



## آلاینده‌های نوپدید در محیط زیست (Emerging Contaminants in Environment)



دکتر محمد مهدی امین

استاد گروه مهندسی بهداشت محیط و مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

در سال‌های اخیر با ظهور روش‌های تحلیل پیشرفته، شواهدی از وجود تعداد بسیار زیادی از ترکیبات بالقوه خطرناک تحت عنوان "آلاینده‌های نوپدید" (Emerging Contaminants) در بخش‌های مختلف محیط وجود دارد. "آلاینده نوپدید" به هر ماده شیمیایی طبیعی و انسان‌ساخت و یا میکروارگانیسمی اطلاق می‌شود که در محیط‌زیست به‌طور متداول پایش نمی‌شود، اما پتانسیل ورود به محیط و ایجاد اثرات سوء بر محیط‌زیست و یا سلامت انسان را داشته و احتمال وضع قانون و تعیین سطوح استاندارد برای آن در آینده وجود دارد. اصطلاح آلاینده‌های نوپدید صرفاً معادل "آلاینده‌های جدید" نیست، چون بسیاری از این مواد در چندین دهه گذشته هم‌زمان با استفاده آن‌ها توسط انسان به محیط وارد شده‌اند، اما اثرات سوء آن‌ها تاکنون ناشناخته باقی‌مانده و در حال حاضر صرفاً با کمک روش‌های تحلیل مدرن و حساس، وجود آن‌ها در بخش‌های مختلف محیط‌زیست تأیید شده است.

به‌طور کلی این آلاینده‌ها می‌توانند در چند گروه اصلی از جمله مواد دارویی، محصولات بهداشت فردی، استروئیدها و هورمون‌ها، سورفاکتانت‌ها، ترکیبات پرفلوئورینه، اطفاء‌کننده‌های حریق، افزودنی‌های صنعتی، افزودنی‌های بنزین، نرم‌کننده‌های مواد پلیمری، محصولات جانبی گندزایی، آفت‌کش‌های قطبی طبقه‌بندی شوند. ورود آلاینده‌های نوپدید به بدن انسان و دیگر موجودات زنده، ممکن است باعث اختلال در سیستم غدد درون ریز، نقص مادرزادی و عقب‌ماندگی، اختلال در تولید مثل و ایجاد اثرات سمی حاد و مزمن شود. یکی از نگرانی‌های اصلی مرتبط با آلاینده‌های نوپدید اختلال غدد درون‌ریز است. ترکیبات

مختل‌کننده غدد درون‌ریز (Endocrine Disrupters) عمدتاً شامل داروها، محصولات بهداشت فردی، مواد شیمیایی خانگی، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها، مواد شیمیایی صنعتی، محصولات جانبی گندزایی، هورمون‌های طبیعی و فلزات می‌شوند. آلاینده‌های نوپدید عمدتاً از طریق دفع یا استفاده نامناسب و بیش از حد ترکیبات مسبب آن‌ها در بخش خانگی، صنعتی و کشاورزی وارد محیط می‌شوند و مسیر اصلی ورود آن‌ها به محیط، پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب است. مهم‌ترین فرآیندهای محیطی موثر بر این آلاینده‌ها، جذب بر روی رسوبات، فتولیز و تجزیه زیستی طبیعی، و جذب و متابولیسم توسط گیاهان و حیوانات هستند. در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب نیز امکان حذف موثر این مواد توسط فرآیندهای بیولوژیکی، غشایی و اکسیداسیون توسط ازن وجود دارد. با این حال، بهترین رویکرد برای حذف آلاینده‌های نوپدید از فاضلاب، به‌کارگیری انواع فرآیندهای تصفیه به‌صورت تلفیقی است. نگرانی‌ها در مورد حضور آلاینده‌های "ذره‌ای نوپدید" (میکروپلاستیک‌ها و نانوذرات) در محیط‌های آبی نیز در سال‌های اخیر افزایش یافته است.

مسئله مهم دیگر در مورد آلاینده‌های نوپدید ظهور "پاتوژن‌های نوپدید" (Emerging Pathogens) در محیط‌زیست است. پاتوژن‌هایی نوپدید تلقی می‌شوند که برای اولین بار در انسان ایجاد بیماری کنند یا این که قبلاً در انسان بیماری‌زایی کرده‌اند، اما معمولاً در سال‌های اخیر شیوع آن‌ها بیشتر شده باشد.

به‌طور کلی پاتوژن‌های نوپدید به سه گروه طبقه‌بندی می‌شوند: پاتوژن‌هایی که کاملاً جدید هستند (مانند ویروس نقص ایمنی انسان؛ عامل ایدز)، آن‌هایی که قبلاً شناخته شده‌اند اما اخیراً به‌عنوان پاتوژن شناسایی شده‌اند (مانند هلیکوباکتر پیلوری)، یا آن‌هایی که قدیمی هستند اما دستخوش تغییراتی شده‌اند (مانند میکروارگانیسم‌های مقاوم به عوامل ضد میکروبی). از سوی دیگر بعضی از پاتوژن‌هایی که در سالیان دور شناسایی شده و در گذشته عامل بسیاری از اپیدمی‌ها بوده‌اند ممکن است بعد از کنترل بلندمدت آن‌ها، مجدداً طغیان می‌کنند که از جمله این "پاتوژن‌های بازپدید" (Re-emerging Pathogens) می‌توان به عامل وبا، تب دانگ و تب زرد در بعضی از مناطق، اشاره کرد. به‌طور کلی سازمان جهانی بهداشت برآورد کرده که تا سال ۲۰۰۰ تعداد ۱۷۵ گونه عامل بیماری‌زا از ۹۶ جنس مختلف به‌عنوان پاتوژن‌های نوپدید طبقه‌بندی شده‌اند که ۷۵٪ آن‌ها گونه‌های منتقله از حیوان به انسان هستند.

در دو دهه اخیر، سندروم حاد تنفسی (SARS coronavirus) در سال ۲۰۰۲، سندرم تنفسی خاورمیانه (MERS coronavirus)

or MERS-CoV) در سال ۲۰۱۲، آنفلوآنزای مرغی یا پرندگان (Influenza A virus subtype H7N9) در سال ۲۰۱۳، و در اواخر سال ۲۰۱۹ سندرم حاد تنفسی کرونا و ویروس (SARS-CoV-2) به وجود آمده است.

بیماری کروناویروس (COVID-19) یک بیماری بالقوه کشنده‌ای است که موجب نگرانی‌های بزرگ در مورد بهداشت عمومی در جهان شده است. در حالی که ماندگاری ویروس در آب آشامیدنی ممکن است، ولی تاکنون هیچ‌گونه مستندات مبنی بر وجود کرونا ویروس انسانی در منابع آب سطحی و زیرزمینی و یا انتقال آن از طریق آب آشامیدنی آلوده وجود ندارد. همچنین تاکنون هیچ شواهدی مبنی بر انتقال SARS-CoV-2 از طریق سیستم فاضلاب، با یا بدون تصفیه فاضلاب وجود ندارد.

از مهم‌ترین مسائل مرتبط با پاتوژن‌های نوپدید در سال‌های اخیر ظهور باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها است. مقاومت آنتی‌بیوتیکی در واقع توانایی باکتری‌ها در برابر اثرات بازدارندگی یا کشندگی آنتی‌بیوتیک است. با توجه به ورود مداوم این مواد از منابع مختلف به محیط شرایط برای تماس مداوم باکتری‌های محیطی با سطوح پایین آنتی‌بیوتیک فراهم می‌شود و به مرور زمان باکتری‌ها ژن‌های مقاوم به این مواد را تولید می‌کنند و در برابر آن مقاوم می‌شوند. به‌طور کلی در ظهور باکتری‌های نوپدید و بازپدید در محیط زیست به‌خصوص محیط‌های آبی، چهار عامل؛ ۱. محیط‌های جدید، ۲. تغییرات در رفتار و آسیب‌پذیری انسان، ۳. تکنولوژی‌های جدید و ۴. پیشرفت‌های علمی نقش اساسی دارند.

بی‌شک اصلی‌ترین عامل در افزایش شناخت در مورد آلاینده‌های نوپدید در محیط‌زیست توسعه تکنیک‌های پیشرفته تحلیل این ترکیبات است. در سال‌های اخیر، دستگاه‌های پیشرفته مانند کروماتوگرافی گازی و مایع مجهز به یک یا دو آشکارساز طیف‌سنجی جرمی (GC-MS-MS و LC-MS-MS) به‌طور وسیعی برای تحلیل آلاینده‌های نوپدید در محیط‌های آبی به‌کار گرفته شده‌اند. به‌هر حال، به‌دلیل ساختارهای ناشناخته متابولیت‌های آلاینده‌های نوپدید و وجود آن‌ها در ماتریکس محیطی پیچیده با مقادیر جزئی، توسعه روش‌های تحلیل سریع و صحیح چالشی در برابر محققان محیط‌زیست در پایش روتین آلاینده‌های نوپدید در محیط است. بنابراین، تحقیقات بیشتری برای افزایش شناخت در مورد ساختار این آلاینده‌ها و صحت و حساسیت روش‌های سنجش مورد نیاز است. درنهایت به‌دلیل کشف یا شناسایی اخیر این مواد به‌عنوان آلاینده محیط‌زیست، اطلاعات بسیار کمی در مورد وجود، سرنوشت و سمیت آن‌ها در محیط آبی وجود دارد و تحقیقات بیشتری در این مورد نیاز است. باید رویکردهای مناسب برای جلوگیری از ورود آن‌ها به محیط و حذف آن‌ها از بخش‌های مختلف محیط‌زیست به‌کار گرفته شود.