

# چرخه حیات فرایندها و کاربرد آن در ارزیابی اثرات زیست محیطی صنایع پتروشیمی

- ۱- اسماعیل فاتحی فرا<sup>۱</sup> - مرکز تحقیقات مهندسی محیط زیست - دانشگاه صنعتی سهند - تبریز ، ایران  
محمد علی کی نژاد<sup>۲</sup> - مرکز تحقیقات مهندسی محیط زیست - دانشگاه صنعتی سهند - تبریز ، ایران  
علی عزیزاده اوصالو<sup>۳</sup> - واحد محیط زیست - امور HSEQ - پتروشیمی تبریز - شرکت ملی صنایع پتروشیمی  
۱- تلفن ۰۴۱۲-۳۴۵۹۱۴۱، نمابر: ۰۴۱۲-۳۴۴۳۵۵، پست الکترونیکی: fatehifar@sut.ac.ir  
۲- تلفن ۰۴۱۱-۳۴۴۳۸۰۰، نمابر: ۰۴۱۱-۵۴۱۲۱۴۰، پست الکترونیکی ma\_kaynejad@sut.ac.ir  
۳- تلفن ۰۴۱۱-۴۲۸۲۶۸۰، نمابر ۰۴۱۱-۴۲۰۸۸۰۹، پست الکترونیکی aaosalu@gmail.com

## چکیده

با توجه به گسترش ارزیابی اثرات زیست محیطی فعالیتهای صنعتی و با توجه به تاثیر نتایج ارزیابی در تصمیم گیری کلان فعالیتهای برنامه ریزی اهداف، ضروری است روشهای ارزیابی دقیقتر گردیده و مورد بازنگری قرار گیرند. در این مقاله با معرفی تکنیکهای مختلف ارزیابی آثار زیست محیطی و بیان مزایا و معایب هر یک، ارزیابی اثرات زیست محیطی مبتنی بر چرخه حیات فرایندی مورد بررسی دقیقتر قرار گرفته و با موشکافی آن، موارد کاربرد این تکنیک و مزایا و معایب آن با توجه به فرایند مورد مطالعه، بحث و بررسی می شود. در ادامه روش اجرایی ارزیابی بر پایه چرخه حیات فرایندی ارایه شده و مشکلات فرازوی این روش مورد بحث قرار می گیرد. نتایج بررسی حاکی از آن است که این تکنیک قابلیت استفاده در ارزیابی اثرات زیست محیطی صنایع پتروشیمی را دارا بوده و با در نظر گرفتن ملاحظات مربوط به شرایط محلی و منطقه ای می توان از این تکنیک استفاده نمود.

**کلید واژه ها:** ارزیابی اثرات زیست محیطی، چرخه حیات فرایندی، مشخصه ارزیابی، صنایع پتروشیمی

## ۱- مقدمه

امروزه ارزیابی آثار زیست محیطی ناشی از فعالیتهای صنعتی گسترش فراوانی یافته است. با توجه به تاثیر نتایج ارزیابی در تصمیم گیری کلان فعالیتهای برنامه ریزی اهداف، ضروری است روشهای ارزیابی دقیقتر گردیده و مورد بازنگری قرار گیرند. روشهای متنوعی که تاکنون برای ارزیابی اثرات زیست محیطی ابداع گردیده اند،

عموماً به دلیل محدود بودن اطلاعات در دسترس، به نتایج غیر دقیق و غیر قابل اجرا ختم می‌شوند. تلاش روزافزون برای بهبود روشهای ارزیابی در حال انجام است. با این حال استفاده از روشهای ارزیابی برای استفاده در تصمیم‌گیریهای کلان امری اجتناب‌ناپذیر است [۱]. از این رو با وجود تاثیر گذاری پارامترهای غیر زیست محیطی در نتایج ارزیابی، همانند پارامترهای اجتماعی، سیاسی و غیره، نقش انکارناپذیر این ارزیابی‌ها کاملاً مشهود است. تکنیکهای ارزیابی زیست محیطی مانند ارزیابی بر اساس اثرات زیست محیطی و ارزیابی بر اساس بهترین گزینه اجرایی زیست محیطی و ارزیابی بر اساس شاخصهای اثرات زیست محیطی از روشهای متداول ارزیابی می‌باشند که هر یک با دارا بودن مزایا و معایب خاص در موارد متعدد کاربرد خوبی از خود نشان داده‌اند. با این حال روش جدید ارزیابی مبتنی بر چرخه حیات فرایندی روشی جامع بوده و معایب روشهای ارزیابی پیشین را پوشش می‌دهد.

## ۲- تکنیکهای ارزیابی زیست محیطی

### ۲-۱- ارزیابی بر اساس اثرات زیست محیطی (Environmental Impact Assessment)

ارزیابی اثرات زیست محیطی عمدتاً برای شناسایی تاثیرات زیست محیطی یک فعالیت اقتصادی در یک محل خاص و در زمان مشخص استفاده می‌شود (UNEP و ۱۹۹۶). هدف اصلی ارزیابی زیست محیطی، در نظر گرفتن کلیه عوامل موثر زیست محیطی ممکن فعالیت مورد نظر بصورت کمی و کیفی و استنتاج نتایج تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری در مورد فعالیت اقتصادی می‌باشد. با این روش معایب انجام فعالیت مشخص شده و مزایای اجرای آن آشکار می‌شود [۱].

### ۲-۲- ارزیابی بر اساس بهترین گزینه اجرایی زیست محیطی (Best Practible Environmental Option assessment)

این روش که توسط کارلایل (Carlyle و ۱۹۹۵) در انگلستان توسعه یافته است، از شاخصهای زیست محیطی تجمعی برای ارزیابی زیست محیطی استفاده می‌کند که این شاخصها از محاسبات مربوط به میزان آلودگی منتشر شده به هوا، آب و خاک به دست می‌آید. این شاخصها ممکن است با مقایسه شدن هزینه‌های سالیانه و جرایم زیست محیطی مشمول، به دست آید.

این روش یک معیار زیست محیطی هزینه‌های کلی برای یک فعالیت خاص می‌باشد، با این حال به دلیل جامع بودن این ارزیابی و فقدان اطلاعات جامع مورد نیاز، عموماً روش پیچیده‌ای به نظر می‌رسد. از معایب اصلی این روش در نظر نگرفتن اطلاعات بازار و ملاحظات فنی فعالیت مورد نظر می‌باشد [۲].

### ۲-۳- ارزیابی بر اساس شاخصهای اثرات زیست محیطی (Environmental Impact Indices)

این روش که توسط گلونکا (Golonka و ۱۹۹۶) ارائه شده است، از دو نوع شاخص برای ارزیابی استفاده می‌نماید:

الف- شاخصهایی بر پایه نسبت جرمی کل الودگی منتشره بر میزان محصول تولیدی این نوع شاخص با وجود دارا بودن مزایای سادگی محاسبات معیار مناسبی برای ارزیابی به نظر نمی رسد. زیرا با وجود محاسبات کمی میزان آلاینده ها، اثرات مربوط به آلاینده های شناسایی و محاسبه شده مشخص نمی شود. همچنین روشهای ارزیابی مبتنی بر این شاخص فقط میزان ضایعات تولیدی را محاسبه نموده و سایر اثرات زیست محیطی مانند کاهش منابع و غیره را مد نظر قرار نمی دهند [۱].

ب- نوع دیگر این شاخصها بر پایه انتخاب تعدادی پارامتر کلیدی بر اساس اثرات زیست محیطی مرتبط با آنها و امتیاز دهی این پارامترها بر مبنای اثرات آنها می باشد. این پارامترها می توانند شامل آلاینده های انتشار یافته، استفاده از زمین و سایر منابع، مصرف انرژی و غیره باشند. با توجه به در نظر گرفتن جامع تر پارامترهای موثر زیست محیطی در این نوع شاخصها، مزایای بسیار این روش مشهود می باشد.

#### ۲- ۴- ارزیابی بر اساس خطرات زیست محیطی (Environmental Risk Assessment)

در این روش با تخمین و بررسی خطرات زیست محیطی بوجود آمده در اثر فعالیت مورد نظر، ارزیابی انجام می گیرد. این روش ارزیابی توسط جکسون و همکاران (Jackson et al. و ۱۹۹۶) ابداع گردیده است. اثرات بوجود آمده ممکن است انسانی، حیوانی، گیاهی و یا محیط پیرامونی (هوا، آب و خاک) باشد. شرایط غیر عادی زیادی ممکن است در اثر فعالیت نامتعارف تجهیزات سیستمهای کنترل و ابزار دقیق، و خطای انسانی باشد. این شرایط عموماً در طرح ریزی مطالعات مربوط به ارزیابی خطرات ایمنی (HAZOP) در نظر گرفته می شود. ارزیابی خطرات زیست محیطی به عنوان جزیی از مدیریت خطرات زیست محیطی و با تاکید بر احتمال کاهش خطرات در نظر گرفته می شود [۳].

#### ۲- ۵- ارزیابی بر مبنای سود و هزینه ها (Cost-Benefit Analysis)

در این روش با تخمین ارزش هر گونه اتلاف از دیدگاه زیست محیطی، از روش محاسبات متفاوتی برای ارزیابی اثرات زیست محیطی استفاده می گردد. که در محاسبات رایج بازار مورد استفاده قرار نمی گیرد. جمع خالص ارزش فعالیت مورد نظر شامل سود و هزینه ها از دیدگاه بازار و از دیدگاه زیست محیطی مبنای ارزیابی اثرات زیست محیطی قرار می گیرد. با اینکه روش ارزیابی بر مبنای سود و هزینه ها روش مناسبی به نظر می رسد، با این حال پیچیدگی و نامشخص بودن عوامل موثر برونی بر فعالیت مورد نظر از عوامل اصلی محدودیت کاربرد روش فوق می باشد. همچنین ارزشگذاری ریالی بسیاری از اثرات زیست محیطی برای استفاده از نتایج ارزیابی در تصمیم گیریهای اجرایی از توانمندیهایی است که مهندسين محیط زیست به دنبال تکمیل اطلاعات فوق در این زمینه می باشند [۳].

## ۲-۶ - ارزیابی بر اساس چرخه حیات فرایندها (Life Cycle Assessment)

این روش یک ابزار مناسب برای ارزیابی محصولات، فرایندها و فعالیتهای اجرایی در یک محدوده مورد قبول می باشد. در این روش کلیه اثرات زیست محیطی مرتبط با محصولات، فرایندها و فعالیتهای که بصورت مستقیم و یا غیر مستقیم اثرات زیست محیطی متنوعی از خود نشان میدهند، مورد بررسی قرار می گیرد. استخراج و پردازش مواد اولیه، ساخت و فرایندهای تولید محصول، توزیع محصولات، استفاده از محصول توسط مشتری، تعمیر و نگهداشت محصول، بازیافت و استفاده مجدد از محصول، و دفع نهایی از اهداف ارزیابی چرخه حیات می باشند [۴].

در این روش با شناسایی و اندازه گیری جریانهای موثر در فرایندهای زیست محیطی مانند اکسیداسیون و واکنشهای بیولوژیکی ارزیابی دقیق تری از اثرات زیست محیطی فعالیت حاصل می گردد. با شناسایی فرایندها، عملاً نقاط دارای قابلیت بهبود شناسایی گردیده و با توجه به تاثیر پذیری بسیار زیاد این روش از نقاط فوق، ارزیابی حاصله دقیق تر و دارای قابلیت اجرایی بهتری می باشد. برخلاف سایر روشهای کنترل آلودگی که معمولاً بر روی یکی از پارامترهای موثر بر کاهش آلودگی مانند بازیابی و کاهش سمیت و غیره تاکید می کنند، روش ارزیابی چرخه حیات گروهی از پارامترهای موثر در اثرات زیست محیطی را در نظر می گیرد. همچنین روشهای دیگر کاهش آلودگی، عملاً فرایندهای با بازدهی بالا و با صرفه را پیشنهاد می نمایند، بدون آنکه روشهای کاهش اثرات زیست محیطی را مورد مطالعه قرار دهند، ولی روش ارزیابی چرخه حیات با در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی فوق، به عنوان جزیی از فرایند تصمیم گیری برای اجرای طرح به شمار می آید [۴].

روش ارزیابی چرخه حیات تفاوتهای زیادی با روشهای ارزیابی اثرات زیست محیطی و روش ارزیابی خطرات زیست محیطی دارد. زیرا این روش کل چرخه حیات یک فرایند را مورد ارزیابی قرار میدهد. به دلیل امکان تامین منابع از خارج از کشور و نیز ارسال ضایعات و تولیدی به مناطق مختلف در دنیا، ضرورت استفاده از یک روش ارزیابی غیر مبتنی بر محل فرایند ضروری به نظر می رسد و این مشخصه وجه تمایز ارزیابی چرخه حیات با روش ارزیابی اثرات زیست محیطی مرسوم می باشد. البته تصمیم گیری بر اساس ارزیابی چرخه حیات برای انجام یک فرایند مورد نظر بایستی از نظر سیاسی، اجتماعی و امکان سنجی فنی و اقتصادی نیز مد نظر قرار گرفته و موارد خاص ملاحظات در تصمیم گیری ها لحاظ گردد [۴].

لازم به ذکر است با توجه به تغییر قوانین تدوین شده در مورد مسایل زیست محیطی از دهه ۱۹۸۰ میلادی و گرایش صنایع به کنترل آلودگیهای منتشر یافته به محیط از منابع تولید آنها (و نه کنترل در خروجی فرایندها)، ارزیابی چرخه حیات اهمیت افزونتری یافته است [۵].

### ۳- روش اجرایی ارزیابی چرخه حیات

تاریخچه این روش به دهه ۱۹۷۰ میلادی بر می گردد که در آن زمان محاسبات ساده ای مانند مواد زائد جامد و میزان انرژی مورد نیاز برای پردازش آن مبنای اصلی این روش محسوب می گردید. اصلاح و بهبود این روش در زمان اوج گیری بحران نفتی اواخر دهه ۱۹۷۰ میلادی و گسترش روزافزون صنایع انجام یافته است. روش عمومی انجام ارزیابی به روش ارزیابی چرخه حیات طی سالیان گذشته تغییر فراوانی یافته است. در دهه ۱۹۸۰ میلادی روش ارزیابی چرخه حیات با تشخیص اجزای جدید در مقایسه با اجزای آثاریست محیطی بوجود آمده و واقعی اصلاح شده و در دهه ۱۹۹۰ میلادی بود که در این روش ارتباط ارزیابی زیست محیطی با مدیریت منابع و آلاینده های منتشر یافته به محیط پیرامون و غیره بصورت مقادیر کمی وارد شده و مبنای ارزیابی کاملتر و دقیقتری از فعالیتها را فراهم نماید. از دهه ۱۹۹۰ میلادی انجمن سم شناسی و شیمی محیط زیست ایالات متحد در صدد یکنواخت سازی و استاندارد نمودن روش ارزیابی چرخه حیات بر آمده است. سازمان جهانی استاندارد نیز بر اساس تکمیل روش مورد تایید انجمن سم شناسی، روشی شبیه به آن و با جزییات تحلیلی بیشتر و با نمایه های زیر منتشر نموده است [۵]:

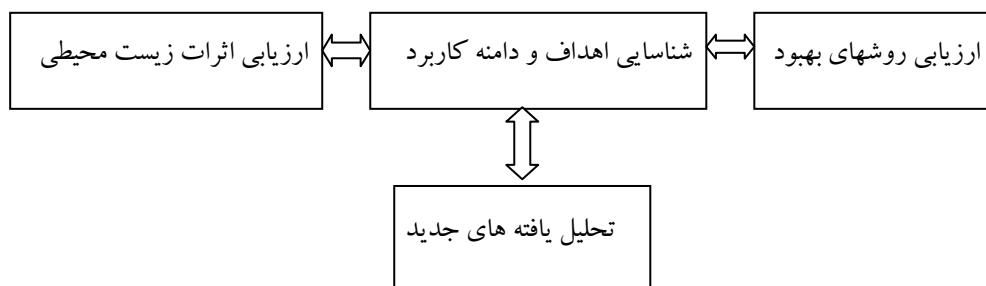
استاندارد ISO14040 در مورد استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات فرایندها در سیستمهای مدیریت زیست محیطی

استاندارد ISO14041 در مورد شناسایی و تحلیل بر اساس روش فوق

استاندارد ISO14042 در مورد روش ارزیابی اثرات زیست محیطی بر اساس روش فوق

استاندارد ISO14043 در مورد روش اجرایی ارزیابی چرخه حیات فرایندها

در شکل یک مراحل کلی اجرائی ارزیابی چرخه حیات نشان داده شده است.



شکل یک- مراحل کلی اجرائی ارزیابی چرخه حیات

همان گونه که در شکل یک مشخص می باشد، تعیین اهداف و برنامه ها به عنوان عامل کلیدی روش ارزیابی در نظر گرفته شده و با تمامی اجزای آن ارتباط دارد. در قسمت تحلیل یافته ها مقادیر کمیته مانند موازنه جرم و انرژی مواد ورودی و محصولات و مقادیر انتشار آلاینده ها به هوا، آب و خاک برای کلیه فرایندهای مورد

مطالعه شناسایی گردیده و برای اصلاح اهداف و برنامه های کاری مورد استفاده قرار می گیرند. در قسمت ارزیابی اثرات روش چرخه حیات نیز عملیات شناسایی کمی و کیفی فرایندها، تعیین مشخصه های موثر آنها و در نهایت ارزیابی این شاخصها با توجه به تاثیر آنها در محیط زیست انجام می گیرد.

بر طبق روشهای اجرایی انجمن سم شناسی و شیمی زیست محیطی ایالات متحده، ارزیابی اثرات در سه گروه عمده زیر انجام می گیرد: الف - طبقه بندی، ب - تعیین مشخصات، ج - ارزیابی.

در مرحله طبقه بندی منابع مورد استفاده و مواد دور ریز تولیدی فرایند با توجه به اثرات زیست محیطی خود بر روی مسائل زیست محیطی مانند گرم شدن زمین، کاهش منابع، باران های اسیدی و غیره دسته بندی می شوند.

در مرحله تعیین مشخصه ها با در نظر گرفتن مقدار و شدت هر یک از گروه بندیهای مرحله پیشین، و با در نظر گرفتن یک عامل معادل چارچوب اثرات فرآیند مورد مطالعه، مشخص می گردد. یک مثال برای عامل معادل، استفاده از دی اکسید کربن به عنوان مرجعی برای مقایسه سایر پارامترهای موثر بر پدیده گرم شدن زمین است.

در مرحله ارزیابی نیز با تحلیل موضوعی هر یک از دسته بندی های تعریف شده در مراحل قبل تاثیرات متقابل و مشترک هر گروه مشخص می گردد [۵].

اخیرا تلاش فراوانی برای بهبود روش ارزیابی چرخه حیات و استفاده از آن به عنوان ابزاری برای شناسایی، ارزیابی و کاهش اثرات زیست محیطی با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی شده است (Consoli et al. ۱۹۹۳). این عمل با تفسیر و تحلیل اقتصادی نتایج ارزیابی و استفاده در طرح ریزی اهداف و برنامه ها امکانپذیر می باشد.

### ۳-۱ - مشکلات روش ارزیابی چرخه حیات فرایندی

استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات در مطالعات پیشین حاکی از آن است علی رغم بهبود محسوس در قابلیت اجرایی نتایج ارزیابی و ارائه دید واقعی نسبت به مسائل زیست محیطی خاص، نسبت به روشهای ارزیابی دیگر، (Udo et al. و ۱۹۹۵) هنوز مشکلات اجرایی و ساختاری زیادی در این روش وجود دارد که بایستی مورد بازنگری و اصلاح مجدد قرار گیرد. در ادامه به تعدادی از این موانع کاربرد گسترده این روش اشاره می شود [۴]:

#### الف - مشکلات تحلیل یافته ها

با مقایسه فرایندهای مشابه و تحلیل یافته های آنها شامل شناسایی مقادیر کمی مواد اولیه و مواد زائد دورریز فرایندی حاکی از عدم تطابق نتایج ارزیابی بوده و تفسیر نتایج حاصله اختلاف معنی داری با موارد مشابه خود دارد. این امر ناشی از جامع نبودن روش تحلیل یافته ها و فقدان روش اجرائی خاص برای اجرا در فرایندهای مشابه می باشد [۴].

## ب- تعهدات مشترک

این تعهدات که شامل مسوولیت پذیری در قبال مصرف منابع مواد و انرژی، انتشار آلاینده ها و دور ریز مواد از فرایندها می باشد، بایستی قابل تعمیم به کلیه محصولات نهایی ( که به دست مصرف کننده نهایی می رسد) و تمامی محصولات میانی ( که ورودی و خروجی فرایندهای مختلف پشت سر هم را شامل می شود) و محصولات نا خواسته و جانبی فرایند نیز باشد که عملاً این گونه نمی باشد و الزامات خاصی نیز برای آن تدوین نگردیده است [۴].

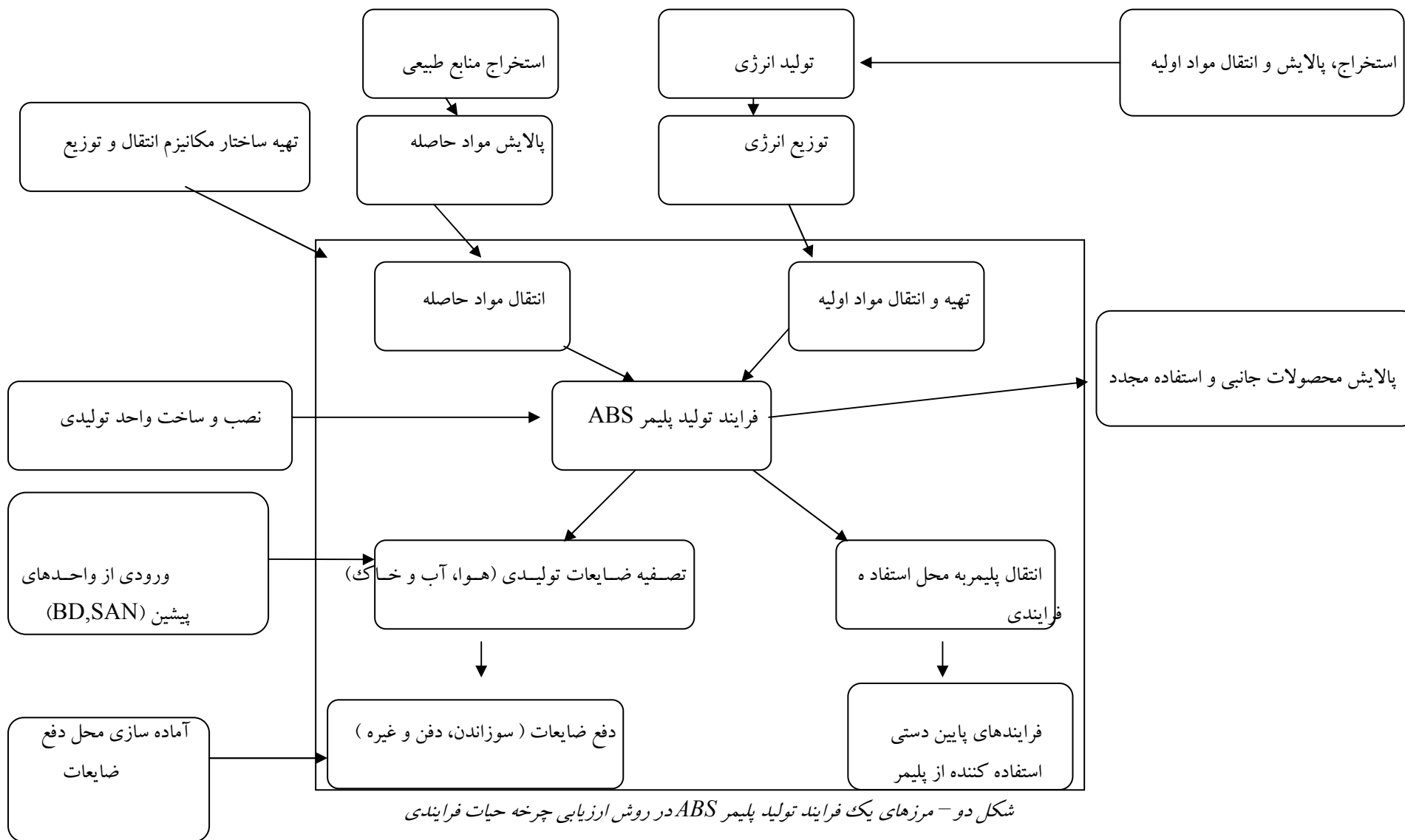
از دیگر مسایل مهم در زمینه تعهدات مشترک، چگونگی اندازه گیری پارامترهای موثر می باشد. در برخی تحقیقات یک خاصیت فیزیکی مانند جرم و شدت جریان به عنوان مشخصه اندازه گیری استفاده شده و در تعدادی از تحقیقات نیز استفاده از روش علت و معلول (دلیل و اثر) به عنوان مشخصه ارزیابی اثرات استفاده شده است.

## ج- مرزهای فرایند مورد مطالعه

مرزهای یک فرایند، جداکننده آن از محیط پیرامون می باشند و مبادله مواد و انرژی فرایند در این مرزها انجام می گیرد. با توجه به اینکه اساس کار در ارزیابی چرخه حیات ردیابی کلیه فرایندها از نقطه شروع و پیگیری آنها تا آخرین مرحله تعیین تکلیف محصولات حاصله می باشد. بدین ترتیب ضرورت انتخاب مرزهای فرایند مورد مطالعه برای دستیابی به نتایج عملی ضروری به نظر می رسد.

در انتخاب مرزهای فرایند باید به این نکته توجه داشت فعالیتی در چارچوب کاری و درون مرزهای فرایند قرار گیرد که تاثیر معنی داری در نتیجه ارزیابی کلی داشته باشد. در غیر اینصورت با حجم عظیمی از موارد مبهم در فرایند برخورد می شود که ضمن اتلاف هزینه و وقت، به نتایج غیر واقعی و غیر کاربردی ارزیابی، ختم خواهد شد [۶].

در شکل دو مرزهای یک فرایند تولید پلیمر ABS نشان داده شده است .



شکل دو - مرزهای یک فرایند تولید پلیمر ABS در روش ارزیابی چرخه حیات فرایندی



#### د- کیفیت داده های مورد استفاده

کیفیت داده های مورد استفاده در ارزیابی چرخه حیات فرایندی، یک عامل مهم در دقیق بودن نتایج ارزیابی محسوب می‌گردد. بنا براین در صورت قابل اطمینان نبودن داده های ورودی، روش ارزیابی، ممکن است به نتایج غیر واقعی ختم گردد [۴].

#### ه- مشخصات زمانی و مکانی فرایند

در بسیاری از ارزیابیهای زیست محیطی مشخصه های زمانی و مکانی فرایند مورد مطالعه غالباً در سایه بحثهای مربوط به بقای منابع مواد و انرژی و نیز کاهش آلودگی و میزان انتشار آلاینده ها به فراموشی سپرده می شود. ولی در ارزیابی چرخه حیات با توجه به اینکه فرایند مورد مطالعه قابل تعمیم به سراسر دنیا بوده مشخصه مکانی مورد نظر بایستی در مرحله تدوین اهداف و برنامه های کاری مد نظر قرار گیرد. علاوه بر آن استفاده از یک مرجع زمانی برای مقایسه تخمین نتایج ارزیابی با مقادیر اولیه آنها ضروری به نظر می رسد. همچنین در نظر گرفتن قوانین و مقررات محلی و منطقه ای نقش بسیار مهمی در تدوین اهداف و برنامه های کاری خواهد داشت [۴].

#### و- روش ارزیابی اثرات

با توجه به استفاده از روشهای ارزیابی متفاوت در چارچوب کلی روش ارزیابی چرخه حیات ممکن است تفسیر و تحلیل یافته های هر روش کاری و تبدیل آنها به پارامترهای موثر در ارزیابی اثرات زیست محیطی و غیره نتایج متفاوت را حاصل نماید. دلیل این موضوع آن است که هر یک از فرایندهای مورد مطالعه و پارامترهای مورد تحقیق نیاز به بازنگری تخصصی و هوشمندانه دارند. همچنین استانداردها و اهداف سیاسی، اجتماعی و فرهنگی نیز از عوامل موثر بر روش اجرای ارزیابی به شمار می روند که هر یک تاثیرات می توانند خاصی در تدوین اهداف و برنامه ها داشته باشند [۷].

#### ۳-۲- ارتباط میان ارزیابی زیست محیطی و مسائل اقتصادی

همانگونه که گفته شد نتایج حاصل از ارزیابی چرخه حیات، ابزاری برای تصمیم سازی به شمار میرود. اینک هدف اصلی باید بر گسترش دامنه کاربرد این روش در تصمیم گیری در سطوح سیاسی و اجتماعی و اقتصادی باشد. این گسترش با تجمع نتایج ارزیابی با اطلاعات غیر زیست محیطی مانند محدودیتهای منطقه ای و محلی امکانپذیر میباشد [۷].

همچنین با استفاده از یک پارامتر زیست محیطی مورد مطالعه، می توان بهترین فن آوری در دسترس را برای کنترل یک آلاینده انتخاب نموده و بر مبنای انتخاب فرایند، تصمیم گیری نمود. از این رو با مقایسه میزان هزینه لازم برای یک واحد بهبود در کنترل یک پارامتر زیست محیطی با استفاده از یک فن آوری خاص، با هزینه های ناشی از جراثم و هزینه های غیر مستقیم تحمیل شده، امکان تصمیم گیری در مورد انتخاب یک فرایند فراهم می شود. البته از معایب این روش می توان به محدودیت کاربرد آن اشاره نمود. این روش فقط در مورد آن دسته از پارامترهای زیست محیطی قابل استفاده

است که تحت قوانین کنترلی قرار دارند. همچنین استفاده از این روش فقط محدود به یک نوع آلاینده بوده و برای بررسی هم زمان تعداد بیشتر آلاینده ها بایستی به استفاده از روشهای ترسیمی و غیره روی آورد [۸].

### ۳-۳ - استفاده از ارزیابی چرخه حیات فرایندی در انتشار ترکیبات فرار

ترکیبات فرار جزو آلاینده های منتشر یافته ای می باشند که بطور سهوی از تجهیزات مورد استفاده در یک فرایند تولید صنایع پتروشیمی و تبخیر از حوضچه ها و غیره به محیط وارد می شوند. از منابع اصلی انتشار ترکیبات فرار، شیرهای مورد استفاده در فرایند تولید، پمپها و کمپرسورهای فرایند، مسیرهای تخلیه و حوضچه های روباز و دودکشها می باشند. این انتشارات که عملا در نقشه های فرایندی و در موازنه های جرم و انرژی مورد محاسبه قرار نمی گیرند، از منابع اصلی اطلاعات ورودی در مدل ارزیابی چرخه حیات فرایندی به شمار می آیند.

در حدود ۷۰ الی ۹۰ درصد انتشارات به هوا در ایالات متحده از طریق منابع فوق الذکر و ترکیبات فرار انجام میگردد [۸]. همچنین ۴۰ الی ۶۰ درصد انتشار ترکیبات آلی فرار (VOC) از طریق پالایشگاهها انجام می شود و ۹ درصد انتشار از نشتی تجهیزات فرایند تولید حاصل می شود [۹].

استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات در یک پالایشگاه به عنوان منتشر کننده اصلی ترکیبات آلی فرار به هوا نشانگر آن است که انتشار آلاینده های ترکیبات آلی فرار در هنگام راه اندازی و از سرویس خارج نمودن تجهیزات و فرایند تولید، حوادث ناگهانی مانند تصادفات مخازن حمل و نقل و غیره و همچنین فعالیتهای مربوط به بهبود فرایند و افزایش ظرفیت فرایند تولیدی از مهمترین پارامترهای موثر بر انتشار ترکیبات آلی فرار می باشند. با به دست آوردن نتایج فوق کاملا واضح است که جهت گیری اهداف و تدوین برنامه های کاری بایستی در چارچوب کاهش اثرات ناشی از عوامل ذکر شده فوق باشد [۱۰].

لازم به تذکر است، همان گونه که ذکر گردید روش ارزیابی چرخه حیات منحصر نبوده و به فرایند مورد مطالعه بستگی دارد و روشهای کاری از یک مورد خاص به موارد دیگر قابل تعمیم نمی باشد.

### ۴ - نتایج و بحث

ارزیابی اثرات زیست محیطی عمدتاً برای شناسایی تاثیرات زیست محیطی یک فعالیت اقتصادی در یک محل خاص و در زمان مشخص استفاده می شود. اما شاخصهایی که بر پایه نسبت جرمی کل الودگی منتشره بر میزان محصول تولیدی تعریف می شوند، با وجود دارا بودن مزایای سادگی محاسبات، معیار مناسبی برای ارزیابی به نظر نمی رسد. نوع دیگر این شاخصها بر پایه انتخاب تعدادی پارامتر کلیدی بر اساس اثرات زیست محیطی مرتبط با آنها و امتیاز دهی این پارامترها بر مبنای اثرات

آنها می باشد. ارزیابی بر اساس چرخه حیات فرایندها این روش یک ابزار مناسب برای ارزیابی محصولات، فرایندها و فعالیتهای اجرایی صنایع پتروشیمی در یک محدوده مورد قبول می باشد. در این روش تعیین اهداف و برنامه ها به عنوان عامل کلیدی روش ارزیابی در نظر گرفته شده و با تمامی اجزای آن ارتباط دارد. در قسمت تحلیل یافته ها مقادیر کمیته مانند موازنه جرم و انرژی مواد ورودی و محصولات و مقادیر انتشار آلاینده ها به هوا، آب و خاک برای کلیه فرایندهای مورد مطالعه شناسایی گردیده و برای اصلاح اهداف و برنامه های کاری مورد استفاده قرار می گیرند. در قسمت ارزیابی اثرات روش چرخه حیات نیز عملیات شناسایی کمی و کیفی فرایندها، تعیین مشخصه های موثر آنها و در نهایت ارزیابی این شاخصها با توجه به تاثیر آنها در محیط زیست انجام می گیرد. روش ارزیابی چرخه حیات علی رغم بهبود محسوس در قابلیت اجرایی نتایج ارزیابی و ارائه دید واقعی نسبت به مسائل زیست محیطی خاص، نسبت به روشهای ارزیابی دیگر، هنوز مشکلات اجرایی و ساختاری زیادی در این روش وجود دارد که بایستی مورد بازنگری و اصلاح مجدد قرار گیرد.

## مراجع

- [1] Pearce F. Burn me. *New Scientist* 1997;156(2109):30-4.
- [2] International Standardisation Organisation. AS/NZS ISO 14040. Environmental management—life cycle assessment—principles and framework. Homebush: Standards Australia, 1998.
- [3] International Standardisation Organisation. AS/NZS ISO 14041. Environmental management—life cycle assessment—goal and scope definition and inventory analysis. Homebush: Standards Australia, 1999.
- [4] International Standardisation Organisation. ISO 14042:2000(E) Environmental management—life cycle assessment—life cycle impact assessment. Geneva: ISO Central Secretariat, 2000.
- [5] International Standardisation Organisation. ISO 14043:2000(E) Environmental management—life cycle assessment—life cycle interpretation. Geneva: ISO Central Secretariat, 2000.
- [6] Australian Environment Council. Acid rain in Australia: a national assessment. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1989.
- [7] Moriguchi Y, Terazono A. A simplified model for spatially differentiated impact assessment of air emissions. *International Journal of Life Cycle Assessment* 2000;5(5):281-6.
- [8] Potting J, Hauschild M. Spatial Differentiation in Life-Cycle Assessment via the Site-Dependent Characterisation of Environmental Impact from Emission. *International Journal of Life Cycle Assessment* 1997;2(4):209-16.
- [9] Colbeck I, MacKenzie AR. Air pollution by photochemical oxidants. Amsterdam: Elsevier, 1994.
- [10] Strong AB. Plastics materials and processing. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000.