

## بررسی کاربرد ماتریس لئوپولد ایرانی در ارزیابی اثرات محیط زیستی (EIA) گزینه‌های مدیریت پسماند جامد در شهر بیرجند

سهیل ولی‌زاده<sup>۱\*</sup>، زینب شکر<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۴/۳۱

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۲۳

### چکیده

**زمینه و هدف:** امروزه با توجه به افزایش چشمگیر جمعیت و پیامد آن تولید بیشتر زباله، توجه به مدیریت پسماندها امری ضروری است. هدف از انجام این مطالعه استفاده از فرایند ارزیابی اثرات محیط زیستی (Environmental Impact Assessment) به منظور انتخاب بهترین گزینه مدیریت پسماند در شهر بیرجند با استفاده از روش مبتنی بر ماتریس و ارائه راهکارهای مناسب به مدیران و برنامه‌ریزان این شهر بوده است. روش بررسی: در این مطالعه ارزیابی اثرات محیط زیستی گزینه‌های مختلف مدیریت پسماند با استفاده از روش ماتریس لئوپولد ایرانی انجام پذیرفت. با استفاده از این روش ارزیابی اثرات محیط زیستی چهار گزینه مدیریت پسماند در شهر بیرجند شامل: دفن غیر بهداشتی، بازیافت، احداث کارخانه کمپوست و دفن بهداشتی انجام شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که گزینه دفن غیر بهداشتی با امتیاز نهایی ۳/۰۶- دارای بیشترین اثرات منفی بوده و به عنوان اولویت چهارم معرفی شد. همچنین گزینه احداث کارخانه کمپوست با امتیاز نهایی ۲/۳۴- کمترین اثرات محیط زیستی را نسبت به سایر گزینه‌ها داشته است. **نتیجه‌گیری:** حدود ۷۶/۹۵٪ ترکیب زباله شهرستان بیرجند را زباله‌های خانگی تشکیل می‌دهد، بنابراین مواد آلی فسادپذیر در آن غالب است. در نتیجه با توجه به نتایج به دست آمده از روش ماتریس لئوپولد ایرانی، گزینه احداث کارخانه کمپوست به عنوان اولویت اول و منطقی‌ترین گزینه برای مدیریت پسماند در این شهر معرفی گردید.

**واژگان کلیدی:** ارزیابی اثرات محیط زیستی، مدیریت پسماند، ماتریس لئوپولد

۱- (نویسنده مسئول): دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته محیط زیست، گرایش آلودگی‌های محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران  
Valizadehsoheyl@yahoo.com

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته محیط زیست، گرایش آلودگی‌های محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

## مقدمه

رشد بی رویه جمعیت و پدید آمدن کلان شهرها، همراه با تغییر الگوی مصرف و ایجاد موج مصرف گرایی در مناطق شهری و صنعتی، موجب افزایش سرانه تولید مواد زائد جامد شده و جمع آوری و دفع آن را به معضلی پیچیده و پرهزینه تبدیل کرده است (۱). تولید روزافزون زباله و چگونگی دفع مناسب آن یکی از عمده ترین چالش های محیط زیستی جوامع انسانی به شمار می رود (۲). مواد زائد جامد یکی از عواملی به شمار می رود که باعث آلودگی محیط زیست شده و مدیریت و کنترل صحیح و بهداشتی آن نقش مهمی در ارتقاء بهداشت و سلامت جامعه دارد. اثرات منفی ناشی از عدم مدیریت بهداشتی زباله ها، باعث در معرض خطر قرار گرفتن سلامتی انسان و دیگر موجودات زنده می شود (۳). این پسماندها موجب آلودگی خاک (۴)، آب های سطحی و زیرزمینی (۵) و هوا می گردند.

با توجه به اثرات منفی متعدد ناشی از زباله های شهری تولید شده، نیاز به اعمال مدیریت صحیح و انتخاب راهکارهای مناسب جهت به حداقل رسانی این اثرات و بهبود محیط زیست به شدت احساس می گردد. در این راستا به کارگیری روش های علمی ارزیابی محیط زیستی می تواند اطمینان کافی از رعایت سیاست ها و اهداف تعیین شده در برنامه ها، طرح ها و فعالیت های طرح ها را در جهت تامین ضوابط، معیارها و قوانین محیط زیستی فراهم آورد (۶). ابزارهای متعددی جهت پیش بینی و کاهش اثرات طرح ها و گزینه های مدیریت پسماند وجود دارد، که مهم ترین آن ها شامل: نقشه سازی مخاطرات محیط زیستی، ارزیابی چرخه حیات، ارزیابی اثرات محیط زیستی و سیستم چند عامله هستند (۷). ارزیابی اثرات محیط زیستی (EIA) یک ابزار موثر جهت شناسایی و پیش بینی پیامدهای یک پروژه و یا طرح های مختلف بر روی اجزای محیط زیستی (فیزیکی، بیولوژیکی، اجتماعی - اقتصادی و فرهنگی) محسوب می شود (۸). این فرایند با استفاده از روش های متعددی شامل چک لیست، ماتریس، رویهم گذاری نقشه ها، سیستم پشتیبانی تصمیم گیری و مدل سازی انجام می شود (۹).

از جمله روش های ماتریسی متداول می توان به ماتریس ساده، ماتریس گام به گام، ماتریس مور، ماتریس ساراگوتا، ماتریس لئوپولد، ماتریس وزنی، ماتریس پترسون و ماتریس ارزیابی اثرات سریع (Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)) اشاره نمود (۱۰). روش ماتریس لئوپولد برای اولین بار توسط Leopold و همکاران (۱۱) در سال ۱۹۷۱، ارائه گردید. مزیت اصلی ماتریس لئوپولد ارائه یک چک لیست از عوامل مورد نیاز برای انجام ارزیابی اثرات محیط زیستی است. ماتریس لئوپولد بعدها توسط Mahkdoum (۱۲) اصلاح گردید، و به عنوان ماتریس لئوپولد ایرانی شناخته می شود (۱۳). ساختار ساده و قابلیت اجرای ارزیابی چند معیاره از مزایای این رویکرد به شمار می رود.

Mirzayi و همکاران (۱۴) در سال ۱۳۸۸ از ماتریس لئوپولد ایرانی برای ارزیابی اثرات محیط زیستی کارخانه کمپوست سنج استفاده نمودند و راهکارهایی جهت کاهش اثرات منفی این پروژه ارائه دادند. در مطالعه ای دیگر Gholamalifard و همکاران (۱۵) در سال ۱۳۹۱ کاربرد روش لئوپولد را در ارزیابی اثرات محیط زیستی محل دفن پسماند جامد شهرکرد مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی ارزیابی اثرات محیط زیستی گزینه های مختلف مدیریت پسماند، نشان داد که گزینه تلفیقی کمپوست - بازیافت دارای کمترین اثرات منفی محیط زیستی است. Panahandeh و همکاران (۶) با استفاده از ماتریس لئوپولد، ارزیابی اثرات محیط زیستی گزینه "کمپوست" را در مقابل گزینه "عدم انجام" ارزیابی نمودند. در مجموع گزینه اجرای طرح با معدل ۲/۱۷+ در مقابل گزینه عدم اجرای آن با معدل ۸/۱۳-، دارای برتری کامل بوده و طرح با لحاظ طرح های بهسازی و اقدامات اصلاحی توصیه شده است.

در این مطالعه گزینه های مختلف مدیریت پسماند شامل دفن غیر بهداشتی (Open Dumping)، بازیافت (Recycling)، احداث کارخانه کمپوست (Composting) و دفن بهداشتی (Sanitary Dumping)، مورد بررسی قرار گرفته، و با استفاده از روش ماتریس لئوپولد ایرانی، ارزیابی اثرات محیط زیستی هر یک از گزینه های پیشنهادی انجام پذیرفت. همچنین میزان پایداری (Sustainability) برای هر گزینه محاسبه شد

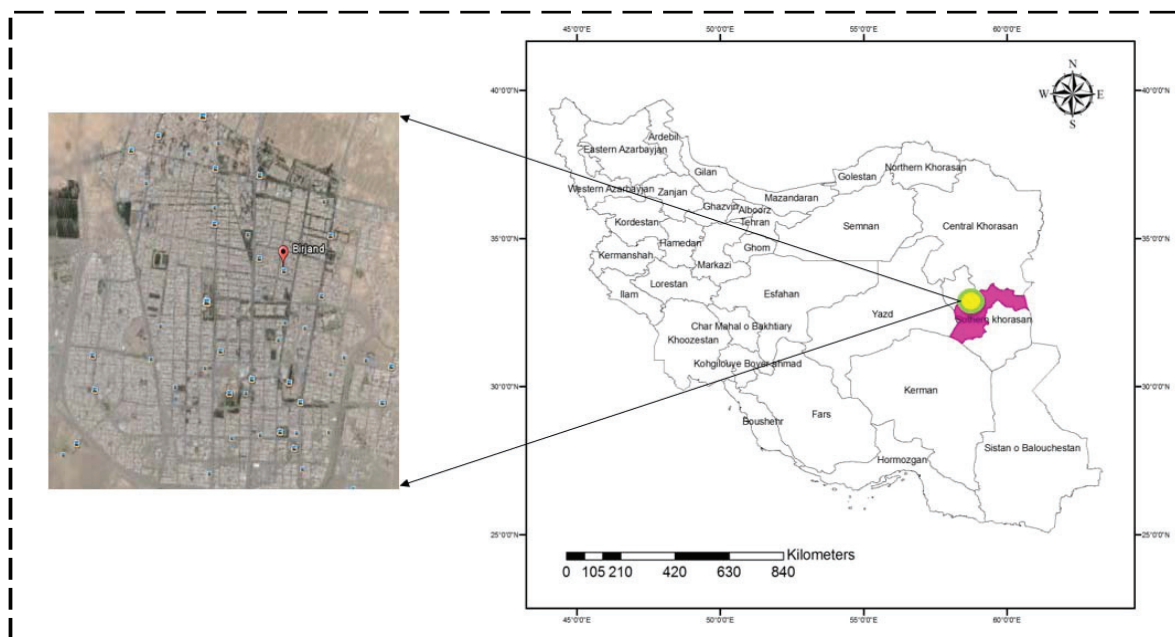
مرکز این شهرستان، شهر بیرجند است و در سال ۱۳۸۵، بالغ بر ۱۶۶۱۳۷ نفر جمعیت داشته است. آب و هوای این شهرستان بیابانی و نیمه بیابانی است. محل دفن پسماند شهر بیرجند در ضلع شرقی جاده خاکی بیرجند- شوشود با فاصله حدود ۵ km از شهر بیرجند واقع شده است. موقعیت شهرستان بیرجند در شکل ۱، نشان داده شده است:

و با نتایج حاصل از ماتریس لئوپولد ایرانی به منظور تصمیم گیری صحیح برای تعیین گزینه مطلوب مقایسه گردید.

## مواد و روش ها

### معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان بیرجند در استان خراسان جنوبی واقع شده است.



شکل ۱: موقعیت شهرستان بیرجند

جدول ۱: ترکیبات مختلف پسماند در شهر بیرجند

ترکیبات مختلف پسماند	سرانه تولید روزانه (%)	سرانه تولید روزانه (g/day)
پسماند تر	۹	۵۰۵/۲
کاغذ	۱	۲۷
پلاستیک	۱	۲۷
مقوا	۳	۱۹/۶
پت	۵	۹/۸۴
منسوجات	۶	۳/۹۳
فلزات	۵	۹/۸۴
شیشه	۲	۱۴/۴۳
سایر	۷	۳۷/۵

به طور کلی در شهر بیرجند به طور متوسط روزانه ۸۰ ton پسماند خانگی تولید می شود. سرانه پسماند تولیدی در شهر بیرجند برای هر نفر حدود ۶۵۶ g در روز تخمین زده شده است. بر طبق آنالیز فیزیکی پسماندهای شهر بیرجند (جدول ۱)، پسماندهای تر با حدود ۷۷ درصد بیشترین میزان، و بعد از آن کاغذ و مقوا با حدود ۷ درصد، دومین نوع پسماندهای تولیدی شهر بیرجند را به خود اختصاص می دهند.

بهره‌برداری در جدول ۲ ارائه شده است. همچنین اجزای محیط زیستی به همراه جزئیات در جدول ۳ نشان داده شده است:

جدول ۲: فعالیت‌های مراحل ساختمانی و بهره‌برداری در روش ماتریس لئوپولد ایرانی

مرحله ساختمانی	مرحله بهره‌برداری
برچیدن کارگاه	آتش نشانی
ایجاد فضای سبز	خدمات موتوری
دفع پسماند	انبارهای عمومی
دفع پساب	تاسیسات مسکونی و اقامتی
احداث سوله‌ها	نقص فنی و نشت و انتشار
مصالح و تاسیسات	تاسیسات تفریحی و ورزشی
خدمات تعمیرگاه‌ها	بازیافت پسماندها
خدمات موتوری	دفع پسماندها
محوطه سازی	جمع‌آوری پسماندها
مصارف آب	ذخیره پساب‌ها
آبرسانی	کانالهای انتقال پساب
تامین آب	دفع پساب
مصارف سوخت	جمع‌آوری پساب
ذخیره سوخت	تاسیسات بهداشتی
انتقال سوخت	مصرف سوخت
تامین سوخت	ذخیره سوخت
انتقال برق	تامین سوخت
تامین برق	برق رسانی
حمل و نقل	تامین برق
حمل و نقل مصالح	تعمیرگاه‌ها
تامین مصالح	حمل و نقل محصولات
حمل نقل کارکنان	حمل و نقل مواد اولیه
کارهای بتنی	خدمات پیمانکاران
زهکشی‌ها	حمل و نقل کارگران
آسفالت کاری	استخدام کارکنان
احداث سازه‌ها	مصرف آب
احداث معابر	آبرسانی
حصار کشی	تامین آب
خاکبرداری	نگهداری فضای سبز
استخدام کارکنان	نگهداری راههای اصلی و فرعی
کمپ موقت	احداث سوله‌ها
تجهیز کارگاه	کارهای خاکی

در این مطالعه ارزیابی اثرات محیط زیستی ۴ گزینه مدیریت پسماند شهر بیرجند شامل: دفن غیر بهداشتی، بازیافت، کمپوست و دفن بهداشتی در دو مرحله ساختمانی و بهره‌برداری بر روی اجزای محیط زیستی شامل چهار دسته: فیزیکی (Physical)، بیولوژیکی (Biological)، اجتماعی - اقتصادی (Socio-Economic) و فرهنگی (Cultural)، با استفاده از روش ماتریس لئوپولد ایرانی انجام پذیرفت.

ارزیابی اثرات فعالیت‌های مراحل ساختمانی و بهره‌برداری بر روی اجزای محیط زیستی برای هر یک از گزینه‌ها، در مطالعه حاضر به روش بازدید میدانی و جمع‌آوری اطلاعات از منابع مختلف انجام شده است. در این مطالعه برای افزایش صحت در فرایند امتیازدهی از روش پرسشنامه‌ای استفاده گردید. بدین صورت که ماتریس طراحی شده، برای ۵۰ نفر از کارشناسان و کارکنان محلی مرتبط با بحث مدیریت پسماند ارسال گردید. سپس از میانگین امتیازهای داده شده توسط کارشناسان و همچنین اطلاعات به دست آمده از بازدید میدانی، برای فرایند امتیازدهی نهایی استفاده گردید.

#### روش ماتریس لئوپولد ایرانی (لئوپولد اصلاح شده)

ماتریس لئوپولد اولین بار توسط لئوپولد در سال ۱۹۷۱ جهت تجزیه و تحلیل اثرات محیط زیستی ارائه شد. سپس ماتریس لئوپولد توسط Makhdoum (۱۲) با توجه به شرایط بومی ایران بازسازی و اصلاح گردید، و به عنوان ماتریس لئوپولد ایرانی مورد استفاده کارشناسان ایرانی در زمینه ارزیابی قرار گرفت. از عمده‌ترین مزایای این ماتریس، می‌توان به جمع‌بندی اثرات منفی و مثبت پروژه در دو مرحله اجرا و پیاده‌سازی و بهره‌برداری اشاره نمود (۱۵). همچنین ساختار ساده و قابلیت اجرای ارزیابی چند معیاره از مزایای این رویکرد به شمار می‌رود.

در این روش، ماتریسی تشکیل می‌شود که ریز فعالیت‌های پروژه در مراحل اجرا و پیاده‌سازی و بهره‌برداری (شامل ۳۲ فعالیت در مرحله بهره‌برداری و ۳۲ فعالیت در مرحله ساختمانی)، در ستون‌های آن و فاکتورهای مختلف محیط‌زیست در سطرها آن قرار می‌گیرند. فهرست فعالیت‌های مراحل ساختمانی و

جدول ۳: فاکتورهای محیط زیستی در روش ماتریس لنوپولد ایرانی

محیط فیزیکی	محیط بیولوژیکی	محیط اجتماعی - اقتصادی	محیط فرهنگی
میکرو کلیما	اکوسیستم آبی	جمعیت	پذیرش اجتماعی
کیفیت هوا	اکوسیستم خشکی	مهاجرت	طوایف و اقوام
صدای محیط	گونه های نادر گیاهی	تخصص	شاخص های بهداشتی
رژیم کم آبی	گونه های نادر جانوری	اسکان مجدد	شاخص های آموزشی
رژیم سیلاب ها	مهاجرت جانوران	درآمد و هزینه	امراض مهم
کیفیت آب سطحی	جمعیت جانوران	اشتغال و بیکاری	کیفیت آب شرب و
کیفیت آب زیرزمینی	زیستگاه های جانوران	افزایش قیمت مستغلات	توریسم
سطح ایستایی	زیستگاه های گیاهان	کشاورزی	تسهیلات و خدمات
مصارف آب سطحی	تراکم گیاهان	صنعت و معدن	خدمات آموزشی
مصارف آب زیرزمینی	تولید چوب	خدمات	ویژگی های فرهنگی
آب های ساحلی	الگوهای رفتاری جانوران	حمل و نقل	آثار و بناهای مذهبی
مرفولوژی رودخانه	محل های تولید مثل	ترافیک	میراث فرهنگی ثبت شده
پیشروی آب های شور	زنجیره های غذایی	رفاه	میراث فرهنگی ثبت نشده
رسوب گذاری	تنوع گونه ای	مصارف آب	چشم اندازها و مناظر
فرسایش خاک	ناقلین	پسماند	
خصوصیات خاک	مناطق تحت حفاظت	پساب	
ثبات خاک		اوقات فراغت	
زهکشی		ایمنی و امنیت	
شکل زمین		کاربری اراضی	
لرزه خیزی		طرح های توسعه آتی	
دشت های سیلابی		کاربری حساس	
لغزش و رانش			

اشاره می نماید. محدوده و تاثیر اثرات بر هر یک از پارامترهای محیطی در این روش در جدول ۴ نشان داده شده است:

در این ماتریس برای هر سلول دو عدد در نظر گرفته شد که یکی به دامنه یا شدت اثر و دیگری به اهمیت یا بزرگی اثر

جدول ۴: محدوده و تاثیر اثرات بر هر یک از پارامترهای محیطی

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

۳/۱- تا ۵/۱- باشد، پروژه از لحاظ مطالعات محیط زیستی مورد پذیرش قرار نمی‌گیرد. اگر میانگین رده‌بندی ۲/۱- تا ۳/۱- باشد، پروژه با انجام موارد اصلاحی قابل اجرا است و چنانچه میانگین رده‌بندی بین ۲/۱- تا ۰ باشد پروژه با انجام گزینه‌های اصلاحی و طرح‌های بهسازی قابل اجرا خواهد بود (جدول ۵).

در جمع‌بندی اثرات، میانگین اثرات مثبت و منفی برای هر فعالیت و هر فاکتور محیط زیستی محاسبه گردید و در نهایت برای هر یک از اجزای محیط زیستی و برای هر یک از مراحل ساختمانی و بهره‌برداری گزینه‌های مختلف، عددی محاسبه شد. در این مرحله میانگین امتیاز مثبت بیانگر مقبولیت محیط زیستی پروژه است، اما در صورتی که میانگین رده‌بندی بین

جدول ۵: نتیجه میانگین رده‌بندی نسبت به اثرات ایجاد شده

اثرات یا پیامدهای منفی	میانگین رده‌بندی	اثرات یا پیامدهای مثبت	میانگین رده‌بندی
پیامدهای منفی مخرب یا بسیار	از ۵- تا ۴,۱-	پیامدهای مثبت عالی یا بسیارخوب	از ۴,۱ تا ۵
پیامدهای منفی شدید، بد و مخرب	از ۴- تا ۳,۱-	پیامدهای مثبت خوب	از ۳,۱ تا ۴
پیامدهای منفی متوسط	از ۳- تا ۲,۱-	پیامدهای مثبت متوسط	از ۲,۱ تا ۳
پیامدهای منفی ضعیف	از ۲- تا ۱,۱-	پیامدهای مثبت ضعیف	از ۱,۱ تا ۲
پیامدهای منفی ناچیز	از ۱- تا ۰	پیامدهای مثبت ناچیز	از ۰ تا ۱

محاسبه پایداری (Sustainability)

پایداری با استفاده از نتایج حاصل از روش ماتریس لئوپولد ایرانی است. مهمترین مزیت تعیین پایداری در این مطالعه این است که با انتخاب پایداری‌ترین گزینه، نتایج آن با نتایج حاصل از ماتریس لئوپولد ایرانی مقایسه و مطلوب‌ترین و مناسب‌ترین گزینه برای مدیریت پسماند شهرستان بیرجند تعیین می‌گردد. به‌علاوه معادلات مربوط به محاسبه پایداری در روش ارائه شده توسط Phillips و همکار (۲۰۱۴) (۱۶) در جدول ۶ نشان داده شده است:

بررسی پایداری (Sustainability) بالقوه یا واقعی در فرایند ارزیابی اثرات محیط زیستی یک عامل مهم و تاثیرگذار در تصمیم‌گیری به شمار می‌رود. در این مطالعه برای تعیین میزان پایداری از روشی که توسط Phillips و همکار (۲۰۱۴) (۱۶) ارائه شده است، استفاده گردید. در مطالعه انجام شده توسط Phillips و همکار (۲۰۱۴)، میزان پایداری با استفاده از نتایج حاصل از ماتریس ارزیابی اثرات سریع (RIAM) محاسبه گردیده است. بنابراین نوآوری مطالعه حاضر محاسبه میزان

جدول ۶: معادلات ارائه شده برای محاسبه پایداری Phillips و Mondal (۲۰۱۴)

معادله	توضیحات
$S(t) = E(t) - H_{NI}(t) \quad (1)$	E: ارزش محیط زیستی، S: پایداری، H <sub>NI</sub> : نیازها و علایق انسان. H <sub>NI</sub> ، به منابع و خدمات در دسترس محیط زیست (E) بستگی دارد، و شرایط زندگی و بقای انسان را تضمین می‌نماید. t: زمان.
$E(t) = \frac{\sum PC + \sum BE}{PC_{mac} + BE_{max}} \quad (2)$	PC: فیزیکی - شیمیایی، BE: بیولوژیکی - اکولوژیکی. در ماتریس لئوپولد با توجه به اینکه فرایند EIA بر روی اجزای محیط زیستی شامل: اجزای فیزیکی، اکولوژیکی، اجتماعی - اقتصادی و فرهنگی انجام شده است، بنابراین در این معادله محیط فیزیکی (P) جایگزین (PC) و محیط اکولوژیکی (E) جایگزین (EO) می‌شود.

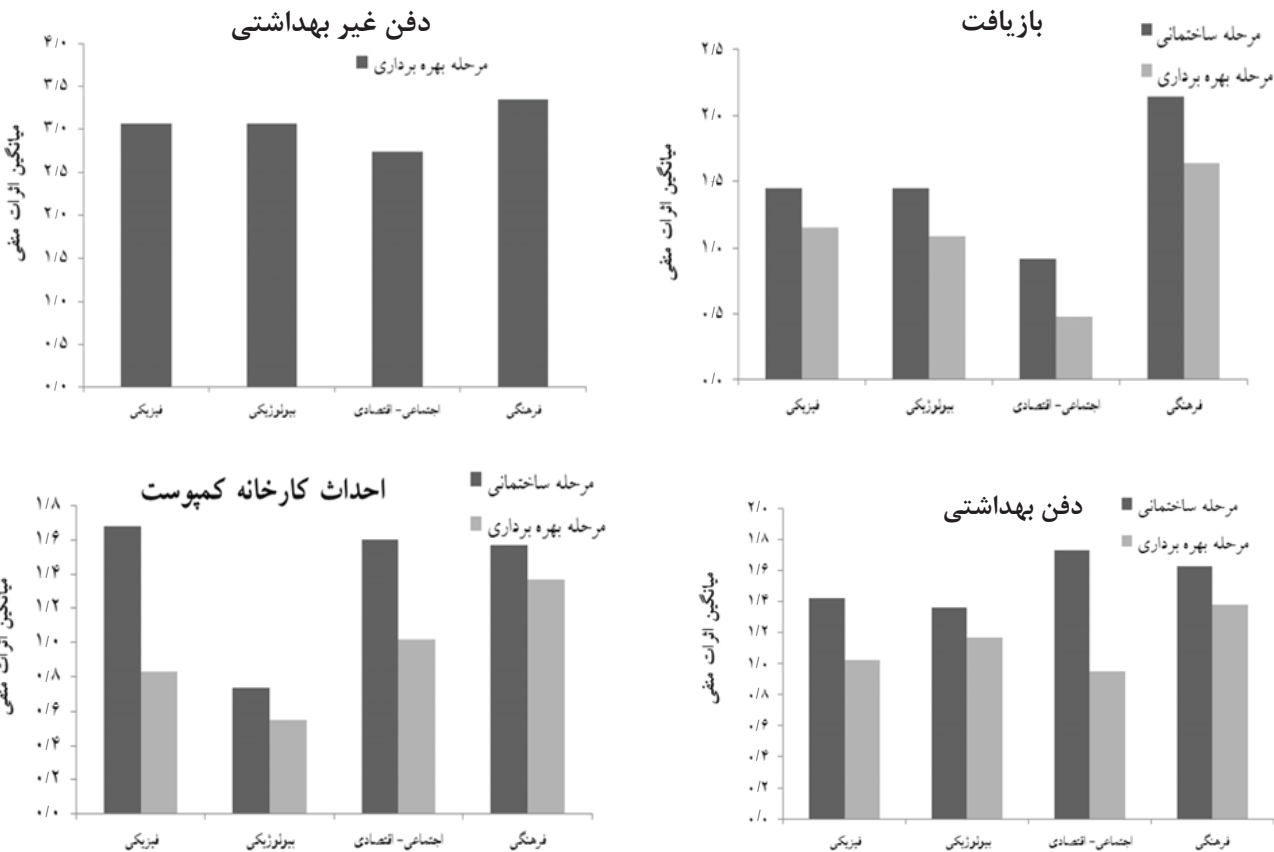
ادامه جدول ۶: معادلات ارائه شده برای محاسبه پایداری فلیپس و مندل (۲۰۱۴)

معادله	توضیحات
(۳) $HNI(t) = \frac{(SCmax - \sum SC) + (EOmax - \sum EO)}{(SCmax + EOmax)}$ $E(t) > HNI(t) \Leftrightarrow S(t) > 0$	SC: اجتماعی- فرهنگی، EO: اقتصادی- عملیاتی با توجه به توضیحات فوق، بنابراین در این معادله نیز محیط اجتماعی-اقتصادی (SE) جایگزین (PC) و محیط فرهنگی (E) جایگزین (اقتصادی- عملیاتی) می شود.
(۴) $E(t) \leq HNI(t) \Leftrightarrow S(t) \leq 0$	در صورتی که میزان HNI (شرایط لازم برای زندگی و بقای انسان)، کمتر از میزان E (ارزش محیط زیستی) باشد، گزینه مورد بررسی پایدار (Sustainable) و اگر بیشتر باشد، ناپایدار (Un Sustainable) خواهد بود.
(۵) $E(t) > HNI(t) \Leftrightarrow S(t) > 0$	

### یافته‌ها

دو مرحله ساختمانی و بهره‌برداری، اثرات مثبت و منفی همه فعالیت‌ها بر اجزای محیط زیست در نظر گرفته شد. میزان میانگین اثرات منفی، حاصل برآیند اثرات مثبت و منفی ارزیابی هر گزینه است. میزان میانگین اثرات منفی گزینه‌های مختلف بر روی اجزای محیط زیستی در شکل ۲ نشان داده شده است:

ارزیابی اثرات محیط زیستی گزینه‌های مدیریت پسماند در شهر بیرجند با استفاده از روش ماتریس لئوپولد ایرانی، برای هر یک از گزینه‌های مدیریت پسماند در دو مرحله ساختمانی و بهره‌برداری انجام پذیرفت. در فرایند امتیاز دهی، در هر



شکل ۲: میزان میانگین اثرات منفی (برآیند اثرات مثبت و منفی) گزینه‌های مختلف بر روی اجزای محیط زیستی در دو مرحله ساختمانی و بهره‌برداری

لئوپولد ایرانی به منظور اولویت‌بندی و معرفی گزینه بهینه برای مدیریت پسماند در شهر بیرجند در جدول ۷ ارائه شده است:

مقایسه نهایی نتایج حاصل از ارزیابی اثرات محیط زیستی چهار گزینه مطرح شده در این مطالعه به روش ماتریس

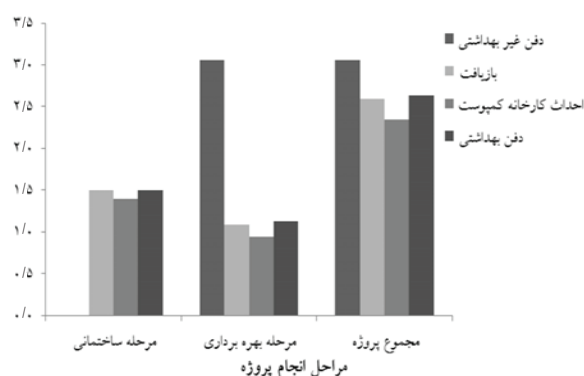
جدول ۷: خلاصه نتایج ماتریس لئوپولد ایرانی در دو مرحله ساختمانی و بهره‌برداری

مجموع	مرحله بهره‌برداری					مرحله ساختمانی					اجزای محیط زیست گزینه‌های مدیریت
	میانگین	فرهنگی	اجتماعی-اقتصادی	بیولوژیکی	فیزیکی	میانگین	فرهنگی	اجتماعی-اقتصادی	بیولوژیکی	فیزیکی	
-۳/۰۶	-۳/۰۶	-۳/۳۵	-۲/۷۴	-۳/۰۷	-۳/۰۷	-	-	-	-	-	دفن غیر بهداشتی
-۲/۵۹	-۱/۰۹	-۱/۶۴	-۰/۴۸	-۱/۰۸	-۱/۱۵	-۱/۵	-۲/۱۴	-۰/۹۲	-۱/۴۵	-۱/۴۵	بازیافت
-۲/۳۴	-۰/۹۴	-۱/۳۷	-۱/۰۲	-۰/۵۵	-۰/۸۳	-۱/۴	-۱/۵۷	-۱/۶۰	-۰/۷۴	-۱/۶۸	کارخانه کمپوست
-۲/۶۳	-۱/۱۳	-۱/۳۸	-۰/۹۵	-۱/۱۷	-۱/۰۲	-۱/۵	-۱/۶۳	-۱/۷۳	-۱/۳۶	-۱/۴۲	دفن بهداشتی

متأسفانه هم اکنون تنها روش مدیریت پسماند در شهر بیرجند که پذیرای زباله از مناطق مسکونی اطراف آن نیز هست، روش دفن غیر بهداشتی (Open dumping) یا همان روش تلنبار کردن غیر کنترل شده انواع مختلف زباله بدون استفاده از هرگونه پوشش است.

میزان پایداری (Sustainability) با استفاده از نتایج حاصل از ماتریس لئوپولد ایرانی برای هر یک از گزینه‌های مدیریت پسماند شهرستان بیرجند محاسبه گردید. همان طور که در جدول ۸ مشاهده می‌گردد هر چهار گزینه مورد بررسی ناپایدار (Un sustainable) تعیین گردیدند، اما گزینه احداث کارخانه کمپوست با (S-Level) معادل -۰/۱۶۲، میزان پایداری بیشتری را نسبت به سایر گزینه‌ها نشان داد. بعد از گزینه احداث کارخانه کمپوست، به ترتیب گزینه‌های بازیافت، دفن بهداشتی و دفن غیر بهداشتی دارای کمترین میزان پایداری هستند. بنابراین نتایج حاصل از محاسبه پایداری با نتایج حاصل از ارزیابی اثرات محیط زیستی توسط ماتریس لئوپولد ایرانی مطابقت دارد.

مقایسه میزان میانگین اثرات محیط زیستی منفی حاصل از هر یک از گزینه‌ها (شکل ۳) نشان داد که در هر سه بخش ساختمانی، بهره‌برداری و مجموع فرایند انجام پروژه، گزینه کمپوست دارای کمترین اثرات محیط زیستی بوده است. از طرفی گزینه دفن غیر بهداشتی با وجود عدم نیاز به مرحله ساختمانی، به دلیل اثرات منفی بسیار زیادی که در بخش بهره‌برداری بر روی اجزای مختلف محیط زیست به همراه دارد، بنابراین اجرای آن از نظر محیط زیستی قابل پذیرش نیست.



شکل ۳: میزان میانگین اثرات منفی (برای مقایسه اثرات مثبت و منفی) برای هر یک از گزینه‌ها در مراحل مختلف انجام پروژه



جدول ۸: تعیین پایداری برای گزینه‌های مختلف مدیریت پسماند شهر بیرجند

پارامترها	دفن غیر بهداشتی	بازیافت	احداث کارخانه کمپوست	دفن بهداشتی
$\sum P$	۲۵۹۸	۵۹۷۳	۵۷۱۲	۵۵۱۰
$\sum P_{max}$	۷۰۴۰	۱۴۰۸۰	۱۴۰۸۰	۱۴۰۸۰
$\sum E$	۱۷۰۹	۴۱۱۸	۴۰۹۲	۴۰۳۰
$\sum E_{max}$	۵۱۲۰	۱۰۲۴۰	۱۰۲۴۰	۱۰۲۴۰
$\sum SE$	۲۵۶۹	۵۹۴۲	۵۹۶۰	۵۵۰۴
$\sum SE_{max}$	۶۷۲۰	۱۳۴۴۰	۱۳۴۴۰	۱۳۴۴۰
$\sum C$	۱۶۵۴	۳۴۵۹	۳۷۹۰	۳۸۱۹
$\sum C_{max}$	۴۴۸۰	۸۹۶۰	۸۹۶۰	۸۹۶۰
$\sum E$	۰/۳۵۴	۰/۴۱۵	۰/۴۰۳	۰/۳۹۲
$\sum H_{NI}$	۰/۶۲۳	۰/۵۸۰	۰/۵۶۵	۰/۵۸۴
S-Value	-۰/۲۶۹	-۰/۱۶۵	-۰/۱۶۲	-۰/۱۹۲
S-Level	N/A (UnSustainable)	N/A (UnSustainable)	N/A (UnSustainable)	N/A (UnSustainable)

## بحث

این مطالعه با هدف استفاده از روش ماتریس لئوپولد ایرانی برای ارزیابی اثرات محیط زیستی گزینه‌های مختلف مدیریت پسماند شامل دفن غیر بهداشتی، بازیافت، احداث کارخانه کمپوست و دفن بهداشتی، در محل دفن زباله‌های شهر بیرجند انجام گردید.

جمع‌بندی نتایج حاصل از ماتریس لئوپولد ایرانی نشان داد که: گزینه اول (دفن غیر بهداشتی) با امتیاز نهایی معادل ۳/۰۶، دارای بیشترین اثرات منفی در بین گزینه‌های بررسی شده است، بنابراین به عنوان اولویت چهارم برای مدیریت پسماند شهر بیرجند انتخاب گردید. با توجه به اینکه دفن غیر بهداشتی به تاسیسات و تجهیزات پیشرفته برای راه‌اندازی نیاز ندارد، ارزیابی اثرات محیط زیستی فقط برای مرحله بهره‌برداری انجام شده است. با توجه به امتیاز نهایی حاصل شده از این گزینه (۳/۰۶-)، بنابراین اجرای این گزینه دارای اثرات منفی شدیدی بر روی اجزای محیطی بوده (جدول شماره ۵) و اجرای آن از لحاظ محیط زیستی رد می‌گردد. این امر عمدتاً به دلیل ماهیت غیر استاندارد و عدم رعایت ضوابط محیط

زیستی در مدیریت پسماند به این روش است. اثرات منفی در اجزای فیزیکی عمدتاً به این دلیل است که دفع مواد زائد به این روش باعث اثرات منفی بسیار زیادی می‌شود که عمدتاً ناشی از قرار گرفتن خاک و سفره‌های آب زیر زمینی در معرض مواد زائد و به‌خصوص شیرابه حاصل از آن است. این امر با توجه به قرار گرفتن شهر بیرجند در منطقه‌ای گرم و خشک و کمبود منابع آبی بسیار مهم خواهد بود. همچنین بیشترین اثرات منفی در اجزای فرهنگی مشاهده می‌گردد که عمدتاً ناشی از عدم مقبولیت عمومی و همچنین سطح پایین ایمنی و سلامتی عمومی است (۱۵). گزینه دفن غیر بهداشتی با توجه به عدم نیاز به تاسیسات و تجهیزات پیشرفته برای راه‌اندازی، اثرات مثبت اقتصادی بیشتری نسبت به سایر گزینه‌ها دارد. به دلیل گستره فراوان اثرات منفی گزینه دفن غیر بهداشتی، اثرات مثبت اقتصادی اجرای آن نادیده گرفته می‌شود.

گزینه دوم (بازیافت) با امتیاز نهایی معادل ۲/۵۹-، که حاصل از ارزیابی اثرات در دو مرحله ساختمانی و بهره‌برداری است به عنوان اولویت دوم برای مدیریت پسماند شهر بیرجند تعیین گردید. مطابق با جدول ۵ امتیاز نهایی حاصل از دو

مرحله ساختمانی و بهره‌برداری برای این گزینه (۲/۵۹-)، نشان‌دهنده پیامدهای منفی متوسطی بر روی اجزای محیط زیستی است، بنابراین این گزینه همراه با اقدامات اصلاحی شدید مجاز خواهد بود. دلیل اینکه این گزینه با مزایای بسیار زیادی که به‌همراه دارد به عنوان اولویت دوم مدیریت پسماند شهر بیرجند معرفی شده است، ناشی از ترکیب زباله تولید شده در شهر بیرجند است، که فقط حدود ۲۴ درصد از آن را اجزاء بازیافت‌پذیر تشکیل می‌دهد. بنابراین نوع ترکیبات پسماند تولیدی و نیاز به تجهیزات پیشرفته برای جداسازی و هزینه‌های ناشی از برقراری جایگاه‌های بازیافت زباله در هر منطقه، میزان مطلوبیت اجرایی آن را به خصوص از نظر اقتصادی در شهر بیرجند کاهش داده است.

نتایج ماتریس لئوپولد ایرانی نشان داد که گزینه سوم (احداث کارخانه کمپوست) با امتیاز نهایی معادل ۲/۳۴-، دارای کمترین میزان اثرات منفی در بین گزینه‌های بررسی شده بوده و بنابراین به عنوان اولویت اول در مدیریت پسماند شهر بیرجند انتخاب گردید. برطبق جدول ۵ انجام این گزینه هم پیامدهای منفی متوسطی را بر روی اجزای محیط زیستی برجای خواهد گذاشت، اما همانطور که اشاره گردید این اثرات منفی دارای کمترین مقدار نسبت به سایر گزینه‌ها است. مزایای اجرای این گزینه شامل حاصل‌خیزی زمین‌های کشاورزی، افزایش تنوع زیستی، ایجاد تالاب و مزایای اقتصادی حاصل از فروش کمپوست به کشاورزان خواهد بود. همچنین اضافه کردن کمپوست به خاک باعث افزودن مواد مغذی به خاک، تقویت، بهبود ساختار خاک و جلوگیری از فرسایش و از بین رفتن خاک می‌گردد (۱۷). قابل ذکر است که احداث کارخانه کمپوست همراه با اثرات منفی بر روی اجزای فیزیکی و بیولوژیکی به دلیل تغییر در کاربری اراضی، تخریب زیستگاه‌های طبیعی، قطع ارتباطات اکولوژیکی، افزایش سطح غیر قابل نفوذ و رواناب است (۱۵). اما در مرحله بهره‌برداری شامل مزایای فراوانی می‌شود که اثرات منفی آن را در مرحله ساختمانی پوشش می‌دهد. از دیگر مزایای این گزینه می‌توان به بازگشت مواد قابل مصرف و کاهش بهره‌برداری از منابع و از سویی دیگر ایجاد اشتغال در

سطح استان اشاره نمود. عمده‌ترین عامل بازدارنده در اجرای این گزینه، هزینه‌های زیاد در مرحله ساختمانی آن است. به دلیل اینکه حدود ۷۶/۹۵ درصد ترکیب پسماند تولید شده در این شهر را مواد آلی فساد پذیر تشکیل می‌دهد، بنابراین درآمد حاصل از فروش کمپوست تولید شده، اجرای طرح را از لحاظ اقتصادی قابل توجیه نموده است.

گزینه چهارم (دفن بهداشتی) با امتیاز نهایی معادل ۲/۶۳-، بعد از گزینه دفن غیر بهداشتی دارای بیشترین اثرات منفی بوده و بنابراین در اولویت سوم در بین سایر گزینه‌های مدیریت پسماند قرار گرفت. بر اساس جدول ۵ انجام این گزینه نیز پیامدهای منفی متوسطی را بر روی اجزای محیط زیستی بر جای خواهد گذاشت. اثرات منفی اجرای این گزینه در مرحله ساختمانی بر روی اجزای اقتصادی- اجتماعی عمدتاً مربوط به هزینه‌های ناشی از حفر کردن گودال‌های دفن زباله و استفاده از پوشش‌های چندلایه است (۱۸). بنابراین این هزینه‌ها اجرای طرح را از نظر اقتصادی غیر قابل توجیه می‌نماید.

در سالیان اخیر شهر بیرجند با افزایش چشمگیر جمعیت مواجه شده است، لذا لزوم اجرای طرح‌های مناسب برای مدیریت پسماند در این شهر به شدت احساس می‌گردد. شهر بیرجند در رابطه با مدیریت پسماند، دارای فرصت‌ها و محدودیت‌هایی است. فرصت‌های این شهر در این رابطه شامل: وجود زمین‌های بایر مناسب در پیرامون شهر، سطح بالای آگاهی شهروندان در مورد مدیریت پسماند، فراهم بودن زمین‌های مناسب برای مشارکت بخش خصوصی و در نهایت بارش و رطوبت کم است. محدودیت‌های بیرجند در رابطه با اجرای طرح‌های مدیریت پسماند نیز شامل: گرمای بیش از حد، عدم وجود مجموعه‌ای قوی از متخصصان و عدم وجود امکانات و تجهیزات کافی، می‌شود. در حال حاضر گزینه دفن بهداشتی به طور گسترده در شهر بیرجند در حال انجام است که دارای اثرات منفی بسیار زیادی بوده و با ادامه روند با همین شرایط انتظار می‌رود اثرات جبران‌ناپذیری به اجزای محیط زیستی به خصوص اجزای فرهنگی، فیزیکی و بیولوژیکی وارد شود. ارزیابی اثرات محیط زیستی گزینه‌های مختلف در شهر بیرجند نشان داد که گزینه

### نتیجه‌گیری

با گسترش شهرنشینی و ایجاد سبک‌های متنوع و پیچیده مصرف در بین شهروندان، میزان تولید زباله در سالیان اخیر به طور چشمگیری افزایش یافته است. بنابراین مدیریت مواد زائد جامد به یکی از مهمترین مشکلات مسئولان تبدیل شده است. شهر بیرجند با افزایش جمعیت محسوسی در سالیان اخیر مواجه شده است، و لذا لزوم اجرای طرح‌های مناسب برای مدیریت پسماند در این شهر به شدت احساس می‌گردد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که گزینه فعلی در حال انجام در شهر بیرجند (دفن غیر بهداشتی)، دارای اثرات منفی بسیار زیادی بوده و جوابگوی مدیریت پسماند این شهر را در سالیان دراز ندارد. بنابراین باید به دنبال راه حل و گزینه ای منطقی برای مدیریت پسماند شهرستان بیرجند بود.

در میان روش‌های مبتنی بر ماتریس، روش ماتریس لئوپولد ایرانی به دلیل در نظر گرفتن اثرات انجام پروژه در هر دو مرحله ساختمانی و اجرا و پیاده‌سازی بر روی اجزای محیط زیستی و همچنین به دلیل اینکه روش اصلی آن با توجه به شرایط انجام پروژه‌های مختلف در ایران اصلاح و بومی‌سازی شده است، بنابراین یکی از روش‌های متداول و کاربردی برای ارزیابی اثرات محیط زیستی در کشور ما به شمار می‌رود. با توجه به شرایط اقلیمی و آب و هوایی این منطقه و احساس نیاز به زمین‌های کشاورزی حاصلخیز و فضای سبز گسترده، گزینه احداث کارخانه کمپوست با امتیاز نهایی ۲/۳۴- و میزان پایداری معادل ۰/۱۶۲-، به عنوان اولویت اول مدیریت پسماند در شهرستان بیرجند انتخاب گردید.

احداث کارخانه کمپوست با امتیاز نهایی (۲/۳۴-) دارای کمترین اثرات منفی است. با توجه به شرایط اقلیمی و آب و هوایی این منطقه، اهمیت و نیاز به زمین‌های کشاورزی حاصلخیز و فضای سبز گسترده در این شهرستان احساس می‌شود.

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 Mirzayi و همکاران (۱۴)، از روش ماتریس لئوپولد ایرانی به منظور ارزیابی اثرات محیط زیستی کارخانه کمپوست سندج استفاده شد و راهکارهایی در این رابطه ارائه گردید. همچنین Gholamalifard و همکاران (۱۵) کاربرد ماتریس لئوپولد ایرانی را در ارزیابی اثرات محیط زیستی 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. تفاوت حاصل از مطالعات اخیر انجام شده با مطالعه حاضر عمدتاً به دلیل نوع ترکیبات پسماند تولید شده در شهر بیرجند که زباله‌های خانگی بخش عمده آن را تشکیل می‌دهد، است. همچنین به دلیل ماهیت آب و هوایی این منطقه که گرم و خشک بوده، خاک مورد استفاده در زمین‌های کشاورزی فقیر و فاقد مواد مغذی مورد نیاز گیاهان است. بنابراین نیاز مبرم به کمپوست که حاوی مواد مغذی بسیار زیادی بوده در این مناطق احساس می‌شود.

با توجه به اینکه فرایند کمپوست شامل تجزیه کنترل شده مواد آلی کم کالری زباله‌های شهری در حرارت و رطوبت مناسب توسط قارچ‌ها، باکتری‌ها، و یا ارگانیسم‌های عالی‌تر مانند کرم‌ها جهت تولید یک کود مناسب برای مصارف کشاورزی است، بنابراین سهم عمده زباله‌های خانگی در ترکیب زباله تولیدی در شهر بیرجند، نقش عمده‌ای در مطلوبیت گزینه احداث کارخانه کمپوست در این شهر دارد. با توجه به ترکیب پسماند تولید شده در این شهر که حدود ۷۶/۹۵ درصد آن را مواد آلی فساد پذیر تشکیل می‌دهد، بنابراین گزینه احداث کارخانه کمپوست به عنوان اولویت اول و منطقی‌ترین گزینه مدیریت پسماند شهر بیرجند محسوب می‌گردد.

### منابع

- 1- Samadi M, Morshedi Seif M. Investigation of the physical composition and amount of waste produced from Khordad 1378 to Ordibehesht 1379 in Hamedan. *Journal of Hamadan University of Medical Sciences and Health Services*. 2003;10(3):34-38 (in Persian).
- 2- Abedinzadeh N, Ravanbakhsh M, Abedi T. Environmental impact assessment of sanitary-engineering municipal waste landfills city of Semnan. *Journal of Environmental Science and Technology*. 2013;15(2):105-17 (in Persian).
- 3- Ridgway B. Environmental management system provides tools for delivering on environmental impact assessment commitments. *Impact Assessment and Project Appraisal*. 2005;23(4):325-31.
- 4- Lorber M, Pinsky P, Gehring P, Braverman C, Winters D, Sovocool W. Relationships between dioxins in soil, air, ash, and emissions from a municipal solid waste incinerator emitting large amounts of dioxins. *Chemosphere*. 1998;37(9-12):2173-97.
- 5- Hamer G. Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety. *Biotechnology Advances*. 2003;22(1):71-79.
- 6- Panahandeh M, Abedinzadeh N, Ravanbakhsh M. Environmental impact assessment of compost plant in Yazd. *Journal of Environmental Science and Technology*. 2013;12(3):87-99 (in Persian).
- 7- Muntean O-L, Drăgut L, Baciuc N, Man T, Buzilă L, Ferencik I. Environmental impact assessment as a tool for environmental restoration (A case study: Copsa-Mica area, Romania). *Use of Landscape Sciences for the Assessment of Environmental Security*. 2007;14(3):461-74.
- 8- El-Naqa A. Environmental impact assessment using rapid impact assessment matrix (RIAM) for Russeifa landfill, Jordan. *Environmental Geology*. 2005;47(5):632-39.
- 9- Kuitunen M, Jalava K, Hirvonen K. Testing the usability of the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) method for comparison of EIA and SEA results. *Environmental Impact Assessment Review*. 2008;28(4):312-20.
- 10- Mirzaei M, Mahiny AS, Mirkarimi SH, Moradi H. First implementation of improved mathematical matrices for environmental impact assessment using quality criteria: A case study in Golpayegan township compost plant, Iran. *World Applied Sciences Journal*. 2012;20(5):718-29.
- 11- Leopold L. A procedure for evaluating environmental impact. Washington DC: United States Department of the Interior; 1971.
- 12- Makhdom M. Evaluation model for environ-

- mental changes. Journal of Environmental Studies. 1982;11(0):25-34 (in Persian).
- 13- Aghnoum M, Fegghi J, Makhdoum M, Jabbarian Amiri B. Assessing the environmental impacts of forest management plan based on matrix and landscape degradation model. Journal of Agricultural Science and Technology. 2014;16(4):841-50.
- 14- Mirzayi N, Nuri J, Mahvi AH, Yonesian M, Malaki A. Assessment of environmental impacts produced by compost plant in Sanandaj. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. 2010;14(4):79-88 (in Persian).
- 15- Gholamalifard M, Mirzayi M, Hatami manesh M, Riyahi Bakhtiari AR, Sadeghi M. Application of rapid impact assessment matrix and Iranian matrix (modified Leopold) in assessing the environmental impacts of solid waste landfill in Shahrekord. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences. 2008;16(1):31-46 (in Persian).
- 16- Phillips J, Mondal M. Determining the sustainability of options for municipal solid waste disposal in Varanasi, India. Sustainable Cities and Society. 2014;10:11-21.
- 17- Baby S. Application of RIAM for evaluation of potential environmental impacts for shore-zone development. Proceedings of International Conference on Chemistry and Chemical Engineering; 1-3 Aug 2010; Kyoto.
- 18- Soumare M, Tack F, Verloo M. Characterisation of Malian and Belgian solid waste composts with respect to fertility and suitability for land application. Waste Management. 2003;23(6):517-22.

# **Evaluation of Iranian Leopold Matrix application in the Environmental Impact Assessment (EIA) of solid waste management options in Birjand city**

S. Valizadeh<sup>1\*</sup>, Z. Shekari<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Msc graduated of Environmental engineering, Environmental Pollution, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

<sup>2</sup> Msc graduated of Environmental engineering, Environmental Pollution, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

Received: May 2015; Accepted: 22 July 2015 13

## **ABSTRACT**

**Background and Objective:** Significant increase in population and as a result, the production of excessive waste has recently made attention to municipal solid waste management a necessary issue. The objective of this study was to use matrix-based EIA process in order to determine best waste management option in Birjand City and to suggest appropriate solutions to managers and planners of this city.

**Materials and Methods:** Assessing the environmental impacts of waste management options was done using Iranian Leopold Matrix. Through this method, the environmental impacts of waste management options were determined in the Birjand City. The options were Open dumping, Recycling, Composting, and Sanitary dumping.

**Results:** The results indicated that Open dumping with a final score of -3.06 had the highest environmental impact and was introduced as the fourth preference. In addition, composting with final score of -2.34 has the lowest environmental impact compared with other options.

**Conclusion:** About 76.95% of the composition of municipal solid waste of Birjand City is household waste; therefore, putrescible organic materials are the predominant waste. Thus, according to the results of the Iranian Leopold matrix method, composting option was introduced as the first priority and the most logical option for waste management in the Birjand City.

**Keyword:** Environmental impact assessment, waste, Birjand, Leopold matrix, compost.

---

\*Corresponding Author: [valizadehsoheyl@yahoo.com](mailto:valizadehsoheyl@yahoo.com)

**Mob:** +98 915 8157495