



## فلزات سنگین و آلودگی خاک

خاک جزء اصلی اکوسیستم های زیستی محسوب می شود و برای بقاء حیات در کره زمین ضروری می باشد. کیفیت خاک، حیات گیاهی و ظرفیت اراضی را برای پشتیبانی از حیات جانوری و جوامع انسانی از لحاظ کمی و کیفی تحت تأثیر قرار می دهد.

### آلودگی خاک

آلودگی جزء ناخوشایند فعالیت بشر محسوب می گردد. براساس نظر میلر هر گونه تغییر در ویژگی های آب، هوا، خاک و مواد غذایی که اثر نامطلوبی بر سلامت محیط زیست، فعالیت بشر و سایر موجودات داشته باشد را آلودگی گویند. ماده آلوده کننده، ماده ای است که در جایی قرار دارد که بطور طبیعی نمی بایست در آنجا قرار می گرفت و یا دارای غلظتی بیش از حد طبیعی بوده به نحوی که بر روی موجودات زنده اثر نامطلوبی دارد. از جمله مواد آلاینده می توان به کاتیون ها و آنیون های فلزی موجود در خاک نظیر فلزات قلیایی، فلزات سنگین، آفت کش ها، رسوبات و مواد معلق در اتمسفر و محیط های آبی و گازهای گلخانه ای و سمی اشاره کرد.

### فلزات سنگین

فلز سنگین به عنصری اطلاق می شود که جرم اتمی آن از جرم اتمی آهن ( $55/8 \text{ mg/mol}$ ) بزرگتر باشد یا اینکه جرم حجمی آن بزرگتر از  $5 \text{ gr/cm}^3$  باشد. فلزات سنگین جزئی از اجزاء تشکیل دهنده پوسته زمین هستند و بطور طبیعی در مواد مادری خاک وجود دارند و یا از طریق منابع آلوده کننده خارجی وارد خاک می گردند.

معدن کاری و فعالیت های نظیر استخراج فلزات، ریخته گری، تصفیه نفت و فرآورده های آن، ساخت باتری، تولید فولاد و آلیاژ، تولید رنگ و صنایع رنگ کاری، ساخت الکترودها و ساختن فیلم های عکاسی و بسیاری از فرآورده های دیگر منابع تولید فلزات سنگین در طبیعت بشمار می روند. شدت آلودگی محیط زیست تحت تأثیر فعالیت های صنعتی بستگی به موقعیت زمانی و مکانی فعالیت، نوع فعالیت، ظرفیت تولید و تمرکز فعالیت در منطقه دارد.

فلزات سنگین به دلیل عدم تجزیه پذیری می توانند مشکلات زیست محیطی فراوانی را به بار آورند. برخی از فلزات سنگین برای گیاهان و جانوران ضروری و برخی مفید می باشد و این در حالی است که بسیاری از فلزات سنگین حتی در غلظت های بسیار پایین برای موجودات زنده خطرناک می باشند. پایداری یون های فلزات سنگین در محیط مشکلات عدیده ای را ایجاد می کند. فلزات سنگین نمی توانند مانند آلاینده های آلی به روشهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه شوند و سلول های زنده تمایل به ذخیره سازی آنها در خود دارند. پایداری بالا و وسعت زیستی آنها در زنجیره غذایی، موجب به مخاطره افتادن حیات زیستی موجودات زنده می شود. مصرف خوراکی فلزات سنگینی چون سرب، کادمیوم، جیوه، آرسنیک و باریم برای سلامتی انسان بسیار مضر می باشد.

برخی از عناصر سنگین بخودی خود سمی و مضر هستند و در برخی موارد نیز به دلیل افزایش غلظت در محیط برای موجودات زنده از جمله انسان مضر می باشند. در عین حال کاربرد و استفاده از آنها و نیز پیامد آن ورود به محیط زیست اجتناب ناپذیر است. ورود



هر آلاینده به خاک سبب کاهش کیفیت و بروز اختلال در عملکرد مطلوب خاک می‌گردد. علاوه بر این خاک، تنها یک محیط کشت مناسب برای گیاهان و یا محلی برای تخلیه و ورود آلاینده‌ها نیست، بلکه می‌تواند انتقال دهنده بسیاری از آلاینده‌ها به آبهای زیرزمینی، اتمسفر و موجودات زنده باشد. فلزات سنگین از جمله آلاینده‌هایی هستند که با اضافه شدن به خاک از طرق مختلف به ویژه تخلیه فاضلابها، روی سطوح جذب کننده خاک قرار گرفته، باعث آلودگی شیمیایی خاک می‌گردد و می‌تواند وارد زنجیره غذایی انسان و دام شود و مخاطرات بهداشتی را در محیط زیست به بار آورد.

آلودگی عناصر سنگین در خاک بر کیفیت محصولات، سلامتی انسان و کیفیت و عملکرد محیط زیست اثر نامطلوب می‌گذارد. جذب فلزات سنگین در خاک بر کیفیت محصولات، سلامتی انسان و کیفیت و عملکرد محیط زیست اثر نامطلوب می‌گذارد.

## جذب فلزات سنگین در خاک

رفتار شیمیایی فلزات سنگین در خاکها تحت کنترل اثرات متقابل آنها با اجزای متفاوت خاک و جذب آنها به شدت تحت تاثیر بخش های مایع و جامد خاک می باشد. مواد آلی، کانی های رسی و اکسیدهای آهن و منگنز مهمترین مواد جاذب برای فلزات سنگین هستند. مکانیسم های مرتبط در پیوند یونهای فلزی شامل تبادل کاتیونی، جذب اختصاصی، دفع و رسوب می باشد. به علاوه کمپلکسهای فلزی می توانند با مواد آلی خاک تشکیل شوند. عناصری که به فرم آلی در خاک وجود دارند، با گذشت زمان و تحت اثر میکروارگانیسم ها به تدریج آزاد می گردند و در بخش تبادل رس ها جذب می شوند و یا به فرم های دیگر رسوب می کنند.

برخی محققین بر این اعتقادند که فرمهای کمتر محلول فلزات ابتدا در لجن فاضلاب هضم شده (مانند کمپلکسهای آلی سولفیدها) که با تجزیه اینها فرم های محلول تر آزاد می شوند، اگر چه فلزات Cd, Ni, Zn یک رابطه تقریباً خطی از غلظتهای محلول با غلظت کل فلز در خاک نشان می دهند.

قابلیت دسترسی زیستی و سمیت فلزات سنگین در خاکها به فعالیت یونهای فلزی آزاد یا حلالیت یونها در محلول خاک بستگی دارد. واکنش خاک فاکتور مهمی در کنترل رفتار شیمیایی فلزات در خاک است به طوری که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم اثرات متقابل فلزات با دیگر اجزای خاک را تحت تاثیر قرار می دهد. حلالیت فلزات در pH خنثی معمولاً کم بوده و با کاهش pH افزایش می یابد البته این مساله به ویژگیهای فلز و مقداری از فلز که جذب خاک گردیده نیز بستگی دارد. به طور کلی غلظت فلز در محلول با مقدار کل آن در خاک افزایش می یابد. دانشمندان یک آستانه pH گزارش کرده اند که در کمتر از آن حلالیت فلز در خاک به طور چشمگیری افزایش می یابد به عنوان مثال این آستانه pH برای فلز کادمیوم ۶/۵ می باشد. قابلیت جذب عناصر در خاک نیز شدیداً تحت تاثیر pH خاک است به طوری که با کاهش pH خاک مقدار جذب مس، روی، سرب، کادمیوم و نیکل توسط گیاه به صورت معنی داری افزایش می یابد.

یکی از روشهای اصلاح آلودگی به فلزات سنگین گیاه پالایی می باشد که در این روش از گونه های گیاهی با قابلیت تحمل بالای فلزات استفاده می شود.

این فناوری شامل کشت مکرر محصولات جمع کننده رو به بالا برای جذب و انتقال فلزات به گیاه و در مرحله بعد برداشت و سوزاندن بافتهای گیاهی و بازیافت فلزات از خاکستر می باشد.