



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

1183P-NWWCE

## ارزیابی زیست محیطی تصفیه خانه فاضلاب اردبیل با استفاده از روش LCA

حامد پارساجو<sup>۱</sup>، ابراهیم فتائی\*<sup>۲</sup>، رویا شریفی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران - محیط زیست، موسسه غیرانتفاعی صائب، ابهر

۲- هیات علمی، گروه مهندسی محیط زیست، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل

۳- هیات علمی، گروه مهندسی عمران - محیط زیست، موسسه غیرانتفاعی صائب، ابهر

ebfataei@gmail.com

### خلاصه

طی سال‌های اخیر، توجه ویژه‌ای به استفاده از تکنولوژی‌های پاک‌تر شده است. در مطالعه حاضر، اثرات زیست محیطی تصفیه خانه فاضلاب اردبیل (لاگون هوادهی) به روش LCA و با استفاده از نرم افزار سیمپرو، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اطلاعات ورودی به سیستم، خروجی پساب، مقدار انرژی و مواد شیمیایی مصرفی، گردآوری شده و مقدار گازهای خروجی تولید شده متان و دی اکسید کربن محاسبه گردید. نتایج نشان داد که در روش CML2001، گاز کلر در بین طبقات اثر مشترک، بیشترین تأثیر را در طبقه اثر تخریب لایه ازن با مشارکت ۱۰۰ درصدی دارد. در روش Eco-indicator99، در بین طبقات با اثر مشترک، بیشترین تأثیر را نیز گاز کلر، در تخریب لایه ازن و لجن حاصل از لاگون، در طبقه اثر تغییرات آب و هوایی با مشارکت ۱۰۰ درصدی دارا می‌باشند. بنابراین گاز کلر، بیشترین تأثیر نامطلوب بر محیط زیست را دارد.

**کلمات کلیدی:** ارزیابی چرخه حیات، روش های ارزیابی اثرات، طبقات اثر، تصفیه فاضلاب، لاگون هوادهی

### ۱. مقدمه

با توجه به روند روزافزون احداث تصفیه خانه های فاضلاب شهری در اقصی نقاط کشور، بررسی عملکرد زیست محیطی این زیرساخت ها به منظور شناسایی مسائل و مشکلات زیست محیطی محتمل آنها، برای مدیران و تصمیم گیرندگان بخش آب و فاضلاب شهری، اهمیتی مضاعف پیدا کرده است [۱]. با این وجود، افزایش آگاهی عمومی نسبت به مشکلات آلودگی آب در سال های اخیر، باعث تصویب قوانین جدید و سخت گیرانه محیط زیست در خصوص تخلیه پساب شده است. این موضوع، سرعت ساخت و نصب تصفیه خانه های فاضلاب به ویژه در کشورهای در حال توسعه را افزایش می دهد. یکی از مهم ترین موضوعات قبل از طراحی و اجرای هر تصفیه خانه فاضلاب، انتخاب فرایند تصفیه مناسب می باشد. به طور معمول در برخی از کشورهای در حال توسعه، ارزیابی فرایندهای تصفیه، تنها بر اساس معیار اقتصادی صورت می گیرد و گزینه‌ی با حداقل هزینه‌های سرمایه گذاری و بهره برداری انتخاب می شود [۲]. مطالعات صورت پذیرفته در این زمینه، اغلب در خصوص مدیریت پسماند می باشد و مطالعات [۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸] در خصوص تصفیه فاضلاب و مدیریت لجن است؛ که این امر، مستلزم وجود روشی چند اثره است تا منجر به ارزیابی کامل از شرایط موجود شود. ارزیابی چرخه حیات یا LCA، یکی از روش های چند اثره است که از دهه ۱۹۹۰ میلادی مورد استفاده ارزیابی کنندگان قرار گرفته است [۹]؛ که برای ارزیابی اثرات بالقوه تصفیه فاضلاب و چرخه حیات محصولات آنها مناسب ترین روش به نظر می رسد. این روش، استخراج و فرآوری مواد خام مورد نیاز، حمل و نقل و نظام توزیع آنها، استفاده و نگهداری، و بازیابی و مدیریت پسماند را در چرخه حیات محصول تولیدی لحاظ می نماید [۱۰]. این روش، می تواند کامل ترین تصویر ممکن از اثرات متقابل یک فعالیت بر محیط زیست، فهم طبیعت کلی و وابسته اثرات زیست محیطی فعالیت های انسانی و فرصت های بهبود زیست محیطی را ارائه نماید [۱۱].

با توجه به اینکه سیستم تصفیه خانه فاضلاب اردبیل لاگون هوادهی می باشد و یکی از مشکلات عمده، حجم بالای لجن تولیدی و بطبع آثار احتمالی زیست محیطی آن می باشد، اقدام به این مطالعه شده است. تا با استفاده از تکنیک LCA، اثرات محتمل سیستم، با استفاده از دو روش ارزیابی اثرات یاد شده معرفی گردد و اقدام به طرح جایگزین برای این سیستم در توسعه تصفیه خانه فاضلاب اردبیل از نظر زیست محیطی گردد.

## ۲. روش تحقیق

مراحل چهار گانه LCA در خصوص ارزیابی زیست محیطی سیستم تصفیه فاضلاب لاگون هوادهی اردبیل با توجه به استاندارد ایزو ۱۴۰۴۴، به صورت ذیل انجام پذیرفت.

### ۱.۲. محدوده و هدف

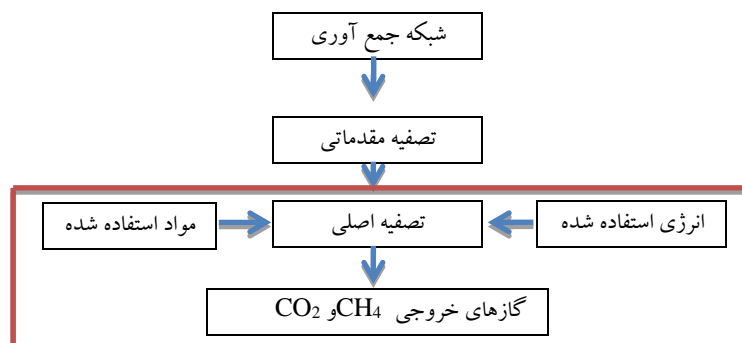
تعریف محدوده و هدف، اولین گام در ارزیابی چرخه حیات می باشد و به عبارتی، مجموعه ای از تصمیماتی است که روش پژوهش را طی مطالعه مشخص می نماید. در مطالعه حاضر، محدوده و هدف مطالعه، ارزیابی چرخه حیات سیستم لاگون هوادهی تصفیه خانه فاضلاب اردبیل با استفاده از دو روش داده ای CML2001 و Eco-indicator99، می باشد که به منظور مقایسه نتایج حاصل از دو روش موجود در طبقات اثر مشترک، انتخاب گردید. و در نهایت سیستم مورد مطالعه از نظر آثار زیست محیطی مورد بررسی قرار گرفت.

### ۲.۲. کارکرد سیستم و واحد عملیاتی

هدف از واحد عملیاتی، فراهم نمودن مرجعی برای مرتبط کردن ورودی ها و خروجی ها به منظور اطمینان از قابل مقایسه بودن نتایج است. واحد عملیاتی در این مطالعه یک متر مکعب لجن برای مقایسه فرایندهای مختلف تصفیه در نظر گرفته شد.

### ۳.۲. مرز سیستم

مرز سیستم، محدوده مورد مطالعه را ترسیم می کند که باید با هدف مطالعه سازگار باشد. در این مطالعه با توجه به اطلاعات موجود، مرز سیستم، طبق شکل ۱، به صورت ذیل در نظر گرفته شد.



شکل ۱- مرز سیستم برای ارزیابی چرخه حیات سیستم تصفیه لجن لاگون هوادهی

### ۴.۲. سیاه برداری

طبق جدول ۱، ورودی به سیستم، مواد شیمیایی مورد استفاده در طول فرایند و انرژی مصرفی، گرد آوری شد. همچنین، مقدار گازهای خروجی متان و دی اکسید کربن مطابق شکل ۲، برای سیستم لاگون هوادهی با توجه به اطلاعات موجود محاسبه گردید و اطلاعات بدست آمده در نرم افزار سیما پرو، بر حسب یک متر مکعب لجن و به دو روش داده ای CML2001 و Eco-indicator99، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به ارائه تعهد در خصوص عدم درج اطلاعات خروجی، اطلاعات در نرم افزار مورد استفاده قرار گردیده و از ارائه در این متن خودداری شده است.

جدول ۱- لیست سیاهه برداری از سیستم لاگون هوادهی

ردیف	پارامتر	واحد	مقدار ورودی	ردیف	پارامتر	واحد	مقدار ورودی
1	BOD	mg/l	321/17	8	Ca	mg/l	-
2	COD	mg/l	592/65	9	Mg	mg/l	-
3	TS	mg/l	1393/49	10	Na	mg/l	-
4	TOC	mg/l	-	11	SAR	meq/l	-
5	TN - TP	mg/l	85-20	12	voc	mg/l	-
6	No3	mg/l	-	13	Electricity	kw/h	4576000
7	No2	mg/l	-	14	Ca(OCl)2 & Cl2	ton	20

محاسبه مقدار گازهای تولید شده متان، دی اکسید کربن و اکسیژن مصرفی در سیستم تصفیه لاگون:

$$O_X = 318.98 \text{ mg/L} ; Q = 61075.72 \text{ m}^3/\text{d} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (دی اکسید کربن تولید شده در اکسیداسیون)} \quad ((\text{CO}_2)_{\text{End}} = 292.49 \text{ mg/L} ;$$

$$\text{m}^3/\text{d}$$

$$(O_2)_{O_X} = 231.9 \text{ mg/L} \rightarrow \text{(مقدار اکسیژن لازم برای اکسیداسیون)} ; (O_2)_X = 0.87 \text{ mg/L} \rightarrow \text{(مقدار اکسیژن لازم برای سنتز)}$$

$$(O_2)_{\text{End}} = 159.25 \text{ mg/L}$$

$$(O_2)_T = (O_2)_X + (O_2)_{O_X} + (O_2)_{\text{End}}$$

$$(O_2)_T = 0.87 + 231.9 + 159.25 = 392.02 \text{ mg/L} * 10^{-3} * 61075.72 \text{ m}^3/\text{d} = 23942.9 \text{ kg/d}$$

$$(\text{CO}_2)_T = (\text{CO}_2)_{O_X} + (\text{CO}_2)_{\text{End}}$$

$$(\text{CO}_2)_T = 318.98 + 292.49 = 611.47 \text{ mg/L} * 10^{-3} * 61075.72 \text{ m}^3/\text{d} = 37345.9 \text{ kg/d}$$

$$(\text{CH}_4)_T = 69356.7 \text{ kg/d}$$

شکل ۲- محاسبه مقدار گاز تولید شده در سیستم لاگون

### ۳. سیستم لاگون هوادهی تصفیه خانه فاضلاب اردبیل

روش تصفیه فاضلاب، بر اساس برکه هوادهی بدون برگشت لجن می باشد. در این لاگون ها، انرژی حاصل از هوادهی، نه تنها برای انتشار اکسیژن در مایع، بلکه برای نگه داری همه جامدات به صورت معلق، مانند حوضچه های هوادهی لجن فعال، کافی است. در لاگون اختلاط کامل، فاضلاب تصفیه شده همراه لجن تولیدی و سایر مواد جامد معلق از سیستم خارج می شود. بنابراین راندمان حذف BOD در این لاگون ها پایین است (حدود ۶۰-۵۰ درصد). زیرا جامدات زیادی در پساب وجود دارند. در این سیستم، زمان ماند هیدرولیکی و زمان ماند جامدات یکسان است. این سیستم متشکل از یک لاگون اختلاط کامل است که به دنبال آن دو تا سه لاگون اختیاری قرار گرفته اند که به عنوان حوضچه های ته نشینی عمل می کنند تا جامدات موجود در پساب خروجی، پیش از تخلیه در این واحد ته نشینی مجزا، حذف شوند.



## کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



### ۴. نرم افزار سیماپرو

برای ارزیابی اثرات در LCA، بسته به نوع محصول، روش ها و نرم افزارهای مختلفی وجود دارند. یکی از کاربردی ترین و جامع ترین این نرم افزارها، سیماپرو می باشد. سیماپرو شامل روش های مختلفی برای ارزیابی اثرات است که برای محاسبه نتایج ارزیابی اثرات بکار می رود. در هر یک از روش ها، عوامل زیست محیطی خاصی مورد ارزیابی قرار گرفته اند. سیماپرو به عنوان ابزاری حرفه ای در تحلیل جنبه های زیست محیطی محصول یا خدمات مورد استفاده قرار می گیرد. نرم افزار، این عمل را به شیوه ای سیستماتیک و دائمی انجام می دهد، به نحوی که می توان بهترین راه حل ها برای انجام پروژه را در اختیار گرفت. سیماپرو دارای چندین نسخه می باشد و شامل مجموعه ای وسیع از اطلاعات و روش های ارزیابی اثرات است. در مطالعه حاضر از نسخه ۸،۲،۰ استفاده گردید.

#### ۱،۴. روش CML2001

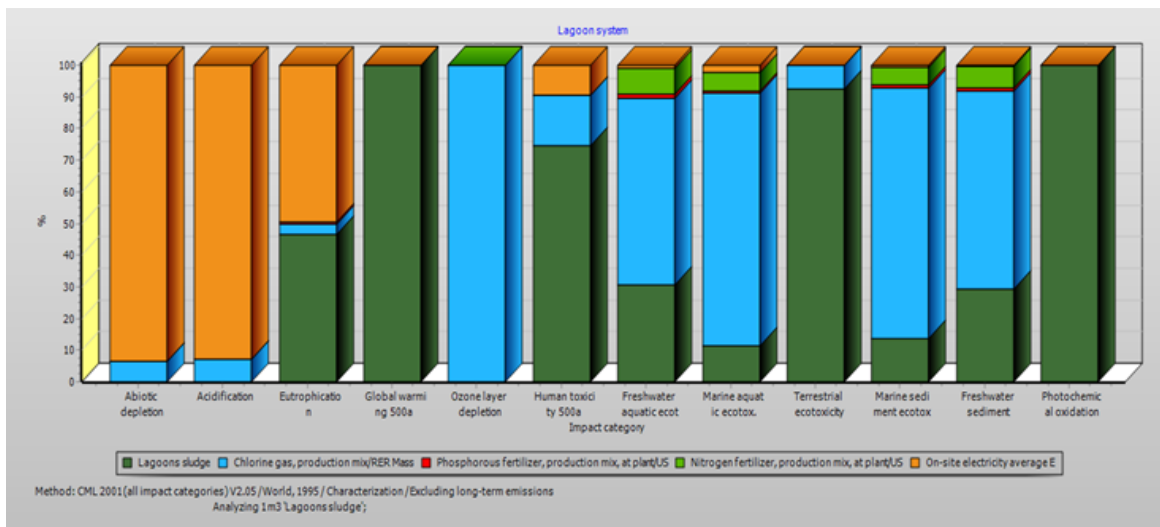
CML 2001، روش کاربردی جدیدی برای اجرای استانداردهای ایزو معرفی شده است. در این روش کاربردی، نحوه اجرای استانداردهای ایزو در قالب یک پروژه ارائه شده است. برای مرحله ارزیابی چرخه حیات، مجموعه طبقه اثرهای خاص و روش های ویژگی سازی به همراه عاملی اجرایی برای لیست صورت برداری معرفی گردیده است. این عمل منجر می گردد که عامل های ارزیابی اثر CML 2001 برای استفاده در داده های پایه ای ساده باشد و از اشتباهات احتمالی در حین تبدیل های اثر اجتناب گردد. در این روش، نتایج با استفاده از میزان تأثیر آن ها در طبقه اثرهای مختلف طبقه بندی می شوند. طبقه اثرهایی که در این روش محاسبه می شوند عبارتند از: پتانسیل اسیدی شدن، پتانسیل کاهش لایه ازن، پتانسیل تخلیه منابع، پتانسیل گرمایش جهانی، پتانسیل مردابی شدن، پتانسیل تشکیل اکسیدفئوشیمیایی، پتانسیل سمیت برای آب های شیرین، پتانسیل سمیت برای آب های دریایی، پتانسیل سمیت برای اکوسیستم های خشکی و پتانسیل سمیت برای انسان.

#### ۲،۴. روش Eco-indicator99

ردپای اکولوژیکی به صورت زمین حاصلخیز بیولوژیکی و آبی تعریف می شود که یک جمعیت برای تولید منابع مصرفی خود و جذب زایدات ناشی از سوخت فسیلی و هسته ای نیاز دارد. در LCA، ردپای اکولوژیکی یک محصول، برابر است با زمین مصرف شده به صورت مستقیم و غیر مستقیم برای انرژی مورد استفاده و CO<sub>2</sub> ناشی از سوخت فسیلی و تولید کلینکر.

### ۵. تجزیه و تحلیل داده ها

در این بخش یافته های تحقیق و خروجی نرم افزار سیماپرو به دو روش CML2001 و Eco-indicator99 ارائه می گردد. نمودارهای مربوط به هر سیستم بر اساس مشارکت نسبی آن ها در هر طبقه اثر توصیف و شرح داده می شوند.



شکل ۳- اثرات زیست محیطی به ازای هر یک متر مکعب لجن و درصد اثر مشارکت اجزای سیستم لاگون به روش CML2001

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود، نرم افزار، ارزیابی اثرات را در ۱۲ طبقه اثر به تصویر کشیده و اطلاعات لازم از جمله لجن حاصل از لاگون، گاز کلر مورد استفاده، فسفر کودی موجود در لجن، نیتروژن کودی موجود در لجن و الکتریسیته مصرفی در محل، بر حسب  $1 \text{ m}^3$  لجن به روش CML2001 آنالیز شده اند (جدول ۲). نمودار بعد از نرمالسازی حاصل شده و تمامی اطلاعات وارد شده در نرم افزار بر حسب میزان تأثیر در هر طبقه اثر شرکت کرده است. طبقه اثر تخلیه منابع زیستی، انرژی بر بودن یک سیستم را نشان می دهد. به عبارتی دیگر نشان می دهد که یک سیستم چقدر در کمک به کاهش مصرف سوخت ها به کار می آید. در طبقه اثر اسیدی شدن، پتانسیل یک آلاینده برای اسیدی شدن را می توان بر اساس ظرفیت تولید یون هیدروژن مثبت اندازه گیری کرد. در طبقه اثر اوتروفیکاسیون، مقدار تأثیر ازت و فسفر در پدیده شکوفایی جلبکی سنجش می شود. طبقه اثر گرمایش جهانی، تغییر اقلیم مرتبط با انتشار گازهای گلخانه ای دی اکسید کربن به هوا را مورد بررسی قرار می دهد. در طبقه اثر تخریب لایه ازن، ملاک سنجش، ازن استراتوسفری به ازای کلروفلوروکربن تولیدی می باشد. طبقه اثر سمیت برای انسان، میزان خطر برای انسان را از نظر بهداشتی می سنجد. در طبقه اثر اکسیداسیون فتوشیمیایی، موادی که در تشکیل ازن فتوشیمیایی نقش دارند بر حسب اتیلن، ملاک سنجش قرار گرفته اند. سایر طبقات نیز سمیت زمین، سمیت آب آشامیدنی و سمیت دریایی را بیان میکنند.

جدول ۲- مقدار محاسبات صورت پذیرفته و تأثیرات اجزای شرکت کننده در هر طبقه اثر در سیستم لاگون به روش CML2001

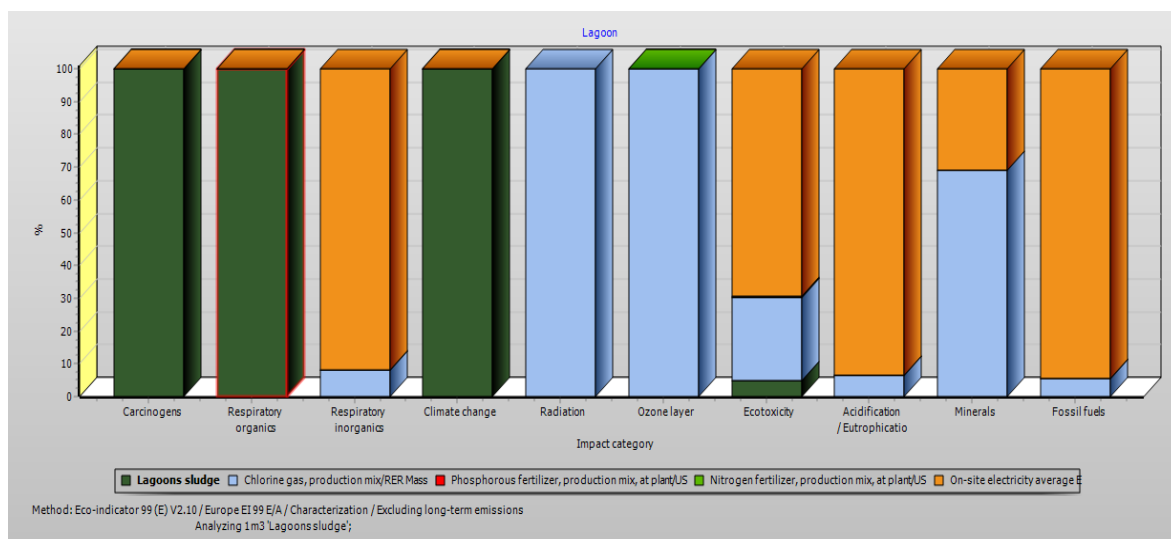
طبقات اثر	واحد (بر حسب معادل کیلوگرم)	کل	لجن لاگون	بیشترین سهم %	گاز کلر	فسفر کود	نیتروژن کود	الکتریسیته
تخلیه منابع زیستی	آنتیموان	2.17	*	93.5	0.138	6.04E-5	0.0017	2.03
اسیدی شدن	دی اکسید گوگرد	2.61	*	92.8	0.186	0.000439	0.00199	2.42
اوتروفیکاسیون	فسفات	0.191	0.0887	49.4	0.00662	0.00134	2.98E-5	0.0943
گرمایش جهانی	دی اکسید کربن	5.23E5	5.23E5	99.9	24.2	0.0074	0.112	277
تخریب لایه ازن	کلروفلوروکربن ۱۱	2.44E-6	*	100	2.44E-6	5.75E-14	6.81E-11	*
سمیت انسان	۱,۴ دی کلرو بنزن	11.7	8.72	74.7	1.86	0.00053	0.00347	1.09
سمیت آب	۱,۴ دی کلرو بنزن	0.241	0.0733	59.3	0.143	0.00273	0.0195	0.00245
سمیت دریایی	۱,۴ دی کلرو بنزن	6.18	0.71	79.7	4.92	0.0514	0.36	0.133

2.24E-5	7.54E-6	2.14E-6	0.0679	92.4	0.824	0.892	۱,۴ دی کلرو بنزن	سمیت زمین
0.0462	0.321	0.0518	4.74	79.4	0.815	5.98	۱,۴ دی کلرو بنزن	سمیت رسوبات دریایی
0.00196	0.0441	0.00671	0.398	62.3	0.188	0.639	۱,۴ دی کلرو بنزن	سمیت رسوب آب شیرین
0.0916	8.54E-5	1.86E-5	0.00874	100	416	416	اتیلن	اکسیداسیون فتوشیمیایی

\*مقادیر ناچیز می باشد

در این روش، در طبقات اثر تخلیه منابع زیستی، اسیدی شدن و اوتروفیکاسیون، بیشترین مشارکت را الکتروسیته مصرفی در محل، (بترتیب ۹۳,۵، ۹۲,۸، ۴۹,۴ درصد) دارد. در طبقات اثر اکسیداسیون فتوشیمیایی، گرمایش جهانی، سمیت زمین و سمیت برای انسان، لجن حاصل از سیستم لاگون، بیشترین سهم را (بترتیب ۱۰۰، ۹۹,۹، ۹۲,۴، ۷۴,۷ درصد) ایفا می کند. و در نهایت در طبقات اثر تخریب لایه ازن، سمیت دریایی، سمیت رسوبات دریایی، سمیت رسوب آب شیرین و سمیت آب شیرین، گاز کلر مورد استفاده، بیشترین تأثیر را (بترتیب ۱۰۰، ۷۹,۷، ۷۹,۴، ۶۲,۳، ۵۹,۳ درصد) دارا می باشد. طبقات اثر اکسیداسیون فتوشیمیایی و تخریب لایه ازن با مشارکت ۱۰۰ درصدی گاز کلر و لجن حاصل از سیستم لاگون، طبقات اثر با ریسک بالای تأثیر بر محیط زیست می باشند.

#### ۲,۵. سیستم لاگون به روش 99 Eco-indicator



شکل ۴- اثرات زیست محیطی به ازای هر یک متر مکعب لجن و درصد اثر مشارکت اجزای سیستم لاگون به روش 99 Eco-indicator

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می شود، در روش 99 Eco-indicator، ۱۰ طبقه اثر مشارکت دارد. تفاوت آن با روش CML2001 در این است که طبقات اثر اوتروفیکاسیون و اسیدی شدن در یک طبقه و به صورت تجمع شده بیان می شود. ضمناً وجه مشترک این دو روش، طبقات اثر تغییرات آب و هوایی (گرمایش زمین)، تخریب لایه ازن، اسیدی شدن و اوتروفیکاسیون می باشد.

جدول ۳- مقدار محاسبات صورت پذیرفته و تاثیرات اجزای شرکت کننده در هر طبقه اثر در سیستم لاگون به روش Eco-indicator99

طبقات اثر	واحد	کل	لجن لاگون	بیشترین سهم %	گاز کلر	فسفر کود	نیترژن کود	الکتریسیته
سرطانزایی	شاخص دالی	0.00147	0.00147	99.9	2.11E-7	5.38E-8	4.79E-9	5.94E-7
تنفس آلی	شاخص دالی	0.000888	0.000888	100	6.27E-9	6.2E-12	5.75E-11	2.63E-7
تنفس غیر آلی	شاخص دالی	0.000215	*	91.7	1.76E-5	2.3E-8	1E-7	0.000197
تغییرات اقلیم	شاخص دالی	0.313	0.313	100	5.26E-6	1.63E-9	3.59E-8	6.08E-5
تابش	شاخص دالی	1.28E-7	*	100	1.28E-7	*	*	*
لایه ازن	شاخص دالی	5.49E-9	*	100	5.49E-9	7.62E-17	4.21E-14	*
سمیت زیستی	اثر بالقوه در متر مربع در سال	3.13	0.158	69.5	0.785	0.00859	0.00179	2.17
اسیدی شدن / اوتروفیکاسیون	اثر بالقوه (PAF <sup>1</sup> ) متر مربع در سال	6.33	*	93.5	0.408	0.000562	0.00264	5.91
معدنی شدن	مگا ژول انرژی مازاد	0.0039	*	68.9	0.00268	*	*	0.00121
سوخت فسیلی	مگا ژول انرژی مازاد	355	*	94.3	19.9	0.00964	0.278	335

\*مقادیر ناچیز می باشد

در این روش، فسفر کودی و نیترژن کودی موجود در لجن، در هیچ یک از طبقات اثر مشارکت ندارد. در طبقات اثر تنفس آلی، تغییرات آب و هوایی و سرطانزایی، لجن حاصل از لاگون بیشترین تأثیر را (بترتیب ۱۰۰، ۱۰۰، ۹۹٫۹ درصد) دارد. در طبقات اثر سوخت فسیلی، اسیدی شدن/اوتروفیکاسیون، تنفس غیر آلی و سمیت زیستی، الکتریسیته مصرفی در محل، بیشترین نقش را (بترتیب ۹۴٫۳، ۹۱٫۷، ۶۹٫۵ درصد) ایفا می کند. همچنین در طبقات اثر تابش، تخریب لایه ازن و معدنی شدن، گاز کلر مورد استفاده، بیشترین مشارکت را (بترتیب ۱۰۰، ۱۰۰، ۶۸٫۹) بر حسب درصد، داراست. و با توجه به آنالیز داده ها (جدول ۳)، میتوان دریافت که طبقات اثر تغییرات آب و هوایی، تخریب لایه ازن، تابش و تنفس آلی، جزء طبقات اثر موثر و حساس بر محیط زیست می باشند. در برخی از روش های ارزیابی اثرات، مرحله ای به نام ارزیابی آسیب وجود دارد. در این مرحله شاخص های طبقه بندی اثرات که دارای واحد مشترکی هستند اضافه می گردند. بعنوان مثال در روش Eco-Indicator 99 تمامی اثراتی که مربوط به سلامتی بشر می شوند با حروف DALY<sup>2</sup> (به معنی سال های زندگی با ناتوانی تعدیل شده) بیان می گردند.

## ۶. نتیجه گیری

LCA، این امکان را ایجاد می کند که پیش از احداث سیستم ها، مدیران تحت امر، بهترین تصمیم گیری در خصوص انتخاب روش تصفیه با کمترین بار زیست محیطی و صرفه اقتصادی را ملحوظ نمایند. در این تحقیق، از روش ارزیابی چرخه حیات، به منظور ارزیابی زیست محیطی سیستم تصفیه لجن لاگون هوادهی اردبیل، با هدف تعیین و برآورد اثرات زیست محیطی محتمل این سیستم بر محیط زیست و انتخاب سیستم جایگزین در صورت نیاز، استفاده شد. تا سیستمی پاک تر و دوستدار محیط زیست تر انتخاب گردد. نتایج نشان داد که در هر یک از روش ها، طبقات اثر گوناگونی شرکت دارند و پارامترهای مورد سنجش در این طبقات، نتایج مختلفی را بیان میکنند. وجه مشترک پایگاه داده های مربوطه، طبقات اثر تغییرات آب و هوایی (گرمایش زمین)، تخریب لایه ازن، اسیدی شدن و اوتروفیکاسیون می باشد. طبق نتایج حاصله، در روش CML2001، گاز کلر در بین طبقات اثر مشترک،

<sup>1</sup> Potentially affected fraction

<sup>2</sup> Disability adjusted life years



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کهر

## کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



بیشترین تأثیر را با مشارکت ۱۰۰ درصدی در طبقه اثر تخریب لایه ازن، داراست. و در روش Eco-indicator99، در بین طبقات با اثر مشترک، بیشترین تأثیر را گاز کلر، در طبقه اثر تخریب لایه ازن و لجن حاصل از لاگون در طبقه اثر تغییرات آب و هوایی با مشارکت ۱۰۰ درصدی دارا می‌باشند. و گاز کلر به عنوان عامل مهم، با بیشترین تأثیر نامطلوب بر محیط‌زیست در طبقه اثر تخریب لایه ازن در هر دو روش شناسایی گردید. با مقایسه دو روش میتوان دریافت که تفاوت چندانی در نتایج، حاصل نشد و سیستم لاگون هوادهی از نظر زیست‌محیطی، سیستم سازگار با محیط‌زیست نمی‌باشد. و لازم است در تحقیقات آتی، سایر سیستم‌ها نیز از نظر زیست‌محیطی، با روش LCA، مورد ارزیابی قرار گیرند تا سیستم جایگزین مطلوب در طرح توسعه تصفیه‌خانه فاضلاب اردبیل معرفی گردد.

## ۷. مراجع

۱. عطاریان، پ. مختارانی، ن. (۱۳۹۳)، ارزیابی چرخه حیات (LCA)، هفتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط‌زیست، تهران، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران.
2. Guangming Z., Ru Jiang., Guohe Huang., Min Xu., Jianbing Li. (2007). " Optimization of wastewater treatment alternative selection by hierarchy grey relational analysis" Journal of environmental management, Vol.82, Issue 2, pp.250-259.
3. Emmerson, G.K., Morse, G.K., Lester, J.N., 1995, "The Life-Cycle Analysis of Small Scale Sewage Treatment Processes" Water and Environmental Journal of Promoting Sustainable Solutions, Vol.9, Issue3, pp.317-325.
4. Dixon, A., Simon, M., Burkitt, T., 2003, "Assessing the environmental impact of two options for small scale wastewater treatment: comparing a reedbed and an aerated biological filter using a life cycle approach" Ecological Engineering, Vol.20, No.4, pp. 297-308.
5. Machado A.P., Urbano L., Brito A.G., Janknecht P., Salas J.J and Nogueira R.(2007). Life cycle assessment of wastewater treatment options for small and decentralized communities. University of Minho, Institute of Biotechnology and Bioengineering – Centre of Biological Engineering, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portuga.
6. Renou, S., Thomas, J.S., Aoustin, E., Pons, M.N., 2008, " Influence of impact assessment methods in wastewater treatment LCA", Journal of Cleaner Production Vol.16, No.8, pp.1098-1105.
7. Zhang, Q.H., Wang, X.C., Xiong, J.Q., Chen, B.Cao, 2010, "Application of life cycle assessment for an evaluation of wastewater treatment and reuse project – Case study of Xian, China", Bioresource Technology, Vol.101, No.5, pp.1421-1425.
8. Changqing, Xu., Chen, wei., Hong, Jinglan., 2014, "Life-cycle environmental and economic assessment of sewage sludge treatment in China" Journal of Cleaner Production 67, 79-87.
9. Corominas, Ll., Foley, J., Guest, J.S., Hospido, A., Larsen, H.F., Morera, S., Shaw, A., 2013, " Life cycle assessment applied to wastewater treatment: State of the art", water research, Vol.47, No.13, pp. 5480-5492.
10. Guinée, J., 2001. Handbook on life cycle assessment - Operational guide to the ISO standards. International Journal of Life Cycle Assessment 6, 255.
۱۱. حسین زاده، م. (۱۳۹۲)، ارزیابی فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی فرایند های تصفیه فاضلاب شهری با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره (مطالعه موردی استانهای اردبیل ، آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی )، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی محیط‌زیست- آب و فاضلاب. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.