

طراحی سبز محصول: رویکردی نو در حسابداری مدیریت محیط زیست

محمد نوروژی^{۱*}

MNoroozi_1451@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۰

چکیده

توسعه اقتصادی و روند رو به رشد فعالیت‌ها و بازارهای تجاری، اگرچه در راستای رشد اقتصادی و رفاه اجتماعی بشر صورت گرفته است، اما همراه با فشار بر سیستم‌های طبیعی کره زمین و استفاده از منابع غیر قابل تجدید بوده، که منجر به استخراج بیش‌تر منابع طبیعی، تجمع مواد زاید و تخریب محیط زیست شده است. این مقاله با مطرح کردن حسابداری مدیریت محیط زیست، به عنوان یکی از عوامل اثرگذار در مدیریت محیط زیست و منابع طبیعی موجود، به تبیین مفهوم طراحی تولید سبز و فرآیند عملیاتی آن در به کارگیری تولید محصول شرکت‌ها می‌پردازد.

نتایج کلی، بر اساس مبانی نظری ارائه شده نشان می‌دهد که فرآیند تولید سبز با هدف طراحی محصولی سازگار با محیط زیست به تحلیل شرایط موجود و انتخاب معیارهایی برای جایگزینی و ارزیابی طرح‌های مختلف می‌پردازند تا در نهایت به محصولی با اثرات مثبت بر عملکرد شرکت، و حضور در زنجیره تأمین ارزش مدیریت سبز دست یابد.

کلمات کلیدی: محیط زیست، حسابداری مدیریت محیط زیست، طراحی سبز، محصول سبز.

۱- دکتری تخصصی حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، ایران. * (مسوول مکاتبات)

مقدمه

توسعه اقتصادی و روند رو به رشد فعالیت‌ها و بازارهای تجاری، اگرچه در راستای رشد اقتصادی و رفاه اجتماعی بشر صورت گرفته است، اما همراه با فشار بر سیستم‌های طبیعی کره زمین و استفاده از منابع غیر قابل تجدید بوده است. در عصر حاضر با توجه به وجود برخی از محدودیت‌های زیست محیطی به ویژه در تجارت جهانی و محدود شدن عرصه رقابت، به ناچار برخی از واحدهای تجاری برای رفع این محدودیت‌ها، کاهش صدمات محیط زیستی، دستیابی به درآمد بیش‌تر و یا کسب محبوبیت و موفقیت تجاری، مجبور به تحمل هزینه‌های زیست محیطی شده‌اند. بر این اساس توجه به حسابداری زیست محیطی^۱ می‌تواند موضوعی با اهمیت برای مدیران، اجتماع و استفاده‌کنندگان صورتهای مالی باشد (۱).

بنابراین، گزارشگری حسابداری به عنوان یکی از اجزای مهم سیستم اطلاعاتی مدیریت، می‌تواند نقش بسزایی در کمک به حفاظت محیط زیست از سوی شرکت‌های تولیدی آلاینده را بر عهده گیرد. زیرا گروه‌های حافظ منافع محیط زیست (به طور خاص) و عمومی افراد جوامع (به طور عام) علاقمند و مصر بر آگاهی از تأثیرات فرآیند شرکت‌ها بر محیط زیست و فعالیت‌های انجام شده واحدهای مختلف تجاری در راستای همسان‌سازی و سازگاری محصولات تولید شده با محیط زیست هستند. این اطلاعات می‌تواند در قالب گزارش‌های منتشر شده حسابداری در اختیار گروه‌های ذی‌نفع و مدیران قرار گیرد تا بر مبنای آن تحلیل صحیحی نسبت به موضوع دریا بنند (۲). با توجه به آن‌چه بیان شد، حسابداران مدعی آن هستند که در طراحی و افشای اطلاعات مربوط به مخارج انجام شده توسط شرکت‌ها برای حفظ محیط زیست نقش تعیین‌کننده‌ای را در روشننگری اذهان عمومی ایفا می‌کنند. زیرا گزارشگری اطلاعات مرتبط با محیط زیست می‌تواند به ارایه یک دید وسیع و صحیح نسبت به هزینه‌یابی و قیمت‌گذاری محصولات به مدیران ارایه دهد و نیز آن‌که به شرکت‌ها کمک می‌کند تا طراحی‌های فرآیند تولید کالاها و خدمات خود را با تأکید هرچه بیش‌تر بر

روی مسایل زیست محیطی انجام دهند. از سویی دیگر از جنبه رقابتی، کالاها و خدماتی که موارد زیست محیطی در آن رعایت شده باشد می‌تواند برای مشتریان ارجحیت داشته باشد (۳). بنابراین گزارشگری حسابداری محیط زیست، می‌تواند نقش مهم و بااهمیتی را در ارایه مسوولیت‌های اجتماعی واحدهای تجاری ایفا کند. با توجه به مسوولیت تعریف شده صنعت در قابل حفظ و توسعه منابع زیست محیطی، تعیین و اندازه‌گیری آثار فعالیت‌های تولیدی شرکت‌ها در راستای کاهش آثار منفی از قبیل آلودگی محیط و کاهش تنوع زیستی، می‌تواند روند روبه‌رشدی را برای شرکت فراهم آورد. در این مقاله با بررسی ابعاد مربوط به تولید سبز، به اجرای عملیاتی تولید محصولات سازگار با محیط زیست پرداخته می‌شود. بر این اساس، در ادامه به بیان مفهوم حسابداری مدیریت محیط زیست^۲ و مباحثی درباره تولید محصولات با سازگاری بیش‌تر با محیط زیست پرداخته می‌شود. در پایان نیز به مطالعه موردی انجام شده درباره طراحی موفق و سازگار با ویژگی‌های زیست محیطی پرداخته می‌شود.

حسابداری مدیریت محیط زیست

از آن جایی که به طور عام توسعه فعالیت‌های تجاری دست ساز بشر همواره، همراه با برخی ناهنجاری‌ها و آسیب‌های زیست محیطی است، نگرانی‌هایی در این زمینه مطرح بوده است. چارچوب نظری نوین مدیریت محیط زیست به صورت رویکردی متفاوت نسبت به گذشته، به تحلیل فعالیت واحدهای تجاری و ایفای نقش آن‌ها در رابطه با عملکرد زیست محیطی شرکت‌ها پرداخته، و به صورت ویژه به تهدیدهای بالقوه فعالیت‌های عملیاتی شرکت‌ها برای محیط‌زیست و اکوسیستم حاکم بر طبیعت، اشاره داشته است (۴).

از جمله رویکردهایی که در روند کاهش هزینه‌های زیست محیطی و توسعه محصولات با رویکرد سازگاری با محیط زیست، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد حسابداری مدیریت محیط زیست است. به طور کلی، حسابداری مدیریت محیط

همان‌گونه که مطرح شد، حسابداری مدیریت محیط زیست با هدف کنترل و کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی، روند فعالیت تولید را به گونه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهد تا ترکیب خط مشی های زیست محیطی و اهداف تعیین شده کسب و کار، روند توسعه فعالیت واحدهای تجاری سازگار با محیط زیست را رقم زند، که به طور کلی تولید سبز نامیده می‌شود. به طور کلی فرآیند تولید سبز با تأکید بر معیارهای خاص و نوین در روند تولید با هدف کاهش هزینه‌ها و اثرات منفی زیست محیطی، هر دو معیار مالی و زیست محیطی را در تصمیم‌گیری به طور توأما استفاده می‌کند تا در نهایت با انتخاب مناسب‌ترین گزینه طراحی تولید، منجر به تغییرات سازنده در روند فرآیند تولید شرکت شود.

از جمله ابزارهایی که در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرد، ارزیابی چرخه عمر تولید^۴ و هزینه‌یابی چرخه عمر^۵ در تولید محصولات است (۷). ارزیابی چرخه عمر با رویکرد "گهواره تا گور"^۶ به جمع‌آوری و ارزیابی ورودی‌ها و خروجی‌های محصول و اثرات بالقوه زیست محیطی آن در طول چرخه حیات آن می‌پردازد. نظریه‌پردازان ارزیابی چرخه عمر، مفهوم گسترده‌ای از محصول را مطرح می‌کنند که شامل کلیه کالاهای فیزیکی و خدمات مورد استفاده در سطح استراتژیک و کاربردی است که اگر امکان دسترسی به اطلاعات کمی وجود نداشته باشد، می‌تواند جنبه‌های کیفی را در نظر بگیرد تا در حد امکان تصویر کاملی از اثرات زیست محیطی ایجاد کند (۲). ارزیابی چرخه عمر این امکان را فراهم می‌آورد تا اثرات زیست محیطی ناشی در تمامی مراحل چرخه عمر محصول از استخراج منابع و تولید مواد اولیه، تولید نهایی محصول، استفاده از محصول، دورانداختن آن، بازیافت، استفاده مجدد و دفع نهایی محصول، مورد توجه قرار گیرد. حسابداری مدیریت محیط زیست، با استفاده از بازخوردهای تکنیک ارزیابی چرخه عمر، به تجزیه

زیست سازوکاری در اختیار مدیران جهت مدیریت فرآیندهای زیست محیط جهت پیشگیری از آلودگی و بهینه سازی عملکرد اقتصادی و محیطی شرکت‌ها جهت پایداری اطلاعات مالی و غیرمالی است (۲). بر اساس بیانیه مفهومی حسابداری مدیریت، فدراسیون بین‌المللی حسابداران، حسابداری مدیریت محیط زیست عبارت است از مدیریت عملکرد اقتصادی و محیطی از طریق ایجاد و به کارگیری رویه‌ها و سیستم‌های حسابداری مناسب و مرتبط با محیط زیست^۱. در این رابطه بن‌نت و همکارانش بیان کردند، حسابداری مدیریت زیست محیطی همانند خود حسابداری مدیریت، رویکردی آینده‌نگر در برنامه‌ریزی‌های بلندمدت فعالیت‌های واحدهای تجاری است که با جمع‌آوری تمامی اطلاعات در دسترس (مالی و غیرمالی) و با توجه به مؤلفه‌های زیست محیطی، نقش مهمی را توسعه و تولید محصولات جدید، ایفا می‌کند (۵).

به طور کلی انتخاب رویکرد حسابداری مدیریت محیط زیست، برای تصمیم‌گیری مدیران مفید است. ارزیابی سرمایه‌گذاری آگاهانه زیست محیطی^۲، یکی از موارد مهمی است که با توجه به اهداف شرکت و اثرات زیست محیطی، تصمیم‌گیری درباره روند فعالیت آن‌ها صورت می‌گیرد. در این باره حسابداری مدیریت محیط زیست با گزارشگری اطلاعات شفاف درباره فرآیند تولید، با به کارگیری اصول و روش‌های حسابداری برای خلق، حفظ، ذخیره‌سازی و افزایش ارزش، به تأکید بر مسایل زیست محیطی می‌پردازد. یکی راهکارهایی که در راستای حمایت از محیط زیست می‌توان در فرآیند عملیاتی واحدهای تجاری، مورد استفاده قرار گیرد، توجه به طراحی تولید محصول با سازگاری بیش‌تر زیست محیطی و بازیابی اسقاط محصولات است، که اصطلاحاً تولید سبز^۳ نامیده می‌شود (۶).

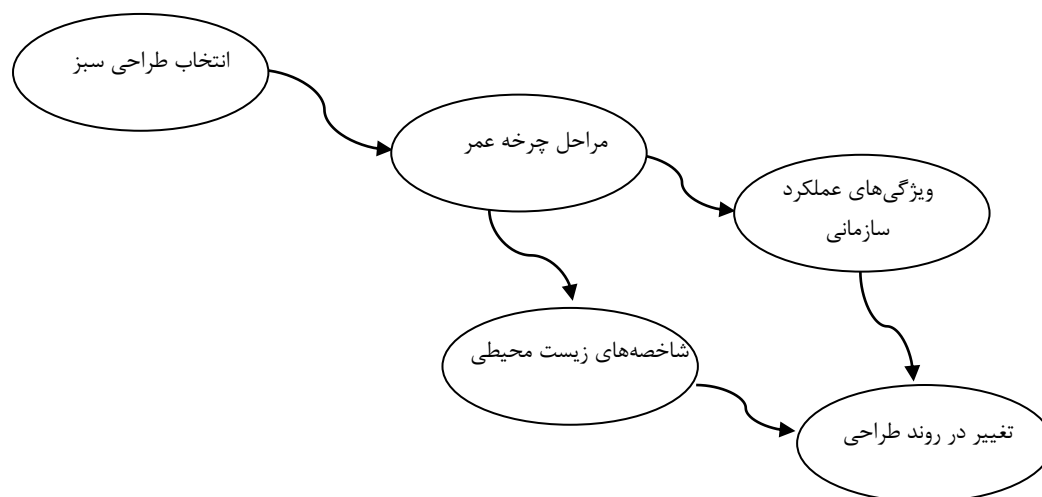
تولید سبز: طراحی مجدد محصول

4-Life-Cycle Assessment (LCA)
5-Life-Cycle Costing (LCC)
6-Cradle to Grave

1-International Guidance Document:
Environmental Management Accounting (2005)
2-Environmentally Conscious Investment Appraisal
3-Green Product

به طراحی محصول است، زیرا اگرچه طراحی محصول تنها درصد بسیار اندکی از کل هزینه‌های محصول را تشکیل می‌دهد، ولی تصمیماتی که در این مرحله اتخاذ می‌شود، واحد تجاری را متعهد به استفاده نوعی مشخص از مواد اولیه، نحوه تولید و توزیع و ارایه خدمات محصول می‌نماید. بنابراین هر چه طراحی محصول با دقت و نظارت بیشتر صورت گیرد، می‌تواند پیامدهای مثبت بیشتری را به همراه داشته باشد. بنابراین با توجه به هدف دستیابی به محصول سبز، شکل (۱) به مراحل مختلف تغییر در روند تولید با رویکرد توجه به مؤلفه‌های زیست محیطی و طراحی سبز محصولات، اشاره دارد.

و تحلیل اثرات زیست محیطی محصولات در همه مراحل چرخه عمر می‌پردازند، تا با کاربرد آن در سیستم هزینه‌یابی چرخه عمر مدیریت مؤثر کاهش هزینه‌ها و کنترل کیفیت، همراه با کم‌ترین ناسازگاری زیست محیطی محقق شود. برای عملیاتی ساختن روند فرآیند ارزیابی چرخه عمر در مراحل مختلف تولید یک واحد تجاری، نیاز به اجرای یک الگوی مناسب جهت دستیابی به یک توسعه پایدار با هدف شفافیت اطلاعات اجتماعی و زیست محیطی است. دستیابی به این هدف، جز با بازنگری در فرآیند پردازش محصول ممکن نیست. از جمله نکات کلیدی، تحقق این هدف توجه ویژه



شکل ۱- مراحل تغییر در روند تولید با توجه به مؤلفه‌های زیست محیطی (۲)

و عمر محصول را مدنظر دارد. بنابراین واحدهای تجاری با تلفیق ویژگی‌های سازمانی خود و شاخصه‌های بهبود محیط زیست، می‌توانند با تغییر در روند تولید (بر اساس توجه و اصلاح فرآیند طراحی محصول) به یک محصول سبز و سازگار با محیط زیست دست یابند.

در این رابطه بوریت و همکاران مطرح کردند که اثرات زیست محیطی شرکت‌ها بر روی سیستم اقتصادی‌شان به وسیله مقیاس پولی مدنظر است، در حالی که در بیشتر موارد، جامعه و گروه‌های ذی‌نفع مرتبط، خواهان افزایش فعالیت‌های انجام شده شرکت درباره محیط زیست هستند (۹). بنابراین با تلفیق

همان گونه که در نگاره (۱) آمده است اولین گام در تغییر روند طراحی سبز تولید، تغییر نگرش به تولید و انتخاب یک طراحی سازگار با محیط زیست است. به طور کلی توجه و تأکید گروه‌ها و اقشار مختلف اجتماع به حفظ محیط زیست و افزایش عملکرد اجتماعی شرکت‌ها، لذا با توجه به نبود انطباق کامل اهداف گزارشگری عملکرد اقتصادی و اهداف گزارشگری زیست محیطی، روند گزارشگری واحدهای تجاری جهت سهم بازار و جایگاه به دست آمده در رقابت با سایرین، را تحت تأثیر خود قرار داده و باعث ارایه اطلاعات و فعالیت‌های صورت گرفته در راستای بهبود مؤلفه‌های زیست محیطی شده است (۸). این رویکرد، بازبینی در کلیه عملیات شرکت و از جمله چرخه تولید

و آینده‌نگری می‌تواند به جمع‌آوری اطلاعات در جریان عادی و جمع‌آوری اطلاعات جهت موارد خاص تقسیم شود. سیستم‌های حسابداری عمومی که در جریان عادی اطلاعات را برای مدیران فراهم می‌کنند و ابزارهای حسابداری خاص که اطلاعاتی را بر حسب نیاز برای تصمیم‌گیرندگان خاص^۸ فراهم می‌کند (۱۰).

با توجه به آنچه بیان شد، برای دستیابی به تولید سازگار با محیط زیست (محصول سبز)، مهم‌ترین موضوع، تغییر در روند طراحی محصول است. جهت اجرای عملیاتی این موضوع، اولین گام شناسایی مشکلات ایجاد شده است. برای این منظور هیأتی متشکل از کارشناسان محیط زیست، طراحان تولید، مهندسان اجرای عملیات، حسابداران مدیریت، تهیه‌کنندگان مواد اولیه، به مشاهده عملیات شرکت می‌پردازند. آن‌ها پس از آشنایی با فرآیند و ویژگی‌های تولید، اقدام به ارزیابی عملیات بر مبنای معیارهای محیط زیست می‌کنند، تا موارد احتمالی مربوط به ناسازگاری زیست محیطی مشخص شود. این موضوع شامل ارزیابی تمام مراحل چرخه یک محصول می‌شود، که عبارت است از: خرید و تدارک مواد اولیه^۹، تولید^{۱۰}، بسته‌بندی^{۱۱}، توزیع^{۱۲} و از مراحل پایانی و رده خارج شدن محصول^{۱۳} است، که به طور سیستماتیک در ارزیابی چرخه عمر انجام می‌گیرد (۲). خروجی این مرحله شناسایی معیارها و پارامترهایی است برای تعیین عوامل مؤثر در مراحل بعد است. با ارزیابی مراحل یاد شده توسط تیم کارشناسان، جمع‌آوری اطلاعات مربوط صورت می‌گیرد تا با شناسایی معیارهای لازم به تحلیل مراحل مختلف چرخه عمر صورت گیرد. این مرحله می‌تواند بر مبنای مشاهده و مقایسه معیارهای ایده‌آل تعریف شده و موارد موجود انجام شود. نکته بااهمیت در این مرحله، توجه به استفاده از مواد اولیه قابل بازیافت و نوع فرآیند تولید در طراحی محصول

فعالیت‌های فیزیکی حسابداری مدیریت محیط زیست^۱ - ارایه گزارشات در قالب فعالیت‌های انجام شده شرکت بر روی محیط زیست طبیعی - و اثرات پولی حسابداری مدیریت محیط زیست^۲ - ارایه اطلاعات در قالب ارزش‌های پولی قابل اندازه‌گیری و تمرکز بر روی اثرات اقتصادی زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های شرکت - ابزاری جهت ارایه اطلاعات در ابعاد مورد توجه حسابداری مدیریت زیست فراهم آورده می‌شود تا بر مبنای آن یک رویکرد مطلوب در چرخه عمر محصول، جهت ارایه اطلاعات دقیق، قابل اعتماد، کامل و مرتبط، در راستای تحقق یک محصول با سازگاری زیست محیطی فراهم می‌شود. از جمله این موارد عبارتند از توجه به موارد زیر.

- چارچوب زمانی^۳: سیستم‌های حسابداری و تجزیه و تحلیل ابزارهای مربوط به آن‌ها برای معنادادن به اطلاعات تولید شده به وسیله ابزارهای حسابداری می‌تواند با توجه به تمرکز زمانی به دو دسته تقسیم می‌شود: تحلیل عملکرد گذشته^۴ و آینده‌گرا^۵ که عملکرد گذشته بر اندازه‌گیری معاملات و رویدادهای گذشته و دومی بر پیش‌بینی اثرات احتمالی آتی معاملات یا رویدادها تمرکز دارد.

- طول مدت زمان^۶: دستورالعمل‌های زیست محیطی معمولاً به عنوان بلندمدت در نظر گرفته می‌شود، در حالی که مدیریت به طور مستمر دنبال بررسی‌های کوتاه‌مدت برای تسکین بازارهای پولی و یا سهام‌داران است. در چارچوب تعریف شده طول مدت برای سطوح مختلف مدیران با میزان تأکید بر طول دوره‌های برنامه‌ریزی تعیین می‌شود.

- جمع‌آوری اطلاعات در جریان عادی^۷: در دیدگاه مدیران داخلی و پاسخ‌گویی داخلی هر دو شیوه تحلیل عملکرد گذشته

1-Physical Environmental Management Accounting (PEMA)

2-Monetary Environmental Management Accounting (MEMA)

3-Time Frame

4-Analysis of Past Performance

5-Future-Oriented

6-Length of Time Frame

7-Routiness of Information Gathering

8-Ad hoc Information

9-Procurement

10-Production

11-Packaging

12-Distribution

13-End-of-life

به طور کلی در این مرحله هر دسته از معیارهای یاد شده به طور موازی، بر اساس سطح اهمیت، رتبه‌بندی می‌شوند تا هدف بهبود گزینه‌های موجود در فرآیند تولید، در راستای توسعه محصول سبز گام مؤثری برداشته شود (۸).

بنابراین با توجه به آنچه بیان شد، فرآیند تولید سبز با هدف طراحی محصولی سازگار با محیط زیست به تحلیل شرایط موجود و انتخاب معیارهایی برای جایگزینی و ارزیابی طرح‌های مختلف می‌پردازند تا در نهایت به محصولی با اثرات مثبت بر عملکرد شرکت، و حضور در زنجیره تأمین ارزش مدیریت سبز دست یابد. آنچه در فرآیند طراحی توسعه محصول سبز، می‌تواند حایز اهمیت باشد، انتخاب بهترین طراحی محصول برای جایگزینی تمامی مراحل ارزیابی چرخه عمر محصول، با هدف به کارگیری هر دو دسته معیار مالی و زیست محیطی در تصمیم‌گیری توسعه محصولات جدید، است.

مطالعه کاربردی از طراحی سبز

یانگ و همکاران در یک مطالعه کاربردی، به طراحی محصول سازگار با محیط زیست با هدف توسعه محصولات در یک چشم‌انداز سبز، در صنعت محصولات الکترونیک، بر مبنای نظریه اعداد فازی^۲ پرداختند. آن‌ها با تشکیل یک تیم عملیاتی متشکل از تخصص‌های گوناگون، ابتدا به ارزیابی چرخه عمر تولید و تعیین مراحل اصلی آن، تعریف شاخص‌ها، موارد و ضوابط مورد نیاز مراحل اجرا و معیارهای ارزیابی مراحل مختلف آن پرداختند. این موارد در جدول (۱) قابل مشاهده است.

است. این موضوع می‌تواند تیم کارشناسان را جهت ارایه جایگزین‌های مناسب و معقول یاری کند.

پس جمع‌آوری اطلاعات مربوط، گام سوم فعالیت تیم کارشناسی، تحلیل معیارهای جمع‌آوری شده و توجه به ویژگی‌های جزئی اطلاعات است تا با قضاوت درباره نوع مواد خام مورد استفاده در فرآیند تولید با نگرش ارزیابی اثرات زیست محیطی آن‌ها و همچنین کیفیت و کاهش هزینه‌ها، به نوعی مورد استفاده قرار گیرد که با پایان یافتن عمر محصول، قابلیت بازیافت و بازسازی داشته باشد (۲). از جمله موارد بااهمیت در این بخش توجه به ساده‌سازی فرآیند همراه با نوآوری در محصول است تا با توجه به بهبود گزینه‌های موجود، مناسب‌ترین انتخاب درباره تولید محصول سازگار با محیط زیست انجام گیرد.

با جمع‌آوری اطلاعات، فرآیند تصمیم‌گیری بر اساس شاخصه‌های زیست محیطی و همچنین ویژگی‌های عملکرد سازمانی شرکت، به صورت معیارهای تصمیم‌گیری چندگانه^۱ انجام می‌گیرد. معیارهای زیست محیطی مورد استفاده با توجه به بیانیه مفهومی مصرف انرژی تولید، شامل پنج ویژگی در رابطه با اثرات زیست محیطی تولید و است که عبارتند از (۱۱):

- میزان مصرف مواد خام، انرژی و منابع دیگر.
- میزان خروجی آلاینده‌ها در آب و خاک.
- میزان آلودگی قابل پیش‌بینی تولید.
- میزان تولید مواد زاید.
- امکان استفاده مجدد، بازیافت و بهبود مواد خام و مصرف انرژی.

همچنین ویژگی عملکرد سازمانی قابل ملاحظه بر اساس معیارهای ارزیابی محصول، شامل زمان، کیفیت، هزینه و انعطاف‌پذیری است. تیم کارشناسی با توجه به معیارهای یاد شده به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری کلی درباره طراحی نوین چرخه عمر محصول می‌پردازند، که در این میان ممکن است نیاز به استفاده از طرح‌های جایگزین برای تولید باشد.

جدول ۱- ساختار سلسله انتخاب طراحی سبز در چرخه تولید

مراحل اصلی چرخه عمر محصول	موارد و ضوابط مورد نیاز مراحل اجرا	معیارهای ارزیابی ویژگی‌های زیست - محیطی و عملکردی
خرید و تدارکات	پلاستیک	- مصرف مواد، انرژی و سایر منابع طبیعی - انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای به هوا، آب یا خاک
	مواد پلیمری و لاستیک	
	فلز	
	قطعات الکترونیکی (مقاومت، خازن، ال سی دی، و غیره)	
پردازش و ساخت	برد مدار چاپی الکترونیکی	- پیش‌بینی میزان آلودگی در فرآیند تولید - میزان ضایعات تولید شده در فرآیند تولید - امکان استفاده مجدد، بازیافت و بازیابی مواد و انرژی
	فناوری نصب سطحی الکترونیکی	
	تراشه مدار الکترونیکی	
	ماشین‌آلات پردازش فلزات	
بسته‌بندی	پردازش مواد پلاستیک، پلیمر و لاستیک	
توزیع	حمل و نقل	ویژگی‌های سازمانی و عملکردی مربوط به زمان، کیفیت، هزینه، انعطاف پذیری
	انبارداری	
مراحل پایانی	میزان بازیافت محصول	
	میزان استفاده مجدد محصول	
	میزان بازیابی محصول	

طیف اعداد فازی با سه عدد حقیقی کران بالا^۱، کران پایین^۲ و متوسط^۳ نشان داده می‌شود.

- کران بالا^۴ که با نماد (U) نشان داده می‌شود بیش‌ترین مقداری است که عدد فازی می‌تواند اختیار کند.

- کران پایین^۵ که با نماد (L) نشان داده می‌شود کم‌ترین مقداری است که عدد فازی می‌تواند اختیار کند.

- و متوسط^۶ مقداری که یک عدد فازی می‌تواند اختیار کند، که با نماد (M) نشان داده می‌شود (۸).

براساس توضیحات ارائه شده نتایج مربوط به ارزش‌گذاری مقایسه زوجی مراحل مختلف تولید ماتریس‌های ترکیبی، در جدول (۲) آمده است.

با مشخص شدن مراحل مختلف و تبیین معیارهای ارزشی زیست محیطی، تیم اجرایی یانگ و همکاران با همکاری کارشناسان مختلف بخش‌های تولید، به ارزش‌یابی و امتیازدهی هر یک از اجزا در مراحل اصلی چرخه عمر محصول پرداخته و سپس از طریق تحلیل سلسله مراتبی فازی به ارزش‌گذاری هم‌زمان و مقایسه زوجی مراحل مختلف چرخه عمر محصولات و تولید به ماتریس‌های ترکیبی پرداختند.

در رویکرد فازی، از آنجایی که فرآیند بررسی با حالت‌های تقریبی و انعطاف‌پذیر مواجه است، از یک طیف ارزشی به جای اعداد مطلق استفاده می‌شود که این مقادیر از طریق اندازه‌گیری‌ها و مدل‌های ریاضی (حاصل تجربه‌های گذشته) و تعدیل افراد خبره و متخصص بر مبنای دانش و آگاهی‌شان صورت می‌گیرد. ذکر این نکته ضروری است که، اعداد سلسله مراتب فازی نوع خاصی از مجموعه‌های فازی است که در آن

- 1-Upper Bound
- 2-Lower Bound
- 3-Middle
- 4-Upper Bound
- 5-Lower Bound
- 6-Middle

جدول ۲- ماتریس‌های ترکیبی مقایسه زوجی برای مراحل مختلف چرخه زندگی

مراحل پایانی	توزیع	بسته‌بندی	پردازش و ساخت	خرید و تدارکات	مراحل اصلی چرخه عمر محصول
۶/۹۳-۷/۹۴-۸/۴۹	۴/۴۷-۵/۴۸-۶/۴۸	۶/۳۲-۷/۳۵-۷/۹۴	۱/۴۱-۲/۴۵-۳/۴۶	۱-۱-۱	خرید و تدارکات
۴/۹۰-۶/۰۰-۶/۷۱	۱/۷۳-۲/۸۳-۳/۸۷	۴/۰۰-۵/۲۰-۶/۰۰	۱-۱-۱	۰/۷۱-۰/۲۹-۰/۴۱	پردازش و ساخت
۱/۰۰-۱/۴۱-۱/۷۳	۰/۲۶-۰/۳۵-۰/۵۸	۱-۱-۱	۰/۱۷-۰/۱۹-۰/۲۵	۰/۱۶-۰/۱۳-۰/۱۴	بسته‌بندی
۳/۴۶-۴/۵۸-۵/۶۶	۱-۱-۱	۱/۷۳-۲/۸۳-۳/۸۷	۰/۲۶-۰/۳۵-۰/۵۸	۰/۲۱-۰/۱۵-۰/۱۸	توزیع
۱-۱-۱	۰/۱۸-۰/۲۲-۰/۲۹	۰/۵۸-۰/۷۱-۱/۰۰	۰/۱۵-۰/۱۷-۰/۲۰	۰/۱۴-۰/۱۲-۰/۱۳	مراحل پایانی

به طور مشابه بر اساس رابطه (۱)، محاسبات انجام شده در ارتباط با همه مراحل اصلی چرخه عمر محصول نیز صورت می‌گیرد که نتایج نهایی آن در جدول (۳) قابل مشاهده است.

پس از محاسبه اعداد فازی بر مبنای استنتاج حاصله از مشاهدات صورت گرفته، تیم اجرایی عملیات، به محاسبه میانگین فازی هندسی هر مرحله از طریق معادله رابطه (۱)، می‌پردازد که به شرح زیر قابل مشاهده است.

$$\begin{aligned} \tilde{r}_1 &= (\tilde{a}_{11} \times \tilde{a}_{12} \times \tilde{a}_{13} \times \tilde{a}_{14} \times \tilde{a}_{15})^{\frac{1}{5}} \\ &= \left[\begin{aligned} &(1 \times 1.41 \times 6.32 \times 4.47 \times 6.93)^{1/5} \\ &+ (1 \times 2.45 \times 7.35 \times 5.48 \times 7.94)^{1/5} \\ &+ (1 \times 3.46 \times 7.94 \times 6.48 \times 8.49)^{1/5} \end{aligned} \right] \quad (1) \\ \tilde{r}_1 &= (3.08 - 3.79 - 4.32) \end{aligned}$$

جدول ۳- مقادیر محاسبه شده میانگین فازی هندسی هر مرحله از چرخه عمر محصول

مراحل اصلی چرخه عمر محصول	مقدار متوسط	کران بالا	کران پایین
		U_w	L_w
خرید و تدارکات	\tilde{W}_1	۳/۰۸	۳/۷۹
پردازش و ساخت	\tilde{W}_2	۱/۵۸	۲/۰۵
بسته‌بندی	\tilde{W}_3	۰/۳۵	۰/۴۲
توزیع	\tilde{W}_4	۰/۷۵	۰/۹۶
مراحل پایانی	\tilde{W}_5	۰/۲۸	۰/۳۲

$W_i = ((Uw_i - Lw_i) + (Mw_i - Lw_i)) / 3 + Lw_i$ (۲)
مقادیر محاسبه شده مربوط وزن فازی معیارها، در جدول (۴) قابل مشاهده است.

پس از مشخص شدن میانگین فازی هندسی هر مرحله، وزن فازی^۱ معیارها در هر مرحله از چرخه عمر، طبق رابطه (۲) محاسبه می‌شود.

جدول ۴- مقادیر محاسبه شده وزن فازی هر مرحله از چرخه عمر محصول

مراحل اصلی چرخه عمر محصول		وزن فازی
خرید و تدارکات	W_1	۰/۵۲۰
پردازش و ساخت	W_2	۰/۲۹۰
بسته‌بندی	W_3	۰/۶۰
توزیع	W_4	۰/۱۳۸
مراحل پایانی	W_5	۰/۰۴۶

زیست محیطی پرداخته شده که این موارد در جدول های (۵) و (۶) قابل مشاهده است. این معیارها شامل ۵ معیار؛ میزان مصرف مواد و انرژی، انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای، پیش‌بینی میزان آلودگی در فرآیند تولید، میزان ضایعات تولید شده در فرآیند تولید و امکان استفاده مجدد، بازیافت، است.

با مشخص کردن مقادیر میانگین فازی هندسی و وزن فازی هر مرحله از چرخه عمر محصول، بر اساس داده‌های ماتریس ترکیبی مقایسه زوجی برای مراحل مختلف چرخه زندگی، در گام بعدی تیم عملیاتی یانگ و همکاران (۲۰۱۵) به محاسبه موارد مربوط به ماتریس ترکیبی مقایسه زوجی، به همراه میانگین فازی هندسی برای معیارهای ارزیابی ویژگی‌های

جدول ۵- ماتریس‌های ترکیبی مقایسه زوجی برای معیارهای زیست محیطی

معیارهای ارزیابی ویژگی‌های زیست - محیطی	میزان مصرف مواد و انرژی	انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای	پیش‌بینی میزان آلودگی تولید	میزان ضایعات تولید شده در فرآیند تولید	امکان بازیافت
میزان مصرف مواد و انرژی	۱-۱-۱	۲/۴۵-۰/۳۶-۴/۴۷	۱/۰۰-۲/۰۰-۳/۰۰	۲/۰۰-۳/۱۶-۴/۲۴	۱/۷۳-۲/۸۳-۳/۸۷
انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای	-۰/۲۹-۰/۴۱ ۰/۲۲	۱-۱-۱	۰/۵۰-۰/۵۸-۰/۷۱	۱/۴۱-۱/۷۳-۲/۰۰	۰/۶۳-۰/۸۷-۱/۱۵
پیش‌بینی میزان آلودگی در فرآیند تولید	-۰/۵۰-۱/۰۰ ۰/۳۳	۱/۴۱-۱/۷۳-۲/۰۰	۱-۱-۱	۱/۷۳-۲/۰۰-۲/۲۴	۱/۰۰-۱/۴۱-۱/۷۳
میزان ضایعات تولید شده در فرآیند تولید	-۰/۳۲-۰/۵۰ ۰/۲۴	۰/۵۰-۰/۵۸-۰/۷۱	۰/۴۵-۰/۵۰-۰/۵۸	۱-۱-۱	۰/۴۵-۰/۷۱-۱/۰۰
امکان استفاده مجدد و بازیافت	-۰/۳۵-۰/۵۸ ۰/۲۶	۰/۸۷-۱/۱۵-۱/۱۵	۰/۵۸-۰/۷۱-۱/۰۰	۱/۰۰-۱/۴۱-۲/۲۴	۱-۱-۱

جدول ۶- مقادیر محاسبه شده میانگین فازی هندسی معیارهای زیست محیطی

معیارهای ارزیابی ویژگی‌های زیست محیطی		کران بالا	کران پایین	مقدار متوسط
		U_w	L_w	M_w
میزان مصرف مواد و انرژی	EA_1	۰/۲۱۲	۰/۴۰۴	۰/۶۹۰
انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای	EA_2	۰/۰۸۷	۰/۱۳۴	۰/۲۱۶
پیش‌بینی میزان آلودگی در فرآیند تولید	EA_3	۰/۱۳۲	۰/۲۱۲	۰/۳۵۳
میزان ضایعات تولید شده در فرآیند تولید	EA_4	۰/۰۶۵	۰/۱۰۲	۰/۷۱
امکان استفاده مجدد و بازیافت	EA_5	۰/۰۹۲	۰/۱۴۸	۰/۲۷۱

از طریق حاصل ضرب موارد متناظر میانگین فازی هندسی مراحل چرخه عمر و ویژگی‌های زیست محیطی، در جدول (۷) قابل مشاهده است.

در گام بعدی برای محاسبه رتبه‌بندی ریسک محیطی معیارهای مختلف با توجه به پنج ویژگی زیست محیطی و مراحل چرخه - عمر بر اساس رویکرد فازی، پرداخته می‌شود. اطلاعات مربوط به مقادیر محاسبه شده میانگین فازی هندسی عملکرد سازمانی،

جدول ۷- مقادیر محاسبه شده میانگین فازی هندسی عملکرد سازمانی

عملکرد سازمانی با توجه به پنج ویژگی زیست محیطی و مراحل چرخه عمر	کران بالا	کران پایین	مقدار متوسط	مقدار مرکزی
	U_w	L_w	M_w	Centre-of-Area (COA)
OP_1	۰/۶۵۳	۱/۵۳۱	۲/۹۸۱	۱/۷۲۲
OP_2	۰/۱۳۷	۰/۲۷۵	۰/۵۵۳	۰/۳۲۲
OP_3	۰/۰۴۶	۰/۰۸۹	۰/۱۸۴	۰/۱۰۶
OP_4	۰/۰۴۹	۰/۰۹۸	۰/۸۷۳	۰/۳۴۰
OP_5	۰/۰۲۶	۰/۰۴۷	۰/۱۰۶	۰/۰۶۰

و انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای- رعایت شود، پیامدهای مثبت بیش‌تری در پی خواهد داشت، به نحوی که علاوه بر توجه به معیارهای زیست محیطی، چرخه فعالیت محصول و توجه به کاهش هزینه‌ها نیز لحاظ خواهد شد. بنابراین انتظار می‌رود تغییر در روند تولید با رویکرد توجه به مؤلفه‌های زیست محیطی و طراحی سبز محصولات، کاهش هزینه‌ها و اثرات منفی زیست محیطی را در پی خواهد داشت.

نتایج پژوهش پیمایشی یانگ و همکاران (۲۰۱۵) در ارتباط با تولید محصول سازگار با محیط زیست با هدف توسعه محصولات در یک چشم‌انداز سبز، در صنعت محصولات الکترونیک نشان می‌دهد بیش‌ترین خطر و آسیب بر اساس آلاینده‌های زیست محیطی متوجه اولین مرحله از تولید است که نشان می‌دهد هر چه در انتخاب مواد اولیه و قطعات مورد استفاده در تولید، دقت بیش‌تری لحاظ گردد تا معیارها و ویژگی‌های زیست محیطی - از جمله میزان مصرف مواد و انرژی

نتیجه‌گیری

از آن جایی که فعالیت‌های اقتصادی نیازمند صرف انرژی و مواد اولیه است، که به استخراج بیش‌تر منابع طبیعی، تجمع مواد زاید و تخریب محیط زیست منجر می‌شود. این امر علاوه بر آن‌که تخریب منابع طبیعی را در پی دارد، نهایتاً فعالیت اقتصادی را با خطر مواجه می‌کند. بنابراین با توجه به اهمیت محیط زیست و حفاظت آن در راستای حیات انسان‌ها و وجود برخی از محدودیت‌های زیست محیطی به ویژه در تجارت جهانی و محدود شدن عرصه رقابت، به ناچار برخی از واحدهای تجاری برای رفع این محدودیت‌ها، مجبور به تحمل هزینه‌های زیست محیطی شده‌اند. بنابراین، گزارشگری حسابداری به عنوان یکی از اجزای مهم سیستم اطلاعاتی مدیریت، می‌تواند نقش بسزایی در کمک به حفاظت محیط زیست از سوی شرکت‌های تولیدی آلاینده را بر عهده گیرد. در این راستا توجه به حسابداری زیست محیطی می‌تواند موضوعی با اهمیت برای مدیران، اجتماع و استفاده‌کنندگان صورت‌های مالی باشد، که با حرکت به سمت سازگاری فرآیند تولید با محیط زیست، به دنبال یک چرخه پایدار زیست محیطی باشد. بر این اساس توسعه فعالیت واحدهای تجاری سازگار و به طور کلی فرآیند تولید سبز با تأکید بر معیارهای خاص در روند تولید با هدف کاهش هزینه‌ها و اثرات منفی زیست محیطی، هر دو معیار مالی و زیست محیطی را در تصمیم‌گیری به طور توأما استفاده می‌کند تا در نهایت با انتخاب مناسب‌ترین گزینه طراحی تولید، منجر به تغییرات سازنده در روند فرآیند تولید شرکت شود. برای عملیاتی کردن این موضوع، نیاز به اجرای یک الگوی مناسب جهت دستیابی به یک توسعه پایدار با هدف شفافیت اطلاعات اجتماعی و زیست محیطی، جز با بازنگری در فرآیند پردازش محصول ممکن نیست. بنابراین هرچه طراحی محصول با دقت و نظارت بیش‌تری صورت گیرد، می‌تواند پیامدهای مثبت بیش‌تری را به همراه داشته باشد. لذا تغییر در روند تولید با رویکرد توجه به مؤلفه‌های زیست محیطی و طراحی سبز محصولات، یکی از ابزارها و تکنیک‌های مهم در حسابداری

مدیریت زیست به حساب می‌آید. برای این منظور، نیاز به شروع یک برنامه بهبود طراحی محصول با به کارگیری معیارهای جایگزین است. از جمله اقدامات عملی در این راستا، با در نظر گرفتن هر دو معیار مالی و زیست محیطی برای تصمیم‌گیری توسعه محصول جدید عبارت است از تعیین مقایسه عملکرد زیست محیطی با طرح‌های مختلف که ارزیابی شده است، ساده‌سازی فرآیند تولید، کاهش هزینه‌ها و اثرات منفی زیست محیطی. بنابراین با توجه به آن‌چه بیان شد، فرآیند تولید سبز با هدف طراحی محصولی سازگار با محیط زیست به تحلیل شرایط موجود و انتخاب معیارهایی برای جایگزینی و ارزیابی طرح‌های مختلف می‌پردازند تا در نهایت به محصولی با اثرات مثبت بر عملکرد شرکت، و حضور در زنجیره تأمین ارزش مدیریت سبز دست یابد. آن‌چه در فرآیند طراحی توسعه محصول سبز، می‌تواند حائز اهمیت باشد، انتخاب بهترین طراحی محصول برای جایگزینی تمامی مراحل ارزیابی چرخه عمر محصول، با هدف به کارگیری هر دو دسته معیار مالی و زیست محیطی در تصمیم‌گیری توسعه محصولات جدید، است.

منابع

- 1- Chiang, CH., Lightbody, M., 2008. Financial Auditors and Environmental Auditing in New Zealand. *Managerial Auditing Journal*, Vol. 19, pp: 224-234.
- 2- Chan, H. K., Wang, X., Raffoni, A., 2014. An Integrated Approach for Green Design: Life-Cycle, Fuzzy AHP and Environmental Management Accounting. *The British Accounting Review*, Vol: 46, pp: 344-360.
- 3- Burritt, R. T., Hahn, S., 2001. Towards a Comprehensive Framework for Environmental Management Accounting – Links Between Business Actors and Environmental Management Accounting Tools, *Australian Accounting Review*; [http:// www.apira](http://www.apira)

- 9- Yung, K. C., Chan, H. K., So, H.T., Wong, W.C., Choi, C.K., Yue, T.M., 2015. A Life-Cycle Assessment for Eco-Redesign of a Consumer Electronic Product. *Journal of Engineering Design*, Vol. 22, pp: 69-85.
- 10- Burritt, R. L., Hahn, T., Schaltegger, S., 2002. Towards a Comprehensive Framework for Environmental Management Accounting – Links between Business Actors and Environmental Management Accounting Tools. *Australian Accounting Review*, Vol. 12, pp: 1-24.
- ۱۱- ملانظری، مهناز، «حسابداری مدیریت محیط زیست»، پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی، ۱۳۸۲، شماره: ۸، ص: ۱۴۱-۱۶۰.
- 12- Wang, X. and Li, D. and Shi, X. 2012, A Fuzzy Enabled Model for Aggregative Food Safety Risk Assessment in Food Supply Chains. *Production Planning and Control*, Vol. 23, pp: 377-395.
- 2013.rg/past/apira 2001/ papers/ Burritt 110. pdf
- 4- Bennett, M., Rikhardsson, P., Schaltegger, S., 2003. Adopting environmental management accounting: EMA as a value adding activity. In *Environmental Management Accounting – Purpose and Progress*, Dordrecht: Kluwer Academic, Vol: 23, pp: 1-16.
- 5- Luh, Y.P., Chu, C.H., Pan, C.C., 2010. Data Management of Green Product Development With Generic Modularized Product Architecture. *Computers in Industry*, Vol. 61, pp: 223-234.
- 6- International Federation of Accountants. 2005. *International Guidance Document: Environmental Management Accounting*. <http://www.ifac.org>.
- 7- Jones. J. M., 2010. Accounting for the Environment: Towards a Theoretical Perspective for Environmental Accounting and Reporting, *Accounting Forum*, UK, Vol. 34, pp: 138-123.
- 8- Vireo, T., von Enden, J., Schaltegger, S., 2011. Life Cycle and Supply Chain Information in Environmental Management Accounting: A Coffee Case Study. *Burritt Schaltegger Journal*, Vol. 43, pp: 128-139.