

ارایه مدلی جهت انتخاب تامین‌کننده سبز با رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره (مطالعه‌ی موردی: شرکت‌های منتخب کاشی و سرامیک استان یزد)

سید حبیب‌اله میرغفوری^۱، زهرا صادقی آرانی^{۲*}، فاطمه عزیزی^۳

۱ دانشیار و عضو هیئت علمی گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد

۲ دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران

۳ دانشجوی دکتری مدیریت گردشگری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۹؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۰/۲۴)

چکیده

امروزه، مدیریت محیطی برای شرکت‌ها با تاکید بر حفاظت از محیط‌زیست به یکی از مهم‌ترین مسایل مشتریان، سهامداران، دولت‌ها، کارکنان و رقبا تبدیل شده و فشارهای جهانی سازمان‌ها را ملزم به تولید محصولات و خدمات سازگار با محیط‌زیست می‌کند. این چالش منجر به ایجاد مفهوم جدیدی به نام مدیریت زنجیره‌ی تامین سبز در حوزه کسب و کار شده که ترکیبی از تفکر محیطی و زنجیره‌ی تامین است. مطرح شدن استان یزد به عنوان قطب صنعت کاشی و سرامیک ایران از یک سو و آلاینده‌گی بالای این صنعت از سوی دیگر، مسوولان را به رعایت قوانین محیط‌زیست و تولید کالاهای سازگار با محیط ملزم می‌سازد. به این منظور، انتخاب شرکت‌هایی که در زنجیره‌ی تامین کاشی و سرامیک حافظ محیط‌زیست باشند، می‌تواند به عنوان یک مزیت رقابتی برای سازمان به شمار رود. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف رتبه‌بندی شرکت‌های منتخب کاشی و سرامیک استان یزد از لحاظ میزان سبز بودن انجام گرفته است. تحقیق حاضر، با بررسی وسیعی از معیارهای زنجیره‌ی تامین سبز، یک چارچوب جامع برای بررسی میزان سبز بودن زنجیره‌ی تامین ارایه داده که در این بررسی، علاوه بر معیارهای مالی و مشهود، به معیارهای کیفی و نامشهود نیز اشاره شده است. به این منظور، از پرسشنامه محقق‌ساخته استفاده شده که میزان سبز بودن زنجیره‌ی تامین را در شش معیار کلی شامل تامین و خرید سبز، طراحی سبز، تولید سبز، حمل‌ونقل سبز، بسته‌بندی سبز و هزینه‌های تولید سبز ارزیابی می‌کند. در نهایت، برای رتبه‌بندی این شرکت‌ها از دو تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره پرومته و میانگین‌گیری وزنی مرتب شده استفاده شده است.

کلید واژه‌ها: زنجیره‌ی تامین سبز، عملکرد محیطی، میانگین‌گیری وزنی مرتب شده (OWA)، پرومته، شرکت‌های کاشی و سرامیک استان یزد.

سرآغاز

در سال‌های اخیر، آلودگی‌های محیط‌زیستی به یک مساله چالش‌برانگیز برای سازمان‌های تجاری تبدیل شده است. عملیات کسب و کار مانند منبع‌یابی و تولید به عنوان عوامل اصلی در این زمینه شناخته می‌شوند (Beamon, 1999)، این عملیات سبب افزایش فشارها و رسیدگی سهامداران داخلی و خارجی سازمان مثل دولت‌ها، کارگران و گروه‌های غیر انتفاعی شده است (Sarkis, 2006). بنابراین، این موضوع منجر به افزایش تقاضای مشتریان و جوامع محیط‌زیستی برای محصولات سازگار با محیط‌زیست شده است. این چالش‌ها و فشارها سبب می‌شود که شرکت‌ها ضمن انجام فعالیت‌های مربوط به کسب و کار، به آثار محیطی محصول و ایجاد محصولات سبز به طور جدی توجه داشته باشند. مفهوم «سبز» تجسمی از محصولات، فرآیندها، سیستم‌ها و فن‌آوری‌های سازگار با محیط‌زیست است که فعالیت‌های مربوط به کسب و کار را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Vachon & Klassen, 2006 a,b). به طور کلی، نقش سازمان‌ها در جامعه و مسوولیت آن‌ها در حداقل‌سازی آثارشان بر محیط‌زیست اهمیت بیشتری پیدا کرده است (MCWilliams, 2002; Strandberg, 2002; Seigel, 2000).

با افزایش مقررات دولتی و آگاهی‌های عمومی در ارتباط با حفاظت از محیط‌زیست، امروزه شرکت‌ها برای ورود به بازارهای جهانی نمی‌توانند مسایل محیطی را نادیده بگیرند. علاوه بر این، به منظور انطباق با مقررات محیطی برای فروش و صادرات محصولات، شرکت‌ها باید استراتژی‌هایی را به صورت داوطلبانه به منظور کاهش آثار محصولات خود بر محیط‌زیست به اجرا در آورند. بنابراین، یکپارچه‌سازی عملکردهای محیطی، اقتصادی و اجتماعی در دست‌یابی به توسعه پایدار^(۱)، چالش تجاری مهم در قرن جدید است (Verghese & Lewis, 2007).

مدیریت زنجیره‌ی تامین سبز^(۲) سبب دست‌یابی سازمان به سود و سهم بازار از طریق کاهش خطرها و آثار محیطی می‌شود، در حالی که کارایی اکولوژی آن‌ها افزایش پیدا می‌کند (Van Hock & Erasmus, 2000). به طور کلی، ایجاد زنجیره‌ی تامین سبز و توجه به مسایل محیط‌زیستی سبب کاهش هزینه‌ها و بهبود عملکرد محیطی می‌شود و اعتبار و شهرت شرکت را افزایش می‌دهد (Hervani & Helms 2005; Carter et al., 2000).

هدف زنجیره‌ی تامین سبز حذف یا حداقل کردن آثار منفی محیطی (آلودگی هوا، آب و خاک) و ائتلاف منابع (انرژی، مواد، محصولات) از استخراج یا استفاده از مواد خام تا استفاده‌ی نهایی و مصرف محصولات می‌باشد (Hervani & Helms, 2005). همچنین، ایجاد مطلوبیت و رضایت‌مندی از نظر محیط‌زیستی در سراسر زنجیره‌ی تامین و دست‌یابی به بازار جدید از طریق عرضه‌ی محصولات سازگار با محیط‌زیست، کاهش هزینه‌ها از طریق صرفه‌جویی در منابع، هزینه‌ی سوخت، تعداد ساعات کارگران، حذف ضایعات و بهبود بهره‌رویی و بهره‌مندی از مزایای رقابتی از طریق خلق و ارائه ارزش برای مشتریان و رضایت‌مندی و وفاداری مشتریان نسبت به محصولات و در نهایت افزایش سودآوری از مزایای زنجیره‌ی تامین سبز می‌باشد. شرکت‌های تولیدی و خدماتی در ایران نیز از فشارهای جهانی برای رعایت مسایل محیط‌زیستی در تولید محصولات و خدمات مصون نمانده و قوانین و مقرراتی به منظور حفاظت از محیط زیست، کنترل آلاینده‌های محیط‌زیستی، جلوگیری از ائتلاف منابع و رعایت استانداردهای محیط‌زیستی مانند ISO14000، WEEE^(۳)، ROHS^(۴)، ... برای سازمان‌ها اعمال می‌شود (دبیری و کیانی، ۱۳۸۶). در کشورهای صنعتی قانون زباله‌های تجهیزات الکترونیکی و الکتریکی (WEEE)، بازیافت زباله‌های الکترونیکی به ازای هر نفر را الزامی می‌کند. در ایران، تنها سیستم موجود در این زمینه نوعی سیستم مجازات یا جریمه است که از جانب آلوده‌کننده پرداخت می‌شود (قلیخانی، ۱۳۸۸). اگر چه مباحث مربوط به حفظ محیط‌زیست در تمامی برنامه‌های توسعه‌ی جمهوری اسلامی ایران مدنظر بوده است، اما از برنامه‌ی توسعه‌ی چهارم (۱۳۸۸-۱۳۸۴)، طرح دیدگاه‌ها و سیاست‌های مبتنی بر تفکر محیط‌زیستی مانند اقتصاد محیط‌زیست گامی خردمندانه به شمار می‌رود. علاوه بر مباحث برنامه‌ی سوم توسعه در زمینه‌های آموزش محیط‌زیست، ساماندهی و جلوگیری از آلودگی و تخریب، ایجاد صندوق ملی محیط‌زیست، پایش منابع آلاینده و مدیریت زیست بومی کشور، در برنامه چهارم توسعه دارای مواد قانونی در فصل محیط‌زیست شد. در برنامه‌ی پنجم توسعه (۱۳۹۳-۱۳۸۹)، مواد قانونی دیگری با مباحث مدیریت یکپارچه زیست بومی و ارزیابی محیط‌زیستی پروژه‌ها، خود اظهاری، کاهش آلودگی هوا، کاهش حجم پسماند ورودی به محل‌های دفن، شناسایی کانون‌های

آلودگی منجر می‌شود (چینی‌فروش و شیخ‌زاده، ۱۳۸۹). زنجیره‌ی تامین سبز فرآیند ترکیب معیارهای محیطی با تصمیم‌گیری‌های خرید سازمانی و روابط طولانی‌مدت با تامین‌کنندگان می‌باشد (Diabat & Govidan, 2010).

به طور کلی، مدیریت زنجیره‌ی تامین هماهنگی و مدیریت شبکه‌ی پیچیده‌ای از فعالیت‌هاست که شامل تحویل محصول به استفاده‌کننده نهایی یا مشتری می‌باشد. عملیات تولیدی نقش عمده‌ای در تخریب و آلودگی محیط‌زیست در مراحل مختلف چرخه عمر محصول از استخراج منابع تا تولید، استفاده، استفاده مجدد، بازیافت و از بین رفتن محصول ایفا می‌کنند. بنابراین، شرکت‌های تولیدی می‌توانند از طریق بهبود در فرایندها به منظور کاهش آثار محیط‌زیست محصول به مزیت رقابتی و افزایش سهم بازار دست یابند (Olugu et al., 2010). فراتر از این تعریف، با اضافه کردن جزء سبز، مدیریت زنجیره‌ی تامین سبز ارایه می‌شود که به عنوان تهیه‌ی سبز، تولید سبز، توزیع سبز و لجستیک معکوس تعریف شده که منجر به کاهش یا حداقل کردن ضایعات (انرژی، انتشار گازها، مواد خطرناک/ شیمیایی و ضایعات خاک) در طول زنجیره تامین می‌شود (Hervani & Helms, 2005). لجستیک معکوس در این تعریف به معنی بازگشت محصولات از جانب مشتریان یا عرضه‌کنندگان به منظور استفاده‌ی مجدد، بازیافت و تعویض محصولات می‌باشد (Eltayeb et al., 2010).

منظور از زنجیره تامین سبز در این پژوهش، مجموعه رویه‌های مدیریت زنجیره‌ی تامین در پاسخ به نگرانی‌های مربوط به محیط زیست با توجه به طراحی، خرید، تولید، توزیع، استفاده‌ی مجدد و استفاده از کالا و خدمات شرکت است (Zsidisin & Siferd, 2001). این تعریف به طور جامع شامل فلسفه‌ی مدیریت زنجیره‌ی تامین سبز که همان تمرکز بر چگونگی استفاده‌ی شرکت‌ها از فرآیندها، فن‌آوری و توانایی تامین‌کنندگان و ادغام آن با مسایل مربوط به محیط برای کسب مزیت رقابتی است، می‌باشد.

به دلیل اهمیت جهانی مدیریت مواد خطرناک و الزام به قوانین محیط‌زیستی برای ایجاد زنجیره‌ی تامین سبز، مطالعات متعددی برای سنجش میزان سبز بودن یک زنجیره‌ی تامین انجام گرفته و معیارها و شاخص‌های متعددی به صورت کمی و کیفی و با توجه به هزینه‌ی محیط، فرآیند تولید، محصول و سیستم‌های مدیریتی ارایه شده است. با مرور ادبیات مدیریت زنجیره تامین

انتشار ریزگردها و مه‌آب، کنترل و کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای آمده است (دبیری و همکاران، ۱۳۸۶).

تأثیر شرکت‌های کاشی و سرامیک بر ایجاد ارزش افزوده و اشتغال در استان یزد از یک سو و آلودگی‌های محیط‌زیستی این صنعت مهم از سوی دیگر، به چالشی برای رعایت قوانین محیط‌زیستی و تولید کالاهای سازگار با محیط‌زیست توسط این صنعت تبدیل شده است. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف ارایه‌ی یک مدل جامع برای سنجش میزان سبز بودن زنجیره‌ی تامین در شرکت‌های منتخب کاشی و سرامیک استان یزد انجام گرفته است. در نهایت نیز، این شرکت‌ها براساس معیارهای زنجیره‌ی تامین سبز و با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پرمته و میانگین‌گیری وزنی مرتب شده، رتبه‌بندی شده‌اند.

از زنجیره‌ی تامین و مدیریت آن تعاریف گوناگونی ارایه شده است، زنجیره‌ی تامین، زنجیره‌ی است که تمام فعالیت‌های مرتبط با جریان کالا و تبدیل مواد، از مرحله‌ی تولید تا مرحله‌ی تحویل کالای نهایی به مصرف‌کننده را در بر می‌گیرد (ایمانی و احمدی، ۱۳۸۸). مدیریت زنجیره‌ی تامین را رویکردی یکپارچه برای اداره‌ی شبکه‌های عرضه و توزیع نیز دانسته‌اند (طالب‌زاده، ۱۳۸۷).

با افزایش فشارهای جهانی مبنی بر تولید محصولات سازگار با محیط‌زیست، مفهوم مدیریت زنجیره‌ی تامین سبز وارد حوزه‌ی کسب و کار شده است. مدیریت زنجیره‌ی تامین سبز ترکیبی از تفکر محیطی و زنجیره‌ی تامین است که شامل طراحی محصول، منبع‌یابی و انتخاب مواد، فرایندهای تولید و تحویل محصول نهایی به مصرف‌کننده می‌باشد (Srivastava, 2007). این مفهوم، شامل جستجوی تامین‌کنندگان براساس عملکرد محیطی آن‌ها و انجام تجارت با آن دسته از تامین‌کنندگانی که استانداردها و مقررات محیطی را رعایت می‌کنند، می‌باشد (Roa, 2002). زنجیره‌ی تامین سبز به عنوان توسعه‌ی زنجیره‌ی تامین سنتی تعریف شده است که شامل فعالیت‌هایی از قبیل طراحی سبز، صرفه‌جویی در منابع، کاهش استفاده از مواد مضر و خطرناک، بازیافت و استفاده‌ی مجدد از محصولات است که هدف آن‌ها حداقل کردن آثار محیطی یک محصول در سراسر چرخه‌ی زندگی آن می‌باشد (Beamon, 1999). زنجیره‌ی تامین سبز عبارتند از: مجموعه اقدام‌های داخلی و خارجی بنگاه در سراسر زنجیره که به بهبود محیط‌زیست و جلوگیری از ایجاد

جدول (۱): معیارهای زنجیره تامین سبز در مطالعات قبلی انجام شده (منبع: یافته‌های محقق)

معیار	مؤلفه	نویسندگان (سال)
تامین و خرید سبز	انتخاب تامین کننده با توجه به معیارهای محیطی، ارایه مواد در بسته بندی‌های سازگار با محیط زیست، داشتن گواهی نامه‌های محیط زیست مانند ISO 14000، تشکیل سمینارهایی به منظور آگاهی تامین کنندگان از مسایل محیطی، حمایت از تامین کننده در جهت بهبود عملکرد محیطی آن‌ها، الزام تامین کننده به رعایت قوانین محیط زیست، قابل بازیافت بودن مواد خریداری شده از تامین کنندگان	Olugu et al., (2010); Zhu et al., (2008); Eltayeb et al., (2010); Kuo et al., (2010); Diabat & Govidan, (2010); Zhu et al., (2007); Walker et al., (2008)
طراحی سبز	طراحی محصولات در راستای کاهش مصرف مواد یا انرژی، قابل بازیافت بودن محصولات تولیدی، طراحی محصولات به منظور کاهش یا اجتناب از مصرف مواد خطرناک یا فرآیند تولیدی نامناسب، طراحی محصولات با هدف کاهش آثار محیط زیستی آن‌ها	Olugu et al., (2010); Eltayeb et al., (2010); Kuo et al., (2010); Diabat & Govidan, (2010); Zhu et al., (2007); Walker et al., (2008); Ninlawan et al., (2010)
تولید سبز	تعهد مدیران ارشد و میانی نسبت به رعایت قوانین مرتبط با محیط زیست، دارا بودن مدیریت محیطی کیفیت جامع، داشتن گواهی نامه‌های محیط زیست مانند EUP، ODC، ROHS، استفاده از مواد دارای مضرات کمتر برای محیط زیست، استفاده از دستگاه‌های دارای آلودگی کمتر برای محیط زیست، کنترل انتشار گازهای خطرناکی چون آمونیاک و CO ₂ ، استفاده از شیوه مناسب جهت دفع فاضلاب، داشتن موقعیت محیطی مناسب نسبت به سایر تولید کنندگان، کم بودن میزان وقوع حوادث محیطی، کاهش آلودگی سر و صدا، داشتن برنامه‌های آموزشی محیط زیست برای کارکنان و مدیران، تمرکز روی کاهش ضایعات و بهینه سازی بهره برداری از مواد، استفاده از تجهیزات و فن آوری سازگار با محیط زیست	Olugu et al., (2010); Zhu et al., (2008); Tseng & Chiu, (2010); Hsu & Hu, (2009); Kuo et al., (2010); Diabat & Govidan, (2010); Zhu et al., (2007); Walker et al., (2008); Ninlawan et al., (2010)
بسته بندی سبز	استفاده از بسته بندی و کانتینرهای قابل بازیافت، استفاده از مواد سازگار با محیط زیست در بسته بندی مواد، استفاده از برچسب به منظور نشان دادن میزان تناسب محصول با استانداردهای محیط زیستی، استفاده از برچسب‌هایی به منظور نشان دادن قابل بازیافت بودن محصول	Olugu et al., (2010); Zhu et al., (2008); Eltayeb et al., (2010); Kuo et al., (2010); Diabat & Govidan, (2010); Zhu et al., (2007); Walker et al., (2008); Ninlawan et al., (2010)
حمل و نقل و توزیع سبز	بازاریابی محصول با تکیه بر مباحث محیط زیستی مانند: تاکید بر داشتن گواهی نامه‌های محیط زیست، افزایش آگاهی‌های محیطی مصرف کنندگان، انتخاب روش‌های حمل و نقل پاک، بازگشت محصولات به شرکت جهت بازیافت، موقعیت رقابتی بهتر نسبت به دیگر رقبای، انتخاب شبکه‌های توزیع و مشتریان با تاکید بر معیارهای محیط زیست	Olugu et al., (2010); Zhu et al., (2008); Eltayeb et al., (2010); Kuo et al., (2010); Diabat & Govidan, (2010); Zhu et al., (2007); Walker et al., (2008); Ninlawan et al., (2010)
هزینه های تولید سبز	هزینه صرف شده به منظور دفع مواد پر خطر و مضر، هزینه صرف شده به منظور تولید کالای سازگار با محیط زیست، هزینه صرف شده به منظور ارایه بسته بندی‌های سازگار با محیط زیست، هزینه آموزش کارکنان در ارتباط با محصولات محیط زیستی	Olugu et al., (2010); Eltayeb et al., (2010); Kuo et al., (2010); Zhu et al., (2007); Walker et al., (2008); Ninlawan et al., (2010)

$$w_i = Q\left(\frac{i}{n}\right) - Q\left(\frac{i-1}{n}\right), i = 1, \dots, n \quad (2)$$

i شماره‌ی شاخص و n تعداد شاخص‌ها می‌باشد. Q نیز یک کمیت سنج زبانی است که مفهوم اکثریت فازی را منعکس نموده و برای محاسبه‌ی بردار وزن عملگر تجمیع استفاده و به صورت ذیل نشان داده می‌شود (Xu, 2005):

$$F_w(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{j=1}^n w_j b_j \quad (1)$$

مساله‌ی مهم در تعریف این عملگر محاسبه بردار وزن w است. روش‌های متعددی برای محاسبه بردار وزن عملگر OWA وجود دارد. یکی از روش‌های رایج برای محاسبه‌ی وزن، استفاده از کمیت سنج‌های زبانی است که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

- جریان خروجی

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad (۶)$$

که مقدار $\phi^+(a)$ نشان می‌دهد گزینه‌ی a تا چه میزان بر سایر گزینه‌ها برتری دارد؛ و

- جریان ورودی:

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a) \quad (۷)$$

که میزان برتری سایر گزینه‌ها بر گزینه‌ی a را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، در این دو رابطه $\phi^+(a)$ بیان‌کننده‌ی قدرت گزینه‌ی a و $\phi^-(a)$ نشان‌دهنده‌ی ضعف گزینه‌ی a است. جریان خالص و نهایی برای گزینه‌ی a عبارت است از (Behzadian et al., 2010).

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (۸)$$

این تحقیق از نظر نوع، کاربردی بوده و شامل تحقیق میدانی و توصیفی می‌باشد. برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات تحقیق علاوه بر منابع کتابخانه‌ای از پرسشنامه محقق‌ساخته نیز استفاده شده است. این پرسشنامه شامل ۳۸ سوال (مؤلفه) بوده که میزان سبزی بودن زنجیره‌ی تامین شرکت‌های منتخب کاشی و سرامیک استان یزد را در شش معیار کلی شامل تامین و خرید سبزی، طراحی سبزی، تولید سبزی، حمل و نقل سبزی، بسته‌بندی سبزی و هزینه‌های تولید سبزی، مورد بررسی قرار می‌دهد (جدول ۱). مؤلفه‌های مورد استفاده در پرسش‌نامه از مطالعات قبلی انجام گرفته در رابطه با شاخص‌های زنجیره‌ی تامین سبزی، که در قسمت ادبیات تحقیق نیز به برخی از آن‌ها اشاره شد، استخراج شده و پس از بازنگری و مصاحبه با خبرگان، این مؤلفه‌ها برای صنعت کاشی بومی و در نتیجه نهایی گردیده است. از طیف ۹ تایی لیکرت به منظور کمی کردن پرسشنامه استفاده شده است. براساس آمار اداره‌ی صنایع و معادن استان یزد، ۵ شرکت منتخب در لیست بزرگ‌ترین شرکت‌های تولید کاشی هم از نظر حجم تولید و هم از نظر ارزش افزوده بوده که جامعه‌ی آماری این تحقیق را تشکیل می‌دهد.

همان‌گونه که اشاره شد، در این مقاله از دو تکنیک تصمیم‌گیری به نام روش میانگین‌گیری وزنی مرتب شده (OWA) و پرومته به منظور رتبه‌بندی شرکت‌های منتخب کاشی استان یزد و انتخاب بهترین تامین‌کننده کاشی استان استفاده شده است. در ادامه مراحل مربوط به استفاده از این دو روش به صورت منظم و

$$Q(r) = \begin{cases} 0 & \text{if } r < a \\ \frac{r-a}{b-a} & \text{if } a \leq r \leq b \\ 1 & \text{if } r > b \end{cases} \quad (۳)$$

که (a, b) بازه‌ی کمی‌ت‌سنج است. برای مثال، بازه‌ی کمی‌ت‌سنج‌های «بیشترین»، «حداقل نمی»، «تا حد ممکن»، به ترتیب برابر $(0, 1/5)$ ، $(0, 0/5)$ و $(0/5, 1)$ می‌باشد (Herrera-Viedma, 2000). علاوه بر این، رابطه‌ی اکیداً یکنوای زیر نیز دارای کاربرد زیادی در محاسبه تابع عضویت یک کمی‌ت‌سنج است.

$$Q(r) = r^\alpha, \alpha \geq 0 \quad (۴)$$

روش پرومته^(۷)

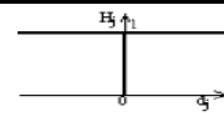
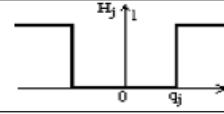
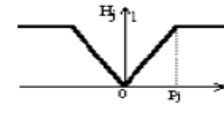

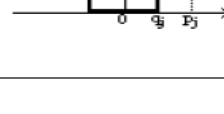
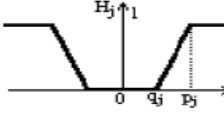
روش پرومته یک روش ساختاریافته رتبه‌بندی ترجیحی برای غنی‌سازی ارزیابی‌هاست (Brans et al., 1986) و شامل دو نسخه‌ی I و II می‌باشد. روش پرومته I، یک رابطه‌ی اولویتی جزئی را برای رتبه‌بندی گزینه‌ها فراهم می‌آورد؛ در حالی که پرومته II، یک امتیاز عددی برای هر یک از گزینه‌ها معین می‌کند که از آن می‌توان برای رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده کرد. شش تابع ترجیح^(۸) در پرومته مورد استفاده قرار می‌گیرد که به شرح جدول (۲) است. انتخاب درست این تابع به تصمیم‌گیرندگان و تحلیل‌گر و درک آن‌ها از رابطه‌ی میان گزینه‌ها و شاخص‌ها بستگی دارد. در هر تابع صفر، یک و یا هر دو پارامتر زیر وجود خواهند داشت: q آستانه‌ای است که ناحیه‌ی بی‌تفاوتی نام گرفته است؛ p آستانه‌ای است که ناحیه‌ی ترجیح کامل نام گرفته است و δ پارامتری است که فاصله میان q و p را نشان می‌دهد.

در این روش، شاخص ترجیح چندمعیاره برای هر جفت از گزینه‌ها به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k W_j P_j(a, b), \left(\sum_{j=1}^k W_j = 1 \right) \quad (۵)$$

به طوری که W_j ($j=1, 2, \dots, 3$) نشان‌دهنده‌ی وزن‌های نرمال شده هر معیار بوده که تعیین این اوزان بر عهده‌ی تصمیم‌گیرنده خواهد بود. در نهایت برای هر $a, b \in A$ جریان‌های غیررتبه‌ای زیر تعریف می‌شود:

جدول (۲): توابع ترجیح مورد استفاده در روش پرومته (Brans & Mareschal, 2005)

نوع	نام	پارامتر	رابطه	شکل	شرح
۱	معیار عادی	-	$P(d) = \begin{cases} 0 & d = 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$		در صورتی که امتیازات دو گزینه برابر باشد، هیچ تفاوتی وجود نخواهد داشت
۲	معیار بخشی (شکل u)	q	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ 1 & d > q \end{cases}$		تا زمانی که تفاوت امتیازات دو گزینه کمتر از q باشد، هیچ تفاوتی وجود نخواهد داشت
۳	معیار V شکل (معیار خطی)	P	$P(d) = \begin{cases} \frac{d}{P} & d \leq P \\ 1 & d > P \end{cases}$		با تغییر امتیازات در فاصله صفر تا P میزان اولویت به صورت خطی تغییر می کند. اگر تفاوت بیشتر از P باشد، گزینه مورد نظر کاملاً اولویت دارد.
۴	معیار هم سطح	q, P	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{1}{2} & q < d \leq P \\ 1 & d > P \end{cases}$		اگر تفاوت امتیازات دو گزینه کمتر از q باشد، هیچ تفاوتی وجود ندارد. در صورتی که تفاوت بین دو مقدار P و q باشد، یک برتری نسبی وجود دارد. اگر میزان تفاوت بیش از P باشد، اولویت کامل وجود دارد.
۵	معیار V شکل با ناحیه بی تفاوتی	q, P	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{d-q}{P-q} & q < d \leq P \\ 1 & d > P \end{cases}$		اگر تفاوت امتیازات دو گزینه کمتر از q باشد، هیچ تفاوتی وجود ندارد. با تغییر امتیازات در فاصله q تا P میزان اولویت به صورت خطی تغییر می کند. اگر میزان تفاوت بیش از P باشد، اولویت کامل وجود دارد.
۶	معیار گاوسی	delta	$P(d) = 1 - e^{-\frac{d^2}{2\delta^2}}$		با تفاوت میان امتیازات گزینه ها، میزان اولویت بر طبق رابطه افزایش می یابد.

۶- محاسبه شاخص ارجحیت چند معیاره (ϕ) و رتبه بندی گزینه ها بر اساس آن.

یافته ها

با محاسبه میانگین پاسخ های داده شده به سؤالات مربوط به هر کدام از شش معیار در نظر گرفته شده در ۵ شرکت منتخب مورد بررسی، ماتریس تصمیم گیری زیر محاسبه شده است. (جدول ۳)

جدول (۳): ماتریس تصمیم گیری

شرکت های منتخب	معیارهای زنجیره تامین سبز	تامین و خرید	طراحی	تولید	بسته بندی	حمل و نقل و توزیع	هزینه
شرکت ۱*	۶/۲۸	۶/۲۵	۷/۶۹	۶/۵	۵	۴/۶۶	
شرکت ۲	۴/۴۲	۵/۲۵	۶/۷۶	۲/۷۵	۴/۸۵	۵/۵	
شرکت ۳	۷/۱۴	۷/۵	۸/۱۵	۸/۲۵	۵/۷۱	۵	
شرکت ۴	۶/۵۷	۶	۸/۳۸	۷	۵/۱۴	۵/۱۶	
شرکت ۵	۵/۲۸	۶/۵	۷/۱۵	۶/۷۵	۶/۲۸	۶/۳۳	

*: به دلیل تعهد محققان مبنی بر محفوظ ماندن اطلاعات این شرکت ها، نام شرکت ها نزد آن ها محفوظ است.

در حالت ریسک‌پذیری برای معیار تامین و خرید سبز با استفاده از رابطه (۴) در زیر نشان داده شده است.

$$Q\left(\frac{1}{6}\right) = \left(\frac{1}{6}\right)^{0.1} = 0.83$$

$$Q\left(\frac{1}{6}\right) = \left(\frac{1}{6}\right)^{0.5} = 0.4$$

با استفاده از رابطه‌ی (۱)، مقدار ارزش تجمیعی مربوط به گزینه‌ها محاسبه شده است. برای حالت ریسک‌پذیری در ارتباط با گزینه‌ی اول این مقدار به صورت

$$F_{A1} = (0.83 \times 0.211) + \dots + (1 \times 0.174) = 1.09$$

محاسبه می‌شود.

جدول (۴) نتایج حاصل از محاسبه میزان سبز بودن شرکت‌های مورد بررسی براساس ریسک‌پذیری و ریسک‌گریزی از طریق روش وزن‌دهی نمای را نشان می‌دهد.

جدول (۴): میزان ریسک‌پذیری و ریسک‌گریزی از طریق روش وزن‌دهی نمای

شرکت ۵	شرکت ۴	شرکت ۳	شرکت ۲	شرکت ۱	α	
۱/۱۶	۱/۱۴	۱/۲۵	۰/۸۸۵	۱/۰۹	۰/۱	ریسک‌پذیر
۰/۸۹۲	۰/۸۸۱	۰/۹۶۰	۰/۶۶۵	۰/۸۴۶	۰/۵	
۰/۶۹۰	۰/۶۹۳	۰/۷۴۳	۰/۵	۰/۶۶۱	۱	خنثی
۰/۵۲۱	۰/۵۲۹	۰/۵۶۱	۰/۳۶۴	۰/۵۰۴	۱/۷	ریسک‌گریز
۰/۴۷۷	۰/۴۸۶	۰/۵۱۴	۰/۳۲۸	۰/۴۶۲	۲	
۰/۲۰۸	۰/۲۲۱	۰/۲۲۲	۰/۱۱۲	۰/۲۰۴	۱۰	

اول به صورت $F_{A1} = (0.211) + \dots + (0.174) = 0.195$ می‌باشد. در جدول (۵) نتایج حاصل از این رتبه‌بندی آورده شده است.

جدول (۶) رتبه‌بندی نهایی این شرکت‌ها، در سه حالت ریسک‌گریز، خنثی و ریسک‌پذیر و با دو نوع وزن‌دهی فازی و نمایی را نشان می‌دهد

پس از نرمالایز کردن ماتریس تصمیم‌گیری فوق با استفاده از نرم ساعتی $(n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum r_{ij}})$ ، در ادامه از دو روش OWA و پرومته برای رتبه‌بندی این شرکت‌ها استفاده شده است. محاسبه‌های مربوط به این دو روش، با استفاده از نرم‌افزار اکسل انجام شده است. همان‌گونه که در قسمت قبل بیان شد در روش OWA برای محاسبه رتبه‌ی هر یک از گزینه‌ها، در ابتدا وزن هر معیار مشخص می‌شود که در این تحقیق از دو روش نمایی و فازی برای وزن‌دهی معیارها استفاده شده است. در روش نمایی، برای تعیین وزن هر یک از معیارها سه حالت ریسک‌پذیری، ریسک‌گریزی و حالت خنثی برای تصمیم‌گیری در نظر گرفته شده که α برابر ۰/۱ و ۰/۵، ریسک‌پذیر و α برابر ۱، خنثی و α بزرگتر از یک ریسک‌گریز می‌باشد. نمونه‌ای از وزن محاسبه شده

در روش وزن‌دهی فازی نیز از طیف $(0, 0.5)$ ، $(0.3, 0.8)$ و $(0.5, 1)$ به ترتیب برای شرایط ریسک‌پذیر، خنثی و ریسک‌گریز استفاده شده است.

نمونه‌ای از وزن محاسبه شده برای معیار طراحی سبز با استفاده از رابطه (۲ و ۳) در حالت ریسک‌پذیری به صورت $W_p = Q\left(\frac{1}{6}\right) - Q\left(\frac{1}{6}\right) = 0.06$ می‌باشد. در نهایت، مقدار عملگر تجمیعی F برای هر گزینه محاسبه گردیده است که برای گزینه

جدول (۵): میزان ریسک‌پذیری و ریسک‌گریزی از طریق روش وزن‌دهی فازی

شرکت ۵	شرکت ۴	شرکت ۳	شرکت ۲	شرکت ۱	(a,b)	
۰/۲۲۸	۰/۲۲۱	۰/۲۴۷	۰/۱۸۶	۰/۲۰۶	(۰, ۰/۵)	ریسک‌پذیر
۰/۲۰۵	۰/۲۰۲	۰/۲۲۲	۰/۱۶۵	۰/۱۹۵	(۰/۳, ۰/۸)	خنثی
۰/۱۸۹	۰/۱۹۰	۰/۲۰۳	۰/۱۳۳	۰/۱۸۵	(۰/۵, ۱)	ریسک‌گریز

جدول (۶): نتایج حاصل از وزن دهی نمایی و فازی تکنیک میانگین گیری وزنی مرتب شده

روش میانگین گیری وزنی مرتب شده						
ریسک پذیر		ختی		ریسک گریز		
وزن دهی نمایی	وزن دهی فازی	وزن دهی نمایی	وزن دهی فازی	وزن دهی نمایی	وزن دهی فازی	
۰/۸۴۶	۰/۲۰۶	۰/۶۶۱	۰/۱۹۵	۰/۴۶۲	۰/۱۸۵	شرکت ۱
۰/۶۶۵	۰/۱۸۶	۰/۵	۰/۱۶۵	۰/۳۲۸	۰/۱۳۳	شرکت ۲
۰/۹۶۰	۰/۲۴۷	۰/۷۴۳	۰/۲۲۲	۰/۵۱۴	۰/۲۰۳	شرکت ۳
۰/۸۸۱	۰/۲۲۱	۰/۶۹۳	۰/۲۰۲	۰/۴۸۶	۰/۱۹۰	شرکت ۴
۰/۸۹۲	۰/۲۲۸	۰/۶۹۰	۰/۲۰۵	۰/۴۷۷	۰/۱۸۹	شرکت ۵

اگر میزان حصول بین ۱ و ۳ باشد امتیاز مربوطه با استفاده از تابع ترجیح V شکل محاسبه شده و در غیر این صورت امتیاز آن صفر می باشد. نمونه ای از شدت ارجحیت معیار تامین و خرید سبز در جدول (۷)، نشان داده شده است.

در روش پرومته و با استفاده از تابع ترجیح V شکل با ناحیه بی تفاوتی ($q=1$ و $p=3$) میزان برتری هر گزینه (شرکت) با توجه به معیارهای زنجیره ای تامین سبز نسبت به یکدیگر محاسبه شده است. در این حالت، گزینه ای که میزان حصولش به معیار مورد نظر بیشتر از ۳ باشد امتیاز ۱ در نظر گرفته می شود.

جدول (۷): شدت ارجحیت معیار تامین و خرید

شرکت ۵	شرکت ۴	شرکت ۳	شرکت ۲	شرکت ۱	تامین و خرید سبز
۱	۰	۰	۰/۴۳	-	شرکت ۱
۰	۰	۰	-	۰	شرکت ۲
۰/۴۳	۰	-	۰/۸۶	۰	شرکت ۳
۰/۱۴	-	۰	۰/۵۷	۰	شرکت ۴
-	۰	۰	۰	۰	شرکت ۵

سپس، با استفاده از روابط (۶، ۷ و ۸) شاخص های ارجحیت چند معیاره محاسبه شده است. جدول (۹)، مقادیر مربوط به این شاخص ها را نشان می دهد.

در جدول فوق ϕ^+ میانگین شاخص های ارجحیت چند معیاره یک گزینه بر سایر گزینه های تصمیم گیری (میانگین سطری) و ϕ^- میانگین شاخص های ارجحیت چند معیاره ی سایر گزینه های

گام بعدی، محاسبه شاخص های ارجحیت چندمعیاره است. این شاخص ها برای هر جفت از گزینه ها با استفاده از رابطه (۵) و از مجموع حاصل ضرب شدت ارجحیت در وزن های نسبی به دست می آید. برای مثال، برای $\pi(1,2)$ که میزان برتری گزینه ی ۱ نسبت به ۲ را نشان می دهد به صورت $\pi(1,2) = (0.43 \times \frac{1}{6}) + \dots + (0 \times \frac{1}{6}) = 0.3$ می باشد. جدول (۸) مقادیر مربوط به آن را نشان می دهد.

جدول (۸): مقادیر مربوط به شاخص ترجیح چند معیاره

شرکت ۵	شرکت ۴	شرکت ۳	شرکت ۲	شرکت ۱	
۰/۱۶۷	۰	۰	۰/۳	-	شرکت ۱
۰	۰	۰	-	۰	شرکت ۲
۰/۱۱۳	۰/۰۶۱	-	۰/۶۰۴	۰/۰۸۱	شرکت ۳
۰/۰۴۱	-	۰	۰/۴۱۷	۰	شرکت ۴
-	۰/۰۲۵	۰/۰۲۶	۰/۳۰۵	۰/۰۷۸	شرکت ۵

تصمیم‌گیری بر گزینه پایه (میانگین ستونی) است. ϕ نیز خالص جریان‌ها برای یک گزینه است. با توجه به وزن‌های به دست آمده برای دو روش وزن‌دهی روش میانگین‌گیری وزنی مرتب شده و شاخص‌های ارجحیت شرکت‌ها، در ادامه و در جدول (۱۰) رتبه‌بندی نهایی شرکت‌های منتخب کاشی استان یزد براساس معیارهای زنجیره‌ی تامین سبز و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پرومته و میانگین‌گیری وزنی مرتب شده ارائه شده است.

جدول (۹): شاخص‌های ارجحیت چند معیاره

ϕ	ϕ^-	ϕ^+	
۰/۰۷۷	۰/۰۳۹	۰/۱۱۶	شرکت ۱
-۰/۴۰۶	۰/۴۰۶	۰	شرکت ۲
۰/۲۰۷	۰/۰۰۶	۰/۲۱۴	شرکت ۳
۰/۰۹۳	۰/۰۲۱	۰/۱۱۴	شرکت ۴
۰/۰۲۸	۰/۰۰۸	۰/۱۰۸	شرکت ۵

جدول (۱۰): رتبه‌بندی نهایی شرکت‌های منتخب کاشی استان یزد بر اساس معیارهای زنجیره‌ی تامین سبز و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پرومته و میانگین‌گیری وزنی مرتب شده

تکنیک پرومته	تکنیک میانگین‌گیری وزنی مرتب شده						شرکت
	ریسک‌پذیر		ختی		ریسک‌گریز		
	وزن‌دهی نمایی	وزن‌دهی فازی	وزن‌دهی نمایی	وزن‌دهی فازی	وزن‌دهی نمایی	وزن‌دهی فازی	
ϕ							
۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	شرکت ۱
۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	شرکت ۲
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	شرکت ۳
۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	شرکت ۴
۴	۳	۳	۳	۲	۲	۲	شرکت ۵

نمایی و فازی نیز بر غنای نتایج افزوده و تصمیم‌گیری دقیق‌تر را به دنبال داشته است.

در پژوهش حاضر نیز، وضعیت شرکت‌های کاشی و سرامیک استان یزد از نظر میزان سبز بودن مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از دو روش میانگین‌گیری وزنی مرتب شده و پرومته رتبه‌بندی شده‌اند. همچنین، با توجه به این‌که امروزه در کشورهای توسعه یافته مساله زنجیره‌ی تامین سبز بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، در سال‌های اخیر این موضوع در ایران نیز از اهمیت خاصی برخوردار شده است. در این تحقیق تلاش شده است با ارائه معیارهای مناسب در این زمینه به مدیران سازمان‌ها در ارزیابی تامین‌کنندگان خود از لحاظ میزان سبز بودن یاری شود. سبز بودن تامین‌کنندگان، سبز بودن کالای تولیدی و در نتیجه سالم‌سازی محیط‌زیست و توسعه پایدار را به دنبال دارد.

استفاده از روش میانگین‌گیری وزنی مرتب شده سبب می‌شود جواب و تصمیم نهایی با دقت بیشتری انتخاب شده و مساله تصمیم‌گیری به واقعیت نزدیک‌تر شود. این روش، توانایی در نظر گرفتن ریسک‌پذیری و ریسک‌گریزی تصمیم‌گیر در فرایند

با توجه به جدول فوق، در هر دو روش میانگین‌گیری وزنی مرتب شده و پرومته شرکت ۳ و ۲ به ترتیب رتبه ۱ و ۵ را به خود اختصاص داده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه، مدیریت محیطی با تاکید بر حفاظت از محیط‌زیست به یکی از مهم‌ترین مسایل مشتریان، سهامداران، دولت‌ها، کارکنان، رقبا و کمیته‌ها تبدیل شده است. در این راستا، تحقیق حاضر با بررسی وسیعی از معیارهای زنجیره‌ی تامین سازگار با محیط‌زیست یا زنجیره‌ی تامین سبز حاصل از تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، که در بخش مربوط به ادبیات تحقیق نیز به آن‌ها اشاره شد، یک چارچوب جامع برای بررسی میزان سبز بودن زنجیره تامین شرکت‌های کاشی و سرامیک ارائه داده که در این بررسی، علاوه بر معیارهای مالی و مشهود، به معیارهای کیفی و نامشهود نیز اشاره شده است. علاوه بر این، استفاده از دو روش تصمیم‌گیری چند معیاره (OWA و پرومته) و نیز لحاظ نمودن ریسک تصمیم‌گیرنده در رتبه‌بندی شرکت‌ها در دو حالت

«هزینه‌های تولید سبز» و «حمل و نقل سبز» نسبت به دیگر معیارها از وضعیت به نسبت بدی برخوردار می‌باشند. به منظور رفع این مشکل، صنعت مذکور باید هزینه‌هایی که به منظور ارایه بسته‌بندی‌های سازگار با محیط‌زیست و استفاده از دستگاه‌های مناسب و کنترل آلودگی هوا می‌پردازد را کاهش داده و با استفاده از روش‌های سازگار با محیط‌زیست میزان سودآوری و بهره‌وری خود را افزایش دهد. از جمله راه‌کارهای مناسب به منظور بهبود حمل و نقل سبز نیز انتخاب شبکه‌های توزیع و مشتریان، با تاکید بر معیارهای محیطی می‌باشد.

رتبه‌بندی شرکت‌های منتخب کاشی استان یزد بر اساس معیارهای زنجیره‌ی تامین سبز و با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پرمته و میانگین‌گیری وزنی مرتب شده نشان می‌دهد که شرکت ۳ و ۲ به ترتیب بهترین و بدترین شرایط را در تولید کالاهای سازگار با محیط‌زیست داشته‌اند. براساس ماتریس تصمیم‌گیری (جدول ۳) شرکت ۲ در معیارهای بسته‌بندی سبز، تامین و خرید سبز و حمل و نقل و توزیع سبز وضعیت بدتری نسبت به دیگر شرکت‌ها دارد. به منظور رفع این مشکل، شرکت مذکور باید از مواد سازگار با محیط‌زیست برای ساخت و بسته‌بندی محصولات استفاده نموده و مواد خود را از تامین‌کنندگانی که مسایل مربوط به محیط‌زیست را رعایت می‌کنند، خریداری کنند همچنین، به بازیافت محصولات و بازاریابی محصولات با تکیه بر آگاهی‌های محیطی مصرف‌کنندگان بپردازد. استفاده از وسایل حمل و نقل مطمئن و کم‌خطر نیز می‌تواند در افزایش توزیع سبز برای این شرکت مفید باشد. با توجه به کیفی بودن معیارهای مورد استفاده، از منطق فازی یا خاکستری در تحلیل‌های مربوط به روش‌های مورد استفاده در این تحقیق می‌توان استفاده نمود. مطالعه این بحث در سایر صنایع به ویژه صنایع آلاینده می‌تواند نتایج ملموس‌تری را در اختیار تصمیم‌گیرندگان بخش صنعت به منظور اتخاذ تصمیم‌های بهتر قرار دهد.

یادداشت‌ها

۱. توسعه‌ی پایدار (Sustainable Development): «توسعه‌ی پایدار» به معنی ارایه راه‌حلی در مقابل الگوهای فانی کالبدی، اجتماعی و اقتصادی توسعه می‌باشد که بتواند از بروز مسایلی همچون نابودی منابع طبیعی، تخریب سامانه‌های زیستی، آلودگی جهانی تغییر اقلیم، افزایش

تصمیم‌گیری را دارا بوده و قادر است تصمیم‌نهایی را بر اساس معیار مذکور اتخاذ نماید (میان‌آبادی و افشار، ۱۳۸۷). روش پرمته نیز به دلیل استفاده از اطلاعات غنی‌تر در مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مانند AHP از اثربخشی بیشتری برخوردار بوده و به تصمیم‌گیرنده این امکان را می‌دهد که بر اولویت‌ها، برتری‌ها و فرضیات تحلیل متمرکز شود (Macharis et al., 2004).

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل‌ها، در ارتباط با شش معیار زنجیره‌ی تامین سبز در صنعت کاشی و سرامیک، معیارهای «تولید سبز» و «بسته‌بندی سبز» از اهمیت بیشتری نسبت به دیگر معیارها برخوردار هستند. در این راستا، تلاش تامین‌کنندگان جهت دستیابی به محصول و فرایندهای سازگار با محیط‌زیست، استفاده از فن‌آوری، تجهیزات و ماشین‌آلات سازگار با محیط، برنامه‌ریزی تولید و کنترل جهت کاهش ضایعات و بهینه‌سازی بهره‌برداری از مواد و استفاده از مواد دارای زیان‌ای کمتر برای محیط‌زیست جهت تولید محصولات، به منظور بهبود در معیار مذکور باید مد نظر قرار گیرد. بر اساس بررسی‌های انجام شده توسط واحد تحقیقات و آزمایشگاه هوای محیط‌زیست در استان یزد، بیشترین میزان آلایندگی در صنایع کاشی و سرامیک، مربوط به ذرات معلق و گازهای خروجی از دودکش این گونه کارخانجات شامل گازهای منوکسیدکربن، اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسید گوگرد و فلئوئور است. به منظور رفع این مشکل، کارخانجات باید انتشار گازهای خطرناکی چون آمونیاک و مونوکسیدکربن را کنترل کنند. توسعه‌ی فضای سبز و تلاش در جهت عدم انتشار ذرات معلق (گرد و غبار) در کاهش آلودگی هوا بسیار مؤثر است که شرکت‌های تولیدکننده کاشی و سرامیک بایستی در این خصوص دقت کافی داشته باشند. اصلاح فرایند تولید، تعویض و تغییر سوخت، انتخاب و استفاده از تجهیزات مؤثر در کنترل آلودگی هوا از دیگر راه‌کارهایی است که می‌تواند در کنترل آلودگی هوای صنایع مذکور نقش به‌سزایی داشته باشد. با توجه به این که پساب شرکت‌های کاشی و سرامیک منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود، لازم است از شیوه‌های مناسبی جهت دفع فاضلاب استفاده شود. در ارتباط با معیار بسته‌بندی سبز، بایستی صنعت مذکور از مواد سازگار با محیط‌زیست برای ساخت و بسته‌بندی محصولات استفاده نموده و از برچسب‌هایی که محصول را متناسب با استانداردهای محیطی نشان می‌دهد، استفاده شود. در این صنعت معیارهای

- | | |
|--|---|
| 4. Restrictions on the use of Certain Hazardous Substances (ROHS) | بی‌رویه جمعیت، بی‌عدالتی و پایین آمدن کیفیت زندگی انسان‌ها حال و آینده جلوگیری کند. |
| 5. Multi criteria decision making (MCDM) | 2. Green Supply Chain Management (GSCM) |
| 6. Ordered Weighted Averaging (OWA) | 3. Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) |
| 7. Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE) | |
| 8. Preference functions | |

فهرست منابع

- ایمانی، م. و احمدی، ا. ۱۳۸۸. مدیریت زنجیره تامین سبز راهبرد نوین کسب مزیت رقابتی، ماهنامه مهندسی خودرو و صنایع وابسته، سال اول، شماره ۱۰، صص ۱۴-۱۹.
- چینی فروش، ح. و شیخ زاده، ح. ۱۳۸۹. رابطه عملکرد سازمان و زنجیره تامین سبز در پتروشیمی کشور، اکتشاف و تولید، شماره ۶۹، صص ۲۶-۳۳.
- طالب‌زاده، س. ۱۳۸۷. مدل مرجع عملیات زنجیره تامین، ماهنامه مهندسی خودرو و صنایع وابسته، سال اول، شماره ۳، صص ۸۷-۹۹.
- دبیری، ف.؛ عباسپور، م.؛ مکنون، ر. و آزاد بخت، ب. ۱۳۸۶. جایگاه محیط‌زیست در قوانین برنامه‌ای پس از انقلاب در ایران، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره نهم، شماره ۱، صص ۸۷-۱۰۰.
- دبیری، ف. و کیانی، م. ۱۳۸۶. بررسی قوانین و مقررات پیشگیرانه از جمله ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در کشور ایران و چند کشور صنعتی، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۹، شماره ۴، صص ۹۵-۱۰۹.
- قلیخانی، م. ۱۳۸۸. مدیریت ضایعات الکترونیکی، اطلاعات علمی، سال ۲۴، شماره ۲، صص ۲۰-۲۵.
- میان‌آبادی، ح. و افشار، ع. ۱۳۸۷. کاربرد روش میانگین‌گیری وزنی مرتب شده (OWA) در تصمیم‌گیری و مدیریت ریسک، اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت استراتژیک پروژه‌ها.
- Behzadian, M.; Kazemzadeh, R.B.; Albadvi, A. & Aghdasi, M. 2010. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications, *European Journal of Operational Research*, 200: 198-215.
- Beamon, B.M. 1999. Designing the green supply chain, *Logistics Information Management*, 12: 332-42.
- Brans, J. & Mareschal, B. 2005. PROMETHEE method cited at: *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, Springer, New York.
- Brans, J.P.; Mareschal, B. & Vincke, P.H. 1986. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method, *European Journal of Operational Research*, 24: 228-238.
- Carter, C.R.; Kale, R. and Grimm, C.M. 2000. Environmental purchasing and firm performance: an empirical investigation, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 36: 219-228.
- Diabat, A. and Govindan, K. 2010. An analysis of the drivers affecting the implementation of green supply chain management, *Resources, Conservation and Recycling*, 55: 659-667.
- Eltayeb, K.; Zailani, T. & Ramayah, S. 2010. Green Supply Chain initiatives among certified companies in Malaysia and environmental sustainability: Investigating the outcomes, *Resources, Conservation and Recycling*, 55: 495-506.
- Herrera, F. & Herrera-Viedma, E. 2000. Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information, *Fuzzy Sets and Systems*, 115: 67-82.
- Hervani, A. & Helms, M. 2005. Performance measurement for green supply chain management. *Benchmarking, An International Journal*, 12: 330-353.

- Hsu, C-W. & Hu, A.H. 2009. Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process, *Journal of Cleaner Production*, 17: 255-264.
- Kainuma, Y. & Tawara, N. 2006. A multiple attribute utility theory approach to lean and green supply chain management, *International Journal of Production Economics*, 101: 99-108.
- Kuo, R.J.; Wang, Y.C. & Tien, F.c. 2010. Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection, *Journal of Cleaner Production*, 18: 1161-1170.
- Lee, H.I.; Kang, H-Y.; Hsu, C-F. & Hung, H-C. 2009. A green supplier selection model for high-tech industry, *Expert Systems with Application*, 36: 7917-7927.
- Macharis, C.; Springael, J.; Brucker, K.D. & Verbeke, A. 2004. PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis. Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP, *European Journal of Operational Research*, 153: 307-317.
- McWilliams, A. & Siegel, D. 2000. Corporate social responsibility and financial performance: correlation or misspecification? *Strategic Management Journal*, 21: 603-609.
- Ninlawan, C.; Seksan, P.; Tossapol, K. & Pilada, W. 2010. The Implementation of Green Supply Chain Management Practices in Electronics Industry, *Proceeding of the International Multiconference of Engineers and Computer Scientists*, 17-19.
- Olugu, E.; Yew Wong, K. & Shaharoun, A.M. 2010. Development of key performance measures for the automobile green supply chain, *Resources, Conversation and Recycling*, 55: 567-579.
- Roa, P. 2002. Green the supply chain a new initiative in south East Asia, *International Journal of Operations and Production Management*, 22: 632-665.
- Sarkis, J. editor. 2006. *Greening the supply chain*. London: Springer.
- Shang, K-C.; Lu, C-H. & Li, S. 2010. a taxonomy of green supply chain management capability among electronic-related manufacturing firms in Taiwan, *Journal of Environmental Management*, 91: 1218-1226.
- Strandberg, C. 2002. *The Future of Corporate Social Responsibility*, VanCity Credit Union, Vancouver.
- Srivastava, S.K. 2007. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review, *International Journal of Management Review*, 9: 53-80.
- Tseng, M-L. & Chiu, A. 2010. Evaluating firm's green supply chain management in linguistic preferences, *Journal of Cleaner Production*, 11: 1-10.
- Utkin, L.V. 2009. Multi-Criteria decision making with a special type of information about importance of groups of criteria, 6th International Symposium on Imprecise Probability: Theories and Applications.
- Vachon, S. & Klassen, RD. 2006a. Extending green practices across the supply chain: the impact of upstream and downstream integration, *International Journal of Operations & Production Management*, 26: 795-821.
- Vachon, S. & Klassen, RD. 2006b. Green project partnership in the supply chain: the case of package printing industry, *Journal of Cleaner production*, 14: 661-71.
- Van Hock, R.I. & Erasmus (2000). From reversed logistics to green supply chains", *Logistics Solutions*, 2: 28-33.
- Vergheese, K. & Lewis, H. 2007. Environmental innovation in industrial packaging, A supply chain approach. *International Journal of Production Research*, 45: 4381-4401.
- 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 & Supply Management*, 14: 69-85.
- Xu, Z. 2005. An Overview of Methods for Determining OWA Weights, *International Journal of Intelligent Systems*, 20: 843-865.
- Yager, R.R. 1988. On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making, *IEEE Trans. Systems, Man Cybernet*, 18: 183-190.

Zsidisin, GA. & Siferd, SP. 2001. Environmental purchasing: a framework for theory development, *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7: 61–73.

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: 1041-1052.

Zhu, Q.; Sarkis, J. & Lai, K-H. 2007. Initiatives and outcomes of green supply chain management implication by Chinese manufactures, *Journal of Environmental Management*, 85: 179-189.

Zhu, Q.; Sarkis, J. & Lai, K-H. 2008. Green supply chain management implications for “closing the loop”, *Transportation Research Parte E*, 44: 1-18.