مقاله پژوهشی

فصلنامه پژوهش های نوین در مهندسی محیط زیست
دوره سوم، شماره ۱۱، پاییز ۱٤۰٤ ، صفحات ۸۰-۷۲
شاپا الکترونیکی: ۰۹۳۰-۲۹۸۱

بررسی غلظت فتالات در خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی اطراف محل دفن زباله سراوان

سمیه نعمتی گسکمین جان گروه محیطزیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران
فاطمه شریعتی* گروه محیطزیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران
محسن محمدی گلنگش گروه علوم و مهندسی محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا
لیلا اوشکسرایی گروه محیطزیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۷

چکیده مبسوط

مقدمه: فتالات‌ها به‌عنوان نرم‌کننده‌های پرکاربرد در صنایع پلاستیک، از مهم‌ترین آلاینده‌های آلی پایدار محسوب می‌شوند. این ترکیبات به‌دلیل میل شدید به چسبیدن به ذرات آلی خاک، در خاک‌های مجاور محل‌های دفن زباله تجمع می‌یابند. خاک‌های کشاورزی اطراف این محل‌ها به‌عنوان محیطی حساس برای انتقال فتالات به زنجیره غذایی شناخته می‌شوند. تجمع فتالات‌ها در خاک می‌تواند به زنجیره غذایی آسیب رسانده و سلامت انسان را تهدید کند. نوآوری این مطالعه بررسی تفاوت‌های مکانی در غلظت فتالات‌ها بین دو کاربری خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی اطراف محل دفن زباله سراوان می‌باشد.

مواد و روش‌ها: برای نمونه‌برداری در هر ایستگاه، مربعی به ابعاد ۵ متر در ۵ متر در نظر گرفته شد. برای جمع‌آوری خاک‌های سطحی، از عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری استفاده شد. خاک‌های جمع‌آوری‌شده از زمین‌های زراعی و غیرزراعی از فواصل ۱۰۰ متر تا ۷۰۰ متر به‌طور یکنواخت و مخلوط از محل دفن زباله در لندفیل سراوان رشت برداشت و در نهایت ۱ کیلوگرم از آن‌ها انتخاب شد. نمونه‌های خاک در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس به آزمایشگاه منتقل شدند تا ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و فتالات آن تعیین گردد. پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک مانند درصد رطوبت، pH، EC، مواد آلی و همچنین فتالات با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. سنجش فتالات با استفاده از روش استخراج A 8061 EPA Method و با دستگاه GC-MS انجام شد.

نتایج و بحث: نتایج نشان دادند که میانگین فتالات در خاک‌های غیرکشاورزی ۱۱/۴۷ ppb به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک‌های کشاورزی ۴/۷۵ ppb است ($p<۰/۰۵$). در خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی مهم‌ترین فتالات غالب DEHP بود. در خاک‌های غیرکشاورزی غلظت فتالات DEHP با ۲۳/۷۳ ppb بیشترین بود. همچنین، کربن آلی و ماده آلی در خاک‌های غیرکشاورزی بالاتر و رطوبت خاک در خاک‌های کشاورزی بیشتر بود.

نتیجه‌گیری: این یافته‌ها بر اهمیت بررسی تأثیرات کاربری زمین بر غلظت فتالات و مدیریت بهینه منابع خاک تأکید می‌کنند.

واژه‌های کلیدی:
سراوان، آلودگی، خاک، فتالات، کشاورزی

نویسنده مسئول: فاطمه شریعتی

نشانی: گروه محیطزیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران **تلفن:** ۰۹۱۱۳۳۳۴۱۹۲ **پست الکترونیکی:** f.shariati@iau.ac.ir

استناد: نعمتی گسکمین جان سمیه، شریعتی فاطمه، محمدی گلنگش محسن، اوشکسرایی لیلا. بررسی غلظت فتالات در خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی اطراف محل دفن زباله سراوان. پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست. ۱۴۰۴؛ ۳(۱۱): ۸۰-۷۲.

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه http://creativecommons.org/licenses/by/4.0 در فصلنامه پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.

مقدمه

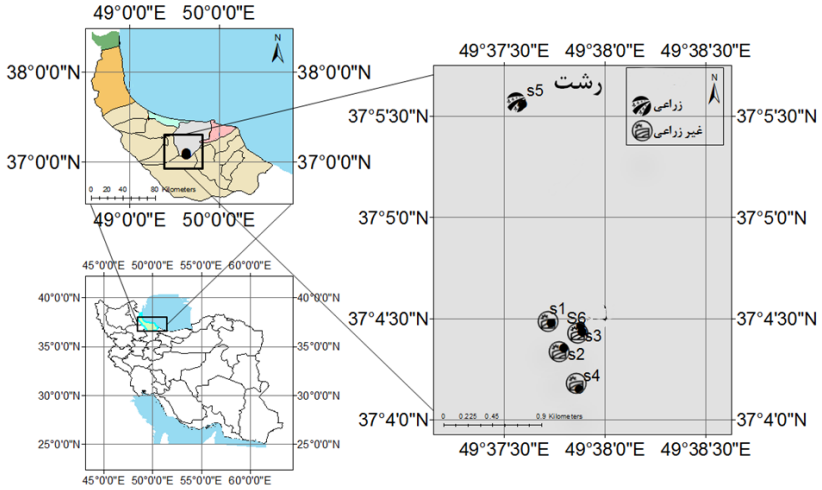
فتالات‌ها به‌عنوان نرم‌کننده‌های پرکاربرد در صنایع پلاستیک، از مهم‌ترین آلاینده‌های آلی پایدار[1] محسوب می‌شوند که به‌طور گسترده در محیط‌های خاکی تجمع یافته و از طریق زنجیره غذایی، تهدیدی جدی برای سلامت انسان و اکوسیستم‌ها ایجاد می‌کنند (گائو و کانان ۲۰۲۰). مطالعات اخیر نشان می‌دهند سالانه بیش از ۸ میلیون تن فتالات در جهان تولید می‌شود که بخش عمده آن از طریق فاضلاب، پسماندهای پلاستیکی و فعالیت‌های کشاورزی به خاک نفوذ می‌کند (هودورف و همکاران ۲۰۰۷). این ترکیبات به‌دلیل میل شدید به چسبیدن به ذرات آلی خاک و مقاومت در برابر تخریب زیستی، در خاک‌های مجاور محل‌های دفن زباله به‌طور ویژه‌ای تجمع می‌یابند (نت و همکاران ۲۰۱۵). خاک‌های کشاورزی اطراف محل‌های دفن زباله، به‌عنوان یکی از حساس‌ترین محیط‌ها برای انتقال فتالات به زنجیره غذایی شناخته می‌شوند. استفاده از پوشش‌های پلاستیکی در کشاورزی، آبیاری با فاضلاب تصفیه‌نشده و کاربرد کودهای آلی آلوده، از مسیرهای اصلی ورود این ترکیبات به خاک‌های زراعی هستند (ژانگ و همکاران ۲۰۲۱). از سوی دیگر، خاک‌های غیرکشاورزی نزدیک به محل دفن زباله، به‌ویژه در مناطق با بارندگی بالا مانند استان گیلان، در معرض نفوذ شیرابه حاوی فتالات قرار دارند که می‌تواند غلظت این آلاینده‌ها را تا سطح خطرناکی افزایش دهد (کجلدسن و همکاران ۲۰۰۲). این آلودگی نه‌تنها کیفیت خاک را کاهش می‌دهد، بلکه بر رشد گیاهان تأثیر منفی گذاشته و خطرات بهداشتی برای انسان و حیوانات ایجاد می‌کند (گائو و همکاران ۲۰۲۰). با وجود مطالعات متعدد درباره فتالات در خاک‌های کشاورزی، پژوهش‌ها در مورد مقایسه غلظت این ترکیبات بین خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی اطراف محل‌های دفن زباله، به‌ویژه در مناطق شمالی ایران، بسیار محدود است (کوماری و کاور ۲۰۲۰). این درحالی است که عوامل مؤثر بر توزیع فتالات، مانند تفاوت در ماده آلی خاک، رطوبت و فعالیت‌های مدیریتی، می‌توانند الگوی تجمع این آلاینده‌ها را به‌طور معناداری تغییر دهند (هوانگ و همکاران ۲۰۲۱). برای نمونه، شواهد نشان می‌دهد خاک‌های غنی از کربن آلی، جذب فتالات‌های با وزن مولکولی بالا (مانند DEHP) را افزایش می‌دهند، در حالی‌که فعالیت‌های کشاورزی مانند شخم زدن ممکن است با تسریع تخریب میکروبی، غلظت آن‌ها را کاهش دهند (پیجننبورگ و استرویس ۲۰۰۶).

با توجه به موقعیت جغرافیایی روستای سراوان، که از توابع سنگر در استان گیلان به‌شمار می‌آید و در فاصله ۱۵ کیلومتری شهر رشت واقع شده است، بررسی غلظت فتالات در خاک‌های این منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این بررسی نه‌تنها برای ارزیابی خطرات زیست‌محیطی ضروری است، بلکه به تدوین راهبردهای مؤثر در مدیریت پسماند و حفظ سلامت محصولات کشاورزی نیز کمک می‌کند. اثرات زیست‌محیطی آلودگی فتالات در خاک شامل سلامت خاک (گائو و همکاران ۲۰۲۱)، بهداشت گیاهی و تولید محصول (وانگ و همکاران ۲۰۲۰)، آلودگی آب‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی، قرارگرفتن در زنجیره غذایی معرض انسان (لیو و همکاران ۲۰۱۰)، اثرات زیست‌محیطی (میهووتس و همکاران ۲۰۰۲)، چالش‌های اصلاح خاک (لیو و همکاران ۲۰۱۰) و تحت تأثیر قرار گرفتن موجودات خاکی و اختلال در شبکه‌های غذایی خاک می‌شود (گائو و همکاران ۲۰۲۰). مطالعات قابل توجهی در ایران در مورد آلودگی محیط‌زیست انجام شده است. غلامی نژاد و همکاران (۲۰۲۴) آلودگی استرهای فتالات را در شیرابه، خاک و آب اطراف محل دفن زباله در نزدیکی دریا بررسی کردند. محمدی و همکاران (۲۰۲۲) بر تجزیه و تحلیل وقوع، توزیع فصلی و ارزیابی ریسک اکولوژیکی میکروپلاستیک‌ها و استرهای فتالات در شیرابه از محل دفن زباله در نزدیکی محیط دریایی در بندر بوشهر تمرکز کردند. نصرآبادی و همکاران (۲۰۲۴) نیز شیرابه محل دفن زباله را به‌عنوان منبع مهمی از آلاینده‌های نوظهور استر اسید فتالیک بررسی کردند و ویژگی‌ها، سرنوشت و انتقال آن‌ها را شناسایی کردند. علاوه بر این، محمدی و همکاران (۲۰۲۲) وقوع و خطرات اکولوژیکی میکروپلاستیک‌ها و استرهای فتالات را در زباله‌های جامد آلی در محل دفن زباله در نزدیکی خلیج فارس بررسی کردند. یک مطالعه سیستماتیک توسط مومنی‌ها و همکاران (۲۰۲۵) وقوع و غلظت استرهای اسید فتالیک انتخاب شده را در تأسیسات پردازش و مدیریت زباله بررسی کرد و دیدگاه‌های تحقیقات آینده را تجزیه و تحلیل کرد. در این زمینه، اتش و آرگون (۲۰۲۳) سرنوشت استرهای فتالات را در شیرابه محل دفن زباله تحت شرایط زیر بحرانی و فوق بحرانی مطالعه کردند. با توجه به اهمیت تجمع فتالات‌ها در خاک و انتقال به زنجیره غذایی و سلامت انسان هدف از این مطالعه بررسی آلودگی فتالات در خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی اطراف محل‌های دفن زباله سراوان می‌باشد.

1- POPs

مواد و روش‌ها

در فصل زمستان سال ۱۴۰۳، از محل دفن زباله سراوان در استان گیلان (شکل ۱)، نمونه‌برداری از خاک انجام شد. در این فرآیند نمونه خاک های مخلوط از ۶ ایستگاه از زمین‌های زراعی، شامل کشاورزی و باغی، از فاصله‌های ۱۰۰ تا ۷۰۰ متری هر یک از محل دفن زباله و در تمامی جهات جغرافیایی برداشت گردید.



شکل ۱- نمایی از ایستگاه‌های نمونه‌برداری از فتالات در لندفیل سراوان

برای نمونه برداری از ۶ ایستگاه، مربعی به ابعاد ۵ متر در ۵ متر درنظر گرفته شد و از هر گوشه و مرکز میدان نمونه‌برداری شد. برای جمع‌آوری خاک سطحی از عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری استفاده شد. خاک جمع‌آوری‌شده به‌طور یکنواخت مخلوط شد و در نهایت ۱ کیلوگرم خاک برداشت شده، در ظرف شیشه‌ای از قبل شسته شده قرار داده شد. نمونه‌های خاک جمع‌آوری‌شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و برای تعیین ویژگی‌های خاک به آزمایشگاه منتقل شد (لیو و همکاران ۲۰۱۹).

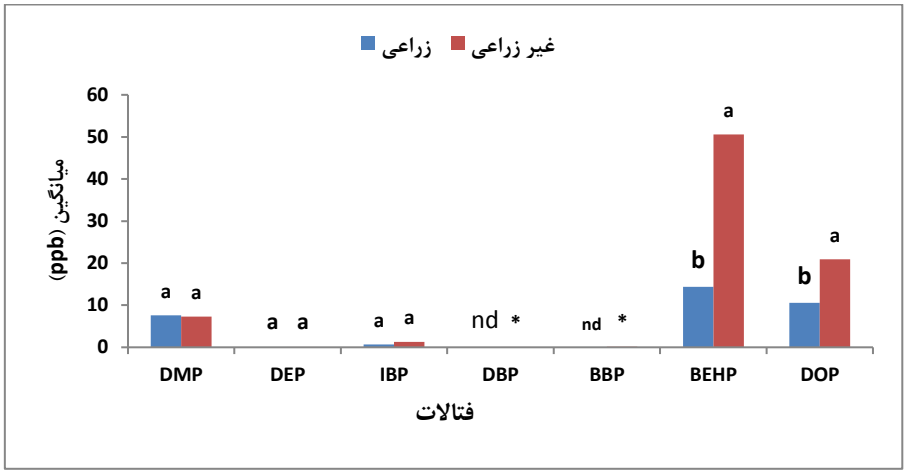
برای بررسی فتالات‌ها، از روش استاندارد استخراج EPA (Method 8061 A) و کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنج جرمی (GC-MS)[2] استفاده شد. نمونه‌های خاک در ظروف شیشه‌ای تیره با درب فلزی جمع‌آوری و پس از شستشو با هگزان، در یخچال نگهداری شدند. پارامترهای فیزیکوشیمیایی شامل درصد رطوبت با استاندارد ASTM D۲۲۱۶، pH با pH متر (AZ۸۵۴۸، چین)، EC با هدایت‌سنج (JENWAY۴۳۲۰) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری کربن آلی، خاک با اسید سولفوریک و بیکرومات ترکیب و پس از اتمام واکنش اکسیداسیون، باقی‌مانده بیکرومات با فروآمونیوم سولفات تیتر شد (نلسون و سامرز ۱۹۸۳). در مرحله استخراج فتالات‌ها، ۵ گرم خاک با ۱۰ میلی‌لیتر متانول به مدت ۵ دقیقه شیک شده و سپس در دستگاه اولتراسونیک قرار گرفت. پس از سانتریفوژ، فاز هگزان استخراج و به دستگاه GC-MS تزریق شد. دستگاه GC-MS از مدل ۵۹۷۵ شرکت Agilent Technologies (ساخت ایالات متحده) استفاده می‌کرد و مجهز به ستون مویین DB5 ms بود. جداسازی ترکیبات با استفاده از ستون مویرگی HP-5 MS (پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان) انجام شد. برای کالیبره کردن طیف‌سنج جرمی، از پرفلوئوروترت‌بوتیلامین[3] استفاده شد. آنالیز به‌صورت انتخابی بر روی یون‌های خاص (SIM) انجام شد تا حساسیت دستگاه افزایش یابد. دماهای مختلف برای دماهای انژکتور، خط انتقال و منبع طیف‌سنج به ترتیب ۲۹۰، ۳۰۰ و ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شدند و انرژی پرتو الکترونیکی ۷۰ eV بود. ترکیبات با استفاده از حالت نظارت بر یون انتخابی (SIM) اندازه‌گیری شدند. یک مقدار کمی و دو یون واجد شرایط برای هر ترکیب بررسی شد.

برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS ۲۳ استفاده شد. ابتدا داده‌ها برای اطمینان از توزیع نرمال با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk بررسی شدند. به‌دلیل توزیع نرمال، از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) برای مقایسه فتالات استفاده شد. همچنین برای بررسی جفتی از آزمون T-Test مستقل در گروه‌ها استفاده شد.

2- Gas chromatography-mass spectrometry
3- PFTBA

نتایج و بحث

نتایج به‌دست‌آمده (شکل ۲) از بررسی مقادیر فتالات در خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی نشان می‌دهد که میانگین فتالات در خاک‌های غیرکشاورزی ppb۱۱/۴۷ به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک‌های کشاورزی ppb ۴/۷۵ بود (p<۰/۰۵). به‌طوری‌که میانگین فتالات BEHP[4] در خاک‌های غیرکشاورزی با ppb ۵۰/۶۰ بیشتر از خاک‌های کشاورزی با ppb ۱۴/۳۶ بود (p<۰/۰۵). همچنین میانگین فتالات DOP[5] در خاک‌های غیرکشاورزی با ppb ۲۰/۸۹ بیشتر از خاک‌های کشاورزی با ppb ۱۰/۵۴ بود (p<۰/۰۵). در مورد سایر فتالات مانند DMP[6]، DEP[7]، IBP[8]، DBP[9] و BBP[10]، تفاوت معناداری بین میانگین ppb در خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی مشاهده نشد (p>۰/۰۵). به‌طوری‌که میانگین ppb برای این فتالات در هر دو نوع خاک تقریباً مشابه بود. همچنین آزمون t به‌صورت مستقل نشان داد که تفاوت معناداری در مقادیر فتالات بین خاک‌های کشاورزی با غیرکشاورزی وجود دارد (p<۰/۰۵).



شکل ۲ – میانگین فتالات در خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی لندفیل سراوان
(حروف غیر مشترک نشان‌دهنده اختلاف معنادار می‌باشد p<۰/۰۵)

جدول ۱ نتایج میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی فتالات در خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی لندفیل سراوان را نشان می‌دهد. میانگین کربن آلی در خاک‌های کشاورزی ۳/۳۸ و در خاک‌های غیرکشاورزی ۷/۴۶ بود (p<۰/۰۵). همچنین، مقدار ماده آلی خاک در خاک‌های کشاورزی ۳/۲۶ و در خاک‌های غیرکشاورزی ۵/۵۷ بود (p<۰/۰۵). رطوبت خاک نیز در خاک‌های کشاورزی ۳۲/۱۹ درصد و در خاک‌های غیرکشاورزی ۳۱/۰۲ درصد بود (p<۰/۰۵) . pH در هر دو نوع خاک به ترتیب ۶/۲۹ و ۵/۳۵ می‌باشد و هدایت الکتریکی در خاک‌های کشاورزی ۶۳ µS/cm و در خاک‌های غیرکشاورزی µS/cm ۱۴۸/۳۸ بود (p<۰/۰۵).

4- Bis (2-Ethylhexyl) Phthalate
5- Di N-Octyl-Phthalate
6- Di Methyl Phthalate
7- Di Ethyl Phthalate
8- Diiso buthyl Phthalate
9- Di Buthyl Phthalate
10- Butyl Benzyl Phthalate

جدول ۱- میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی فتالات در خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی لندفیل سراوان

متغییر	کشاورزی	غیرکشاورزی
میانگین کربن آلی	۳/۳۸ a	۷/۴۶ b
ماده آلی خاک	۳/۲۶ a	۵/۵۷ b
% رطوبت خاک	۳۲/۱۹ a	۳۱/۰۲ b
pH	۶/۲۹ a	۵/۳۵ a
هدایت الکتریکی	۶۳ a	۱۴۸/۳۸ b

حروف غیر مشترک نشان‌دهنده اختلاف معنادار می‌باشد ($p<۰/۰۵$)

نتایج تحلیل همبستگی (جدول ۲) نشان می‌دهد که میانگین کربن آلی و ماده آلی خاک دارای همبستگی منفی قوی با DMP و همبستگی مثبت با IBP هستند، که به این معناست که افزایش کربن آلی و ماده آلی می‌تواند به کاهش DMP و افزایش IBP منجر شود. همچنین، رطوبت خاک به‌ویژه با DBP همبستگی منفی قوی دارد، در حالی‌که pH و هدایت الکتریکی با DBP و BBP همبستگی مثبت دارند. این روابط نشان‌دهنده تأثیرات متقابل میان این ویژگی‌ها و ترکیبات شیمیایی است.

جدول ۲- همبستگی خصوصیات فیزیکوشیمیایی با فتالات در خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی لندفیل سراوان

	DMP	DEP	IBP	DBP	BBP	BEHP	DOP	ماده آلی خاک	میانگین کربن آلی	رطوبت خاک ٪	pH	هدایت الکتریکی
DMP	۱											
DEP	۰/۴۳	۱										
IBP	-۰/۸۳	-۰/۲۶	۱									
DBP	۰/۲۵	-۰/۶۴	-۰/۰۴	۱								
BBP	-۰/۱۸	۰/۳۷	۰/۱۶	۰/۸	۱							
BEHP	۰/۰۹	-۰/۴۳	-۰/۲۳	-۰/۱۶	-۰/۳۴	۱						
DOP	-۰/۰۲	-/۲۵	۰/۳	۰/۰۵	۰/۲۳	-۰/۲۸	۱					
ماده آلی خاک	-۰/۷۱	-۰/۵۳	۰/۶۲	-۰/۳۹	۰/۰۷	-۰/۱۲	-۰/۴۲	۱				
میانگین کربن آلی	-۰/۷۱	-۰/۵۳	۰/۶۲	-۰/۳۹	۰/۰۷	-۰/۱۲	-۰/۴۲	۰/۹۸	۱			
رطوبت خاک ٪	-۰/۴۶	-۰/۵۳	۰/۰۳	-۰/۸۱	-۰/۳۴	۰/۰۶	-۰/۷۴	۰/۵۶	۰/۵۹	۱		
pH	-/۰۱	۰/۴۴	-۰/۳۱	۰/۵۵	۰/۶۸	-۰/۱۱	۰/۰۸	-۰/۳۶	-۰/۳۸	-۰/۱۲	۱	
هدایت الکتریکی	-/۰۱	-۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۲۱	۰/۴۴	-۰/۱۶	-۰/۲۹	۰/۵۶	۰/۵۶	-/۰۱	-۰/۱۶	۱

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این مطالعه نشان داد که غلظت فتالات در خاک‌های غیرکشاورزی اطراف محل دفن زباله سراوان به‌طور معناداری بالاتر از خاک‌های کشاورزی است. این الگو ممکن است ناشی از تفاوت در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و تأثیر فعالیت‌های انسانی باشد. سطوح بالاتر کربن آلی و ماده آلی در خاک‌های غیرکشاورزی می‌تواند نقش کلیدی در جذب و تجمع فتالات ایفا کند، زیرا ترکیبات آلی خاک به‌عنوان جاذب‌های مؤثر برای آلاینده‌های هیدروفوب مانند فتالات عمل می‌کنند (پیجنبورگ و استرویس ۲۰۰۶). در مقابل، خاک‌های کشاورزی با فعالیت‌های مدیریتی مانند شخم زدن و افزودن کودهای شیمیایی ممکن است باعث کاهش ماده آلی و افزایش تخریب فتالات از طریق فرآیندهای میکروبی یا شیمیایی شوند (ژانگ و همکاران ۲۰۲۱). تفاوت در رطوبت خاک نیز قابل توجه است. رطوبت بالاتر در خاک‌های کشاورزی (۳۲/۱۹٪) ممکن است ناشی از آبیاری مکرر باشد که احتمالاً شرایط را برای تجزیه بیولوژیکی فتالات توسط میکروارگانیسم‌ها تسهیل می‌کند (لوشر و همکاران ۲۰۱۵). از سوی دیگر، هدایت الکتریکی بالاتر در خاک‌های غیرکشاورزی 38/148 µS/cm ممکن است نشان‌دهنده نفوذ شیرابه محل دفن زباله حاوی نمک‌ها و یون‌های فلزی باشد که خود می‌تواند به جذب و تثبیت فتالات در خاک کمک کند (کجلدسن و همکاران

۲۰۰۲). غلظت بالاتر ترکیبات خاصی مانند BEHP و DNOP در خاک‌های غیرکشاورزی احتمالاً به‌دلیل پایداری بیشتر این ترکیبات و میل شدید آن‌ها به اتصال به ذرات آلی خاک است (نت و همکاران ۲۰۱۵). این یافته با مطالعات پیشین که نشان می‌دهند فتالات‌های با وزن مولکولی بالا (مانند BEHP) تمایل بیشتری به تجمع در خاک‌های غنی از ماده آلی دارند، همسو است (هوانگ و همکاران ۲۰۲۱). از طرفی، نبود تفاوت معنادار در غلظت فتالات‌هایی مانند DMP و DEP بین دو نوع خاک ممکن است ناشی از فراریت بیشتر این ترکیبات و تجزیه سریع‌تر آن‌ها در محیط باشد (وانگ و کانان ۲۰۱۹). از دیدگاه اکولوژیکی، تجمع فتالات در خاک‌های غیرکشاورزی نزدیک به محل دفن زباله می‌تواند تهدیدی برای سلامت اکوسیستم‌های مجاور باشد، زیرا این ترکیبات قادر به اختلال در عملکرد میکروارگانیسم‌های خاک و زنجیره غذایی هستند (گائو و همکاران ۲۰۲۰). همچنین، نشت فتالات به آب‌های زیرزمینی یا جذب توسط گیاهان در مناطق غیرکشاورزی ممکن است خطر انتقال آن‌ها به زنجیره غذایی انسان را افزایش دهد (چنگ یائو و سان ۲۰۲۰). در خاک‌های غیرکشاورزی غلظت فتالات DEHP با ۲۳/۷۳ ppb بیشترین بود. تشخیص استرهای فتالات در مطالعات سایر محققین از جمله ۳ محل دفن زباله در چین (زنگ و همکاران ۲۰۰۹) و محل دفن زباله نزدیکی خلیج فارس در ایران (محمدی و همکاران ۲۰۲۲) نشان داد که DEHP فتالات غالب می‌باشد. مطالعه حاضر نیز نشان داد که توزیع فراوانی BEHP فتالات غالب بود. فتالات DEHP یک فتالات معمولی است که به‌طور گسترده در صنعت برای تولید محصولات پلیمری ۹۷ درصد (DEHP)، مانند پلی وینیل کلراید (PVC) (یوواتینی و همکاران ۲۰۱۳) و محصولات غیرپلیمری مانند حلال‌ها در چسب‌ها، جوهرها، لوازم آرایشی، مهمات، عطرها، رنگ‌ها، مواد افزودنی در اسپری‌های مو و دافع حشرات و روغن روان‌کننده استفاده می‌شود (هوانگ و همکاران ۲۰۲۱)، بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که DEHP حتی در غلظت‌های پایین اثرات نامطلوبی بر محیط دارد (کلاوسن و همکاران ۲۰۰۴). تجزیه زیستی استرهای فتالات تحت تأثیر شرایط محیطی، از جمله جمعیت میکروبی، دما و pH قرار می‌گیرد. غلظت اولیه بالایی از استرهای فتالات می‌تواند فرآیند تجزیه زیستی را مهار کند (ناواچاروئن و وانگنای ۲۰۱۱). کریمپور فرد (۲۰۱۹) بیان کرد به‌طور متوسط ۷ لیتر شیرابه در ثانیه از محل دفن زباله سراوان به خاک، رودخانه‌ها و آب زیرزمینی وارد می‌شود که می‌تواند از این مسیرها وارد زمین‌های زراعی روستای کچا و در مجاورت مناطق مسکونی قرار گرفته، در نهایت وارد تالاب انزلی و دریای خزر شده و مشکلات زیست‌محیطی بسیاری را برای انسان و محیطزیست ایجاد نماید. مطالعه آلودگی فتالات در خاک‌های اطراف محل دفن زباله سراوان، نمادی بارز از ضرورت ادغام اصول توسعه پایدار در مدیریت محیطزیست است. با توجه به تفاوت معنادار غلظت فتالات در خاک‌های کشاورزی و غیرکشاورزی این پژوهش نشان می‌دهد که حفظ کیفیت خاک به‌عنوان بستر امنیت غذایی، نه‌تنها یک اولویت محیطزیستی، بلکه شرط لازم برای پایداری اقتصادی جوامع وابسته به کشاورزی (مانند تولید برنج کشور در گیلان) است. از منظر اجتماعی، انتقال فتالات‌ها از خاک به زنجیره غذایی (به‌ویژه در محصولات استراتژیکی مانند برنج و چای) تهدیدی جدی برای سلامت عمومی محسوب می‌شود که با افزایش خطر اختلالات هورمونی و بیماری‌های مزمن، عدالت محیطزیستی را به چالش می‌کشد. در این مطالعه، از روش استاندارد استخراج EPA (Method 8061 A) و کروماتوگرافی گازی–طیف‌سنج جرمی (GC-MS) برای بررسی آلودگی فتالات‌ها در خاک‌های اطراف محل‌های دفن زباله سراوان استفاده شد. این روش به‌دلیل حساسیت و دقت بالای خود در شناسایی ترکیبات آلی، به‌ویژه در غلظت‌های پایین، برتری قابل توجهی نسبت به روش‌های سنتی دارد. همچنین، توانایی GC-MS در شناسایی همزمان چندین ترکیب و کاهش زمان تحلیل، امکان ارزیابی سریع و دقیق آلودگی‌ها را فراهم می‌کند. این مطالعه تنها در فصل زمستان انجام شد، بنابراین بررسی تغییرات فصلی غلظت فتالات پیشنهاد می‌شود. همچنین، نمونه‌برداری از تعداد محدودی ایستگاه صورت گرفت که ممکن است نماینده کامل تنوع فضایی نباشد. مطالعات آینده می‌توانند تأثیر عوامل اقلیمی و نقش دقیق مکانیسم‌های جذب فتالات را با استفاده از روش‌های پیشرفته مانند تجزیه ایزوتوپ پایدار بررسی کنند. یافته‌ها نشان می‌دهد که کاربری زمین تأثیر قابل توجهی بر توزیع فتالات در خاک دارد. مدیریت بهینه پسماند، پایش مستمر خاک‌های غیرکشاورزی اطراف محل‌های دفن زباله، و استفاده از روش‌های اصلاح خاک (مانند افزودن مواد جاذب طبیعی) برای کاهش خطرات زیست‌محیطی و بهداشتی ضروری است.

References

1. Ateş, H., & Argun, M.E. (2023). Fate of phthalate esters in landfill leachate under subcritical and supercritical conditions and determination of transformation products. *Journal Waste Management, 155*, 292-301. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.11.014
2. Cheng, Z., Yao, Y., & Sun, H. (2020). Comparative uptake, translocation and subcellular distribution of phthalate esters and their primary monoester metabolites in Chinese cabbage (Brassica rapa var. chinensis). *Science of the Total Environment, 742*, 140550. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140550
3. Clausen, P.A., Hansen, V., Gunnarsen, L., Afshari, A., & Wolkoff, P. (2004). Emission of Di-2-ethylhexyl Phthalate from PVC Flooring into Air and Uptake in Dust: Emission and Sorption Experiments in FLEC and CLIMPAQ. *Environmental Science & Technology, 38*(9), 2531-2537. 10.1021/es0347944
4. Gao, C.-J., & Kannan, K. (2020). Phthalates, bisphenols, parabens, and triclocarban in feminine hygiene products from the United States and their implications for human exposure. *Environment International, 136*, 105465. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105465
5. Gao, M., Dong, Y., Zhang, Z., & Song, Z. (2020). Effect of dibutyl phthalate on microbial function diversity and enzyme activity in wheat rhizosphere and non-rhizosphere soils. *Environmental Pollution, 265*, 114800. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114800
6. Gholaminejad, A., Mehdizadeh, G., Dolatimehr, A., Arfaeinia, H., Farjadfard, S., Dobaradaran, S., Bonyadi, Z., & Ramavandi, B. (2024). Phthalate esters pollution in the leachate, soil, and water around a landfill near the sea, Iran. *Environmental Research, 248*, 118234. https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118234
7. Heudorf, U., Mersch-Sundermann, V., & Angerer, J. (2007). Phthalates: Toxicology and exposure. *International journal of hygiene and environmental health, 210*(5), 623-634. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2007.07.011
8. Huang, L., Zhu, X., Zhou, S., Cheng, Z., Shi, K., Zhang, C., & Shao, H. (2021). Phthalic acid esters: Natural sources and biological activities. *Toxins, 13*(7), 495. https://doi.org/10.3390/toxins13070495
9. Huang, S., Qi, Z., Ma, S., Li, G., Long, C., & Yu, Y. (2021). A critical review on human internal exposure of phthalate metabolites and the associated health risks. *Environmental Pollution, 279*, 116941. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116941
10. Karimpour-Fard, M. (2019). Rehabilitation of Saravan dumpsite in Rasht, Iran: geotechnical characterization of municipal solid waste. *International Journal of Environmental Science and Technology, 16*(8), 4419-4436.
11. Kjeldsen, P., Barlaz, M.A., Rooker, A.P., Baun, A., Ledin, A., & Christensen, T.H. (2002). Present and long-term composition of MSW landfill leachate: a review. *Critical reviews in environmental science and technology, 32*(4), 297-336.
12. Kumari, A., & Kaur, R. (2020). A review on morpho-physiological traits of plants under phthalates stress and insights into their uptake and translocation. *Plant Growth Regulation, 91*(3), 327-347.
13. Liu, H., Liang, H., Liang, Y., Zhang, D., Wang, C., Cai, H., & Shvartsev, S.L. (2010). Distribution of phthalate esters in alluvial sediment: A case study at JiangHan Plain, Central China. *Chemosphere, 78*(4), 382-388. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.11.009
14. Liu, X., Peng, C., Shi, Y., Tan, H., Tang, S., & Chen, D. (2019). Beyond Phthalate Diesters: Existence of Phthalate Monoesters in South China House Dust and Implications for Human Exposure. *Environmental Science & Technology, 53*(20), 11675-11683. 10.1021/acs.est.9b03817
15. Lusher, A.L., Hernandez-Milian, G., O'Brien, J., Berrow, S., O'Connor, I., &

Officer, R. (2015). Microplastic and macroplastic ingestion by a deep diving, oceanic cetacean: The True's beaked whale Mesoplodon mirus. *Environmental pollution, 199*, 185-191. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.01.023

16. Mihovec-Grdiæ, M., Šmit, Z., Puntariæ, D., & Bošnir, J. (2002). Phthalates in underground waters of the Zagreb area. *Croatian medical journal, 43*(4), 493-497.
17. Mohammadi, A., Malakootian, M., Dobaradaran, S., Hashemi, M., & Jaafarzadeh, N. (2022). Occurrence, seasonal distribution, and ecological risk assessment of microplastics and phthalate esters in leachates of a landfill site located near the marine environment: Bushehr port, Iran as a case. *Science of The Total Environment, 842*, 156838.
18. Momeniha, F., Janjani, H., Aghaei, M., Dehghani, M.H., Salimifard, A., Suhas, & Mubarak, N.M. (2025). A systematic review of occurrence and concentrations of selected phthalic acid esters in waste processing and management facilities: Challenges and the future research perspectives. *Emerging Contaminants, 11*(1), 100407. https://doi.org/10.1016/j.emcon.2024.100407
19. Nasrabadi, A.E., Ramavandi, B., Bonyadi, Z., Farjadfard, S., & Fattahi, M. (2024). Landfill leachates as a significant source for emerging pollutants of phthalic acid esters: Identification, occurrence, characteristics, fate, and transport. *Chemosphere*, 141873.
20. Navacharoen, A., & Vangnai, A.S. (2011). Biodegradation of diethyl phthalate by an organic-solvent-tolerant Bacillus subtilis strain 3C3 and effect of phthalate ester coexistence. *International biodeterioration & biodegradation, 65*(6), 818-826. https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.05.005
21. Nelson, D.W., & Sommers, L.E. (1983). Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of soil analysis: Part 2 chemical and microbiological properties, 9*, 539-579.
22. Net, S., Sempéré, R., Delmont, A., Paluselli, A., & Ouddane, B. (2015). Occurrence, fate, behavior and ecotoxicological state of phthalates in different environmental matrices. *Environmental Science & Technology, 49*(7), 4019-4035. https://doi.org/10.1021/es505233b
23. Peijnenburg, W.J.G.M., & Struijs, J. (2006). Occurrence of phthalate esters in the environment of the Netherlands. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 63*(2), 204-215. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.07.023
24. Shen, H.-Y. (2005). Simultaneous screening and determination eight phthalates in plastic products for food use by sonication-assisted extraction/GC–MS methods. *Talanta, 66*(3), 734-739. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2004.12.021
25. Wang, F., Wang, B., Duan, L., Zhang, Y., Zhou, Y., Sui, Q., Xu, D., Qu, H., & Yu, G. (2020). Occurrence and distribution of microplastics in domestic, industrial, agricultural and aquacultural wastewater sources: A case study in Changzhou, China. *Water Research, 182*, 115956. https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115956
26. Wang, Y., Zhu, H., & Kannan, K. (2019). A Review of Biomonitoring of Phthalate Exposures. *Toxics, 7*(2). 10.3390/toxics7020021
27. Yuwatini, E., Hata, N., Kuramitz, H., & Taguchi, S. (2013). Effect of salting-out on distribution behavior of di(2-ethylhexyl) phthalate and its analogues between water and sediment. *SpringerPlus, 2*(1), 422. 10.1186/2193-1801-2-422
28. Zeng, F., Cui, K., Xie, Z., Wu, L., Luo, D., Chen, L., Lin, Y., Liu, M., & Sun, G. (2009). Distribution of phthalate esters in urban soils of subtropical city, Guangzhou, China. *Journal of Hazardous Materials, 164*(2), 1171-1178. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.09.029
29. Zhang, Y., Jiao, Y., Li, Z., Tao, Y., & Yang, Y. (2021). Hazards of phthalates (PAEs) exposure: A review of aquatic animal toxicology studies. *Science of The Total Environment, 771*, 145418. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145418

Research Article

Journal of New Researches in Environmental Engineering

Volume 3, Issue 11, Autumn 2025, Pages 72-80

ISSN (Online): 2981-0930

Investigating the concentration of phthalates in agricultural and non-agricultural soils around Saravan landfills

Somaye Nemati Gaskaminjan — Department of Environment, La.C., Islamic Azad University, Lahijan, Iran

Fatemeh Shariati* — Department of Environment, La.C., Islamic Azad University, Lahijan, Iran

Mohsen Mohammadi Galangash — Department of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, Gilan University, Soemasera

Leyla Oshksaraei — Department of Environment, La.C., Islamic Azad University, Lahijan, Iran

Received: 02 Nov 2025

Accepted: 18 Dec 2025

Keywords: Saravan, Pollution, Soil, Phthalate, Agriculture

Extended Abstract

Introduction: Phthalates, as widely used plasticizers in the plastic industry, are considered to be the most important persistent organic pollutants. Due to their strong tendency to adhere to organic soil particles, these compounds accumulate in soils adjacent to landfills. Agricultural soils around these sites are known as sensitive environments for the transfer of phthalates to the food chain. The accumulation of phthalates in soil can damage the food chain and threaten human health. The innovation of this study is to investigate the spatial differences in phthalate concentrations between agricultural and non-agricultural soil uses around the Saravan landfill.

Materials and Methods: A square measuring 5 m x 5 m was considered for sampling at each station. A depth of 0 to 10 cm was used to collect surface soils. Soils collected from agricultural and non-agricultural lands from distances of 100 m to 700 m were uniformly and mixed from the landfill in Saravan-Rasht Landfill and finally 1 kg of them was selected. Soil samples were stored at 4 °C and then transferred to the laboratory to determine their physicochemical properties. Soil physicochemical parameters such as moisture content, pH, EC, organic matter and phthalates were measured using standard methods. Phthalate determination was performed using EPA Method A 8061 extraction method and GC-MS device.

Results and Discussion: The results showed that the average phthalate in non-agricultural soils was 11.47 ppb, significantly higher than that in agricultural soils (4.75 ppb). In agricultural and non-agricultural soils, the most important dominant phthalate was DEHP. In non-agricultural soils, the concentration of DEHP phthalate was the highest at 23.73 ppb. Also, organic carbon and organic matter were higher in non-agricultural soils and soil moisture was higher in agricultural soils.

Conclusion: These findings emphasize the importance of investigating the effects of land use on phthalate concentrations and optimal management of soil resources.

Corresponding author: Fatemeh Shariati

Address: Department of Environment, La.C., Islamic Azad University, Lahijan, Iran **Tel:** +989113334192 **Email:** f.shariati@iau.ac.ir

Citation: Nemati Gaskaminjan S, Shariati F, Mohammadi Galangash M, Oshksaraei L. Investigating the concentration of phthalates in agricultural and non-agricultural soils around Saravan landfills. Journal of New Researches in Environmental Engineering. 2025; 3(11): 72-80.

© 2024, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.