مدیریت صنعتی
Journal of Industrial Management
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۸، شمارهٔ ۴
زمستان ۱۳۹۵
صص. ۶۸۴- ۶۵۳

بررسی موانع پیاده‌سازی زنجیرهٔ تأمین سبز در صنایع فولاد استان مازندران با رویکرد ترکیبی BSC/BWM

حمیدرضا فلاح لاجیمی[۱]، علیرضا عرب[۲]، هوشمند بهرام‌زاده[۳]

چکیده: در دههٔ گذشته، مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز با توجه به تخریب مداوم محیط زیست مانند افزایش آلودگی، اتلاف منابع طبیعی، انقراض حیوانات و آثار مضر آن بر انسان، اهمیت روزافزونی یافته است. هدف از این تحقیق، شناسایی موانع استقرار زنجیرهٔ تأمین سبز با تمرکز بر تحقیقات گذشته در خصوص این مفهوم است. در این تحقیق از مدل ترکیبی BSC/BWM استفاده شده و برای نخستین بار موانع زنجیرهٔ تأمین سبز در ابعاد کارت امتیازی متوازن سنجیده می‌شود. این موانع با بومی‌سازی مدل توسط تعدادی از خبرگان و کارشناسان صنعت فولاد شناسایی و با استفاده از روش بهترین ـ بدترین به‌عنوان روشی نو در تصمیم‌گیری چند معیاره، رتبه‌بندی شدند. نتایج حاکی از آن بود که بعد فرایندهای داخلی و شاخص‌های عدم وجود اهداف مشخص زیست‌محیطی، ناآگاهی مشتری دربارهٔ مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز و محصولات سبز و کمبود تکنولوژی، مواد و فرایندها، به‌ترتیب مهم‌ترین ابعاد و شاخص‌های موجود در استقرار زنجیرهٔ تأمین سبز در صنایع فولاد استان مازندران هستند. در نهایت پیشنهادهایی به‌منظور غلبه بر این موانع و کاهش آثار آن ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: *تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش بهترین ـ بدترین، زنجیرهٔ تأمین سبز، موانع.*

۱. استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکدهٔ علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
۲. دانشجوی دکتری تخصصی تحقیق در عملیات، دانشکدهٔ مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی (تولید و عملیات)، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹٤/۱۱/۰۳
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۲۷
نویسندهٔ مسئول مقاله: حمیدرضا فلاح لاجیمی
E-mail: h.fallah@umz.ac.ir

مقدمه

به اعتقاد بسیاری از صاحب‌نظران در دنیای رقابتی امروز، رقابت از سطح شرکت‌ها به رقابت میان زنجیرهٔ تأمین آنها کشیده شده است (کیتچن و هولت، ۲۰۰۷) و برخورداری از زنجیرهٔ تأمین مناسب، مزیت رقابتی بسیار مهم و تعیین‌کننده‌ای در عرصهٔ رقابت محسوب می‌شود (کوئی و مادو، ۲۰۰۱). امروزه همراه با تغییرات و رشد سریع تولید در سطح بین‌الملل، مباحث زیست‌محیطی هم در مدیریت هر کسب‌وکاری اهمیت خاصی پیدا کرده است (لوترا، کومار و هالم، ۲۰۱۱). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد نگرش و اقدامات حفاظت از محیط زیست مزیت‌های زیادی را برای کسب‌وکارهای مختلف به‌دنبال دارد (پرون، ۲۰۰۵؛ کارتر و روجرس، ۲۰۰۸؛ هسو و هو، ۲۰۰۸؛ کانان، هاک، ساسی کومار و آراناچالام، ۲۰۰۸؛ مودگال، شانکار، تالیب و راج، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰؛ سارکیس، ژو و لی، ۲۰۱۱؛ شیپنگ، ۲۰۱۱). مدیریت تأمین زنجیرهٔ سبز به‌دنبال یکپارچه‌سازی نیازهای زیست‌محیطی با سیستم‌های مدیریت زنجیرهٔ تأمین است (جانگ، ۲۰۱۱).

در گذشته، چرخهٔ عمر محصول شامل فرایندها از فاز طراحی تا مصرف بود (بایرو، فاوکت و مگنان، ۱۹۹۸)؛ در حالی که با رویکرد مدیریت محیط زیست، شامل فرایندهای تهیهٔ مواد اولیه، طراحی، ساخت، استفاده، بازیافت و مصرف مجدد و تشکیل یک حلقهٔ بسته از جریان مواد برای کاهش مصرف منابع و کاهش آثار مخرب زیست‌محیطی است (استون براکر و لیائو، ۲۰۰۶). صنایع فولاد به‌عنوان یکی از مهم‌ترین صنایع کشور که نقش به‌سزایی در تولید ناخالص داخلی و حتی ملی ایفا می‌کند، در تمام قسمت‌های چرخهٔ حیات خود، اعم از بهره‌برداری از منابع طبیعی، ساخت، تولید و استفاده و پس از استفاده با محیط زیست در تعامل است. همچنین به‌دلیل صادرات محصولات فولادی به بازارهای بین‌المللی، نیاز آن به انطباق با قوانین زیست‌محیطی بین‌المللی اجتناب‌ناپذیر است. به این ترتیب پیاده‌سازی و اجرای مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز در صنعت فولاد می‌تواند بر کاهش پیامدهای زیست‌محیطی این صنعت مؤثر واقع شود. در حین اتخاذ رویکرد مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز در زنجیره‌های تأمین سنتی، وجود موانعی بر سر این انتقال دور از انتظار نیست و صنایع باید اقدام به حذف این موانع کنند، اما از آنجا که حذف و مدیریت همزمان تمام موانع امکان‌پذیر نیست، هر صنعتی باید در پی شناسایی و اولویت‌بندی موانع پیاده‌سازی مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز باشد و مهم‌ترین آنها را در اولویت قرار دهد (خوشبو و شاه، ۲۰۱۴). از این رو، پژوهش حاضر با هدف شناسایی، دسته‌بندی و اولویت‌بندی موانع پیاده‌سازی زنجیرهٔ تأمین سبز در صنایع فولاد استان مازندران که طبق بررسی‌های صورت‌گرفته، رتبهٔ چهارم را در صنعت فولاد کشور دارد، انجام شده است. سوابق تحقیق نشان می‌دهد مطالعهٔ

خاصی در صنعت یادشده در این حوزه صورت نگرفته است و رویکرد BSC / BWM[1] می‌تواند بر غنای کار از لحاظ تکنیکی بیفزاید. برای اجرای پژوهش حاضر، پس از مطالعهٔ پیشینهٔ تحقیق، موانع مهم پیاده‌سازی زنجیرهٔ تأمین سبز شناسایی شد و با نظرسنجی از خبرگان این صنعت در قالب پرسشنامه، به تأیید رسید. در نهایت با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیارهٔ بهترین ـ بدترین، به موانع استخراج شده وزنی داده شد و مهم‌ترین آنها شناسایی شدند.

پیشینهٔ پژوهش

زنجیرهٔ تأمین سبز

زنجیرهٔ تأمین شامل تمام فعالیت‌های هر کسب‌وکاری می‌شود که برای طراحی، ساخت، تحویل و استفاده از محصول یا خدمت انجام می‌دهد. هر شرکتی، در یک یا چند زنجیرهٔ تأمین قرار دارد و در هر یک نقشی را ایفا می‌کند (هوجس، ۲۰۰۳). در سال‌های اخیر، گسترش مسئولیت زیست‌محیطی شرکت‌ها از مرزهای شرکت و تلاش آنها برای کاهش منابع ایجاد ضایعات و آلودگی در سراسر زنجیره‌های تأمین، زمینهٔ بروز رویکرد برون‌گرایی را در زنجیره‌های تأمین فراهم آورده است. همچنین افزایش فشارهای زیست‌محیطی از سوی جامعه و مصرف‌کنندگان به وضع قوانین و مقررات دقیق زیست‌محیطی منجر شده که تولیدکنندگان را وادار به یکپارچه‌سازی مسائل زیست‌محیطی با فعالیت‌های مدیریتی خود می‌کند. این مسئولیت گسترده در سراسر سازمان‌های مختلف، جریان‌های بالادستی و پایین‌دستی رخ داده، زنجیرهٔ تأمین سبز نامیده شده است (وچون و کلاسن، ۲۰۰۶؛ تستا و ایرالدو، ۲۰۱۰). مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز، فلسفهٔ مهم سازمانی برای دستیابی به سود و سهم بازار از طریق کاهش خطرها و اثرهای زیست‌محیطی و همچنین بهبود کارایی این سازمان‌ها و شرکای آنها است (ژو، سارکیس، لی وهانگ، ۲۰۰۸؛ رائو و هولت، ۲۰۰۵). هدف مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز، محدودکردن زوائد و آثار آنها بر محیط زیست در سیستم‌های صنعتی است. از این رو به حفظ انرژی و جلوگیری از آلودگی محیط کمک می‌کند. این رویکرد یکی از نظام‌مندترین روش‌ها برای حفاظت منابع و محیط زیست اطرافمان است که موجب جلوگیری از بروز وضعیت وخیم در زندگی ما خواهد شد (مین و کیم، ۲۰۱۲).

تعاریف مختلفی از مفهوم مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز در پیشینهٔ تحقیق وجود دارد. ژو و سارکیس (۲۰۰۴) GSCM را به‌عنوان زنجیرهٔ تأمین یکپارچه و دربرگیرندهٔ خرید سبز از تأمین‌کننده تا تولید، تحویل به مشتری و لجستیک معکوس تعریف کرده‌اند. اگرچه شرکت‌ها و سازمان‌ها به‌دلیل رعایت الزامات قانونی، به اتخاذ رویکردهای سبز در زنجیره‌های تأمین خود

1. Balance Scorecard/ Best-Worst Method

روی آورده‌اند، این رویکردها در درازمدت می‌تواند زمینهٔ دستیابی شرکت‌ها به مزیت رقابتی پایدار و در نهایت سودآوری را فراهم کنند (پالراج، ۲۰۰۹). همچنین اتخاذ این رویکرد، روش متداول و مرسومی برای به تصویرکشیدن دوستی و سازگاری محصولات، فرایندها، سیستم‌ها، تکنولوژی‌ها و راه‌های انجام کسب‌وکار با محیط زیست است (وچون و کلاسن، ۲۰۰۶) و گام مهمی در راستای به انجام رساندن مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها به‌شمار می‌رود. با وجود اهمیت مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز، این مفهوم هنوز برای بسیاری از شرکت‌ها در صنایع و کشورهای مختلف مفهوم جدید و نوپایی است (سورینگ و مولر، ۲۰۰۸؛ سورینگ، سارکیس، مولر و رائو، ۲۰۰۸؛ لین و هو، ۲۰۰۸؛ ژو، سارکیس و لی، ۲۰۱۲). علی‌رغم افزایش اهمیت مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز در عصر حاضر، سازمان‌هایی وجود دارند که در تطابق با فعالیت‌های سبز ناموفق‌اند. از این رو شناسایی موانع استقرار زنجیرهٔ تأمین سبز در صنایع مختلف در کانون توجه محققان قرار گرفته است (خوشبو و شاه، ۲۰۱۴). الخیدیر و زیلانی (۲۰۰۹) در تحقیقی بیان کردند که حمایت‌نکردن دولت از اتخاذ سیاست‌های دوستدار محیط زیست و محدودیت‌های مالی، از مهم‌ترین موانع اجرای موفق مدیریت زنجیرهٔ سبز به‌شمار می‌روند. آلن و چیا (۲۰۱۰) در تحقیقی به بررسی عوامل زیست‌محیطی زنجیرهٔ تأمین در صنایع برق و الکترونیک تایوان پرداختند. آنها از روش تحلیل عاملی استفاده کردند و در پایان به این نتیجه رسیدند که مدیریت تأمین‌کنندگان، بازیافت محصول، دخالت سازمان و مدیریت چرخهٔ عمر، از مهم‌ترین عوامل هستند. مودگال، شانکار، تالیب و راج (۲۰۱۰) در پژوهشی به شناسایی، رتبه‌بندی و تعیین روابط میان موانع اجرای فعالیت‌های سبز در زنجیرهٔ تأمین صنایع تولیدی کشور هند با استفاده از تکنیک ISM پرداختند. سورایا (۲۰۱۱) در تحقیقی با استفاده از تکنیک‌های رگرسیون و تحلیل واریانس چند متغیره، به بررسی موانع اجرای زنجیرهٔ تأمین سبز در صنعت الکترونیک ایالات متحدهٔ آمریکا پرداخت و در پایان بیان کرد که منابع مالی، مهم‌ترین عامل است. امیت و پراتیک (۲۰۱۲)، عوامل خارجی که روی فعالیت‌های مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز شرکت‌های دارویی هند اثرگذارند را با استفاده از مدل معادلات ساختاری بررسی کردند. نتایج به این صورت بود که اتخاذ رویکرد سبز در مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبب ارتقای عملکرد زیست‌محیطی و عملیاتی شرکت‌ها می‌شود. داشور و سوهانی (۲۰۱۳) در مقاله‌ای با عنوان «چارچوب سلسله‌مراتبی از موانع مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز» بیان کردند که عدم تعهد مدیریت سطح بالا، فرهنگ ضعیف سازمانی در مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز، نبود دانش و تجربه و آموزش ندادن به کارکنان در مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز، هزینهٔ پیاده‌سازی مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز و ناآگاهی مشتری نسبت به مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز و محصولات سبز، از موانع مهم پیاده‌سازی زنجیرهٔ تأمین سبز هستند. اروید و موهد (۲۰۱۴) در مقاله‌ای به

تجزیه و تحلیل موانع اجرای راهکارهای مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز در صنعت راه‌آهن پرداختند. آنها از روش‌های تاپسیس فازی و دیماتل برای رتبه‌بندی عوامل استفاده کردند. نتایج حاکی از آن بود که افت تولید، اخذ گواهی‌نامه‌های زیست‌محیطی و کاهش آلودگی فرایند داخلی، از مهم‌ترین عوامل هستند. کانان، ماتیاژاگان، دویکا و هاک (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان «تجزیه و تحلیل موانع اجرای مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز در صنایع هند با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی» به این نتیجه دست یافتند که حمایت‌نکردن دولت از اجرای سیاست‌های حامی محیط زیست، پیچیدگی طراحی، استفادهٔ مجدد/ بازیافت محصولات، کمبود منابع انسانی، ترس از شکست و حمایت‌نکردن مدیریت ارشد، مهم‌ترین عوامل پیاده‌سازی مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز هستند.

سریواستاو و کومار (۲۰۱۵) در تحقیقی به بررسی موانع پیاده‌سازی GSCM در صنایع کوچک شمال هند با استفاده از روش ISM پرداختند. نتایج به این شرح بود که به‌ترتیب کمبود تعهد مدیران سطح بالا، هزینه‌های پیاده‌سازی GSCM و کمبود اقدامات دولتی برای فعالیت‌های این حوزه، اصلی‌ترین موانع هستند. جدول ۱ خلاصه‌ای از تحقیقات صورت گرفته در این حوزه را نشان می‌دهد.

جدول ۱. خلاصه‌ای از تحقیقات انجام شده در حوزهٔ موانع پیاده‌سازی GSCM

محقق/ سال	موضوع	روش تجزیه و تحلیل	مورد مطالعه
پرون (۲۰۰۵)	درک و غلبه بر موانع مشارکت شرکت‌های کوچک و متوسط در برنامه‌های زیست‌محیطی	مدل‌های ذهنی ناسازگار	شرکت‌های کوچک و متوسط کانادا
اوتار میچلسن (۲۰۰۷)	بررسی روابط در زنجیرهٔ تأمین به‌منظور بهبود عملکرد زیست‌محیطی	تحقیق مروری	مطالعهٔ موردی از تولید صندلی
الخیدیر و زیلانی (۲۰۰۹)	بررسی حرکت سبز در زنجیرهٔ تأمین به سمت پایداری محیط زیست	تحقیق مروری	صنایع مالزی
آلن و چیا (۲۰۱۰)	بررسی عوامل مهم اجرای مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز	تحلیل عاملی	صنایع برق و الکترونیک تایوان
ووی و زیلانی (۲۰۱۰)	بررسی موانع موجود سر راه اتخاذ اقدامات سبز در زنجیرهٔ تأمین	تحقیق مروری	شرکت‌های کوچک و متوسط مالزی
مودگال و همکاران(۲۰۱۰)	شناسایی، رتبه‌بندی و تعیین روابط میان موانع اجرای فعالیت‌های سبز در زنجیرهٔ تأمین	ISM	صنایع تولیدی هند
پاول هوسکین (۲۰۱۱)	بررسی چرایی نیاز کسب‌وکار به زنجیرهٔ تأمین سبز	تحقیق مروری	صنایع نیوزلند
لوترا و همکاران (۲۰۱۱)	بررسی موانع استقرار مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز	ISM	صنایع اتومبیل‌سازی هند

ادامهٔ جدول ۱

محقق/ سال	موضوع	روش تجزیه و تحلیل	مورد مطالعاتی
سورایا (۲۰۱۱)	بررسی موانع اجرای زنجیرهٔ تأمین سبز	تجزیه و تحلیل رگرسیون چند گانه و واریانس چند متغیره	صنعت الکترونیک آمریکا
بالاسوبرامانیان (۲۰۱۲)	ارائهٔ چارچوب سلسله‌مراتبی از موانع مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز	ISM	بخش ساخت‌وساز و عمرانی امارات
امیت و پراتیک (۲۰۱۲)	بررسی رابطهٔ میان فعالیت‌های مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز، عملکرد زیست‌محیطی و عملکرد عملیاتی	SEM	شرکت‌های دارویی هند
توک (۲۰۱۲)	اولویت‌بندی عوامل حیاتی موفقیت زنجیرهٔ تأمین سبز	AHP	صنایع تولیدی هند
کامالاکانتا، کانان، اخیلش و یونگ (۲۰۱۲)	شناسایی و اولویت‌بندی موانع مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز	GTMA	صنایع معدنی هند
داشور و سوهانی (۲۰۱۳)	ارائهٔ چارچوبی سلسله‌مراتبی از موانع مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز	تحقیق مروری	------
رو جن لین (۲۰۱۳)	بررسی عملکرد مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز	Fuzzy DEMATEL	صنایع اتومبیل‌سازی
ماتیاژاگان، کانان، هاک و جنگ (۲۰۱۳)	شناسایی موانع اصلی موجود در اتخاذ رویکرد مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز	ISM	شرکت‌های خودروسازی هند
اروید و موهد (۲۰۱۴)	تجزیه و تحلیل موانع اجرای راهکارهای مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز	Fuzzy DEMATEL and TOPSIS	صنعت راه‌آهن هند
کانان، ماتیاژاگان، دویکا و هاک (۲۰۱۴)	تجزیه و تحلیل موانع اجرای مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز	AHP	صنایع هند
جعفرنژاد و زرشکی (۲۰۱۴)	تجزیه و تحلیل موانع پیاده‌سازی زنجیرهٔ تأمین سبز	ISM	صنایع قطعه‌سازی خودرو در ایران
بالاجی، ولمورگان و پراساس (۲۰۱۴)	بررسی و اولویت‌بندی موانع مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز	ISM	صنایع فولاد هند
سریواستاو و کومار (۲۰۱۵)	بررسی موانع پیاده‌سازی GSCM	ISM	صنایع کوچک شمال هند
تحقیق حاضر	بررسی موانع پیاده‌سازی GSCM	MCDM (BWM)	صنایع فولاد

در اکثر تحقیقات مطرح شده در جدول ۱، محققان به برخی از موانع پیاده‌سازی زنجیرهٔ تأمین سبز پرداخته‌اند. دسته‌بندی این موانع با توجه به ابعاد کارت امتیازی متوازن را می‌توان در جدول ۲ مشاهده کرد.

جدول ۲. مهم‌ترین موانع زنجیرهٔ تأمین سبز

ابعاد BSC	شاخص	تعریف	منابع
مالی	پیامدها و محدودیت‌های مالی (B۱)	هزینه‌های زیاد سرمایه‌گذاری و تغییر سیستم قدیمی و میزان کم بازگشت سرمایه در این نوع سیستم‌ها	بالاسوبرامانیان (۲۰۱۲)؛ والکر، دی سیستو و مک‌بین (۲۰۰۸)؛ راوی و شانکار (۲۰۰۵)؛ الخیدیر و زیلانی (۲۰۰۹)؛ هروانی، هلمس و سارکیس (۲۰۰۵)؛ کانان، ماتیاژاگان و دویکا (۲۰۱۴)
	ترس از شکست (B۵)	ترس از ضرر و زیان مالی، شکست محصول و از دست دادن مزیت رقابتی ناشی از اتخاذ رویکرد زنجیرهٔ تأمین سبز	رائو و هولت (۲۰۰۵)؛ پرون (۲۰۰۵)؛ شرویواستاوا (۱۹۹۵)؛ هانسون، بکلاند و لیک (۲۰۰۳)؛ ساعد و سیها (۲۰۰۰)؛ آنگلادا (۲۰۰۰)؛ ریول و روسرفورد (۲۰۰۳)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	هزینهٔ تغییر سیستم موجود به سیستم جدید (B۷)	هزینه‌بر بودن اتخاذ سیستم جدید	مودگال و همکاران(۲۰۱۰)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	نیاز به سرمایه‌گذاری زیاد و بازگشت سرمایهٔ اندک (B۲۱)	پیاده‌سازی مفهوم سبز به سرمایه‌گذاری زیاد نیاز دارد و در عین حال بازگشت سرمایهٔ آن اندک است	کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	مخارج بالای جمع‌آوری محصولات مصرف شده (B۲۲)	گرانی جمع‌آوری محصولات مصرف شده	کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	هزینه‌های زیاد بسته‌بندی سبز (B۲۳)	هزینهٔ زیاد بسته‌بندی دوستدار محیط زیست	والکر، دی سیستو و مک بین (۲۰۰۸)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	هزینهٔ زیاد دفع ضایعات مضر (B۲۶)	هزینهٔ زیاد دفع ضایعات مضر به‌دلیل تهدیدهای موجود در آن	کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	اهداف کوتاه‌مدت سودگرا (B۴۰)	توجه شرکت‌ها به کسب سود و بهبود وضع درآمدشان	جیمی و آرنی (۲۰۰۵)
یادگیری و رشد	کمبود آموزش در زمینهٔ مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز (B۲)	نیاز متخصصان صنعتی به آموزش برای اتخاذ سیستم مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز در صنعت خود	کانان و همکاران (۲۰۱۴)؛ کارتر و درسنر (۲۰۰۱)؛ بوون، کوسینس، لامینگ و فاروک (۲۰۰۱)
	حضور کم شرکت در برنامه‌ها و جلسه‌های مرتبط با محیط زیست (B۸)	کمبود شرکت در کنفرانس‌ها و سمینارهای مرتبط با زنجیرهٔ تأمین سبز که به‌وسیلهٔ دولت و سازمان‌های موفق این حوزه برگزار می‌شوند	پرون (۲۰۰۵)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	کمبود آگاهی دربارهٔ اثرهای زیست‌محیطی روی کسب‌وکار (B۱۱)	کمبود آگاهی مدیران عالی نسبت به اثرهای پیاده‌سازی رویکرد مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز بر کسب‌وکار	مودگال و همکاران (۲۰۱۰)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	نبود سیستم آموزشی ـ تشویقی مناسب برای تأمین‌کنندگان از جانب شرکت (B۱۵)	بی‌بهره‌بودن صنایع از سیستم‌های آموزشی ـ تشویقی مناسب برای اتخاذ رویکرد سبز توسط تأمین‌کنندگان	کانان و همکاران (۲۰۱۴)؛ مسعود، عبدالمنیم، جوردی و نووایهید (۲۰۱۰)

ادامهٔ جدول ۲

ابعاد BSC	شاخص	تعریف	منابع
یادگیری و رشد	کمبود شاخص‌های زیست‌محیطی اثربخش (B۱۶)	بی‌تمایلی صنایع به اجرای معیارهای زیست‌محیطی اثربخش	روآ و هولت (۲۰۰۵)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	مشکلات موجود در تبدیل نگرش‌های مثبت زیست‌محیطی به عمل (B۱۷)	مشکل صنایع در زمینهٔ عملی‌کردن نگرش‌های سبز علی‌رغم داشتن نگرش‌های مثبت زیست‌محیطی در درون خود	ریول و روسرفورد (۲۰۰۳)؛ هیلاری (۲۰۰۴)؛ پرون (۲۰۰۵)
	عدم وجود تسهیلات بانکی تشویقی در راستای تولید محصولات سبز (B۲۴)	چالش و کشمکش صنایع برای دریافت وام بانکی به‌منظور انجام اقدامات زیست‌محیطی	کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	مشکلات موجود در تعداد منابع انسانی مورد نیاز (B۲۵)	برای اتخاذ و حفظ رویکرد مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز به نیروی انسانی بیشتری نیاز است	کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	دشواری شناسایی فرصت‌های زیست‌محیطی (B۲۸)	ناکارایی صنایع در شناسایی فرصت‌های زیست‌محیطی	سیبل (۲۰۰۰)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	کمبود منابع انسانی متخصص (B۲۹)	کمبود نیروی کافی و با کیفیت و متخصص در امور زیست‌محیطی	پرون (۲۰۰۵)؛ رو و انتیکات (۱۹۹۸)؛ تامسون (۲۰۰۲)؛ هیلاری (۲۰۰۰)؛ هیلاری (۲۰۰۴)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	عدم مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها (B۳۵)	در نظر گرفتن نتایج و عواقب فعالیت‌های سازمان برای جامعه	مودگال و همکاران(۲۰۱۰)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	کمبود دانش فنی و تجربه (B۳۷)	دانش و آگاهی نداشتن شرکت‌ها در خصوص قوانین زیست‌محیطی و اثرهای فعالیت مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز بر محیط و همچنین نداشتن تجربهٔ کافی نسبت به پیاده‌سازی این رویکرد	شن و تام (۲۰۰۲)؛ بوون، کوسینس، لامینگ و فاروک (۲۰۰۱)هیلاری (۲۰۰۰)؛ بارچارد (۱۹۹۸)؛ تیلی (۱۹۹۹)؛ ویلیامز، ون هویدانک، دینگل و آنانداال (۲۰۰۰)؛ دایلیپ مور (۲۰۱۲)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)؛ داشور و سوهانی (۲۰۱۳)؛ بالاسوبرامانیان (۲۰۱۲)
	باور نداشتن مزیت‌های رویکرد زنجیرهٔ تأمین سبز (B۳۸)	باورنداشتن صنایع نسبت به مزیت‌های زیست‌محیطی در اجرای مفهوم سبز	شریواستاوا (۱۹۹۵)؛ فریمن،هارتن، اسپرینگر، راندال، کوران و استون (۱۹۹۲)؛ چریستمن (۲۰۰۰)؛ یوکسل (۲۰۰۸)؛ گرانز، کووان وهات چینسون (۲۰۰۰)؛ تامسون (۲۰۰۲)؛ ریول و روسرفورد (۲۰۰۳)؛ والکر، دی سیستو و مک بین (۲۰۰۸)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)

ادامهٔ جدول ۲

ابعاد BSC	شاخص	تعریف	منابع
فرایندهای داخلی	رقابت و عدم اطمینان در بازار (B۳)	پیاده‌سازی GSCM زمان‌بر بوده و بر سایر فعالیت‌های صنایع اثرگذار است	مودگال و همکاران (۲۰۱۰)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	مشکلات موجود در حفظ تأمین‌کنندهٔ سبز (B۴)	تفاوت منافع تأمین‌کنندگان با سایر اعضای موجود در کل شبکهٔ تأمین به علت ذهنیت سنتی غالب	سرکار و مولاپاترا (۲۰۰۶)؛ مودگال و همکاران (۲۰۱۰)؛ کالخا، دلگادو، ادر، کرول، لیندبلوم، ون وونیک و لانگندورف (۲۰۰۴)؛ نیلاوان، سیکسان، توساپول و پیلادا (۲۰۱۰)
	فرهنگ ضعیف سازمانی در زمینهٔ مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز (B۶)	نداشتن ارتباطات غیر رسمی و بهبود یافته، عدم وجود و نهادینه شدن آموزش در این حوزه، عدم تشویق و ارائهٔ پاداش، و کمک به کارکنان توسط مدیران برای یادگیری اطلاعات سبز و حمایت از آنها هنگام مواجهه با مشکلات سبز	هسو و هو (۲۰۰۸)؛ الخیدیر و زیلانی (۲۰۰۹)
	حمایت‌نکردن دولت به اتخاذ سیاست‌های حامی محیط زیست (B۹)	قوانین و مقررات لازم برای ادارهٔ مناسب شرکت‌ها که باید در آن به محیط زیست توجه ویژه‌ای شود و شرکت‌ها هم باید از آن پیروی کنند/ ارائهٔ پاداش به شرکت‌های سبز	پورتر و ون دلینده (۱۹۹۵)؛ گریر و برونو (۱۹۹۶)؛ اسکوپولا (۲۰۰۳)؛ الخیدیر و زیلانی (۲۰۰۹)؛ والکر و همکاران (۲۰۰۸)؛ داشور و سوهانی (۲۰۱۳)کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	عدم تعهد و مشارکت مدیران سطوح بالا (B۱۰)	مقاومت مدیران سطوح عالی در به‌کارگیری فعالیت‌های سبز و ایجاد تغییر در سیستم زنجیرهٔ تأمین شرکت	قبادیان، وینی، لئو و جیمز (۱۹۹۸)؛ هیلاری (۲۰۰۴)؛ راوی و شانکار (۲۰۰۵)؛ ژو و همکاران (۲۰۰۷)؛ امیلیانی (۲۰۱۰)؛ آراگون کورآ (۱۹۹۸)؛ پون (۲۰۰۶)؛ ون دن بوسچ و ون ریئل (۱۹۹۸)؛ لی و رهی (۲۰۰۷)؛ هانسون، بکلاند و لیکه (۲۰۰۳)؛ ترادر (۲۰۰۲)؛ تامسون (۲۰۰۲)؛ مین و گاله (۲۰۰۱)؛ یو لین و هوآی هو (۲۰۰۸)؛ هسو و هو (۲۰۰۸)؛ سارکیس (۲۰۰۹)؛ روآ و هولت (۲۰۰۵)؛ هولت و قبادیان (۲۰۰۹) ؛ مودولی و بریو (۲۰۱۱)
	نارسایی و کمبود در همکاری‌های زیست‌محیطی با تأمین‌کنندگان (B۱۲)	مشکلات موجود در راه حفظ همکاری با تأمین‌کنندگان از جمله افزایش سطح آگاهی زیست‌محیطی آنها	هامنر (۲۰۰۶)؛ ولف و سورینگ (۲۰۱۰)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	تعهد پایین عرضه‌کنندهٔ کالا و بی‌تمایل بودن نسبت به تبادل اطلاعات (B۱۳)	عدم همکاری و تمایل تأمین‌کننده به تبادل اطلاعات مربوط به محیط زیست با صنایع که بر محصول نهایی اثرگذار خواهد بود	هال (۲۰۰۰)؛ سارکیس (۲۰۰۳)؛ فاروک، لامینگ، کوسینز و بوون (۲۰۰۲)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)

ادامهٔ جدول ۲

ابعاد BSC	شاخص	تعریف	منابع
فرایندهای داخلی	تضاد بالقوهٔ محصولات با قوانین (B۱۴)	محصولات اکثر صنایع در راستای تطابق با قوانین زیست‌محیطی دچار شکست می‌شوند	ژو و سارکیس (۲۰۰۶)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	کمبود همکاری درون سازمانی در زمینهٔ ارتباطات (B۱۸)	محدودیت در جریان اطلاعات در سراسر سلسله‌مراتب سازمان، پیاده‌سازی مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز را غیر ممکن می‌سازد	راوی و شانکار (۲۰۰۵)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	پیچیدگی طراحی محصولات در راستای کاهش مصرف منابع و انرژی (B۱۹)	ناتوانی تکنولوژی طراحی شرکت در طراحی محصولاتی برای کاهش مصرف منابع و انرژی	روسل (۱۹۹۸)؛ پرون (۲۰۰۵)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	انعطاف‌ناپذیری فعالیت‌های موجود برای تغییر به سیستم جدید (B۲۰)	ناتوانی فعالیت‌های سیستم فعلی صنایع برای تغییر سیستم موجود به سیستم جدید	ریول و روسرفورد (۲۰۰۳)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	مسئولیت‌ناپذیری شرکت نسبت به محیط زیست (B۲۷)	باور شرکت‌ها مبنی بر اینکه برداشتن گامی برای بهبود وضعیت زیست‌محیطی در حوزهٔ مسئولیت آنها نیست	شن و تام (۲۰۰۲)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	پیچیدگی در شناسایی شرکت‌های لجستیک طرف سوم برای بازجمع‌آوری محصولات استفاده شده (B۳۱)	عدم سهولت در شناسایی شرکت‌های لجستیک طرف سوم به‌منظور بازجمع‌آوری محصولات استفاده شده	کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	نبود قوانین الزام‌آور (B۳۲)	نبود قوانین و مقررات الزام‌آور برای شرکت‌ها در زمینهٔ مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز	جیمی و آرنه (۲۰۰۵)
	پیچیدگی در طراحی برای استفادهٔ مجدد یا بازیافت محصول (B۳۳)	پیچیدگی و مشکلات طراحی سیستم بازیافت و استفاده مجدد از محصولات مصرفی	بیمون (۱۹۹۹)؛ روسل (۱۹۹۸)؛ پرون (۲۰۰۵)
	پیچیدگی در اندازه گیری و کنترل فعالیت‌های سبز تأمین‌کننده (B۳۴)	تصور بر اینکه هم راستا نبودن معیارها، منبع اصلی ناکارایی و اختلال در تعاملات زنجیرهٔ تأمین هستند	فیسل، بانوت و شانکار (۲۰۰۰)؛ مودگال و همکاران(۲۰۱۰)؛ هروانی، هلمز و سارکیس (۲۰۰۵)؛ بجورکلاند، مارتینسن و آبراهامسون (۲۰۱۲)؛ مورگان (۲۰۰۶)؛ فیسل، بانوت و شانکار (۲۰۰۷)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	کمبود تکنولوژی، مواد، فرایندها (B۳۹)	دسترسی نداشتن به تکنولوژی، فرایند و مواد اولیهٔ مناسب برای اتخاذ رویکرد زنجیرهٔ تأمین سبز در شرکت	پرون (۲۰۰۵)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	کمبود و نارسایی در داشتن اهداف مشخص زیست‌محیطی (B۴۲)	کمبود مجموعهٔ اهداف زیست‌محیطی مناسب در صنایع	سییل (۲۰۰۰)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)

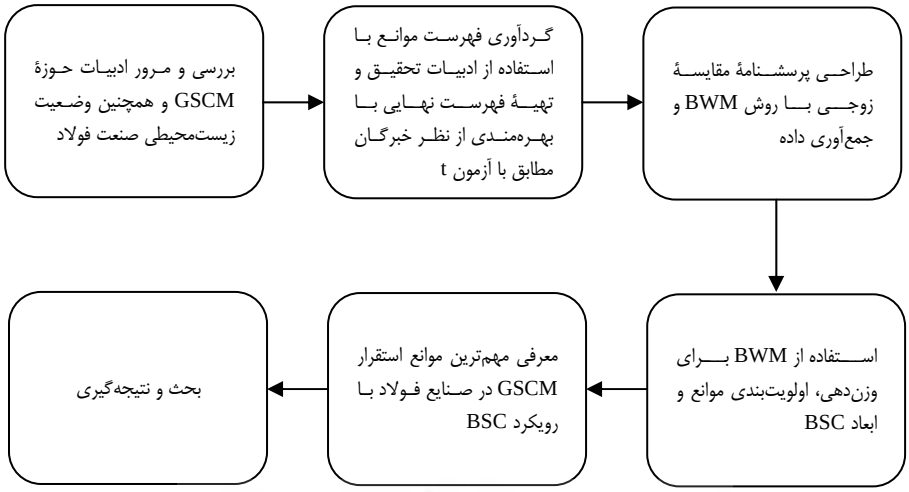
ادامهٔ جدول ۲

ابعاد BSC	شاخص	تعریف	منابع
مشتری	پایین بودن سطح سواد زیست‌محیطی میان اعضای زنجیرهٔ تأمین (B۳۰)	کمبود دانش و سواد زیست‌محیطی میان تمام اعضای تشکیل‌دهندهٔ زنجیرهٔ تأمین شرکت	سییل (۲۰۰۰)؛ راوی و شانکار (۲۰۰۵)؛ مودگال و همکاران(۲۰۱۰)؛ ریول و روسرفورد (۲۰۰۳)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	ناآگاه بودن مشتری نسبت به GSCM و محصولات سبز (B۳۶)	تقاضای کم مشتریان برای محصولات سازگار با محیط زیست به دلیل ناآگاهی نسبت به مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز	چن، لای و ون (۲۰۰۶)؛ مودگال و همکاران (۲۰۱۰)؛ جوز (۲۰۰۸)؛ روآرتی (۱۹۹۷)؛ اورساتو (۲۰۰۶)؛ کانان و همکاران (۲۰۱۴)
	نداشتن درک مشترکی از زنجیرهٔ تأمین سبز میان ذی‌نفعان (B۴۱)	عدم درک و آگاهی مشترک میان ذی‌نفعان دربارهٔ منافع و مزیت‌های زنجیرهٔ تأمین سبز	بالاسوبرامانیان (۲۰۱۲)

صنعت فولاد بعد از صنایع نفت و گاز، مهم‌ترین صنعتِ دنیا است و حجم زیادی از تجارت را به خود اختصاص داده است. با توجه به حیاتی بودن آن، این صنعت در رشد و پیشرفت هر کشوری تأثیرگذار است و کاهش بهره‌وری و آلودگی‌های زیست‌محیطی مخرب در این صنعت، سبب ناکارآمدی می‌شود. در حقیقت پژوهش حاضر تلاش می‌کند مهم‌ترین موانع مؤثر بر استقرار زنجیرهٔ تأمین سبز را با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، کارت امتیازی متوازن و بررسی دقیق و جامع کلیهٔ موانع مطرح شده در ادبیات تحقیق، تعیین کند.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربری و از نظر جمع‌آوری اطلاعات، توصیفی ـ پیمایشی است، چرا که به شناسایی و توصیف موانع استقرار زنجیرهٔ تأمین سبز در صنایع فولاد می‌پردازد. در تحقیق حاضر برای شناسایی موانع از روش کتابخانه‌ای (کتاب، مقالات و متون اینترنتی) استفاده شد. در مرحلهٔ اول برای تعیین شاخص‌های مؤثر از نظر ۲۴ نفر خبرهٔ دانشگاهی (اعضای هیئت علمی رشته‌های مدیریت صنعتی، بازرگانی و مهندسی صنایع) و خبرگان صنعت فولاد (آشنا به مسائل صنعت و مبانی علمی این موضوع و دارای تحصیلات دکتری و کارشناسی ارشد و سابقهٔ کاری بیش از ۱۰ سال) بهره برده شد. در مرحلهٔ دوم نیز از جمع‌آوری داده‌های پرسشنامهٔ BWM توسط ۱۰ نفر از خبرگان صنعت برای تثبیت و اولویت‌بندی موانع استفاده گردید. به‌دلیل تعداد کم متخصصان ذکر شده، تمام آنها به‌عنوان نمونهٔ این تحقیق در نظر گرفته شدند. محدودهٔ تحقیق از لحاظ زمانی، فروردین تا دی سال ۱۳۹۴ است. مراحل اجرای تحقیق را می‌توان در شکل ۱ مشاهده کرد.



شکل ۱. مراحل اجرای تحقیق

روش بهترین ـ بدترین (BWM)[1]

در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، تعدادی گزینه با توجه به تعدادی شاخص ارزیابی می‌شود تا بهترین گزینه انتخاب شود. بر اساس روش بهترین ـ بدترین که در سال ۲۰۱۵ توسط جعفر رضایی ارائه شده است، بهترین و بدترین شاخص توسط تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شود و بین هر یک از این دو معیار (بهترین و بدترین) و سایر شاخص‌ها، مقایسهٔ زوجی صورت می‌گیرد؛ سپس یک مسئلهٔ ماکسی مین (Maximin) برای مشخص‌کردن وزن شاخص‌های مختلف فرموله و حل می‌شود. همچنین در این روش، یک فرمول برای محاسبهٔ میزان ناسازگاری به‌منظور بررسی اعتبار مقایسات در نظر گرفته شده است. موارد زیر به ویژگی‌های برجستهٔ این روش نسبت به سایر روش‌های MCDM اشاره می‌کند:

- به داده‌های مقایسه‌ای کمتری نیاز دارد؛
- این روش به مقایسهٔ استوارتری منجر می‌شود، به این معنا که جواب‌های قابل اطمینان‌تری می‌دهد (رضایی، ۲۰۱۵).

گام‌های روش BWM

گام ۱: مجموعهٔ شاخص‌های تصمیم‌گیری تعیین شود. در این گام، مجموعه شاخص‌ها به‌صورت $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ تعریف می‌شود که برای گرفتن یک تصمیم لازم است.

1. Best- Worst Method

گام ۲: بهترین (مهم‌تر، مطلوب‌تر) و بدترین (کمترین اهمیت و کمترین مطلوبیت) شاخص را مشخص کنید. در این مرحله تصمیم‌گیرنده بهترین و بدترین شاخص را به‌طور کلی تعریف می‌کند، هیچ مقایسه‌ای در این مرحله صورت نمی‌گیرد.

گام ۳: ارجحیت بهترین شاخص را نسبت به سایر شاخص‌ها با اعداد ۱ تا ۹ مشخص کنید. بردار ارجحیت بهترین شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها به صورت $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ نمایش داده می‌شود. در این بردار a_{Bj} ارجحیت بهترین شاخص (B) نسبت به شاخص (j) را نشان می‌دهد، واضح است که $a_{BB} = 1$ است.

گام ٤: ارجحیت همهٔ شاخص‌ها را نسبت به بدترین شاخص با اعداد ۱ تا ۹ مشخص کنید. بردار ارجحیت سایر شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص به‌صورت $A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T$ نمایش داده می‌شود. در این بردار a_{jW} ارجحیت شاخص (j) را نسبت به بدترین شاخص (W) نشان می‌دهد، واضح است که $a_{WW} = 1$ است.

گام ۵: مقادیر بهینهٔ وزن‌ها را بیابید $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$. برای تعیین وزن بهینهٔ هر یک از زوج شاخص‌ها باید $\frac{w_B}{w_j} = a_{Bj}$ و $\frac{w_j}{w_w} = a_{jw}$ برقرار باشد. برای برآورده‌کردن این شرایط در همهٔ j ها، باید راه‌حلی پیدا شود تا عبارات $\left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right|$ و $\left|\frac{w_j}{w_w} - a_{jw}\right|$ برای همهٔ j هایی که حداقل شده است را حداکثر کند. با توجه به غیر منفی بودن وزن‌ها و مجموع آنها می‌توان مدل را به‌صورت زیر فرموله کرد:

رابطهٔ ۱)

$$\min \max \left\{ \left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right|, \left|\frac{w_j}{w_w} - a_{jw}\right| \right\}$$
$$\text{s.t.}$$
$$\sum_j w_j = 1$$
$$w_j \geq 0, \text{for all } j$$

همچنین می‌توان مدل فوق را به مدل زیر تبدیل نمود:

رابطهٔ ۲)

$$\min \xi$$
$$\text{s.t.}$$
$$\left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right| \leq \xi, \text{for all } j$$
$$\left|\frac{w_j}{w_w} - a_{jw}\right| \leq \xi, \text{for all } j$$
$$\sum_j w_j = 1$$
$$w_j \geq 0, \text{for all } j$$

البته مدل خطی تابع فوق نیز به‌صورت زیر ارائه شده است (رضایی، ۲۰۱۶) که در این مقاله وزن شاخص‌ها با استفاده از آن به‌دست می‌آید.

رابطهٔ ۳)

$$\min \xi$$
$$\text{s.t.}$$
$$\left|w_B - a_{Bj} w_j\right| \le \xi, \text{ for all } j$$
$$\left|w_j - a_{jw} w_w\right| \le \xi, \text{ for all } j$$
$$\sum_j w_j = 1$$
$$w_j \ge 0, \text{ for all } j$$

با حل مدل فوق، مقادیر بهینهٔ $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ و ξ^* به‌دست می‌آید.

محاسبهٔ میزان سازگاری در روش BWM

با استفاده از ξ^* به‌دست آمده، میزان سازگاری محاسبه می‌شود. واضح است که مقدار ξ^* بزرگ‌تر نشان‌دهندهٔ سازگاری بیشتر است. از آنجا که $a_{Bj} \times a_{jw} = a_{BW}$ و $a_{BW} \in \{1,2,\dots,9\}$ است، می‌توان حداکثر مقدار ξ را به‌دست آورد. با استفاده از شاخص‌های سازگاری موجود در جدول ۳ و رابطهٔ ۴ می‌توان میزان سازگاری را محاسبه کرد.

جدول ۳. شاخص‌های سازگاری با استفاده از روش BWM

a_{BW}	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
شاخص سازگاری	۰/۰۰	۰/۴۴	۱/۰۰	۱/۶۳	۲/۳۰	۳/۰۰	۳/۷۳	۴/۴۷	۵/۲۳

رابطهٔ ۴)

$$\text{نرخ سازگاری} = \frac{\xi^*}{\text{شاخص سازگاری}}$$

یافته‌های پژوهش

برای انتخاب موانع اصلی زنجیرهٔ تأمین سبز، ابتدا پرسشنامه‌ای تهیه شد و در اختیار خبرگان قرار گرفت که از میان ۴۲ مانع مطرح شده در ادبیات زنجیرهٔ تأمین سبز، مهم‌ترین آنها انتخاب شوند. فرضیهٔ مد نظر برای غربال کردن این موانع کلیدی به این صورت مطرح شده است: آیا شاخص مطرح شده در صنعت فولاد با اهمیت است.

رابطهٔ ۵)

$$H_0: \mu = 50\% \; or \; 5$$
$$H_0: \mu \neq 50\% \; or \; 5$$

برای اثبات یا رد این فرضیه از آزمون t در سطح خطای ۰/۰۵ استفاده می‌شود. آمارهٔ t در این آزمون دارای درجهٔ آزادی n−۱ است. در این رابطه $\bar{x}$ میانگین نمونه، $S_{\bar{x}}$ خطای معیار $\bar{x}$ که به‌صورت $S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$ محاسبه می‌شود.

رابطهٔ ۶)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S_{\bar{x}}}$$

نتایج آزمون t در جدول ۴ آمده است. براین اساس، مقدار آمارهٔ t و درجهٔ آزادی و سطح معناداری مربوط به هر یک از شاخص‌ها آمده است.

جدول ٤. آزمون t برای انتخاب شاخص‌ها

شاخص	مقدار t	سطح معناداری	حد پایین	حد بالا	رد یا تأیید شاخص
B۱	−۰/۳۴۴	۰/۷۳۴	−۱/۲۲	۰/۸۷	×
B۲	۰/۹۰۱	۰/۳۷۷	−۰/۶۸	۱/۷۲	×
B۳	−۱/۹۸۴	۰/۰۶۰	−۲/۲۲	۰/۰۵	×
B۴	۰/۹۱۷	۰/۳۶۹	−۰/۵۵	۱/۴۲	×
B۵	۶/۷۱۵	۰/۰۰۰	۱/۳۵	۲/۵۶	✓
B۶	−۱/۳۳۳	۰/۱۹۶	−۱/۵۶	۰/۳۴	×
B۷	۱/۰۵۸	۰/۳۰۲	−۰/۵۸	۱/۸۰	×
B۸	۰/۴۱۹	۰/۶۷۹	−۰/۸۶	۱/۲۹	×
B۹	۳/۸۳۳	۰/۰۰۱	۰/۷۰	۲/۳۵	✓
B۱۰	۲/۲۲۵	۰/۰۳۷	۰/۰۸	۲/۱۸	✓
B۱۱	−۰/۷۴۹	۰/۴۶۲	−۱/۳۱	۰/۶۲	×
B۱۲	−۰/۲۴۹	۰/۸۰۶	−۱/۲۲	۰/۹۵	×
B۱۳	۱۳/۷۷۵	۰/۰۰۰	۲/۵۵	۳/۴۵	✓
B۱۴	۰/۶۶۳	۰/۵۱۴	−۰/۷۴	۱/۴۴	×
B۱۵	−۰/۹۵۹	۰/۳۴۸	−۱/۵۱	۰/۵۶	×
B۱۶	۰/۳۴۷	۰/۷۳۲	−۰/۸۷	۱/۲۱	×

ادامهٔ جدول ٤

شاخص	مقدار t	سطح معناداری	حد پایین	حد بالا	رد یا تأیید شاخص
B۱۷	۰/۲۵۹	۰/۷۹۸	-۰/۹۲	۱/۱۸	×
B۱۸	۴/۱۵۹	۰/۰۰۰	۰/۷۶	۲/۲۸	✓
B۱۹	۰/۶۳۶	۰/۵۳۱	-۰/۷۹	۱/۴۸	×
B۲۰	۰/۲۴۱	۰/۸۱۲	-۰/۹۹	۱/۲۵	×
B۲۱	۰/۱۶۰	۰/۸۷۴	-۱.۰۴	۱/۲۲	×
B۲۲	۰/۶۲۴	۰/۵۳۹	-۰/۸۱	۱/۵۰	×
B۲۳	-۰/۰۹۱	۰/۹۲۸	-۱/۰۳	۰/۹۵	×
B۲۴	-۰/۲۹۷	۰/۷۶۹	-۱/۳۹	۱/۰۴	×
B۲۵	-۶/۶۳۳	۰/۰۰۰	۱/۳۷	۲/۶۳	×
B۲۶	۱/۱۱۳	۰/۲۷۸	-۰/۵۳	۱/۷۴	×
B۲۷	-۱/۱۲۵	۰/۲۷۳	-۱/۶۱	۰/۴۸	×
B۲۸	-۰/۶۶۸	۰/۵۱۱	-۱/۶۱	۰/۸۲	×
B۲۹	۲/۸۵۷	۰/۰۰۹	۰/۲۷	۱/۷۳	✓
B۳۰	-۰/۲۷۶	۰/۷۸۵	-۱/۱۱	۰/۸۵	×
B۳۱	-۳/۵۹۱	۰/۰۰۲	-۲/۳۳	-۰/۶۲	×
B۳۲	۰/۱۵۱	۰/۸۸۱	-۱/۱۱	۱/۲۸	×
B۳۳	۷/۸۰۷	۰/۰۰۰	۱/۷۶	۳/۰۳	✓
B۳۴	۵/۷۵۹	۰/۰۰۰	۱/۲۲	۲/۶۰	✓
B۳۵	۴/۱۶۲	۰/۰۰۰	۰/۶۳	۱/۸۹	✓
B۳۶	۷/۱۱۳	۰/۰۰۰	۱/۴۲	۲/۵۸	✓
B۳۷	۲/۵۰۸	۰/۰۲۰	۰/۲۵	۲/۶۲	✓
B۳۸	۹/۸۹۲	۰/۰۰۰	۲/۲۳	۳/۴۲	✓
B۳۹	-۰/۴۴۹	۰/۶۵۷	-۱/۴۶	۰/۹۴	×
B۴۰	۸/۱۰۱	۰/۰۰۰	۱/۶۵	۲/۷۹	✓
B۴۱	۱/۸۲۳	۰/۰۸۲	-۰/۱۵	۲/۳۲	×
B۴۲	۷/۹۹۸	۰/۰۰۰	۱/۶۷	۲/۸۵	✓

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، از ۴۲ شاخص مطرح شده، ۱۴ شاخص به‌عنوان موانع اصلی زنجیرهٔ تأمین سبز انتخاب شدند که فهرست آنها در جدول ۵ درج شده است.

جدول ۵. شاخص‌های انتخاب شده به‌عنوان موانع زنجیرهٔ تأمین سبز

ردیف	مانع
۱	عدم ریسک مالی مدیران برای سرمایه گذاری در طراحی یا باز طراحی GSCM
۲	حمایت‌نکردن دولت و بانک‌ها از اتخاذ سیاست حامی محیط زیست
۳	عدم تعهد و مشارکت مدیران سطوح بالا در کل GSCM
۴	تعهد کم عرضه‌کنندهٔ کالا
۵	کمبود همکاری ارتباطی در کل GSCM
۶	کمبود منابع انسانی متخصص
۷	پیچیدگی در طراحی برای استفادهٔ مجدد یا بازیافت محصول
۸	پیچیدگی در اندازه‌گیری و کنترل فعالیت‌های سبز تأمین‌کننده
۹	عدم مسئولیت اجتماعی زیست‌محیطی
۱۰	نا آگاهی مشتری نسبت به GSCM و محصولات سبز
۱۱	کمبود دانش فنی و تجربه
۱۲	عدم باور و نگرش مثبت به مزیت‌ها اثرهای زیست‌محیطی روی کسب‌وکار
۱۳	کمبود تکنولوژی، مواد، فرایندها
۱۴	عدم وجود اهداف مشخص زیست‌محیطی

پس از انتخاب موانع کلیدی در زنجیرهٔ تأمین سبز، وزن هر یک از عوامل کارت امتیازی متوازن و شاخص‌های انتخاب شده را با استفاده از روش بهترین ـ بدترین مطابق با گام‌های گفته شده در بخش روش‌شناسی به‌دست می‌آوریم.

ابتدا مجموعهٔ شاخص‌های تصمیم‌گیری را تعیین می‌کنیم؛ این مجموعه با توجه به نظر خبرگان به‌صورت $\{c_1, c_2, \dots, c_{14}\}$ تعریف می‌شود. عوامل کارت امتیازی متوازن و هر یک از شاخص‌های آن به‌عنوان موانع زنجیرهٔ تأمین سبز، در جدول نشان داده شده است.

در ادامه مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین بعد و شاخص باید مشخص شود. در جلسهٔ حضوری با تعدادی از خبرگان دانشگاهی و صنعت، مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین بعد و شاخص‌های هر یک بررسی شدند و در نهایت از بین تمام عوامل کارت امتیازی متوازن، عوامل فرایندهای داخلی (C_2) و مالی (C_3) و در شاخص‌های بعد یادگیری و رشد، کمبود دانش فنی و تجربه (C_{13}) و عدم

باور و نگرش مثبت به مزیت‌ها و اثرهای زیست‌محیطی روی کسب‌وکار ($C_{۱۴}$) و در شاخص‌های بعد فرایندهای داخلی، عدم وجود اهداف مشخص زیست‌محیطی ($C_{۲۸}$) و همکاری کم ارتباطی در کل GSCM ($C_{۲۴}$) به به‌ترتیب مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین ابعاد و شاخص‌ها معرفی شدند.

جدول ٦. شاخص‌های انتخاب‌شده برای موانع زنجیرهٔ تأمین سبز در طبقه‌بندی کارت امتیازی متوازن

عوامل کارت امتیازی متوازن	شاخص‌های انتخاب شده
یادگیری و رشد ($C_{۱}$)	کمبود منابع انسانی متخصص ($C_{۱۱}$)، عدم مسئولیت اجتماعی زیست‌محیطی ($C_{۱۲}$)، کمبود دانش فنی و تجربه ($C_{۱۳}$)، عدم باور و نگرش مثبت به مزیت‌ها و اثرهای زیست‌محیطی روی کسب‌وکار ($C_{۱۴}$)
فرایندهای داخلی ($C_{۲}$)	حمایت‌نکردن دولت و بانک‌ها از اتخاذ سیاست‌های حامی محیط زیست ($C_{۲۱}$)، عدم تعهد و مشارکت مدیران سطوح بالا در کل GSCM ($C_{۲۲}$)، تعهد کم عرضه‌کنندهٔ کالا ($C_{۲۳}$)، کمبود همکاری ارتباطی در کل GSCM ($C_{۲۴}$)، پیچیدگی در طراحی برای استفادهٔ مجدد یا بازیافت محصول ($C_{۲۵}$)، پیچیدگی در اندازه‌گیری و کنترل فعالیت‌های سبز تأمین‌کننده ($C_{۲۶}$)، کمبود تکنولوژی، مواد، فرایندها ($C_{۲۷}$)، عدم وجود اهداف مشخص زیست‌محیطی ($C_{۲۸}$)
مالی ($C_{۳}$)	عدم ریسک مالی مدیران برای سرمایه‌گذاری در طراحی یا باز طراحی GSCM ($C_{۳۱}$)
مشتری ($C_{۴}$)	ناآگاهی مشتری نسبت به GSCM و محصولات سبز ($C_{۴۱}$)

اکنون به تعیین بردار ارجحیت مهم‌ترین بعد و شاخصِ هر بعد نسبت به سایر ابعاد و شاخص‌های آنها پرداخته می‌شود. برای تعیین این بردار از خبرگان درخواست شد تا ارجحیت مهم‌ترین بعد و شاخص را نسبت به سایر ابعاد و شاخص‌ها با اعداد ۱ تا ۹ مشخص کنند. پس از جمع‌آوری داده‌ها و میانگین‌گیری از آنها نتایجی به شرح جدول‌های ۷، ۸ و ۹ به‌دست آمد.

جدول ۷. ارجحیت مهم‌ترین عامل نسبت به سایر عوامل در کارت امتیازی متوازن

مهم‌ترین عامل	یادگیری و رشد ($C_{۱}$)	فرایندهای داخلی ($C_{۲}$)	مالی ($C_{۳}$)	مشتری ($C_{٤}$)
فرایندهای داخلی ($C_{۲}$)	۴/۸۸	۱	۷/۰۴	۳/۷۹

جدول ۸. ارجحیت مهم‌ترین شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها در بعد یادگیری و رشد

مهم‌ترین شاخص	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}
	۴/۹	۴/۴	۱	۸/۶

جدول ۹. ارجحیت مهم‌ترین شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها در بعد فرایندهای داخلی

مهم‌ترین شاخص	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{42}	C_{25}	C_{26}	C_{27}	C_{28}
	۵/۱	۴/۸	۷/۶	۸/۸	۶/۱	۵/۲	۲/۳	۱

سپس بردار ارجحیت سایر ابعاد و شاخص‌ها نسبت به کم‌اهمیت‌ترین بعد و شاخص می‌شود. برای تعیین این بردار نیز مانند گام قبل عمل شده است که نتایج آن در جدول‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۲ مشاهده می‌شود.

جدول ۱۰. ارجحیت سایر عوامل نسبت به کم‌اهمیت‌ترین عامل در کارت امتیازی متوازن

کم اهمیت عامل	مالی (C_3)
یادگیری و رشد (C_1)	۵/۰۴
فرایندهای داخلی (C_2)	۶/۹۲
مالی (C_3)	۱
مشتری (C_4)	۴/۷۹

جدول ۱۱. ارجحیت دیگر شاخص‌ها نسبت به کم اهمیت‌ترین شاخص در بعد یادگیری و رشد

کم اهمیت شاخص	C_{14}
C_{11}	۵/۹
C_{12}	۳/۷
C_{13}	۸/۶
C_{14}	۱

جدول ۱۲. ارجحیت سایر شاخص‌ها نسبت به کم‌اهمیت‌ترین شاخص در بعد فرایندهای داخلی

کم اهمیت شاخص	$C_{۲٤}$
$C_{۲۱}$	۴/۷
$C_{۲۲}$	۵/۵
$C_{۲۳}$	۲/۹
$C_{۲۴}$	۱
$C_{۲۵}$	۳/۷
$C_{۲۶}$	۴/۶
	۷/۴
$C_{۲۸}$	۸/۸

سپس مقادیر بهینهٔ وزن‌ها را به‌دست می‌آوریم $(w_۱^*, w_۲^*, \dots, w_n^*)$. می‌توان مقدار وزن‌ها را با توجه به مدل زیر به‌دست آورد.

رابطهٔ ۷)

$$\min \xi$$

s.t.

$$\left|w_B - a_{Bj} w_j\right| \le \xi, \text{ for all } j$$

$$\left|w_j - a_{jw} w_w\right| \le \xi, \text{ for all } j$$

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j \ge 0, \text{ for all } j$$

با حل رابطهٔ ۷، مقادیر بهینهٔ $(w_۱^*, w_۲^*, \dots, w_n^*)$ و ξ^* به‌دست می‌آید.

در نهایت با حل مدل‌های فوق در نرم‌افزار LINDO، برای هر یک از ابعاد کارت امتیازی متوازن و شاخص‌های زنجیرهٔ تأمین سبز، جدول ۱۳ به‌دست می آید که در نهایت می‌توان وزن نهایی هر یک از موانع را با توجه به نمودار سلسله‌مراتبی شاخص‌های زنجیرهٔ تأمین سبز از حاصل ضرب وزن هر شاخص در بعد مربوط به آن محاسبه کرد.

جدول ۱۳. وزن نهایی موانع زنجیرهٔ تأمین سبز

عوامل کارت امتیازی متوازن	وزن عامل	شاخص‌های GSCM		مقدار ξ^*	میزان سازگاری	وزن نهایی شاخص	رتبهٔ نهایی
یادگیری و رشد (C_1)	۰/۱۵۳۰۷۹	C_{11}	۰/۱۵۷۳۲۴	۰/۱۵۶۶۳۱	۰/۰۳۱۸۱۸۷	۰/۰۲۴۰۸۳	۱۲
		C_{12}	۰/۱۷۵۲۰۲			۰/۰۲۶۸۲	۱۱
		C_{13}	۰/۶۱۴۲۶۰۲			۰/۰۹۴۰۳	۴
		C_{14}	۰/۰۵۳۲۱۲			۰/۰۰۸۱۴۶	۱۴
فرایندهای داخلی (C_2)	۰/۵۸۷۸۶۵	C_{21}	۰/۰۸۸۵۸۷	۰/۰۸۳۶۶۶۳	۰/۰۱۶۴۸۵۹	۰/۰۵۲۰۷۷	۷
		C_{22}	۰/۰۹۴۱۲۴			۰/۰۵۵۳۳۲	۶
		C_{23}	۰/۰۵۹۴۴۷			۰/۰۳۴۹۴۷	۱۰
		C_{24}	۰/۰۳۲۳۲۵			۰/۰۱۹۰۰۳	۱۳
		C_{25}	۰/۰۷۴۰۶۵			۰/۰۴۳۵۴	۹
		C_{26}	۰/۰۸۶۸۸۴			۰/۰۵۱۰۷۶	۸
		C_{27}	۰/۱۹۶۴۳۳			۰/۱۱۵۴۷۶	۳
		C_{28}	۰/۳۶۸۱۳۱			۰/۲۱۶۴۱۱	۱
مالی (C_3)	۰/۰۶۱۹۵۲	C_{31}	۱	۰	۰	۰/۰۶۱۹۵۲	۵
مشتری (C_4)	۰/۱۹۷۱۰۴	C_{41}	۱	۰	۰	۰/۱۹۷۱۰۴	۲
مقدار ξ^*		۰/۱۵۹۱۵۸۶		نرخ سازگاری		۰/۰۳۹۷۸۹۶۵	

با توجه به حل مدل برنامه‌ریزی خطی روش بهترین ـ بدترین مشاهده می‌شود که بعد فرایندهای داخلی از ابعاد کارت امتیازی متوازن به‌عنوان مهم‌ترین بعد شناخته شده است و ابعاد مشتری، یادگیری و رشد و مالی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در میان شاخص‌های بعد یادگیری و رشد، شاخص‌های کمبود دانش فنی و تجربه، عدم مسئولیت اجتماعی زیست‌محیطی و کمبود منابع انسانی متخصص به‌ترتیب بیشترین اهمیت را دارند. همچنین از بین شاخص‌های بعد فرایندهای داخلی، شاخص‌های عدم وجود اهداف مشخص زیست‌محیطی، کمبود تکنولوژی، مواد، فرایندها و عدم تعهد و مشارکت مدیران سطوح بالا در کل GSCM به‌ترتیب از بیشترین اهمیت برخوردارند. شاخص‌های عدم وجود اهداف مشخص زیست‌محیطی، ناآگاهی مشتری نسبت به GSCM و محصولات سبز و کمبود تکنولوژی، مواد و فرایندها به‌ترتیب به‌عنوان

مهم‌ترین شاخص‌های موجود در استقرار زنجیرهٔ تأمین سبز در صنایع فولاد استان مازندران است. همان‌طور که در جدول ۱۳ مشاهده می‌شود، میزان سازگاری مقایسات در سطح ابعاد و شاخص‌ها همگی در سطح قابل قبولی بوده و به‌ترتیب ۰/۰۳۹۷۸۹۶۵، ۰/۰۳۱۸۱۸۷، ۰/۰۱۶۴۸۵۹، ۰ و ۰ به‌دست آمده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این بخش، با توجه به نتایج به‌دست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌ها، نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی ارائه می‌شود. اجرای مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز در صنایع بسیار مهم است (ژو و همکاران، ۲۰۱۰؛ واکر و همکاران، ۲۰۰۸؛ ژانگ و همکاران، ۲۰۰۹) و نیاز به هماهنگی از پایین‌ترین سطح سازمانی، یعنی کارگر خط تولید تا سطوح عالی مدیریت دارد. شناسایی موانع مهم برای اجرای GSCM با توجه به ویژگی‌های متعدد آن کار آسانی نیست. در این مقاله تلاش شد ضمن ارائهٔ چارچوب مشخصی برای موانع مهم استقرار زنجیرهٔ تأمین سبز در صنعت فولاد، این موانع رتبه‌بندی شوند تا با توجه به محدودیت بودجه و زمان برای رفع آنها برنامه‌ریزی کرد. در این تحقیق پس از شناسایی مهم‌ترین موانع پیاده‌سازی زنجیرهٔ تأمین سبز، این موانع در ابعاد چهارگانهٔ کارت امتیازی متوازن دسته‌بندی شدند. سپس با توجه به نظر خبرگان مهم‌ترین شاخص‌ها مشخص شد و با استفاده از روش بهترین ـ بدترین رتبه‌بندی شدند. در این تحقیق، ۴۲ مانع در پنج بعد از ابعاد کارت امتیازی متوازن مربوط به اجرای GSCM شناسایی شد و به‌کمک ادبیات و کارشناسان تحقیق، در نهایت ۱۴ مانع برای اجرای تحقق در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد بعد فرایندهای داخلی از ابعاد کارت امتیازی متوازن به‌عنوان مهم‌ترین بعد شناخته شده است. بنابراین می‌توان دریافت در صنعت فولاد، تغییر از درون فرایندهای داخلی خود صنعت شکل می‌گیرد. از این رو با تقویت فرایندهای داخلی، اعم از تعهد و مشارکت مدیران سطوح بالا در کل زنجیرهٔ سبز این صنعت، تعهد عرضه کنندهٔ کالا، وجود همکاری ارتباطی در کل زنجیره، ایجاد سهولت در طراحی برای استفادهٔ مجدد یا بازیافت محصول، سهولت در اندازه‌گیری و کنترل فعالیت‌های سبز تأمین‌کننده، بهره‌مندی از تکنولوژی روز، مواد و فرایندها و وجود اهداف مشخص زیست‌محیطی می‌توان موانع پیش روی پیاده‌سازی زنجیرهٔ تأمین سبز در این صنعت را از بین برد. همچنین عدم وجود اهداف زیست‌محیطی در صنعت فولاد به‌عنوان مهم‌ترین شاخص در جلوگیری از استقرار این مفهوم مد نظر است (شاو و همکاران، ۲۰۱۰؛ سرکیس، ۲۰۱۲؛ واکر و همکاران، ۲۰۰۸). از این رو به‌منظور استقرار مناسب این زنجیره در صنعت فولاد استان مازندران می‌توان با تدوین اهداف زیست‌محیطی مشخص بر این مانع غلبه کرد. بدین منظور می‌توان به پیاده‌سازی دقیق استاندارد مدیریت زیست‌محیطی ایزو ۱۴۰۰۱:۲۰۱۵ به‌عنوان

اصلی‌ترین استاندارد رسمی بین‌المللی زیست‌محیطی مبادرت ورزید. این استاندارد خود راهکاری به‌منظور تدوین اهداف زیست‌محیطی مشخص و همچنین پایش مستمر میزان دستیابی به این اهداف است. در این راستا، صنعت فولاد باید اهداف زیست‌محیطی را با در نظر گرفتن جنبه‌های زیست‌محیطی بارز صنعت و تعهدات منطبق با آن همراه کند و ریسک‌ها و فرصت‌ها را در سطوح و وظایف مرتبط با صنعت ایجاد نماید. اهداف زیست‌محیطی باید با خط‌مشی‌های زیست‌محیطی سازگار باشند، قابل اندازه‌گیری باشند، پایش شوند، انتقال داده شوند و به‌طور مقتضی به‌روزرسانی شوند. همچنین صنعت باید اطلاعات مستند شده دربارهٔ اهداف زیست‌محیطی را حفظ کند. علاوه بر این، صنعت یاد شده هنگام زمان طراحی چگونگی دستیابی به اهداف زیست‌محیطی خود، باید تعیین کند که چه کاری باید انجام شود، چه منابعی نیاز دارد، چه کسی مسئول است، چه زمانی تکمیل می‌شود، نتایج چگونه ارزیابی خواهد شد. همچنین صنعت فولاد باید این مسئله را در نظر گیرد که چطور فعالیت‌های دستیابی به اهداف زیست‌محیطی می‌توانند با فرایندهای کسب‌وکار (بازرگانی) این صنعت یکپارچه شوند.

علاوه بر این، شاخص‌های ناآگاهی مشتری نسبت به GSCM و محصولات سبز و کمبود تکنولوژی، مواد و فرایندها نیز به‌ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌های موجود در استقرار زنجیرهٔ تأمین سبز در صنایع فولاد استان مازندران شناخته شدند. دسترسی به تکنولوژی، فرایند و مواد اولیهٔ مناسب برای اتخاذ رویکرد زنجیرهٔ تأمین سبز در این صنعت با توجه به نتایج پژوهش، یکی از اصلی‌ترین راهکارهای تسهیل پیاده‌سازی مدیریت زنجیرهٔ سبز در صنعت فولاد مازندران است؛ بهره‌مندی از تکنولوژی‌های دوستدار محیط زیست که به ایجاد محصولاتی دوستدار محیط زیست منجر شود. همچنین با افزایش سطح آگاهی مشتریان از طریق فرهنگ‌سازی در خصوص مزایای بهره‌مندی از محصولات سبز که به توسعهٔ همه جانبه و پایدار برای آنها و جامعه منجر شود، می‌توان در راستای پیاده‌سازی هرچه مناسب‌تر این زنجیره گام برداشت. نتیجهٔ این تحقیق به مدیران کمک می‌کند تا در اجرای مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز دقیق‌تر باشند و با توجه به محدودیت‌های ریالی و زمانی برای رفع آنها سنجیده‌تر عمل کنند.

بررسی و شناسایی موانع در بخش‌های صنعتی دیگر، تبیین چارچوبی برای ارزیابی سبز بودن زنجیرهٔ تأمین فولاد، ترکیب پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز در مدیریت زنجیرهٔ تأمین و شناسایی عوامل زنجیرهٔ تأمین خدمات سبز در تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود. همچنین می‌توان در پژوهشی به بررسی و اولویت‌بندی راهکارهای مناسب برای رهایی از موانع پیاده‌سازی مدیریت زنجیرهٔ تأمین سبز در این صنعت پرداخت. علاوه بر این، به‌دلیل ماهیت شاخص‌های موجود در این نوع زنجیره‌ها که عمدتاً کیفی هستند و بررسی آنها به نظر و قضاوت خبرگان نیاز

دارد، توصیه می‌شود از روش‌های تصمیم‌گیری تحت شرایط عدم قطعیت مانند روش‌های فازی، خاکستری و فازی شهودی با ارزش‌های بازه‌ای برای مواجهه با وضعیت حاکم در جامعهٔ نمونه بهره برده شود.

References

Ahi, P. & Searcy, C. (2013). A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, *52*(1), 329-341.

Al-Abady, A. & Iman Nuwayhid MD, D. (2010). The challenges of sustainable access to safe drinking water in rural areas of developing countries: case of Zawtar El-Charkieh, Southern Lebanon. *Journal of Environmental Health*, *72*(10), 24.

AlKhidir, T. & Zailani, S. (2009). Going green in supply chain towards environmental sustainability. *Global Journal of Environmental Research*, *3*(3), 246-251.

Amaratunga, D. & Baldry, D. (2000). Assessment of facilities management performance in higher education properties. *Facilities*, *18*(7), 293-301.

Anglada, M. L. (2000). Small and medium-sized enterprises' perceptions of the environment: A study from Spain. *Small and Medium-sized Enterprises and the Environment: Business Imperatives. Greenleaf, UK*, *85*(2), 61-74.

Balaji, M., Velmurugan, V. & Prasath, M. (2014). Barriers in green supply chain management: an Indian foundry perspective. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, *3*(7), 423-429.

Balasubramanian, S. (2012). A hierarchical framework of barriers to green supply chain management in the construction sector. *Journal of Sustainable Development*, *5*(10), 15-40.

Barchard, W. (1998). Focus on the greening of SMEs e sampling the Canadian experience. In*Speaking Notes for the Greening of Industry Network Annual Spring Workshop and Meeting, May* (pp. 9-12).

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

Birou, L. M., Fawcett, S. E., & Magnan, G. M. (1998). The product life cycle: a tool for functional strategic alignment. *Journal of Supply Chain Management*, *34*(1), 37-52.

Björklund, M., Martinsen, U., & Abrahamsson, M. (2012). Performance measurements in the greening of supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*, *17*(1), 29-39.

Bowen, F. E., Cousins, P. D., Lamming, R. C., & Farukt, A. C. (2001). The role of supply management capabilities in green supply. *Production and operations management*, *10*(2), 174-189.

Calleja, I., Delgado, L., Eder, P., Kroll, A., Lindblom, J., Van Wunnik, C., & Langendorff, J. (2004). Promoting Environmental Technologies: Sectoral Analysis, Barriers and Measures. *IPTS Report EUR 21002EN. Institute for Prospective Technological Studies, Seville*.

Carter, C. R., & Dresner, M. (2001). Purchasing's role in environmental management: cross functional development of grounded theory. *Journal of Supply Chain Management*, *37*(2), 12-27.

Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. *International journal of physical distribution & logistics management*, *38*(5), 360-387.

Cetinkaya, B., Cuthbertson, R., Ewer, G., Klaas-Wissing, T., Piotrowicz, W., & Tyssen, C. (2011). *Sustainable supply chain management: practical ideas for moving towards best practice*. Springer Science & Business Media.

Chaghooshi, A. J., & Zereshki, N. (2014). Barrier Analysis in GSCM Implementation in Auto Component Manufacturing in Iran. *Global Journal of Management Studies and Researches*, *1*(1), 21-36.

Chen, Y. S., Lai, S. B., & Wen, C. T. (2006). The influence of green innovation performance on corporate advantage in Taiwan. *Journal of business ethics*, *67*(4), 331-339.

Christmann, P. (2000). Effects of "best practices" of environmental management on cost advantage: The role of complementary assets. *Academy of Management journal*, *43*(4), 663-680.

Dashore, K., & Sohani, N. (2008). Green supply chain management: A hierarchical framework for barriers. *Journal of Sustainable Development*. 5(5), 505-520.

Dashore, K., & Sohani, N. (2013). Green supply chain management-barriers & drivers: a review. *International Journal of Engineering Research and Technology*, *2*(4), 2021-2030.

Emiliani, M. L. (2010). Historical lessons in purchasing and supplier relationship management. *Journal of Management History*, *16*(1), 116-136.

Fai Pun, K. (2006). Determinants of environmentally responsible operations: a review. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *23*(3), 279-297.

Faisal, M. N., Banwet, D. K., & Shankar, R. (2007). Supply chain risk management in SMEs: analysing the barriers. *International Journal of Management and Enterprise Development, 4*(5), 588-607.

Faruk, A. C., Lamming, R. C., Cousins, P. D., & Bowen, F. E. (2001). Analyzing, mapping, and managing environmental impacts along supply chains. *Journal of Industrial Ecology*, *5*(2), 13-36.

Freeman, H., Harten, T., Springer, J., Randall, P., Curran, M. A., & Stone, K. (1992). Industrial pollution prevention! A critical review. *Journal of the Air & Waste Management Association*, *42*(5), 618-656.

Gerrans, P., & Hutchinson, B. (2000). Sustainable development and small to medium-sized enterprises: a long way to go. *Small and medium-sized enterprises and the environment, 47*(1), 75-81.

Ghobadian, A., Viney, H., Liu, J., & James, P. (1998). Extending linear approaches to mapping corporate environmental behaviour. *Business strategy and the environment, 7*(1), 13-23.

Gogus, O., & Boucher, T. O. (1998). Strong transitivity, rationality and weak monotonicity in fuzzy pairwise comparisons. *Fuzzy Sets and Systems, 94*(1), 133-144.

Govindan, K., Kaliyan, M., Kannan, D., & Haq, A. N. (2014). Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. *International Journal of Production Economics*, *147*(1), 555-568.

Greer, J., & Bruno, K. (1996). *Greenwash: The reality behind corporate environmentalism*. Third World Network press.

Hall, J. (2000). Environmental supply chain dynamics. *Journal of cleaner production*, *8*(6), 455-471.

Hamel, G., Prahalad, C.K. (1989). Strategic intent. *Harvard Business Review, 67*(1), 63-76.

Hansson, J., Backlund, F., & Lycke, L. (2003). Managing commitment: increasing the odds for successful implementation of TQM, TPM or RCM. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *20*(9), 993-1008.

Hendry, J. R., & Vesilind, P. A. (2005). Ethical motivations for green business and engineering. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *7*(4), 252-258.

Hervani, A. A., Helms, M. M., & Sarkis, J. (2005). Performance measurement for green supply chain management. *Benchmarking: An international journal*, *12*(4), 330-353.

Hillary, R. (2000). *Small and medium-sized enterprises and the environment: business imperatives*. Greenleaf Publishing.

Hillary, R. (2004). Environmental management systems and the smaller enterprise. *Journal of cleaner production*, *12*(6), 561-569.

Holt, D., & Ghobadian, A. (2009). An empirical study of green supply chain management practices amongst UK manufacturers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *20*(7), 933-956.

Hoskin, P. (2011). Why business needs to green the supply chain. *University of Auckland Business Review*, *13*(1), 16.

Hsu, C. W., & Hu, A. H. (2008). Green supply chain management in the electronic industry. *International Journal of Environmental Science & Technology*, *5*(2), 205-216.

Hu, A. H., & Hsu, C. W. (2010). Critical factors for implementing green supply chain management practice: an empirical study of electrical and electronics industries in Taiwan. *Management research review*, *33*(6), 586-608.

Jayant, A., & Azhar, M. (2014). Analysis of the barriers for implementing green supply chain management (GSCM) practices: an interpretive structural modeling (ISM) Approach. *Procedia Engineering*, *97*(1), 2157-2166.

Jose, P.D. (2008). Getting serious about green. *Real CIO World*. *3*(8), 26-28.

Jung, J. (2011). A bibliometric analysis on green supply chain management: A preliminary result. In *Commerce and Enterprise Computing (CEC), 2011 IEEE 13th Conference on* (pp. 418-420). IEEE.

Kainuma, Y., & Tawara, N. (2006). A multiple attribute utility theory approach to lean and green supply chain management. *International Journal of Production Economics*, *101*(1), 99-108.

Kannan, G., Haq, A. N., Sasikumar, P., & Arunachalam, S. (2008). Analysis and selection of green suppliers using interpretative structural modelling and analytic hierarchy process. *International Journal of Management and Decision Making*, *9*(2), 163-182.

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2001). *The strategy-focused organization: How balanced scorecard companies thrive in the new business environment*. Harvard Business Press.

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). *Strategy maps: Converting intangible assets into tangible outcomes*. Harvard Business Press.

Ketchen, D. J., & Hult, G. T. M. (2007). Bridging organization theory and supply chain management: The case of best value supply chains. *Journal of operations management*, *25*(2), 573-580.

Khiewnavawongsa, S., & Schmidt, E. K. (2013). Barriers to green supply chain implementation in the electronics industry. In *Industrial Engineering and*

Engineering Management (IEEM), 2013 IEEE International Conference on (pp. 226-230). IEEE.

Khushbu, V., & Shah, H. G. (2014). Barriers of Green Supply Chain Management. *International Journal of Engineering Research & Technology*, *3*(5), 1657–1665.

Klassen, R. D., & Whybark, D. C. (1999). Environmental management in operations: the selection of environmental technologies. *Decision sciences*, *30*(3), 601-631.

Kuei, C. H., & Madu, C. N. (2001). Identifying critical success factors for supply chain quality management (SCQM). *Asia Pacific Management Review*, *6*(4), 409-423.

Lin, C. Y., & Ho, Y. H. (2008). An empirical study on logistics service providers' intention to adopt green innovations. *Journal of Technology Management & Innovation*, *3*(1), 17-26.

Lin, R. J. (2013). Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices. *Journal of Cleaner Production*, *40*, 32-39.

Lin, R. J., Chen, R. H., & Nguyen, T. H. (2011). Green supply chain management performance in automobile manufacturing industry under uncertainty. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *25*(2), 233-245.

Luthra, S., Kumar, V., Kumar, S., & Haleem, A. (2011). Barriers to implement green supply chain management in automobile industry using interpretive structural modeling technique: An Indian perspective. *Journal of Industrial Engineering and Management*, *4*(2), 231-257.

Mathiyazhagan, K., Govindan, K., NoorulHaq, A., & Geng, Y. (2013). An ISM approach for the barrier analysis in implementing green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, *47*(1), 283-297.

Michael, H. (2003). *Essentials of supply chain management*. USA: John Wiley & Sonse, Inc., Hoboken, New Jersey.

Michelsen, O. (2007). Investigation of relationships in a supply chain in order to improve environmental performance. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *9*(2), 115-123.

Min, H., & Galle, W. P. (2001). Green purchasing practices of US firms. *International Journal of Operations & Production Management*, *21*(9), 1222-1238.

Min, H., & Kim, I. (2012). Green supply chain research: past, present, and future. *Logistics Research*, *4*(2), 39-47.

More, D., & Mitra, s. (2012). Simanti Mitra, Identification of Stimuli, Enablers and Inhibitors of Green Supply Chain Management and an Analysis of Their Dynamics, *POMS 23rd Annual Conference Chicago, Illnois*, U.S.A, 1-22.

Morgan, D. (2006). Risk management–getting properly valued. *Network Security*, *200*(2), 10-11.

Mudgal, R. K., Shankar, R., Talib, P., & Raj, T. (2009). Greening the supply chain practices: an Indian perspective of enablers' relationships. *International Journal of Advanced Operations Management*, *1*(2), 151-176.

Mudgal, R. K., Shankar, R., Talib, P., & Raj, T. (2010). Modelling the barriers of green supply chain practices: an Indian perspective. *International Journal of Logistics Systems and Management*, *7*(1), 81-107.

Muduli, K., & Barve, A. (2011). Role of green issues of mining supply chain on sustainable development. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, *2*(6), 484.

Muduli, K., Govindan, K., Barve, A., & Geng, Y. (2013). Barriers to green supply chain management in Indian mining industries: a graph theoretic approach. *Journal of Cleaner Production*, *47*(2), 335-344.

Nakhaei Kamal-abadi A., & Bagheri, M. (2008). Presentation of an outsourcing decision making model of production activities by using ANP and DEMATEI techniques in fuzzy environment. *Industry Manegment Journal of the Humanities College of Islamic Azad University (Sanandaj Unit)*, *3*(5). (*in Persian*)

Ninlawan, C., Seksan, P., Tossapol, K., & Pilada, W. (2010). The implementation of green supply chain management practices in electronics industry. In *Proceedings of the international multiconference of engineers and computer scientists*, *3*(1), 17-19.

Orsato, R. J. (2006). Competitive environmental strategies: when does it pay to be green? *California management review*, *48*(2), 127-143.

PandyaAmit, R., & Mavani Pratik, M. (2012). An empirical study of green supply chain management drivers, practices and performances: with reference to The pharmaceutical industry of ankleshwar (gujarat). *IJEMS*, *3*(3), 339-355.

Paulraj, A. (2009). Environmental motivations: a classification scheme and its impact on environmental strategies and practices. *Business Strategy and the Environment*, *18*(7), 453-468.

Perron, G. M. (2005). Barriers to environmental performance improvements in Canadian SMEs. *Dalhousie University, Canada*.

Porter, M. E., & Van der Linde, C. (1995). Green and competitive: ending the stalemate. *Harvard business review*, *73*(5), 120-134.

Rao, P., & Holt, D. (2005). Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance? *International journal of operations & production management*, *25*(9), 898-916.

Ravi, V., & Shankar, R. (2005). Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. *Technological Forecasting and Social Change*, *72*(8), 1011-1029.

Revell, A., & Rutherfoord, R. (2003). UK environmental policy and the small firm: broadening the focus. *Business Strategy and the Environment*, *12*(1), 26-35.

Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, *53*(1), 49-57.

Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*, *64*(1), 126-130.

Roarty, M. (1997). Greening business in a market economy. *European Business Review*, *97*(5), 244-254.

Rowe, J., & Enticott, R. (1998). Evaluating the links between locality and environmental performance of SMEs: some observations from survey and partnership programmes in the greater Bristol area. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, *5*(3), 112-125.

Russel, T. (Ed.). (1998). *Greener purchasing: Opportunities and innovations*. Greenleaf Publications.

Saad, G. H., & Siha, S. (2000). Managing quality: critical links and a contingency model. *International Journal of Operations & Production Management*, *20*(10), 1146-1164.

Sarkis, J. (2003). A strategic decision framework for green supply chain management. *Journal of cleaner production*, *11*(4), 397-409.

Sarkis, J. (2012). A boundaries and flows perspective of green supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, *17*(2), 202-216.

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), 1-15.

Scupola, A. (2003). The adoption of Internet commerce by SMEs in the south of Italy: An environmental, technological and organizational perspective. *Journal of Global Information Technology Management*, *6*(1), 52-71.

Seuring, S., & Müller, M. (2008). Core issues in sustainable supply chain management–a Delphi study. *Business strategy and the environment*, *17*(8), 455-466.

Seuring, S., Sarkis, J., Müller, M., & Rao, P. (2008). Sustainability and supply chain management–an introduction to the special issue. *Journal of Cleaner Production, 16* (15), 1545–1551.

Sharma, S. (2000). Managerial interpretations and organizational context as predictors of corporate choice of environmental strategy. *Academy of Management journal*, *43*(4), 681-697.

Shen, L. Y., & Tam, V. W. (2002). Implementation of environmental management in the Hong Kong construction industry. *International Journal of Project Management*, *20*(7), 535-543.

Shipeng, Q., & Linna, D. (2011). A study on green supply chain management of enterprises based on self-locking theory. In *E-Business and E-Government (ICEE), International Conference* (pp. 1-4). IEEE.

Shrivastava, P. (1995). Environmental technologies and competitive advantage. *Strategic management journal*, *16*(S1), 183-200.

Srivastav, P., & Gaur, M. K. (2015). Barriers to Implement Green Supply Chain Management in Small Scale Industry using Interpretive Structural Modeling Technique-A North Indian Perspective. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, *2*(2), 6-13.

Stevels, A. (2002). Green supply chain management much more than questionnaires and ISO 14.001. In *Electronics and the Environment, IEEE International Symposium* (pp. 96-100). IEEE.

Stonebraker, P. W., & Liao, J. (2006). Supply chain integration: exploring product and environmental contingencies. *Supply Chain Management: An International Journal*, *11*(1), 34-43.

Testa, F., & Iraldo, F. (2010). Shadows and lights of GSCM (Green Supply Chain Management): determinants and effects of these practices based on a multi-national study. *Journal of Cleaner Production*, *18*(10), 953-962.

Thompson, D. (2002). Tools for Environmental Management: *A Practical Introduction and Guide. Gabriola Island*, BC: New Society Publishers.

Tilley, F. (1999). The gap between the environmental attitudes and the environmental behaviour of small firms. *Business strategy and the environment*, *8*(4), 238.

Toke, L. K. (2012). An empirical study of green supply chain management in Indian perspective. *International Journal of Applied Science and Engineering Research*, *1*(2), 4-75.

Vachon, S., & Klassen, R. D. (2006). Extending green practices across the supply chain: the impact of upstream and downstream integration. *International Journal of Operations & Production Management*, *26*(7), 795-821.

Van den Bosch, F. A., & Van Riel, C. B. (1998). Buffering and bridging as environmental strategies of firms. *Business Strategy and the Environment*, *7*(1), 24-31.

Walker, H., Di Sisto, L., & McBain, D. (2008). Drivers and barriers to environmental supply chain management practices: Lessons from the public and private sectors. *Journal of purchasing and supply management*, *14*(1), 69-85.

Wang, S., Zheng, R., Liu, Z., & Liu, G. (2003). Construction of dynamic green supply chain based on agent. In *2003 IEEE international symposium on electronics and the environment* (pp. 30-35).

Williams, H., Van Hooydonk, A., Dingle, P., & Annandale, D. (2000). Developing tailored environmental management systems for small businesses. *Corporate Social-Responsibility and Environmental Management*, *7*(3), 106.

Wooi, G. C., & Zailani, S. (2010). Green supply chain initiatives: investigation on the barriers in the context of SMEs in Malaysia. *International Business Management*, *4*(1), 20-27.

Yol Lee, S., & Rhee, S. K. (2007). The change in corporate environmental strategies: a longitudinal empirical study. *Management Decision*, *45*(2), 196-216.

Yüksel, H. (2008). An empirical evaluation of cleaner production practices in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, *16*(1), S50-S57.

Zhu, Q., & Sarkis, J. (2004). Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. *Journal of operations management*, *22*(3), 265-289.

Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. H. (2007). Green supply chain management: pressures, practices and performance within the Chinese automobile industry. *Journal of cleaner production*, *15*(11), 1041-1052.

Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. H. (2008). Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. *International journal of production economics*, *111*(2), 261-273.

Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. H. (2012). Green supply chain management innovation diffusion and its relationship to organizational improvement: An ecological modernization perspective. *Journal of Engineering and Technology Management*, *29*(1), 168-185.