INSO
21425
1st.Edition
2017

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

استاندارد ملی ایران
۲۱۴۲۵
چاپ اول
۱۳۹۵

پاک‌سازی‌های سبزتر-راهنما

دارای محتوای رنگی

Greener Cleanups- Guide

ICS: 13.030.99

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. 2592 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، فنّاوری 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

«پاک‌سازی‌های سبزتر-راهنما»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
شاکر خطیبی، محمد (دکتری مهندسی محیط زیست)	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز
دبیر:	
سالک‌زمانی، مریم (کارشناسی ارشد علوم تغذیه)	اداره کل استاندارد آذربایجان‌شرقی
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اولادغفاری، عارف (کارشناسی ارشد مهندسی صنایع غذایی)	سازمان ملی استاندارد ایران-پژوهشگاه استاندارد
پرتونیا، لیدا (کارشناسی ارشد بیولوژی)	اداره کل حفاظت محیط زیست آذربایجان‌شرقی
حاجی‌علیلو، پریسا (کارشناسی ارشد مدیریت آموزش)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان‌غربی
حسین‌زاده، ملیحه (دکتری پزشکی)	شرکت اسلوب آفرینان آریا آذربایجان
حیدری، نوید (دکتری پزشکی)	عضو مستقل
ریخته‌گر غیاثی، رضا (کارشناسی ارشد مهندسی الکترونیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان‌شرقی
سالک‌زمانی، علی (کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی)	مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی
سلیمانی، جابر (دکتری مهندسی صنایع غذایی)	مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
شکری، تیمور (دکتری بیوشیمی)	سازمان ملی استاندارد ایران-پژوهشگاه استاندارد
شعار، سایه (دکتری شیمی معدنی)	شرکت سپهر شیمی تبریز
عابدینی، آراز (کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست)	عضو مستقل
کاظمیان، نعیمه (کارشناسی ارشد شیمی کاربردی)	شرکت آب و فاضلاب شهری استان آذربایجان شرقی
مظفری، منصوره (دکتری مکانیزاسیون کشاورزی)	مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی
مقدس، جعفرصادق (دکتری مهندسی شیمی)	دانشگاه صنعتی سهند
ملازاده، میکاییل (دکتری شیمی تجزیه)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
نهرلی، آیسان (کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست)	عضو مستقل
نهرلی، اکرم (کارشناسی زمین‌شناسی)	عضو مستقل
ولی‌پور، جواد (دکتری شیمی تجزیه)	دانشگاه صنعتی سهند
هراتی، حبیبه (کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست)	سازمان مدیریت پسماندهای شهرداری کلان‌شهر تبریز
ویراستار:	
اخیاری، شهاب (دکتری شیمی)	اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار و
۱ هدف و دامنهٔ کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۲
۳ اصطلاحات و تعاریف ۳
۴ اهمیت پاک‌سازی‌های سبزتر ۱۳
۵ طرح‌ریزی و تعیین دامنه ۱۶
۶ فرآیند BMP ۲۱
۷ ارزشیابی کمّی ۲۶
۸ مستندات و گزارش‌دهی ۳۳
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) برگهٔ خلاصه‌شده‌ای از مشخصات فنی ۳۶
پیوست ب (آگاهی‌دهنده) BMPهای پاک‌سازی سبزتر ۳۸
پیوست پ (آگاهی‌دهنده) اطلاعات تکمیلی برای ارزشیابی کمّی ۷۴
کتاب‌نامه ۸۲

پیش‌گفتار

استاندارد «پاک‌سازی‌های سبزتر-راهنما» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یک‌صدوسی‌ونهمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ 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:

ASTM E2893: 2016, Standard Guide for Greener Cleanups

پاک‌سازی‌های سبزتر-راهنما

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، توصیف فرآیندی برای ارزشیابی[1] و انجام فعالیت‌هایی به منظور کاهش ردپای زیست‌محیطیِ پروژه‌های پاک‌سازی[2] است. این فرآیند در چارچوب‌های قانونیِ قابل اعمال، صورت می‌پذیرد و تمامی الزامات قانونیِ قابل اعمال را تامین می‌کند.

در پی فرآیند پاک‌سازی، شرایط زیست‌محیطی و بهداشت عمومی بهبود می‌یابد، به این خاطر، می‌توان این فرآیند را «سبز» قلمداد کرد. از طرف دیگر، در فعالیت‌های پاک‌سازی از انرژی، آب و منابع طبیعی استفاده می‌شود. بنابراین، فرآیند پاک‌سازی، ردپایِ زیست‌محیطی برجای می‌گذارد.

۱-۲ در این استاندارد، فرآیندی برای مشخص‌کردن، ارزشیابی و گنجاندن بهترین رویه‌های مدیریتی (BMPs)[3] توصیف می‌شود و در صورت ضرورت، به منظور کاهش ردپای زیست‌محیطیِ پاک‌سازی، فرآیند ارزشیابی کمّی در فرآیند پاک‌سازی ادغام می‌شود.

۱-۳ این استاندارد طراحی شده است تا به همراهِ فرآیندهای پاک‌سازی، اجرا شود و به‌منظور ادغام رویه‌ها، فرآیندها و فنّاوری‌های پاک‌سازی سبزتر در پروژه‌های پاک‌سازی همراه با سایر ابزارهای فنی، راهنماها، خط‌مشی‌ها، قوانین، و مقررات به‌کار گرفته شود.

۱-۴ فرآیند ارائه‌شده در این استاندارد، برای ارزشیابی و انجام فعالیت‌هایی به منظور کاهش ردپای زیست‌محیطیِ پاک‌سازی کاربرد دارد و برای تعلیم کاربران در مورد چگونگی پاک‌سازی محل‌های آلوده‌شده، کاربرد ندارد.

۱-۵ این استاندارد، به‌طور اختصاصی برای پاک‌سازی کاربرد دارد، نه بازتوسعه و عمران محل‌ها. با این حال، کاربریِ منطقاً پیش‌بینی‌شدهٔ محل، در صورت معلوم‌بودن، می‌تواند بر اهداف و دامنهٔ پاک‌سازی تاثیرگذار باشد.

۱-۶ این استاندارد، نباید به عنوان عذری برای اجتناب از، تقلیلِ، یا به‌تاخیر انداختن اجرای فعالیت‌های پاک‌سازیِ خاصی، به کار رود. همچنین نباید در توجیه انتخاب آن دسته از فعالیت‌های پاک‌سازی به کار رود که منافع یا اهداف ذی‌نفعان[4] را در محل به خطر می‌اندازد.

1- Evaluating
2- Cleaning up
3- Best management practices
4- Stakeholders

۱-۷ این استاندارد، جایگزین قوانین و مقررات مربوط به حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست نمی‌باشد. اقداماتی که در ارتباط با اجرای این استاندارد، انجام می‌شوند، نباید هیچ گونه ریسک غیرقابل قبول برای سلامت انسان یا محیط زیست ایجاد کنند.

۱-۸ این استاندارد را می‌توان در استانداردهای مکمل، مدارک مقرراتی ویژهٔ محل‌ها، دستورالعمل‌ها، یا توافقات قراردادی مربوط به پاک‌سازی‌های پایدار یا سبزتر، ادغام کرد.

یادآوری- اگر پاک‌سازی تحت برنامهٔ نظارتی در حال انجام باشد، کاربر بهتر است با مرجع قانونی نظارت بر محل، در مورد چگونگی گنجاندن این استاندارد در فرآیند پاک‌سازی گفت‌وگو کند و در مورد لزوم یا عدم لزوم گزارش‌دهی به آنها در مورد این فرآیند و نتایج آن، کسب تکلیف کند.

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:

۲-۱ استاندارد ملی ایران-ایزو شمارهٔ ۱۴۰۴۴: سال ۱۳۸۶، مدیریت زیست‌محیطی - ارزیابی چرخهٔ زندگی - الزامات و راهنما

2-2 ASTM E1527, Practice for Environmental Site Assessments: Phase I Environmental Site Assessment Process

2-3 ASTM E2091, Guide for Use of Activity and Use Limitations, Including Institutional and Engineering Controls

2-4 ASTM E2876, Guide for Integrating Sustainable Objectives into Cleanup

2-5 USEPA, Life Cycle Assessment: Principles and Practice, EPA/600/R-06/060 (May 2006)

2-6 USEPA, Green Remediation: Best Management Practices for Excavation and Surface Restoration, EPA 542-F-08- 012 (December 2008)

2-7 USEPA, Principles for Greener Cleanups (August 2009a)

2-8 USEPA, Green Remediation Best Management Practices: Pump and Treat Technologies, EPA 542-F-09-005 (December 2009b)

2-9 USEPA, Green Remediation Best Management Practices: Site Investigation, EPA 542-F-09-004 (December 2009c)

2-10 USEPA, Green Remediation Best Management Practices: Bioremediation, EPA 542-F-10-006 (March 2010a)

2-11 USEPA, Green Remediation Best Management Practices: Soil Vapor Extraction & Air Sparging, EPA 542-F- 10-007 (March 2010b)

2-12 USEPA, Green Remediation Best Management Practices: Clean Fuel & Emission Technologies for Site Cleanup, EPA 542-F-10-008 (August 2010c)

2-13 USEPA, Green Remediation Best Management Practices: Integrating Renewable Energy into Site Cleanup, EPA 542-F-11-006 (April 2011a)

2-14 USEPA, Green Remediation Best Management Practices: Sites with Leaking Underground Storage Tank Systems, EPA 542-F-11-008 (June 2011b)

2-15 USEPA, Green Remediation Best Management Practices: Landfill Cover Systems & Energy Production, EPA 542-F-11-024 (December 2011c)

2-16 USEPA, Methodology for Understanding and Reducing a Project's Environmental Footprint, EPA 542-R-12-002 (February 2012a)

2-17 USEPA, Green Remediation Best Management Practices: Implementing In Situ Thermal Technologies, EPA 542-F-12-029 (October 2012b)

2-18 ASTM Adjuncts*:* X2. Technical Summary Greener Cleanup BMPs

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۳-۱

محدودیت‌های فعالیت و کاربری

activity and use limitations

محدودیت‌ها یا قیود قانونی یا فیزیکی بر کاربری از، یا دسترسی به محل یا اماکن[1] به‌منظور کاهش یا حذف مواجههٔ بالقوه با آلوده‌کننده‌ها[2] در واسطه‌های انتقال[3] زیست‌محیطی بر املاک، یا به‌منظور جلوگیری از فعالیت‌های تداخل‌کننده با اثربخشی اقدامات واکنشی انجام‌شده، مطرح هستند تا از استقرار شرایطی فاقد ریسک‌های مهم برای بهداشت عمومی یا محیط‌زیست، اطمینان حاصل شود.

یادآوری- برای کسب آگاهی‌های بیشتر دربارهٔ محدودیت‌های فعالیت و کاربری، به استاندارد ASTM E2091 مراجعه شود.

1- Facility
2- Contaminants
3- Media

۲-۳

بهترین رویه‌های مدیریتی

BMPs

best management practices

فعالیت‌هایی که در صورت کاربرد داشتن برای موقعیت مورد نظر، معمولاً رد پای زیست‌محیطیِ فعالیت‌های پاک‌سازی را کاهش می‌دهند.

۳-۳

رده‌های BMP

BMP categories

گروه‌بندی بهترین رویه‌های مدیریتی برمبنای نگاه و توجهِ کاربر به فعالیت‌هایی صورت می‌گیرد که در طول مراحل طرح‌ریزیِ پاک‌سازی انجام خواهند شد. BMPهای پاک‌سازی سبزتر در قالب ده رده به شرح زیر، گروه‌بندی می‌شوند:

- طرح‌ریزی پروژه و مدیریت تیم؛
- نمونه‌برداری و آنالیز؛
- مواد؛
- وسایل نقلیه و تجهیزات؛
- آماده‌سازی محل/احیای اراضی؛
- ساختمان‌ها؛
- تغدیه[1] و سوخت؛
- آب‌های سطحی و آب‌های رگباری؛
- مانده پسماندهای جامد و مایع؛
- فاضلاب.

1- Power

۴-۳

فرآیند BMP

BMP process

پروتکل نظام‌مندی برای شناسایی، اولویت‌بندی، انتخاب، پیاده‌سازی BMPها برای کاهش ردپای زیست‌محیطیِ فعالیت‌های پاک‌سازی و گزارش‌دهی در مورد آنهاست.

۵-۳

پاک‌سازی

cleanup

طیفی از فعالیت‌هایی که می‌تواند در رسیدگی به انتشار آلوده‌کننده‌ها در یک محل از همان ابتدای فعالیت‌های ارزیابی تا حصول اتمام پاک‌سازی[1] به‌وقوع پیوندد. از پاک‌سازی به‌عنوان اقدام بازسازی[2] یا اصلاحی نیز یاد می‌شود.

۶-۳

فاز پاک‌سازی

cleanup phase

بخش‌هایی از پروژهٔ پاک‌سازی که از ابتدای ارزیابیِ محل تا حصول حالت اتمام پاک‌سازی اتفاق می‌افتد. در این استاندارد، پروژهٔ پاک‌سازی به پنج بخش زیر تقسیم می‌شود:

- ارزیابی محل؛
- انتخاب ترمیم[3]؛
- طراحی/پیاده‌سازی ترمیم؛
- عملیات، نگهداشت، و پایش؛
- بهینه‌سازی ترمیم.

1- No further cleanup
2- Remediation
3- Remedy

۳-۷

آلوده‌کننده‌ها

contaminants

مواد خطرناک، فرآورده‌های نفتی، یا سایر مواد شیمیایی که در صورت وجود در واسطه‌های انتقال زیست‌محیطی می‌توانند تهدیدی برای سلامت انسان یا محیط زیست باشند.

۳-۸

عناصر اصلی

core elements

پنج عنصری که مشخص‌کنندهٔ حوزه‌های کلیدی برای کاهش ردپای زیست‌محیطی بالقوهٔ پاک‌سازی در محل هستند:

- کمینه‌سازی کل مصرف انرژی و بیشینه‌سازی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر؛
- کمینه‌سازی انتشار آلاینده‌های[1] هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای؛
- کمینه‌سازی مصرف آب و پیامدها بر منابع آبی؛
- کاهش، بازمصرف و بازیابی مواد و پسماند؛
- حفاظت از زمین و اکوسیستم‌ها[2].

۳-۹

اختلال در پوشش گیاهی

disturbance of vegetation

از بین‌بردن، بریدن، یا تغییر در گیاهان، بوته‌ها یا درختان، به‌ویژه گونه‌های بالغ، غیرتهاجمی، بومی که منابع غذایی، خرداقلیم‌ها[3]، مناطق آشیانه‌سازی، یا پناهگاه‌ها را برای جمعیت گیاهی و جانوریِ بومی، فراهم می‌کنند.

1- Pollutants
2- Ecosystems
3- Micro-climates

۳-۱۰

انتشار

emissions

تخلیهٔ آلوده‌کننده‌ها به هواست.

۳-۱۱

ردپای زیست‌محیطی

environmental footprint

تخمین کمّی یا کیفی سهم‌های زیست‌محیطیِ مختلفِ فاز یا فعالیت پاک‌سازی، بر عناصر اصلی است. ردپای زیست‌محیطی کمّی را می‌توان از طریق تحلیل ردپا یا ارزیابی چرخهٔ حیات (LCA)[1] به دست آورد. در پیوست پ، توضیحات بیشتری در مورد استفاده از تحلیل ردپا یا LCA ارائه شده است.

۳-۱۲

اهداف نهایی پاک‌سازی

final cleanup goals

اهداف تعیین‌شده به‌منظور رفع آلوده‌کننده‌ها در محل توسط سازمان ذی‌صلاح قانونی یا از طریق برنامهٔ پاک‌سازی داوطلبانه‌ای که در صورت تحقق، حافظ سلامت انسان و محیط زیست خواهد بود. کاربران باید هنگام تعیین اهداف نهایی پاک‌سازی در محل‌های خاص، به مقررات و قوانین قابل اعمال توجه کنند.

۳-۱۳

تحلیل ردپا

footprint analysis

برآورد کمّی ردپای زیست‌محیطی در مورد فاز یا فعالیت پاک‌سازی است. تحلیل ردپا مستلزم تلفیق درون‌دادها و برون‌دادها به‌منظور برآورد سهم‌های بالقوه (انتشارها یا مصرف منابع) بر عناصر اصلی است. تحلیل ردپا ممکن است علاوه بر ساخت‌وساز، اجرا، پایش، و انهدام در محل، موارد دیگری مانند استحصال مواد خام، تولید مواد، و حمل‌ونقل‌های مرتبط با پاک‌سازی را نیز دربرگیرد. نتایج حاصل از تحلیل ردپا معمولاً به صورت انتشارها (برای مثال، اکسیدهای نیتروژن، معادل‌های کربن‌دی‌اکسید، یا مجموع آلاینده‌های خطرناک هوا) یا مصرف منابع (برای مثال، مصرف آب، انرژی، یا مواد) که در چهارچوبِ پنج عنصر اصلی، تنظیم شده‌اند، گزارش می‌شوند.

1- Life cycle assessment

یادآوری- دو تفاوت اساسی بین تحلیل ردپا و LCA وجود دارد:

الف- LCA برخلاف تحلیل ردپا معمولاً چرخهٔ حیات کامل مؤلفه‌های فاز یا فعالیت پاک‌سازی را در نظر می‌گیرد؛

ب- نتایج حاصل از LCA از نظر پیامدها بر سلامت انسان و محیط زیست توصیف می‌شوند، در حالی که نتایج حاصل از تحلیل ردپا، بر حسب مقادیر انتشارها و مصرف منابع، گزارش می‌شوند، بدون اینکه گام‌های بعدی برای ارزشیابی پیامدها بر سلامت انسان و محیط زیست از بابت این انتشارها و مصرف منابع برداشته شود.

۱۴-۳

پاک‌سازی سبزتر

greener cleanup

تلفیق شیوه‌ها، فرآیندها، و فنّاوری‌ها درون فعالیت‌های پاک‌سازی با هدف کاهش پیامدهای زیست‌محیطی از طریق کاهش تقاضا برای منابع طبیعی و کاهش انتشارها در محیط است. پاک‌سازی سبزتر، ضمن حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست، به پنج عنصر اصلی توجه دارد.

یادآوری-به پاک‌سازی سبز، بعضی مواقع «نوسازی سبز»[1] نیز اطلاق می‌شود.

۱۵-۳

گازهای گلخانه‌ای

greenhouse gases

اجزای بخارگونهٔ جو زمین، به هر دو صورت طبیعی و انسان‌زاد، از جمله کربن‌دی‌اکسید، متان، نیتروزاکسید، هیدروفلوئوروکربن‌ها، پرفلوئوروکربن‌ها و سولفور هگزافلوراید که اشعه‌ها را در طول‌موج‌های خاص، جذب و ساطع می‌کنند.

یادآوری- در مقولهٔ بازسازی‌های زیست‌محیطی، کربن دی‌اکسید، متان و نیتروز اکسید بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند.

۱۶-۳

زیستگاه

habitat

محیط فیزیکی و طبیعی، شامل آشیانه‌های بوم‌شناختی (خردزیستگاه‌ها)-که از گونه‌های محلی بومی و پوشش گیاهی مرتبط، منابع غذایی، مناطق آشیانه‌گزینی و پناهگاه‌ها، خاک‌ها و هیدرولوژی حمایت می‌کند-

1- Green remediation

و اَشکال بزرگتر زیست‌محیطی (درشت‌زیستگاه‌ها) از قبیل کریدورهای حیات وحش[1] با پوشش گیاهی، فضای باز برای چرا و مهاجرت‌های طبیعی، می‌باشد.

۳-۱۷

ردهٔ پیامدی

impact category

اصطلاحی مربوط به LCA و نمایان‌گر مجموعه‌ای از انتشارهای مختلف یا سنجه‌های[2] دیگر مانند نوع مصرف منابع می‌باشد که در بروز اثر خاص زیست‌محیطی یا بهداشتی نقش دارد.

مثال‌ها:

گرمایش زمین، اسیدی‌شدن آب‌ها، تشکیل مه‌دود، و اثرات تنفسی.

۳-۱۸

متخصص ارشد زیست‌محیطی

lead environmental professional

فردی است برخوردار از تحصیلات، آموزش و تجربهٔ کافی برای تحقق موارد زیر:

- تامین الزامات مندرج در استاندارد ASTM E1527؛

- انجام قضاوت‌های حرفه‌ای دربارهٔ ارزشیابی و اجرای BMPها برای فازهای پاک‌سازی مورد اشاره در این استاندارد؛

- انجام قضاوت‌های حرفه‌ای در انجام تحلیل ردپا یا LCAها.

یادآوری- این فرد ممکن است کاربر، پیمان‌کار مستقل، یا کارمند کاربر باشد.

۳-۱۹

ارزیابی چرخهٔ حیات

LCA

life cycle assessment

برآورد کمّی رد پای زیست‌محیطی برای فاز یا فعالیت پاک‌سازی است. این ارزیابی، مستلزم تلفیق و ارزشیابی درون‌دادها و برون‌دادها به‌منظور برآورد پیامدهای بالقوه بر سلامت انسان و محیط زیست ناشی از فاز یا

1- Wildlife corridors
2- Metrics

فعالیت پاک‌سازی، از استحصال مواد خام، تولید مواد و ترابری، تا ساخت‌وساز، اجرا، پایش و انهدام در محل است. نتایج حاصل از LCA در رده‌های پیامدی گزارش می‌شوند و با پنج عنصر اصلی می‌توانند مرتبط باشند.

۲۰-۳

حصول اتمام پاک‌سازی

no further cleanup

مقطع زمانی که در آن هیچ گونه پاک‌سازی فعالی در محل انجام نمی‌گیرد، زیرا اهداف نهایی پاک‌سازی تحقق یافته است و محل بر مبنای کاربریِ آتی منطقاً پیش‌بینی‌شدهٔ اراضی، حافظ سلامت انسان و محیط زیست است. در برخی محل‌ها، محدودیت‌های فعالیت و کاربری باید برقرار بماند تا از حفاظت پساپاک‌سازی به دنبال تحقق اهداف نهایی پاک‌سازی، اطمینان حاصل شود. در محل‌های پاک‌سازی‌شده مطابق برنامه‌های قانونی، نهاد ذی‌صلاح قانونیِ ناظر، معمولاً تحقق اهداف نهایی پاک‌سازی را برای محل اعلام می‌کند و بنابراین، لزومی برای پاک‌سازی بیشتر وجود ندارد.

۲۱-۳

عملیات، نگهداشت و پایش

OMM

operation, maintenance, and monitoring

فاز پاک‌سازیِ متعاقبِ طراحی/اجرای ترمیم است، ترمیم به صورت ادواری مورد ارزشیابی قرار می‌گیرد تا از انجام عملیات برابر آن چه مورد نظر بوده است، اطمینان حاصل شود. به‌منظور حفظ یا افزایش پیشرفت در مسیر دستیابی به اهداف نهایی پاک‌سازی، می‌توان تعمیرات یا تنظیماتی را به عمل آوُرد. به‌منظور کمک به ارزشیابی عملکرد ترمیم، این فاز پاک‌سازی می‌تواند نمونه‌برداری و آنالیز ادواری واسطه‌های انتقال زیست‌محیطی را نیز شامل شود.

۲۲-۳

ارزیابی فرصت

opportunity assessment

بررسی BMPها، به منظور تعیین BMP برای استفاده در فاز پاک‌سازیِ تحت ارزشیابی می‌باشد. این نوع ارزیابی، در حقیقت نوعی غربال‌گری است. از منابع تکمیلی مانند بازبینه‌ها[1]، دستورالعمل‌ها، ماتریس‌ها[2]، یا

1- Checklists
2- Matrices

جداول BMPهای متداول در صنعت، نیز می‌توان برای ارزیابی فرصت بهره گرفت. در طول ارزیابی فرصت، تمامی BMPهای بالقوه قابل اعمال بدون درنظرگرفتن هزینه‌ها، ثبت می‌شوند.

۲۳-۳

تیم پروژه

project team

گروهی از افراد و کارشناسان گردهم‌آمده برای اجرای فعالیت‌های مشخص‌شده در این استاندارد در یک محل خاص است و معمولاً متخصص ارشد زیست‌محیطی، کاربر، نمایندهٔ نهاد ذی‌صلاح قانونی، نمایندهٔ مالک محل، و حسب لزوم، سایر کارشناسان را شامل می‌شود. برای برخی محل‌ها، ذی‌نفعان جامعه نیز در تیم پروژه حضور می‌یابند. متخصص ارشد زیست‌محیطی و کاربر می‌تواند یک فرد باشد یا برای یک نهاد کار کند.

۲۴-۳

ارزشیابی کمّی

quantitative evaluation

تخمین عددی سهم فاز یا فعالیت پاک‌سازی ویژهٔ محل بر عناصر اصلی است که با استفاده از تحلیل ردپا یا LCA محاسبه می‌شود.

۲۵-۳

reasonably anticipated future use

کاربری آتی منطقاً پیش‌بینی‌شده

کاربری آتی محل که می‌تواند با درجهٔ قطعیت نسبتاً بالایی از روی پیشینهٔ کاربری، کاربری کنونی، و برنامه‌ریزی‌ها و طرح‌های دولتی پیش‌بینی شود.

یادآوری- عوامل دیگری که می‌تواند برای تعیین این نوع کاربری به کار رود، عبارتند از: دستیابی‌پذیری محل به زیرساخت‌های موجود، الگوهای کنونی برای توسعه و عمران محلی، عوامل فرهنگی، عدالت زیست‌محیطی، روندهای منطقه‌ای، و ترجیحات یا پذیرش جامعه.

۲۶-۳

انتشار

release

سرریزشدن، نشت، پمپاژ، ریخته‌شدن، ساطع‌شدن، خالی‌شدن، تخلیه‌شدن، تزریق، فروشویی، دورریزی، یا وارهایی در محیط است.

مثال‌ها:

رهاکردن یا دورانداختن بشکه‌ها، کانتینرها و دیگر ظروف بستهٔ حاوی آلوده‌کننده‌ها.

۲۷-۳

گزینهٔ ترمیمی

remedial option

فنّاوری یا فعالیتی که احتمال مواجهه با آلوده‌کننده‌های موجود در محل را منتفی می‌سازد یا تحت کنترل در می‌آورد.

۲۸-۳

ترمیم

remedy

فنّاوری یا فعالیت پاک‌سازی که برای پرداختن به انتشار آلوده‌کننده‌ها در محل اجرا می‌شود.

۲۹-۳

طراحی/ اجرای ترمیم

remedy design/implementation

فاز پاک‌سازی که متعاقب انتخاب ترمیم آغاز می‌شود و شامل مطالعات مهندسی و زمین‌شناسی به‌منظور تدوین ویژگی‌هایی برای ترمیم و همچنین ساخت‌وساز واقعی به‌عنوان بخشی از ترمیم است.

۳۰-۳

بهینه‌سازی ترمیم

remedy optimization

فاز پاک‌سازی متعاقب طراحی/اجرای ترمیم که در برخی محل‌ها به‌منظور بهبود عملکرد ترمیم در تامین اهداف نهایی پاک‌سازی، کاهش رد پای زیست‌محیطی، یا هر دو اجرا می‌شود. در برخی شرایط، بهینه‌سازی ترمیم منجر به اصلاحاتی در طراحی فنّاوری، از قبیل تغییراتی در نوع پمپ‌ها یا محل چاه‌های بازیابی آب‌های زیرزمینی می‌شود. در این موارد، بهینه‌سازی ترمیم مشابه با فاز پاک‌سازی طراحی/اجرای ترمیم است. در شرایط دیگر، بهینه‌سازی ترمیم منجر به انتخاب و پیاده‌سازی فنّاوری دیگری می‌شود. در این شرایط، بهینه‌سازی ترمیم شبیه به فاز پاک‌سازی انتخاب ترمیم است.

۳-۳۱

انتخاب ترمیم

remedy selection

فاز پاک‌سازی که در آن، گزینه‌های ترمیمی مورد ارزشیابی و مقایسه قرار می‌گیرند و فنّاوری(ها) یا فعالیت‌های بهینه برای تحقق اهداف نهایی یا موقتیِ پاک‌سازی انتخاب می‌شود.

۳-۳۲

محل

site

منطقه‌ای با احتمال وجود آلوده‌کننده‌های ناشی از انتشار است که نیاز به انجام فعالیت‌های پاک‌سازی دارد.

۳-۳۳

ارزیابی محل

site assessment

فاز پاک‌سازی که در آن مشخصه‌های محل تعیین شده و در مورد این نکته که آیا غلظت و توزیع آلوده‌کننده‌های منتشره می‌تواند حامل ریسک‌های بالقوه برای سلامتی انسان یا محیط زیست باشد، تصمیم‌گیری شود. این فاز پاک‌سازی اختصاصاً شامل جمع‌آوری داده‌هایی دربارهٔ خاک، آب‌های زیرزمینی، هوا، آب‌های سطحی، و/یا کیفیت رسوب؛ مشخصه‌های محل (برای مثال، زمین‌شناسی زیرزمینی، زمین‌شیمی، خصوصیات و ساختارهای خاک، هیدرولوژی، و ویژگی‌های سطحی)؛ کاربری اراضی و مصرف منابع؛ و گیرنده‌های بالقوه می‌باشد. با ارزیابی از محل، داده‌هایی برای تکوین مدل مفهومی دربارهٔ آن به دست می‌آید.

۳-۳۴

ذی‌نفعان

stakeholders

افراد، سازمان‌ها یا نهادهایی که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر انتشار آلوده‌کننده‌ها یا فعالیت‌های پاک‌سازی تاثیر می‌گذارند یا از آنها تاثیر می‌پذیرند. ذی‌نفعان محلی بوده و می‌توانند شامل اعضایی از جامعهٔ محلی (برای مثال، ساکنان، مقامات دولتی، بازدیدکنندگان معمولی، کسب‌وکارهای مجاور، شرکت‌های بزرگ توسعهٔ اقتصادی)، سازمان‌های قانونی و نظارتی، مالکان محل یا مسئولان و کاربران آتی املاک باشند.

۳-۳۵

کاربر

user

طرف استفاده‌کننده از این استاندارد به‌منظور تکمیل پاک‌سازی سبزتر است. این کاربر می‌تواند مالک محل، مسئول، کارمند مالک، یا نمایندهٔ مالک محل یا مشاور باشد.

۴ اهمیت پاک‌سازی‌های سبزتر

۴-۱ در این استاندارد، فرآیندی برای ارزشیابیِ اجرا، مستندسازی و گزارش‌دهی فعالیت‌هایی به‌منظور کاهش ردپای زیست‌محیطیِ پاک‌سازی به شرح زیر ارائه شده است:

۴-۱-۱ کمینه‌سازی کل مصرف انرژی و بیشینه‌سازی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر

منظور، کاهش کل مصرف انرژی ضمن شناسایی تمهیداتی برای افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در سرتاسر پاک‌سازی است. روش‌های مورد نظر شامل کاهش مصرف انرژی، استفاده از تجهیزات انرژی‌کارآمد، استفاده از منابع تجدیدپذیر در محل (برای مثال، باد، خورشید) و خرید انرژی تجاری از منابع تجدیدپذیر می‌باشد.

۴-۱-۲ کمینه‌سازی انتشار آلاینده‌های هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای

منظور، کاهش کل انتشارها در هوا از جمله انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای در سرتاسر پاک‌سازی است. روش‌های احتمالی شامل کمینه‌سازی تولید و انتقال آلوده‌کننده‌های هوازاد و گردوغبار، استفادهٔ موثر از تجهیزات انتشاردهنده (برای مثال وسایل نقلیه و تجهیزات سنگین)، استفاده از کنترل‌گرهای پیشرفته برای انتشار و استفاده از سوخت‌های پاک‌تر یا فنّاوری‌های هیبریدی می‌باشد.

۴-۱-۳ کمینه‌سازی مصرف آب و پیامدها بر منابع آبی

منظور، کمینه‌سازی مصرف آب و پیامدها برای منابع آبی در سرتاسر پاک‌سازی است. روش‌های احتمالی می‌تواند شامل حفاظت از مصرف آب در فرآیندهای پاک‌سازی، استفاده از محصولات آب‌کارآمد، گیراندازی آب و اصلاح[1] آن برای بازمصرف، احیای پوشش‌گیاهی آب‌کارآمد، و به کارگیری BMPهای متعارف برای کنترل آب رگباری، فرسایش و رسوب‌گذاری باشد.

1- Water capture and reclamation

۴-۱-۴ کاهش، بازمصرف و بازیابی مواد و پسماند

منظور، کمینه‌سازی مصرف مواد بکر و تولید پسماند در سرتاسر پاک‌سازی و همچنین بیشینه‌سازی مصرف مواد بازیافتی است. روش‌های احتمالی می‌تواند استفاده از مواد بازیافتی و مواد تولیدشده در محل، بازمصرف مواد پسماندی (برای مثال بتن ساخته‌شده از محصولات احتراق زغال سنگ)، بازیابی نخاله‌های حاصل از ساخت و تخریب به جای دفع آنها و استفاده از مواد به‌سرعت تجدیدپذیر یا محصولات چوبی گواهی‌شده را دربرگیرد.

۴-۱-۵ حفظ اراضی و اکوسیستم‌ها

منظور، کاهش پیامدها برای خدمات زمین و اکوسیستم در سرتاسر فاز پاک‌سازی است. روش‌های احتمالی، می‌تواند شامل کمینه‌سازی مناطق مستلزم محدودیت‌های فعالیت و کاربری از طریق حذف یا تخریب آلوده‌کننده‌ها؛ شناسایی پوشش گیاهی بومی، غیرتهاجمی و بالغ؛ هیدرولوژی سطحی، خاک‌ها و زیستگاه‌ها در منطقهٔ پاک‌سازی و جلوگیری از مختل‌شدن آنها؛ و کمینه‌سازی سروصدا و جلوگیری از اختلالات در میزان روشنایی است.

۴-۲ تجربهٔ حرفه‌ای و تخصصی

برای ارزشیابی و اِعمال شیوه‌ها، فرآیندها، و فنّاوری‌های پاک‌سازی سبزتر برای هر فاز پاک‌سازی طبق این استاندارد، حسب اقتضا، نیاز به مهارت‌های متخصص ارشد زیست‌محیطی و تیم پروژه است تا ضمن تامین الزامات قانونی ویژهٔ برنامه، موجب حصول اطمینان از حفظ سلامتی انسان و محیط زیست شود. متخصص ارشد زیست‌محیطی باید آگاهی کاملی از شیوه‌های پاک‌سازی داشته باشد و از تجربهٔ کافی برای شناسایی الزامات و انتظارات قانونی یا مقرراتی پاک‌سازی و برآورده‌کردن آنها برخوردار باشد.

۴-۳ عدم قطعیت در پاک‌سازی‌های سبزتر

قضاوت حرفه‌ای، تفسیر و برخی عدم قطعیت‌ها، جزو جنبه‌هایی ذاتی فرآیند پاک‌سازی هستند، حتی هنگامی که تصمیم‌گیری‌ها بر اساس اصول علمیِ عینی و رویه‌های حرفه‌ای پذیرفته‌شده، اتخاذ می‌شوند. هرچند این عدم قطعیت‌ها اجتناب‌ناپذیر است، اما از قابلیت‌های کاربر برای دستیابی به پیشرفت‌های معنی‌دار در پاک‌سازی محل نمی‌کاهد.

۴-۴ زمینه‌های مقرراتی

کاربر، مسئول تعیین زمینه‌های مقرراتی و قیود مرتبط و تعهدات برای محل است و باید از تمامی قوانین و مقررات زیست‌محیطی مرتبط تبعیت کند.

۴-۴-۱ کاربر باید از الزامات ایمنی و بهداشت شغلی و قوانین و مقررات دولتی تبعیت کند.

۴-۴-۲ این استاندارد، ممکن است در مورد برخی پاک‌سازی‌ها برای مثال پاک‌سازی‌های واکنشی در شرایط اضطراری، مناسب نباشد، چون در چنین شرایطی زمان کافی برای به‌کارگیری آن وجود ندارد.

۴-۴-۳ اجرای این استاندارد، ممکن است دربرگیرندهٔ هزینه‌های اضافی یا مستلزم تغییراتی در برنامهٔ زمان‌بندی‌شده برای پاک‌سازی باشد؛ با این حال، اجرای آن نباید پاک‌سازی را بی‌جهت به تاخیر اندازد یا به تحمیل هزینه‌های بی‌دلیل، منجر شود.

۴-۵ اجرای فرآیند

از این استاندارد، می‌توان در هر مقطع زمانی در طی فاز پاک‌سازی، از جمله ارزیابی محل؛ انتخاب ترمیم؛ طراحی/پیاده‌سازی ترمیم؛ عملیات، نگهداشت، و پایش؛ و بهینه‌سازی ترمیم استفاده کرد.

۴-۶ بررسی اجمالی فرآیند

کاربر باید در ابتدا، بند ۳، اصطلاحات و تعاریف، را مورد مطالعه قرار دهد و سپس سراغ بند ۴ برود، و به همین ترتیب تا بند ۸ که مستندسازی و گزارش‌دهی را توصیف می‌کند، پیش رود.

۴-۶-۱ در بند ۵، اطلاعاتی توصیف شده است که کاربر باید جمع‌آوری کند و برای اجرای این استاندارد، از آنها در تصمیم‌گیری‌های ویژهٔ محل استفاده کند.

۴-۶-۲ در بند ۶، فرآیند BMP، مراحل لازم برای برای مشخص‌کردن، اولویت‌بندی، انتخاب و اجرای BMPها توصیف شده است.

۴-۶-۳ در بند ۷، تحت عنوان ارزشیابی کمّی، فرآیندی برای اجرای تحلیل ردپا یا LCA توصیف شده است. هدف این بند، تعلیم کاربر در مورد نحوهٔ انجام تحلیل ردپا یا LCA نیست. مسلماً یکی از اعضای تیم پروژه، باید از رویکرد ارزشیابی کمّی قابل اعمال برای محل، مطلع باشد.

۴-۶-۴ بند ۸ به مستندات توصیه‌شده و گزارش‌دهی در مورد اجرای این استاندارد، پرداخته است.

۴-۶-۵ در این استاندارد سه پیوست گنجانده شده است.

۴-۶-۵-۱ در پیوست الف الگویی برای کاربر عرضه شده است تا اطلاعات کلی در مورد محل را گزارش، مراحل فرآیند را مستند و نتایج پاک‌سازی سبزتر حاصل از اجرای این استاندارد را، توصیف کند. کاربر می‌تواند از این الگو یا قالب‌های مناسب دیگر برای گزارش‌دهی نتایج حاصل از اجرای این استاندارد، استفاده کند.

۴-۶-۵-۲ در پیوست ب فهرستی جامع از BMPها ارائه شده است که مفاد بند ۶ را تکمیل می‌کند و برای کاربر کمک‌کننده است.

۴-۶-۵-۳ در پیوست پ، اطلاعات عمومی در مورد تحلیل ردپا و LCA، از جمله موارد استفاده از آنها و شباهت‌ها و تفاوت‌های موجود بین آنها ارائه شده است که کامل‌کنندهٔ مفاد بند ۷ است.

۵ طرح‌ریزی و تعیین دامنه

۵-۱ هنگام استفاده از این استاندارد، کاربر باید فعالیت‌های مربوط به طرح‌ریزی و تعیین دامنه را به شرح زیر انجام دهد:

- انتخاب متخصص ارشد زیست‌محیطی؛

- تشکیل تیم پروژه؛

- مشخص‌کردن اهداف برنامهٔ قانونی قابل اعمال و پروژه؛

- گردآوری داده‌های مربوط به محل؛

- تعیین بودجه و برنامهٔ زمان‌بندی‌شده برای پروژه؛

- تعیین فازی از پاک‌سازی که این استاندارد در آن فاز مورد استفاده قرار خواهد گرفت و تصمیم‌گیری در مورد استفاده از فرآیند BMP به‌تنهایی یا همراه با انجام ارزشیابی کمّی؛

- تهیهٔ طرحی برای گزارش‌دهی نتایج و اطلاع‌رسانی آنها.

کاربر باید این فعالیت‌ها را برای هر فاز پاک‌سازی که در ارتباط با این استاندارد است، انجام دهد.

۵-۱-۱ کاربر باید متخصص ارشد زیست‌محیطی را انتخاب کند. این متخصص می‌تواند پیمان‌کار مستقل، یا از کارکنان خود کاربر باشد. علاوه بر این، کاربر می‌تواند متخصص ارشد زیست‌محیطی باشد.

۵-۱-۲ کاربر باید تیم پروژهٔ مناسبی را برای پاک‌سازی سبزتر تشکیل دهد، و به عواملی مانند تخصص فنی مرتبط با فعالیت‌های پاک‌سازی مورد نظر؛ رویکرد ارزشیابی و اجرای پاک‌سازی سبزتر (به عبارت دیگر، فرآیند BMP به‌تنهایی یا انجام ارزشیابی کمّی به دنبال آن)؛ الزامات قانونی؛ منافع و دغدغه‌های ذی‌نفعان؛ و بودجهٔ پروژه توجه کند.

۵-۱-۳ اگر پاک‌سازی وابسته به برنامه‌های مقرراتی و قانونی باشد، کاربر باید موارد زیررا مشخص کند:

- برنامهٔ مقرراتی حاکم بر پاک‌سازی؛

- اهداف و الزامات برای هر فاز پاک‌سازی در حال پیشرفت برای حصول اتمام پاک‌سازی؛

- قوانین زیست‌محیطی قابل اعمال؛

- خط‌مشی‌های پاک‌سازی سبزتر.

در صورت لزوم، کاربر باید قبل از اجرای این استاندارد، با نمایندهٔ سازمان قانونی، در مورد انتظارات مورد نظر از پاک‌سازی سبزتر، بحث و گفت‌وگو کند.

۵-۱-۴ کاربر باید داده‌های مربوط به محل، مانند ویژگی‌های زیست‌محیطی، جمعیت‌شناختی و کاربری اراضی و سایر عوامل تاثیرگذار بر پاک‌سازی را جمع‌آوری کند.

۵-۱-۴-۱ کاربر باید وسعت محل؛ پیامدهای بالقوه یا واقعی بر واسطه‌های انتقال زیست‌محیطی؛ انواع آلوده‌کننده‌های موجود و توزیع آنها را در صورت معلوم‌بودن و سایر ویژگی‌های محل را که در ارتباط با این استاندارد است، مشخص کند.

۵-۱-۴-۲ کاربر باید کاربری کنونی و آتی منطقاً پیش‌بینی‌شده (در صورت معلوم‌بودن) را برای محل و املاک واقع در نزدیکی آن، مشخص کند.

۵-۱-۵ کاربر باید ذی‌نفعان کلیدی را مشخص کرده و منافع و دغدغه‌های آنها را در مورد فعالیت‌های پاک‌سازی در نظرگرفته‌شده و/یا گزینه‌های بالقوهٔ بازمصرف برای محل، مورد توجه قرار دهد.

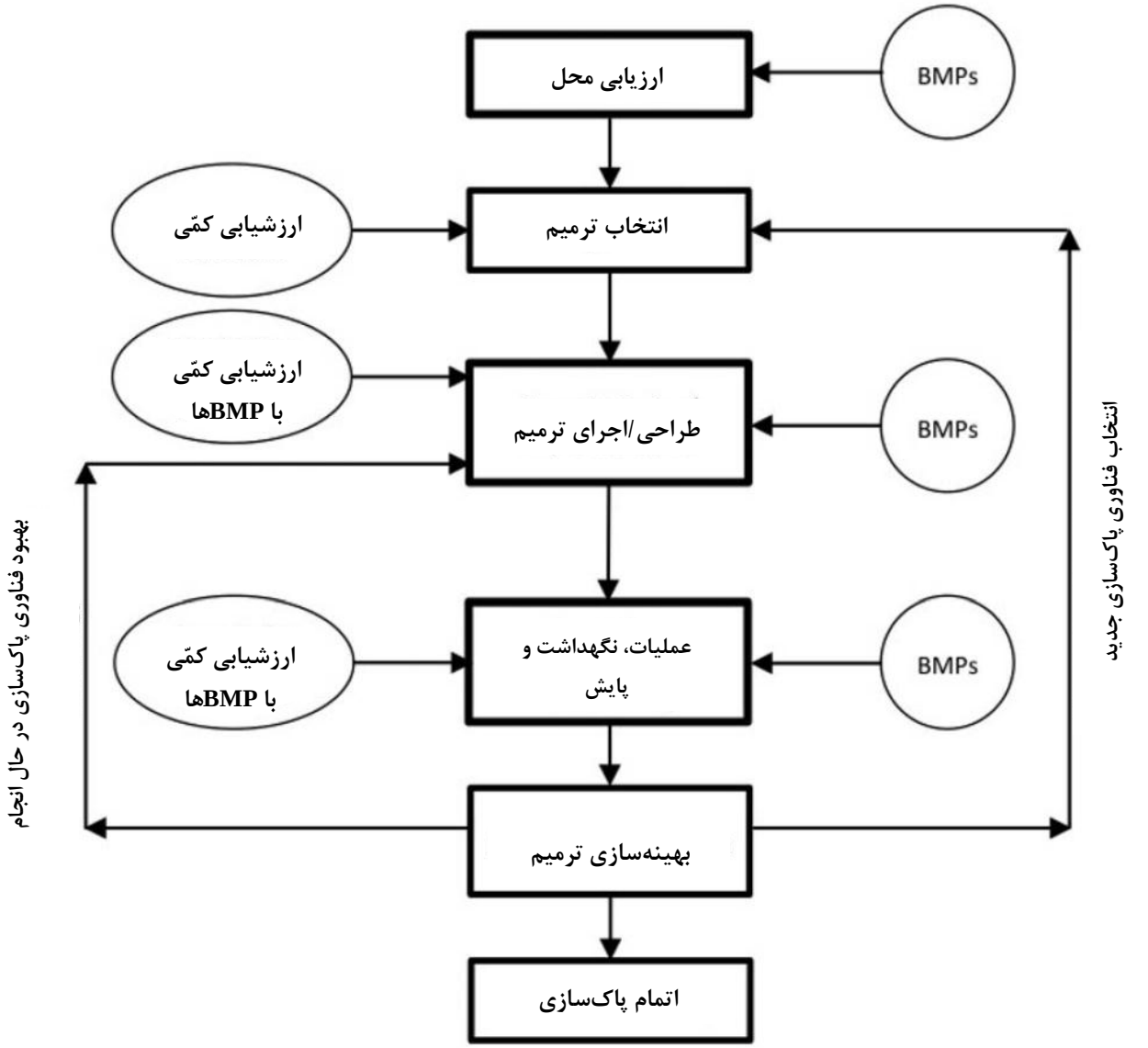
۵-۱-۶ کاربر باید به بودجه و برنامهٔ زمان‌بندی‌شده و همچنین هر گونه قیود در مورد هزینه‌ها یا محدودیت‌های دیگر پروژه توجه داشته باشد، و با دخالت‌دادن این عوامل، دربارهٔ چگونگی ادغام فرآیند BMP یا ارزشیابی کمّی درون پروژه، تصمیم‌گیری کند.

۵-۲ کاربر باید تصمیم بگیرد که آیا فقط از فرآیند BMP استفاده خواهد کرد یا قبل از آن، ارزشیابی کمّی نیز انجام خواهد داد. فرآیند BMP مبتنی بر قضاوت‌های حرفه‌ای برای اولویت‌بندی و انتخاب فعالیت‌هایی با احتمال کاهش ردپای زیست‌محیطی است. ارزشیابی کمّی متکی بر درون‌دادهای داده‌ای برآوردشده برای کمّی‌سازی کاهش پیش‌بینی‌شدهٔ ردپای زیست‌محیطی قبل از اجرای BMPهاست. کاربر باید هنگام تصمیم‌گیری دربارهٔ نوع ارزشیابی مناسب‌تر برای هر فاز پاک‌سازی در محل، اطلاعات مربوط به محل - که در زیربندهای ۵-۱-۴ تا ۵-۱-۶ ذکرشده است- و اطلاعات شرح‌داده‌شده در زیر را مد نظر قرار دهد.

۵-۲-۱ فرآیند BMP و ارزشیابی کمّی می‌تواند در تمامی فازهای پاک‌سازی به کار برده شود. با این حال، برای معدودی از فازهای پاک‌سازی، معمولاً یکی از این رویکردها مناسب‌تر از دیگری است. برای مثال، در حالی که ارزشیابی کمّی برای ارزیابی محل قابل اعمال است، در بسیاری از موارد، کاهش احتمالی ردپای زیست‌محیطی ممکن است آن قدر زیاد نباشد که سرمایه‌گذاری اضافی از نظر زمان و فعالیت را برای انجام این نوع تحلیل، توجیه کند. همین طور ممکن است اجرای فرآیند BMP برای فاز انتخاب ترمیم لازم نباشد؛ با این حال، ارزشیابی BMPها در انتخاب ترمیم می‌تواند سازنده باشد، برای مثال اگر دو ترمیم به یک اندازه نقش حفاظتی و اثربخشی داشته باشند، ارزشیابی BMPها می‌تواند به کاربران در مشخص‌کردن اینکه کدام ترمیم، پتانسیل بیشتری برای کاهش ردپای زیست‌محیطی دارد، کمک کند. کاربر باید به شکل ۱ و جدول ۱ برای آگاهی از قابلیت اجرای فرآیند BMP یا ارزشیابی کمّی در فاز پاک‌سازی، مراجعه کند.

جدول ۱-زمان‌بندی برای به‌کارگیری و اجرا

فاز پاک‌سازی	به‌کارگیری	اجرا	
		فرآیند BMP	ارزشیابی کمّی
ارزیابی محل	هر زمان در طی بررسی	✓	معمولاً لازم نیست
انتخاب ترمیم	هنگام ارزشیابی گزینه‌های پاک‌سازی	معمولاً لازم نیست	✓
طراحی/اجرای ترمیم	هنگام طراحی یا اجرای ترمیم	✓	✓
عملیات، نگهداشت و پایش	هر زمان در طی عملیات، نگهداشت و پایش	✓	✓
بهینه‌سازی ترمیم	هر زمان در طی عملیات، نگهداشت و پایش	✓	✓



استفاده از بند ۷ در پی فرآیند بند ۶

استفاده از فرآیند بند ۶

شکل ۱-نظری اجمالی بر پاک‌سازی سبزتر

۵-۲-۲ فرآیند BMP برای تمامی محل‌ها صرف نظر از اندازه یا پیچیدگی آنها مناسب است، اما برای پاک‌سازی‌های بزرگ‌مقیاس یا پیچیده، ارزشیابی‌های کمّی دنبال‌شده با فرآیند BMP مناسب‌تر خواهد بود چون در آنها طیف وسیعی از رویکردها برای دستیابی به اهداف فاز پاک‌سازی قابلیت اجرا دارد.

۵-۲-۳ تکمیل فرآیند BMP در مقایسه با تکمیل ارزشیابی کمّی دنبال‌شده با فرآیند BMP، به مدت زمان کمتری نیاز دارد. با این حال، ارزشیابی کمّی دنبال‌شده با فرآیند BMP می‌تواند کاهش ردپای زیست‌محیطی بیشتری را نسبت به فرآیند BMP به تنهایی، مشخص کند.

۵-۲-۴ برای ارزشیابی کمّی به فردی از تیم پروژه که مطلع از تحلیل ردپا یا LCA باشد، نیاز است.

۵-۳ کاربر باید به‌منظور آگاهی از نوع اطلاعاتی که باید مستند و گزارش کند و همچنین آگاهی از گزینه‌های پیشنهادشده برای اطلاع‌رسانی عمومی طبق بند ۸ عمل کند.

۶ فرآیند BMP

۶-۱ هدف از فرآیند BMP، قادرساختن کاربر برای شناسایی، اولویت‌بندی، انتخاب، اجرا، و مستندسازی استفاده از BMPها برای کاهش ردپای زیست‌محیطی فعالیت‌های پاک‌سازی است.

۶-۲ انتخاب فازهای پاک‌سازی قابل اعمال

کاربر باید به منظور تصمیم‌گیری در مورد فاز(های) پاک‌سازی مورد نظر برای ارزیابی، هنگام انجام فرآیند BMP، اطلاعات جمع‌آوری‌شده را در جریان طرح‌ریزی و تعیین دامنهٔ انجام‌شده طبق بند ۵، مد نظر قرار دهد.

۶-۳ فرآیندBMP، هر بار برای فاز پاک‌سازی خاصی اعمال می‌شود. اگر کاربر فرآیند BMP را در طول فازهای بعدی پاک‌سازی اجرا کند، تمامی مراحل فرآیند BMP باید برای هر فاز پاک‌سازی که این استاندارد برای آن به کار برده خواهد شد، دنبال شود. هنگام توجه به BMPها برای فازهای پاک‌سازی بعدی، تجربهٔ اجرای BMPها در فازهای قبلی می‌تواند به تصمیم‌گیری در مورد استمرار اجرای BMPهای از قبل انتخاب‌شده، یا استفاده از سایر BMPهای مختلف کمک کند. کاربر باید اجرا و پی‌ریزی BMPهای مورد استفاده در فازهای اولیهٔ پروژه تا انتهای پروژه را، در صورت کاربرد داشتن، پیش‌بینی کند.

۶-۴ عناصر اصلی پاک‌سازی سبزتر

هنگام ارزشیابی BMPها کاربر باید بهترین رویکرد کلی را برای کاهش ردپای زیست‌محیطی فعالیت‌های پاک‌سازی طرح‌ریزی‌شده با بررسی عناصر اصلی تعیین‌شده در زیربند ۴-۱ برگزینند.

۶-۵ کاربر باید شناختی از موارد زیر دربارهٔ فرآیند BMP پیدا کند:

۶-۵-۱ جدول BMP پاک‌سازی سبزتر در پیوست ب که فهرست جامعی از BMPهای پاک‌سازی سبزتر را ارائه می‌کند. این BMPها در رده‌های BMP شرح‌داده‌شده در زیر مرتب شده‌اند:

- طرح‌ریزی پروژه و مدیریت تیم؛

- نمونه‌برداری و آنالیز؛

- مواد؛

- وسایل نقلیه و تجهیزات؛

- آماده‌سازی محل/ احیای اراضی؛

- ساختمان‌ها؛

- توان و سوخت؛

- آب‌های سطحی و رگباری؛

- مانده پسماندهای جامد و مایع؛

- فاضلاب.

۶-۵-۲ کاربر همچنین بهتر است BMPهایی را که در پیوست ب گنجانده نشده‌اند، ولی با این استاندارد همخوان هستند، مشخص یا تکوین و اجرا کند، زیرا موجب کاهش ردپای زیست‌محیطی پاک‌سازی خواهند شد.

۶-۵-۳ تمامی BMPهایی که توسط قانون یا مقررات الزام شده‌اند، باید به صورتی که در بند ۸ توصیف شده است، اجرا و مستند شوند.

۶-۵-۴ کاربر می‌تواند به عنوان بخشی از فرآیندBMP، تصمیم بگیرد که ارزشیابی کمّی را با هدف بهینه‌سازی عملکرد BMP خاص یا محاسبهٔ میزان کاهش عددی پیش‌بینی‌شدهٔ رد پای زیست‌محیطیِ ناشی از اجرای BMP، انجام دهد. فرآیند انجام ارزشیابی کمّی در بند ۷ توصیف شده است.

۶-۵-۵ کاربر می‌تواند هنگام ارزشیابی BMP(ها) برای پیداکردن اطلاعات سودمند به مراجع شمارهٔ [2] تا [5] کتاب‌نامه مراجعه کند.

۶-۶ فرآیند BMP

فرآیند BMP شامل پنج مرحلهٔ زیر است:

- مرحلهٔ ۱: ارزیابی فرصت BMP؛
- مرحلهٔ ۲: اولویت‌بندیBMP؛
- مرحلهٔ ۳: انتخابBMP؛
- مرحلهٔ ۴: پیاده‌سازیBMP؛
- مرحلهٔ ۵: مستندات BMP.

کاربر باید تمامی مراحل خلاصه‌شده در شکل ۲ را دنبال کند.

شکل ۲-فرآیند BMP

۶-۶-۱ مرحلهٔ ۱: ارزیابی فرصت BMP

این ارزیابی از نوع غربال‌گری است. در طی این مرحله، کاربر تمامی BMPهای مورد نظر بالقوه قابل اعمال برای شرایط محل را مشخص می‌سازد. در پیوست ب، فهرستی از BMPها ارائه شده است که البته جامع نیست و کاربر بهتر است BMPهای اضافی را به عنوان بخشی از کارهای این مرحله با استفاده از بازبینه‌ها، دستورالعمل‌ها، ماتریس‌ها، یا جداول BMPهای به‌رسمیت‌شناخته‌شده در مجامع حرفه‌ای مشابه، مشخص سازد (به زیربند ۶-۵-۵ مراجعه شود).

در طول این مرحله، کاربر باید فقط به این فکر کند که هر BMP منفرد، برای فاز پاک‌سازیِ تحتِ ارزشیابی کاربرد دارد یا نه، و به عوامل تاثیرگذار دیگر از قبیل هزینه، لجستیک، یا مزیت‌های نسبی BMPهای دیگر، توجهی نکند.

۶-۶-۲ مرحلهٔ ۲: اولویت‌بندیBMPها

کاربرBMPهای ابقاشده در مرحلهٔ ۱ را بازنگری کرده و BMPهای مبتنی بر قابلیت‌شان در کاهش ردپای زیست‌محیطی فعالیت پاک‌سازی را اولویت‌بندی می‌کند.

۶-۶-۲-۱ کاربر باید آن تعداد از BMPهایی را که از قابلیت قابل توجهی برای کاهش ردپای زیست‌محیطی برخوردار نیستند، مشخص کند و در اولویت‌های پایین‌تر قرار دهد. هدف از این کار تسهیل حذف BMPهای با ارزش کمتر در مرحلهٔ ۳، به نفع BMPهای با ارزش بالاتر است.

۶-۶-۲-۲ اولویت‌بندی بر اساس قضاوت حرفه‌ای صورت می‌گیرد و نیازمند تحلیل‌های مبسوط نیست.

۶-۶-۲-۳ کاربر می‌تواند در صورت وجود BMPهای متعدد با قابلیت اجرای بالقوه، BMPها را در رده‌هایی (برای مثال، بالا، متوسط، کم) بر اساس کاهش نسبی پیش‌بینی‌شدهٔ رد پای زیست‌محیطی، گروه‌بندی کند.

۶-۶-۲-۴ اگر یک BMP پیامدهای منفی بالقوه بر یک یا چند عنصر اصلی و پیامدهای مثبت برای عناصر دیگر داشته باشد، کاربر باید برای آن پیامدهای پیش‌بینی‌شده در فرآیند اولویت‌بندی، ضریبی در نظر بگیرد.

۶-۶-۲-۵ به عنوان بخشی از این مرحله، کاربران باید فهرستی از اولویتی BMPهای اولویت‌بندی‌شده را تهیه کند.

۶-۶-۳ مرحلهٔ ۳: انتخاب BMP

کاربر باید هر BMP موجود در فهرست اولویت‌بندی را بازنگری کرده و BMPهایی را برای اجرا کنار بگذارد. این انتخاب باید بر اساس کاهش بالقوهٔ ردپای زیست‌محیطی، نسبت به سایر عوامل مربوط مانند قابلیت اجرا، اثربخشی، قابلیت اطمینان، ریسک‌های کوتاه‌مدت، دغدغه‌های جامعه و هزینه باشد. کاربر باید انتقال ناخواستهٔ آلوده‌کننده‌ها را از یک واسطهٔ انتقال زیست‌محیطی به واسطهٔ انتقال دیگر، یا اثرات منفی وارده بر یک عنصر اصلی ناشی از اجرای BMP با پیآمد مثبت بر عنصر اصلی دیگر را مورد توجه قرار دهد. کاربر باید دلایل حذف BMPهای مشخص‌شده در مرحلهٔ ۲ را مستند کند.

کاربر باید BMPهایی را اجرا کند که هزینه‌های پروژه را کاهش می‌دهند یا بر آن تاثیری ندارند، مگر اینکه دلیل خاصی برای انجام ندادن این کار وجود داشته باشد (به زیربند ۶-۶-۳ مراجعه شود). برخی کاربران ممکن است حتی بخواهند BMPهایی را اجرا کنند که هزینهٔ پروژه‌ها را افزایش می‌دهد. در ارزشیابی هزینه، ممکن است بازگشت سرمایه و عوامل دیگری مانند کاهش ردپای زیست‌محیطی به‌دست‌آمده در واحد هزینه و میزان سودمندی سرمایه‌گذاری برای اهداف کلی پروژه نیز مورد سنجش قرار گیرد.

۶-۶-۴ مرحلهٔ ۴: پیاده‌سازی BMP

کاربر باید BMPهای انتخاب‌شده را اجرا کند.

اگر در طول اجرای BMPهای انتخاب‌شده، اطلاعات جدید یا شرایط تغییریافتهٔ مرتبط با BMP یا محل، اجرای BMP انتخاب‌شده در مرحلهٔ ۳ را غیرقابل‌اعمال، پرهزینه، یا غیرقابل‌قبول برای عموم بداند، کاربر می‌تواند این BMP خاص را اجرا نکند و دلایل عدم اجرای آن را به خاطر چالش‌هایی که در طول اجرا ممکن است پیش آورد، مستند سازد.

۶-۶-۵ مرحلهٔ ۵: مستنداتBMP

کاربر باید مراحل ۲ تا ۴ را در جدولی ثبت کند. این جدول فهرست اولویت‌بندی‌شده‌ای از BMPهایی را دربرمی‌گیرد که به فراخور شرایط محل، کاربرد دارند و قابل اجرا هستند. کاربر موارد کنارگذاشته‌شده را نیز با ذکر دلایل مربوط به آن، مشخص می‌کند.

در صورت نیاز به انجام ارزشیابی کمّی به‌منظور فراهم‌سازی داده‌های عددی برای تکمیل امر انتخاب یا طراحی BMPهای قابل اعمال، کاربر باید مراحل توصیف‌شده در بند ۷ را برای انجام این کار دنبال کند.

۷ ارزشیابی کمّی

۷-۱ انتخاب فازهای پاک‌سازی قابل اعمال

کاربر باید اطلاعات جمع‌آوری‌شده در طرح‌ریزی و تعیین دامنهٔ انجام‌شده طبق بند ۵ را به منظور تعیین فازهایِ پاک‌سازیِ مستلزمِ ارزشیابیِ کمّی، مد نظر قرار دهد.

۷-۲ لزوم آگاهی کاربر از موارد زیر:

۷-۲-۱ از دید این استاندارد، ارزشیابی کمّی شامل انتشارها، مصرف منابع و پسماندهای مرتبط با پاک‌سازی، تخمین‌زده‌شده با استفاده از تحلیل ردپا یا LCA می‌باشد.

۷-۲-۲ این استاندارد با ارزشیابی‌های کمّی ارتباط می‌یابد که با استفاده از تحلیل ردپا و LCA حاصل شده‌اند.

یادآوری- در پیوست پ، بررسی اجمالی و مقایسهٔ چگونگی تکمیل ارزشیابی کمّی با این دو رویکرد، ارائه شده است. هدف از این پیوست، دادن آگاهی به کاربرانی است که با تحلیل ردپا یا LCA آشنایی ندارند.

۷-۲-۳ هدف اصلی ارزشیابی کمّی، تامین اطلاعاتی در مورد مهم‌ترین سهم ردپای زیست‌محیطی فاز یا فعالیت پاک‌سازی در عناصر اصلی است. علاوه بر آن، ارزشیابی کمّی می‌تواند با تخمین میزان کاهش بالقوهٔ ردپای زیست‌محیطی به‌دست‌آمده از BMPهای خاص، تصمیم‌گیری‌ها را تسهیل سازد.

۷-۲-۴ کاربر باید طبق این استاندارد، برای انجام ارزشیابی کمّی، هفت مرحله را دنبال کند. کاربر می‌تواند از سایر روش‌شناسی‌های گام‌به‌گام، مانند آن چه در استاندارد ملی ایران-ایزو شمارهٔ ۱۴۰۴۴ و مرجع شماره [6] کتابنامه ذکر شده است، به شرط مشابهت داشتن با مراحل ذکرشده در این استاندارد، استفاده کند.

۷-۳ دامنه و کاربرد ارزشیابی کمّی

ارزشیابی کمّی برای هر سه فاز پاک‌سازی یعنی انتخاب ترمیم، طراحی/ اجرای ترمیم و بهینه‌سازی ترمیم، مناسب می‌باشد. با این حال، کاربران برای استفاده از فرآیند ارزشیابی کمّی در هر مقطع زمانی دیگر در طول پاک‌سازی منع نمی‌شوند. کاربر باید برای آگاهی از انجام فرآیند BMP یا ارزشیابی کمّی در فازهای پاک‌سازی، به شکل ۱ و جدول ۱ مراجعه کند.

۷-۳-۱ ارزشیابی کمّی برای انتخاب ترمیم یا بهینه‌سازی ترمیم

کاربر در ارزشیابی گزینه‌های ترمیمی، نقش آنها را در ردپای زیست‌محیطی مورد توجه قرار دهد. با انجام ارزشیابی کمّی در این فاز پاک‌سازی، اطلاعاتی برای کاربر فراهم می‌آید که می‌تواند به شناسایی فرصت‌های کاهش ردپای زیست‌محیطی برای تمامی جایگزینه‌های حافظ سلامتی انسان و محیط زیست، که مطابق با مقررات و قوانین و راهنماهای زیست‌محیطی هستند و اهداف پروژه را برآورده می‌کنند، کمک کند.

کاربر باید تا حد مقدور، قبل از انجام ارزشیابی کمّی، تمامی گزینه‌های ترمیمی را به صورت برابری مقایسه کند و در جه
ت بهبود گزینه‌ها بکوشد تا ردپای زیست‌محیطی پیش‌بینی‌شدهٔ آنها را کاهش دهد. این بهبودها مبتنی بر قضاوت‌های حرفه‌ای است و مستلزم تحلیل‌های مبسوطی نیست.

۷-۳-۲ ارزشیابی کمّی برای طراحی/ اجرای ترمیم یا بهینه‌سازی ترمیم

در ارزشیابی یک گزینهٔ ترمیمی منفردِ جدید یا تجدیدنظرشده، کاربر چندین جای‌گشت (پرموتاسیون)[1] از گزینهٔ ترمیمی را مورد سنجش قرار می‌دهد. این ارزشیابی کمّی می‌تواند با شناسایی منابعی (برای مثال مواد، آب، انرژی) با ردپای زیست‌محیطی کمتر، به گنجاندن آنها در فرآیند طراحی، کمک کند.

۷-۳-۲-۱ در ارزیابی جای‌گشت‌ها، کاربر در ابتدا، ارزشیابی کمّی از ترمیم طرح‌ریزی‌شده یا در وضعیت بهینه‌سازی ترمیم، از ترمیم کنونی، انجام می‌دهد تا ردپای زیست‌محیطی مبنا تعیین شود. پس از آن کاربر، با درنظرگرفتن این مبنا، به ارزشیابی جای‌گشت‌ها می‌پردازد. جای‌گشت‌ها ممکن است تغییرپذیری‌هایی مانند، واکنشگرهای مختلف تیمار، طراحی‌ها یا پیکربندی‌های مختلف تجهیزات یا منابع مختلف انرژی را دربرگیرد. ارزیابی جای‌گشت‌ها در پیداکردن توازن بهینه در طراحی ترمیم و کاهش ردپاهای زیست‌محیطی از نظر قابلیت اجرا، اثربخشی، هزینه، و دیگر عوامل مرتبط پاک‌سازی، به کاربر کمک خواهد کرد.

۷-۳-۲-۲ کاربر باید در اولین فرصت ممکن، ارزشیابی کمّی را در فرآیند طراحی یا بهینه‌سازی به منظور مشخص‌کردن فرصت‌هایی برای کاهش ردپای زیست‌محیطی ترمیم انتخاب‌شده، انجام دهد.

۷-۴ فرآیند ارزشیابی کمّی

هنگام انجام ارزشیابی کمّی، کاربر باید این مراحل را دنبال کند:

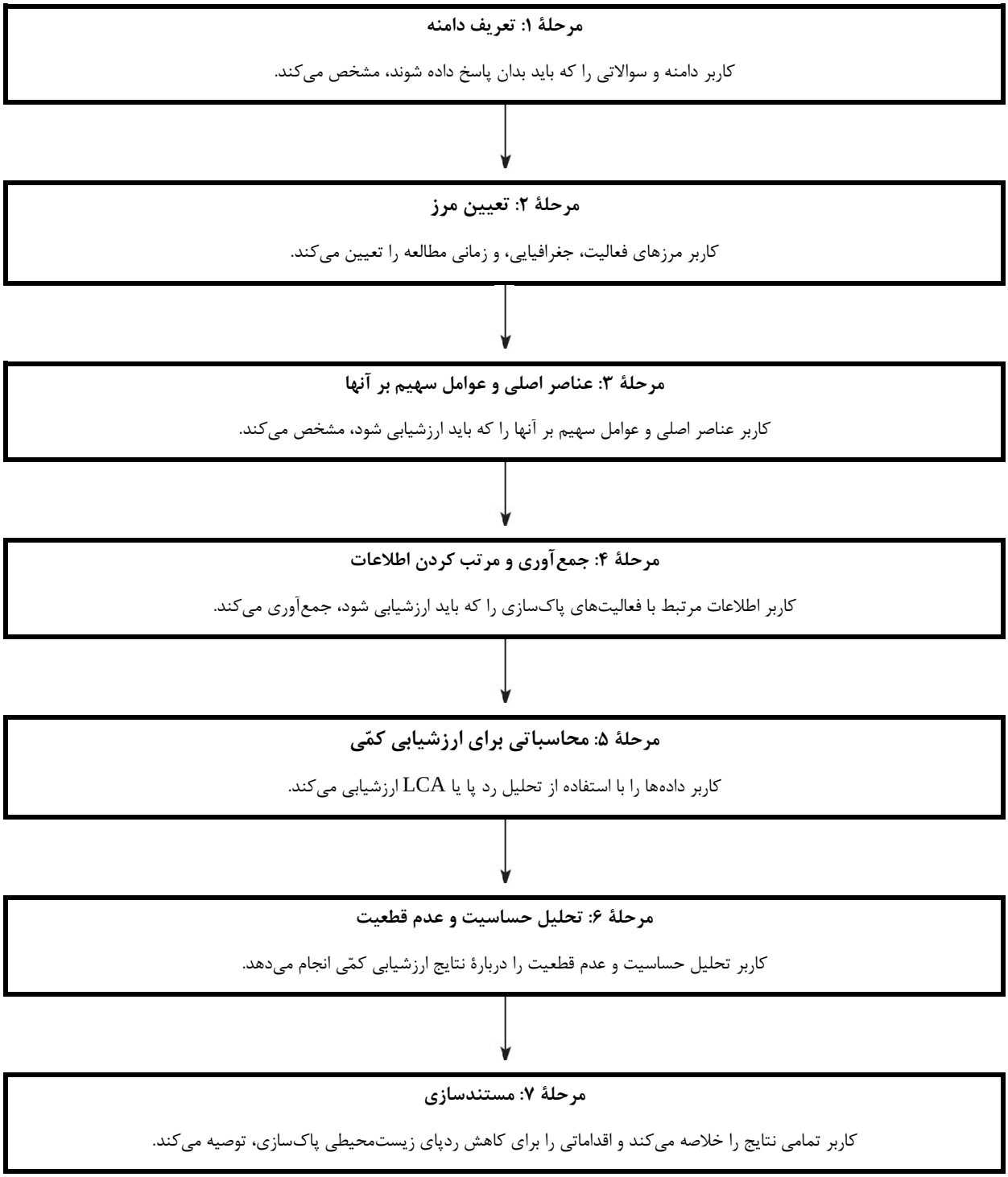
- مرحلهٔ ۱: تعریف دامنه؛

- مرحلهٔ ۲: تعیین مرز؛

1- Permutation

- مرحلهٔ ۳: عناصر اصلی و عوامل سهیم بر آنها؛
- مرحلهٔ ۴: جمع‌آوری و مرتب کردن اطلاعات؛
- مرحلهٔ ۵: محاسباتی برای ارزشیابی کمّی؛
- مرحلهٔ ۶: تحلیل حساسیت و عدم قطعیت؛
- مرحلهٔ ۷: مستندسازی.

مراحل اصلی فرآیند به شرح زیر هستند و در شکل ۳ خلاصه شده‌اند.



شکل ۳-ارزشیابی کمّی

۷-۴-۱ مرحلهٔ ۱: تعریف دامنه

کاربر باید نیاز به ارزشیابی کمّی را مشخص و دامنهٔ آن را مستند کند. بر مبنای هدف، سوالات زیست‌محیطی طرح می‌شود که باید با ارزشیابی کمّی به آنها پاسخ داد و چگونگی کاربرد ارزشیابی کمّی را در تصمیم‌گیری‌ها، مشخص کرد. دامنه، جزئیاتی را در مورد چگونگی انجام ارزشیابی کمّی (برای مثال، ابزارها، منابع)، و نیز بررسی و مستندسازی آن فراهم می‌کند.

کاربر باید در مورد استفاده از تحلیل ردپا یا LCA تصمیم‌گیری کند. در پیوست پ ویژگی‌های هر یک از این رویکردها توصیف شده است.

۷-۴-۲ مرحلهٔ ۲: تعیین مرز

کاربر باید مرزهای فعالیتی، جغرافیایی و زمانی مطالعه را تعیین کند. در تعیین مرزها، کاربر باید توجه خود را فقط معطوف فعالیت‌های پاک‌سازی در محل نکند، بلکه فعالیت‌های خارج از محل را که پشتیبان پاک‌سازی است، مد نظر قرار دهد چرا که ردپای زیست محیطی اغلب فعالیت‌های مزبور، قابل توجه است.

۷-۴-۲-۱ مرز فعالیتی، تعیین می‌کند که کدام محل و فعالیت‌های پاک‌سازی در ارزشیابی کمّی گنجانده شده است. به عنوان مثال، مرز فعالیتی در یک محل ممکن است شامل فعالیت‌های مرتبط با تیمار آب‌های زیرزمینی باشد، اما با از بین‌بردن منبع، ارتباطی نداشته باشد.

۷-۴-۲-۲ مرز جغرافیایی، شامل آن مقدار از چرخهٔ حیات پاک‌سازی گنجانده‌شده در ارزشیابی کمّی است (به عبارت دیگر، موقعیت جغرافیایی محل و موقعیت جغرافیایی فعالیت‌ها، مانند تولید و مدیریت پسماند که خارج از محل رخ می‌دهد، اما پشتیبان پاک‌سازی در محل است).

۷-۴-۲-۳ مرز زمانی، چارچوب زمانی را برای ارزشیابی کمّی تعیین می‌کند. مرز زمانی، معمولاً شامل چارچوب زمانی پاک‌سازی محل است. با این حال، مرز زمانی اغلب شامل چارچوب زمانی قبل یا بعد از پاک‌سازی نیز است. مثلا، مرز زمانی ممکن است شامل انتشارهایی از ساخت قبلی محصولات مورد استفاده در طول ترمیم باشد یا انتشارهایی را دربرگیرد که در جو پس از پایان فاز پاک‌سازی یا ارزشیابی فازهای پاک‌سازی باقی مانده‌اند.

۷-۴-۳ مرحلهٔ ۳: عناصر اصلی و عوامل سهیم بر آنها

کاربر باید هر عنصر اصلی را مورد بررسی قرار دهد، تعیین کند که کدام یک از عناصر اصلی در پاک‌سازی، حائز اهمیت هستند، و عوامل احتمالی سهیم بر آنها را مشخص سازد. ممکن است یک یا چند عامل سهیم در ارتباط با هر عنصر اصلی وجود داشته باشد. نمونه‌هایی از چگونگی ارتباط‌دهی عوامل سهیم با عناصر اصلی در پیوست ب ارائه شده است.

۷-۴-۳-۱ کاربر باید تمامی عناصر اصلی حائز اهمیت در پاک‌سازی را ارزشیابی کند و در صورت عدم ارزشیابی تعدادی از این عناصر، دلایل آن را مستند سازد.

۷-۴-۳-۲ کاربر باید مبادلات زیست‌محیطی را برای عناصر اصلی مشخص کند.

۷-۴-۴ مرحلهٔ۴: جمع‌آوری و مرتب کردن اطلاعات

کاربر باید اطلاعاتی را دربارهٔ مؤلفه‌های پاک‌سازی و مجموعه داده‌های سیاهه[1] مرتبط با فعالیت‌های پاک‌سازی تحت ارزشیابی، تلفیق کند. کاربر باید تمامی اطلاعات جمع‌آوری‌شده دربارهٔ مؤلفه‌های پاک‌سازی و مجموعه داده‌های سیاهه را مستند کند.

۷-۴-۴-۱ کاربر باید هنگام مشخص‌کردن مؤلفه‌های پاک‌سازی، به مؤلفه‌های: مواد (برای مثال، لوله، مواد شیمیایی، سیمان)؛ انرژی (برای مثال، برق، سوخت)؛ فرآیندها (برای مثال، فرآیندهای خاص به‌کاررفته برای مواد، مانند اکستروژن[2] و قالب‌گیری[3])؛ ترابری (به عنوان مثال، باربری خشکی، راه‌آهن)؛ پسماندها (برای مثال پسماندهای تولیدشده، پسماندهای بازیابی‌شده)؛ و فعالیت‌ها و خدمات خارج از محل (برای مثال، مدیریت مواد پسماند جامد، تصفیهٔ فاضلاب، آنالیزهای آزمایشگاهی) که ممکن است با فعالیت پاک‌سازی مرتبط باشند، توجه کند.

۷-۴-۴-۲ کاربر باید پس از جمع‌آوری اطلاعات دربارهٔ مؤلفه‌های پاک‌سازی، مجموعه داده‌های سیاهه مرتبط با مؤلفه‌ها را مشخص کند. مجموعه داده‌های سیاهه، برآوردهایی از انتشارها (برای مثال، اکسیدهای نیتروژن، معادل‌های کربن‌دی‌اکسید، کل آلاینده‌های خطرناک هوا) یا مصرف منابع (برای مثال، آب، انرژی، مواد) مرتبط با هر مولفهٔ پاک‌سازی را فراهم می‌کند. نوع مجموعه داده‌های سیاهه مورد استفاده باید با هدف و دامنهٔ ارزشیابی کمّی سازگار باشد: برای کسب آگاهی‌های بیشتر در مورد چگونگی به‌کارگیری مجموعه داده‌های سیاهه در فرآیند ارزشیابی کمّی، به پیوست پ مراجعه کنید.

1- Inventory
2- Extrusion
3- Molding

۷-۴-۵ مرحلهٔ ۵: محاسبات برای ارزشیابی کمّی

کاربر باید ارزشیابی کمّی را با استفاده از تحلیل ردپا یا LCA انجام دهد. برای کسب آگاهی‌های بیشتر در مورد تحلیل ردپا و LCA، به پیوست پ مراجعه کنید.

۷-۴-۶ مرحلهٔ ۶: تحلیل‌های حساسیت و عدم قطعیت

کاربر باید تحلیل‌های حساسیت و عدم قطعیت را بر روی نتایج حاصل از تحلیل رد پا یا LCA به منظور ارزیابی بهتر اطمینان و عدم قطعیت نتایج و کمک به تمرکز تلاش‌ها بر روی فعالیت‌هایی که احتمالاً بیشترین کاهش‌ها را در ردپای زیست‌محیطی دربرخواهند داشت، انجام دهد.

۷-۴-۶-۱ در تحلیل حساسیت، کاربر باید بر اطلاعات ثانویه، مانند مجموعه داده‌های سیاهه، برای ارزیابی تغییرات در نتایج به دلیل عدم درستی‌های[1] بالقوه یا تغییرپذیری در اطلاعات، تمرکز کند.

۷-۴-۶-۲ در تحلیل عدم قطعیت، کاربر بر تنظیم پارامترهای مدلی تمرکز می‌کند که ممکن است در اطلاعات اولیه پاک‌سازی، نامطمئن باشند. نمونه‌هایی از پارامترهای مدلی که می‌تواند تنظیم شود، عبارتند از: زمان مورد نیاز برای حصول اهداف نهایی پاک‌سازی و وسعت منطقهٔ هدف تیمار.

۷-۴-۶-۳ کاربر در برخی موارد، در تحلیل‌های حساسیت و عدم قطعیت ملزم است مراحل قبلی فرآیند ارزشیابی کمّی را برای رسیدگی به تناقضات یا پراکندگی‌های نتایج کلی، مورد بازبینی قرار دهد. این مراحل باید قبل از نهایی‌شدن نتیجه‌گیری‌های کلیِ حاصل از ارزشیابیِ کمّی، بازبینی شود.

۷-۴-۷ مرحلهٔ ۷: مستندات

کاربر تمامی مراحل در ارزشیابی کمّی را در قالب گزارشی شفاف و به خوبی مستندشده، ارائه می‌کند. این گزارش باید نشان‌دهندهٔ نتایج و تفسیر آنها باشد، مهمترین عوامل سهیم بر عناصر اصلی را مشخص سازد و اقداماتی را که می‌توان برای کاهش ردپای زیست‌محیطی پاک‌سازی به عمل آورد، توصیه کند. در برخی موارد، مولفهٔ تفسیری این مرحله ممکن است بازبینی مراحل قبلی فرآیند ارزشیابی کمّی را توسط کاربر ایجاب کند تا سوالات بی‌پاسخ‌مانده یا یافته‌های جدید فرآیندی که می‌تواند برمرحلهٔ قبلی تاثیرگذار باشد، مورد رسیدگی قرار گیرد.

1- Inaccuracies

۸-۴-۷ پس از اجرای ارزشیابی کمّی، کاربر باید به فرآیند BMP در زیربند ۶-۶ پیش رود. در فرآیند BMP، ارزشیابی کمّی را می‌توان با انتخاب BMP ارتباط داد تا داده‌هایی برای کمک به کاربر در انتخاب BMPها به دست آید.

۸ مستندات و گزارش‌دهی

۸-۱ اهمیت مستندات و گزارش‌دهی

دو مرحلهٔ جداگانه برای فرآیند گزارش دهی وجود دارد. مرحلهٔ ۱، مستندسازی فرآیندی برای هر فاز پاک‌سازی است. مرحلهٔ ۲، گزارش‌دهی عمومی مستندات را به همراه خلاصهٔ فنیِ شرح‌داده‌شده در زیربند ۸-۳ و عبارتی مبنی بر تایید مطابقت فرآیند با این استاندارد، شامل می‌شود. کاربر ممکن است بخواهد مستندات فازهای متعدد پاک‌سازی را در مدرکی واحد برای مقاصد گزارش‌دهی تلفیق کند.

۸-۲ مرحلهٔ ۱: مستندسازی فرآیند

کاربر باید برای هر فاز پاک‌سازی، جداولی را برای مستندسازی فرآیند BMP طبق زیربند ۶-۶ تهیه کند. کاربر همچنین باید BMPهای اجراشده طبق الزامات قوانین و مقررات دولتی را نیز مستند سازد. در صورت کاربرد داشتن، کاربر باید گزارش ارزشیابیِ کمّیِ توصیف‌شده در زیربند ۷-۴ را تهیه کند.

۸-۳ مرحلهٔ ۲: گزارش‌دهی فرآیند

کاربر باید مستندات مربوط به زیربند ۸-۲ را به همراه موارد زیر گزارش کند:

۸-۳-۱ خلاصهٔ فنی شامل اطلاعات عمومی دربارهٔ محل؛ اطلاعات مربوط به وضعیت محل؛ کاربرد این استاندارد در فازهای پاک‌سازی؛ و مقادیر کاهش ردپای زیست‌محیطی پیش‌بینی‌شده در سراسر عناصر اصلی می‌باشد. در پیوست الف فرم خلاصه‌شده‌ای از مشخصات فنی، الگویی را برای ارائهٔ این اطلاعات مشخص کرده است. به جای آن، کاربر می‌تواند اطلاعات را در قالب‌های مشابه دیگر نیز فراهم کند. در برگهٔ مشخصات فنی، بهتر خواهد بود به گزارش‌هایی ارجاع شود که حاوی اطلاعات ذکرشده در این بند هستند تا از تکرار اطلاعات جلوگیری شود.

۸-۳-۱-۱ اطلاعات عمومی در مورد محل باید حداقل شامل نام و سازمان کاربر؛ نام ملک؛ موقعیت محل (نشانی، شهرستان، استان، کدپستی)؛ برنامهٔ پاک‌سازی، در صورت وجود الزام دولتی، باشد.

۸-۳-۱-۲ اطلاعات مربوط به وضعیت محل باید شامل این موارد باشد: فاز پاک‌سازی فعلی؛ آلوده‌کننده‌های موجود در محل؛ کاربری کنونی، پیشینهٔ کاربری و کاربری(های) آتیِ منطقاً پیش‌بینی‌شده برای محل، در صورت معلوم‌بودن؛ گیرنده‌های بالقوهٔ انسانی یا زیست‌محیطی برای آلودگی؛ کاربری زمین‌های مجاور؛ دخالت ذی‌نفعان در محل؛ فعالیت‌های پاک‌سازی سابق یا در حال انجام؛ فنّاوری‌ها یا کنترل‌های مهندسی اجراشده؛ اهداف موقتی یا نهایی پاک‌سازی در صورت تعیین‌شدن و وضعیت دستیابی به این اهداف؛ و محدودیت‌های فعالیت و کاربری.

۸-۳-۱-۳ با کاربرد این استاندارد، این موارد باید توصیف شود: فازهای پاک‌سازی که در آنها از این استاندارد بهره‌گیری شده است؛ آیا کاربر از فرآیند BMP به تنهایی یا همراه با ارزشیابی کمّی استفاده کرده است؛ و در صورتی که کاربر از ارزشیابی کمّی استفاده کرده باشد، آیا تحلیل ردپا یا LCA انجام شده است یا نه. کاربر همچنین باید بیان کند که آیا نتایج گزارش‌شده، منعکس‌کنندهٔ کار واقعی انجام‌شده یا طرح‌ریزی‌شده برای آینده است یا نه.

۸-۳-۱-۴ کاربر باید به طور کیفی یا کمّی، کاهش ردپای زیست‌محیطی ناشی از اجرای این استاندارد را در سرتاسر عناصر اصلی توصیف کند.

۸-۳-۲ خوداظهاری

کاربر باید بیانیه‌ای تاریخ‌دار و امضاشده شامل این موارد تهیه کند: اجرای پروژهٔ پاک‌سازی سبزتر در انطباق با استاندارد ملی ایران شمارهٔ ... (شمارهٔ این استاندارد باید ذکرشود)، نام محل، نشانی پستی محل، نام کاربر (چنان‌چه کاربر از نهادهای دولتی باشد، نام نهاد).

۸-۴ دسترسی عمومی

کاربر باید مستندات توصیف‌شده در زیربندهای ۸-۲ و ۸-۳ را در دسترس عموم قرار دهد. گزینه‌های لازم برای این کار، عبارتند از:

۸-۴-۱ ارسال مستندات به شهرداری، کتابخانهٔ عمومی، نهادهای اداری ذی‌ربط.

۸-۴-۲ ارسال مدارک به پایگاه وب در دسترس عموم.

۸-۴-۳ ارسال به سازمان قانونی در پی موافقت با سازمان مزبور، تا عموم افراد بتوانند به آن دسترسی داشته باشند.

۸-۵ زمان‌بندی برای گزارش‌دهی

زمان‌بندیِ گزارش‌دهی باید بر اساس نیازهای کاربر؛ الزامات، یا موافقت‌نامه‌ها با برنامه‌های مقرراتی؛ و تعهدات از طریق موافقت‌نامه‌های قراردادی یا در صورت کاربرد داشتن، تعهدات با ذی‌نفعان باشد. مثلاً در برخی محل‌ها، گزارش‌دهی پس از اجرای فاز پاک‌سازی می‌تواند مناسب باشد. در موارد دیگر، مانند خارج‌کردن مخزن، گزارش‌دهی پس از تکمیل تمامی فازهای پاک‌سازی، مناسب‌تر خواهد بود.

۸-۵-۱ توصیه می‌شود نتایج حاصل از اجرای فعالیت‌های پاک‌سازی گزارش شود تا فعالیت‌های پاک‌سازی سبزتر انتخاب‌شده از طریق استفاده از این استاندارد، مستند شود.

۸-۵-۲ در موقعیت‌هایی ممکن است گزارش‌دهی یا ارزشیابی نتایج، قبل از اجرا صورت پذیرد.

مثال:

ممکن است مدت زمان طولانی بین انتخاب ترمیم و طراحی/اجرای ترمیم وجود داشته باشد. در این حالت، کاربر باید مستنداتی را گزارش کند که صرفاً منعکس‌کنندهٔ ارزشیابی پاک‌سازی سبزتر باشند نه اجرای آن.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

برگهٔ خلاصه‌شده‌ای از مشخصات فنی

یادآوری- این برگه، در واقع یک الگوست. کاربر می‌تواند از این برگه یا برگه‌های دیگری با همان محتوای اطلاعاتی، استفاده کند. کاربر می‌تواند در صورت لزوم، این برگه را برای تلخیص BMPهای اجراشده و ارزشیابی‌های کمّی به عمل‌آمده، تکمیل کند. به غیر از بخشی که فقط به کاربرانی که ارزشیابی کمّی را انجام داده‌اند، اختصاص دارد، تمامی بخش‌ها باید توسط کاربر پر و در صورت لزوم، صفحاتی نیز به آن پیوست شود، و از شناسهٔ "NA" به مفهوم «کاربرد نداشتن»، برای موارد بدون کاربرد، استفاده شود. اگر اطلاعاتی در گزارشی گنجانده شده باشد، کاربر فقط باید به آن گزارش، ارجاع دهد.

الف-۱ اطلاعات عمومی

الف-۱-۱ نام و سازمان کاربر:

الف-۱-۲ تاریخ:

الف-۱-۳ نام ملک:

الف-۱-۴ موقعیت محل (نشانی، شهرستان، استان، کد پستی):

الف-۱-۵ شناسهٔ مالیاتی، در صورت وجود الزام برنامهٔ قانونی، شناسهٔ پروژه:

الف-۱-۶ برنامهٔ پاک‌سازی: (داوطلبانه یا الزامی):

الف-۱-۷ نهاد ناظر ارشد (به عنوان مثال سازمان حفاظت از محیط زیست):

الف-۲ اطلاعات مربوط به وضعیت محل

الف-۲-۱ فاز پاک‌سازی کنونی:

الف-۲-۲ آلوده‌کننده‌ها در محل:

الف-۲-۳ کاربری کنونی، پیشینهٔ کاربری و کاربریِ آتیِ منطقاً پیش‌بینی‌شده، در صورت معلوم‌بودن:

الف-۲-۴ گیرنده‌های بالقوهٔ انسانی یا گیرنده‌های زیست محیطی برای آلودگی:

الف-۲-۵ کاربری زمین‌های مجاور:

الف-۲-۶ دخالت ذی‌نفعان در محل:

الف-۲-۷ فعالیت‌های پاک‌سازی سابق یا در حال اجرا در محل:

الف-۲-۸ فنّاوری‌ها یا کنترل‌های مهندسی به‌عمل‌آمده:

الف-۲-۹ اهداف موقتی یا نهایی پاک‌سازی در صورتی که تعیین شده باشند، و وضعیت دستیابی به آن اهداف:

الف-۲-۱۰ محدودیت‌های فعالیت و کاربری:

الف-۳ استفاده از این استاندارد (به جدول الف-۱ مراجعه شود).

الف-۴ کاهش ردپای زیست‌محیطی

کاهش‌های ردپای زیست‌محیطی برآوردشده که ناشی از اجرای BMPها و ارزشیابی کمّی می‌باشند، باید در صورت کاربرداشتن، برای کل عناصر اصلی توصیف شوند. کاهش‌های ردپای زیست‌محیطی پیش‌بینی‌شده را می‌توان به صورت کیفی (چنان‌چه فقط از فرآیند BMP استفاده شده است) یا کمّی (علاوه بر فرآیند BMP، ارزشیابی کمّی نیز انجام شده است) نشان داد.

الف-۵ خلاصهٔ فرآیند BMP

موارد زیر را برای هر فاز پاک‌سازی که در آن از این استاندارد استفاده شده است، تهیه کنید:

الف-۵-۱ جداول تهیه‌شده طبق زیربند ۶-۶ را پیوست کنید.

الف-۵-۲ فهرست تمامی BMPهای الزام‌شده در قوانین و مقررات زیست‌محیطی را تهیه کنید.

الف-۶ خلاصهٔ ارزشیابی کمّی

برای هر فاز یا فعالیت پاک‌سازی که در آن ارزشیابی کمّی انجام شده است، صفحاتی را پیوست کنید یا به گزارش(هایی) که حاوی اطلاعات ذکرشده در زیربند ۷-۴-۷ است، ارجاع دهید.

جدول الف-۱-استفاده از این استاندارد (همه موارد دالّ بر استفاده از استاندارد را بررسی کنید)

فاز پاک‌سازی	فرآیند ارزشیابی BMP	فرآیند ارزشیابی کمّی به همراه BMPها		مستندات نتایج	
		تحلیل ردپا	LCA	ارزشیابی	اجرا
ارزیابی محل					
انتخاب ترمیم					
طراحی/اجرای ترمیم					
عملیات، نگهداشت و پایش					
بهینه‌سازی ترمیم					

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

BMPهای پاک‌سازی سبزتر

ب-۱ برای آگاهی ازBMP های پاک‌سازی سبزتر به جدول ب-۱ مراجعه کنید.

ب-۲ سرنام‌هایی که در این پیوست به کار رفته است به شرح زیر است:

بهترین فنّاوری کنترل موجود	best available control technology	BACT
بهترین رویهٔ مدیریتی	best management practice	BMP
تولید همزمان برق و حرارت	combined heat and power	CHP
آزمون نفوذسنج مخروطی	cone penetrometer testing	CPT
ترکیبات آلی فرار کلردار	chlorinated volatile organic compound	CVOC
فاز مایع غیرآبی متراکم	dense non-aquesous phase liquid	DNAPL
فنّاوری فشار مستقیم	direct-push technology	DPT
گرمای مقاومت الکتریکی	electrical resistance heating	ERH
آشکارساز فلوئورسانس سوخت	fuel fluorescence detector	FFD
شورای نظارتی بر جنگل‌ها	Forest Stewardship Council	FSC
کربن گرانولی فعال	granular activated carbon	GAC
گرمایش، تهویه و تهویهٔ مطبوع	heating, ventilation and air conditioning	HVAC
تیمار حرارتی در جا	in-situ thermal treatment	ISTT
سنگدانهٔ رسی شکفتهٔ سبک	light-weight expanded clay aggregate	LECA
فلوئورسانس ناشی از لیزر	laser-induced fluorescence	LIF
بیشینه فنّاوری کنترل قابل حصول	maximum achievable control technology	MACT
پروب میان‌رویهٔ غشایی	membrane interface probe	MIP
پمپ و تصفیه	pump and treat	P & T
امور تصفیهٔ شرکتی	publicly owned treatment works	POTW

REC	renewable energy credit	اعتبار انرژی تجدیدپذیر
RFP	request for proposal	تقاضا برای پیشنهاد
RFQ	request for quotation	استعلام بها
ROST	rapid optical screening tool	ابزار غربال‌گری نوری سریع
SEE	steam enhanced extraction	استخراج بهینه با بخار
SMP	standard management practice	رویهٔ مدیریتی استاندارد
SVE	soil vapor extraction	استخراج بخارات خاک
SVOC	semi-volatile organic compound	ترکیبات آلی نیمه‌فرار
TCH	thermal conductive heating	گرمایش رسانای حرارتی
TTZ	target treatment zone	ناحیهٔ تیمار هدف
VOC	volatile organic compound	ترکیبات آلی فرار

جدول ب-۱-BMPهای پاک‌سازی سبزتر

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
ساختمان‌ها	وسعت محل برای سامانه و تجهیزات تصفیه روزمینی را به حداقل رسانید.	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×		×	×	×	×
=	در ساختمان‌ها، ونتیلاتورهای بازیابی انرژی را نصب کنید تا ضمن گرفتن انرژی از هوای تهویه‌شدهٔ خروجی، ورود هوای تازه را امکان‌پذیر سازد و/یا فن‌های لایه‌شکن[a] نصب کنید تا به گردش بهتر هوای گرمتر درون ساختمانی در طول ماه‌های سردتر کمک کند.	×	×				×	×	×	×	×	×		×	×		
=	از سازه‌های موجود برای سامانهٔ تصفیه، ذخیره‌سازی، کنترل نمونه، و غیره، مجدداً استفاده کنید.	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	در ساختمان‌های جدید، گرمایش و سرمایش انرژی‌کارآمد را با استفاده از تهویه‌های طبیعی مانند جهت‌های غالب باد برای گرمایش/سرمایش، فتوولتائیک/ انرژی خورشیدی غیرفعال برقرار کنید.	×					×	×	×	×	×	×		×	×	×	×

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از روش‌های «تهویهٔ غیرطبیعی» برای حفظ انرژی استفاده کنید (برای مثال، انتخاب دیگ‌های بخار یا پمپ‌های حرارتی مناسب انرژی استار[b]).	×					×	×	×	×	×	×		×	×	×	×
=	سیستم‌های گرمایش، تهویه و تهویهٔ مطبوع (HVAC)[c] انرژی‌کارآمد (برای مثال، سامانه‌های برنامه‌پذیر گرمایشی و سرمایشی) طراحی کنید و/یا نواحی گرمایشی/ سرمایشی جداگانه ایجاد کنید.	×					×	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×
=	فرآیندی را برای استفاده از مکانیسم‌های «پاسخ- تقاضا» برای کاهش استفاده از برق هنگام پاسخ‌دهی به نیازهای شبکه برق ایجاد کنید.	×					×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×
=	ساختمان‌ها را به طور مناسب عایق‌بندی/عایق‌بندی مجدد کنید و از مواد عایق‌بندی سبز (برای مثال، عایق‌های سلولزی) استفاده کنید.	×			×		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×
=	روشنایی انرژی‌کارآمدی را در ساختمان‌های جدید با استفاده از شرایط طبیعی نظیر روشنایی غیرفعال و سامانه‌های انرژی کارآمد مانند روشنایی انرژی استار و / یا سنسورهای نوری برقرار کنید.	×					×	×	×	×	×	×		×	×	×	×

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم											
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	لوله‌کشی/ماندافزارهای آب‌کارآمد انتخاب کرده و برای استفاده از آب‌خاکستری[d]، طراحی کنید.			×			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
مواد	از مواد بازیافتی استفاده کنید (برای مثال، فولاد ساخته‌شده از فلزات بازیافتی، بتن و/یا قیر حاصل از بتن و/یا آسفالت بازیابی‌شده، و پلاستیک‌های بازیافتی؛ برزنت حاصل از با مواد بازیافتی یا زیست‌پایه[e] به جای مواد بکر نفت‌پایه.				×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	از محصولات زیست‌پایه (برای مثال، منسوجات کنترل فرسایش حاوی محصولات جانبی کشاورزی) استفاده کنید.				×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	پروژه تخریب را با پروژه ساخت‌وساز پیوند دهید تا بازمصرف مواد قراضه و اوراقی تمیز تسهیل شود .				×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	در صورت امکان، از مواد محل استفاده کنید (برای مثال، پسماندهای چوب برای کمپوست‌کردن، استفاده از تخته‌سنگ‌ها برای کنترل زهکشی).	×	×		×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	به جای استفاده از حلال‌های آلی یا اسیدها برای زدایش آلودگی تجهیزات نمونه‌برداری، از بخارشویی یا شوینده‌های بدون فسفات یا محصولات پاک‌کنندهٔ زیست‌تخریب‌پذیر استفاده کنید.			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	از مواد و محصولات چوبی گواهی شده طبق اصول و ضوابط FSC برای اجزای چوبی ساختمان استفاده کنید.				×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	از GAC احیاشده برای بسترهای کربنی، استفاده کنید.				×		×		×			×					×
=	چنان‌چه، پیش‌گرمایش مبادلات غیرقابل‌قبولی ایجاد نکند، به‌منظور بهبود راندمان جذب سطحی قبل از تیمار با GAC فاز بخار، به پیش‌گرمایش بخارات (ترجیحا غیرفعال) اقدام کنید تا سبب کاهش رطوبت نسبی شود.				×		×										×
=	اشیاء/ زیرساخت آلوده‌نشده را به مصارف بازیابی، فروش مجدد، اهدا، یا بازمصرف برسانید.				×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	در صورت اقتضا، بازمصرف چاه‌های موجود را برای نمونه‌برداری، تزریق‌ها یا استخراج‌ها، افزایش دهید و/یا چاه‌هایی را برای بازمصرف آتی طراحی کنید.	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×					×

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	شبکهٔ لوله‌کشی انعطاف‌پذیر (زیرزمینی و/یا روزمینی) را ایجاد کنید تا امکان افزایش یا کاهش مدولار آتی را در سرعت‌های استخراج یا تزریق و تغییرات تصفیه‌ای فراهم سازد.	×			×		×	×	×	×	×	×	×					×
=	برای دوزینگ تزریق مواد شیمیایی از تایمرها یا حلقه‌های بازخوردی و کنترل‌های فرآیندی استفاده کنید.	×	×		×					×	×					×	
=	به منظور بهینه‌سازی تزریق اکسیدان‌ها و واکنشگرها از سیستم‌های جمع‌آوری داده‌های زمان واقعی درون‌چاهی با قابلیت‌های حسگری از راه دور برای پایش پارامترهای آب‌های زیرزمینی استفاده کنید.	×	×		×			×		×	×						
=	به جای مواد یا مواد شیمیایی تصفیه‌شده، از محصولات جانبی، پسماندها، یا مواد کمتر تصفیه‌شدهٔ حاصل از منابع محل استفاده کنید (برای مثال، استفاده از آب پنیر، ملاس، کمپوست، یا محصولات غذایی خارج از رده (نامنطبق) برای ایجاد شرایط بی‌هوازی؛ استفاده از سنگ آهک به جای سدیم هیدروکسید)	×	×		×					×	×		×			×	
=	از اکسیدان‌ها/واکنشگرهایی با بار زیست‌محیطی پایین‌تر انتخاب کنید.				×	×				×	×					×	

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	سوبسترهای زیست‌توده (برای مثال، روغن‌های بر پایهٔ جلبک، روغن سویا، دیگر پسماندها/محصولات جانبی حاصل از جنگل‌ها، بوته‌زارها، صنایع فرآوری مواد غذایی/خرده‌فروشی) مورد استفاده برای زی‌پالایی در محل، را از تامین‌کنندگانی تهیه کنید که می‌توانند استفاده از تکنیک‌های پایدار را اثبات کنند.	×	×	×	×	×					×					×
=	در تیمارهای حرارتی در محل که از ERH استفاده می‌شود، بعد از تکمیل پروژه، الکترودهای فولادی را مورد بازیابی و بازیافت یا بازمصرف قرار دهید.				×							×				
=	از گیاهانی استفاده کنید که می‌توانند کربن را برای مدت زمان طولانی (تا چندین دهه) ضبط کنند.		×			×							×		×		
=	از پوشش‌های گیاهی ناخواسته و به‌دردنخور، به عنوان منبع سوخت زیستی استفاده کنید.	×			×	×							×		×		
=	از گیاهان/بهسازها/ورودی‌ها که به حداقل کنترل و آب نیاز دارند، استفاده کنید.	×		×	×	×							×		×		

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	به عنوان اجزای واکنشی حائل‌های تیمار زیرسطحی تراوا، از پسماندهای موجود در محل (برای مثال، مالچ /کمپوست)، محصولات جانبی (برای مثال، سرباره)، یا مواد کمتر تصفیه‌شده (برای مثال، آپاتیت، زئولیت‌های طبیعی) به جای مواد شیمیایی تصفیه‌شده (برای مثال، آهن صفرظرفیتی، ترکیبات کاهندهٔ هیدروژن) یا مواد، در صورت امکان، بدون به خطر انداختن اهداف عملکرد و طول عمر ویژهٔ محل استفاده کنید.	×	×		×									×			
=	به عنوان اجزای غیرواکنشی حائل‌های مهار/تیمار تراوا از مواد به دست‌آمده از محل (برای مثال، شن و ماسه) استفاده کنید.	×	×		×									×			
=	از پوزولان‌های پسماندی (برای مثال، خاکستربادی، سرباره) تا بیشترین مقدار ممکن، به عنوان جزئی از عوامل تثبیت‌گر برای تثبیت خاک در محل یا پوشش سطحی استفاده کنید چنان‌چه از نظر مقررات مربوطه استفاده از آنها مجاز باشد و آزمون‌های مناسب دال بر نبود فروشویی آلوده‌کننده باشد.				×									×	×		

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)				فنّاوری ترمیم										
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از گونه‌های گیاهی انتخاب کنید که سازگار با اکوسیستم‌های محلی و منطقه‌ای هستند و و نیاز حداقلی به آب و بهسازها دارند.			×	×	×							×		×		
=	برای آسترسازی، کنترل فرسایش خاک و زهکشی پوشش‌های خاک‌چال از منسوجات ژئوتکستایلی یا تیوبینگ زهکشی استفاده کنید که صد درصد مواد تشکیل‌دهندهٔ آنها، به جای مواد بکر، مواد بازیافتی باشند.				×										×		×
=	در هنگام نصب سامانهٔ قیر لاستیکی برای سامانهٔ پوششی خاک‌چال، بخشی از مخلوط قیر داغ را با لاستیک حاصل از تایرهای بازیافتی، جایگزین کنید.				×										×		
=	برای پوشش‌های خاک‌چال بتنی، در صورت مجازبودن به لحاظ مقررات و قوانین و نیز فقدان فروشویی آلوده‌کننده طبق نتایج آزمون‌های مناسب، می‌توانید بخشی از سیمان پرتلند را با بتن ساخته‌شده از خاکستر بادی و/یا سرباره جایگزین کنید.				×										×		
=	از بتن‌های خردشده برای حائل‌های زیستی یا از آب‌بندهای موبینه به جای سنگ طبیعی، برای پوشش‌های خاک‌چال استفاده کنید.				×	×									×		

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	برای پوشش‌های خاک‌چال و سایر سامانه‌های گیاه‌پایه از مواد آلی مانند کمپوست به جای کودهای شیمیایی برای بهسازی خاک استفاده کنید.				×	×							×		×		
=	از ذخایر گیاهی محلی برای به حداقل رساندن ترابری و افزایش بقا ناشی از سازگاری (به عبارت دیگر، کاهش احتمال کاشت مجدد) استفاده کنید.	×	×		×	×								×		×	
=	از فرش‌بذرهای زیست‌تخریب‌پذیر ساخته‌شده از مواد بازیافتی (برای مثال، کاغذ، خاک‌اره ، یونجه) استفاده کنید.				×	×								×		×	
=	از پوشش گیاهی از پیش موجود، بومی و غیرتهاجمی برای فعالیت‌های گیاه‌پالایی یا بازسازی استفاده کنید.				×	×								×		×	
=	چنان‌چه گمانه‌ها برای درخت‌کاری عمیق پس از حفاری، مناسب بوده باشند، از آسترهای مصنوعی استفاده نکنید.				×	×							×				

ردیف	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از مواد و تجهیزات تصفیه‌ای مناسب به منظور تسهیل بازمصرف استفاده کنید. برای مثال، لوله‌های محافظ فولاد کربنی در برابر خوردگی تنشی کلری می‌تواند مقاومت بهتری از فولاد زنگ‌نزن نشان دهد. برای جلوگیری از میعانات در لوله‌های فلزی، آنها را عایق‌بندی، پوشش‌دهی، و هیت‌تریسینگ کنید تا تجهیزات محافظت شوند. در صورت لزوم، به حداقل رساندن خوردگی ناشی از اسید در مواد و تجهیزات و به تبع آن افزایش طول عمر آنها، از محرک سوزآور استفاده کنید.				×		×	×	×	×	×	×					
=	برای به حداقل رساندن تعداد چاه‌ها و اختلالات ارضی، در یک گمانه، به ویژه در ناحیهٔ اشباع‌شده، الکترودها و چاه‌های بازیابی را در یک محل قرار دهید.	×	×	×	×	×						×					
=	برای نمونه‌برداری‌های متعدد، از مواد تخصیص‌داده‌شده استفاده کنید (به عبارت دیگر، بازمصرف تجهیزات نمونه‌برداری و عدم استفاده از مواد/ تجهیزات یکبار مصرف).				×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	به منظور کاهش پسماندهای بسته‌بندی، مواد را به صورت فله‌ای و در ظروف و بشکه‌های قابل بازیافت/قابل بازیابی خریداری کنید.				×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	از محصولات، مواد بسته‌بندی، و تجهیزات قابل بازیافت یا قابل بازمصرف استفاده کنید.				×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	مدارک را به صورت الکترونیکی با استفاده از سامانهٔ مدیریت اطلاعات زیست‌محیطی تهیه، توزیع و نگهداری کنید.				×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	به دنبال اتمام پروژه، هر چه قدر که می‌توانید، تجهیزات/ مواد غیرقابل استفاده یا مصرفی را بازیابی کنید.				×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	آزمون‌های ردیاب پایلوتی را برای بهینه‌سازی توزیع هیدرولیکی واکنشگرها انجام دهید و از گیراندازی ناحیهٔ زیرزمینی هدف که قرار است روی زمین تصفیه شود، اطمینان حاصل کنید.	×			×				×	×	×						
=	در صورت امکان، سامانهٔ بازسازی را در ساعات غیر اوج تقاضای برق بدون به خطر انداختن روند پیشرفت پاکسازی، انجام دهید.	×					×	×	×	×		×					

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از تزریق‌های پالسی به جای تزریق‌های پیوسته، هنگام توزیع یا خارج‌کردن هوا استفاده کنید تا کارآیی انرژی در هنگام نزدیک شدن به شرایط مجانب[f] افزایش یابد.	×					×	×			×						
=	در صورت امکان، از جریان ثقلی (گرانشی) استفاده کنید تا تعداد پمپ‌ها برای انتقال آب پس از استخراج زیرزمینی کاهش یابد.	×			×				×								
=	آمپرمترهایی را برای ارزشیابی میزان مصرف بر اساس زمان واقعی نصب کنید تا گزینه‌های مصرف انرژی در ساعات غیراوج، ارزشیابی شوند.	×					×	×	×	×	×	×					
=	از انرژی‌های تجدیدپذیر تولیدشده در محل (از جمله فتوولتائیک خورشیدی، توربین‌های بادی، گاز خاک‌چال، زمین‌گرمایی، احتراق زیست‌توده، و غیره) برای تامین کامل یا جزئی برق استفاده کنید به جای برقی که از طرق دیگر برای مثال مصرف سوخت در محل یا استفاده از شبکه برق تامین شده است.	×	×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	تمامی لوله‌ها و تجهیزات قابل استفاده را به منظور بهبود انرژی عایق‌بندی کنید.	×					×		×	×	×	×					

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	هنگامی که قبل از تصفیه، نیاز به آب زیرزمینی استخراج‌شده از قبل حرارت‌دیده، باشد، به جای ERH از پمپ‌های حرارتی یا گرمایش خورشیدی استفاده کنید.	×							×								
=	از سامانهٔ پک توان خورشیدی برای تقاضاهای سیستم با توان پایین (برای مثال، روشنایی امنیتی، تله‌متری سامانه) استفاده کنید.	×					×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	از انرژی‌های تجدیدپذیر برای تامین انرژی فعالیت‌های پاک‌سازی، استفاده کنید.	×	×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	هنگامی که دستگاهی در حال کار نیست، از واحدهای تغذیهٔ کمکی برای تغذیه گرمایش اتاقک و تهویه مطبوع استفاده کنید.	×	×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	سیستم انرژی تجدیدپذیر مدولار را نصب کنید که می‌تواند برای تامین تقاضاهای انرژی فعالیت‌های متعدد در طول عمر پروژه مورد استفاده قرار گیرد (برای مثال، تغذیهٔ تجهیزات میدانی، فعالیت‌های ساخت‌وساز یا عملیاتی، تامین تقاضاهای انرژی در ساختمان‌ها).	×	×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	هنگامی که تزریق پرفشار لازم نیست، از جریان ثقلی برای واردکردن بهسازها یا اکسیدان‌های شیمیایی به زیرزمین، استفاده کنید.	×			×					×	×					×	
=	هنگام نزدیک‌شدن به شرایط مجانب و/یا هنگامی که به پمپاژ مداوم برای مهار پرشار و/یا نیل به اهداف پاک‌سازی نیاز نیست، تجهیزات پمپاژ را در حالت پالسی به کار اندازید.	×					×	×	×	×	×						×
برق و سوخت	برای تغذیهٔ فعالیت‌های پاکسازی، از گرمای پسماندی در محل استفاده کنید (برای مثال، دورزیر تصفیه‌خانه و بخار مازاد تصفیه‌خانه).	×					×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	از بیودیزل تولیدشده از پسماند یا محصولات سلولزپایه استفاده کنید، ترجیحاً از منابع محلی در صورت در دسترس بودن به منظور کاهش پیآمدهای ناشی از ترابری.		×		×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	در صورت محتمل‌بودن کاربردهای متعدد، از چاه‌های تزریق دائمی برای توزیع اکسیدان‌های شیمیایی استفاده کنید.	×			×	×				×							

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	در تالاب‌های ساخته‌شده، برای انتقال آب، عمدتاً از جریان ثقلی استفاده کنید.	×			×						×		×				
=	ازسیستم‌های فشارزدایی زیر دالی غیرفعال برای کاهش رسوخ بخار استفاده کنید.	×															×
=	برای کاهش چمن‌زنی، بین کشت‌ها از گونه‌هایی استفاده کنید که نیازی به چمن‌زنی ندارند.	×	×										×		×		
=	در صورت امکان، از فناوری‌هایی با کمترین مصرف انرژی، برای پرداخت ترمیمی استفاده کنید هنگامی که توازن کل انرژی از این امر پشتیبانی می‌کند.	×		×	×	×	×	×	×			×					

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	برای SEE، از دیگ بخار با سوخت گاز طبیعی استفاده کنید نه دیگ بخار دیزلی و آب ورودی به دیگ بخار را در صورت امکان با استفاده از گرمای بازیابی شده از سیالات استخراجی گرم کنید.	×										×					
=	سطح TTZ را برای کاهش اتلاف انرژی عایق‌بندی کنید و از جایگزین‌های عایق‌بندی سبزتر مانند دانه‌های LECA به جای فوم پلی اوره‌تان استفاده کنید.	×			×							×					
=	هنگامی که سفره‌های آب زیرزمینی پایین‌تر است، به منظور کاهش نیاز به انرژی، دوره تصفیه را زمان‌بندی کنید.	×										×					
=	برای ISTT، ناحیهٔ منبع CVOC DNAPL را تا نقطه جوش آب حرارت دهید تا تقطیر با بخار آب تسهیل شود.	×										×					

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از فنآوری ISTT مناسب برای محیط‌های هیدروژئولوژیکی استفاده کنید. مثلا: ۱- استفاده از SEE برای محیط‌های آبخوان با قابلیت انتقالی بسیار بالا؛ ۲- استفاده از گرمایش الکتریکی از طریق TCH یا ERH برای محوطه‌هایی با تراوایی متوسط تا کم؛ ۳- تلفیق SEE و گرمایش الکتریکی برای TTZهایی با چینه‌شناسی آمیخته.	×			×								×					
=	در صورت نیاز به آب[g] در طول ERH، از سیالات/بخار بازیابی‌شده داغ‌استخراج برای حفظ دمای الکترود استفاده کنید.	×		×								×					
=	برای ISTT، نمونه‌برداری جامع از خاک انجام دهید تا اطمینان حاصل شود که داده‌های مورد استفاده برای تعیین مقاومت الکتریکی پایه، نشان‌دهندهٔ کل منطقه تیمار است.	×										×					
=	برای ISTT، رویکرد مرحله‌ای را مورد ملاحظه قرار دهید که به طور متوالی زیرنواحی محل‌های وسیعی را گرم می‌کند تا نیازهای تجهیزاتی کاهش یابد و فرصت‌هایی برای حفظ انرژی و سایر منابع در طول زمان، پدیدار شود.	×			×								×					

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از سامانه‌های گازسوز طبیعی استفاده کنید که احتراق درون‌چاهی آلوده‌کننده‌ها و بازیابی گرمای همراه آن را امکان‌پذیر می‌سازند، و منجر به پایین‌آمدن تقاضا به انرژی می‌شوند.	×					×					×					
=	برای تولید برق، سیستم CHP تغذیه‌شده با گاز طبیعی یا دیزل پاک‌تر را تهیه کنید تا با گیراندازی گرمای پسماندی، استفاده از آن را برای تهویهٔ هوای داخل ساختمان برای تیمار با بخار یا سایر عملیات در محل ممکن سازد.	×					×	×	×				×					
=	برای ISTT با با SEE، در صورت عملی‌بودن به جای دیگ‌بخار فایرتیوب از دیگ‌بخار واترتیوب استفاده کنید. هر چه لوله‌ها در دیگ‌بخارهای واترتیوب کوچکتر باشند، بازده بیشتر خواهد شد، چون حرارت بیشتری از گازهای خروجی انتقال می‌یابد.	×											×					

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	تجهیزات بازیابی حرارت مانند اکونومایزرهای آب‌تغذیه و/یا پیش‌گرم‌کننده‌های هوای احتراقی را نصب کنید تا گرمایی که به گونه‌ای از گاز خروجی تلف می‌شود، بازیابی شود و مورد استفاده قرار گیرد.	×					×		×			×					
=	برای ISTT با SEE، تجهیزات حرارتی خورشیدی را نصب کنید تا آب تغذیهٔ دیگ‌بخار و آب جبرانی را گرم کند تا انرژی مورد نیاز را برای بالابردن دمای آب تا مقادیر هدف کاهش دهد.	×										×					
=	برای اقامت کارکنان و برگزاری نشست‌های دوره‌ای از تسهیلاتی با خط‌مشی‌های سبزتر استفاده کنید.	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	تا حد امکان، از کارکنان محلی (از جمله پیمانکاران فرعی) استفاده کنید تا مصرف منابع کم شود.	×	×		×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	از اعتبارهای افست کربنی خریداری کنید.		×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	الزامات سبز (برای مثال، SMPS و BMPs) را به عنوان معیارهای ارزشیابی در انتخاب پیمانکاران دخالت دهید و زبان RFPها، RFQs، را برای قراردادهای پیمان‌های فرعی به کار برید.	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	زمان بهینه و مناسبی از فصل (برای مثال، اواخر زمستان/ اوایل بهار) را برای کشت انتخاب کنید تا نیاز به آبیاری به حداقل برسد و قابلیت زیستی به دلیل سازگاری افزایش یابد.	×		×	×	×							×		×		
=	طرحی احتیاطی برای بهینه‌سازی نیازهای کشت مجدد استفاده کنید.	×			×	×							×		×		
=	TTZ را با دقت مورد بررسی قرار دهید و استانداردهای عملکردی مناسب را انتخاب کنید تا حجم مورد نیاز برای تیمار را نسبت به اهداف ترمیمی کاهش دهد.	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
=	موازنهٔ گرمایی و انرژی را محاسبه کنید تا آهنگ‌های گرمایش و استخراج بهینه شود که مستلزم تعیین مشخصات کافی هیدرولیکی/هیدروژئولوژی محل است. موازنهٔ انرژی را به صورت روزانه در طول عملیات حفظ و راهبرد استخراج را بر آن اساس تنظیم کنید و مدت زمان نالازم عملیات را به حداقل برسانید.	×										×					

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم											
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	با بهبود آبگیری از مواد جامد با صافی فشاری یا فناوری‌های دیگر، دفع پسماندهای جامد را در خارج از محل به حداقل برسانید.	×	×		×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	محصولات و مواد بازیابی‌شده را بازمصرف یا بازیافت کنید (برای مثال فروش مجدد محصولات نفتی گرفته‌شده، فلزات ترسیبی و مقوا، پلاستیک، قیر، بتن و غیره).				×				×				×		×		
=	از فیلترهایی (برای مثال، فیلترهای کیسه‌ای/کارتریج) استفاده کنید که بتوان آنها را واشویی کرد (برای جلوگیری از دفع آنها).				×		×		×								
=	از کیسه‌ها یا شبکه‌های ژئوتکستایلی استفاده کنید تا رسوبات حاصل از حفاری را در خود نگه دارد، خشک‌کردن رسوبات را تسهیل کند و جابه‌جایی یا ترابری آنها را آسان‌تر سازد.			×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
=	پسماند حفاری را بر اساس محل/ترکیب، تفکیک کنید تا حجم پسماندهای حفاری را در خارج از محل کاهش دهد، داده‌های آنالیتیکی مورد نیاز را جمع‌آوری کنید تا در مورد بازیافت آنها در محل تصمیم‌گیری شود.	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از روش‌های حفاری جایگزین از جمله DPT یا فناوری صوتی برای حفاری چاه استفاده کنید تا حجم مواد حاصل از حفاری که باید دفع شود، به حداقل برسد.	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×					
=	بخشی را در محل برای جمع‌آوری و ذخیرهٔ مواد قابل کمپوست‌شدن در نظر بگیرید.				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
طرح‌ریزی پروژه و مدیریت تیم	هنگام نصب حائل‌های واکنشی درجا، با استفاده از حفاری‌های موجود، مخلوط کردن عمقی خاک، تزریق یا سایر زیرساخت‌های زیرسطحی می‌توانید میزان حفاری‌های خاک را به حداقل رسانید.				×	×								×	×		
=	از فناوری غیرتهاجمی حس‌گری مستقیم مانند پروب رابط غشایی، فلوئورسانس اشعهX، سنسور CPT،LIF، ROST، FFD، و/یا انعکاس/ انکسار زمین لرزه‌ای استفاده کنید.	×			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از کیت‌های آزمون میدانی برای آنالیزهای غربال‌گری آلوده‌کننده‌های خاک و آب‌های زیرزمینی مانند نفت، بی‌فنیل‌های چندکلره، آفت‌کش‌ها، مواد منفجره و مواد غیرآلی، برای کمینه‌سازی نیاز به آنالیزهای آزمایشگاهی خارج از محل و بسته‌بندی و ارسال نمونه استفاده کنید.	×	×		×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	از آزمایشگاه سیار یا سایر آنالیزهای میدانی در محل (برای مثال، گاز کروماتوگراف/ طیف‌سنجی جرمی قابل حمل برای ترکیبات مرتبط با سوخت و VOCها) استفاده کنید تا نیاز به آنالیزهای آزمایشگاهی خارج از محل و به تبع آن بسته‌بندی و ارسال نمونه، کاهش یابد.	×	×		×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	با آزمایشگاهی قرارداد ببندید که از رویه‌های سبز و/یا مواد شیمیایی سبز استفاده می‌کند.	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	از سامانهٔ نمونه‌برداری چنددرگاهه برای پایش چاه‌ها استفاده کنید تا تعداد چاه‌هایی که باید ایجاد شود، کاهش یابد.				×	×		×	×	×	×	×	×	×			
=	از روش نمونه‌گیری مغزه‌ای درختی برای تخمین منبع/ میزان و/یا سن پرشار آلوده‌کننده‌ها (برای مثال، فلزات، VOC، SVOCs) استفاده کنید.	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از آزمایشگاه محلی برای کمینه‌سازی پیآمدهای ناشی از ترابری استفاده کنید.	×	×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
پسماندهای جامد و مایع باقیمانده	از سامانهٔ نمونه‌برداری آب‌های زیرزمینی غیرفعال/بدون پاکسازی استفاده کنید.			×	×			×	×	×	×	×	×	×			
=	از پوشش گیاهی فشرده برای تعیین کانون‌های بحرانی آلوده‌کننده‌ها استفاده کنید تا توسعهٔ طرح‌های نمونه‌برداری و آنالیز را هدایت کند و طراحی شبکه‌های چاهی پایشگر را بهینه کند.	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	در اولین فرصت ممکن، پوشش گیاهی را در مناطق حفاری‌شده و/یا نواحی مختل‌شده بر اثر تجهیزات یا وسایل نقلیه احیا کنید، و به حالت اول برگردانید.			×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	زیرساخت‌های در محل را برای تعیین انواع مواد و مقادیر تقریبی که می‌تواند بازمصرف یا بازیافت شود، بررسی کنید و فرصت‌های بازمصرف و/یا بازیافت در محل، ارزشیابی کنید.				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	با استفاده از جایگزینه‌های سبز (برای مثال، تکنیک غیرشیمیایی آفتاب‌دهی) و طرح مدیریت یکپارچهٔ آفات استفاده از آفت‌کش‌ها را به حداقل برسانید.				×	×									×		
=	در طول بررسی و پاک‌سازی، درخت‌زدایی را به حداقل برسانید.	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	استفاده از پوشش‌های گیاهی بومی، غیرتهاجمی و/یا مقاوم در برابر خشکسالی را در سراسر محل در طول احیا با استفاده از ترکیب مناسبی از درختچه‌ها، چمن‌ها، و علف‌ها برای حفظ تنوع زیستی و خدمات اکوسیستمی به حداکثر برسانید.			×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	تراکم خاک و اختلال زمین را در طول فعالیت‌های محل از طریق محدودسازی رفت‌وآمدها به دالان‌های محصور و حفاظت از سطوح زمینی با پوشش‌های زیست‌تخریب‌پذیر به حداقل برسانید.			×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
نمونه‌برداری و آنالیز	خاک آلوده‌نشده را برای استفاده در مقاصد پرسازی یا مقاصد دیگر مانند پیشگیری از یخ‌زدگی و لایه‌های کنترل فرسایش در پوشش‌های خاک‌چال، اصلاح و انباشته کنید.				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از واریزه‌های آلی آلوده نشده و عاری از آفات یا بیماری‌ها مانند درختان قطع‌شده در طول پاک‌سازی محل، برای مصارفی به عنوان پرکننده، مالچ، کمپوست، یا ایجاد زیستگاه استفاده کنید.				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	حفرات پرشده را با منسوجات زیست‌تخریب‌پذیر به منظور کنترل فرسایش بپوشانید تا به صورت بستری برای اکوسیستم‌ها عمل کند.			×	×	×							×	×	×	×	×
=	منابع طبیعی موجود را ارتقا دهید، زهکشی سطحی را کنترل کنید، از رواناب خاک/رسوب جلوگیری کنید و ضبط کربن را با ادغام تالاب‌ها، گودال‌های زیستی، و سایر انواع پوشش گیاهی دیگر در رویکرد کلی ترمیمی، افزایش دهید.		×	×		×							×	×	×		
=	آب‌های سطحی را به طریقی بازسازی و احیا کنید که همانند شرایط طبیعی باشند.			×		×						×		×	×		
=	از منابع مواد خاکریزی در محل یا مجاور آن، چنان‌چه عاری از آلوده‌کننده‌ها باشند، برای مناطق حفاری‌شده، استفاده کنید.	×	×		×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از شن، ماسه، و سنگ‌های غیرآلودهٔ محل برای زهکشی درون پوشش خاک‌چال استفاده کنید.	×	×	×	×										×		
آماده‌سازی محل و احیای اراضی	از تکنیک‌های کنترل از راه دور یا غیرتهاجمی برای پایش تمامیت پوشش خاک‌چال استفاده کنید (برای مثال، استفاده از تکنیک‌های اسپکتروسکوپی مسیر باز برای تایید دوره‌ای عدم خروج گاز از خاک‌چال).	×	×		×										×		×
=	به‌منظور بهینه‌سازی تحویل مواد و کمینه‌سازی ردپای سطحی از چاه‌های افقی برای توزیع مواد شیمیایی/ افزودنی‌ها استفاده کنید.					×				×	×						
=	هنگامی که تاج‌بست به درصد بالایی برسد (مثلاً ٪۷۵) بگذارید بومی‌سازی انجام شود (به عبارت دیگر درختان/ شاخه‌های قطع‌شده را خارج نکنید به جز برای مسائل ایمنی/دسترسی، اجازه دهید برگ‌ها به همان حال بمانند تا با ایجاد کف جنگلی، مالچینگ طبیعی فراهم و علف‌های هرز کنترل شود).			×	×	×							×		×		
=	چنان‌چه زمان اجازه دهد، سیستم‌هایی را طراحی کنید تا با امکان‌پذیرکردن رشد/ گسترش طبیعی، کل منطقه هدف در طول زمان پرشود.			×	×	×							×		×		

ردیف	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	در طراحی خاک‌چال‌ها از حداقل شیب استفاده کنید تا حجم مواد مورد نیاز برای پرسازی کاهش یابد، در همان حال که زهکشی مناسب برقرار می‌ماند.				×	×									×		
=	از خاک‌هایی با نفوذپذیری پایین‌تر از آن چه در الزامات طراحی پوشش خاک‌چال ذکر شده است، استفاده کنید تا مقدار شیرابه تولیدشده کاهش یابد.	×		×	×										×		
=	از حصارهای گل‌ولای و حوضه‌ها برای گیراندازی رواناب رسوبی در امتداد مناطق شیب‌دار نصب کنید.			×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	از سامانهٔ جمع‌آوری شیرابه استفاده کنید تا به طور کامل کیفیت پیکره‌های آبی، خاک و آب‌های زیرزمینی پایین‌شیب، را حفظ کند.			×		×					×				×		
=	از آب باران گرفته‌شده برای انجام کارهایی مانند شست‌وشو با آب، آبیاری، کنترل گردوغبار، یا مصارف دیگر استفاده کنید.			×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	از مناطق حفاری‌شده به عنوان حوضه‌های نگهداشت در برنامه‌های کنترل آب رگباری استفاده کنید.			×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	باران‌گیرهایی را همراه با بشکه‌های باران نصب کنید تا بارش‌ها را برای استفاده در محل، حفظ کند.			×						×	×				×	×	
=	از جاده‌های شنی، سنگفرش‌های متخلخل، و سطوح منفذدار به جای مواد ناتروا برای به حداکثر رساندن تراوش استفاده کنید.			×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	بر روی پوشش‌های خاک‌چالی که از مواد موجود در محل برای کنترل آب رگباری و/یا رواناب استفاده می‌شود، هرهٔ خاکی نصب کنید.	×	×		×	×							×		×	×	
=	در صورت امکان، از تالاب‌های جریان عمودی/زیرزمینی به جای جریان سطحی استفاده کنید تا تغییرات در شرایط موجود سطح زمین یا فعالیت‌های روزمره کم شود و استفاده از طیف بیشتری از گونه‌های گیاهی میسر شود.			×		×							×				
=	شیر تنظیم‌های یکطرفه را در جدارهٔ چاه نصب کنید تا پمپاژ بارومتری (SVE غیرفعال) را تقویت کند (با حذف بخش عمده‌ای از آلودگی، ورود به هوا قابل قبول باشد).	×					×	×									×
=	از دمنده‌های سانتریفیوژی، به جای دمنده‌های جابه‌جایی مثبت استفاده کنید و برای کاهش تراز نویز، از صداخفه‌کن در لوله هوای ورودی استفاده کنید.					×	×	×									×

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از موتورهای حفاری با فرکانس متغیر استفاده کنید تا استفاده از انرژی را به طور خودکار تنظیم کند تا تقاضای سیستم برای دمنده‌ها، پمپ‌های خلأ و غیره تامین شود.	×					×	×	×			×					×
=	تجهیزاتی را به کار برید که اتوماسیون را افزایش دهد مانند ترانسدیوسرهای فشار الکترونیکی، ترموکوپل‌ها، و وسایل پایشگر کیفیت آب جفت‌شده با داده‌نگارهای اتوماتیک.	×	×	×			×	×	×	×	×	×					×
=	از سیالات هیدرولیکی زیست‌تخریب‌پذیر در تجهیزات هیدرولیکی مانند دکل‌های حفاری استفاده کنید.				×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	طرح‌هایی را برای جلوگیری از اتلاف امکانات اجرا کنید.				×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	مواد منتشره دیزلی را با استفاده از موتورهای ارتقایافته با دیزل سولفوری کم یا سوخت‌های جایگزین، یا فیلترها/دستگاه‌های تصفیه حداقل برسانید تا BACT یا MACT حاصل شود.		×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	تمامی مناطق دربرگیرندهٔ تجهیزات رو زمینی را برای جلوگیری از اختلالات ناشی از نویز در محیط اطراف، صدابندی کنید (ایجاد عایق صوتی).					×	×	×	×	×		×					×
=	از سامانهٔ تله‌متری برای کاهش دفعات بازدید از محل استفاده کنید.	×	×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	خودروهای معمولی را با خودروهای برقی، هیبریدی، یا با سوخت‌های اتانولی، یا گاز طبیعی فشرده، جایگزین کنید.	×	×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
=	تا حد امکان، بهسازها را درون خاک در محل مخلوط کنید تا تولید گردوغبار و مواد منتشره به حداقل برسد.		×			×								×	×		
رگباری آب سطحی/	مسیر درون‌ریزی آب‌های زیرزمینی بالاشیب را درون منطقه تیمار با کنترل‌های مهندسی هدایت کنید.	×		×					×			×		×			

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	برای کاهش آبگیری قبل از حفاری، چنان‌چه به لحاظ زیست‌محیطی سودمند باشد، از فناوری‌های انجماد زمین، استفاده کنید.	×			×									×	×	×	
=	آب‌های زیرزمینی تصفیه‌شده را به زیرزمین تزریق کنید تا موجب شارژ آبخوان، شود.			×					×								
=	آب تمیز یا تصفیه‌شدهٔ حاصل از سایر فعالیت‌های محل را برای استفاده در دوغاب‌های تزریق، احیا کنید.			×	×		×	×	×	×	×	×		×			
=	از دوغاب تصفیه‌شده و/یا آب فرآیندی برای سایر فعالیت‌های پاکسازی یا کاربردهای غیرترمیمی مانند آبیاری یا تقویت تالاب‌ها استفاده کنید.			×	×				×		×		×		×	×	

		عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)					فنّاوری ترمیم										
رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	ازفرآیندهای آبگیری استفاده کنید که بازمصرف آب را افزایش می‌دهند.			×	×									×	×	×	
وسایل نقلیه و تجهیزات	میعانات را در سامانه‌هایی در محل تصفیه کنید و برای تصفیه به خارج از محل نفرستید، اگر از نظر انواع و میزان آلودگی، این کار مانعی نداشته باشد.	×	×				×	×	×			×					×
=	آب کندانسور را به عنوان آب خنک‌کنندهٔ مکمل بازیابی کنید چنان‌چه از نظر میزان آلودگی، نگرانی وجود نداشته باشد.			×	×		×	×	×			×					×
=	آب پاکسازی بالقوه آلوده را با تکنیک تصفیهٔ در محل پیش از باز تزریق درون چاه در محل یا تخلیه به فاضلاب یا آبراهه، در صورت مجازبودن، تصفیه کنید.			×	×		×	×	×			×					×
=	از فاضلاب یا آب تصفیه‌شدهٔ آلوده‌نشده برای مصارفی مانند شستشو، آبیاری، کنترل گردوغبار، تالاب‌های ساخته‌شده، یا از این قبیل استفاده کنید.	×	×		×			×	×	×	×	×	×	×			

رده	بهترین شیوهٔ مدیریتی	عنصر اصلی مورد رسیدگی (در سطح محل)				فنّاوری ترمیم										
		انرژی	هوا	آب	مواد و پسماند	اراضی و اکوسیستم	SVE	تزریق هوا	P & T	اکسیداسیون شیمیایی در محل	بازسازی زیستی/MNA	تیمار حرارتی در محل	فنّاوری گیاهی	حصر زیرسطحی و حائل‌های تیمار	حفاری و احیای سطحی	اکسیداسیون بیو/شیمیایی در محل	کاهش رسوخ بخار
=	از سامانهٔ شستشوی آب خاکستری حلقه‌بسته برای زدایش آلودگی کامیون‌ها استفاده کنید.			×	×		×	×	×	×	×	×	×	×			
=	در صورت عملی‌بودن و نیز دارابودن اهمیت زیست‌محیطی براساس آنالیزهای تکمیلی، به جای تاسیس تصفیه‌خانه در محل و راه‌اندازی آن، فاضلاب را به POTW یا سایر تصفیه‌خانه‌های محل تخلیه کنید.	×			×		×	×	×				×					×
=	آب حاصل از شست‌وشوی بتن را در محدوده‌ای نگه دارید تا از آلودگی رواناب آب رگباری جلوگیری کند.			×		×	×	×	×	×	×	×		×	×		×

[a] Destratification fans

[b] Energy Star

[c] Heating, ventilating, and air conditioning

[d] Graywater

[e] Biobased

[f] Asymptotic conditions

[g] Reintroduced water

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

اطلاعات تکمیلی برای ارزشیابی کمّی

پ-۱ مقدمه

این پیوست، مکملی برای بند ۷ استاندارد، یعنی ارزشیابی کمّی است و اطلاعات کلی را دربارهٔ تحلیل ردپا و LCA ارائه می‌کند. در این پیوست، اطلاعات کافی برای حمایت از کاربر جهت انجام تحلیل ردپا یا LCA ارائه نشده است، اما می‌تواند جرقه‌ای در اذهان افراد علاقه‌مند به موضوع ایجاد کند.

پ-۱-۱ برای انجام ارزشیابی کمّی طبق این استاندارد، کاربر باید در زمینهٔ تحلیل ردپا یا LCA متبحر باشد. در بند ۲ و در پیوست الف، در این باره مطالبی ذکر شده است.

پ-۱-۲ استفاده از ابزارهای طراحی‌شده برای انجام تحلیل ردپا یا LCA می‌تواند برای کاربر سودمند باشد.

یادآوری- نمونه‌هایی از ابزارهای تحلیل ردپا از این قرار است اما محدود به آنها نیست: SRT، SiteWise و SEFA. نمونه‌هایی از ابزارهایLCA عبارتند از: SimaPro و GaBi. در ابزارهای LCA می‌توان تغییراتی داد تا خروجی‌های ابزارهای تحلیل ردپا را تکرار کند.

پ-۲ بررسی اجمالی ویژگی‌های تحلیل ردپا و LCA

پ-۲-۱ تحلیل ردپا معمولا با خصوصیات زیر مشخص می‌شود:

پ-۲-۱-۱ چرخهٔ کامل حیات مؤلفه‌های پروژه پاک‌سازی، در برخی موارد از آغاز تا انتهای آن، را مد نظر قرار می‌دهد، اما معمولاً مرزهای کوتاه‌شده‌ای را برمی‌گزینند.

پ-۲-۱-۲ داده‌های انتخاب‌شدهٔ سیاهه (برای مثال بعضی انتشارها و مصرف منابع) در مورد درون‌دادهای مواد، انرژی، فرآیندها، ترابری، و سناریوهای پسماند مرتبط با چرخهٔ حیات پاک‌سازی را گردآوری می‌کند.

پ-۲-۱-۳ نتایج را در چارچوب داده‌های سیاهه، همراه با سنجه‌های دیگر، مرتبط‌شده با پنج عنصر اصلی گزارش می‌کند. داده‌های سیاهه و سنجه‌ها را به صورت جداگانه، گزارش می‌کند، به استثنای گازهای گلخانه‌ای، که به صورت معادل‌های کربن‌دی‌اکسید بر اساس عوامل توصیف‌گر برای کربن‌دی‌اکسید، متان و اکسیدهای نیتروژن، گزارش می‌شوند.

پ-۲-۱-۴ می‌تواند از نرم‌افزارهای ویژهٔ صنعت، نرم‌افزارهای تجاری، و/یا صفحه گسترده‌های تهیه‌شده به طور اختصاصی برای پروژهٔ پاک‌سازی استفاده کند. تحلیل ردپا را همچنین می‌توان به شیوه‌ای غیررسمی‌تر بدون استفاده از ابزارهای ازپیش‌طراحی‌شده، انجام داد.

پ-۲-۲ LCA معمولاً براساس ویژگی‌های ذکرشده در زیر توصیف می‌شود:

پ-۲-۲-۱ در بسیاری از موارد، چرخهٔ کامل حیات مؤلفه‌های فاز پاک‌سازی را از آغاز تا پایان در نظر می‌گیرد.

پ-۲-۲-۲ داده‌های جامع سیاهه (برای مثال انتشارها، کاربردهای منابع) را برای درون‌دادهای مواد، انرژی، فرآوری، ترابری، و سناریوهای پسماند مرتبط با چرخهٔ حیات پاک‌سازی، گردآوری می‌کند.

پ-۲-۲-۳ نتایج را در چارچوب طیف وسیعی از رده‌های پیآمدی، تنظیم و گزارش می‌کند.

پ-۲-۲-۴ انتخاب رده‌های پیامدی را که به لحاظ هدف و دامنهٔ پروژه، اهمیت فراوانی دارند، امکان‌پذیر می‌سازد.

رده‌های پیامدی، اثرات داده‌های سیاهه را روی هم می‌ریزد و می‌تواند در ارتباط با عناصر اصلی نشان داده شود.

پ-۲-۲-۵ به‌طورکلی، از نرم‌افزارهای تجاری استفاده می‌کند که نیاز به آموزش و سرمایه‌گذاری خاصی دارند. در برخی شرایط محدود، بسته به هدف و دامنهٔ ارزیابی می‌توان LCA را بدون نرم‌افزارهای تجاری، انجام داد.

پ-۳ انتخاب و کاربرد ابزارها برای تحلیل ردپا و LCA

پ-۳-۱ در به‌کارگیری تحلیل ردپا و ابزارهای LCA، کاربر شروع به شناسایی مؤلفه‌های پاک‌سازی (مواد، انرژی، فرآیندها، ترابری، پسماند و فعالیت‌ها و خدمات خارج محل در ارتباط با پاک‌سازی) می‌کند که اهمیت ویژه‌ای برای رد پای زیست‌محیطی دارند. ابزارهای تحلیل ردپا و LCA حاوی مجموعه داده‌های سیاهه برای طیفی از مؤلفه‌های پاک‌سازی هستند. این مجموعه داده‌های سیاهه، تخمین انتشارها (برای مثال اکسیدهای نیتروژن، معادل‌های کربن‌دی‌اکسید، کل آلاینده‌های خطرناک هوا) یا استفاده از منابع (برای مثال، آب، انرژی، مصرف مواد) را در ارتباط با مولفهٔ پاک‌سازی فراهم می‌کند.

پ-۳-۱-۱ یکی از تفاوت‌های اصلی بین تحلیل ردپا و و ابزار LCA این است که ابزارهای LCA حاوی انواع زیادتری از مجموعه داده‌های سیاهه هستند؛ مجموعه داده‌های سیاهه، تعداد بیشتری از انتشارها، مصرف منابع و انرژی‌ها را شامل می‌شود؛ و واسطه‌های انتقال زیست‌محیطی (هوا، آب، خاک) بیشتری در نظر گرفته می‌شوند که ممکن است منبع انتشار باشند.

پ-۳-۱-۲ تفاوت عمدهٔ دیگر بین تحلیل ردپا و ابزارهای LCA چگونگی انبوهش داده‌های سیاهه و گزارش نتایج است. ابزارهای تحلیل ردپا، انتشارها و مصرف منابع را به صورت جداگانه‌ای گزارش می‌کند و ابزارهای LCA، اینها را با هم تلفیق کرده و به صورت انبوههٔ رده‌های پیامدی گزارش می‌کند.

پ-۳-۲ نکتهٔ حائز اهمیت این است که کاربران، هنگام انتخاب ابزاری که باید برای ارزشیابی کمّی مورد استفاده قرار گیرد، به عناصر اصلی توجه کنند و تصدیق کنند که این ابزار می‌توانند نتایجی سازگار با دامنه و

اهداف پروژه تولید کنند. برخی ابزارها از قابلیت رسیدگی به تمامی پنج عنصر اصلی در این استاندارد برخوردار نیستند.

پ-۳-۳ اگر یک یا چند عنصر اصلی ارزشیابی نشود، ممکن است کاربر نتواند پیآمدهای بالقوه را آشکار سازد و این امر ممکن است به انتقال پیآمدها از یک عنصر اصلی به عنصر دیگری منجر شود.

مثال:

انتخاب بستری برای تیمار بیولوژیکی درمحل به این دلیل که انتشار پایین‌تری نسبت به اکسیدان‌ها، در هوا دارد، بدون در نظر گرفتن عوارض آبی بالاتر بستر، مانع از این می‌شود که کاربر کل ردپای زیست‌محیطی مرتبط با این انتخاب را درک کند. این امر ممکن است به انتقال پیآمدها از عنصر اصلی «کمینه‌سازی آلاینده‌های هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای» به عنصر اصلی «کمینه‌سازی مصرف آب و پیآمدها برای منابع آبی» منجر شود.

پ-۳-۴ برای هر تحلیل ردپا و LCA، کاربر باید از ویژگی‌های تحلیل ردپای خاص یا ابزار LCA مورد استفاده آگاه باشند (برای مثال، شفافیت مفروضات، تمامیت داده‌ها، مرزهای قابل اجرا) و مجموعه دادهٔ سیاههٔ مرتبط، تا اطمینان حاصل شود که با این ابزار می‌توان به هدف و دامنهٔ ارزیابی ذکرشده در زیربند ۷-۴-۱ دست یافت.

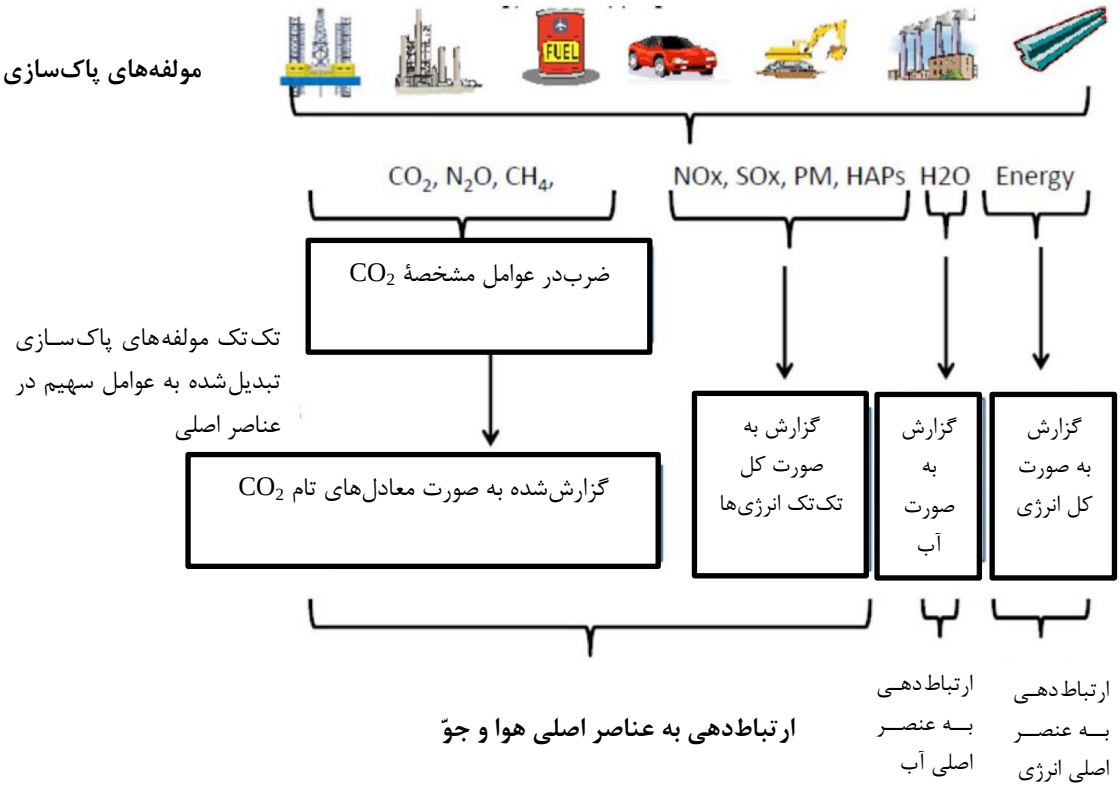
پ-۴ اطلاعات اضافی در مورد ابزارهای تحلیل ردپا

پ-۴-۱ ابزارهای تحلیل ردپا معمولاً شامل مجموعه داده‌های سیاههٔ حاوی اطلاعاتی دربارهٔ انتشارها و منابع برای هر مولفهٔ پاک‌سازی: معادل‌های کربن‌دی‌اکسید (بر اساس کربن‌دی‌اکسید، نیتروس اکسید، وانتشار گاز متان)، اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای گوگرد، ریزذرات، آلاینده‌های خطرناک هوا، انرژی، و آب هستند.

پ-۴-۲ عوامل تعیین مشخصه برای انتشارهای کربن‌دی‌اکسید، نیتروس اکسید و متان به کار برده می‌شود و نتایج خلاصه می‌شود تا کل معادل‌های کربن‌دی‌اکسید را نشان دهد. تمامی انتشارهای دیگر، همراه با انرژی و آب، با هم تلفیق‌شده و به طور جداگانه گزارش می‌شوند. پس از تلفیق، برون‌داد ابزار را می‌توان به عناصر اصلی مرتبط ساخت. اولین پنج انتشار را می‌توان به عنصر اصلی «کمینه‌سازی انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای در هوا» ارتباط داد؛ انرژی را می‌توان به عنصر اصلی «کمینه‌سازی کل مصرف انرژی و بیشینه‌سازی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر» مرتبط کرد؛ و آب را می‌توان به عنصر اصلی «کمینه‌سازی مصرف آب و پیآمدها برای منابع آبی» مرتبط ساخت. ابزارهای مختلف تحلیل ردپا شامل مجموعه داده‌های سیاهه است که ممکن است از نظر سنجه‌های ذکر شده در بالا متفاوت از هم باشند. همچنین، با توجه به انتشارها، مجموعه داده‌های سیاهه در ابزارهای تحلیل ردپا معمولا فقط شامل انتشارهایی در هوا می‌شوند نه در آب یا خاک.

پ-۴-۳ اقلام مهم دیگر مانند مقدار پسماندهای جامد و خطرناک تولیدشده را می‌توان با ابزارهای تحلیل ردپا، ردگیری کرد. با این حال، از آنجایی که این ابزار صرفا داده‌هایی را که کاربر وارد کرده است،

ردیابی می‌کند، بحث در مورد این مؤلفه‌ها در این زیربند گنجانده نشده است. در شکل پ-۱ فرآیند ارزشیابی کمّی شناسایی مؤلفه‌های پاک‌سازی، تبدیل آنها به انتشار، انرژی، و آب و ارتباط‌دهی نتایج با عناصر اصلی برای تحلیل پیآمدها، خلاصه شده است.



شکل پ-۱-تحلیل ردپا-مروری بر رویکرد شناسایی مولفه‌های پاک‌سازی، تبدیل به مواد منتشره/انرژی/آب، و ارتباط‌دهی نتایج به عناصر اصلی

پ-۵ اطلاعات اضافی در مورد ابزارهای LCA

پ-۵-۱ ابزارهای LCA به طور معمول شامل مجموعه داده‌های سیاهه‌ای است که منابع انتشار و فعالیت‌ها برای هر مولفهٔ پاک‌سازی، انتشار در هوا، انتشار در خاک، انتشار در آب، مواد اولیهٔ مورد استفاده، تمامی فرآیندها و ترابری مورد استفاده برای تبدیل مواد خام به مؤلفه‌های پاک‌سازی، انرژی وارده، و پسماندهای تولیدشده را دربرمی‌گیرد.

پ-۵-۲ در حالی که تعداد مجموعه داده‌های سیاهه بسته به ابزار LCA به‌کاررفته، متغیر است، طیفی از انتشارها، منابع و فعالیت‌ها در این مجموعه معمولاً بسیار بیشتر از مواردی است که با ابزارهای تحلیل ردپا

به دست می‌آید. به دلیل حجم بیشتر داده‌ها در مجموعه داده‌های سیاهه LCA در مقایسه با ابزارهای تحلیل پیآمدها، کاربران باید انعطاف‌پذیری بیشتری را در پرداختن به اهداف دامنه‌های گسترده‌تر پروژه در ارزیابی‌های خود داشته باشند. در عین حال، در استفاده از ابزار LCA، کاربر باید با دقت مجموعه داده‌های سیاههٔ مناسب را به فراخور هدف و دامنهٔ پروژه انتخاب کند.

پ-۵-۳ داده‌های سیاههٔ جمع‌آوری‌شده در جریان LCA در مجموع به عنوان سیاههٔ چرخهٔ حیات پروژه، شناخته می‌شود. هر پارامترِ سیاههٔ چرخهٔ حیات به یک یا چند ردهٔ پیآمدی تخصیص داده می‌شود. تعداد و نوع رده‌های پیآمدیِ در دسترسِ کاربرِ LCA، ممکن است از ابزاری به ابزار دیگر متفاوت بوده و به روش‌های ارزیابی پیآمد موجود در ابزار بستگی داشته باشد.

پ-۵-۳-۱ تغییرات جهانی آب و هوا

گازهای گلخانه‌ای در تغییر آب و هوای زمین دخالت دارند. این ردهٔ پیآمدی به عنوان معادل کربن‌دی‌اکسید (CO_2) گزارش شده است.

پ-۵-۳-۲ اسیدی‌کردن

فرآیندهایی که اسیدیته سیستم‌های آب و خاک را افزایش می‌دهند. این ردهٔ پیآمدی به عنوان معادل‌های سولفوردی‌اکسید (SO_2) گزارش می‌شود.

پ-۵-۳-۳ انباشتگی خوراکهٔ آب (اتروفیکاسیون)[1] افزودن مواد مغذی به آب‌های سطحی منجر به افزایش رشد فتوسنتزی آبزیان زنده‌ای می‌شود که می‌تواند بر کیفیت/تنوع و زیبایی‌شناسی تاثیر بگذارد. این ردهٔ پیآمدی به عنوان معادل‌های نیتروژن (N) گزارش می‌شود.

پ-۵-۳-۴ کاهش لایهٔ اوزون

انتشار مواد شیمیایی کاهندهٔ لایهٔ اوزون به کاهش اوزون در پوشن‌سپهر (استراتوسفر)[2] منجر می‌شود. کاهش لایه اوزون می‌تواند میزان اشعهٔ ماوراء بنفش رسیده به زمین را افزایش دهد که بر سلامتی انسان (برای مثال سرطان پوست، آب مروارید) و سایر سیستم‌ها (برای مثال، زندگی دریایی، محصولات کشاورزی، پوشش‌های گیاهی دیگر) تاثیر سوء می‌گذارد. این ردهٔ پیآمدی به صورت معادل‌های تریکلروفلوئورومتان (CFC-11)[3] گزارش می‌شود.

1- Eutrophication
2- Stratosphere
3- Trichlorofluoromethane

پ-۵-۳-۵ تشکیل مه‌دود فتوشیمیایی

منظور، تشکیل آلاینده‌های هوا (ریزذرات هوازاد، اوزون سطح زمین) از واکنش اکسیدهای نیتروژن و ترکیبات آلی فرار در حضور نور خورشید می‌باشد. مه‌دود در صورت وجود در وردسپهر (تروپوسفر)[1]، می‌تواند به پیآمدهای منفی برای اکوسیستم‌ها و سلامتی انسان منجر شود. این ردهٔ پیآمدی به صورت تاثیر معادل‌های ازن (O_3) گزارش می‌شود.

پ-۵-۳-۶ تاثیر ریزذرات بر سلامت انسان

منظور بررسی اثرات ناشی از استنشاق ریزذرات (PM)[2] بر سلامتی انسان است. PM مجموعه‌ای از ذرات ریز در هوای محیط است که تأثیر زیادی بر سمپتوم‌های حاد و مزمن دستگاه تنفسی و میزان مرگ‌ومیر دارد. این ردهٔ پیآمدی به صورت معادل‌های ریز ذرات (PM 2.5) گزارش می‌شوند.

پ-۵-۳-۷ تاثیر سرطانی بر سلامت انسان

منظور، بررسی اثرات موادی با پتانسیل ایجاد پیآمدهای نامطلوب سرطانی بر سلامت انسان است. این ردهٔ پیآمدی به صورت معادل‌های مقایسه‌ای سمیت سرطانی (CTUcancer)[3] گزارش می‌شود.

پ-۵-۳-۸ تاثیر غیرسرطانی بر سلامتی

منظور، بررسی اثرات موادی با پتانسیل ایجاد پیآمدهای نامطلوب غیرسرطانی بر سلامت انسان است. این ردهٔ پیآمدی به صورت معادل‌های مقایسه‌ای سمیت غیرسرطانی (CTUnoncancer)[4] گزارش می‌شوند.

پ-۵-۳-۹ سمیت زیست‌محیطی[5]

منظور بررسی اثرات ناشی از موادی است که باعث ایجاد پیآمدهای منفی برای گیرنده‌های زیست‌محیطی، و به طور غیرمستقیم بر گیرنده‌های انسانی از طریق پیآمدهای وارده بر اکوسیستم می‌شود. این ردهٔ پیآمدی به صورت معادل‌های مقایسه‌ای سمیت زیست‌محیطی گزارش می‌شود.

پ-۵-۴ علاوه بر این رده‌های پیآمدی معمول، کاربران باید ردهٔ پیآمدی انرژی را برای نشان‌دادن انرژی مرتبط با پاک‌سازی در نظر بگیرند. ابزارهای LCA تجاری اغلب طیف وسیعی از روش‌ها را برای ارزیابی پیآمد دارند که از آنها مصرف انرژی را می‌توان کمّی‌سازی کرد (برای مثال، انرژی غیرقابل‌تجدید، انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی ناشی از سوخت‌های فسیلی، و غیره).

پ-۵-۵ هر پارامتر سیاههٔ چرخهٔ حیات بر فاکتور مشخصهٔ مناسبی ضرب می‌شود تا این پارامتر را به پارامتر شاخصی تبدیل کند که نشان‌دهندهٔ ردهٔ پیآمدی است.

1- Troposphere
2- Particulate matter
3- Comparative toxicity unit cancer
4- Comparative toxicity unit noncancer
5- Ecotoxicity

مثال:

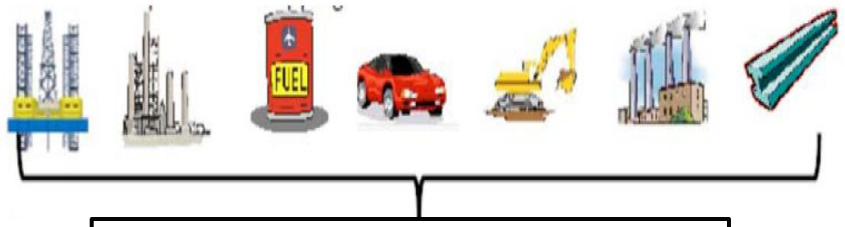
در ردهٔ پیآمدی «تغییرات جهانی آب‌وهوا»، پارامتر «متان» بر فاکتور مشخصه‌ای ضرب می‌شود تا به پارامتر شاخص «کربن‌دی‌اکسید» تبدیل شود. این فاکتورهای مشخصه برای TRACI و دیگر روش‌های ارزیابی پیآمد، در دسترس عموم است و معمولاً قبل از انتشار مورد بازنگری قرار می‌گیرند.

پ-۵-۶ پارامترهای تبدیلی حاصله برای هر ردهٔ پیآمدی جمع می‌شوند، و نتایج در قالب معادل‌های شاخص، نشان داده می‌شود. در مثال بالا، نشانگر معادل برای «تغییرات جهانی آب‌وهوا» «معادل کربن‌دی‌اکسید» است. هنگامی که ارزیابی پیآمدی پاک‌سازی کامل شد و نتایج برای هر یک از رده‌های پیآمدی نشان داده شد، رده‌های پیآمدی را می‌توان با عناصر اصلی ارتباط داد. برخی از رده‌های پیآمدی را می‌توان با بیش از یک عنصر اصلی مرتبط ساخت.

مثال:

ردهٔ پیآمدی اسیدی‌شدن را می‌توان هم به عنصر اصلی «کمینه‌سازی مصرف آب و پیآمدها برای منابع آبی» (با توجه به اسیدی‌شدن آب) ارتباط داد، و هم به عنصر اصلی حفاظت از زمین و اکوسیستم (با توجه به اسیدی‌شدن زمین).

شکل پ-۲ فرآیند ارزشیابی کمّی شناسایی مؤلفه‌های پاک‌سازی، تبدیل به رده‌های پیآمدی، و ارتباط‌دهی نتایج با عناصر اصلی LCA را نشان می‌دهد.



مولفه‌های پاک‌سازی

تک‌تک مولفه‌های پاک‌سازی تبدیل‌شده به مواد خام مورد استفاده، مواد منتشره در هوا، مواد منتشره در خاک، مواد منتشره در آب، و انرژی برای تولید و مصرف

مواد خام، انتشار در هوا، انتشار در آب، انتشار در خاک، درون‌دادهای انرژی

(هر انتشار حاوی دو تا صد درصد مواد شیمیایی است)

اختصاص هر کدام به ردهٔ پیآمدی

ضرب‌در عوامل مشخصهٔ در دسترس عموم برای پیآمد هر رده

برای هر ردهٔ پیآمدی تمامی مولفه‌ها را جمع بزنید

ردهٔ پیآمدی (سهم عناصر اصلی)	ارتباط‌دهی با عناصر اصلی
کاهش لایهٔ اوزون	هوا و جوّ
گرمایش جهانی	هوا و جوّ
مه‌دود	هوا و جوّ
اثرات تنفسی	هوا و جوّ
اسیدی‌شدن	زمین و اکوسیستم، آب
انباشتگی خوراکهٔ آب	زمین و اکوسیستم، آب
مواد سرطان‌زا	زمین و اکوسیستم، آب، هوا و جوّ
مواد غیرسرطان‌زا	زمین و اکوسیستم، آب، هوا و جوّ
سمیت زیست‌محیطی	زمین و اکوسیستم
انرژی	انرژی=رده‌های پیآمدی TRACI

شکل پ-۲-ارزیابی چرخهٔ حیات-مروری بر رویکرد شناسایی مولفه‌های پاک‌سازی، تبدیل به رده‌های پیآمدی، و ارتباط‌دهی نتایج با عناصر اصلی

کتاب‌نامه

[1] Holland, K., Lewis, R., Tipton, K., Karnis, S., Dona, C., Petrovskis, E., Bull, L, Taege, D., & Hook, C., Framework for Integrating Sustainability into Remediation Projects. *Remediation*, 21(3), 7-38 (2011)

[2] Butler, P. B., Larsen-Hallock, L., Lewis, R., Glenn, C., & Armstead, R., Metrics for Incorporating Sustainability Evaluations into Remediation Projects. *Remediation*, 21(3), 81–87 (2011)

[3] Ellis, D. E. & Hadley, P. W., Sustainable Remediation White Paper: Integrating Sustainable Principles, Practices, and Metrics into Remediation Projects, US Sustainable Remediation Forum. *Remediation*, 19(3), 5-114 (2009)

[4] Interstate Technology & Regulatory Council (ITRC), Green and Sustainable Remediation: A Practical Framework, (November 2011)

[5] US Army Corps of Engineers, Decision Framework for Integrating Green and Sustainable Practices into Environmental Remediation Projects, Interim Guidance 10-01, (March 2010)

[6] Favara, P., Krieger, T., Boughton, B., Fisher, A., & Bhargava, M., Guidance for Performing Footprint Analyses and Life-cycle Assessments for the Environmental Remediation Industry. *Remediation*, 21(3), 39–79 (2011)

[7] Bare, J. C. Traci. *Journal of Industrial Ecology*, 6, 49–78 (2002)