INSO
16448
1st. Edition
Jun.2013

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۶۴۴۸
چاپ اول
تیر ۱۳۹۲

مدیریت زیست‌محیطی ـ حسابداری هزینه جریان مواد ـ چارچوب عمومی

Environmental management — Material flow cost accounting — General framework

ICS:13.020.10

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی‌کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود .پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد[1] (ISO) کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک[2](IEC) و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی [3](OIML) است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی[5](CAC) در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسهٔ استاندارد این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1-International organization for Standardization
2-International Electro technical Commission
3-International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legal)
4-Contact point
5-Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« مدیریت زیست‌محیطی - حسابداری هزینه جریان مواد - چارچوب عمومی »

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
بشیری، عباس (فوق‌لیسانس علوم اقتصادی)	استانداری استان آذربایجان شرقی
دبیر:	
حسین‌زاده، ملیحه (دکترای پزشکی)	شرکت اسلوب آفرینان آریا آذربایجان
اعضاء (به ترتیب حروف الفباء):	
پرتونیا، لیدا (فوق‌لیسانس زیست‌شناسی)	اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان‌شرقی
ترکمن، لیلا (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
سالک زمانی، مریم (فوق لیسانس علوم تغذیه)	اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی
سلیمانی، جابر (فوق لیسانس مهندسی علوم و صنایع غذایی)	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی
فرج‌زاده، عبدالاحد (فوق‌لیسانس مهندسی صنایع)	شرکت پژوهشگران فن‌گستر
معینیان، سید شهاب (فوق‌لیسانس شیمی)	پژوهشگاه استاندارد
نیکویه، بنفشه (لیسانس مهندسی محیط زیست)	کارشناس
ولی‌پور، جواد (دکترای شیمی‌تجزیه)	شرکت اندیشه خلاق صنعت شیمی

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
پیش‌گفتار	ه
مقدمه	و
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۱
۴ هدف و اصول MFCA	۵
۵ عناصر اصلی MFCA	۶
۶ مراحل اجرای MFCA	۱۱
پیوست الف (اطلاعاتی) تفاوت بین MFCA و حسابداری متعارف هزینه (CCA)	۱۸
پیوست ب (اطلاعاتی) محاسبه و تخصیص هزینه در MFCA	۲۱
پیوست پ (اطلاعاتی) مثال‌های موردی از MFCA	۳۰
پیوست ت (اطلاعاتی) کتابنامه	۴۷

پیش گفتار

استاندارد" مدیریت زیست‌محیطی - حسابداری هزینه جریان مواد - چارچوب عمومی " که پیش‌نویس آن درکمیسیون‌های فنی مربوط تهیه و تدوین شده و در صد و بیست و هفتمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مدیریت کیفیت مورخ ۹۱/۱۲/۸ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 14051: 2011, Environmental management-Material flow cost accounting-General framework

مقدمه

هدف این استاندارد ملی، ارائه چارچوب کلی برای حسابداری هزینه جریان مواد (MFCA)[1] می‌باشد. MFCA ابزار مدیریتی است که می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا تبعات بالقوه زیست‌محیطی و مالی راهکارهای کاربری مواد و انرژی را درک کنند، و در جستجوی فرصت‌هایی برای دستیابی به بهبودهای زیست‌محیطی و مالی از طریق تغییرات در آن راهکارها برآیند.

MFCA شفافیت فعالیت‌های استفاده از مواد و انرژی را از طریق توسعه مدل جریان مواد، که جریان‌ها و ذخایر مواد را در یک سازمان برحسب واحدهای فیزیکی (برای مثال: جرم و حجم) ردیابی و ارزیابی می‌کند، افزایش می‌دهد. انرژی در MFCA می‌تواند به عنوان ماده در نظر گرفته شود یا این که به طور جداگانه کمّی شود. هر هزینه‌ای که به وسیله جریان مواد و کاربری انرژی ایجاد می‌شود و/ یا با آن‌ها همراه است، متعاقبا کمّی شده، به آن‌ها نسبت داده می‌شود. آن چه در MFCA بیشتر برجسته می‌شود، مقایسه هزینه‌های همراه با محصولات و هزینه‌های همراه با هدررفت‌های ماده، برای مثال پسماند، هوا گسیله‌ها (گسیل آلاینده‌ها)[2] و فاضلاب است.

از آن‌جایی که استخراج داده‌ها درباره هدررفت‌های مواد و هزینه‌های همراه از اطلاعات متعارف و سیستم‌های مدیریت زیست‌محیطی و حسابداری غالبا دشوار است، خیلی از سازمان‌ها از هزینه واقعی هدررفت‌های مواد به طور کامل و با جزئیات کافی آگاه نیستند. با وجود این، در صورت دستیابی به این داده‌ها با استفاده از MFCA، می‌توان در جستجوی فرصت‌هایی برای کاهش استفاده از مواد و/یا هدررفت‌های مواد برآمد، کاربری‌های مواد و انرژی را بهبود داد، و پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی و هزینه‌های همراه را کاهش داد.

MFCA برای همه صنایع که از مواد و انرژی استفاده می‌کنند، از جمله صنایع استخراجی، تولیدی، خدماتی و صنایع دیگر قابل اعمال و به‌کارگیری است. MFCA در همه سازمان‌ها با یا بدون سیستم‌های مدیریت زیست‌محیطی از هر نوع و هر مقیاس، در اقتصادهای نوظهور[3] و نیز کشورهای صنعتی قابل پیاده‌سازی است. MFCA یکی از ابزارهای عمده حسابداری مدیریت زیست‌محیطی است و در اصل برای استفاده در یک تسهیلات یا سازمان مجزا طراحی شده است. گرچه، می‌تواند به چندین سازمان درون زنجیره تامین تعمیم یابد و به آن‌ها در تکوین رویکردی یکپارچه برای کاربری کاراتر از مواد و انرژی کمک کند.

در این استاندارد، اصطلاحات متداول، اهداف و اصول، عناصر اساسی و مراحل اجرا[4] فراهم می‌شود. علاوه بر این‌ها، بعضی از تفاوت‌ها بین MFCA و حسابداری هزینه متعارف، روش‌های ارزیابی هزینه[5] در پیوست‌ها ارائه و مثال‌های موردی از به‌کارگیری MFCA در بخش‌های مختلف و زنجیره تامین نیز ذکر شده است.

1- Material flow cost accounting
2-Air emissions
3- Emerging economies
4-Implementation
5- Cost evaluation methods

مدیریت زیست‌محیطی - حسابداری هزینه جریان مواد - چارچوب عمومی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین چارچوب کاری عمومی برای حسابداری هزینه جریان مواد، MFCA، است.

این استاندارد برای همه سازمان‌هایی که از مواد و انرژی استفاده می‌کنند، صرفنظر از محصولات (کالاها و خدمات)، اندازه، ساختار، مکان، و سیستم‌های حسابداری و مدیریتی موجود کاربرد دارد.

ارائه روش‌های اجرایی مبسوط برای محاسبه یا ارائه اطلاعاتی درباره فنون بهبود کارایی ماده یا انرژی در دامنه کاربرد این استاندارد قرار ندارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

درصورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظراین استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۵۰، مدیریت زیست‌محیطی - واژه‌نامه

۳ اصطلاحات و تعاریف

دراین استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۵۰، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۳-۱

هزینه

ارزش پولی منابعِ صرف‌شده برای انجام فعالیت‌ها، هزینه نامیده می‌شود.

۳-۲

تخصیص هزینه[1]

اختصاص غیرمستقیم هزینه بین اشیاء مختلف، از قبیل یک محصول یا فرایند، بر اساس تسهیم[2] مناسب، تخصیص هزینه نامیده می‌شود.

یادآوری – در این استاندارد، شیء می‌تواند فرایندها، مراکز کمّی، محصولات و هدررفت‌های ماده باشد.

1- Cost allocation
2-Apportionment basis

۳-۳

تعیین هزینه[1]

منظور از تعیین هزینه، اختصاص مستقیم هزینه به شیء مشخص، از قبیل یک محصول یا فرایند می‌باشد.

۴-۳

هزینه انرژی

هزینه برای الکتریسته، سوخت‌ها، بخار، گرما، هوای فشرده و سایر نهاده‌های[2] مشابه، هزینه انرژی نامیده می‌شود.

یادآوری – هزینه انرژی بسته به صلاحدید خود سازمان، می‌تواند یا در هزینه ماده گنجانیده شود یا به طور جداگانه کمّی شود.

۵-۳

هدررفت انرژی

منظور از هدررفت انرژی، همه انرژی استفاده‌شده منهای انرژی به کار رفته در تولیدات هدف است.

یادآوری – هزینه انرژی بسته به صلاحدید خود سازمان، می‌تواند یا در هدررفت ماده شامل شود یا این که به طور جداگانه محاسبه شود.

۶-۳

کاربری انرژی

روش یا نوع کاربرد انرژی، کاربری انرژی نامیده می‌شود.

مثال – تهویه؛ روشنایی؛ گرمایش؛ سرمایش؛ حمل و نقل؛ فرایندها؛ خطوط تولید.

۷-۳

حسابداری مدیریت زیست‌محیطی

EMA[3]

منظور از حسابداری مدیریت زیست‌محیطی، شناسایی، جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و استفاده از دو نوع اطلاعات زیر برای تصمیم‌گیری‌های درون‌سازمانی است:

الف- اطلاعات فیزیکی درباره کاربری، جریان‌ها و سرنوشت‌های انرژی، آب و مواد (شامل پسماندها)؛ و

ب- اطلاعات پولی درباره هزینه‌های زیست‌محیطی، درآمدها[4] و پس‌اندازها[5].

۸-۳

درون‌داد

جریان مواد یا انرژی که وارد مرکز کمّی[6] می‌شود.

1-Cost assignment
2-Media
3- Environmental management accounting
4- Earnings
5- Savings
6- Quantity centre

۹-۳

موجودی

ذخیره[1] مواد، محصولات واسطه[2]، محصولات در فرایند، و محصولات تمام‌شده[3]، موجودی نامیده می‌شود.

۱۰-۳

ماده

ماده‌ای که وارد یک مرکز کمّی می‌شود و/یا از آن خارج می‌شود.

یادآوری ۱ - مواد در دو رده می‌توانند تقسیم‌بندی شوند:

الف- موادی که قرار است جزئی از محصولات شوند، برای مثال: مواد خام، مواد کمکی[4] و محصولات واسطه؛

ب- موادی که جزئی از محصولات نمی‌شوند، برای مثال: حلال‌های پاک‌کننده و کاتالیست‌های[5] شیمیایی که اغلب به عنوان مواد عملگر[6] قلمداد می‌شوند.

یادآوری ۲ - بعضی از مواد بسته به کاربریشان قابل تقسیم‌بندی در هر دو رده هستند. آب یکی از این مواد است. در بعضی موارد، آب می‌تواند جزئی از یک محصول شود (برای مثال: آب بسته‌بندی‌شده در بطری)، در حالی که در موارد دیگر می‌تواند به عنوان ماده عملگر (برای مثال: آب به کار رفته در فرایند شستشوی تجهیزات) مورد استفاده قرار گیرد.

۱۱-۳

موازنه جرم (ماده)[7]

مقایسه کمیت‌های فیزیکی درون‌دادها، برون‌دادها، و تغییرات موجودی در مرکز کمّی طی بازه زمانی مشخص‌شده، موازنه جرم نامیده می‌شود.

۱۲-۳

هزینه ماده

هزینه ماده‌ای که وارد مرکز کمّی می‌شود و/ یا آن جا را ترک می‌کند.

یادآوری - هزینه ماده می‌تواند به طرق مختلف محاسبه شود، برای مثال: هزینه استاندارد، هزینه میانگین، و هزینه خرید. انتخاب بین روش‌های محاسبه هزینه با صلاحدید سازمان انجام می‌گیرد.

۱۳-۳

درصد توزیع ماده

نسبت درون‌دادهای ماده که درمحصولات یا هدررفت‌های ماده جریان می‌یابد.

۱۴-۳

جریان مواد

جابه‌جایی‌های ماده یا گروهی از مواد بین مراکز کمّی مختلف در یک سازمان یا در طول زنجیره تامین، جریان مواد نامیده می‌شود.

1-Stock
2-Intermediate
3- Finished products
4 - Auxiliary
5-Catalyst
6- Operating materials
7- Material balance

۱۵-۳

حسابداری هزینه جریان مواد

MFCA

ابزار کمّی کردن جریان‌ها و موجودی‌های مواد در فرایندها یا خطوط تولید، برحسب واحدهای فیزیکی و پولی، حسابداری هزینه جریان مواد نامیده می‌باشد.

۱۶-۳

هدررفت ماده

همه برون‌دادهای ماده تولیدشده در مراکز کمّی به استثنای محصولات مورد نظر، هدررفت ماده نامیده می‌شود.

یادآوری ۱- هدررفت‌های ماده شامل هواگسیله‌ها، فاضلاب و پسماندهای جامد است، حتی اگر برون‌دادهای این مواد قابل بازکاری[1]، بازیافت[2] یا استفاده مجدد درون‌سازمانی، یا دارای ارزش تجاری باشند.

یادآوری ۲- محصولات جانبی[3] با صلاحدید سازمان می‌توانند در زمره هدررفت‌ها یا محصولات لحاظ شوند.

۱۷-۳

برون‌داد

محصول، هدررفت ماده یا هدررفت انرژی که مرکز کمّی را ترک می‌کند.

یادآوری - هر محصول واسطه یا نیمه‌نهایی که مرکز کمّی را ترک می‌کند، به عنوان محصول در MFCA منظور می‌شود.

۱۸-۳

فرایند

مجموعه‌ای از فعالیت‌های مرتبط با هم یا فعالیت‌های دارای برهم‌کنش که درون‌دادها را به برون‌دادها تبدیل می‌کند.

۱۹-۳

محصول

منظور از محصول، هر کالا یا خدمت است.

۲۰-۳

مرکز کمّی

بخش یا بخش‌های منتخب از فرایندی که برای آن درون‌دادها و برون‌دادها، برحسب واحدهای فیزیکی و پولی کمّی می‌شوند.

1-Rework
2-Recycle
3-By-products

۲۱-۳

هزینه سیستم

هزینه واردشده[1] در دوره اداره داخلی[2] جریان‌های ماده، به استثنای هزینه ماده، هزینه انرژی و هزینه مدیریت پسماند، هزینه سیستم نامیده می‌شود.

مثال - هزینه نیروی کار؛ هزینه‌های استهلاک و نگه‌داری؛ هزینه حمل و نقل.

۲۲-۳

هزینه مدیریت پسماند

منظور از هزینه مدیریت پسماند، هزینه اداره هدررفت‌های ماده به وجود آمده در مرکز کمّی است.

یادآوری ۱ - مدیریت پسماند شامل مدیریت هواگسیله‌ها، فاضلاب، و پسماندهای جامد است.

یادآوری ۲- هزینه مدیریت پسماند در برگیرنده:

الف- هزینه‌های فعالیت‌های در محل[3]، برای مثال: بازکاری محصولات ارجاعی، بازیافت، ردیابی پسماند، ذخیرش، آمایش[4]، و وارهایی[5]؛ و

ب- هزینه‌های فعالیت‌های برون‌سپاری‌شده، برای مثال: نگه‌داری، انتقال، بازیافت، آمایش، و وارهایی پسماند.

۴ هدف[6] و اصول MFCA

۴-۱ هدف

هدف MFCA برانگیزش و پشتیبانی از تلاش‌های سازمان‌ها برای ارتقای عملکرد زیست‌محیطی و مالی از طریق کاربری بهبودیافته ماده و انرژی به شرح زیر است:

الف- افزایش شفافیت جریان‌های ماده و کاربری انرژی، هزینه‌های همراه و جنبه‌های زیست‌محیطی؛

ب- پشتیبانی از تصمیمات سازمانی در حوزه‌هایی از قبیل مهندسی فرآیند، طرح‌ریزی[7] تولید، کنترل کیفیت، طراحی محصول و مدیریت زنجیره تامین؛ و

پ- بهبود هماهنگی و اطلاع‌رسانی (تبادل اطلاعات)[8] درباره کاربری ماده و انرژی درون سازمان.

۴-۲ اصول

۴-۲-۱ درک جریان مواد و کاربری انرژی

جریان مواد بایستی ردیابی شود تا مدل جریان مواد (به بند ۵-۴ مراجعه کنید) ایجاد شود که جابه‌جایی‌های مواد و کاربری انرژی را برای همه مراکز کمّی یعنی مکان‌هایی که مواد ذخیره می‌شود، جابه‌جا می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد، یا تغییرشکل (برای مثال: ذخیرش، فرایندهای ساخت، و عملیات مدیریت پسماند) می‌یابد، به تصویر می‌کشد.

1-Incurred
2-In-house handling
3-Onsite
4- Treatment
5-Disposal
6-Objective
7-Planning
8- Communication

۴-۲-۲ ارتباط دادن داده‌های فیزیکی و پولی

تصمیم‌گیری‌های زیست‌محیطی و مالی درون سازمان بهتر است با جمع‌آوری داده‌ها درباره کمیت‌های فیزیکی مواد و کاربری انرژی، و داده‌هایی درباره هزینه‌های همراه، پیوند یابد. این دو نوع داده بایستی به روشنی از طریق مدل جریان مواد ادغام شود.

۴-۲-۳ تضمین درستی[1]، کامل بودن و مقایسه‌پذیری داده‌های فیزیکی

داده‌های فیزیکی درباره جریان‌های مواد بایستی در واحدهای اندازه‌گیری سازگار[2] یا با فاکتورهای تبدیل[3] کافی گردآوری شوند تا بعدا بتوانند به واحد اندازه‌گیری متعارف، ترجیحا جرم، برای مقاصد تجزیه و تحلیل و مقایسه تبدیل شوند. این داده‌ها بایستی برای توازن جریان‌های درون‌داد و برون‌داد مورد استفاده قرار گیرد تا معلوم شود که آیا شکاف‌های داده‌ای معنی‌داری وجود دارد یا نه.

۴-۲-۴ تخمین و تخصیص هزینه‌ها به هدررفت‌های مواد

هزینه‌های کلی ایجاد شده به وسیله هدررفت‌های ماده و/یا همراه آن، بایستی تا حد ممکن به طور دقیق و کاربردی تخمین زده شود، و هزینه‌های مزبور بایستی به هدررفت‌های مواد تخصیص داده شود که هزینه‌ها را ایجاد می‌کند نه به محصولات.

۵ عناصر اصلی MFCA

۵-۱ مرکز کمّی

مرکز کمّی بخش یا بخش‌های انتخاب‌شده از فرایندی است که درون‌دادها و برون‌دادها در واحدهای فیزیکی و پولی کمّی می‌شود. مراکز کمّی نوعا حوزه‌هایی هستند که مواد در آن‌ها ذخیره می‌شوند و/یا تغییر شکل می‌یابند از قبیل: ذخیرش، واحدهای تولید، و نقاط حمل و بارگیری[4]. مرکز کمّی به عنوان پایه‌ای برای فعالیت‌های جمع‌آوری داده‌ها تحت MFCA عمل می‌کند. در ابتدا، جریان‌های مواد و کاربری انرژی در مراکز کمّی تعیین مقدار می‌شود. سپس هزینه‌های مواد، هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند تعیین مقدار می‌شوند.

۵-۲ موازنه جرم

ماده‌ای که وارد مرکز کمّی می‌شوند در نهایت یا به شکل محصول یا هدررفت ماده آن جا را ترک می‌کند. ماده همچنین می‌تواند درون مرکز کمّی (برای مثال: ذخیرش) برای یک بازه زمانی باقی بماند، و در تغییرات موجودی درون مرکز کمّی (موجودی اولیه منهای موجودی نهایی) سهیم باشد.

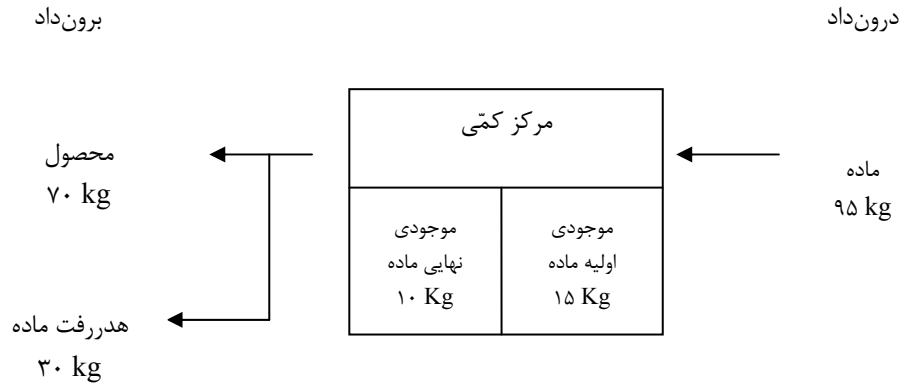
از آن جایی که ماده و انرژی نه ایجاد می‌شود نه از بین می‌رود، فقط تغییر شکل می‌یابند، درون‌دادهای فیزیکی که وارد یک سیستم می‌شوند، بایستی با لحاظ کردن هر تغییرات موجودی درون سیستم، برابر با برون‌دادهای فیزیکی آن باشند. به این ترتیب، به منظور حصول اطمینان از این که همه موادِ دستخوشِ تحلیل‌هایMFCA به حساب آمده‌اند، موازنه جرم بایستی اجرا شود، کمیت‌های درون‌دادهای ماده با

1-Accuracy
2-Consistent measurement units
3-Conversion factors
4-Shipping points

برون‌دادها (برای مثال: محصولات و هدررفت‌های ماده) و تغییرات در موجودی مقایسه شود تا مواد " گمشده[1] " معنی‌دار یا سایر شکاف‌های داده‌ای شناسایی شود. هم کمّی‌سازی جریان‌های ماده و هم تضمین توازن بین درون‌دادها و برون‌دادهای ماده (برای مثال: هدررفت‌های محصول و ماده) از الزامات اساسی برای MFCA هستند.

یک مثال از موازنه ساده ماده در یک مرکز کمّی در شکل ۱ به تصویر کشیده شده است. در این مثال، ۹۵ kg ماده وارد مرکز کمّی می‌شود. طی بازه زمانی تحلیل، موجودی ماده از موجودی اولیه ۱۵ kg به موجودی نهایی ۱۰ kg تغییر می‌یابد. مقدار ماده‌ای که مرکز کمّی را ترک می‌کند عبارت است از ۱۰۰ kg، به عبارتی درون‌داد (۹۵ kg) به علاوه موجودی اولیه (۱۵ kg) منهای موجودی نهایی (۱۰ kg).

۱۰۰ kg به شکلی که در زیر مشاهده می‌شود، در محصول (۷۰ kg) و هدررفت ماده (۳۰ kg) توزیع شده است:



یادآوری - برای سادگی، این شکل فقط شامل اطلاعاتی درباره جریان‌های ماده است، نه کاربری انرژی.

شکل ۱ - موازنه جرم در مرکز کمّی

عدم توازن بین درون‌دادها و برون‌دادها در عمل می‌تواند بر اثر جذب هوا یا رطوبت، اثرات واکنش شیمیایی که به راحتی کمّی نمی‌شوند، یا خطاهای اندازه‌گیری ایجاد شود. هر عدم توازن مهم بایستی بررسی شود. داده‌های فیزیکی اغلب براساس واحدهای اندازه‌گیری مختلف در دسترس است. به منظور اجرای موازنه جرم، ضرایب تبدیل ممکن است برای تبدیل داده‌های فیزیکی موجود به واحد مستقل استانداردشده (برای مثال: جرم) برای مقاصد مقایسه‌ای لازم باشند. نیاز برای مقایسه‌پذیری داده‌ها بایستی هنگامی که جمع‌آوری داده‌های MFCA در حال انجام است، لحاظ شود. بایستی سودمندی واحدهای داده‌ها برای هدف سنجش[2] پیامد زیست‌محیطی نیز لحاظ شود.

۵-۳ محاسبه هزینه

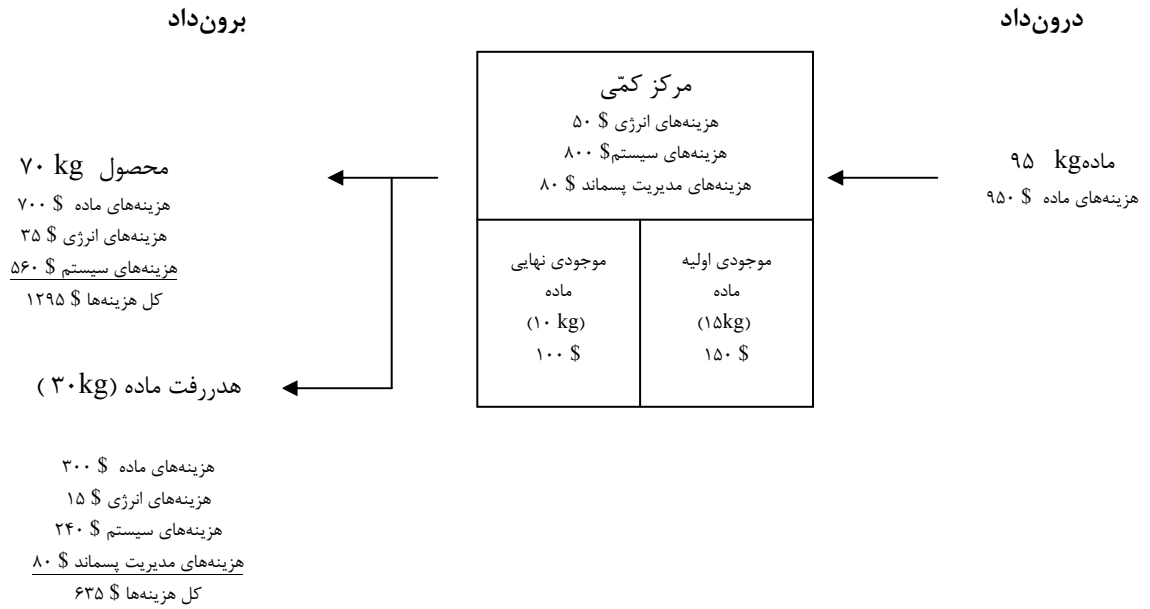
۵-۳-۱ کلیات

تصمیم‌گیری‌ها در سازمان‌ها غالبا مستلزم ملاحظات مالی است. از این‌رو، برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌ها داده‌های جریان مواد بایستی به واحدهای پولی تبدیل شود. برای رسیدن به این مهم، همه هزینه‌های ایجاد

1-Missing
2-Assessment

شده به وسیله جریان‌های مواد و/یا همراه با آن که وارد مرکز کمّی می‌شوند و آن جا را ترک می‌گویند، بایستی کمّی و به جریان‌های مواد مذکور تخصیص داده شود.

سه نوع هزینه تحت MFCA،کمّی می‌شود: هزینه‌های ماده، هزینه‌های سیستم؛ و هزینه‌های مدیریت پسماند. هزینه‌های انرژی بنا به صلاحدید سازمان یا تحت هزینه‌های ماده گنجانیده می‌شوند یا به طور جداگانه کمّی می‌شوند. برای مقاصد این استاندارد، هزینه‌های انرژی محاسبه و به طور جداگانه نشان داده خواهند شد.



شکل ۲ - محاسبه هزینه در مرکز کمّی

در شکل ۲، هزینه‌های واردشده برای مرکز کمّی به شرح زیر است:

الف- هزینه‌های ماده: $ ۱۰۰۰؛

ب- هزینه‌های انرژی: $ ۵۰؛

پ- هزینه‌های سیستم: $ ۸۰۰؛

ت- هزینه‌های مدیریت پسماند: $ ۸۰.

یادآوری۱ - هزینه‌های ماده ($ ۱۰۰۰) = درون‌داد ($ ۹۵۰) + موجودی اولیه ($ ۱۵۰) – موجودی نهایی ($ ۱۰۰).

هزینه‌های مواد، هزینه‌های انرژی و هزینه‌های سیستم متعاقبا به برون‌دادهای مرکز کمّی (برای مثال: محصولات و هدررفت‌های ماده) بر اساس نسبت درون‌داد ماده که در محصول و هدررفت ماده گردش می‌کند، تعیین یا تخصیص داده می‌شود. از ۱۰۰ kg ماده به کار رفته، ۷۰ kg درون محصول و ۳۰ kg درون هدررفت ماده طبق شکل ۱ گردش می‌کند. از این رو، درصدهای توزیع ماده ٪ ۷۰ و ٪ ۳۰ به ترتیب برای تخصیص هزینه‌های انرژی و سیستم برای محصول و هدررفت ماده به کار می‌رود. در این مثال، درصد توزیع ماده برمبنای جرم برای تخصیص این هزینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما تعیین مناسب‌ترین معیار تخصیص در صلاحدید سازمان است. برعکس، ٪ ۱۰۰ هزینه‌های مدیریت پسماند $ ۸۰ به

هدررفت ماده اختصاص داده می‌شود، چرا که هزینه‌ها صرفا به خاطر این هدررفت ماده ایجاد شده است. در این تحلیل نهایی، هزینه‌های کلی هدررفت ماده در این مثال $ ۶۳۵ است.

یادآوری۲ - برای آگاهی از تفاوت بین MFCA و حسابداری هزینه متعارف به پیوست الف مراجعه کنید.

۵-۳-۲ تخصیص هزینه

به منظور بیشینه‌سازی درستی تحلیل، همه هزینه‌ها بایستی از داده‌های در دسترس هم برای مراکز کمّی و هم جریان‌های مواد به صورت جداگانه محاسبه شود، نه این که به وسیله روش‌های تخصیص هزینه تخمین زده شود. با وجود این، هزینه‌هایی از قبیل هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم، و هزینه‌های مدیریت پسماند اغلب فقط برای یک فرایند یا تسهیلات کامل در دسترس هستند. از این رو، در عمل، اغلب ضروری خواهد بود که در ابتدا این هزینه‌ها به مراکز کمّی مجزا تخصیص داده شود، و متعاقبا آن‌ها به محصولات و هدررفت‌های ماده، در روش اجرایی دو مرحله‌ای، به شرح زیر تخصیص یابند:

الف- تخصیص هزینه‌های در سطح فرایند[۱] یا در سطح تسهیلات[۲] به مراکز کمّی مختلف؛ و

ب- تخصیص هزینه‌های مرکز کمّی به محصولات و هدررفت‌های ماده (به شکل ۲ مراجعه کنید).

بایستی در طول هر مرحله تخصیص، یک معیار تخصیص مناسب که تا حد ممکن منعکس‌کننده محرک اصلی[۳] برای هزینه‌های در حال تخصیص باشد، انتخاب شود. هنگامی که هزینه‌های در سطح فرایند یا در سطح تسهیلات به مراکز کمّی تخصیص می‌یابد، معیارهای تخصیص مناسب ممکن است شامل ساعات کار ماشین[۴]، حجم تولید، تعداد کارکنان، ساعات نیروی کار، تعداد وظایف انجام شده، فضای طبقه باشد. برای مرحله دوم تخصیص هزینه‌ها از مرکز کمّی به محصولات و هدررفت‌های ماده، معیار تخصیص مناسب دیگر بایستی انتخاب شود، برای مثال: درصد کل توزیع ماده، درصد توزیع ماده برای ماده اصلی. در همه موارد، تعیین مناسب‌ترین معیار تخصیص، طبق صلاحدید سازمان خواهد بود.

یادآوری ۱- مناسب‌ترین معیارهای تخصیص برای انواع مختلف هزینه‌ها، برای مثال: هزینه‌های انرژی و هزینه‌های سیستم ضرورتا یکسان نخواهند بود.

یادآوری ۲- چنان چه معیارهای مختلف تخصیص بتواند منعکس‌کننده واقع‌بینانه‌تری از توزیع هزینه‌های واقعی برای اجزای مختلف هزینه‌های سیستم باشد، می‌توان از آن‌ها استفاده کرد.

یادآوری ۳- همه هزینه‌های مدیریت پسماند درون مرکز کمّی به هدررفت‌های ماده، بر اساس تعریف، طبق آن چه در شکل ۲ به تصویر کشیده شده است، اختصاص خواهد یافت.

۵-۳-۳ هزینه انتقال[۵] بین مراکز کمّی

یک برون‌داد از یک مرکز کمّی غالبا درون‌داد برای مرکز کمّی دیگر است. برای مثال، شکل شماره ۲، یک مرکز کمّی با برون‌داد محصول ۷۰ kg را به تصویر می‌کشد. هزینه‌های همراه با آن برون‌داد محصول $ ۱۲۹۵ تخمین زده شده است، یعنی تلفیقی از هزینه‌های مواد، هزینه‌های انرژی و هزینه‌های سیستم که برای تولید آن محصول صرف شده است. هزینه‌های کلی $ ۱۲۹۵ بایستی صرف شود و به عنوان هزینه‌های همراه با

1- Process-wide
2-Facility-wide
3-Main driver
4-Machine hours
5-Cost carryover

درون‌داد برای مرکز کمّی بعدی گنجانیده شود. بند ب-۴ پیوست ب، مثالی را هم به طور تجسمی[1] و هم با داده‌های کمّی برای به تصویر کشیدن چگونگی انتقال داده‌های هزینه، هنگامی که بیش از یک مرکز کمّی دخالت دارد، نشان می‌دهد. هنگام انتقال هزینه‌ها، اقلام هزینه (هزینه ماده، هزینه انرژی و هزینه سیستم) می‌تواند به طور جداگانه بیان شود (به جدول ب-۶ مراجعه کنید).

۵-۳-۴ هزینه انتقال ماده بازیافت‌شده به طریق داخلی[2]

مثال دیگری از برون‌دادی که درون‌داد می‌شود، مواد بازیافت‌شده داخلی است. اگر مواد درون مرزهای MFCA، بازیافت شوند، هم مزایای مالی و هم مزایای زیست‌محیطی می‌توانند عاید شوند. با وجود این، یک حقیقت مهم نباید نادیده گرفته شود که وجود مواد نیازمند بازیافت، نشانگر ناکارآمدی‌ها در فرایند اصلی است.

مواد بازیافت‌شده داخلی چندین بار از مراکز کمّی می‌گذرند و هر بار ممکن است موجب هزینه‌های اضافی ماده، سیستم، انرژی و مدیریت پسماند شوند. برای مثال، کاربری انرژی در مرکز کمّی اغلب بستگی به مقدار توان عملیاتی ماده[3] دارد. از این رو، ناکارآمدی‌ای که منجر به بازیافت داخلی می‌شود، توان عملیاتی مرکز کمّی را افزایش می‌دهد تا همان مقدار از برون‌داد محصول به دست آید، و کاربری انرژی و هزینه‌های مربوط به انرژی را نیز افزایش می‌دهد.

اگر هدررفت ماده در مرکز کمّی روی دهد و بازیافت داخلی انجام گیرد، بایستی طبق همان روش برای هر هدررفت ماده دیگر مورد بررسی قرار گیرد. به عبارتی، هزینه‌های مرکز کمّی بایستی به محصولات و هدررفت‌های ماده طبق بند ۵-۳-۲ تخصیص داده شود. به منظور سنجش مناسب هزینه‌های بازیافت داخلی، موارد زیر بایستی مد نظر قرار گیرد:

الف- پس‌اندازهای هزینه بازیافت داخلی، برای مثال: ارزش خرید ماده جایگزین‌شده؛

ب- هزینه‌های اضافی فرایند بازیافت؛

پ- هزینه‌های اضافی در سایر مراکز کمّی به دلیل جریان مواد بازیافت‌شده از سیستم.

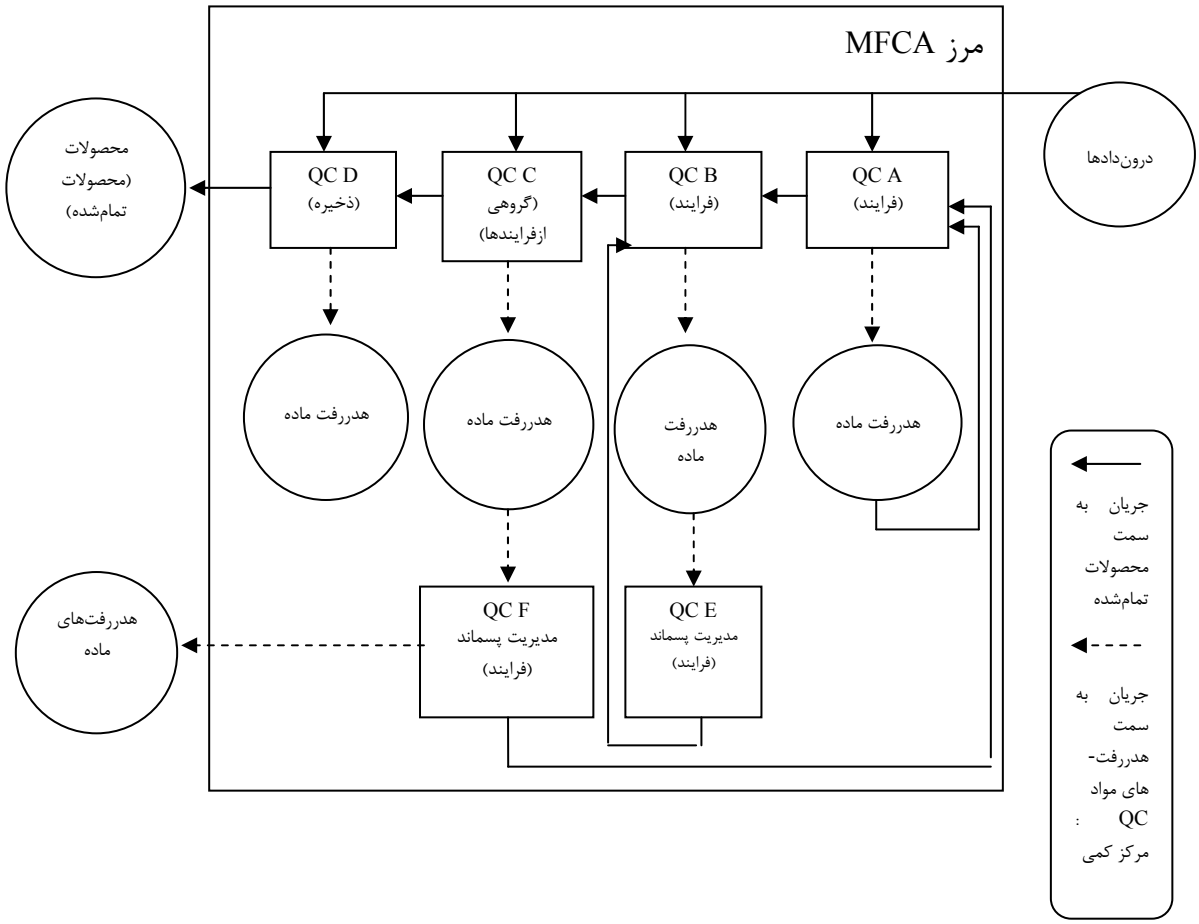
۵-۴ مدل جریان مواد

در MFCA، تولید، بازیافت، و سیستم‌های دیگر به وسیله مدل‌های تجسمی نمایش داده می‌شوند که مراکز کمّی متعددی که مواد در آن‌ها ذخیره می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد، یا تغییر شکل می‌یابد و نیزجابه‌جایی‌های مواد بین آن مراکز کمّی، به تصویر کشیده می‌شود. چنین مدل جریان مواد، جریان کلی مواد را درون مرزهای انتخابی برای تجزیه و تحلیل‌های MFCA نشان می‌دهد. یک مثال از مدل جریان مواد در شکل ۳ ذکر شده است.

شکل ۳ یک سیستم جریان را به تصویر می‌کشد، یک نگاه اجمالی به فرایند کامل فراهم می‌سازد و نقاطی را که هدررفت‌های ماده می‌تواند اتفاق بیفتد، شناسایی می‌کند. محصولات دربرگیرنده محصولات تمام‌شده و محصولات واسطه یعنی درون‌دادهای ماده برای مراکز کمّی دیگر، هستند. برای هر مرکز کمّی به

1-Visually
2-Internally recycled material
3- Material throughput

تصویر کشیده‌شده در شکل ۳، مدل‌سازی و محاسبه توضیح داده‌شده در بندهای ۵-۲ و ۵-۳ بایستی انجام شود. مواقعی که هدررفت‌های ماده یا درصد خاصی از آن‌ها درون مرز MFCA به طور مستقیم یا پس از فرایند آمایش بازیافت می‌شود، آن‌ها به عنوان درون‌داد نشان داده شده‌اند. این جریان‌های درون‌داد در شکل ۳ در QC A و QC B نشان داده شده است.



یادآوری - مرز MFCA می‌تواند به سازمان‌های دیگر در زنجیره تامین، هم بالادستی و هم پایین‌دستی توسعه یابد.

شکل ۳ - مدل جریان مواد برای فرایندی درون مرز MFCA

۶ مراحل اجرای MFCA

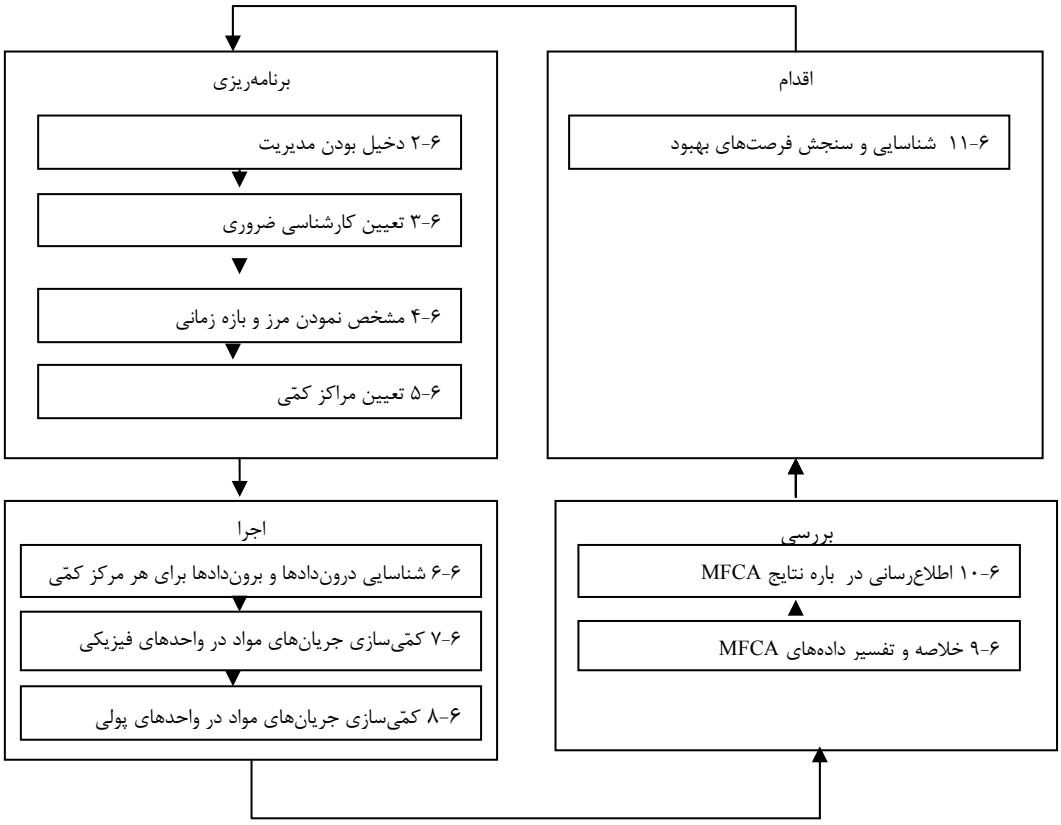
۶-۱ کلیات

MFCA همانند هر ابزار مدیریتی دیگر، نیازمند شماری از مراحل اجراست که در این بند برجسته‌شده است. سطح جزئیات و پیچیدگی تحلیل‌ها به تعدادی از عوامل از قبیل اندازه سازمان، ماهیت فعالیت‌ها و محصولات سازمان، تعداد فرایندها و مراکز کمّی انتخاب‌شده برای تحلیل بستگی دارد.

MFCA می‌تواند در سازمان با یا بدون سیستم مدیریت زیست‌محیطی در محل (برای مثال استاندارد ایران - ایزو ۱۴۰۰۱) اجرا شود، ولی فرایند اجرای آن در صورت استقرار سیستم مدیریت زیست‌محیطی

آسان‌تر و سریع‌تر است. MFCA می‌تواند اطلاعات مهم و معنی‌داری را در مراحل مختلف چرخه بهبود مداوم برنامه‌ریزی - اجرا - بررسی - اقدام (PDCA)[1] فراهم کند. برای مثال، استفاده ازMFCA به سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا ملاحظات مالی را در تعیین اهداف کلان[2] و اهداف خرد[3] بگنجانند. آگاهی از پیامدهای بالقوه زیست‌محیطی و پیامدهای مالی می‌تواند کیفیت ارزیابی را ارتقا دهد، و اطلاعات مفید را برای تصمیم‌گیری فراهم سازد.

شکل ۴ طرح کلی از مراحل اجرای MFCA ساخت‌یافته مطابق چرخهPDCA را نشان می‌دهد. چرخه PDCA در MFCA می‌تواند در فازهای مختلف در چرخه PDCA سیستم مدیریت زیست‌محیطی گنجانیده شود و به کار رود.



شکل ۴ - چرخه PDCA برای اجرای MFCA

رویکرد منطقی برای اجرای تحلیل MFCA شامل مراحل ۶-۲ تا ۶-۱۱ خواهد بود.

۶-۲ دخیل بودن مدیریت

کارکنان سطح مدیریتی بایستی ارزش و عملی بودن MFCA را در دستیابی به اهداف مالی و زیست‌محیطی سازمان درک کنند. اجرای موثر MFCA نیازمند حمایت جدی مدیریت است.

دخیل بودن مدیریت بایستی موارد زیر را دربرگیرد:

1- Plan-Do-Check-Act
2-Objectives
3-Targets

الف- رهبری اجرا؛
ب- تعیین نقش‌ها و مسئولیت‌ها، برای مثال: تنظیم نیروی کار MFCA؛
پ- تامین منابع؛
ت- پایش پیشرفت؛
ث- بازنگری نتایج؛ و
ج- تصمیم‌گیری درباره اقدامات بهبود مبتنی بر نتایج MFCA .

۶-۳ تعیین کارشناسی ضروری

MFCA نیازمند انواع متعددی از کارشناسی است تا انواع گوناگونی از اطلاعات مورد نیاز را برای تحلیل فراهم کند. مثال‌هایی از انواع کارشناسی‌های سودمند برای اجرای MFCA به شرح زیر است:
الف- کارشناسی عملیاتی از طراحی، تدارکات[1]، و تولید درباره جریان مواد و کاربری انرژی در سرتاسر سازمان؛
ب- مهندسی و/یا کارشناسی فنی درباره مفاهیم ضمنی[2] موازنه جرم فرایندها، از جمله احتراق و سایر واکنش‌های شیمیایی؛
پ- کارشناسی کنترل کیفیت درباره موضوعاتی از قبیل فراوانی رد محصول[3] ، علل، و فعالیت‌های بازکاری؛
ت- کارشناسی زیست‌محیطی درباره جنبه‌های زیست‌محیطی و پیامدها، انواع پسماند، و فعالیت‌های مدیریت پسماند؛ و
ث- کارشناسی حسابداری درباره داده‌ها و کاربست‌های[4] حسابداری هزینه، برای مثال: تخصیص هزینه.

۶-۴ مشخص نمودن مرز و بازه زمانی

بایستی پیش از تحلیل MFCA، مرز آن مشخص شود. مرز می‌تواند فرایند واحد، فرایندهای متعدد، تسهیلات کامل، یا زنجیره تامین را بنا به صلاحدید سازمان دربرگیرد. گرچه، توصیه می‌شود که در ابتدا بر فرایند(های) با پیامدهای زیست‌محیطی و اقتصادی بالقوه مهم و معنی‌دار، تمرکز شود.
در زمینه زنجیره تامین، اجرای MFCA تقریبا همان مراحل برجسته‌شده در این بند را دنبال می‌کند، گرچه سازمان‌های متعلق به زنجیره تامین نیازمند تغییرات یا اضافه کردن مراحلی برای تضمین اطلاع‌رسانی (تبادل اطلاعات) و کار جمعی کافی هستند. به منظور اثربخشی بیشتر، مراحل اجرا بایستی با توافق همه سازمان‌های ذی‌ربط که به زنجیره تامین تعلق دارند، انتخاب شود. برای آگاهی از نمونه‌های کاربرد MFCA در زنجیره تامین، به پیوست پ مراجعه کنید.
پس از مشخص نمودن مرز، بازه زمانی برای جمع‌آوری داده‌های MFCA بایستی مشخص شود. بازه زمانی برای جمع‌آوری داده‌ها بایستی به اندازه کافی طولانی باشد تا بتوان داده‌های معنی‌دار را جمع‌آوری نمود، و هرگونه تغییرات معنی‌دار فرایند، برای مثال نوسانات فصلی[5]، تغییرات ماهوی فرایند که می‌تواند بر قابلیت

1-Procurement
2-Implication
3-Product reject frequency
4-Practices
5-Seasonal fluctuations

اعتبار[1] و مطلوبیت[2] داده‌ها تاثیر بگذارد، مد نظر قرار گیرد. بازه زمانی مناسب بسته به تحلیل می‌تواند یک ماه، شش ماه یا یک سال باشد. برای بعضی از صنایع، راحت خواهد بود که بازه جمع‌آوری داده‌ها با ساخت بهر تولید[3] همزمان باشد.

۶-۵ تعیین مراکز کمیّ

فرایندهای مختلف، از قبیل دریافت، پاک‌سازی، برش، اختلاط، مونتاژ[4]، گرمایش، بسته‌بندی، بازرسی و حمل و بارگیری[5]، و نیز مناطق ذخیره مواد، می‌توانند به عنوان مراکز کمّی منظور شوند. مراکز کمّی درون مرز MFCA می‌تواند از اطلاعات فرایند، سوابق مرکز هزینه، و سایر اطلاعات موجود تعیین شود. اگر جریان‌های مواد بین دو مرکز کمّی، هدررفت‌های ماده یا هزینه‌های سیستم مرتبط، برای مثال انرژی برای حمل و نقل، روغن یا نشت فشار هوا را سبب شود، این جریان‌ها می‌توانند به عنوان مرکز کمّی اضافی تعیین شوند.

۶-۶ شناسایی درون‌دادها و برون‌دادها برای هر مرکز کمّی

برای هر مرکز کمّی درون مرز MFCA، درون‌دادها و برون‌دادها بایستی شناسایی شود. درون‌دادهای احتمالی مواد و انرژی هستند. برون‌دادهای احتمالی عبارتند از: محصولات، هدررفت‌های ماده و هدررفت‌های انرژی. انرژی و هدررفت انرژی می‌تواند به ترتیب تحت ماده و هدررفت ماده گنجانیده شود یا به طور جداگانه بنا به صلاحدید سازمان تخمین زده شود.

زمانی که درون‌دادها و برون‌دادها برای هر مرکز کمّی شناسایی شوند، آن‌ها می‌توانند برای مرتبط نمودن مراکز کمّی درون مرز MFCA به کار روند، به این منظور که داده‌ها از مراکز کمّی می‌توانند به هم ملحق شوند و در طول کل سیستم تحت مطالعه ارزیابی شوند.

۶-۷ کمّی‌سازی جریان‌های مواد در واحدهای فیزیکی

برای هر مرکز کمّی، مقادیر درون‌دادها و برون‌دادها بایستی در واحدهای فیزیکی از قبیل جرم، طول، تعداد قطعات، یا حجم، بسته به نوع ماده تعیین شود. همه واحدهای فیزیکی به کار رفته بایستی به واحدمنفرد استانداردشده (برای مثال جرم) تبدیل‌پذیر باشد به گونه‌ای که موازنه جرم بتواند برای هر مرکز کمّی انجام شود.

موازنه جرم می‌طلبد که مقدار کل برون‌دادها (برای مثال: محصولات و هدررفت‌های ماده) با لحاظ کردن هر تغییر موجودی درون مرکز کمّی برابر با مقدار کل درون‌دادها باشد. به طور مطلوب، همه مواد درون مرز MFCA بایستی ردیابی و تعیین مقدار شود، اما موادی با کمینه اهمیت مالی یا زیست‌محیطی بنا به صلاحدید سازمان می‌توانند حذف شوند.

۶-۸ کمّی‌سازی (تعیین مقدار) جریان‌های مواد در واحدهای پولی

۶-۸-۱ هزینه‌های مواد

1-Reliability
2- Usability
3-Production lot
4-Assembling
5-Shipping

برای هر مرکز کمّی، هزینه‌های مواد برای درون‌دادها و برون‌دادها (برای مثال: محصولات و هدررفت‌های ماده)، بایستی تعیین مقدار شود. هزینه‌های مواد می‌تواند با استفاده از روش‌های مختلف، برای مثال: هزینه تمام‌شده واقعی[1]، هزینه استاندارد، هزینه جایگزینی تعیین مقدار شود. انتخاب نوع روش با صلاحدید سازمان است، و ممکن است تحت تاثیر روشی باشد که سازمان از قبل برای حسابداری هزینه موجود خود به کار می‌برد. نتایج تحلیل MFCA ممکن است بسته به رویکرد انتخاب شده، متفاوت باشد.

هزینه‌های مواد برای هر جریان درون‌داد و برون‌داد به وسیله ضرب مقدار فیزیکی جریان مواد در هزینه واحد مواد، طی بازه زمانی انتخاب‌شده برای تحلیل، تعیین مقدار شود. هنگام تعیین مقدار هزینه‌های مواد برای برون‌دادها (برای مثال: محصولات و هدررفت‌های ماده)، هزینه‌های مواد همراه با هر تغییر در موجودی مواد درون مرکز کمّی نیز بایستی تعیین مقدار شود.

هزینه‌های ماده در هر مرکز کمّی بایستی به ترتیب به محصولات و هدررفت‌های ماده، تخصیص داده شود. این روش در پیوست ب بند ب -۲ بیشتر توضیح داده شده است.

یادآوری - هنگامی که هزینه واحد برای ماده تعیین می‌شود، بایستی به طور مستمر به کار رود.

۶-۸-۲ هزینه‌های انرژی

برای هر مرکز کمّی، هزینه‌های کاربری انرژی بایستی تعیین مقدار شود. در مواردی که هزینه‌های انرژی برای مراکز کمّی مجزا معلوم نباشند و اندازه‌گیری یا تخمین آن‌ها مشکل باشد، ضروری خواهد بود که هزینه‌های کل انرژی فرایندهای انتخاب شده به مراکز کمّی تخصیص یابد. متعاقبا، هزینه‌های انرژی برای هر مرکز کمّی بایستی برای محصولات و هدررفت‌های ماده تخصیص داده شود. اختصاص هزینه در بند ب-۳ بیشتر توضیح داده شده است.

۶-۸-۳ هزینه‌های سیستم

هزینه‌های سیستم همه مخارج متحمل‌شده در جریان اداره داخلی جریان مواد، به جز هزینه‌های ماده، هزینه‌های انرژی، و هزینه‌های مدیریت پسماند می‌باشد. هزینه‌های سیستم، هزینه‌هایی از قبیل نیروی کار، استهلاک، نگه‌داری و حمل و نقل را شامل می‌شود. هزینه‌های سیستم همراه با هر مرکز کمّی بایستی تعیین مقدار شود. در مواردی که هزینه‌های سیستم برای مراکز کمّی مجزا معلوم نیست و اندازه‌گیری یا تخمین آن دشوار است، ضروری خواهد بود که هزینه‌های کل سیستم فرایندهای انتخاب‌شده به مراکز کمّی تخصیص داده شود. متعاقبا، هزینه‌های سیستم برای هر مرکز کمّی بایستی برای محصولات و هدررفت‌های ماده تخصیص داده شود. اختصاص هزینه در بند ب-۳ بیشتر توضیح داده شده است.

۶-۸-۴ هزینه‌های مدیریت پسماند

هزینه‌های مدیریت پسماند با جابه‌جایی هدررفت‌های ماده ایجادشده در مرکز کمّی ارتباط دارد. هزینه‌های مدیریت پسماند مربوط به هر مرکز کمّی، بایستی تعیین مقدار شود. در مواردی که هزینه‌های مدیریت پسماند برای مراکز کمّی مجزا معلوم نیست و اندازه‌گیری یا تخمین آن دشوار است، ضروری خواهد بود که هزینه‌های کل مدیریت پسماند فرایندهای انتخابی به مراکز کمّی تخصیص داده شود. کل هزینه‌های مدیریت

1-Historcal cost

پسماند برای هر مرکز کمّی بایستی برای هدررفت‌های موادی که مرکز کمّی را ترک می‌کنند، تخصیص داده شود. اختصاص هزینه در بند ب-۳ بیشتر توضیح داده شده است.

۶-۹ خلاصه و تفسیر داده‌های MFCA

داده‌های به دست آمده طی تجزیه و تحلیل MFCA بایستی در قالبی[1] (برای مثال ماتریس هزینه جریان مواد، یا دیاگرام هزینه جریان مواد) خلاصه شود که برای تفسیر بیشتر مناسب‌تر است. داده‌ها در ابتدا بایستی برای هر مرکز کمّی به طور جداگانه خلاصه شود. جدول ۱ خلاصه‌ای از داده‌های MFCA را برای مرکز کمّی مبتنی بر داده‌های شکل ۲ نشان می‌دهد.

جدول ۱- مثالی از ماتریس هزینه جریان مواد برای هر مرکز کمّی

بازه: xxx

	جرم kg	هزینه‌های مواد $	هزینه‌های انرژی $	هزینه‌های سیستم $	هزینه‌های مدیریت پسماند $	هزینه‌های کل $
درون‌دادهای کل	۱۰۰	۱۰۰۰	۵۰	۸۰۰	۸۰	۱۹۳۰
محصول	۷۰ (۷۰ ٪)	۷۰۰ (۷۰ ٪)	۳۵ (۷۰ ٪)	۵۶۰ (۷۰ ٪)	۰ (۰ ٪)	۱۲۹۵ (۶۷ ٪)
هدررفت مواد	۳۰ (۳۰ ٪)	۳۰۰ (۳۰ ٪)	۱۵ (۳۰ ٪)	۲۴۰ (۳۰ ٪)	۸۰ (۱۰۰ ٪)	۶۳۵ (۳۳ ٪)
برون‌دادهای کل	۱۰۰	۱۰۰۰	۵۰	۸۰۰	۸۰	۱۹۳۰

یادآوری۱ - برای سادگی، این جدول فقط داده‌های فیزیکی درباره مواد را دربرمی‌گیرد (انرژی منظور نشده است).

یادآوری۲- درون‌دادهای کل و هزینه‌های مواد شامل مواد در موجودی به شرح زیر است (همان گونه که در شکل ۲ به تصویر کشیده شده است):

کل مواد به کار رفته (۱۰۰ kg) = درون‌داد (۹۵ kg) + موجودی اولیه (۱۵ kg) – موجودی نهایی (۱۰ kg).

یادآوری۳- این جدول نشانگر ماتریس هزینه جریان مواد به عنوان نمونه‌ای از یک راه برای خلاصه کردن نتایج تجزیه و تحلیل MFCA است. استفاده از سایر قالب‌های نمایش نیز ممکن است (به شکل ب -۴ مراجعه کنید).

داده‌های جدول ۱ دالّ بر مقادیر کل درون‌دادهای ماده به اضافه تغییرات موجودی است که به ترتیب در محصولات و هدررفت‌های مواد و نیز هزینه‌های همراه با محصولات و هدررفت‌های ماده جریان دارد. هدررفت‌های ماده نشانگر عدم کفایت ماده در فرایند است که می‌تواند منجر به هدررفت‌های مالی معنی‌دار و پیامدهای زیست‌محیطی نامطلوب گردد.

به طور کلی، بازنگری و تفسیر داده‌های خلاصه‌شده به سازمان اجازه خواهد داد تا مراکز کمّی با هدررفت‌های مواد را شناسایی کند که از نظر زیست‌محیطی یا مالی معنی‌دار هستند. این مراکز کمّی می‌توانند با جزئیات بیشتری تحلیل شوند تا علل ریشه‌ای هدررفت‌های مواد و عوامل مرتبط که هزینه‌ها را ایجاد می‌کنند،

1-Format

شناسایی شود. داده‌ها از مراکز کمّی مجزا همچنین می‌تواند برای فرایند هدف کلی تحت تحلیل، ادغام شوند. برای اطلاعات بیشتر در خصوص ادغام داده‌ها درون مرز MFCA به بند ب-۴ پیوست ب مراجعه کنید.

۶-۱۰ اطلاع‌رسانی (تبادل اطلاعات) در باره نتایج MFCA

هنگامی که تحلیل MFCA کامل می‌شود، نتایج بایستی به اطلاع سهامداران[1] ذی‌ربط برسد. بیشتر سهامداران MFCA، درون‌سازمانی هستند. مدیریت می‌تواند اطلاعات MFCA را برای پشتیبانی انواع متفاوتی از تصمیم‌گیری‌های هدف‌گذاری‌شده در بهبود عملکرد زیست‌محیطی و مالی به کار ببرد. اطلاع‌رسانی کارکنان سازمان درباره نتایج می‌تواند برای توضیح تغییرات در فرایند یا سازمان که در سایه یافته‌های MFCA اتفاق خواهد افتاد، سودمند باشد.

جدول‌ها، نمودارها و سایر ابزارهای توسعه‌یافته برای تحلیل داده‌های MFCA می‌تواند به عنوان مبنایی برای ایجاد ابزارهای اطلاع‌رسانی موثر، متناسب‌شده برای سهامداران خاص طبق راهبردهای اطلاع‌رسانی عمل کند. پشتیبانی از گفتمان با سهامداران برون‌سازمانی درباره عملکرد زیست‌محیطی سازمان، یک مثال است که با فعالیت‌های کاربری مواد مرتبط می‌گردد.

۶-۱۱ شناسایی و سنجش فرصت‌های بهبود

هنگامی که تجزیه و تحلیل MFCA سازمان را برای درک بهتر دامنه[2]، تبعات، و محرک‌های کاربری مواد و هدررفت یاری می‌کند، سازمان می‌تواند داده‌های MFCA را بازنگری نماید و در جستجوی فرصت‌هایی برای بهبود عملکرد زیست‌محیطی و مالی برآید. اقدامات به عمل آمده برای دستیابی به این بهبودها می‌تواند دربرگیرنده جانشینی مواد، تغییر فرایندها، خطوط تولید یا محصولات، و فعالیت‌های تحقیق و توسعه تقویت‌یافته مرتبط با کارایی ماده و انرژی باشد. داده‌های MFCA می‌تواند پشتیبانی‌کننده تجزیه و تحلیل هزینه - فایده اقدامات پیشنهادی (موارد نیازمند سرمایه‌گذاری اضافی و موارد نیازمند سرمایه‌گذاری کم یا بدون سرمایه‌گذاری) باشند.

ذکر این نکته حائز اهمیت است که اجرای MFCA فرصت‌هایی را برای ایجاد بهبود در سیستم‌های حسابداری و اطلاعاتی سازمان فراهم می‌کند. بهبودهای سیستم، داده‌های دقیق‌تر را برای همه پروژه‌های آتی تامین می‌کند و لازم نیست که از جمع‌آوری و تحلیل دستی داده‌ها استفاده شود. بهبودهای احتمالی سیستم که با اجرای MFCA حاصل شده‌اند، بایستی ثبت و در طرح کلی بهبود منتج از تحلیل MFCA در سازمان گنجانیده شوند.

1-Stakeholders
2-Magnitude

پیوست الف

(اطلاعاتی)

تفاوت بین MFCA و حسابداری متعارف هزینه (CCA)[1]

الف-۱ کلیات

درک تفاوت بین MFCA و CCA برای اجرای MFCA سودمند است. MFCA جریان‌های مواد را برحسب واحدهای فیزیکی و واحدهای پولی، دنبال می‌کند، و بر هدررفت‌های مواد تاکید دارد. آمایش هزینه‌های هدررفت‌های مواد و ناکارآمدی‌های فرایندها، یک اختلاف اصلی بین MFCA و CCA است. در CCA، همه هزینه‌های مواد و هزینه‌های فرآوری به هزینه‌های محصول تخصیص داده می‌شود. گرچه، هدررفت‌های مواد می‌تواند به طور مشهود در CCA تشخیص داده شود، هزینه‌ها به طور جداگانه شناسایی نمی‌شوند. هزینه‌های مدیریت پسماند همراه با هدررفت‌های ماده، در هزینه‌های محصول گنجانیده می‌شود یا در هزینه‌های بالاسری پنهان می‌ماند. در این رویکرد هزینه‌های هدررفت‌های مواد و ناکارآمدی‌ها در فرایند ناشی از فقدان درک هزینه‌های جامع هدررفت‌های ماده برجسته نمی‌شود. MFCA می‌تواند اطلاعاتی را درباره پس‌اندازهای بالقوه یا کارایی در مواد محصول و بسته‌بندی متناظر فراهم کند.

از سوی دیگر MFCA، هدررفت مواد را به عنوان شیء هزینه[2] تلقی می‌کند، و هزینه‌های هدررفت‌های ماده و همه هزینه‌های فرآوری همراه با هدررفت‌های ماده را محاسبه می‌کند. برای تقویت بیشتر قدرت تجزیه و تحلیلی این رویکرد، هزینه‌های فرآوری، به صورت هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند متمایز می‌شوند. هزینه‌های هدررفت‌های مواد، مجموع هزینه‌های مواد است که در هدررفت‌های مواد، هزینه‌های انرژی و هزینه‌های سیستم گردش می‌کند و بر هدررفت‌های ماده مبتنی بر معیارهای تخصیص مناسب، و نیز هزینه‌های کل مدیریت پسماند همراه با هدررفت ماده استوار است. این رویکرد، هزینه‌های هدررفت‌های ماده و ناکارآمدی‌های فرایند را برجسته می‌کند و توجه مدیریت را به این هزینه‌ها معطوف می‌دارد. علاوه بر کاهش هزینه‌های هدررفت مواد، این رویکرد می‌تواند سازمان را در کاهش پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی به وسیله کاهش مصرف منابع طبیعی و تولید پسماندها و گسیله‌ها یاری رساند.

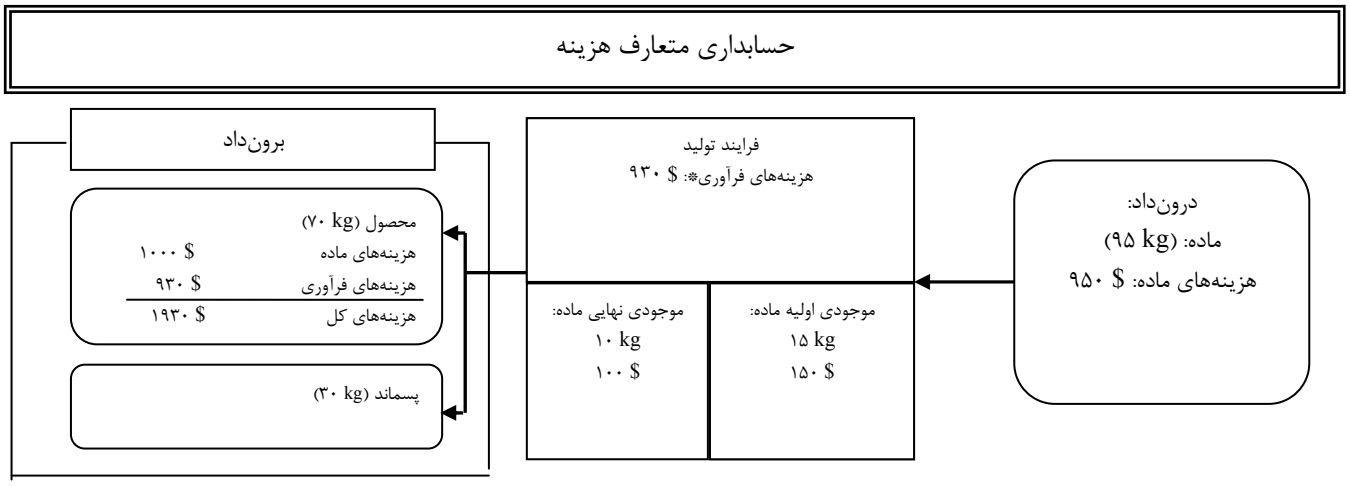
الف-۲ تشریح تفاوت بین MFCA و CCA

در این مثال، که مبتنی بر شکل ۲ است، مرکز کمّی (QC) دارای ۱۵ kg موجودی اولیه از ماده و ۹۵ kg درون‌داد ماده است که وارد QC می‌شود. ۱۰ kg موجودی نهایی ماده، و ۷۰ kg محصول و ۳۰ kg هدررفت ماده به عنوان برون‌دادها تولید می‌شوند، همان گونه که در شکل الف۱ نشان داده شده است. هزینه‌های ماده و هزینه‌های فرآوری به ترتیب بالغ بر ۱۰۰۰ $ و ۹۳۰ $ هستند که منجر به هزینه‌های کل ساخت ۱۹۳۰ $ می‌شوند. در مورد CCA هزینه‌های کلی محصول ۱۹۳۰ $ است.

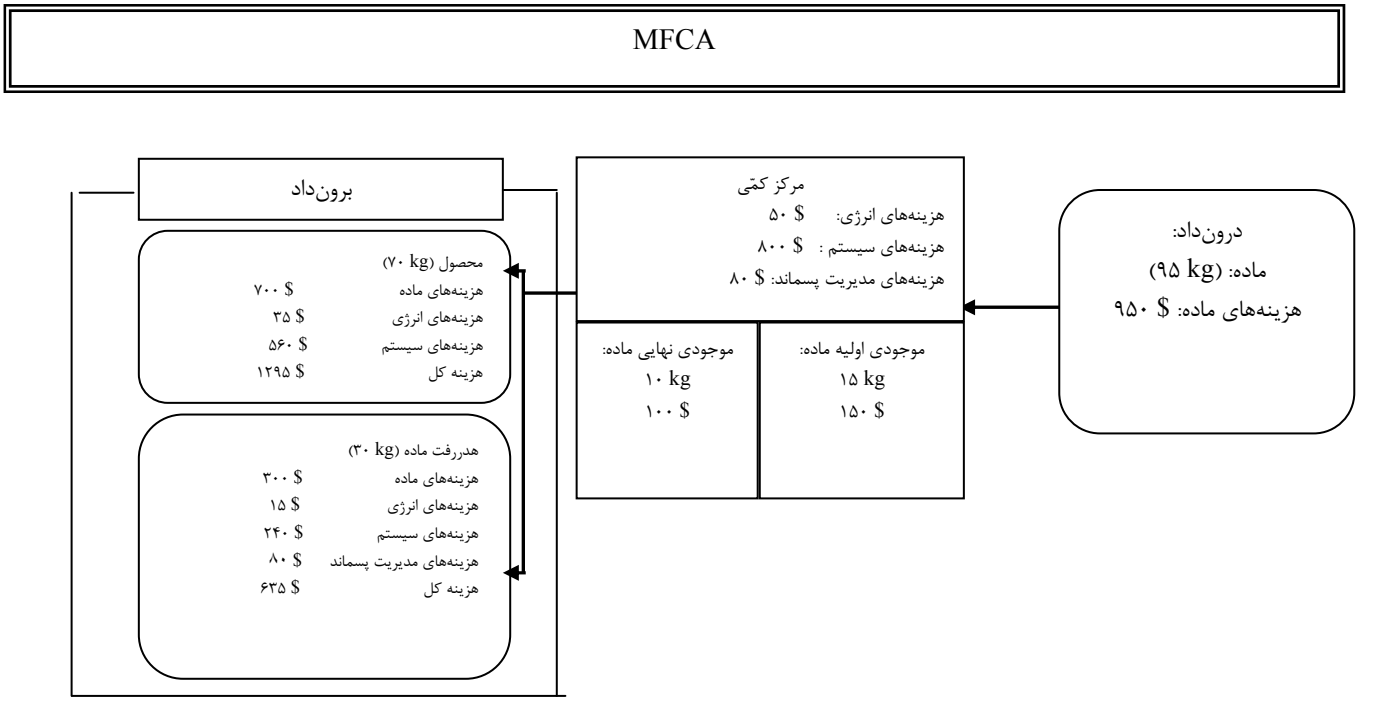
1-Conventional cost accounting
2-Cost object

از طرف دیگر، MFCA هدررفت ماده را شناسایی می‌کند و هزینه آن را ارزش‌گذاری می‌کند. ٪ ۳۰ از درون‌داد ماده در هدررفت ماده گردش می‌کند، که منجر به هزینه‌های ماده $ ۳۰۰ برای هدررفت ماده می‌شود. هزینه‌های فرآوری برحسب هزینه‌های انرژی ($ ۵۰)، هزینه‌های سیستم ($ ۸۰۰)، و هزینه‌های مدیریت پسماند ($ ۸۰) متمایز می‌شوند. برمبنای معیار مناسب تخصیص (درصد توزیع ماده مبتنی برجرم بین محصول و هدررفت ماده)، $ ۱۵ هزینه‌های انرژی و $ ۲۴۰ هزینه‌های سیستم به هدررفت ماده تخصیص داده می‌شود. علاوه بر این، هزینه‌های کل مدیریت پسماند $ ۸۰ به هدررفت ماده تخصیص داده می‌شود. در نتیجه، هزینه‌های کل هدررفت ماده $ ۶۳۵ می‌باشد، هم چنان که در شکل الف۱ به تصویر کشیده شده است. این بدین مفهوم است که ٪ ۳۲٫۹ هزینه‌های کل ساخت بر اثر هدررفت ماده تلف می‌شوند.

آشکار بودن این اطلاعات ممکن است مدیریت را به تحقیق درباره دلایل هدررفت ماده و نهادینه کردن اقداماتی برای کاهش هدررفت ماده وادارد. این اطلاعات تحت CCA عموما به راحتی در دسترس مدیریت نیست تا بتواند براساس آن اقدام کند. MFCA می‌تواند هم چنین اطلاعاتی را فراهم کند که باعث می‌شود مدیریت، گزینه‌هایی را برای کاهش یا جانشینی ماده محصول برای نمونه کاهش وزن به طور نظام‌مند، افزایش قابلیت بازیافت، و حمایت از بهبودهای زیست‌محیطی در محصولات و فرایندها در نظر بگیرد.



* هزینه‌های فرآوری متشکل از هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند در این مورد است.



شکل الف ۱ - تفاوت بین MFCA و CCA

پیوست ب
(اطلاعاتی)
محاسبه و تخصیص هزینه در MFCA

ب-۱ کلیات

در این پیوست راهنمایی برای محاسبه و تخصیص هزینه در MFCA به شرح زیر ارائه شده است:

ب-۱-۱ محاسبه هزینه‌های ماده (به بند ب ۲ مراجعه کنید)؛

ب-۱-۲ محاسبه و تخصیص هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم، و هزینه‌های مدیریت پسماند (به بند ب -۳ مراجعه کنید)؛

ب-۱-۳ نمایش و تحلیل داده‌های هزینه (به بند ب ۴ مراجعه کنید).

ب-۲ محاسبه هزینه‌های ماده

ب-۲-۱ کلیات

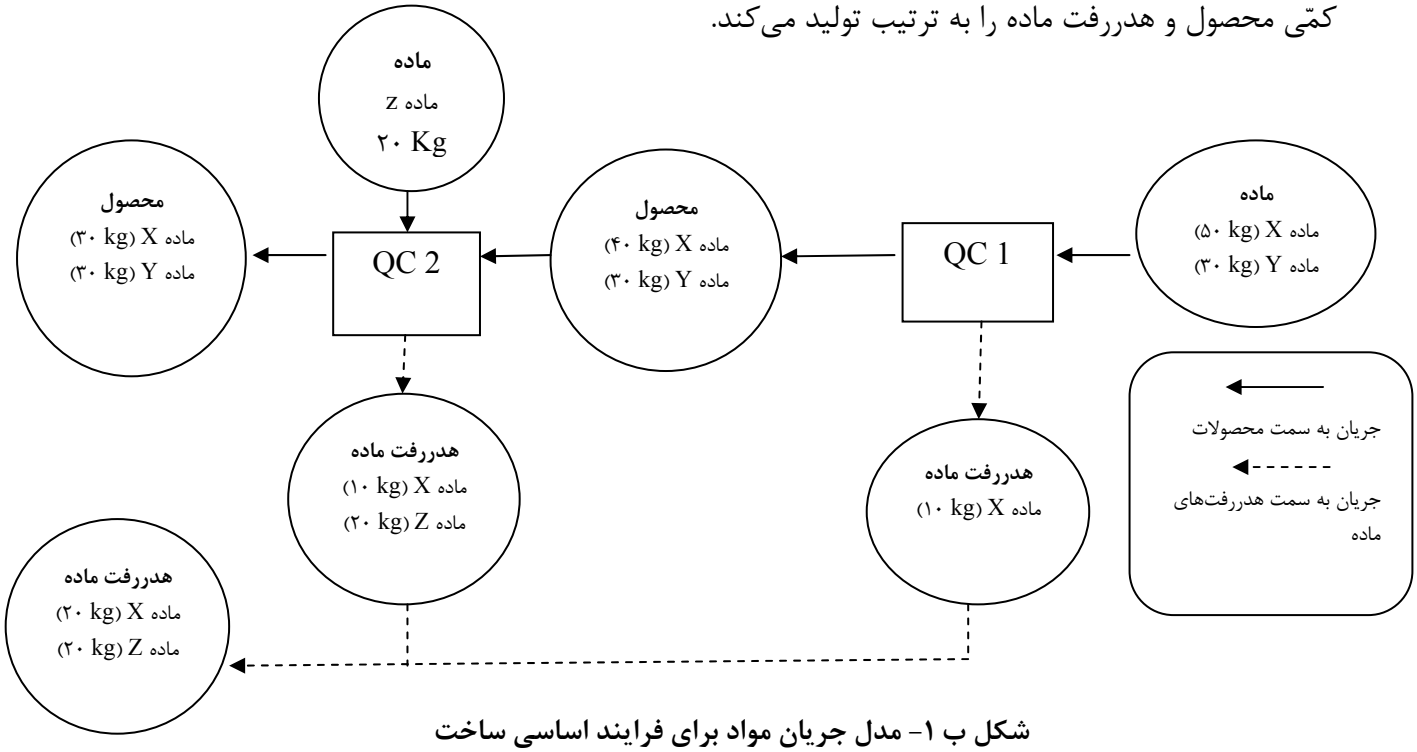
در این بند، محاسبه هزینه‌های ماده در دو موقعیت به تصویر کشیده شده است:

ب-۲-۱-۱ یک فرایند اساسی ساخت، موقعی که جریان هر ماده می‌تواند از ابتدا تا انتها ردیابی شود؛

ب-۲-۱-۲ یک فرایند پیچیده‌تر، موقعی که درون‌دادهای ماده اولیه به محصولات واسطه تبدیل می‌شود و نمی‌تواند به طور جداگانه در محصولات نهایی تشخیص داده شود.

ب-۲-۲ محاسبه هزینه‌های ماده در فرایند اساسی ساخت

در شکل ب۱ مرز این مدل جریان مواد، که درون آن ماهیت هر ماده در سرتاسر فرایند، برای مثال عملیات مونتاژ قطعات، عملیات اختلاط فله، حفظ می‌شود. در این مثال، دو مرکز کمّی مشخص شده‌اند و هر مرکز کمّی محصول و هدررفت ماده را به ترتیب تولید می‌کند.



شکل ب ۱- مدل جریان مواد برای فرایند اساسی ساخت

اطلاعات خلاصه‌شده شکل ب۱ در جدول ب۱ تشریح شده است.

جدول ب۱- کمیت‌ها و ترکیب‌های ماده برای فرایند اساسی ساخت

بازه: xxx

درون‌دادهای کل ماده در این فرایند	ترکیب محصولات و هدررفت‌های ماده	QC1	QC2	نتیجه تولید (جرم)
مواد: ۱۰۰ kg	محصولات	۷۰ kg	۶۰ kg	۶۰ kg
	ماده X	۴۰ kg	۳۰ kg	۳۰ kg
	ماده Y	۳۰ kg	۳۰ kg	۳۰ kg
	ماده Z	_	_	_
	هدررفت‌های مواد	۱۰ kg	۳۰ kg	۴۰ kg
ماده X: ۵۰ kg	ماده X	۱۰ kg	۱۰ kg	۲۰ kg
ماده Y: ۳۰ kg	ماده Y	_	_	_
ماده Z: ۲۰ kg	ماده Z	_	۲۰ kg	۲۰ kg

در مرحله بعدی، مقدار کل هزینه‌های ماده در هر مرکز کمّی بایستی با ضرب مقدار فیزیکی هر ماده به وسیله هزینه واحد تعیین‌شده توسط سازمان، به منظور تبدیل هر دو برون‌داد (یعنی محصولات و هدررفت‌های مواد) به واحدهای پولی طی بازه زمانی تحلیل محاسبه شود. نتایج این مرحله در جدول ب۲ نشان داده شده است. درون‌دادهای ماده به ترتیب عبارتند از: ماده X، ماده Y و ماده Z، با هزینه‌های واحد ۱۰۰ $، ۴۰ $ و ۲۰ $.

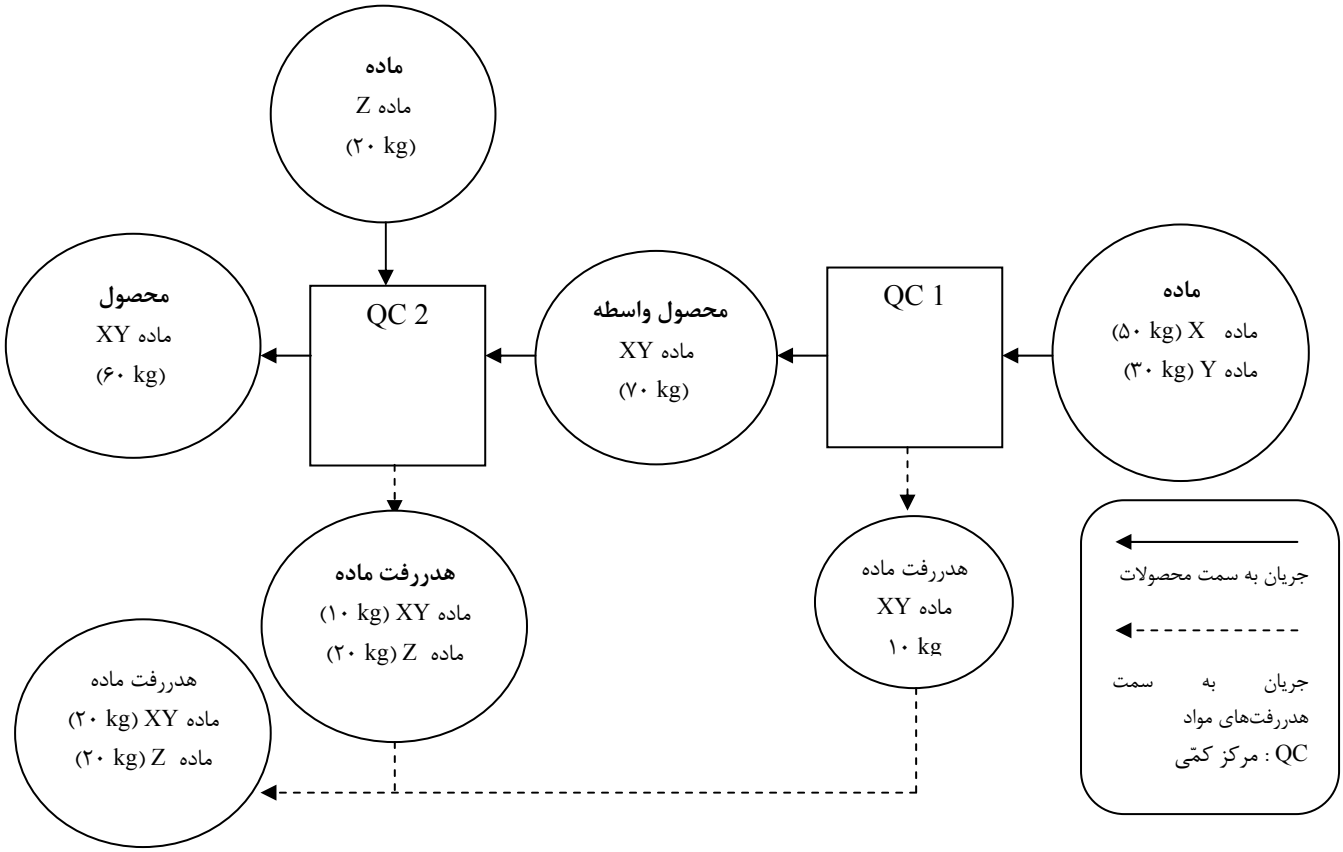
جدول ب۲- هزینه‌های ماده برای فرایند اساسی ساخت

بازه: xxx

ترکیب محصولات و هدررفت‌های ماده	QC1			QC2			نتیجه تولید (جرم)	کل
	جرم	هزینه‌های واحد	هزینه‌ها	جرم	هزینه‌های واحد	هزینه‌ها		
محصولات							۶۰ kg	۴۲۰۰ $
ماده X	۴۰ kg	۱۰۰ $	۴۰۰۰ $	۳۰kg	۱۰۰ $	۳۰۰۰ $	۳۰ kg	۳۰۰۰ $
ماده Y	۳۰ kg	۴۰ $	۱۲۰۰ $	۳۰kg	۴۰ $	۱۲۰۰ $	۳۰ kg	۱۲۰۰ $
ماده Z	-	۲۰ $	_	_	۲۰ $	_	_	۰ $
هدررفت‌های مواد	جرم	هزینه‌های واحد	هزینه‌ها	جرم	هزینه‌های واحد	هزینه‌ها	۴۰ kg	۲۴۰۰ $
ماده X	۱۰ kg	۱۰۰ $	۱۰۰۰ $	۱۰ kg	۱۰۰ $	۱۰۰۰ $	۲۰ kg	۲۰۰۰ $
ماده Y	-	۴۰ $	_	_	۴۰ $	_	_	۰ $
ماده Z	-	۲۰ $	_	۲۰ kg	۲۰ $	۴۰۰ $	۲۰ kg	۴۰۰ $
هزینه‌های کل ماده در این فرایند								۶۶۰۰ $

ب-۲-۳ محاسبه هزینه‌های ماده برای محصولات واسطه

به طور مطلوب، MFCA همه درون‌دادها را تا محصولات نهایی و هدررفت‌های ماده، ردیابی می‌کند، گرچه، فرایندهای پیچیده تولید از قبیل واکنش‌های شیمیایی ممکن است طیف عظیمی از درون‌دادهای ماده را دربرگیرد که به یک یا چند برون‌داد، برای مثال: محصولات، محصولات واسطه، هدررفت‌های مواد تغییر شکل می‌یابند. اگر چنین فرایندهایی به عنوان مراکز کمّی در MFCA تعیین شوند، ردیابی دقیق همه درون‌دادها به برون‌دادها ممکن است بنا به دلایل فنی یا مالی غیرممکن باشد. در این موارد، برون‌دادها به عنوان محصولات واسطه در نظر گرفته می‌شوند (تشریح‌شده به عنوان " ماده XY " در شکل ب۲).



شکل ب ۲- مدل جریان مواد دربرگیرنده محصولات واسطه

از آن جایی که ترکیب دقیق جریان‌های محصول واسطه و جریان‌های هدررفت ماده برای این سیستم‌های پیچیده نامعلوم است، محاسبه هزینه دقیق واحد ماده برای این جریان‌ها ممکن نیست. بنابراین، یک هزینه مستقل واحد ماده برای همه جریان‌های ترکیب نامعین برای این جریان‌ها با استفاده از هزینه‌های واحد ماده درون‌دادهای اصلی مواد تخمین زده می‌شود. هزینه واحد ماده برای جریان‌های ماده XY (به عنوان محصولات واسطه) تشریح شده در شکل ب۲ به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{(50kg \times \$100) + (30kg \times \$40)}{(50kg + 30kg)} = \frac{(\$5000 + \$1200)}{80kg} = \$77.5 / kg$$

جدول ب۳ محاسبه هزینه ماده برای مدل جریان مواد در شکل ب۲ را نشان می‌دهد. در نهایت، هزینه‌های کل ماده برای محصولات و هدررفت‌های ماده همانند جدول ب۲ نیست چرا که هزینه‌های واحد متفاوت هستند.

جدول ب۳- هزینه‌های ماده برای فرایند دربرگیرنده محصولات واسطه

بازه :XXX

ترکیب محصولات و هدررفت‌های ماده	نتیجه تولید (جرم)	هزینه واحد	کل
محصولات	۶۰ kg		۴۶۵۰ $
ماده XY	۶۰ kg	۷۷٫۵ $	۴۶۵۰ $
ماده Z	۰ kg	۲۰ $	۰ $
هدررفت‌های مواد	۴۰ kg		۱۹۵۰ $
ماده XY	۲۰ kg	۷۷٫۵ $	۱۵۵۰ $
ماده Z	۲۰ kg	۲۰ $	۴۰۰ $
کل	۱۰۰ kg		۶۶۰۰ $

یادآوری – در این جدول به منظور سادگی، همه هزینه‌ها در مراکز کمّی نشان داده نشده است.

ب-۳ محاسبه و تخصیص هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند

ب-۳-۱ کلیات

پس از محاسبه و تعیین هزینه‌های ماده به محصولات و هدررفت‌های ماده، مرحله بعدی محاسبه هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند، و اختصاص آن هزینه‌ها به محصولات و هدررفت ماده است. به طور مطلوب، هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند بایستی به طور مستقیم از داده‌های هزینه تولید در دسترس برای هر مرکز کمّی محاسبه شود. در صورتی که این کار ممکن نباشد، که غالبا هم همین طور است، بایستی از سایر داده‌های موجود، چنان چه در زیر شرح داده شده است، تخمین زده شود.

ب-۳-۲ تخصیص هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند به مراکز کمّی

در مواردی که هزینه‌های انرژی، سیستم و مدیریت پسماند نمی‌تواند به طور مستقیم از داده‌های تولید برای هر مرکز کمّی به دست آید، داده‌های انبوهشی[1] برای هر فرایند کامل یا تسهیلات می‌تواند برای تعیین مقدار هزینه‌های QC در روش دو مرحله‌ای مورد استفاده قرار گیرد. در مرحله اول، هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند برای فرایند کامل درون مرز MFCA محاسبه می‌شود. در مرحله بعدی، این هزینه‌ها برای هر QC به وسیله معیارهای مناسب، برای مثال ساعات کار ماشین، حجم تولید، تعداد کارکنان، ساعات نیروی کار، تعداد وظایف انجام شده و فضای طبقه[2] تخصیص داده شود.

1-Aggregated data
2-Floor space

جدول ب۴ مثالی را برای تخصیص هزینه نشان می‌دهد. معیارها در اینجا مشخص نشده‌اند.

جدول ب۴- تخصیص هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند به هر مرکز کمّی

بازه: XXX

نوع هزینه	QC 1	QC 2	کل
هزینه‌های انرژی	۴۰۰ $	۳۰۰ $	۷۰۰ $
هزینه‌های سیستم	۸۰۰ $	۱۲۰۰ $	۲۰۰۰ $
هزینه‌های مدیریت پسماند	۳۰۰ $	۴۰۰ $	۷۰۰ $

ب-۳-۳ تخصیص هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند به محصولات و هدررفت‌های ماده در هر QC

هزینه‌های انرژی و هزینه‌های سیستم به محصولات و هدررفت‌های مواد به وسیله معیارهای مناسب تخصیص داده می‌شود. هم چنان چه در بند ۵-۳-۲ هم خاطر نشان گردید، مناسب‌ترین معیار تخصیص برای انواع مختلف هزینه‌ها ضرورتا یکسان نخواهد بود. باید یادآوری کرد که هزینه‌های کل مدیریت پسماند به هدررفت‌های ماده اختصاص یابد.

جدول ب۵ نتیجه تخصیص هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند به محصولات و هدررفت‌های مواد در هر QC، را بر مبنای درصدهای توزیع ماده در QC 1 و QC 2 به عنوان معیار نشان می‌دهد.

در این حالت، درصدهای توزیع ماده در QC 1، ٪ ۸۷٫۵۰ برای محصولات (۷۰ kg/۸۰ kg) و ٪ ۱۲٫۵۰ برای هدررفت‌های ماده (۱۰ kg/۸۰ kg)، و آن‌ها در QC 2 ، ٪ ۶۶٫۶۷ برای محصولات (۶۰ kg/۹۰kg) و ٪ ۳۳٫۳۳ برای هدررفت‌های ماده (۳۰ kg/۹۰ kg) است.

جدول ب۵- تخصیص هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند به محصولات و هدررفت‌های ماده در QC 1 و QC 2

بازه: XXX

نوع هزینه	QC 1	QC 2
هزینه‌های انرژی	۴۰۰ $	۳۰۰ $
محصولات	۳۵۰ $	۲۰۰ $
هدررفت‌های ماده	۵۰ $	۱۰۰ $
هزینه‌های سیستم	۸۰۰ $	۱۲۰۰ $
محصولات	۷۰۰ $	۸۰۰ $
هدررفت‌های ماده	۱۰۰ $	۴۰۰ $
هزینه‌های مدیریت پسماند	۳۰۰ $	۴۰۰ $
محصولات	۰ $	۰ $
هدررفت‌های ماده	۳۰۰ $	۴۰۰ $

ب-۳-۴ بدیل برای درصد توزیع ماده

در این مثال درصد توزیع ماده به عنوان معیار تخصیص برمبنای جرم همه مواد در هر QC به کار می‌رود. هنگامی که درصد توزیع ماده درباره همه مواد به سهولت در دسترس نباشد، یا برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی مناسب نباشد، توصیه می‌شود که درصد توزیع ماده اصلی، که به طور مستقیم با فرآوری مرتبط است، به عنوان معیار تخصیص مورد استفاده قرار گیرد.

برای مثال، هنگامی که حجم نسبتا معنی‌داری از آب در QC به عنوان ماده شستشو به کار می‌رود، حجم هدررفت‌های ماده می‌تواند بزرگتر از حجم محصولات باشد. اگر درصد توزیع ماده برمبنای همه مواد باشد، به طور بالقوه منجر به تخصیص مقدار نامتناسب هزینه‌های انرژی و هزینه‌های سیستم به هدررفت‌های ماده می‌شود. این کار برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی سودمند نیست.

ب-۳-۵ رویکرد بدیل برای معیارهای تخصیص کاربری انرژی

در بسیاری از موارد، توزیع جرم درون‌دادهای ماده به محصولات و هدررفت‌های ماده به عنوان معیارهایی برای تخصیص کاربری انرژی به محصولات و هدررفت‌های ماده به کار خواهد رفت. گرچه، اگر اطلاعات اضافی در باره کارایی انرژی ماشین‌آلات به کار رفته در مرکز کمّی در دسترس باشد، تعیین مقدار دقیق‌تر ناکارآمدی انرژی و ضایعات می‌تواند انجام شود. مثال‌های زیر این نکته را تشریح می‌کند. هر مقوله زیر مطابق با مقوله‌های الف، ب و پ ارائه شده در شکل ب ۳ است.

الف- اگر ٪ ۱۰ زمان کار ماشین برای تنظیم، بسته شدن و نگه‌داری به کار رود، در مقابله با تولید واقعی، ٪ ۱۰ کاربری انرژی برای این مقاصد می‌تواند به عنوان ضایعات منظور شود که برای تولید به کار نخواهد رفت. این نسبت انرژی بایستی به هدررفت‌های ماده تخصیص داده شود نه محصولات.

ب- ناکارآمدی ماده ٪ ۲۰ منجر به تخصیص ٪ ۸۰ کاربری انرژی باقیمانده به محصولات شود.

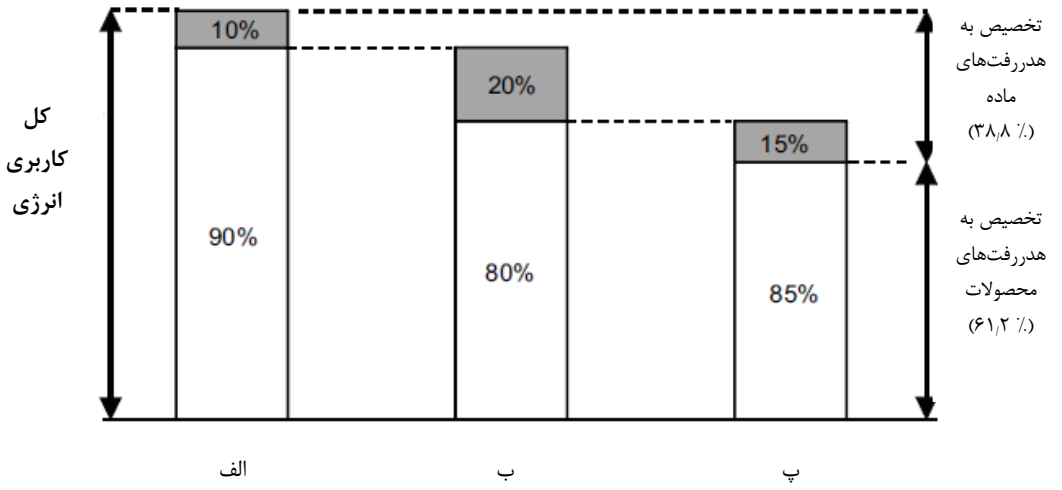
پ- اگر آشکار شود که ماشین ٪ ۱۵ کمتر از یک ماشین درحال کار (به طور بهینه) کارایی دارد، این امر منجر به تخصیص فقط ٪ ۸۵ کاربری انرژی باقیمانده به محصولات خواهد شد.

اگر فقط درصد توزیع ماده به عنوان معیار تخصیص به کار رود، کاربری انرژی به شرح زیر تخصیص داده خواهد شد:

- تخصیص انرژی به محصولات: ٪ ۸۰
- تخصیص انرژی به هدررفت‌های ماده: ٪ ۲۰

اگر رویکرد بدیل توصیف‌شده در فوق به عنوان پایه‌ای برای معیارهای تخصیص، به کار رود، کاربری انرژی در این QC به شرح زیر اختصاص داده می‌شود:

- تخصیص انرژی به محصولات: ٪ ۶۱٫۲ = ٪ ۸۵ × ٪ ۸۰ × ٪ ۹۰
- تخصیص انرژی به هدررفت‌های ماده: ٪ ۳۸٫۸ = ٪ ۶۱٫۲ - ٪ ۱۰۰



شکل ب۳- تعیین مقدار کاربری انرژی

در نتیجه، درصد بالاتر انرژی تخصیص داده‌شده به هدررفت‌های ماده که با استفاده از از رویکرد بدیل نشان داده می‌شود، بازتاب دقیق‌تری از ناکارآمدی‌هایی ارائه می‌دهد که مدیریت بایستی بر آن متمرکز شود.

ب-۴ ارائه و تحلیل‌های داده‌های هزینه

داده‌های هزینه ماده، انرژی، سیستم و مدیریت پسماند می‌تواند به شیوه‌های مختلف برای تحلیل‌های بیشتر خلاصه شود. جدول ب۶ مثالی از ماتریس هزینه جریان مواد، را در دو QC شکل ب۱ ارائه می‌کند.

جدول ب ۶ – ماتریس هزینه جریان مواد

بازه: XXX

	QC 1					QC 2				
	هزینه-های ماده	هزینه-های انرژی	هزینه‌های سیستم	هزینه‌های مدیریت پسماند	کل	هزینه-های ماده	هزینه-های انرژی	هزینه‌های سیستم	هزینه‌های مدیریت پسماند	کل
درون‌دادها از QC قبلی						[a]۵۲۰۰ $	[b]۳۵۰ $	[c]۷۰۰ $		[d]۶۲۵۰ $
درون‌دادهای جدید در QC	۶۲۰۰ $	۴۰۰ $	۸۰۰ $	۳۰۰ $	۷۷۰۰ $	۴۰۰ $	۳۰۰ $	۱۲۰۰ $	۴۰۰ $	۲۳۰۰ $
کل در هر QC	۶۲۰۰ $	۴۰۰ $	۸۰۰ $	۳۰۰ $	۷۷۰۰ $	۵۶۰۰ $	۶۵۰ $	۱۹۰۰ $	۴۰۰ $	۸۵۵۰ $
محصولات	[a]۵۲۰۰ $	[b]۳۵۰ $	[c]۷۰۰ $		[d]۶۲۵۰ $	۴۲۰۰ $	۴۳۳ $	۱۲۶۷ $		۵۹۰۰ $
هدررفت‌های ماده	۱۰۰۰ $	۵۰ $	۱۰۰ $	۳۰۰ $	۱۴۵۰ $	۱۴۰۰ $	۲۱۷ $	۶۳۳ $	۴۰۰ $	۲۶۵۰ $
هزینه‌های کل هدررفت‌های ماده در این فرایند						۲۴۰۰ $	۲۶۷ $	۷۳۳ $	۷۰۰ $	۴۱۰۰ $
هزینه‌های کل در این فرایند						۶۶۰۰ $	۷۰۰ $	۲۰۰۰ $	۷۰۰ $	۱۰۰۰۰ $

یادآوری ۱– داده‌ها از جداول ب ۲، ب ۴، و ب ۵ اخذ شده‌اند.

یادآوری ۲– محاسبه هزینه‌های انرژی در QC 2 : هزینه‌های انرژی در QC 2 برای محصولات $ ۴۳۳ و هدررفت‌های مواد $ ۲۱۷ بر مبنای به کارگیری درصد توزیع ماده QC 2 (یعنی ٪ ۶۶٫۶۷ برای محصولات و ٪ ۳۳٫۳۳ برای هدررفت‌های ماده) برای هزینه‌های کل انرژی ($ ۶۵۰) ، که عبارتند از :مجموع هزینه‌های انرژی برای محصولات در QC 1 ($ ۳۵۰) و درون‌داد جدید در QC 2 ($ ۳۰۰).

یادآوری ۳– محاسبه هزینه‌های سیستم در QC 2 : هزینه‌های سیستم در QC 2 برای محصولات $ ۱۲۶۷ و هدررفت‌های مواد $ ۶۳۳ بر مبنای به کارگیری درصد توزیع ماده QC 2 (یعنی ٪ ۶۶٫۶۷ برای محصولات و ٪ ۳۳٫۳۳ برای هدررفت‌های ماده) برای هزینه‌های کل انرژی ($ ۱۹۰۰) ، که عبارتند از :مجموع هزینه‌های سیستم برای محصولات در QC 1 ($ ۷۰۰) و درون‌داد جدید در QC 2 ($ ۱۲۰۰).

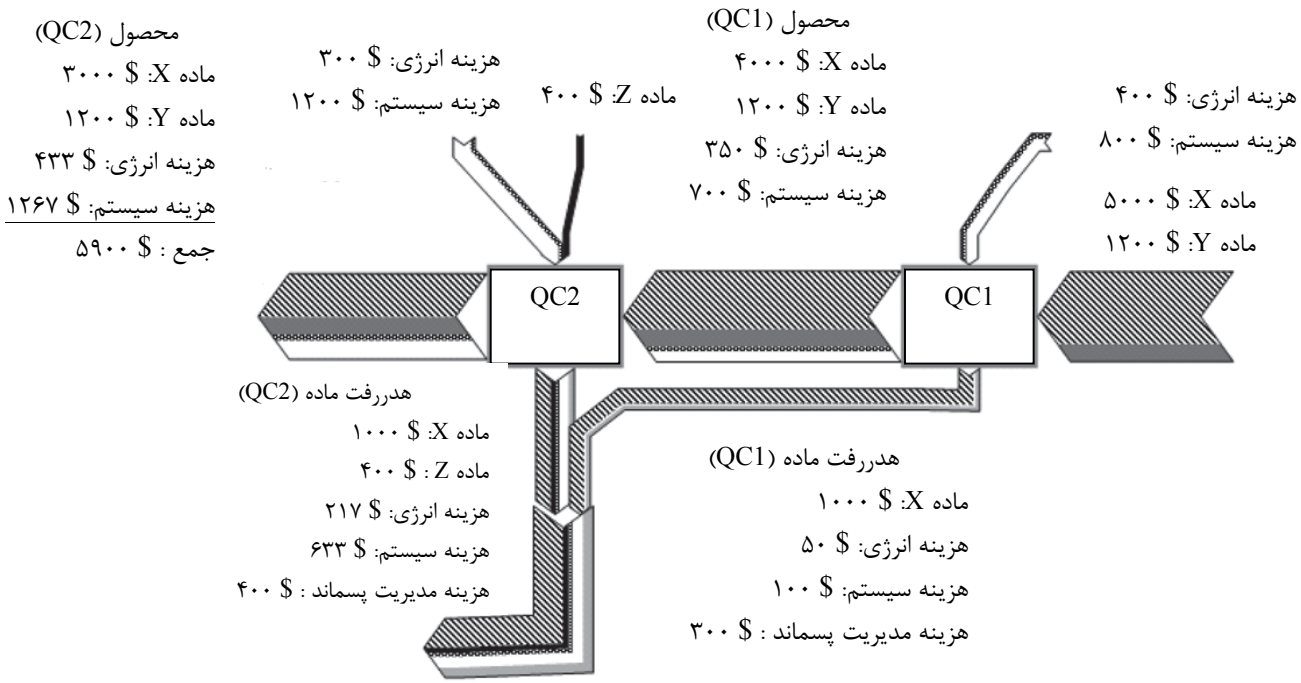
[a] ارزش هزینه‌های ماده انتقال یافته از QC 1 به QC 2 .

[b] ارزش هزینه‌های انرژی انتقال یافته از QC 1 به QC 2 .

[c] ارزش هزینه‌های سیستم انتقال یافته از QC 1 به QC 2 .

[d] ارزش هزینه‌های کل انتقال یافته از QC 1 به QC 2 .

شکل ب۴ مثالی برای نمایش گرافیکی (دیاگرام سانکی[1]) این اطلاعات است.



شکل ب ۴- دیاگرام سانکی اطلاعات خلاصه‌شده

1-Sankey diagram

پیوست پ
(اطلاعاتی)
مثال‌های موردی از MFCA

پ-۱ کلیات

این پیوست حاوی تعدادی از مثال‌های موردی درباره کاربرد MFCA است. مثال‌های موردی مختلف MFCA را در انواع و اندازه‌های مختلف سازمان‌ها، از قبیل ساخت (به بندهای پ -۲ و پ -۳ مراجعه کنید)، صنعت دارویی (به بند پ - ۵ مراجعه کنید)، فرآوری غذایی (به بندهای پ -۴ و پ -۶ مراجعه کنید)، کشاورزی (به بند پ -۴ مراجعه کنید)، بنگاه‌های کوچک و متوسط (به بند پ -۳ مراجعه کنید) و زنجیره تامین (به بندهای پ -۲ و پ -۴ مراجعه کنید). در همه مثال‌های موردی عموما از دلار یا یورو استفاده شده است. از آن جایی که مثال‌هایی از بنگاه‌های کوچک‌تر و بزرگ‌تر و از کشورهای صنعتی و اقتصادهای نوظهور گنجانیده شده‌اند، نتایج همیشه مقایسه‌پذیر نیستند.

پ-۲ مثال ۱: کارخانه ساخت عدسی

پ-۲-۱ کلیات

یک کارخانه ساخت عدسی شرکت A در ژاپن، یکی از شرکت‌های رده جهانی[1] در این زمینه، پس از اجرای MFCA به بهبودهای معنی‌دار زیست‌محیطی و مالی دست‌یافته است. تعداد کارکنان کارخانه بیشتر از ۱۰۰۰ نفر هنگام به‌کارگیری MFCA است. فرایند هدف‌گذاری‌شده، ساخت عدسی‌های دوربین بوده است.

پ-۲-۲ مدل جریان مواد فرایند هدف‌گذاری‌شده اصلی

مدل جریان مواد فرایند هدف‌گذاری‌شده اصلی در شکل پ۱ به تصویر کشیده شده است.

پ-۲-۳ توصیف هدررفت‌های ماده

انواع هدررفت‌های ماده موارد زیر را دربرمی‌گیرد:

پ-۲-۳-۱ لجن[2] تولیدشده از سایش و سایر فرآوری‌های ماده شیشه؛

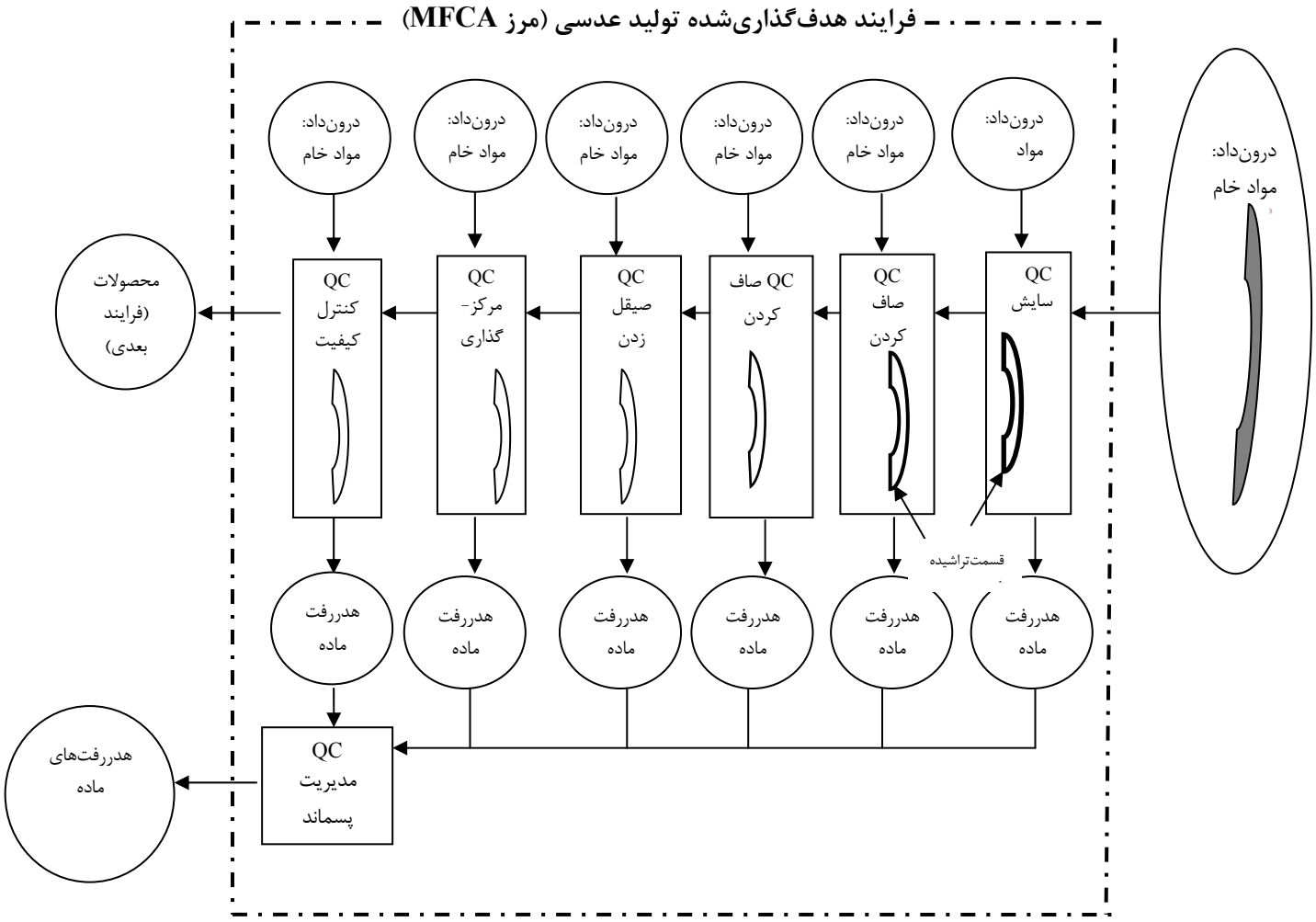
پ-۲-۳-۲ لجن از مواد مکمل؛

پ-۲-۳-۳ مواد پوششی به کار برده‌نشده برای ساخت عدسی؛ و

پ-۲-۳-۴ محصولات فاقد ویژگی‌های لازم.

درصد هدررفت‌های ماده فوق‌الذکر به ازای درون‌دادهای ماده اولیه برحسب جرم تقریبا ٪ ۳۰ بود.

1-World –class company
2-Sludge

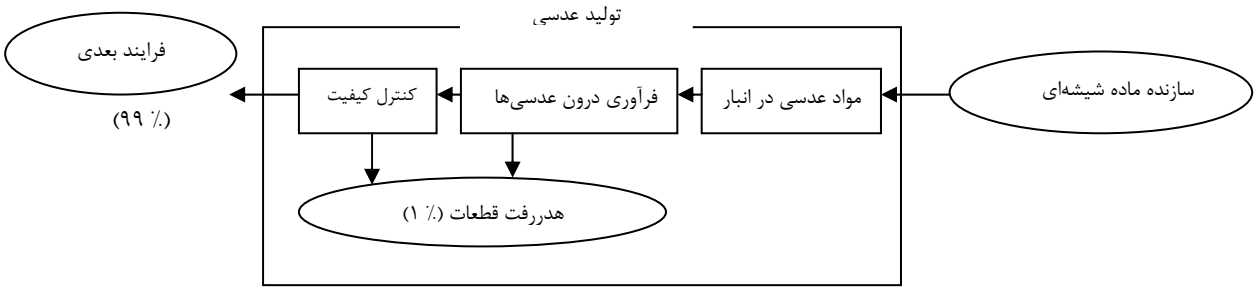


شکل پ۱- مدل جریان مواد فرایند هدف‌گذاری‌شده اصلی

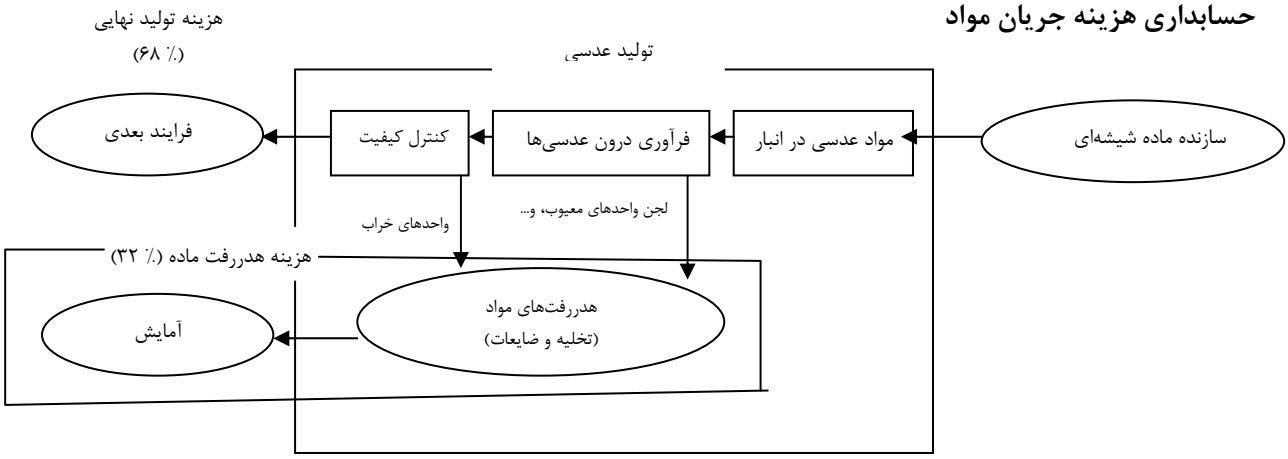
پ-۲-۴ یافته‌های تجزیه و تحلیل MFCA

شرکت A پیش از اجرای MFCA، باور داشت که فرایند موجود برای تولید عدسی‌ها میزان بازده خیلی بالای محصول، یعنی ٪ ۹۹ را همچنان چه در شکل پ۲ به تصویر کشیده شده است، داراست. اندازه‌گیری‌های متعارف مدیریت تولید بر مبنای داده‌های بازده نهایی محصول بود. از آن جایی که فقط یک واحد به ازای ۱۰۰ واحد عدسی معیوب بود، نرخ بازده محصول ٪ ۹۹ درنظر گرفته شد. گرچه، در تجزیه و تحلیل MFCA، جرم مواد درون‌داد و برون‌داد هر دو در هر QC اندازه‌گیری شد، و هزینه‌های ماده، سیستم و مدیریت پسماند وارد شده به محصولات نهایی و هدررفت‌های ماده تخصیص داده شد. در نتیجه، شرکت A دریافت که هزینه هدررفت ماده تقریبا ٪ ۳۲ هزینه کل فرایند ساخت عدسی بود، حقیقتی که به وسیله سیستم متعارف اندازه‌گیری مدیریت تولید، که در شکل پ۲ به تصویر کشیده شده است، مغفول مانده بود. فضای قابل ملاحظه‌ای برای بهبودهای مالی و زیست‌محیطی با استفاده از MFCA آشکار شد.

مدیریت متعارف تولید



حسابداری هزینه جریان مواد

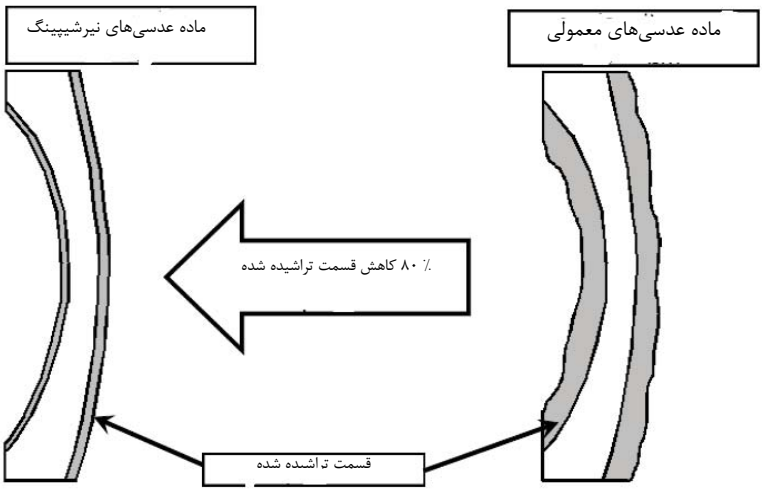


شکل پ۲ - مقایسه مدیریت متعارف تولید و MFCA

پ-۲-۵ بهبودهای مبتنی بر تجزیه و تحلیل MFCA

شرکت A بهبودهای ابتکاری برای کاهش مقدار پسماند ایجادشده در فرایند سایش از طریق همکاری با تامین‌کننده ماده شیشه‌ای برای بهبودهای موثر بیشتر انجام داد. در نتیجه همکاری با تامین‌کننده، شرکت A

یک درون‌داد جدید طراحی عدسی تحت عنوان عدسی‌های " نیرشیپینگ[1]"، به کار برد که منجر به ٪ ۸۰ کاهش هدررفت ماده، به شرح شکل پ۳ شد.



شکل پ۳- عدسی‌های جدید نیرشیپینگ

متعاقب این طرح، تامین‌کننده نیاز کمتری به ماده شیشه‌ای برای همان مقدار محصول در مقایسه با تولید متعارف عدسی داشت. علاوه برآن، مقدار لجن و پسماند ایجادشده در فرایندهای عدسی تامین‌کننده و شرکت A به طور معنی‌داری کاهش یافت. منافع زیست‌محیطی کاهش مصرف منابع و کاهش تولید پسماند با کاهش‌های معنی‌داری در هزینه با توجه به هزینه‌های ماده، انرژی، سیستم و مدیریت پسماند برای شرکت‌ها همراه بود. مثال فوق، مثالی از نوآوری - اقتصادی در زنجیره تامین از طریق MFCA بود.

پ-۲-۶ نتیجه‌گیری

پس از توفیق این پروژه آغازین MFCA، شرکت A شروع به اجرای MFCA درون کارخانه‌های دیگر، از جمله کارخانه‌های مستقر در کشورهای آسیایی کرد. MFCA در انتهای سال ۲۰۰۸، در بیش از ۲۰ شرکت در سراسر دنیا مورد استفاده قرار گرفت. پس از تحلیل چگونگی وقوع هدررفت‌های ماده در فرایندهای ساخت در آن تسهیلات، معلوم شد که بهبودهای مختلف منجر به کاهش‌های معنی‌دار در پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی و هزینه‌ها شده است. مزیت کلی مالی برای شرکت A عبارت از ۱٫۰ بیلیون ین ژاپنی (۱۱٫۰ میلیون دلار) بود.

یادآوری - مقادیر دلار آمریکا از تبدیل ین ژاپن با نرخ تبادل در انتهای سال ۲۰۰۸ حاصل شده بود.

1- Near-shaping lens

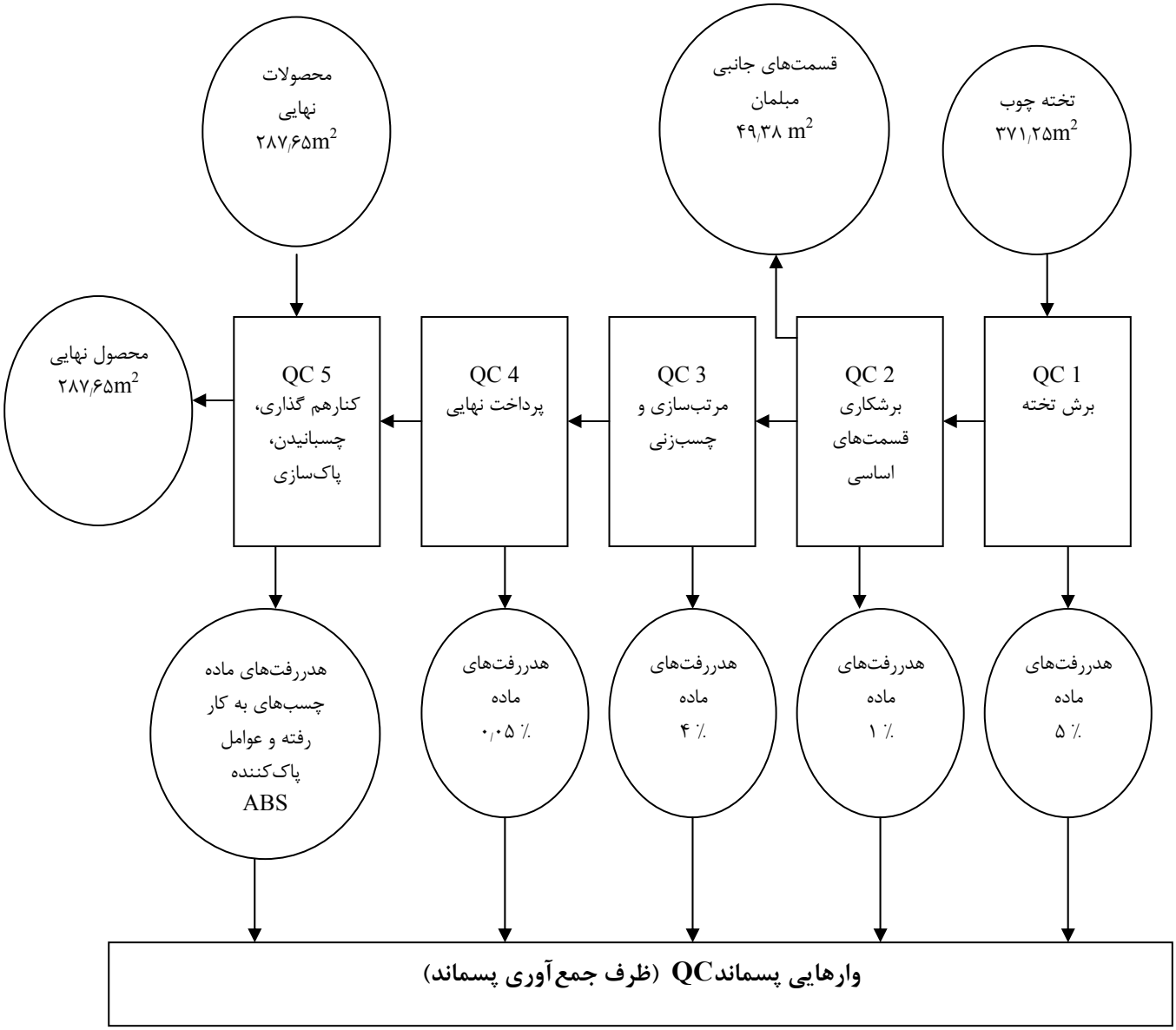
پ-۳ مثال ۲: کارخانه ساخت مبلمان

پ-۳-۱ کلیات

در این مثال اجرای MFCA در یک کارخانه کوچک در جمهوری چک، که بیش از ۱۰ سال در حوزه کسب و کار ساخت مبلمان فعال بود، شرح داده‌شده است. محصولات طبق خواسته‌های مشتریان با ویژگی‌های مشخص مواد، پرداخت سطح، رنگ‌ها و مکمل‌های خاص تولید می‌شد.

پ-۳-۲ مدل جریان مواد فرایند اصلی هدفمند

فرایند هدف‌گذاری‌شده، فرایند تولید مبلمان (تشریح‌شده در شکل پ۴) بود. ماده اصلی برای تولید مبلمان تخته چوب‌هایی[1] در اندازه‌های ۲۷۵۰ mm × ۲۷۰۰ mm بود.



شکل پ ۴- مدل جریان مواد فرایند هدف‌گذاری‌شده اصلی

1-Chipboards

پ-۳-۳ توصیف هدررفت‌های ماده

انواع هدررفت‌های ماده شامل موارد زیر است:

پ-۳-۳-۱ در QC 1، ماده اصلی اره می‌شود. در این فرایند، پسماند جامد (هدررفت ماده) بالغ بر ٪ ۵ ماده خام درون‌داد است.

پ-۳-۳-۲ در ادامه در QC 2، قسمت‌های مبلمان با همان اره طبق طرح برش بریده می‌شود. پسماند جامد (هدررفت ماده) بالغ بر ٪ ۱ ماده خام درون‌داد است.

پ-۳-۳-۳ در QC3 لبه‌های مبلمان مرتب می‌شود و اگر قرار باشد در محصولات از لبه‌های پلاستیکی یا روکش استفاده شود، چسب‌زنی خواهد شد. پسماند تولید شده در این فاز، خاک اره می‌باشد که درون کیسه‌های جمع‌آوری است. پسماند جامد (هدررفت ماده) بالغ بر ٪ ۴ درون‌داد ماده خام است.

پ-۳-۳-۴ در QC 4 از ابزار ماشین NC استفاده می‌شود، طبق خواسته‌های مشتری، قسمت‌های مبلمان شکل داده‌شده، و با استفاده از تکیه‌گاه‌ها یا لولاها کامل می‌شوند. پسماند جامد (هدررفت ماده) بالغ بر تقریبا ٪ ۰٫۰۵ ماده خام درون‌داد است.

پ-۳-۳-۵ این مرحله با QC 5 که در آن قسمت‌های محصول کنار هم گذاشته می‌شود، به هم چسبانیده می‌شود. با استفاده از عوامل پاک‌کننده ABS محصول تمیز می‌شود تا سطح صیقلی پیدا کند.

پ-۳-۴ یافته‌های حاصل از تجزیه و تحلیل MFCA

موازنه جرم کل (در ماه) در جدول پ۱ تشریح شده است.

جدول پ۱- موازنه جرم

درون‌دادها		برون‌دادها		
ماده	مقدار	ماده	مقدار	درصد درون‌داد تخته چوب
تخته چوب ۵۰×(۲۷۰۰ ×۲۷۵۰ mm^2)	۳۷۱٫۲۵ m^2	محصولات نهایی	۲۸۷٫ ۶۵m^2	۷۷٫۴۸٪
		قسمت‌های جانبی مبلمان	۴۹٫۳۸m^2	۱۳٫۳۰٪
		هدررفت‌های ماده در QC 1	۱۸٫۵۶m^2	۹٫۲۲٪
		هدررفت‌های ماده در QC 2	۳٫۵۳m^2	
		هدررفت‌های ماده در QC 3	۱۱٫۹۹m^2	
		هدررفت‌های ماده در QC 4	۰٫۱۴m^2	
چسب	۰٫ ۳۰۰ l	محصولات نهایی	۰٫۲۹۱l	
		هدررفت‌های ماده	۰٫۰۰۹l	
عوامل پاک‌کننده ABS	۰٫۵۰۰ l	محصولات نهایی	۰٫۴۷۵l	
		هدررفت‌های ماده	۰٫۰۲۵l	

در چارچوب فرایند ساخت، هدررفت‌های ماده تا مقدار ٪ ۹٫۲۲ ماده خام درون‌داد است. سایر هدررفت‌های ماده (چسب، عوامل پاک‌کننده ABS) قابل اغماض است.

جدول پ۲ ماتریس هزینه جریان مواد را بر مبنای این مثال موردی تشریح می‌کند.

جدول پ۲- ماتریس هزینه جریان مواد

	هزینه‌های ماده (CZK)	**هزینه‌های سیستم (CZK)**	**هزینه‌های مدیریت پسماند (CZK)**	**هزینه‌های کل (CZK)**
محصولات	۳۱۸۳۵	۱۸۲۷۷۰	-	۲۱۴۶۰۵
محصولات نهایی	۲۷۱۸۰	۱۵۵۹۹۳	-	۱۸۳۱۷۳
قسمت‌های جانبی مبلمان	۴۶۵۵	۲۶۷۷۷	-	۳۱۴۳۲
هدررفت‌های ماده	۳۲۳۰	۱۸۵۶۳	۴۰۰۰	۲۵۷۹۳
هزینه‌های کل (CZK)	۳۵۰۶۵	۲۰۱۳۳۳	۴۰۰۰	۲۴۰۳۹۸
(US $[a])	۱۸۷۲	۱۰۷۵۱	۲۱۴	۱۲۸۳۷

[a] نرخ مبادله: یک CZK برابر بود با ۰٫۰۵۳۴ US $ (در ژانویه ۲۰۱۱)

جدول پ۲ نشان می‌دهد که هزینه‌های ماده نمایانگر ٪ ۱۴٫۶ هزینه‌های کل تولید است. هزینه هدررفت‌های ماده تا ۲۵۷۹۳ CZK در ماه (یعنی ٪ ۱۰٫۷ هزینه‌های کل تولید) است. هزینه‌های مدیریت پسماند نمایانگر ٪ ۱۵٫۵ هزینه‌های کل هدررفت‌های ماده است. هزینه‌های سیستم به محصولات و هدررفت‌های ماده با استفاده از معیار تخصیص کمیت (m^2) تخته چوب، تخصیص داده می‌شود.

پ-۳-۵ نکات هدف‌گذاری‌شده برای بهبود براساس تحلیل MFCA

از سیستم حسابداری هزینه موجود، به نظر می‌رسد که شرکت در ماه ۴۰۰۰ CZK در باره مدیریت پسماند متحمل می‌شود. مدیر شرکت در باره مقدار سایر هزینه‌های صرف‌شده در ارتباط با هدررفت‌های ماده آگاهی نداشت (به جدول پ۳ مراجعه کنید).

جدول پ۳ - هزینه‌های همراه با هدررفت‌های ماده

حسابداری هزینه موجود		**MFCA**	
مقوله	**هزینه‌ها (CZK)**	**مقوله**	**هزینه‌ها (CZK)**
هزینه‌های مدیریت پسماند	۴۰۰۰	هزینه‌های مدیریت پسماند	۴۰۰۰
		سایر هزینه‌های هدررفت‌های ماده: - هزینه‌های ماده - هزینه‌های سیستم	 ۳۲۳۰ ۱۸۵۶۳
هزینه‌های کل (CZK)	۴۰۰۰	هزینه‌های کل (CZK)	۲۵۷۹۳
(US $)	۲۱۴	(US $)	۱۳۷۷

در این مثال، این مقدار هزینه بالغ بر ۲۵۷۹۳ CZK (یعنی ٪ ۱۰٫۷ هزینه‌های کل تولید) است. گرچه، آشکار است که در جریان فرایند ساخت عموما همیشه در تغییرشکل درون‌داد به محصولات نهایی به خاطر مشخصات فنی و فناوری، پسماند به وجود خواهد آمد، با اطلاعات به دست آمده از MFCA می‌توان در پی راه‌هایی برای بهبود بود.

پ-۳-۶ نتیجه‌گیری

MFCA بر کاهش هزینه‌ها از طریق کاهش در مقدار مواد مصرفی متمرکز است. این امر دارای پیامدهای زیست‌محیطی مثبت است. استفاده بهتر از مواد منجر به کاهش جریان‌های پسماند تحمیلی بر محیط زیست می‌شود. از این رو، MFCA نمایانگر ابزار خیلی مهمی برای مدیریت محیط‌زیست‌محور و نیز ابزاری برای بهبود کارایی ماده است.

پ-۴ مثال شماره سه: کارخانه تولید دانه‌های قهوه

پ-۴-۱ کلیات

این مورد از کشور ویتنام اهمیت جنبه‌های زنجیره تامین را در MFCA برجسته می‌کند و مثالی از کاربرد MFCA را در بخش کشاورزی ارائه می‌نماید. شرکت مورد مثال، یک صادرکننده متوسط دانه‌های قهوه است که حدود ۲۰۰ کارگر دارد و در قسمت جنوبی ویتنام فعالیت می‌کند. شرکت دانه‌های قهوه روبستا[1] را از کشاورزان و واسطه‌ها می‌خرد و چندین فرایند تصفیه را پیش از صادر کردن دانه‌های قهوه در درجات کیفی مختلف به خارج انجام می‌دهد.

پ-۴-۲ مدل جریان مواد فرایند هدف‌گذاری‌شده اصلی

فرایندهای اصلی تصفیه در محل صادرکننده قهوه عبارت است از: پاک‌سازی، سورتینگ وزنی[2]، سورتینگ رنگ و پرداخت مرطوب[3]. درون‌دادهای عمده ماده در فرایندهای تصفیه دانه‌های سبز قهوه است.

پ-۴-۳ توصیف هدررفت‌های ماده

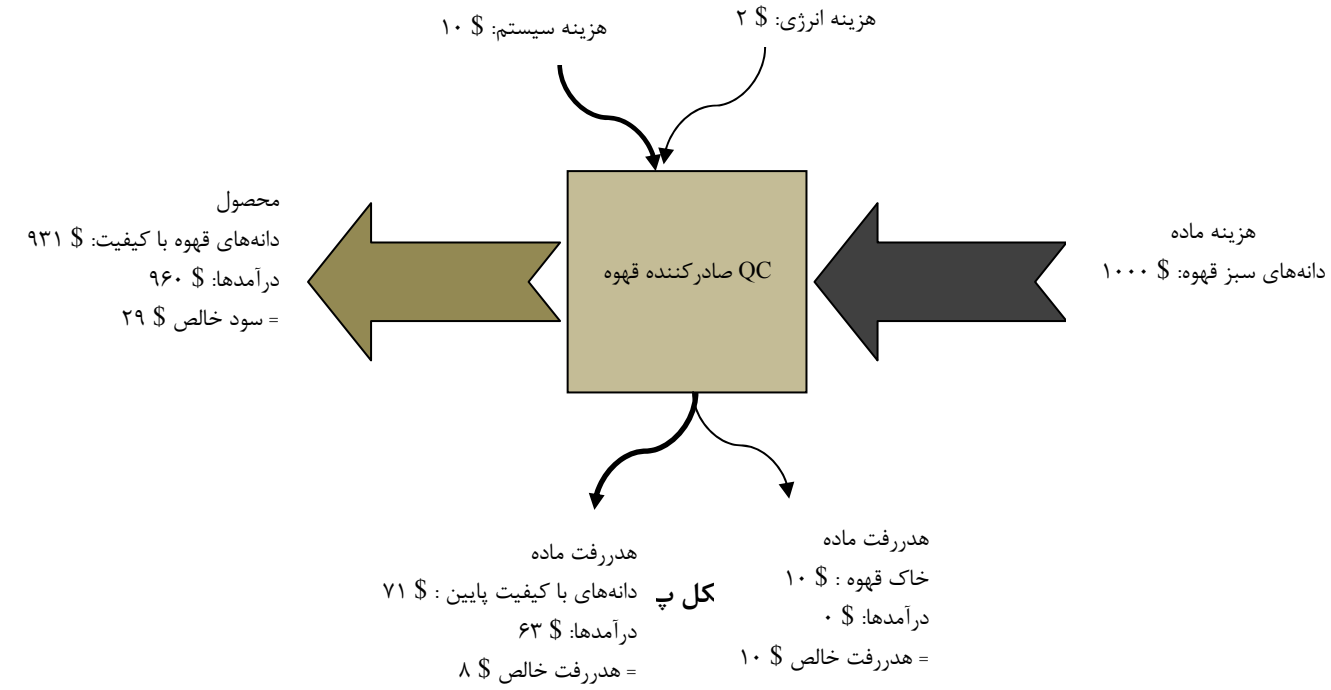
صادرکننده قهوه دانه‌های قهوه خریداری‌شده را سورت کرده، تصفیه می‌نماید تا چندین درجه کیفی برای صادرات داشته باشد. به طور مطلوب، همه دانه‌های قهوه خریداری‌شده می‌تواند به عنوان محصولات صادراتی درآید. هرچند قهوه تامین‌شده دارای دانه‌های ناهمگن، دانه‌های شکسته، و گرد و غبار است. از این رو، حدود ٪ ۱ پسماندها در شکل غبار قهوه تلف می‌شود و حدود ٪ ۷ به عنوان کم کیفیت‌ترین محصول، قیمتی زیر قیمت خرید دانه‌های قهوه پیدا می‌کند.

هدررفت مهم ماده در زنجیره تامین، ضایعات کودها در کشت قهوه است. طبق نظر کارشناسان قهوه ویتنام، کشاورزان تقریبا دو برابر کود مورد نیاز را به کار می‌برند. در حقیقت این کار ناشی از اطلاعات نامناسب، بی‌تجربگی عوامل فروش کودها و این باور که " هرچه بیشتر، بهتر" می‌باشد.

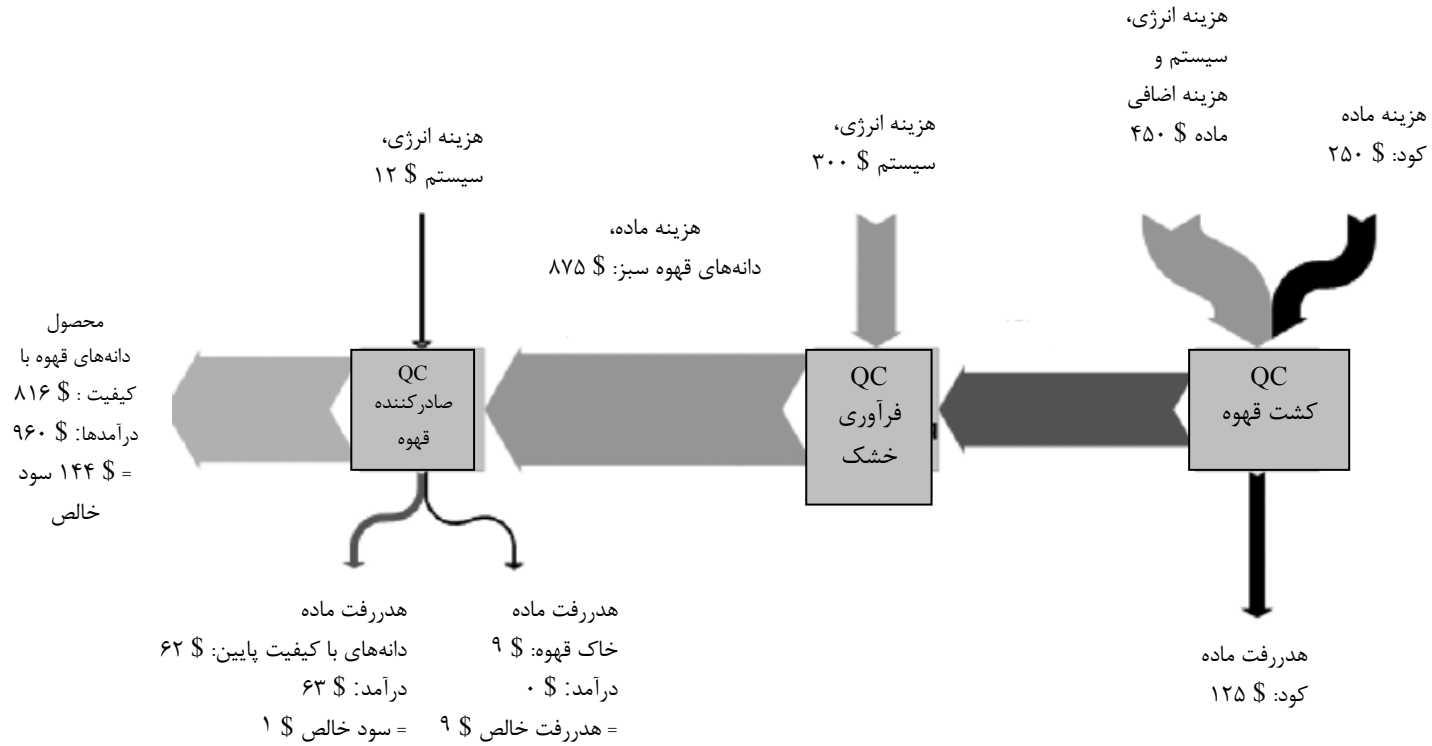
پ-۴-۴ یافته‌های حاصل از تحلیل MFCA

شکل پ۵ یافته‌های عمده تحلیل MFCA را در مکان صادرکننده قهوه خلاصه می‌کند.

1-Robusta
2-Gravity sorting
3-Wet polishing



شکل پ ۵ - تحلیل MFCA



شکل پ ۶ - تحلیل MFCA شامل تامین‌کنندگان

هزینه هدررفت ماده، غبار قهوه، و دانه‌های کم کیفیت بالغ بر $ ۸۱ در هر تن دانه‌های سبز قهوه می‌شود، که معادل ٪ ۸ کل هزینه‌هاست. دانه‌های کم کیفیت هم هنوز ارزش تجاری دارند. از این رو، در درآمد نیز لحاظ

می‌شوند و هدررفت خالص دانه‌های کم کیفیت را تا $ ۸ کم می‌کنند و کل هدررفت خالص همراه با هدررفت‌های ماده تا $ ۱۸ می‌شود. به نظر شرکت صادرکننده قهوه، تنها راه برای کاهش هدررفت‌های بیشتر، افزایش کیفیت درون‌داد ماده تامین‌شده (دانه های سبز قهوه) است. این دقیقا همان چیزی است که مدیران فروش به طور پیوسته روی آن کار می‌کنند.

یک رویکرد متفاوت که به وسیله تحلیل MFCA پشتیبانی می‌شود، کوشش‌هایی درجهت بهبود کارایی فرایندهای زنجیره تامین می‌باشد که منجر به تقلیل هزینه ماده درون‌داد می‌شود. تحلیل MFCA ورود جنبه‌های زنجیره تامین برای یک صادرکننده قهوه را پشتیبانی می‌کند. این دیدگاه در شکل پ۶ توضیح داده شده است.

کودها بیش از یک سوم هزینه تولید قهوه ($ ۲۵۰ در هر تن) را سبب می‌شوند. استفاده از کودها سبب مشکلات عظیم زیست‌محیطی نیز می‌شود، برای مثال، انباشتگی خوراکه آب‌های[1] شیرین می‌شود. اگر کشاورزان از مقادیر سفارش‌شده کود استفاده می‌کردند، هزینه تولید تا $ ۱۲۵ در هر تن از دانه‌های سبز قهوه به عنوان هدررفت ماده کاهش می‌یافت. شکل پ۶ مزیت بالقوه این کاهش را با فرض این که تامین‌کنندگان پس‌اندازها را نصیب صادرکنندگان قهوه می‌کنند، نشان می‌دهد. در این مورد، هزینه درون‌داد ماده دانه‌های سبز قهوه تا $ ۸۷۵ در تن کاهش خواهد یافت که بر سود صادرات قهوه اساسا تاثیرگذار است، یعنی سود خالص کل $ ۱۳۶ ($ ۱۴۴ سود محصول کمتر از $ ۸ هدررفت ماده) در تن به جای $ ۱۱ ($ ۲۹ سود محصول کمتر از $ ۱۸ هدررفت ماده). در مقایسه، هنگام تمرکز بر فرایندهای تصفیه در محل صادرکننده قهوه و فرض کاهش هدررفت‌های ماده به صفر، سود خالص از $ ۱۱ به $ ۲۹ افزایش خواهد یافت (به شکل پ۵ مراجعه کنید).

پ-۴-۵ نکات هدف‌گذاری‌شده برای بهبود برپایه تحلیل MFCA

شکل پ۶ کاملا فرضی است. در این شکل فرض می‌شود صادرکننده به سادگی تامین‌کنندگان را آموزش می‌دهد تا مقدار کافی از کود را به کار ببرند و پس‌انداز کنند. در حقیقت، ساختار تامین به وسیله هزاران کشاورز و تعداد زیادی واسطه مشخص می‌شود. از این رو، ترتیبات همکاری امیدوارکننده‌ترین گزینه برای صادرکنندگان قهوه است. صادرکنندگان قهوه، تاجران، و سازمان‌های مرتبط در ویتنام می‌توانند در هزینه‌های برنامه های آموزشی درباره کارایی کشت قهوه مشارکت کنند. صادرکننده قهوه تلاش‌های خود را برای آغاز چنین برنامه‌های آموزشی افزایش داده است تا عملکرد مالی و زیست‌محیطی همه عوامل زنجیره تامین بهبود یابد و با سازمان‌های مختلف در آن عرصه همکاری شود.

پ-۴-۶ نتیجه‌گیری

ادغام تکمیلی فرایندهای زنجیره تامین و حتی جنبه‌های چرخه عمر در ارزیابی‌های MFCA پتانسیل‌های بیشتری را برای کاهش هدررفت مواد و بهبود زیست‌محیطی و از این رهگذر مزایایی هم برای شرکت‌های دست‌اندرکار و هم محیط‌زیست در پی دارد.

پ-۵ مثال ۴: صنعت دارویی

1-Eutrophication

پ-۵-۱ کلیات

فروش‌های بین‌المللی داروها، توسعه محصولات نوآورانه برای مثال بیوژنتیک‌های مرکب حاصل از فرایندهای مدرن و با کارایی بالای تولید از ستون‌های اصلی شرکت دارویی در آلمان است. با توجه به گردش[1] ۱٫۷ € بیلیونی، این شرکت یکی از بزرگترین تولیدکنندگان دارو در جهان است. در آلمان، گردش شرکت بالغ بر ۸۱۵ € میلیون در سال است. شرکت با تولید سالانه ۱۷۰ میلیون بسته یک برند پزشکی با بالاترین تعداد کاربردها و نسخه‌ها در آلمان است. شرکت ۵۳۰۰ کارمند در دنیا دارد که نفر از آن‌ها ۲۹۰۰ در خود آلمان فعالیت دارند.

پ-۵-۲ مدل جریان مواد فرایند اصلی هدف‌گذاری‌شده

هدف‌های پروژه‌های MFCA در ابتدا عبارت بودند از:

پ-۵-۲-۱ بهبود کیفیت داده‌های ماده (ذخیره‌ها و جابه‌جایی‌ها)؛

پ-۵-۲-۲ کاهش زمان و کار در روش‌های ارسال؛

پ-۵-۲-۳ افزایش شفافیت جریان‌های مواد به منظور:

پ-۵-۲-۳-۱ کاهش هدررفت‌های ماده؛

پ-۵-۲-۳-۲ کاهش زمان فرایندهای تولید؛

پ-۵-۲-۳-۳ افزایش کارایی ماده و انرژی؛ و

پ-۵-۲-۳-۴ بهبود کارایی زیست‌محیطی.

همه داده‌های مورد استفاده بایستی در سیستم طرح‌ریزی منابع شرکت[2] (ERP) ادغام گردد. علاوه بر آن، با پشتیبانی ابزار زبان ساخت‌یافته بازجست (SQL)[3] همه شماره‌های مواد ورودی در سطح بچ[4] ردیابی و در سراسر شرکت به دنبال جریان‌های مواد در همه مراکز ذخیره و تولید مکان‌یابی شدند. به این وسیله جریان‌های ماده به مشتریان برون‌سازمانی، یا تامین‌کنندگان و هدررفت‌های ماده (چسبندگی[5]، سایش[6]، بچ‌های معیوب) در طول زنجیره ارزش می‌تواند ارزیابی شود. پروژه توسط مدیر ارشد اجرایی بنا به درخواست مدیر تولید که هدفش بهبود کارایی ماده تا ٪ ۱۰ در مقایسه با سال قبل بود، تنظیم شد. مدیر تولید مدیر پروژه شد و گروه پروژه نمایندگانی از بخش‌های عملکردی مانند کنترل، تدارکات، تحقیق و توسعه، پشتیبانی، محیط زیست و شورای کار را گرد آورد. پروژه به دقت طراحی شد و انتظار می‌رفت سیستم MFCA را در سیستم ERP در ظرف یکسال ادغام نماید. هیچ سرمایه‌گذاری لازم نبود، اما هزینه‌ها برای کارشناسی برون‌سازمانی در باره MFCA محاسبه شد.

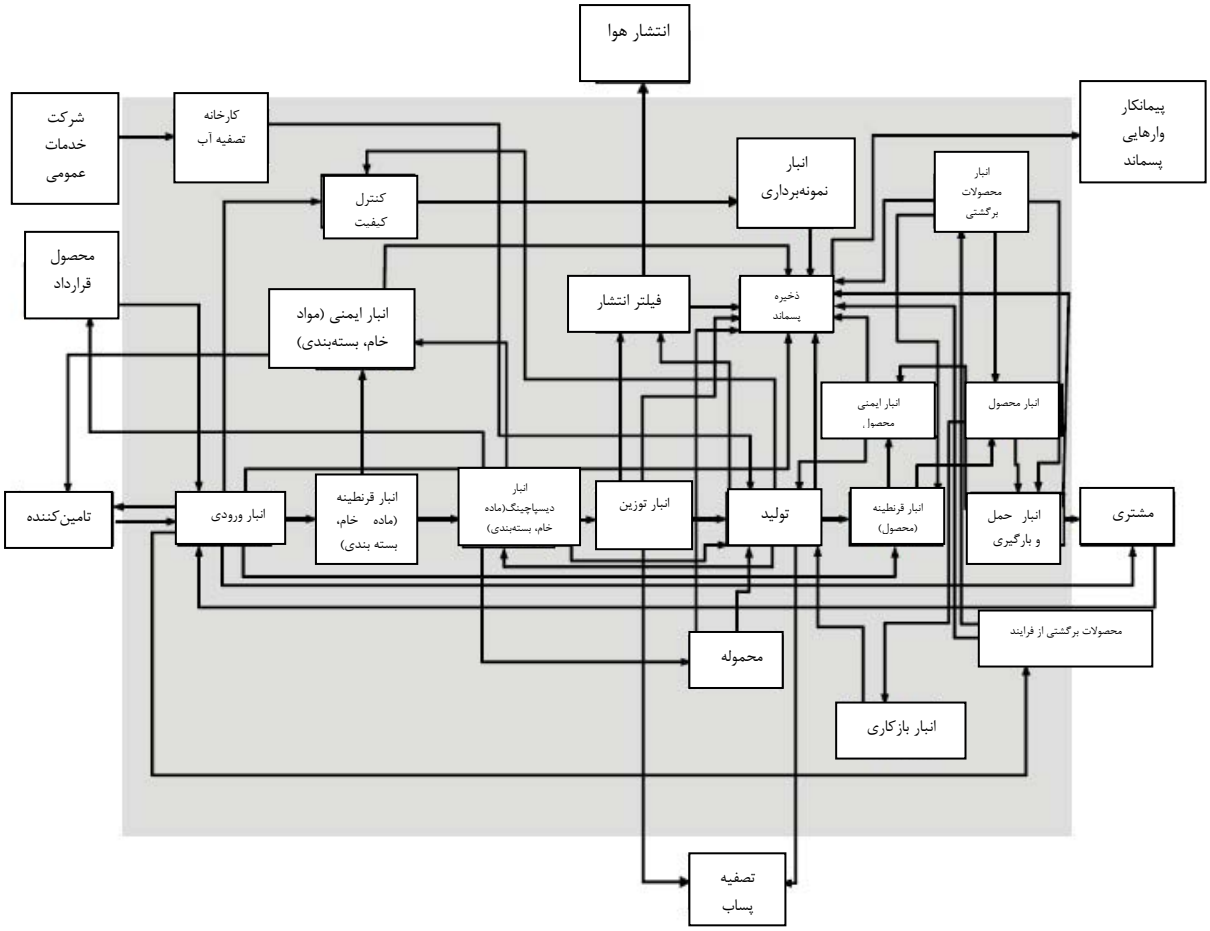
1-Turn-over
2-Enterprise Resource Planning System
3-Structured Query Language
4-Batch
5-Adhesions
6-Abrasions

کار پروژه با مدل‌سازی جریان‌های فیزیکی ماده و مکان‌های ورود داده‌ها شامل همه مکان‌های ذخیره، و عرصه‌های تولید شروع شد. علاوه بر تعریف قبلی از مراکز هزینه، مراکز کیفی جدید برای ارسال جزئیات بیشتر معرفی شد تا مکان‌های هدررفت ماده با دقت تا مبدا آن‌ها دنبال شود.

پ -۵-۳ توصیف هدررفت‌های ماده و یافته‌ها از طریق تحلیل‌های MFCA

در نهایت تعجب مدیریت، پروژه در ابتدا عدم توازن بین درون‌دادهای ماده و برون‌دادهای محصول را بالغ بر ۱۰ € میلیون نشان داد. با این رقم، پروژه فورا اولویت زیادی پیدا کرد. اما روشن نبود که عدم توازن به طور کامل ناشی از هدررفت‌های فیزیکی ماده یا احتمالا ناشی از ناپیوستگی داده‌هاست. گرچه روشن بود که هدررفت‌های قابل ملاحظه‌ای از ماده محصول در حالت جامد و مایع وارهاشده به صورت لجن یا پسماند وجود دارد و همچنین هدررفت‌های مواد بسته‌بندی، تا حدی بازیابی می‌شود، اما هدررفت‌های انرژی (روغن، فشار هوا و گرما) و حلال‌های فرار وجود دارد. ارزش واقعی این هدررفت‌ها و همچنین مبدا آن‌ها روشن نبود. از این رو، پروژه‌ای تعیین شد تا در ابتدا ارزش کل این هدررفت‌ها را محاسبه کند، ارزش‌های کسری دقیق تخصیص داده‌شده به تعدادی ماده خاص، انواع محصولات هدف‌گذاری‌شده، مکان‌های تولید، سفارش‌های تولید، نیز محاسبه شدند. پایه این محاسبات الگوریتم پیچیده‌ای بود.

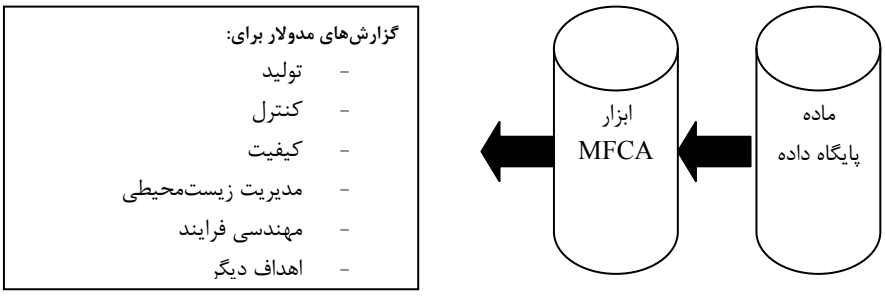
همه داده‌های مواد موجود (داده‌های مادر و داده‌های جابه‌جایی) با استفاده از سیستم ERP تحلیل شد. اولین چرخه‌های MFCA بر قابلیت اعتبار داده‌ها متمرکز بود.



شکل پ ۷- مدل جریان مواد در کل کارخانه

پ-۵-۴ بهبودها بر مبنای تحلیل‌های MFCA

اولین چرخه MFCA به توسعه و اجرای بیش از ۵۰ پروژه بهبود منتج شد. اولین پروژه‌ها با بهبود روش‌های ارسال و کیفیت داده‌ها در سیستم ERP شروع شد. همه این‌ها قادر به تولید گزارش‌های زمان واقعی طبق نیازهای اختصاصی کارکردی بود. همچنین، پس از آشکارشدن بیش از ۱۰ € میلیون عدم تناسب داده‌ها، مدیریت ارشد تقاضای گزارش‌دهی منظم در باره ارسال ماده و ردیابی هدررفت‌های ماده در آینده کرد.



شکل پ ۸ - ادغام سیستم MFCA با ERP

پ-۵-۵ نتیجه‌گیری

این شرکت با استفاده از MFCA سیستم جامعی از گزارش‌دهی مواد را برای حوزه‌های مختلف کارکردی در هر سه منطقه تولید معرفی کرد. کاهش در هدررفت‌های ماده تقریبا ۱٫۵ € میلیون در اولین سال بود. در

جریان فرایند بهبود مداوم، هدررفت‌های ماده سال به سال کاهش یافت. بخشی از این صرفه‌جویی‌ها در هزینه‌ها، برای پوشش هزینه‌های اضافی ارسال مواد و تعمیم بهبود داده‌ها در دو موقعیت حسابداری سرمایه‌گذاری مجدد شد. بهبود پایدار داده‌های ماده منجر به فرایندهای محکم کسب و کار شد.

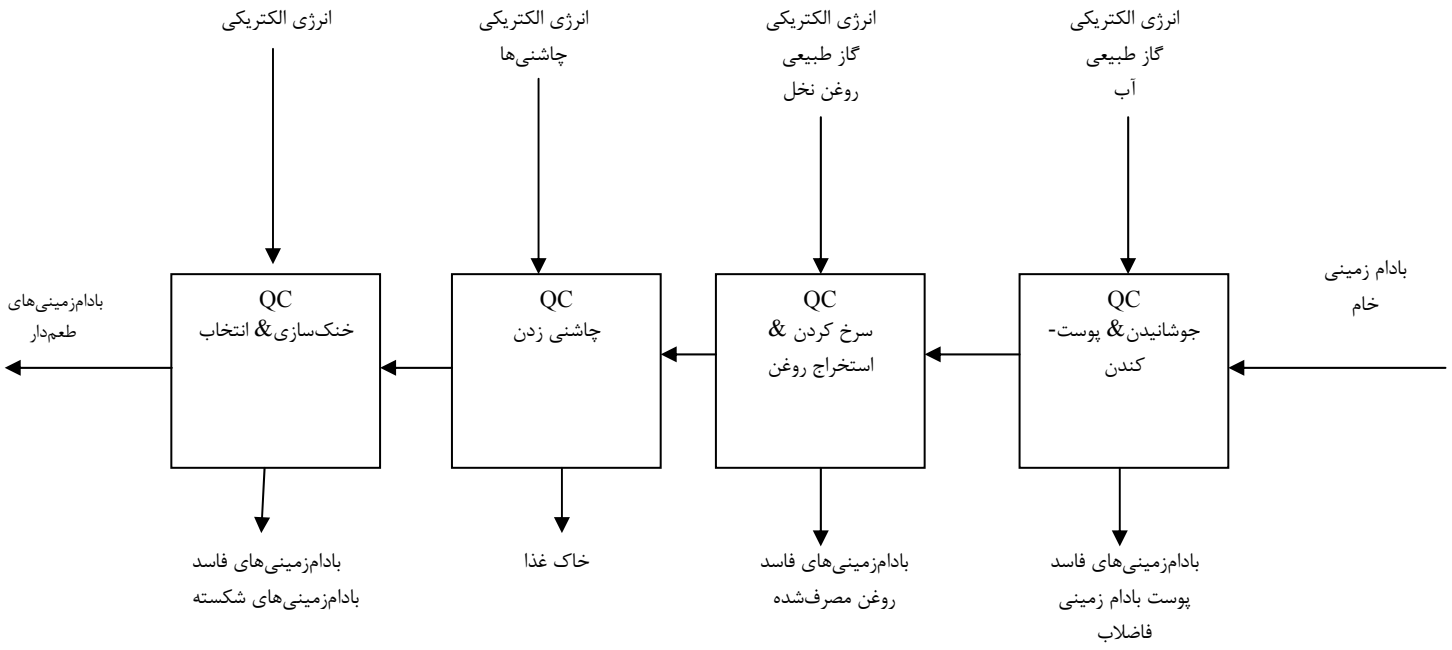
پ-۶ مثال ۵: تولیدکننده میان‌وعده بادام زمینی

پ-۶-۱ کلیات

در حومه شهر وانیل در کشور فیلیپین، شرکتی محصولات تهیه‌شده از مغزها عمدتا میان‌وعده‌های بادام زمینی برای بازارهای محلی و صادرات تولید می‌کند. در این شرکت گروه کاری زیست‌محیطی شامل مدیران و مهندسان زیست‌محیطی، کیفیت و تولید تشکیل شده است. گروه کاری سیستم اطلاعاتی عملکرد زیست‌محیطی کامپیوترمحور را معرفی، جداسازی و بازیابی مناسب پسماندها را اجرا کرده است. از طرف دیگر، چند مورد از پیشنهادها برای بهبود به خاطر این که نتایج مورد انتظار قابل کمّی‌سازی (بر اساس واحدهای پولی) نبودند، تحقق نیافتند. از این رو، گروه کاری تصمیم گرفت MFCA را برای مرتبط ساختن عملکرد زیست‌محیطی با ارقام پولی در رویکردی نظام‌مند به کار گیرد.

پ -۶-۲ مدل جریان مواد در فرایند هدفمند اصلی

شکل پ۹ مدل جریان مواد خط تولید را برای یک نوع محصول بادام زمینی طعم‌دار، به تصویر می‌کشد. بادام‌زمینی‌های خام جوشانیده، پوست کنده‌شده، سرخ شده، چاشنی زده می‌شوند و در نهایت خنک‌شده و انتخاب می‌شوند. محصول واسطه خط تولید به تولیدکنندگان مختلف میان‌وعده فروخته می‌شود.



شکل پ ۹ - مدل جریان مواد

پ-۶-۳ توصیف هدررفت‌های مواد

چهار نوع هدررفت ماده مشروح زیر قابل تشخیص است (به شکل پ ۹ مراجعه کنید).

پ-۶-۳-۱ لازم است که پوست بادام زمینی قبل از فرآوری‌های بیشتر بادام زمینی‌ها حذف شوند (٪ ۷ تا ٪ ۸ وزن اولیه بادام زمینی).

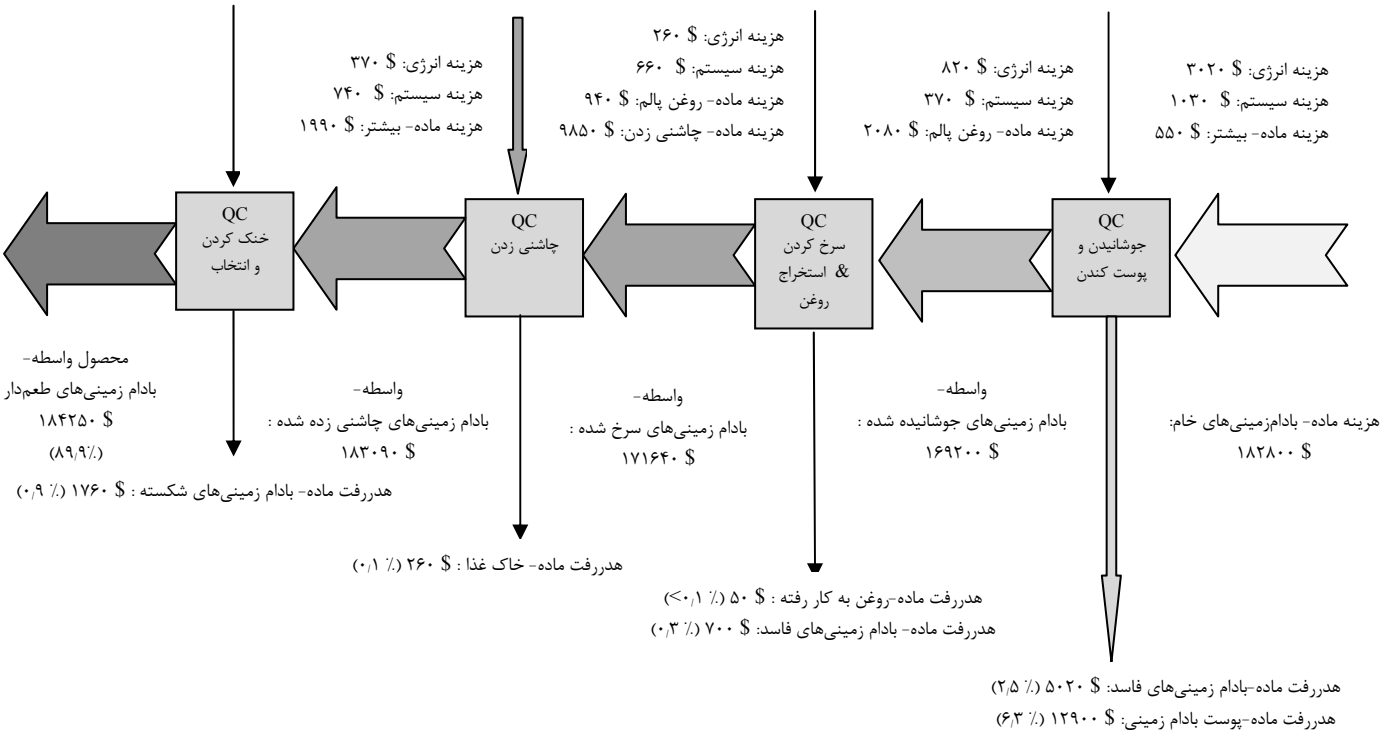
پ-۶-۳-۲ روغن مصرفی مانده از سرخ کردن (بیشتر روغن نخل به کاررفته برای سرخ کردن جذب بادام زمینی‌ها می‌شود، اما ٪ ۶ باقی می‌ماند و می‌توان با قیمت خیلی پایین فروخت).

پ-۶-۳-۳ بخش‌های کوچکی از ادویه‌ها (حدود ٪ ۳) که به بادام‌زمینی‌ها نمی‌چسبند و هدر می‌روند.

پ-۶-۳-۴ همه هدررفت‌های دیگر ماده، بادام‌زمینی‌هایی هستند که الزامات کیفیت را برآورده نمی‌کنند، چون آن‌ها یا پوسیده هستند یا شکسته. برای نمونه مقدار بادام‌زمینی‌های پوسیده و شکسته بستگی به دقت کارکنان، در فرایند جوشانیدن، درست در لحظه مناسب دارد.

پ-۶-۴یافته‌ها از تحلیل MFCA

هدررفت‌های توصیف‌شده در بند پ-۶-۳ شاخص عملکردی را تشکیل می‌دهند که توسط تولیدکننده میان‌وعده حتی پیش از به کارگیری MFCA پایش می‌شوند. هدف تعیین‌شده برای این پسماند به نسبت برون‌داد محصول ٪ ۵ بود، یعنی هر نسبت زیر ٪ ۵ قابل پذیرش بود و نیاز به اقدام بیشتر نداشت. در شکل پ۱۰ نتایج استفاده از MFCA برای خط تولید بادام زمینی نشان داده شده است. درصدهای داده شده با هزینه کل تولید مرتبط است.



شکل پ ۱۰ - نتایج MFCA برای خط فرایند بادام زمینی

یافته‌های حاصل از تحلیل MFCA در هر مرکز کمّی به قرار زیر بود:

پ- ۶-۴-۱ جوشانیدن و پوست کردن (هزینه‌های کل تولید QC ها طبق نسبت جرمی محصولات و هدررفت‌های ماده تعیین شد. درآمدهای فروش بادام زمینی‌های فاسد ($ ۶۲۰) کم شد و هزینه‌های وارهایی پوست بادام زمینی ($ ۳۴۰) افزوده شد)؛

پ- ۶-۴-۲ سرخ کردن و استخراج روغن (هدررفت ماده روغن به کار رفته با روغن نخل دریافتی مرتبط است. از این رو، هزینه‌های روغن به کار رفته با استفاده از نسبت روغن به کار رفته به روغن دریافتی (٪ ۶٫۲۵) محاسبه شد، قابلیت صرفه‌جویی ماهانه معادل ٪ ۶٫۲۵ هزینه‌های خرید روغن نخل ($ ۱۳۰) کمتر از درآمد روغن به کاررفته بود ($ ۸۰)؛

پ-۶-۴-۳ ادویه زنی (مشابه روغن به کار رفته برای سرخ کردن، هدررفت ماده ادویه با بادام زمینی مرتبط نیست، و به مقدار ادویه‌ای وابسته است که در فرایند مورد استفاده قرار می‌گیرد)؛

پ-۶-۴-۴ خنک‌سازی و انتخاب (هدررفت ماده بادام زمینی‌های شکسته به طور مستقیم با محصول بادام زمینی مرتبط است. اگر بادام زمینی‌های شکسته به طور کامل کنارگذاشته شوند، در حدود ٪ ۱ هزینه‌های کل تولید QC می‌تواند صرفه‌جویی شود).

برعکس دورنمای حسابداری متعارف هزینه، رویکرد MFCA نشان دهنده حدود ٪ ۱۰ (حدود $ ۲۰۰۰۰) هزینه‌های کل تولید تلف شده ناشی از هدررفت‌های ماده بود و پوست بادام زمینی (٪ ۶٫۳ کل) و بادام زمینی‌های شکسته (٪ ۲٫۵ کل) در QC جوشانیدن و پوست کنی سهیم بود که با بادام زمینی‌های شکسته (٪ ۰٫۹ کل) در QC خنک‌سازی و انتخاب ادامه داشت.

پ-۶-۵ نکات هدف‌گذاری‌شده برای بهبود بر اساس تحلیل MFCA

اطلاعات تهیه‌شده توسط MFCA از تصمیم‌گیری تولیدکننده میان‌وعده به شیوه‌های مختلف پشتیبانی کرد. رقم دقیق در باره هزینه‌های پوست بادام زمینی از این تصمیم پشتیبانی می‌کند که آیا بادام زمینی‌های بدون پوست از تامین‌کنندگان خریداری شود یا نه. معلوم شد که تولیدکننده میان وعده می‌تواند با صرف[1] $ ۰٫۰۵ در کیلوگرم بادام زمینی خام بدون پوست، بدون کاهش سود داشته باشد. برای کاهش بادام زمینی‌های فاسد و شکسته به ویژه در مراکز کمّی جوشانیدن و پوست‌کنی، و خنک‌سازی و انتخاب باید توجه زیادی شود. ارقام پولی برای هزینه‌های هدررفت ماده باعث حمایت از نیروی کار زیست‌محیطی در متقاعد کردن مدیریت ارشد برای تسهیل آموزش کارکنان در باره کاهش پسماند و همین طور برقراری سیستم پیشنهاد پاداش‌دهی و قدردانی‌ها از کارکنان ارائه‌کننده ایده‌های بهبود شد. تقاضای انرژی و آب و هزینه‌های وابسته در مرکز کمّی جوشانیدن و پوست‌کنی (حدود $ ۳۰۰۰ در ماه) نسبتا بالاست. تولیدکننده میان‌وعده در جستجوی فناوری‌های کاراتر برای مثال سیستم‌هایی که از بخار در سیستم نیمه‌بسته برای جوشاندن و پوست‌کنی بادام زمینی‌ها در آن‌ها استفاده می‌شود (موقع انجام مطالعه از جریان ثابت آب داغ استفاده می‌شد). علاوه بر این، نیروی کار زیست محیطی شروع به اجرای MFCA در سایر خطوط تولید و سایر فرایندها کرد.

1-Premium

پ-۶- ۶ نتیجه‌گیری

مطالعه موردی تولیدکننده میان‌وعده بادام زمینی اهمیت ارتباط اطلاعات زیست‌محیطی و اقدامات مدیریت زیست‌محیطی را با ارقام مالی برجسته می‌سازد. MFCA مفید بودنش را در شناسایی نکات کلیدی بهبودهای زیست‌محیطی و کارایی ماده به اثبات رسانیده است و به کمّی‌سازی و توجیه چنین اقداماتی نزد مدیریت ارشد کمک می‌کند. تولیدکننده میان وعده بادام زمینی با استفاده از MFCA درک خود را از هدررفت‌های ماده به طور قابل توجهی تغییر داده است. هدررفت‌های ماده به عنوان تعیین‌کننده مهم سود و ضرر تولید قلمداد می‌شوند.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

کتابنامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۹۰۰۱، سیستم‌های مدیریت کیفیت - الزامات

[۲] استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۵۰، مدیریت زیست محیطی - واژه نامه

[۳] استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۰۱، سیستم‌های مدیریت زیست محیطی - مشخصات همراه با راهنمای استفاده

[۴] استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۳۱، مدیریت زیست محیطی - ارزیابی عملکرد زیست محیطی - راهنمایی‌ها

[۵] استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰، مدیریت زیست محیطی - ارزیابی چرخه حیات - اصول و چارچوب

[۶] استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴، مدیریت زیست محیطی - ارزیابی چرخه حیات - الزامات و راهنمایی‌ها

[۷] استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۱۲۶۵، گازهای گلخانه‌ای - قسمت اول: ویژگی‌ها و راهنمایی در سطح سازمان برای مقدارسنجی وگزارش‌دهی انتشار وحذف گازهای گلخانه‌ای

[۸] استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۱۲۶۵، گازهای گلخانه‌ای- قسمت ۲: ویژگی‌ها و راهنمایی در سطح پروژه برای کمی‌سازی، پایش و گزارش‌دهی کاهش انتشار یا افزایش حذف گازهای گلخانه‌ای

[۹] استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۱۲۶۵، گازهای گلخانه‌ای- قسمت گازهای گلخانه‌ای- قسمت ۳: ویژگی‌ها و راهنمایی برای صحه‌گذاری و تصدیق اظهارنامه گازهای گلخانه‌ای

[۱۰] استاندارد ملی ایران شماره ۵۰۰۰۱، سیستم‌های مدیریت انرژی- الزامات همراه با راهنمای استفاده

[11] ISO 14063, Environmental management — Environmental communication — Guidelines and examples

[12] ISO 14065, Greenhouse gases — Requirements for greenhouse gas validation and verification bodies for use in accreditation or other forms of recognition

[13] BENNETT, M. and JAMES, P. (eds.) (1998) *The Green Bottom Line*, Greenleaf Publication

[14] German Federal Environmental Ministry and Federal Environmental Agency (2003) *Guide to Corporate Environmental Cost Management*, German Federal Environmental Ministry and Federal Environmental Agency

[15] FURUKAWA, Y. (2008) *Material Flow Cost Accounting*, Japan Environmental Management Association for Industry

[16] International Federation of Accountants (IFAC) (2005) *International Guidance Document: Environmental Management Accounting*, IFAC

[17] Japanese Ministry of Economy, Trade, and Industry (METI) (2002) *Environmental Management Accounting Workbook,* METI

[18] Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) (2007) *Guide for Material Flow Cost Accounting,* METI.

[19] Japanese Ministry of Economy, Trade, and Industry (METI) (2010) Environmental Management Accounting: MFCA Case Examples, METI, download: http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/data/MFCA_Case_example_e2011.pdf
[20] JASCH, C. (2008) *Environmental and Material Flow Cost Accounting,* Springer
[21] KOKUBU, K. and NAKAJIMA, M. (2004) "Sustainable accounting initiatives in Japan: Pilot projects of material flow cost accounting" in Haussmann, J.D.S., Liedtk, C. and Weizsacker, E.U. (eds.) *Eco-efficiency and Beyond,* Greenleaf Publishing, pp. 100-112
[22] KOKUBU, K. and NASHIOKA, E. (2005) "Environmental Management Accounting Practices in Japan," in Rikhardsson, P. M., Bennett, M., Bouma, J. J. and Schaltegger, S. (eds.) *Implementing Environmental Management Accounting: Status and Challenges,* Springer, pp. 321-342
[23] SCHMIDT, M. (2008) "The Sankey Diagram in Energy and Material Flow Management, Part I: History", *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 12, No. 1, pp. 82-94
[24] SCHMIDT, M. (2008) "The Sankey Diagram in Energy and Material Flow Management, Part II: Methodology and Current Applications", *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 12, No. 2, pp. 173-185
[25] NAKAJIMA, M. and KOKUBU, K. (2008) *Materials Flow Cost Accounting* 2nd edition, Nihon Keizai Shinbunsha. (available only in Japanese and Korean)
[26] ONISHI, Y., KOKUBU, K. and NAKAJIMA, M. (2008) "Implementing Material Flow Cost Accounting in a Pharmaceutical Company," in Schaltegger, S., Bennett, M., Burritt, R.L. and Jasch, C. (eds.) *Environmental Management Accounting for Cleaner Production,* Springer, pp. 395-410
[27] SCHALTEGGER, S. and BURRITT, R. (2000) *Contemporary Environmental Accounting*, Greenleaf Publication
[28] STROBEL, M. and REDMANN, C. (2001) *Flow Cost Accounting,* IMU (Institute für Management und Umwelt)
[29] United Nations Division for Sustainable Development (2001) *Environmental Management Accounting: Procedures and Principles*, United Nations
[30] United Nations Division for Sustainable Development (2002) *Environmental Management Accounting: Policy and Linkage*, United Nations
[31] United States Environmental Protection Agency (2001) *An Organizational Guide to Pollution Prevention*, US Environmental Protection Agency (EPA 625-R-01-003)
[32] VIERE, T., SCHALTEGGER, S. and VON ENDEN, J. (2007) "Supply Chain Information in Environmental Management Accounting, The Case of a Vietnamese Coffee Exporter", *Issues in Social and Environmental Accounting,* Vol. 1, No. 2, pp. 296-31
[33] WAGNER, B. and ENZLER, S. (eds.) (2006) *Material Flow Management: Improving Cost Efficiency and Environmental Performance*, Physica-Verlag
[34] WAGNER, B., STROBEL M, Flow Management for Manufacturing Companies. Sustainable Re-organisation of Material and Information Flows Publisher: imu augsburg GmbH & Co. KG, ISBN 3-8323-1059-2, Augsburg, 2003, download: http://www.imuaugsburg.de/material (Accessed 16.08.2010)