

مبانی و تئوری ارزیابی چرخه ی عمر

نویسندگان:

مایکل هوس‌چایلد- رالف رزن‌بام

استیگ اروینگ اولز

مترجمان:

دکتر محمدرضا صبور

(دانشیار دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی)

دکتر قربانعلی دزواره

(عضو هیات علمی دانشگاه سمنان)

مهندس محمدرضا حاج بابایی

(کارشناس ارشد عمران دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی)



انتشارات آوای قلم

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ناشر ۱۴
پیشگفتار مترجمان ۱۵

فصل اول: مشخصات اصلی LCA

چکیده ۱۸
۱-۱- چرایی اهمیت LCA از نقطه نظر موضوع سوخت های زیستی ۱۸
۱-۲- ویژگی‌های اصلی ۲۱
۱-۲-۱- اتخاذ دیدگاهی در چرخه‌ی عمر ۲۱
۱-۲-۲- در برگرفتن طیف گسترده‌ای از مسائل زیست‌محیطی ۲۲
۱-۲-۳- کمّی است ۲۳
۱-۲-۴- مبتنی بر علم یا علم محور است ۲۳
۱-۳- نقاط قوت و محدودیت‌های LCA ۲۴
منابع ۲۶

فصل دوم: تاریخچه‌ی LCA

چکیده ۲۸
۲-۱- مقدمه ۲۸
۲-۲- رشد و توسعه‌ی روش‌شناختی ۲۹
۲-۳- کاربرد ۳۳
۲-۴- استانداردسازی و هماهنگی بین‌المللی ۳۶
۲-۴-۱- مشارکت و همکاری علمی و به اجماع‌رسانی ۳۶
۲-۴-۲- استانداردسازی بین‌المللی ۳۷
۲-۴-۳- استانداردسازیِ روش‌شناسی فراتر از استانداردهای سری ISO: ILCD اروپا ۳۸
۲-۵- انتشار و گسترش ۳۹
۲-۶- نتیجه‌گیری ۴۱
منابع ۴۱

فصل سوم: کاربردهای LCA

چکیده ۴۸
۳-۱- سابقه و پیشزمینه ۴۸
۳-۲- چشم‌انداز دولت ۴۹
۳-۲-۱- تدوین سیاست ۵۱
۳-۲-۲- ارزیابی و اجرای سیاست ۵۱
۳-۳- دیدگاه صنعتی ۵۲
۳-۳-۱- کاربرد در سطح محصولات ۵۳
۳-۳-۲- کاربرد درسطح شرکتی ۵۴
۳-۳-۳- چالش‌های بنگاه‌های کوچک و متوسط ۵۵
۳-۴- دیدگاه شهروندان ۵۶
۳-۵- نتیجه‌گیری ۵۷
منابع ۵۷

فصل چهارم: LCA و پایداری

چکیده ۶۴
۴-۱- مقدمه ۶۴
۴-۲- پایداری چیست؟ ۶۵
۴-۳- مسائل و نگرانی‌های مرتبط با محیط زیست و پایداری ۶۷
۴-۴- پایداری و LCA ۶۹
۴-۵- در مورد ارزیابی پایداری چرخه‌ی عمر ۷۳
۴-۶- محدودیت در استراتژی برای نیل به پایداری از طریق اجرای LCA ۷۴
منابع ۷۷

فصل پنجم: دیباچه‌ای بر روش شناسی ارزیابی چرخه‌ی عمر (LCA)

چکیده ۸۰
۵-۱- مقدمه ۸۰
۵-۲- مراحل LCA ۸۱
۵-۲-۱- تعریف دامنه و هدف ۸۲
۵-۲-۲- آنالیز موجودی ۸۳

۳-۲-۵- ارزیابی تاثیر ۸۴
۳-۵- ماهیت تکراری LCA ۸۵
منابع ۸۷

فصل ششم: تعریف هدف

چکیده ۹۰
۶-۱- مقدمه ۹۰
۶-۲- کاربردهای از پیش تعیین‌شده‌ی نتایج ۹۱
۶-۳- محدودیت‌های حاصل از گزینه‌های انتخابی روش‌شناختی ۹۱
۶-۴- شرایط و زمینهٔ تصمیم‌گیری و دلایل انجام این مطالعه ۹۲
۶-۵- جامعهٔ هدف یا افرادی که این مطالعه برای آنها انجام شده است ۹۶
۶-۶- مطالعات تطبیقی که در معرض عموم قرارگرفته است ۹۶
۶-۷- مسئول گزارش و سایر عوامل و افراد تأثیرگذار و بانفوذ ۹۷
منابع ۹۷

فصل هفتم: تعریف دامنه

چکیده ۱۰۰
۷-۱- مقدمه ۱۰۱
۷-۲- اصطلاحات و مفاهیم اصلی ۱۰۱
۷-۲-۱- جریان‌ها و فرآیند ۱۰۱
۷-۲-۲- تِکنوسفر و اِکوسفر ۱۰۴
۷-۲-۳- سیستم‌های پیش زمینه‌ای (مقدم) و پس زمینه‌ای (مؤخر) ۱۰۵
۷-۲-۴- نتایج و مدل موجودی چرخهٔ عمر ۱۰۷
۷-۲-۵- ارزیابی تأثیر چرخهٔ عمر ۱۰۸
۷-۳- اقلام قابل تحویل یا قابل ارائه ۱۰۹
۷-۴- اهداف ارزیابی ۱۱۰
۷-۴-۱- عملکردها (کارکردها) ۱۱۰
۷-۴-۲- واحد عملکردی (کارکردی) ۱۱۰
۷-۴-۳- جریان‌های مرجع ۱۱۶
۷-۵- چهارچوب مدل‌سازی LCI و مدیریت فرایندهای چندمنظوره ۱۱۷
۷-۵-۱- کارکردهای ثانویه و فرایندهای چندمنظوره ۱۱۷

۷-۵-۲- سلسله مراتب ISO 14044 برای حل مسائل مرتبط با چندمنظوره بودن ۱۱۸
۷-۵-۳- چهارچوب مدل‌سازی LCI: LCA توصیفی و استنتاجی ۱۲۴
۷-۵-۴- انتخاب‌های مدل‌سازی توصیه‌شده برای شرایط تصمیم‌گیری مشخص ۱۲۹
۷-۶- مرزهای سیستم و شرایط و الزامات کامل بودن ۱۳۱
۷-۶-۱- مرزهای ایده‌آلِ سیستم ۱۳۲
۷-۶-۲- دلایل انحراف از مرزهای ایده‌آلِ سیستم ۱۳۴
۷-۶-۳- شرایط و الزامات کامل بودن: کَمّی یا کیفی؟ ۱۳۷
۷-۷- بازنمایه‌ای از داده‌های LCI ۱۳۸
۷-۷-۱- بازنمایهٔ جغرافیایی ۱۳۹
۷-۷-۲- بازنمایهٔ مربوط به زمان ۱۴۱
۷-۷-۳- بازنمایهٔ فناورانه ۱۴۴
۷-۸- تهیهٔ مبنایی برای ارزیابی تأثیر ۱۴۵
۷-۸-۱- انتخاب پوشش‌دهی تأثیر ۱۴۵
۷-۸-۲- انتخاب روش‌های LCIA ۱۴۶
۷-۹- شرایط و الزامات خاص برای مقایسهٔ سیستم ۱۴۸
۷-۱۰- نیاز به انجام بررسی انتقادی ۱۴۹
۷-۱۱- برنامه‌ریزی برای گزارش نتایج ۱۵۰
منابع ۱۵۰

فصل هشتم: آنالیز موجودی چرخه‌ی عمر

چکیده ۱۵۴
۸-۱- مقدمه ۱۵۴
۸-۲- شناسایی فرآیندها برای مدل LCI ۱۵۶
۸-۲-۱- شرح دقیق زنجیرهٔ ارزش فیزیکی ۱۵۶
۸-۲-۲- مدیریت و پرداختن به فرایندهای چندمنظوره ۱۵۹
۸-۲-۳- مدل‌سازی استنتاجی ۱۶۴
۸-۳- برنامه‌ریزی و گردآوری داده‌ها ۱۸۱
۸-۳-۱- داده‌هایی با تشخیص‌پذیری (ویژگی) زیاد و بسیار زیاد ۱۸۵
۸-۳-۲- داده‌ها با تشخیص‌پذیری (ویژگی) متوسط و کم ۱۸۹
۸-۳-۳- داده‌ها با تشخیص‌پذیری (ویژگی) بسیار کم ۱۹۵
۸-۴- ساخت و بررسی کیفیت فرایندهای واحد ۱۹۵
۸-۴-۱- بررسی کیفیت یک فرایند واحد ۱۹۶

۲-۴-۸- استفاده از نام‌های جریان سازگار با نرم‌افزار LCA ۱۹۹
۵-۸- ساخت مدل LCI و محاسبهٔ نتایج LCI ۲۰۰
۱-۵-۸- ابعاد خاص نرم‌افزار و بانک اطلاعات ۲۰۱
۲-۵-۸- محاسبهٔ نتایج LCI ۲۰۲
۶-۸- داده‌های مورد نیاز برای آنالیز حساسیت و عدم قطعیت ۲۰۳
۷-۸- ارائهٔ گزارش ۲۰۴
۱-۷-۸- مستندسازیِ مدل LCI در سطح سیستمی ۲۰۵
۲-۷-۸- مستندسازی هر یک از فرایندهای واحد ۲۰۸
۳-۷-۸- مستندسازی فراداده‌ها ۲۰۹
۴-۷-۸- مستندسازی نتایج LCI ۲۰۹
۵-۷-۸- فرضیاتی برای هر یک از مراحل چرخهی عمر ۲۰۹
۶-۷-۸- مستندسازی داده‌های گردآوری شده برای آنالیز حساسیت و عدم قطعیت ۲۱۰
منابع ۲۱۴

فصل نهم: ارزیابی تاثیر چرخه‌ی عمر

چکیده ۲۱۸
۱-۹- مقدمه ۲۱۹
۲-۹- مراحل اجباری مطابق با استاندارد ISO 14040/14044 ۲۲۳
۱-۲-۹- انتخاب مقوله‌های تأثیر، شاخص‌های مقوله و مدل‌های توصیف ۲۲۳
۱-۱-۲-۹- نحوهٔ انتخاب یک روش LCIA ۲۲۶
۲-۲-۹- طبقه‌بندی ۲۲۹
۳-۲-۹- توصیف ۲۳۰
۱-۳-۲-۹- فاکتور توصیف چیست؟ ۲۳۰
۲-۳-۲-۹- فاکتور توصیف را چگونه محاسبه میکنیم؟ ۲۳۱
۳-۳-۲-۹- اثرات مرتبط با انتشار (گازها) ۲۳۱
۴-۳-۲-۹- اثرات مرتبط با استخراج ۲۳۲
۵-۳-۲-۹- شاخص تأثیر ۲۳۳
۶-۳-۲-۹- شاخص‌های تأثیر نقطهٔ میانی ۲۳۵
۷-۳-۲-۹- شاخص‌های تأثیر نقطه پایانی ۲۳۶
۸-۳-۲-۹- ارزیابی نقطه میانی یا نقطه پایانی؟ ۲۳۸
۹-۳-۲-۹- افق‌های زمانی و تنوع زمانی؟ ۲۳۹
۱۰-۳-۲-۹- تنوع فضائی و مکانی و منطقه‌بندی؟ ۲۴۰

۹-۲-۳-۱۱- واحدها؟ ۲۴۱
۹-۲-۳-۱۲- عدم قطعیت‌ها؟ ۲۴۳
۹-۲-۳-۱۳- فرضیه‌های اصلی کدامند؟ ۲۴۴
۹-۳- مراحل اختیاری مطابق با استاندارد ISO 14040/14044 ۲۴۶
۹-۳-۱- نُرم‌سازی ۲۴۶
۹-۳-۲- وزن‌دهی (یا تجمیع) ۲۵۱
۹-۳-۳- گروه‌بندی ۲۵۵
۹-۴- ردپاها در مقابل LCA ۲۵۵
۹-۵- شرح مفصلِ مقوله‌های تأثیری که درحال‌حاضر در LCA ارزیابی شدند ۲۶۱
۹-۶- تغییرات آب و هوایی ۲۶۲
۹-۶-۱- مسئله ۲۶۲
۹-۶-۲- مکانیزم زیست‌محیطی ۲۶۶
۹-۶-۳- انتشارها و منابع اصلی ۲۶۸
۹-۶-۴- مدل‌های توصیف موجود ۲۷۰
۹-۷- کاهش اوزون استراتوسفر ۲۷۲
۹-۷-۱- مسئله ۲۷۲
۹-۷-۲- مکانیزم زیست‌محیطی ۲۷۴
۹-۷-۳- انتشار (گازها) و منابع اصلی ۲۷۷
۹-۷-۴- مدل‌های توصیف موجود ۲۷۷
۹-۸- اسیدی‌سازی ۲۷۸
۹-۸-۱- مسئله ۲۷۸
۹-۸-۲- مکانیزم زیست‌محیطی ۲۷۹
۹-۷-۳- انتشارها و منابع اصلی ۲۸۱
۹-۷-۴- مدل‌های توصیف موجود ۲۸۳
۹-۹- اتروفیکاسیون ۲۸۳
۹-۹-۱- مسئله ۲۸۳
۹-۹-۲- مکانیزم زیست‌محیطی ۲۸۵
۹-۹-۳- انتشارها و منابع اصلی ۲۸۹
۹-۹-۴- مدل‌های توصیف موجود ۲۹۰
۹-۱۰- تشکیل اوزون فتوشیمیایی ۲۹۱
۹-۱۰-۱- مسئله ۲۹۱
۹-۱۰-۲- مکانیزم زیست‌محیطی ۲۹۲

۳-۱۰-۹- انتشارها و منابع اصلی ۲۹۴
۴-۱۰-۹- مدل‌های توصیف موجود ۲۹۵
۱۱-۹- سمیت زیست‌محیطی ۲۹۶
۱-۱۱-۹- مسئله ۲۹۶
۲-۱۱-۹- مکانیزم زیست‌محیطی ۲۹۷
۳-۱۱-۹- انتشارها و منابع اصلی ۳۰۲
۴-۱۱-۹- مدل‌های توصیف موجود ۳۰۳
۱۲-۹- سمیت انسانی ۳۰۵
۱-۱۲-۹- مسئله ۳۰۵
۲-۱۲-۹- مکانیزم زیست‌محیطی ۳۰۵
۳-۱۲-۹- انتشارها و منابع اصلی ۳۰۹
۴-۱۲-۹- مدل‌های توصیف موجود ۳۰۹
۱۳-۹- تشکیل ذرات معلق ۳۱۰
۱-۱۳-۹- مسئله ۳۱۰
۲-۱۳-۹- مکانیزم زیست‌محیطی ۳۱۱
۳-۱۳-۹- انتشارها و منابع اصلی ۳۱۴
۴-۱۳-۹- مدل‌های توصیف موجود ۳۱۴
۱۴-۹- استفاده از اراضی ۳۱۶
۱-۱۴-۹- مسئله ۳۱۶
۲-۱۴-۹- مکانیزم زیست‌محیطی ۳۱۸
۳-۱۴-۹- مدل‌های توصیف موجود ۳۲۱
۱۵-۹- استفاده از آب ۳۲۴
۱-۱۵-۹- مسئله ۳۲۴
۲-۱۵-۹- مکانیزم زیست‌محیطی ۳۲۵
۳-۱۵-۹- مدل‌های توصیف موجود ۳۳۱
۱۶-۹- استفاده از منابع نازیوا ۳۳۳
۱-۱۶-۹- مسئله ۳۳۳
۲-۱۶-۹- مکانیزم زیست‌محیطی ۳۳۵
۳-۱۶-۹- مدل‌های توصیف موجود ۳۳۷
منابع ۳۴۱

پیشگفتار مترجمان

ارزیابی چرخه‌ی‌عمر)LCA= Life Cycle Assessment(که تحت عنوان آنالیز چرخـه‌ی عمـر، تعادل اکولوژیکی و همچنین آنالیز از گهواره تا گور خوانده مـی‌شـود، روشـی اسـت کـه بـرای ارزیـابی تأثیرات زیست‌محیطی همراه با تمامی مراحل گوناگون چرخه عمر محصـول و حتـی فرآینـد (از مبـدأ، استخراج مواد خام تا فرآوری مواد، تولید، توزیع، کاربرد، تعمیر و نگهداری و همچنین دفـع و بازیافـت) استفاده می‌شود.

امروزه در سراسر دنیا، دولت‌ها و شرکت‌های بزرگ، از LCA به عنوان ابزاری قدرتمند در تبیین استراتژی‌های عملیاتی جهت کاهش اثرات زیست‌محیطـی حاصـل از فعالیـت‌هـای تولیـدی، صـنعتی و خدماتی بهره می‌گیرند. آنچه که اهمیت ویژه‌ای دارد، کاربرد فزاینده LCA برای ارزیابی نشان محصـول سبز، صنعت سبز، خدمات سبز و همچنین برچسب‌های ایزوی نوع ۳، تحت عنوان بیانیه‌هـای محصـول زیست‌محیطی می‌باشد که به صورت »داده‌های زیست‌محیطی کمی شده« برای آن کاربری خاص قابـل ارائه است. محققان نیز از این تکنیک کاربردی در تشخیص کارآمدی روش‌های مختلف کاهش آلـودگی و همچنین بهینه‌سازی فرآیندهای تولیدی، کاهش مصرف آب و انرژی و همچنین تولید پسماند کمتـر، استفاده بسیار می‌کنند و در نتیجه امروزه LCA، تأثیر بسزایی در مبانی تحقیق و توسـعه سـازمان‌هـا از خود به جا گذاشته است.

از آنجا که در کشور ما ایران، مباحث مربوط به ارزیابی چرخه‌ی عمر، موضوعی جدید و نوظهـور محسوب می‌شود، مترجمان این کتاب سعی برآن داشته‌اند تا با استفاده از به‌روزترین و پر اسـتنادتـرین مرجع موجود در جهان و با نگاهی کاربردی، به تدوین یک منبع کامل داخلی بپردازند. همچنین خـاطر نشان می‌گردد این کتاب اولین اثر از مجموعه کتاب‌هایی خواهد بود که باتکیـه بـرتحقیقـات و تجـارب مترجمان این کتاب منتشر شده و در جلدهای بعد علاوه بر ارائه مثال‌های متعدد کاربرد این ابـزار مهـم در صنایع مختلف، کلیه‌ی فصول کتاب مرجع نیز ترجمه و تألیف خواهد شد.

نگارش این کتاب بر دو اصل مهم استوار است، اول آشنایی با مبانی، اهـداف و روش‌هـای آنـالیز چرخه عمر و دوم مقدمه‌ای بر نحوه کاربرد این مبانی در حوزه‌های کاربردی و عملیاتی (کـه در کتـاب-های بعدی به آن اشاره خواهد شد)، و اصل اول در ۹ فصل مهم از ۴۰ فصل کتاب مرجع اصلی، ترجمـه و به تفصیل به آن پرداخته شده است.

لازم به ذکر است که در ترجمه کتاب حاضـر، تـلاش بـر ایـن بـوده اسـت کـه از اصـطلاحات و معادل‌های رایج در زمینه ارزیابی چرخه‌ی عمـر اسـتفاده شـود. بـا ایـن وجـود، مترجمـان در مـواردی اصطلاح یا معادل پیشنهادی خود را ارائه نموده‌اند. بدیهی است بروز هرگونه اشکال در ترجمه ایـن اثـر متوجه مترجمان است و با پیشنهادات سازنده خوانندگان اصلاح و ارتقاء خواهد یافـت. لـذا خواهشـمند است کلیه نقطه نظرات و پیشنهادهای خود را به آدرس ایمیل sabour@kntu.ac.ir ارسال نمایید.

در پایان امید است این کتاب بتواند در حوزه تخصصی خود، نقش و تأثیری ارزشمند در زمینه‌های مدیریتی، پژوهشی- تحقیقاتی، کاربردی، علمی- آموزشی و صنعتی، برای کشور عزیزمان ایفا نماید.

دکتر محمدرضا صبور

دانشیار دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی

دکتر قربانعلی دزواره

عضو هیئت علمی دانشگاه سمنان

مهندس محمدرضا حاج بابایی

کارشناس ارشد دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی

پاییز ۱۴۰۰