فصلنامه علمی پژوهشی حسابداری مدیریت
سال هشتم / شماره بیست و هفتم/ زمستان ۱۳۹۴

حسابداری مدیریت زیست محیطی با رویکرد یکپارچه برای طراحی تولید سبز با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی

زهرا پورزمانی[۱]
سعید مشایخی‌فرد[۲]

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۱

چکیده

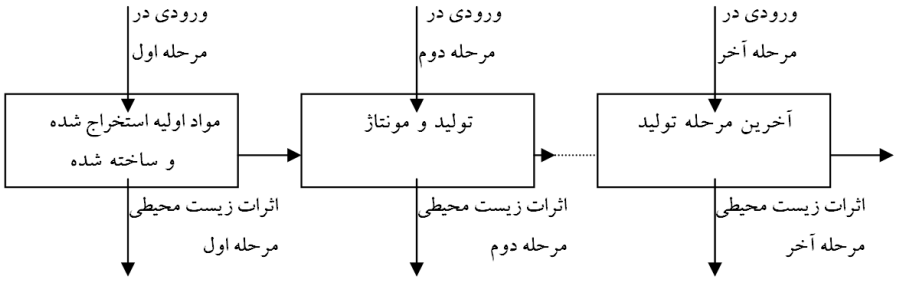
از سال ۱۹۹۰ حمایت از محیط زیست و تولید سبز از مؤلفه های مهم در کسب و کار مدرن تلقی می شود. امروزه دولت ها و مردم به این نتیجه رسیده اند که از روند حرکت تولید و مصرف سبز دفاع کنند . هدف در این روند آلودگی کم، مصرف پایین ، کیفیت بالا و مصرف بهینه منابع کره زمین می باشد بگونه ای که برای نسل آینده یک محیط سالم بر جای بماند . این موضوع باعث شده است که طراحی سبز در محیط رقابتی کنونی، چالش پیش روی سازمان ها باشد .در این راستا برای کنترل بهینه مصرف مواد خام، آب، انرژی و سوخت، ایجاد و دفع ضایعات و پسماند و پیشگیری از آلودگی محیط زیست از ابزارهای حسابداری مدیریت زیست محیطی (EMA) همچون ارزیابی چرخه عمر (LCA) و هزینه یابی چرخه عمر (LCC) استفاده می شود. هدف این پژوهش معرفی یک روش جامع با یکپارچه نمودن مفاهیم ارزیابی چرخه عمر، هزینه یابی چرخه عمر با تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) برای سنجش سبزی محصول و سبزی طراحی محصول به لحاظ ارزیابی ریسک اثرات مختلف زیست محیطی و عملکرد شرکت‌های فعال در صنعت محصولات کاشی و سرامیک می باشد. برای ارزیابی اثرات زیست محیطی از پنج مشخصه پیشنهادی توسط اتحادیه اروپا (۲۰۰۹) و برای ارزیابی عملکرد سازمان از چهار ویژگی مطرح شده توسط مدل سارکیس (۲۰۰۳) استفاده شده است.

واژه‌های کلیدی: حسابداری مدیریت زیست محیطی، تولید سبز، ارزیابی چرخه عمر، تحلیل سلسله مراتبی فازی.

۱- دانشیار، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی. (مسئول کاتبات) Zahra.poorzamani@yahoo.com
۲- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد فیروزکوه و دانشجوی دکتری حسابداری واحد علوم و تحقیقات

۱- مقدمه

افزایش چشم گیر سطح آگاهی مرتبط با نگرانی های زیست محیطی در دهه های گذشته تعجب آور نیست و همین قدر کافیست تا مطالعات متعددی به این سمت سوق پیدا کند. این مطالعات به دقت به توسعه فن آوری های مختلف که می تواند انواع اثرات مخرب زیست محیطی نظیر انتشار کربن را کاهش دهد، اشاره می کنند. تأثیر فعالیت های عملیاتی با توجه به گستره فرایندها نظیر تولید و ساخت نه تنها مقدار زیادی از منابع را مصرف می‌کنند، بلکه دارای اثرات مخرب زیست محیطی می‌باشند که این موضوع در اوایل دهه ۶۰ میلادی منجر به ظهور مفهوم جدید به نام حسابداری مسئولیت‌های اجتماعی (SRA)[۱] در مباحث نظری حسابداری گردید و نویسندگانی از اروپا ، کانادا و استرالیا از قبیل آندرسن، موبلی و لین اوس[۲] در نوشته های خود به آن اشاراتی داشته اند و از میان آنان آندرسن را باید به عنوان پدر این شاخه از دانش حسابداری دانست. مسئولیت اجتماعی شرکت ها به مشارکت داوطلبانه شرکت برای توسعه پاینده فراسوی الزامات قانونی اشاره دارد و یک روش برای کاهش شکاف بین شرکت ها و انتظارات ذینفعان در قالب گزاشگری و افشای اطلاعات اضافی با رویکرد پایندگی[۳] به شمار می رود . اکنون شرکت ها برای اثرات اعمال و فعالیت هایشان بر محیط و جامعه متعهد و مسئول هستند، به گونه ای که توسعه پاینده به عنوان یک بخش ذاتی در ادبیات تجاری تلقی می‌شود و روش های متفاوتی برای در نظر گرفتن و توجه به ابعاد پایندگی در واحد های تجاری وجود دارد. شرکت ها، واکنش های مختلفی در جهت پاسخگویی به تقاضاهای جدید دارند به گونه ای که برخی شرکت ها فرهنگ خود را تغییر داده و در نظر گرفتن مسئولیت اجتماعی شرکت ها را به عنوان هسته اصلی فعالیت‌های تجاری شان پذیرفته اند (مولینا[۴] ، ۲۰۱۰). در این راستا مسئله حفاظت از محیط زیست به عنوان یکی از مهمترین مسائل جامعه بشری مطرح می شود. آسیب به محیط زیست در سه بعد خاک ، هوا و آب در قرن اخیر شتاب بیشتری به خود گرفته است و سیستم مدیریت زیست محیطی بطور بالقوه در حوزه حسابداری مسئولیت اجتماعی سعی در تقلیل اثرات مخرب زیست محیطی دارد. شکل (۱) اثرات منفی و مخرب زیست محیطی در فرایند تولید که متأسفانه در نظر گرفته نمی شود، را به شکل ساده بیان کرده است . به همین دلیل استفاده از تکنیک های اندازه گیری برای ارزیابی اثر محصولات بر محیط زیست ضروری است و پس از آن با انجام اقدامات اصلاحی باید در پی کاهش اثرات مرتبط با آن بود . (بای، سارکیس، وی و کوه[۵] ۲۰۱۲ : میمچی، جوهانسن و ماکوئت ۲۰۱۲). از دیدگاه های مختلف برای مقابله با این مشکل ،شیوه های متفاوتی وجود دارد . یک تصور کلی این است که برای کمک به کاهش این اثرات باید در مرحله طراحی ، زمانی که محصول در حال شکل گرفتن است ، اقدامات پیشگیرانه انجام شود (دانجلیکو و پوجاری[۶] ۲۰۱۰). هزینه های عملکرد و هزینه های زیست محیطی یک محصول در مراحل ابتدای R&D تعیین می شود و در دسترس بودن اطلاعات زیست محیطی و اقتصادی در توسعه محصولات سازگار با محیط زیست امری مهم محسوب می گردد . (ربیتزر[۷] ۲۰۰۲ ؛ اسروف ، سورکوویچ ، مانتابون و ملنیک[۸] ۲۰۰۰).



شکل ۱ : رویکرد چرخه عمر برای اندازه گیری اثرات زیست محیطی یک محصول در طول چرخه تولید

در این حوزه ، ارزیابی چرخه عمر (LCA) که همچنین " از گهواره تا گور[9] " نامیده می شود (سوسای ، فارن و دنت[10] ۲۰۱۲) ، مقادیر اثرات زیست محیطی (به عنوان مثال محصولات مشکل ساز و نامطلوب) در چرخه عمر محصول که شامل استخراج مواد خام (که بخش تدارکات را تحت تأثیر قرار می دهد)، تولید و توزیع و تمام مسیر راه را تا مرحله پایان عمر محصول طی می کند را در نظر می گیرد (جوون و همکاران[11] ۲۰۱۱) . ارزیابی چرخه عمر (LCA) از ۳۰ سال گذشته به عنوان ابزار تجزیه و تحلیل اثرات زیست محیطی توسعه یافت . از این ابزار حتی می توان جهت برنامه ریزی و تعیین نقاط ضعف چرخه حیات فرایند تولید محصول و انتخاب گزینه مناسب و بهینه در بین انواع گزینه ها استفاده نمود . از نتایج ارزیابی چرخه عمر (LCA) حتی می توان در بهبود تطابق پذیری محصول یا خدمت با محیط زیست سود جست . ارزیابی چرخه عمر روشی است برای در نظر گرفتن تمامی جنبه های تولید، توزیع و مصرف یک محصول یا فرایند که فراتر از افق زمانی تولید کنندگان آن محصول یا خدمات را شامل می شود.

در خطوط شکل (۱)، LCA جمعی از ورودها (نظیر منابع و تأسیسات) و خروجی های نامطلوب در رابطه با پوشش اثرات زیست محیطی در کل چرخه عمر محصول ، را در نظر می گیرد و این امر به طراحان محصول برای تعیین اثرات زیست محیطی طرح هایشان کمک می کند که در مواجه با چنین عوامل حیاتی ، گزینه های طراحی مختلفی را انتخاب کنند . برای مثال برای توسعه برند سبز . چنین تحلیلی اجزای مهم و حیاتی را برجسته نموده تا بتوان اقدامات پیشگیرانه و اقدامات اصلاحی را انجام داد. این پژوهش برای سنجش سبزی محصول و سبزی طراحی محصول ، مفاهیم LCA را با تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) ترکیب می کند. هدف ما ارائه یک ابزار علمی برای انجام غربالگری قبل از ارزیابی چرخه عمر و متعاقباً در کل فرایند LCA می باشد. این مدل می تواند طرح های غیر اثر بخش را نشان دهد و منجر به کاهش تعهدات کامل LCA برای همه گزینه ها شود. به عبارت دیگر، روش ما مکمل LCA است و انتظار می رود که برای برجسته نمودن نقش EMA در ارزیابی محصول جدید سبز به کار گرفته شود.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

پرداختن به مسائل زیست محیطی به اواسط دهه ۷۰ میلادی در شرکت های صنعتی برمی گردد که با مفهوم گزارشگری بدهی های زیست محیطی روبرو شدند . شرکت های یاد شده نخست تمایلی به افشای زیان های وارده به محیط زیست در صورت های مالی خود نداشتند ، اما بر اثر مرور زمان و افزایش

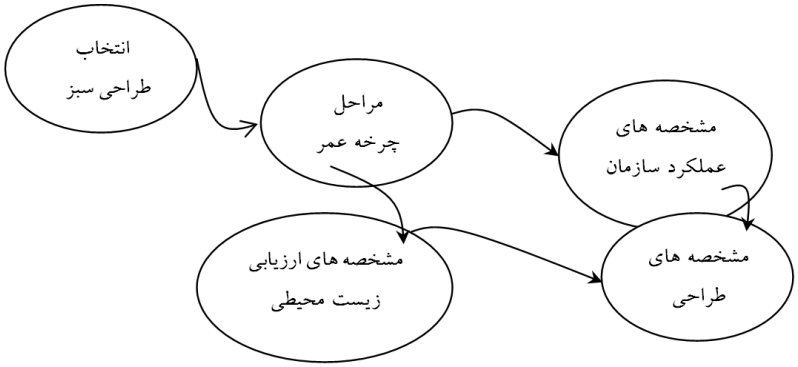
میزان خسارت‌ها، شرکت ها ناگزیر بـه رعایـت ایـن مسائل شدند . در سال ۱۹۹۰ میلادی، هیـأت تـدوین اسـتانداردهای حسـابداری بحـث سـرمایه ای کـردن هزینه های آلودگی محیط زیست را منتشر کـرد و در سال ۱۹۹۵ اسـتاندارد ایـزو ۱۴۰۰۰ بـرای تشـویق و ترغیب شرکت‌ها به رعایت سیاست های حسـابداری محیط زیست به وجـود آمـد. مـواردی از ایـن قبیـل موجب پر رنگ شدن شرایط نامناسب زیست محیطی مثل کاهش منابع مواد خام، افزایش ضایعات و سطوح آلودگی باعث اهمیت بیشتر طراحی سبز شـده اسـت که هدف آن کاهش آلـودگی محـیط زیسـت از زمـان خریـد مـواد خـام، تولیـد، توزیـع تـا زمـان فـروش محصولات و از بین رفتن آن هاست .

در این راستا تولید کاشی و سرامیک به عنوان یکی از پدیده‌های صنعتی همیشه جزو مهم ترین مصالح ساختمانی بوده که زیبایی و پاکیزگی را درمحیط زیست به همراه دارد ولی در عین حال چنانچه نظارت های بهداشتی و زیست محیطی در تهیه و تولید آن به کار گرفته نشده باشد می تواند در ردیف محصولاتی خطرناک و آزار دهنده برای بشر و برای نسل های آتی قرار گیرد. استفاده از انواع مواد معدنی کائولن ها، سیلیکات ها، کربنات ها، سولفات ها در تهیه و تولید بدنه های کاشی و سرامیک بدون توجه به آنالیز شیمیایی و کانی شناسی و همچنین داشتن اطلاعات فیزیکی و مخصوصاً ریز ساختاری نبایستی انجام پذیرد. چرا که از ابتدایی ترین مرحله تولید که همانا شروع بهره برداری از معدن است تا انتقال آن به محل کارخانه، آماده سازی، آرایش و بالاخره شکل گیری می تواند انواع آلودگی ها را ایجاد کند که باید شناسایی شده و از فرآیند تولید حذف گردد. آلودگی های حاصل از پخت و بعد از پخت نیز در صورتی که فاقد دیدگاه های زیست محیطی باشد نیز خود صدمات وارده را دو چندان می نماید. ایران به عنوان چهارمین تولید کننده کاشی و سرامیک در جهان و بزرگترین تولید کننده کاشی و سرامیک در منطقه و با پیش بینی تولید ۶۰۰ میلیون متر مربع کاشی در سال جزو بزرگترین تولید کنندگان آلودگی های زیست محیطی به حساب می آید.

گازهای گلخانه‌ای ایجاد شده در فرآیندهای مختلف تولید کاشی از معدن تا نصب، غیر قابل تصور بوده و چناچه کنترل‌های لازم در این مسیر طولانی و پیچیده در جهت کاهش مصرف انرژی و یا سایر آلودگی ها انجام نگیرد، ایرانی آلوده را برای نسل‌های آینده به جا خواهیم گذاشت. بنابراین ضروری است تا استراتژی محیط زیست در رابطه با صنایع کاشی و سرامیک با توجه به مسایل آلودگی های حاصل در مسیر تولید تدوین و اجرایی شود و از یافته‌های علمی و فن‌آوری‌های جدید در جهت اصلاح خطوط تولیدی سرمایه‌گذاری استفاده تا زمینه‌های جلوگیری از آلودگی فراهم شود .

برخی از مطالعات اخیر تمرکز بر روی مدل هـای تصمیم گیری دارنـد کـه مـی تواننـد مـدیران واحـد تجاری را در رابطه با فعالیت های پایدار کمک کنند . برای مثال شو، چاو و هو [۱۲](۲۰۰۵) مـدل یکپارچـه ای را برای تدوین و فرموله کردن مدل بهینـه سـازی چند هدفه، برای مدیریت زنجیره تأمین سـبز توسـعه دادند. هدف از تدوین این مدل به حداکثر رساند سود خالص در ابتدا و انتهای زنجیره تأمین بود . کاینوما و تاوارا[۱۳] (۲۰۰۶) موضوع استفاده مجدد و بازیافـت را در یک مطالعه موردی انجام دادند که ایـن امـر منجـر به پیشنهاد یک روش سودمند با مشخصه‌هـای متعـدد شد. در حالی کـه تحلیـل داده هـای خروجـی، یـک موضـوع تصـمیم‌گیـری چنـد متغیـره (MCDM[۱۴]) (گربر، گاسنرو مار- اچال [۱۵]۲۰۱۱) است، LCA یک محصول را از چندین جنبه بـا خروجـی‌هـای بسـیار متنوع زیست محیطی پوشش می دهد (به عنوان مثـال

انتشار آلاینده های هوا ، آلاینده های خاک و مصرف انرژی). این موضوع بیانگر این است که LCA و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) دو جفت تمام عیار هستند که به طور مشترک به مشکلات MCDM رسیدگی می کنند. برای مثال، سارکیس (۲۰۰۳) از یک مدل سلسله مراتبی برای کمک به تصمیم گیرندگان با مسائل مدیریت زنجیره تأمین سبز استفاده کرد و AHP را به منظور ارزیابی خروجی های زیست محیطی در مراحل مختلف چرخه عمر پیشنهاد کرد. سارمیننتو و توماس[16] (۲۰۱۰) مناطق بهبود (به عنوان مثال معیارهای مختلف) را زمانی که اجرای فرایند سبز و دیگر ابتکارات AHP می تواند اطلاعات کیفی را رسیدگی کند، شناسایی کردند که استفاده از آن منجر به ایجاد مزایای زیادی برای LCA می شود (چان، وانگ، ویت و ییپ[17] ۲۰۱۳). چان ، وانگ و رافونی[18] (۲۰۱۴) از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) در طراحی سبز در صنایع الکترونیکی استفاده کردند و در انتها سه طرح برای بهبود طراحی محصول ارائه نمودند. در این پژوهش مدل سارکیس (۲۰۰۳) و مدل چان، وانگ و رافونی (۲۰۱۴) مورد پذیرش قرارگرفته، البته با توجه به این که، این مدل تمام چرخه عمر محصول را نظر می گیرد. این موضوع به طور خلاصه در شکل (۲) توضیح داده شده است .



شکل (۲) : مدل پیشنهادی (نمایش در سطح بالا)

تأکید مدل، بر تصمیم گیری در راستای تحولات اخیر در حوزه پایداری حسابداری می باشد.تصمیم های مرتبط با طراحی محصول می‌تواند اثر قابل توجهی بر عملکرد مالی و زیست محیطی بگذارد و رویکردی مناسب در چرخه عملکرد تلقی شود . به هر حال در صورتی که LCA و LCC به عنوان ابزار کلیدی برای رسیدگی این نوع تصمیم ها تلقی می شود (ربیتزر۲۰۰۲) مسائل مربوط به برآوردها و یا جمع آوری اطلاعات مرتبط ، نباید دست کم گرفته شود . برای مثال دانک[19] (۲۰۰۴) نشان داد که استفاده از LCC توسط سیستم های اطلاعاتی تأثیر مثبتی در ارائه اطلاعات درست، دقیق، قابل اعتماد و کامل دارد. همچنین به خوبی مستند شده است که استفاده از مدل های تفصیلی در برابر عدم اطمینان که معمولاً طراحی های مفهومی اولیه را احاطه کرده، مناسب نیست. در واقع این مرحله معمولاً بوسیله ایده های متمایز و بیشمار و جزئیات کمیاب مشخص می‌شود (سوو، پارک ، جانگ و والاس[20] ۲۰۰۲) . علاوه بر این، زمان به بازار آمدن یک محصول یک فاکتور بسیار مهم محسوب می شود و این موضوع سؤالات زیادی را در رابطه با امکان پذیرش LCA و LCC در حمایت از طراحی اولیه محصول مطرح می کند .

مقیاس گسسته در AHP مزیتی است که به سادگی و سهولت برای مقایسه زوجی گزینه های مختلف استفاده می‌شود، اما در مورد متغیرهای نامعلوم، نمی توان از آن استفاده کرد. در سال ۱۹۸۰ برخی از محققین شروع به ترکیب مفاهیم فازی با AHP به شکل FAHP بین رشته کردند (به عنوان مثال وان لارهوون و پدریکز[۲۱] ۱۹۸۳). از آن زمان FAHP در کاربردهای مختلف دیده شده است. عملیات FAHP نسبتاً ساده و قابل درک است. به جای تعیین ارزش قطعی در فرایند مقایسه زوجی، قضاوت با استفاده از پارامترهای زبان شناختی (مثل مهم تر، بسیار مهم) با مشخصه های توابع عضویت فازی استفاده می شود. اگر بیش از یک خبره (متخصص) در گیر در فرایند قضاوت وجود داشته باشد، ماتریس های مختلف باید ترکیب شده و به شکل یک ماتریس دو به دویی یا زوجی ترکیبی تبدیل شود. بعد از این که وان لارهوون ، پدیکز (۱۹۸۳) و بولکی[۲۲] (۱۹۸۵) اولین کار خود را در باب FAHP ارائه کردند، بعد از آن ، آن ها در مطالعات زیادی در روش شناسی تحقیق خود از FAHP استفاده کردند. برای مثال لو و همکاران[۲۳] (۲۰۰۷) برای مشکلات ارزیابی تأمین سبز، تکنیک FAHP را پیشنهاد کردند که البته با مطالعات این پژوهش در این حوزه متفاوت است . با این حال مطالعات آن ها ، مفید بودن FAHP را در چرخه عمر مرتبط با مشکلات حوزه حسابداری مدیریت زیست محیطی پولی MEMA ، ثابت کرد . همچنین این مطالعات به کارگیری FAHP را توجیه می کند .

کانگ و لی[۲۴] (۲۰۱۰) روش FAHP را برای ارزیابی عقلانیت سبز در رابطه با LCA ارائه کردند . ژنگ ، جینگ ، هانگ و گاو[۲۵] (۲۰۱۱) از مدل ارزشیابی FAHP به منظور ارزیابی حذف انرژی در بخش ساختمان استفاده کردند . هر دوی مطالعات، بیانگر توسعه مدل سلسله مراتبی مبتنی بر مفهوم AHP می باشد و اوزان فاکتورهای ارزشیابی از طریق رویه های AHP تعیین می شود. از آن جا که درجه عضویت فازی برای اندازه گیری هر یک از معیارها به ندرت از تحلیل سلسله مراتبی استفاده می کند، رویکرد FAHP کامل نیست و دارای کاستی های می باشد. در حوزه توسعه محصول سبز، نسبت به دیگر حوزه‌ها، ادبیات غنی وجود ندارد. نگ و چواه[۲۶] (۲۰۱۰) مطالعاتی را در رابطه با استفاده از تکنیک اولویت بندی با تشابه به راه حل ایده آل (TOPSIS) به عنوان ابزار تصمیم گیری فازی در FAHP جهت ارزیابی طرح های مختلف انجام دادند. اگر چه بر خلاف مطالعات انجام شده آن ها بحثی از چرخه عمر و مدل سلسله مراتبی به میان نیاوردند، اما مدل آن ها مبتنی به سه عامل اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی است. در واقع تکنیک اولویت بندی با تشابه به راه حل ایده آل فازی (FUZZY TOPSIS) متغیر های کمی و کیفی را برای تحلیل مقایسه‌ای معیارهای مختلف به طور جداگانه طراحی نمی کند و بدین ترتیب به مشکلات تصمیم گیری یک لایه محدود می شود (بوتانی و ریزی[۲۷] ۲۰۰۶) . چان و همکاران (۲۰۱۳) همچنین مدل سلسله مراتبی را برای ارزیابی گزینه های طراحی سازگار با محیط زیست به کار بردند ، اما مدل آن ها حسابداری مدیریت زیست محیطی را در نظر نمی گرفت و فقط متمرکز بر ویژگی های زیست محیطی بود. توزکایا و همکاران[۲۸] (۲۰۰۹) به ارزیابی عملکرد محیطی تأمین کنندگان با استفاده از (FAHP) و روش ساختار یافته ی رتبه بندی ترجیحی برای غنی سازی ارزیابی فازی پرداختند . در این مطالعه معیارهای مدیریت فرایند سبز، کنترل آلودگی ، مدیریت محیطی ، هزینه های محیطی ، تصویر سبز و محصول سبز برای ارزیابی عملکرد مطرح شده و با استفاده از روش FAHP وزن

مربوط به معیارها محاسبه شده است . همچنین کـو و همکـاران[29] (۲۰۱۰) بـا در نظـر گـرفتن شـش بعـد (کیفیـت، هزینـه، تحویـل، خـدمت دهـی، محـیط و مسئولیت اجتمـاعی شـرکت) و بـا اسـتفاده از روش ترکیبی شبکه های عصبی (ANN) و تحلیل پوششـی داده ها (DEA) و تحلیل سلسـله مراتبـی (AHP) بـه ایجـاد سیسـتمی بـرای انتخـاب تـأمین کننـده سـبز پرداختند. همچنین وانگ و لای[30] (۲۰۱۲) مولفه های لجستیک سبز را شناسایی کرده و مـدیریت لجسـتیک سبز را با عملکرد محیطی و عملیاتی ارتباط دادند . در ایران نیز می توان به پژوهش زنجیرچی و همکاران با عنوان ارائـه چـارچوب ارزیـابی سـبز بـودن صـنایع تولیدی بر اساس عملکرد محیطـی و رویکـرد فـازی اشاره کرد که در مورد سه صنعت کاشـی، نسـاجی و فولاد انجام شده که به ترتیب رتبه اول تـا سـوم را از نظر سبز بودن به دست آوردند .

۳- روش شناسی پژوهش

در ایـن پـژوهش هـدف بهبـود در طراحـی سـبز محصول است و نتایج حاصل از آن در رفع نیازهـای اطلاعاتی مدیران حائز اهمیت است، به همین خـاطر این پژوهش بر اساس هدف، روش کاربردی اسـت . از سوی دیگر پژوهش حاضر، به ارزیابی چرخه عمر محصـولات کاشـی و سـرامیک از نظـر خبرگـان می‌پردازد و از این منظر پژوهش توصیفی - پیمایشی مـی باشـد. بـرای جمـع آوری داده هـا و اطلاعـات پژوهش افزون بر منابع کتابخانـه ای از دو پرسشـنامه FAHP استفاده شده است که بر اساس آن پنج ویژگی برای ریسک زیست محیطـی و چهـار ویژگـی بـرای عملکرد سازمان، مورد ارزیابی قرار گرفته شده است.

۴- فرضیه پژوهش

طراحی سبز در چرخه عمر محصول با کاهش ریسک زیست محیطی ربطه دارد.

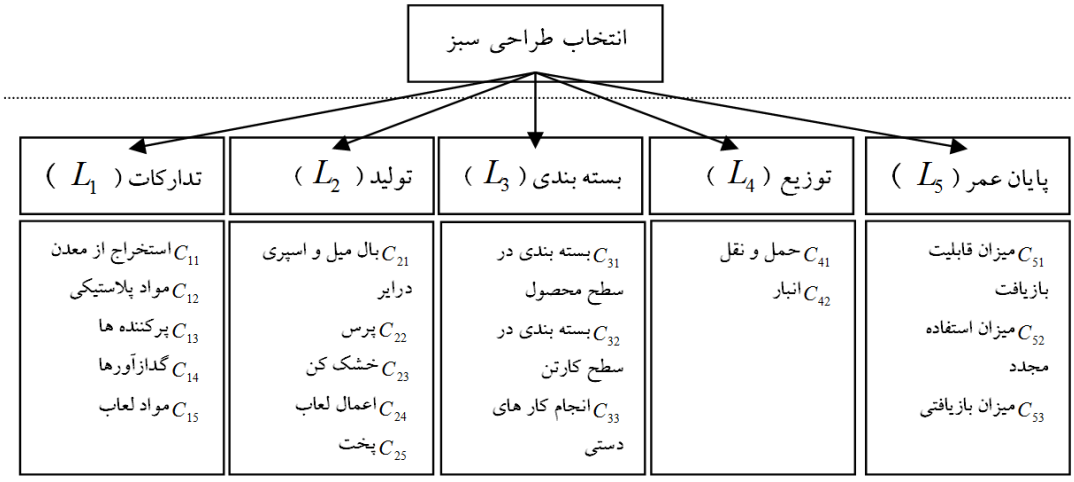
۵- مدل‌های پژوهش

مدل طراحی سبز سلسله مراتبی

در بسیاری از مشکلات تصمیم گیری، اولین گـام ارزیابی، تعریف مسئله مـورد مطالعـه اسـت کـه ایـن موضوع شـامل ارزیـابی معیارهـای مختلـف زیسـت محیطی و ویژگی‌های عملکرد سازمان می شود. برای ارزیـابی، تیمـی از کارشناسـان کـه شـامل طراحـان محصول، مهندسـان، کارکنـان تولیـدی و حسـابداران مدیریت می شود، تشکیل می گردد. کل چرخه عمـر محصول (شامل تدارکات، تولید، بسته بندی، توزیع و پایان عمر) یک تحلیل سیستماتیک مبتنـی بـر اصـول LCA می باشد. در این مطالعه "پایان عمر" به جـای "لجستیک معکـوس" کـه مبتنـی بـر مـدل سـارکیس (۲۰۰۳) می باشد، استفاده شده است. خروجی هـای این مرحله، معیارهای اصلی شناسایی شده ای هستند که از عوامل مؤثر در مرحله بعدی می باشند. مرحلـه بعدی فرایند جمع آوری اطلاعـات اسـت. اطلاعـات مرتبط می تواند از طریق صورت حساب هـای مـواد اولیه و همچنین بازدید از ماشین آلات و درک فراینـد تولید و اطلاعات مرتبط با مصرف مـواد اولیـه جمـع آوری شود .

بعد از این می توان از ساختار سلسله مراتبی برای انتخاب طراحی سبز استفاده کرد. سـطح (۱) سـاختار اهداف کل که ارزیابی طرح می باشد را نشان می‌دهد. چالش اصلی این مرحله این است که چطور می‌تـوان معیارهای ارزیابی طرح را بـه چنـدین معیـار تقسـیم نمود. با کمک مدل سارکیس (۲۰۰۳) این مشـکل بـه سادگی حل می شود . سـطح دوم از سلسـله مراتـب متشکل از ۵ مرحله چرخه عمر است کـه بـه ترتیـب

عبارتنداز: تدارکات (L_1)، تولید(L_2)، بسته‌بندی (L_3)، توزیع (L_4) و پایان عمر (L_5) . سطح سوم شامل زیر معیارهای تصمیم گیری در سطح دوم است که مهم ترین سطح در تجزیه و تحلیل به شمار می‌رود. به طور خلاصه، معیار اصلی در هر مرحله (سطح ۳) باید شناسایی شود. به عنوان مثال در مرحله تدارکات، انواع اصلی مواد اولیه مورد استفاده در محصولات کاشی و سرامیک (همچون در این مطالعه) نظیر مواد پلاستیک، پرکننده ها و یا مواد لعاب باید به عنوان معیار قضاوت در نظر گرفته شوند . داده های مرتبط (نظیر فاکتور برای مواد اولیه) باید جمع آوری شود تا بتوان از مراحل شناسایی حمایت نمود . در مرحله بعدی ، یعنی مرحله تولید ، باید تمام فرایند های اصلی تولید شناسایی شود که این کار می تواند از طریق مشاهده ماشین آلات یا مصاحبه با مهندسین تولید انجام شود . مرحله بعد که مرحله بسته بندی را نمایش می دهد با طراحی بسته بندی محصول مرتبط است . معیارهای تصمیم گیری مرتبط با این مرحله شامل فرایند بسته بندی و مواد مورد استفاده در این مرحله است که رابطه بسیار زیادی با مرحله بعدی، یعنی مرحله توزیع دارد. دلیل این ارتباط این است که طراحی بسته بندی به روی حمل و نقل آن تأثیر گذار است. در مرحله توزیع تمامی عوامل مؤثر بر توزیع نظیر وسیله حمل و نقل مورد بررسی قرار می گیرد . در نهایت در مرحله پایان عمر ، اطلاعات مربوط به استفاده مجدد و بازیافت و باز تولید و معیارهای مرتبط با آن مورد بررسی قرار می گیرد . شمای کلی سطح ۱ ، ۲ و۳ در جدول شماره (۳) نشان داده شده است .



شکل ۳. اولین سه سطح ساختار سلسله مراتبی برای انتخاب طراحی سبز

سطح (۴) شامل پنج مشخصه ارزیابی اثرات زیست محیطی و چهار مشخصه برای ارزیابی عملکرد سازمان به ازای هر معیار در سطح (۳) در نظر گرفته می شود. تعریف معیارهای عملکرد به عنوان نماینده برای سنجش عملکرد سازمان به شکل مسئله تصمیم گیری چند متغیر همیشه با مشکلاتی روبرو می باشد . به طور مناسب رهنمود میزان مصرف انرژی محصولات (ERP) (اتحادیه اروپا ۲۰۰۹) پنج ویژگی ارزیابی را که در این تحقیق استفاده شده است را به این صورت پیشنهاد نمود: (i

) مصرف مواد، انرژی و منابع دیگر (EA_1)، (ii) انتشار درهوا، آب و خاک (EA_2) ، (iii) پیش بینی آلودگی (EA_3)، (iv) تولید مواد ضایع (EA_4) و (v) امکان استفاده مجدد، بازیافت و بازیابی مواد و انرژی (EA_5) . علاوه بر این ، چهار ویژگی عملکرد سازمان که توسط مدل سارکیس (۲۰۰۳) پذیرفته شده عبارتنداز: (i) زمان (OP_1)، (ii) کیفیت (OP_2)، (iii) بهای تمام شده (OP_3) و (iv) انعطاف پذیری (OP_4).

گام نهایی شامل جمع آوری داده های مربوط برای ارزیابی اثرات زیست محیطی با معیارهای تعیین شده مرحله قبلی می باشد . از آنجایی که این LCA کامل نیست ، اطلاعات جامع نیز مورد نیاز نمی باشد، اما در عوض رویکرد ما برای بدست آوردن نتیجه، جمع آوری اظهار نظر متخصصان بوده است. هنگامی که سلسله مراتب ساخته شده و داده ها جمع آوری گردید، پیشنهاد می شود که در بخش بعدی از FAHP برای برآورد اعتبار مقایسه عملکرد زیست محیطی طرح های مختلف در برابر هر معیار استفاده شود . علاوه بر این از آن برای تخمین وزن نسبی برای مراحل چرخه عمر و معیارهای مرتبط استفاده می شود .

مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)

در روش شناسی پیشنهادی ، از مزایای مجموعه تئوری فازی که بوسیله زاده[۳۱] در دهه ۱۹۶۰ توسعه پیدا کرده است، استفاده شده است. این روش متغیرهای مبهم و نامشخص را ترکیب می کند (زاده ۱۹۶۵). مزیت اصلی FAHP تشخیص خروجی های زیست محیطی وعملکرد سازمان در طراحی با استفاده از معیارهای متفاوت از نظر زبان شناختی (به عنوان مثال زیاد و بسیار زیاد) است و یا اختصاص اعداد فازی به جای یک مقدار عددی دقیق که گاهی اوقات بدست آوردن آن امکان پذیر نیست. در این پژوهش از اعداد فازی مثلثی (TFN[۳۲]) استفاده شده است و اولویت های مقیاس فازی مثلثی در جدول (۱) نشان داده شده است .این نوع طبقه بندی برای مقایسه دو مرحله چرخه زندگی با بیان ۹ معیار با اصطلاح مبتنی بر زبان شناختی مطرح شده است .

جدول ۱ - تابع عضویت مقیاس زبان شناختی بر اساس طیف ۹ تایی سوکلی (۲۰۱۲)

اعداد فازی	شرایط زبان شناختی	مقیاس اعداد فازی
۱	ترجیح برابر	(۱ ، ۱، ۱)
۲	ترجیح کم تا متوسط	(۱/۵ ، ۱/۵ ، ۱)
۳	ترجیح متوسط	(۲ ، ۲ ، ۱)
۴	ترجیح متوسط تا زیاد	(۴ ، ۳/۵ ، ۳)
۵	ترجیح زیاد	(۴/۵ ، ۴ ، ۳)
۶	ترجیح زیاد تا خیلی زیاد	(۵ ، ۴/۵ ، ۳)
۷	ترجیح خیلی زیاد	(۶ ، ۵/۵ ، ۵)
۸	ترجیح خیلی زیاد تا کاملا زیاد	(۷ ، ۶ ، ۵)
۹	ترجیح کاملا زیاد	(۹ ، ۷ ، ۵)

در ادبیات رویه استاندارد سازی، FAHP روش های نظیر روش لارهون و پدریکز، بوکلی، تحلیل گسترش یافته چانگ[۳۳]، آنترپی چانگ، برنامه ریزی ترجیحات فازی میخایلوف[۳۴] و روش حداقل مجذورات لگاریتمی وانگ و الهاج و هوآ[۳۵] وجود دارد که در این پژوهش از روش تحلیل گسترش یافته چانگ استفاده شده است. روش به کار گرفته شده در این پژوهش ۸ گام می باشد که به شرح زیر است:

گام اول- ترسیم درخت سلسله مراتبی: در این مرحله ساختار سلسله مراتب تصمیم را با استفاده از سطوح هدف، معیار و گزینه ترسیم می کنیم (شکل ۳) .

گام دوم - با استفاده از نظر خبرگان، ماتریس مقایسات زوجی با بهره‌گیری از اعداد فازی مثلثی

$\tilde{t}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ را بر اساس نظرات چندین تصمیم‌گیرنده تشکیل می دهیم .

گام سوم – میانگین حسابی نظرات خبرگان را به صورت ماتریس زیر محاسبه می کنیم:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & \tilde{a}_{12} & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & (1,1,1) & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

$$i, j = 1,2,\ldots,n$$

$$\tilde{a}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{p_{ij}} a_{ij}}{p_{ij}}$$

گام چهارم – مجموع عناصر سطرها به صورت زیر محاسبه می شود :

$$i = 1,2,\ldots,n$$

$$\tilde{s}_i = \sum_{j=1}^{n} \tilde{a}_{ij}$$

گام پنجم – مجموع سطرها را به شیوه زیر نرمالایز می شود.

$$i = 1,2,\ldots,n$$

$$\tilde{M}_i = \tilde{s}_i \otimes \left[\sum_{i=1}^{n} \tilde{s}_i\right]^{-1}$$

در صورتی که $\tilde{s}_i$ را به صورت (l_i, m_i, u_i) نشان دهیم رابط فوق به ترتیب زیر محاسبه می‌شود.

$$\tilde{M}_i = \left(\frac{l_i}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{m_i}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{u_i}{\sum_{i=1}^{n} l_i}\right)$$

گام ششم – تعیین درجه احتمال بزرگتر بودن: درجه احتمال بزرگتر بودن هر μ_i را نسبت به سایر μ_iها محاسبه و آنرا d'(Ai) می‌نامیم.

درجه احتمال بزرگتر بودن عدد مثلثی فازی $\mu_2=(l_2,m_2,u_2)$ نسبت به عدد مثلثی فازی $\mu_1=(l_1,m_1,u_1)$ برابر است با:

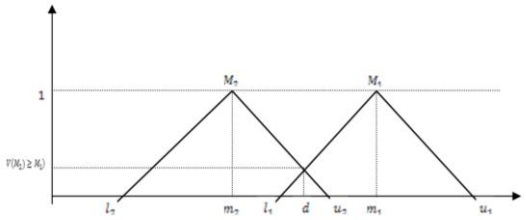
$$V(M_2 \rangle M_1) = \sup_{y \geq x}[\min(\mu_{M1}(x), \mu_{M2}(y)]$$

این رابطه را می‌توان مترادفاً به صورت زیر بیان کرد:

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_2 \cap M_1) = \mu_{M_2}(d)$$

$$= \begin{cases} 1 & \text{اگر } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{اگر } l_2 \geq u_1 \\ \dfrac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$$

که d مختصات بالاترین نقطه در منطقه اشتراک و برخورد دو تابع عضویت μ_{M1} و μ_{M2} می‌باشد.



برای مقایسه M_1 و M_2 محاسبه هر دو مقدار $V(M_2 \geq M_1)$, $V(M_1 \geq M_2)$ ضروری است. درجه احتمال بزرگتر بودن یک عدد فازی محدب (M) از K عدد فازی محدب دیگر $(M_i ; i = 1,2,\ldots,k)$ به صورت زیر تفکیک می‌شود:

$$V(M \geq M_1, M_2, \ldots, M_k) = V[(M \geq M_1) = d'(M), (M \geq M_2), \ldots, (M \geq M_k)] = \min_{i=1,2,\ldots,k} V(M \geq M_i)$$

گام هفتم – نرمالایز کردن: با نرمالایز کردن بردار وزن‌ها، وزن‌های نرمالایز به دست می‌آیند.

$$w = \left[\frac{d'(A_1)}{\sum_{i=1}^{n} d'(A_i)}, \frac{d'(A_2)}{\sum_{i=1}^{n} d'(A_i)}, \ldots, \frac{d'(A_n)}{\sum_{i=1}^{n} d'(A_n)}\right]^T$$

وزن‌های فوق، وزن قطعی (غیر فازی) هستند. با تکرار این فرایند، اوزان تمامی ماتریس‌ها به دست می آید.

گام هشتم – ترکیب اوزان: با ترکیب وزن‌های گزینه و معیارها، وزن‌های نهایی به دست می‌آید.

$$\tilde{U}_i = \sum_{j=1}^{n} \tilde{w}_i \tilde{r}_{ij}$$

سازگاری ماتریس مقایسات زوجی، به عنوان یکی از مهم ترین پیش شرط های تحلیل سلسله مراتبی برای گزینه ها همواره مورد توجه پژوهشگران بوده است چرا که استفاده از ماتریس مقایسات ناسازگار، وزن های اشتباه و غیر واقعی را به دست خواهد داد. بنابراین لازم است پس از بررسی شرایط انتقال پذیری قوی ماتریس‌های مقایسات زوجی، روشی برای آزمایش سازگاری ماتریس‌ها بر اساس این شرایط ارائه شود. گوگوس و بوچر[۳۶] (۱۹۹۸) پیشنهاد دادند برای بررسی سازگاری، دو ماتریس (عدد میانی و حدود عدد فازی) از هر ماتریس فازی مشتق و سپس سازگاری هر ماتریس بر اساس روش ساعتی[۳۷] محاسبه شود.

۶- یافته های پژوهش

در این پژوهش هدف کمک به غربالگری گزینه های طراحی، برای ارزیابی چرخه های عمر بعدی می باشد. در شکل ۳ معیارها و زیر معیارهای طراحی سبز بر اساس سلسله مراتبی مبتنی بر LCA فازی ساخته شده است. پس از آن از روش FAHP برای رتبه بندی مقایسه ای عملکرد زیست محیطی و عملکرد سازمانی در ارزیابی طرح های مختلف استفاده گردید . بعد از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی (گام ۲)، میانگین حسابی نظرات خبرگان (گام ۳) محاسبه شد. برای بررسی سازگاری قضاوت های زوجی خبرگان در ماتریس های FAHP از روش گوگوس و بوچر استفاده شد و ماتریس هایی که در مراحل اولیه، از سازگاری مناسبی برخوردار نبودند اصلاح شده و مجدداً مورد وزن یابی قرار گرفتند تا نرخ آن کمتر از ۰/۱ باشد. جدول ۲ میانگین حسابی نظرات خبرگان را نشان می دهد. در دو ستون آخر این جدول، مجموع عناصر سطرها (گام ۴) و اعداد نرمالایز شده (گام ۵) نشان داده شده است .

جدول ۲ - ماتریس مقایسه ای زوجی ترکیبی برای مراحل مختلف چرخه عمر در سطح ۲

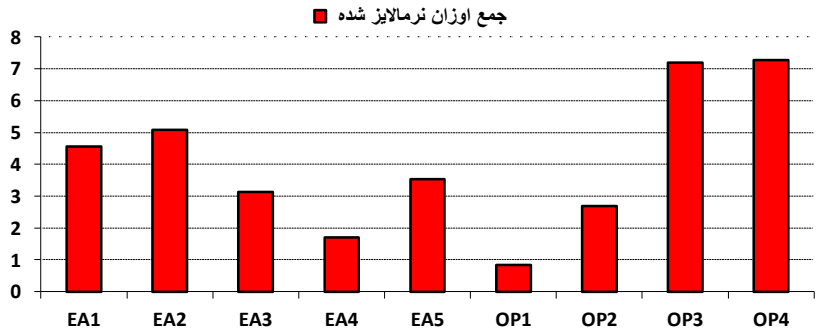
	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	مجموع	نرمالیزه شده
L_1	(1,1,1)	(0/83,0/9,1/08)	(3/3,4/4,4/9)	(3/3,4/5,5/25)	(1/3,2/167,2/25)	(9/8,13,14/5)	(0/2,0/3,0/44)
L_2	(0/9,1/19,1/25)	(1,1,1)	(4,5/08,5/75)	(4/3,5/167,5/75)	(2/3,3/16,3/5)	(12/61,15/6,17/2)	(0/28,0/388,0/5)
L_3	(0/2,0/2,0/31)	(0/18,0/2,0/27)	(1,1,1)	(1,1/17,1/17)	(0/55,0/55,1)	(2/9,3/15,3/7)	(0/06,0/07,0/11)
L_4	(0/2,0/23,0/3)	(0/17,0/19,0/24)	(0/89,0/89,1)	(1,1,1)	(0/6,0/6,0/9)	(2/87,2/9,3/4)	(0/06,0/07,0/1)
L_5	(0/5,0/5,0/89)	(0/3,0/3,0/55)	(1,1/8,1/8)	(1/33,1/83,1/9)	(1,1,1)	(4/16,5/5,6/2)	(0/1,0/14,0/19)

بعد از نرمالایز کردن سطرها در گام ۶ و ۷ درجه احتمال بزرگتر بودن هر μ_i را نسبت به سایر μ_i ها محاسبه کرده و اقدام به نرمالایز کردن ماتریس اوزان فوق می شود تا وزن نرمالایز شده معیارها به دست آید . این فرایند برای سطح ۳ و سطح ۴ انجام شده و اثرات هر یک از زیر معیارهای چرخه عمر بر پنج مشخصه ارزیابی اثرات زیست محیطی و مجدداً با ترکیب همه ارزیابی های خبره ، ماتریس مقایسه ای زوجی ترکیبی از معیارها برای رتبه بندی عملکرد سازمانی در رابطه با مراحل چرخه عمر و ارتباط معیارهای آن در حوزه های مهم و برجسته برای بهبود طراحی در جدول ۳ مطرح شده است . بر اساس روش فوق ، جمع ریسک زیست محیطی و رتبه بندی عملکرد سازمانی هر مشخصه ارزیابی ، با توجه به معیارهای انفرادی در طول چرخه عمر محاسبه می شود . همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است،

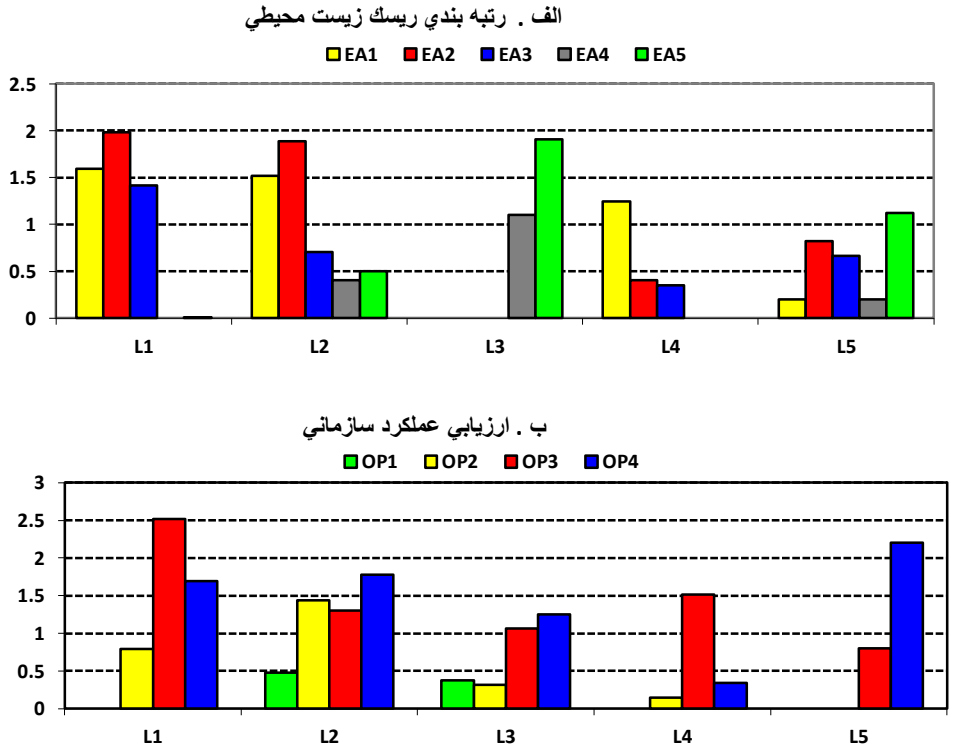
در میان ویژگی های ارزیابی زیست محیطی EA_2 (انتشار در هوا، آب و خاک) و EA_1 (مصرف مواد، انرژی و منابع دیگر) به ترتیب اولین و دومین ویژگی مهم می باشند و از میان ویژگی های ارزیابی عملکرد سازمان ، انعطاف پذیری (OP_4) و هزینه (OP_3) در رتبه بالاتر قرار گرفتند . علاوه بر این شکل ۵ نشان می دهد درجه ریسک زیست محیطی هر ویژگی ارزیابی می تواند مطابق مرحله چرخه عمر، بیشتر تحلیل شود به عنوان مثال اگر عملکرد زیست محیطی مختلف در نظر گرفته شود، مرحله ۱و ۲ چرخه عمر مهم تر هستند و در نتیجه تلاش بیشتر باید متمرکز بر مرحله تدارکات و طراحی فرایندهای تولید باشد تا از این طریق ریسک اثرات زیست محیطی کاهش یابد .

جدول ۳ – رتبه بندی ارزیابی ریسک زیست محیطی و عملکرد سازمانی

سطوح	درجه بزرگتری نهایی	اوزان نرمالایز شده	ارزیابی ریسک زیست محیطی – بر حسب رتبه					ارزیابی عملکرد سازمانی – بر حسب رتبه			
			EA_1	EA_2	EA_3	EA_4	EA_5	OP_1	OP_2	OP_3	OP_4
سطح ۲											
تولید	۱	۰/۵۸۱									
تدارکات	۰/۷۲۱	۰/۴۱۹									
بسته بندی	۰	۰									
توزیع	۰	۰									
پایان عمر	۰	۰									
سطح ۳ – تولید											
پخت	۱	۰/۶۹۸	۲	۱	۳	۴	۵	۳	۴	۲	۱
خشک کن	۰/۴۳۲	۰/۳۰۲	۳	۱	۲	۴	۵	۴	۱	۳	۲
بال میل و استری درایر	۰	۰	۱	۳	۴	۵	۲	۴	۲	۳	۱
پرس	۰	۰	۳	۴	۵	۱	۲	۴	۱	۲	۳
اعمال لعاب	۰	۰	۲	۱	۳	۴	۵	۲	۴	۳	۱
سطح ۳ – تدارکات											
مواد پلاستیکی	۱	۰/۵۴۱	۳	۲	۱	۴	۵	۴	۳	۱	۲
پرکننده ها	۰/۸۴۹	۰/۴۵۹	۱	۳	۲	۴	۵	۴	۳	۲	۱
استخراج از معدن	۰	۰	۲	۱	۳	۴	۵	۳	۲	۱	۴
گداز آورها	۰	۰	۲	۱	۳	۴	۵	۴	۳	۲	۱
مواد لعاب	۰	۰	۲	۱	۳	۵	۴	۴	۳	۲	۱
سطح ۳ – بسته بندی											
در سطح محصول	۱	۰/۸۰۳	۳	۴	۵	۲	۱	۲	۴	۳	۱
در سطح کارتن	۰/۲۴۶	۰/۱۹۷	۳	۴	۵	۲	۱	۴	۳	۲	۱
انجام کار دستی	۰	۰	۳	۴	۵	۲	۱	۳	۴	۲	۱
سطح ۳- توزیع											
حمل و نقل	۱	۱	۱	۲	۳	۴	۵	۳	۴	۱	۲
انبار	۰	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۴	۲	۱	۳
سطح ۳ – پایان عمر											
قابلیت بازیافتی	۱	۰/۹۸۲	۴	۱	۲	۵	۳	۳	۴	۲	۱
قابلیت استفاده مجدد	۰/۰۱۹	۰/۰۱۸	۳	۴	۵	۲	۱	۳	۴	۲	۱
میزان بازیافتی	۰	۰	۴	۱	۲	۵	۳	۳	۴	۲	۱

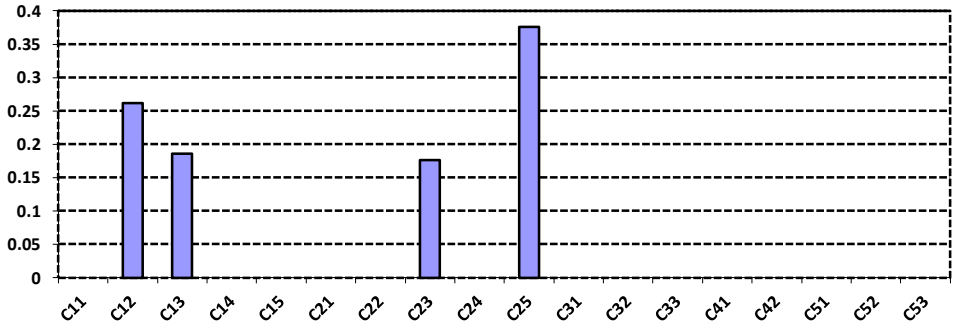


شکل ۴ . وزن کلی ویژگی های ارزیابی عملکرد زیست محیطی و سازمانی



شکل ۵ . ویژگی های ارزیابی از جنبه مراحل چرخه عمر محصول و رتبه بندی ریسک محیطی و عملکرد سازمانی

شکل ۴و ۵ مناطق برجسته که طراحان باید به آن توجه کنند را نشان می دهد . بررسی مجدد معیارهای انفرادی در مرحله چرخه عمر بسیار حیاتی است به طوری که معیارهای انتقادی با اثرات زیست محیطی و سازمانی بیشتر ، می تواند در روند بهبود، شناخته شود . با اشاره به این مورد در این پژوهش، جمع آوری رتبه های مختلف عملکرد زیست محیطی و عملکرد سازمانی با توجه به معیارهای ارزیابی چرخه عمر (شکل ۶) نشان می دهد که C_{25}(مرحله پخت)، C_{12}(مواد پلاستیکی) ، C_{31}(پرکننده ها) و C_{23} (مرحله خشک کن) چهار معیار مهم در بین تمام معیارهای چرخه عمر محصول هستند .



شکل ۶ . جمع آوری معیارهای عملکرد زیست محیطی و سازمانی با توجه به معیارهای ارزیابی چرخه عمر

۷- نتیجه گیری و بحث

در ایـن مطالعـه رویکـرد FAHP بـرای توسـعه محصول سبز در سراسر چرخه عمر محصول با اشاره به مراحل چرخه عمر در رابطه با محصـول کاشـی و سرامیک مورد بررسی قرار گرفـت. یکـی از مزیـت های عمده FAHP این است که آن توانایی یکی کردن پارامترهای نامعین از طریق استفاده از اعـداد فـازی را به جای اعداد دقیق در هنگام ارزیابی عملکـرد دارد . علی الخصوص روش یکی کردن مفاهیم فازی بـرای مقابله با عدم قطعیت می باشد . همان طـور کـه مـی توان از مطالعه مـوردی مشـاهده نمـود، مـدل، شـامل عملیات پیچیده ریاضی نیست، اما با در نظـر گـرفتن عدم قطعیت ، به اندازه کافی قوی و کارآمد در ترکیب دانش تصمیم گیری می باشد. علاوه بر این ، رویکرد فوق می تواند به شرکت ها کمک کند تا با دقـت بـه معیارهایی که تأثیر منفی قابل توجهی در ارزیابی های زیست محیطی مختلف می گذارد ، اشاره کنند و قادر است گزینه های مختلفی را که به طور مداوم و پایدار منجر به توسعه محصول جدید مـی شـود را در نظـر بگیرد. چرخه عمر محصول کوتـاه و سـرعت سـریع تکنولوژی در این صنعت بدین معنی است که استفاده از LCA به منظور بررسی همه گزینـه هـای طراحـی، نیاز به زمان نسبتاً طولانی دارد که عمـلاً غیـر ممکـن است (کوپر و فاوا[۳۸] ۲۰۰۸). مدل ما بـه منزلـه یـک ابزار غربالگری سریع برای تکمیـل LCA در توسـعه محصول سبز می باشد که برای رسیدگی بـه نگرانـی های مشتری و فشارهای نظارتی ماننـد دسـتور ErPr (اتحادیه اروپا ۲۰۰۹) بـه کـار گرفتـه مـی شـود. بـه عبارت دیگر با استفاده از این روش برای اندازه گیری "سبزی" گزینه های مختلف طراحی می توان گزینـه هـای مـوردنظر را در زمـان غربـالگری گزینـه هـای ضعیف، شناسایی کرد . بعد از آن می توان از LCA به طور کامل در مرحله بعد استفاده کرد تا با کاهش قابل توجه زمان ، به توسعه همـه جانبـه منجـر شـود . در مجموع روش پیشنهادی با ماهیـت صـرفه جـویی در هزینه ها جهت بهبـود توانـایی حسـابداری مـدیریت زیسـت محیطـی در ارزیـابی طـرح هـای پیشـنهادی محصول، به کار گرفته می شود .

طراحی محصولات سازگار بـا محـیط زیسـت بـا پیشرفت تکنولوژی به طور فزاینده در مدیریت پایدار عملکرد زنجیره تأمین، اهمیت پیـدا مـی کنـد . بـرای مثال کوره های رولری پخت سریع، انتشـار ترکیبـات فلوئور موجود در بدنه های رسی و ترکیبـات سـرب موجود در لعاب ها را کاهش داده است . همچنین می توان با استفاده از مواد با اثرات زیست محیطی کمتـر (مثل کاهش بور و دیگـر ترکیبـات مضـر در لعـاب)، استفاده بهینه از سـوخت بـا رانـدمان احتـراق بـالا و درصـد سـولفور کمتـر، اسـتفاده از فـن آوری هـای

مناسب (مانند سیستم انتقال پودر کـه از انتشـار غبـار جلوگیری می کند)، مدیریت مسئولانه فرایندهایی بـا اثر زیست محیطی بالا(مانند آسیاب و شستشوی خط لعاب کاری)، کنترل مداوم کارایی فرایند تولید به ویژه واحدهای حرارتی (کوره ها، خشک کن ها و اسـپری درایرها)، نصب سیستم های مؤثر جدایش آلاینده ، به کارگیری بهترین فـن آوری هـای موجـود در مرحلـه طراحی کارخانه ، تحقیق در مورد سیستم های کارآمد برای پخش ضایعات تلخیص شده (ضـایعات گـازی، مایع یا جامد) و تحقیق درزمینه بازیافت ضایعات بـه کاهش اثرات زیست محیطی، کمک فراوانی نمود.

به طور کلی این مطالعه به پایداری حسابداری به چندین روش کمک می کند . اول آن کـه رویکـردی است که توسط کلیه گروه های درون سازمانی و برون سازمانی پذیرفتـه شـده، در نتیجـه بـه رشـد مباحـث مربـوط بـه نقـش حسـابداری پایـدار در حمایـت از تصمیم گیرندگان به جای ارائه اطلاعات به سهامداران خارجی کمک می کند. همچنین مدل پیشنهادی اجازه می دهد تا عوامل مالی و غیر مالی در رابطه با هزینـه منفعت مسائل زیست محیطی در نظر گرفته شوند.

علاوه بر این داده های کیفی شـامل هزینـه هـا و منفعت هـای نامشـهود مـی توانـد منظـور شـود . در نهایت پذیرش جهت گیری چرخه عمر و احتمال این که شامل داده های کمی و کیفی پیشنهادی شـود کـه این موضوع اهمیت چشم انداز گسترده تری را هنگام ارزیابی عملکرد زیست محیطی طـرح هـای مختلـف نشان می دهد. بدین ترتیب مـدل ارائـه شـده توسـعه زنجیره تـأمین را جهـت حسـابداری پایـدار افـزایش می‌دهد .

فهرست منابع

* باغشاهی، سعید، میر حبیبی، علیرضا و خشایار بدیعی، (۱۳۸۲)، اثرات زیست محیطی صنعت کاشی، اولین سمینار تخصصی محیط زیست و رنگ، پژوهشکده صنایع رنگ ایران
* پاکروان، لقمان. (۱۳۹۱). حسابداری توسعه پایدار، مجله حسابرس، شماره ۶۲
* حجازی، رضوان، قنبری، یوسف. (۱۳۹۰). مقدمه‌ای بر حسابداری مدیریت زیست محیطی، مجله پژوهش حسابداری، دوره ۱، شماره ۲
* حساس یگانه، یحیی. (۱۳۹۳). مبانی نظری مسئولیت اجتماعی شرکت ها ، مجله حسابداری مدیریت، سال هفتم، شماره ۲۲ .
* خودی، مریم. موسوی، سید محمد جواد. (۱۳۸۸). ارزیابی چرخه عمر فناوری های تولید برق با رویکرد کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، هفتمین همایش ملی انرژی
* رهنمای رودپشتی، فریدون، جوهرچی، طاهره. (۱۳۸۶). بررسی تأثیر استقرار نظام مدیریت محیط زیست (ISO 14000) بر انعکاس هزینه ها، مجموعه مقالات، سخنرانی ها و مطالب تخصصی مالی و حسابداری ، تهران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز
* زنجیر چی، سید محمود،اسدیان اردکانی، فائزه، عزیزی، فاطمه و سمیه مروج. (۱۳۹۲). ارائه چارچوب ارزیابی سبز بودن صنایع تولیدی بر اساس عملکرد محیطی و رویکرد فازی (مطالعه موردی: صنایع کاشی، فولاد و نساجی استان یزد)، مجله محیط شناسی، سال ۳۹ ، شماره ۱
* زنجیر چی، سید محمود، (۱۳۹۰). فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی، تهران، انتشارات صانعی شهمیرزادی
* صفری سالی، رضا، (۱۳۹۱). راهنمای تدوین طرح تحقیق، تهران، انتشارات جامعه و فرهنگ
* عالمشاه، سید امین. (۱۳۹۳) . بررسی عوامل مؤثر در اتخاذ روش های حسابداری مدیریت زیست

محیطی، مجله حسابداری مدیریت ، سال هفتم، شماره ۲۲ .

* عسگری، محمد رضا، (۱۳۸۶) . حسابداری مسئولیت اجتماعی، ماهنامه تدبیر، سال ۱۸، شماره ۱۸۹
* ملانظری، مهناز. (۱۳۸۲) . حسابداری مدیریت محیط زیست ، مجله پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی، سال سوم ، شماره ۸
* یوسفی، عباس. (۱۳۹۳) . نقش صنایع کاشی و سرامیک در آلودگی های زیست محیطی و راه های جلوگیری و روش های نوین بازیافت، اولین کنفرانس بین المللی کاشی سرامیک و چینی بهداشتی ایران، در دسترس در: http://www.icts-2014.com

* Abdel-Kader,M.G.,&Dugdale,D.(2001). Evaluting investment in advanced manufacturing technology : a fuzzy set theory approach. . The British Accounting Review,33(4),455-486
* Chan,H.K.,Wang,X., Raffony,A.(2014). An integrated approach for green design: Life-cycle, fuzzy AHP and environmental management accounting. The British Accounting Review,46(4).344-360
* Chang, D.Y. (1992), Extent Analysis and Synthetic Decision, Optimization Techniques and Applications, World Scientific, Singapore, 1: 352.
* Fahimnia,B.,Sarkis,J.,Davarzani,H.(2015). Green supply chain management: A review and bibliometric analysis. Int. J.Production Economics,162,101-114
* Hsieh,T.Y,Lu,Sh.T.,Tzeng,G.H.(2004). Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. International Journal of Project Management ,22, 573–584
* Hsu, C.W., Hu, A.H., 2008. Green supply chain management in the electronic industry. International Journal of Environmental Science and Technology 5, 205-216.
* Sarkis ,J.(2003) . A strategic decision framework for green supply chain management . Journal of Cleaner Production, 11(4) , 397-409

یادداشت‌ها

[1] social responsibility accounting
[2] Anderson, Mobli & linous
[3] Sustainability
[4] Molina
[5] Bai,Sarkis,Wei & Koh
[6] Dangelico & Pujari
[7] Rebitzer
[8] Sroufe,Curkavic,Montabon, & Melnyk
[9] Crable to grave
[10] Soosay,Feame, & Dent
[11] Guinee et al
[12] Sheu,Chou.and Hu
[13] Kainuma and Tawara
[14] Multi-Criterion Decision-Making
[15] Gerber,Gassner, &Marechal
[16] Sarminento and Thomas
[17] Chan,Wang,White, & Yip
[18] Chan,Wang and Raffoni
[19] Dunk
[20] Seo,Park,Jang, & Wallace
[21] Van Laarhoven & Pedrycz
[22] Buckley
[23] Lu et al
[24] Kang and Li
[25] Zheng,Jing,Huang,and Gao
[26] Ng and Chuah
[27] Bottani & Rizzi
[28] Tuzkaya et al
[29] Kuo ae al
[30] Wong and Lai
[31] Zadeh
[32] Triangular fuzzy number
[33] Chang
[34] Mikhailov
[35] Wang,Elhag, and Hua
[36] Gogus and Boucher
[37] Saaty
[38] Cooper & Fava