INSO
21450
1st.Edition
2017

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

استاندارد ملی ایران
۲۱۴۵۰
چاپ اول
۱۳۹۵

محصولات زیست‌پایه- ارزیابی چرخه حیات

دارای محتوای رنگی

Bio-based products — Life Cycle Assessment

ICS: 13.020.60

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸- ۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: http://www.isiri .gov.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

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

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

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

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«محصولات زیست‌پایه-ارزیابی چرخه حیات»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
رجبی، اکبر (دکتری محیط زیست)	مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی
دبیر:	
رحیم‌اوقلی، شاهین (کارشناسی ارشدمحیط زیست-ارزیابی و آمایش سرزمین)	شرکت پیشگامان کیفیت هستی آذر
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اسدی قشلاق، یعقوب (دکتری شیمی)	کشت وصنعت تکدانه
اخیاری، شهاب (دکتری شیمی)	اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی
بنی‌تراب، فرانک (کارشناسی ارشد شیمی)	شرکت آب و فاضلاب روستایی
جعفری، اکرام (کارشناسی ارشد شیمی)	سازمان حفاظت محیط زیست
غفاری، زهرا (کارشناسی ارشد مدیریت کشاورزی)	اداره کل حفاظت محیط زیست آذریاجان شرقی
فخری، محمدرضا (کارشناسی ارشد محیط زیست)	شرکت آب و فاضلاب شهری استان آذربایجان‌شرقی
قدیمی، فریده (کارشناسی ارشد شیمی)	اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی
قیصری، تقی (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت فنی خدماتی سرمد تبریز
کاظمیان، نعیمه (کارشناسی ارشد شیمی)	شرکت آب و فاضلاب شهری استان آذربایجان‌شرقی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
مرادی‌کیا، سعید (کارشناسی ارشد بازیافت پسماندهای چوب و کاغذ)	سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران
مختاری اصل، ابوالفضل (دکتری منابع طبیعی-مرتع‌داری)	اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری آذربایجان شرقی
مقدس، جعفرصادق (دکتری مهندسی شیمی)	دانشگاه صنعتی سهند
ملازاده، میکائیل (دکتری شیمی)	اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی
هراتی، حبیبه (کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست و منابع طبیعی)	سازمان مدیریت پسماندهای شهرداری تبریز

ویراستار:

قدیمی، فریده (کارشناسی ارشد شیمی)	اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار	ز
مقدمه	ح
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۴ روش‌شناسی ارزیابی چرخه حیات محصولات زیست‌پایه	۲
۵ موجودی چرخه حیات (LCI)	۸
۶ LCIA- ارزیابی پیامدهای چرخه حیات	۲۳
۷ تفسیر و گزارش‌دهی LCA	۲۷
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) مثالی از تخصیص گلیسرول	۲۹
پیوست ب (آگاهی‌دهنده) مثال‌هایی از محاسبه و ارتباطات جریان‌های فسیل و کربن زیست‌زاد	۳۰
پیوست پ (آگاهی‌دهنده) مثال‌هایی از رده‌های پیامد و شاخص‌های پیامد	۳۴
کتاب‌نامه	۳۷

پیش‌گفتار

استاندارد «محصولات زیست‌پایه- ارزیابی چرخه حیات» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یکصد و پنجاه و سومین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۲ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

BS EN 16760: 2015, Bio-based products - Life Cycle Assessment

مقدمه

استفاده از محصولات زیست‌پایه[1] مانند کاغذ، مقوا، مواد شیمیایی و مواد مختلف به دست آمده از منابع جنگلی و کشاورزی سابقه‌ای طولانی دارند. دهه‌های اخیر شاهد ظهور محصولات زیست‌پایه جدیدی در بازار بوده است. مزایای این محصولات از نظر کاهش منابع فسیلی و تغییرات اقلیمی از جمله دلایل توجه روزافزون به آنها محسوب می‌شود. محصولات زیست‌پایه می‌توانند ویژگی‌های[2] افزوده‌ای به محصول ببخشند. این نکته موجی از نوآوری همراه با تکوین دانش و فنّآوری‌هایی را به راه انداخته است که فرآیندهای جدید تغییرشکل[3] و تکوین محصول را امکان‌پذیر می‌سازد.

علم بر نیاز به استانداردهای مشترک برای محصولات زیست‌پایه، منجر به یک سری از استانداردها با تمرکز بر محصولات زیست‌پایه غیر از مواد غذایی، خوراک و زیست‌توده برای کاربردهای انرژی شد.

استانداردهای «محصولات زیست‌پایه» مبنای مشترکی بر اساس جنبه‌های زیر فراهم می‌کند:

- اصطلاحات معمول؛
- تعیین محتوای زیست‌پایه؛
- ارزیابی چرخهٔ حیات (LCA)[4]؛
- جنبه‌های پایداری[5]؛
- تهیهٔ اظهارنامه[6].

درک اصطلاح محصول زیست‌پایه و چگونگی استفاده از آن، اهمیت زیادی دارد. اصطلاح «زیست‌پایه» به معنی مشتق شده از زیست‌توده[7] است. محصولات زیست‌پایه (بطری‌ها، مواد عایق، چوب و محصولات چوبی، کاغذ، حلال‌ها، واسطه‌های شیمیایی، مواد کامپوزیتی، و غیره) محصولاتی هستند که به‌طورکامل یا جزئی از زیست‌توده مشتق شده‌اند. مشخص کردن مقدار زیست‌توده موجود در محصول از طریقِ برای مثال محتوای زیستی آن یا مقدارکربن زیستی آن، ضروری است.

محتوای زیست‌پایهٔ محصول، اطلاعاتی را در خصوص پیامدهای زیست‌محیطی یا پایایی آن، که به‌طورمعمول از طریق معیارهای ارزیابی چرخهٔ حیات (LCA) و پایایی سنجیده شود، فراهم نمی‌آورد. علاوه‌براین، چارچوب همسانی برای صدورگواهی[8] و اظهار، موجب تسهیل تبادل اطلاعات شفاف و بدون ابهام در زنجیره‌های ارزش زیست‌پایه[9] می‌شود.

1- Bio-based products
2 -Functionalities
3 -Transformation
4 - Life Cycle Assessment
5 - Sustainability
6 - Declaration
7- Biomass
8-Certification
9 -Bio-based value chains

این استاندارد، با هدف فراهم کردن الزامات و راهنمایی ارزیابی چرخهٔ حیات برای محصولات زیست‌پایه بر مبنای استانداردهای ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ و ۱۴۰۴۴ تدوین شده است.

هرچند مواد غذایی، خوراک و انرژی در دامنه کمیته تدوین کننده این استاندارد نیست، ولی بهتر است در ارزیابی چرخهٔ حیات محصولات زیست‌توده و زیست‌پایه، صرف‌نظر از کاربرد آنها از همان اصول پیروی شود.

این استاندارد، آگاهی و راهنمایی درباره ارزیابی چرخهٔ حیات و کاربردهایی شامل قوانین رده‌بندی محصولات (PRC)[1] ارائه می‌دهد. ارزیابی چرخهٔ حیات که بر اساس این استاندارد انجام شده است، می‌تواند به‌عنوان پایه‌ای برای ارزیابی معیارهای خاص که در استاندارد EN 16751 آمده است، مورد استفاده قرار گیرد.

1 - Product Category Rules

محصولات زیست‌پایه- ارزیابی چرخه حیات

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات و راهنمایی ارزیابی چرخهٔ حیات در محصولات زیست‌پایه، به استثناء مواد غذایی، خوراک و انرژی بر پایه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ و ۱۴۰۴۴ است.

این استاندارد برای محصولات زیست‌پایه که به طور کامل یا جزئی از زیست‌توده مشتق شده‌اند، کاربرد دارد.

این استاندارد راهنما و الزامات ارزیابی تاثیر چرخهٔ حیات محصولات زیست‌پایه را با تمرکز بر چگونگی کار با ویژگی‌های بخش زیست‌پایه محصول ارائه می‌دهد.

کاربردهای ارزیابی چرخهٔ حیات در دامنه این استاندارد نیست. توضیحات، ملاحظات، روش‌های کار، ساده‌سازی‌ها و گزینه‌هایی برای کاربردهای مختلف نیز فراتر از دامنه این استاندارد است. علاوه بر این، این استاندارد ممکن است در مطالعاتی که کل چرخهٔ حیات را پوشش نمی‌دهد، برای مثال اطلاعات B2B[1] مانند مطالعات گهواره تا دروازه[2]، مطالعات دروازه تا دروازه[3]، و بخش‌های خاص چرخهٔ حیات (مانند مدیریت پسماند، اجزای یک محصول) نیز کاربرد داشته باشد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

---

1 - Business-to-Business

2 - Cradle-to-gate

اصطلاحی برای ارزیابی بخشی از چرخهٔ عمر محصول از مرحلهٔ استخراج از طبیعت (گهواره) تا در کارخانه (دروازه)

3 - Gate-to-Gate

اصطلاحی برای ارزیابی بخشی از چرخهٔ عمر محصول (مراحل میانی) از مرحلهٔ ورود به کارخانه (فرآوری) تا خروج از کارخانه. آخرین مرحله عبارت است از «Gate-to-Grave» که «دروازه تا گور» نامیده می‌شود و شامل مرحلهٔ مصرف تا وارهایی و بازیافت است.

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰: سال ۱۳۸۶، مدیریت زیست محیطی -ارزیابی چرخه حیات - اصول و چارچوب

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴: سال ۱۳۸۶، مدیریت زیست محیطی -ارزیابی چرخه حیات - الزامات و راهنمایی‌ها

2-3 EN 16575, Bio-based products - Vocabulary

2-4 EN ISO 14025 Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations – Principles and procedures (ISO 14025)

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استانداردهای ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ و ۱۴۰۴۴ و استاندارد EN 16575 به کار می‌رود.

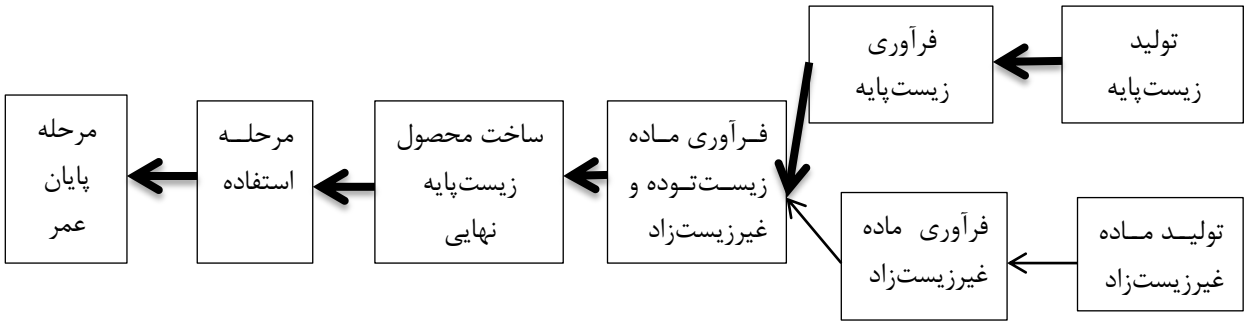
۴ روش‌شناسی ارزیابی چرخه حیات محصولات زیست‌پایه

۴-۱ توصیف کلی یک LCA

توصیف کلی ارزیابی چرخهٔ حیات در بند ۴ (زیربند ۴-۱: اصول ارزیابی چرخهٔ حیات، زیربند ۴-۲: مراحل یک ارزیابی چرخهٔ حیات، زیربند ۴-۳ : خصوصیات کلیدی، زیربند ۴-۴: سامانه محصول) استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ تعریف شده است.

۴-۲ جنبه‌های کلی ارزیابی چرخهٔ حیات برای محصولات زیست‌پایه

هرچند ارزیابی چرخهٔ حیات یک محصول زیست‌پایه باید کل محصول را، نه فقط بخش زیست‌پایه را پوشش دهد (شکل ۱)، بااین‌حال این استاندارد بر چگونگی کار بر ویژگی‌های بخش زیست‌پایه محصول متمرکز است.



شکل۱- مثالی از سامانه تولید محصول زیست‌پایه که شامل مواد اولیه زیست‌توده و همچنین ماده غیرزیست‌زاد است.

یادآوری۱- در شکل ۱، مربع‌هایی که با پیکان پررنگ به یکدیگر متصل شده‌اند، جریان محصولات زیست‌پایه (که به‌طور کامل یا جزئی از زیست‌توده مشتق شده‌اند) را نشان می‌دهد که می‌تواند مواد خام، محصولات واسطه و محصولات نهایی باشند.

یادآوری۲- به منظور ساده‌سازی، مراحل انتقال در شکل ۱ گزارش نشده است، اما انتقال می‌تواند مابین هر فرآیند واحد روی دهد.

این استاندارد، الزامات و راهنمایی‌های تکمیلی برای محصولات زیست‌پایه در مورد هدف و دامنه (زیربند ۴-۳)، موجودی چرخهٔ حیات (LCA)[1] (بند۵)، ارزیابی پیامد چرخهٔ حیات، LCIA[2] (بند ۶) و تفسیر و گزارش‌دهی (بند ۷) ارائه می‌دهد.

ارزیابی چرخهٔ حیات محصولات زیست‌پایه باید شامل چهار مرحلهٔ LCA باشد. الزامات و رهنمودهای ارزیابی چرخهٔ حیات در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۴۰۴۴ ارائه شده است.

در این استاندارد، رهنمودهای تکمیلی در موارد زیر ارائه می‌شود که می‌تواند به دلیل منشأ زیست‌توده‌ای، برای محصولات زیست‌پایه مهم باشد:

- محدودهٔ کاربرد جغرافیایی (به زیربند ۵-۲-۲ مراجعه شود) و زمان‌بندی (به زیربند ۵-۲-۳ مراجعه شود) باید معرف مرحلهٔ برداشت زیست‌توده با در نظر گرفتن ویژگی‌های کشاورزی، جنگلی و مرتعی، و شیلاتی باشد؛
- روش‌های تخصیص (به زیربند ۵-۳ مراجعه شود)، به دلیل این که در مراحل تولید، به طور معمول محصولات همراه[3] هم تولید می‌شود؛
- ملاحظاتی برای جریان منابع اولیه[4] (به زیربند ۵-۴-۱ مراجعه شود)؛
- گردآوری داده‌ها و مدل‌سازی برای کاربری زمین (به زیربند ۵-۴-۲ مراجعه شود)، استفاده از آب (به زیربند ۵-۴-۳ مراجعه شود)، و جریان‌های کربن زیست‌زاد و فسیلی (به زیربند ۵-۵ مراجعه شود)؛
- مدل‌سازی سامانه‌های کشاورزی، جنگلی و شیلاتی (به زیربند ۵-۶ مراجعه شود)؛
- الزامات موجودی و مدل‌سازی برای پایان حیات محصولات زیست‌پایه (به زیربند ۵-۶-۴ مراجعه شود).

این مجموعه استانداردها در مورد حوزه‌های صنعتی محصولات زیست‌پایه کاربرد دارد و مواد غذایی، خوراک و انرژی در دامنه این استاندارد نیستند. با وجود این، راهنمایی‌ها و الزامات ارزیابی چرخهٔ حیات را که در این استاندارد ارائه شده‌اند، صرفنظر از کاربرد، می‌توان به هر محصول مشتق شده از زیست‌توده به‌کار برد.

---

1 - Life Cycle Inventory
2 - Life Cycle Impact Assessment
3 - Co-products
4 - Resource elementary flows
ورود منابع اولیهٔ زیست‌محیطی مانند انرژی و موادی که توسط انسان فرآوری نشده‌اند، به چرخهٔ حیات مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

۴-۳ هدف و دامنه کاربرد مطالعه ارزیابی چرخهٔ حیات

۴-۳-۱ هدف مطالعه ارزیابی چرخهٔ حیات

به هنگام تعریف هدف و دامنه کاربرد مطالعه ارزیابی چرخهٔ حیات، الزامات ارائه شده در استانداردهای ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ و ۱۴۰۴۴ باید اعمال شود.

در مورد نحوهٔ اعمال بهترین ارزیابی چرخهٔ حیات، تنها یک راه حل وجود ندارد. نحوهٔ ارزیابی به هدف ارزیابی چرخهٔ حیات و به اندازهٔ سازمان، محصولات آن، راهبرد، سامانه‌های داخلی، ابزار و روش‌ها و برنامه‌های خارجی بستگی دارد.

در تعریف هدف ارزیابی چرخهٔ حیات، موارد زیر باید به‌وضوح بیان شود:

- کاربرد مورد نظر مطالعه؛
- دلایل انجام مطالعه؛
- مخاطبان مورد نظر، یعنی قرار است نتایج مطالعه به چه کسانی اعلام شود؛
- آیا قرار است نتایج در بیانیه مقایسه‌ای[1] که برای اعلام به عموم در نظر گرفته شده است، به‌کار رود.

۴-۳-۲ دامنه مطالعه ارزیابی چرخهٔ حیات

۴-۳-۲-۱ کلیات

دامنه باید چنان با دقت تعریف شود تا اطمینان حاصل شود که وسعت، عمق و جزئیات مطالعه برای رسیدن به هدف بیان شده، سازگار و مناسب است. علاوه بر تعریف دامنه مطالعه ارزیابی چرخهٔ حیات در زیربند ۴-۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴، محدودیت‌ها، فرضیه‌ها و روش‌های ارزیابی خاص موضوع برای محصولات زیست‌پایه بهتر است توضیح داده شوند (مانند مفروضات مرحله استفاده، مرحله پایان حیات، انبارش کربن).

در برخی موارد، ممکن است هدف و دامنه مطالعه به دلیل محدودیت‌های پیش‌بینی نشده، قیدها یا در نتیجهٔ دریافت اطلاعات تکمیلی، تجدید نظر شود. اصلاحات بهتر است به همراه توجیه آنها مستند شود. باید تعیین شود که مطالعه ارزیابی چرخهٔ حیات شامل چه رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و مدل‌های ویژه‌سازی (تمایز) است. انتخاب رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و مدل‌های ویژه‌سازی به‌کار رفته در روش‌شناسی LCIA باید با هدف مطالعه و موردنظر توصیف شده در زیربند ۴-۴-۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ مطابقت داشته باشد.

---

1 - Comparative assertion

بیانیه‌ای که در آن برتری یا برابری یک محصول در مقایسه با یک محصول رقیب که همان کار را انجام می‌دهد، گزارش می‌شود.

هرگونه نهاده ورودی فنی برای تأسیس و مدیریت سیستم تولید کنندهٔ زیست‌توده در محدوده مرز سامانه در نظر گرفته می‌شود و بنابراین بخشی از ارزیابی چرخهٔ حیات ماده زیست‌پایه است.

۴-۳-۲-۲ کارکرد، واحد کارکردی و جریان‌های مرجع

در تعریف واحد عملیاتی، الزامات بیان شده در زیربند ۵-۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ و زیربند ۴-۲-۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ باید اعمال شود.

دامنه ارزیابی چرخهٔ حیات باید به‌وضوح کارکردهای (مشخصه‌های عملکرد) سامانه محصول مورد مطالعه را مشخص کند. واحد عملیاتی باید با هدف و دامنه مطالعه سازگار باشد. یکی از اهداف اولیه واحد عملیاتی فراهم کردن مرجعی است که داده‌های نهاده و ستاده باهم مرتبط باشند. لازم است این مرجع از مبنای مشترکی برای قابلیت مقایسه نتایج ارزیابی چرخهٔ حیات، به‌ویژه به هنگام ارزیابی سامانه‌های مختلف اطمینان ایجاد کند. بنابراین، واحد عملیاتی باید به‌وضوح تعریف شود و قابل اندازه‌گیری باشد. یک جریان مرجع مناسب باید در ارتباط با واحد عملیاتی تعریف شود. در ارتباط با این جریان، داده‌های نهاده و ستاده کمّی گردآوری شده باید برای تجزیه‌وتحلیل محاسبه شود. برای محصولات زیست‌پایه‌ای که واسطه هستند یا چندین کارکرد و خدمت ارائه می‌دهند، استفاده از یک جریان مرجع مانند وزن یا حجم (برای مثال ۱ kg محصول) و فراهم کردن اطلاعاتی که به وزن، وزن ناخالص و ... ماده خشک اشاره دارد، توصیه می‌شود.

مثال: در کارکرد خشک کردن دست‌ها، هم حوله کاغذی و هم سامانه خشک‌کن هوا مطالعه شدند. واحد عملیاتی انتخاب شده ممکن است برحسب تعداد جفت دست‌های یکسان خشک شده برای هر دو سامانه بیان شود. برای هر سامانه، تعیین جریان مرجع برای مثال میانگین جرم کاغذ یا میانگین حجم هوای داغ مورد نیاز برای خشک کردن یک جفت دست، امکان‌پذیر است. در هر دو سامانه، گردآوری موجودی فهرست نهاده‌ها و ستاده‌ها بر پایه جریان‌های مرجع امکان‌پذیر است. در ساده‌ترین سطح آن، در حالت حوله کاغذی، این امر به کاغذ مصرف شده مربوط است. در حالت خشک‌کن هوا، این امر به جرم هوای داغ مورد نیاز برای خشک کردن دست‌ها مربوط است (به زیربند ۵-۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ مراجعه شود).

۴-۳-۲-۳ مرز سامانه

در تعریف مرز سامانه، الزامات بیان شده در زیربند ۵-۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ و زیربند ۴-۲-۳-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ باید اعمال شود.

مرز سامانه باید به‌وضوح و به روشی بدون ابهام، ترجیحا به شکل نمودار گردشی توضیح داده شود. هرگونه استثناهای مراحل چرخهٔ حیات باید مستند و توضیح داده شود.

فن ارزیابی چرخهٔ حیات با توجیه مناسب ممکن است در مطالعاتی که مربوط به مطالعه LCA یا LCI نیستند، اعمال شود. مثال‌ها عبارتند از:

- مطالعات گهواره تا دروازه
- مطالعات دروازه تا دروازه

- بخش‌های خاصی از چرخهٔ حیات (برای مثال مدیریت پسماند، اجزای یک محصول).

۴-۳-۲-۴ معیارهای برچیده[1]

در استفاده از معیارهای برچیده برای تصمیم‌گیری برای دخالت دادن یا ندادن نهاده‌ها و ستاده‌ها، الزامات بیان شده در زیربند ۴-۲-۳-۳-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ باید اعمال شود.

انتخاب عناصر سامانه فیزیکی مورد نظر برای مدل‌سازی، بستگی به تعریف هدف و دامنه مطالعه، کاربرد و مخاطب مورد نظر، فرضیه‌های ارائه شده، داده‌ها و محدودیت‌های هزینه و معیارهای برچیده دارد. بهتر است مدل‌های مورد استفاده توصیف و سپس فرضیه‌های موجود برای انتخاب مشخص شوند. معیارهای برچیده مورد استفاده در یک مطالعه، بهتر است در کل مرحله تعریف هدف و دامنه به‌وضوح درک و تعریف شود. تاثیر روی خروجی مطالعه معیارهای برچیده انتخاب شده باید ارزیابی و در گزارش نهایی توصیف شود.

اصولاً، بهتر است همه جریان‌های ابتدایی و فن‌سپهری[2] به حساب آورده شود. در غیر این صورت، بهتر است جرم، انرژی و بارز بودن از لحاظ زیست‌محیطی[3] برای تعیین معیارهای برچیده مورد استفاده قرار گیرد. گزارش نهایی باید شامل برآورد کاملی بر مبنای موارد زیر باشد:

- جرم (بر حسب درصد جرم محصول): بهترین برآورد جرم همه اجزای به حساب آورده نشدهٔ محصول.
- انرژی (بر حسب درصد مصرف انرژی کل): بهترین برآورد انرژی همه اجزای به حساب آورده نشدهٔ نهاده‌ها.
- بارز بودن از لحاظ زیست‌محیطی: بهتر است تصمیم‌گیری در مورد معیارهای برچیده بر پایه اطلاعات مرتبط درباره پیامدهای زیست‌محیطی باشد. چنین اطلاعاتی می‌تواند برای مثال در برگه‌های داده‌های ایمنی[4] برای اثرات سم‌شناسی[5] و بوم‌سم‌شناسی[6] محصولی در نظر گرفته شود که در آن طبقه‌بندی ماده می‌تواند راهنمایی برای تعیین برچیده‌های احتمالی باشد. برای ارزیابی سایر پیامدهای محیطی مرتبط، بهتر است از سایر منابع اطلاعات نیز جستجو شود، برای مثال: اظهارنامه‌های انتشار، مستندسازی‌های تاییدی و غیره. در صورتی که ثابت شود نهاده‌هایی مانند انتقال کارکنان، یا انتقال مشتری‌ها اهمیت ناچیزی دارد، می‌تواند حذف شوند.

---

1 - Cut-off criteria
معیارهایی برای تعیین و کنارگذاشتن (برچیدن) مراحل چرخهٔ عمر محصول که تقریباً با محیط زیست نامرتبط است.
2 - Technosphere
3 - Environmental significance
4 - Safety Data Sheet (SDS)
5 - Toxicological
6 - Ecotoxicological

چنین ساده‌سازی‌هایی باید صریحا در گزارش مطالعه، بـه همـراه اسـتناد بـه مسـتندات حـاوی محاسـبات و فهرست نام هر جریانی که به حساب آورده نشده است، بیان شود.

۴-۳-۲-۵ روش‌شناسی LCIA و انواع پیامدها

باید تعیین شود که رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و مدل‌های تمایز در مطالعه ارزیـابی چرخـهٔ حیـات وارد شده‌اند. انتخاب رده‌های پیامد، شاخص‌های رده و مدل‌های تمایز مورد استفاده در روش‌شناسی LCIA بایـد با هدف مطالعه و خواسته شده طبق زیربند ۴-۴-۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ سازگار باشد.

یادآوری- این متن از زیربند ۴-۲-۳-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ کپی شده است.

۴-۳-۲-۶ کیفیت داده‌ها

الزامات کیفیت داده‌ها باید مشخص شود تا هدف و دامنـه LCA بـرآورده شـود و بهتـر اسـت مطـابق مفـاد زیربندهای ۴-۲-۳-۶-۲ و ۴-۲-۳-۶-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ باشد.

توصیه می‌شود داده‌های اولیه و ثانویه خاصِ محل به شکل مناسب و مطـابق هـدف و دامنـه مطالعـه، مـورد استفاده قرار گیرد. بهتر است انتخاب سطح جزئیات جغرافیایی، با هدف و استفاده مـورد نظـر LCA سـازگار باشد و از نظر دسترس‌پذیری و کیفیت داده‌ها توجیه شود.

۴-۳-۲-۷ مقایسهٔ بین سامانه‌ها

از آنجایی که این استاندارد، راهنمایی‌ها و الزامات اضافی‌تری برای محصولات زیست‌پایه ارائه می‌دهد، تعـادل سامانه‌های مقایسه‌شده باید قبل از تفسیر نتایج ارزیابی شود. در نتیجه، هدف مطالعه باید به روشـی تعریـف شود که بتوان سامانه‌ها را مقایسه کرد. سـامانه‌هـا بایـد بـا اسـتفاده از واحـد عملیـاتی یکسـان و ملاحظـات روش‌شناختی برابر، مانند مرز سامانه، کیفیت داده‌ها، روش‌های تخصیص، قوانین تصمیم‌گیری روی نهاده‌ها و ستاده‌های ارزیابی و ارزیابی پیامد، مقایسه شود. هرگونه تفاوت مابین سامانه‌ها با در نظر گرفتن پارامترها باید شناسایی و گزارش شود. اگر در نظر است مطالعه برای بیانیهٔ مقایسه‌ای که قرار است برای عموم مردم اعـلام شود مورد استفاده قرار گیرد، طرفین ذی‌نفع باید این ارزیابی را به عنوان یک بازنگری اساسی انجام دهند.

ارزیابی پیامد چرخهٔ حیات باید برای مطالعاتی که در نظر است برای بیانیه‌های مقایسه‌ای برای اعلام به عموم در نظر گرفته شده است، انجام شود.

اگر در نظر است بیانیه‌های مقایسه‌ای برای عموم مردم اعلام شود، الزامات تکمیلی بیـان شـده در اسـتاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ اعمال می‌شود.

۵ موجودی چرخهٔ حیات (LCI)

۵-۱ کلیات

تجزیه و تحلیل موجودی شامل روش‌های جمع‌آوری و محاسبه داده‌ها برای تعیین کمیت نهاده‌ها و ستاده‌های سامانه محصول است.

برای فرآیند انجام تجزیه و تحلیلِ موجودی از روش تکرار استفاده می‌شود. ضمن جمع‌آوری داده‌ها که درباره سامانه بیشتر یاد گرفته می‌شود، ممکن است الزامات یا محدودیت‌های داده‌های جدیدی شناسایی شود که برای برآورده شدن اهداف مطالعه ما را به تغییر در روش‌های جمع‌آوری داده‌ها ملزم کند. بعضی وقت‌ها، ممکن است موضوعاتی شناسایی شوند که بازنگری هدف و دامنه مطالعه را الزام کنند.

برای هر فرآیند واحدی که در مرز سامانه وارد شده است، داده‌های کمّی و کیفی باید جمع‌آوری شوند تا در موجودی وارد شوند. داده‌های جمع‌آوری شده از طریق اندازه‌گیری، محاسبه یا برآورد برای تعیین نهاده‌ها و ستاده‌های یک فرآیند واحد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اگر داده‌ها از منابع عمومی گردآوری شوند، منبع باید بیان شود. در داده‌هایی که برای نتیجه‌گیری مطالعه بارز باشند، جزئیات فرآیند جمع‌آوری داده‌ها، زمانی که داده‌ها جمع‌آوری شده‌اند، و اطلاعات بیشتر درباره شاخص‌های کیفیت داده‌ها باید مشخص شود.

هرگاه چنین داده‌هایی الزامات کیفی داده‌ها را برآورده نمی‌کند، باید بیان شود.

برای کاهش ریسک خطای تفسیر (برای مثال: نتیجه‌گیری در دوبارشماری به هنگام صحه‌گذاری یا استفاده مجدد داده‌های جمع‌آوری شده)، باید توصیفی از تک‌تک فرآیندها ثبت شود.

از آنجا که جمع‌آوری داده‌ها می‌تواند ناظر بر محل‌ها و مراجع انتشار باشد، بهتر است برای رسیدن به درک همسان و مناسبی از سامانه‌های محصول مورد نظر در مدل‌سازی، تمهیداتی اندیشیده شود.

۵-۲ منابع داده‌ها

۵-۲-۱ کلیات

منابع داده‌های موجودی بهتر است مشخص و شفاف باشد.

منابع مسئول و روش‌های مدیریت پایداری را می‌توان در تولید مواد خام زیست‌پایه پیدا کرد. چارچوب‌های صدور گواهی معمولا فهرستی گسترده از جنبه‌های مدیریت و عملکرد را مشخص می‌کند که به طور مستقیم در تعیین جریان‌های اولیه و اطلاع‌رسانی ارزیابی و تفسیر پیامد می‌تواند به‌کار رود.

مثال: مدیریت تولید در انطباق با استانداردهای مرتبط با کاربرد نوعی از کود می‌تواند به طور مستقیم به میزان واشویی[1] کود و بنابراین تعیین جریان اولیه ارتباط داشته باشد.

اگر زیست‌توده در انطباق با استاندارد مربوط تولید شود، این امر باید در تعیین جریان‌های اولیه و در ارزیابی و تفسیر پیامد مورد توجه قرار گیرد.

بهتر است گویاترین داده‌ها مورد استفاده قرار گیرد و کیفیت داده‌ها باید همیشه آزمایش شود تا تضمین شود که آنها برای هدف مطالعه کافی هستند و با الزامات کیفی داده‌های مطالعه مطابقت دارند.

۵-۲-۲ داده‌های جغرافیایی

برای به دست آوردن اثر میانگین، بهتر است داده‌ها در کل طول و عرض منطقهٔ جغرافیاییِ مناسب و نمایا[2]یی ارزیابی شوند. داده‌ها و مقیاس‌های استفاده شده بهتر است در مطالعه مشخص شوند، تا از شفافیت بهینه اطمینان حاصل شود. مقادیر میانگین منطقه فقط برای بعضی داده‌ها (مانند استفادهٔ کودها، بازده محصول، غیره) موجود است، چون سایر داده‌ها به دلیل نبود مدل شناخته شده (مانند انتشار N_2O) هنوز نمی‌تواند منطقه‌بندی شود.

هرگاه اختلافات چشمگیری در نقاط مختلف یک منطقه جغرافیایی مانند اختلاف در بازده وجود داشته باشد، بهتر است این امر مورد توجه قرار گیرد.

۵-۲-۳ داده‌های زمانی

مدت زمان ارزیابی چرخهٔ حیات موضوع مهمی است، چون مواد منتشر شده به هوا، آب و خاک در چرخه مدیریت سامانه در معرض تغییرپذیری هستند. بهتر است LCI مدت زمان مربوط را در چرخهٔ حیات محصول پوشش دهد.

برای فرآیندها و سامانه‌های صنعتی، موجودی می‌تواند چرخه تولیدات برای مثال تولید فصلی، راه‌اندازی، نگهداشت و توقف موقتی فرآیند را پوشش دهد.

برای تولید زیست‌توده، بهتر است در جمع‌آوری داده‌ها و مدل‌سازی، برنامه مدیریت، کاشت و برداشت و تناوب کشت (شامل فواصل کشت محصول در طرح تناوب)، برای مثال تاثیر درونی و متقابل سالانه تنوع تا حد ممکن، داده‌های معرف دورهٔ زمانی انتخاب شده در نظر گرفته شود.

۵-۳ روش تخصیص

نهاده‌ها و ستاده‌ها باید مطابق روش‌کارهای واضح و مستند، به محصولات مختلف تخصیص یابند.

مجموع نهاده‌ها و ستاده‌های تخصیص داده شده به یک فرآیند واحد باید با نهاده‌ها و ستاده‌های فرآیند واحد قبل از تخصیص برابر باشند.

---

1 - Fertilizer run-off

شسته شدن کود بر اثر آبیاری زمین و وارد شدن آن به آب‌های طبیعی

2 - Representative

طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴، مطالعه باید فرآیندهای مشترک با سایر سامانه‌های محصول (مانند فرآیندهای چندکاره مثلا در سامانه‌های کشاورزی و جنگلداری) را مشخص کند و طبق روش گام به گام نشان داده شده در زیر به آنها بپردازد.

مرحله ۱: در صورت امکان، بهتر است از تخصیص از طریق موارد زیر اجتناب شود:

۱- تقسیم فرآیند واحد مورد تخصیص به دو یا چند فرآیند فرعی و جمع‌آوری داده‌های نهاده و ستاده مرتبط با این فرآیندهای فرعی؛

۲- سامانه محصول، با در نظر گرفتن الزامات زیربند ۴-۲-۳-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴، کارکردهای بیشتر مرتبط با محصولات همراه را دربرگیرد.

یادآوری۱- معمولا مرحله ۱ بخشی از روش تخصیص نیست.

یادآوری۲- گسترش سامانه به معنای «فراتر بردن مرز سامانه محصول برای دربرگرفتن کارکردهای بیشتر» است. بنابراین از همه کارکردهای اضافی که مدل‌سازی و محاسبه می‌شوند و مزایای متعددی دارند، چیزی کم نمی‌شود.

مرحله ۲: اگر نتوان از تخصیص اجتناب کرد، توصیه می‌شود داده‌ها و ستاده‌های سامانه مابین محصولات یا کارکردهای مختلف آن به روشی تقسیم شوند که ارتباط فیزیکی مابین آنها منعکس شود، یعنی رژیم تغییر نهاده‌ها و ستاده‌ها را همراه با تغییرات کمّی در محصولات یا کارکردهای تقسیم شده سامانه منعکس کنند.

یادآوری۳- رابطه‌مندی فیزیکی برای مثال عبارت است از: جرم و محتوای انرژی.

مرحله۳: اگر رابطه‌مندی فیزیکی به‌تنهایی نتواند تعیین یا به عنوان پایه‌ای برای تخصیص استفاده شود، بهتر است نهاده‌ها بین محصولات و کارکردها به روشی تخصیص یابد که ارتباط‌های دیگر بین آنها را منعکس کند. برای مثال: داده‌های نهاده و ستاده می‌تواند بین محصولات همراه به نسبت ارزش اقتصادی محصولات تخصیص یابد.

برای تخصیص اقتصادی، در یک دوره زمانی بهتر است ارزش اقتصادی میانگین مورد استفاده قرار گیرد و بهتر است برای کاستن از بزرگی تغییرات از نتایج دامنه جغرافیایی مطالعه استفاده شود.

برای محصولات زیست‌پایه، محتوای کربن زیست‌زاد در تعیین گاز گلخانه‌ای منتشر شده می‌تواند اهمیت کلیدی داشته باشد. برای ردیابی کربن زیست‌زاد در یک زنجیره ارزش، تخصیص مبتنی بر محتوای کربن می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. اگر تخصیص انجام شده بر ارتباط‌های دیگر مبتنی باشد، جریان‌های کربن زیست‌زاد مدل‌سازی شده نمی‌تواند جریان‌ها و محتوای فیزیکی واقعی را منعکس کند.

اگر چندین روش تخصیص جایگزین به نظر قابل اجرا برسند، برای نشان دادن تبعات ناشی از رویکرد انتخاب شده باید از تجزیه و تحلیل حساسیت استفاده شود.

پیوست الف، مثالی از تخصیص و تجزیه و تحلیل حساسیت را ارائه می‌دهد.

۵-۴ LCI- جمع‌آوری داده‌ها و مدل‌سازی

۵-۴-۱ ملاحظات استفاده از منبع

موجودی منابع در ارزیابی چرخهٔ حیات از اهمیت اساسی برخوردار است، چون به هنگام حرکت از LCI به LCIA زیست‌محیطی، پیامدهای کاهش منابع به استفاده از این منابع طبیعی مرتبط هستند. تشخیص تمایز بین منابع و ماده خام برای زیست‌توده فوق‌العاده مهم است. منابع به شکل جریان‌های اولیه به سامانه وارد می‌شوند، در حالی که مواد خام جریان‌های واسطه‌ای در سامانه‌ها هستند. زیست‌توده‌ای که از محیط زیست بدون تغییر قبلی انسانی دریافت شده است، باید به عنوان یک جریان اولیه ثبت شود.

در مدل‌سازی LCI برای محصولات زیست‌پایه، لازم است بین مصرف ماده و مصرف انرژی نیز تمایز اِعمال شود.

می‌توان منابع را برای تأمین انرژی مورد نیاز تولید محصول مورد نظر مصرف کرد.

می‌توان منابع را به عنوان یک جزء محصول (خوراک یا واکنش‌دهنده) یا به شکل نهاده‌های فرآیندهای تولید ماده نیز به کار گرفت.

۵-۴-۲ کاربری زمین

۵-۴-۲-۱ کلیات

در کشاورزی و جنگلداری، مانند سایر فعالیت‌های انسان، از زمین استفاده می‌شود و هم‌زمان این فعالیت‌ها برای مثال از طریق شیوه‌های مدیریت خوب بر زمین تاثیر می‌گذارد. کاربری زمین، جنبه مهمی از چرخهٔ حیات محصولات زیست‌پایه است.

کاربری زمین دو جنبه دارد: تصرف زمین[1] و تغییرشکل زمین[2]؛ این دو جنبه می‌تواند اثرات مثبت یا منفی برای مثال پتانسیل تولید حیاتی، تنوع زیستی، کیفیت خاک بوم‌شناختی، محتوای کربن خاک، فرسایش خاک و وجود آب شیرین داشته باشد. استفاده از زمین با پیامدهای فیزیکی و اغلب شیمیایی، بر خاک و در نتیجه با پتانسیل حاصل‌خیزی یا تولید مرتبط است.

پیامدهای بالقوه ناشی از کاربری زمین در رده‌های پیامدی همچون انباشتگی[3] آب شیرین، اسیدی شدن یا تغییر آب و هوا حاصل می‌شود.

---

1 - Land occupation
2 - Land transformation
3 - Eutrophication
نوعی آلودگی یا به هم خوردن تعادل اکولوژیکی آب‌های سطحی است که بر اثر وارد شدن بیش از حد بعضی یون‌های تغذیه‌گر مانند نیتروژن و فسفر پدید می‌آید. این پدیده باعث بیش‌رشد و انباشتگی پیکره آبی از گیاهان می‌شود به طوری که حیات آب‌زیان طبیعی را تهدید کرده و به تباهی می‌کشاند.

۵-۴-۲-۲ ملاحظاتی برای مدل‌سازی کاربری زمین در LCI

۵-۴-۲-۲-۱ کلیات

به منظور تعیین پیامد زیست‌محیطی در کاربری زمین، علم به این که زمین برای چه فعالیتی و به چه مدتی به کار برده شده ضروری است.

۵-۴-۲-۲-۲ منطقه به عنوان واحد فیزیکی

منطقهٔ استفاده شده برای منبع محصول یا ماده خام اغلب به عنوان کاربری زمین برای بوم‌سازگان کشاورزی و جنگلداری تعریف می‌شود. برای بوم‌سازگان‌های دیگر مانند شیلاتی، حجم می‌تواند اندازه مرتبطی داشته باشد.

۵-۴-۲-۲-۳ تمایز بین تغییر کاربری و تصرف

کاربری زمین شامل تغییرشکل زمین و تصرف زمین در جریان مرجع است و در کمّی‌سازی کاربری زمین بهتر است موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:

- تصرف زمین بر حسب مترمربع در زمان اندازه‌گیری می‌شود [m^2 x a]؛
- تغییرشکل زمین در سطح [m^2] تغییر یافته اندازه‌گیری می‌شود.

تغییرشکل کاربری زمین، تغییر کیفی را نشان می‌دهد که با تغییر نوع کاربری زمین حاصل می‌شود. اگر کاربری زمین قبل از تغییرشکل معلوم باشد، این تغییر کیفیت می‌تواند به طور مستقیم تعیین شود. همان قوانین برای تغییرشکل پس از پایان یافتن دوره تصرف نیز صادق است.

۵-۴-۲-۲-۴ شناسه‌گذاری نوع کاربری زمین

تعیین سامانه طبقه‌بندی برای مشخص کردن تغییرشکل و تصرف، به دلیل همبستگی عوامل زیر قطعی است:

- خواص فیزیکی- شیمیایی بوم‌سازگان‌ها (برای مثال ظرفیت‌های بافر)؛
- خدمات بوم‌سازگان (برای مثال: برای کاربری انسان)؛
- مشخصه‌های پوشش زمین (برای مثال: شدت‌های استفاده متفاوت).

برای مدل‌سازی موجودی، بهتر است کاربری اولیه زمین و کاربری فعلی زمین /پوشش زمین پس از تصرف، مستند شود.

انواع کاربری زمین مربوط به فعالیت ارائه شده معمولا در نقشه‌ها طبقه‌بندی شده است. این نقشه‌ها می‌تواند تمامی تفاوت‌های کاربری زمین را در یک مقیاس کلی به طور جامع نشان دهد یا می‌تواند با طیف انواع کاربری زمین در یک منطقه خاص منطبق باشد.

انواع کاربری زمین به طور خاصی به استفادهٔ انسان (محصولات کشاورزی، جنگلداری) مربوط می‌شود و با شدت استفاده قابل اندازه‌گیری است.

به منظور تعیین مشخصات تصرف یا تغییر کاربری ماهیت بوم‌سازگان و زی‌بوم زمین، از طبقه‌بندی‌ها استفاده می‌شود. اینها به طور گسترده‌ای در گونه‌شناسی متفاوت هستند.

گاهی اوقات کاربری زمین و پوشش زمین ترکیب می‌شوند، برای مثال طبقه‌های پوشش زمین در مقیاس کورنی[1] برای پایش همواره استفاده زمین و پوشش زمین.

۵-۴-۲-۲-۵ تغییر کاربری زمین در حساب‌داری HGH

با وجود این که مدل‌سازی LCI نوعاً تغییر کاربری و تصرف در نظر گرفته می‌شود، نوعی نرم‌افزار LCA برای حساب‌داری GHG وجود دارد که در آن از طبقه‌بندی «کاربری زمین، تغییر کاربری زمین و جنگل»[2] «شورای بین‌الدول تغییر اقلیم»[3] استفاده می‌شود. این طبقه‌بندی بر مفهوم تغییر مستقیم و تغییر غیرمستقیم کاربری زمین[4] مبتنی است.

تغییر کاربری غیرمستقیم زمین، تبدیل کاربری بالقوه زمین را در نظر می‌گیرد که توسط بهره‌بردار به طور مستقیم انجام نمی‌شود، اما ممکن است به عنوان پاسخ بهره‌برداران دیگر به نظر برسد. در حال حاضر هیچ روش علمی توافق شده‌ای برای مشخص کردن تغییر کاربری غیرمستقیم زمین در ارتباط با اصول مدل‌سازی LCA وجود ندارد. موضوع اثرات بالقوه تغییر کاربری غیرمستقیم زمین در بافتار انتشار گازهای گلخانه‌ای فقط می‌تواند در مرحله تفسیر مورد ارجاع قرار گیرد.

۵-۴-۳ موجودی آب

۵-۴-۳-۱ کلیات

آب از اهمیت حیاتی برای تولید زیست‌توده برخوردار است و پیامدهای مرتبط با کیفیت و دسترس‌پذیری آب برای محصولات زیست‌پایه اهمیت حیاتی دارد.

۵-۴-۳-۲ جریان‌های اولیه

داده‌های مربوط به آب را که معرف جریان‌های اولیه است به طور مستقیم می‌توان از فرآیندهای واحد جمع‌آوری یا از داده‌هایی استخراج کرد که جریان‌های مواد را نشان می‌دهند، برای مثال: ماده فرعی یا پسماند برای فرآوری تکمیلی.

---

1 - Cornie
2 - Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF)
3 - Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
4 - direct land use change and indirect land use change (dLUC and iLUC)

بهتر است در فهرست موجودی آب، نهاده‌ها و ستاده‌های هر فرآیند واحد که بخشی از سامانه مورد مطالعه است، آورده شود. هرگونه اختلاف‌نظر در بیلان موجودی باید توضیح داده شود[۱].

به طور کلی، بهتر است اطلاعات هریک از جریان‌های اولیه، شامل موارد زیر باشد:

الف- کمیت آب مورد استفاده:

- جرم یا حجم (برای مثال: نهاده‌های آب و ستاده‌های آب)؛

ب- انواع منابع آب مورد استفاده، برای مثال:

- آب‌های سطحی؛
- آب‌های دریا؛
- آب‌های شور؛
- آب‌های زیرزمینی (به جز آب‌های فسیلی)؛
- آب‌های فسیلی؛

یادآوری۱- آب شیر یا آب تصفیه شده جریان‌های اولیه آب نیستند، بلکه جریان‌های واسطه از یک فرآیند در فن‌سپهر (برای مثال از آب یک تصفیه‌خانه) است.

یادآوری۲- بارش به عنوان آب نهاده برای کشاورزی و جنگلداری محسوب نمی‌شود، زیرا با تبخیر و تعرق از طریق گیاهان و زمین، تا حد زیادی بخار و وارد چرخهٔ طبیعی آب می‌شود یا با جریان ستاده محصول سامانه ترکیب می‌شود.

پ- پارامترها و/یا مشخصات کیفی آب، مانند:

- مشخصات فیزیکی (مانند گرمایی)، شیمیایی، و بیولوژیکی یا توصیف‌گرهای کیفی کارکردی آب؛

ت- اشکال آب مورد استفاد، مانند:

- تبخیر؛
- یکپارچه‌سازی محصول؛
- رها شدن درون حوضه‌های آبریز مختلف یا دریا؛
- جابه‌جایی آب از یک نوع منبع آب به نوع دیگر منبع آب در یک حوضه آبخیز (برای مثال: از آب زیرزمینی به آب سطحی)؛
- اشکال دیگر آب مورد استفاده (برای مثال: استفاده از آب جاری)؛

ث- موقعیت جغرافیایی آب مصرفی یا دخل‌وتصرف شده (شامل برداشت (از طبیعت) و رهایش آب (به طبیعت))؛

---

۱ - در کشور ما موجودی یا بیلان آبی حوضه‌های آبخیز مطابق برنامه به صورت ادواری توسط دفتر «تلفیق و بیلان» شرکت‌های آب منطقه‌ای محاسبه و به دفتر مطالعات پایه منابع آب ایران اعلام می‌شود.

- اطلاعاتی درباره موقعیت فیزیکی آب مصرفی یا دخل‌وتصرف شده، شامل آب برداشت شده و رها شده (تا حد لازم مختص محل مورد نظر) یا تخصیص موقعیت‌های فیزیکی به یک رده حاصل از طبقه‌بندی مناسب حوضه‌های آبریز یا مناطق مدیریت منابع آب؛

یادآوری۳- شاخص شرایط زیست‌محیطی (برای مثال: کمبود آب، میزان توسعه اجتماعی محلی و غیره) ممکن است نیاز به اطلاعاتی درباره محل مصرف آب داشته باشد.

ج- جنبه‌های زمانی استفاده از آب، برای مثال:

- زمان مصرف و رهایش در صورتی که زمان سکونت مرتبط با آن در داخل مرزهای سامانه روی دهد.

چ- موادی که به آب، هوا و خاک منتشر می‌شود و دارای پیامد کیفیت آب است.

یادآوری۴- ممکن است در سامانه محصول، مواد دیگری به هوا و خاک منتشر شود که بر کیفیت آب هیچ تاثیری نداشته باشد.

بهتر است نهاده‌های آب یا ستاده‌های آب از انواع منابع مختلف، با کیفیت مختلف، با شکل مختلف، از محل مختلف با شاخص‌های شرایط زیست‌محیطی مختلف، یا زمان‌بندی‌های مختلف در مرحله تعیین موجودی با هم تلفیق نشوند. این الزام، هنگامی که استفاده از پایگاه داده‌های عمومی مجاز باشد، کاربرد ندارد. تلفیق را می‌توان در مرحله ارزیابی پیامد انجام داد.

هر جا که داده‌های نهاده یا ستاده برای تک‌تک فرآیندها برای به دست آوردن زیست‌توده در دسترس نباشد، بهتر است حداقل آب مورد استفاده برای آبیاری، آب مورد استفاده برای پاشش (برای مثال: کودها، آفت‌کش‌ها)، و آب مورد استفاده برای تولید نهاده‌ها مورد توجه قرار گیرد.

۵-۵ موجودی جریان‌های کربن فسیلی و زیست‌زاد

گازهای گلخانه‌ای انتشاری و برداشت‌های ناشی از منابع کربن فسیلی و منابع کربن زیست‌زاد و ته‌نشست‌ها[1] باید در موجودی وارد و به طور جداگانه فهرست شود.

یادآوری- راهنمایی‌های بیشتر را می‌توان در پیوست ب یافت.

1 - Sinks

۵-۶ راهنمایی برای مدل‌سازی سامانه‌های کشاورزی، جنگلداری و آبزی‌پروری

۵-۶-۱ مدل‌سازی سامانه‌های کشاورزی

۵-۶-۱-۱ کلیات

کشاورزی می‌تواند پیامدهای مثبت و منفی بر محیط زیست داشته باشد. محصولات کشاورزی می‌تواند به عنوان مواد خام در محصولات زیست‌پایه مورد استفاده قرار گیرد. به طور معمول مشخص شده است که موارد زیر پیامدهای زیست‌محیطی دارد:

- استفاده از کودها در مزارع؛
- آبیاری؛
- تصرف و تبدیل کاربری زمین ؛
- مدیریت خاک؛
- فعالیت‌هایی برای تولید نهاده‌های کشاورزی مانند کودهای معدنی و سوخت‌ها.

لازم به یادآوری است که کار در مزارع کشاورزی پیچیده است و شیوه کار به طور قابل توجهی از مزرعه‌ای به مزرعهٔ دیگر و از منطقه‌ای به منطقهٔ دیگر فرق می‌کند. پارامترهای زیادی پیامدهای LCA کشاورزی، شامل تقویت[1] و بهینه‌سازی شیوه‌های تولید را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

در عین حال، کاراییِ (منابع، انرژی، نشر) و بنابراین مداخلات زیست‌محیطی حاصل منعکس‌شده در LCA محصولات کشاورزی، به طور چشمگیری در میان موارد زیر متفاوت است:

- نوع محصول کشت شده،
- نظام مدیریت (کود، آفت‌کش، مکانیزاسیون، آبیاری، عملیات شخم)،
- مشخصات آب‌و هوایی و خاک (از این رو مکان و زمان)،
- شیوه‌های مزرعه‌داری برای مراحل حفاظت و خشک کردن مراحل برداشت و غیره.

راهنمای زیر برای متخصصانی در نظر گرفته شده است که باید یک فرآیند واحد جدید برای یک محصول کشاورزی ایجاد کنند، با وجود این در موارد دیگر مانند مجموعه داده‌ها، می‌توانند از پایگاه داده‌های موجود (موجودی‌های چرخهٔ حیات) استخراج کنند. انتخاب به تعریف هدف و دامنه مطالعهٔ داده شده و الزامات کیفی داده‌های متناظر بستگی خواهد داشت. هر جا که مجموعه داده‌ها از پایگاه‌های داده‌های موجود

---

1 - Intensification of production

فرآیندی در طراحی و فرآوری تولید اجتماعی مبنی بر استفادهٔ فزایندهٔ «کامل و عقلایی» از منابع فناوری، مواد و سایر منابع بر مبنای پیشرفت‌های علمی و فناوری است.

استخراج شوند، راهنمای زیر می‌تواند به ارزیابی داده‌ها و کیفیت مستندسازی مجموعه داده‌های مربوط/موجودی چرخهٔ حیات کمک کند.

۵-۶-۱-۲ مشخصه‌های کلیدی

۵-۶-۱-۲-۱ جریان مرجع

با توجه به جریان مرجع یک فرآیند واحد ارائه شده، استفاده از یک واحد فیزیکی جرم یا حجم، همراه با پارامتر کیفیت محصول: مقدار ماده خشک، چگالی، محتوای انرژی (برای مثال: ارزش گرمایی ناخالص، انرژی خالص شیردهی، انرژی قابل سوخت و ساز)، مقدار روغن، مقدار پروتئین خام یا دیگر مشخصه‌های معنی‌دار و بدون ابهام توصیه می‌شود.

مثال۱: kg ۱ کلزا، مقدار ماده خشک: ٪ xx جرمی و مقدار روغن ٪ xx جرمی.

چون محصولات خام کشاورزی مراحل مختلف تولید اولیه، حمل‌ونقل و حفاظت را طی می‌کند، بهتر است این ویژگی در عنوان/توصیف جریان مرجع بیان شود که به کدام مرحله تولید یا چرخهٔ حیات سامانه اشاره دارد، یعنی کدام فرآیندها دخیل هستند.

مثال۲: محصول x، کیفیت y در مرز میدان/ در دروازه مزرعه/ در خوراک آسیاب

نهاده‌ها و مواد منتشر شده از فرآیند با محاسبهٔ نسبت نهاده‌ها و مواد منتشر شده در واحد محصول با جریان مرجع مرتبط هستند؛ برای این منظور، معمولا داشتن اطلاعاتی درباره بازده تولید محصولات کشاورزی لازم است. بهتر است بازده در واحد جرم بر سطح مستند شود. از آنجایی که بازده معمولا بر حسب سال به طور قابل توجهی از سالی به سال دیگر متفاوت است، برای محصولات سالانه، بهتر است نتیجه میانگین بازده بر حسب زمان حداقل سه ساله بیان شود.

مثال۳: بازده ماده تازه زیر برای دانه ذرت گزارش شده است:

سال ۲۰۰۷: ۹٫۴۹ تن بر هکتار

سال ۲۰۰۸: ۹٫۹۱ تن بر هکتار

سال ۲۰۰۹: ۹٫۲۰ تن بر هکتار

بنابراین، برای این محل و زمان میانگین بازده ۹٫۵۳ تن بر هکتار حاصل می‌شود.

۵-۶-۱-۲-۲ اطلاعات زمینه‌ای مختص فرآیند

برای کمک به شفافیت مستندسازی، بهتر است پارامترهای خاص فرآیند و محل (بسته به سطح جزئیات در مدل‌سازی فعالیت‌های خاص) مستند شود، برای مثال:

- فاصله تمامی حمل‌ونقل‌ها در حوزه کاری، غالبا فاصله دشت تا پای کار[1] (کیلومتر بر تن ماده خشک یا واحد معادل)؛
- اطلاعات اقلیمی، اطلاعات هواشناسی و منطقه آب‌وهوایی، به دلیل تأثیری که بر تعرق گیاهان (اتلاف آب) دارند؛
- زمان کاربرد و شرایط پاشش، مرحله رشد پدیده‌شناختی گیاهان، مشخصه‌های خاک، بقایای آلی محصولات قبلی؛
- شرایط آب و هوایی به هنگام پاشش (کود یا سم)، چون این مورد سینتیک معدنی شدن را با جذب عناصر توسط گیاهان و انتشار به داخل بوم‌سپهر[2] تحت تاثیر قرار می‌دهد.

۵-۶-۱-۲-۳ مداخلات خالص موجودی

بهتر است تنها مداخلات خالص مربوط به فعالیت‌های مدیریت انسانی زمین ثبت شود، برای مثال مقدار نیترات فروشویی شده پایه حاصل از نهاده نیتروژن از طریق باران محاسبه نشود. از کودها و مواد آلی-شیمیایی (مانند قارچ‌کش‌ها) به کار رفته، بهتر است مقادیری که محل (یعنی دشت) را ترک می‌کنند، به عنوان مواد منتشر شونده به هوا یا آب ثبت شوند.

۵-۶-۱-۳ مبادلات با فن‌سپهر

استفادهٔ نهاده‌ها در تولید محصولات کشاورزی به طور معمول (نه لزوما) شامل بذر، کود، آهک، آفت‌کش‌ها، سوخت برای ماشین‌آلات کشاورزی، استفاده از سوخت‌های دیگر برای مثال در خشک کردن محصول پس از برداشت یا سوزاندن علف‌های هرز، آب، فویل‌های کشاورزی[3] و غیره است. هنگام استخراج مجموعه داده‌های جدید (فرآیند واحد)، بهتر است کمیت و نوع نهادهٔ مربوط و چگونگی استخراج آن برای مثال پروتکل کاری یک مزرعه کشاورزی، توصیف شود. این کار برای ارزیابی کیفیت، بازنگری و به‌روز رسانی بالقوه داده‌های نهاده مفید است. بهتر است نوع (نام و کیفیت) و کمیت هر نهاده بر حسب نسبت واحدهای جرم یا حجم بر کمیت جریان مرجع فرآیند مستند شود. در ایجاد یک سامانه محصول/مدل چرخهٔ حیات، تمامی این اطلاعات برای استخراج/شناسایی مناسب مجموعه داده‌های نهاده/موجودی چرخهٔ حیات مورد نیاز است. مخصوصا برای کودها (معدنی و آلی)، بهتر است مواد مغذی بر حسب جرم N، P_2O_5، K_2O، S، Mg و غیره مشخص شود. به‌ویژه بهتر است پتانسیل معدنی‌شدن (کمیت کودی که می‌تواند به شکل معدنی درآید یا به شکل قابل‌جذب توسط گیاه درآید) در کودهای آلی مشخص شود.

---

1 - Field-to-farm

منظور از farm در اینجا تأسیسات و تجهیزات فرآوری مانند آسیاب، خشک‌کن، مخلوط‌کن، و ... است و نه مزرعه. منظور از Field، محل استحصال مواد اولیهٔ طبیعی است چه مزرعه باشد و چه رستن‌گاه‌های طبیعی.

2 - Ecosphere

۳- ورق‌های نازکی عموماً از جنس پلیمر که برای بسته‌بندی، حفاظت از باد و سرما، و ... در امور کشاورزی به کار برده می‌شود.

با جریان پسماند در فرآیندهای تصفیه پسماند و فرآیندهای زیرساخت نیز به همین ترتیب عمل می‌شود. در مورد پسماند می‌توان مواد بسته‌بندی، فویل‌های کشاورزیِ پس از استفاده و مانند آنها را مثال زد. بهتر است نوع، نحوهٔ عمل‌آوری و مقدار پسماند بر حسب واحدهای جرم بر کمیت جریان مرجع مستند شود. در مورد زیرساخت می‌توان ماشین‌آلات کشاورزی و ساختمان‌ها را مثال زد.

در مدل‌سازی فرآیندهای حمل و نقل بهتر است فاصله‌ها برای تمامی حمل‌ونقل‌های مرتبط با کار دشت، مخصوصا فاصله دشت تا پای کار (تن × کیلومتر یا واحد معادل) مستند شود. توجه داشته باشید که کاربردهای آفت‌کش و کود (در محل کار) هیچ گونه مواد انتشاری ندارد جز بخشی از جریان محصول که در داخل فن‌سپهر (مدیریت شده توسط انسان) قرار می‌گیرد. مواد انتشاری جریان‌هایی هستند که با فروشویی و عمل کردن نیترات‌ها و فسفات‌ها، رانش (انتقال توسط باد) آفت‌کش‌ها هنگام پاشش و تبخیر از سطح گیاه و خاک از مزرعه به بوم‌سپهر وارد می‌شوند.

۵-۶-۱-۴ جریان‌های تصرف و تغییر کاربری زمین

برای مدل‌سازی جریان‌های تصرف زمین و تغییرشکل زمین، جزئیات مقررات زیربند ۵-۴-۲ باید اعمال شود. برای جریان‌های تصرف زمین فعالیت‌های کشاورزی، راهنمایی‌های بیشتری در زیر ارائه شده است:

برای تعیین کمیت تصرف زمین، کاربری زمین کشاورزی/قابل کشت بر کمیت جریان مرجع (مربوط به بازده، به زیربند ۵-۶-۱-۲-۱ مراجعه شود) و زمان تولید باید مشخص باشد. زمان تولید همان فصل کار/فصل کاشت محصولات زراعی از زمان آماده‌سازی خاک قبل از سیخ‌زنی[1]/بذرپاشی تا برداشت و عملیات بعدی روی خاک/کُلَش[2] است. توصیه می‌شود تعریف مصداقیِ زمان تولید مستند شود.

۵-۶-۱-۵ جریان‌های استفاده از آب

موجودی آب می‌تواند شامل کسری از آب برداشت شده (برای مثال: برای آبیاری) مثلا به دلیل تبخیر، تبخیر و تعرق، یکپارچه‌سازی محصول یا رها شدن درون یک حوضه آبریز مختلف یا دریا (به زیربند ۵-۴-۳ مراجعه شود) باشد که به منبع اصلی برنمی‌گردد. بهتر است سرعت تعرق از زمین‌های زراعی با یک مدل‌سازی مناسب مانند رابطه پنمن-مانتیت استخراج شود. به طور جایگزین، می‌توان یک پیش‌فرض با کسر مصرفی ٪ ۱۰۰ به عنوان بدترین حالت برآورد فرض کرد.

---

1 - Drilling

ایجاد سوراخ در زمین برای کاشت بذر

2 - Stubble

۵-۶-۱-۶ انتشاز گاز از خاک‌های کشاورزی

مواد انتشاری بر پایهٔ نیتروژن متشکل از انتشار مستقیم و غیرمستقیم نیتروز اکسید (N_2O)، آمونیاک (NH_3)، و نیتروژن اکسیدها (NO_X) است. CO_2 انتشاری از کاربرد اوره، آهک، و معدنی شدن ماده آلی در خاک، یا سوزاندن بقایای نباتات ناشی می‌شود. به طور متناظر، جداسازی CO_2 در خاک (ساخت ماده آلی خاک)، که به‌عنوان نتیجه مدیریت کشاورزی یا تغییر کاربری زمین روی می‌دهد، می‌تواند جریان CO_2 از اتمسفر به درون سامانه در نظر گرفته شود.

گازهای گلخانه‌ای منتشر شده زیر به کاربری زمین و تولید زیست‌توده ارتباط دارند:

- CO_2 منتشر شده و CO_2 حذف شده حاصل از تغییر ذخیره کربن، مرتبط با کاربری زمین و بهبود مدیریت کشاورزی ؛
- CO_2 منتشر شده حاصل از سوختن پوشش گیاهی یا ماده آلی مرده به عنوان بخشی از فرآیند تغییر کاربری زمین یا سوزاندن قبل از برداشت یا پس از برداشت؛
- مواد انتشاری از مزرعه، شامل CH_4 و N_2O، که در مدت کشت درنتیجهٔ مدیریت زمین روی می‌دهد.

یادآوری- راهنمایی مفید در زیربندهای 5.2.1، 5.2.2، 5.2.3، 5.3.4 و 5.3.6 استاندارد EN16214-4 ارائه شده است.

مواد انتشاری CH_4 و N_2O ممکن است مطابق راهنمایی‌های ارائه شده در راهنمای IPCC یا منابع به‌روزتر محاسبه شوند. در غیاب داده‌های اختصاصی‌تر، بهتر است از رویکرد ردیف 1 که در فصل 11 راهنمای IPCC ارائه شده است، استفاده شود، اما رویکرد ردیف 2 و 3 در صورتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که داده‌های مناسب در دسترس باشند. علاوه براین، بهتر است انتشار گازهای اسیدی آمونیاک (NH_3) و نیتروژن مونوکسید (NO) بر اساس یک مدل انتشار مناسب انجام شود. در غیاب داده‌های اختصاصی‌تر، می‌توان ضرایبی برای انتشار اعمال کرد، برای مثال ضریب پیش‌فرض برای آمونیاک در IPCC 2006.

۵-۶-۱-۷ مواد منتشره به آب

مواد منتشر شده به آب در فعالیت‌های کشاورزی به عنوان نتیجه فروشویی و عملیات خاک‌های کشاورزی روی می‌دهد. جریان‌های مواد منتشره مربوط، شامل نیترات، فسفات، آلاینده‌های آلی و فلزات سنگین ناشی از کاربرد کودها (معدنی و آلی) است. در حال حاضر نمی‌توان یک روش خاص یا مدل انتشار برای مواد منتشر شده به آب توصیه کرد، زیرا رویکردهای مختلفی وجود دارد و بسته به هدف و دامنه مطالعه ارائه شده و میزان تخصص لازم برای اجرا می‌توان رویکردهای بهتر را انتخاب کرد. روش و فرض‌های به‌کار رفته در حالت خاص، بهتر است مستند شود.

بهتر است فلزات سنگین منتشر شده به پیکره‌های آبی[1]، یعنی جریان‌های انتشار فلز سنگین به شکل عبور مرز سامانه به بوم‌سپهر زمانی که مزرعه کشاورزی را ترک می‌کند، مدل‌سازی و ثبت شوند.

۵-۶-۱-۸ راهنمایی درباره تخصیص فرآیندهای کشاورزی

به طور کلی، اصول پرداختن به تخصیص فرآیندها بر اساس استانداردهای ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ و ۱۴۰۴۴ است.

بهتر است توجه ویژه‌ای از جنبه‌های زیر به مدل‌سازی فرآیندهای کشاورزی شود:

بخشی از مواد مغذی حاصل از کوددهی ممکن است پس از برداشت در مزرعه باقی بماند و به عنوان نهاده به محصول بعدی عمل کند، از این رو در طول زمان در داخل فن‌سپهر با گذشت زمان از مرز سامانه می‌گذرد. در این حالت، ماده هم-کارکردی از محصول قبلی است و این فرآیند را چند کارکردی می‌کند. در اینجا نیز از تمهیدات کلی حل مسئلهٔ تخصیص استفاده می‌شود. مقررات یکسانی برای محصولات کودهای سبز و محصولات تثبیت کنندهٔ نیتروژن می‌تواند اعمال شود.

کاشت تلفیقی عبارت از، کاشت دو یا چند محصول در مجاورت هم است. معمول‌ترین هدف کاشت تلفیقی، تولید محصولی با بازده بیشتر روی قطعه‌ای از زمین با استفاده از منابعی است که نمی‌توان با یک محصول تنها استفاده کرد.

برای به دست آوردن عناصر کشت حاصل از چنین سامانه کشت تلفیقی که برداشت می‌شوند، بهتر است فرآیند تولید مطابق مقررات کلی تخصیص انجام شود. برای عناصر کشت تلفیقی که برداشت نمی‌شوند، اما برای بهبود کیفیت خاک یا دلایل مفید دیگر در مزرعه باقی می‌مانند، اینها در مرزهای سامانه دیگر، سامانه/محصول اولیه وارد می‌شوند و بهتر است به عنوان یک فرآیند جداگانه تلقی نشوند.

۵-۶-۲ مدل‌سازی سامانه‌های جنگلداری

۵-۶-۲-۱ مداخلات خالص موجودی

بهتر است تنها مداخلات خالص مربوط به فعالیت‌های مدیریت زمین توسط انسان ثبت شود، برای مثال: نیترات فروشویی شده از نهاده نیتروژن از طریق باران به حساب آورده نمی‌شود. بهتر است از مقدار مواد به‌کار رفته (برای مثال کود) آن مقداری که از زمین مورد نظر خارج می‌شود به عنوان مواد انتشاری به هوا یا آب ثبت شود.

1 - Water bodies

۵-۶-۲-۲ مرزهای زمانی و مکانی

مرزهای مکانی و زمانی و رویکرد مورد استفاده برای مدل‌سازی سامانه‌های جنگلداری برای تعیین تمام جریان‌های موجودی و نتیجه مطالعه بسیار حائز اهمیت است. مرزهای سامانه مکانی و زمانی بهتر است به‌وضوح در ارتباط با هدف و دامنه مطالعه تعریف و توجیه شوند.

جنگل‌ها در اصل در یک منطقه یا چشم‌اندازی مدیریت می‌شوند که برای برآورد مناسب جریان‌های ابتدایی ضروری هستند. بهتر است مطالعات LCA با مراقبت واحد تولید یا مقیاس نسبت به هدف و دامنه مطالعه در نظر گرفته شوند.

۵-۶-۲-۳ ورود کربن زیست‌زاد در محاسبات

اگر جنگل بر اساس اصول توسعهٔ پایدار مدیریت شود، مدیریت پایدار این اطمینان را ایجاد می‌کند که ذخایر کربن در جنگل پایدار باقی می‌مانند یا حتی با گذشت زمان بهبود می‌یابند. به هنگام مدل‌سازی سامانه‌های جنگلی در سطح چشم‌انداز، مقدار کربن زیست‌زاد چوب برداشت شده، باید خاصیت ذاتی ماده حاصل از جذب و ذخیره CO_2 از اتمسفر در نظر گرفته شود. یک واحد مدیریت جنگل که بر پایه بازده پایدار مدیریت می‌شود، بهتر است به شکل یک فرآیند واحد در «حالت دایم» با انتشار کربن برابر با جذب، مدل‌سازی شود. اگر مدل‌سازی بر اساس سطح سرپای جنگل انجام شود بهتر است تأخیر مابین انتشار کربن زیست‌زاد و جداسازی با گذشت زمان یکپارچه‌سازی شود. مرزها و فرضیه‌های زمانی و مکانی برای جداسازی مدل کربن حائز اهمیت بوده و بهتر است به طور شفاف تعیین و مستند شوند.

۵-۶-۲-۴ جریان‌های تصرف و تغییر کاربری زمین

برای دخالت دادن پیامدهای مواد انتشاری غیر از گازهای گلخانه‌ای حاصل از تصرف زمین و تغییر کاربری زمین (برای مثال پیامدهای تنوع زیستی) مساحت باید به عنوان پارامتری مهم برای مقیاس کردن پیامدهای ناشی از تصرف و تغییر کاربری که در زیربند ۵-۴-۲ به تفصیل آمده است، تعیین شود.

جنبه‌های زیست محیطی مرتبط با شناسایی خدمات بوم‌سازگان قابل شناسایی است.

منبع با ارزشی از اطلاعات برای لحاظ کردن تغییر کاربری و تصرف، عبارت از مقررات صدور گواهی و برنامه‌های مدیریت است که جزئیات شیوه مدیریت جنگل و این که ممکن است برای مثال چه نوع خاصی از تغییر کاربری‌ها (مانند جنگل‌زدایی) کنار گذاشته شود، را بیان می‌کند در حالی که تصرف کم هزینه/کاملا برگشت‌پذیر را طلب می‌کند.

سامانه‌های تولید چندکارکرده زیست‌توده، برای مثال مدیریت پایدار جنگل‌ها، باید با توجه به قوانین تخصیص محصول همراه در زیربند ۵-۳، به هنگام تصرف زمین و تغییرکاربری زمین نسبت به واحد کارکرد مورد مطالعه در نظر گرفته شود.

۵-۶-۳ سامانه‌های مدل‌سازی آبزی‌پروری

آبزیان، جلبک، زیست‌توده‌های آب دریا یا آب شیرین می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای محصولات زیست‌پایه مورد استفاده قرار گیرد. چندین روش خاص جدید برای ارزیابی سامانه‌های آبزی‌پروری وجود دارد. برای ایجاد موجودی چرخهٔ حیات در این سامانه‌ها، می‌توان راهنمایی‌هایی برای کشاورزی در نظر گرفته شود.

۵-۶-۴ مدل‌سازی فرآیندهای پایان حیات در ارزیابی‌های چرخهٔ حیات محصولات زیست‌پایه

۵-۶-۴-۱ کلیات

موضوع اصلی بحث این استاندارد، فرآیندهای پایان حیات محصولات زیست‌پایه است، حتی اگر ارتباط این فرآیندها به محصولات زیست‌پایه محدود نشود.

۵-۶-۴-۲ فرآیندهای پایان حیات محصولات زیست‌پایه

به هنگام مدل‌سازی جریان‌های کربن و موازنه فرآیند پایان حیات مواد زیست‌پایه باید دقت ویژه به عمل آورد. گزینه‌های پایان حیات و راهنمایی درباره موجودی در استاندارد CEN/TR 16957 ارائه شده است.

مدلی که در آن داده‌های موجودی از فرضیه و مفروضات موجود حاصل می‌شوند، باید به‌وضوح مستند و در مطالعه گزارش شوند (برای مثال: به عنوان پیوست). مشخصه‌های محصول مانند سرعت معدنی شدن، ترکیب و غیره نیز باید گزارش شود. مدل‌ها و/یا داده‌های تجربی از نظر علمی می‌توانند به مدت طولانی مورد استفاده قرار گیرد.

۶ LCIA- ارزیابی پیامدهای چرخهٔ حیات

۶-۱ رده‌های پیامد و شاخص‌های رده

۶-۱-۱ کلیات

ارزیابی پیامد چرخهٔ حیات در زیربند ۵-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ و زیربند ۴-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ ارائه شده است. مقررات این استانداردها باید برای ارزیابی پیامد چرخهٔ حیات محصولات زیست‌پایه اعمال شود.

۶-۱-۲ انتخاب رده‌های پیامد

نقطه قوت کلیدی ارزیابی چرخهٔ حیات، توانایی پایش نه فقط در طول چرخهٔ حیات، بلکه در سراسر گستره رده‌های پیامدیِ مختلف است. محدود کردن ارزیابی به یک رده پیامد، همان‌گونه که در ردپای کربن یا

ردپای آب انجام می‌شود، فقط اطلاعات جزئی را فراهم می‌کند و در نتیجه به عنوان ارزیابی زیست‌محیطی یک محصول در نظر گرفته نمی‌شود.

یک مطالعهٔ خوب، می‌تواند در جلوگیری از نابه‌جایی احتساب[1]، نه فقط بین مراحل چرخه‌های حیات بلکه مابین رده‌های پیامد نیز کمک کند. استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ بیان می‌کند که انتخاب رده‌های پیامد باید مجموعه جامعی از مسائل زیست‌محیطی مرتبط با سامانه محصول مورد مطالعه را با توجه به هدف و دامنه منعکس کند.

پیوست پ شامل فهرستی از مثال‌های رده‌های پیامد و شاخص‌های پیامد است.

۶-۱-۳ قابلیت اجرای روش‌ها و داده‌ها

طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴، بهتر است رده‌های پیامد از نظر بین‌المللی پذیرفته شده، مدل‌های مشخصه‌ها و عوامل از نظر علمی و فنی معتبر و شاخص‌های رده از نظر زیست‌محیطی مرتبط باشند. در موضوع سامانه‌های تولید زیست‌پایه مانند مقیاس، ویژگی جغرافیایی یا فضایی، غیرخطی بودن اثرات، برگشت‌پذیری اثرات، مسائل زمانی، چندکارکردی و وضعیت مرجع مناسب، مخصوصا در رابطه با برآورده کردن معیار داده شده برای رویکردهای ارزیابی پیامد مورد توجه قرار گیرد. استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ الزام می‌کند که کیفیت داده‌های و نتایج LCI برای اجرای LCIA طبق هدف و دامنه مطالعه مناسب باشد.

روش‌شناسی‌های ارزیابی پیامد برای تعدادی از رده‌های پیامد غالباً، به‌ویژه در ارتباط با سامانه‌های زیست‌ماده‌ای برای مثال کاربری زمین، استفاده آب، تخریب خاک و تنوع زیستی به اندازه کافی برای برآورده کردن بعضی از معیارهای ارائه شده یا همه معیارها پدید نیامده است. این امر به رویکردهای نقطه میانی و پایانی که شامل رده‌های یکسان است یا بر پایه رده‌های یکسان ایجاد شده است، اعمال می‌شود. این حالت هم می‌تواند پیش بیاید که داده‌های موجودی برای یک روش ارزیابی که در مورد دیگری قابل قبول است کافی نباشد. اگر هر کدام از این شرایط حاکم باشد و داده‌های موجودی، معنی‌داری بالقوه مرتبط با هدف و دامنه مطالعه اطلاعات دیگر مرتبط با سامانه مطالعه را نشان دهد بهتر است رده یا رده‌های پیامد مورد نظر به حساب آورده شده و الزاماً در ارزیابی و تفسیر (برای مثال شواهد شیوه خوب پذیرفته شده و/یا انطباق با معیار پایداری پذیرفته شده) در نظر گرفته شود (به بند ۷ مراجعه شود).

---

1 - Burden shifting

در حوزهٔ ارزیابی زیست‌محیطی ، نابه‌جایی احتساب غیرعمدی معمولاً در سه حالت روی می‌دهد:

۱- افزایش یک پیامد زیست‌محیطی هنگام تلاش برای کاهش پیامد دیگر،

۲- انتقال پیامد زیست‌محیطی از یک مرحلهٔ چرخهٔ حیات به مرحله‌ای دیگر،

۳- انتقال پیامدهای زیست‌محیطی از یک منطقهٔ جغرافیایی به منطقهٔ دیگر.

ارزیابی استواری شاخص‌ها ساده نیست، و بهتر است انتخاب شاخص‌ها با اشاره به توصیه‌های مبتنی بر دانش کارشناسان باشد.

۶-۱-۴ وزن‌دهی و بیانیه‌های مقایسه‌ای برای اعلام به عموم

باید توجه ویژه‌ای به حالت‌های مرتبط به گزارش‌دهی و بازنگری انتقادی LCIA داشت، مانند آنچه برای بیانیه‌های مقایسه‌ای برای ارائه به عموم کاربرد دارد. زیربند ۴-۴-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ بیان می‌کند که وزن‌دهی نباید برای بیانیه‌های مقایسه‌ای مورد نظر برای ارائه به عموم مورد استفاده قرار گیرد، که شاخص‌های رده مورد استفاده در این متن باید از نظر فنی و علمی معتبر و سازگار با محیط زیست باشد و این که مقایسه‌ها باید شاخص رده به شاخص رده انجام شود.

۶-۲ راهنمایی‌هایی برای شاخص‌های رده خاص

۶-۲-۱ رفتار کربن زیست‌زاد و غیرزیست‌زاد در ارزیابی تغییر آب و هوا

برای محاسبه ارزیابی‌های پیامد چرخهٔ حیات، بهتر است تمام کربن زیست‌زاد و غیرزیست‌زاد منتشر شده و جابجا شده در نظر گرفته شود. برای مدل‌سازی کربن دی‌اکسید منتشر شده و جابجا شده مرتبط با زیست‌توده ممکن است دو رویکرد عمده اعمال شود:

۱- کربن دی‌اکسید جذب شده در زیست‌توده در مدت مرحله رشد، با مقادیر منفی در مدل وارد می‌شود و در مراحل پایان حیات که از آن خارج می‌شود با علامت مثبت در نظر گرفته می‌شود؛

۲- کربن دی‌اکسید جذب شده در زیست‌توده در مدت مرحله رشد، با ضریب مشخصه صفر در مدل وارد می‌شود و متناظرا انتشار کربن دی‌اکسید زیست‌زاد نیز ضریب مشخصه صفر دارد.

کربن زیست‌زاد موجود در محصولات زیست‌پایه بهتر است با کربن زیست‌زاد آزاد شده در حالت پایان حیات محصول با اکسایش کامل، برابر باشد. برای این حالت خاص، نتیجه نهایی جمع‌بندی نتایج کل چرخهٔ حیات یک محصول از دو رویکرد، یکسان است. با وجود این، سهم مراحل مختلف چرخهٔ حیات (برای مثال: تولید زیست‌توده) در گرمایش جهانی متفاوت خواهد بود.

بهتر است هر جا که محاسبه زمانی گازهای گلخانه‌ای منتشر شده مناسب باشد، مورد توجه قرار گیرد ولی به طور جداگانه گزارش شود. ارزیابی می‌تواند طبق استاندارد CEN ISO/TS 14067 انجام شود. مثال‌هایی برای محاسبه در بند ب-۳ یافت می‌شوند.

۶-۲-۲ پیامد کاربری زمین در حوزه‌های حفاظت

۶-۲-۲-۱ کلیات

برای تعیین مشخصات کاربری‌های ثبت شدهٔ زمین، روش‌های مختلفی با مجموعه‌ای از عوامل مختلف برای تعیین مشخصات موجود است. روش‌های ارزیابی پیامد خاص برای کاربری زمین، روشی جدید بوده و هیچ توافق علمی روی این روش‌ها وجود ندارد. در عمل ممکن است از هر روشی، با بررسی دقیق اعتبار و محدودیت‌های روش به کار رفته استفاده کرد.

شواهدی برای شیوه‌های مدیریت پایا و منابع مسئول می‌تواند اطلاعات مربوط نتایج پیامدهای کاربری زمین را مشخص کند.

دو حوزهٔ حفاظت که کاربری زمین می‌تواند پیامدی بر آنها داشته باشد عبارت‌اند از:

- محیط زیست طبیعی/کیفیت بوم‌سازگان؛ و
- خدمات بوم‌سازگان/منابع طبیعی.

یادآوری- در LCA ، سه منطقه حفاظت معمولا تمیز داده می‌شوند: سلامت انسان، منابع طبیعی و کیفیت بوم‌سازگان.

۶-۲-۲-۲ کاربری زمین مرتبط با محیط زیست طبیعی/کیفیت بوم‌سازگان

روش‌های خاص در خصوص پیامد محیط زیست طبیعی و کیفیت بوم‌سازگان جدید بوده و هیچ توافق علمی روی این روش‌ها وجود ندارد. در عمل ممکن است از این روش‌ها با بررسی دقیق اعتبار و محدودیت‌های روش به کار رفته استفاده کرد. مثال‌هایی برای این چنین روش‌هایی عبارتند از: کسر بالقوه ناپدید[1] و تخریب بالقوه تنوع زیستی[2].

۶-۲-۲-۳ کاربری زمین مرتبط با خدمات بوم‌سازگان/منابع طبیعی

روش‌های خاص در خصوص پیامد خدمات بوم‌سازگان و منابع طبیعی جدید بوده و هیچ توافق علمی روی این روش‌ها وجود ندارد. در عمل ممکن است از این روش‌ها با بررسی دقیق اعتبار و محدودیت‌های روش به کار رفته استفاده کرد. مثال‌هایی برای این چنین روش‌هایی عبارتند از: ماده آلی خاک و خدمات بوم‌سازگان.

---

1 - Potentially Disapeared Fraction (PDF)

«کسر بالقوه ناپدید» را می‌توان به عنوان کسری از گونه‌هایی که احتمال پدید نیامدن‌شان در یک ناحیه به دلیل شرایط نامطلوب ناشی از اسیدی شدن و انباشتگی وجود دارد، تفسیر کرد.

2 - Biodiversity Damage Potential (BDP)

۶-۲-۳ پیامد استفاده از آب

در حال حاضر هیچ پذیرش بین‌المللی برای ارزیابی یک مدل پیامد استفاده از آب وجود ندارد. انتخاب مدل باید با بررسی دقیق اعتبار و محدودیت‌های روش به کار رفته، مستند و توجیه شود. علاوه بر جریان‌های نهاده و ستاده در موجودی، استاندارد ISO 14046 روش‌ها و الزامات انجام ارزیابی پیامد آب، برای مثال کمبود آب را توصیف می‌کند.

۷ تفسیر و گزارش‌دهی LCA

۷-۱ تفسیر

راهنمایی و الزامات تفسیر در زیربند ۵-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ و زیربند ۴-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ ارائه شده است.

مرحله تفسیر LCA برای نتیجه‌گیری موجودی و مرحله ارزیابی پیامد از نظر هدف و دامنه کمک می‌کند. تصمیم‌گیری از نظر ماهیت تکراری مطالعه LCA، از نظر فعالیت‌های جمع‌آوری داده‌های بیشتر یا کاهش دامنه به دلیل محدودیت‌ها در دسترس‌پذیری داده‌ها انجام می‌شود.

مرحله تفسیر شامل فنونی (برای مثال تجزیه و تحلیل حساسیت و ...) برای درک اهمیت نتایج LCIA و روایی انتخاب مدل‌سازی است. عناصر اختیاری که نتایج را تکمیل‌تر می‌کنند، عبارتند از وزن‌دهی، مرتب‌سازی و رتبه‌بندی. کیفیت داده‌ها و گویا بودن، بررسی و از نظر ارتباط آنها ارزیابی می‌شوند.

مرحله تفسیر به طور خاص، در محصولات زیست‌پایه، امکان درنظر گرفتن اطلاعات کیفی برای مثال: شیوه‌های مدیریت در تولید محصولات زیست‌پایه را میسر می‌کند. در مطالعات LCA که در نظر است در بیانیه مقایسه‌ای برای عموم اعلام شود، باید اطمینان حاصل کرد که مقایسه، همراستا با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ است.

در مقایسه با محصولات موجود متداول مانند شیشه، کاغذ و مواد با پایه فسیلی، غالباً نسل جدیدی از محصولات زیست‌پایه در مراحل نسبتا اولیه پدید آمدن هستند و برای توصیف چرخهٔ حیات، فرضیاتی مورد نیاز است. توصیه می‌شود مطالعات LCA، که آشکار کنندهٔ محصولات زیست‌پایه هستند، تفاوت‌ها در درجهٔ بلوغ محصولات یا سامانه‌های تولید را در مرحله تفسیر مورد توجه قرار دهند.

همیشه بهتر است بررسی کامل تناقضات احتمالی و/یا سطح تفاوت جزئیات موجودی‌ها در مطالعات مقایسه‌ای بین محصولات زیست‌پایه و جایگزین‌های آنها انجام شود. زمانی که پایگاه داده‌های مختلف، بر پایه سطح تفاوت جزئیات و انتخاب مدل‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد، ناسازگاری می‌تواند روی دهد. برای مثال رده‌های پیامد سمیت و بوم-سمیت انسانی می‌تواند به دلیل وجود خلأ در موجودی از این موضوع متاثر شود.

۷-۲ گزارش‌دهی LCA

باید از راهنمایی‌های گزارش‌دهی برای محصولات زیست‌پایه که در بند ۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ و بند ۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ ارائه شده است، تبعیت شود.

محتوای گزارش شخص ثالث (که برای هر نوع ارتباطات LCA اجباری است) به کاربردهای مورد نظر بستگی دارد؛ مخصوصا اگر در نظر باشد که بیانیه مقایسه‌ای به عموم اعلام شود. اگر در نظر است یک بیانیه مقایسه‌ای به عموم اعلام شود، اطلاعات زیر باید به عنوان الزامات تکمیلی گزارش‌دهی اعمال شود، در غیر این صورت بهتر است موارد زیر در نظر گرفته شود:

- جنبه‌های منبع‌یابی؛
- رفتار کربن زیست‌زاد در LCA؛ و
- رفتار رشد فناوری.

تنها رویکرد استاندارد شده برای ساده‌سازی نتایج حاصل از LCA، بیانیه زیست‌محیطی نوع III مطابق استاندارد ISO 14025 است. در خود LCA ابزار گزارش‌دهی استاندارد شده، گزارش شخص ثالث است. با وجود این، نتیجه هر دو انتخاب اغلب در ارتباطات B2B و مخصوصا در کسب‌وکار به مشتری خیلی پیچیده است.

۷-۳ بازنگری اساسی

راهنمایی و الزامات بازنگری اساسی در بند ۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۰ و بند ۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۴۴ ارائه شده است.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

مثالی از تخصیص گلیسرول

الف-۱ مثالی برای تخصیص مبتنی بر رویکرد

گلیسرول: آخرین مرحله تولید گلیسرول تبادل استری‌شدن روغن‌های گیاهی یا چربی‌های حیوانی به محصول اصلی، سوخت زیستی و یک محصول همراه یعنی گلیسرول است.

۱- آیا تقسیم فرآیند به چندین فرآیند متمایز برای جلوگیری از تخصیص امکان‌پذیر است؟

نه، چون یک واکنش جداگانه (تبادل استری شدن) برای ارائه دو محصول است.

۲- آیا گسترش سامانه امکان‌پذیر است؟

نه، گلیسرول موجود در بازار از مسیرهای مختلف تولید می‌شود و گلیسرول یک محصول همراه است (برای مثال: تولید صابون و تولید اسید چرب/الکل از سبزیجات مختلف و خوراک حیوانی یا تولید گلیسرول مصنوعی از پروپیلن).

نتیجه‌گیری: تخصیص الزامی است. از آنجایی که نمی‌توان ارتباط فیزیکی خاص بین محصولات را تعیین کرد، می‌توان از خواص فیزیکی معمول استفاده کرد مانند جرم و انرژی مبتنی بر محتوای انرژی.

نتایج (با مقادیر گویا برای پارامترهای روش تخصیص، و روابط موجود دیگر: اقتصادی افزوده شده است):

جدول الف-۱- نتایج و روش‌های تخصیص

روش تخصیص	سوخت زیستی	گلیسرول	تخصیص برای سوخت زیستی	تخصیص برای گلیسرول
انرژی (NCV)	۳۷۰۰۰ MJ/t	۱۷۰۰۰ MJ/t	۳۷۰۰۰/(۳۷۰۰۰ + ۱۷۰۰۰ × ۰٫۰۵) = ٪۹۸	۲ ٪
جرم	۱ t	۰٫۰۵ t	۱ / ۱٫۰۵ =۹۵ ٪	۵ ٪
اقتصاد (قیمت فروش)	۱۴۸۰ €/t	۳۰۰ €/t	۱۴۸۰/(۱۴۸۰ + ۳۰۰۰ × ۰٫۰۵) = ٪۹۸	۱ ٪

در این مثال، هیچ موضوعی برای تخصیص وجود ندارد، چون نتایج مشابه هستند (همه روش‌ها برای گلیسرول پیامد کمتر از ٪ ۵ نشان می‌دهند).

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

مثال‌هایی از محاسبه و ارتباطات جریان‌های فسیل و کربن زیست‌زاد

ب-۱ مثالی از محاسبه جریان‌های کربن زیست‌زاد و فسیل

جریان‌های کربن می‌توانند دو منشا داشته باشند: فسیلی یا زیست‌زاد. جریان‌های کربن می‌تواند هم از منابع ماده (فسیل و زیست‌توده) مورد استفاده به عنوان خوراک تولید زیست‌توده و هم از منابع انرژی (فسیل یا زیست‌توده) مورد استفاده در تولید محصول، حاصل شود.

لازم است مواد منتشره کربن فسیلی و کربن زیست‌زاد هر دو مورد توجه قرار گیرد. در ایجاد LCI برای محصولات زیست‌پایه یا شبه‌زیست‌پایه، بهتر است جداسازی کربن اتمسفری با منشا گیاهی در نظر گرفته شود. همان گونه که در زیربند ۵-۵ الزام شده است، گازهای گلخانه‌ای منتشر شده و حذف شدهٔ ناشی از منابع کربن فسیلی و زیست‌زاد و نزولات باید به طور جداگانه در موجودی وارد و فهرست شوند.

یادآوری۱- مقدار کربن‌دی‌اکسید داخل زیست‌توده و مقدار معادل کربن‌دی‌اکسید منتشر شده از زیست‌توده در نقطه اکسیداسیون کامل، زمانی که کربن زیست‌توده به متان، ترکیبات آلی فرار غیر متان یا گازهای پیشرو دیگر تبدیل نمی‌شود، منجر به CO_2 منتشرشده خالص می‌شود.

یادآوری۲- این مثال ایجاد LCI را برای محاسبه کربن زیست‌زاد و فسیلی توصیف می‌کند. لازم است مواد منتشره ناشی از تغییر استفاده زمین و مواد منتشره غیرکربنی (برای مثال N_2O منتشر شده از مزرعه‌داری) در نظر گرفته شود و در موجودی وارد شود. با وجود این، راهنمای خاصی برای محاسبات تغییر کاربری زمین و مواد منتشره ناشی از مزرعه‌داری در زیربند ۵-۴-۲ ارائه شده است.

در این مثال، جریان‌های کربن فسیلی منتشر شده به محیط زیست، به عنوان جریان‌های مثبت محسوب می‌شوند. ماهیت مواد منتشره شناسایی شده است (برای مثال: CO_2، CH_4، و سایر کربن فسیلی منتشر شده به هوا، آب، خاک).

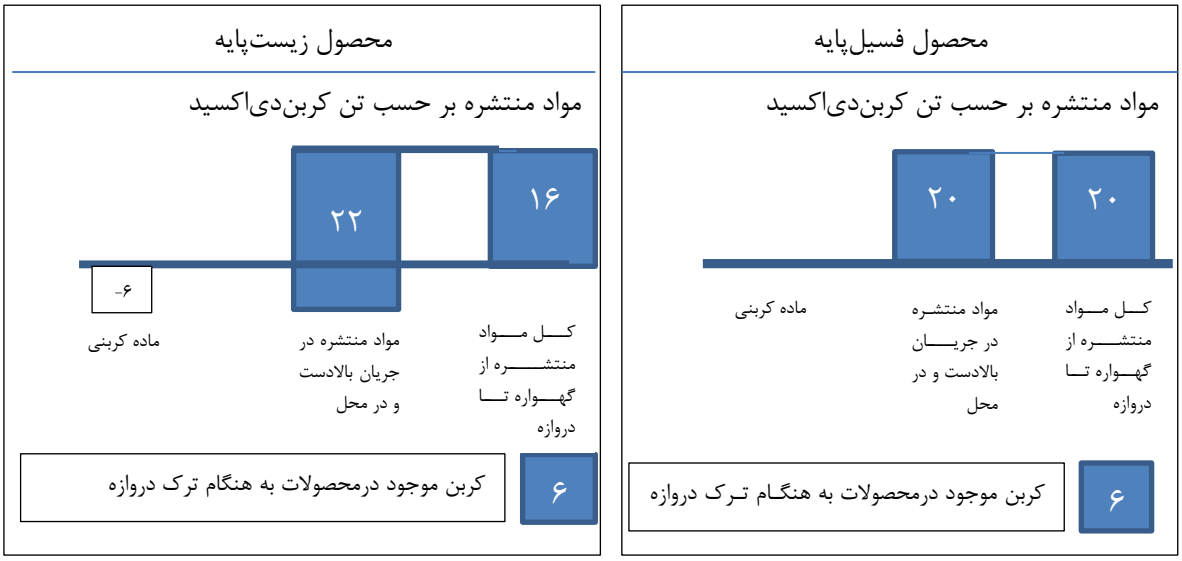
جریان‌های کربن مورد نظر در این مثال در جدول ب-۱ نشان داده شده است.

جدول ب-۱- موجودی جریان‌های کربن فسیلی و زیست‌زاد

	جریان‌های موجودی (کمیت)	ماهیت مواد منتشره
کربن زیست‌زاد		
تثبیت کربن اتمسفری در مدت رشد زیست‌توده	-BC1	
کربن نشر شده به هوا/آب و خاک طی مرحله تولید	+BC2	
کربنی که به طور دائم جدا می‌شود، برای مثال: محصولات همراه یا پسماندهای تولید دفن شده در زمین [a]	+BC3	
کربن زیست‌زاد جایگزین شده	BC= -BC1+ BC2 +BC3	
کربن زیست‌زاد منتشر شده به هوا، آب و خاک در پایان حیات	+C4	
کربن زیست‌زاد منتشر شده خالص	E= BC +C4	
کربن فسیلی		
کربن فسیلی نشر شده به هوا/آب و خاک طی مرحله تولید	+ FC1	
کربن فسیلی منتشر شده به هوا، آب و خاک طی پایان حیات	+ FC2	
کل کربن زیست‌زاد منتشر شده	$\acute{E}$ = FC1 +FC2	
[a] اگر دفن پسماندهای صنعتی و تخریب جزئی، منجر به تولید گازهای گلخانه‌ای (برای مثال: متان و کربن دی‌اکسید) شود، این امر باید مورد توجه قرار گیرد.		

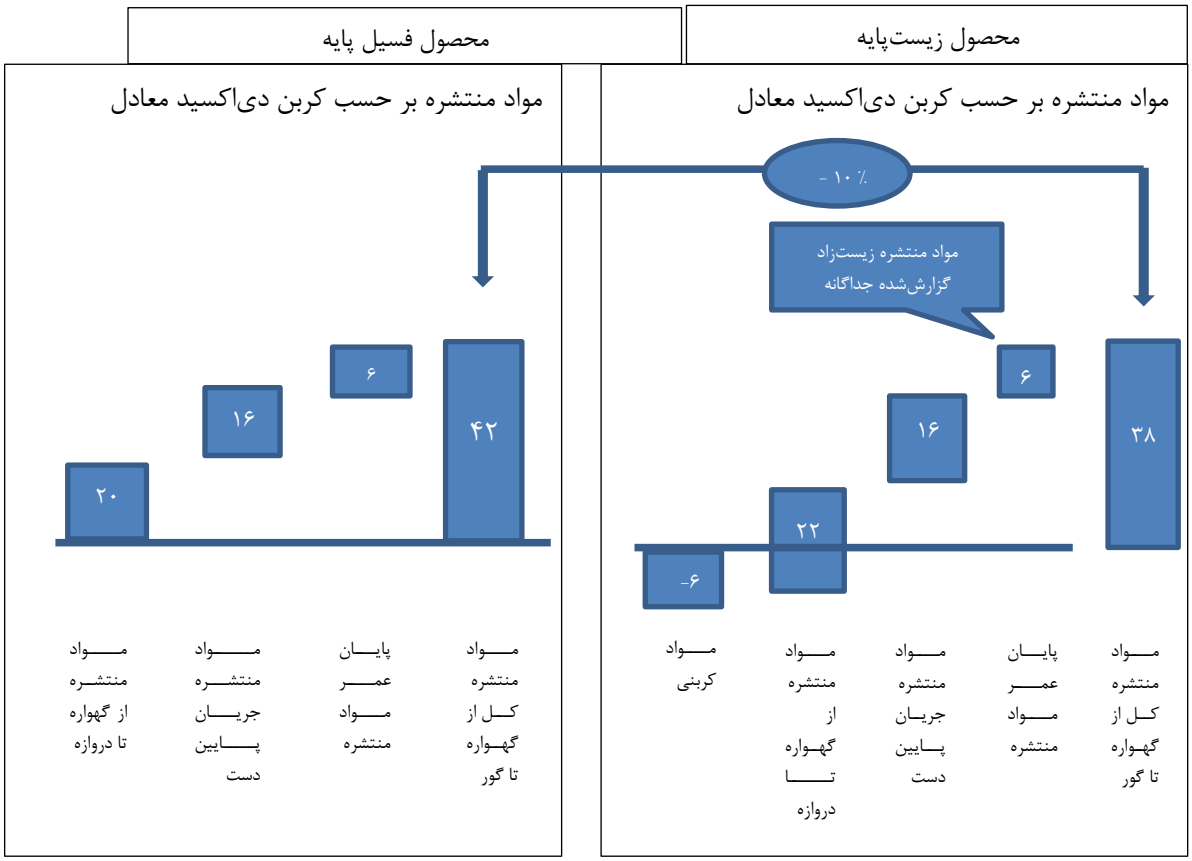
ب-۲ مثالی از نمایش مواد انتشاری گهواره تا دروازه و گهواره تا گور

شکل ب-۱، چشم‌انداز جزئی و شکل ب-۲ موجودی کلی یک محصول زیست‌پایه/فسیل‌پایه را نشان می‌دهد.



شکل ب-۱- موجودی کلی برای محصول زیست‌پایه/فسیل‌پایه

شکل ب-۲ پایان حیات مواد منتشره از طریق سوزاندن بدون محاسبه زمان را نشان می‌دهد. محاسبه زمانی برای ذخیره‌سازی کربن می‌تواند بر پایه راهنمایی‌های حاصل از ILCD طبق بند ب-۳، وارد شود.



شکل ب-۲- موجودی کلی برای محصول زیست‌پایه/فسیل‌پایه

ب-۳ محاسبه زمانی

ب-۳-۱ راهنمای ILCD برای محاسبه زمانی (ردپای کربن = CFP)

$$CFP_{\text{temp,Storage}} = -\sum m_{\text{i}} \times t_s \times GWP_{\text{IPCC,i}}/100$$

که در آن:

$CFP_{\text{temp,Storage}}$ ردپای کربن گاز گلخانه‌ای گونه (نوع) i که به طور موقت ذخیره می‌شود؛

m_{i} جرم گاز گلخانه‌ای جابجا شده i :

در مورد CO_2 داریم: $m_{CO_2} = m_c \times M_{CO_2}/M_C$

mc جرم کربن ذخیره شده در یک محصول و آزاد شده به شکل کربن دی‌اکسید در بازه زمانی ۱۰۰ سال؛

M_{CO_2} و M_C به ترتیب وزن مولکولی کربن دی‌اکسید و کربن.

در مورد CH_4 داریم: $m_{CH_4} = m_c \times M_{CH_4}/M_C$

mc جرم کربن ذخیره شده به طور موقت، برای مثال، در محل دفن پسماند و آزاد شده به شکل متان در بازه زمانی ۱۰۰ سال؛

M_{CH_4} و M_C به ترتیب وزن مولکولی متان و کربن.

t_s زمان از بین رفتن/ذخیره‌سازی زمانی در چند سال؛

$GWP_{\mathrm{IPCC,i}}$ GWP IPCC برای زمان ۱۰۰ سال برای گاز گلخانه‌ای i (به جدول الف-۱ مراجعه شود).

بر اساس کتابچه راهنمای ILCD، دوره زمانی از بین رفتن، t_s، نسبت به سال تولید محصول، باید به طور جداگانه در گزارش مستند شود. بر اساس همین کتابچه راهنما، زمانی که گازهای گلخانه‌ای در مدت بیش از ۱۰۰ سال از بین می‌روند، اگر به طور نامحدود نگهداری شوند، باید محاسبه شوند.

ب-۳-۲ مثالی از محاسبه زمانی

تعیین محاسبه زمانی محصول زیست‌پایه (کربن جاسازی شده: ۶ kg CO_2 eq. /kg) در شکل‌های ب-۱ و ب-۲ نشام داده شده است. محصول زیست‌پایه، کربن را برای ۸۰ سال در مرحله استفاده جدا می‌کند.

$$CFP_{\mathrm{temp,Storage}} = -\sum m_{CO_2} \times t_S \times GWP_{\mathrm{IPCC},i} / 100 = -6 \text{ kg eq. } CO_2 \times 80 \times 1 / 100 = -4{,}8 \text{ kg eq. } CO_2$$

محصول زیست‌پایه نشان داده شده در شکل‌های ب-۱ و ب-۲، ردپای کربن کل ۳۸ kg eq. CO_2/kg دارد و یک مزیت بیشتر به دلیل ذخیره‌سازی زمانی کربن زیست‌پایه ۴٫۸- kg eq. CO_2 حاصل می‌شود. ردپای کربن خالص کل از گهواره تا گور، شامل ذخیره‌سازی زمانی برابر ۳۳٫۲ kg eq. CO_2 است.

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

مثال‌هایی از رده‌های پیامد و شاخص‌های پیامد

پ-۱ شاخص رده‌هایی که در تغییر آب و هوا مشارکت دارند

- گرمایش جهانی

این شاخص، افزایش بی‌نظمی در افزایش میانگین مواد موجود در اتمسفر مانند کربن دی‌اکسید (CO_2)، متان (CH_4)، و نیتروز اکسید (N_2O) را مشخص می‌کند. این مواد منتشره، تعادل اتمسفر را مختل می‌کند و به گرمایش جهانی کمک می‌کند. واحد استفاده شده کیلوگرم کربن دی‌اکسید معادل است.

پ-۲ شاخص‌های پیامدهایی که به فرسودگی منابع غیرتجدیدپذیر کمک می‌کنند

- مصرف انرژی غیرتجدیدپذیر

این شاخص، تمام منابع انرژی را که از ذخایر طبیعی (زغال سنگ، گاز طبیعی، نفت و اورانیم) استخراج می‌شوند، شامل می‌شود و واحد آن مگاژول است.

- فرسایش منابع طبیعی

این شاخص، استخراج منابع طبیعی را که به عنوان منابع غیرتجدیدپذیر (یعنی منابعی که مصرف آنها سریع‌تر از تشکیل طبیعی آنها روی می‌دهد)، در نظر گرفته می‌شوند، تعیین می‌کند. واحد مورد استفاده کیلوگرم آنتیموان معادل است.

پ-۳ شاخص‌های پیامدهای تاثیرگذار بر سلامتی انسان

- کاهش لایه ازن

این پیامد بالقوه توسط واکنش‌های پیچیده بین ازن استراتوسفر و ترکیباتی نظیر CFC ایجاد می‌شود. نازک شدن لایه ازن اثراتی شامل فیلترکردن طبیعیِ تابش فرابنفش دارد. واحد مورد استفاده کیلوگرم CFC-11 معادل است.

- اکسیداسیون فوتوشیمیایی

این شاخص، پیامدهای ناشی از مواد آلی را مشخص می‌کند. این شاخص بر حسب کیلوگرم اتیلن (C_2H_4) معادل بیان می‌شود و تعداد واکنش‌های پیچیده بین ترکیبات آلی فرار و نیتروز اکسیدها را بیان می‌کند که در تشکیل ازن در اتمسفر پایین شرکت می‌کنند. ازن تروپوسفری اثرات مضری بر سلامتی انسان و گیاهان دارد.

این رده پیامد، تشکیل برخی ترکیبات شیمیایی واکنش‌پذیر خاص را در تروپوسفر که به نام فوتو-اکسیدانت‌ها، مخصوصا شامل ازن، از طریق عمل خورشید روی آلاینده‌های اولیه شناخته شده است، مورد توجه قرار می‌دهد. فوتو-اکسیدانت‌ها ممکن است به دلیل تاثیر تابش فرابنفش، اکسیداسیون فوتوشیمیایی ترکیبات آلی فرار و کربن مونوکسید در حضور نیتروز اکسیدها ظاهر شوند. ازن و به میزان کمتر پراکسی‌آسیل‌نیترات‌ها یا PAN، به‌عنوان ترکیبات اصلی فوتو-اکسیدانت در نظر گرفته می‌شوند. گستره کاملی از اثراتی که این نوع آلاینده‌ها ممکن است بالقوه داشته باشد، به طور نسبی درک شده است. برای مثال، ازن بر سلامتی انسان از جمله ناراحتی چشم، دستگاه تنفسی و غشاهای مخاطی تاثیر می‌گذارد. این مسائل ممکن است برای افراد مبتلا به مشکلات تنفسی بسیار جدی‌تر باشد. این رده پیامد به نام «تشکیل مه غلیظ» یا «مه غلیظ تابستان» شناخته شده است.

ترکیبات آلی فرار عامل اصلی این اثر هستند. با وجود این NOx به عنوان کاتالیزور عمل می‌کند. این مسئله اغلب به وسیله شاخص مصنوعی شناخته شده به عنوان پتانسیل ایجاد ازن فوتوشیمیایی درک می‌شود. این مقدار که به طور تجربی برای هر مولکول اندازه‌گیری شده است، به شکل تاثیر x کیلوگرم اتیلن بیان می‌شود و به همین دلیل بر حسب کیلوگرم اتیلن معادل بیان می‌شود.

جدول پ-۱- فهرست نشان دهنده ترکیبات آلی فرار بسیار فعال

ایزوپرن	۱و۳- بوتادی‌ان	همه آلکان‌ها	تولوئن
متا زایلن	پروپن	استالدئید	متیل- سیکلوپنتان
اتن	فرم‌آلدئید	زایلن	اتانول

- سمیت انسانی

این رده پیامد به اثرات موادی که برای سلامتی انسان سمی هستند، ارتباط دارد. این مواد ممکن است هم در محیط زیست و هم در محیط کار موجود باشد. گستره مولکول‌ها، حالت فعالیت آنها و آسیب‌های ناشی از مواجهه با آنها، اثرات مواجهه غیرمستقیم و اثرات دریافت، درجه پیچیدگی را نشان می‌دهد که این رده پیامد یکی از مشکل‌ترین حالت‌ها است. در نتیجه به طور کلی، بهتر است نتایج عرضه شده بر حسب بزرگی دیده شوند و تفاوت‌ها برای تعدادی عوامل مشاهده شوند، قبل از این که تفاوت واقعی به لحاظ پیامد استنباط شوند.

جدول پ-۲- گروه‌های اصلی مولکول‌های سمی

گروه (خانواده)	مثال‌ها
فلزات، یون‌های فلزی و ترکیبات فلزی دیگر	آرسنیک، جیوه، کروم، آنتیموان و غیره
ترکیبات آلی فرار	آلدئیدها، بنزن، دی‌کلروبنزن‌ها، ۱و۳- بوتادی و غیره
آلاینده‌های اتمسفری دیگر	NOx، SOx و غیره
هیدروکربن‌های چندحلقه‌ای آروماتیک	پایرن، نفتالین، تفنیل و غیره
ذرات معلق	۲٫۵ میکرون □ و ۱۰ میکرون □ و غیره
مولکول‌های سمی دیگر (مخصوصا مواد سرطان‌زا)	آفت کش‌ها، نفتالن، تولوئن، کلردان و غیره

- آبزیان و سمیت آبی

این شاخص، ارزیابی بوم-سمیت را مقدور می‌کند و ریسک‌های بالقوه ناشی از حضور ترکیبات شیمیایی در یک سامانه زیست‌محیطی خاص را مشخص می‌کند. واحد مورد استفاده ۱٫۴ کیلوگرم دی‌کلروبنزن معادل است.

- اسیدی شدن زمینی

این شاخص، افزایش کمیت مواد اسیدی را در اتمسفر پایین مشخص می‌کند. این مواد منتشره مسئول باران‌های اسیدی هستند که منجر به تخریب جنگل‌ها می‌شود. ترکیباتی که در این پدیده شرکت می‌کنند، شامل SO_2، NOx، NH_3، HCl، HF می‌باشد. بارش مواد اسیدی، بوم‌سازگان‌های جنگل و بوم‌سازگان‌های آب شیرین را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این شاخص بر حسب کیلوگرم SO_2 معادل بیان می‌شود.

- انباشتگی (بیش‌پروری)[1] آبزی

ورود مواد مغذی به شکل ترکیبات فسفات یا نیترات، بوم‌سازگان‌ها را از طریق یاری کردن در تکثیر گونه‌های خاص (مانند ریزجلبک، پلانکتون و غیره) مختل می‌کند. این اثر ممکن است منجر به افت محتوای اکسیژن محیط آبی شود که بازتاب قابل توجهی در جانوران و گیاهان آبزی دارد.

واحد مورد استفاده اغلب کیلوگرم PO_4 معادل می‌باشد.

1 - Aquatic eutrophication

کتابنامه

[1] prEN 16751:2014, Bio-based products — Sustainability criteria

[2] S. Humbert et al., IMPACT 2002+: User Guide Draft for version 2.1 (land occupation expressed as m^2 Organic arable land eq × year PDF.m^2.yr).

[3] ReCiPe (land occupation & land conversion) [online] [viewed 2015-04-07] http://www.lciarecipe. net

[4] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Volume 4, Agriculture, Forestry and Other Land Use (2006), [online] [viewed 2015-04-07] http://www.ipccnggip. iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

[5] Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC

[6] Crop evapotranspiration — Guidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1998

[7] EN 16214-4:2013, Sustainability criteria for the production of biofuels and bioliquids for energy applications - Principles, criteria, indicators and verifiers - Part 4: Calculation methods of the greenhouse gas emission balance using a life cycle analysis approach

[8] European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. First edition March 2010. EUR 24708 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union; 2010

[9] PROSUITE, PROspective SUstaInability Assessment of Technologies, www.prosuite.org

[10] CEN ISO/TS 14067, Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication (ISO/TS 14067)

[11] The UNEP/SETAC working group ’Operational Characterization Factors for Land use Impacts on Biodiversity and Ecosystem Services http://lcinitiative.unep.fr/

[12] KÖLLNER T., DE BAAN L., BECK T., BRANDÃO M., CIVIT B., MARGNI M. i Canals, L.M., Saad, R., de Souza, D.M., Müller-Wenk, R. 2013, UNEP-SETAC guideline on global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCAInternational Journal of Life Cycle Assessment. 2013, **15** p. 1

[13] WBCSD. Guidance for Accounting & Reporting Corporate GHG Emissions in the Chemical Sector Value Chain, [online, viewed 2015-04-07]

http://www.wbcsd.org/Pages/EDocument/EDocumentDetails.aspx?ID=15375

[14] ISO 14046, Environmental management — Water footprint — Principles, requirements and guidelines

[15] ISO/TR 14049:2012, Environmental management — Life cycle assessment — Illustrative examples on how

[16] [16] European Commission - Joint Research Centre - Assessing temporary carbon storage in life cycle assessment and carbon footprint - Outcomes of an expert workshop, 7th-8th October 2010, Ispra (Italy).

[17] LIME2 [online] [viewed 2015-04-07] http://lca-forum.org/english/

[18] [18] MILÀ I CANALS L., BAUER C., DEPESTELE J., DUBREUIL A., KNUCHEL R.F., GAILLARD G. et al. Key elements in a framework for land use impact assessment within LCA. International Journal of Life Cycle Assessment. 2007a, **12** (1) pp. 5–15

[19] [19] KÖLLNER & SCHOLZ. 2007a Köllner T. and Scholz R. (2007a), Assessment of land use impact on the natural environment: Part 1: An Analytical Framework for Pure Land Occupation and Land Use Change, In: Int J LCA, 12(1), pp. 16-23.