

ارائه مدل مدیریت زنجیره تأمین سبز با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم

مهناز خوانساری^۱، کیوان شاهقلیان^{۲*}، سمیه نعمتی^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع، موسسه آموزش عالی دماوند، تهران، ایران
^۲استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران (عهده‌دار مکاتبات)

^۳استادیار، گروه توسعه منابع انسانی، دانشگاه مهر البرز، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۵ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۲/۲۵

چکیده

امروزه یکی از چالش‌های اصلی پیش روی سازمان‌ها، یافتن روش‌هایی برای چرخه تولید است که مطابق با استاندارد‌های زیست‌محیطی باشد. لذا بهره‌گیری از زنجیره تأمین سبز بعنوان یک روش مناسب مد نظر قرار گرفته است. توجه به این فلسفه در سازمان‌ها موجب شده است تا نیروی کار بتواند بهتر بیندیشد، بیافریند و نوآوری کند و از طرفی سرمایه‌گذاری نیز هدفمندتر شده و در نهایت بهره‌وری افزایش یابد. این پژوهش با هدف ارائه مدلی جهت ارزیابی مدیریت زنجیره تأمین سبز و با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستم انجام شده است. برای این منظور پارامترهای مؤثر در مدیریت زنجیره تأمین سبز شناسایی و ارتباط بین آنها و تأثیرشان بر یکدیگر مشخص گردید. سپس دیاگرام علت و معلولی و دیاگرام جریان مدیریت زنجیره تأمین سبز طراحی و پس از اعتبارسنجی مدل، شبیه‌سازی آن با استفاده از نرم‌افزار Vensim و در افق زمانی (۱۴۰۵-۱۳۹۵) انجام شد. با توجه به اعتبارسنجی مدل، سیاست‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز شناسایی و نتایج مقایسه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

واژه‌های اصلی: زنجیره تأمین، مدیریت زنجیره تأمین سبز، زیست‌محیطی، پویایی‌شناسی سیستم

۱- مقدمه

محرك که عامل ایجاد تغییراتی در این خصوص شده است **Error! Reference source not found.** تصمیم‌گیری در رابطه با سبز شدن زنجیره تأمین، فرایند ترکیب معیارها و اهمیت زیست‌محیطی، خریدهای سازمانی و هم‌چنین روابط بلندمدت با تأمین‌کنندگان است که رویکردی مدیریتی است و به دنبال حداقل کردن مضرات و آثار مخرب محیطی محصولات، خدمات و مجموعه‌های اجتماعی می‌باشد. شرکت‌ها باید در مورد طراحی محصولات و تکنیک‌های تولیدشان جهت ایجاد محصولاتی سازگارتر با محیط در زمان تولید و مصرف تجدیدنظر و آن‌ها را پس از پایان عمرشان بازیافت و دوباره مصرف کنند. برای کاهش تقاضای مواد خام و ضایعات و توجه به مسائل سبز جهت افزایش توانایی از طراحی محصولات سبز و ایجاد بازارهایی برای آن محصولات سازگاری با محیط مهم است. این امر وقتی پدیدار می‌شود که نیازهای نسل حاضر را پاسخ داده و به نحوی برنامه‌ریزی و اجرا شود که بر محیط زیست، اقتصاد و فرهنگ جامعه اثر منفی نگذارد. از این رو نگرش سبز در سازمان و ایجاد ساختارهای سازمانی با عنوان تضمین سبز جایگزین واحدهایی از قبیل تضمین کیفیت شده است **Error! Reference source not found.** این رو شناسایی عوامل تأثیرگذار بر سبز بودن مدیریت زنجیره تأمین، توجه پژوهشگران را بیش از پیش به خود جلب نموده است. با توجه به معیارهای مرتبط بر سبز بودن مدیریت زنجیره تأمین، لازم است تا این

با توجه به سرعت تخریب محیط زیست و تأثیرات منفی فعالیت‌های انسانی در چند ساله گذشته لازم است مسائل زیست‌محیطی مورد توجه بیش از پیش قرار گیرد **Error! Reference source not found.** از سوی دیگر اهمیت مفهوم زنجیره تأمین و عملکرد آن به یکی از پارادایم‌های حال حاضر برای بهبود رقابت‌پذیری تبدیل شده است که سازمان‌ها بیش از پیش به آن توجه نشان داده‌اند **Error! Reference source not found.** و با ترکیب مسائل زیست‌محیطی در مدیریت زنجیره تأمین، مفهومی به نام مدیریت زنجیره تأمین سبز بوجود می‌آید **Error! Reference source not found.** ضرورت سبز شدن زنجیره تأمین زمانی مطرح شد که از یک طرف دولت‌ها، فشارهایی را برای استانداردهای زیست‌محیطی لحاظ نمودند و از طرف دیگر تقاضای مشتریان برای عرضه محصولات سبز بدون اثر مخرب بر محیط زیست به وجود آمد **Error! Reference source not found.** صاحبان صنایع سعی دارند با استفاده از حفاظت از محیط زیست و منابع زیستی گامی مؤثر در جهت مقبولیت کالای مورد عرضه خود به مشتریان برداشته و رعایت نکات زیست‌محیطی را به عنوان یک امتیاز رقابتی مورد استفاده قرار دهند. به همین منظور استانداردهای مشخصی وضع شده‌اند به عنوان مثال تقاضای مشتریان، قوانین دولتی، استانداردهای وضع شده به عنوان

این مهم پدیدار می‌شود که نیازهای نسل حاضر را پاسخ می‌دهد و به نحوی برنامه ریزی و اجرا می‌شود که بر محیط زیست و اقتصاد و فرهنگ جامعه اثر منفی نگذارد. نگرش سبز در سازمان و ایجاد ساختارهای سازمانی با عنوان "تضمین سبز" جایگزین واحدهای سازمانی از قبیل "تضمین کیفیت" شده است [۲۴].

در رابطه با چنین تحقیقاتی، نیاز به ابزارهایی است که بتواند ساختار و اجزاء سیستم را منطبق با خصوصیات و روابط واقعی آن‌ها تعریف نماید و در کنار آن از سادگی و سرعت لازم برخوردار باشد. علاوه بر آن امکان مشارکت کاربران سطوح مختلف در توسعه مدل نیز می‌بایست، به عنوان یکی از مزایای این ابزارها مد نظر باشد. روش پویایی سیستم‌ها یک روش شبیه‌سازی شیء گرا بر اساس روابط بازخورد است که ضمن ایجاد مشارکت کاربران هر مدل در توسعه آن، سادگی و سرعت قابل توجهی را در تعریف سیستم و توسعه مدل ایجاد می‌نماید. امکان توسعه گروهی مدل‌ها و قابلیت و سادگی اصلاح مدل در واکنش به تغییرات سیستم نیز از جمله قابلیت‌های این روش است **Error!**

Reference source not found.

در این پژوهش، کاربرد مدل پویایی سیستم در شبیه‌سازی سیستم مدیریت زنجیره تأمین سبز و قابلیت‌های نرم افزار ونسیم^۱ در شبیه‌سازی این سیستم مورد توجه قرار گرفته است. عملکرد سیستم با توجه به محدودیت‌ها و اهداف بهره‌بردار، با استفاده از روابط علت و معلولی تعریف شده و با اعمال تغییرات بر روی متغیرها و پارامترهای ورودی بررسی شده‌اند.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۱-۲ زنجیره تأمین سبز

مفهوم زنجیره تأمین سبز نخستین بار توسط کله و سیلور در سال ۱۹۸۹ مطرح شد. مدیریت زنجیره تأمین سبز مفهومی است که به دلیل تعهد سازمان‌ها به پایداری، روز به روز محبوبیت بیشتری پدید می‌کند. **Error! Reference source not found.** سبز کردن زنجیره تأمین فرایند در نظر گرفتن معیارها و ملاحظات زیست محیطی در سر تا سر زنجیره تأمین است. **Error! Reference source not found.** زنجیره تأمین سبز مفهومی سازگار با محیط زیست در مدیریت زنجیره تأمین برای افزایش پایداری محیط زیست و با استفاده از روش‌های مختلف مانند خرید سبز، حمل و نقل سبز، توزیع سبز و تولید سبز است. **Error! Reference source not found.**

امروزه از زنجیره تأمین سبز به عنوان یک سلاح راهبردی جهت کسب مزیت رقابتی پایدار استفاده می‌شود. به عنوان یک مدل جدید مهم در سازمان‌ها برای دستیابی به اهداف سود و سهام بازار با کاستن تأثیرات ریسک‌های محیطی آن‌ها در کنار افزایش کارایی فرایندشان ظاهر شده است. روابط سازمان با محیط طبیعی یک منبع حیاتی در مزیت رقابتی پایدار به شمار می‌رود. زنجیره تأمین سبز به دلیل بهره‌مندی از مزایای راهبردی کاهش هزینه و نوآوری در تولید محصولات، تحویل سریعتر کالا و

عوامل تأثیرگذار در صنایع مختلف، شناسایی شوند تا به کمک آن مدیران پیدا نمایند و براساس آن به تقویت و بهبود توانمندی‌های خویش بپردازند.

*keykeysh@yahoo.com

بتوانند مدلی مناسب جهت برنامه ریزی‌های آینده‌شان در خصوص سرمایه‌گذاری‌هایی که موجب تسهیل این موضوع در سازمان می‌شوند، در واقع این پژوهش به دنبال پاسخگویی به پرسش‌های زیر است:

۱- عوامل مؤثر در مدیریت زنجیره تأمین سبز کدامند؟
۲- مدل مناسب مدیریت زنجیره تأمین سبز با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم کدام است؟

مهم‌ترین مسئله‌ای که در این پژوهش مورد توجه است، عامل تولید سبز در زنجیره تأمین است که مورد بررسی قرار گرفته است (زنجیره تأمین شرکت الیت). شناسایی متغیرهای تأثیرگذار بر زنجیره تأمین این مسئله، توصیف رفتار این متغیرها، فرموله کردن، نحوه تأثیرگذاری آنها و شبیه‌سازی رفتار در طول زمان از جمله اهداف این پژوهش است.

یکی از مهم‌ترین مسائلی که زنجیره تأمین شرکت الیت به آن مبتلا می‌باشد، هزینه‌های ناشی از ضایعات است. تولید و ضایعات ناشی از تولید و به طبع آن هزینه‌های مرتبط به عنوان موضوعات مهم در زنجیره تأمین این شرکت مطرح هستند.

زنجیره تأمین سبز به شکل طیفی از خرید سبز، کاهش ضایعات و جانشین نمودن مواد خام، کمترین میزان اتلاف مواد خام و پرخطر تا یک زنجیره عرضه، اجرا نمودن استراتژی زنجیره سبز و شکل حلقه‌ای

بسته ادامه می‌یابد. **Error! Reference source not found.**

در زنجیره تأمین سبز، علاوه بر تولید و توزیع وظیفه بازیافت هم وجود دارد که ضایعات تولیدی دوباره جمع‌آوری و فرآوری شده و به چرخه تولید باز می‌گردند بطوری که کمترین آسیب برای محیط زیست خواهند داشت. مصرف‌گرایی سبز به این امر منجر شد که شناخت محیط برای تولیدکنندگان به یک مزیت رقابتی تبدیل شود و باید سازگاری محصولات با معیارهای زیست محیطی را تضمین کنند. عملکرد محیطی را تسهیل می‌نماید و ضایعات را حداقل و موجب صرفه‌جویی هزینه و افزایش راندمان و کسب مزیت رقابتی با کیفیت بهتر در زمان کمتر می‌شود [۱۵].

سبز شدن زنجیره تأمین فرایند ترکیب معیارها و اهمیت‌های زیست محیطی با تصمیم‌گیری‌های خرید سازمانی و روابط بلندمدت با تأمین‌کنندگان است. رویکردی مدیریتی است که به دنبال حداقل کردن مضرات و اثرات مخرب محیطی محصولات، خدمات و مجموعه‌های اجتماعی می‌باشد. شرکت‌ها باید در مورد طراحی محصولات و تکنیک‌های تولیدشان جهت ایجاد محصولاتی سازگارتر با محیط در زمان تولید و مصرف تجدیدنظر کنند و محصولات را باید پس از پایان عمرشان بازیافت و دوباره مصرف کرد. برای کاهش تقاضا برای مواد خام و کاهش ضایعات و توجه به مسائل سبز برای افزایش توانایی از طراحی محصولات سبز و ایجاد بازارهایی برای محصولات سبز سازگار با محیط مهم است.

¹ Vensim

خدمات، کاهش زمان تاخیر، افزایش کیفیت، ایجاد ارزش افزوده برای مشتریان، به عرضه محصولات پاک و بهبود عملکرد اقتصادی منجر می شود. سازمان ها با حرکت به سوی لجستیک سبز از مزایای راهبرد پاسخ گویی (بهبود سطح خدمات به مشتریان) و کارایی (کاهش هزینه ها) سود خواهند برد. راهبردهای تمایز، تمرکز و کاهش هزینه برای کسب مزیت رقابتی پایدار نام برده شده اند **Error! Reference source not found.**

مدیریت زنجیره تامین سبز به عنوان یک فلسفه سازمانی نوظهور می تواند خطرات زیست محیطی را کاهش داده و به سازمان ها جهت دستیابی به سود، سهم بازار و بهبود بهره وری کمک می کند **Error! Reference source not found.**

۲-۲ پویایی شناسی سیستم

سیستم های پویا در اواسط دهه ۱۹۵۰ میلادی توسط جی رایت فارستر استاد انیستیتیوی ماساچوست آمریکا ارائه شد و بعد ها توسط جان دی استرمن گسترش یافت. پویایی شناسی سیستم ها به عنوان یکی از رویکرد های تفکر سیستمی در گستره وسیعی از حوزه ها مورد استفاده قرار می گیرد و هدف آن یافتن مقدار دقیق نتیجه یک فرآیند در طول زمان نیست، بلکه شناسایی سیاست های بهبود نتیجه و کنترل آن است. **Error! Reference source not found.** در نظریه پویایی سیستم ها، متغیر های مختلف موجود در سیستم پیچیده، بصورت علی در قالب حلقه های بازخوردی که خود با هم در تعامل اند، با هم ارتباط دارند. روابط درون سیستمی میان حلقه های بازخورد، ساختار سیستم را تشکیل می دهد و این ساختار تعیین کننده رفتار سیستم است. هدف اساسی پویایی شناسی سیستم، کمک به مدیران برای درک و شناخت سیستم های پیچیده است تا بتوانند با مداخله در این سیستم ها از تناسب رفتار آن ها با مقاصد شان اطمینان یابند **Error! Reference source not found.**

۳-۲ پیشینه پژوهش

محرر و همکاران (۱۳۹۵) به دنبال تأثیر متغیرهای مربوط به مقدار و عدم قطعیت تقاضا و همچنین عدم اطمینان شرکای زنجیره تامین بر عملکرد زنجیره تامین در یک زنجیره تامین تولید تجهیزات پزشکی دو سطحی بررسی شود. شاخص میزان برآوردسازی تقاضای مشتری و اثر شلاق چرمی^۲ به عنوان دو شاخص عملکردی زنجیره تامین بررسی شدند. برای تحلیل رفتار سیستم نسبت به تغییر متغیرهای عدم قطعیت از پویایی های سیستم استفاده شده است که یکی از ابزارهای نیرومند برای تحلیل و درک رفتار عملیات در زنجیره های تامین است **Error! Reference source not found.**

در پژوهش جوادیان و همکاران (۱۳۹۰) هدف بررسی و بهبود برخی رفتارهای نامطلوب در زنجیره تامین با استفاده از تکنیک پویایی شناسی سیستم است. در این پژوهش نخست مروری بر مبانی مدیریت زنجیره

تأمین و پویایی شناسی سیستم شده و سپس یک طبقه بندی از تحقیقات انجام شده در استفاده از پویایی شناسی سیستم در مدیریت زنجیره تامین ارائه شده است. مورد مطالعاتی این پژوهش یک زنجیره تامین که کار تولید و توزیع محصولات آلومینیومی درب و پنجره را با مرکزیت شرکت الیت انجام می دهد، می باشد. پس از مطالعه و شناسایی اجزا و متغیرهای زنجیره، شبیه سازی با ارائه فرضیه دینامیکی شروع شده و به ترتیب حلقه های علت و معلولی، نمودارهای نرخ - حالت و فرمول های ریاضی تکمیل شد. سپس مدل ها با روش های شناخته شده مدل های پویایی شناسی سیستم و روش های آماری آزمون شده است. زمانی که عوامل اصلی مؤثر بر رفتار کل سیستم و روابط بین آن ها به خوبی شناخته و صحت عملکرد مدل تأیید شد. سه سیاست با توجه به شاخص های شناخته شده ارزیابی عملکرد زنجیره تامین پیشنهاد و در مدل اجرا شد. سیاست ها عبارتند از کاهش میزان فروش از دست رفته، کاهش میزان موجودی و دریافت اطلاعات صحیح که اجرای آن ها موجب بهبود شاخص ها شده است **Error! Reference source not found.**

علی اکبر احمدی و محمد علی افشاری (۱۳۹۲) مسئله اصلی در مقاله خود شناسایی شاخص های اصلی مدیریت زنجیره تامین سبز و ارائه مدلی در این راستا و در نهایت انتخاب بهترین تامین کننده از دید ملاحظات زیست محیطی می باشد. این پژوهش در دو فاز متفاوت انجام گرفته است؛ در مرحله نخست، شاخص های زنجیره تامین سبز با متون علمی و کسب نظر خبرگان صنعت استخراج شده قرار گرفته است. پس از جمع آوری داده ها و تحلیل عاملی، مدل شش عاملی (شامل مؤلفه های طراحی سبز، تولید سبز، توزیع سبز، خرید سبز، مشتری سبز و انبارداری سبز) جهت سنجش مدیریت زنجیره تامین سبز تدوین شده است. در مرحله دوم، با توجه به مؤلفه های استخراجی، برای انتخاب تامین کنندگان شرکت مورد مطالعه، از ترکیب دو روش تحلیل سلسله مراتبی^۳ و تئوری روابط خاکستری^۴ استفاده گردیده است **Error! Reference source not found.**

محمدی و کنعانی (۱۳۹۵) در مقاله ای به بررسی وضعیت زیست محیطی کلان شهر اصفهان در چارچوب رویکرد شهر سبز پرداختند. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که کلان شهر اصفهان بر اساس شاخصه های شهر سبز در مؤلفه هوا در سال ۱۳۹۰، در مؤلفه آب در سال ۱۳۸۷ و در مؤلفه خاک در سال ۱۳۹۰، از مطلوب ترین وضعیت برخوردار بوده است. اما کلیه مؤلفه ها در سال ۱۳۸۸ در ناپایدارترین وضعیت خود قرار داشتند **Error! Reference source not found.**

نقدیانی (۱۳۹۵) در پژوهشی به ارزیابی عملکرد مدیریت زنجیره تامین سبز و نتایج آن در صنایع پتروشیمی پرداخت. یافته های پژوهش نشان

³ Analytic Hierarchy Process

⁴ Grey Relational Analysis

² Bullwhip effect

اثربخشی و پایداری برای موفقیت شرکت‌ها بسیار مهم است و آن‌ها با اتخاذ دیدگاه زنجیره تأمین، پژوهش درباره مدیریت زنجیره تأمین سبز را از طریق حمل و نقل میان مدلی، ارائه دادند **Error! Reference source not found.**

لونگونی و همکاران (۲۰۱۸) شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز را به جنبه‌های بیرونی و داخلی طبقه‌بندی کرده‌اند و عمدتاً پیرامون شیوه‌های فنی مانند طراحی، تولید سبز، انتخاب تأمین‌کننده و نظارت بر آن متمرکز بوده‌اند. **Error! Reference source not found.**

فنگ^۸ و همکاران (۲۰۱۸) شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز را به عنوان یک ساختار واحد مفهوم‌سازی و در درجه اول با تمرکز بر رویه‌های رفتاری از جمله همکاری‌های عملکردی و همکاری با مشتریان و تأمین‌کنندگان استفاده کرده‌اند **Error! Reference source not found.**

رانی^۹ و همکاران (۲۰۱۹)، یک مدل موجودی را برای اقلام رو به زوال در زنجیره تأمین سبز با در نظر گرفتن بازیافت، لجستیک معکوس و بازتولید، توسعه دادند. تقاضا وابسته به کربن است، محصولات در گذر زمان یا نرخ زوال وابسته به زمان، دچار زوال می‌شوند **Error! Reference source not found.**

۳- روش تحقیق

در این پژوهش از ابزار پویایی سیستم برای برقراری ارتباط بین متغیرهای مختلف در زنجیره تأمین سبز استفاده شده است. پویایی سیستم روشی است که در سیستم‌های اقتصادی اجتماعی پیچیده و غیرخطی بکار می‌رود [۹]. تأثیرات رفت و برگشتی علت معلولی متغیرها، تأخیر زمانی اثرگذاری متغیرها بر روی هم و نیاز به بررسی سیاستها و شبیه‌سازی آنها مزیت استفاده از این رویکرد هست [۱۶]. پویایی سیستم با فراهم نمودن چارچوب مدل‌سازی علی، روابط غیرخطی را لحاظ، از نقاط قوت ذهن انسان و مدل‌های ذهنی استفاده و در مراحل مختلف مدل‌سازی از منابع اطلاعاتی مختلف بهره می‌برد [۱۲]. اصل اساسی در پویایی‌شناسی سیستم بررسی موضوع از جوانب مختلف در راستای توجه به عواقب بلندمدت و تأثیرات جانبی اقدامات و به منظور کاهش محدودیت‌های مدل ذهنی هست [۱۶]. مدل پویایی سیستم با انجام شبیه‌سازی و تحلیل رفتار سیستم براساس فرضیه‌های مختلف، بازخور واسط برای سیاستگذاران را در زمینه تأثیر احتمالی مجموعه‌های معینی از سیاستها فراهم می‌کند [۱۲]. در رویکرد پویایی‌شناسی سیستم پس از تعریف مسئله به شکل پویا، مفهوم‌سازی انجام که خروجی مفهوم‌سازی دیاگرام علی است [۳۴].

در این تحقیق در واقع با روابط بین متغیرها، آزمون فرضیه‌ها، پروراندن مفاهیم، قوانین کلی، اصول و یا نظریه‌هایی که دارای روائی جهان

می‌دهد که مدیریت محیط داخلی، خرید سبز، تولید سبز (پاک)، بازفراوری، طراحی محیطی و آلاینده‌گی مبتنی بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در شرکت پتروشیمی زاگرس در سطح مطلوبی قرار دارد **Error! Reference source not found.**

صالحی برمی و همکاران (۱۳۹۷) پژوهشی با هدف ارزیابی عملکرد شهرداری و اولویت‌بندی موفقیت آن در تطابق با شاخص‌های شهر سبز بردازند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که عملکرد مدیریت زیست محیطی شهرداری تهران در زمینه‌های حفظ محیط زیست شهری و ایجاد کانون‌های محیط زیست در سطح محلات شهر تهران در سطح مساعدی قرار دارد و قابل قبول است اما در تنوع زیستی و فضای سبز شهر، مدیریت آب و انرژی، زمینه حمل و نقل، حوزه کنترل کیفیت و آلودگی هوا و کاربری زمین و ساختمان در سطح مطلوب و قابل قبولی قرار ندارند. **Error! Reference source not found.**

شعبانی و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهشی توصیفی-تحلیلی با هدف شناسایی شاخص‌های شهر سبز، به ارزیابی و مقایسه وضعیت زیست محیطی شهر تهران پرداختند. جامعه آماری شهرهای آسیایی و مناطق ۲۲گانه تهران است. بر اساس نتایج، شهر تهران با قرارگیری در رتبه پانزدهم شهرهای آسیایی از منظر شهر سبز، وضعیت زیست محیطی با رویکرد شهر سبز در میان مناطق تهران نشان می‌دهد مناطق ۱، ۴ و ۸ در بهترین وضعیت و مناطق ۱۰، ۱۱ و ۱۲ در بدترین وضعیت قرار دارند. **Error! Reference source not found.**

ژو^۵ (۲۰۱۷) مقاله‌ای با هدف توسعه چارچوب اولیه برای بررسی اثرات قابلیت‌های درونی و بیرونی بر مزیت رقابتی با خدمت سبز و عملکرد ابتکار سبز به عنوان متغیر میانجی انجام داد. در این پژوهش، پویایی محیطی به عنوان قابلیت بیرونی و کانون برنامه‌ریزی به عنوان قابلیت درونی در نظر گرفته شد. یافته‌ها نشان دادند در صنعت خدمات اگر شرکت‌ها بخواهند عملکرد ابتکار خدمت سبز خود را افزایش دهند باید هم قابلیت پویایی محیطی و هم کانون برنامه‌ریزی را ارتقا بخشند. اما در تولید اگر شرکت‌ها بخواهند عملکرد ابتکار محصول سبز خود را افزایش دهند باید تنه قابلیت پویایی محیطی خود را ارتقا بخشند **Error! Reference source not found.**

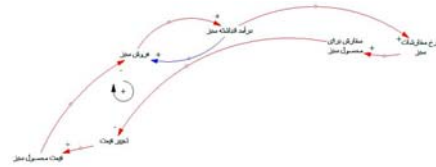
گنگ^۶ و همکاران (۲۰۱۷) رابطه بین مدیریت زنجیره تأمین سبز و عملکرد بر اساس آنالیز شواهد تجربی در اقتصادهای نوظهور آسیا مورد مطالعه قرار دادند. یافته‌ها نشان دادند که شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز منجر به عملکرد بهتر در جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی، عملیاتی و اجتماعی می‌شود **Error! Reference source not found.**

کولیچیا^۷ و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله‌ای نشان دادند ترکیب کارایی،

⁸ Feng
⁹ Rani

⁵ Zhu
⁶ Geng
⁷ Colicchia

محصول سبز است که در ارتباط با قیمت محصول سبز و فروش سبز یک حلقه بازخوردی مثبت را می‌سازند. (شکل ۵)



شکل (۵): حلقه سفارش محصول سبز

حلقه ی ۵: از جمله عوامل اصلی تشکیل دهنده این حلقه، فروش سبز است که در ارتباط با عوامل درآمد انباشته سبز یک حلقه بازخوردی مثبت را می‌سازند. (شکل ۶)



شکل (۶): حلقه فروش سبز

حلقه ی ۶: از جمله عوامل اصلی تشکیل دهنده این حلقه، منابع انسانی است که در ارتباط با عامل تولید سبز یک حلقه بازخوردی مثبت را می‌سازند. (شکل ۷)



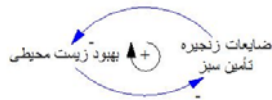
شکل (۷): حلقه منابع انسانی

حلقه ی ۷: از جمله عوامل اصلی تشکیل دهنده این حلقه، ضایعات زنجیره تأمین سبز است که در ارتباط با عامل تولید سبز یک حلقه بازخوردی منفی را می‌سازند. (شکل ۸)



شکل (۸): حلقه ضایعات زنجیره تأمین سبز

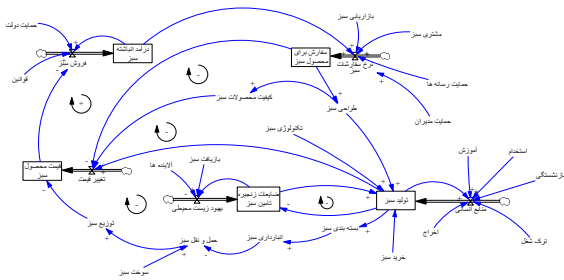
حلقه ی ۸: از جمله عوامل اصلی تشکیل دهنده این حلقه، بهبود زیست محیطی است که در ارتباط با عامل ضایعات زنجیره تأمین سبز یک حلقه بازخوردی مثبت را می‌سازند. (شکل ۹)



شکل (۹): حلقه بهبود زیست محیطی

۲-۴-۲ دیگرام گردش جریان

جهت تحلیل و اجرای مدل، دیگرام حلقه های علی مدل به دیگرام گردش جریان تبدیل شود و با نظر گرفتن معادلات ریاضی مناسب و با استفاده از نرم افزار ونسیم، مدل مدیریت زنجیره تأمین سبز طراحی، شبیه سازی و اجرا گردید.



شکل (۱۰): دیگرام گردش جریان مدل مدیریت زنجیره تأمین سبز

۱-۲-۳ اعتبارسنجی مدل

مدلهای پویایی‌شناسی سیستم به کمک داده های جمعی وری شده صورت میدانی و با استفاده از ادبیات موجود به شکلی تعدیل کرد و اعتبار بخشید که در نهایت، ابزاری را برای آزمودن سناریوها و سازی های مختلف توسعه دهند [۷].

در مدل‌های پویایی‌شناسی سیستم، پایایی ساختاری مدل بر پایایی رفتاری آن اولویت دارد و فقط زمانی که ساختار مدل دارای اعتبار باشد، میتوان پایایی رفتاری مدل را بررسی کرد. البته، بهتر است که پایایی سنجی مدل‌های پویا، رفتاری چرخشی داشته باشد؛ یعنی پس از پایایی سنجی ساختاری و سپس رفتاری، دوباره پایایی سنجی ساختاری صورت پذیرد. اعتبار سنجی مدل‌های پویایی‌شناسی سیستم برای ایجاد اطمینان نسبت به درستی و سودمندی مدل امری ضروری میباشد [۱۹]. در پژوهش حاضر از سه نوع اعتبارسنجی ساختاری و باز تولید رفتار مرجع و آزمون رفتار حدی به منظور سنجش تطابق مدل پیشنهادی با واقعیت استفاده گردیده است. اعتبار ساختاری حلقه های علی مدل، که از طریق مصاحبه های باز و مطالعات میدانی در سازمان شکل گرفته اند، در چندین گروه کانونی متشکل از اساتید، مدیران و کارکنان سازمانها مورد نقد و بررسی قرار گرفت تا در نهایت صحت ساختاری فرضیات

تایید گردید. ترکیب گروه کانونی بکار گرفته شده برای تایید اعتبار ساختاری مدل پیشنهادی به شرح جدول (۲) میباشد.

جدول (۲): تایید اعتبار ساختاری با استفاده از گروه کانونی

ترکیب گروه کانونی			سازمان‌های مورد مطالعه
کارکنان	مدیران	اساتید	
۱ نفر	۳ نفر	۴ نفر	

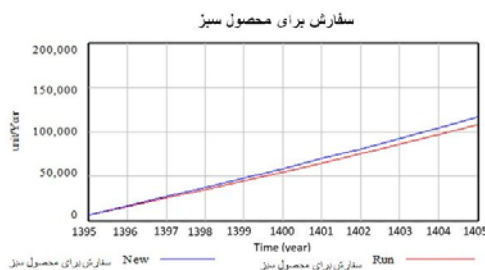
همچنین تمام سناریوهای موجود برای سیاست‌گذاری شبیه‌سازی شدند که نشان دهنده صحت و کفایت مدل می‌باشد. به منظور سنجش اعتبار رفتاری مدل ارائه شده نیز از دو روش اعتبار سنجی ساختاری و باز تولید رفتار مرجع استفاده شده است.

۱-۵ آزمون اعتبار ساختاری مدل

عوامل موثر در مدیریت زنجیره تامین سبز با استفاده از مرور ادبیات، پیشینه پژوهش، نظر خبرگان و گروه کانونی مد نظر قرار گرفته و در مدل دیده شده است و در نهایت ساختار مدل توسط خبرگان و گروه کانونی بررسی و تأیید گردید.

۲-۵ آزمون باز تولید رفتار مرجع

هدف از این آزمون مقایسه نتایج شبیه‌سازی با داده‌های واقعی برای اطمینان از صحت عملکرد رفتار الگو می‌باشد؛ به عبارتی دیگر در این حالت رفتار شبیه‌سازی شده برای الگو باز تولید می‌گردد تا با داده‌های واقعی مقایسه شود. شکل (۱۱) و جدول (۳) اطلاعات واقعی و نتایج شبیه‌سازی جهت سفارش برای محصول سبز در سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۵ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود رفتار متغیرهای مورد بررسی به خوبی شبیه‌سازی شده است.



شکل (۱۱): نمودار تغییرات سفارش برای محصول سبز با افزایش میزان

خرید سبز به ۱۲۰/۰۰۰ واحد

جدول (۳): افزایش خرید سبز به ۱۲۰/۰۰۰ واحد و تأثیر آن بر روی

سفارش برای محصول سبز

Time (year)	سفارش برای محصول سبز	سفارش برای محصول سبز
1395	Runs: 6110.02	6110.02
1396	New 16520	15720
1397	Run 26930.1	25330.1
1398	37384	34984
1399	47940.7	44737.4
1400	58657.5	54644.1
1401	69587.3	64754
1402	80778.9	75113.4
1403	92276.9	85765
1404	104123	96748.1
1405	116354	108099

۵- نتیجه گیری

در این پژوهش عوامل موثر در مدیریت زنجیره تامین سبز و ارتباط بین آنها تعیین شده و در نهایت مدل ارزیابی مدیریت زنجیره تامین سبز تبیین گردید که در شکل (۱۰) نشان داده شده است.

هدف اصلی از تبیین و اجرای مدل مدیریت زنجیره تامین سبز، ارزیابی تولید سبز و ارائه راهکارهای مناسب جهت افزایش تولید سبز با توجه به دیگر عوامل موثر در این زنجیره می‌باشد.

با اجرای مدل و تأثیر هر یک از پارامترها بر سایر عوامل و با بررسی مدل می‌توان به این نتیجه رسید که تمام پارامترهای ارائه شده بصورت مستقیم یا غیر مستقیم بر تولید سبز تأثیر گذارند. بعنوان مثال تأثیر سفارش برای محصول سبز، بر درآمد انباشته سبز و درآمد متفرقه بر تولید سبز به وضوح روشن است. از طرف دیگر نیز سفارش برای محصول سبز نیز باعث افزایش نسبی قیمت محصول سبز می‌شود ولی نسبت به افزایش درآمد در سطح پایین تری قرار دارد. از طرفی با افزایش درآمد، تولید سبز نیز افزایش می‌یابد.

از طرفی پارامترهای مربوط به منابع انسانی بر تولید سبز و سفارش برای محصول سبز تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش آنها می‌شود. یعنی با افزایش هر کدام از پارامترهای وابسته به منابع انسانی، سطح سفارش برای محصول سبز و در نهایت تولید سبز افزایش می‌یابد.

با بررسی سایر پارامترها در مدل نیز مشخص می‌شود که تمام پارامترهای لحاظ شده در این مدل بصورت مستقیم یا غیر مستقیم بر روی تولید سبز، اثر افزایشی یا کاهشنده دارند.

متغیرهایی که مستقیماً بر روی مدیریت زنجیره تامین سبز اثر گذارند عبارت است از :

منابع انسانی، درآمد انباشته سبز و قیمت محصول سبز سایر متغیرها نیز بصورت غیرمستقیم بر روی تولید سبز اثر می‌گذارند. همچنین تا جای که ممکن بوده است، سعی شده است که در تحقیق حاضر بیشتر عوامل مرتبط با زنجیره تامین سبز در الگوی مورد نظر، لحاظ شوند.

پس از تجزیه سفارش برای محصول سبز مدیریت زنجیره تامین سبز با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم، با تعیین مقدار پارامترهای که در

اختیار می‌باشد، نتایج زیر حاصل می‌شود:

- با توجه به مدل ارائه شده بیشترین عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز تعیین و ارزیابی شده‌اند.
- در مدل مدیریت زنجیره تأمین سبز دو عامل سفارش برای محصول سبز و منابع انسانی از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشند، باید این دو عامل در جهت افزایش تولید سبز مورد توجه ویژه قرار گیرند. در کنار این دو عامل، عامل خرید سبز نیز به اندازه کافی در افزایش تولید سبز مؤثر می‌باشد.
- با توجه به مدل ارائه شده عامل سطح حمل و نقل سبز نیز پارامتر ویژه‌ای می‌باشد که عوامل وابسته به آن نیز در تغییرات تولید سبز اهمیت بسیاری می‌تواند داشته باشند. این عوامل شامل قیمت خدمات و میزان بحران و چالشهای سیاسی اجتماعی است که در افزایش یا کاهش سطح حمل و نقل سبز و از آن طرف در تولید سبز با تأثیرگذاری بر روی سطح درآمد انباشته سبز مؤثر می‌باشد. این دو عامل وابسته به سطح حمل و نقل سبز تأثیر کاملاً معکوسی بر سطح حمل و نقل سبز و تولید سبز دارند، به این صورت که با افزایش یا کاهش هر یک از این عوامل، سطح حمل و نقل سبز و تولید سبز به ترتیب کاهش یا افزایش می‌یابند.
- عامل دیگر در رابطه با مدیران، درآمد و پارامترهای مربوط به درآمد می‌باشد که این عامل بطور مستقیم با تولید سبز در ارتباط است. با افزایش یا کاهش این عامل مستقیماً تولید سبز افزایش یا کاهش می‌یابد. از اینرو باید تمام عوامل درآمدزا (درآمد حاصل از افراد، درآمدهای متفرقه، ...) در رابطه با زنجیره تأمین سبز در نظر گرفته شود و میزان آن درآمدها افزایش یابد تا منجر به افزایش تولید سبز شود.
- عامل کاهنده‌ای که به طور مستقیم با تولید سبز در ارتباط می‌باشد، سطح قیمت محصول سبز می‌باشد که این عامل نیز در رابطه با تولید سبز بسیار مهم می‌باشد. با افزایش یا کاهش این عامل و دیگر عوامل مرتبط با آن به ترتیب تولید سبز کاهش یا افزایش می‌یابد، یعنی تأثیر این عوامل بر تولید سبز به صورت معکوس می‌باشد. از اینرو مدیران و گردانندگان این زنجیره تأمین تا جای ممکن باید هزینه‌های مربوط به این صنعت را پایین آورند تا در نهایت بتوانند تولید سبز را افزایش دهند. در نهایت با توجه به پیچیدگی زنجیره تأمین سبز می‌توان گفت که تبیین چنین مدل‌های پویایی، برای پایه‌ریزی راهکارهای سودمند مرتبط با زنجیره تأمین سبز بسیار مناسب می‌باشند و با بسط و توسعه این مدل‌ها می‌توان یک برنامه سیستمی جامع برای این زنجیره در سطح کلان کشور ارائه داد.

منابع و مأخذ

- [۳] سازی برای جهان پیچیده، ترجمه: کیوان شاهقلیان، شهرام میرزایی، احمد اصلی زاده، علیرضا سلوک دار، علیرضا زنده باقنده، انتشارات ترمه، چاپ ششم، تهران.
- [۴] اشراقی، حسن. (۱۳۸۷). الگوسازی دینامیکی مهاجرت نخبگان از ایران و ارائه راه کارهایی برای مقابله با آن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و فناوری های نرم دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
- [۵] اعترزاییان، فراز. اخوان خرازیان، مریم، براتی، مسعود. (۱۳۹۴). بررسی موانع تکنولوژیکی در مسیر پیاده سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز. اولین کنفرانس ملی مدیریت راهبردی خدمات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.
- [۶] بست، جان. (۱۴۰۱). روشهای تحقیق در علوم تربیتی و رفتاری، ترجمه پاشا شریفی و نرگس طالقانی، انتشارات رشد، چاپ یازدهم، تهران.
- [۷] حافظ نیا، محمدرضا. (۱۳۹۸). مقدمه ای بر روش تحقیق در علوم انسانی، انتشارات سمت، چاپ بیست و یکم، تهران.
- [۸] حمیدی زاده، محمدرضا. (۱۳۹۷). پویایی های سیستم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ویراست دوم، چاپ اول، تهران.
- [۹] خاکی، غلامرضا. (۱۳۸۲). کار در سازمانی به وسعت تمام زندگی (اشتغال در جامعه اطلاعاتی). مجله اقتصاد و مدیریت، شماره ۲.
- [۱۰] دهقان سریزدی، محمد. اولیاء، محمدصالح. (۱۳۹۳). بکارگیری سیستم های دینامیکی برای تحلیل تأثیر مدیریت دانش بر تعالی سازمان، مدیریت تولید و عملیات، دوره پنجم، سال ۸، شماره بهار و تابستان.
- [۱۱] رحیم زاده، حدیثه. نعمتی، رمضان. امامی، سعید. (۱۳۹۴). خوشه بندی فازی صنایع استان گلستان بر اساس زنجیره تأمین سبز. سومین کنفرانس بین المللی پژوهش های کاربردی در مدیریت و حسابداری.
- [۱۲] شعبانی، مرتضی. علوی، سید علی. مشکینی، ابوالفضل. سلمان ماهینی، عبدالرسول. (۱۳۹۸). ارزیابی و سنجش فضایی محیط زیست شهری با رویکرد شهر سبز (مطالعه موردی: کلان شهر تهران)، پژوهش های جغرافیایی انسانی
- [۱۳] سوشیل. (۱۳۹۱). پویایی های سیستم رویکردی کاربردی برای مسائل مدیریتی، ترجمه تیموری ابراهیم، نورعلی علیرضا، ولی زاده نریمان، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
- [۱۴] صادقی راد، رضا. سطوتی، رویا. (۱۳۹۳). ارائه روش ترکیبی نوین به منظور معرفی محصول سبز با در نظر گرفتن ویژگی های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی بازار هدف کارا. کنفرانس بین المللی مدیریت در قرن ۲۱.
- [۱۵] صالحی برمی، مونا. رضایی، علی اکبر. نوری کرمانی، علی. (۱۳۹۷). ارزیابی عملکرد زیست محیطی شهرداری تهران بر اساس شاخص های شهر سبز. مطالعات مدیریت شهری، دوره ۱۰، شماره ۳۳.
- [۱۶] صمدی، علی حسین. مصلح شیرازی، علی نقی. روحی، آناهیتا. (۲۰۱۱). طراحی یک مدل دینامیک برای صنعت گردشگری در ایران با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم برای افق ایران ۱۴۰۴. فصلنامه علمی-پژوهشی مدل سازی اقتصادی، (۱۷)۶.
- [۱۷] علوی، سمیه. ارباب شیرانی، بهروز. اسفندیاری، احسان. (۱۳۹۴). بررسی ارتباط یادگیری سازمانی و نوآوری از دیدگاه سیستم های دینامیکی در مرکز تحقیقات مهندسی اصفهان، مدیریت تولید و عملیات، دوره ۵، پیاپی ۸، شماره ۱، بهار و تابستان

- [۱] احمدی، سید علی اکبر. افشاری، محمدعلی. شکاری، حمیده. (۱۳۹۲). ارائه مدلی برای سنجش موفقیت سازمان ها در مدیریت زنجیره تامین سبز با رویکرد انتخاب تامین کننده سبز. پژوهشنامه بازرگانی سال ۱۷، شماره ۶۶.
- [۲] استرمن، جان د. (۱۳۹۸). پویایی شناسی سیستم (تفکر سیستمی و مدل

Supply Chain Management: Research Implications and Future Perspectives. Journal of Cleaner Production, 187, 537-561.

- [37] Rani, S., Ali, R., Agarwal, A. (2019). **Fuzzy Inventory Model for Deteriorating Items in a Green Supply Chain with Carbon Concerned Demand.** Theatrical Article, Volume 56, Page 91-12
- [38] 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.
- [39] Zhu, W., He, Y. (2017). **Green Product Design in Supply Chains under Competition.** European Journal of Operational Research.

- [17] عندلیب اردکانی، داوود. شمس، سعیده. (۱۳۹۹). شناسایی و مدل سازی توانمند سازی های مدیریت زنجیره تامین سبز در صنایع کوچک و متوسط. کاوش های مدیریت بازرگانی، سال ۱۲، شماره ۳۳.
- [18] محقر، علی. هاشمی پطرودی، سید حمید. طلائی، حمید رضا. (۱۳۹۵). مدل سازی پویایی در زنجیره تامین یک محصول جدید مبتنی بر رویکرد پویایی سیستم. فصلنامه چشم انداز مدیریت صنعتی، ۶(۲۴).
- [19] محمدیگی، مسعود. طیبی، محمدرضا. (۱۳۹۱). توسعه مزیت رقابتی در مدیریت زنجیره تامین سبز در کسب و کار. همایش دانشگاه کارآفرین. صنعت دانش محور
- [20] محمدی، جمال. کنعانی، محمد رضا. (۱۳۹۵). تحلیل وضعیت محیط زیست کلان شهر اصفهان در چارچوب رویکرد شهر سبز. مجله آمایش جغرافیایی فضا، دوره ۶، شماره ۱۹.
- [21] مهدوی، ایرج. خانی، مهدی. جوادیان، نیک بخش. (۱۳۹۰). شناسایی عوامل موثر بر عملکرد زنجیره تامین و بهبود آن با استفاده از روش پویایی های سیستم. شرکت داروگر.
- [22] نقدیانی، حامد. (۱۳۹۵). ارزیابی عملکرد مدیریت زنجیره تامین سبز و نتایج آن در صنایع پتروشیمی (مورد مطالعه: شرکت پتروشیمی زاگرس). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.
- [23] نیازی، علیرضا. نیکبخت، مهرداد. (۱۳۹۳). بررسی و شناسایی عوامل مؤثر در موانع اجرای مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت پتروشیمی. همایش ملی پژوهش های مهندسی صنایع.
- [24] نیک نژاد، مریم. (۱۳۹۰). زنجیره تامین سبز. فصلنامه زنجیره تامین.

- [25] Bhatia, M. S., Gangwani, K. K. (2020). **Green Supply Chain Management: Science to Metric Review and Analysis of Empirical Research.** Journal of Cleaner Production.
- [26] Colicchia, C., Creazza, A., Dallari, F. (2017). **Lean and Green Supply Chain Management through Intermodal Transport: Insights from the Fast Moving Consumer Goods Industry The Management of Operations.** Vol 28, Issue 4.
- [27] Forrester, J. W. (1997). **Industrial Dynamics.** Journal of the Operational Research Society, 48(10), 1037-1041.
- [28] Feng, Y., Zhu, Q., Lai, K.H. (2017). **Corporate Social Responsibility for Supply Chain Management: A Literature Review and Bibliometric Analysis.** Journal of Cleaner Production, 158, 296-307.
- [29] Geng, R., Mansouri, S.A., Aktas, E. (2017). **The Relationship between Green Supply Chain Management and Performance: A Meta-Analysis of Empirical Evidences in Asian Emerging Economies.** International Journal of Production Economics, 183, 245-258.
- [30] Longoni, A., Luzzini, D. M., Guerci, M. (2018). **Deploying Environmental Management across Functions: the Relationship between Green Human Resource Management and Green Supply Chain Management.** Journal of Business Ethics.
- [31] 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.
- [32] Stadtler, H. (2015). **Supply Chain Management: An Overview. In: Supply Chain Management and Advanced Planning.** Springer, Berlin, Heidelberg, 3-28.
- [33] Serman, J.D. (2000). **Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World,** McGraw Hill, Boston.
- [34] Serman, J. D. (2006). **Learning from Evidence in a Complex World.** American journal of public health, 96(3), 505-514.
- [35] 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.
- [36] Oliveira, U. R., Espindola, L. S., da Silva, I. R., da Silva, I. N., Rocha, H. M. (2018). **A Systematic Literature Review on Green**