

راهکارهای ارتقای زنجیره تأمین سبز در صنایع پتروشیمی (مطالعه موردی: پتروشیمی مارون)

جواد بهنامیان^{۱*}، محبوبه متقی^۲

دانشگاه بوعلی سینا همدان

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۶/۱۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۱۷

چکیده

جهانی‌سازی، افزایش مقررات سازمان‌های دولتی و غیردولتی و فشار و درخواست مشتریان در خصوص رعایت مسائل زیست محیطی باعث شده تا سازمان‌ها با به‌کارگیری مدیریت زنجیره تأمین سبز، نسبت به بهبود عملکرد زیست‌محیطی و اقتصادی اهتمام نمایند. مدیریت زنجیره تأمین سبز، یکپارچه‌کننده مدیریت زنجیره تأمین با الزامات زیست‌محیطی در تمام مراحل طراحی محصول، انتخاب و تأمین مواد اولیه، تولید و ساخت، فرآیندهای توزیع و انتقال، تحویل به مشتری و بالاخره پس از مصرف، مدیریت بازیافت و مصرف مجدد را به‌منظور بیشینه کردن میزان بهره‌وری مصرف انرژی و منابع به همراه بهبود عملکرد کل زنجیره تأمین در بر می‌گیرد. این مقاله به بررسی و شناسایی مقتضیات (محرک‌ها، موانع، اقدامات و نتایج) لازم جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت پتروشیمی پرداخته است. سپس اقدامات لازم جهت دستیابی به زنجیره تأمین سبز، استخراج شده‌است. این اقدامات با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی وزن‌دهی و از طریق روش میانگین موزون اولویت‌بندی شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: زنجیره تأمین، زنجیره تأمین سبز، پایداری زیست‌محیطی، صنعت پتروشیمی، فرآیند سلسله مراتبی.

۱- مقدمه

گرفته‌است که از جمله آنها استفاده از مواد خام سازگار با محیط زیست در مراکز تولیدی و صنعتی، کاهش استفاده از منابع انرژی فسیلی و نفتی و استفاده مجدد ضایعات می‌باشد. صنعت پتروشیمی به عنوان صنعتی مهم که بخش عمده‌ای از تولید ناخالص ملی را به خود اختصاص داده‌است، در کلیه بخش‌های چرخه حیات خود در تعامل مستقیم و غیرمستقیم با محیط زیست قرار دارد. با توجه به افزایش فشارها و مقررات سازمان‌های دولتی و غیردولتی و تقاضای مصرف‌کنندگان، مسئولین مربوطه در جهان به تقویت مدیریت پایدار و سبز خود پرداخته‌اند. بنابراین مدیران زنجیره تأمین صنعت پتروشیمی باید در تصمیمات خود علاوه بر هزینه‌های جاری، ابعاد زیست‌محیطی و هزینه‌های اجتماعی تصمیمات خود را در نظر بگیرند.

در این مقاله اقدامات لازم جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز، استخراج و این اقدامات از طریق روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و با استفاده از نرم‌افزار AHP Calculation software by CGI وزن‌دهی و در نهایت با استفاده از میانگین موزون اولویت‌بندی می‌شوند.

سازمان‌های جهانی همواره به دنبال دستیابی به مزیت رقابتی از طریق خلق نوآوری و روش‌های جدید هستند. برخی از این سازمان‌ها از طریق بهبود عملکرد زیست‌محیطی و با رعایت قوانین و استانداردهای زیست‌محیطی، افزایش دانش مشتریان در این خصوص و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی در محصولات و خدمات خود مزیت رقابتی کسب می‌کنند. امروزه، تضمین توسعه پایدار هر کشور منوط به حفظ و استفاده بهینه از منابع محدود و غیرقابل جایگزین در آن کشور است و اقدامات گوناگونی در مواجهه با این مسئله توسط دولت‌ها انجام

۱ - استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه بوعلی سینا، نویسنده پاسخگو، پست الکترونیکی: Behnamian@basu.ac.ir، نشانی: همدان، چهارباغ شهید مصطفی احمدی روشن، دانشگاه بوعلی سینا همدان، دانشکده فنی مهندسی، گروه مهندسی صنایع، کدپستی: ۶۵۱۷۸۳۸۶۹۵

۲ - دانش‌آموخته مقطع کارشناسی رشته مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، پست الکترونیکی: Mahbube_motaghi@yahoo.com

۲- مدیریت زنجیره تأمین و زنجیره تأمین سبز

مشتری همواره بهترین، ارزان‌ترین و سریع‌ترین محصول را می‌خواهد. این نگرش باعث آلودگی محیط زیست و تولید محصولات و فرآیندهایی می‌گردد که با محیط زیست سازگاری ندارد. در همین راستا سازمان‌ها بقای خود را در مسئولیت‌پذیری در سه حوزه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی یافته‌اند. نگرش سبز در سازمان و ایجاد ساختارهای سازمانی با عنوان "تضمین سبز" جایگزین واحدهای سازمانی از قبیل "تضمین کیفیت" شده‌اند.

سبز کردن زنجیره تأمین، فرآیند در نظر گرفتن معیارها یا ملاحظات زیست‌محیطی در سرتاسر زنجیره تأمین است. مدیریت زنجیره تأمین سبز، یکپارچه‌کننده مدیریت زنجیره تأمین با الزامات زیست‌محیطی در تمام مراحل طراحی محصول، انتخاب و تأمین مواد اولیه، تولید و ساخت، فرآیندهای توزیع و انتقال، تحویل به مشتری و بالاخره پس از مصرف، مدیریت بازیافت مصرف مجدد به‌منظور بیشینه کردن میزان بهره‌وری مصرف انرژی و منابع همراه با بهبود عملکرد کل زنجیره تأمین است [۱].

۲-۱-۱- رویکردهای زنجیره تأمین سبز

کویپکی سه رویکرد را برای مدیریت زیست محیطی شرکت‌ها/ سازمان‌ها مطرح می‌کند [۲]:

(۱) رویکرد واکنش‌گرا: این شرکت‌ها با حداقل تعهد در برابر محیط زیست می‌کوشند تا محصولاتی با قابلیت بازیافت تولید کرده و اثر عوامل محیطی را بر محصولات خود کمتر کنند.

(۲) رویکرد کنش‌گرا: در این رویکرد شرکت مسئولیت استفاده مجدد و بازیافت محصولات را به‌عنوان بخشی از مدیریت زیست‌محیطی خود به عهده می‌گیرد.

(۳) رویکرد ارزش‌گرا: در این رویکرد به کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی به‌عنوان یک نوآوری راهبردی در راهبرد کسب و کار و عملیاتی شرکت نگریده می‌شود و تعهد زیادی نسبت به سرمایه‌گذاری برای حفاظت از محیط زیست وجود دارد.

۲-۱-۲- مزایای زنجیره تأمین سبز

مزایای *GSCM* بسته به نقش‌های مختلف زنجیره تأمین از جمله محیط‌زیست و جامعه در گروه‌های مختلف از قبیل مادی، غیرمادی و احساسی طبقه‌بندی می‌شود. همچنین

۱۰ دلیلی که شرکت‌ها باید رویکرد سبز و انطباق با مدیریت زنجیره تأمین سبز را بپذیرند عبارتند از [۳]: اهداف بازاریابی، پایداری منابع، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری، کسب مزیت رقابتی، رقابت و فشارهای زنجیره تأمین، انطباق با قوانین و کاهش ریسک، کسب شهرت نام تجاری، بازگشت سرمایه، دلگرمی کارکنان، ضروریات اخلاقی.

۲-۲- تفاوت زنجیره تأمین سنتی و سبز

زنجیره تأمین سبز و زنجیره تأمین سنتی از لحاظی با یکدیگر متفاوت می‌باشند. اول اینکه، زنجیره‌های سنتی اغلب بر اهداف و ارزش‌های اقتصادی متمرکزند، درحالی‌که زنجیره‌های سبز به علل زیست‌محیطی ملاحظات قابل توجهی دارند. از سوی دیگر، زنجیره تأمین سبز، یکپارچه و بهینه از نظر بوم‌شناسی نه فقط در حوزه اثرات سموم انسانی گسترش یافته، بلکه به اثرات بوم‌شناسی بر محیط زیست طبیعی نیز توجه داشته و الزامات بوم‌شناسی را به‌عنوان معیارهای کلیدی برای محصولات و تولیدات در نظر می‌گیرد [۴].

معیارهای انتخاب خریدار و فروشنده نیز در زنجیره سبز و سنتی از اساس متفاوت هستند. در زنجیره‌های سنتی، استاندارد غالب، قیمت می‌باشد. اما در زنجیره سبز، هدف زیست‌محیطی بخشی از معیارهای انتخاب تأمین‌کننده محسوب می‌شود. قرار دادن این ضوابط زیست‌محیطی در ارزیابی تأمین‌کنندگان، موجب می‌شود فقط تعداد بسیار محدودی از تأمین‌کنندگان واجد معیارهای تعریف شده باشند. از این‌رو، هرگونه تغییر در انتخاب تأمین‌کننده در یک زنجیره سبز نمی‌تواند به سرعت زنجیره‌های سنتی اتفاق بیافتد.

یکی از برداشت‌های اولیه در مورد معرفی محصولات سبز در بازار این است که منجر به هزینه‌های بالاتری از تولید در مقایسه با انواع سنتی می‌باشند. با این حال، یافته‌های اخیر نشان می‌دهد نوآوری‌ها و برنامه‌ریزی مطلوب می‌تواند به‌طور چشمگیری به کاهش هزینه‌ها در اکثر موارد بیانجامد. برای اداره مؤثر مشکلات هزینه، بهره‌وری کل زنجیره تأمین باید ارزیابی شود. در مقایسه با زنجیره‌های سنتی که درگیر تعداد زیادی مواد و تأمین‌کنندگان هستند، زنجیره سبز نسبتاً از لحاظ سرعت و انعطاف‌پذیری در سطح پایینی قرار دارد. به‌طور کلی تفاوت زنجیره تأمین سبز و سنتی در جدول (۱) خلاصه می‌شود:

جدول (۱): مقایسه مدیریت زنجیره تأمین سنتی و سبز [۴]

ویژگی	مدیریت زنجیره تأمین سنتی	مدیریت زنجیره تأمین سبز
اهداف و ارزش‌ها	اقتصادی	اقتصادی و بوم‌شناسی
بهینه‌سازی بوم‌شناسی	مؤثر در بوم‌شناسی	رویکرد یکپارچه و تأثیر پایین بوم‌شناسی
محدودیت انتخاب تأمین‌کننده	تعویض با سرعت تأمین‌کننده براساس قیمت و ارتباط کوتاه‌مدت	جنبه‌های بوم‌شناسی و ارتباط بلندمدت
فشار هزینه‌ها و قیمت	فشار بالای هزینه، قیمت پایین	فشار بالای هزینه، قیمت بالا
سرعت و انعطاف‌پذیری	بالا	پایین

۳- مسائل زیست‌محیطی پتروشیمی

در صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی، براساس نوع مواد مصرفی و تولیدی و همچنین مرحله فرآیندها، نوع و میزان آلاینده‌های این صنایع متفاوت است. بدین معنی که در فرآیندهای مختلف، امکان آلودگی در سه مرحله "جمع‌آوری مواد اولیه"، "تولید و تبدیل مواد واسطه" و "جمع‌آوری و انبار مواد تولید شده"، محتمل می‌باشد. در این فصل به بررسی ابعاد چالشی محیط‌زیست، الزامات، موانع و فعالیت‌ها و اقدامات اجرایی جهت دستیابی به زنجیره تأمین سبز در این صنعت از منظرهای مختلف پرداخته می‌شوند. در ادامه هر یک از اقدامات شرح داده می‌شوند و در نهایت اقدامات ذکر شده براساس روش‌های سلسله مراتبی اولویت‌بندی می‌گردند [۵].

۳-۱- ابعاد چالش‌های محیط‌زیست پتروشیمی

خلیج فارس و دریای عمان، جزو متنوع‌ترین اکوسیستم‌های جهان به شمار می‌آیند. شرایط خاص این مناطق، از نظر تنوع ویژه رویش‌گاه‌های گرمسیری، گونه‌های مختلف جانداران آبی و غیره، حساسیت ویژه‌ای را برای این محیط‌های آبی به وجود آورده است. این مناطق به واسطه شرایط خاص آب‌وهوایی، واجد نادرترین و حساس‌ترین اکوسیستم‌های دریایی و جوامع گیاهی و جانوری ایران و منطقه هستند که از جمله می‌توان به آب‌سنگ‌های مرجانی، جنگل‌های گرمسیری مانگرو، زیستگاه‌هایی نظیر هورها و خورها، پستانداران آبی، لاک‌پشت‌های آبی، ماهیان زینتی و تجاری و رویش‌گاه‌های گرمسیری اشاره کرد. از یک طرف، با آلودگی‌هایی مواجه هستیم که به‌عینه در مناطق پیرامون صنایع پتروشیمی مشاهده می‌شوند و به‌طور کلی در ادبیات موضوع نیز صنایع نفت و گاز، به‌خصوص صنایع پتروشیمی در زمره صنایع

آلاینده محیط‌زیست قرار می‌گیرند، ولی از طرف دیگر، مشاهده می‌کنیم صنایع پتروشیمی کشور، هر روز استاندارد و جایزه "صنعت سبز" تازه‌ای گرفته و روی آن تبلیغ می‌کنند. لذا باید نظرات کارشناسان و صاحب‌نظران را در این خصوص جویا شد [۶].

۳-۲- محرک‌های سازمان جهت پذیرش مدیریت زنجیره تأمین سبز

محرک‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز به دو دسته محرک‌های درونی و بیرونی تقسیم می‌شوند. از جمله محرک‌های بیرونی که باعث سبز بودن می‌شوند عبارت‌اند از [۱]:

- برآورده کردن تقاضای مصرف‌کنندگان و عمل به مسئولیت اجتماعی،
 - واکنش نسبت به اقدامات رقبا و اتخاذ راهبردهای سبز و زیست‌محیطی با هدف حفظ و گسترش سهم بازار،
 - مقررات و قوانین بین‌المللی و دولتی که سازمان‌ها را ملزم به اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز می‌کنند،
 - افزایش آلودگی محیط زیست،
 - فعالیت‌های زیست‌محیطی سازمان‌های غیردولتی.
- از جمله محرک‌های درونی می‌توان موارد زیر را نام برد:
- کاهش هزینه ناشی از کاهش مصرف منابع انرژی و مواد خام ورودی،
 - در نظر گرفتن اهداف زیست‌محیطی در مأموریت سازمان،
 - ایجاد مزیت رقابتی پایدار در سازمان.

۳-۲- اقدامات زیست‌محیطی پتروشیمی جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز

صنایع و سازمان‌های مختلف جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز فعالیت‌های مختلفی را اجرا می‌کنند.

فصلنامه علمی - پژوهشی

اهم اقدامات اجرایی جهت دستیابی به مدیریت زنجیره
تأمین سبز در صنعت پتروشیمی به شرح جدول (۲)

جدول (۲): اقدامات زیست‌محیطی پتروشیمی جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز

اهم اقدامات و فعالیت‌های زیست‌محیطی	
<p>۱. مدیریت مواد زاید:</p> <ul style="list-style-type: none"> شناسایی و کدگذاری پسماندها مطابق با سیستم کدگذاری منطقه ویژه اقتصادی، بازل و RCRA^۱. بازیافت و فروش مواد زاید هیدروکربنی که طبق طراحی اولیه مجتمع بایستی سوزانده می‌شدند. محوه‌سازی جهت نگهداری موقت و تفکیک پسماندها. اجرای عملیات تفکیک زباله شهری از مبدأ جهت بازیافت مناسب آنها. جایگزینی پالت‌های پلاستیکی به جای پالت‌های چوبی، در جهت کم کردن پسماندهای تولیدی حاصل از آنها. پیاده‌سازی نظام مدیریت پسماند (مدیریت تولید، جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، جداسازی، حمل‌ونقل، بازیافت و دفع ضایعات). 	
<p>۲. مدیریت پساب‌ها:</p> <ul style="list-style-type: none"> اندازه‌گیری میزان آلاینده‌های موجود در پساب‌ها به‌صورت روزانه توسط آزمایشگاه مجتمع و بررسی انطباق آنها با استانداردها. تهیه لیست کلیه نقاط نشر و دی‌گرام‌های نشر آلاینده‌های پساب در واحدهای تولیدی مجتمع (EFD)^۲. عقد قرارداد با آزمایشگاه معتمد سازمان در خصوص اندازه‌گیری پارامترهای پساب به‌صورت دوره‌ای در راستای خوداظهاری در پایش. 	
<p>۳. مدیریت آلاینده‌های اتمسفری:</p> <ul style="list-style-type: none"> تهیه لیست کلیه نقاط نشر و دی‌گرام‌های نشر آلاینده‌های اتمسفری در واحدهای تولیدی مجتمع (EFD). عقد قرارداد با آزمایشگاه معتمد سازمان در خصوص اندازه‌گیری آلاینده‌های اتمسفری در راستای خوداظهاری در پایش. نصب دوربین‌های مدار بسته جهت پایش و کنترل بهسوزی فلر^۳‌ها. نصب دستگاه‌های بویلر^۴ ۳۰ تن به‌منظور تزریق بخار فشار متوسط و بهسوزی فلرهای مجتمع. نصب دستگاه‌های بویلر ۹۰ تن جهت تولید بخار، به منظور پایداری بیشتر سیستم به‌صورتی که در زمان از سرویس خارج شدن واحدها و راه‌اندازی مجدد با فلرینگ کمتری همراه باشد. خرید و نصب سیستم کمپرس‌سازی CO₂ به‌منظور جلوگیری از نشر این گاز به اتمسفر و جلوگیری از تولید گاز گلخانه‌ای، همچنین بازیافت این گاز به‌منظور خوراک اولیه پتروشیمی‌های دیگر. پروژه نصب دستگاه سنجش آلاینده‌های هوا به‌صورت مستمر و آنلاین جهت اندازه‌گیری آلاینده‌های خروجی دودکش‌ها. 	
<p>۴. مدیریت انرژی:</p> <ul style="list-style-type: none"> تعمیر کلیه تله‌های بخار معیوب برای جلوگیری از هدر رفتن انرژی بخار. اندازه‌گیری مقدار اتلاف انرژی در واحدهای مختلف مجتمع. ترمیم عایق‌های حرارتی لوله‌ها و تجهیزات داغ برای جلوگیری از هدر رفتن انرژی حرارتی. بازیافت زیر ریز برج‌های خنک‌کننده به روش اسمز معکوس و جلوگیری از هدر رفتن آب به میزان ۱۰۰ متر مکعب در ساعت. بهینه‌سازی مصرف انرژی از طریق استفاده از مانیتورینگ^۵ در سقف‌ها برای روشنایی محیط کار، روشنایی موضعی و خاموش کردن دستگاه‌ها در ساعات استراحت. بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید و دوست‌دار محیط زیست (جهت جلوگیری از ورود آلاینده‌ها به محیط زیست و بهینه‌سازی مواد مصرفی و انرژی). 	

1- Resource Conservation and Recovery Act
2- Engineering Flow Diagram
3- Flair
4- Boiler
5- Monitoring

ادامه جدول (۲): اقدامات زیست‌محیطی پتروشیمی جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز

اهم اقدامات و فعالیت‌های زیست‌محیطی	
۵.	<p>مدیریت منابع طبیعی و فضای سبز:</p> <ul style="list-style-type: none"> کاشت و نگهداشت نهال و درختچه. کاشت و نگهداشت چمن. احداث فضای سبز جدید به صورت سالیانه در سطح مجتمع. خرید گل‌دان برای واحدها و کاشت گونه‌های مختلف گیاهی.
۶.	<p>مدیریت منابع انسانی:</p> <ul style="list-style-type: none"> فعالیت در انجمن‌های داخلی و بین‌المللی محیط زیست و انجام پژوهش‌های زیست محیطی با دانشگاه‌ها و مراکز علمی. برگزاری سمینار آموزشی در خصوص اهمیت و رعایت مسائل زیست‌محیطی برای کارکنان، مشتریان و تأمین‌کنندگان. ترویج فرهنگ کاهش مصرف کاغذ^۱ در فعالیت‌های مختلف سازمان با استفاده از سیستم اتوماسیون اداری و تهیه نرم‌افزارهای مورد استفاده در شبکه. تشکیل کمیته بهره‌وری از پیشنهادات سازنده کارکنان در جهت بهینه‌سازی اجرای راهبرد مسئولیت زیست‌محیطی سازمان.
۷.	<p>تعامل با ذی‌نفعان:</p> <ul style="list-style-type: none"> بررسی جهت بهبود و کم کردن اثرات سوء زیست‌محیطی فرآیندها بر محیط اطراف خود. تدوین روش اجرایی مدیریت پسماند و اجرای آن در سطح مجتمع. کنترل آلودگی‌های دودکش‌ها. کنترل پساب‌های خروجی مجتمع. ارائه گزارش‌های زیست محیطی به سازمان‌ها و مراجع قانونی. پیاده‌سازی دستورالعمل مدیریت تغییر در جهت اجرای اصلاحات تصویب شده در کمیته مذکور با در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی، بهداشتی و ایمنی. همکاری با اداره کل حفاظت محیط زیست، آزمایشگاه معتمد سازمان حفاظت محیط زیست و دانشگاه‌ها و مراکز علمی معتبر منطقه‌ای و علمی.

۳-۴- موانع و نتایج مدیریت زنجیره تأمین سبز

موانع پیش‌رو جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز که در مقالات به آنها اشاره شده‌است، به شرح جدول (۳) می‌باشد.

جدول (۳): موانع پیش‌رو جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز

موانع پیش‌رو جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز
عدم وجود رویکرد فعالانه و داوطلبانه سازمان و تأمین‌کنندگان در خصوص رعایت استانداردهای زیست محیطی و مسئولیت اجتماعی
عدم توانایی تأمین‌کنندگان (از نظر دانش و تکنولوژی فنی) جهت اخذ استاندارد ایزو ۱۴۰۰۰
عدم ایجاد مزیت رقابتی محسوس ناشی از اجرای زنجیره تأمین سبز
دشواری سازمان‌دهی و هماهنگی واحدها در پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز
عدم وجود محرک‌ها و مشوق‌های کافی از سوی دولت جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز
هزینه بالای پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز
عدم وجود اهرم‌های قانونی کافی جهت اجرای قوانین زیست‌محیطی
نبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مناسب جهت تسهیل اجرای زنجیره تأمین سبز
کمبود دانش و آموزش در خصوص مسائل زیست‌محیطی
عدم حمایت مدیران ارشد و میانی سازمان
عدم حضور و رقابت در بازارهای جهانی
عدم وجود اهداف و برنامه راهبردی زیست‌محیطی در سازمان
عدم وجود اهرم‌های قانونی کافی جهت اجرای قوانین زیست محیطی
هزینه اضافه مورد نیاز جهت پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز

- رضایت ذی‌نفعان: رضایت مشتریان، رضایت سهام‌داران، رضایت کارکنان، رضایت عموم جامعه.

۴- روش تحقیق

روش به‌کار گرفته‌شده در این مقاله از نوع توصیفی-تحلیلی می‌باشد. ابتدا مطالعات اکتشافی به‌صورت کتابخانه‌ای صورت گرفته و سپس بازدید مقدماتی انجام گرفته و اطلاعات مورد نیاز از طریق مصاحبه با کارشناسان در خصوص پروژه‌ها و اقدامات زیست‌محیطی حاصل شده است. سپس گزینه‌ها و شاخص‌ها استخراج گردیده و هر یک از گزینه‌ها با استفاده از روش *AHP* وزن‌دهی و در نهایت اولویت‌بندی شده‌اند.

۴-۱- معرفی گزینه‌ها و شاخص‌ها

در این بخش به معرفی گزینه‌ها که در واقع اهم اقدامات زیست‌محیطی پتروشیمی جهت دستیابی به زنجیره تأمین سبز هستند، پرداخته می‌شود. سپس شاخص‌های مرتبط و تأثیرگذار برگزینه‌ها توصیف می‌گردند. شاخص‌ها و گزینه‌های مورد نظر به‌صورت جدول (۴) می‌باشد.

در این تحقیق با مطالعه و بررسی ادبیات و سوابق پیشین مقالات، مزایا و نتایج حاصل از اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز در پنج دسته نتایج اقتصادی مثبت، نتایج زیست‌محیطی، نتایج اقتصادی منفی، بهبود عملکرد تولیدی و رضایت ذی‌نفعان به شرح زیر دسته‌بندی می‌شوند:

- نتایج زیست‌محیطی: کاهش آلاینده‌های هوا، آب و خاک، کاهش ضایعات جامد و مایع، کاهش مصرف مواد سمی و مخرب و خطرناک برای محیط زیست، کاهش میزان حوادث مخرب زیست‌محیطی، بهبود وجهه زیست‌محیطی سازمان.
- نتایج اقتصادی مثبت: افزایش سهم بازار، ایجاد مزیت رقابتی برای سازمان، کاهش هزینه ناشی از کاهش نرخ ضایعات، کاهش جرایم زیست‌محیطی، کاهش هزینه ناشی از مدیریت پسماند.
- بهبود عملکرد تولیدی: بهبود کیفیت، کاهش میزان موجودی قطعات، افزایش ظرفیت تولید، افزایش کارایی و بهبود اثربخشی.

جدول (۴): شاخص‌ها و گزینه‌ها

گزینه‌ها	شاخص‌ها
A1	C1
A2	C2
A3	C3
A4	C4
A5	C5
A6	C6
A7	C7
	C8

۴-۲- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

در علم تصمیم‌گیری که در آن انتخاب یک راهکار از بین راهکارهای موجود و یا اولویت‌بندی راهکارها مطرح است، چند سالی است که روش‌های "تصمیم‌گیری با شاخص‌های چند گانه جای خود را باز کرده‌اند. از این میان روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بیش از سایر روش‌ها در علم مدیریت مورد استفاده قرار گرفته است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند منظوره است که اولین بار توسط توماس ال. ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی منعکس‌کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این تکنیک، مسائل پیچیده را براساس آثار متقابل آنها مورد بررسی قرار می‌دهد و آنها را به شکلی ساده تبدیل کرده و به حل آن می‌پردازد [۷].

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبه‌روست می‌تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می‌تواند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم شروع می‌شود. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام می‌گیرد. این مقایسات وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. در نهایت منطبق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسات

زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید [۸].

۴-۲-۱- طراحی پرسشنامه خبره

پرسشنامه مورد استفاده برای تحلیل‌های سلسله‌مراتبی به پرسشنامه خبره موسوم است. برای تهیه پرسشنامه خبره از مقایسه زوجی گزینه‌ها استفاده می‌شود. برای هر سطح از سلسله مراتب یک پرسشنامه خبره تهیه می‌شود. برای امتیازدهی از مقیاس نه درجه ساعتی به صورت جدول (۵) استفاده می‌شود.

با استفاده از این مقیاس می‌توان هریک از گزینه‌ها را براساس هریک از عوامل به صورت زوجی مقایسه کرد. نتایج این مقایسه در ادامه آمده‌است.

۴-۲-۲- وزن‌دهی

از میان روش‌های وزن‌دهی، روش بردار ویژه برای وزن‌دهی انتخاب می‌شود. روش محاسبه بردار ویژه با استفاده از نرم‌افزار *AHP Calculation Software by CGI* انجام می‌گیرد. در این بخش ابتدا به انجام مقایسات زوجی پرداخته، سپس با استفاده از نرم‌افزار محاسبات انجام می‌شود.

۴-۲-۱- تعیین وزن معیارها

سطح اول سلسله‌مراتب را معیارهای اصلی تشکیل می‌دهد. مقایسه زوجی معیارها در جدول (۶) آمده‌است.

جدول (۵): ارزش گذاری شاخص‌ها در مقایسه با یکدیگر

ارزش ترجیحی	وضعیت مقایسه i نسبت به j	توضیح
۱	اهمیت برابر	گزینه یا شاخص i نسبت به j اهمیت برابر دارند و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	نسبتاً مهم‌تر	گزینه یا شاخص i نسبت به j کمی مهم‌تر است.
۵	مهم‌تر	گزینه یا شاخص i نسبت به j مهم‌تر است.
۷	خیلی مهم‌تر	گزینه یا شاخص i دارای ارجحیت خیلی بیشتری از j است.
۹	کاملاً مهم	گزینه یا شاخص مطلقاً i از j مهم‌تر و قابل مقایسه با j نیست.
۸ و ۴ و ۶ و ۲	ارزش‌های میانی	ارزش‌های میانی بین ارزش‌های ترجیحی را نشان می‌دهد. مثلاً ۸، بیانگر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین‌تر از ۹ برای i است.

جدول (۶): مقایسه زوجی معیارها

	$C1$	$C2$	$C3$	$C4$	$C5$	$C6$	$C7$	$C8$
$C1$	۱	۱/۴	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱/۴	۱/۲	۱/۶
$C2$	۴	۱	۳	۲	۱/۲	۲	۵	۱/۲
$C3$	۲	۱/۳	۱	۱/۳	۱/۵	۱/۲	۲	۱/۷
$C4$	۳	۱/۲	۳	۱	۱/۴	۳	۵	۱/۳
$C5$	۳	۲	۵	۴	۱	۲	۴	۱/۴
$C6$	۴	۱/۲	۲	۱/۳	۱/۲	۱	۱/۲	۱/۵
$C7$	۲	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱/۴	۲	۱	۱/۳
$C8$	۶	۲	۷	۳	۴	۵	۳	۱

پرداخته می‌شود. جدول (۷) بردار ویژه حاصل از انجام محاسبات بر ماتریس مقایسه زوجی معیارها می‌باشد:

حال به انجام عملیات مقایسه زوجی معیارها با استفاده از نرم‌افزار *AHP Calculation Software by CGI*

جدول (۷): بردار ویژه حاصل از مقایسه زوجی معیارها

۰/۰۳۳	۰/۱۵۲	۰/۰۴۹	۰/۱۲۲	۰/۲	۰/۰۶۹	۰/۰۵۶	۰/۳۲
-------	-------	-------	-------	-----	-------	-------	------

اعداد به دست آمده در جدول (۷) به ترتیب از راست به چپ متعلق به معیارهای $C1$ تا $C8$ می‌باشد.

بردارهای ویژه به دست آمده حاصل از انجام مقایسات زوجی گزینه‌ها نسبت به معیارها در نهایت به ماتریسی مانند جدول (۸) خواهد رسید:

۴-۲-۲-۲-۲- قضاوت ترجیحی (مقایسات زوجی گزینه‌ها)
در این مرحله با انجام مقایساتی بین گزینه‌های مختلف تصمیم و براساس هر شاخص و قضاوت در مورد اهمیت شاخص تصمیم پرداخته می‌شود. این عملیات مشابه مقایسه زوجی معیارها بوده و با استفاده از نرم‌افزار انجام می‌گیرد.

جدول (۸): ماتریس بردارهای ویژه گزینه‌ها نسبت به معیارها

شاخص گزینه	هزینه	میزان کاهش آلودگی هوا	میزان باز یافت مواد	میزان کاهش تولید آلاینده‌ها	میزان کاهش فلرینگ	میزان باز یافت گازها	میزان کاهش پسماند تولیدی	میزان جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی
مدیریت مواد زائد	۰/۱۳۴۰	۰/۲۰۵۶	۰/۳۸۵۰	۰/۶۴۰۶	۰/۲۶۱۵	۰/۰۶۶۷	۰/۳۲۳۶	۰/۱۶۶۳
مدیریت پساب‌ها	۰/۱۳۲۸	۱/۱۱۷۳	۰/۲۳۰۰	۰/۱۵۰۱	۰/۳۸۲۴	۰/۰۵۵۰	۰/۳۰۳۴	۰/۴۰۳۳
مدیریت آلاینده‌های اتمسفری	۰/۰۹۳۳	۰/۳۸۹۱	۰/۱۶۳۴	۰/۳۶۲۴	۰/۰۸۳۲	۰/۴۱۸۳	۰/۱۳۹۸	۰/۰۹۷۲
مدیریت انرژی	۰/۴۴۵۰	۰/۱۳۴۳	۰/۰۹۹۹	۰/۱۶۲۸	۰/۱۵۵۵	۰/۲۷۶۵	۰/۸۹۷۹	۰/۱۵۶۲
مدیریت منابع طبیعی و فضای سبز	۰/۰۲۶۹	۰/۰۷۶۱	۰/۰۴۷۸	۰/۱۶۶۱	۰/۰۵۴۶	۰/۱۰۹۸	۰/۰۵۴۱	۰/۰۷۸۷
مدیریت منابع انسانی	۰/۱۰۷۳	۰/۰۴۳۶	۰/۰۴۶۵	۰/۰۵۴۹	۰/۰۳۷۰	۰/۰۴۳۵	۰/۰۵۴۱	۰/۰۵۶۳
تعامل با ذی‌نفعان	۰/۰۵۸۱	۰/۰۳۴۰	۰/۰۲۷۵	۰/۰۳۹۶	۰/۰۲۵۸	۰/۰۳۰۳	۰/۳۵۲۹	۰/۰۴۱۹

۴-۲-۳- محاسبه اولویت‌ها

در این مرحله با استفاده از روش میانگین موزون گزینه‌ها، اولویت‌بندی می‌شوند. در این روش هر یک از اعداد موجود در هر جدول (۹) در عدد متناظر با وزن معیار

مربوطه در جدول (۷) ضرب می‌شود. محاسبات مربوط به میانگین موزون در نهایت به اعداد زیر ختم می‌شوند:

جدول (۹): محاسبه میانگین موزون برای هر گزینه

اولویت	میانگین موزون	گزینه
۳	۰/۱۹۰۳۸۱۷۸	مدیریت مواد زائد
۱	۰/۲۷۷۶۹۶۸۷۸	مدیریت پساب‌ها
۲	۰/۱۹۸۵۷۶۵۲۷	مدیریت آلاینده‌های اتمسفری
۴	۰/۱۶۵۰۷۹۹۸	مدیریت انرژی
۵	۰/۰۸۱۷۳۹۵۴۱	مدیریت منابع طبیعی و فضای سبز
۶	۰/۰۵۰۶۲۳۶۲۲	مدیریت منابع انسانی
۷	۰/۰۳۵۸۹۹۳۱۶	تعامل با ذی‌نفعان

۴-۲-۴- محاسبه شاخص سازگاری

بعد از محاسبه مقادیر ویژه ماتریس‌های مقایسه زوجی و اولویت‌بندی آنها، نوبت به محاسبه شاخص سازگاری می‌رسد. یکی از خروجی‌های نرم‌افزار *AHP Calculation* شاخص سازگاری است که با علامت اختصاری "C.I" نمایش داده می‌شود [۷]. در صورتی که شاخص سازگاری محاسبه شده از ۰/۱ یا ۰/۱۵ کمتر باشد، می‌توان گفت ماتریس مقایسه زوجی سازگار بوده و اعداد اختصاص یافته به مقایسات زوجی اعداد مناسبی هستند، در غیر این

همان‌گونه که در جدول بالا مشاهده می‌شود، گزینه‌های "مدیریت پساب‌ها"، "مدیریت آلاینده‌های اتمسفری" و "مدیریت مواد زائد" به ترتیب اولویت‌های اول تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند. بعد از آن گزینه "مدیریت انرژی" در اولویت چهارم قرار دارد. گزینه‌های "مدیریت منابع طبیعی و فضای سبز"، "مدیریت منابع انسانی" و "تعامل با ذی‌نفعان" به ترتیب در درجات بعدی اهمیت قرار می‌گیرند.

صورت باید در اختصاص اعداد به ماتریس تجدید نظر کرد. مقادیر به دست آمده برای شاخص سازگاری ماتریس مقایسه زوجی معیارها و ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به هریک از معیارها به صورت جدول (۱۰) می‌باشد:

جدول (۱۰): جدول شاخص‌های سازگاری

نام ماتریس مقایسه زوجی	عدد شاخص سازگاری (C.I)
ماتریس مقایسه زوجی معیارها	۰/۱۳۰۵۰۱
ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به شاخص C1	۰/۱۳۲۹۴۸
ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به شاخص C2	۰/۰۵۷۶۲۷۴
ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به شاخص C3	۰/۱۱۹۲۷
ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به شاخص C4	۰/۰۸۸۸۶۷۵
ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به شاخص C5	۰/۰۶۲۰۹۸۸
ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به شاخص C6	۰/۰۸۴۶۴۱۵
ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به شاخص C7	۰/۰۱۸۹۱۴۷
ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به شاخص C8	۰/۱۲۰۰۱

همان‌گونه که در جدول ۰/۱۰ مشاهده می‌شود، تمام اعداد بدست آمده کمتر از ۰/۱۵ هستند، پس اعداد اختصاص یافته به ماتریس‌ها برای مقایسات زوجی اعداد مناسبی بوده و بنابراین سازگاری آنها مورد قبول می‌باشد.

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش ضمن تشریح مفاهیم مدیریت زنجیره تأمین و مدیریت زنجیره تأمین سبز به بررسی و شناسایی مقتضیات لازم جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت پتروشیمی پرداخته شد. سپس اقدامات لازم در راستای دستیابی به این مهم از طریق مصاحبه با کارشناسان و مدیران و با استفاده از تحقیقات پیشین صورت گرفته در این زمینه، شناسایی و استخراج گشته و با استفاده از روش امید ریاضی اولویت‌بندی شده‌اند. با توجه به نتایج تحقیق اقدام اجرایی "مدیریت آلاینده‌های اتمسفری"، "مدیریت مواد زائد" و "مدیریت پساب‌ها" به ترتیب دارای اولویت اول تا سوم می‌باشد. اقدام اجرایی "مدیریت منابع طبیعی و فضای سبز" رتبه آخر را کسب کرده‌است. بنابر نظر کارشناسان این بدین معنی است که تا کنون همکاری و مشارکت گسترده‌ای توسط گروه‌ها و سازمان‌های ذی‌نفع از جمله سهامداران، وزارت نفت،

سازمان محیط زیست، تأمین اجتماعی، وزارت صنایع و غیره با پتروشیمی‌ها صورت گرفته یا در حال اجرا می‌باشد. کسب اولویت پنجم توسط گزینه "مدیریت منابع طبیعی و فضای سبز" نیز شاهدهی دیگر بر این مدعاست. کسب رتبه‌های اول تا سوم نیز توسط سه اقدام ذکر شده بدین معناست که اقدامات صورت گرفته در این زمینه‌ها کافی نبوده و باید سازمان‌ها و شرکت‌های مسئول در راستای حفظ منابع زیست‌محیطی توجه بیشتری به این سه عامل داشته باشند.

در مجموع آنچه کارشناسان بر آن تأکید داشته و توجه بدان را ضروری دانسته‌اند در نکات زیر خلاصه می‌گردد:

- ۱- سازمان حفاظت محیط‌زیست و شرکت ملی صنایع پتروشیمی نسبت به حفظ محیط‌زیست دریایی اهمیت کمتری قائل شده و حساسیت اکوسیستم متنوع خلیج فارس و دریای عمان را چندان که لازم است، درک نکرده‌اند. توجه بیشتر به این مسئله و تمرکز فعالیت‌های هر دو بخش در زمینه حفظ و احیای محیط‌زیست این نواحی، به عنوان اولویت اصلی باید مورد توجه مسئولین قرار گیرد.
- ۲- در حال حاضر، محیط‌زیست پتروشیمی فقط به اصلاح مشکلات برخی واحدها پرداخته و در این زمینه یکی از وظایف اصلی خود را که بررسی نوع تکنولوژی‌های مورد

منابع

- [۱] الفت، لعیا، خاتمی فیروزآبادی، علی، خداوردی، روح‌الله، "مقتضیات تحقق مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت خودروسازی ایران". فصلنامه علوم مدیریت ایران، سال ششم، شماره ۲۱، صفحه ۱۲۳-۱۴۱، ۱۳۹۰.
- [۲] ناصری طاهری، مظفر، "زنجیره تأمین سبز راهبرد نوین کسب مزیت رقابتی در قرن ۲۱". دومین کنفرانس لجستیک و زنجیره تأمین، تهران، ایران، ۱۳۸۵.
- [۳] ایمانی، دین محمد، احمدی، افسانه، "مدیریت زنجیره تأمین سبز: راهبرد نوین کسب مزیت رقابتی". نشریه مهندسی خودرو و صنایع وابسته، سال اول، شماره ۱۰، صفحه ۱۹-۱۴، ۱۳۸۸.
- [۴] مریم نیک نژاد، "زنجیره تأمین سبز (به همراه مطالعه موردی)". فصلنامه مدیریت زنجیره تأمین، سال سیزدهم، شماره ۳۴، صفحه ۲۷-۲۰، ۱۳۹۰.
- [۵] "تصفیه فاضلاب صنعت پتروشیمی". گزارش شرکت ملی صنایع پتروشیمی، www.ssu.ac.ir/، ۱۳۹۳.
- [۶] "آثار تخریب پتروشیمی بر محیط زیست". گزارش شرکت ملی نفت، <http://naft.itan.ir>، ۱۳۹۳.
- [۷] قدسی پور، سید حسن، "مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره". انتشارات دانشگاه امیر کبیر، چاپ سوم، ۱۳۸۱.
- [۸] اصغرپور، محمد جواد، "تصمیم‌گیری‌های چند معیاره". انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، چاپ چهارم، ۱۳۸۷.

استفاده می‌باشد، کمتر تلاش نموده است. از این رو پژوهش و مطالعات تکنولوژی، به‌منظور انتخاب تکنولوژی‌های سازگار با محیط زیست باید جزو اولویت‌های پژوهشی و مطالعاتی محیط زیست پتروشیمی قرار گیرد.

۳- سازمان محیط زیست و شرکت ملی صنایع پتروشیمی می‌بایست کارشناسان زبده‌ای تربیت نمایند که بر هر دو زمینه "اصول حفاظت از محیط‌زیست" و "مهندسی و طراحی" مسلط بوده و در فعالیت‌های خود هر دو جنبه کار را مد نظر قرار دهند.

۴- آگاه‌سازی مدیران از طریق کلاس‌های آموزشی که توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست، دانشگاه یا پتروشیمی برگزار می‌شود، در جهت ایجاد حساسیت در زمینه محیط‌زیست بسیار مؤثر می‌داند.

۵- تلاش و توجه بیشتر رسانه‌های عمومی و جراید جهت تنویر افکار عمومی و آگاه‌سازی نسبت به مسائل و معضلات جدی زیست‌محیطی در قرن حاضر.

۶- انتخاب و ارزیابی تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین سبز در صنایع مختلف.

۷- توجه به آلودگی فراوان زیست‌محیطی منابع تولیدی مانند صنایع سیمان و شیمیایی، پیشنهاد می‌شود پایان‌نامه‌های تحقیقاتی با موضوع شناسایی مقتضیات تحقق زنجیره تأمین سبز در این‌گونه صنایع تعریف و اجرا شود.