

# Environmental Impacts Assessment of the Transformation of Municipal Solid Waste Process of Tabriz City

Saeed Lak<sup>1</sup>, Morteza Alighadri<sup>\*2</sup>, Kouros Rahmani<sup>3</sup>, Mohammad Hasan Sarbazan<sup>4</sup>

1. MSc student in Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran
2. Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran
3. Department of Environmental Health Engineering, Mamasani Higher Education Complex for Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
4. Development and Health, Safety and Environment of the Waste Management Organization of Tabriz Municipality

\* E-mail: [m.alighadri@arums.ac.ir](mailto:m.alighadri@arums.ac.ir)

Received: 21 Jun 2018 ; Accepted: 4 Sep 2018

## ABSTRACT

**Background & Objectives:** Waste processing is one of the most important elements responsible for Municipal Solid Waste (MSW). The present study aimed to investigate the characteristics of Tabriz urban solid waste and, finally, assess the environmental impacts of proposed scenarios for the management of MSW in Tabriz in 2017.

**Methods:** In this descriptive study, the required data were collected from field observations, collecting library data, physical analysis with 4 sampling steps in 4 seasons in accordance with ASTM standard method. 4 scenarios (energy generation and composting, energy generation, composting, current status) were proposed and environmental impact assessment of proposed scenarios with Iranian Leopold matrix.

**Results:** An average of 1438 tons per day of MSW is collected from the city of Tabriz and the average per capita waste production for this city is 0.804 kg per person per day. The average thermal energy generated from the total waste of Tabriz city is 7965 Kj/Kg. The results of the evaluation using the Leopold matrix showed that Scenario 1 (energy generation and composting) with a score of 171 was considered as the best scenario and scenario 4 (current status) with 212 points was the worst management scenario.

**Conclusion:** In the present situation, planning and adopting appropriate measures to reduce negative environmental impacts, composting and energy generation can be appropriate for the management of MSW in Tabriz.

**Keywords:** Environmental impact assessment, Leopold Matrix, Municipal solid waste, Tabriz

# ارزیابی اثرات زیست محیطی فرآیند تغییر و تبدیل پسماند جامد شهری تبریز

سعید لک<sup>۱</sup>، مرتضی عالیقدری<sup>۲\*</sup>، کوروش رحمانی<sup>۳</sup>، محمد حسن سربازان<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

<sup>۲</sup> گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

<sup>۳</sup> گروه مهندسی بهداشت محیط، مجتمع آموزش عالی سلامت ممسنی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

<sup>۴</sup> کارشناس ارشد محیط زیست آمایش سرزمین و مدیر پژوهش و HSE سازمان مدیریت پسماند شهرداری تبریز

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۳/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۱۳

## چکیده

**مقدمه:** فرآیند تغییر و تبدیل از مهم‌ترین عناصر موظف مدیریت پسماندهای شهری است. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثرات زیست محیطی سناریوهای پیشنهادی تغییر و تبدیل پسماند شهری تبریز در سال ۱۳۹۶ انجام یافته است. روش کار: در این مطالعه توصیفی، جهت جمع آوری اطلاعات از بازدیدهای میدانی، جمع آوری اطلاعات کتابخانه‌ای، آنالیز فیزیکی با ۴ مرحله نمونه برداری در ۴ فصل مطابق با روش استاندارد ASTM، تعریف ۴ سناریو (تولید انرژی و کود، تولید انرژی، تولید کود، ادامه وضع موجود) و ارزیابی اثرات زیست محیطی سناریوهای پیشنهادی با ماتریس لئوپولد ایرانی انجام شد.

**یافته‌ها:** روزانه به طور میانگین ۱۴۲۸ تن زباله از سطح شهر تبریز جمع‌آوری می‌گردد و میانگین سرانه تولید پسماند برای این شهر ۰/۸۰۴ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز تعیین گردید. میانگین انرژی حرارتی تولیدی از کل پسماند شهری تبریز برابر ۷۹۶۵ KJ/Kg می‌باشد. نتایج ارزیابی با استفاده از ماتریس لئوپولد نشان داد که سناریو ۱ (تولید کود و انرژی) با امتیاز ۱۷۱- به عنوان سناریو برتر و سناریو ۴ (ادامه وضع موجود) با امتیاز ۲۱۲- به عنوان بدترین گزینه انتخاب شد.

**نتیجه‌گیری:** در وضعیت موجود با برنامه ریزی و با اتخاذ تمهیدات مناسب جهت کاهش اثرات منفی زیست محیطی، فرآیند تولید کود و انرژی، می‌تواند برای مدیریت پسماند شهری تبریز مناسب باشد.

**کلمات کلیدی:** ارزیابی اثرات زیست محیطی، ماتریس لئوپولد، پسماند، تبریز

## مقدمه

مدیریت پسماند جامد شهری زمانی در مسیر صحیح می‌باشد که موجب توسعه پایدار در محیط زیست شده و از نظر جامعه نیز قابل قبول باشد<sup>۱</sup>. اهمیت بسیار بالای تغییر و تبدیل زباله‌های جامد شهری از یک سو و جست‌وجو برای دستیابی و استفاده هر چه بیشتر از منابع جایگزین انرژی از سوی دیگر، نقش استحصال انرژی و کود از زباله را در مدیریت پسماند جامد شهری، هر چه بیش‌تر برجسته نموده است<sup>۲</sup>. ارتباط کاملی بین فرآیندهای درون یک سیستم مدیریت جامع پسماند (جمع‌آوری، انتقال، تغییر و تبدیل و پردازش، بازیافت) با یکدیگر وجود دارد؛ بنابراین لازم است نسبت به کل سیستم مدیریت پسماند، نگاهی جامع وجود داشته باشد<sup>۳</sup>. استفاده از روش‌های علمی ارزیابی اثرات زیست محیطی می‌تواند موجب هدایت سیاست‌ها و اهداف تعیین شده در برنامه‌ها، طرح‌ها و فعالیت‌های طرح‌ها، در جهت تامین ضوابط، معیارها و قوانین محیط زیستی شود<sup>۴</sup>. ارزیابی اثرات محیط زیستی (EIA) یک ابزار کارآمد جهت شناسایی و پیش بینی اثرات یک پروژه و یا طرح‌های مختلف بر روی اجزای محیط زیستی (فیزیکی، بیولوژیکی، اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی) محسوب می‌شود<sup>۵</sup>. این ارزیابی با استفاده از روش‌های مختلفی از جمله چک لیست، ماتریس، روی هم گذاری نقشه‌ها، سیستم پشتیبانی تصمیم گیری، مدل سازی و ... انجام می‌شود<sup>۶</sup>.

یکی از ابزارهای متداول ارزیابی اثرات زیست محیطی ماتریس لئوپولد (Leopold Matrix) می‌باشد در نسخه اصلاح شده این ماتریس برای مطابقت بهتر با صفت‌های موجود در زبان فارسی، گستره ارزش گذاری به +۵ تا -۵ تغییر یافت ساختار ساده و قابلیت اجرای ارزیابی چند معیاره از مزایای این رویکرد است که به نام ماتریس ایرانی مطرح می‌باشد<sup>۷</sup>. از سایر مزایای روش ماتریس می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: با داده‌هایی که به سهولت در دسترس است می‌توان کار

کرد، انعطاف پذیر بوده و می‌تواند در پروژه‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد و به راحتی امکان انجام تغییرات و اصلاحات را برای کاربر فراهم می‌سازد. ارتباط بین اثرات زیست محیطی پروژه و افراد مختلفی که تحت تأثیر این اثرات می‌باشند توسط مکانیسم‌هایی بیان می‌شود. جهت اطلاع علاقه‌مندان دارای قابلیت شرح همه جانبه، ارائه گزارش و جمع بندی نتایج تجزیه و تحلیل اثرات پروژه می‌باشد. از معایب روش ماتریس می‌توان گفت که هر یک از عوامل زیست محیطی را با نوع اثر مستقیم و غیرمستقیم آن شناسایی و تعیین نمی‌کند. به طور وضوح و راحت نمی‌تواند اثراتی که در رابطه با پروژه ایجاد می‌شود را از اثراتی که در رابطه با سایر پدیده‌ها ایجاد می‌شود را مجزا نماید. نمی‌تواند محل دقیق و همچنین زمانی که پروژه بر محیط اثر می‌گذارد را مشخص نماید<sup>۸</sup>.

مطالعاتی در خصوص ارزیابی اثرات زیست محیطی فرایندها و روش‌های مختلف مدیریت پسماندهای شهری انجام یافته است. به عنوان مثال در مطالعه‌ای که در شهر بیرجند انجام یافته‌است از ماتریس لئوپولد ایرانی برای ارزیابی اثرات زیست محیطی گزینه‌های مدیریت پسماند جامد پرداخته‌اند که گزینه دفن غیر بهداشتی دارای بیشترین اثرات منفی بوده و به‌عنوان اولویت چهارم معرفی شده‌است. همچنین گزینه احداث کارخانه کمپوست کمترین اثرات زیست محیطی را نسبت به سایر گزینه‌ها (بازیافت و دفن بهداشتی) داشته است<sup>۹</sup>. ارزیابی اثرات زیست محیطی جایگاه دفن پسماندهای شهری در شهر گناباد در سال ۱۳۹۳ ارائه شده است که در این مطالعه برای انجام ارزیابی از ماتریس لئوپولد استفاده شده است. نتایج و دستاوردهای این مطالعه در پنج گزینه پیشنهادی با استفاده از ماتریس ایرانی برآورد و به تفکیک فاز ساختمانی و بهره برداری بررسی و ارائه شده است. نتایج نشان داد گزینه ادامه دفن به روش فعلی به دلیل آسیب‌های محیط‌زیستی شدید و مشکلات بهداشتی آن رد می‌شود و گزینه احداث کارخانه کمپوست با کمترین

از عبور پسماند از نوار نقاله و توسط نیروی کار و به صورت دستی انجام میشود و قسمت اعظم پسماندهای جمع آوری شده به طور مستقیم به محل دفن بهداشتی ارسال می‌گردد فقط بخشی از پسماندها به طور محدود در مبداء تفکیک شده و قسمتی هم در باکس های فلزی به صورت غیرقانونی بازیافت میشود و در کارگاهها و صنایع مجاز و یا غیرمجاز مورد فرآوری قرار میگیرند. پسماند تولیدی در شهر تبریز پس از جمع آوری از مناطق ده‌گانه شهرداری تبریز و حمل توسط کامیونت ها به ۳ ایستگاه انتقال میانی و پس از وزن نمودن آنها، توسط تریلرها به محل دفن بهداشتی فعلی که در کیلومتر ۱۲ جاده تبریز اسپیران و در شمال غربی شهر تبریز به وسعت ۳۴ هکتار واقع شده است، انتقال داده می‌شود.

این مطالعه از نوع توصیفی می‌باشد. در مطالعه حاضر برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تغییر و تبدیل پسماند شهری تبریز از روش ماتریس لئوپولد ایرانی استفاده شده است. در این روش، جدولی تشکیل می‌شود که ریز فعالیت‌های پروژه در مراحل اجرا و پیاده‌سازی و بهره‌برداری، در ستون‌های آن و فاکتورهای مختلف محیط‌زیست در سطرهای آن قرار می‌گیرند. هر خانه یا سلول آن، فصل مشترک یک فعالیت از محور عمودی و یک پارامتر از محور افقی است. در این ماتریس برای هر سلول دو عدد در نظر گرفته شده است که یکی به دامنه یا شدت اثر و دیگری به اهمیت یا بزرگی اثر اشاره می‌نماید. محدوده و تأثیر اثرات بر هر یک از پارامترهای محیطی در این روش در جدول ۱ نشان داده شده است.

نمره منفی بهترین گزینه برای محل دفن پسماندهای شهرستان گناباد است و نسبت به چهار مورد دیگر اولویت دارد<sup>۱۳</sup>. از آنجایی که، تاکنون مطالعه‌ای در خصوص استفاده از ماتریس‌های ارزیابی اثرات زیست محیطی برای سناریوهای مختلف تغییر و تبدیل پسماند در شهر تبریز انجام نیافته است، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثرات زیست محیطی تغییر و تبدیل پسماند شهری تبریز به بررسی ۴ سناریو مدیریتی تغییر و تبدیل پسماند در شهر تبریز پرداخته است.

## مواد و روش‌ها

### وضعیت موجود مدیریت پسماند شهری تبریز

در حال حاضر در شهر تبریز ذخیره سازی پسماندها در داخل منازل به صورت موقت با استفاده از سطل های زباله به همراه کیسه های پلاستیکی انجام میشود و همچنین جهت ذخیره سازی پسماندها در بیرون منازل از باکس های فلزی مخصوص استفاده میگردد که در تمامی معابر و کوچه ها نصب شده اند. جمع آوری پسماندهای تولیدی و ذخیره شده اغلب به صورت مکانیکی صورت می‌گیرد، با این حال در برخی از خیابان ها و کوچه هایی که پسماندها توسط تولید کننده ها در کنار خیابانها و کوچه گذاشته می‌شود، جمع آوری به صورت دستی انجام میشود. نتیجه بررسی بر روی سیستم پردازش در شهر تبریز نشان داد که مقداری از زباله جمع آوری شده، به ایستگاه پردازش در نزدیکی محل دفن بهداشتی تبریز منقل می‌گردد و عملیات بازیافت و پردازش پسماند جامد با استفاده

جدول ۱: محدوده و تأثیر اثرات بر هر یک از پارامترهای محیطی<sup>۹</sup>

اثرات مثبت		اثرات منفی	
اثر	ارزش	اثر	ارزش
سودمندی بسیار زیاد	۵	تخریب بسیار زیاد	-۵
سودمندی زیاد	۴	تخریب زیاد	-۴
سودمندی متوسط	۳	تخریب متوسط	-۳
سودمندی کم	۲	تخریب کم	-۲
سودمندی بسیار کم	۱	تخریب بسیار کم	-۱

ارزیابی اثرات زیست محیطی فرآیند تغییر و تبدیل پسماند جامد شهری تبریز

**جدول ۲:** نمونه ماتریس ارزیابی اثرات زیست محیطی

	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱			
سناریو ۲ مرحله ساختمانی	اجداد فضای سبز	حمل و نقل	احداث سازه‌ها	احداث معابر	خاک برداری	مصارف آب	آبرسانی و تأمین آب	احداث کارگاه و کمپ	انتقال و تأمین برق	انتقال و تأمین سوخت	ذخیره و مصارف سوخت	مصرف مصالح و کاربرتی	دفع پسماند	دفع پساب یا فاضلاب	استخدام کارکنان	حاصل نمرات منفی	حاصل نمرات مثبت	جمع کل
	کیفیت آب‌های سطحی	کیفیت آب‌های زیرزمینی	کیفیت هوا	آلودگی صوتی	کیفیت خاک	فرسایش خاک	گونه‌های گیاهی	گونه‌های جانوری	اثر بر مهاجرت گونه‌ها	اثر بر ایجاد درآمد	اثر بر اشتغال	اثر بر امنیت و رفاه جامعه	اثرات اقتصادی	بر اراضی منطقه	اثر بر کشاورزی	اثر بر سلامت جامعه	مجموع	

اجتماعی و فرهنگی می باشد. جدول ۲ نمونه ای از این ماتریس را نشان می دهد. در جمع‌بندی اثرات، مجموع اثرات مثبت و منفی برای هر

ماتریس تولید شده در این مطالعه دارای ۱۵ ستون شامل فعالیت های مربوط به مراحل ساختمانی و بهره برداری، و ۱۵ سطر شامل فاکتورهای فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی،

در این مطالعه، برگرفته از روش ASTM D5231 (American Society for Testing and Materials) می‌باشد<sup>۱۴</sup>. به منظور بررسی ویژگی‌های مواد زائد جامد شهر تبریز و همچنین تعیین ارزش حرارتی آن، ۴ مرتبه در سال ۱۳۹۶ (هر فصل یک مرحله نمونه‌برداری) انجام یافت.

نمونه براری در این روش شامل دو مرحله:

۱- انتخاب ماشین آلات حمل پسماند، جهت برداشت نمونه

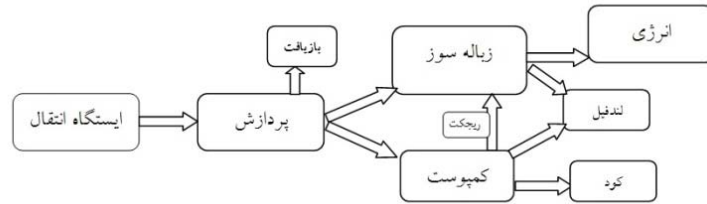
۲- تهیه نمونه از بار تخلیه شده ماشین انتخابی

فعالیت و هر فاکتور محیط‌زیستی محاسبه گردید و در نهایت برای هر یک از اجزای محیط‌زیستی و برای هر یک از مراحل ساختمانی و بهره‌برداری سناریوهای مختلف، عددی محاسبه گردید. در این مرحله امتیاز بیشتر بیانگر مقبولیت محیط‌زیستی پروژه است. برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مدیریت پسماند شهر تبریز ۴ سناریو تعریف و توسعه داده شد (شکل ۱). سپس نتایج با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفت.

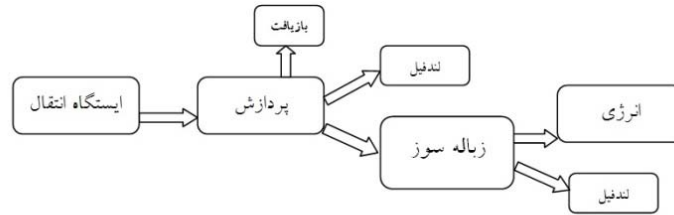
جامعه آماری در مطالعه حاضر، کل زباله‌های تولیدی شهر

تبریز می‌باشد و روش نمونه‌برداری جهت تعیین ترکیبات زباله

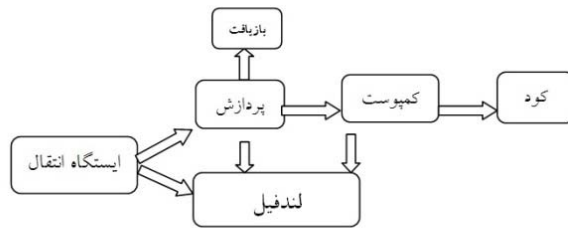
سناریو ۱:



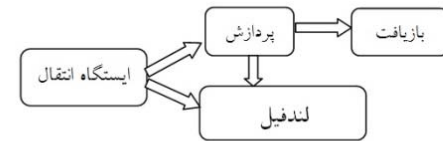
سناریو ۲:



سناریو ۳:



سناریو ۴:



شکل ۱: سناریوهای پیشنهادی فرآیند تغییر و تبدیل پسماند شهری تبریز

مقوا و کارتن ۳- منسوجات ۴- انواع پلاستیک ۵- لاستیک ۶- چوب ۷- چرم ۸- شیشه ۹- فلزات آهنی ۱۰- فلزات غیرآهنی ۱۱- نخاله ساختمانی و خاک و سیمان می باشد از نمونه‌ها جدا گردیدند و بدین ترتیب درصد وزنی هر یک از اجزا به‌طور جداگانه مشخص گردید.

بعد از تهیه نمونه‌ها، از هر یک اجزای تفکیک شده، نمونه‌برداری، جهت تعیین میزان درصد رطوبت انجام گرفت که از طریق قرار دادن نمونه در دمای  $105^{\circ}\text{C}$  به مدت ۲۴ ساعت و با تقسیم اختلاف وزن اولیه و ثانویه بر وزن اولیه نمونه، درصد رطوبت مورد محاسبه قرار گرفت<sup>۱۵</sup>. همچنین برای محاسبه ارزش حرارتی پسماند شهری تبریز با توجه به ارزش حرارتی هر یک از اجزای پسماند تفکیک‌شده خشک و با توجه به تعیین میزان رطوبت این اجزا در پسماند شهری تبریز، ارزش حرارتی اجزا و ارزش حرارتی کل پسماند شهری تبریز به‌وسیله فرمول زیر و با توجه به ارزش حرارتی برحسب وزن ماده خشک اجزا پسماند شهری که در جدول ۳ قابل مشاهده است، محاسبه گردید<sup>۱۵، ۱۷</sup>.

$$\text{رابطه ۱} \quad \left( \frac{\text{درصد رطوبت آن جز زباله}}{100} \times \text{ارزش حرارتی خشک آن جز زباله} \times \left( \frac{\text{درصد وزنی هر جز زباله}}{100} \right) \right) \sum \text{اجزا زباله}$$

بر اساس استاندارد ASTM D5231 استفاده از اعداد تصادفی در تعیین ماشین آلات منتخب جهت نمونه برداری می تواند نتایج قابل قبولی را حاصل نماید حال آنکه این روش نیز عدم قطعیت های خاص خود را خواهد داشت<sup>۱۴</sup>. پس از انتخاب ماشین آلات جهت نمونه برداری، بار آنها در محلی تمیز و صاف تخلیه گردید و یک نمونه از آن برداشت گردید. اندازه مناسب نمونه معادل ۲۰۰ تا ۳۰۰ پوند ( ۹۱ تا ۱۳۶ کیلوگرم ) توسط استاندارد ASTM D5231 تعیین شده است<sup>۱۴</sup>، بدین منظور با استفاده از لودر، از بار تخلیه شده‌ی ماشین حمل، نمونه ای حدود ۱۰۰۰ پوندی (۴۵۴ Kg) برداشته و به طور کامل هم زده شد و در نهایت به شکل مخروطی در محل از پیش تعیین شده ای ریخته شد در این حالت با انتخاب یک چهارم از مخروط حاصله می توان به نمونه ای در حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ پوند دست یافت. نمونه های تهیه شده به منظور انجام جداسازی به محل از پیش تعیین شده ای منتقل و به صورت دستی تفکیک گردید. پس از نمونه‌برداری و توزین پسماندها، اجزای مختلف ترکیبات پسماند که شامل: ۱- مواد غذایی و باغی ۲- کاغذ،

**جدول ۳:** ارزش حرارتی اجزا خشک پسماند شهری<sup>۱۸</sup>

اجزاء پسماند	ارزش حرارتی برحسب وزن ماده خشک (kj/kg)
پسماند غذایی و مخلوط	۵۵۲۰
کاغذ، مقوا و کارتن	۱۶۳۳۰
منسوجات	۱۷۲۵۰
پلاستیک	۳۲۲۰۰
لاستیک	۲۳۰۰۰
چوب	۱۸۴۰۰
چرم	۱۷۲۵۰
شیشه	۱۳۸
فلزات آهنی	۶۹۰
فلزات غیر آهنی	۶۹۰
نخاله و خاک و سیمان	۶۹۰۰

## نتایج

جدول ۴ نشان‌دهنده‌ی آمار و اطلاعات پسماند تولیدی

شهر تبریز در سال ۹۶ می‌باشد. <sup>۱۸</sup>

### میزان پسماند تولیدی شهر تبریز

جدول ۴: میزان پسماند تولیدی شهر تبریز در ماه‌های مختلف سال ۹۶ (برحسب تن) <sup>۱۸</sup>

جمع کل پسماندها	جمع نخاله مناطق	جمع لجن مناطق	جمع زباله متفرقه	جمع زباله مناطق	
۴۰۶۵۰/۴۶	۴۲۲۰/۱۶	۱۹۱۱/۰۶	۳۴۴۴/۵۲	۳۱۰۷۴/۷۲	فروردین
۴۵۵۷۹/۵	۴۴۳۹/۴	۲۱۶۵/۷۴	۳۴۱۸/۵۲	۳۵۵۵۵/۸۴	اردیبهشت
۴۷۰۰۷/۳۶	۴۹۴۱/۹۴	۲۲۱۳/۲۶	۳۳۵۶/۷	۳۶۴۹۸/۴۶	خرداد
۴۸۵۹۵/۷۲	۴۵۰۶/۶۸	۲۰۶۱/۵۴	۳۳۶۵/۹	۳۶۷۱۷/۶	تیر
۴۷۱۳۸/۹۶	۴۷۹۰/۸۸	۱۹۳۶/۰۸	۳۱۸۲/۹	۳۷۲۲۹/۱	مرداد
۴۶۱۵۶/۶۸	۴۰۶۰/۱۶	۱۷۸۷/۳	۳۳۸۰/۶	۳۶۹۲۸/۶۲	شهریور
۴۱۳۱۷/۸۴	۳۹۸۹/۰۴	۱۷۰۶/۶۲	۲۸۲۴/۱۶	۳۲۷۹۸/۰۲	مهر
۴۳۸۰۹/۰۶	۳۸۰۰/۹	۱۸۶۱/۳۶	۳۲۶۷/۳۴	۳۴۸۷۹/۴۶	آبان
۳۹۱۴۸/۱۷	۳۲۲۰/۱۸	۱۶۰۲/۸۴	۳۱۱۴/۱۴	۳۱۲۱۱/۰۱	آذر
۴۰۱۹۰/۶۲	۳۲۸۳/۲	۱۳۸۸/۵۶	۳۴۵۲/۲۲	۳۲۰۶۶/۶۴	دی
۳۶۱۶۷/۴۶	۳۰۶۵/۳۶	۱۵۷۹/۱۶	۳۰۴۱/۵	۲۸۴۸۱/۴۴	بهمن
۴۹۲۷۱/۱۷	۴۴۹۲/۵	۲۰۰۵/۲۳	۳۶۶۵/۸۸	۳۹۱۰۷/۵۶	اسفند
۵۲۵۰۳۳	۵۰۷۵۴/۴	۲۲۲۱۸/۷۵	۳۹۵۱۴/۳۸	۴۱۲۵۴۵/۴۷	مجموع

جدول ۵: درصد وزنی و درصد رطوبت اجزای پسماندهای شهری تبریز به تفکیک فصول نمونه برداری در سال ۹۶

میانگین	نمونه برداری ۴ در زمستان		نمونه برداری ۳ در پاییز		نمونه برداری ۲ در تابستان		نمونه برداری ۱ در بهار		اجزاء پسماند	
	درصد	درصد رطوبت	درصد	درصد رطوبت	درصد	درصد رطوبت	درصد	درصد رطوبت		
۵۹/۱۳	۶۱/۰۴	۶۰/۰۲	۶۲/۲۸	۵۷/۸	۶۴/۷۱	۶۲/۸۳	۵۷/۸۵	۵۵/۹	۵۹/۳۳	پسماند غذایی و باغی
۱۱/۰۷	۱۷/۴۴	۱۱/۷۸	۲۱/۴۹	۱۳/۲۴	۱۴/۶۵	۹/۱۸	۱۵/۹۲	۱۰/۱	۱۷/۷۱	کاغذ، مقوا و کارتن
۶/۶۹	۱۳/۸۳	۷/۸۹	۱۲/۰۴	۷/۳۶	۱۳/۸۷	۴/۱۳	۱۴/۲۸	۷/۴	۱۵/۱۶	منسوجات
۸/۹۸	۲/۱۱	۹/۹۸	۲/۸۲	۶/۶	۱/۷۷	۱۰/۵۴	۲/۵۲	۸/۸	۱/۳۵	پلاستیک
۲/۱۶	۲/۵۵	۲/۴۲	۲/۵۱	۴/۰۹	۲/۸۱	۰/۷۷	۱/۸۹	۱/۳۶	۳/۰۲	لاستیک
۱/۹۱	۱۱/۸۴	۰/۸۸	۱۷/۷۱	۰/۶۹	۱۰/۲۵	۴/۹۵	۱۱/۲۱	۱/۱۵	۸/۲۲	چوب
۱/۴۸	۸/۷	۱/۸۵	۹/۲۴	۰/۶۲	۶/۳۲	۱/۹۵	۸/۳۵	۱/۵	۱۰/۹	چرم
۲/۳۹	۰/۵۶	۲/۵۵	۰/۹۵	۲/۱۶	۰/۳۸	۰/۰۹	۰/۷	۴/۷۷	۰/۲۱	شیشه
۰/۷۲	۱/۲۴	۰/۳۵	۱/۱۲	۰/۴۳	۱/۹۳	۱	۱/۴۲	۱/۱	۰/۵۱	فلزات آهنی
۰/۳۱	۱/۱۴	۰/۳	۱/۴۴	۰/۳۸	۰/۹۴	۰/۳۲	۱/۵۱	۰/۲۵	۰/۶۹	فلزات غیر آهنی
۵/۱۳	۵/۰۵	۱/۹۸	۷/۱	۶/۶۳	۴/۰۷	۴/۲۴	۳/۳۶	۷/۶۷	۵/۷	نخاله و خاک
۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	مجموع



**جدول ۶:** متوسط ارزش حرارتی پسماند شهری تبریز در سال ۹۶

اجزا پسماند	میانگین درصد وزنی	میانگین درصد رطوبت	ارزش حرارتی پایه بر حسب وزن ماده خشک (kj/kg)	پایه بر حسب وزن ماده خشک (kj)	ارزش حرارتی محاسبه شده بر حسب وزن ماده مرطوب (kj)
پسماند غذایی و باغی	۵۹/۱۳	۶۱/۰۴	۵۵۲۰	۳۲۶۴۳۹	۱۲۷۱۷۲
کاغذ، مقوا و کارتن	۱۱/۰۷	۱۷/۴۴	۱۶۳۳۰	۱۸۰۸۵۴	۱۴۹۳۰۴
منسوجات	۶/۶۹	۱۳/۸۳	۱۷۲۵۰	۱۱۵۴۸۸	۹۹۵۰۷
پلاستیک	۸/۹۸	۲/۱۱	۳۲۲۰۰	۲۸۹۱۵۶	۲۸۳۰۴۰
لاستیک	۲/۱۶	۲/۵۵	۲۳۰۰۰	۴۹۶۸۰	۴۸۴۰۹
چوب	۱/۹۱	۱۱/۸۴	۱۸۴۰۰	۳۵۲۸۲	۳۱۱۰۱
چرم	۱/۴۸	۸/۷	۱۷۲۵۰	۲۵۵۳۰	۲۳۳۰۸
شیشه	۲/۳۹	۰/۵۶	۱۳۸	۳۳۰	۳۲۸
فلزات آهنی	۰/۷۲	۱/۲۴	۶۹۰	۴۹۶	۴۹۰
فلزات غیر آهنی	۰/۳۱	۱/۱۴	۶۹۰	۲۱۵	۲۱۳
نخاله و خاک و سیمان	۵/۱۳	۵/۰۵	۶۹۰۰	۳۵۳۹۷	۳۳۶۰۸
مجموع	۱۰۰	-	-	۱۰۵۸۸۷۰	۷۹۶۴۸۵

ارزش حرارتی هر کیلوگرم نمونه پسماند خشک شهر تبریز برابر ۱۰۵۸۸۷ کیلوژول می باشد. ارزش حرارتی هر کیلوگرم نمونه پسماند مرطوب شهر تبریز برابر ۷۹۶۴/۸۵ کیلوژول می باشد.

## آنالیز فیزیکی و ارزش حرارتی پسماند شهری

### تبریز

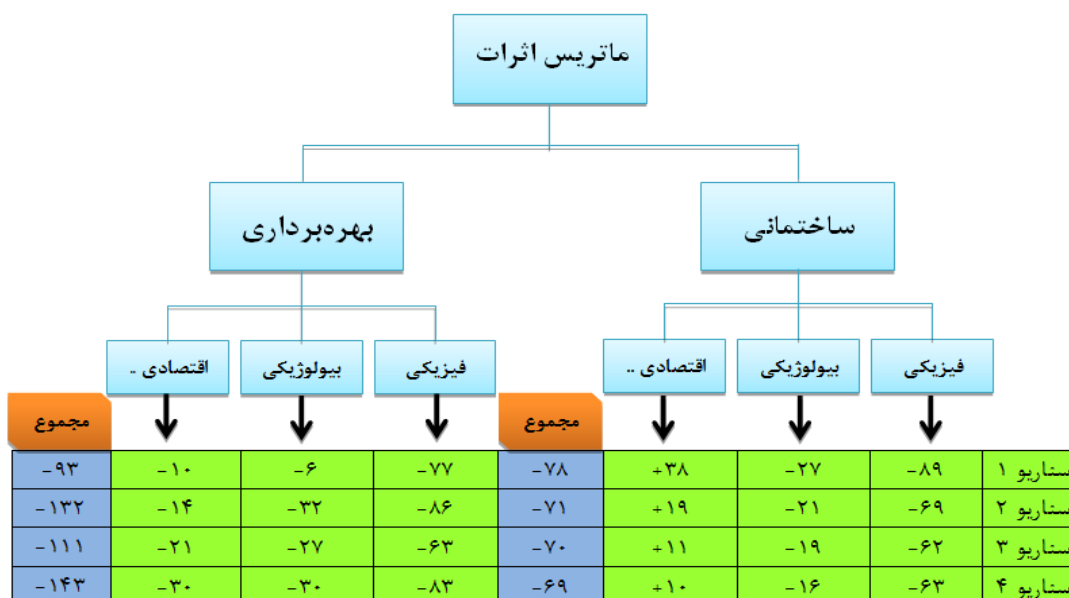
جدول ۵ نشان دهنده نتایج آنالیز فیزیکی پسماند شهری تبریز به تفکیک فصل های نمونه برداری در سال ۹۶ می باشد. جدول ۶ نشان دهنده متوسط ارزش حرارتی پسماند شهری تبریز در سال ۹۶ می باشد.

## اثرات زیست محیطی فرآیند تغییر و تبدیل

جدول ۷، خلاصه نتایج حاصل از ماتریس های لئوپولد برای مجموع مراحل ساختمانی و بهره برداری را نشان می دهد. شکل ۲ اثرات زیست محیطی سناریوهای مختلف تغییر و تبدیل پسماند شهری تبریز به تفکیک محیط های مختلف در فاز ساختمانی و بهره برداری نشان می دهد.

**جدول ۷:** نتایج ارزیابی اثرات زیست محیطی سناریوهای تغییر و تبدیل پسماند شهری تبریز

سنا ریو	عنوان	امتیاز
۱	تولید کود و انرژی (پردازش (و بازیافت) + کمپوست + زباله سوزی + دفن بهداشتی)	-۱۷۱
۲	تولید انرژی (پردازش (و بازیافت) + زباله سوزی + دفن بهداشتی)	-۲۰۳
۳	تولید کود (پردازش (و بازیافت) + کمپوست + دفن بهداشتی)	-۱۸۱
۴	ادامه وضع موجود (پردازش (و بازیافت) + دفن بهداشتی)	-۲۱۲



شکل ۲: نتایج ارزیابی اثرات زیست‌محیطی سناریوهای تغییر و تبدیل پسماند شهری تبریز به تفکیک محیط‌ها

## بحث

### تحلیل وضعیت موجود

با توجه به جدول ۳ به‌طور متوسط ۱۴۳۸ تن زباله به‌صورت روزانه در شهر تبریز تولید می‌گردد. از طرفی جمعیت شهر تبریز نیز بر اساس سرشماری سال ۹۵، برای سال ۹۶ برابر ۱۷۸۸۹۹۰ نفر محاسبه می‌گردد، لذا سرانه پسماند تولیدی شهر تبریز ۰/۸۰۴ کیلوگرم در روز به ازای هر نفر می‌باشد. سرانه تولید زباله در کشورها و همچنین شهرهای مختلف دنیا متفاوت می‌باشد و مقدار آن تحت تأثیر عوامل متعددی می‌باشد. به‌عنوان مثال در شهرهایی که استانداردهای زندگی در آن‌ها بالا می‌باشد میزان سرانه تولید پسماند نیز بالا می‌باشد. رشد اقتصادی بالا و همچنین گسترش شهرنشینی نیز از جمله دیگر عوامل تأثیرگذار در افزایش میزان سرانه تولید زباله می‌باشد<sup>۱۹</sup>. مطالعات مشابه نیز در شهرها و کشورهای مختلف دنیا، مقادیر متفاوتی از سرانه تولید پسماند را ارائه کرده‌اند، به‌عنوان مثال در کشور هند، سرانه تولید زباله

بین ۰/۲ و ۰/۵ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز متغیر می‌باشد<sup>۱۹</sup>. بیشترین میزان سرانه تولید پسماند مربوط به کشور آمریکا می‌باشد که برابر ۲/۰۵ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز می‌باشد. میزان سرانه تولید پسماند برای کشور دانمارک برابر ۲/۰۳ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز، برای آلمان ۱/۶۴ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز، برای ژاپن ۱/۱ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز و برای کشور چین ۰/۹۸ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز گزارش شده است<sup>۲۰</sup>. با توجه به جدول ۲ مقدار زباله تولیدی در ماه‌های مختلف سال متفاوت می‌باشد که بیشترین مقدار تولیدی آن در اسفند ماه ثبت شده است. مقایسه متوسط پسماندهای تولیدی در فصل‌های مختلف نیز نشان می‌دهد که میزان تولید پسماند در فصل تابستان و همچنین فصل بهار، نسبت به فصول پاییز و زمستان بیشتر می‌باشد، یکی از دلایلی که می‌توان برای این موضوع ارائه کرد، افزایش میزان فعالیت‌های ساخت‌وساز در این فصل از سال می‌باشد، که در نهایت می‌تواند منجر به افزایش پسماند

مختلف، عددهای متفاوتی از پسماند آلی شهری را گزارش کرده‌اند، به‌عنوان مثال برای شهر لویانگ چین، در حدود ۲۶ درصد از کل پسماند برای مواد آلی گزارش شده است.<sup>۲۱</sup> بر اساس نتایج مطالعه حاضر و مطالعات مشابه در سایر شهرها ترکیب پسماندهای شهری متفاوت می‌باشند. رطوبت نسبی پسماند شهری یکی از عوامل مهم در تعیین میزان ارزش حرارتی حاصل از پسماند می‌باشد، به‌گونه‌ای که رطوبت نسبی بالا، انرژی تولیدی حاصل از احتراق پسماند را کاهش می‌دهد. علاوه بر این بالا بودن میزان رطوبت پسماند می‌تواند در مراکز دفن زباله منجر به تولید حجم بالایی از شیرابه گردد که مدیریت آن را با مشکل و هزینه‌های بالا روبرو می‌کند.<sup>۲۲</sup> میزان محتوای رطوبت پسماند در سایر مطالعات نیز بسته به کشورها و شهرهای مختلف متفاوت می‌باشد. اما در کل میزان رطوبت در کشورهای اروپایی و آمریکایی در حدود ۳۰-۱۰ درصد گزارش شده است.<sup>۲۳</sup> که میزان رطوبت پسماند شهری تبریز نیز در این محدوده قرار دارد. درصد رطوبت کمتر از ۵۰، یکی از شرط‌هایی است که برای احتراق زباله بدون نیاز به سوخت اضافی مطرح می‌باشد.<sup>۲۴</sup>

### تحلیل ارزش حرارتی

متوسط ارزش حرارتی پسماند شهری تبریز در سال ۹۶  $7964/85 \text{ KJ/Kg}$  به دست آمد. در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۹۴ برای شهر قزوین منتشر شده است، ارزش حرارتی پسماند شهری قزوین برابر  $6133 \text{ KJ/Kg}$  می‌باشد. که کمتر از مقدار محاسبه شده در مطالعه حاضر می‌باشد. یکی از عواملی که ارزش حرارتی پسماند شهری را تحت تأثیر قرار می‌دهد بخش آلی آن است که دارای رطوبت بالا می‌باشد. همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است، بیشترین ارزش حرارتی به دست آمده برای اجزاء پسماند شهری تبریز مربوط به پلاستیک می‌باشد که بیشترین مقدار آن نیز در فصل تابستان بوده است. بعد از پلاستیک، کاغذ و کارتن بالاترین ارزش

تولیدی در شهر گردد. با توجه به استفاده از باکس های فلزی ذخیره موقت پسماند در معابر، می‌توان به مشکلات آن از جمله عدم شستشوی دوره ای، برداشت غیرقانونی جهت بازیافت توسط دوره گردها، پخش و پراکنده نمودن پسماند توسط عوامل محیطی و حیوانات ولگرد اشاره نمود. از طرفی توجه سازمان پسماند شهرداری تبریز به جداسازی پسماند تر و خشک و استقرار باکس های مخصوص پسماند تر و خشک در اکثر محلات شهر تبریز و همچنین برداشت مکانیکی پسماند و کاهش آسیب های فیزیکی برای کارکنان شهرداری هنگام حمل به ایستگاه های انتقال و مهمتر از همه احداث بهره برداری از محل دفن بهداشتی شهر تبریز که دارای زهکشی مناسب جهت جمع‌آوری شیرابه و انتقال آن به تصفیه‌خانه شیرابه جهت تصفیه به روش MBR (Membrane Bioreactor) در جنب محل دفن، از مزایای وضعیت موجود مدیریت پسماند شهری تبریز می‌باشد.

### تحلیل آنالیز فیزیکی

بر اساس نتایج جدول ۳، بیشترین بخش از مواد زائد شهری را پسماند مواد غذایی و باغی به خود اختصاص می‌دهد که به‌طور متوسط طی ۴ فصل بررسی شده حدود ۵۹ درصد از پسماند شهری تبریز می‌باشد. در مطالعه‌ای که در خصوص درصد وزنی مواد آلی موجود در شهرهای هند گزارش شده است، این بخش از مواد زائد ۶۰-۴۰ درصد از پسماندهای شهرهای مختلف هند را شامل می‌شود.<sup>۱۹</sup> و پس از مواد غذایی و باغی بیشترین بخش مواد زاید جامد شهری تبریز به کاغذ و مقوا (۱۱/۰۷ درصد) و سپس به پلاستیک (۸/۹۸ درصد) اختصاص دارد. در مطالعه‌ای دیگر که در شهر پکن چین انجام یافته است، نتایج مطالعه نشان می‌دهد که بخش آلی پسماند شهری پکن، در سال ۲۰۱۰، حدود ۶۵ درصد از پسماندهای شهری را شامل می‌شود. در همین مطالعه برای شهرهای مختلف کشور چین و همچنین سال‌های

جانبی، ایجاد راه‌های دسترسی و حذف پوشش گیاهی وجود دارد که تا حدودی بر روی توپوگرافی تأثیر خواهد نمود. با اجرای این سناریوها به دلیل بحث تسطیح، اجرای فونداسیون و سایر فعالیت‌ها در مرحله ساخت به صورت کوتاه مدت، خاک منطقه دچار تغییر خواهد شد. همچنین در فاز بهره برداری و در صورت عدم رعایت معیارها و اصول زیست‌محیطی تدوین شده، به دلیل انباشت انواع زائدات و ریخت و پاش‌های صورت گرفته آلودگی قابل توجه در بخشی از خاک محل اجرای طرح وجود خواهد داشت.

با توجه به اینکه شیرابه جزء جدایی ناپذیر پسماند می‌باشد لذا اجرای این سناریوها منجر به تولید شیرابه خواهد شد که در صورت عدم مدیریت مناسب منجر به آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و خاک خواهد شد. با این حال با انجام زهکشی‌های مناسب و راهبری مناسب تصفیه‌خانه شیرابه، می‌توان اثرات زیست‌محیطی ناشی از آن را می‌توان به حداقل ممکن رساند.

یکی دیگر از اثرات سوء در اجرای این سناریوها به خصوص سناریو ۱ و ۲ که در آن واحد زباله‌سوزی وجود دارد، انتشارات آلاینده‌ها به جو می‌باشد که این موضوع باعث ایجاد اثرات سوئی بر کیفیت هوا خواهد شد. البته برای به حداقل رساندن این اثرات نیز، بایستی از یکسری تمهیداتی مبنی بر کنترل انتشار آلاینده‌های جوی در زباله‌سوز استفاده گردد. یان ژائو و همکاران در مطالعه‌ای اثرات زیست‌محیطی مدیریت زباله‌های شهری در شهر پکن را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد دفن زباله (سیستم کنونی) دارای اثرات زیست‌محیطی قابل توجهی می‌باشد که از جمله آن می‌توان به انتشار متان اشاره کرد. سناریوی پیشنهادی یعنی جایگزینی زباله‌سوزی به جای دفن زباله نیز برای بازیابی انرژی منجر به بهبود زیست‌محیطی قابل توجهی نخواهد شد. چراکه کالری زباله مخلوط به دلیل رطوبت بالای آن کم خواهد بود. در نهایت استفاده از نیروگاه زباله‌سوز در

حرارتی را دارد، همچنین کمترین ارزش حرارتی نیز مربوط به فلزات غیرآهنی می‌باشد. همچنین با توجه به جدول ۴ ارزش حرارتی هر کیلوگرم نمونه پسماند خشک شهر تبریز برابر ۱۰۵۸۸/۷ کیلوژول محاسبه شد که بسیار بیشتر از ارزش حرارتی هر کیلوگرم نمونه پسماند مرطوب شهر تبریز (۷۹۶۴/۸۵ کیلوژول) می‌باشد. بنابراین در صورت استفاده از نیروگاه زباله سوز، احداث قسمت کاهنده رطوبت پسماند قبل از ورود به کوره، در افزایش ارزش حرارتی پسماند ورودی به کوره زباله سوز بسیار مفید خواهد بود. در مطالعه‌ای که برای شهر قزوین انجام یافته است مواد آلی موجود در پسماند برابر ۶۸/۳ درصد کل پسماند است. درحالی که در مطالعه حاضر میزان مواد آلی پسماند برابر با ۵۹ درصد می‌باشد، همین امر دلیل پایین بودن ارزش حرارتی پسماند شهری قزوین می‌باشد<sup>۲۵</sup>. همچنین در مطالعه مفید شرح‌حالی و همکاران در خصوص مطالعه مدیریت پسماند در شهرهای کشور هند مشخص شده در این کشور به علت وجود مواد آلی زیاد در ترکیب زباله (۶۰-۴۰ درصد)، محتوای بالای رطوبت زباله (۳۰ تا ۵۰ درصد)، میزان مواد بی‌اثر زیاد در زباله (۳۰ تا ۵۰ درصد) و در نهایت ارزش حرارتی پایین زباله (۸۰۰ تا ۱۱۰۰ کیلو کالری بر کیلوگرم) زباله‌سوزی نسبت به روش کمپوست سازی و هضم بی‌هوازی کمتر مورد استفاده قرار گرفته است<sup>۱۹، ۲۶</sup>.

### تحلیل ارزیابی اثرات زیست محیطی

در مطالعه حاضر به منظور بررسی اثرات زیست‌محیطی سناریوهای مختلف تغییر و تبدیل پسماند و انتخاب بهترین گزینه برای مدیریت تغییر و تبدیل پسماند شهری از ماتریس لئوپولد استفاده گردید که در آن اثرات زیست‌محیطی در دو مرحله ساختمانی و بهره‌برداری مورد ارزیابی قرار گرفت. در فاز ساختمانی عملیات تسطیح، خاک‌برداری و یا خاک‌ریزی، فونداسیون و نصب سوله‌ها و دیگر تأسیسات

عملی انتخاب کنیم، کمپوست کردن می‌تواند بهتر باشد. در مطالعه‌ای مشابه گوتام و همکاران در سال ۲۰۱۰ اثرات زیست محیطی ناشی از کمپوست پسماند جامد شهری در شهر جبل پور هند را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که کمپوست کردن پسماند می‌تواند به عنوان یک گزینه مناسب برای مدیریت پسماند باشد و کیفیت کمپوست می‌تواند با اضافه کردن کود گاو، کود مرغی و یا زباله‌های حیاط بهبود بیاید و استفاده از آن ممکن است در تولید گیاه و یا احیای زمین، همچنین برای حفظ حاصل خیزی خاک و بهبود ظرفیت نگهداری رطوبت مفید باشد<sup>۲۸</sup>.

در نهایت با توجه به مجموع امتیازات به دست آمده در ماتریس‌های لئوپولد، می‌توان سناریو ۱ را به عنوان بهترین گزینه برای مدیریت پسماند شهری تبریز ارائه کرد که طی آن در ابتدا پسماند بعد از گذشتن از فاز پردازش و بازیافت وارد کمپوست سازی و سپس سوزاندن و در نهایت دفن بهداشتی می‌گردد.

به طور کلی مطالعات زیادی در رابطه با ارزیابی اثرات محیط زیستی گزینه‌های مدیریت پسماند در سطح کشور با استفاده از روش ماتریس لئوپولد ایرانی انجام نشده است. در مطالعه میرزایی و همکاران، از روش ماتریس لئوپولد ایرانی به منظور ارزیابی اثرات زیست محیطی کارخانه کمپوست سندج استفاده شد و راهکارهایی در این رابطه ارائه گردید<sup>۲۹</sup>. همچنین غلامعلی فرد و همکاران کاربرد ماتریس لئوپولد ایرانی را در ارزیابی اثرات زیست محیطی محل دفن پسماند جامد شهرکرد بررسی نمودند و گزینه تلفیقی کمپوست-بازیافت را به عنوان اولویت اول و گزینه دارای کمترین اثرات محیط زیستی معرفی نمودند<sup>۳۰</sup>. در مطالعه آقای ولی زاده با عنوان بررسی کاربرد ماتریس لئوپولد ایرانی در ارزیابی اثرات زیست محیطی گزینه‌های مدیریت پسماند جامد در شهر بیرجند در سال ۱۳۹۴ انجام شد. میزان پایداری برای هر گزینه محاسبه و با نتایج ماتریس لئوپولد ایرانی به منظور تصمیم

کنار تفکیک از مبدأ کارآمد مواد غذایی به عنوان گزینه مناسب مدیریت مواد زائد شهری پکن پیشنهاد شده است<sup>۲۷</sup>.

بررسی نتایج ماتریس‌ها نشان می‌دهد که در هر ۴ سناریوی مورد بررسی، بیشترین اثرات منفی چه در فاز ساختمانی و چه در فاز بهره‌برداری به محیط فیزیکی وارد می‌شود. در خصوص سناریوی ۱ (کمپوست، زباله‌سوزی و دفن)، بیشترین اثر منفی در فاز ساختمانی رخ می‌دهد، اما در مقابل با توجه به اشتغال زایی که خصوصاً در مرحله ساختمانی این سناریو ایجاد می‌شود، بیشترین اثر مثبت را نیز به خود اختصاص می‌دهد. در خصوص سناریوی ۱ مورد مطالعه، با توجه به اینکه در مرحله بهره‌برداری، نسبت به سایر سناریوها کمترین اثر منفی را به محیط فیزیکی وارد می‌کند، لذا می‌تواند به عنوان بهترین گزینه از نظر آسیب رساندن به محیط فیزیکی در فاز بهره‌برداری در نظر گرفته شود. در مقابل، سناریو ۴، با توجه به اینکه در آن، پسماند تولید شده بعد از پردازش اولیه، مستقیماً به محل دفن بهداشتی انتقال داده می‌شود، نیاز به ساخت و ساز در آن به ندرت رخ می‌دهد، لذا این سناریو کمترین اثرات زیست محیطی را در بین ۴ سناریو مورد بررسی در فاز ساختمانی دارا می‌باشد. اما با توجه به اینکه پسماند شهری بدون انجام عملیات استحصال انرژی و کودسازی وارد محل دفن می‌شود لذا بیشترین اثرات منفی زیست محیطی را به خود اختصاص می‌دهد.

در خصوص سناریو ۲ (زباله‌سوز، دفن بهداشتی) و سناریو ۳ (کمپوست، دفن بهداشتی)، هر دو تقریباً دارای اثرات زیست محیطی مشابهی در فاز ساختمانی می‌باشند، اما در فاز بهره‌برداری از این سناریوها، با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از پسماند شهری تبریز را مواد آلی با رطوبت نسبتاً تشکیل می‌دهد، لذا کمپوست کردن آن در مقایسه با سوزاندن آن می‌تواند مقرون به صرفه‌تر باشد. بنابراین در صورتی که بخواهیم یکی از این دو سناریو را به عنوان گزینه

نهایت با در نظر گرفتن شرایط موجود و ارزیابی‌های به‌عمل‌آمده در مطالعه حاضر سناریو ۱ شامل بازیافت، کمپوست، زباله‌سوز و دفن بهداشتی به عنوان بهترین گزینه پیشنهاد می‌گردد که اجرای این سناریو با رعایت تمهیدات لازم برای به حداقل رساندن اثرات سوء زیست‌محیطی بلا مانع به نظر می‌رسد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد با عنوان ارزیابی اثرات زیست محیطی تغییر و تبدیل پسماند شهری تبریز، مصوب معاونت آموزشی و دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با کد طرح ۲/۹۶۰۹ در سال ۱۳۹۶ می‌باشد، که با حمایت آن معاونت محترم اجرا شده است و بدین وسیله قدردانی می‌گردد. همچنین نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری مسئولین محترم سازمان مدیریت پسماند شهرداری تبریز در خصوص جمع‌آوری اطلاعات تشکر و قدردانی نمایند.

گیری صحیح برای تعیین گزینه مطلوب مقایسه گردید. در نهایت گزینه احداث کارخانه کمپوست بعنوان اولویت اول مدیریت پسماند شهرستان انتخاب گردید.<sup>۱۲</sup>

### نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از پسماند شهری تبریز را مواد آلی قابل کمپوست شدن تشکیل می‌دهد که در صورت تفکیک و جداسازی این مواد در مبدأ می‌توان از این بخش از پسماند جهت تولید کود استفاده نمود. همچنین پلاستیک و کاغذ نیز بخش نسبتاً قابل توجهی از پسماند را به خود اختصاص می‌دهند که در صورت جداسازی این بخش از پسماند نیز می‌توان آن‌ها را بازیافت نمود و یا اینکه با انتقال دادن آن‌ها به زباله‌سوز از انرژی تولیدی آن‌ها بهره‌مند شد. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی سناریوهای پیشنهادی برای مدیریت پسماند شهری تبریز نشان می‌دهد که بیشترین اثرات منفی زیست‌محیطی ناشی از این طرح‌ها چه در مرحله ساختمانی و چه در مرحله بهره‌برداری به محیط فیزیکی که شامل آب، خاک و هوا می‌باشد وارد می‌گردد. در

### References

1. Akhavan F, Abdoli MA, Vahidi H, Khalili I, editors. The need for lifecycle assessment studies in integrated waste management. Second Conference on Environmental Planning and Management; 2012. [in persian].
2. Rand T, Haukohl J, Marxen U. Municipal Solid Waste Incineration: a decision makers' guide. Washington. D.C.: The World Bank; 2000.
3. White P, Dranke M, Hindle P. Integrated Solid Waste Management: A Lifecycle Inventory: Springer US; 2012.
4. Norpour A, Afrasibi H, Davoudi M. Investigating the Waste Management Process in the World and Iran: Center for Urban Studies and Planning in Tehran. 2013;207. [in persian].
5. Mohee R, Simelane T. Future Directions of Municipal Solid Waste Management in Africa: Africa Institute of South Africa; 2015.
6. Panahandeh M, Abedinzadeh N, Ravanbakhsh M. Environmental impact assessment of compost plant in Yazd. J Environ Sci Technol. 2013;12(3): 87-99. [in persian].
7. El-Naqa A. Environmental impact assessment using rapid impact assessment matrix (RIAM) for Russeifa landfill, Jordan. Environ Geol. 2005;47(5): 632-9.
8. Kuitunen M, Jalava K, Hirvonen K. Testing the usability of the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) method for comparison of EIA and SEA results. United States 2008.
9. Makhdoom M. Environmental Impact Assessment: Faculty of Environment, University of Tehran; 2001.
10. Monavari M. Environmental Impact Assessment. 2nd ed. Tehran: Mitra Publishing Co. 2015: 65-110.
11. Alinezhad N, Zadeh SRA. Reviewing the Conventional Environmental Impact Assessment. The 8th National Conference and Environmental Engineering Exhibition; Tehran2016.
12. Valizadeh S, Shekari Z. Evaluation of Iranian Leopold Matrix application in the Environmental Impact Assessment (EIA) of solid waste management options in Birjand city. Iran J Health Environ. 2015;8(2): 249-62. [in persian].

13. Sajjadi SA, Aliakbari Z, Matlabi M, Biglari H, Rasouli S. Environmental impact assessment of Gonabad municipal waste landfill site using Leopold Matrix. *Electron Physician*. 2017;9(2): 3714-9.
14. ASTM International. Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste. ASTM Designation: D5231-92 (Reapproved 2003) 2003.
15. Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil SA. Integrated solid waste management: engineering principles and management issues: McGraw-Hill; 1993.
16. Alipanah A, Alighadri M. Evaluation of the Recovery Potential of Ardabil Municipal Wastes. *J Healt*. 2015;6(3): 337-44.
17. Schwarz VSC, Brunner CR. Energy and Resource Recovery from Waste: Noyes Data Corporation, Park Ridge; 1983.
18. Statistical Yearbook of Waste Management Organization of Tabriz Municipality. Design and planning deputy 2016. [in persian].
19. Sharholly M, Ahmad K, Mahmood G, Trivedi RC. Municipal solid waste management in Indian cities – A review. *Wast Manag*. 2008;28(2): 459-67.
20. Zhang DQ, Tan SK, Gersberg RM. Municipal solid waste management in China: Status, problems and challenges. *J Environ Manag*. 2010;91(8): 1623-33.
21. Zhou H, Meng A, Long Y, Li Q, Zhang Y. An overview of characteristics of municipal solid waste fuel in China: Physical, chemical composition and heating value. *Renewable Sustainable Energy Rev*. 2014;36: 107-22.
22. Sipra AT, Gao N, Sarwar H. Municipal solid waste (MSW) pyrolysis for bio-fuel production: A review of effects of MSW components and catalysts. *Fuel Process Technol*. 2018;175: 131-47.
23. Chang N-B, Davila E. Municipal solid waste characterizations and management strategies for the Lower Rio Grande Valley, Texas. *Wast Manag*. 2008;28(5): 776-94.
24. Tanner R. Die Entwicklung der Von Roll Müllverbrennungsanlagen. *Schweizerische Bauzeitung* 1965;16.
25. Jabari V, Safari A, Ranaei A. Measuring the Heating value of municipal solid waste mixed with the output waste from processing facilities and comparing the results with Tanner triangle for assessment of combustibility of Waste (A case study on the garbage of Qazvin). *J Res Environ Healt*. 2015;1(4): 306-13.
26. Unnikrishnan S, Singh A. Energy recovery in solid waste management through CDM in India and other countries. *Resour. Conserv Recycl*. 2010;54(10): 630-40.
27. Zhao Y, Christensen TH, Lu W, Wu H, Wang H. Environmental impact assessment of solid waste management in Beijing City, China. *Wast Manag*. 2011;31(4): 793-9.
28. Gautam S, Bundela PS, Pandey AK, Sarsaiya S. Composting of Municipal Solid Waste of Jabalpur City. 2013.
29. Mirzaei N, Nori J, Mahvi A, Masoud Y, Afshin M. Assessment of Environmental Impacts produced by Compost Plant in Sanandaj. *Sci. J. Kurdistan Univ Med Sci*. 2010;14(4): 79-88. [in persian].
30. Gholamalifard M, Mirzaei M, Hatamimanesh M, Riyahi Bakhtiari A, Sadeghi M. Application of rapid environmental impacts assessment matrix and Iranian matrix in environmental impact assessment of solid waste landfill of Shahrekord. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2014;16(1): 31-46. [in persian].