

نگاهی جامع به

ارزیابی چرخه حیات

نویسندگان:

دکتر ابوعلی گلزاری

مهندس حسین نعمت الهی(دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست پردیس فنی دانشگاه تهران)

مهندس مریم تویسرکانی(کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست دانشگاه تهران)



انتشارات آوای قلم

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ناشر ۱۳
پیشگفتار نویسندگان ۱۴

فصل اول: مقدمه‌ای بر ارزیابی چرخه حیات

۱-۱ مقدمه ۱۸
۱-۲ ساختار این کتاب ۱۸
۱-۳ چرا LCA حائز اهمیت است؟ مطالعه موردی سوخت زیستی ۲۱
۱-۴ ویژگی‌های اصلی ۲۳
۱-۴-۱ چشم‌انداز چرخه حیات ۲۳
۱-۴-۲ بررسی گستره وسیعی از موضوعات زیست‌محیطی ۲۴
۱-۴-۳ LCA کمی است ۲۴
۱-۴-۴ مبتنی بر علم است ۲۵
۱-۵ نقاط قوت و محدودیت‌های LCA ۲۵
۱-۶ تاریخچه LCA ۲۷
۱-۶-۱ توسعه روش شناختی ۳۰
۱-۶-۲ کاربرد ۳۲
۱-۶-۳ هماهنگی بین‌المللی و استانداردسازی ۳۴
۱-۶-۴ همکاری علمی و اجماع ساختار ۳۴
۱-۶-۵ استانداردسازی بین‌المللی ۳۶
۱-۶-۶ استانداردسازی روش‌شناسی فراتر از استانداردهای ISO: ILCD اروپا ۳۶
۱-۶-۷ انتشار اطلاعات ۳۷
۱-۷ نتیجه‌گیری ۳۹
۱-۸ منابع ۴۰

فصل دوم: کاربردهای ارزیابی چرخه حیات

۲-۱ چکیده ۴۴
۲-۲ پیشینه ۴۴

۲-۳ رویکرد دولتی ۴۶
۲-۳-۱ دستورسازی سیاست ۴۸
۲-۳-۲ پیاده‌سازی و ارزیابی سیاست ۴۸
۲-۴ رویکرد صنعتی ۴۹
۲-۴-۱ کاربرد در سطح محصولات ۵۰
۲-۴-۲ کاربرد در سطح شرکت‌ها ۵۱
۲-۴-۳ چالش‌های شرکت‌های کوچک و متوسط ۵۱
۲-۵ دیدگاه شهروندان ۵۳
۲-۶ نتیجه‌گیری ۵۳
۲-۷ منابع ۵۴

فصل سوم: مفاهیم اولیه ارزیابی چرخه حیات

۳-۱ مراحل اجرای ارزیابی چرخه حیات ۵۸
۳-۱-۱ تعریف هدف و محدوده ۶۰
۳-۱-۲ سیاهه‌نویسی ۶۰
۳-۱-۳ ارزیابی اثرات ۶۲
۳-۱-۳-۱ تفسیر عناصر اختیاری فاز ارزیابی اثرات ۶۲
۳-۱-۳-۲ مشخصه‌سازی (Characterization) ۶۳
۳-۱-۳-۳ ارزیابی میزان تخریب (Damage Assessment) ۶۳
۳-۱-۳-۴ نرمال‌سازی (Normalization) ۶۳
۳-۱-۳-۵ وزن‌دهی (Weighting) ۶۴
۳-۱-۳-۶ محدودیت‌های LCIA ۶۴
۳-۱-۴ تفسیر نتایج ۶۵
۳-۲ انتشار آلاینده‌ها به محیط ۶۶
۳-۲-۱ مکانیسم انتشار آلاینده‌ها به هوا ۶۶
۳-۲-۲ مکانیسم انتشار آلاینده‌ها به خاک ۶۸
۳-۲-۳ مکانیسم انتشار آلاینده‌ها به آب ۷۰
۳-۳ محدودیت‌های روش ارزیابی چرخه حیات ۷۱
۳-۳-۱ عدم قطعیت در مدل‌های LCA ۷۱
۳-۳-۲ ارزیابی و تحلیل عدم قطعیت ۷۲

۳-۳-۲-۱ بهینه‌سازی فرآیند LCA ۷۵
۳-۳-۲-۲ عدم توجه به پارامترهای اقتصادی و اجتماعی ۷۵
۳-۳-۲-۳ افق زمانی ۷۵
۳-۳-۲-۴ لحاظ ننمودن اثرات منطقه‌ای ۷۶
۳-۳-۳ پیچیدگی‌ها ۷۶
۳-۳-۳-۱ رویکرد غیردینامیک ۷۶
۳-۳-۳-۲ عدم تخمین اثرات واقعی ۷۶
۳-۳-۴ مزایای روش ارزیابی چرخه حیات ۷۷

فصل چهارم: روش‌های مختلف متداول ارزیابی چرخه حیات LCIA

۴-۱ CML ۸۰
۴-۱-۱ Cumulative Energy Demand (CED) ۸۰
۴-۱-۲ Eco-indicator 95 ..... ۸۱
۴-۱-۳ ReCiPe ۸۲
۴-۱-۴ TRACI ۸۵
۴-۱-۵ روش کمبود زیست‌محیطی ۲۰۰۶ ..... ۸۶
۴-۱-۶ ILCD2011 ..... ۸۷
۴-۱-۷ USEtox ۸۷
۴-۲ دسته اثرات ۸۸
۴-۲-۱ اسیدی شدن ۸۸
۴-۲-۲ تغییرات آب‌وهوایی ۸۸
۴-۲-۳ از بین بردن منابع آبزی ۸۹
۴-۲-۴ سموم زیستی ۹۰
۴-۲-۵ یوتریفیکاسیون ۹۱
۴-۲-۶ سمیت انسان ۹۱
۴-۲-۷ اشعه یونیزاسیون ۹۲
۴-۲-۸ کاربری زمین ۹۳
۴-۲-۹ از بین بردن لایه اوزون (از بین بردن اوزون استراتوسفر) ۹۳
۴-۲-۱۰ ذرات جامد ۹۴
۴-۲-۱۱ اکسیداسیون فتوشیمیایی (پتانسیل ایجاد فتوشیمیایی اوزون) ۹۵
۴-۳ منابع ۹۹

فصل پنجم: ارزیابی اقتصادی چرخه حیات

۵-۱ مقدمه ۱۰۲
۵-۲ پایداری و ارزیابی چرخه حیات ۱۰۳
۵-۳ ارزیابی اجتماعی چرخه حیات ۱۰۴
۵-۴ ارزیابی اقتصادی چرخه حیات ۱۰۵
۵-۵ انواع مختلف هزینه‌ها و اصطلاحات ۱۰۸
۵-۵-۱ هزینه‌ها، درآمدها و ارزش‌افزوده ۱۰۸
۵-۵-۲ توزیع موقتی ۱۰۸
۵-۵-۳ هزینه‌های داخلی در مقابل هزینه‌های خارجی ۱۰۹
۵-۵-۴ سه نوع مختلف از LCC ۱۱۰
۵-۵-۵ LCC اجتماعی (sLCC) ۱۱۴
۵-۶ LCC زیست‌محیطی (هماهنگ با LCA) ۱۱۴
۵-۶-۱ تعریف دامنه و هدف ۱۱۵
۵-۶-۱-۱ واحد عملکردی ۱۱۵
۵-۶-۱-۲ مرزهای سیستم ۱۱۵
۵-۶-۱-۳ معیارهای برش ۱۱۶
۵-۶-۱-۴ تخصیص ۱۱۶
۵-۶-۱-۵ سیاهه ۱۱۷
۵-۶-۲ مجموعه داده‌ها برای تجزیه‌وتحلیل سیاهه ۱۱۹
۵-۶-۲-۱ منابع داده مبتنی بر شرکت ۱۱۹
۵-۶-۲-۲ منابع داده مستقل ۱۱۹
۵-۶-۲-۳ داده‌های غیرمستقیم مشتق شده ۱۲۱
۵-۶-۳ تفسیر و آنالیز حساسیت ۱۲۱
۵-۷ کاربرد قدم‌به‌قدم LCC ۱۲۲
۵-۷-۱ هدف و دامنه ۱۲۲
۵-۷-۲ تجزیه‌وتحلیل سیاهه ۱۲۳
۵-۸ LCC پیشرفته ۱۲۷
۵-۸-۱ چگونه میتوان پولی‌سازی کرد؟ ۱۲۷
۵-۸-۲ پولی‌سازی هزینه‌های خارجی ۱۲۷

۵-۸-۳ تخفیف یا تنزیل ۱۲۸
۵-۹ منابع ۱۳۴

فصل ششم: ارزیابی اجتماعی چرخه حیات

۶-۱ چکیده ۱۳۶
۶-۲ مقدمه ۱۳۶
۶-۲-۱ وضعیت S-LCA ۱۳۷
۶-۲-۲ تمرکز فصل ۱۳۸
۶-۳ مروری بر روش ارزیابی اجتماعی چرخه حیات ۱۳۹
۶-۳-۱ تعریف هدف ۱۳۹
۶-۳-۲ تعریف چارچوب ۱۴۰
۶-۳-۲-۱ دسته‌بندی تأثیرات در ارزیابی اجتماعی چرخه حیات ۱۴۰
۶-۳-۲-۲ تبیین مرزهای سیستم در ارزیابی اجتماعی چرخه حیات ۱۴۳
۶-۳-۲-۳ شناسایی رابطه سببی میان فرآیندها و تأثیرات ۱۴۵
۶-۳-۲-۴ مسئله اختصاص تأثیر ۱۴۶
۶-۳-۳ تحلیل سیاهه ۱۴۸
۶-۳-۳-۱ مسئله جمع‌آوری داده ۱۵۰
۶-۳-۴ ارزیابی اثرات ۱۵۱
۶-۳-۴-۱ طبقه‌بندی ۱۵۱
۶-۳-۴-۲ تعیین ویژگی ۱۵۲
۶-۴ دلالت‌های مسائل مرتبط با روش ارزیابی اجتماعی چرخه حیات ۱۵۳
۶-۵ مطالعات موردی ارزیابی اجتماعی چرخه حیات ۱۵۵
۶-۵-۱ مطالعه موردی لپ‌تاپ ۱۵۶
۶-۵-۲ گل‌های رز اکوادور و هلند ۱۵۷
۶-۵-۳ گوجه‌فرنگی‌های گلخانه‌ای ۱۵۸
۶-۶ توسعه در آینده ۱۵۹
۶-۷ منابع ۱۶۰

فصل هفتم: نرم افزارها و بانک های اطلاعاتی

۷-۱ نرم‌افزارهای موجود جهت ارزیابی چرخه حیات ۱۶۴
۷-۱-۱ GEMIS ۱۶۴

۷-۱-۲ BEES ۱۶۵
۷-۱-۳ UMBERTO NXT LCA ۱۶۶
۷-۱-۴ EASETECH ۱۶۷
۷-۱-۵ OpenLCA ۱۶۹
۷-۱-۶ نرم‌افزار SimaPro ۱۷۰
۷-۱-۷ GaBi ۱۷۶
۷-۲ بانک‌های داده ۱۷۶
۷-۲-۱ U.S. LCI ۱۷۷
۷-۲-۲ GaBi ۱۷۷
۷-۳ آشنایی با پایگاه داده اکواینونت ۱۷۷
۷-۳-۱ تأمین اطلاعات ۱۷۹
۷-۳-۲ تضمین داده‌ها ۱۸۰
۷-۳-۲-۱ کنترل کیفیت ۱۸۰
۷-۳-۲-۲ حفظ استقلال بین‌المللی پایگاه داده ۱۸۰
۷-۳-۲-۳ تعریف داده‌ها ۱۸۰
۷-۳-۳ تهیه، نگهداری و بهره‌برداری ۱۸۱
۷-۳-۳-۱ بانک اطلاعات جهانی ۱۸۱
۷-۳-۳-۲ پشتیبانی از کلیه فعالان مربوطه ۱۸۱
۷-۳-۴ تاریخچه ۱۸۱
۷-۳-۴-۱ فعالیت‌های نخستین ۱۹۹۲ – ۱۹۹۹ ..... ۱۸۱
۷-۳-۴-۲ ۱۹۹۹-۲۰۰۷ نسخه ۱,۱ تا ۱,۳ ..... ۱۸۲
۷-۳-۴-۳ ۲۰۰۷-۲۰۱۳ نسخه ۲,۰ تا ۲,۲ ..... ۱۸۲
۷-۳-۴-۳ ۲۰۱۳- اکنون: بنیاد انجمن اکواینونت ۱۸۲
۷-۳-۵ نسخه‌های اکواینونت ۱۸۳
۷-۳-۵-۱ نسخه ۳,۰ ..... ۱۸۳
۷-۳-۵-۲ نسخه ۳,۱ ..... ۱۸۳
۷-۳-۵-۳ نسخه ۳,۲ ..... ۱۸۳
۷-۳-۵-۴ نسخه ۳,۳ ..... ۱۸۴
۷-۳-۵-۵ نسخه ۳,۴ ..... ۱۸۴
۷-۳-۵-۶ نسخه ۳,۵ ..... ۱۸۴

۷-۳-۵-۷ نسخه ۳٫۶ ..... ۱۸۵
۷-۳-۵-۸ چرا هنگام انجام ارزیابی چرخه حیات نیاز مند بانک اطلاعات اکواینونت هستیم؟ ۱۸۸
۷-۳-۵-۹ تفاوت SimaPro یا GaBi، Umberto، openLCA و غیره با اکواینونت چیست؟..... ۱۸۸
۷-۳-۵-۱۰ ساختار داده‌هایی که اکواینونت ارائه می‌دهد چگونه است؟..... ۱۸۹
۷-۴ منابع ۱۹۱

پیشگفتار نویسندگان

با افزایش جمعیت کره زمین، تقاضا برای استفاده از انرژی و منابع نیز رو به افزایش است. افزایش بی‌رویه مصرف انرژی و منابع، تغییرات گسترده محیط‌زیستی را به دنبال دارد و ردپایی از خود در محیط‌زیست برجا می‌گذارند. ردپای کربن تولید هر محصول و خدمات، از تولید و انتقال و مصرف تا فناوری‌های مرتبط با محصول و اثراتی که بر محیط اطراف خود برجای می‌گذارد، ردپای انسان‌ها در محیط است. با توجه به آثار مخرب آلاینده‌های تولیدی صنایع، فرایند تولید محصول و ارائه خدمات در صنایع باید بررسی شود تا با شناسایی بخش‌هایی که بیشترین تبعات محیط‌زیستی را دارند، اقدامات لازم جهت کاهش آسیب‌های احتمالی انجام شود. در این کتاب روش ارزیابی چرخه حیات باهدف تعیین و شناسایی اثرات محیط‌زیستی شامل کاهش منابع طبیعی، پتانسیل اسیدی شدن، یوتروفیکاسیون، تخریب لایه ازون، سمیت برای انسان، مسمومیت آب‌های سطحی، مسمومیت آب‌های آزاد و مسمومیت محیط‌های خشکی و اکسیداسیون فتوشیمیایی مرتبط با یک محصول، فرآیند یا فعالیت در طول چرخه حیات آن مورد بررسی قرار گرفته و به‌منظور دستیابی به آن، نرم‌افزارهای مرتبط شرح داده شده است. ارزیابی چرخه حیات کلیه اثرات محیط‌زیستی مرتبط با محصولات، فرایندها و فعالیت‌ها که به‌صورت مستقیم و یا غیرمستقیم اثرات محیط‌زیستی متنوعی از خود نشان می‌دهند، را مورد بررسی قرار می‌دهد. استخراج و پردازش مواد اولیه، ساخت و فرایندهای تولید محصول، توزیع محصولات، استفاده از محصول توسط مشتری، تعمیر و نگهداشت محصول، بازیافت و استفاده مجدد از محصول و دفع نهایی از اهداف ارزیابی چرخه حیات می‌باشند. در این روش با شناسایی و اندازه‌گیری جریان‌های مؤثر در فرایندهای محیط‌زیستی مانند اکسیداسیون و واکنش‌های بیولوژیکی ارزیابی دقیق‌تری از اثرات محیط‌زیستی فعالیت حاصل می‌گردد. با شناسایی فرایندها، عملاً نقاط دارای قابلیت بهبود شناسایی گردیده و با توجه به تأثیرپذیری بسیار زیاد این روش از نقاط فوق، ارزیابی حاصله دقیق‌تر و دارای قابلیت اجرایی بهتری می‌باشد. برخلاف سایر روش‌های کنترل آلودگی که معمولاً بر روی یکی از پارامترهای مؤثر بر کاهش آلودگی مانند بازیابی و کاهش سمیت و غیره تأکید می‌کنند، روش ارزیابی چرخه حیات، گروهی از پارامترهای مؤثر در اثرات محیط‌زیستی را در نظر می‌گیرد. روش‌های دیگر کاهش آلودگی، عملاً فرایندهای با بازدهی بالا و باصرفه را پیشنهاد می‌نمایند، بدون آنکه روش‌های کاهش اثرات محیط‌زیستی را مورد مطالعه قرار دهند، ولی روش ارزیابی چرخه حیات با در نظر گرفتن ملاحظات محیط‌زیستی فوق، به‌عنوان جزئی از فرایند تصمیم‌گیری برای اجرای طرح به شمار می‌آید.

روش ارزیابی چرخه حیات تفاوت‌های زیادی با روش‌های ارزیابی اثرات محیط‌زیستی و روش ارزیابی خطرات محیط‌زیستی دارد؛ زیرا این روش کل چرخه حیات یک فرایند را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. به دلیل امکان تأمین منابع از خارج از کشور و نیز ارسال ضایعات و تولیدی به مناطق مختلف

در دنیا، ضرورت استفاده از یک روش ارزیابی غیر مبتنی بر محل فرایند ضروری به نظر می‌رسد و این مشخصه وجه تمایز ارزیابی چرخه حیات با روش ارزیابی اثرات محیط‌زیستی مرسوم می‌باشد. البته تصمیم‌گیری بر اساس ارزیابی چرخه حیات برای انجام یک فرایند مورد نظر بایستی از نظر سیاسی، اجتماعی و امکان‌سنجی فنی و اقتصادی نیز مدنظر قرار گرفته و موارد خاص ملاحظات در تصمیم‌گیری‌ها لحاظ گردد که خوشبختانه در این کتاب ارزیابی چرخه حیات از منظر اقتصادی و اجتماعی نیز شرح داده شده است. این کتاب برای دانشجویان و علاقه‌مندان مرتبط با رشته‌های مهندسی محیط‌زیست، مهندسی عمران، شیمی، صنایع و معدن می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این کتاب عاری از خطا نیست و گروه نویسندگان برای بهبود کتاب برای چاپ‌های بعدی منتظر نظرات و پیشنهادات خوانندگان عزیز می‌باشند. همچنین لازم میدانیم از همکاری جناب آقایان دکتر شهریار معتمدی مهر و دکتر مسعود رضائی در تهیه این کتاب کمال تشکر و قدردانی را داشته باشیم.

ابوعلی گلزاری، حسین نعمت الهی، مریم تویسرکانی