



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



میکروپلاستیک‌ها و آلاینده‌های ثانویه جذب شده به عنوان آلاینده‌های نوظهور در محل دفن زباله

مصطفی ایلخانی پور^۱، میلاد میرزائی امینیان^{۱*}، زهرا فولادی وند^۱

۱- گروه علوم و مهندسی علوم خاک، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

* نویسنده مسئول: میلاد میرزائی امینیان (mm.aminiyan@ut.ac.ir)

چکیده

محل‌های دفن زباله، مرکز انواع مختلفی از آلاینده‌ها هستند. تخلیه پلاستیک در محل‌های دفن زباله در سراسر جهان با توجه به خطرات زیست‌محیطی و سلامت انسان، یک نگرانی جهانی محسوب می‌شود. شرایط محیطی محل‌های دفن زباله، تجزیه پلاستیک‌ها را تسریع می‌کند که در نهایت به آلاینده نوظهور، میکروپلاستیک‌ها (MPs) تبدیل می‌شوند. میکروپلاستیک‌ها از طریق رواناب و نشت شیرابه در ماتریس‌های محیطی پیرامونی منتشر می‌شوند. علاوه بر این، میکروپلاستیک‌ها تمایل دارند که هم ریزآلاینده‌های آلی و هم معدنی را روی سطح خود جذب کنند و به تقویت بسیاری از آلاینده‌های میکروآلاینده نوظهور مانند بی‌فنیل‌های پلی‌کلرینه (PCBs)، مواد پر و پلی‌فلوئوروآلکیل (PFAS) و معدنی (مانند فلزات سنگین) کمک کنند. این بررسی کوتاه، مروری بر مقالات منتشر شده فعلی در مورد میکروآلاینده‌ها در محل‌های دفن زباله و سهم آن‌ها در ریزآلاینده‌های نوظهور در محل‌های دفن زباله انجام می‌دهد.

واژگان کلیدی: خاک، عناصر سمی، مواد پر- و پلی‌فلوروآلکیل، میکروپلاستی

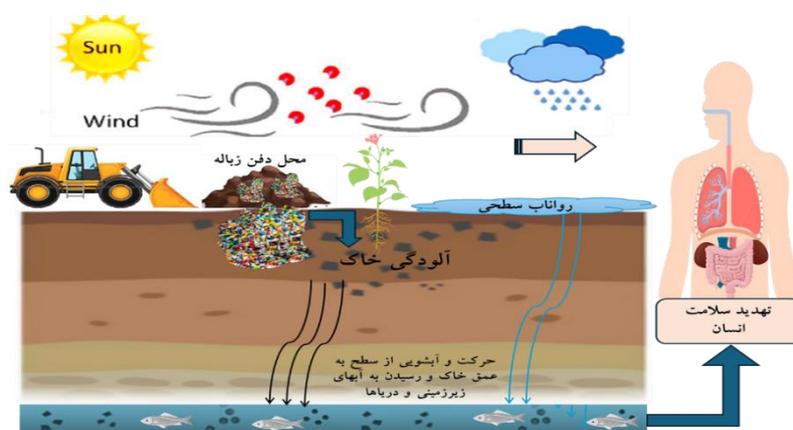
مقدمه

محل‌های دفن زباله، مخازن مداوم زباله‌های خانگی و صنعتی، از جمله زباله‌های پلاستیکی هستند، با این حال در حال حاضر اطلاعات کمی در مورد میزان میکروپلاستیک‌ها در سیستم‌های دفن زباله در سراسر جهان وجود دارد. میکروپلاستیک‌ها (MPs) پلاستیک‌هایی با اندازه‌های بزرگتر یا مساوی ۱ میلی‌متر تا کمتر از ۵ میلی‌متر هستند و می‌توان آن‌ها را به دو نوع تقسیم کرد: میکروپلاستیک‌های اولیه که دست‌نخورده یا مصنوعی هستند و میکروپلاستیک‌های ثانویه که از تجزیه پلاستیک‌های بزرگتر منتشر می‌شوند (Aminiyan et al., 2024). آن‌ها عمدتاً از طریق دفع زباله‌های محصولات مراقبت شخصی، منسوجات مصنوعی و محصولات خام صنعتی و همچنین از طریق شیوه‌های مدیریتی نامناسب مانند عدم وجود مانع محیطی در اطراف محل‌های دفن زباله وارد محل‌های دفن زباله می‌شوند (Chen et al., 2025). به دلیل همه‌گیری کووید-۱۹، حدود ۵/۸ میلیارد ماسک صورت (منبع بالقوه میکروپلاستیک‌ها) یک بار استفاده و دور ریخته می‌شوند که ۲/۴ میلیارد از آن‌ها به محل‌های دفن زباله می‌روند (Costello and Lee, 2024). محل دفن زباله منبع آلاینده‌های نوظهور مختلف است و اخیراً میکروآلاینده‌های نوظهور جذب شده توسط آن‌ها همانند مواد پر- و پلی‌فلوئوروآلکیل (PFAS)، آنتی‌بیوتیک‌ها، فلزات سنگین و غیره مشاهده شده‌اند (Du et al., 2023). این مطالعه با هدف ارزیابی متون موجود در مورد وقوع میکروآلاینده‌ها و سایر میکروآلاینده‌ها در محل‌های دفن زباله در سراسر جهان و اینکه آن‌ها ناقل میکروآلاینده‌هایی با پیامدهای

زیست‌محیطی هستند، انجام شده است. این مقاله همچنین قصد دارد توجه بیشتر محققان آلودگی را برای ایجاد زمینه‌های تحقیقات عمیق در مورد میکروآلاینده‌های نوظهور و پیامدهای سلامت زیست‌محیطی آن‌ها جلب کند.

وضعیت فعلی وقوع میکروآلاینده‌ها و سایر ریزآلاینده‌ها از میکروآلاینده‌ها در محل‌های دفن زباله

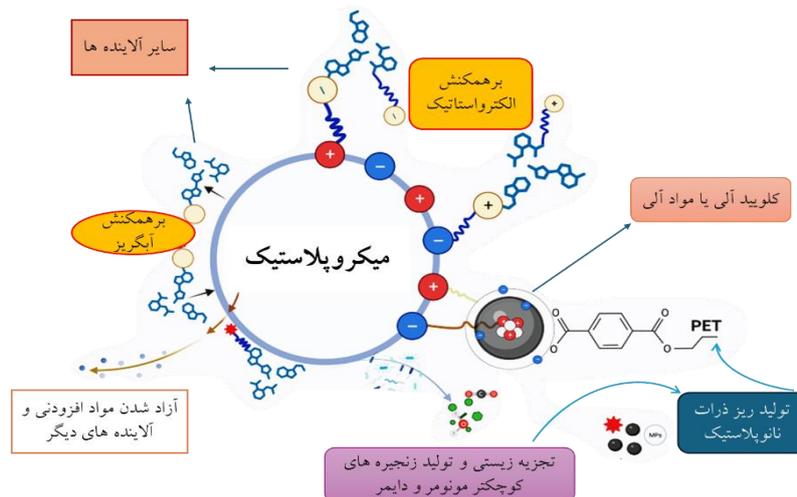
گزارش‌ها از سال ۲۰۲۰ نشان داده در محل‌های دفن زباله در داکا، بنگلادش، میکروآلاینده‌ها به شکل پلی‌اتیلن کم‌چگالی (LDPE)، پلی‌اتیلن با چگالی بالا (HDPE) و استات سلولز (CA) توسط بسیاری از پژوهشگران شناسایی شدند، که نشان می‌دهد احتمالاً میکروآلاینده‌ها در محیط خاک شهری وجود دارند (Afrin et al., 2020). میکروآلاینده‌ها ممکن است به دلیل اثر ناقلی و افزودنی‌ها در تولید پلاستیک، سایر میکروآلاینده‌ها را تشدید کنند. به‌عنوان مثال، بیسفنول A (BPA)، یک میکروآلاینده، عضوی از دسته نرم‌کننده‌ها است که به‌عنوان ماده اولیه در ساخت کالاهای پلاستیکی خانگی متعدد استفاده می‌شود (Rafa et al., 2024). وجود مقادیر قابل توجهی از ضایعات پلاستیکی در محل‌های دفن زباله ممکن است آزادسازی مواد خطرناک BPA و MPs مانند را تسریع کند. در مطالعه‌ای از جنوب شرقی اروپا، همبستگی مثبتی بین غلظت BPA (۲/۷۲ - ۰/۷ میلی‌گرم در لیتر) و MPs (۲/۱۶ - ۰/۶۴ میلی‌گرم در لیتر) در شیرابه محل دفن زباله مشاهده شد (Narevski et al., 2021). نرم‌کننده‌ها، استرهای اسید فتالات (PAEs)، در طیف وسیعی از محصولات، از جمله مصالح ساختمانی، ابزارهای بیمارستانی، محصولات مراقبت از پوست، ناقل‌های حشره‌کش، سورفکتانت‌ها و زباله‌های جامد شهری یافت می‌شوند (Liu et al., 2024). در خاورمیانه و منطقه خلیج فارس، فراوانی میکروپلاستیک‌ها و غلظت PAE‌ها در شیرابه محل دفن زباله بوشهر بررسی شد. میانگین غلظت میکروپلاستیک‌ها (عمدتاً الیاف سیاه و نایلون) و PAE‌ها در شیرابه خام به ترتیب ۷۹/۱۶ مورد در لیتر و ۳/۲۷ میلی‌گرم در لیتر بود. علاوه بر این، میانگین غلظت PAE در میکروپلاستیک‌ها ۴۸/۳۳ گرم در گرم بود. شیرابه عمدتاً حاوی دی بوتیل فتالات (DBP) و دی (۲-اتیل هگزیل) فتالات (DEHP) بود که خطر زیست‌محیطی بالایی دارند (Mohammadi et al., 2022). شیرابه محل دفن زباله سوژو، چین، که ۴۸۰ تن در روز زباله جامد جمع‌آوری می‌کند، دارای ذرات میکروپلاستیک $17/1 \pm 235/4$ مورد در لیتر بود که بیش از نیمی از ذرات بسیار کوچک (>۵۰ میلی‌متر) بودند. پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن بیشترین شیوع را در بین ۲۷ ترکیب پلیمری موجود در شیرابه‌ها داشتند (Sun et al., 2021). لویی و همکاران گزارش دادند، محل‌های دفن زباله نیز ممکن است منبعی از میکروپلاستیک‌های موجود در هوا باشند. جالب توجه است که با استفاده از گلسنگ‌ها به‌عنوان تجمع‌دهنده‌های زیستی میکروپلاستیک‌های موجود در هوا، مشخص شد که گلسنگ‌های انباشته شده در نزدیکی محل دفن زباله، حداکثر تجمع الیاف و قطعات ناشی از فعالیت انسانی (میکروپلاستیک 147 g dw) و میکروپلاستیک‌ها (میکروپلاستیک 79 g dw) داشتند، که نشان می‌دهد که تأثیر دفع زباله به‌صورت منطقه‌ای محدود بوده است (Loppi et al., 2021). این گزارش‌ها نشان می‌دهد که میکروپلاستیک‌های حاصل از محل‌های دفن زباله با سرعت نگران‌کننده‌ای در خاک، آب‌های سطحی و زیرزمینی و حتی جو پراکنده می‌شوند و بنابراین خطرات زیست‌محیطی و بهداشتی بالایی را ایجاد می‌کنند (شکل ۱).



شکل ۱- وقوع، نحوه ورود و تأثیر میکروپلاستیک‌ها با میکروآلاینده‌های جذب‌شده

میکروپلیمرها به عنوان ناقل ریز آلاینده‌های نوظهور

شکل ۲ نشان می‌دهد که اثر ناقلی میکروپلیمرها باعث ظهور آلاینده‌های میکروآلی و میکرومعدنی مختلف مانند هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs)، بی‌فنیل‌های پلی‌کلرینه (PCBs)، مواد پری- و پلی‌فلئوروآلکیل (PFAS) و فلزات سنگین می‌شود (Rafa et al., 2024). به دلیل سطح ویژه نسبتاً افزایش یافته، میکروپلیمرها قابلیت جذب بالاتری برای آلاینده‌های آبریز نسبت به ماکروپلاستیک‌ها دارند (Aminiyan et al., 2024). علاوه بر این، میکروپلیمرها می‌توانند ریز آلاینده‌های مضر مختلف را ۶ تا ۷۰ برابر بیشتر از سایر زباله‌های جامد تخلیه شده در محل دفن زباله جذب کنند. بنابراین، ارزیابی جذب و واجذب ریز آلاینده‌ها در میکروپلیمرها و همچنین آبشویی افزودنی‌های پلاستیکی ممکن است برای تعیین در دسترس بودن و تجمع این آلاینده‌ها در موجودات زنده و همچنین سرنوشت و حرکت آن‌ها در مقیاس بزرگ بسیار مهم باشد (Sun et al., 2021). میکروپلیمرهای موجود در شیرابه ممکن است یک محیط پایدار برای رشد بیوفیلم‌ها فراهم کنند زیرا سطح بالاتری دارند. میکروپلاستیک‌ها با محدوده اندازه ۰/۲ تا ۰/۵ میلی‌متر که در شیرابه‌ها یافت می‌شوند، نفوذپذیری غشای سلولی باکتری را به میزان زیادی افزایش می‌دهند و پذیرش احتمالی ژن‌های مقاومت آنتی‌بیوتیکی (ARG) توسط باکتری‌ها را تحریک می‌کنند. همچنین، مشخص شد که ARG‌ها روی میکروپلاستیک‌ها ارتباط نزدیکی با وجود مجموعه‌های باکتریایی سودوموناس، اینترفوموناس و دسولفوتوماکولوم دارند که هر دو به مقدار بیشتری روی میکروپلاستیک‌ها نسبت به شیرابه یافت شدند.



شکل ۲- مکانیسم جذب آلاینده‌های گوناگون با میکروپلاستیک در محیط زیست

با کمک این مطالعه، اکنون شواهد جدیدی داریم که نشان می‌دهد خطر مقاومت آنتی‌بیوتیکی ناشی از میکروپلاستیک‌ها در سیستم‌های دفن زباله یا سایر اکوسیستم‌ها افزایش یافته است (Shi et al., 2021). مواد پری- و پلی‌فلئوروآلکیل (PFASها)، آلاینده‌های نوظهور با توزیع گسترده، از زباله‌های صنعتی دور ریخته شده، جامدات زیستی حاصل از زباله‌های فاضلاب و زباله‌های خانگی در محل‌های دفن زباله سرچشمه می‌گیرند. حداکثر جذب PFAS در پلیمر نایلون مشاهده شد، احتمالاً به دلیل وجود پیوندهای قطبی N-H در زنجیره پلیمر (Röhler et al., 2021). دوران همه‌گیری کووید-۱۹ به تولید ۲۸ میلیارد ماسک صورت در ایالات متحده در هر سال منجر شد که به دلیل وجود پلیمرهای نایلونی در ماسک‌های صورت، ۰/۱۱ کیلوگرم PFAS را به محیط زیست آزاد کرده است. استفاده از ماسک‌های یکبار مصرف در طول همه‌گیری منجر به نشت تقریباً ۹۰٪ PFAS به شیرابه محل دفن زباله شد (Yu et al., 2024). مشخص شده که چندین نوع پلیمر از میکروپلیمرها، فلزات را ترجیح می‌دهند؛ به عنوان مثال، توانایی میکروپلیمرهای پلی‌استایرن (PS) در جذب فلزات سنگین با افزایش سن افزایش می‌یابد (Evangelou & Robinson, 2022)، و قطبیت قوی پلی‌وینیل کلرید (PVC)، PET و پلی‌پروپیلن (PP) می‌تواند فلزاتی مانند کادمیوم را جذب کند. علاوه بر این، وجود کروم، روی و مس ممکن است توانایی میکروپلیمرها را برای

اتصال به ریزآلاینده‌های اضافی مانند آنتی‌بیوتیک لوپلوکسازین افزایش دهد (Li, 2025). میکروپلیمرها و اثر ناقل آن‌ها از طریق مصرف و استنشاق افزایش بر موجودات آبی و انسان تأثیر دارند. میکروآلاینده‌های آلی و معدنی جذب فیزیکی شده در میکروپلیمرها، توسط مایعات گوارشی سیستم گوارش دفع شده و ورود آن‌ها به سیستم گردش خون موجودات زنده ممکن است تأثیر سمی بر اندام‌هایی مانند قلب و کبد داشته باشد. نشت افزودنی‌های پلاستیکی همانند فتالات‌ها از میکروپلاستیک‌ها باعث سمیت زیست‌محیطی شده و تأثیر بر سیستم عصبی انسان و همچنین ناهنجاری‌های ژنتیکی می‌شود و در عملکرد غدد درون‌ریز و باروری انسان اختلال ایجاد کند (Rafa et al., 2024). جداول ۱ و ۲ به ترتیب میزان وجود میکروپلاستیک‌ها و سایر میکروآلاینده‌ها را در محیط‌های مختلف محل‌های دفن زباله در سراسر جهان فهرست می‌کنند.

جدول ۱- حضور میکروپلاستیک‌ها (میکروپلاستیک‌ها) در محیط‌های مختلف محیطی از محل‌های دفن زباله

کشور	غلظت	نوع نمونه	میکروپلاستیک یا پلیمرهای آن‌ها
صربستان	0.64–2.16 mg/L	شیرابه	میکروپلاستیک
بنگلادش	-	خاک	پلی‌اتیلن کم‌چگالی (LDPE)، پلی‌اتیلن با چگالی بالا (HDPE) و استات سلولز (CA)
اندونزی	80,640 ± 604.80 items microplastic and 618,240 ± 1905.45 items mesoplastics	شیرابه	میکروپلاستیک و مزوپلاستیک
جنوب هند	80 items/L	آب زیرزمینی	(PS) و پلی‌استایرن (PP) پلی پروپیلن
چین	235.4 ± 17.1 item/L	شیرابه	میکروپلاستیک
ایران	79.16 items/L	شیرابه	میکروپلاستیک

جدول ۲- وجود سایر ریزآلاینده‌ها در محیط‌های اطراف محل دفن زباله

کشور	غلظت	نوع نمونه	نام آلاینده	شکل آلاینده
سوئد	2400 ± 400 ng/L	شیرابه	Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)	آلی
صربستان	0.70–2.72 mg/L	شیرابه	Bisphenol A	پلاستیک ساز
آمریکا	Approximately 0.11 kg/year	شیرابه	Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)	آلی
ایران	3.27 mg/L	شیرابه	Phthalate esters (PAEs)	افزودنی به پلاستیک

نتیجه‌گیری و مسیرهای تحقیقاتی آینده

خروجی‌های شیرابه محل دفن زباله و نشت از حوضچه‌های شیرابه می‌تواند قطعات کوچک زباله‌های پلاستیکی را که در محل‌های دفع تجزیه شده‌اند، به محیط‌های آبی و خاکی وارد کند. از حوضچه‌های شیرابه گرفته تا رودخانه‌ها، مقادیر زیادی میکرو و مزوپلاستیک می‌توانند به سطح آلودگی در آب بیفزایند. رودخانه‌ها زمین را به دریا متصل می‌کنند و مسیر اصلی برای زباله‌های پلاستیکی از زمین به اقیانوس را فراهم می‌کنند. ذرات میکروپلاستیک و آلاینده‌های نوظهور همراه، اکوسیستم و همچنین سلامت انسان را تهدید می‌کنند. ظرفیت جذب میکروآلاینده‌ها در پلیمرها متفاوت است و با این حال شواهد گسترده‌ای برای درک کامل سمیت ترکیبی میکروپلاستیک‌ها و آلاینده‌های همراه مورد نیاز است. تخلیه مواد پلاستیکی در یک محیط خورنده محل دفن زباله (یعنی قابلیت شستشو بیشتر در pH پایین) باید برای کنترل و تنظیم مؤثر سطح میکروپلاستیک ارزیابی شود. حذف این آلاینده از شیرابه از طریق یک فرآیند مرسوم هنوز رضایت‌بخش نیست. اثرات منفی زیست‌محیطی محل دفن زباله با مدیریت سهل‌انگارانه باید مورد توجه قرار گیرد و سیاست‌گذاران را مجبور به تعیین استانداردهای سختگیرانه‌تر ضد آلودگی کند، که مستلزم توسعه تکنیک‌های جدید برای حذف پلاستیک و زباله‌های مرتبط است که آلاینده‌های نوظهور را در شیرابه و خاک افزایش می‌دهند. حضور همزمان میکروپلاستیک‌ها و PFASها در محیط زیست تهدیدی قابل توجه برای اکوسیستم‌ها محسوب می‌شود، زیرا میکروپلاستیک‌ها به عنوان حامل PFASها عمل می‌کنند

و منبع ثانویه آلودگی ایجاد می‌کنند. از این رو، عوامل محیطی نقش مهمی در جابجایی آلاینده‌ها در اکوسیستم‌های زمینی و دریایی دارند. با این حال، درک ما از تعامل بین میکروپلاستیک‌ها و PFASها در محیط زیست ناقص است. بنابراین، پایش محیطی، به ویژه برای آلاینده‌های پایدار و نوظهور، برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و بهداشتی آنها و مدیریت خطرات مرتبط حیاتی است. علاوه بر این، بررسی سایر عوامل محیطی که بر انتقال و تجمع آلاینده‌ها در اکوسیستم‌ها تأثیر می‌گذارند، مانند بافت خاک، تبادل یونی، سطح پلیمر، آزادسازی مواد شیمیایی و تجزیه‌پذیری زیستی، ضروری است. بررسی نیروهای شیمیایی که بر تعامل بین میکروپلاستیک‌ها و PFASها در محیط زیست تأثیر می‌گذارند نیز بسیار مهم است. این اطلاعات برای برنامه‌ریزی و اجرای روش‌های مناسب برای احیای مناطق آلوده مهم است. برای اثبات رابطه بین افزایش بروز سرطان و قرار گرفتن در معرض ترکیبی از میکروپلاستیک‌ها و PFASها، تحقیقات جامع و گسترده‌ای مورد نیاز است.

فهرست منابع

- Afrin, S., Uddin, M. K., & Rahman, M. M. (2020). Microplastics contamination in the soil from Urban Landfill site, Dhaka, Bangladesh. *Heliyon*, 6.(11)
- Aminiyani, M. M., Shorafafa, M., & Pourbabae, A. A. (2024). Mitigating the detrimental impacts of low-and high-density polyethylene microplastics using a novel microbial consortium on a soil-plant system: Insights and interactions. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 283, 116805 .
- Chen, H., Chow, A. T., Williams, C. F., Wang, J., & Sun, W. (2025). Emerging Contaminants in Agroecosystems. In (Vol. 73 ,pp. 11556–11558): ACS Publications.
- Costello, M. C. S., & Lee, L. S. (2024). Sources, fate, and plant uptake in agricultural systems of per-and polyfluoroalkyl substances. *Current Pollution Reports*, 10(4), 799–819 .
- Du, M., Pu, Q., Li, X., Yang, H., Hao, N., Li, Q., . . . Li, Y. (2023). Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFAS) adsorbed on microplastics in drinking water: Implications for female exposure, reproductive health risk and its mitigation strategies through in silico methods. *Journal of Cleaner Production*, 391, 136191 .
- Evangelou, M. W., & Robinson, B. H. (2022). The phytomanagement of PFAS-contaminated land. *International journal of environmental research and public health*, 19(11), 6817 .
- Giroux, M., Siddiqui, S., & Brander, S. M. (2024). Classic contaminants in aquatic ecosystems: POPs, PFAS, heavy metals, and microplastics. In *Aquatic ecotoxicology: Understanding pollutants, aquatic organisms, and their environments* (pp. 43–58): Springer.
- Li, H. (2025). Per-and polyfluoroalkyl substances in agriculture: environmental fate, bioaccumulation and management. *New Contaminants*, 1.(1)
- Liu, H., Zheng, D., Liu, X., Hou, J., Wu, Q., & Li, Y. (2024). Environmental microplastic and phthalate esters co-contamination, interrelationships, co-toxicity and mechanisms. A review. *Environmental Geochemistry and Health*, 46(12), 525 .
- Loppi, S., Roblin, B., Paoli, L., & Aherne, J. (2021). Accumulation of airborne microplastics in lichens from a landfill dumping site (Italy). *Scientific reports*, 11(1), 4564 .
- 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 .
- Narevski, A. C., Novaković, M. I., Petrović, M. Z., Mihajlović, I. J., Maoduš, N. B., & Vujić, G. V. (2021). Occurrence of bisphenol A and microplastics in landfill leachate: lessons from South East Europe. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(31), 42196–42203 .
- Rafa, N., Ahmed, B., Zohora, F., Bakya, J., Ahmed, S., Ahmed, S. F., . . . Almomani, F. (2024). Microplastics as carriers of toxic pollutants: Source, transport, and toxicological effects. *Environmental Pollution*, 343, 123190 .
- Röhler, K., Haluska, A. A., Susset, B., Liu, B., & Grathwohl, P. (2021). Long-term behavior of PFAS in contaminated agricultural soils in Germany. *Journal of Contaminant Hydrology*, 241, 103812 .
- Shi, J., Wu, D., Su, Y., & Xie, B. (2020). (Nano) microplastics promote the propagation of antibiotic resistance genes in landfill leachate. *Environmental Science: Nano*, 7(11), 3536–3546 .
- Shi, J., Wu, D., Su, Y., & Xie, B. (2021). Selective enrichment of antibiotic resistance genes and pathogens on polystyrene microplastics in landfill leachate. *Science of the Total Environment*, 765, 1 . ۴۲۷۷۵
- Sun, J., Zhu, Z.-R., Li, W.-H., Yan, X., Wang, L.-K., Zhang, L., . . . Ni, B.-J. (2021). Revisiting microplastics in landfill leachate: unnoticed tiny microplastics and their fate in treatment works. *Water Research*, 190, 116784 .
- Yu, F., Wu, J., Wang, H., Bao, Y., Xing, H., Ye, W., . . . Huang, M. (2024). Interaction of microplastics with perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in water: A review of the fate, mechanisms and toxicity. *Science of the Total Environment*, 948, 175000.

Microplastics and adsorbed secondary pollutants as emerging pollutants in landfills

Mostafa Eilkhani Pour¹, Milad Mirzaei Aminiyan^{1*}, Zahra Fouladi Vanda¹

1- Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran

* Corresponding author: Milad Mirzaei Aminiyan (mm.aminiyan@ut.ac.ir)

Abstract

Landfills serve as reservoirs for a diverse array of environmental contaminants. The accumulation and disposal of plastic materials in these sites have raised significant global concerns due to their potential adverse effects on ecosystems and human health. The physicochemical conditions prevalent in landfill environments facilitate the degradation of plastics, leading to the formation of microplastics (MPs), which are now recognized as emerging pollutants. These MPs can migrate into adjacent environmental compartments via leachate and surface runoff. Moreover, microplastics exhibit a high affinity for sorbing both organic and inorganic micropollutants, thereby acting as vectors for the accumulation and transport of hazardous substances such as polychlorinated biphenyls (PCBs), per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs), and various heavy metals. This concise review synthesizes current scientific literature addressing the occurrence and behavior of micropollutants in landfill systems, emphasizing their role in the proliferation of emerging contaminants.

Keywords: Soil, Toxic elements, Per- and polyfluoroalkyl substances, Microplastics