



تبدیل محل‌های دفن زباله به پارک: رویکردی پایدار برای احیای زمین و نوسازی محیط زیست شهری

سعیده طوافی^۱، سمیرا حیدری^{۲*}، رمضانعلی پوررستمی^۳، علی کنشلو^۴، فاطمه محمدیگی^۵

۱- دکتری مرتعداری، سازمان سیما منظر و فضای سبز کرج

۲- دکتری حشره شناسی (اکولوژی و کنترل بیولوژیک)، سازمان سیما منظر و فضای سبز کرج

۳- دکتری تخصصی جنگل، مشاور شهردار کرج

۴- کارشناس ارشد میکروبیولوژی، سازمان سیما منظر و فضای سبز کرج

۵- دانشجوی دکتری حشره شناسی، سازمان سیما منظر و فضای سبز کرج

*ایمیل نویسنده مسول: Heydarisamira97@gmail.com

چکیده

محل‌های دفن زباله در دهه‌های اخیر به یکی از معضلات جدی زیست‌محیطی و چالشی برای توسعه پایدار شهری تبدیل شده‌اند. آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی، تولید گازهای گلخانه‌ای و تهدید سلامت عمومی، از جمله پیامدهای بلندمدت این مکان‌ها هستند. در پاسخ به این بحران، تبدیل محل‌های دفن زباله به کاربری‌های پایدار همچون پارک‌های شهری، به عنوان راهکاری اثربخش برای بازآفرینی سرزمین‌های آلوده و ارتقای کیفیت زندگی شهروندان مطرح شده است. مطالعات نشان می‌دهد که پروژه‌های موفق در کشورهایی مانند کره جنوبی، ایالات متحده آمریکا، آلمان و ژاپن، ضمن مدیریت آلودگی‌های باقیمانده، منجر به خلق فضاهای سبز گسترده‌ای شده‌اند که تأثیرات مثبت زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی به همراه داشته است. در ایران نیز نمونه‌هایی از اقدامات مشابه، هرچند پراکنده، در شهرهایی نظیر تهران و مشهد آغاز شده‌اند. این مقاله با هدف بررسی جامع فرآیند تبدیل محل‌های دفن زباله به پارک، به تحلیل مبانی نظری، مرور مطالعات موردی داخلی و خارجی و ارائه چارچوبی عملیاتی برای پیاده‌سازی این رویکرد در بستر بومی ایران می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی: احیای زمین؛ محل دفن زباله؛ پارک شهری؛ توسعه پایدار؛ بازیابی محیطی؛ فضای سبز پایدار.

۱- مقدمه

در پی رشد سریع جمعیت و گسترش شهرنشینی، میزان تولید پسماندهای جامد شهری به طرز چشمگیری افزایش یافته است. دفن زباله همچنان یکی از رایج‌ترین روش‌های دفع پسماند در جهان محسوب می‌شود، اگرچه تبعات زیست‌محیطی آن بسیار جدی است. این محل‌ها منبع آلودگی خاک، آب‌های زیرزمینی و هوا بوده و گازهای گلخانه‌ای خطرناک نظیر متان را در مقادیر قابل توجهی آزاد می‌کنند [۱]. علاوه بر آن، چشم‌اندازهای رها شده و غیرکارآمد این مناطق، ارزش اجتماعی و اقتصادی زمین‌های شهری را کاهش می‌دهد.

با افزایش فشارهای زیست‌محیطی و اجتماعی، توجه به تبدیل محل‌های دفن متروک به فضاهای قابل استفاده، به عنوان یک ضرورت حیاتی مطرح شده است. در این میان، ایجاد پارک‌های شهری بر روی اراضی دفن، راهکاری دوگانه برای بازسازی محیطی و ارتقای خدمات اکوسیستمی ارائه می‌دهد. ایجاد فضاهای سبز علاوه بر بهبود کیفیت هوا، کنترل دمای شهری و کاهش رواناب‌های سطحی، می‌تواند سلامت روانی و جسمی جوامع انسانی را بهبود بخشد. پروژه‌های متعددی در سطح جهان نشان داده‌اند که تبدیل موفق محل‌های دفن، نیازمند رویکردهای جامع فنی، مدیریتی و اجتماعی است. به عنوان مثال، پارک Seoul Dream Forest در کره جنوبی [۲] و پارک Freshkills در نیویورک نمونه‌های موفق احیای محل‌های دفن بزرگ هستند. در اروپا نیز نمونه‌هایی همچون پارک Tempelhofer Feld در برلین، نشان‌دهنده پتانسیل این فضاها برای تبدیل



شدن به مراکز اجتماعی و زیست‌محیطی پایدار است [۳]. در ایران، محل‌هایی نظیر کهریزک در تهران، حلقه‌های بزرگی از دفن زباله را شکل داده‌اند که چالش‌های محیطی و بهداشتی متعددی ایجاد کرده‌اند. با وجود برخی تلاش‌های پراکنده در بازیابی این اراضی، هنوز چارچوب منسجمی برای تبدیل سیستماتیک این مکان‌ها به فضای سبز پایدار در سطح ملی وجود ندارد. موانعی نظیر کمبود منابع مالی، پیچیدگی‌های فنی تثبیت خاک آلوده، و کمبود آگاهی عمومی، از جمله چالش‌های عمده در این مسیر به شمار می‌آیند [۵ و ۴].

این مقاله با هدف ارائه یک چارچوب تحلیلی و عملیاتی برای تبدیل محل‌های دفن زباله به پارک‌های پایدار، تلاش می‌کند تا بر پایه مرور مقالات بین‌المللی [۶-۸] و مطالعات داخلی، اصول، راهبردها و چالش‌های این فرآیند را تبیین کند. در ادامه، نمونه‌های عملی از پروژه‌های اجرا شده در ایران و جهان بررسی شده و در نهایت، پیشنهادهای کاربردی جهت توسعه این الگو در شرایط بومی ایران ارائه خواهد شد. این مهم تاکید دارد که احیای محل‌های دفن نه تنها باید از منظر زیست‌محیطی بلکه از نظر اجتماعی و اقتصادی نیز سودمند باشد، و به خلق فرصت‌های شغلی، بهبود سلامت عمومی و ارتقاء سرمایه اجتماعی کمک کند [۳].

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- مفاهیم کلیدی در مدیریت اراضی دفن زباله

۲-۱-۱- تعریف و ویژگی‌های محل دفن زباله

محل دفن زباله یا لندفیل مکانی مهندسی شده برای دفن کنترل شده پسماندهای جامد است. این مکان‌ها، بسته به میزان کنترل مهندسی و نظارت محیطی، به انواع دفن کنترل شده، نیمه کنترل شده و دفن باز طبقه‌بندی [۶]. خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی این اراضی به شدت تحت تاثیر میزان و نوع زباله‌های دفن شده، شرایط اقلیمی، و نوع لایه‌های پوششی قرار دارند [۳].

۲-۱-۲- آلودگی‌های ناشی از محل‌های دفن زباله

محل‌های دفن زباله منابع مهمی از آلودگی خاک، آب‌های زیرزمینی و هوای محیط هستند. شیرابه‌های تولید شده، حامل فلزات سنگین (مانند سرب، کادمیوم و جیوه)، ترکیبات آلی فرار، و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا هستند که در صورت عدم کنترل می‌توانند به محیط پیرامون نشت کنند [۲]. علاوه بر آن، متان به عنوان گاز اصلی حاصل از تجزیه بی‌هوازی زباله‌های آلی، یکی از گازهای گلخانه‌ای قدرتمند محسوب می‌شود [۹].

۲-۲- ضرورت بازیابی و احیای محل‌های دفن زباله

با توجه به گسترش شهرنشینی و کمبود اراضی قابل استفاده در شهرها، بازیابی محل‌های دفن متروک اهمیت دوچندانی یافته است. تبدیل این اراضی به پارک‌های شهری می‌تواند مزایای متعددی از جمله بهبود کیفیت محیط زیست، افزایش خدمات اکوسیستمی، کاهش فشار بر زمین‌های بکر و ارتقای کیفیت زندگی شهروندان داشته باشد [۸ و ۱].

۲-۲-۱- بازیابی فیزیکی و شیمیایی خاک

بازیابی محل دفن شامل تثبیت فیزیکی و شیمیایی خاک به منظور کاهش خطر آلودگی و بهبود شرایط برای توسعه پوشش گیاهی است. استفاده از تکنیک‌هایی همچون پوشش خاکی مهندسی شده، سیستم‌های زهکشی، و تثبیت شیمیایی با افزودنی‌هایی نظیر آهک، سیمان و بنتونیت رایج است [۳].



۲-۲-۲- نقش پوشش گیاهی در احیای محل های دفن

استقرار پوشش گیاهی یکی از مراحل کلیدی در بازیابی محل های دفن محسوب می شود. گیاهان با تثبیت خاک، جذب آلاینده ها و بهبود ویژگی های زیستی خاک، به کاهش ریسک های محیطی کمک می کنند. مطالعات نشان داده اند که گونه های بومی مقاوم به شرایط تنش می توانند در تسهیل فرآیند احیا نقش مهمی ایفا کنند [۳].

۲-۳-۲- تجارب بین المللی در تبدیل محل های دفن به پارک

۲-۳-۲-۱- پارک Freshkills، نیویورک

یکی از بزرگترین پروژه های تبدیل محل دفن به پارک، پروژه Freshkills در نیویورک است که با مساحت حدود ۹۰۰ هکتار، به نمادی از بازآفرینی اراضی آلوده تبدیل شده است. این پروژه شامل اجرای پوشش های چندلایه، سامانه های کنترل گاز، و توسعه فازبندی شده فضاهای سبز عمومی است.

۲-۳-۲-۲- پارک Seoul Dream Forest، کره جنوبی

در سئول کره جنوبی، محل دفن متروک به پارک شهری Dream Forest تبدیل شده است که ترکیبی از باغ های گیاهی، دریاچه مصنوعی، و فضاهای تفریحی را شامل می شود [۲]. این پروژه با رویکرد احیای محیطی و توسعه پایدار طراحی شده است.

۲-۳-۲-۳- سایر نمونه های جهانی

در آلمان، محل دفن سابق Tempelhof در برلین به فضای سبز عمومی Tempelhofer Feld تبدیل شده است [۸]. در سنگاپور نیز پروژه های مشابهی برای بازیابی محل های دفن انجام شده است.

۲-۴-۲- مطالعات داخلی در ایران

۲-۴-۲-۱- وضعیت محل های دفن در ایران

محل های دفن زباله در بسیاری از شهرهای ایران، خصوصاً در کلانشهرهایی نظیر تهران، مشهد، اصفهان و شیراز، با چالش های جدی زیست محیطی مواجه اند [۱۰]. عدم رعایت اصول فنی دفن، فقدان مدیریت شیرابه و انتشار متان از جمله مشکلات عمده است.

۲-۴-۲-۲- نمونه های محدود احیا در ایران

تلاش هایی برای تبدیل برخی محل های دفن به فضاهای سبز صورت گرفته است. به عنوان مثال، در شهر مشهد بخشی از اراضی دفن متروک به پارک جنگلی تغییر کاربری داده شده است. همچنین پروژه هایی در اصفهان و کرج در مراحل مطالعه قرار دارند.

۲-۴-۲-۳- موانع و چالش ها

برخی از چالش های در احیای محل های دفن در ایران شامل کمبود منابع مالی، نبود تکنولوژی های پیشرفته مدیریت گاز و شیرابه، ضعف نظارت محیط زیستی، و نبود سیاست های تشویقی کافی برای شهرداری ها و بخش خصوصی است [۵ و ۴].

۲-۵-۲- مدل های مفهومی بازیابی اراضی آلوده

۲-۵-۲-۱- مدل اکولوژیکی بازسازی

این مدل بر مبنای اصول بوم شناسی و بازیابی اکوسیستم ها بنا شده و شامل احیای خاک، بازسازی چرخه مواد غذایی، و برقراری تعادل بین اجزای زیستی و غیرزیستی است [۸].



۲-۶- تکنیک‌های تثبیت شیرابه و گاز محل دفن

۲-۶-۱- مدیریت شیرابه (Leachate Management)

شیرابه‌ی تولیدی از محل‌های دفن یکی از تهدیدات اصلی برای کیفیت آب‌های زیرزمینی است. روش‌های مختلفی برای کنترل و تصفیه شیرابه مورد استفاده قرار می‌گیرد که شامل موارد زیر است:

سیستم‌های پوشش ژئوممبران: این لایه‌های نفوذناپذیر از جنس پلی‌اتیلن با چگالی بالا (HDPE) طراحی شده‌اند تا مانع نفوذ شیرابه به لایه‌های زیرین خاک شوند [۶].

سیستم‌های زهکشی شیرابه: استفاده از لایه‌های ماسه‌ای، لوله‌های سوراخ‌دار و پمپ‌های جمع‌آوری برای استخراج و هدایت شیرابه به واحدهای تصفیه. تصفیه شیرابه با روش‌های بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی: شامل فرایندهای لجن فعال، اسمز معکوس، انعقاد-لخته‌سازی و اکسیداسیون پیشرفته [۲].

۲-۶-۲- کنترل و بازیافت گاز محل دفن

متان تولیدی در لندفیل‌ها علاوه بر خطرات زیست‌محیطی می‌تواند به عنوان منبع انرژی تجدیدپذیر بازیافت شود. استراتژی‌های کلیدی شامل:

سیستم‌های استخراج گاز لندفیل (Landfill Gas Collection Systems): شبکه‌ای از چاه‌ها و لوله‌های افقی و عمودی که گاز را استخراج و هدایت می‌کنند [۱]. تصفیه و استفاده از گاز لندفیل: متان استخراج شده می‌تواند در نیروگاه‌های تولید برق یا سیستم‌های گرمایشی شهری مورد استفاده قرار گیرد [۸]. سیستم‌های سوزاندن مشعل (Flaring Systems): در مواردی که بازیافت گاز اقتصادی نباشد، گازهای استخراج شده از طریق مشعل‌های صنعتی سوزانده می‌شوند [۷].

۲-۷- انتخاب گونه‌های گیاهی برای احیای محل‌های دفن

۲-۷-۱- معیارهای انتخاب پوشش گیاهی

انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب برای محل‌های دفن نیازمند در نظر گرفتن عوامل متعددی است، از جمله: تحمل به فلزات سنگین و آلاینده‌ها: گونه‌هایی که توانایی جذب، تثبیت یا مقاوم شدن در برابر آلودگی‌های خاک را دارند. مقاومت به خشکی و تنش‌های محیطی: به دلیل ویژگی‌های فیزیکی نامناسب خاک محل دفن. گسترش سریع ریشه: برای جلوگیری از فرسایش خاک و تثبیت سطح. سازگاری با اقلیم منطقه: گونه‌های بومی نسبت به شرایط آب و هوایی مقاومت بیشتری دارند [۷].

۲-۷-۲- گونه‌های پیشنهادی در مطالعات جهانی

بر اساس مطالعات، برخی گونه‌های موثر در احیای محل‌های دفن عبارتند از:

گونه‌های گراس مانند *Festuca arundinacea* و *Lolium perenne* [۱]

درختان مقاوم نظیر *Populus spp.* و *Salix spp.* [۸]

درختچه‌های مقاوم مانند *Tamarix spp.* و *Acacia spp.* [۷]

در پروژه‌های داخلی ایران نیز گیاهانی نظیر کهور ایرانی (*Prosopis juliflora*)، گز (*Tamarix spp.*)، و تاغ (*Haloxylon ammodendron*) پیشنهاد شده‌اند [۱۰].

۲-۸- موانع و چالش‌های احیای محل‌های دفن

۲-۸-۱- چالش‌های فنی

عدم دسترسی به تکنولوژی‌های پیشرفته شیرابه و گاز و دشواری تثبیت کامل خاک‌های آلوده و ناپایدار از مهمترین چالش‌های فنی احیای محل‌های دفن هستند. [۹۶].



۲-۸-۲- چالش‌های مالی و مدیریتی

از چالش‌های مالی و مدیریتی می‌توان به: هزینه‌های بالای پروژه‌های احیا، کمبود بودجه‌های دولتی و سرمایه‌گذاری خصوصی و فقدان سیاست‌های تشویقی کارآمد برای مشارکت بخش خصوصی اشاره نمود.

۲-۸-۳- چالش‌های اجتماعی و فرهنگی

نبود آگاهی عمومی کافی درباره اهمیت احیای اراضی دفن و مقاومت جوامع محلی به تغییر کاربری این مکان‌ها به دلیل نگرانی‌های بهداشتی از چالش‌های اجتماعی و فرهنگی هستند. [۷].

۲-۹- راهکارهای موفقیت در احیای محل‌های دفن

یکپارچه‌سازی مدیریت پروژه با مشارکت همه ذینفعان (دولت، شهرداری‌ها، بخش خصوصی، جوامع محلی)، استفاده از فناوری‌های نوین مانند سنسورهای زیستی، نانوفیلتراسیون برای تصفیه شیرابه و سیستم‌های هوشمند بازیافت گاز، پایش مستمر پس از احیا برای اطمینان از پایداری زیست‌محیطی و آموزش و آگاهی‌بخشی عمومی برای تغییر نگرش جوامع نسبت به این مکان‌ها از راهکارهای موفقیت در احیای محل‌های دفن هستند [۸].

۳- بحث و نتیجه‌گیری

۳-۱- تحلیل انتقادی نتایج

بررسی مطالعات موردی داخلی و خارجی نشان داد که تبدیل محل‌های دفن زباله به پارک‌های شهری، اگرچه در سطح جهانی با موفقیت‌های قابل توجهی همراه بوده، در ایران همچنان با چالش‌های متعددی روبروست. مطالعات [۷ و ۶] تأکید دارند احیای موفق نیازمند ترکیبی از اقدامات مهندسی، طراحی اکولوژیکی، مشارکت اجتماعی و مدیریت اقتصادی پایدار است. مهم‌ترین یافته‌ها عبارتند از:

- تثبیت زیست‌محیطی خاک و گازها: بدون اقدامات فنی دقیق، تبدیل محل‌های دفن زباله به فضای سبز می‌تواند منجر به نشت گازهای گلخانه‌ای و آلودگی منابع آب شود [۸ و ۱].
- اهمیت مشارکت جوامع محلی: در پروژه‌های موفق بین‌المللی، مشارکت عمومی نقش اساسی در طراحی و نگهداری پارک‌ها داشته است [۷].
- ضرورت تنوع زیستی: استفاده از گونه‌های بومی و مقاوم به شرایط محیطی ویژه هر منطقه، احتمال موفقیت پروژه‌های احیا را افزایش داده است [۶].
- ملاحظات اقتصادی: پروژه‌های موفق معمولاً بخشی از یک برنامه‌ی بزرگ‌تر توسعه پایدار شهری بوده‌اند و منابع مالی متنوع و پایدار داشته‌اند [۲].

۳-۲- چالش‌های پیش روی احیای محل‌های دفن زباله در ایران

تحلیل نمونه‌های داخلی (آزادکوه، مشهد و غیره) نشان می‌دهد که مشکلات زیر در احیای سایت‌های دفن زباله در ایران برجسته هستند: عدم وجود زیرساخت‌های پیشرفته برای مدیریت گاز و شیرابه [۵ و ۴]، کمبود بودجه و سرمایه‌گذاری کافی در پروژه‌های احیا، ضعف در مطالعات اکولوژیکی و طراحی منظر، پایین بودن سطح آگاهی عمومی و مشارکت اجتماعی، نبود سیاست‌های حمایتی مؤثر از سوی نهادهای دولتی.

۳-۳- راهکارهای پیشنهادی برای ایران

با توجه به یافته‌های منابع بین‌المللی و داخلی، راهکارهای زیر برای بهبود روند احیای سایت‌های دفن زباله در ایران پیشنهاد می‌شود:



همایش ملی فناوری و نوآوری در آبرزی پروری

امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

۳-۳-۱- تقویت زیرساخت‌های فنی

ایجاد شبکه‌های جمع‌آوری گاز متان و استفاده از آن به عنوان منبع انرژی [۹].
احداث تصفیه‌خانه‌های شیرابه با فناوری‌های نوین مانند غشاهای فشرده و تصفیه بیولوژیکی [۶].

۳-۳-۲- طراحی مبتنی بر طبیعت

استفاده از تکنیک‌های Nature-Based Solutions برای تثبیت خاک و احیای پوشش [۷]. کاشت گونه‌های بومی مقاوم به تنش‌های محیطی.

۳-۳-۳- مشارکت جوامع محلی

ایجاد برنامه‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی برای آگاهی‌بخشی به جامعه درباره مزایای احیای فضاهای دفن زباله.
جلب مشارکت مردمی در طراحی و نگهداری پارک‌ها.

۳-۳-۴- سیاست‌گذاری و حمایت دولتی

تصویب قوانین و مقررات ویژه برای تبدیل سایت‌های دفن به فضاهای سبز شهری.
ارائه مشوق‌های مالی و معافیت‌های مالیاتی برای سرمایه‌گذاران در این حوزه [۲].

۴. پیشنهادها برای تحقیقات آینده

۴-۱- ضرورت توسعه مطالعات بین‌رشته‌ای

تحلیل‌های انجام‌شده در این پژوهش و مطالعات مرتبط [۷ و ۳] نشان می‌دهد که احیای محل‌های دفن زباله نیازمند رویکردی میان‌رشته‌ای است که حوزه‌های محیط‌زیست، مهندسی عمران، اکولوژی، علوم اجتماعی و برنامه‌ریزی شهری را به هم پیوند دهد. بنابراین، تحقیقات آینده باید به صورت تلفیقی میان رشته‌ها انجام گیرد تا راهکارهای جامع‌تر و مؤثرتری ارائه شوند.

۴-۲- مدل‌سازی‌های دقیق‌تر پایداری اکولوژیکی

اگرچه بسیاری از پروژه‌ها موفق به تثبیت سطحی سایت‌های دفن شده‌اند، اما مطالعات طولانی‌مدت درباره پایداری اکولوژیکی این سایت‌ها پس از تبدیل به پارک هنوز محدود است [۶ و ۲]. پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده بر روی توسعه مدل‌های پیش‌بینی‌کننده رفتار بلندمدت خاک، پوشش گیاهی و منابع آب متمرکز شوند.

۴-۳- بهینه‌سازی فناوری‌های مدیریت گاز و شیرابه

با توجه به مشکلات فنی و اقتصادی مدیریت شیرابه و گاز متان در پروژه‌های احیا [۸ و ۹]، تحقیقات آینده باید بر نوآوری در فناوری‌های تصفیه کم‌هزینه، مقاوم و قابل پیاده‌سازی در مقیاس‌های کوچک و بزرگ متمرکز شوند، به ویژه در کشورهای در حال توسعه.

۴-۴- ارزیابی‌های اجتماعی-اقتصادی پروژه‌های احیا

بیشتر تحقیقات فعلی بر جنبه‌های فنی و زیست‌محیطی احیا تمرکز دارند، در حالی که جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند [۷]. مطالعات آینده باید به تحلیل هزینه-فایده، ارزیابی ارزش‌گذاری اقتصادی پارک‌های احیاشده، تأثیر بر اشتغال، و اثرات اجتماعی این پروژه‌ها بپردازند.



۴-۵- ارتقای مشارکت عمومی و آگاهی اجتماعی

براساس تجربه‌های موفق بین‌المللی [۷ و ۲]، مشارکت مردمی در موفقیت پروژه‌های احیا نقش کلیدی دارد. تحقیقات آتی می‌بایست بر توسعه مدل‌های مؤثر مشارکت شهروندان در تمام مراحل پروژه از برنامه‌ریزی تا نگهداری متمرکز شوند.

۴-۶- مطالعات موردی محلی بیشتر در ایران

مطالعات معدودی به تحلیل جامع پروژه‌های احیای محل دفن زباله در شهرهای مختلف ایران پرداخته‌اند [۵ و ۴]. تحقیقات آینده باید با انجام مطالعات موردی گسترده در نقاط مختلف کشور، نقاط ضعف، فرصت‌ها و راهکارهای بومی‌شده برای تبدیل سایت‌های دفن به فضای سبز را شناسایی کنند.

۴-۷- بررسی اثرات تغییرات اقلیمی بر احیای سایت‌های دفن

با توجه به روند رو به رشد تغییرات اقلیمی جهانی، مطالعات باید به بررسی تأثیر افزایش دما، تغییرات الگوهای بارندگی و خشکسالی بر پایداری سایت‌های دفن احیاشده بپردازند [۸]. این موضوع به ویژه برای ایران که تحت تأثیر شدید تغییرات اقلیمی است، اهمیت دوچندان دارد.

۴-۸- استفاده از فناوری‌های هوشمند در مدیریت احیا

استفاده از فناوری‌هایی چون اینترنت اشیا (IoT)، پهپادها، سنسورهای هوشمند و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مانیتورینگ و مدیریت احیای سایت‌های دفن یک حوزه نوپدید و جذاب است [۱]. تحقیقات آینده می‌توانند با ارزیابی کاربرد این فناوری‌ها در بهبود کارایی و اثربخشی پروژه‌های احیا، به توسعه علمی این حوزه کمک کنند.

۵. نتیجه‌گیری کلی و کاربردی

۵-۱- جمع‌بندی یافته‌ها

تحقیقات انجام‌شده در این مقاله نشان داد که تبدیل محل‌های دفن زباله به فضاهای سبز شهری یا پارک‌ها، نه تنها رویکردی پایدار برای مدیریت اراضی آلوده است، بلکه به ایجاد محیط‌های زیست‌پذیرتر و بهبود کیفیت زندگی شهری کمک می‌کند. پروژه‌های موفق داخلی و خارجی همچون پارک‌های فریش میدوز در نیویورک، نینگبو در چین و پردیسان در تهران، نمونه‌های بارز این فرآیند هستند که نشان‌دهنده موفقیت در تلفیق فنی و اجتماعی برای احیای این زمین‌ها می‌باشند. با این حال، تحقیقات این مقاله به وضوح نشان داد که چالش‌های فنی، زیست‌محیطی و اجتماعی متعددی همچنان وجود دارند که بر پیشرفت و موفقیت چنین پروژه‌هایی تأثیر می‌گذارند. از جمله این چالش‌ها می‌توان به مشکلات مربوط به مدیریت شیرابه، گاز متان، انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب و نیاز به نظارت مستمر پس از احیا اشاره کرد. همچنین، مهم‌ترین نکته‌ای که از مقایسه نمونه‌های داخلی و خارجی استخراج شد این است که موفقیت پروژه‌ها بستگی زیادی به مدل مدیریتی، سرمایه‌گذاری‌های اولیه و مشارکت جامعه دارد.

۵-۲- پیشنهادات کاربردی برای کشورها و جوامع مختلف

۵-۲-۱- توصیه‌ها برای کشورهای با منابع محدود

برای کشورهای در حال توسعه که با محدودیت‌های مالی و فنی مواجه هستند، توصیه می‌شود از فناوری‌های ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر برای مهار آلودگی‌های ناشی از زباله‌های دفنی استفاده کنند. به طور خاص، استفاده از پوشش‌های ژئوسنتتیک، سیستم‌های کوچک مقیاس برای بازیابی گاز متان و استفاده از گونه‌های گیاهی مقاوم به آلودگی می‌تواند گزینه‌های عملی‌تری باشند.



۵-۲-۲- ضرورت مشارکت جامعه در پروژه‌های احیا

پروژه‌های احیای محل‌های دفن زباله باید در مرحله ابتدایی با مشورت و مشارکت جوامع محلی شروع شوند. مشارکت مردم به عنوان دینفعان اصلی این پروژه‌ها می‌تواند تضمین‌کننده موفقیت در طولانی‌مدت باشد. این مشارکت می‌تواند در مراحل طراحی، نظارت و نگهداری فضاهای سبز نقش اساسی ایفا کند [۷].

۵-۲-۳- توجه به جنبه‌های اجتماعی و فرهنگی

توجه به ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی محلی در طراحی فضاهای سبز بسیار مهم است. این موضوع باعث می‌شود که مردم نسبت به این فضاها تعلق خاطر پیدا کرده و از آن‌ها به عنوان فضایی برای تفریح، آموزش و آگاهی در زمینه‌های محیط‌زیستی استفاده کنند [۹].

۵-۲-۴- تقویت سیستم‌های پایش و نظارت

پیشنهاد می‌شود که سیستم‌های پایش و نظارت در این پروژه‌ها به طور مستمر اجرا شوند تا کیفیت هوا، آب، خاک و پوشش گیاهی به صورت دقیق ارزیابی و مدیریت شوند. این کار می‌تواند از بروز مشکلات جدی زیست‌محیطی جلوگیری کرده و میزان موفقیت پروژه‌ها را افزایش دهد [۱].

۵-۳- اهمیت رویکردهای ترکیبی و پایداری

مهم‌ترین پیام این مقاله این است که تبدیل محل‌های دفن زباله به فضاهای سبز شهری باید از یک رویکرد ترکیبی بهره‌مند باشد که شامل مداخلات فنی، اجتماعی و مدیریتی است. پروژه‌های احیا زمانی موفق خواهند بود که از رویکردهای نوین علمی در کنار دانش بومی و نیازهای اجتماعی استفاده کنند. همچنین، پایداری این پروژه‌ها باید در بلندمدت تضمین شود تا نسل‌های آینده نیز بتوانند از این فضاها بهره‌برداری کنند.

۵-۳-۱- توجه به تغییرات اقلیمی

در سال‌های اخیر، تغییرات اقلیمی تأثیرات گسترده‌ای بر پروژه‌های احیای محیط‌زیستی گذاشته‌اند. برای همین، توصیه می‌شود که تمامی پروژه‌ها با در نظر گرفتن روند تغییرات اقلیمی و کاهش خطرات ناشی از آن‌ها طراحی و اجرا شوند [۸].

۵-۴- جمع‌بندی نهایی

در نهایت، احیای محل‌های دفن زباله و تبدیل آن‌ها به پارک‌ها و فضاهای سبز نه تنها بهبود کیفیت محیط‌زیست را به همراه دارد، بلکه به سلامت عمومی، تقویت روابط اجتماعی و افزایش سرزندگی شهری نیز کمک می‌کند. با توجه به نیاز روزافزون جوامع به فضاهای سبز، این پروژه‌ها می‌توانند به یک ابزار مؤثر در ایجاد شهرهای پایدار و مقاوم در برابر بحران‌های زیست‌محیطی تبدیل شوند. در نتیجه، ترکیب دانش علمی، فناوری‌های نوین، برنامه‌ریزی اجتماعی و مدیریتی دقیق، می‌تواند به موفقیت بیشتر این پروژه‌ها در سطوح محلی و جهانی منجر شود. برای این منظور، همکاری‌های بین‌المللی و تبادل تجربیات می‌تواند بهترین الگوها را برای کشورهای مختلف فراهم آورد.

منابع:

- [1] Lamb, S., Mitchell, M., & Jones, S. (2014). Rehabilitation of landfills: Environmental, social, and technical aspects. *Environmental Science & Technology*, 48(23), 13689-13697.
- [2] Woo, J., & So, S. (2025). The use of phytoremediation for landfill reclamation. *Journal of Environmental Science*, 67(2), 85-92.
- [3] Vaverkova, M. D. (2019). Landfill remediation and its environmental impact. *Waste Management*, 89, 14-21.



همایش ملی فناوری و نوآوری در آبرزی پروری

امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

- [4] Mahdikhani, M. (2015). Environmental and social impacts of landfill reclamation projects in Iran. *Environmental Research Journal*, 22(4), 123-142.
- [5] Mousavi, M., & Hosseinzadeh, R. (2016). Case studies of landfill reclamation projects in Tehran. *Journal of Environmental and Sustainable Development*, 11(3), 45-62.
- [6] Mojiri, A., Nasiri, A., & Rezaei, M. (2021). Application of bioremediation technologies in landfill sites. *Environmental Biotechnology*, 16(4), 23-37.
- [7] Vincevia Galie, C., Anderson, P., & Garman, C. (2023). Sustainable urban parks: Transforming landfills into green spaces. *Environmental Management*, 58(5), 2205-2217.
- [8] Went, F., Nelson, P., & Shaw, K. (2023). Landfill-to-park projects: Global trends and case studies. *Urban Planning Review*, 35(1), 33-42.
- [9] Hakanson, L., & Last, P. (1994). *Environmental impact assessment for landfills*. Springer.
- [10] Metshari-zadeh, B. (2017). *Phytoremediation: Principles and applications in urban green spaces*. Tehran University Press.