

ISIRI-ISO

14044

1st. edition



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ایران - ایزو

۱۴۰۴۴

چاپ اول

مدیریت زیست محیطی - ارزیابی چرخه
حیات - الزامات و راهنمایی‌ها

**Environmental management - Life cycle
assessment - Requirements and guidance**

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
تهران - خیابان ولیعصر، ضلع جنوبی میدان ونک، پلاک ۱۲۹۴، صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹
تلفن: ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵
دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳
کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۳۱۵۸۵-۱۶۳
تلفن: ۸-۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶۱)
دورنگار: ۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶۱)
پیام نگار: standard@isiri.org.ir
وبگاه: www.isiri.org
بخش فروش، تلفن: ۲۸۱۸۹۸۹ (۰۲۶۱)، دورنگار: ۲۸۱۸۷۸۷ (۰۲۶۱)
بها: ۶۷۵۰ ریال

Institute of Standards and Industrial Research of IRAN
Central Office: No.1294 Valiaser Ave. Vanak corner, Tehran, Iran
P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran
Tel: +98 (21) 88879461-5
Fax: +98 (21) 88887080, 88887103
Headquarters: Standard Square, Karaj, Iran
P.O. Box: 31585-163
Tel: +98 (261) 2806031-8
Fax: +98 (261) 2808114
Email: standard@isiri.org.ir
Website: www.isiri.org
Sales Dep.: Tel: +98(261) 2818989, Fax.: +98(261) 2818787
Price: 6750 Rls.

به نام خدا

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادهای سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بینالمللی بهره گیری می شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، 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. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. 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 مؤسسه است.

* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1- International organization for Standardization

2 - International Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« - - »

رئیس:

فرید یحیایی، علی
(کارشناس ارشد مدیریت صنایع)

سمت و / یا نمایندگی

مدرس دانشگاه جامع علمی کاربردی و مدیر برنامه‌ریزی
سیستم‌های شرکت کلرپارس

دبیران:

دیده‌ور، علی‌اصغر
(کارشناس مدیریت دولتی)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی آذربایجان شرقی

قدیمی کلجاهی، فریده
(کارشناسی ارشد شیمی)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی آذربایجان شرقی

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اجلالی، مجتبی
(کارشناسی مهندسی شیمی)

رئیس IMS داروسازی شهید قاضی

اسکافی، فردین
(کارشناسی ارشد مدیریت و برنامه‌ریزی محیط زیست)

کارشناس ایران خودرو

پورشمس، مهرداد
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

هیئت مدیره شرکت آرایه سیستم و کارشناس استاندارد

درفشی، سیاوش
(کارشناس ارشد مهندسی صنایع)

رئیس امور HSEQ شرکت پتروشیمی تبریز

رحیم‌اوقلی، شاهین
(کارشناس مهندسی شیمی)

کارشناس مسئول اداره حفاظت از محیط زیست آذربایجان
شرقی

علی‌اکبریان، باقر
(کارشناس مهندسی متالورژی)

معاون توسعه کیفیت شرکت ریخته‌گری تراکتورسازی

غیبی، میرعبدالعلی
(کارشناس مهندسی مکانیک)

رئیس محیط زیست شرکت سیمان صوفیان

مشاور مستقل

مشیرنیا، وحید
(دانشجوی دکترای محیط زیست)

سرممیز سیستم‌های کیفیت شرکت توف نورد ایران

ندادهنده، سیدحسن
(کارشناس ارشد مهندسی صنایع)

مشاور سیستم‌های کیفیت شرکت سیمکات

نهل، مجید
(کارشناسی فیزیک)

فهرست مندرجات

صفحه	فهرست
ج	آشنایی با موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۸	۴ چهارچوب روش‌شناختی ارزیابی چرخه حیات
۸	۱-۴ الزامات کلی
۸	۲-۴ تعریف هدف و دامنه
۱۴	۳-۴ تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات
۲۰	۴-۴ ارزیابی پیامد چرخه حیات
۲۸	۵-۴ تفسیر چرخه حیات
۳۳	۵ گزارش‌دهی
۳۳	۱-۵ الزامات کلی و ملاحظات
۳۴	۲-۵ الزامات اضافی و راهنمایی‌هایی برای شخص ثالث
۳۶	۳-۵ الزامات گزارش‌دهی بیشتر اعلامیه مقایسه‌ای جهت اعلام به عموم
۳۷	۶ بازنگری سنجشگرانه
۳۷	۱-۶ کلیات
۳۷	۲-۶ بازنگری سنجشگرانه توسط کارشناس خارجی یا داخلی
۳۷	۳-۶ بازنگری سنجشگرانه توسط هیات طرف‌های ذی‌نفع
۳۹	پیوست الف (اطلاعاتی) مثال‌هایی از برگه‌های جمع‌آوری داده‌ها
۴۲	پیوست ب (اطلاعاتی) مثال‌هایی از تفسیر چرخه حیات

پیش‌گفتار

استاندارد " مدیریت زیست محیطی-ارزیابی چرخه حیات- الزامات و راهنمایی‌ها " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین شده و در چهل و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد سیستم‌های کیفیت تاریخ ۸۶/۱۲/۲۵ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 زمینه صنایع، علوم و خدمات، استاندارد های ملی ایران در موقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استاندارد ها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوطه مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابر این، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای استاندارد بین‌المللی زیر تدوین شده و معادل آن به زبان فارسی است:

1-ISO 14044: 2006, Environmental management- Life cycle assessment- Requirements and guidance

مقدمه

اطلاعات توسعه یافته، در زمینه‌ی اهمیت حفاظت زیست‌محیطی و پیامدهای احتمالی مرتبط با محصول تولید شده و مصرفی، علاقه به توسعه‌ی روش‌های درک بهتر و شناسایی این پیامدها را افزایش داده است. یکی از فنون توسعه یافته برای این منظور، ارزیابی چرخه حیات (LCA)^۱ است.

ارزیابی چرخه حیات (LCA) می‌تواند در موارد ذیل کمک کند:

- شناسایی فرصت‌ها به منظور بهبود عملکرد زیست‌محیطی محصولات در نقاط مختلف چرخه حیات آن‌ها،
- آگاهی دادن به تصمیم‌گیرندگان در صنایع، سازمان‌های دولتی یا غیر دولتی (به عنوان مثال، به منظور برنامه‌ریزی راهبردی، اولویت بندی، طراحی یا طراحی مجدد محصول یا فرآیند)،
- انتخاب شاخص‌های مرتبط با عملکرد زیست‌محیطی، از جمله فنون اندازه‌گیری،
- بازاریابی (مانند اجرای یک طرح برچسب‌گذاری زیست‌محیطی^۲، ادعای زیست‌محیطی، یا ایجاد اعلامیه زیست‌محیطی محصول).

ارزیابی چرخه حیات (LCA)، جنبه‌های زیست‌محیطی و پیامدهای بالقوه زیست‌محیطی را (مانند استفاده از منابع و نتایج زیست‌محیطی ناشی از رهاسازی‌ها) در سراسر چرخه حیات یک محصول از مرحله به دست آوردن ماده خام در طول تولید، استفاده، پایان عملیات حیات، بازیافت تا دفع نهایی دربرمی‌گیرد (به عبارت دیگر زگهواره تا گور).

در مطالعه ارزیابی چرخه حیات (LCA)، چهار مرحله وجود دارد:

الف- مرحله تعریف هدف و دامنه،

ب- مرحله تجزیه و تحلیل سیاهه،

پ- مرحله ارزیابی پیامد،

ت- مرحله تفسیر.

دامنه کاربرد، شامل مرز سیستم و سطح جزئیات در یک ارزیابی چرخه حیات (LCA) به موضوع و استفاده مورد نظر در مطالعه بستگی دارد. عمق و وسعت ارزیابی چرخه حیات (LCA) به طور عمده بسته به هدف خاص ارزیابی چرخه حیات (LCA)، می‌تواند متفاوت باشد.

مرحله تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات (LCI)^۳، دومین مرحله ارزیابی چرخه حیات است. این مرحله، شامل سیاهه داده‌های درونداد/برونداد در ارتباط با سیستم مورد مطالعه است. این مرحله جمع‌آوری داده‌های لازم برای مطابقت با اهداف تعریف شده مطالعه را دربرمی‌گیرد.

1- Life cycle assessment

2- Ecolabeling

3- Life cycle inventory

مرحله ارزیابی پیامد چرخه حیات (LCIA)¹، سومین مرحله ارزیابی چرخه حیات (LCA) است. هدف از ارزیابی پیامد چرخه حیات (LCIA)، فراهم کردن اطلاعات اضافی برای کمک به ارزیابی نتایج سیاهه چرخه حیات یک سیستم محصول برای درک بهتر اهمیت زیست‌محیطی آنها است.

تفسیر چرخه حیات، مرحله نهایی روش اجرایی ارزیابی چرخه حیات (LCA) است که در آن نتایج یک سیاهه چرخه حیات (LCI) یا ارزیابی پیامد چرخه حیات (LCIA)، یا هر دو باهم، به عنوان پایه‌ای برای نتیجه‌گیری‌ها، پیشنهادات و تصمیم‌گیری‌ها مطابق با تعریف هدف و دامنه، خلاصه شده و مورد بحث قرار می‌گیرند.

مواردی وجود دارد که ممکن است هدف ارزیابی چرخه حیات، فقط توسط اجرای تجزیه و تحلیل سیاهه و تفسیر، رضایت‌بخش باشد.

این استاندارد دو روش مطالعه را در برمی‌گیرد: مطالعات ارزیابی چرخه حیات، مطالعات سیاهه چرخه حیات. مطالعات سیاهه چرخه حیات مشابه مطالعات ارزیابی چرخه حیات بوده، ولی شامل مرحله ارزیابی پیامد چرخه حیات نمی‌شود. تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات با مرحله تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات در یک مطالعه ارزیابی چرخه حیات لشتباه نمی‌شود.

به طور کلی، اطلاعات توسعه یافته در ارزیابی چرخه حیات یا مطالعه سیاهه چرخه حیات، می‌تواند به عنوان قسمتی از فرایند جامع تصمیم‌گیری، مورد استفاده قرار گیرد. مقایسه نتایج ارزیابی چرخه حیات مختلف یا مطالعات سیاهه چرخه حیات، فقط وقتی امکان‌پذیر است که فرضیه‌ها و زمینه هر مطالعه، یکسان باشد. از اینرو این استاندارد، شامل چندین الزام و توصیه است تا از شفافیت این موضوعات، اطمینان دهد.

ارزیابی چرخه حیات، یکی از چندین فنون مدیریت زیست‌محیطی (مانند ارزیابی خطر، ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی، ممیزی زیست‌محیطی و ارزیابی پیامد زیست‌محیطی) است و ممکن است مناسب‌ترین روش برای استفاده در تمام وضعیت‌ها نباشد. به عنوان مثال، ارزیابی چرخه حیات، جنبه‌های اقتصادی یا اجتماعی را دربرنمی‌گیرد، اما ممکن است رویکرد چرخه حیات و روش‌شناسی تعریف شده در این استاندارد، برای سایر جنبه‌ها کاربرد داشته باشد.

این استاندارد، همانند سایر استانداردها، قرار نیست برای ایجاد موانع تجاری غیرتعرفه‌ای یا کاهش و تغییر الزامات قانونی سازمانی مورد استفاده قرار گیرد.

1- Life cycle impact assessment

مدیریت زیست محیطی - ارزیابی چرخه حیات - الزامات و راهنمایی‌ها

۱ دامنه کاربرد

این استاندارد، الزامات و راهنمایی‌هایی را برای ارزیابی چرخه حیات، شامل موارد زیر، تعیین و ارائه می‌کند.

الف- تعریف هدف و دامنه ارزیابی چرخه حیات (LCA)^۱،

ب- مرحله تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات (LCI)^۲،

پ- مرحله ارزیابی پیامد چرخه حیات (LCIA)^۳،

ت- مرحله تفسیر چرخه حیات،

ث- گزارش‌دهی و بازنگری سنجشگرانه^۴ ارزیابی چرخه حیات (LCA)،

ج- محدودیت‌های ارزیابی چرخه حیات (LCA)،

چ- رابطه بین مراحل ارزیابی چرخه حیات (LCA)،

ح- شرایط به‌کارگیری مقادیر انتخابی و عناصر اختیاری.

این استاندارد، مطالعات ارزیابی چرخه حیات (LCA) و مطالعات سیاهه چرخه حیات (LCI) را دربرمی‌گیرد.

کاربردهای مورد نظر ارزیابی چرخه حیات (LCA) یا نتایج تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات (LCI) در تعریف هدف و دامنه کاربرد در نظر گرفته شده است، اما کاربرد به تنهایی، خارج از دامنه کاربرد این استاندارد است.

این استاندارد قرار نیست برای مقاصد قراردادی یا قانونی یا ثبت و گواهی کردن مورد استفاده قرار گیرد.

۲ مراجع الزامی

مدارک ارجاع داده شده زیر برای کاربرد این استاندارد ضروری می‌باشند. در مورد مراجع دارای تاریخ، فقط ویرایش ذکر شده کاربرد دارد. در مورد مراجع بدون تاریخ، آخرین تجدید نظر مدرک ارجاع داده شده (به همراه تمام اصلاحیه‌ها) کاربرد دارد.

2-1 ISO 14040:2006, Environment management-Life cycle assessment- Principles and framework

1- Life cycle assessment

2- Life cycle inventory

3- Life cycle impact assessment

4- critical review

۳ اصطلاحات و تعاریف

برای مقاصد این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:
یادآوری- این اصطلاحات و تعاریف از استاندارد ISO 14040:2006 برگرفته شده و جهت سهولت کار استفاده کنندگان این استاندارد، تکرار شده‌اند.

۱-۳

چرخه حیات

مراحل متوالی و به هم پیوسته یک سیستم محصول، از زمان استخراج مواد خام یا استحصال آن‌ها از منابع طبیعی تا دفع نهایی

۲-۳

ارزیابی چرخه حیات (LCA)

گردآوری و ارزیابی دروندادها، برون دادها و پیامدهای بالقوه زیست محیطی یک سیستم محصول در تمام چرخه حیات آن

۳-۳

تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات (LCI)

مرحله‌ای از ارزیابی چرخه حیات شامل گردآوری کردن و کمی‌سازی دروندادها و برون دادهای یک محصول در طول چرخه حیات آن

۴-۳

ارزیابی پیامد چرخه حیات (LCIA)

مرحله‌ای از ارزیابی چرخه حیات به منظور درک و ارزیابی اهمیت و ارزش پیامدهای بالقوه زیست محیطی یک سیستم محصول در طول چرخه حیات آن

۵-۳

تفسیر چرخه حیات

مرحله‌ای از ارزیابی چرخه حیات که در آن، یافته‌های تجزیه و تحلیل سیاهه یا ارزیابی پیامد، هر کدام به تنهایی یا هر دو با هم، در ارتباط با هدف و دامنه کاربرد تعریف شده برای رسیدن به نتیجه‌گیری‌ها و توصیه‌ها، ارزیابی می‌شوند.

۶-۳

اعلامیه مقایسه‌ای

ادعای زیست محیطی مبنی بر برتری یا برابری یک محصول نسبت به محصول رقیبی که همان کارکرد را دارد.

۷-۳

شفافیت

ارایه اطلاعات به صورت واضح، جامع و قابل درک

جنبه زیست محیطی

بخشی از فعالیت‌ها، محصولات یا خدمات یک سازمان که با محیط زیست تاثیر متقابل دارند.

[ISO 14001:2004, definition 3.6]

محصول

هر گونه کالا یا خدمت.

یادآوری ۱- یک محصول می‌تواند به شکل زیر دسته‌بندی شود:

- خدمات (مانند ترابری)؛
- نرم افزار (مانند برنامه کامپیوتر، فرهنگ لغات)؛
- سخت افزار (مانند قطعه مکانیکی موتور)؛
- مواد فرآوری شده (مانند روان کننده).

یادآوری ۲- خدمات، عناصر ملموس و ناملموس دارند. ارایه یک خدمت می‌تواند به عنوان مثال شامل موارد زیر باشد:

- فعالیت انجام شده بر روی یک محصول ملموس تامین شده توسط مشتری (مانند اتومبیلی که تعمیر می‌شود)؛
- فعالیت انجام شده بر روی یک محصول ناملموس تامین شده توسط مشتری (مانند اظهارنامه درآمد برای تهیه گزارش مالیاتی)؛
- تحویل یک محصول ناملموس (مانند تحویل اطلاعات در زمینه انتقال دانش)؛
- ایجاد محیط برای مشتری (مانند هتل‌ها و رستوران‌ها).

نرم افزار شامل اطلاعات بوده و عموماً ناملموس است و می‌تواند به شکل رویکردها، معاملات یا روش‌های اجرایی باشد.

سخت افزار عموماً ملموس می‌باشد و تعداد آن یک ویژگی قابل شمارش است. مواد فرآوری شده عموماً ملموس بوده و مقادیر آن یک ویژگی پیوسته است.

یادآوری ۳- سازگار با استاندارد ISO 14021:1999 و استاندارد ISO 9000:2005

هم محصول

هر دو یا چند محصولی که از یک واحد- فرآیند یا سیستم محصول یکسان، حاصل می‌شود.

فرآیند

مجموعه فعالیت‌های مرتبط به هم و متعامل که دروندادها را به برون‌دادها تبدیل می‌کند.

[ISO 9000:2005 definition 3.4.1 ، (بدون یادآوری)]

جریان اولیه

ماده یا انرژی که از محیط زیست وارد سیستم مورد مطالعه می‌شود، بدون آن که انسان تغییر شکل قبلی در آن داده باشد، یا ماده یا انرژی که سیستم مورد مطالعه را ترک می‌کند و در محیط زیست رها می‌شود، بدون آن که انسان تغییر شکل بعدی در آن داده باشد.

۱۳-۳

جریان انرژی

درونداد به، یا برونداد از یک واحد-فرآیند یا سیستم محصول که به شکل واحدهای انرژی اندازه‌گیری می‌شود

یادآوری- می‌توان جریان انرژی که وارد می‌شود به نام انرژی درونداد و جریان انرژی که خارج می‌شود به نام انرژی برونداد نامید.

۱۴-۳

انرژی استفاده نشده مواد اولیه

گرمای حاصل از احتراق ماده خام درونداد که به عنوان یک منبع انرژی برای سیستم محصول کاربرد ندارد و با عبارتهای ارزش حرارتی بیشتر یا ارزش حرارتی کمتر بیان می‌شود
یادآوری- باید از این نکته اطمینان حاصل کرد که مقدار انرژی مواد خام دو مرتبه محاسبه نشده باشد.

۱۵-۳

ماده خام

ماده اولیه یا ثانویه که برای تولید یک محصول، مورد استفاده قرار می‌گیرد
یادآوری- ماده ثانویه شامل ماده بازیافت شده می‌باشد.

۱۶-۳

درونداد فرعی

ماده درونداد که توسط واحد-فرآیند برای تولید محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما مستقیماً بخشی از محصول را تشکیل نمی‌دهد

۱۷-۳

تخصیص

تسهیم جریان‌های درونداد یا برونداد یک فرآیند یا یک سیستم محصول، بین سیستم محصول تحت مطالعه و یک یا چند سیستم محصول دیگر

۱۸-۳

معیار میان بر^۱

مشخصات مقدار ماده یا جریان انرژی یا سطح اهمیت زیست محیطی مرتبط با واحد-فرآیندها یا سیستم محصول که از یک مطالعه مستثنی شده‌اند

۱۹-۳

کیفیت داده‌ها

مشخصات داده‌ها که به قابلیت آن‌ها در برآورده کردن الزامات بیان شده، مربوط می‌شوند

۲۰-۳

واحد کارکردی

کمی سازی عملکرد یک سیستم محصول برای استفاده از آن به عنوان واحد مرجع

۲۱-۳

1- Cut-off criteria

درونداد

محصول، ماده یا جریان انرژی که وارد یک واحد-فرآیند می شود
یادآوری- محصولات و مواد شامل مواد خام، مواد میانی و هم-محصول ها می باشند.

۲۲-۳

جریان میانی

محصول، ماده یا جریان انرژی که بین واحد-فرآیندهای سیستم محصول تحت مطالعه وجود دارد

۲۳-۳

محصول میانی

برونداد یک واحد-فرآیند که درونداد سایر واحد-فرآیندها است و تبدیلات بیشتری در داخل سیستم لازم

دارد

۲۴-۳

نتیجه تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات

نتیجه به دست آمده از تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات، که مشتمل بر جریانهای متقاطع مرزی سیستم بوده و نقطه آغازین ارزیابی پیامد چرخه حیات را فراهم می کند

۲۵-۳

برونداد

محصول، ماده یا جریان انرژی که از واحد-فرآیند خارج می شود
یادآوری- محصولات و مواد شامل مواد خام، مواد میانی، هم- محصولات و مواد منتشر شده می باشند.

۲۶-۳

انرژی فرآیند

انرژی درونداد لازم برای اجرای فرآیند یا به کار انداختن تجهیزات، در طول یک واحد-فرآیند به استثنای انرژی درونداد برای تولید و عرضه انرژی

۲۷-۳

جریان محصول

وارد شدن یا ترک کردن محصولات به، یا از سیستم محصول دیگر

۲۸-۳

سیستم محصول

مجموعه ای از واحد-فرآیندها با جریانهای اولیه و محصول، که یک یا چند کارکرد تعریف شده که الگوهایی از چرخه حیات یک محصول است، انجام می دهند

۲۹-۳

جریان مرجع

میزان بروندادهای فرایندها در یک سیستم محصول که برای انجام دادن وظیفه بیان شده توسط واحد کارکردی، لازم است

۳۰-۳

رها سازی

انتشار به هوا و تخلیه به آب و خاک

۳۱-۳

تجزیه و تحلیل حساسیت

روش‌های اجرایی نظام‌یافته برای برآورد اثرات روش‌های انتخابی و داده‌ها بر روی نتیجه یک مطالعه

۳۲-۳

مرز سیستم

مجموعه‌ای از معیارهای مشخص کننده‌ی واحد-فرآیندهایی که قسمتی از سیستم محصول هستند
یادآوری- در این استاندارد عبارت "مرز سیستم" در ارتباط با تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات به کار نمی‌رود.

۳۳-۳

تجزیه و تحلیل عدم قطعیت

روش‌های اجرایی نظام‌مند برای کمی سازی عدم قطعیت وارد شده در نتایج یک تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات، ناشی از اثرات تجمعی عدم دقت الگو، عدم قطعیت درون‌داد و تغییر پذیری داده‌ها
یادآوری- گستره یا توزیع احتمالات برای تعیین عدم قطعیت در نتایج، استفاده می‌شوند.

۳۴-۳

واحد-فرآیند

کوچک‌ترین عنصر مورد نظر در تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات، برای داده‌های درون‌داد و برون‌داد که کمی شده باشند

۳۵-۳

پسماند

مواد یا هر چیزی که متولی فرایند قصد دارد یا لازم است که آن را دفع کند
یادآوری- تعاریف از پیمان Basel در مورد کنترل حرکات فرامرزی پسماندهای خطرناک و نحوه دفع آنها^۱ برگرفته شده است، اما در این استاندارد، به پسماندهای خطرناک منحصر نمی‌شود.

۳۶-۳

نقطه انتهایی رده

ویژگی یا جنبه زیست محیطی طبیعی، سلامت انسان، یا منابع، که مشخص کننده یک موضوع زیست محیطی مرتبط است

۳۷-۳

عامل ویژه سازی^۲

عامل برگرفته از یک الگوی ویژه سازی، که برای تبدیل نتایج تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات تخصیص داده شده، به واحد مشترکی از شاخص رده به کار گرفته می‌شود
یادآوری- واحد مشترک، امکان محاسبه‌ی نتیجه شاخص رده را مهیا می‌کند.

۳۸-۳

1- Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal

2-Characterization factor

مکانیسم زیست محیطی

سیستمی از فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی برای یک رده پیامد مشخص که نتایج تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات را به شاخص‌های رده و نقطه انتهایی رده ربط می‌دهد

۳۹-۳

رده پیامد

طبقه‌ی نمایانگر موضوعات زیست‌محیطی که نتایج تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات را می‌توان به آن نسبت داد

۴۰-۳

شاخص رده پیامد

ارائه قابل شمارشی از یک رده پیامد

یادآوری- در این استاندارد برای خوانایی بهتر از عبارت کوتاه‌تر "شاخص رده" استفاده می‌شود.

۴۱-۳

بررسی کامل بودن

فرایند تصدیق این که آیا اطلاعات به دست آمده از مراحل ارزیابی چرخه حیات برای رسیدن به نتایج سازگار با تعریف هدف و دامنه کاربرد کافی است یا خیر

۴۲-۳

بررسی سازگاری

فرایند تصدیق این که آیا فرضیه‌ها، روش‌ها و داده‌ها در طول مطالعه به طور مداوم به کار گرفته شده‌اند و آیا با تعریف هدف و دامنه قبل از دسترسی به نتایج، سازگار می‌باشد

۴۳-۳

بررسی حساسیت

فرایند تصدیق این که آیا اطلاعات به دست آمده از تجزیه و تحلیل حساسیت، برای دستیابی به نتایج و توصیه‌های ارائه شده به هم مربوط هستند یا خیر

۴۴-۳

ارزیابی

عنصری در مرحله تفسیر چرخه حیات برای برقراری اطمینان در نتایج ارزیابی چرخه حیات
یادآوری- ارزیابی شامل بررسی کامل بودن، بررسی حساسیت، بررسی سازگاری و سایر بررسی‌هایی است که ممکن است برای مطابقت تعریف هدف و دامنه مطالعه لازم باشد.

۴۵-۳

بازنگری سنجشگرانه

فرایند اطمینان از سازگاری بین ارزیابی چرخه حیات و اصول و الزامات استانداردهای ملی و بین‌المللی بر پایه ارزیابی چرخه حیات

یادآوری ۱- اصول، در استاندارد ISO 14040:2006 تعریف شده‌اند.

یادآوری ۲- الزامات در این استاندارد تعریف شده است.

۴۶-۳

طرف ذی‌نفع

فرد یا گروه مرتبط با یا متاثر از عملکرد زیست محیطی یک سیستم محصول، یا نتایج ارزیابی چرخه حیات

۴ چارچوب روش شناختی ارزیابی چرخه حیات (LCA)

۱-۴ الزامات عمومی

برای اصول و چارچوب مورد استفاده در دستیابی به ارزیابی چرخه حیات، به استاندارد ISO 14040 مراجعه شود.

بررسی‌های ارزیابی چرخه حیات، باید شامل تعریف هدف و دامنه، تجزیه و تحلیل سیاهه، ارزیابی پیامد و تفسیر نتایج باشد.

مطالعات سیاهه چرخه حیات، باید شامل تعریف هدف و دامنه، تجزیه و تحلیل سیاهه و تفسیر نتایج باشد. الزامات و توصیه‌های این استاندارد، به استثناء موارد مربوط به ارزیابی پیامد، برای مطالعات سیاهه چرخه حیات کاربرد دارد.

بررسی یک سیاهه چرخه حیات نباید به تنهایی برای مقایسه‌هایی که در اعلامیه مقایسه‌ای به منظور اعلان به عموم استفاده می‌شود، به کار رود.

بایستی مشخص شده باشد که هیچ پایه علمی برای کم کردن نتایج ارزیابی چرخه حیات به امتیاز یا عدد کلی وجود ندارد.

۲-۴ تعریف هدف و دامنه‌ی کاربرد

۱-۲-۴ کلیات

هدف و دامنه ارزیابی یک چرخه حیات باید به وضوح تعریف شود و باید با کاربرد مورد نظر سازگار باشد. به دلیل ماهیت تکراری ارزیابی چرخه حیات، ممکن است دامنه کاربرد، در حین مطالعه تصحیح شود.

۲-۲-۴ هدف مطالعه

در تعریف هدف ارزیابی چرخه حیات موارد زیر باید به طور شفاف بیان شود:

- کاربرد مورد نظر؛
- دلایل انجام مطالعه؛
- مخاطبین مورد نظر، به عبارت دیگر کسانی که نتایج مطالعه به آنها ارتباط دارد؛
- نتایجی که در نظر است در اعلامیه مقایسه‌ای جهت اعلان به عموم، مورد استفاده قرار گیرند.

۳-۲-۴ دامنه مطالعه

۱-۳-۲-۴ کلیات

در تعریف دامنه ارزیابی چرخه حیات، موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد و به طور شفاف بیان شود:

- سیستم محصول مورد مطالعه؛
- کارکردهای سیستم محصول یا، در حالت مطالعات مقایسه‌ای، سیستم‌ها؛
- واحد کارکردی؛
- مرز سیستم؛

- روش‌های اجرایی تخصیص؛
- روش شناسی ارزیابی پیامد چرخه حیات و انواع پیامدها؛
- تفسیر مورد استفاده؛
- الزامات داده‌ها؛
- فرضیه‌ها؛
- مقادیر انتخابی و عناصر اختیاری؛
- محدودیت‌ها؛
- الزامات کیفیت داده‌ها؛
- انواع بازنگری‌های سنجشگرانه، در صورت وجود؛
- نوع و فرم گزارش لازم برای مطالعه.

در برخی موارد هدف و دامنه مطالعه، ممکن است به دلیل محدودیت‌های پیش‌بینی نشده، موانع یا به عنوان نتیجه اطلاعات اضافی، تجدید نظر شوند. این اصلاح‌ها بایستی همراه با دلایل آن‌ها مستند شوند. جزئیات برخی از موارد بالا در بند های ۲-۳-۲-۴ الی ۸-۳-۲-۴ مشخص شده است.

۲-۳-۲-۴ کارکرد و واحد کارکردی

دامنه ارزیابی یک چرخه حیات، باید به وضوح کارکرد (ویژگی‌های عملکرد) سیستم مورد مطالعه را مشخص کند. واحد کارکردی باید با هدف و دامنه‌ی مطالعه سازگار باشد. یکی از هدف‌های اولیه یک واحد کارکردی، فراهم کردن یک مرجع است که در آن داده‌های درونداد و برون‌داد نرمالیزه شده باشد (در مفهوم ریاضی). بنابراین واحد کارکردی باید به وضوح تعریف شود و قابل اندازه‌گیری باشد. با داشتن واحد عملیاتی انتخاب شده، جریان مرجع باید تعریف شود. مقایسه بین سیستم‌ها باید بر اساس کارکرد(ها)ی مشابه انجام گیرد، با واحد(های) عملیاتی یکسان در قالب جریان‌های مرجع کمی شود. اگر کارکردهای اضافی هر سیستم در مقایسه واحدهای عملیاتی، به حساب آورده نشوند، این حذف‌ها باید تشریح و مستند شوند. به عنوان یک روش جایگزین، سیستم‌های مرتبط با انجام این کارکرد، ممکن است به مرز سیستم‌های دیگر اضافه شود تا سیستم‌ها قابل مقایسه‌تر شوند. در این موارد، فرایندهای انتخاب شده باید تشریح و مستند شوند.

۳-۳-۲-۴ مرز سیستم

۱-۳-۳-۲-۴ مرز سیستم، واحد-فرایندهایی را که باید در ارزیابی چرخه حیات قرار گیرند، تعیین می‌کند. انتخاب مرز سیستم باید با هدف مطالعه سازگار باشد. معیارهای مورد استفاده در برقراری مرز سیستم باید شناسایی و تشریح شود.

تصمیم‌گیری باید با واحد-فرایندهایی که در مطالعه وارد شده‌اند، سازگار باشد و جزئیات واحد-فرایندها نیز باید مورد مطالعه قرار گیرند.

حذف مراحل چرخه حیات، فرایندها، دروندادها یا برون‌دادها فقط در صورتی مجاز است که تغییر معنی-داری در نتایج کلی مطالعه نداشته باشد. هرگونه تصمیم برای حذف مراحل چرخه حیات، فرایندها، دروندادها یا برون‌دادها باید به وضوح بیان شود و دلایل و لزوم حذف آن‌ها باید تشریح شود.

تصمیم‌ها باید در ارتباط با دروندادها و بروندادهای مشمول اتخاذ گردند و سطح جزئیات چرخه ارزیابی حیات باید به وضوح بیان شود.

۲-۳-۳-۲-۴ تشریح یک سیستم با استفاده از نمودار جریان فرآیند که نشان دهنده واحد-فرآیندها و ارتباط درونی آنها است، مفید است. هر یک از واحد-فرآیندها بایستی در ابتدا توصیف شوند تا معین کنند :

- جایی که واحد-فرآیند آغاز می‌شود، از نظر دریافت مواد خام یا محصولات میانی،
- ماهیت تبدیلات و عملیاتی که به عنوان قسمتی از واحد-فرآیند روی می‌دهد،
- جایی که واحد-فرآیند تمام می‌شود، از نظر سرانجام محصولات میانی یا نهایی.

به طور ایده‌آل، سیستم محصول بایستی به روشی طرح‌ریزی شود که دروندادها و بروندادها در مرز آن اساسی بوده و محصول جریان یابد. شناسایی دروندادها و بروندادهایی که در محیط زیست ردیابی می‌شوند، یک فرایند تکراری است، یا به عبارت دیگر، شناسایی واحد-فرآیندهایی که دروندادها را تولید می‌کنند (یا واحد-فرآیندهایی که بروندادها را دریافت می‌کنند) بایستی در سیستم محصول تحت مطالعه وارد شوند. تشخیص اولیه با استفاده از داده‌های قابل دسترس، انجام می‌گیرد. دروندادها و بروندادها، پس از جمع‌آوری داده‌های اضافی در طول مدت مطالعه، بایستی به طور کامل شناسایی شوند و مورد تجزیه و تحلیل حساسیت قرار گیرند (به بند ۴-۳-۳-۴ مراجعه شود).

برای دروندادهای ماده، تجزیه و تحلیل با انتخاب اولیه دروندادهای تحت مطالعه، آغاز می‌گردد. این گزینش بایستی بر پایه شناسایی دروندادهای مرتبط با هر یک از واحد-فرآیندهای مورد نظر، الگو شده باشد. این کار ممکن است از داده‌های جمع‌آوری شده از سایت‌های خاص یا منابع منتشر شده انجام گیرد. هدف، شناسایی دروندادهای حائز اهمیت مرتبط با هر یک از واحد-فرآیندها است.

با دروندادها و بروندادهای انرژی باید مانند سایر دروندادها و بروندادهای ارزیابی چرخه حیات عمل کرد. انواع مختلف دروندادها و بروندادهای انرژی باید شامل دروندادها و بروندادهای مربوط به تولید و تحویل سوخت‌ها، انرژی استفاده نشده‌ی مواد اولیه و انرژی فرآیند مورد استفاده در سیستم مدل شده باشد.

۲-۳-۳-۲-۴ معیار میان بر برای بررسی اولیه دروندادها و بروندادها و فرضیه‌های مبتنی بر این معیار باید به وضوح تشریح شود. تاثیر بر روی نتیجه مطالعه معیار میان‌بر انتخاب شده باید ارزیابی و در گزارش نهایی تشریح شود.

چندین معیار میان‌بر، در کار ارزیابی چرخه حیات برای تصمیم‌گیری در مورد دروندادهایی که در این ارزیابی مطرح می‌باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرد مانند جرم، انرژی و موارد با اهمیت زیست محیطی. شناسایی اولیه دروندادهای مبتنی بر سهم جرم به تنهایی ممکن است منجر به حذف دروندادهای مهم از مطالعه گردد. بنابراین انرژی و موارد با اهمیت زیست محیطی نیز بایستی به عنوان یک معیار میان‌بر در این فرآیند مورد استفاده قرار گیرد.

الف- جرم: زمانی که جرم به عنوان یک معیار مد نظر باشد، یک تصمیم مناسب، نیازمند دربرگیری مطالعه تمام دروندادهایی است که جمعا سهم بیشتری از درصد تعریف شده برای درونداد جرم به سیستم محصول مدل شده دارند.

ب- انرژی: به همین روش، زمانی که انرژی به عنوان یک معیار مدنظر باشد، یک تصمیم مناسب نیازمند دربرگیری مطالعه تمام دروندادهایی است که جمعا سهم بیشتری از درصد تعریف شده برای دروندادهای انرژی به سیستم محصول دارند.

پ- اهمیت زیست محیطی: تصمیم‌گیری بر روی معیار میان‌بر، بایستی شامل دروندادهایی باشد که سهمی بیشتر از مقدار اضافی تعریف شده از کمیت تخمینی داده‌های انفرادی سیستم محصول دارند که به دلیل ارتباط زیست محیطی به طرز خاص انتخاب شده‌اند. ممکن است معیار میان‌بر مشابهی برای شناسایی برونادهایی که در محیط زیست ردیابی می‌شوند، استفاده شود مانند فرآیندهای نهایی تصفیه پساب.

هر جا که مطالعه مورد نظر به منظور استفاده در اعلامیه‌های مقایسه‌ای برای اعلان به عموم مورد توجه باشد، تجزیه و تحلیل نهایی حساسیت داده‌های درونداد و برونداد باید شامل جرم، انرژی و معیار اهمیت زیست محیطی باشد به طوری که تمام دروندادها سهمی بیشتر از مقدار تعریف شده (به عنوان مثال: درصد) نسبت به کل آنچه مطالعه شامل آن می‌شود، را دارا باشد.

تمام دروندادهای انتخابی تعریف شده در طی این فرآیند بایستی به عنوان جریان‌های اولیه الگو شوند. بایستی تصمیم‌گیری شود که کدام داده‌های درونداد و برونداد نسبت به سایر سیستم‌های محصول، از جمله جریان‌های مربوط به تخصیص، ردیابی شوند، است. بایستی سیستم با جزئیات کافی و واضح تشریح شود تا به کارکنان دیگر اجازه دهد تا تجزیه و تحلیل سیاهه را دوباره انجام دهند.

۴-۳-۲-۴ روش شناسی تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات و انواع پیامدها

باید تعیین شود کدام رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوهای ویژه‌سازی آنها در طول مطالعه ارزیابی چرخه حیات وارد شده‌اند. انتخاب رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوی ویژه‌سازی مورد استفاده در روش‌شناسی تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات باید با هدف مطالعه و ملاحظات تعریف شده در بند ۴-۲-۲ سازگاری داشته باشد.

۴-۳-۲-۴ انواع و منابع داده‌ها

داده‌های انتخاب شده برای یک ارزیابی چرخه حیات، بستگی به هدف و دامنه مطالعه دارد. این داده‌ها ممکن است از محل‌های تولید وابسته به واحد-فرآیندهایی در مرز سیستم جمع‌آوری، یا از سایر منابع حاصل و محاسبه شوند. در عمل، تمام داده‌ها ممکن است شامل ترکیبی از داده‌های اندازه‌گیری شده، محاسبه شده یا برآورد شده باشند.

ممکن است دروندادها شامل استفاده از منابع معدنی باشند ولی به آنها محدود نشوند (مانند فلزات حاصل از سنگ معدن یا بازیابی، خدماتی مانند حمل و نقل یا تامین انرژی و استفاده از مواد کمکی مانند روان کننده‌ها یا کودها).

به عنوان قسمتی از آنچه به هوا منتشر می‌شود، ممکن است انتشار کربن مونوکسید، کربن دی‌اکسید، سولفور اکسیدها، نیتروژن اکسیدها و غیره به طور جداگانه شناسایی شود.

انتشار به هوا و تخلیه به آب و خاک، پس از عبور از دستگاههای کنترل آلودگی غالباً موجب وارهایی از یک نقطه یا منابع نشر، می‌شود. در صورتی که حائز اهمیت باشد، این داده‌ها بایستی شامل مواد فرار منتشر شده باشد. پارامترهای شاخص می‌تواند شامل موارد زیر باشد ولی به آن‌ها محدود نشود:

- اکسیژن بیوشیمیایی مورد نیاز (BOD)^۱
- اکسیژن شیمیایی مورد نیاز (COD)^۲
- ترکیبات آلی هالوژن دار قابل جذب (AOX)^۳
- مقدار کل هالوژن (TOX)^۴
- مواد آلی فرار (VOC)^۵

به علاوه، داده‌های نمایانگر نوفه^۶ و ارتعاش، استفاده از زمین، پرتوافکنی، بو و گرمای تلف شده ممکن است جمع‌آوری شوند.

۴-۳-۶ الزامات کیفی داده‌ها

۴-۳-۶-۱ الزامات کیفی داده‌ها باید به منظور دستیابی به هدف و دامنه ارزیابی چرخه حیات مشخص شوند.

۴-۳-۶-۲ الزامات کیفی داده‌ها بایستی شامل موارد زیر باشد:

- الف- پوشش زمانی: عمر داده و حداقل زمانی که بایستی داده جمع‌آوری شود؛
- ب- پوشش جغرافیایی: محل جغرافیایی که بایستی داده‌ها از واحد-فرایندها به منظور دستیابی به هدف مطالعه جمع‌آوری شوند؛
- پ- پوشش تکنولوژی: تکنولوژی خاص یا ترکیب تکنولوژی؛
- ت- دقت: اندازه‌گیری تغییرپذیری مقادیر داده برای هر داده بیان شده (مانند واریانس)؛
- ث- کامل بودن: درصد جریان که اندازه‌گیری می‌شود یا برآورد می‌شود؛
- ج- بیانگر بودن: ارزیابی کیفی برای مجموعه‌ای از داده‌ها که مقدار صحیح جمعیت ذی‌نفع را منعکس می‌کند. (به عبارت دیگر: پوشش جغرافیایی، پوشش دوره زمانی و پوشش تکنولوژی)
- چ- سازگاری: ارزیابی کیفی این که آیا روش‌شناسی مطالعه برای اجزای مختلف تجزیه و تحلیل به طور یکنواخت به کار رفته است یا خیر.
- ح- قابلیت ساخت مجدد^۷: ارزیابی کیفی ناحیه‌ای که اطلاعات درباره روش‌شناسی و مقادیر داده‌ها، به یک کاربر مستقل اجازه می‌دهد تا نتایج گزارش شده در این مطالعه را مجدداً تهیه کند.
- خ- منابع داده‌ها؛
- د- عدم قطعیت اطلاعات (مانند داده‌ها، الگوها و فرضیه‌ها).

1- Biochemical Oxygen Demand

2- Chemical Oxygen Demand

3- Absorbable Organic Halogen Compoundds

4- Total Halogen Content

5- Volite Organic Chemicals

6- Noise

7- Reproducibility

هر جا که مطالعه به منظور استفاده در اعلامیه مقایسه‌ای برای اعلان به عموم مد نظر باشد، الزامات کیفی داده‌ها که در "الف" تا "د" بیان شده است، باید مد نظر قرار گیرد.

۴-۲-۳-۶-۳ نحوه‌ی عمل با داده‌های مفقود باید مستند شود. برای هر واحد-فرایند و برای هر موقعیت گزارش شده که داده‌های مفقود شناسایی می‌شوند، نحوه‌ی عمل با داده‌های مفقود و خلاء داده‌ها باید به شکل زیر حاصل شوند:

- یک داده "غیر صفر" که تشریح می‌شود،
- یک داده "صفر" اگر تشریح شود، یا
- یک مقدار محاسبه شده مبتنی بر مقادیر گزارش شده از کار واحد-فرآیندهایی با تکنولوژی مشابه.

کیفیت داده‌ها بایستی با هر دو جنبه کمی و کیفی، همچنین روش‌های مورد استفاده در جمع‌آوری و یکپارچه سازی داده‌ها مشخص شوند.

داده‌های حاصل از سایت‌های خاص یا میانگین‌های نمایانگر بایستی برای واحد-فرآیندهایی مورد استفاده قرار گیرند که قسمت اعظم جرم و جریان‌های انرژی را در سیستم تحت مطالعه تشکیل می‌دهند، همان گونه که در تجزیه و تحلیل حساسیت اجرا شده در بند ۴-۳-۳-۴ تعیین شد. در صورت امکان، داده‌های حاصل از سایت‌های خاص می‌توانند برای واحد-فرآیندهایی مورد استفاده قرار گیرند که برای دروندادها و برونادهای مرتبط با محیط زیست قابل توجه باشند.

۴-۲-۳-۷ مقایسه بین سیستم‌ها

در یک مطالعه مقایسه‌ای، تعادل سیستم‌هایی که مقایسه می‌شوند باید قبل از تفسیر نتایج ارزیابی شود. در نتیجه، دامنه مطالعه باید به روشی که سیستم‌ها می‌توانند مقایسه شوند، تعریف شود. سیستم‌ها باید با استفاده از واحد کارکردی یکسان و ملاحظات روش‌شناختی معادل مانند عملکرد، مرز سیستم، کیفیت داده‌ها، روش‌های اجرایی تخصیص، قواعد تصمیم بر روی ارزیابی دروندادها و برونادها و ارزیابی پیامد، مقایسه شوند. هرگونه اختلاف بین سیستم‌ها باید بر مبنای این پارامترها شناسایی و گزارش شود. اگر مطالعه برای استفاده در اعلامیه مقایسه‌ای برای اعلان به عموم مد نظر باشد، طرفین ذینفع باید این ارزیابی را به عنوان یک بازنگری سنجشگرانه اجرا کنند.

برای مطالعاتی که به منظور استفاده در اعلامیه مقایسه‌ای برای اعلان به عموم مد نظر می‌باشند، ارزیابی پیامد چرخه حیات باید اجرا شود.

۴-۲-۳-۸ ملاحظات بازنگری سنجشگرانه

دامنه مطالعه باید موارد زیر را تعریف کند:

- این که آیا بازنگری سنجشگرانه ضرورت دارد و در این صورت چگونه انجام می‌گیرد،
- نوع بازنگری سنجشگرانه مورد نیاز (به بند ۶ مراجعه شود)،
- چه کسانی بازنگری را انجام می‌دهند و سطح خبرگی آنها.

۴-۳ تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات

۴-۳-۱ کلیات

تعریف هدف و دامنه مطالعه، یک طرح مقدماتی را جهت اجرای مرحله سیاهه چرخه حیات، در ارزیابی چرخه حیات فراهم می‌کند. به هنگام اجرای طرح تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات، بایستی مراحل عملیاتی خلاصه شده در شکل ۱ انجام گیرد (بایستی در نظر داشت که برخی مراحل تکراری در شکل ۱ نشان داده نشده است).

۲-۳-۴ جمع‌آوری داده‌ها

۱-۲-۳-۴ داده‌های کمی و کیفی که در سیاهه وارد می‌شوند، باید برای هر واحد-فرایندی که در مرز سیستم وارد شده است، جمع‌آوری شود. داده‌های جمع‌آوری شده، خواه اندازه‌گیری شده باشند، خواه محاسبه یا برآورد شده باشند، برای کمی کردن دروندادها و بروندادهای یک واحد-فرایند مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اگر داده‌ها از منابع عمومی جمع‌آوری شوند، باید مرجع آنها مشخص شود. برای آن داده‌هایی که ممکن است برای نتیجه‌گیری مطالعه حائز اهمیت باشند، باید به جزئیات فرایند جمع‌آوری داده‌های مرتبط، مدت زمانی که داده‌ها جمع‌آوری می‌شوند و اطلاعات بیشتر درباره شاخص‌های کیفی داده‌ها اشاره شود. اگر این گونه داده‌ها، الزامات کیفی داده‌ها را برآورده نمی‌کند، باید بیان شود. برای کم کردن خطر سوءتفاهم‌ها (مانند موارد منجر به شمارش مجدد به هنگام صحت‌گذاری یا استفاده مجدد از داده‌های جمع‌آوری شده) شرح هر واحد-فرایند باید ثبت شود. از آنجائی که ممکن است جمع‌آوری داده‌ها دربرگیرنده‌ی محل‌های گزارش‌دهی و مرجع‌های منتشر شده متعددی باشد، بهتر است برای دستیابی به درک یکنواخت و سازگار از سیستم‌های محصول که قرار است الگوسازی شوند، اندازه‌گیری‌هایی انجام گیرند.

۲-۲-۳-۴ این اندازه‌گیری‌ها بایستی شامل موارد زیر باشند:

- ترسیم نمودارهای جریان فرایند نامشخص که طرح کلی همه واحد-فرایندهای الگو شده را همراه با ارتباط متقابل آنها ارائه دهد؛
- تشریح جزئیات واحد-فرایند با در نظر گرفتن مولفه‌های موثر بر دروندادها و بروندادها؛
- فهرست کردن جریان‌ها و داده‌های مربوط برای شرایط عملیاتی مرتبط با واحد-فرایندها؛
- تهیه فهرست مشخص کننده واحدهای مورد استفاده؛
- تشریح جمع‌آوری داده‌ها و تکنیک‌های محاسبه مورد نیاز برای همه داده‌ها؛
- فراهم کردن دستورالعمل‌ها برای مستند کردن واضح در هر مورد خاص، بی‌قاعدگی‌ها یا سایر موارد مرتبط با داده‌های فراهم‌شده.

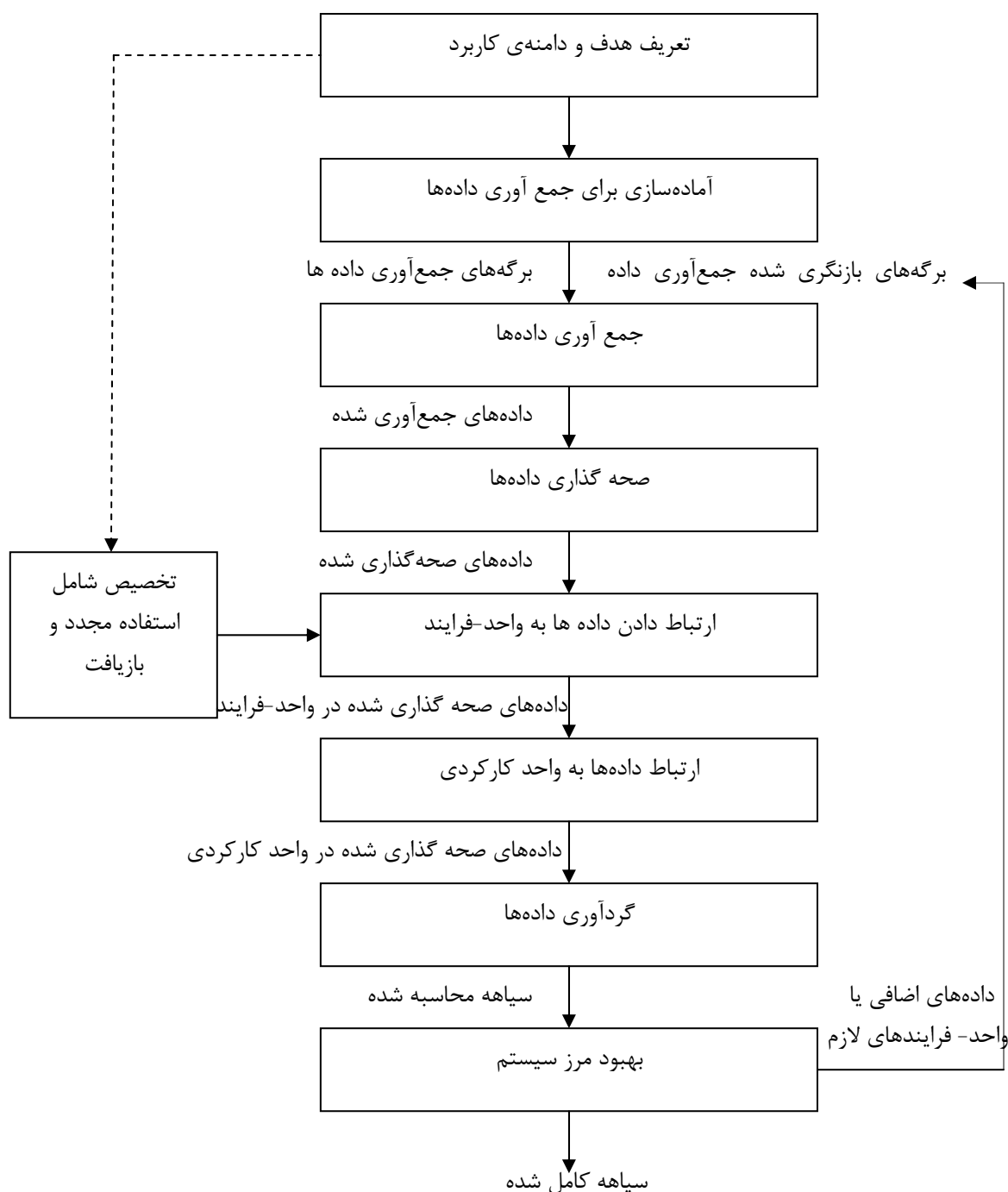
مثال‌هایی از برگه‌های جمع‌آوری داده‌ها در پیوست "الف" ارائه شده است.

۳-۲-۳-۴ عناوین عمده‌ای که داده‌ها ممکن است تحت آن طبقه‌بندی شوند عبارتند از:

- دروندادهای انرژی، دروندادهای ماده خام، دروندادهای کمکی، سایر دروندادهای فیزیکی،

- محصولات، هم محصول‌ها و پسماندها،
- وارهایی به هوا، آب و خاک،
- سایر جنبه‌های زیست محیطی.

در داخل این عناوین، باید داده‌های منفرد با جزئیات بیشتری باید برای دستیابی به هدف مطالعه تشریح شوند.



شکل ۱- روش‌های اجرایی ساده شده برای تجزیه و تحلیل سیاهه محاسبه داده‌ها ۳-۳-۴

۱-۳-۳-۴ کلیات

تمام روش‌های اجرایی محاسبه باید به صراحت مستند شوند و فرضیه‌ها باید به روشنی بیان و تشریح شوند. در سراسر مطالعه بایستی روش‌های اجرایی محاسبه یکسان به طور مداوم به کار گرفته شوند. به هنگام تعیین جریان‌های اولیه مرتبط با تولید، در صورت امکان بایستی ترکیب واقعی تولید به منظور منعکس کردن انواع مختلف منابعی که مصرف می‌شوند، مورد استفاده قرار گیرد. به عنوان مثال، برای تولید و تحویل برق باید ترکیب برق، راندمان احتراق سوخت، تبدیل، انتقال و تلفات توزیع مورد توجه قرار گیرد.

دروندها و بروندهای مربوط به مواد قابل احتراق (مانند مواد نفتی، گاز یا زغال سنگ) می‌توانند با ضرب کردن آنها به گرمای احتراق مربوط، به درونداد یا برونداد انرژی تبدیل شوند. در این حالت، باید گزارش شود مقدار گرمای بیشتر یا مقدار گرمای کمتر، مورد استفاده می‌باشد. چندین مرحله عملیاتی برای جمع‌آوری داده‌ها لازم است. این مراحل در بندهای ۴-۳-۳-۴ الی ۴-۳-۴-۴ و بند ۴-۳-۴-۴ تشریح شده است.

۴-۳-۳-۴ صحه گذاری داده‌ها

در طول فرآیند جمع‌آوری داده‌ها، باید کنترل بر روی صحت داده‌ها به منظور تایید و فراهم کردن شواهدی دال بر این که الزامات کیفی داده برای کاربردهای موردنظر تامین شده‌اند، انجام گیرد. صحه‌گذاری ممکن است شامل تثبیت مواردی مانند موازنه جرم، موازنه انرژی و/یا تجزیه و تحلیل‌های مقایسه‌ای مولفه‌های انتشار باشد. چون هر واحد-فرآیند از قوانین بقاء جرم و انرژی تبعیت می‌کند، موازنه جرم و انرژی، کنترل مفیدی از صحت اعتبار تشریح واحد-فرآیند فراهم می‌کند. داده‌های به دست آمده از چنین روش‌های اجرایی صحه‌گذاری، که به وضوح غیرمتعارف هستند، داده‌های جایگزینی لازم دارد که مطابق با انتخاب داده‌ها طبق بند ۴-۳-۲-۵ می‌باشد.

۴-۳-۳-۴ ارتباط دادن داده‌ها با واحد-فرآیند و واحد کارکردی

یک جریان مناسب باید برای هر واحد-فرآیند تعیین شود. داده‌های درونداد و برونداد کمی فرایند-واحدها در ارتباط با این جریان باید محاسبه شوند.

بر اساس نمودار گردش کار و جریان‌های بین واحد-فرایندها، جریان‌های تمام واحد-فرایندها به جریان مرجع مرتبط می‌شوند. محاسبه در داده‌های درونداد و برونداد تمام سیستم بایستی به واحد کارکردی ارجاع داده شود. گردآوری دروندها و بروندها در سیستم محصول بهتر است با دقت انجام شود. سطح گردآوری باید با هدف مطالعه سازگار باشد. فقط داده‌هایی بایستی گردآوری شوند که با مواد معادل، مرتبط باشند و مشابه پیامدهای زیست‌محیطی باشند. اگر جزئیات بیشتری از قوانین گردآوری لازم باشد، آن‌ها بایستی در تعریف هدف و دامنه مطالعه تشریح شوند یا در مرحله ارزیابی پیامد مواد قرار گیرند.

۴-۳-۳-۴ بهبود مرز سیستم

بازتاب ماهیت تکراری ارزیابی چرخه حیات، تصمیم‌های اتخاذ شده در خصوص داده‌ها، باید بر پایه تجزیه و تحلیل حساسیت باشد تا اهمیت آنها را تعیین کند، در نتیجه حساسیت اولیه خلاصه شده در بند ۳-۳-۲-۴ بازبینی شود. مرز اولیه سیستم باید به نحو مقتضی مطابق با معیار میان‌بر که در تعریف دامنه بیان شده است، مورد بازنگری قرار گیرد. نتایج این فرایند بهبود و تجزیه و تحلیل حساسیت باید مستند شود.

تجزیه و تحلیل حساسیت ممکن است منجر به موارد زیر شود:

- حذف مراحل چرخه حیات یا واحد-فرایندهای کم اهمیت، می‌توانند با تجزیه و تحلیل حساسیت نشان داده شوند،
 - حذف دروندادها و برونادهایی که در نتایج مطالعه کم‌اهمیت هستند، یا
 - وارد کردن واحد-فرایندهای جدید، دروندادها و برونادهایی که مشخص شده است در تجزیه و تحلیل حساسیت اهمیت دارند.
- این تجزیه و تحلیل برای محدود کردن عناوین داده‌ها به داده‌های درونداد و برونادی به کار می‌رود که در هدف ارزیابی چرخه حیات مهم تشخیص داده شده‌اند.

۴-۳-۴ تخصیص

۱-۴-۳-۴ کلیات

دروندادها و برونادهای باید به محصولات مختلف، مطابق با روش‌های اجرایی مستند و واضح، همراه با روش اجرایی تخصیص، اختصاص یابند. مجموع دروندادها و برونادهای تخصیص یافته یک واحد-فرآیند باید معادل دروندادها و برونادهای آن واحد-فرآیند، قبل از تخصیص باشد. زمانی که چندین روش اجرایی تخصیص جایگزین، قابل کاربرد باشند، تجزیه و تحلیل حساسیت باید به منظور روشن کردن نتایج انحراف از رویکرد انتخاب شده انجام گیرد.

۲-۴-۳-۴ روش اجرایی تخصیص

مطالعه باید فرایندهای سهم با سایر سیستم‌های محصول را شناسایی کند و مطابق روش اجرایی مرحله دار نشان داده شده در زیر به آن‌ها بپردازد^۱:

الف- گام ۱: تا جایی که ممکن است، بایستی از موارد زیر اجتناب شود:

۱- تقسیم‌بندی واحد- فرایندی که قرار است به دو یا چند زیر فرایند تخصیص داده شود، و جمع‌آوری داده‌های درونداد و برونداد مرتبط به این زیرفرایندها، یا

۲- توسعه سیستم محصول به منظور وارد کردن کارکردهای بیشتر مرتبط با هم-محصولات، با در نظر گرفتن الزامات بند ۳-۳-۲-۴

ب- گام ۲: زمانی که تخصیص اجتناب‌ناپذیر باشد، دروندادها و برونادهای سیستم می‌تواند بین محصولات یا کارکردهای مختلف آن به روشی تقسیم شود که ارتباطات فیزیکی بین آنها را منعکس کند،

۱- معمولاً، گام ۱ قسمتی از روش اجرایی تخصیص نمی‌باشد.

به عبارت دیگر، آنها بایستی روشی را که دروندادها و برون دادها در آن به واسطه تغییرات کمی در محصولات یا عملکردهای عرضه شده توسط سیستم تغییر می نمایند، منعکس کنند.

پ- گام ۳: زمانی که ارتباطات فیزیکی به تنهایی نمی تواند برقرار شود یا به عنوان پایه ای برای تخصیص مورد استفاده قرار گیرد، دروندادها بایستی بین محصولات و عملکردها به روشی تخصیص یابند که سایر ارتباطات بین آنها منعکس شود. برای مثال ممکن است داده های درونداد و برون داد بین هم-محصولات به نسبت ارزش اقتصادی محصولات تخصیص یابد.

ممکن است، برخی برون دادها تا اندازه ای از هم-محصول و قسمتی پسماند تشکیل شود. در این حالت ها، شناسایی نسبت بین هم-محصول و پسماند لازم است، چون دروندادها و برون دادها باید فقط به هم-محصولات تخصیص یابند.

روش های اجرایی تخصیص باید برای دروندادها و برون دادهای مشابه سیستم تحت بررسی به طور یکسان به کار برده شوند. برای مثال، اگر تخصیص برای محصولات قابل استفاده که سیستم را ترک می کنند، انجام گیرد (مانند محصولات میانی یا دورریختنی) در این صورت روش اجرایی تخصیص باید مشابه با روش اجرایی تخصیص مورد استفاده برای محصولات ورودی سیستم باشد.

سیاهه مبتنی بر موازنه ماده بین درونداد و برون داد است. بنابراین بایستی روش های اجرایی تخصیص، تا حد امکان نزدیک به ارتباطات و ویژگی های اساسی درونداد / برون داد باشد.

۳-۴-۳-۴ روش های اجرایی تخصیص برای استفاده مجدد و بازیافت

یادآوری- در برخی کشورها و مناطق، بازیافت شامل استفاده مجدد، بازیابی ماده و بازیابی انرژی می شود.

۳-۴-۳-۴ اصول و روش های اجرایی تخصیص بیان شده در بند ۳-۴-۱ و ۳-۴-۲ برای وضعیت های استفاده مجدد و بازیافت به کار می روند.

تغییرات در خواص ذاتی مواد باید مورد توجه قرار گیرد. به علاوه، مخصوصا برای فرایندهای بازیابی بین سیستم محصول اصلی و ثانوی، مرز سیستم باید جهت اطمینان از رعایت اصول تخصیص مطابق بند ۳-۴-۲ شناسایی و تشریح شود.

۳-۴-۳-۴ باوجود این، در این موقعیت ها، به دلایل زیر به جزئیات اضافی نیاز است:

- استفاده مجدد و بازیافت (مانند کمپوست کردن^۱، بازیابی انرژی و سایر فرایندهایی که می توانند مشابه استفاده مجدد و بازیافت باشند) ممکن است مستلزم این باشد که دروندادها و برون دادهای مرتبط با واحد-فرآیندهای استخراج و فراوری مواد خام و دورریزی نهایی محصولات در بیش از یک سیستم محصول تقسیم شده باشند؛
- استفاده مجدد و بازیافت ممکن است خواص ذاتی مواد را برای استفاده های بعدی تغییر دهد؛
- به هنگام تعریف مرزهای سیستم با در نظر گرفتن فرایندهای بازیابی، بایستی مراقبت های ویژه ای انجام شود.

۳-۳-۴-۳-۴ برای استفاده مجدد و بازیافت، چندین روش اجرایی تخصیص قابل اجراست. کاربرد برخی روش‌های اجرایی در شکل ۲ به طور مفهومی آورده شده و در زیر توضیح داده شده است تا روشن شود چگونه محدودیت‌های بالا مورد توجه قرار گیرد.

الف- یک روش اجرایی تخصیص با چرخه بسته برای سیستم‌های محصول چرخه بسته کاربرد دارد. همچنین برای سیستم‌های محصول با چرخه باز که هیچ تغییراتی در خواص ذاتی ماده بازیافت شده روی ندهد، کاربرد دارد. در چنین مواردی نیاز به تخصیص از بین می‌رود، چون استفاده از مواد ثانوی جانشین استفاده از مواد نو (اولیه) می‌شود. با وجود این، استفاده اولیه از مواد نو در سیستم‌های محصول چرخه-باز ممکن است با روش اجرایی تخصیص چرخه-باز بیان شده در قسمت "ب" ادامه یابد.

ب- یک روش اجرایی تخصیص چرخه-باز برای سیستم‌های تولید چرخه-باز به کار می‌رود که مواد در آن به سایر سیستم‌های محصول بازیافت می‌شوند و در خواص ذاتی متحمل تغییرات می‌شوند.

۴-۳-۴-۳-۴ روش‌های اجرایی تخصیص در مورد واحد-فرآیندهای مشترک ذکر شده در بند

۳-۴-۳-۴ بایستی در صورت امکان به عنوان مبنایی برای تخصیص، به ترتیب زیر به کار برده شود:

- خواص فیزیکی (مانند جرم)؛
- ارزش اقتصادی (مانند ارزش تجاری ماده قراضه یا ماده بازیافت شده مرتبط با ارزش تجاری ماده اولیه)؛ یا
- تعداد استفاده‌های بعدی از مواد بازیافت شده (به ISO/TR 14049 مراجعه شود).

روشهای اجرایی تخصیص برای

تشریح فنی سیستم محصول

بازیافت		
ماده بدون تغییرات در خواص ذاتی بازیافت می‌شود.	بسته	چرخه بسته
	چرخه	باز
ماده‌ی بازیافت شده، تغییراتی را در خواص ذاتی متحمل می‌شود.	چرخه باز	چرخه

شکل ۲- تفاوت بین تعریف فنی یک سیستم محصول و روش اجرایی تخصیص برای بازیافت

۴-۴ ارزیابی پیامد چرخه حیات (LCIA)

۱-۴-۴ کلیات

ارزیابی پیامد چرخه حیات از سایر فنون مانند ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی، ارزیابی پیامد زیست‌محیطی و ارزیابی خطر متفاوت است، چون یک رویکرد نسبی بر اساس واحد کارکردی است. ارزیابی پیامد چرخه حیات ممکن است از اطلاعات گردآوری شده توسط سایر فنون استفاده کند.

مرحله ارزیابی پیامد چرخه حیات برای دسترسی به هدف و دامنه مطالعه ارزیابی چرخه حیات، باید به دقت برنامه‌ریزی شود. مرحله ارزیابی پیامد چرخه حیات باید با سایر مراحل ارزیابی چرخه حیات هماهنگ باشد تا از قلم افتادگی‌های احتمالی زیر و منابع عدم قطعیت، مورد توجه قرار گیرد:

الف- این که کیفیت داده‌های سیاهه چرخه حیات و نتایج، برای انجام ارزیابی پیامد چرخه حیات مطابق با تعریف هدف و دامنه مطالعه کافی است.

ب- این که مرز سیستم و تصمیمات داده‌های معیار میان بر به طور مناسب مورد بازنگری قرار می‌گیرد تا از دسترسی به نتایج سیاهه چرخه حیات به منظور محاسبه نتایج شاخص ارزیابی پیامد چرخه حیات اطمینان حاصل شود.

پ- این که ارتباط زیست‌محیطی نتایج ارزیابی پیامد چرخه حیات به دلایل محاسبه واحد کارکردی سیاهه چرخه حیات، میانگین وسعت سیستم، تجمع و تخصیص کاهش می‌یابد.

مرحله ارزیابی پیامد چرخه حیات شامل جمع‌آوری نتایج شاخص برای رده‌های مختلف پیامدها می‌باشد که نشان دهنده ارزیابی پیامد چرخه حیات برای سیستم محصول می‌باشد.

ارزیابی پیامد چرخه حیات شامل عناصر الزامی و اختیاری است.

۴-۴-۲ عناصر الزامی ارزیابی پیامد چرخه حیات

۴-۴-۲-۱ کلیات

مرحله ارزیابی پیامد چرخه حیات باید شامل عناصر الزامی زیر باشد:

- انتخاب رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوی ویژه‌سازی؛
- اختصاص نتایج سیاهه چرخه حیات به رده‌های پیامد انتخاب شده (طبقه‌بندی)؛
- محاسبه نتایج شاخص رده (ویژه‌سازی).

۴-۴-۲-۲ انتخاب رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوی ویژه‌سازی

۴-۴-۲-۲-۱ هنگامی که رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوهای ویژه‌سازی در ارزیابی یک چرخه حیات انتخاب شدند، مرجع اطلاعات و منابع مرتبط باید مشخص شود. این عمل، همچنین زمانی که رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوهای ویژه‌سازی جدید تعریف می‌شود، کاربرد دارد. یادآوری-مثال‌هایی از رده‌های پیامد در ISO/TR 14047 تعریف شده است.

برای رده‌های پیامد و شاخص‌های رده باید اسامی درست و توصیفی تهیه شود.

انتخاب رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوهای ویژه‌سازی باید تنظیم شده و با هدف و دامنه ارزیابی چرخه حیات سازگار باشد.

انتخاب رده‌های پیامد باید مجموعه جامعی از موضوعات زیست‌محیطی مرتبط با سیستم محصول تحت مطالعه را با در نظر گرفتن هدف و دامنه کاربرد منعکس کند.

باید مکانیسم زیست محیطی و الگوی ویژه‌سازی که به نتایج سیاهه چرخه حیات هر شاخص رده مرتبط است و پایه‌ای را برای مولفه‌های ویژه‌سازی فراهم می‌کند تشریح شود. تناسب الگوی ویژه‌سازی به کار رفته برای تفکیک شاخص هر رده در زمینه هدف و دامنه مطالعه باید تشریح شود.

نتایج سیاهه چرخه حیات غیر از جرم و داده‌های جریان انرژی که در یک ارزیابی چرخه حیات وارد شده (مانند استفاده از زمین) باید شناسایی و ارتباط آن‌ها با شاخص‌های رده متناظر تعیین شود. برای بیشتر مطالعات ارزیابی چرخه حیات، رده‌های پیامدهای موجود، شاخص‌های رده یا الگوهای ویژه‌سازی تعیین می‌شوند. با وجود این، در بعضی موارد رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوهای ویژه‌سازی برای برآوردن هدف و دامنه تعریف شده ارزیابی چرخه حیات کافی نیست و موارد جدیدی باید تعریف شوند. زمانی که رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوهای ویژه‌سازی جدید تعریف می‌شوند، توصیه‌های این زیربند کاربرد دارد.

شکل ۳ مفهوم شاخص‌های رده را که بر پایه مکانیسم زیست محیطی استوار است، نشان می‌دهد. رده پیامد "اسیدی کردن" در شکل ۳ به عنوان یک مثال به کار رفته است. هر رده پیامد، مکانیسم زیست محیطی خود را دارد.

الگوهای ویژه‌سازی، مکانیسم زیست محیطی را با توصیف ارتباط بین نتایج سیاهه چرخه حیات، شاخص‌های رده و در برخی موارد، نقطه (نقطه‌های) انتهایی رده منعکس می‌کند. الگوی ویژه‌سازی برای تفکیک مولفه‌های ویژه‌سازی به کار می‌رود. مکانیسم زیست محیطی کلیه فرایندهای زیست محیطی به خصوصیات پیامدها مربوط می‌باشد.

۴-۲-۲-۴ برای هر رده پیامد، اجزاء لازم ارزیابی پیامد چرخه حیات شامل موارد زیر است:

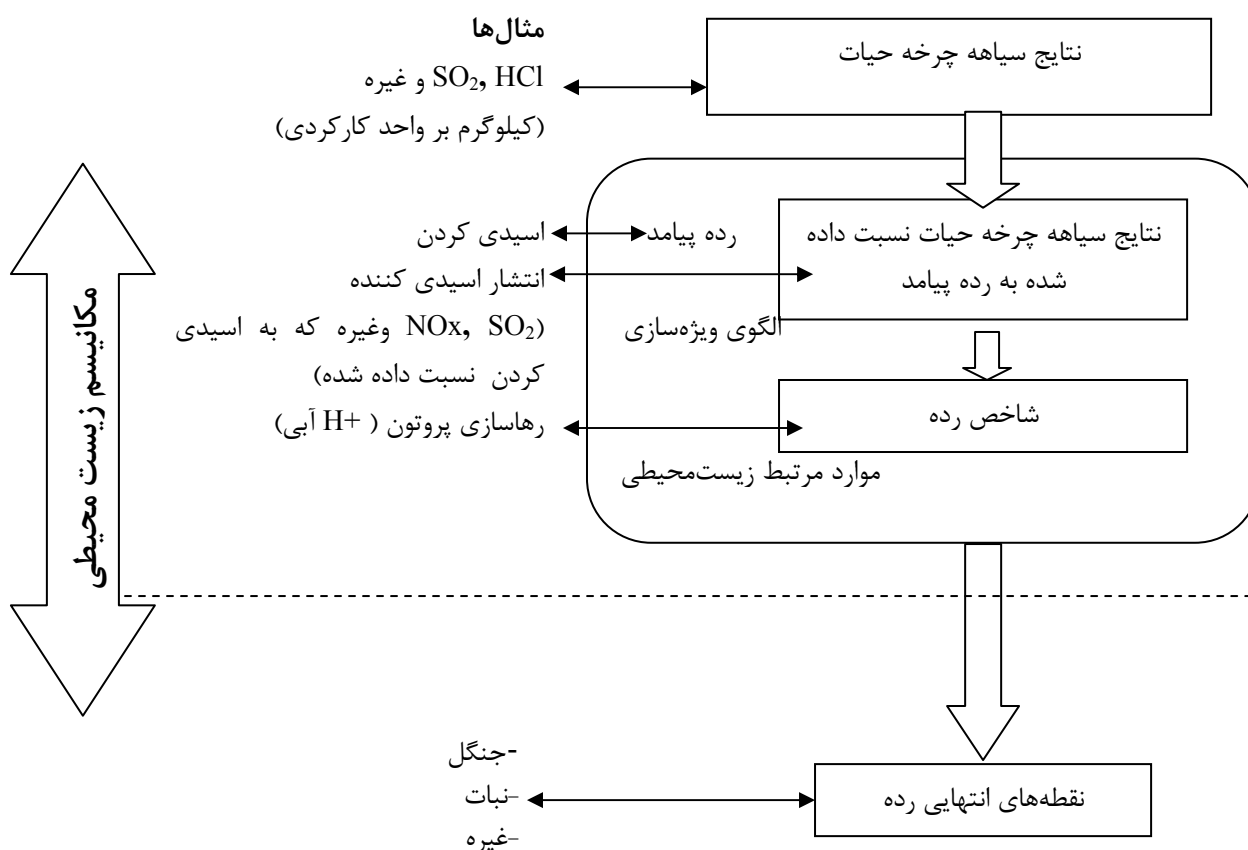
- شناسایی نقطه (نقطه‌های) انتهایی رده،
- تعریف شاخص رده برای نقطه (نقطه‌های) انتهایی رده ارائه شده،
- شناسایی تناسب نتایج سیاهه چرخه حیات که به نوع پیامد نسبت داده می‌شود، با توجه به شاخص رده انتخاب شده و نقطه (نقطه‌های) انتهایی رده شناسایی شده،
- شناسایی الگوی ویژه‌سازی و مولفه‌های ویژه‌سازی.

این روش اجرائی، جمع‌آوری، تخصیص و ایجاد الگوی ویژه‌سازی نتایج مناسب سیاهه چرخه حیات را آسان می‌کند. همچنین به مشخص‌تر شدن علمی و صحت فنی، فرضیه‌ها، انتخاب‌های ارزشی و میزان درستی الگوی ویژه‌سازی کمک می‌کند.

شاخص رده می‌تواند در طول مکانیسم زیست محیطی در هر جایی بین نتایج ارزیابی سیاهه چرخه حیات و نقطه (نقطه‌های) انتهایی رده انتخاب شود (به شکل ۳ مراجعه شود). جدول ۱ مثال‌هایی از عبارات استفاده شده در این استاندارد را فراهم می‌کند.

یادآوری - مثال‌های بیشتر در ISO/TR 14047 ارائه شده است.

موارد مرتبط زیست محیطی، ارزیابی کیفی درجه پیوند بین نتایج شاخص رده و نقطه‌های انتهایی رده را شامل می‌شود، مانند پیوند زیاد، متوسط یا کم.



شکل ۳- مفهوم شاخص‌های رده

جدول ۱- مثال‌هایی از واژگان

واژه	مثال
رده پیامد	تغییر آب و هوا
نتایج سیاهه چرخه حیات	مقدار گاز گلخانه‌ای بر واحد کارکردی
الگوی ویژه‌سازی	الگوی پایه ۱۰۰ ساله داخلی هیئت بین دول تغییر آب و هوا
شاخص رده	نیروی تابش مادون قرمز (وات بر متر مربع)
عامل ویژه‌سازی	پتانسیل گرم شدن جهانی برای هر گاز گلخانه‌ای (کیلوگرم CO ₂ -معادل کیلوگرم گاز)
نتیجه شاخص رده	کیلوگرم CO ₂ -معادل در واحد کارکردی
نقطه‌های انتهایی رده	صخره‌های مرجانی، جنگل، محصولات
موارد مرتبط زیست‌محیطی	نیروی اشعه فرو سرخ، عامل اثرات بالقوه روی آب و هوا، بسته به جذب گرمای جوی ناشی از انتشار و توزیع گرما در طول زمان است

۴-۲-۳-۴ علاوه بر الزامات بند ۴-۲-۲-۱، توصیه‌های زیر برای انتخاب رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوهای ویژه‌سازی مورد استفاده می‌باشد:

الف- رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوهای ویژه‌سازی بایستی از نظر بین‌المللی پذیرفته شده باشند، به عبارت دیگر بر مبنای یک توافق بین‌المللی باشند و یا توسط یک موسسه ذی‌صلاح بین‌المللی تایید شده باشند؛

ب- رده‌های پیامد بایستی نماینده مجموعه پیامدهای درونداد و برون‌داد سیستم محصول بر اساس نقطه (نقطه‌های) انتهایی رده از میان شاخص‌های هر رده باشد.

پ- انتخاب مقادیر و فرضیه‌ها در طول انتخاب رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوهای ویژه‌سازی بایستی کمینه شده باشد؛

ت- در رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوهای ویژه‌سازی بایستی از شمارش مضاعف اجتناب شود، مگر آن که به واسطه تعریف هدف و دامنه لازم باشد، برای مثال زمانی که مطالعه شامل سلامت انسان و عوامل سرطان‌زا باشد؛

ث- الگوهای ویژه‌سازی برای هر شاخص رده بایستی از نظر علمی و فنی معتبر باشد و مبتنی بر مکانیسم زیست‌محیطی قابل شناسایی متمایز و مشاهدات تجربی تجدیدپذیر باشد.

ج- گستره‌ای که الگوی ویژه‌سازی و مولفه‌های ویژه‌سازی از نظر علمی و فنی معتبر هستند، بایستی تعیین شده باشد.

چ- شاخص‌های رده بایستی از نظر زیست‌محیطی مرتبط باشند.

بسته به مکانیسم زیست‌محیطی و هدف و دامنه، بایستی تمایز فضایی و زمانی الگوی ویژه‌سازی مرتبط با نتایج سیاهه چرخه حیات با شاخص رده، مورد توجه قرار گیرد. سرنوشت و انتقال مواد بایستی قسمتی از الگوی ویژه‌سازی باشد.

۴-۴-۲-۴ ارتباط زیست‌محیطی شاخص رده یا الگوی ویژه‌سازی بایستی به وضوح با واژگان زیر بیان شود:

الف- توانایی شاخص رده برای انعکاس نتایج ناشی از نتیجه سیاهه چرخه حیات بر مبنای نقطه (نقطه-های) انتهایی رده، حداقل از لحاظ کیفیت؛

ب- افزایش داده‌های زیست‌محیطی یا اطلاعات الگوی ویژه‌سازی با در نظر گرفتن نقطه (نقطه‌های) انتهایی رده شامل:

- وضعیت نقطه (نقطه‌های) انتهایی رده،
- اهمیت نسبی تغییر ارزیابی شده در نقطه‌های انتهایی رده،
- جنبه‌های فضایی نظیر مساحت و مقیاس،
- جنبه‌های زمانی نظیر مدت زمان، زمان ماندگاری، پایداری، زمان‌بندی و غیره،
- برگشت‌پذیری مکانیسم زیست‌محیطی،
- عدم قطعیت ارتباط بین شاخص‌های رده و نقطه‌های انتهایی رده.

۴-۴-۲-۳ اختصاص نتایج سیاهه چرخه حیات به رده‌های پیامد انتخاب شده (طبقه‌بندی)

اختصاص نتایج سیاهه چرخه حیات به شاخص‌های پیامد بایستی به روش زیر مورد توجه قرار گیرد، مگر این که در هدف و دامنه طور دیگری الزام شده باشد:

الف- اختصاص نتایج سیاهه چرخه حیات که به یک رده پیامد منحصر است؛

ب- شناسایی نتایج سیاهه چرخه حیات که به بیش از یک رده پیامد ارتباط داشته باشد، شامل:

- تمایز بین مکانیسم‌های موازی (مانند این مثال: SO_2 بین رده‌های پیامد سلامت انسان و اسیدی کردن تقسیم می‌شود)،
- اختصاص مکانیسم‌های زنجیره‌ای (مانند این مثال: NO_x می‌تواند به شرکت همزمان در تشکیل ازن در سطح زمین و اسیدی کردن، طبقه‌بندی شود).

۴-۲-۴ محاسبه نتایج شاخص رده (ویژه‌سازی)

محاسبه نتایج شاخص ویژه‌سازی شامل تبدیل سیاهه چرخه حیات به واحدهای عمومی و گردآوری نتایج تبدیل شده در رده‌های مشابه پیامد می‌باشد. این تبدیل از مولفه‌های ویژه‌سازی استفاده می‌کند. حاصل محاسبه، یک نتیجه شاخص عددی است.

روش محاسبه نتایج شاخص، شامل انتخاب مقدار و فرضیه‌های مورد استفاده باید شناسایی و مستند شود. اگر نتایج سیاهه چرخه حیات غیر قابل دسترسی باشند یا اگر داده‌ها از کیفیت نارسایی برای ارزیابی سیاهه چرخه حیات به منظور رسیدن به هدف و دامنه مطالعه برخوردار باشند، جمع‌آوری مجدد داده‌ها یا تنظیم هدف و دامنه، الزامی است.

سودمندی نتایج شاخص برای یک هدف و دامنه کاربرد مشخص، بستگی به صحت و اعتبار مشخصات الگوهای ویژه‌سازی و مولفه‌های ویژه‌سازی دارد. تعداد و نوع فرضیه‌های ساده شده و انتخاب مقادیر مورد استفاده در الگوی ویژه‌سازی برای شاخص رده مابین رده‌های پیامد متفاوت است و می‌تواند به منطقه جغرافیایی بستگی داشته باشد. اغلب یک مبادله بین سادگی و درستی الگوی ویژه‌سازی وجود دارد. اختلاف در کیفیت شاخص‌های رده در میان رده‌های پیامد می‌تواند به دلایل زیر بر درستی ارزیابی چرخه حیات موثر باشد، به طور مثال اختلاف در

- پیچیدگی مکانیسم‌های زیست‌محیطی بین مرز سیستم و نقطه انتهایی رده ،
- مشخصه‌های فضایی و زمانی، به عنوان مثال پایداری یک ماده در محیط زیست،
- مشخصه‌های پاسخ.

داده‌های اضافی درباره شرایط زیست‌محیطی می‌تواند قابلیت استفاده نتایج شاخص را افزایش دهد. این موضوع می‌تواند با آنالیز کیفی داده‌ها در ارتباط باشد.

۴-۲-۵ جمع‌بندی داده‌ها پس از ویژه‌سازی

پس از ویژه‌سازی و قبل از عناصر اختیاری تشریح شده در بند ۴-۳، دروندادها و برون‌دادهای سیستم محصول نمایانده می‌شود، به عنوان مثال توسط:

- گردآوری مجزای نتایج شاخص رده ارزیابی سیاهه چرخه حیات، برای رده‌های مختلف پیامد ارجاع شده به عنوان شکل ارزیابی سیاهه چرخه حیات،

- مجموعه‌ای از نتایج سیاهه که جریان‌های اولیه هستند، ولی به رده‌های پیامد اختصاص ندارند، مثلاً به دلیل نداشتن ارتباط زیست‌محیطی،
- مجموعه‌ای از داده‌ها که جریان‌های اولیه را نشان نمی‌دهند.

۳-۴-۴ عناصر اختیاری ارزیابی سیاهه چرخه حیات

۱-۳-۴-۴ کلیات

علاوه بر عناصر فهرست شده در بند ۲-۲-۴-۴ برای ارزیابی سیاهه چرخه حیات، عناصر اختیاری و اطلاعات فهرست شده در زیر نیز می‌تواند بسته به هدف و دامنه ارزیابی چرخه حیات مورد استفاده قرار گیرد:

الف- **نرمال سازی**^۱: محاسبه اندازه نتایج شاخص رده مربوط به اطلاعات مرجع؛

ب- **گروه بندی**^۲: مرتب کردن و در صورت امکان رتبه‌بندی رده‌های پیامد؛

پ- **وزن دهی**^۳: تبدیل و در صورت امکان گردآوری نتایج شاخص در رده‌های پیامد با استفاده از مولفه‌های عددی بر پایه مقادیر انتخابی؛ داده‌ها بایستی قبل از وزن دادن در دسترس باقی بمانند.

ت- **تجزیه و تحلیل کیفی داده‌ها**: درک بهتری از قابل اطمینان بودن جمع‌آوری نتایج شاخص، شکل ارزیابی سیاهه چرخه حیات.

عناصر اختیاری ارزیابی سیاهه چرخه حیات، ممکن است از اطلاعاتی استفاده کند که خارج از چارچوب ارزیابی سیاهه چرخه حیات باشد. استفاده از چنین اطلاعاتی بایستی تشریح شود و توضیحات گزارش شود.

کاربرد و استفاده از روش‌های نرمال‌سازی، گروه بندی و وزن دهی باید با هدف و دامنه کاربرد ارزیابی چرخه حیات، سازگار بوده و کاملاً شفاف باشد. تمام روش‌ها و محاسبات مورد استفاده باید به وضوح مستند شوند.

۲-۳-۴-۴ نرمال سازی

۱-۲-۳-۴-۴ نرمال سازی، محاسبه‌ی اهمیت نتایج شاخص رده در ارتباط با برخی اطلاعات مرجع است. توجه به نرمال سازی برای درک بهتر میزان ارتباط با نتایج شاخص سیستم محصول تحت مطالعه است. نرمال سازی یک عنصر اختیاری است که ممکن است در موارد زیر مفید واقع شود:

- کنترل ناسازگاری‌ها،
 - فراهم کردن و ارتباط دادن اطلاعات با توجه به اهمیت نتایج شاخص،
 - تهیه روش‌های اجرایی اضافی نظیر گروه بندی، وزن دهی یا تفسیر چرخه حیات.
- ۲-۲-۳-۴-۴ نرمال سازی، نتیجه شاخص را با تقسیم‌بندی آن توسط یک مقدار مرجع انتخاب شده تغییر می دهد. مثال‌هایی از مقادیر مرجع عبارتند از:
- تمام دروندادها و بروندادها برای یک سطح ارائه شده که ممکن است جهانی، منطقه‌ای، ملی یا محلی باشد.

1-Normalization

2- Grouping

3- Weighting

- تمام دروندادها و برون دادها برای سطح ارائه شده بر مبنای سرانه یا اندازه گیری مشابه،
- دروندادها و برون دادها بر مبنای یک سناریوی آغازین مانند یک سیستم محصول جایگزین ارائه شده.

انتخاب سیستم مرجع بایستی با در نظر گرفتن سازگاری مقیاس های مکانی و زمانی مکانیسم زیست محیطی و مقادیر مرجع انجام گیرد.

نرمال سازی نتایج شاخص می تواند نتیجه گیری های حاصل از مرحله ارزیابی سیاهه چرخه حیات را تغییر دهد. ممکن است استفاده از چند سیستم مرجع برای نشان دادن نتیجه ناشی از عناصر اجباری مرحله ارزیابی سیاهه چرخه حیات مطلوب باشد. ممکن است تجزیه و تحلیل حساسیت، اطلاعات اضافی درباره انتخاب داده مرجع فراهم کند. جمع آوری نتایج شاخص رده نرمال شده، شکل ارزیابی سیاهه چرخه حیات نرمال شده را نشان می دهد.

۴-۳-۳ گروه بندی

گروه بندی، اختصاص دادن رده های پیامد به یک یا چند مجموعه مانند آنچه در تعریف هدف و دامنه ارائه شده است، می باشد و ممکن است شامل مرتب کردن و/یا رتبه بندی باشد. گروه بندی یک عنصر اختیاری با دو روش اجرایی متفاوت است:

- مرتب کردن رده های پیامد بر پایه اسمی (به عنوان مثال توسط ویژه سازی دروندادها و برون دادها یا مقیاس های جهانی، منطقه ای، موقعیت های محلی)، یا
- رتبه بندی سلسله مراتبی رده های پیامد (مانند اولویت زیاد، متوسط و کم).

رتبه بندی بر پایه انتخاب مقادیر استوار است. افراد، سازمان ها و انجمن های مختلف ممکن است اولویت های متفاوتی داشته باشند، بنابراین ممکن است که طرف های مختلف، بر پایه نتایج شاخص نرمال شده یکسان به نتایج رتبه بندی متفاوت دست یابند.

۴-۳-۴ وزن دهی

۴-۳-۴-۱ وزن دهی، فرایند تبدیل نتایج شاخص رده های پیامدهای مختلف با استفاده از مولفه های عددی بر پایه انتخاب مقدار (عددی) است و ممکن است شامل گردآوری نتایج شاخص وزن دهی شده باشد.

۴-۳-۴-۲ وزن دهی، یک عنصر اختیاری، با دو روش اجرایی ممکن به شرح زیر است:

- تبدیل نتایج شاخص یا نتایج نرمال شده با مولفه های انتخاب شده وزن دهی،
 - گردآوری نتایج شاخص تبدیل شده یا نتایج نرمال شده از میان رده های پیامد.
- مراحل وزن دهی بر پایه انتخاب مقدار استوار است و پایه علمی ندارد. افراد، سازمان ها و انجمن های مختلف ممکن است اولویت های متفاوتی داشته باشند، بنابراین ممکن است که طرف های مختلف، بر پایه نتایج شاخص یا نتایج شاخص نرمال شده یکسان به نتایج مختلف وزن دهی دست یابند. در یک ارزیابی چرخه حیات ممکن است استفاده از چندین مولفه وزن دهی و روش های وزن دهی متفاوت مطلوب باشد. همچنین تجزیه و تحلیل حساسیت، به منظور ارزیابی نتایج به دست آمده از نتایج ارزیابی سیاهه چرخه حیات، انتخاب مقدار مختلف و روش های وزن دهی متفاوت نیز مطلوب است.

۴-۴-۳ داده‌ها و نتایج شاخص یا نتایج شاخص نرمال شده که قبل از وزن دهی به دست آمده است، بایستی همراه با نتایج وزن دهی در دسترس باشد. این عمل اطمینان می‌دهد که :

- مبادله‌ها و سایر اطلاعات جهت تصمیم‌گیرنده‌ها و سایرین در دسترس باقی می‌مانند،
- کاربران می‌توانند وسعت و کلیات نتایج را درک کنند.

۴-۴-۴ تجزیه و تحلیل کیفی داده‌های اضافی ارزیابی سیاهه چرخه حیات

۴-۴-۴-۱ فنون و اطلاعات اضافی‌تر ممکن است به منظور ذیل به درک بهتر اهمیت، عدم قطعیت و حساسیت نتایج ارزیابی سیاهه چرخه حیات نیاز داشته باشد:

- کمک به تشخیص این که آیا تفاوت‌های معنی داری وجود دارد یا خیر،
- شناسایی نتایج جزئی سیاهه چرخه حیات، یا
- راهنمایی فرایند تکرار شونده ارزیابی سیاهه چرخه حیات.

نیاز به روش‌ها و فنون و انتخاب آنها بستگی به درستی و جزئیات لازم برای اجرای هدف و دامنه ارزیابی چرخه حیات دارد.

۴-۴-۴-۲ فنون ویژه و اهداف آنها در زیر تشریح شده است:

الف- تجزیه و تحلیل ثقل (مانند تجزیه و تحلیل پارتو) یک روش اجرایی آماری است، که داده‌هایی را که بیشترین سهم را در نتیجه شاخص دارند، شناسایی می‌کند. این اقدام ممکن است با اولویت بیشتری مورد رسیدگی قرار گیرند، تا اطمینان حاصل شود که تصمیم درستی گرفته می‌شود.

ب- تجزیه و تحلیل عدم قطعیت یک روش اجرایی است، که تعیین می‌کند چگونه عدم قطعیت‌ها، محاسبات را داده‌ها و فرضیه‌ها بهبود می‌دهند و چگونه بر قابلیت اطمینان نتایج ارزیابی سیاهه چرخه حیات تاثیر می‌گذارند.

پ- تجزیه و تحلیل حساسیت یک روش اجرایی است، که تعیین می‌کند چگونه تغییرات در داده‌ها و انتخاب‌های روش‌شناختی، بر روی نتایج ارزیابی سیاهه چرخه حیات تاثیر می‌گذارند.

مطابق با ماهیت تکراری ارزیابی چرخه حیات، نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های ارزیابی سیاهه چرخه حیات ممکن است منجر به بازنگری مرحله سیاهه چرخه حیات شود.

۴-۴-۵ ارزیابی سیاهه چرخه حیات مورد نظر برای استفاده در اعلامیه مقایسه‌ای به منظور اعلان عمومی

ارزیابی سیاهه چرخه حیات که در اعلامیه مقایسه‌ای جهت اعلان به عموم مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید مجموعه جامع و کافی از شاخص‌های رده را به کار گیرد. مقایسه باید به صورت شاخص رده به شاخص رده انجام گیرد.

ارزیابی سیاهه چرخه حیات نباید زمینه منحصر به فردی از اعلامیه مقایسه‌ای شامل برتری یا برابری زیست‌محیطی را که در نظر است به عموم اعلام شود فراهم کند، چون برای غلبه بر بعضی محدودیت‌های ذاتی در ارزیابی سیاهه چرخه حیات، اطلاعات اضافی لازم خواهد بود. انتخاب مقدار، محدودیت‌های فضایی (مکانی) و زمانی، آستانه و اطلاعات میزان پاسخ، رویکرد مرتبط، و تنوع در دقت در

میان رده‌های پیامد، نمونه‌هایی از این محدودیت‌ها هستند. نتایج ارزیابی سیاهه چرخه حیات، پیامدهای مبتنی بر نقطه‌های انتهایی رده، آستانه خروج، حد سلامتی یا خطرپذیری و ریسک را پیش‌بینی نمی‌کنند.

شاخص‌های رده که قرار است در اعلامیه مقایسه‌ای به منظور اعلان به عموم مورد استفاده قرار گیرند، باید حداقل شرایط زیر را داشته باشند:

- از نظر علمی و فنی معتبر باشند، به عبارت دیگر به کار بردن یک مکانیسم زیست‌محیطی قابل شناسایی و/یا مشاهدات تجربی تجدید پذیر،
 - ارتباط زیست‌محیطی، به عبارت دیگر داشتن ارتباط روشن، به طور کافی با نقطه (نقطه‌های) انتهایی رده که شامل مشخصه‌های زمانی و فضایی (مکانی) بوده ولی به آن‌ها محدود نشود.
- شاخص‌های رده که قرار است در اعلامیه مقایسه‌ای به منظور اعلان به عموم مورد استفاده قرار گیرد، بایستی از نظر بین‌المللی پذیرفته شده باشند.
- وزن دهی همان‌طوری که در بند ۴-۳-۴-۴ تشریح شد، نباید در مطالعات ارزیابی چرخه حیات که به منظور اعلان به عموم مد نظر می‌باشد، مورد استفاده قرار گیرد.
- تجزیه و تحلیل نتایج حساسیت و عدم قطعیت باید برای مطالعاتی که در اعلامیه مقایسه‌ای به منظور اعلان به عموم مد نظر می‌باشد، انجام گیرد.

۵-۴ تفسیر چرخه حیات

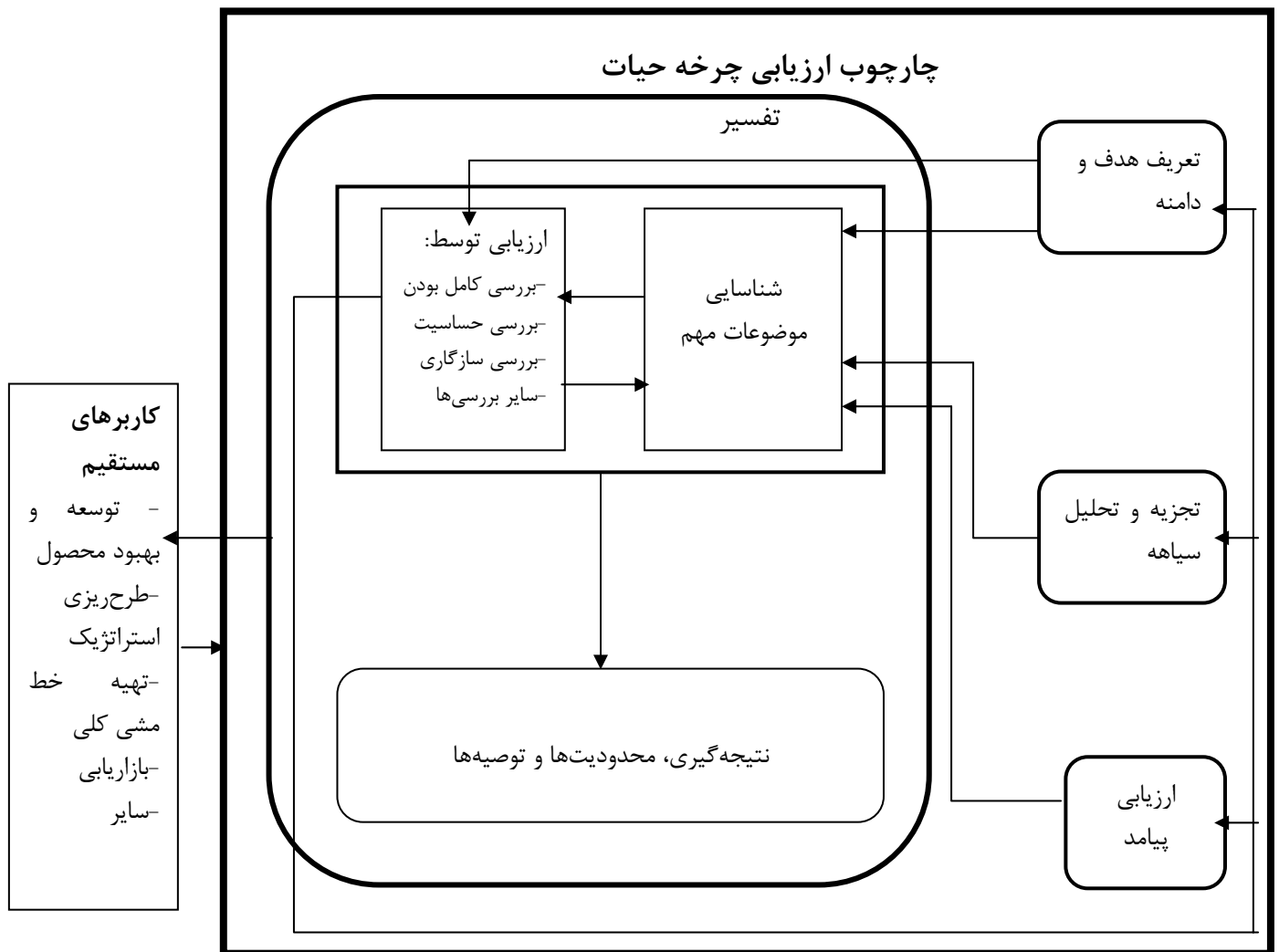
۱-۵-۴ کلیات

۱-۵-۴-۱ مرحله تفسیر چرخه حیات در مطالعه یک ارزیابی چرخه حیات یا یک سیاهه چرخه حیات، شامل چندین عنصر است که در شکل ۴ تعریف شده و به شرح زیر است:

- شناسایی مسائل مهم مبتنی بر نتایج حاصل از مراحل سیاهه چرخه حیات و ارزیابی سیاهه چرخه حیات در ارزیابی چرخه حیات؛
- یک ارزیابی که بررسی کامل بودن، حساسیت و سازگاری را مورد توجه قرار دهد؛
- نتیجه‌گیری‌ها، محدودیت‌ها و توصیه‌ها.

ارتباط بین مرحله تفسیر با سایر مراحل ارزیابی چرخه حیات در شکل ۴ نشان داده شده است. تعریف هدف و دامنه و چارچوب مطالعه مراحل تفسیر ارزیابی چرخه حیات، و از طرفی سایر مراحل ارزیابی چرخه حیات (سیاهه چرخه حیات و ارزیابی سیاهه چرخه حیات) اطلاعاتی را بر پایه سیستم محصول فراهم می‌کنند.

نتایج حاصل از مراحل سیاهه چرخه حیات یا ارزیابی سیاهه چرخه حیات باید مطابق با هدف و دامنه مطالعه، تفسیر گردد و تفسیر باید شامل ارزیابی و کنترل حساسیت درون‌دادها و برون‌دادهای مهم، و انتخاب روش‌مند به منظور فهم عدم قطعیت نتایج باشد.



شکل ۴- ارتباط بین عناصر در مرحله تفسیر با سایر مراحل ارزیابی چرخه حیات

۴-۵-۱-۲ در تفسیر باید موارد زیر در ارتباط با هدف مطالعه، مورد توجه قرار گیرد:

- مناسب بودن تعاریف کارکردهای سیستم، واحد کارکردی و مرز سیستم.
 - محدودیت‌های شناسایی شده توسط ارزیابی کیفی داده‌ها و تجزیه و تحلیل حساسیت.
- مستند کردن ارزیابی کیفی داده‌ها، تجزیه و تحلیل حساسیت، نتیجه‌گیری‌ها و هرگونه توصیه‌هایی از نتایج سیاهه چرخه حیات و ارزیابی سیاهه چرخه حیات باید کنترل شود.
- نتایج سیاهه چرخه حیات بایستی با احتیاط تفسیر شود، چون آن‌ها به داده‌های درونداد و برون‌داد اشاره دارند نه به پیامدهای زیست‌محیطی. به علاوه، عدم قطعیت به دلیل اثرات ترکیبی عدم قطعیت‌های درونداد و تغییرپذیری داده‌ها، به نتایج سیاهه چرخه حیات منتهی می‌شود. یک رویکرد، برای مشخص

کردن عدم قطعیت در نتایج توسط محدوده و/یا توزیع احتمالات می‌باشد. در صورت امکان، برای توضیح بهتر و پشتیبانی نتایج سیاهه چرخه حیات، بایستی چنین تجزیه و تحلیل‌هایی انجام گیرد. اطلاعات بیشتر و نمونه‌هایی از مرحله تفسیر چرخه حیات در پیوست اطلاعاتی "ب" ارائه شده است.

۴-۵-۲ شناسایی موضوعات مهم

۴-۵-۲-۱ هدف این عنصر، به دست آوردن ساختار نتایج ناشی از مراحل سیاهه چرخه حیات یا ارزیابی سیاهه چرخه حیات به منظور کمک به تعیین موضوعات مهم می‌باشد، که با تعریف هدف و دامنه و مقابلا با عنصر ارزیابی سازگار است. منظور از این عمل متقابل، وارد کردن تبعات روش‌های مورد استفاده، فرضیه‌های ارائه شده و غیره در مراحل قبلی، نظیر قواعد تخصیص، تصمیم‌های میان‌بر، انتخاب رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و الگوها می‌باشد.

۴-۵-۲-۲ مثال‌هایی از موضوعات مهم عبارتند از:

- داده‌های سیاهه، نظیر انرژی، انتشار آلودگی، تخلیه، پسماند،
 - رده‌های پیامد نظیر استفاده از منابع، تغییرات آب و هوا،
 - سهم مهم مراحل چرخه حیات در نتایج سیاهه چرخه حیات و ارزیابی سیاهه چرخه حیات مانند واحد-فرآیندهای مجزا یا گروهی از فرایندها مانند حمل و نقل و تولید انرژی.
- انواع مختلفی از رویکردهای خاص، روش‌ها و ابزارها برای شناسایی موضوعات زیست محیطی و تعیین اهمیت آنها در دسترس هستند.
- یادآوری-به بند ب-۲ را مراجعه شود.

۴-۵-۲-۳ چهار نوع اطلاعات لازم از مراحل قبلی ارزیابی چرخه حیات وجود دارد:

- الف- یافته‌های مراحل قبلی (سیاهه چرخه حیات و ارزیابی سیاهه چرخه حیات) که باید با اطلاعات مبتنی بر کیفیت داده‌ها، یکپارچه و سازماندهی گردند؛
- ب- انتخاب‌های روش‌شناختی نظیر قواعد تخصیص و مرز سیستم ناشی از سیاهه چرخه حیات و شاخص‌های رده و الگوهای مورد استفاده در ارزیابی سیاهه چرخه حیات؛
- پ- انتخاب مقدار مورد استفاده در مطالعه، همان طوری که در تعریف هدف و دامنه شمول یافته می‌شود؛

ت- نقش‌ها و مسئولیت‌های طرف‌های ذینفع مختلف، همان طوری که در تعریف هدف و دامنه کاربرد در ارتباط با کاربرد و همچنین نتایج حاصل از فرایند بازنگری سنجش‌گرانه، در صورت اجرا، یافته می‌شود.

زمانی که مشخص شود که نتایج حاصل از مراحل قبلی (سیاهه چرخه حیات و ارزیابی سیاهه چرخه حیات) با خواسته‌های هدف و دامنه مطالعه سازگار هستند، اهمیت این نتایج باید تعیین شود.

همه نتایج مرتبط موجود در هر زمانی باید گردآوری شده و برای تجزیه و تحلیل بیشتر، شامل اطلاعات مبتنی بر کیفیت داده‌ها، یکپارچه شود.

۴-۵-۳ ارزیابی

۴-۵-۳-۱ کلیات

اهداف عنصر ارزیابی، عبارت از تثبیت و افزایش اطمینان و قابلیت اعتماد نتایج ارزیابی چرخه حیات یا مطالعه سیاهه چرخه حیات، شامل موضوعات مهم شناسایی شده در اولین عنصر تفسیر می‌باشد. بایستی نتایج ارزیابی به روشی ارائه شود که به سرپرست یا سایر افراد علاقه‌مند، تصویر قابل فهم و واضحی از نتیجه موضوع مطالعه بدهد.

ارزیابی باید مطابق با هدف و دامنه مطالعه انجام شود.

در حین ارزیابی استفاده از ۳ فن زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

- بررسی کامل بودن (به بند ۴-۵-۳-۲ مراجعه شود).
- بررسی حساسیت (به بند ۴-۵-۳-۳ مراجعه شود).
- بررسی سازگاری (به بند ۴-۵-۳-۴ مراجعه شود).

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل عدم قطعیت و تجزیه و تحلیل کیفی داده‌ها، بایستی این بررسی‌ها را تکمیل کند.

ارزیابی، بایستی در استفاده نهایی نتایج مطالعه مورد توجه قرار دهد.

یادآوری-به عنوان یک مثال به بند ب-۳ مراجعه شود.

۴-۵-۳-۲ بررسی کامل بودن

هدف از بررسی کامل بودن، حصول اطمینان از در دسترس بودن و جامع بودن اطلاعات مرتبط و داده‌های مورد نیاز برای تفسیر می‌باشد. اگر هر گونه اطلاعات مرتبط، مفقود شوند یا ناقص باشند، ضرورت این چنین اطلاعاتی برای برآورده کردن هدف و دامنه ارزیابی چرخه حیات باید مورد توجه قرار گیرد. این یافته و مطابقت آن باید ثبت شود.

اگر هر گونه اطلاعات مرتبط، که برای تعیین موضوعات مهم لازم است، مفقود گردد یا ناقص باشد، بایستی مراحل قبلی (سیاهه چرخه حیات و ارزیابی سیاهه چرخه حیات) بازبینی شوند، یا تعریف هدف و دامنه کاربرد تعدیل شود. اگر اطلاعات مفقود شده غیر ضروری در نظر گرفته شوند، دلیل آن بایستی ثبت شود.

۴-۵-۳-۳ بررسی حساسیت

منظور از بررسی حساسیت، ارزیابی قابلیت اطمینان از نتایج نهایی و نتیجه‌گیری‌های حاصل از تاثیر عدم قطعیت‌ها در داده‌ها، روشهای تخصیص یا محاسبه نتایج شاخص رده و غیره است.

بررسی حساسیت باید شامل نتایج تجزیه و تحلیل حساسیت و تجزیه و تحلیل عدم قطعیت در صورت اجرا شدن در مراحل قبلی (سیاهه چرخه حیات و ارزیابی سیاهه چرخه حیات) باشد.

در یک بررسی حساسیت، موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

- موضوعات از پیش تعیین شده توسط هدف و دامنه مطالعه،
- نتایج سایر مراحل مطالعه،
- داوری‌های کارشناسی و تجارب قبلی.

اگر ارزیابی چرخه حیات برای استفاده در اعلامیه مقایسه‌ای جهت اعلان به عموم مد نظر باشد، عنصر ارزیابی باید شامل اعلامیه‌های تفسیری مبتنی بر جزئیات تجزیه و تحلیل حساسیت باشد. میزان جرئیات خواسته شده در بررسی حساسیت، به طور عمده، به یافته‌های تجزیه و تحلیل سیاهه و در صورت اجرا، ارزیابی پیامد، بستگی دارد.

برونداد بررسی حساسیت، نیاز به تجزیه و تحلیل گسترده‌تر و/یا دقیق‌تر حساسیت را تعیین می‌کند، به علاوه اثرات آشکار بر روی نتایج مطالعه را به خوبی نشان می‌دهد.

ناتوانی بررسی حساسیت برای پیدا کردن تفاوت‌های مهم در بین مطالعات مختلف به خودی خود منجر به این نتیجه‌گیری نمی‌شود که این تفاوت‌ها وجود ندارد. عدم هر گونه تفاوت معنی‌دار ممکن است نتیجه نهایی یک مطالعه باشد.

۴-۳-۵-۴ بررسی سازگاری

منظور از بررسی سازگاری، تعیین سازگاری فرضیه‌ها، روش‌ها و داده‌ها با هدف و دامنه می‌باشد. در صورت سازگاری با مطالعه ارزیابی چرخه حیات یا مطالعه سیاهه چرخه حیات، سئوالات زیر باید پاسخ داده شوند.

الف- آیا اختلاف‌ها در کیفیت داده‌ها در طول چرخه حیات سیستم محصول و بین سیستم‌های محصول مختلف، با هدف و دامنه کاربرد مطالعه سازگار هستند؟

ب- آیا اختلاف‌های منطقه‌ای و/یا زمانی، در صورت وجود، به طور سازگار به کار برده شده‌اند؟

پ- آیا قواعد تخصیص و مرز سیستم، به طور سازگار برای تمام سیستم‌های محصول به کار برده شده‌اند؟

ت- آیا عناصر ارزیابی پیامد با سازگاری کامل به کار برده شده‌اند؟

۴-۵-۴ نتیجه‌گیری‌ها، محدودیت‌ها و توصیه‌ها

منظور از این قسمت تفسیر چرخه حیات، نتیجه‌گیری کردن، شناسایی محدودیت‌ها و ارایه توصیه‌هایی برای مخاطبین ارزیابی چرخه حیات است.

نتیجه‌گیری‌ها باید از طریق مطالعه به دست آیند. این عمل بایستی مکرراً با سایر عناصر مرحله تفسیر چرخه حیات انجام گیرد. ترتیب منطقی فرایند به شرح زیر است:

الف- شناسایی موضوعات مهم؛

ب- ارزیابی روش‌شناسی و نتایج کامل بودن، حساسیت و سازگاری؛

پ- نتیجه‌گیری اولیه و کنترل این که نتیجه‌گیری‌ها با الزامات هدف و دامنه مطالعه، از جمله و به خصوص الزامات کیفی داده‌ها، فرضیه‌ها و مقادیر از پیش تعریف شده، روش‌شناسی و محدودیت‌های مطالعه و الزامات کاربرد جهت‌دار سازگار باشند.

ت- در صورت سازگاری نتیجه‌گیری‌ها، آنها را به صورت کامل گزارش کنید، در غیر این صورت به نحو مقتضی به مراحل قبلی الف، ب یا پ برگردید.

توصیه‌ها باید بر پایه نتیجه‌گیری‌های نهایی مطالعه مبتنی بوده و همچنین باید نتایج معقول و منطقی نتیجه‌گیری‌ها را منعکس کنند.

در صورتی که نتیجه‌گیری‌ها با هدف و دامنه مطالعه متناسب باشند، بایستی توصیه‌های خاصی برای تصمیم سازان توضیح داده شود.
توصیه‌ها بایستی با کاربرد مورد نظر مرتبط باشند.

۵ گزارش دهی

۵-۱ الزامات عمومی و ملاحظات

۵-۱-۱ نوع و قالب گزارش باید در مرحله دامنه مطالعه تعریف شود.
نتایج و نتیجه‌گیری‌های ارزیابی چرخه حیات باید به طور کامل و دقیق، بدون تعصب به مخاطبین مورد نظر گزارش شده باشد. نتایج، داده‌ها، روش‌ها، فرضیه‌ها و محدودیت‌ها باید شفاف باشند و با جزئیات کامل بیان گردند تا به خواننده اجازه درک موارد پیچیده و موازنه کردن‌های ذاتی ارزیابی چرخه حیات را بدهد. گزارش باید اجازه دهد تا نتایج و تفسیر با یک روش سازگار با هدف مطالعه، مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۱-۲ علاوه بر موارد بیان شده در بند ۵-۱-۱ و موارد فهرست شده در بند ۵-۲-پ، موارد زیر بایستی به هنگام تهیه گزارش‌های شخص ثالث مورد توجه قرار گیرد:
الف- اصلاحات دامنه اولیه همراه با توجیه آن‌ها؛
ب- مرز سیستم شامل:

- نوع درونداها و برونداهای سیستم به عنوان جریان‌های اولیه،
- معیارهای تصمیم‌گیری؛

پ - تشریح واحد-فرآیندها شامل:

- تصمیم درباره تخصیص؛

ت - داده‌ها شامل:

- تصمیم درباره داده‌ها،
- جزئیات داده‌های اختصاصی،
- الزامات کیفی داده‌ها؛

ث- انتخاب رده‌های پیامد و شاخص‌های رده.

۵-۱-۳ ارائه تصویری نتایج سیاهه چرخه حیات و نتایج ارزیابی سیاهه چرخه حیات به عنوان قسمتی از گزارش ممکن است مفید واقع شود، اما بایستی به این نکته توجه کرد که این عمل مستلزم مقایسه‌های ضمنی و نتیجه‌گیری است.

۵-۲ الزامات اضافی و راهنمایی برای گزارش‌های مربوط به شخص ثالث

اگر نتایج ارزیابی چرخه حیات باید به شخص ثالثی اطلاع داده شود (مثل طرف‌های ذی‌نفع غیر از نمایندگان و مطالعه‌کنندگان) صرف نظر از شکل ارتباط، گزارش شخص ثالث باید تهیه شود.

گزارش شخص ثالث می‌تواند مبتنی بر مستندات موضوع مطالعه باشد که جنبه محرمانه دارد ولی در گزارش شخص ثالث لحاظ نشده است.

گزارش شخص ثالث، یک سند مرجع تلقی می‌شود و باید برای هر شخص ثالث درگیر، در دسترس باشد. گزارش شخص ثالث باید جنبه‌های زیر را پوشش دهد:

الف - جنبه‌های عمومی:

۱) نماینده ارزیابی چرخه حیات، کارشناسان داخلی و خارجی ارزیابی چرخه حیات؛

۲) تاریخ گزارش؛

۳) بیان این که مطالعه مطابق با الزامات این استاندارد انجام گرفته است.

ب - هدف مطالعه:

۱- دلایل انجام مطالعه؛

۲- کاربردهای مورد نظر؛

۳- مخاطبین گروه هدف؛

۴- بیان این که مطالعه، اعلامیه مقایسه‌ای را که برای اعلان به عموم مد نظر است، پشتیبانی می‌کند.

پ - دامنه مطالعه:

۱- عملکرد شامل:

- بیان مشخصه‌های عملکرد، و

- هر گونه از قلم افتادگی کارکردهای اضافی در مقایسه‌ها؛

۲- واحد کارکردی، شامل:

- سازگاری با هدف و دامنه،

- تعریف،

- نتیجه اندازه‌گیری عملکرد؛

۳- مرز سیستم، شامل:

- از قلم افتادگی‌های مراحل چرخه حیات، فرآیندها یا نیازمندی‌های داده‌ها،

- کمی کردن دروندادها و برونادهای ماده و انرژی،

- فرضیه‌هایی در مورد تولید برق؛

۴- معیار میان‌بر برای وارد کردن اولیه دروندادها و برونادهای، شامل:

- تشریح معیارهای میان‌بر و فرضیه‌ها،

- اثرات انتخاب بر روی نتایج،

- وارد کردن جرم، انرژی و معیارهای میان‌بر زیست محیطی.

ت - تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات:

۱- روش‌های اجرایی جمع‌آوری داده‌ها؛

۲- تشریح کمی و کیفی واحد-فرآیندها؛

۳- منابع ادبیاتی منتشر شده؛

۴- روش‌های اجرایی محاسبه؛

۵- صحت‌گذاری داده‌ها، شامل:

- ارزیابی کیفی داده‌ها،

- نحوه حل و فصل داده‌های مفقود شده؛

۶- تجزیه و تحلیل حساسیت برای بهبود مرز سیستم؛

۷- اصول و روش‌های اجرایی تخصیص، شامل:

- مستندسازی و تنظیم روش‌های اجرایی تخصیص،

- کاربرد یکنواخت روش‌های اجرایی تخصیص.

ج- ارزیابی پیامد چرخه حیات، در صورتی که قابل اجرا باشد:

۱- روش‌های اجرایی ارزیابی سیاهه چرخه حیات، محاسبات و نتایج مطالعه؛

۲- محدودیت‌های نتایج ارزیابی سیاهه چرخه حیات مربوط به هدف و دامنه تعریف شده ارزیابی چرخه حیات؛

۳- ارتباط نتایج ارزیابی سیاهه چرخه حیات به هدف و دامنه تعریف شده، (به بند ۴-۲ مراجعه شود)؛

۴- ارتباط نتایج ارزیابی سیاهه چرخه حیات با نتایج سیاهه چرخه حیات، (به بند ۴-۴ مراجعه شود)؛

۵- رده‌های پیامد و شاخص‌های رده در نظر گرفته شده، شامل توضیح در خصوص انتخاب و ارجاع به منابع آن‌ها؛

۶- تشریح یا ارجاع به تمام الگوهای ویژه‌سازی، مولفه‌های ویژه‌سازی و روش‌های قابل استفاده، شامل همه فرضیه‌ها و محدودیت‌ها؛

۷- تشریح یا ارجاع به تمام مقادیر انتخابی مورد استفاده، مرتبط با رده‌های پیامد، الگوهای ویژه‌سازی، مولفه‌های ویژه‌سازی، نرمال‌سازی، گروه‌بندی، وزن‌دهی و در موارد دیگر ارزیابی سیاهه چرخه حیات، تنظیم جهت استفاده از آنها و تاثیر آنها بر روی نتایج، جمع‌بندی‌ها و توصیه‌ها؛

۸- اعلامیه‌ای مبتنی بر این که نتایج ارزیابی سیاهه چرخه حیات نسبی هستند و این که نتایج، پیامدهای مبتنی بر نقطه‌های انتهایی رده، فراتر از آستانه‌ی آغازین، حاشیه ایمنی یا خطرات را پیش‌بینی نمی‌کنند.

و زمانی که به عنوان قسمتی از ارزیابی چرخه حیات باشند، همچنین

- تشریح و تنظیم تعریف و توصیف هر گونه رده‌های پیامد جدید، شاخص‌های رده و الگوهای

ویژه‌سازی مورد استفاده در ارزیابی سیاهه چرخه حیات،

- بیان و تنظیم هر گونه گروه‌بندی رده‌های پیامد،

- روش‌های اجرایی دیگری که نتایج شاخص را تغییر شکل دهد و تنظیم مراجع انتخاب شده،

مولفه‌های وزن دهی و غیره،

- هر گونه تجزیه و تحلیل نتایج شاخص، به عنوان مثال تجزیه و تحلیل حساسیت و تجزیه و

تحلیل عدم قطعیت یا استفاده از داده‌های زیست‌محیطی شامل هرگونه اشاره به نتایج، و

- نتایج به دست آمده داده‌ها و شاخص‌ها قبل از هر گونه نرمال‌سازی، گروه‌بندی یا وزن دهی، باید همراه با نتایج نرمال‌سازی شده، گروه‌بندی شده یا وزن دهی شده در دسترس باشد.

چ- تفسیر چرخه حیات:

۱- نتایج؛

۲- فرضیه‌ها و محدودیت‌های مرتبط با تفسیر نتایج، مربوط به هر دو مورد روش‌شناسی و داده‌های مرتبط؛

۳- ارزیابی کیفی داده‌ها؛

۴- شفافیت کامل در اصطلاحات انتخاب‌های ارزش، استدلال‌ها و قضاوت‌های کارشناسی.

ح- بازنگری سنجشگرانه، در صورت کاربرد:

۱- نام و وابستگی بازنگری کنندگان؛

۲- گزارش‌های بازنگری سنجشگرانه؛

۳- پاسخ به توصیه‌ها.

۵-۳ الزامات گزارش‌دهی بیشتر در اعلامیه مقایسه‌ای مورد نظر برای اعلان به عموم

۵-۳-۱ برای مطالعات ارزیابی چرخه حیات که اعلامیه‌های مقایسه‌ای را که در نظر است به عموم اعلان شود، حمایت می‌کنند، افزون بر موارد تعریف شده در بند ۵-۱ و بند ۵-۲، باید موضوعات زیر نیز در گزارش قید شوند:

الف- تجزیه و تحلیل جریان‌های ماده و انرژی به منظور تطابق شمول یا استثناسازی آنها؛

ب- ارزیابی دقت، کامل بودن و گویا بودن داده‌های مورد استفاده؛

پ- تشریح تعادل سیستم‌هایی که طبق بند ۴-۲-۳-۷ مقایسه می‌شوند؛

ت- تشریح فرایند بازنگری سنجشگرانه؛

ث- یک ارزیابی از کامل بودن ارزیابی سیاهه چرخه حیات؛

ج- بیان این که پذیرش بین‌المللی برای شاخص‌های رده انتخاب شده و دلایل استفاده از آنها وجود دارد یا خیر؛

چ- توضیح برای اعتبار علمی و فنی و موارد مرتبط زیست‌محیطی شاخص‌های رده مورد استفاده در مطالعه؛

ح- نتایج تجزیه و تحلیل‌های حساسیت و عدم قطعیت؛

خ- ارزیابی اهمیت تفاوت‌های یافته شده.

۵-۳-۲ اگر ارزیابی چرخه حیات شامل گروه‌بندی باشد، موارد زیر را اضافه نمایید:

الف- روش‌های اجرایی و نتایج مورد استفاده در گروه‌بندی؛

ب- بیان این که نتیجه‌گیری‌ها و توصیه‌های برگرفته از گروه‌بندی مبتنی بر انتخاب ارزش است؛

پ- تنظیم معیارهای مورد استفاده در نرمال‌سازی و گروه‌بندی (این‌ها می‌توانند انتخاب ارزش شخصی، سازمانی یا ملی باشند)؛

ت- بیان این که " استاندارد ایران- ایزو به شماره ۱۴۰۴۴، هیچ روش شناسی خاصی را تعیین یا انتخاب ارزش لایه‌های زیرین مورد استفاده در رده‌های پیامد را پشتیبانی نمی‌کند؛"

ث- بیان این که " انتخاب ارزش و قضاوت‌ها در روش های اجرایی گروه‌بندی، فقط در حیطه مسئولیت- های نماینده گروه مطالعه کننده (مانند دولت، اجتماع، سازمان و...) می‌باشد."

۶ بازنگری سنجشگرانه

۱-۶ کلیات

فرایند بازنگری سنجشگرانه باید اطمینان دهد که

- روش‌های مورد استفاده برای انجام ارزیابی چرخه حیات با این استاندارد سازگار هستند،
 - روش‌های مورد استفاده برای انجام ارزیابی چرخه حیات از نظر علمی و فنی معتبر هستند،
 - داده های مورد استفاده در ارتباط با هدف مطالعه، مناسب و معقول هستند،
 - تفسیر، محدودیت‌های شناسایی شده و هدف مطالعه را منعکس می‌کند،
 - گزارش مطالعه، شفاف و بدون تناقض است.
- دامنه و نوع بازنگری سنجشگرانه مطلوب، باید در مرحله دامنه ارزیابی چرخه حیات تعریف شود، و تصمیم در مورد نوع بازنگری سنجشگرانه باید ثبت شود.

به منظور کاهش سوء تفاهم‌های احتمالی یا اثرات منفی بر روی طرف‌های ذی‌نفع خارجی، هیئتی از طرفین ذی‌نفع باید بازنگری‌های سنجشگرانه را بر روی مطالعات ارزیابی چرخه حیات که در نظر است نتایج آن به منظور تایید اعلامیه مقایسه ای برای اعلام به عموم مورد استفاده قرار گیرد، انجام دهند.

۲-۶ بازنگری سنجشگرانه توسط کارشناس خارجی یا داخلی

ممکن است، بازنگری سنجشگرانه توسط کارشناس داخلی یا خارجی انجام گیرد. در چنین مواردی، یک کارشناس مستقل از ارزیابی چرخه حیات باید بازنگری را انجام دهد. شرح بازنگری همراه با توضیحاتی درباره اجرا کننده آن و هرگونه پاسخ به توصیه‌های مطرح شده توسط بازنگری کننده باید در گزارش ارزیابی چرخه حیات لحاظ گردد.

۳-۶ بازنگری سنجشگرانه توسط هیات طرف‌های ذی‌نفع

ممکن است یک بازنگری سنجشگرانه به عنوان یک بازنگری توسط طرف‌های ذی‌نفع انجام گیرد. در چنین حالتی، یک کارشناس خارجی مستقل بایستی توسط هیات مطالعه انتخاب شود تا به عنوان رئیس هیات بازنگری با حداقل ۳ عضو، فعالیت کند. بر مبنای هدف و دامنه مطالعه، رئیس هیات بایستی سایر بازنگری کننده‌های مستقل واجد صلاحیت را انتخاب کند. این هیات ممکن است شامل طرف‌های ذی‌نفعی باشد که تحت تاثیر نتیجه گیری‌های حاصل از ارزیابی چرخه حیات می‌باشند مانند نمایندگان دولت، سازمان‌های مردم نهاد، رقبا و صنایع متاثر.

برای ارزیابی سیاهه چرخه حیات، مهارت بازنگری کننده‌ها در زمینه‌های علمی مرتبط با رده‌های پیامد مهم مطالعه، علاوه بر سایر مهارت‌ها و علاقه‌ها باید مورد توجه قرار گیرد.

بیانیه بازنگری و گزارش هیات بازنگری، مانند تفسیرهای کارشناسان و پاسخ به توصیه‌های مطرح شده توسط بازنگری‌کننده‌ها یا هیات بازنگری باید در گزارش ارزیابی چرخه حیات آورده شود.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

مثال‌هایی از برگه‌های جمع‌آوری داده‌ها

الف-۱- کلیات

برگه‌های درونداد داده‌های این پیوست مثال‌هایی هستند که ممکن است به عنوان راهنما مورد استفاده قرار گیرند. هدف، توضیح ماهیت اطلاعاتی است که می‌تواند از محل گزارش‌دهی برای یک واحد- فرآیند جمع‌آوری شود.

در انتخاب داده‌های مورد استفاده بر روی برگه، بایستی توجه شود. داده‌ها و سطح ویژگی‌ها باید با هدف مطالعه سازگار باشند. بنابراین، مثال‌های مربوط به داده‌های نشان داده شده، گویا هستند. برخی مطالعات، داده‌های خیلی خاصی لازم دارد، به عنوان مثال: در نظر گرفتن ترکیبات خاصی برای تنظیم سیاهه مواد منتشر شده به زمین، در مقابل داده‌های کلی‌تری که در این جا نشان داده شده است.

این برگه‌های نمونه ممکن است با دستورالعمل‌های ویژه جمع‌آوری داده‌ها و کامل کردن برگه‌های درونداد همراه باشند. ممکن است در مورد دروندادها سئوالاتی مطرح شود تا به توصیف بیشتر ماهیت دروندادها مانند روشی که در آن مقادیر گزارش شده، استخراج می‌شوند، کمک کند.

برگه‌های نمونه ممکن است با افزایش ستون‌هایی جهت وارد کردن سایر مولفه‌ها مانند کیفیت داده‌ها (عدم قطعیت، اندازه‌گیری شده/ محاسبه شده/ برآورد شده) اصلاح شوند.

الف-۲ مثالی از برگه‌های داده برای حمل و نقل بالادستی^۱

در این مثال، اسامی و تناژهای محصولات میانی که برای داده‌های حمل و نقل لازم است، قبلاً در الگوی سیستم تحت مطالعه ثبت شده است. فرض شده است که حمل و نقل مابین دو واحد- فرآیند مرتبط، حمل و نقل جاده‌ای است. برای حمل و نقل دریایی و راه‌آهن بایستی، برگه‌های داده‌های مشابه مورد استفاده قرار گیرد.

حمل و نقل جاده‌ای				نام محصول میانی
برگشت خالی (بله/خیر)	بار واقعی (تن)	ظرفیت کامیون (تن)	فاصله (کیلومتر)	

مصرف سوخت و انتشار ناشی از آن به هوا، با استفاده از یک الگوی حمل و نقل محاسبه می‌شود.

الف-۳ مثالی از برگه داده برای حمل و نقل داخلی

در این مثال سیاهه یک حمل و نقل داخلی در یک کارگاه است. مقادیر برای یک دوره زمانی معین جمع‌آوری می‌شوند و مقادیر واقعی سوخت مصرفی را نشان می‌دهند. اگر مقدار کمینه و بیشینه، از دوره‌های زمانی متفاوت نیاز باشند، ستون‌های اضافی در برگه داده‌ها، لازم خواهد بود.

1-Upstream transportation

حمل و نقل داخلی، مسائل مربوط به تخصیص را زیاد می‌کند، همان طور که برای مثال، مصرف برق کل را برای یک مکان بالا می‌برد. انتشار به هوا با استفاده از یک الگوی مصرف سوخت محاسبه می‌شود.

مقدار کل درونداد حمل و نقل شده	مصرف کل سوخت	
		نفت دیزل
		بنزین
		گاز مایع شده نفت خام

الف-۴ مثالی از برگه داده برای واحد- فرآیند

تکمیل شده توسط:		تاریخ تکمیل:	
شناسایی واحد- فرایند:		محل گزارش گیری:	
دوره زمانی: سال		ماه شروع:	ماه پایان:
تشریح واحد- فرایند: (در صورت لزوم برگ اضافی پیوست گردد)			
دروندادهای ماده	واحدها	مقدار	تشریح روش‌های اجرایی نمونه‌گیری
			مبدا
آب مصرفی ^a	واحدها	مقدار	
دروندادهای انرژی ^b	واحدها	مقدار	تشریح روش‌های اجرایی نمونه‌گیری
			مبدا
بروندادهای ماده (شامل محصولات)	واحدها	مقدار	تشریح روش‌های اجرایی نمونه‌گیری
			مبدا
یادآوری- داده‌های این برگه، به جمع‌آوری دروندادها و بروندادهای تخصیص نیافته در طول دوره زمانی معین شده، اشاره دارد.			
a به عنوان مثال، آبهای سطحی و آشامیدنی b به عنوان مثال، روغن سوخت سنگین، روغن سوخت متوسط و سبک، نفت سفید، بنزین، گاز طبیعی، پروپان، زغال سنگ، زیست توده و برق شبکه‌ای			

الف-۵ مثالی از برگه جمع‌آوری داده‌های تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه حیات

شناسایی واحد-فرایند		محل گزارش‌دهی	
انتشار به هوا ^a	واحدها	مقدار	تشریح روش‌های اجرایی نمونه‌گیری

(پیوست کردن برگه‌ها در صورت لزوم)			
انتشار به آب ^b	واحد‌ها	مقدار	تشریح روش‌های اجرایی نمونه‌گیری (پیوست کردن برگه‌ها در صورت لزوم)
انتشار به زمین ^c	واحد‌ها	مقدار	تشریح روش‌های اجرایی نمونه‌گیری (پیوست کردن برگه‌ها در صورت لزوم)
سایر انتشارها ^d	واحد‌ها	مقدار	تشریح روش‌های اجرایی نمونه‌گیری (پیوست کردن برگه‌ها در صورت لزوم)
هر گونه محاسبات منحصر به فرد، جمع‌آوری داده‌ها، نمونه‌برداری یا تغییر در توضیح عملکرد واحد-فرآیند را تشریح کنید (در صورت لزوم برگه‌های اضافی پیوست کنید)			
a به عنوان مثال: مواد غیرآلی مانند CO₂، CO، Cl₂، ذرات گرد و غبار F₂، HCl، H₂SO₄، H₂S، NO_x، NH₃، N₂O، HF، SO_x و مواد آلی مانند هیدروکربن‌ها، بی‌فنیل‌های چند کلره، و فلزات مانند جیوه، سرب، کروم، آهن، روی و نیکل b به عنوان مثال: اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و بیوشیمیایی (BOD، COD)، اسیدها، Cl₂، CN₂⁻، پاک کننده‌ها/روغن‌ها، مواد آلی محلول، F⁻، یون‌های آهن، یون‌های جیوه، هیدروکربن‌ها، Na⁺، NO₃⁻، NH₄⁺، کلریدهای آلی، سایر فلزات، سایر ترکیبات نیتروژن، فنول‌ها، فسفات‌ها، SO₄²⁻، جامدات معلق c به عنوان مثال: پسماندهای معدنی، پسماندهای صنعتی مخلوط، پسماندهای جامد شهری، پسماندهای سمی، (لیست ترکیبات این رده داده‌ها را تهیه کنید). d به عنوان مثال: نوفه، تشعشع، لرزش، بو و گرمای تلف شده			

پیوست ب

(اطلاعاتی)

مثال‌هایی از تفسیر چرخه حیات

ب-1 کلیات

در نظر است در این پیوست اطلاعاتی، مثال‌هایی از عناصر در طول مرحله تفسیر ارزیابی چرخه حیات یا مطالعه سیاهه چرخه حیات ارائه شود، تا به کاربران در تفسیر چرخه حیات کمک کند.

ب-۲ مثال‌هایی برای شناسایی موضوعات مهم

ب-۲-۱ عنصر شناسایی (به بند ۴-۵-۲ مراجعه شود) به طور متناوب همراه با عنصر ارزیابی (به بند ۴-۵-۳ مراجعه شود) اجرا می‌شود. عنصر شناسایی شامل شناسایی و سازمان‌دهی اطلاعات و اندازه‌گیری‌های بعدی هر موضوع مهم است. سازماندهی داده‌ها و اطلاعات موجود، یک فرایند تکراری مرتبط با مرحله سیاهه چرخه حیات و مرحله ارزیابی پیامد چرخه حیات (در صورت کاربرد) و همچنین تعریف هدف و دامنه کاربرد است. ممکن است سازماندهی اطلاعات، قبلاً یا در سیاهه چرخه حیات یا ارزیابی پیامد چرخه حیات کامل شده باشد، و برای فراهم کردن یک بازنگری نتایج این مراحل، مورد توجه باشد. این عمل، تعیین موضوعات مهم و زیست‌محیطی مرتبط مانند نتیجه‌گیری کردن و ارائه توصیه‌ها را آسان می‌کند. بر اساس این فرایند سازماندهی، هرگونه اندازه‌گیری‌های بعدی با استفاده از روش‌های تجزیه‌ای، انجام می‌گیرد.

ب-۲-۲ بسته به هدف و دامنه مطالعه، رویکردهای ساختاری متفاوت می‌تواند مفید باشد. در میان سایر رویکردهای ساختاری، می‌توان موارد احتمالی زیر را به منظور استفاده توصیه کرد:

الف- تمایز مراحل اختصاصی چرخه حیات، مانند تولید مواد، مراحل ساخت محصول مورد مطالعه، کاربرد، بازیافت و تصفیه پسماندها (به جدول ب-۱ مراجعه شود)؛

ب- تمایز بین گروه فرایندها مانند حمل و نقل، تامین انرژی (به جدول ب-۴ مراجعه شود)؛

پ- تمایز بین فرایندهایی که تحت تاثیر مدیریت متفاوت هستند، مانند فرایندهایی که تغییرات و بهبودها در آنها می‌تواند کنترل شود، و فرایندهایی که با مسئولیت خارجی تعیین می‌شوند مانند سیاست انرژی ملی، شرایط مرزی ویژه تولید کننده (به جدول ب-۵ مراجعه شود)؛

ت- تمایز بین واحد-فرایندهای مجزا؛ این بالاترین راه حل ممکن است.

برونداد این فرایند سازماندهی، می‌تواند به صورت ماتریس دوبعدی عرضه شود، مانند ماتریسی که در آن، معیار تمایز بیان شده در بالا در ستون‌ها، و دروندادها و بروندادهای سیاهه یا نتایج شاخص‌های رده در ردیف‌ها جای می‌گیرد. در این روش سازماندهی برای رده‌های پیامد اختصاصی، امکان آزمایش با جزئیات بیشتر وجود دارد.

اندازه‌گیری موضوعات مهم بر پایه اطلاعات ساختاری مبتنی است.

ب-۲-۳ داده‌های مرتبط با داده‌های سیاهه اختصاصی می‌تواند در تعریف هدف و دامنه پیش‌بینی شود، یا از تجزیه و تحلیل سیاهه یا منابع دیگری مانند سیستم مدیریت زیست‌محیطی یا خط مشی زیست‌محیطی شرکت به دست آید. چندین روش ممکن موجود می‌باشد. بسته به هدف و دامنه مطالعه و سطح جزئیات لازم، روش‌های زیر می‌تواند جهت استفاده توصیه گردد:

الف- تجزیه و تحلیل سهم^۱، که در آن سهم مراحل چرخه حیات (به جداول ب-۲ و ب-۸ مراجعه شود) یا گروه فرایندها (به جدول ب-۴ مراجعه شود) برای حصول نتایج کلی امتحان می‌شوند، برای مثال به وسیله بیان سهم به صورت درصد کل؛

ب- تجزیه و تحلیل برتری^۲، که در آن با استفاده از ابزار آماری یا فنون دیگر مانند رتبه‌بندی کمی یا کیفی (مانند تجزیه و تحلیل ABC)، سهم‌های مهم یا قابل توجه امتحان می‌شوند (به جدول ب-۳ مراجعه شود)؛

پ- تجزیه و تحلیل تاثیر^۳، که در آن احتمال تاثیر مسائل زیست‌محیطی امتحان می‌شود (به جدول ب-۵ مراجعه شود)؛

ت- ارزیابی ناهنجاری^۴، که در آن بر اساس تجارب قبلی، انحراف‌های نامعمول یا تعجب‌آور از نتایج پیش‌بینی شده یا عادی مشاهده می‌شود. این عمل، بررسی بعدی را مجاز می‌کند و منجر به ارزیابی‌هایی برای بهبود می‌شود (به جدول ب-۶ مراجعه شود).

نتایج این فرایند اندازه‌گیری، ممکن است به عنوان یک ماتریس عرضه شود، که در آن معیارهای تفکیک بیان شده در بالا، ستون‌ها را و دروندادها و برون داده‌های سیاهه یا نتایج شاخص رده، ردیف‌ها را تشکیل می‌دهند.

همچنین در این روش برای دروندادها و برون داده‌های انتخابی حاصل از تعریف هدف و دامنه، یا هر رده پیامد جداگانه امکان آزمایش با جزئیات بیشتر ممکن می‌باشد. در طول این فرایند شناسایی، هیچ داده‌ای تغییر نمی‌کند یا دوباره محاسبه نمی‌شود. تنها تغییر انجام یافته، تبدیل به درصد و غیره است.

در جداول ب-۱ تا ب-۸، مثال‌هایی از چگونگی فرایند ساختاری که ممکن است اجرا شود، ارائه شده‌اند. روش‌های ساختاری پیشنهادی برای نتایج سیاهه چرخه حیات و نتایج احتمالی ارزیابی پیامد چرخه حیات مناسب می‌باشند.

معیارهای ساختاری، بر اساس الزامات مشخص تعریف هدف و دامنه یا بر اساس یافته‌های سیاهه چرخه حیات با ارزیابی پیامد چرخه حیات مبتنی هستند.

ب-۲-۴ جدول ب-۱ مثالی از دروندادها و برون داده‌های سیاهه چرخه حیات را توسط گروه فرایند-واحدهایی که نماینده مراحل مختلف چرخه حیات می‌باشند، ارائه می‌دهد؛ این موارد در جدول ب-۲ بر حسب درصد بیان شده‌اند.

جدول ب-۱ ساختار دروندادها و برون داده‌های سیاهه چرخه حیات برای مراحل چرخه حیات

درونداد/برونداد	تولید مواد	فرایندهای تولید	مراحل استفاده	سایر	کل
-----------------	------------	-----------------	---------------	------	----

1- Contribution analysis

2- Dominance analysis

3- Influence analysis

4- Anomaly assessment

سیاهه چرخه حیات	(کیلوگرم)	(کیلوگرم)	(کیلوگرم)	(کیلوگرم)	(کیلوگرم)
زغال سخت	۱۲۰۰	۲۵	۵۰۰	-	۱۷۲۵
CO ₂	۴۵۰۰	۱۰۰	۲۰۰۰	۱۵۰	۶۷۵۰
NO _x	۴۰	۱۰	۲۰	۲۰	۹۰
فسفات ها	۲/۵	۲۵	۰/۵	-	۲۸
AOX ^a	۰/۰۵	۰/۵	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۶۱
پسماندهای شهری	۱۵	۱۵۰	۲	۵	۱۷۲
پسماندها	۱۵۰۰	-	-	۲۵۰	۱۷۵۰
a: AOX: هالیدهای آلی قابل جذب					

تجزیه و تحلیل سهم نتایج سیاهه چرخه حیات حاصل از جدول ب-۱، فرایندها یا مراحل از چرخه حیات را شناسایی می‌کند که در دروندادها و برونادهای مختلف، سهم بیشتری دارند. بر این اساس، ارزیابی بعدی می‌تواند مفهوم و پایداری این یافته‌ها را که اساس نتیجه‌گیری‌ها و توصیه‌ها می‌باشد، معلوم و بیان کند. این بررسی می‌تواند کمی یا کیفی باشد.

جدول ب-۲ درصد سهم دروندادها و برونادهای سیاهه چرخه حیات برای مراحل چرخه حیات

درونداد/برونداد سیاهه چرخه حیات	تولید مواد %	فرایندهای تولید %	مراحل استفاده %	سایرین %	کل %
زغال سخت	۶۹/۶	۱/۵	۲۸/۹	-	۱۰۰
CO ₂	۶۶/۷	۱/۵	۲۹/۶	۲/۲	۱۰۰
NO _x	۴۴/۵	۱۱/۱	۲۲/۲	۲۲/۲	۱۰۰
فسفات ها	۸/۹	۸۹/۳	۱/۸	-	۱۰۰
AOX	۸/۲	۸۲/۰	۱/۶	۸/۲۲	۱۰۰
پسماندهای شهری	۸/۷	۸۷/۲	۱/۲	۲/۹	۱۰۰
پسماندها	۸۵/۷	-	-	۱۴/۳	۱۰۰

به علاوه این نتایج می‌توانند توسط روش‌های اجرایی رتبه بندی یا توسط قواعد از پیش تعریف شده در هدف و دامنه کاربرد، رتبه‌بندی یا الویت‌بندی شوند. جدول ب-۳ نتایج این روش رتبه‌بندی را با استفاده از معیار رتبه‌بندی زیر نشان می‌دهد:

A: اهمیت خیلی زیاد، تاثیر زیاد یعنی $50\% > \text{سهم}$

B: اهمیت زیاد، تاثیر مناسب یعنی $25\% < \text{سهم} < 50\%$

C: تا حدی مهم، تاثیر کم یعنی $10\% < \text{سهم} < 25\%$

D: اهمیت کم، تاثیر خیلی کم یعنی $10\% < \text{سهم} < 2/5$

E: بی اهمیت، تاثیر ناچیز یعنی $2/5 < \text{سهم}$

جدول ب-۳ رتبه‌بندی دروندادها و برونادهای سیاهه چرخه حیات مراحل چرخه حیات

درونداد/برونداد سیاهه چرخه حیات	تولید مواد	فرایندهای تولید	مراحل استفاده	سایر موارد	کل (کیلوگرم)
زغال سخت	A	E	B	-	۱۷۲۵
CO ₂	A	E	B	D	۶۷۵۰
NO _x	B	C	C	C	۹۰
فسفات ها	D	A	E	-	۲۸
AOX	D	A	E	D	۰/۶۱
پسماندهای شهری	D	A	E	D	۱۷۲
پسماندها	A	-	-	C	۱۷۵۰

در جدول ب-۴، مثال‌های مشابه سیاهه چرخه حیات برای نشان دادن هر ساختار احتمالی دیگری به کار رفته است. این جدول مثالی از ساختار دروندادها و برونادهای سیاهه چرخه حیات را در گروه-فرایندهای مختلف نشان می‌دهد.

جدول ب-۴ ماتریس ساختاری مرتب شده در گروه-فرایندها

درونداد/برونداد سیاهه چرخه حیات	تامین انرژی (کیلوگرم)	حمل و نقل (کیلوگرم)	سایر (کیلوگرم)	کل (کیلوگرم)
زغال سخت	۱۵۰۰	۷۵	۱۵۰	۱۷۲۵
CO ₂	۵۵۰۰	۱۰۰۰	۲۵۰	۶۷۵۰
NO _x	۶۵	۲۰	۵	۹۰
فسفات ها	۵	۱۰	۱۳	۲۸
AOX	۰/۰۱	-	۰/۶	۰/۶۱
پسماندهای شهری	۱۰	۱۲۰	۴۲	۱۷۲
پسماندها	۱۰۰۰	۲۵۰	۵۰۰	۱۷۵۰

سایر فنون مانند تعیین سهم نسبی و رتبه‌بندی معیار انتخابی توسط روش اجرایی نشان داده شده در جداول ب-۲ و ب-۳ دنبال می‌شود.

ب-۲-۵ جدول ب-۵ مثالی از دروندادها و برونادهای سیاهه چرخه حیات که بر اساس میزان تاثیر رتبه‌بندی شده، در گروه‌های واحد-فرایندها سازمان دهی شده‌اند و نشان دهنده گروه فرایندهای مختلف دروندادها و برونادهای سیاهه چرخه حیات هستند، نشان می‌دهد. درجه‌ی تاثیر با علائم زیر مشخص می‌شود:

A: بررسی مناسب ، امکان بهبود زیاد،

B: بررسی کم، امکان بهبود کم ، و

C: عدم بررسی.

جدول ب-۵ رتبه‌بندی درجه تاثیر بر روی دروندادها و برونادهای سیاهه چرخه حیات در گروه-فرایندها

درونداد/برونداد سیاهه چرخه حیات	شبکه نیرو	تامین انرژی	حمل و نقل	سایر	کل (کیلوگرم)
زغال سخت	C	A	B	B	۱۷۲۵
CO ₂	C	A	B	A	۶۷۵۰
NO _x	C	A	B	C	۹۰
فسفات ها	C	B	C	A	۲۸
AOX	C	B	-	A	۰/۶۱
پسماندهای شهری	C	A	C	A	۱۷۲
پسماندها	C	C	C	C	۱۷۵۰

ب-۲-۶ جدول ب-۶ مثالی از نتایج سیاهه چرخه حیات را نشان می‌دهد که در رابطه با ناهنجاری‌ها و نتایج پیش‌بینی نشده ارزیابی شده‌اند، در گروه‌های واحد-فرایندها سازمان دهی شده‌اند و نشان دهنده گروه-فرایندهای مختلف دروندادها و برونادهای سیاهه چرخه حیات می‌باشند. ناهنجاری‌ها و نتایج پیش‌بینی نشده با علامت‌های زیر نشان داده می‌شوند.

● : نتایج پیش‌بینی نشده ، یعنی سهم خیلی زیاد یا خیلی کم،

: ناهنجاری به عبارت دیگر انتشار معین در جایی که انتظار انتشار در آن محل نمی‌رود، و

O : بدون توضیح.

ناهنجاری‌ها می‌تواند نشانگر خطا در محاسبات یا انتقال داده‌ها باشد. بنابراین بایستی این موارد به دقت بررسی شوند. بررسی نتایج سیاهه چرخه حیات یا نتایج ارزیابی پیامد چرخه حیات، قبل از نتیجه‌گیری توصیه می‌شود.

جدول ب-۶ علامتگذاری ناهنجاری‌ها و نتایج پیش‌بینی نشده دروندادها و برونادهای سیاهه چرخه حیات
فرایند-گروه‌ها

درونداد/برونداد سیاهه چرخه	شبکه نیرو	تامین انرژی	حمل و نقل	سایر موارد	کل (کیلوگرم)
-------------------------------	-----------	-------------	-----------	------------	-----------------

حیات					
زغال سخت	O	●	O	O	۱۷۲۵
CO ₂	O	●	O	O	۶۷۵۰
NO _x	O	O	O	O	۹۰
فسفات ها	O	#	O	O	۲۸
AOX	O	O	O	O	۰/۶۱
پسماندهای شهری	●	O	●	O	۱۷۲
پسماندها	O	O	O	O	۱۷۵۰

ب-۲-۷ مثال ارایه شده در جدول ب-۷، یک فرایند ساختاری ممکن را بر اساس نتایج ارزیابی پیامد چرخه حیات نشان می‌دهد. این مثال همچنین نتیجه شاخص رده، عامل بالقوه گرم شدن جهانی (GWP₁₀₀)، که در گروه‌های واحد-فرایندها سازماندهی شده‌اند، نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل سهم‌های مواد ویژه در نتایج شاخص رده حاصل از جدول ب-۷، فرایندها یا مراحل چرخه حیات با بیشترین سهم را مشخص می‌کند.

جدول ب-۷ سازماندهی نتیجه شاخص رده (GWP₁₀₀) در برابر مراحل چرخه حیات

عامل بالقوه گرم شدن جهانی حاصل از	تولید مواد (کیلوگرم) معادل CO ₂	فرایندهای تولید (کیلوگرم) معادل CO ₂	مراحل استفاده (کیلوگرم) معادل CO ₂	سایر موارد (کیلوگرم) معادل CO ₂	GWP کل (کیلوگرم) معادل CO ₂
CO ₂	۵۰۰	۲۵۰	۱۸۰۰	۲۰۰	۲۷۵۰
CO	۲۵	۱۰۰	۱۵۰	۲۵	۳۰۰
CH ₄	۷۵۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۰۵۰
N ₂ O	۱۵۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۵۰	۱۸۰۰
CF ₄	۱۹۰۰	۲۵۰	-	-	۲۱۵۰
سایر	۲۰۰	۱۵۰	۱۲۰	۸۰	۵۵۰
کل	۴۸۷۵	۹۰۰	۲۳۲۰	۵۰۵	۸۶۰۰

جدول ب-۸ سازماندهی نتیجه شاخص رده (GWP₁₀₀) در برابر مراحل چرخه حیات، بیان شده بر حسب درصد

عامل بالقوه گرم شدن جهانی حاصل از	تولید مواد	فرایندهای تولید	مراحل استفاده	سایر موارد	GWP کل
%	%	%	%	%	%

CO ₂	۵/۸	۲	۲۰/۹	۲/۳	۳۱/۹
CO	۰/۳	۱/۱	۱/۷	۰/۳	۳/۴
CH ₄	۸/۷	۰/۶	۱/۲	۱/۸	۱۲/۳
N ₂ O	۱۷/۴	۱/۲	۱/۸	۰/۶	۲۱
CF ₄	۲۲/۱	۲/۹	-	-	۲۵/۰
سایر	۲/۴	۱/۷	۱/۴	۰/۹	۶/۴
کل	۵۶/۷	۱۰/۴	۲۷	۵/۹	۱۰۰

به علاوه، موضوعات روش‌شناختی می‌تواند با به‌کارگیری انتخاب‌های مختلف به عنوان دستورالعمل، مورد توجه قرار گیرد. تاثیر مواردی نظیر قواعد تخصیص و انتخاب‌های میان‌بر می‌تواند به آسانی، با نشان دادن نتایج موازی با نتایج مربوط به سایر فرضیه‌ها، یا اندازه‌گیری مواد منتشره که واقعا اتفاق می‌افتد، آزمایش شود.

به همین روش، تاثیر مولفه‌های ویژه‌سازی برای ارزیابی پیامد چرخه حیات (مثلا GWP₁₀₀ در مقابل GWP₅₀₀) یا انتخاب مجموعه داده‌ها برای نرمال‌سازی و وزن دهی، در صورت کاربرد، می‌تواند به وسیله نشان دادن اختلاف در تاثیر فرضیه‌های مختلف بر روی نتایج، بیان شود.

ب-۲-۸ به طور خلاصه هدف عناصر شناسایی فراهم کردن یک رویکرد سازمان‌یافته برای ارزیابی بعدی داده‌های مطالعه، اطلاعات و یافته‌ها می‌باشد. توصیه می‌شود موارد زیر مورد توجه قرار گیرند:

- داده‌های اختصاصی سیاهه: مواد منتشر شده، منابع ماده و انرژی، پسماند و غیره،

- فرایندهای اختصاصی، واحد-فرایندها یا گروه‌های راجع به آن،

- مراحل اختصاصی چرخه حیات، و

- شاخص‌های رده اختصاصی.

ب-۳ مثال‌هایی از عنصر ارزیابی

ب-۳-۱ کلیات

عنصر ارزیابی و عنصر شناسایی، روش‌های اجرایی هستند که همزمان اجرا می‌شوند. به‌وسیله یک روش اجرایی تکراری، چندین موضوع و هدف، به منظور تعیین اعتبار و پایداری نتایج حاصل از عنصر شناسایی با جزئیات بیشتر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

ب-۳-۲ بررسی کامل بودن

بررسی کامل بودن سعی دارد تا اطمینان دهد که داده‌ها و اطلاعات کامل لازم حاصل از تمام مراحل، مورد استفاده قرار گرفته‌اند و برای تفسیر در دسترس می‌باشند. به علاوه، خلاء^۱ داده‌ها شناسایی شده و نیاز به کامل کردن به دست آوری داده‌ها ارزیابی می‌شود. عنصر شناسایی یک اساس با ارزش برای این

1-Gaps

ملاحظات است. جدول ب-۹ مثالی از بررسی کامل بودن را برای یک مطالعه شامل مقایسه بین دو انتخاب A و B نشان می‌دهد. با این وجود، کامل بودن می‌تواند فقط یک مقدار تجربی باشد، که اطمینان می‌دهد هیچ جنبه مهمی فراموش نشده است.

جدول ب-۹ خلاصه بررسی کامل بودن

واحد-فرآیند	انتخاب A	کامل شده ؟	اقدام لازم	انتخاب B	کامل شده ؟	اقدام لازم
تولید مواد	X	بله		X	بله	
تامین انرژی	X	بله		X	خیر	دوباره محاسبه کنید
حمل و نقل	X	؟	سیاهه را بررسی کنید	X	بله	
فراوری	X	خیر	سیاهه را بررسی کنید	X	بله	
بسته بندی	X	بله		-	خیر	با A مقایسه کنید
کاربرد	X	؟	با B مقایسه کنید	X	بله	
پایان عمر	X	؟	با B مقایسه کنید	X	؟	با A مقایسه کنید
X: داده‌های در دسترس. -: داده‌ها موجود نمی‌باشند.						

نتایج حاصل از جدول ب-۹، نشان می‌دهد که چندین کار باید انجام گیرد. در حالت محاسبه مجدد یا بررسی مجدد سیاهه اولیه، یک چرخه بازخورد لازم است. برای مثال، در حالت مربوط به یک محصول برای حالتی که مدیریت پسماند شناخته شده نیست، یک مقایسه بین دو انتخاب ممکن، اجرا می‌شود. این مقایسه ممکن است منجر به یک مطالعه عمیق‌تر مدیریت پسماند شود، یا منجر به این نتیجه‌گیری شود که اختلاف بین دو جایگزین مهم نیست یا مرتبط با هدف و دامنه ارائه شده نمی‌باشد. اساس این بازرسی استفاده از یک لیست کنترل شامل پارامترهای سیاهه لازم (مانند منتشر شده‌ها، منابع انرژی و مواد، پسماند) می‌باشد که برای مراحل چرخه حیات و فرایندها، به علاوه شاخص‌های رده و غیره لازم است.

ب-۳-۳ بررسی حساسیت

تجزیه و تحلیل حساسیت (بررسی حساسیت) سعی دارد تا تاثیر تنوع‌ها را بر روی فرضیه‌ها، روش‌ها و داده‌ها را بر روی نتایج تعیین کند. اساسا حساسیت مهمترین موضوعات شناسایی شده، بررسی می‌شوند. روش اجرایی تجزیه و تحلیل حساسیت، یک مقایسه بین نتایج بدست آمده با استفاده از فرضیه‌ها، روش-

ها یا داده‌های حاصل شده با نتایج به دست آمده با استفاده از فرضیه‌ها، روش‌ها یا داده‌های تغییر داده شده است.

در تجزیه و تحلیل حساسیت، تاثیر بر روی نتایج ناشی از تغییر دادن فرضیه‌ها و داده‌ها در یک گستره (مثلاً ± 25 درصد) بررسی می‌شود. سپس هر دو نتیجه با هم مقایسه می‌شوند. حساسیت می‌تواند به صورت درصد تبدیل یا به صورت انحراف مطلق نتایج بیان شود. بر این اساس، تبدیلات مهم در نتایج (مثلاً بزرگتر از ۱۰٪) می‌تواند مشخص شود.

علاوه بر این، اجرای تجزیه و تحلیل حساسیت می‌تواند در تعریف هدف و دامنه لازم باشد یا در طول مطالعه بر اساس تجربه یا فرضیه اندازه‌گیری شود. در مثال‌های زیر فرضیه‌ها، روش‌ها یا داده‌ها، تجزیه و تحلیل حساسیت ممکن است با ارزش باشد:

- قواعد تخصیص؛
- معیار میان‌بر؛
- تنظیم مرز و تعریف سیستم؛
- برآوردها و فرضیه‌های مربوط به داده‌ها؛
- انتخاب رده پیامد؛
- تعیین نتایج سیاهه (طبقه‌بندی)؛
- محاسبه نتایج شاخص رده (ویژه‌سازی)؛
- داده‌های نرمال شده؛
- داده‌های وزن دهی شده؛
- روش وزن دهی؛
- کیفیت داده‌ها.

جداول ب-۱۰، ب-۱۱ و ب-۱۲ نشان می‌دهد که چگونه بررسی حساسیت می‌تواند بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل حساسیت ناشی از سیاهه چرخه حیات و ارزیابی پیامد چرخه حیات اجرا شود.

جدول ب-۱۰ بررسی حساسیت بر اساس روش تخصیص

اختلاف	انتخاب B	انتخاب A	زغال سخت مورد نیاز
۴۰۰	۸۰۰	۱۲۰۰	تخصیص توسط جرم
۰	۹۰۰	۹۰۰	تخصیص توسط ارزش اقتصادی
۴۰۰	+۱۰۰	-۳۰۰	انحراف

انحراف %	-۲۵	+۱۲/۵	مناسب
حساسیت %	۲۵	۱۲/۵	

می‌توان از جدول ب-۱۰، چنین نتیجه‌گیری کرد که تخصیص تاثیر به سزایی دارد، و تحت این شرایط هیچ اختلاف واقعی بین انتخاب A و B وجود ندارد.

جدول ب-۱۱ بررسی حساسیت بر روی عدم قطعیت داده‌ها

زغال سخت مورد نیاز	تولید ماده	فرایند تولید	مراحل استفاده	کل
حالت پایه	۲۰۰	۲۵۰	۳۵۰	۸۰۰
فرضیه تغییر داده شده	۲۰۰	۱۵۰	۳۵۰	۷۰۰
انحراف	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰
انحراف %	۰	-۴۰		-۱۲/۵
حساسیت %	۰	۴۰	۰	۱۲/۵

می‌توان از جدول ب-۱۱ چنین نتیجه‌گیری کرد که تغییرات مهمی روی می‌دهد و اختلافها، نتایج را تغییر می‌دهند. اگر عدم قطعیت تاثیر مهمی داشته باشد، لزوم جمع‌آوری دوباره داده‌ها مشخص می‌شود.

جدول ب-۱۲ بررسی حساسیت بر روی داده‌های ویژه‌سازی

درونداد/تاثیر داده‌های GWP	انتخاب A	انتخاب B	اختلاف
امتیاز $GWP=100$ معادل CO_2	۲۸۰۰	۳۲۰۰	۴۰۰
امتیاز $GWP=500$ معادل CO_2	۳۶۰۰	۳۴۰۰	-۲۰۰
انحراف	+۸۰۰	+۲۰۰	۶۰۰
انحراف %	+۲۸/۶	+۶/۲۵	مهم
حساسیت %	۲۸/۶	۶/۲۵	

می‌توان از جدول ب-۱۲ چنین نتیجه‌گیری کرد که تغییرات مهمی روی می‌دهد، فرضیه‌های تغییر یافته، می‌تواند نتایج را تغییر دهند و یا حتی برعکس کنند، و اختلاف بین انتخاب‌های A و B کوچکتر از مقدار قابل پیش‌بینی است.

ب-۳-۴ بررسی سازگاری

بررسی سازگاری سعی دارد تا تعیین کند که آیا فرضیه‌ها، روش‌ها، الگوها و داده‌ها در طول چرخه حیات محصول، یا بین چندین انتخاب مختلف، سازگار هستند. به عنوان مثال تضادها عبارتند از:

الف- اختلافها در منابع داده‌ها؛ به عنوان مثال انتخاب A بر اساس منابع نوشته شده مبتنی است، در حالی که انتخاب B بر پایه داده‌های اولیه مبتنی است؛

ب- اختلافها در صحت داده‌ها؛ به عنوان مثال انتخاب A یک فرایند مفصل‌تر و توصیف فرایند در دسترس است، در حالی که انتخاب B به عنوان یک سیستم انباشته شبیه جعبه سیاه است؛

پ- اختلافها در پوشش تکنولوژی؛ به عنوان مثال داده‌های انتخاب A بر اساس فرایندهای تجربی (مانند کاتالیزور جدید با اثربخشی بیشتر روی طرح آزمایشی) مبتنی است، در حالی که داده‌های انتخاب B بر اساس تکنولوژی موجود با مقیاس بزرگ مبتنی است؛

ت- اختلافها در پوشش زمانی؛ به عنوان مثال داده‌های انتخاب A یک تکنولوژی پیشرفته جدید را توصیف می‌کند، در حالی که انتخاب B به کمک ترکیبی از تکنولوژی‌ها از جمله ساختار جدید و طرح-های قدیمی تعریف می‌شود؛

ث- اختلافها در عمر داده‌ها؛ به عنوان مثال عمر داده‌ها در انتخاب A، ۵ سال است در حالی که در انتخاب B داده‌ها اخیراً انتخاب شده‌اند؛

ج- اختلافها در پوشش جغرافیایی؛ به عنوان مثال داده‌ها در انتخاب A ترکیبی از تکنولوژی اروپایی را توصیف می‌کند، در حالی که انتخاب B یک کشور عضو اتحادیه اروپا را با خط مشی حفاظت از محیط زیست با سطح بالا، یا یک کارخانه را توصیف می‌کند.

برخی از این تناقض‌ها ممکن است در راستای تعریف هدف و دامنه اصلاح شود. در سایر موارد، اختلاف-های مهمی وجود دارد، و تاثیر و اعتبار آنها باید قبل از نتیجه‌گیری و ارائه توصیه‌ها در نظر گرفته شود.

جدول ب-۱۳ مثالی از نتایج بررسی سازگاری را در مطالعه سیاهه چرخه حیات نشان می‌دهد.

جدول ب-۱۳ نتایج یک بررسی سازگاری

بررسی	انتخاب A	انتخاب B		A را با B مقایسه کنید	اقدام
منبع داده	منابع نوشته شده ✓	اولیه	✓	سازگار	هیچ اقدامی نکنید
صحت داده	خوب ✓	ضعیف	عدم مطابقت با هدف و	عدم سازگاری	ب را بازنگری کنید

		دامنه				
هیچ اقدامی نکنید	سازگار	✓	۳ سال	✓	۲ سال	عمر داده
هدف مطالعه =اقدامی نکنید	عدم سازگاری	✓	واحد آزمایشی	✓	جدیدترین تکنولوژی	پوشش تکنولوژی
هیچ اقدامی نکنید	سازگار	✓	واقعی	✓	اخیر	پوشش مرتبط با عمر
هیچ اقدامی نکنید	سازگار	✓	ایالات متحده امریکا	✓	اروپا	پوشش جغرافیایی

کتابنامه

[۱] استاندارد ایران / ایزو ۱۴۰۵۰: سال ۱۳۸۵، مدیریت زیست محیطی-واژه نامه.

[2] ISO 9000:2005, Quality management systems- Fundamentals and vocabulary

[3] ISO 14001:2004, Environmental management systems — Requirements with guidance for use.

[4] ISO 14021, Environmental labels and declarations — Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling).

[5] ISO/TR 14047, Environmental management — Life cycle impact assessment — Examples of application of ISO 14042.

[6] ISO/TS 14048, Environmental management — Life cycle assessment — Data documentation format.

[7] ISO/TR 14049, Environmental management — Life cycle assessment — Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis.

ICS: 13.020.10 ; 13.020.60

صفحه : ۵۴
