ارزشیابی سناریوهای مدیریت پسماند های سنگی با استفاده ازنرم افزار Simapro8.5 مطالعه موردی شهرک صنعتی شمس آباد استان تهران

زهره هاشمی[۱*]، رضا رفیعی[۲]، مظاهر معین الدینی[۳]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

ایمیل نویسنده مسئول: zohrehhashemi64@ut.ac.ir

شماره موبایل نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۷۲۷۹۱۷۷

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۱۴

چکیده

رشد جمعیت و صنعتی شدن منجر به بحران های محیط زیستی شده است. پسماندهای صنعتی از جمله آلودگی‌هایی است که تاثیرات منفی زیادی بر محیط زیست می گذارد. هدف این پژوهش بررسی وضعیت موجود مدیریت پسماند و پیشنهاد یک روش جدید برای مدیریت پسماندهای شهرک صنعتی شمس آباد است. اساسا مهمترین بخش پسماند در شهرک،پسماندهای سنگی بودند و لذا توجه اصلی این تحقیق روی این دسته از پسماندها است. به همین منظور دو سناریو بررسی شد که شامل۱) استفاده از پسماند سنگی برای تولید کاغذ سنگی۲) تولید آجر و تولیدسرامیک میشود.برای انجام مقایسه سناریوها با استفاده از روش ارزیابی چرخه زندگی در مرحله اول بعد ازتعیین برد ومزرهای تحقیق، لیست کاملی از فرآیندهای زیر مجموعه هر یک از این سناریوها تهیه شد. برای انجام سیاهه نویسی چرخه زندگی هر یک از سناریوها از نرم افزارSIMAPRO استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تولید آجر و سرامیک از لحاظ محیط زیستی اثرات کمتری در برخواهد داشت. با تولید آجر و سرامیک از این نوع پسماند هم میتوان از میزان پسماند تولیدی کم کردو هم هزینه های تولید آجر و سرامیک راکاهش داد.

کلمات کلیدی

"SIMAPRO " ," ارزیابی چرخه زندگی " , " پسماندهای سنگی " ," شهرک صنعتی شمس آباد "

Evaluation of stone waste management scenarios using Simapro8.5 software. Case study of Shams Abad industrial estate in Tehran province

ZohrehHashemi[1,*], Reza Rafiee[2], Mazaher Moeinaddini[2]

[1] Master of Science in the Environment, University of Tehran, Teharn, Iran

[2] Assistant Professor of Environmental Science, University of Tehran, Teharn, Iran

[*]Email Address: zohrehhashemi64@ut.ac.ir [*] Mobile Phone: +989127279177

Abstract

Population growth have led to environmental crises. Industrial waste is one of the pollutants that has a very negative impact on the environment.The purpose of this study was to investigate the existing status of waste management and to propose a new and optimal method for waste management of Shams Abad industrial estate.Basically the most important part of the waste in the town were stone solids and the main focus of this research is on these wastes .For stone waste management, two scenarios have been investigated, including: (1)the use of stone waste for the production of paper and (2)the production of bricks and ceramic production.In order to compare the scenarios using the life cycle assessment method, in the first step, after determining the range and fields of the research, a complete list of the sub-processes of each of these scenarios was prepared.SIMAPRO software was used to perform logging of the life cycle of each scenario .Results: The results of this study showed that the production of ceramic and bricks would have less effect on the environment. By producing bricks and ceramics from this kind of waste, it can reduce the amount of waste,the cost of ceramic and brick production.

Keywords

“SIMAPRO”, “Life Cycle Assessment”, “stone Waste”, “Shams Abad Industrial estate”

۱-مقدمه

شهرک‌های صنعتی ایران، به دلیل عدم توجه به سیاستها و عملکردها و اهداف ناشی از تأسیس شهرک‌ها و هماهنگ نبودن و فقدان انسجام کافی بین واحدهای تولیدی درون شهرک در انتقال پسماند و انرژی به یکدیگر باعث تشدید معضلات محیط زیستی ازجمله تولید انواع آلودگی های مواد، عدم بازیافت ضایعات تولیدی واحدهای مختلف مستقر در شهرک، هدر رفت آب، انرژی و غیره شده اند، که در نهایت زیان ناشی از آن متوجه جامعه، شرایط اقتصادی و محیطزیست کشور میشود(۱). یکی از این روش هایی که اخیراً در زمینه مدیریت زباله جامد شهری کاربرد زیادی پیدا کرده است، روش ارزیابی چرخه زندگی (LCA) است. کاربرد روش ارزیابی چرخه زندگی برای ارزیابی سیستم های مدیریت زباله جامد، به خصوص در زمینه فرایند تصمیم گیری، طراحی استراتژی ها و روش های مختلف دفع رو به افزایش است(۲). امروزه مدیریت پسماند، به عنوان یکی از مسائل کلیدی زیست محیطی مدنظر قرار می گیرد به همین سبب تقاضای روز افزونی به جهت تجزیه و تحلیل و مقایسه کارایی زیست محیطی و تکنولوژیکی سیاست های مختلف مدیریت پسماند وجود دارد چنین کاری را می توان با ابزارهای ارزیابی زیست محیطی از جمله simapro انجام داد(۳).

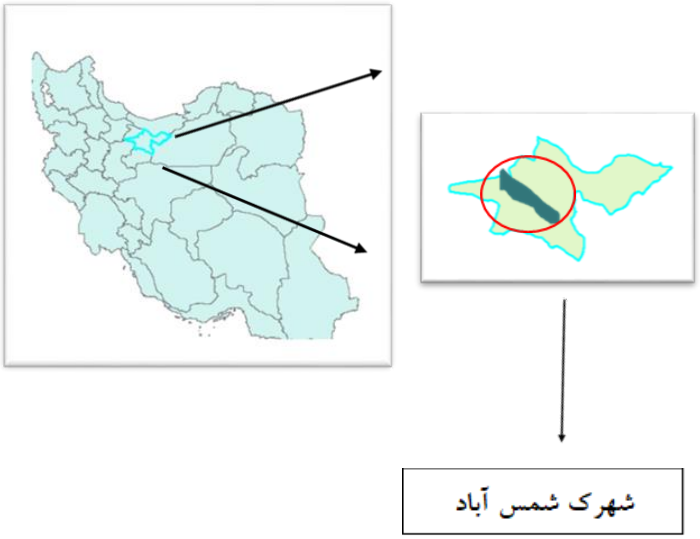
۲-روش انجام تحقیق

- **محدوده مورد مطالعه**

شهرک صنعتی شمس‌آباد با وسعتی بالغ بر ۳ هزار هکتار در جنوب استان تهران قرار داردکه در سال ۱۳۷۲ بزرگ‌ترین شهرک صنعتی ایران و خاورمیانه پایه گذاری گردید . در حال حاضر تعداد واحدهای صنعتی فعال در این شهرک بالغ بر ۲۶۸۳ واحد صنعتی بوده که اکثر آنها مربوط به صنایع معدنی است. امکانات زیادی از جمله آب، برق، تلفن، گاز، تصفیه خانه فاضلاب را داراست. شهرک صنعتی شمس‌آباد در کیلومتر ۴۵ اتوبان تهران – قم در مجاورت شهر حسن‌آباد فشافویه و در فاصله پنج کیلومتری از فرودگاه بین‌المللی امام خمینی است. مختصات جغرافیایی این منطقه ۳۵ درجه و ۲۱ دقیقه و ۶ ثانیه شمالی و ۵۱ درجه و ۱۳دقیقه ۹ ثانیه شرقی است. در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی شهرک شمس آباد نشان داده شده است (4)

نقشه استان تهران

نقشه ایران



شکل ۱- **موقعیت جغرافیایی شهرک شمس آباد**

- روش تعیین حجم نمونه در پژوهش حاضر

به دلیل اینکه کارخانجات سنگ بری بیشترین پسماند را تولید می¬کنند بازدید های انجام شده از این کارخانجات طی دو بار و سه کارخانه به نمایندگی ازکارخانجات دیگر صورت گرفت. با توجه به محدودیت های از جمله زمان کم و نیروی اندک، بررسی تمام واحدها مقدور نبود. با توجه به اطلاعات بدست آمده از مسئولین شهرک و کارخانجات موجود میزان و نوع پسماند ها مشخص شدند. صنایع معدنی از صنایع اصلی در شهرک است که بیشترین تعداد را دارد و بیشترین پسماندتولیدی را ایجاد می کند. صنایع معدنی ۲۵,۵درصد از تعداد واحدهای شهرک را تشکیل می دهد و تقریبا ۱۴۰۰ نفر پرسنل در دوشیفت کاری در این واحدها مشغول هستند. در مجموع ۲۶۸۳ شرکت در شهرک ثبت شده است که ۳۳۷ شرکت مربوط به سنگ بری است.

- پیشینه مدیریت پسماند سنگی

لجن تولید شده در کارگاه های سنگ می تواند برای تولید آجر مورد استفاده قرار گیرد. لجن تولید شده دارای محتوای آب بسیار بالایی است و لذا برای تولید آجر نیاز به مصرف آب نیست. به این ترتیب هم مصرف آب بسیار پایین می آید و هم بخش بزرگی از لجن تولید شده مدیریت می‌شود(۵).این نوع پسماند سنگی میتوانند دوباره استفاده شوند ومورد بازیافت قرار گیرند.

پسماند ناشی از برش سنگ های مرمر و گرانیت تا ۵۰ ٪ میتوانند به مواد رسی اضافه شوند. تیکه های مرمر و گرانیت به منظوردستیابی به حالت بهتربه قطعات کوچکتر میشکنند. برای تولید آجر درکارخانه های مربوطه درصدی از این نوع پسماند به صورت مخلوط رسی استفاده می‌شوند. با تولید این نوع آجرها در میزان انرژی صرفه جویی شده و همچنین میزان پسماندکاهش می یابد(۶). از پسماند گرانیت و مرمر در اندازه های مختلف در تولید آجر های بتنی با جایگزینی کامل از این نوع پسماند و پودر دوغاب (گل روان) به میزان ۴۰ ٪ میتوان استفاده کرد. با توجه به آزمایشات مشخص شد میتوان از این نوع آجر ها در بخش های ساختمانی استفاده کرد(۷). با استفاده از لجن ناشی از سنگ بری در تشکیل آجر ها و کاشی های موزاییک از اثرات زیست محیطی و هزینه های تولید کاسته می‌شود. آزمایش ترکیب لجن نشان داد که میتوان از این مواد در تولید آجر های بتنی استفاده کرد. همچنین از لجن ها می¬توان در تولید موزاییک استفاده کرد وکیفیت آن ها را از جنبه های مختلف با نمونه های استاندارد مقایسه کرد. استفاده از پسماند لجن از کارخانه های سنگ بری باعث کاهش پسماند و حفظ محیط زیست و همچنین باعث کاهش استفاده از منابع طبیعی می‌شود. (۸)پسماند سنگی می تواند یکی از مواد اولیه تولید بتن باشد. استفاده مجدد از این نوع پسماند علاوه بر حفاظت از منابع طبیعی و کاهش انتشارات گازهای گلخانه ای، ورود این نوع مواد غیر قابل تجزیه به لندفیل را هم کاهش میدهد. این مواد بیشتر در صنایع بتن سازی استفاده می‌شوند و همچنین در آجرسازی میتوان از لجن تولیدی استفاده کرد .پسماند مرمر و گرانیت میتوانند به جای مواد رسی استفاده شوند. با توجه به کارهای انجام شده میتوان از لجن تولیدی گرانیت در تولید کاشی های چینی استفاده کرد.(۹) سالانه میلیون‌ها تن ضایعات به اشکال مختلف در معادن وکارخانجات سنگبری ایران تولید میشود. دراغلب موارد این ضایعات در طبیعت رها می شوندکه مخاطرات زیست محیطی را به دنبال دارند. در این پژوهش ضایعات درشت و پودر پساب کارخانجات سنگبری با رزین ترکیب و باریکه های سنگ مصنوعی تولید میشود . نتایج نشان می‌دهد باریکه های تولیدی دارای مشخصات فیزیکی و شیمیایی مطابق با استانداردهای ملی ایران برای سنگ ساختمانی هستند(۱۰). دراین پژوهش از لجن پسماند سنگی که ازکارخانه های فرایند سنگ مرمر و گرانیت تولید میشود برای تولید سنگ های مصنوعی استفاده شد. نتایج نشان داد که جذب آب و چگالی سنگ های تولید شده در مقایسه با سنگ های طبیعی کاهش یافت بنابراین برای سنگ فرش خیابان ها و پوشش دیوار استفاده شدند (۱۱).

- سناریوی مدیریت پسماند سنگی شهرک شمس آباد

باتوجه به شرایط موجود در شهرک و پژوهش های انجام شده سناریوی مربوطه را میتوان به صورت زیر در نظر گرفت. این سناریو مربوط به خرده سنگ های ایجاد شده در کارخانجات سنگ بری است. می‌توان از سه طریق از این نوع پسماند استفاده کرد. راه حل اول در مورد لجن تولیدی پسماند سنگی است که می‌توان از آن ها هم در تولیدات رسی از جمله سرامیک و هم در آجرسازی استفاده کرد.راه حل دوم استفاده از این نوع مواد در تولید کاغذهای سنگی است که فرایندی محیط زیستی است که نیازی به قطع درختان و استفاده از آب ندارد و هم چنین می‌توان آن ها را بعد از دور ریز دوباره مورداستفاده قرار داد.

راه حل سوم برش این نوع خرده سنگ ها و استفاده از آن ها به عنوان مکعب در سنگ فرش خیابان هاست. در نهایت می‌توان تمام این نوع تولیدات را به فروش رساند.

- ارزیابی چرخه زندگی

روش ارزیابی چرخه زندگی از چهار مرحله زیر تشکیل شده است که این مراحل عبارتند از :

الف) تعریف هدف و دامنه کاربرد،ب) تجزیه و تحلیل سیاهه،ج) ارزیابی پیامد،د) مرحله تفسیر

دامنه کاربرد شامل مرز سیستم و سطح جزئیات یک مطالعه LCA به موضوع و استفاده مورد نظرمطالعه بستگی دارد. عمق و گستره ی LCA بسته به هدف یک LCA بخصوص دارد که ممکن است به میزان قابل توجهی متفاوت باشد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران،۱۳۸۳). مرحله تجزیه و تحلیل سیاهه چرخه زندگی (مرحله LCI) [1]دومین مرحله در ارزیابی چرخه زندگی است. این مرحله متضمن مجموعه ای از داده هایی است که برای برآورده نمودن اهداف مطالعه ی تعریف شده، لازم هستند.مرحله ارزیابی پیامد چرخه زندگی (LCIA) [2]سومین مرحله است. منظور از این مرحله تهیه اطلاعات اضافی جهت کمک به ارزیابی نتایج مرحله دوم یک سیستم محصول است به گونه ای که درک بهتری از اهمیت زیست محیطی آنها حاصل شود.تفسیر چرخه زندگی مرحله نهایی از روش اجرایی LCA است که در آن نتایج یک LCI و یا یک LCIA یا هر دو خلاصه میشود و به عنوان مبنایی برای نتیجه گیری ها، توصیه ها و تصمیم گیری

[1] Life cycle inventory
[2] Life cycle impact assesment

ها، مطابق با تعریف هدف و دامنه کاربرد مورد بحث قرار میگیرند(2).

- الگوریتم انجام محاسبات Simapro

در این مقاله از سه ماده از جمله کاغذ سنگی برای استفاده به عنوان برچسب محصولات، آزمایشاتی صورت گرفت که نشان دهد که کدام محصول ارجحیت دارد. برای این موضوع از مدل ارزیابی چرخه زندگی و نرم افزار simapro به این منظور استفاده کرد که نتایج نشان داد هر سه نمونه مورد استفاده در یک ردیف قرار دارند به این صورت که هر کدام به صورت برابردر زمینه ای ایجاد آلودگی می کنند(۱۲). ارزشیابی اثرات زیست محیطی در انواع آجر های تولیدی در مصر با استفاده از ابزار ارزشیابی چرخه زندگی نشان می‌دهد که از بین چهار نوع اجر تولیدی از جمله آجر رسی، شنی، سیمانی و آجر های خام کدام مورد اثرات کمتری بر روی محیط زیست دارد. با استفاده از نرم افزارSimapro آجرهای رسی بیشترین اثر و آجر های خام کمترین اثر را بروی محیط زیست دارند(۱۳).Simapro8.5. آخرین نسخه از نرم افزار ارزیابی چرخه حیات است که بطور گسترده در سراسر جهان مورد استفاده قرار می گیرد و به عنوان یک ابزار حرفه ای در تحلیل جنبه های زیست محیطی کالا یا خدمات محسوب می‌شود. این نرم افزار این عمل را به شیوه ای سیستماتیک و دائمی انجام می دهد، به نحوی که می توان بهترین راه حلها را بدست آورد. Simapro دارای چندین نسخه است و شامل مجموعه ای وسیع از اطلاعات و روشهای ارزیابی اثرات است. این نرم افزار این امکان را فراهم می کند تا مدل های چرخه حیات برای محصولات (کالا و خدمات) ایجاد گردند همچنین این نرم افزار می تواند به زبانهای مختلف اجرا شود (3).از نرم افزار Simapro برای مدل ارزیابی چرخه زندگی استفاده شد. از روش (Recipe 2016 midpoint(H) V1/01) برای ارزیابی اثر چرخه زندگی برای تعیین سیاهه در مورد اثرات میانی استفاده شد. Recipe یک روش جهانی و از پرکاربردترین روش های LCIA است. برای هدف ارزیابی چرخه زندگی از مدل توصیفی استفاده شد. تمام مراحل چرخه زندگی در این نرم افزار وجود دارد از جمله هدف وسیاهه چرخه زندگی و ارزیابی اثرات و در نهایت تفسیر ماده تولیدی از لحاظ اینکه چه آلاینده هایی تولید می کند. در ابتدا باید یک پروژه جدید تعریف شود و با استفاده از تمام اطلاعاتی که در خود نرم افزار وجود دارد می‌توان با انتخاب گزینه Analyze , Network این محاسبات را انجام داد. با انتخاب گزینه Compare می‌توان مقایسه بین تمام سناریو ها را انجام داد و تعیین کرد چه ماده ای برای استفاده در اولویت قرار دارد.۱۲ مورد در لیست برای midpoint وجود دارد ازجمله تغییر آب و هوا، اسیدی شدن، کاهش لایه ازن، یوتریفیکاسیون که در جدول ۱ به طور خلاصه به آن اشاره شده است.

جدول۱ -شاخص‌های اثر و واحد اندازه‌گیری هر بخش

بخش های اثر	واحد اندازه گیری
گرمایش جهانی	Kg CO۲eq
کاهش لایه ازن	Kg CFC۱۱ eq
تاثیرلایه ازن برسلامت انسان	Kg NOX eq
اسیدی شدن محیط های خشکی	Kg SO۲ eq
تاثیر لایه ازن با محیط خشکی	Kg NOX eq
مسمومیت محیط های خشکی	Kg ۱,۴-DCB[۲]
مسمومیت سرطان زایی برای انسان	Kg ۱,۴-DCB
مسمومیت غیر سرطان زا بودن برای انسان	Kg ۱,۴-DCB
کاربری زمین	M۲acrop eq
کاهش منابع معدنی	Kg Cu eq
کاهش منابع فسیلی	Kg oil eq
مصرف منابع آبی	M۳

- آنالیز سناریوی دوم

سناریو دوم استفاده از خرده سنگ ها و لجن تولیدی در زمینه های مختلف بود که شامل مراحل زیر است.

- ارزیابی چرخه زندگی کاغذ سنگی

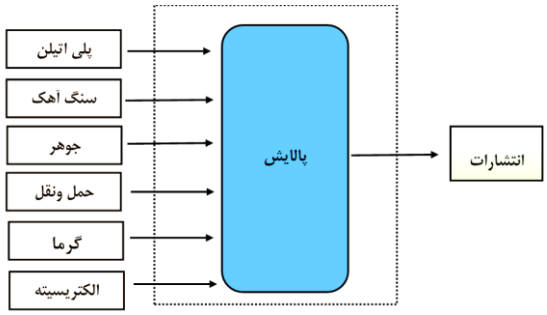
۱-هدف و دامنه[۳]: تعیین اثرات کاغذهای سنگی بر روی محیط زیست و مقایسه آن ها با مواد در این گزارش

۲- موجودی چرخه زندگی[۴]: ۸۰ درصد از کاغذهای سنگی از کربنات کلسیم تشکیل شده است. در تولید این ماده به طور مختصر موادی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در نرم افزار به عنوان ماده اولیه[۵] قرار می‌گیرد .

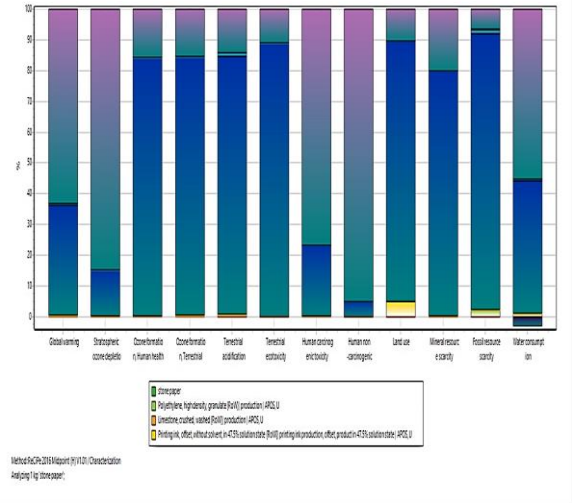
حمل و نقل برای تمام مواد تولیدی به صورت یکسان در نظر گرفته شده است. مواد اولیه شرکت کننده در تولید کاغذ سنگی در شکل۲ آمده است.

[1] Chlorofluorocarbons
[2] dichlorobenzene
[3] Goal and scope
[4] Life cycle inventory
[5] input

شکل ۲- مواد تشکیل دهنده تولید کاغذ سنگی(12)



۳- نتایج ارزیابی اثر چرخه زندگی[1] : طبق نمودار ۳ نشان می دهد که کاغذ سنگی چه نوع آلاینده و به چه میزان تولید می‌کند. این نمودار نشان میدهد که جوهر رنگ بشترین اثر را در زمینه استفاده از زمین ایجاد میکند و باقی مواد ورودی در تولید کاغذ سنگی نقش کمی را ایفا می‌کنند. بنابراین با جایگزنی ماده دیگر به جای جوهر رنگ می‌توان از این نوع آلایندگی هم جلوگیری شود.

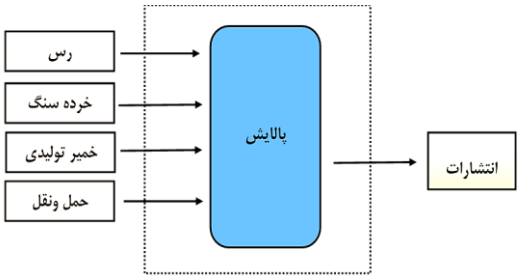


شکل ۳- نمودار ارزیابی اثرات زیست محیطی کاغذ سنگی

- تولید سرامیک

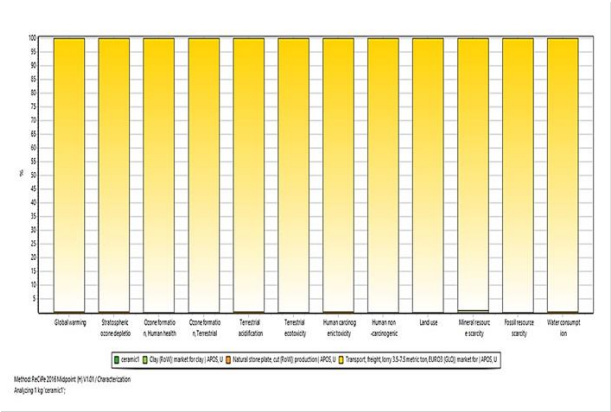
۱- هدف: تولید سرامیک ازپسماند سنگی

۲- موجودی: مواد درگیر در تولید سرامیک به صورت مختصر درشکل ۴ آمده است.



شکل ۴ - مواد و مراحل تولیدسرامیک

3- ارزیابی اثر: بعد از جایگزاری مواد اولیه در جدول موجود در نرم افزار و آنالیز آن ها موارد زیردر شکل۵ بدست آمد. مواد اولیه نقش کمی دارند ولی حمل ونقل در همه زمینه ها اثر گذار است.

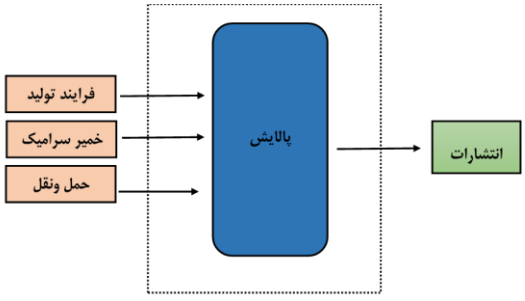


شکل ۵ -نمودارارزیابی اثرات سرامیک

- تولید آجر

۱- هدف :تولید آجر از مواد پسماند سنگی

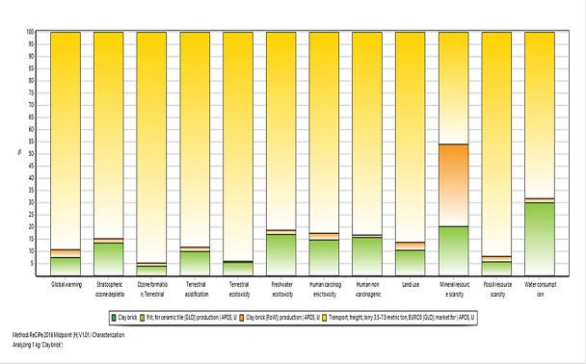
۲- موجودی :طبق شکل۶ مشخصات مواد ورودی آمده است.



شکل ۶ -مواد و مراحل تولید آجر

[1] Life cycle impact analysis

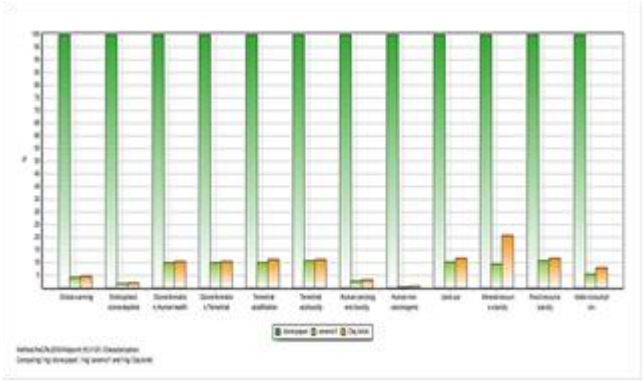
۳- ارزیابی اثر با آنالیز مواد اولیه در شکل ۷ به ما نشان می دهد که این مواد چه میزان آلاینده تولید می کنند.



شکل ۷ – نمودار ارزیابی اثرات تولید آجر

۳- نتایج ارزیابی چرخه زندگی

شکل۸ نتایج توصیفی ۳ ماده برای هر فهرست اثر را نشان میدهد. ماده با بیشترین فاکتور اثردر هر فهرست تا صد درصد شماره گذاری شده است و دیگر مواد بر طبق آن طبقه بندی می شوند. نمودار نهایی بعد از مقایسه سه جریان تولید مواد شامل تولید کاغذهای سنگی، تولید آجر، تولید سرامیک در محیط نرم افزار نشان میدهد که کاغذهای سنگی بیشترین آلاینده را تولید میکنند و آجر و سرامیک آلاینده های کمی تولید می کنند بنابراین این مواد برای استفاده از پسماند سنگی در اولویت هستند.



شکل ۸- نتایج توصیفی مقایسه ای ارزیابی اثر چرخه زندگی تولید آجر، کاغذ سنگی و سرامیک

٤- نتیجه‌گیری

طبق تحقیقات انجام شده در مورد استفاده از پسماند سنگی در تولید آجر و سرامیک نشان داد که در بیشتر مکان ها می‌توان این فرضیه را استفاده کرد و میزان پسماند را به مقدار خیلی زیاد کاهش داد و همچنین مواد اولیه برای تولید کمتر مورد استفاده قرار میگیرد که به این طریق هزینه ها هم کاهش پیدا میکند ولی در مورد کاغذهای سنگی شرایط خاص تری وجود دارد که هم باید شرایط جغرافیایی منطقه و هم مواد اولیه به طور جزیی در نرم افزار Simapro مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به مشاهدات و اطلاعات بدست آمده مشخص شد که بیشترین پسماند تولیدی در شهرک از نوع پسماند سنگی است. برای به کارگیری مجدد از این نوع پسماند روش های مختلفی وجود دارد که با استفاده از نرم افزار Simapro مشخص شد می‌توان از این نوع پسماند برای تولید آجر و سرامیک استفاده کرد که از لحاظ زیست محیطی اثرات کمتری دارد و همچنین از میزان پسماند درمحل دفن کاسته می‌شود. در مورد ارزیابی زیست محیطی پسماند با استفاده از نرم افزار Simapro تمام مواد ورودی در نرم افزار با استفاده از پژوهش های قبلی موجود و پیش فرض های موجود در نرم افزار استفاده شد که نمی‌تواند به عنوان گزینه ای واقعی در تمام مکان ها مورد استفاده قرار گیرد پس بهتر این است که مواد اولیه به طور واقعی در محل اندازه گیری و به نرم افزار وارد شوند.

منابع

-Burgahi MPN, Susan Asghari. Environmental Studies of Industrial Towns of Iran. J. of Env Scie. and Tech. 2002;4(1):1-12.(in persian)

-Life Cycle Assessment. ISIRI. 2004.(in persian)

-Khorasani NSMM, Mojdeh Soroush. The Effect of Different Management Methods of Tehran City on Climate Change Using Software. 4th Conference of Environmental Engineering. 2008.(in persian)

-The website of the Industrial Township of Tehran Province, Tehran.isipo.ir (in persian)

-Nasserdine K, Mimi Z, Bevan B, Elian B. Environmental management of the stone cutting industry. J Environ Manage. 2009;90(1):466-70.

-Acchar W VF, Segadães AM. Using ornamental stone cutting rejects as raw materials for red clay ceramic products: Properties and microstructure development. MAT SCI ENG. 2006;435:606-10.

-Hamza R E-HS, Khedr S. Utilization of Marble and Granite Waste in Concrete Bricks IPCBEE. 2011;21.

-Al-Zboon K, Tahat M, Abu-Hamatteh ZS, Al-Harahsheh MS. Recycling of stone cutting sludge in formulations of bricks and terrazzo tiles. Waste Manag Res. 2010;28(6):568-74.

-Kumar Gautam P PKD, Singh Jethoo A, Harshwardhan S. Dimensional Stone Waste Characterization in Rajasthan and Suggesting their possible Remedies. International Journal on Emerging Technologies. 2017;8:40 42.

-Sepahvand Z BK. Production of Artificial Stone from Dimension Stone Waste. Eng Civil. J. 2018.;50:453 60.(in persian)

-Barani K EH. Production of artificial stone slabs using waste granite and marble stone sludge samples. JME. 2016;7:135-41
.
-Chris A LA, Yang K. Life Cycle Assessment of Stone Paper, Polypropylene Film, and Coated Paper for Use as Product Labels. Master's Project Report, University of Michigan: Ann Arbor. 2016:1-51.

-A. N. Environmental Impacts Assessment of the Egyptian Brick Types Using Life Cycle Assessment Tool. avnir conference. 2014:1-4.