شدن زنجیره تأمین شود. محصور کردن تمام ضایعات در سیستم‌های صنعتی خود و محدودیت مواد مخاطره‌آمیز را می‌توان به‌عنوان یک هدف اصلی در مدیریت زنجیره تأمین سبز در نظر گرفت. توجه به مقوله مدیریت زنجیره تأمین سبز، باعث کاهش طرح محصول، استفاده مجدد، بازیافت، اصلاح مواد و باعث کاهش انرژی می‌شود. حفاظت از محیط‌زیست، نیازمند حمایت تولیدکنندگان و همه شرکت‌ها جهت انطباق با استانداردها و به کارگرفتن استراتژی سازگار با محیط‌زیست در کل زنجیره‌تأمین است (برنا و همکاران، ۱۳۹۷). مزایای مدیریت زنجیره تأمین سبز بسته به نقش‌های مختلف زنجیره تأمین از جمله محیط‌زیست و جامعه در گروه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند. مدیریت زنجیره تأمین سبز از نظر مزایای مادی، مدیریت زنجیره تأمین سبز به هزینه‌های پایین‌تر برای تأمین‌کنندگان، کاهش هزینه‌ها برای تولیدکنندگان، هزینه کمتر مالکیت برای مشتریان و به مصرف کمتر منابع کمک می‌کند. از نظر غیرمادی، این زنجیره تأمین به غلبه بر تعصب و بدبینی برای محیط‌زیست، پذیرفتن بیشتر تأمین‌کنندگان، ساخت راحت‌تر برای تولیدکننده و انطباق بهتر برای جامعه کمک می‌نماید. همچنین، از نظر مزایای احساسی نیز، مدیریت زنجیره تأمین سبز به افزایش انگیزه ذینفعان برای محافظت از محیط‌زیست، تصویری بهتر برای تأمین‌کننده و تولیدکننده، احساس و کیفیت بهتر زندگی برای مشتریان و ایجاد صنعت در مسیر صحیح جامعه کمک می‌کند (خدابخشی و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین مطابق با گفته اسمیت و همکاران (اسمیت و همکارن، ۲۰۱۲) شرکت‌ها به دلایل زیر باید رویکرد سبز و انطباق با مدیریت زنجیره تأمین سبز را بپذیرند:

- اهداف بازاریابی
- پایداری منابع
- کاهش هزینه و افزایش بهره‌وری
- کسب مزیت رقابتی
- رقابت و فشارهای زنجیره تأمین
- انطباق با قوانین و کاهش ریسک
- کسب شهرت نام تجاری
- بازگشت سرمایه
- دلگرمی کارکنان
- الزامات اخلاقی.

ب: پیشینه تحقیق

پژوهش‌های زیادی در ارتباط با زنجیره تأمین سبز انجام شده است که هر یک با رویکردی متفاوت به این موضوع پرداخته‌اند. در برخی از پژوهش‌ها به شناسایی عوامل موفقیت و شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز پرداخته شده است، به‌عنوان نمونه، رحیمی و طاهری (۱۳۹۷)، عوامل مؤثر بر سبز شدن زنجیره تأمین صنعت [illegible] شناسایی کرده و به این نتیجه رسیدند که چهار مؤلفه اصلی در مدیریت زنجیره تأمین سبز شامل مدیریت تأمین‌کنندگان، بازیافت محصول، تعامل سازمانی و مدیریت چرخه عمر و زیر شاخص‌های این عوامل در صنعت خودروسازی مؤثر هستند. برنا و همکاران (۱۳۹۷)، در پژوهشی تحت عنوان استراتژی‌ها و سیاست‌های شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در ایران، نشان دادند که معیارهای تولید سبز، خرید سبز، بازیافت سبز، حمل و نقل سبز، طراحی سبز و انبارداری سبز در زنجیره تأمین تولیدکنندگان وسایل برقی مؤثر هستند. بانیک و همکاران (۲۰۲۰)، در پژوهش خود، عوامل حیاتی موفقیت در پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت الکترونیک نشان دادند که تعهد مدیریت ارشد، مقررات و استانداردهای دولتی، پیشگیری از آلودگی و مدیریت پسماندهای خطرناک و گواهینامه مدیریت محیط زیست از جمله عوامل حیاتی موفقیت هستند که تعهد مدیریت ارشد مهم‌ترین این عوامل محسوب می‌شود. داکور و همکاران (۲۰۲۰)، در پژوهش خود در صنایع لوله‌سازی هند ۱۶ عامل موفقیت جهت پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز را شناسایی و با استفاده از مدلسازی ساختاری و تفسیری سطح‌بندی کردند. یافته‌های این تحقیق نشان داد که فقدان منابع طبیعی، فشارهای اجتماعی، قوانین و مقررات دولتی، نرخ بالای مصرف انرژی و هزینه زیاد برای دفع مواد/ محصولات خطرناک در گروه عوامل حیاتی محسوب می‌شوند. کرباسی یزدی و همکاران، (۲۰۲۰) در پژوهش خود ۴۱ عامل موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبز را شناسایی و آن‌ها را با استفاده از الگوریتم ژنتیک رتبه‌بندی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که عوامل پاداش و مشوق ابتکارات زیست محیطی انجام شده توسط کارکنان، همکاری با تأمین‌کنندگان و فروشندگان برای اهداف زیست محیطی و تولید مجدد قطعات برای محصولات مهم‌ترین عوامل محسوب می‌شوند. شارما و همکاران (۲۰۱۷)، در پژوهش خود ۷۹ زیرشاخص را در قالب ۱۳ شاخص مدیریت زنجیره تأمین سبز شناسایی کردند که بر اساس رویکرد ، مدیریت محیط داخلی مهم‌ترین شاخص شناسایی شد. وو و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهش خود چهار عامل اصلی مدیریت تأمین‌کننده، بازیافت کالا، دخالت سازمانی و مدیریت چرخه عمر محصول و بیست شاخص فرعی را شناسایی نمودند و به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های حمایت مدیریت عالی سازمان، اتخاذ سیاست زیست محیطی، طراحی سبز، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان سبز، برآوردن احتیاجات محیطی از طریق استفاده مواد سازگار با محیط زیست نسبت به سایر شاخص‌های فرعی شناسایی شده در موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبز مؤثرتر می‌باشند.

علاوه بر پژوهش‌های بیان شده، گروهی دیگر از پژوهش‌ها به ارائه مدل پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز پرداختند. به‌عنوان مثال، شاهبندرزاده و کبگانی (۱۳۹۶)، به تبیین مدلی برای شناسایی ریسک‌های پر

اهمیت زنجیره تأمین سبز پرداخته‌اند و ریسک تولید فنی، ریسک تأمین، ریسک بازیافت محصول، ریسک اعتباری، ریسک تقاضا و ریسک دولتی سازمانی را شناسایی کردند. قربان‌پور و همکاران (۱۳۹۵)، در پژوهش خود به طراحی مدل ساختاری اقدامات مدیریت زنجیره تأمین سبز در حوزه صنایع نفتی ایران پرداختند و نشان دادند که الزامات قانونی و مقررات، مدیریت محیطی داخلی سازمان، طراحی سبز و فناوری و تکنولوژی سبز جزء اقدامات پایه‌ای و نفوذی در مدیریت زنجیره تأمین سبز صنایع نفتی هستند. احمدی و همکاران (۱۳۹۲)، مدلی برای سنجش موفقیت سازمان‌ها در موفقیت زنجیره تأمین سبز با رویکرد انتخاب تأمین‌کننده سبز (مورد: شرکت فولاد آلیاژی ایران) ارائه دادند. در این پژوهش ابتدا شاخص‌های زنجیره تأمین سبز با بررسی پژوهش‌های پیشین استخراج شد و مدلی شش عاملی شامل مؤلفه‌های مدیریت محیطی داخلی، خرید سبز، تولید پاک، بازفراوری، طراحی محیطی و آلایندگی، جهت سنجش مدیریت زنجیره تأمین سبز تدوین شد.

برخی دیگر از پژوهشگران نیز به شناسایی موانع و ریسک‌های مدیریت زنجیره‌تأمین سبز پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال، شجاعی و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهش خود موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز در شرکت تولید برق جنوب را بررسی کردند و ۱۶ مانع شناسایی شد که عدم تبیین اهداف زیست محیطی خاص حائز بالاترین رتبه شد. ال‌رفایی و همکاران (۲۰۲۰)، در پژوهش خود با عنوان مدلسازی موانع زنجیره تأمین سبز در شرکت‌های اردنی، چالش‌های مشکل پیاده‌سازی فناوری اطلاعات، مقاومت در برابر پذیرش فناوری‌های پیشرفته، رقابت در بازار، عدم حمایت دولت، عدم اجرای شیوه‌های سبز، عدم تعهد مدیریت، پیامدهای هزینه، اکراه تأمین‌کننده برای تغییر به سمت سبز شدن، عدم اخذ گواهینامه پایداری (ایزو ۱۴۰۰۱) و عدم اطلاع مشتریان را شناسایی و با استفاده از مدلسازی ساختاری تفسیری آن‌ها را سطح‌بندی کردند. رحمان و همکاران (۲۰۱۹)، در پژوهش خود موانع پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنایع پلاستیک بنگلادش را مورد ارزیابی قرار دادند و ۲۵ مانع در چهار بُعد ناکافی بودن فناوری و زیرساخت‌ها، دانش و حمایت ناکافی، عدم حمایت سیاست سازمانی و عملیاتی و محدودیت‌های مالی را شناسایی کردند که دانش و حمایت ناکافی مهم‌ترین بُعد شناخته شد. مانگلا و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی دیگر با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس فازی به تعیین وزن‌های مرتبط با ریسک‌های زنجیره تأمین سبز و رتبه‌بندی ابعاد پاسخ‌گویی در دستیابی موفقیت‌آمیز برنامه‌های سبز پرداخته شد و نشان دادند که تعهد مدیریت و حمایت از افراد متمایل به مدیریت زنجیره تأمین سبز، انعطاف‌پذیری در طراحی و ادغام شیوه‌های محیط زیست در سیاست‌های شرکت مهم‌ترین ابعاد می‌باشند.

به‌طور کلی، با بررسی پژوهش‌های انجام شده در حوزه مدیریت زنجیره تأمین سبز می‌توان به این نتیجه رسید که علی‌رغم وجود تحقیقات زیادی که در این حوزه انجام شده، اما فقدان مدلی پویا که اثرات متضاد و اثرگذاری و تأثیرپذیری شاخص‌ها را با توجه به شرایط مختلف سازمان‌ها درنظر بگیرد، احساس می‌شود. بنابراین، استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها برای بررسی اثر شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در کل زنجیره تأمین می‌تواند ضمن پوشش خلا نظری و عملی موجود در تصمیم‌گیری در این زمینه کمک شایانی داشته باشد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از منظر اهداف تحقیق در دسته تحقیقات کمی قرار می‌گیرد، اما بر اساس مراحل تحقیق در مرحله توسعه مفهومی مدل می‌توان آن را از انواع تحقیقات کیفی نیز دانست. تعداد متغیرهایی که با بررسی ادبیات و پیشینه تحقیق و پس از ساده‌سازی مدل در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است ۳۱ متغیر حالت، نرخ و کمکی است که در

جدول (۱) اشاره شده است. اطلاعاتی که برای انجام مطالعه و شروع شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار ونسیم مورد نیاز است شامل اطلاعاتی در مورد مقادیر اولیه متغیرهای سطح در ابتدای دوره شبیه‌سازی و اطلاعاتی در مورد تعدادی از متغیرهای کمکی است که در شروع دوره شبیه‌سازی مقدار اولیه برای آنها تعریف شده است. اطلاعات مورد نیاز برای شروع شبیه‌سازی مدل از کارخانه‌های کاشی و سرامیک استان یزد گردآوری شده است. با توجه به مراحل مختلف پژوهش از رویکردی ترکیبی برای گردآوری اطلاعات استفاده می‌شود. در مرحله مفهومی و برای توسعه مدل حالت-جریان، اطلاعات مورد نیاز با استفاده از ابزار مصاحبه گردآوری شده است. تعداد مصاحبه‌شوندگان ۸ نفر است که به‌صورت هدفمند انتخاب شده‌اند و از خبرگان و متخصصان دانشگاهی و صنعت تشکیل شده‌اند. در مراحل فرمول‌نویسی و آزمایش مدل برای گردآوری داده‌ها از بررسی مستندات و مدارک موجود استفاده شده است. با توجه به انجام پژوهش در دامنه زمانی خاص و اهمیت زمان در گردآوری داده‌ها و همچنین ارائه یافته‌های پژوهش قلمرو زمانی باید مورد توجه و اشاره قرار گیرد. این پژوهش دوره زمانی ۱۰ ساله ۱۳۹۸ تا سال ۱۴۰۸ را در بر می‌گیرد.

علاوه بر این، با توجه به ماهیت پیچیده و پویای مسأله موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبز، رویکرد پویایی‌شناسی سیستم به‌عنوان رویکرد مورد استفاده در این تحقیق مورد نظر قرار گرفته است که در ادامه شرح داده می‌شود.

رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها

پویایی‌شناسی سیستم‌ها به‌عنوان یکی از رویکردهای تفکر سیستمی در گستره وسیعی از حوزه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و هدف آن یافتن مقدار دقیق نتیجه از یک فرایند در طول زمان نیست، بلکه شناسایی سیاست‌های بهبود نتیجه و کنترل آن است (استرمن، ۲۰۰۶). در نظریه پویایی سیستم‌ها، متغیرهای مختلف موجود در سیستم پیچیده، به‌صورت علی در قالب حلقه‌های بازخوردی که خود با هم در تعامل‌اند، با هم ارتباط دارند. روابط درون سیستمی میان حلقه‌های بازخور، ساختار سیستم را تشکیل می‌دهد و این ساختار تعیین‌کننده رفتار سیستم است. هدف اساسی پویایی سیستم، کمک به مدیران برای درک و شناخت سیستم‌های پیچیده است تا بتوانند با مداخله در این سیستم‌ها از تناسب رفتار آن‌ها با مقاصدشان اطمینان یابند. روش‌شناسی پویایی سیستم رویکردی برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های فیزیکی و اجتماعی پیچیده و آزمایش مدل‌ها به منظور طراحی استراتژی‌هایی برای مدیریت و تغییر است (فورستر، ۱۹۹۷). مدلسازی پویایی سیستم ابزاری قدرتمندی برای کمک به درک و بهره‌برداری از روابط متقابل بین سیستم‌های مدیریت پیچیده است. همچنین این مدل‌ها یک روش عملیاتی برای پشتیبانی از برنامه‌ریزی تجاری و تصمیم‌گیری ارائه می‌کنند (بیانچی، ۲۰۱۶)؛ بنابراین، مدل‌سازی پویایی سیستم می‌تواند برای کمک به افراد در درک اینکه چگونه استراتژی‌ها در طول زمان کار خواهند کرد، اینکه چگونه خطاها ممکن است اتفاق بیفتد و چه اقداماتی می‌تواند برای کاهش چنین وضعیت‌هایی به کار گرفته شوند (کونک، ۲۰۰۷). کاربرد اصلی رویکرد پویایی سیستم در مواردی است که رفتار پدیده در اثر پویایی طبیعی و تعاملات متغیرهای درون‌زای سیستم ایجاد شده باشد. می‌توان با فرض اینکه سیستم روند عمومی و طبیعی خود را طی می‌کند از روش پویایی سیستم برای تحلیل سیستم استفاده کرد. فرض اصلی در این رویکرد آن است که می‌توان شرایط پیچیده دنیای واقعی را بر اساس عوامل و جریان‌هایی از روابط بین آن عوامل تشریح کرد. تأکید اصلی این رویکرد بر ساختاری است که بر اساس روابط تعاملی میان عوامل شکل می‌گیرد و به رفتاری پویا در سیستم منجر می‌شود (رودریگز، ۲۰۰۴).

مراحل روش‌شناسی پویایی سیستم

استرمن بیان می‌کند با انجام پنج مرحله می‌توان مدل پویایی‌سیستم را ایجاد نمود.

مرحله ۱: تعریف مسأله: مهم‌ترین قدم در مدل‌سازی تعیین صحیح صورت مسأله است. در تعیین صورت مسأله نیز مهم ترین مسأله تعیین هدف از مدلسازی است. به‌عبارت دیگر مدل قرار است به چه سوال یا سوالاتی پاسخ دهد.

مرحله۲: تعریف یک تئوری و فرضیه دینامیک درباره علت بروز مسأله: در این مرحله نیاز است که نمودار حلقوی علت و معلولی که پیوندهای سببی بین متغیرها را توضیح می‌دهد و نمودار حلقوی علت و معلولی را به نمودار جریان تبدیل می‌کند بسط و گسترش داده شود.

مرحله ۳: فرمول بندی: برای تعریف مدل پویایی سیستم، بعد از اینکه نمودار حلقوی علت و معلولی به نمودار جریان تبدیل شد باید توصیف و شرح سیستم را به سطح، نرخ و معادلات کمی تبدیل کرد.

مرحله ۴: آزمون مدل برای کسب اطمینان از درستی عملکرد آن در دنیای حقیقی: با نوشتن اولین معادله تست مدل نیز شروع خواهد شد. یکی از انواع تست مقایسه رفتار مدل با رفتار واقعی آن می‌باشد.

مرحله ۵: فرمول‌بندی و ارزیابی خط مشی: وقتی که مدل‌سازان اطمینان لازم را در ساختار و رفتار مدل گسترش دادند کاربران می‌توانند از آن برای طراحی و ارزیابی سیاست‌ها به منظور پیشرفت و بهبود استفاده کنند (استرمن، ۲۰۰۶).

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

مرحله اول: استخراج متغیرهای مدل زنجیره تأمین سبز

با بررسی پایگاه‌های علمی مختلف می‌توان دریافت که محققان متعددی موضوع مدیریت زنجیره تأمین سبز را مورد مطالعه قرار داده‌اند. با توجه به بررسی برخی از مطالعات انجام شده در این حوزه که بخشی از آن‌ها مورد اشاره قرار گرفت باید گفت متغیرهای (عوامل) مختلفی وجود دارد که بر موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبز اثر می‌گذارند. متغیرهایی که در این پژوهش در مدلسازی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، در جدول (۱) آورده شده است. در این جدول، نوع هر متغیر، توضیح اندکی درباره آن متغیر، نحوه محاسبه و منبع یا منابعی که بر تأثیرگذاری آن متغیر در موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبز صحه گذاشته‌اند، آورده شده است.

جدول ۱- توصیف متغیرهای مؤثر در موفقیت زنجیره تأمین سبز و نحوه محاسبه آن‌ها

ردیف	متغیر	شرح	نوع متغیر	معادله و روابط ریاضی حاکم بر مدل جریان	منبع
۱	نظارت بر اجرای قوانین و مقررات	نظارت دولت بر اجرای قوانین و مقررات توسط سازمان	کمکی	(0.2)+SMOOTH(Rule, 2)	[۲۸]، [۳۵]، [۳۶]، [۳۷]
۲	قوانین	وضع برخی مجازات و مالیات‌های زیست محیطی(فشارهای اعمالی از نهادهای نظارتی)	کمکی	(0.3+PULSE TRAIN(1, Government support, 9 ,9)	[۲۳]، [۳۷]، [۳۸]، [۳۹]، [۴۰]، [۴۱]
۳	تولید سبز	تولید با رعایت اصول سبز	جریان	((0.2*Green design)+(0.1*Green suppliers)+(0.2*Technology)+(0.2*Orders for green products)+(0.15*Skilled human resources)+(0.3*Supervision over implementation of laws and regulations))	خبرگان
۴	بسته بندی سبز	نوع و سایز بسته‌بندی جهت سازگاری با محیط زیست	کمکی	0.3+f4(Supervision over implementation of laws and regulations)	[۲۰]، [۲۲]، [۴۲]، [۴۳]
۵	ارتقا مهارت	تعهد کارخانه (کلیه عوامل) به مسائل زیست محیطی با افزایش مهارت کارکنان	جریان	SMOOTH(human resources,2)+(STEP(training,2))	[۴۴]؛[۴۵]؛[۴۶]

ردیف	متغیر	شرح	نوع متغیر	معادله و روابط ریاضی حاکم بر مدل جریان	منبع
۶	حمایت دولت	وجود محرک‌ها و مشوق‌های کافی از سوی دولت جهت اجرای قوانین زیست محیطی	کمکی	SMOOTH(0.3,1)	[۴۶]، [۴۷]
۷	استخدام	نرخ افراد استخدام شده	جریان	0.4/Skilled human resources	خبرگان
۸	آموزش	آموزش و آگاه‌سازی آحاد جامعه، سازمان و مشاوران	کمکی	0.3+RAMP(Managers support, 1, 9)	[۱۹]، [۲۸]، [۳۶]، [۴۴]، [۴۷]
۹	حمایت مدیران	حمایت و درک مدیران ارشد و میانی سازمان از زنجیره تأمین سبز	کمکی	F1(Media support)	[۱۹]، [۲۰]، [۲۱]، [۲۲]، [۲۸]، [۳۹]، [۴۴]
۱۰	موجودی محصول سبز	تعداد کالای موجود در انبار	حالت	(Green production)-(sales)	خبرگان
۱۱	کیفیت محصولات	نرخ ضایعات و کیفیت محصولات	کمکی	0.1+(f5(Green design)	[۱۶]، [۲۰]
۱۲	تغییر در نرخ سفارشات	تقاضا برای محصول سبز	جریان	(STEP(Green recovery,2)+Managers support+(2*Media support))	[۱۰]، [۲۹]
۱۳	سفارش برای محصولات سبز	پویایی بازارهای محصولات سبز	حالت	(SMOOTH(Change in the rate of orders, 10))	[۱۰]، [۲۹]
۱۴	نرخ ترک شغل	نرخ تعداد افرادی که شغل خود را ترک کرده‌اند	جریان	IF THEN ELSE(human resources>=0.1 , 0.4 , IF THEN ELSE(Skilled human resources>=0.09,0,0.2))	خبرگان
۱۵	نرخ تغییر قیمت	نرخ تورم	جریان	RAMP(Green Product Quality,1,9)-((0.2*Government support)+Orders for green products-Green production)	[۱۰]، [۲۹]
۱۶	قیمت محصول سبز	هزینه‌ای که مشتریان برای خرید محصول سبز می‌پردازند	حالت	Price change rate Initial Value: 150	[۱۰]، [۲۹]، [۴۰]، [۴۲]، [۴۷]
۱۷	طراحی سبز	طراحی محصولات برای جلوگیری یا کاهش استفاده از محصولات خطرناک	کمکی	f4(Supervision over implementation of laws and regulations)	[۱۶]، [۴۰]، [۴۱]، [۴۲]، [۴۸]، [۴۹]، [۵۰]
۱۸	بازیافت سبز	مدیریت بازیافت و طراحی مجدد محصول	جریان	0.1+(0.3*Government support)+(0.5*Supervision over implementation of laws and regulations)	[۱۰]، [۱۶]، [۳۸]، [۴۰]، [۴۲]
۱۹	تأمین‌کنندگان سبز	مدیریت کیفیت تأمین‌کنندگان مواد سبز	کمکی	(0.2+(0.7*Supervision over implementation of laws and regulations))	[۱۰]، [۲۱]، [۴۱]، [۴۳]
۲۰	قیمت خرید مواد اولیه (نرخ تغییر قیمت)	هزینه خرید مواد اولیه سبز	جریان	RAMP(Green Product Quality,1,9)-((0.2*Government support)+Orders for green products-Green production)	[۱۰]، [۴۰]، [۴۳]، [۵۰]
۲۱	نرخ بازنشستگی	نرخ تعداد افراد بازنشسته شده	جریان	Skilled human resources/30	خبرگان
۲۲	فروش	تعداد کالای فروخته شده	جریان	STEP(0.5, Government support)+(1/Green Product Price)	[۵۰]

ردیف	متغیر	شرح	نوع متغیر	معادله و روابط ریاضی حاکم بر مدل جریان	منبع
۲۳	تکنولوژی سبز	توسعه و کاربرد محصولات، تجهیزات و سیستم‌هایی که محیط زیست و منابع طبیعی را حفظ کرده و تأثیر منفی بر روی آنرا به حداقل برساند	کمکی	f3(training)	[۱۰]، [۲۹]، [۳۵]، [۳۶]، [۳۸]، [۴۲]
۲۴	منابع انسانی ماهر	نیروی کار ماهر و آشنا با فرایند تولید سبز	حالت	(Skill enhancement-Job quit rate-retirement rate)	[۱۰]، [۲۹]، [۴۲]
۲۵	منابع انسانی	تعداد افراد شاغل در سازمان	حالت	employment-HR Quit rate-Skill enhancement	[۴۷]؛
۲۶	بازاریابی سبز	شناسایی فرصت‌های زیست محیطی	کمکی	0.3	[۴۷]؛
۲۷	حمایت رسانه ها	حمایت و راهنمایی رسانه‌های دیداری و شنیداری	کمکی	RAMP(0.09, 0 , 10)	[۴۷]
۲۸	حمل و نقل سبز	حمل و نقل سازگار با محیط زیست	کمکی	IF THEN ELSE(Green fuel>=0.9,SMOOTH(0.8,2), f2(Green fuel))	[۱۶]، [۲۲]، [۴۹]، [۵۱]
۲۹	سوخت سبز	استفاده از سوخت سبز	کمکی	0.4	[۱۶]، [۴۲]
۳۰	انبارداری سبز	ایجاد محیط ذخیره‌سازی امن، ساخت انبار با توزیع منطقی، توسعه سیستم موجودی الکترونیکی و تنظیم مقدار موجودی معقول	کمکی	(0.3+(f4(Supervision over implementation of laws and regulations))	[۳۵]، [۵۱]
۳۱	نرخ اخراج	نرخ تعداد افراد اخراج شده	جریان	SMOOTH(human resources*0.2,1)	خبرگان

مرحله دوم: طراحی مدل عوامل موفقیت زنجیره تأمین سبز

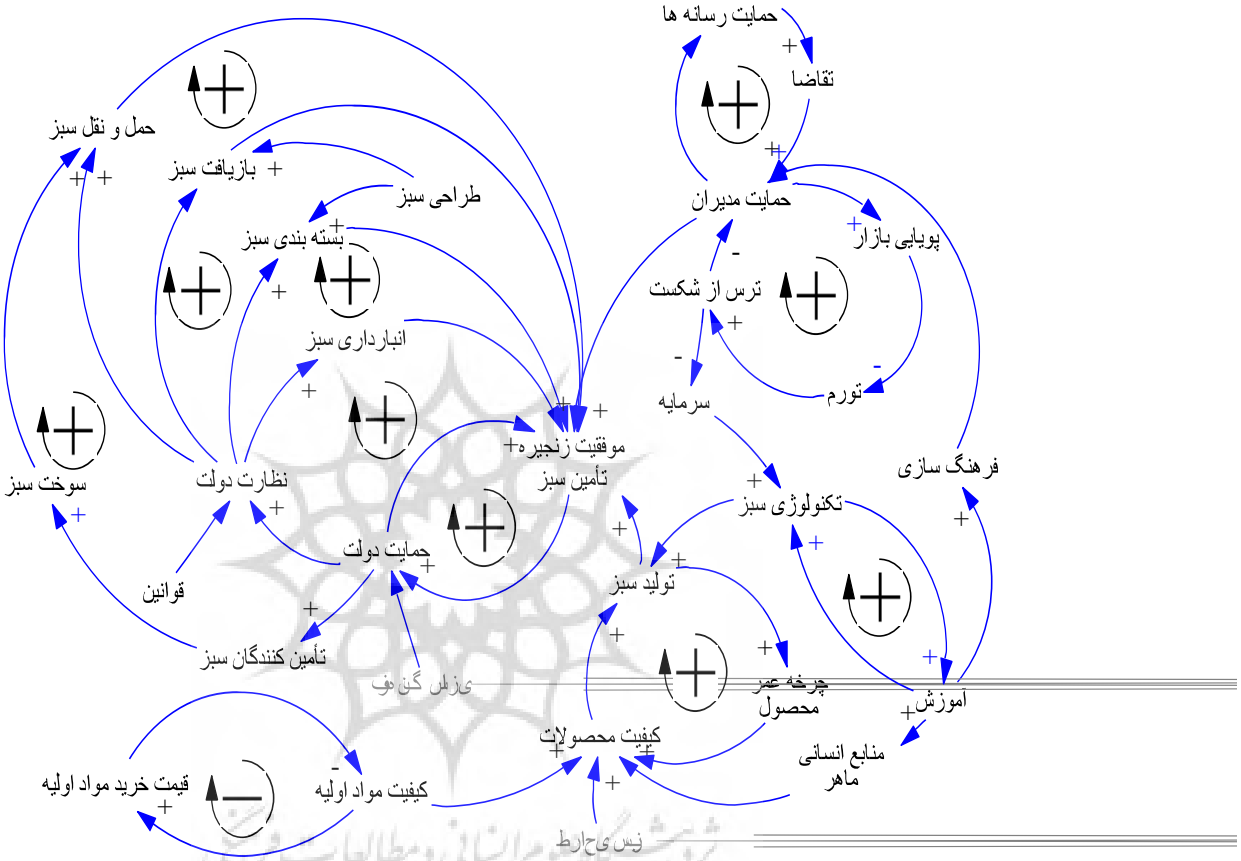
از آن جایی که در مدل‌سازی به روش پویایی‌شناسی سیستم، هدف دستیابی به ادراک نحوه رفتارهای سیستم است تا بتوان به وسیله آن نسبت به طراحی سیاست‌ها و استراتژی‌های بهبود عملکرد سیستم در گذر زمان اقدام کرد (کوپن اسکای، ۲۰۰۵)؛ زمانی که یک سیستم پیچیده است، استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی به دلایل متعددی بر سایر روش‌های حل برتری دارد. در یک راه‌حل تحلیلی، مدلساز ممکن نیست بتواند جنبه‌های رفتاری سیستم مورد بررسی را در قالب یک مدل تحلیلی فرمول‌بندی کند. درصورتی که در مدل شبیه‌سازی، می‌توان به‌طور مجازی هر سیستمی را با لحاظ مجموعه‌ای از مفروض‌ها در نظر گرفت.

نمودار علی-معلولی

با توجه به موضوع پژوهش و الگوی پویایی‌شناسی سیستم، متغیرهای متعددی در الگوی این مطالعه به‌کار رفته است.

بنابراین پس از مشخص شدن عوامل مؤثر بر موفقیت زنجیره تأمین سبز، در ادامه به طراحی مدل علی معلولی با استفاده از نرم‌افزار ونسیم پرداخته می‌شود (نمودار ۱). این فرایند مدلسازی درک از محیط را افزایش می‌دهد چون به مدل‌سازان اجازه می‌دهد تا راه‌حل‌های مختلف استراتژیک را آزمایش و بررسی کنند. پس در یک نمودار علی و معلولی به بیان ارتباط و نحوه تأثیر متغیرهای موجود پرداخته می‌شود. در نمودار علی حلقه‌های تقویت‌کننده و تعدیل‌کننده با علامت‌های مثبت و منفی مشخص شده‌است. متغیر موفقیت زنجیره تأمین در وسط مدل قرار دارد که با حمایت دولت ارتباط مستقیم دوطرفه دارد که با حلقه تقویت‌کننده قابل مشاهده است. حمایت دولت با نظارت دولت ارتباط مستقیم دارد، درحالی که نظارت دولت با متغیرهای بازیافت سبز، حمل و نقل سبز، بسته‌بندی سبز و انبارداری سبز رابطه مثبت دارد، زیرا افزایش نظارت بر اجرای قوانین در جهت حمایت از تولید سبز منجر به افزایش عوامل

بیان‌شده می‌شود و در همین راستا، همان‌طور که در نمودار علی مشخص است با افزایش بازیافت، انبارداری، حمل و نقل، بسته‌بندی سبز باعث افزایش موفقیت زنجیره تأمین سبز می‌شود. حلقه مهم دیگر نشان می‌دهد که با افزایش حمایت مدیران، پویایی بازار افزایش می‌یابد و با افزایش پویایی بازار تورم کاهش خواهد داشت. کاهش تورم، منجر به کاهش ترس از شکست در سازمان می‌شود و در نهایت کاهش ترس از شکست، حمایت مدیران را افزایش می‌دهد.

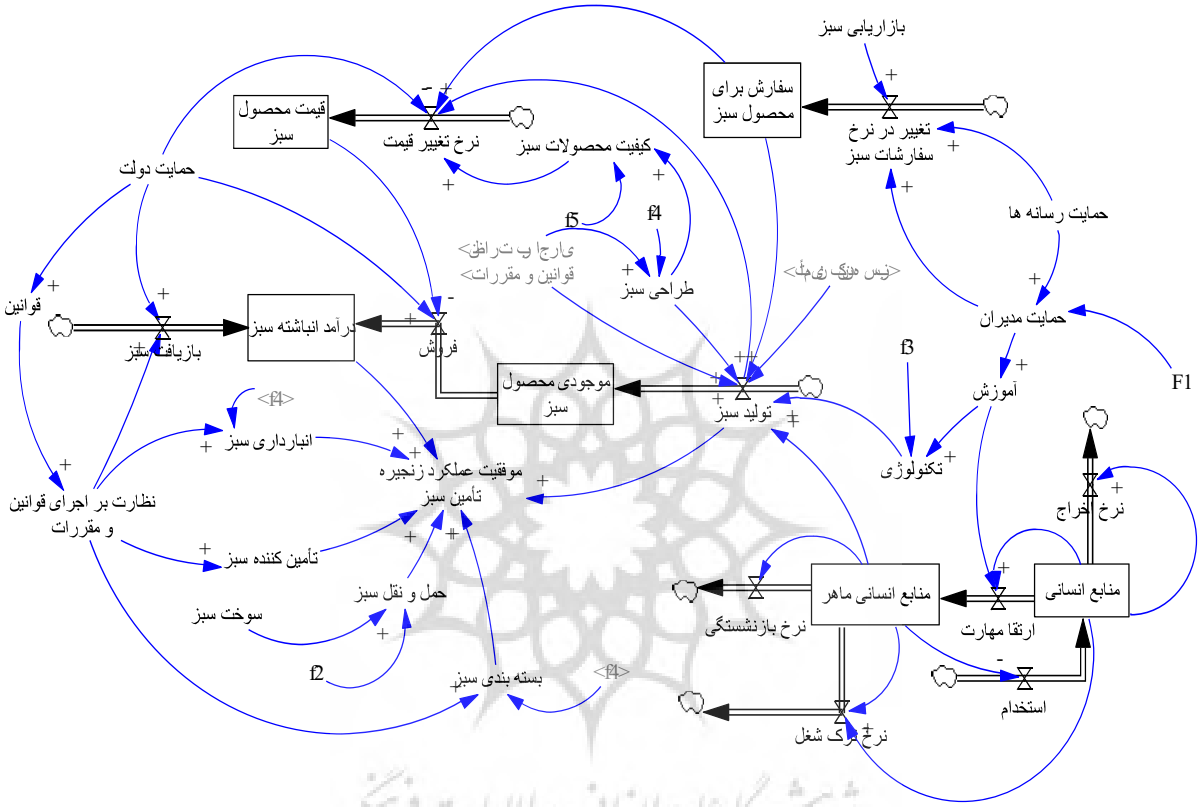


نمودار۱- نمودار علی معلولی مدیریت زنجیره تأمین سبز

نمودار جریان-حالت

این نمودار، نحوه تعامل بین متغیرهای یک سیستم با یکدیگر را نشان می‌دهد و می‌تواند مبنایی برای توسعه یک مدل کمی باشد. در ترسیم نمودار جریان، آشنایی با دو مفهوم انباره و جریان ضروری است. در هر سیستمی مقدار برخی متغیرها افزایش و یا کاهش می‌یابد، به این متغیرها، متغیرهای انبار گفته می‌شود. نرخ افزایش یا کاهش این متغیرها، جریان خوانده می‌شود. نمودار جریان یک سیستم را می‌توان با استفاده از ادبیات موضوع، نظر خبرگان و اطلاعاتی که از نمونه‌گیری در بازه زمانی به‌دست می‌آید، استخراج کرد. در جریان ساخت این نمودار از فرمول‌های کمی، روابط کیفی و توابع عددی استفاده شده است که در نمودار (۲) مشاهده می‌شود. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود تعداد متغیرهای مدل طراحی شده زیاد بوده و

روابط بین آنها پیچیده و غیرخطی است. بنابراین، مدل کردن آن غیر از حالت پویایی سیستم دشوار است. این نمودار در برگیرنده چند بخش مهم است، مهم‌ترین قسمت مدل مرتبط با متغیر موفقیت زنجیره تأمین سبز است که به همراه متغیرهای مؤثر بر آن نشان داده شده است. بخش دیگر مدل به توصیف مهارت منابع انسانی و عوامل مرتبط با آن پرداخته است. بخشی از مدل نیز به بیان متغیرهای نرخ فروش، تولید و بازیافت سبز و ارتباط آن‌ها با متغیرهای حالت دارایی، درآمد سبز پرداخته است.



نمودار ۲- نمودار جریان- حالت عوامل زنجیره تأمین سبز در سازمان‌های تولیدی کاشی و سرامیک

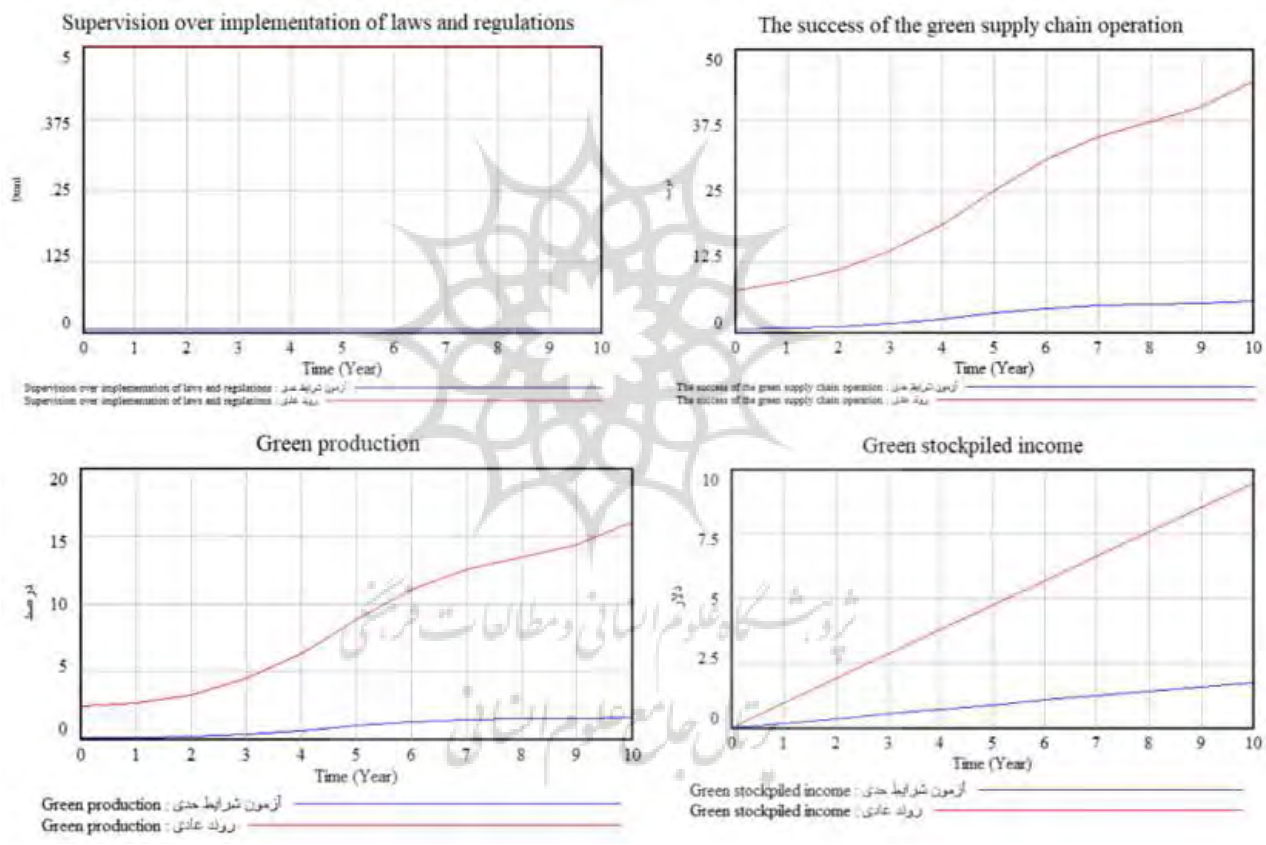
اعتبارسنجی مدل

پس از طراحی مدل و قبل از شبیه‌سازی لازم است اعتبار مدل مورد بررسی قرار گیرد. در واقع اعتبارسنجی مدل جریان، بخش مهمی از فرایند پژوهش است که به یافته‌های محقق اعتبار می‌بخشد. اعتبارسنجی مدل برای تأیید پذیرش مدل با بررسی نزدیک بودن آن با دنیای واقعی بسیار ضروری و مهم است (گری و همکارن، ۲۰۱۸). برای اطمینان از اعتبار عملکرد مدل، آزمون‌های زیر انجام گردید.

الف) تست ارزیابی ساختار مدل: برای انجام این آزمون باید به این سوال پاسخ داد که آیا ساختار مدل با دانش موجود درباره سیستم سازگار است؟ در جواب باید اذعان داشت که شناسایی متغیرهای مورد استفاده در طراحی مدل پویایی‌شناسی عوامل مؤثر بر موفقیت زنجیره تأمین سبز بر اساس پیشینه پژوهش و مرتبط یا موضوع بوده است و همچنین در این پژوهش، با بهره‌گیری از نظرات کارشناسان و خبرگان حوزه زنجیره تأمین، ساختار مدل بررسی گردید و اعتبار ساختاری مدل مورد تأیید قرار گرفت.

ب) تست ارزیابی پارامتر: در این آزمون باید به این سوال پاسخ داد که آیا مقدار واقعی پارامترها با مقادیر واقعی سازگار است؟ با درنظر گرفتن این نکته که متغیرهای مورد استفاده در مدل برگرفته از پیشینه پژوهش می‌باشند، لذا مقادیر پارامترها از اسناد و مدارک شرکت‌های کاشی و سرامیک، نظر خبرگان و پژوهش‌های مرتبط استخراج شده است و با مقدار واقعی متناسب است.

ج) تست شرایط حدی: برای انجام این تست باید به این سؤال پاسخ داد که آیا مدل در شرایط حدی به‌صورت منطقی رفتار می‌کند؟ به این منظور رفتار یکی از متغیر اساسی مدل (نظارت بر اجرای قوانین و مقررات) به سمت یک مقدار بسیار کوچک (صفر) میل می‌کند، ارزیابی شده است. نتایج حاصل از اعمال شرایط حدی صفر در نمودار (۳) ارائه شده است. همان‌گونه که از رفتار شبیه‌سازی شده متغیرها مشخص است، متغیرهای مختلف رفتار منطقی و قابل قبولی از خود بروز داده‌اند. به‌گونه‌ای که با کاهش شدید یک متغیر، متغیرهای وابسته به آن در صورتی که می‌بایست کاهش یابد، کاهش یافته است.

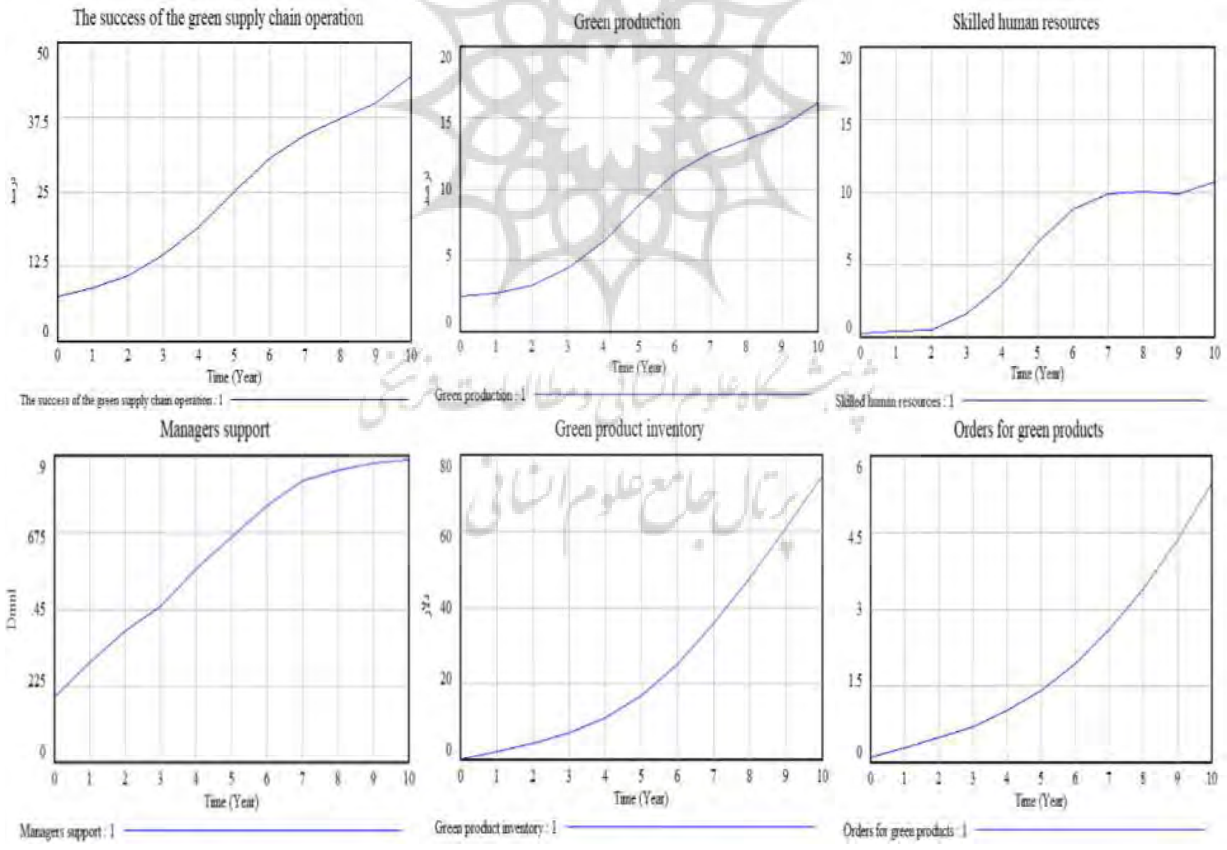


نمودار ۳- نمودار متغیرهای موفقیت زنجیره تأمین، تولید سبز، نظارت براجرای قوانین و مقررات و درآمد انباشته سبز در حالت حدی و عادی

شبیه‌سازی و یافته‌های اساسی مدل

شبیه‌سازی ریاضی حاصل از مدل‌سازی دینامیکی، یک ابزار قدرتمند جهت توسعه یادگیری است و طی بازخوردهای متعددی که در فرایند مدل‌سازی رخ می‌دهد برای مدلساز، زمینه‌های یادگیری را فراهم می‌کند، هر چند که تکنیک پویایی سیستم یک مبنای عملی تئوریک برای مدلسازی سیستم‌های پیچیده در یک محیط یادگیرنده فراهم می‌آورد، اما زمانی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مؤثر مورد

استفاده قرار گیرد که بتوان به وسیله آن فرایندهای مختلف را مورد بررسی قرار داد و به کمک آن سناریوهای مختلف را با دیدگاه سیستمی ارزیابی کرد (استرمن، ۲۰۰۶). پس از تحلیل و درک رفتار حلقه علی، آزمایش کل مدل آسان‌تر خواهد شد. آزمایش مدل پویایی سیستم باید از طریق فرایند منسجم و هدف‌مند انجام شود. مطالعه دقیق آزمایش‌های مختلف شبیه‌سازی به کسب بینش درباره مسأله واقعی و کارکرد سیستم‌های درگیر در وضعیت مسأله که همان هدف بنیادی مدل‌سازی پویایی سیستم محسوب می‌شود، کمک می‌کند و درک رفتار مدل به درک رفتار سیستم‌های واقعی منجر خواهد شد (سوشیل، ۱۳۹۸). نمودار (۴) نشان‌دهنده رفتار برخی از عوامل حاصل از شبیه‌سازی با استفاده از نمودار حالت و جریان در نرم‌افزار ونسیم است. رفتار موفقیت زنجیره تأمین سبز در طول ده سال با شیبی ملایم افزایشی بوده است که این رفتار ناشی از رفتار متغیرهای تأثیرگذار بر آن است. متغیر تولید سبز در سه سال اول با شیب بسیار کم افزایش یافته و پس از سال سوم روند افزایشی آن با شیب تند ادامه داشته است. متغیر مهارت نیروی انسانی در سال‌های اولیه رشد کم و پس از گذر دو سال رشد چشم‌گیری داشته است و در سال‌های آخر تقریبا ثباتی نسبی پیدا کرده است. متغیر حمایت مدیران با مقدار اولیه در زمان صفر در طول زمان و متأثر از عامل حمایت رسانه‌ها در طول هفت سال روندی افزایشی با شیب زیاد داشته است و در سه سال آخر شیب افزایش آن بسیار کم می‌شود. در نهایت، متغیر موجودی محصول سبز در زمان شروع، دارای مقداری صفر بوده است و در طول زمان روندی افزایشی داشته است.



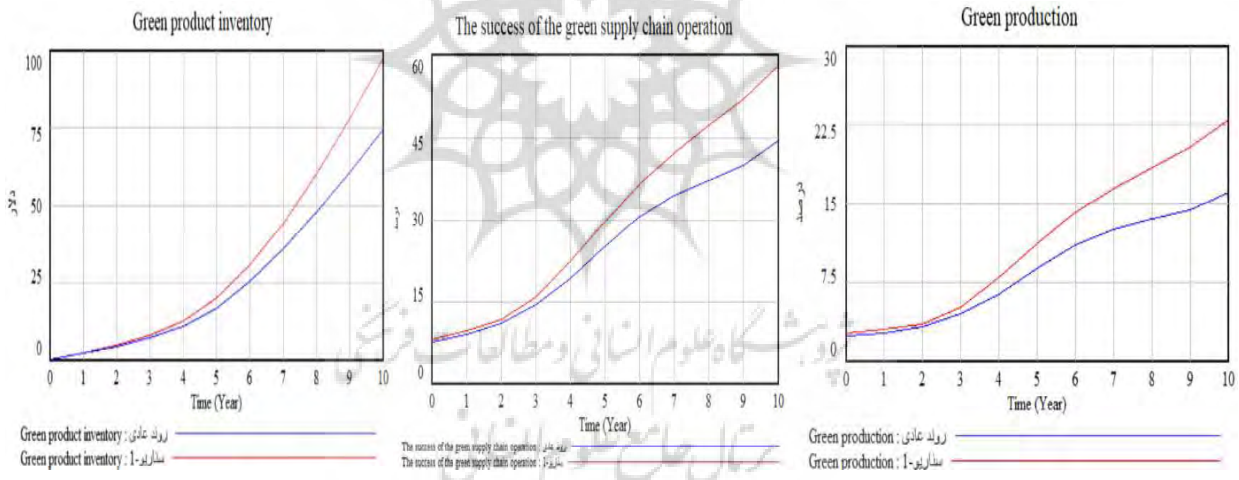
نمودار ۴- رفتار شبیه‌سازی متغیرهای موفقیت زنجیره تأمین سبز، تولید سبز، مهارت نیروی انسانی، حمایت مدیران، موجودی محصول سبز و سفارش برای محصول سبز در طول دوره‌ی زمانی ده ساله

سناریوسازی و ارزیابی سیاست‌ها

یکی از مهم‌ترین توانایی‌های رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها، در نظر گرفتن سناریوهای مختلف و مقایسه نتایج این سناریوها است. پس از دست یافتن به مدلی معتبر با ساختار سیاستی بهبودیافته، از آن می‌توان برای تدوین انواع سناریوهای مورد نظر برای آینده استفاده نمود. در این مرحله گزینه‌های مدیریتی متعددی را می‌توان با در نظر گرفتن پارامترهای سیاستی و سیستمی مختلف مدنظر قرار داد و تأثیر آنها بر پاسخ پویای مدل را به‌عنوان سناریوهایی برای آینده لحاظ کرد. در سناریونویسی با توجه به ماهیت مسأله، تصمیم‌های مختلف اخذ می‌شود و با توجه به نتایج می‌توان سیاست‌های مختلف را ارزیابی و نتایج هر یک را با دیگری مقایسه کرد. به‌طور کلی در این پژوهش پنج سیاست جهت تحلیل و بهبود سطح موفقیت زنجیره تأمین سبز ارائه شده است که در ادامه این سناریوها شرح داده می‌شود. لازم به ذکر است که مبنای اجرای سناریوها، شناخت مهم‌ترین محرک‌های محیطی مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز طبق نظر خبرگان می‌باشد.

سناریوی ۱: افزایش مهارت نیروی انسانی

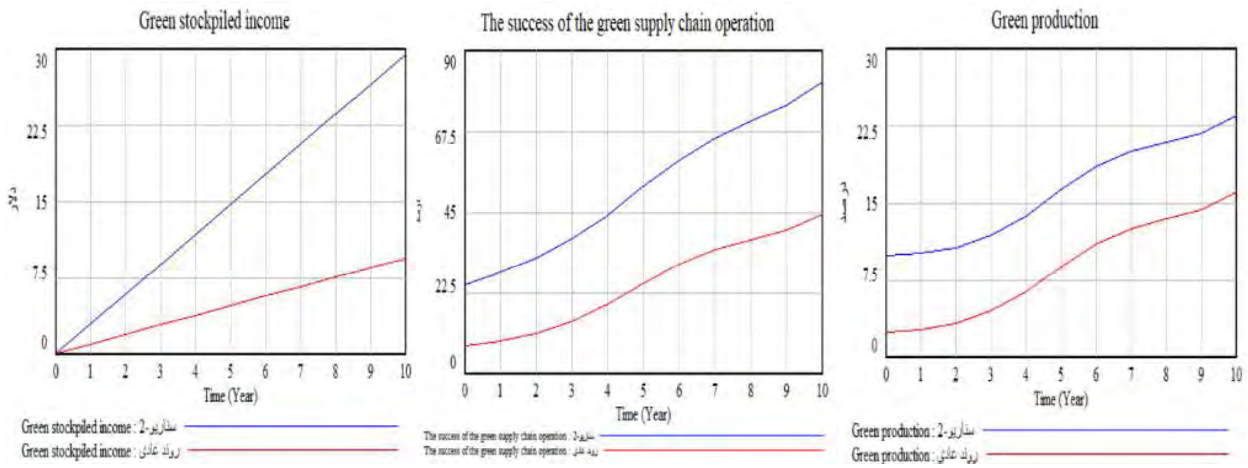
سناریوی اول به بررسی میزان تأثیر مهارت نیروی انسانی بر موفقیت زنجیره تأمین سبز در طول زمان می‌پردازد. بر اساس این سناریو با افزایش دو برابری مهارت و دانش کارکنان در زمینه زنجیره تأمین سبز، بستر لازم برای افزایش تولیدات سبز در سازمان نیز ایجاد می‌شود. زمانی که این بستر فراهم شود به تبع آن موجودی سبز سازمان نیز افزایش می‌یابد که این عوامل نقش کلیدی در بهبود و موفقیت زنجیره تأمین سبز ایفا می‌کنند (نمودار ۵).



نمودار ۵- تغییرات موفقیت زنجیره تأمین سبز، موجودی محصول سبز و تولید سبز تحت سناریوی اول

سناریوی ۲: افزایش نظارت بر اجرای قوانین و مقررات

در سناریوی دوم به افزایش نظارت بر اجرای قوانین و مقررات در مدل پرداخته شده است که خود از متغیر قوانین تأثیر گرفته است. در اجرای سناریو، میزان نظارت بر اجرای قوانین و مقررات در حالت عادی دو برابر افزایش یافته است؛ در حالت عادی میزان این متغیر ۰/۵ در نظر گرفته شده است و پس از اعمال سناریو به مقدار ۱ رسیده است. نمودار (۶) بیان‌کننده تأثیر این تغییر بر متغیرهای موفقیت زنجیره تأمین سبز، درآمد انباشته سبز و تولید سبز می‌باشد. موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبز در کل دوره ده ساله پس از اجرای سناریو روند افزایشی قابل ملاحظه‌ای داشته است که این افزایش در سال‌های پایانی ملموس‌تر است.



نمودار ۶- تغییرات موفقیت زنجیره تأمین سبز، درآمد انباشته سبز و تولید سبز تحت سناریوی دوم

سناریوی ۳: افزایش تأمین‌کننده سبز

بخش مهمی از زنجیره تأمین سبز را تأمین‌کنندگان سبز آن در بر می‌گیرند، در این سناریو با افزایش دو برابری تأمین‌کننده سبز نسبت به مقدار اولیه آن تأثیرش بر موفقیت زنجیره تأمین روشن می‌شود. لازم به ذکر است که مقدار اولیه این متغیر ۰/۵ و مقدار ۱ برای اجرای سناریوی سوم در نظر گرفته شده است. واضح است که موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبز پس اجرای سناریوی سوم به نسبت یکسانی از روند عادی، در کل دوره افزایشی بوده است.

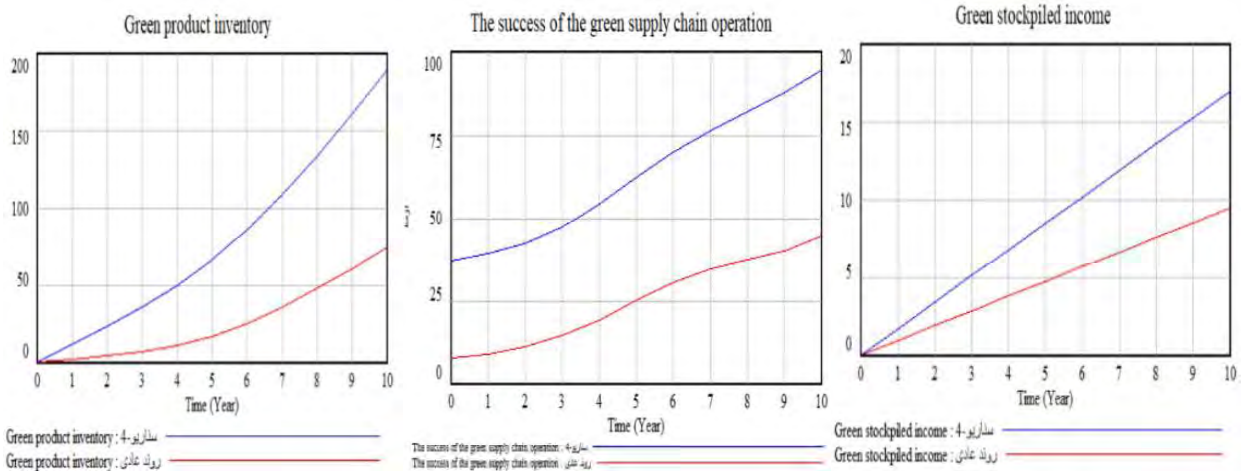
نمودار ۷- تغییرات متغیر موفقیت زنجیره تأمین سبز تحت سناریوی سوم

سناریوی ۴: اجرای هم زمان سناریوی ۱، ۲ و ۳

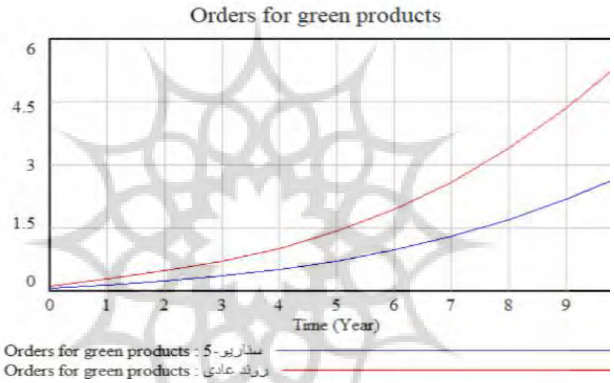
در این سناریو متغیرهای مهارت نیروی انسانی، نظارت بر اجرای قوانین و مقررات و تأمین‌کننده سبز همزمان افزایش یافته است و تغییر رفتار متغیرهای موفقیت زنجیره تأمین سبز، درآمد سبز و موجودی محصول سبز در نمودار (۸) قابل مشاهده است. رفتار متغیر مدیریت زنجیره تأمین سبز به شکل قابل توجهی در این سناریو افزایش یافته است، به‌طوری که پس از اجرای سناریو در سال‌های آخر مقدار آن به ۱۰۰درصد نزدیک می‌شود.

سناریوی ۵: کاهش میزان سفارش برای کالای سبز

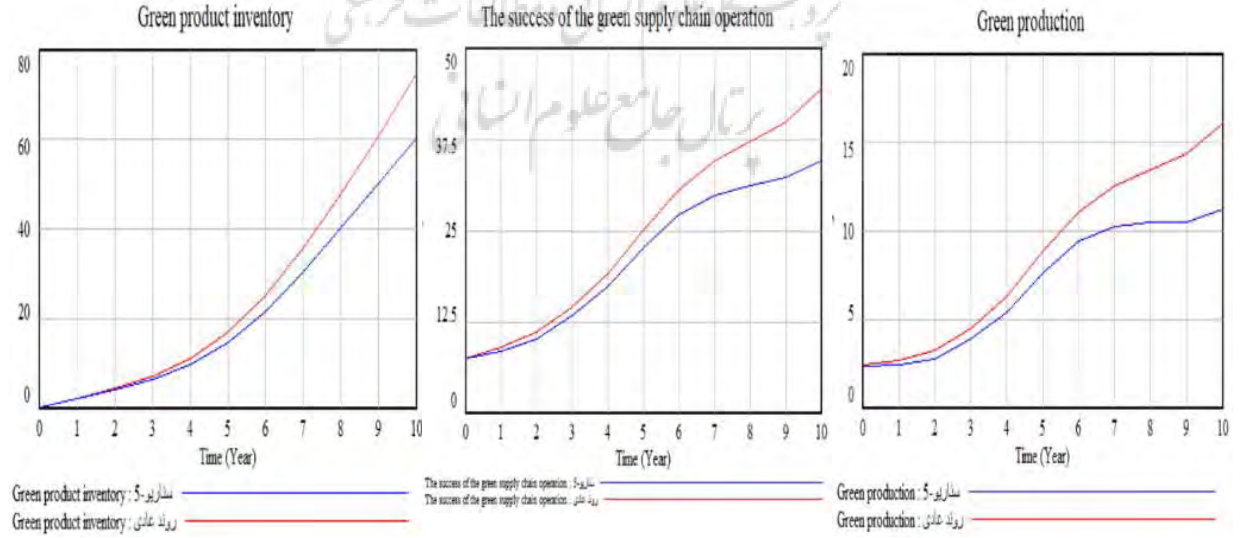
سناریوی آخر به بررسی میزان سفارش برای کالای سبز بر موفقیت زنجیره تأمین سبز در طول زمان می‌پردازد. برای اجرای این سناریو میزان سفارش را در طول ده سال به نصف آن کاهش داده شده است. رفتار این متغیر در نمودار (۹) قابل مشاهده است. با کاهش تقاضا (سفارش) برای کالای سبز، تولید سبز سازمان کاهش یافته و به دنبال آن موجودی سبز در سازمان نیز کاهش می‌یابد و موفقیت زنجیره تأمین سبز تحت تأثیر منفی این عوامل قرار می‌گیرد. رفتار متغیرهای موفقیت زنجیره تأمین سبز، موجودی محصول سبز و تولید سبز نیز در نمودار (۱۰) مشاهده می‌شود.



نمودار ۸- تغییرات متغیر موفقیت زنجیره تأمین سبز، درآمد سبز و موجودی محصول سبز تحت سناریوی چهارم



نمودار ۹- تغییرات متغیر سفارش برای تولید سبز تحت سناریوی پنجم



نمودار ۱۰- تغییرات متغیر موفقیت زنجیره تأمین سبز، موجودی محصول سبز و تولید سبز تحت سناریوی پنجم

۵. نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

نتایج سناریوی اول نشان داد که در بلندمدت، اعمال افزایش مهارت نیروی انسانی باعث در موجودی محصول سبز و تولید سبز می‌شود؛ این روند افزایشی برای این دو متغیر طبیعی می‌باشد زیرا افزایش مهارت در طول زمان نتایج بهتری به بار خواهد آورد. در همین راستا پیشنهاد می‌شود:

انجام تجزیه و تحلیل نیازهای آموزشی برای شناسایی نیازهای آموزشی سبز کارکنان

- برگزاری دوره‌های آموزشی قبل از خدمت و ضمن خدمت مستمر برای مدیران و کارکنان
- آموزش کارکنان درباره تغییرات آب‌وهوا و دیگر مسائل زیست‌محیطی مانند استفاده از اتوماسیون و نرم‌افزارهای رایانه‌ای به جای استفاده از کاغذ و ...
- آموزش و ارائه الگوهای مصرف صحیح انرژی، ابعاد ایمنی، کارایی انرژی و مدیریت مواد زائد و بازیافت

با اجرای سناریوی دوم این نتیجه به‌دست آمد که افزایش نظارت بر اجرای قوانین و مقررات باعث افزایش درآمد انباشته سبز و تولید سبز و موفقیت زنجیره تأمین سبز می‌شود. لذا پیشنهاد می‌شود:

- تدوین دستورالعمل‌ها و استانداردهای بهره‌وری انرژی برای تجهیزات جهت جلوگیری از آلودگی و کاهش بار زیست‌محیطی
- حمایت و راهنمایی مقامات نظارتی در زمینه مدیریت پسماند

ارزیابی عملکرد سبز سازمان‌ها و تشویق و حمایت از سازمان‌های برتر در زمینه حفاظت از محیط زیست

- انجام بازرسی‌های مستمر از کارخانجات تولید کاشی و سرامیک جهت اطمینان از رعایت اصول سبز

در اجرای سناریوی سوم با افزایش تأمین‌کننده سبز، موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبز با شیبی یکسان در کل دوره افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. در همین راستا پیشنهاد می‌شود:

- تدوین شاخص‌های ارزیابی تأمین‌کنندگان بر اساس ملاحظات زیست‌محیطی و انتخاب تأمین‌کنندگان مبتنی بر این شاخص‌ها

آموزش و افزایش سطح آگاهی تأمین‌کنندگان در خصوص مدیریت سبز و ارتقای سطح سواد زیست‌محیطی آن‌ها

نظارت بر تأمین‌کنندگان جهت اطمینان از رعایت مسائل زیست‌محیطی و عقد تفاهم‌نامه‌های زیست‌محیطی با آن‌ها

- همکاری و تعامل مناسب با تأمین‌کنندگان جهت طراحی، تولید و حمل‌ونقل سبز

نتایج سناریوی چهارم نشان داد در صورت افزایش مهارت نیروی انسانی، نظارت بر اجرای قوانین و مقررات و تأمین‌کنندگان سبز مدیریت زنجیره تأمین سبز بسیار کارآمد خواهد بود. همچنین، در سناریوی پنجم، کم شدن یا عدم وجود سفارش از جانب مشتریان به کاهش نرخ تولید سبز و بالتبع آن به کاهش موجودی سبز و موفقیت زنجیره تأمین می‌انجامد. بنابراین، کاهش متغیر سفارش برای تولید سبز، میزان متغیر موفقیت زنجیره تأمین سبز را کاهش می‌دهد که این موضوع، تأثیر و اهمیت سفارش برای تولید سبز را به وضوح نشان می‌دهد؛ لذا در این راستا پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

- آگاهی مشتریان نسبت به نوع مواد استفاده شده در محصول و تولید، روند تولید، مصرف انرژی و آب برای تولید و حتی شرایط حمل و نقل و توزیع محصول

آموزش جامعه در خصوص مزایای استفاده از محصولات سبز و تأکید روی ویژگی‌های سازگار با محیط زیست محصول؛

- معرفی محصولات جدید مطابق با سلیقه مشتریان؛ محصولاتی با بازده مصرف انرژی بالا، اسراف کم، طول عمر زیاد و سازگار با آب‌وهوای بومی؛
- طراحی مجدد محصولات موجود، با توجه به تقاضای مصرف‌کنندگان.

اگر چه عواملی که بیان گردید، از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر موفقیت زنجیره تأمین سبز در صنعت کاشی و سرامیک شناسایی شدند اما این صنعت برای رقابت در کلاس جهانی بایستی با محور قرار دادن مهم‌ترین عوامل، به همه عوامل شناسایی شده توجه کافی را داشته باشد. به محققان آینده نیز پیشنهاد می‌شود پژوهشی در این زمینه در صنایع دیگر صورت گیرد تا بتوان نتایج بهتر و مناسب‌تری استخراج شود و در نهایت بتوان مدل جامع‌تری طراحی نمود زیرا صنعت‌های مختلف مشخصه‌ها و عوامل موفقیت متفاوت و خاص خود را دارد.

منابع

احمدی، سیدعلی اکبر؛ محمدعلی افشاری و حمیده شکاری. (۱۳۹۲). «ارائه مدلی برای سنجش موفقیت سازمان‌ها در مدیریت زنجیره تأمین سبز با رویکرد انتخاب تأمین‌کننده سبز (مورد: شرکت فولاد آلیاژی ایران)»، پژوهشنامه بازرگانی، ۱۷ (۶۶)، صفحات ۹۵-۱۲۷.

ایمانی خوشخو، محمدحسین و سیدمحمد موسوی. (۱۳۹۶). «عوامل مؤثر بر تحقق زنجیره تأمین سبز صنعت گردشگری ایران»، مطالعات اجتماعی گردشگری، ۵(۱۰)، صفحات ۱۲۷-۱۵۵.

برنا، مظفر؛ مهدی مظفری؛ علیرضا زرگوش و بهروز یاری. (۱۳۹۷). «استراتژی‌ها و سیاست‌های شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در ایران»، ماهنامه کار و جامعه، ۲۱۸، صفحات ۶۶-۷۶.

خدابخشی، محمد؛ سپیده ناصری و فریبا دهقان. (۱۳۹۳). «بررسی مولفه‌های زنجیره‌تأمین سبز در مؤسسات صنعتی»، فصلنامه اندیشه آماد، ۱۳ (۴۹)، صفحات ۱۲۰-۱۳۸.

رجایی‌ریزی، فاطمه؛ سید حیدر میرفخرالدینی، داود عندلیب اردکانی و سیدعلی میرنژاد. (۱۳۹۷). «طراحی مدل راهبردی زنجیره تأمین سبز با رویکرد تلفیقی کارت امتیازی متوازن و LFPP مورد مطالعه: مجتمع فولاد مبارکه اصفهان»، پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری، ۳(۲)، صفحات ۱۲۹-۱۵۳.

رجبی‌پور میبدی، علیرضا؛ الهام مفتح‌زاده، مهرداد کیانی، فاطمه زمزم. (۱۴۰۰). «طراحی الگوی عوامل مؤثر بر استقرار مدیریت زنجیره تأمین سبز بر اساس رویکرد فراترکیب و تحلیل و توسعه گزینه‌های استراتژیک (سودا)»، مدیریت بهره‌وری، ۱۵(۱)، صفحات ۲۶۵-۲۹۳.

رحیمی، حسین و الهه طاهری. (۱۳۹۷). «شناسایی و ترسیم مدل عوامل بحرانی تحقق زنجیره تأمین سبز صنعت خودرو»، فصلنامه مدیریت صنعتی، ۱۳(۴۵)، صفحات ۱-۱۱.

سوشیل، شارما. (۱۳۹۸). «پویایی سیستم رویکردی کاربردی برای مسائل مدیریتی»، ترجمه ابراهیم تیموری، علیرضا نورعلی، نریمان ولی‌زاده، تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت، چاپ هفتم.

شاهبندرزاده، حمید و محمدحسین کبگانی. (۱۳۹۶). «تحلیل کمی ریسک‌های موجود در مدیریت زنجیره تأمین سبز با استفاده از مدلسازی ریاضی»، پژوهشنامه بازرگانی، ۲۱(۸۲)، صفحات ۱-۳۲.

شجاعی، پیام؛ محسن جاجرمی‌زاده و محمد اسفندیاری مهنی. (۱۳۹۶). «ارزیابی و اولویت‌بندی موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز با استفاده از فرایند رتبه‌بندی تفسیری (مورد مطالعه: شرکت تولید برق جنوب»، پژوهشنامه مدیریت اجرایی، ۹(۱۸)، صفحات ۶۳-۸۸.

عاقله، حسن و ناصر حمیدی. (۱۳۹۵). «شناسایی و رتبه‌بندی موانع استقرار زنجیره تأمین سبز در صنایع کوچک و متوسط (مطالعه موردی استان قزوین)»، پژوهشنامه بازرگانی، ۲۰(۸۰)، صفحات ۱۷۳-۱۹۵.

عباس‌زاده توسلی، سارا؛ سروش آوخ دارستانی و میترا عباس‌زاده توسلی. (۱۳۹۶). «ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده سبز با استفاده از& TOPSIS DEMATEL (مطالعه موردی: مجتمع فولاد گیلان)»، نشریه مدیریت صنعتی، ۱۲(۳۹)، صفحات ۱۵-۲۸.

عندلیب اردکانی، داود و سعیده شمس. (۱۳۹۹). «شناسایی و مدلسازی توانمندسازهای مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنایع کوچک و متوسط»، کاوش‌های مدیریت بازرگانی، ۱۲(۲۳)، صفحات ۱۶۹-۱۹۳.

قربان‌پور، احمد؛ علیرضا پویا؛ شمس‌الدین ناظمی و زهرا ناجی عظیمی. (۱۳۹۵). «طراحی مدل ساختاری اقدامات مدیریت زنجیره تأمین سبز با استفاده از رهیافت مدل‌سازی ساختاری تفسیری فازی»، تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۳(۴)، صفحات ۱-۲۰.

محمدزاده، مجید آفرین و رضا حسن‌زاده. (۱۳۹۷). «شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر در پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز با روش AHP فازی و TOPSIS فازی در صنعت برق»، تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، ۳(۳)، صفحات ۲۸۱-۳۰۱.

ملکی مین‌باش رزگاه، مرتضی؛ مریم ورمقانی و هوشمند باقری قره‌بلاغ. (۱۳۹۸). «خلق مزیت رقابتی: واکاوی ابعاد مدیریت منابع انسانی سبز بر مدیریت زنجیره تأمین سبز با نقش تعدیل‌گری نوجویی سبز در شرکت‌های صنعتی»، پژوهشنامه مدیریت اجرایی، ۱۱(۲۱)، صفحات ۱۲۹ ۱۵۲

نوروززاده، قاسم؛ مهدیه معتمدی و مهدی نوروززاده. (۱۳۹۱). «مدیریت زنجیره تأمین سبز، چالش رقابتی قرن حاضر»، دومین کنفرانس

برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران.

Agi, M. A., & Nishant, R. (2017), "Understanding influential factors on implementing green supply chain management practices: An interpretive structural modelling analysis". Journal of environmental management, 188, 351-363.

Al-Refaie, A., Al-Momani, D., & Al-Tarawneh, R., (2020), "Modelling the barriers of green supply chain practices in Jordanian firms". International Journal of Productivity and Quality Management, 29(3): 397-417.

Banik, A., Muhtasim Taqi, S. M., Mithun Ali, S., Ahmed, S., Garshasbi, M., & Kabir, G. (2020), "Critical success factors for implementing green supply chain management in the electronics industry: an emerging economy case". International Journal of Logistics Research and Applications, https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1839029.

Bhatia, M. S., & Gangwani, K. K. (2020), "Green supply chain management: Scientometric review and analysis of empirical research". Journal of Cleaner Production, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124722

Bianchi, C. (2016), Dynamic performance management (Vol. 1). Berlin: Springer.

Chatterjee, K., Pamucar, D., & Zavadskas, E. K. (2018), "evaluating the performance of suppliers based on using the R'AMATEL-MAIRCA method for green supply chain implementation in electronics industry". Journal of cleaner production, 184, 101-129.

Dallasega, P., & Sarkis, J. (2018), "Understanding Greening Supply Chains: Proximity Analysis Can Help". Resources, Conservation and Recycling, 139: 76-77.

Forrester, J. W. (1997), "Industrial dynamics". Journal of the Operational Research Society, 48(10), 1037-1041.

Gandhi, S., Mangla, S. K., Kumar, P., & Kumar, D. (2016), "A combined approach using AHP and DEMATEL for evaluating success factors in implementation of green supply chain management in Indian manufacturing industries". International Journal of Logistics Research and Applications, 19(6), 537-561.

Gary, L., Amos, N. H., & Tehseen, A. (2018), "towards strategic development of maintenance and its effects on production performance by using system dynamics in the automotive industry". International Journal of Production Economics, 200, 151-169.

Govindan, K., Muduli, K., Devika, K., & Barve, A. (2016), "Investigation of the influential strength of factors on adoption of green supply chain management practices: An Indian mining scenario". Resources, Conservation and Recycling, 107, 185-194.

Jabbour, C. J. C., & Jabbour, A. B. L. S. (2016), "Green Human Resource Management and Green Supply Chain Management: linking two emerging agendas". Journal of Cleaner Production, 112, 1824-1833.

Karbassi Yazdi, A., Wang, Y. J., & Rashidi Komijan, A. (2020), "Green supply chain management in an emerging economy: prioritising critical success factors using grey-permutation and genetic algorithm". International Journal of Logistics Systems and Management, 36(2): 199-223.

Kopainsky, B. (2005), a system dynamics analysis of socio-economic developmenet in lagging Swiss regions, ETH Zurich.

Kunc, M. H., & Morecroft, J. D. (2007), "Competitive dynamics and gaming simulation: lessons from a fishing industry simulator". Journal of the Operational Research Society, 58(9), 1146-1155.

Lin, C. Y., Alam, S. S., Ho, Y. H., Al-Shaikh, M. E., & Sultan, P. (2020), "Adoption of Green Supply Chain Management among SMEs in Malaysia". Sustainability, 12: 1-15.

Luthra, S., Garg, D., & Haleem, A. (2016), "the impacts of critical success factors for implementing green supply chain management towards sustainability: an empirical investigation of Indian automobile industry". Journal of Cleaner Production, 121, 142-58.

Mangla, S. K., Kumar, P., & Barua, M. K. (2015), "prioritizing the responses to manage risks in green supply chain: An Indian plastic manufacturer perspective". Sustainable Production and Consumption, 1, 67-86.

Mojumder. A., & Singh, A. (2021), "an exploratory study of the adaptation of green supply chain management in construction industry: The case of Indian Construction Companies". Journal of Cleaner Production, 295: 126400.

Nkrumah, S. K., Asamoah, D., Annan, J., & Agyei-Owusu, B. (2020). "Examining green capabilities as

Sterman, J. D. (2006), "learning from evidence in a complex world". American journal of public health, 96(3), 505-514.

Thakur, A. S., Patel, S., Chopra, A., & Vakharia, V. (2020), An Analysis of Critical Success Factors of Implementation of Green Supply Chain Management in Indian Tube Manufacturing Industries. In book: Human Systems Engineering and Design II, https://doi.org/10.1007/978-3-030-27928-8_147.

Tseng, M. L., Islam, M. S., Karia, N., Fauzi, F. A., & Afrin, S. (2019), "A Literature Review on Green Supply Chain Management: Trends and Future Challenges". Resources, Conservation and Recycling, 141: 145-162.

Tseng, M. L., Lin, R. J., & Chiu, A. S. F. (2012), "Evaluating green supply chain management with incomplete information". Industrial Engineering & Management Systems, 11(2), 165-169.

Vanalle, R. M., Ganga, G. M. D., Godinho Filho, M., & Lucato, W. C. (2017), "Green supply chain management: An investigation of pressures, practices, and performance within the Brazilian automotive supply chain". Journal of cleaner production, 151, 250-259.

Vivek, P., & Kumar, J. S. (2019), "Analysis of Green Supply Chain Management Enablers in FMCG Sector Using Integrated ISM and MICMAC Approach". In Advances in Industrial and Production Engineering: 69-75. Springer, Singapore

Wu, K, Liao. Tseng, M., Chiu. (2015), "Exploring decisive factorism green supply chain practices under uncertainty". Production Economics, 159, 147-157.

Zhang, H., Xu, X., Liu, W., & Jia, Z. (2019), "Green supply chain decision modeling under financial policy, with or without uniform government emission reduction policy". Managerial and Decision Economics. 41(6): 1040-1056.

drivers of green supply chain management adoption". Management Research Review, 44(1): 94-111.

Oliveira, U. R., Espindola, L. S., da Silva, I. R., da Silva, I, N., & Rocha, H. M (2018), "a systematic literature review on green supply chain management: Research implications and future perspectives". Journal of Cleaner Production, 187: 537-561.

Rahman, T., Syed Mithun, A., Abdul Moktadir, M. D., & KusiSarpong, S. (2019), "Evaluating barriers to implementing green supply chain management: An example from an emerging economy". Production Planning & Control: 1-26.

Rodriguez-Ulloa, R., & Paucar-Caceres, A. (2005), "Soft system dynamics methodology (SSDM): combining soft systems methodology (SSM) and system dynamics (SD)". Systemic Practice and Action Research, 18(3), 303-334.

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

Sarwar, A., Zafar, A., Hamza, M. A., & Qadir, A. (2021), "The effect of green supply chain practices on firm sustainability performance: Evidence from Pakistan". Uncertain Supply Chain Management, 9: 31-38.

Scur, G., & Barbosa, M. E. (2017), "Green supply chain management practices: Multiple case studies in the Brazilian home appliance industry". Journal of Cleaner Production, 141, 1293-1302.

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

Smith, E. M., Thorpe, R., & Jackson, P. R. (2012), Management research. Sage.

Stadtler, H. (2015), Supply Chain Management: An Overview. In: Supply Chain Management and Advanced Planning. Springer, Berlin, Heidelberg, 3-28.