

# ضرورت پایش و انجام اقدامات تقنینی جهت مقابله با آلاینده‌های نوظهور در محیط زیست





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تاریخ انتشار:  
۱۴۰۳/۵/۸

شماره مسلسل: ۱۹۹۳۲  
کد موضوعی: ۲۵۰



مرکز پژوهش‌های  
مجلس شورای اسلامی

### عنوان گزارش:

ضرورت پایش و انجام اقدامات تقنینی جهت مقابله با آلاینده‌های نوظهور در محیط زیست

نوع گزارش: طرح/لایحه □، نظارتی ■، راهبردی □

### نام دفتر:

مطالعات زیربنایی (محیط زیست و منابع طبیعی)

### مدیر مطالعه:

الهه سلیمانی مورچه خورتنی

### تهیه و تدوین کنندگان:

هومن غلامپور ارباستان، الهه سلیمانی مورچه خورتنی و سجاد کریمی (گروه محیط زیست و منابع طبیعی)

### ناظران علمی:

محمدحسن معادی رودسری، محمدتقی فیاضی

### ناظر علمی خارج از مرکز:

مهدی فرزاد کیا (استاد تمام دانشگاه علوم پزشکی ایران)

### ویراستار ادبی:

زهره عطاردی

### گرافیک و صفحه آرایی:

آذر مهمان نواز

### واژه‌های کلیدی:

- آلاینده‌های نوظهور
- محیط زیست
- میکروپلاستیک‌ها
- مواد دارویی
- مواد آرایشی-بهداشتی

### تاریخ شروع مطالعه:

۱۴۰۲/۱۰/۱



## فهرست مطالب

چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
۱. مقدمه.....	۸
۲. پیشینه.....	۹
۳. آلاینده‌های نوظهور.....	۱۰
۴. اقدامات تقنینی ایالات متحده در مورد آلاینده‌های جدید.....	۲۱
۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری.....	۲۴
منابع و مأخذ.....	۲۵

## فهرست شکل‌ها

شکل ۱. نمای شماتیک تأثیر آلاینده‌های نوظهور بر سلامت انسان و محیط زیست.....	۹
شکل ۲. چرخه آلاینده‌های نوظهور در محیط زیست.....	۱۴
شکل ۳. فلوریداگرام تدوین و بازنگری قوانین و مقررات مرتبط با آلاینده‌های نوظهور.....	۲۳

## فهرست جداول

جدول ۱. فهرست عناصر نادر خاکی.....	۱۲
جدول ۲. تأثیرات آلاینده‌های نوظهور بر محیط زیست.....	۱۵
جدول ۳. تأثیرات آلاینده‌های نوظهور بر سلامت انسان.....	۱۵
جدول ۴. استانداردهای خروجی فاضلاب.....	۱۸



## ضرورت پایش و انجام اقدامات تقنینی جهت مقابله با آلاینده‌های نوظهور در محیط زیست

### چکیده



آلاینده‌های موجود در محیط را می‌توان به دو دسته متعارف و نوظهور دسته‌بندی کرد. آلاینده‌هایی که دستورالعملی برای شناسایی و پایش آنها موجود است و میزان حدود مجاز آنها در محیط تعیین شده، متعارف نامیده می‌شوند. از طرف دیگر اصطلاح «آلاینده نوظهور» به هر ماده شیمیایی طبیعی و انسان‌ساخت و یا میکروارگانیسمی اطلاق می‌گردد که معمولاً در محیط زیست پایش نمی‌شود، اما پتانسیل ورود به محیط و ایجاد اثرات سوء مشخص یا مشکوک بر محیط زیست و یا سلامت انسان را دارد. بررسی قوانین موجود در کشور گویای این واقعیت است که به‌رغم اشاره کلی به آلاینده‌های هوا، آب و خاک، آلاینده‌های نوظهور مورد توجه کافی قرار نگرفته است. این عدم توجه در سیاستگذاری برای این دسته از آلاینده‌ها زمینه‌ساز بروز اثرات بهداشتی، محیط زیستی و حتی اقتصادی برای کشور شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که عدم تکافوی امکانات آزمایشگاهی، نبود راهبرد جامع غربالگری، ارزیابی، پایش، ممنوعیت، کاهش و تصفیه آلاینده‌های نوظهور، عدم وجود زمان‌بندی مدون در بازنگری استانداردها، قوانین و مقررات مربوطه، عدم بهره‌گیری حداکثری از ظرفیت مراکز پژوهشی و اخذ نظرات نخبگانی و تکیه بر ترجمه متون علمی خارجی، نبود بانک جامع اطلاعاتی در خصوص آلاینده‌های نوظهور و عدم آگاهی‌رسانی مناسب در داخل کشور، از معضلات نحوه مواجهه و مدیریت آلاینده‌های نوظهور در کشور است.



### بیان / شرح مسئله

آلاینده‌های موجود در محیط را می‌توان به دو دسته متعارف و نوظهور دسته‌بندی کرد. آلاینده‌هایی که دستورالعملی برای شناسایی و پایش آنها موجود است و میزان حدود مجاز آنها در محیط تعیین شده، متعارف نامیده می‌شوند. از طرف دیگر اصطلاح «آلاینده نوظهور» به هر ماده شیمیایی طبیعی و انسان ساخت و یا میکروارگانیزمی اطلاق می‌گردد که معمولاً در محیط زیست پایش نمی‌شود، اما پتانسیل ورود به محیط و ایجاد اثرات سوء مشخص یا مشکوک بر محیط زیست و یا سلامت انسان را دارد. در طی سالیان اخیر مطالعات گسترده‌ای در خصوص اثرات آلاینده‌های نوظهور بر سلامت انسان و محیط زیست انجام شده است. براساس این مطالعات مواد شیمیایی مختل کننده غدد درون‌ریز، باعث کاهش باروری، اثرات رشدی و سایر مشکلات تولید مثل می‌شوند. همچنین آلودگی خاک توسط مواد نفتی، داروها، محصولات مراقبت شخصی، کشاورزی، پسماندهای خانگی، صنایع تولید رنگ، محصولات صنعتی و میکروپلاستیک‌ها، می‌تواند علاوه بر کاهش باروری خاک و آلودگی آب‌های زیرزمینی، با جذب توسط گیاهان وارد چرخه غذایی انسان و دیگر موجودات شوند. در این راستا مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که قرار گرفتن طولانی مدت در معرض آلاینده‌های نوظهوری نظیر کربن سیاه، کربن آلی، آئروسول‌های غیر آلی ثانویه و ذرات بسیار ریز باعث خطراتی مانند مرگ و میر قبل از تولد، دیابت و بیماری‌ها قلبی می‌شود.

### نقطه نظرات / یافته‌های کلیدی

بررسی مطالعات بین‌المللی نشان می‌دهد که می‌توان کلیه آلاینده‌های نوظهور را در چهار دسته ۱. مواد شیمیایی سنتز شده، ۲. میکروپلاستیک‌ها، ۳. موجودات مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها، ۴. عناصر نادر خاکی طبقه‌بندی کرد. ورود این آلاینده‌ها به چرخه محیط زیست سبب ایجاد آلودگی و اثرات مخرب بر سلامت انسان و محیط زیست می‌شود. در این راستا بررسی مطالعات داخلی انجام گرفته بر روی آلاینده‌های نوظهور در کشور نشانگر آن است که در طی سال‌های بررسی غلظت این آلاینده‌ها در هوا، آب، خاک، فاضلاب و متعاقب آن بدن انسان مورد توجه قرار گرفته است. همچنین مطالعات انجام شده از وجود آلاینده‌های نوظهور نظیر میکروپلاستیک‌ها در خاک اطراف مراکز دفن و هواکایت دارد. لذا شواهد گویای وجود آنتی‌بیوتیک‌ها در ورودی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب کشور است. با وجود آنکه نتایج پژوهش‌های دانشگاهی از اثرات نامطلوب آلاینده‌های نوظهور بر سلامت انسان و محیط زیست خبر می‌دهد و همچنین به‌رغم وجود تکالیف قانونی در خصوص تدوین استانداردها و حدود مجاز آلاینده‌ها در آب، خاک و هوا توسط دستگاه‌های متولی، کشور با عدم تکافوی امکانات آزمایشگاهی، نبود راهبرد جامع غربالگری، ارزیابی، پایش، ممنوعیت، کاهش و تصفیه آلاینده‌های نوظهور، نبود زمان‌بندی مدون در بازنگری استانداردها، قوانین و مقررات مربوطه، عدم بهره‌گیری حداکثری از ظرفیت مراکز پژوهشی و اخذ نظرات نخبگانی و تکیه بر ترجمه متون علمی خارجی، نبود بانک جامع اطلاعاتی و عدم آگاهی‌رسانی مناسب در خصوص آلاینده‌های نوظهور روبه‌رو است.

### پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

در راستای رفع موانع و فائق آمدن بر چالش‌های انتشار آلاینده‌های نوظهور در محیط زیست کشور پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱. **تشکیل کارگروهی** به ریاست سازمان حفاظت محیط زیست و با عضویت نمایندگان وزارتهای بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، وزارت صنعت، معدن و تجارت، نفت، نیرو، جهاد کشاورزی، سازمان ملی استاندارد، سازمان غذا و دارو، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، اساتید صاحب‌نظر دانشگاه، مراکز پژوهشی و سایر دستگاه‌های مربوطه **به منظور تدوین برنامه جامع راهبردی غربالگری، ارزیابی، پایش، ممنوعیت، کاهش و تصفیه آلاینده‌های نوظهور و تصویب آن در هیئت وزیران،**



۲. تهیه و ابلاغ فلودیاگرام حذف و اضافه کردن نام آلاینده‌های نوظهور با بهره‌گیری از نظرات خبرگان، مراکز پژوهشی داخلی و ترجمه متون علمی معتبر در استانداردهای ملی ایران در بازه‌های زمانی پنج‌ساله توسط سازمان ملی استاندارد ایران،  
۳. استفاده از ظرفیت‌های شرکت‌های فناوری و دانش‌بنیان در زمینه تجهیز آزمایشگاه‌های معتمد محیط زیست و آزمایشگاه‌های مرجع استاندارد توسط معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری.

## ۱. مقدمه

محیط زیست سالم اساسی‌ترین عامل برای حفظ سلامتی انسان و سایر موجودات زنده می‌باشد. همچنین اهمیت حفاظت از محیط زیست در اصل (۵۰) قانون اساسی نیز مورد تأکید قرار گرفته است. «در جمهوری اسلامی، حفاظت محیط زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات اجتماعی روند رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌شود. از این رو، فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط زیست یا تخریب غیر قابل جبران آن ملازمه پیدا کند، ممنوع است»<sup>۱</sup>. با این حال، با توسعه شهرنشینی و صنعتی شدن و تغییر الگوی مصرف، علاوه بر تولید آلاینده‌های متعارف قبلی، آلاینده‌های نوظهور تولید شده است که بر سلامت و کیفیت آب، خاک و هوا تأثیرات مستقیمی دارند.

آلاینده‌های موجود در محیط را می‌توان به دو دسته متعارف و نوظهور دسته‌بندی کرد. آلاینده‌هایی که دستورالعملی برای شناسایی و پایش آنها موجود است و میزان حدود مجاز آنها در محیط تعیین شده، متعارف نامیده می‌شوند؛ که از جمله این آلاینده‌ها می‌توان به سرب و جیوه اشاره کرد.

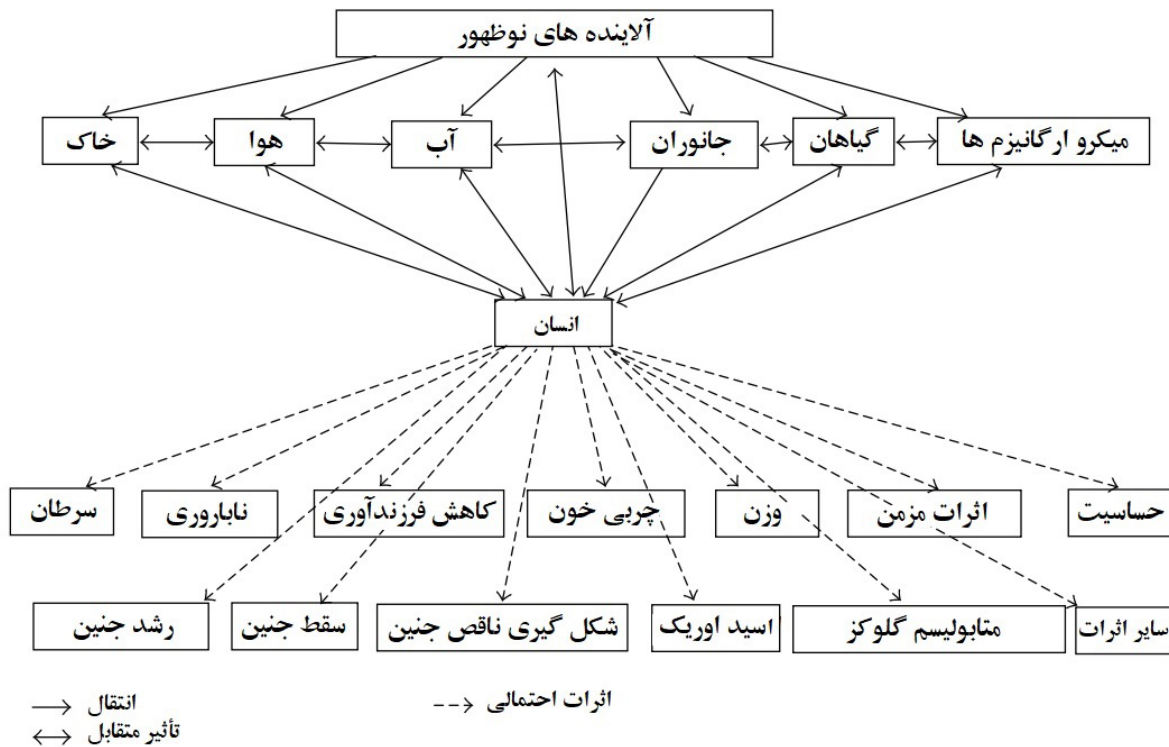
از طرف دیگر اصطلاح «آلاینده نوظهور» به هر ماده شیمیایی طبیعی و انسان‌ساخت و یا میکروارگانیزی اطلاق می‌گردد که معمولاً در محیط زیست پایش نمی‌شود، اما پتانسیل ورود به محیط و ایجاد اثرات سوء مشخص یا مشکوک بر محیط زیست و یا سلامت انسان را دارد. در حال حاضر، این آلاینده‌ها در برنامه‌های پایش روتین بین‌المللی و ملی قرار ندارند؛ سرنوشت، رفتار و اثرات سمی آنها بر محیط زیست اغلب به خوبی درک نشده است؛ تحت پوشش قوانین موجود محیط زیستی به خصوص قوانین کیفیت آب نیستند و تاکنون استانداردهای مرتبط با سلامت انسان برای اکثر آنها وضع نشده است. اصطلاح آلاینده‌های نوظهور صرفاً معادل آلاینده‌های جدید نمی‌باشد؛ چراکه بسیاری از این مواد در چندین دهه گذشته هم‌زمان با استفاده آنها توسط انسان به محیط وارد شده‌اند، اما اثرات سوء آنها تاکنون ناشناخته باقی مانده و در حال حاضر صرفاً با کمک تکنیک‌های آنالیزی مدرن و حساس حضور آنها در بخش‌های مختلف محیط زیست تأیید شده است [۱].

بر اساس تعریف ارائه شده آلاینده‌های نوظهور به سه بخش اصلی اطلاق می‌شوند ۱. آلاینده‌های نوظهوری که به تازگی شناسایی شده‌اند و تا پیش از آن نامی از آنها به عنوان آلاینده در متون علمی وجود نداشته است، ۲. آلاینده‌هایی که وجود داشته‌اند، اما به تازگی توجهات ویژه‌ای معطوف آنها شده است و ۳. اطلاعات جدیدی از یک آلاینده به دست آمده که پیشتر از آن در خصوص آن ماده مدنظر نبوده است [۲]. در متون علمی مختلف، دسته‌بندی‌های گوناگونی برای آلاینده‌های نوظهور ارائه شده است. به عنوان مثال آلاینده‌هایی شامل مواد دارویی، محصولات محافظت شخصی، حشره‌کش‌ها، مواد ضد احتراق، آفت‌کش‌ها، افزودنی‌های صنعتی، سورفکتانت‌ها، پلاستیک‌سازها، مواد نانو [۳]، فتالات استرها، ترکیبات پرفلورینه [۴]، عناصر نادر خاکی، میکروپلاستیک‌ها [۱]، مختل‌کننده‌های غدد درون‌ریز [۵]، ضد عفونی‌کننده‌ها و گندزداها [۶] در دسته آلاینده‌های نوظهور طبقه‌بندی می‌شوند. مطالعه پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که می‌توان کلیه آلاینده‌های نوظهور را در چهار دسته ۱. موجودات مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها

۱. اصل (۵۰) قانون اساسی.

۲. مواد شیمیایی سنتز شده، ۳. میکروپلاستیک‌ها، ۴. عناصر نادر خاکی طبقه‌بندی کرد. ورود این آلاینده‌ها به چرخه محیط زیست سبب ایجاد آلودگی و اثرات مخرب بر سلامت انسان و محیط زیست می‌شود (شکل ۱).

شکل ۱. نمای شماتیک تأثیر آلاینده‌های نوظهور بر سلامت انسان و محیط زیست



مأخذ: [۶].

با توجه به ناشناخته بودن این دسته از آلاینده‌ها و اثرات احتمالی آنها در پژوهش حاضر به تاربخچه، دسته‌بندی‌ها، منابع تولید، اثرات آنها بر سلامت انسان و محیط زیست، نحوه قانونگذاری آنها در نمونه‌های موفق بین‌المللی و همچنین وضعیت موجود آنها در کشور پرداخته شده و راهکارهای تقنینی لازم ارائه می‌شود.

## ۲. پیشینه

### ۲-۱. سوابق مطالعاتی در مرکز

اگرچه در طی سالیان گذشته مطالعه‌ای با موضوع آلاینده‌های نوظهور انجام نشده است، اما در گزارشی به شماره مسلسل ۱۹۰۰۴ با عنوان «جزء ویژه پسماند عادی (خانگی) بخش مغفول مدیریت پسماندهای عادی در کشور» به بررسی آلاینده‌های موجود در ترکیب پسماندهای خطرناک تولیدی توسط مشترکان خانگی پرداخته شده است. در این گزارش به بخشی از پسماندهای خانگی نظیر شوینده‌ها، آفت‌کش‌ها، محافظت‌کننده‌های چوب، رنگ‌ها و چسب‌ها، براق‌کننده‌های ناخن، ضدعفونی‌کننده‌ها و رزین‌ها، لوازم آرایشی بهداشتی و ... به‌عنوان یکی



از منابع تولید و انتشار آلاینده‌هایی نظیر هیدروکربن‌های آروماتیک، هیدروکربن‌های هالوژنه و همچنین مواد دارویی اشاره شده است.

## ۲-۲. سوابق تقنینی به‌همراه آسیب‌شناسی

**ماده (۴۶) قانون توزیع عادلانه آب:** آلوده ساختن آب ممنوع است، مسئولیت پیشگیری، ممانعت و جلوگیری از آلودگی منابع آب به سازمان حفاظت محیط زیست محول می‌شود. سازمان مذکور موظف است پس از کسب نظر سایر مقامات ذی‌ربط کلیه تعاریف ضوابط، مقررات و آیین‌نامه‌های مربوط به جلوگیری از آلودگی آب را تهیه و به تصویب هیئت وزیران برساند و پس از تصویب لازم‌الاجرا خواهد بود.

**ماده (۴) و تبصره قانون هوای پاک:** «تولید انواع وسایل نقلیه موتوری و واردات آنها مستلزم رعایت حدود مجاز انتشار آلاینده‌های موضوع این قانون، اعلامی از سوی سازمان (حفاظت محیط زیست) است».

**تبصره:** سازمان (حفاظت محیط زیست) مکلف است با همکاری سازمان ملی استاندارد ایران طی مدت اجرای قانون برنامه پنج‌ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، حدود مجاز انتشار آلاینده‌ها را به استاندارد روز دنیا ارتقا دهد.

**ماده (۴) آیین‌نامه کاهش مصرف کیسه‌های پلاستیکی:** به‌منظور کاهش تولید و انتشار ریز (میکرو) پلاستیک‌ها در طبیعت، تولید انواع کیسه‌های پلاستیکی حاوی افزودنی جهت شکستن زنجیره‌های پلیمری و تبدیل آن به ریز (میکرو) پلیمرها که نفوذپذیری بالایی به محیط زیست و به‌ویژه آب‌های زیرزمینی دارند، ممنوع است.

**ماده (۱۱) قانون حفاظت از خاک:** سازمان (حفاظت محیط زیست) مکلف به پایش خاک‌های آلوده، شناسایی مواد آلاینده خاک و اشخاص آلوده‌کننده آن و اعلام وقوع وضعیت اضطراری براساس حدود مجاز آلودگی خاک و آلاینده‌های ورودی به آن برای کاربری‌های مختلف خاک است.

**ماده (۵) آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب:** استانداردهای مربوط به آلودگی آب با ذکر روش‌های سنجش و سایر مقررات مربوط توسط سازمان (حفاظت محیط زیست) و با همکاری وزارتخانه‌ها و مؤسسات مذکور در تبصره «۱» ماده (۴) این آیین‌نامه (وزارتخانه‌های کشور، بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، کشاورزی، نیرو، صنعت، معدن، تجارت و برحسب مورد سایر مؤسسات ذی‌ربط) تهیه و به‌مورد اجرا گذارده می‌شود.

## ۳. آلاینده‌های نوظهور



### ۳-۱. تاریخچه

شاید بتوان پیدایش آگاهی از آلاینده‌های نوظهور را مدیون کتاب «بهار ساکت» راشل کارسون دانست که در سال ۱۹۶۲ منتشر شد. علت انتخاب این عنوان برای کتاب او این بود که او به‌طرز قانع‌کننده‌ای نشان داد که مصرف گسترده DDTها برای از بین بردن حشرات و آفات می‌تواند سبب از بین رفتن پرندگان شده و بهاری را خالی از سروصدای پرندگان ایجاد کند. اگرچه او با چالش کشیدن کلیه مزایای استفاده از آفت‌کش‌های DDT در آن زمان به‌شدت مورد انتقاد قرار گرفت، اما تاریخ اثبات کرد که حق با او بود. این نحوه نگرش باعث شد تا مفهومی به نام آلاینده‌های نوظهور توسعه یابد. چراکه این امکان وجود دارد ماده‌ای که تا سال‌ها بدون هیچ مشکلی مورد استفاده قرار می‌گرفته است از یک زمان به‌عنوان یک آلاینده مورد توجه قرار گیرد [۲].

### ۳-۲. تعاریف

در مطالعات پیشین تعاریف متنوع و گسترده‌ای در خصوص آلاینده‌های نوظهور ارائه شده است. به‌عنوان مثال فنگ و همکاران در سال

۲۰۲۳، آلاینده‌های نوظهور را به این صورت تعریف کرده‌اند: «آلاینده‌های نوظهور به گروهی از آلاینده‌ها اطلاق می‌شود که در طی سالیان اخیر نگرانی‌ها در خصوص پتانسیل آنها در خطر زایی برای سلامت انسان افزایش یافته است» [۳]. در تعریف ارائه شده در کتاب «آلاینده‌های نوظهور در زنجیره خشکی-آبی-اتم سفر» در سال ۲۰۲۲، «آلاینده‌های نوظهور طیف وسیعی از آلاینده‌های شامل مواد شیمیایی آلی ساختگی و ریز آلاینده‌ها هستند که به صورت گسترده در صنعت و محصولات مصرفی مورد استفاده قرار می‌گیرند» [۱].

در مطالعه‌ای دیگر در سال ۲۰۲۰، آلاینده‌های نوظهور به «آلاینده‌هایی اطلاق شده است که در حال حاضر جزء برنامه‌های متداول پایش نبوده، اما ممکن است در آینده به واسطه سمیت، پتانسیل آنها با اثرگذاری بر سلامت انسان و اطلاعات به دست آمده از داده‌های پایش در قوانین و مقررات وارد شوند» [۷].

### ۳-۳. طبقه‌بندی

#### ۳-۳-۱. میکرو پلاستیک‌ها

در مقیاس جهانی تولید صنایع و کاربرد پلاستیک‌ها تا سطح هشدار بالا رفته است. برآوردها نشان می‌دهد که تنها در سال ۲۰۱۸ میلادی، ۳۶۰ میلیون تن پلاستیک تولید شده است. پلاستیک‌ها به راحتی تولید شده و به واسطه دوام و تطبیق پذیری بالا و همچنین ارزان بودن در صنایع بسته‌بندی، تولید و محصولات حفاظت فردی به وفور مورد استفاده قرار می‌گیرند. به واسطه مصرف گسترده پلاستیک‌ها، حجم عظیمی از پسماندهای پلاستیکی به محیط زیست وارد می‌شوند. به عنوان نمونه سالیانه نزدیک به ۸ میلیون تن پلاستیک به محیط زیست ساحلی وارد می‌شود. هنگامی که پلاستیک‌ها در محیط قرار می‌گیرند، دچار ساییدگی مکانیکی، قرارگیری در معرض اکسیژن، دمای بالا و یا اشعه فرابنفش، فرایندهای بیولوژیکی شده و میکروپلاستیک‌ها (کوچک تر از ۵ میلی متر) و نانو پلاستیک‌ها (کوچک تر از ۰/۱ میکرومتر) را تشکیل دهند. علاوه بر این، میکروپلاستیک‌ها می‌توانند از ذرات ریز ساییده شده در مواد آرایشی، شست و شوی الیاف پارچه‌ای و شوینده‌ها نشئت گرفته باشند. ریز پلاستیک‌ها می‌توانند از طریق حرکت میکروارگانیسم‌ها و یا فعالیت‌های انسانی در محیط زیست جابه‌جا گردند و سبب انتقال آلودگی از محیطی به محیط دیگر شوند. میزان تخریب پلاستیک‌ها در محیط به عواملی نظیر نوع پلیمر و سن آن، شرایط محیطی نظیر میزان اسیدی یا بازی بودن، دما و همچنین فعالیت میکروبی و فرایند هوازدگی بستگی دارد [۱].

#### ۳-۳-۲. مواد شیمیایی سنتز شده

مواد شیمیایی سنتز شده گروه متنوعی از آلاینده‌های نوظهور هستند که خطرات بالقوه‌ای را برای محیط زیست و سلامت انسان‌ها در پی دارند. این مواد شامل داروها، محصولات مراقبت شخصی، جلوگیری کننده‌های ایجاد آتش، حلال‌ها، نرم کننده‌ها، مختل کننده‌های غدد درون ریز، سورفکتانت‌ها، مواد شیمیایی کشاورزی نظیر آفت کش‌ها می‌باشند. این مواد کاربردهای زیادی برای سلامت انسان‌ها و حیوانات، دام پروری، پرورش محصولات زراعی، فرایندهای تولیدات صنعتی، لوازم آرایشی-بهداشتی، لوازم مراقبت شخصی، افزودنی‌های سوخت و داروها دارند. برای مثال داروهایی مانند ضد ویروس‌ها، آنتی بیوتیک‌ها، هورمون‌ها و همچنین محصولات مراقبت شخصی مانند عطرها، صابون‌ها، کرم‌های پوستی، خمیر دندان، شامپوها از جمله نمونه‌های مواد شیمیایی سنتز شده هستند. کاربردهای مختلف این مواد محصولات باعث انتشار آلاینده‌ها از طریق پسماندهای جامد و پساب‌ها شده و می‌تواند باعث تبدیل شدن محل‌های دفن و تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب به مرکز تجمع این آلاینده‌ها شود. در این راستا، با تولید و مصرف مواد شیمیایی سنتز شده آلاینده‌هایی در گروه‌های مختلف نظیر مختل کننده‌های غدد درون ریز<sup>۱</sup> (EDC)، ترکیبات فعال دارویی<sup>۲</sup> (PACs)، محصولات محافظت شخصی<sup>۳</sup> (PCPs) و همچنین آلاینده‌های آلی پایدار<sup>۴</sup> (POPs) در محیط زیست آزاد می‌شوند [۱].

1. Endocrine-Disrupting Chemical  
2. Pharmaceutical Active Compounds  
3. Personal Care Products  
4. Persistent Organic Pollutants



### ۳-۳-۳. موجودات مقاوم در برابر آنتی بیوتیک‌ها

مقاومت ضد میکروبی تهدید جدیدی برای سلامت عمومی بوده که توجهات زیادی را متوجه خود کرده است. مقاومت ضد میکروبی زمانی رخ می‌دهد که ارگانیسم‌های بیماری‌زا مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، تک‌یاخته‌ها و کرم‌ها توان مقاومت یا تحمل عوامل ضد میکروبی در برابر عوامل در مانگر عفونت‌ها و بیماری‌های انسان و حیوان را پیدا می‌کنند. مقاومت ضد میکروبی می‌تواند به واسطه فعل و انفعالات طبیعی ایجاد شده در ژنتیک میکروارگانیسم‌ها و یا به واسطه تأثیرات مواد شیمیایی ایجاد شود. مطالعات انجام گرفته در زمینه مقاومت ضد میکروبی، اغلب معطوف به باکتری‌ها گردیده و در پژوهش‌های اندکی به سایر میکروارگانیسم‌ها نظیر ویروس‌ها، قارچ‌ها، تک‌یاخته‌ها پرداخته شده است. سازوکارهای مقاومت ضد میکروبی شامل ۱. جلوگیری از رسیدن دوز کافی آنتی بیوتیک به هدف مورد نظر و ۲. اصلاح و گذر بدون مواجهه آنتی بیوتیک با هدف مورد نظر است. بر این اساس، منابع و عوامل افزایش مقاومت ضد میکروبی شامل صنایع دارویی، اماکن درمانی، سیستم‌های تصفیه فاضلاب، خروجی فاضلاب دام‌داری‌ها و کشتارگاه‌ها، سیستم‌های کشاورزی و حوضچه‌های بهداشتی در محل است.

### ۳-۳-۴. عناصر نادر خاکی

در طی سالیان اخیر شاهد ارتقای تولید و استفاده از صنایع نیازمند فناوری‌های نوین و رشد مصرف بوده‌ایم. این محصولات شامل فناوری‌های انرژی سبز، تلفن‌های همراه و سامانه‌های ماهواره‌ای، مهمات پیشرفته و سایر مواردی از این دست است. در این راستا، بهره‌گیری از عناصر نادر خاکی<sup>۱</sup> (REEs) جزء لاینفک صنایع فناوری به‌شمار می‌رود. در جدول ۱ فهرست عناصر نادر خاکی که در دسته آلاینده‌های نوظهور طبقه‌بندی می‌شوند، ارائه شده است.

جدول ۱. فهرست عناصر نادر خاکی [۱]

ردیف	نام عنصر نادر خاکی	عنصر شیمیایی	حروف اختصاری عنصر شیمیایی
۱	لانتانیم	Lanthanum	La
۲	سریوم	Cerium	Ce
۳	پرازئودیمیم	Praseodymium	Pr
۴	نئودیمیم	Neodymium	Nd
۵	پرومتیم	Promethium	Pm
۶	ساماریوم	Samarium	Sm
۷	یوروپیم	Europium	Eu
۸	گادولینیم	Gadolinium	Gd
۹	تربیوم	Terbium	Tb
۱۰	دیسپروزیوم	Dysprosium	Dy
۱۱	هولمیوم	Holmium	Ho
۱۲	اریبوم	Erbium	Er
۱۳	تولیوم	Thulium	Tm
۱۴	ایتربیوم	Ytterbium	Yb
۱۵	لوتتیوم	Lutetium	Lu
۱۶	ایتریوم	Yttrium	Y
۱۷	اسکاندیم	Scandium	Sc

1. Rare Earth Elements

عناصر نادر حاکی دارای کاربردهای روزافزون در صنعت هستند که در ادامه به برخی از این کاربردها اشاره شده است:

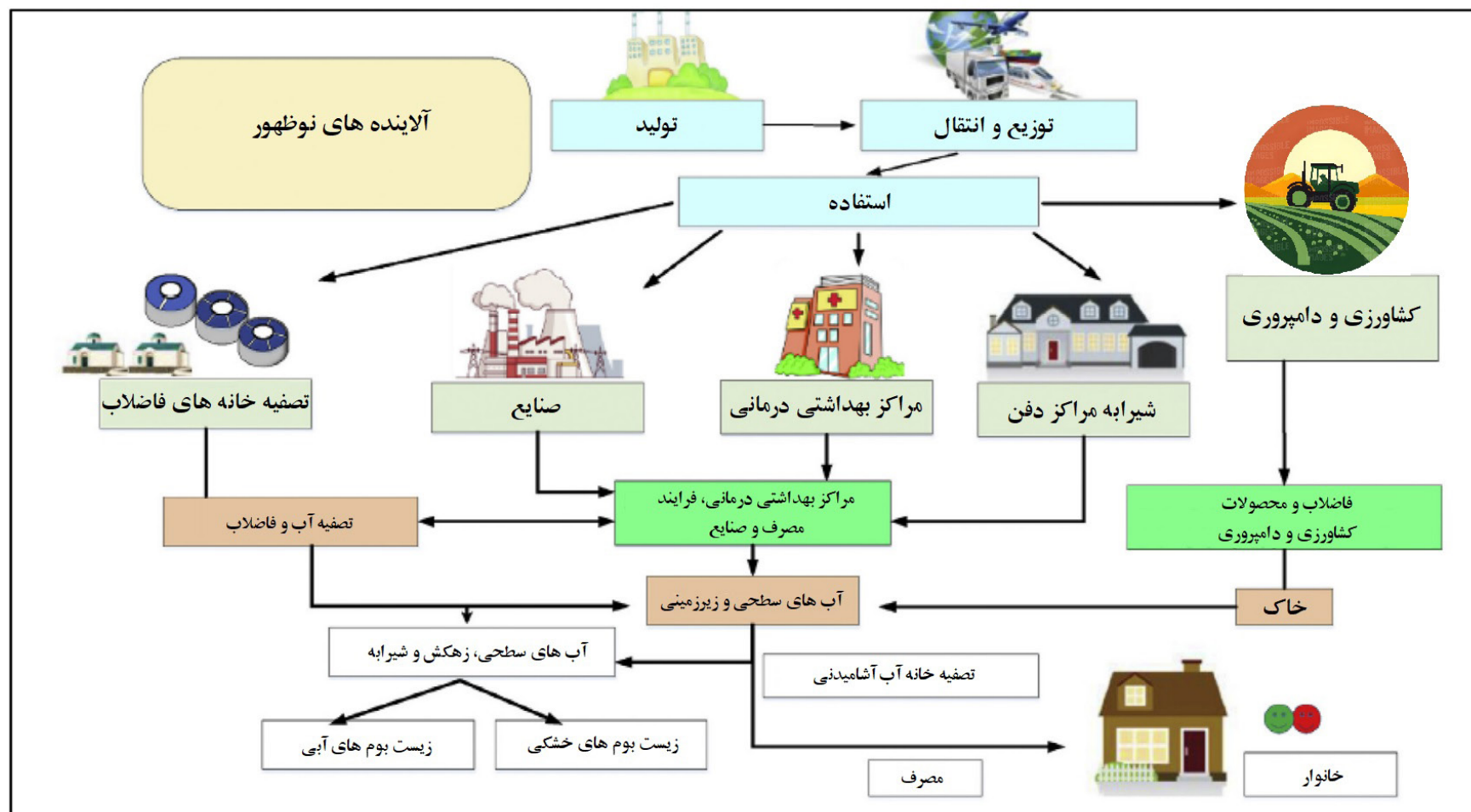
- صنعت متالورژی و آلیاژها،
- کاتالیست‌ها در صنعت پتروشیمی،
- سلاح‌های پیشرفته،
- فناوری انرژی سبز مانند سلول‌های فتوولتائیک،
- محصولات الکترونیکی مصرفی (صفحه‌های نمایشگر تخت)،
- کودهای غنی شده با عناصر نادر حاکی برای مصارف کشاورزی و غذاهای دام،
- دستگاه‌ها و تست‌های تشخیص پزشکی (دستگاه‌های تصویربرداری)،
- سیستم‌های ارتباطی (ماهواره‌ها، فیبرهای نوری)،
- آهن‌رباهای قوی و سبک،
- سیستم‌های روشنایی،
- صنعت خودروسازی،
- صنعت نساجی.

مکان‌های تولید یا تجمع آلاینده‌ها شامل سدهای باطله‌های معدنی، محل‌های دفن پسماند، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، زمین‌های کشاورزی، رودخانه‌ها، رسوبات رودخانه‌ها، دریاها و اقیانوس‌هاست [۱].

#### ۴-۳. اثرات بر سلامت انسان و محیط زیست

تکامل عمدتاً تمدن شهری، فعالیت‌های انسانی، رشد اقتصادی، شهرنشینی، صنعتی شدن و بهره‌برداری از منابع طبیعی را افزایش داده و منجر به مدیریت پسماند در مقیاس کلان، مشکلات دفع و ظهور آلاینده‌های مختلف شده است. انتظار می‌رود تا پایان قرن بیست و یکم، جمعیت جهان به اوج خود یعنی حدود ۱۱ میلیارد نفر برسد. از آنجا که آلودگی یک مفهوم چندوجهی است، لذا وقتی با جهانی شدن، از دست دادن تنوع زیستی و سایر مسائل جهانی همراه شود، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. غذا، هوا، محصولات مراقبت شخصی، آب و فاضلاب، خاک، پوشش گیاهی و کشاورزی، از جمله مواردی می‌باشند که تحت تأثیر افزایش تعداد آلاینده‌های نوظهور و محصولات مرتبط هستند. سمیت آلاینده‌های نوظهور به دلیل مقاومت بالای آنها در برابر تخریب و ویژگی‌هایی که به ساختار پیچیده آن و سایر عوامل نسبت داده می‌شود، یک نگرانی جدی است. همان‌گونه که پیشتر به آلاینده‌های قرار گرفته در فهرست آلاینده‌های نوظهور اشاره شد، مواد شیمیایی نظیر مختل‌کننده‌های غدد درون‌ریز، میکروپلاستیک‌ها، مواد آرایشی بهداشتی، آنتی‌بیوتیک‌ها، مواد آلی پایدار، مواد نانو و ... به‌عنوان آلاینده‌های نوظهور محسوب می‌شوند. این دسته از آلاینده‌ها از صنایع، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، مراکز بهداشتی و درمانی، شیرابه پسماندهای تولیدی، مواد و محصولات کشاورزی و دام‌پروری تولید و انتشار یافته و باعث آلودگی خاک، هوا و آب می‌شوند. آلاینده‌های مذکور از روش‌های مختلفی نظیر بلع، استنشاق و یا جذب پوستی به صورت مستقیم و یا با مصرف محصولات به بدن انسان راه یافته و موجب اثرات منفی بر سلامت انسان می‌شود (شکل ۲) که در ادامه به توضیح در خصوص آنها پرداخته می‌شود.

شکل ۲. چرخه آلاینده‌های نوظهور در محیط زیست



مأخذ: [۷].

در طی سالیان اخیر مطالعات گسترده‌ای در خصوص اثرات آلاینده‌های نوظهور بر سلامت انسان و محیط زیست انجام شده است. براساس این مطالعات مواد شیمیایی مختل کننده غدد درون ریز باعث کاهش باروری، اثرات رشدی و سایر مشکلات تولید مثل می شوند. در مثالی دیگر، ناکارآمدی سیستم‌های تصفیه فاضلاب سبب انتشار مواد شیمیایی مختل کننده غدد درون ریز، مواد و محصولات مراقبت فردی و دارویی و آنتی بیوتیک‌ها سبب آلودگی زیست بوم آبی می شود. انتشار آلاینده‌های نوظهور تنها به آب محدود نشده و به خاک و هوا نیز راه یافته‌اند. به عنوان مثال آلودگی خاک به وسیله مواد نفتی، داروها، محصولات مراقبت شخصی، کشاورزی، پسماندهای خانگی، صنایع تولید رنگ، محصولات صنعتی و میکروپلاستیک‌ها، می تواند علاوه بر کاهش باروری خاک و آلودگی آب‌های زیرزمینی، با جذب توسط گیاهان وارد چرخه غذایی انسان و دیگر موجودات شوند. در این راستا، مطالعات انجام گرفته نشان می دهد که قرار گرفتن طولانی مدت در معرض آلاینده‌های نوظهوری نظیر کربن سیاه، کربن آلی، آئروسول‌های غیر آلی ثانویه و ذرات بسیار ریز باعث خطراتی مانند مرگ و میر قبل از تولد، دیابت و بیماری‌ها قلبی می شود. در جداول ۲ و ۳ به بررسی اثرات برخی از آلاینده‌های نوظهور بر سلامت انسان و محیط زیست پرداخته شده است.

جدول ۲. تأثیرات آلاینده‌های نوظهور بر محیط زیست [۷]

تأثیرات منفی	استفاده	نام آلاینده
جلوگیری از رشد جلبک‌ها	آنتی‌بیوتیک‌ها	روکسیتروماپسین، کلاریتروماپسین، تیلوسین
اثرات استروژن یک تأیید شده بر روی موش‌ها	پلاستیک، مواد دارویی	بیسفنول A، ۲-OH-بنزوتایزول و والزارتان
اثرات استروژن یک خفیف	محافظت کننده‌های ضد میکروبیولوژیکی در مواد آرایشی، لوازم بهداشتی، مواد غذایی، فاضلاب‌های خانگی، حشره کش‌ها و آفت کش‌ها، مواد ضد آتش و مایکوتوکسین‌ها	آلکیل-هیدروکسی بنزوات-تنظیم کننده چربی، پارابن‌ها
اثرات استروژن یک تأیید شده بر روی موش‌ها	ضد عفونی کننده‌ها مورد استفاده در خمیر دندان، صابون دست، گرم آکنه	تریکلوزان و کاربامازپین
به عنوان یک عامل سمی در محیط زیست آبی عمل می کند.	مواد افزودنی ضد حریق، کفزدایی، لوازم آرایشی و بهداشتی و مواد شیمیایی رنگ‌ها، تجهیزات الکترونیکی و ...	سدیم پرفلوروهگزان سولفونات (PFHxS) و پرفلوروکتانوتیک اسید (PFOA) پرفلوروکتان سولفونیک اسید (PFOS)

جدول ۳. تأثیرات آلاینده‌های نوظهور بر سلامت انسان [۷]

خطرات ایجاد شده بر سلامت انسان	آلاینده رایج	مسیر اصلی انتقال
اختلال زندگی آبریان و شیوع مقاومت آنتی‌بیوتیکی	آنتی‌بیوتیک‌ها	مواد و محصولات دارویی
آسیب به سلول‌های کبدی	پرفلورواکیل کربوکسیلیک اسیدها؛ پرفلورواکان سولفونیک اسیدها	مواد غذایی و آب آلوده؛ ذرات گردوغبار داخل و خارج از خانه، محصولات مصرفی
سمی، سرطان زا، جهش زا و تراژون بوده و برای انسان خطراتی در زمینه سلامتی ایجاد می کند.	هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای	سوزاندن چوب در داخل منزل و یا آتش سوزی جنگل‌ها



خطرات ایجاد شده بر سلامت انسان	آلاینده رایج	مسیر اصلی انتقال
اختلال عملکرد سیستم ایمنی، مشکلات رفتاری	بیسفنول‌های TCS	PCP ها و شیرابه مراکز دفن پسماند
ایجاد مسمومیت در سیستم ایمنی، سرطان‌زایی	آفت‌کش‌های ارگانوفسفره	کشاورزی
جهش‌زایی، تراژوژنیسیته	پایرتروئیدها (آفت‌کش)	
سمیت ژنی، سرطان‌زا، جهش‌زا	رنگ‌های آرو	منابع رنگ و منسوجات
سرطان‌زا، جهش‌زا	رنگ‌های آکریدین	
جهش‌زا	رنگ‌های نیترو	

### ۵-۳. هزینه‌های اقتصادی ناشی از آلاینده‌های نوظهور

با توجه به جدید بودن موضوع آلاینده‌های نوظهور در سطح جهانی مطالعات انجام شده در این بخش نیز محدود است. در یکی از محدود مطالعات انجام شده در این بخش پرایس و همکاران در سال ۲۰۲۲ به مقایسه هزینه چرخه حیات روش‌های تصفیه آلاینده‌های نوظهور از فاضلاب شهری پرداخته‌اند. براساس نتایج به دست آمده در بین روش‌های جاذب‌های گرافنی متخلخل<sup>۱</sup> (PGa) و جاذب فوم اکسید گرافنی<sup>۲</sup> (GOFa)، روش GOFa با حداقل ۱/۷۳ دلار به ازای هر مترمکعب پایین‌ترین میزان هزینه چرخه عمر حذف آلاینده‌های نوظهور را به خود اختصاص داده است [۸].

### ۶-۳. آلاینده‌های نوظهور در قوانین و مقررات

اگرچه بسیاری از صاحب نظران و محققان بر این باورند که دخالت حاکمیت می‌تواند گره گشای معضلات مرتبط با انتشار آلاینده‌های نوظهور باشد، اما تاکنون این دسته از آلاینده‌ها دارای قوانین و مقررات ویژه‌ای به صورت فراگیر در سطح دنیا نیستند. با این وجود، ذکر این نکته ضرورت دارد که تلاش‌هایی در اروپا و آمریکای شمالی در خصوص تهیه فهرستی از آلاینده‌های دارای اولویت و چگونگی کاهش انتشار این آلاینده‌ها به محیط زیست انجام شده است. به عنوان مثال در کانادا، ایالات متحده آمریکا و سوئیس چندین پروژه برای تدوین راهبردهای کاهش انتشار آلاینده‌های نوظهور به منابع آب و فاضلاب اجرایی شده است [۹]. نمونه عدم وجود قوانین و مقررات مربوط به کاهش انتشار آلاینده‌های نوظهور را می‌توان در میزان انتشار این آلاینده‌ها در کشورهای در حال توسعه مشاهده کرد. به عنوان مثال بررسی‌ها نشان می‌دهد که با توجه به اینکه هند یکی از بزرگ‌ترین تأمین‌کننده‌های مواد دارویی در سراسر دنیا بوده و نزدیک به ۲۰ درصد از صادرات جهانی این دسته از مواد را به خود اختصاص داده است، به دلیل نداشتن راهبردهای مناسب در قوانین و مقررات خود با غلظت بالغ بر ۴۰ برابر آلاینده‌های دارویی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب خود نسبت به کشورهای اروپایی، استرالیا و شمال آمریکا روبه‌رو است [۳].

### ۷-۳. آلاینده‌های نوظهور در ایران

#### ۱-۷-۳. پژوهش‌های مرتبط

بررسی مطالعات داخلی انجام گرفته بر روی آلاینده‌های نوظهور در کشور نشانگر آن است که توجهات به این موضوع در طی سال‌های اخیر بیشتر شده است و پژوهش‌های بیشتری نسبت به گذشته به موضوع اندازه‌گیری و تعیین اثرات این دسته از آلاینده‌ها بر سلامت انسان پرداخته‌اند. در

1. Porous Graphene Adsorbent  
2. Graphene-Oxide Foam Adsorbent

بین دسته‌های مختلف آلاینده‌های نوظهور که پیشتر به آن اشاره شد مواد شیمیایی سنتز شده و میکروپلاستیک‌ها توجه بیشتری را معطوف خود کرده است. در طی این سال‌ها بررسی غلظت آلاینده‌های نوظهور در هوا، آب، خاک، فاضلاب و متعاقب آن بدن انسان مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا، مطالعه انجام شده در سال ۲۰۲۳ نشان می‌دهد که در خاک اطراف مرکز دفن پسماند تهران میکروپلاستیک مشاهده شده است. به طوری که با افزایش عمق خاک نمونه برداری شده میزان غلظت میکروپلاستیک کاهش می‌یابد. در عمق کم این میزان برابر با  $۸۶۳ \pm ۶۸۱$  دانه در هر کیلوگرم خاک بوده، اما با افزایش عمق این میزان به  $۱۳۸ \pm ۲۲۵$  ذره در هر کیلوگرم کاهش می‌یابد. علاوه بر این، جنس بیش از ۹۰٪ میکروپلاستیک‌های یافت شده از جنس پلی‌اتیلن با چگالی پایین، پلی‌پروپیلن و پلی‌استایرن است [۱۰]. در مطالعه‌ای دیگر دهقانی و پرداختی در سال ۲۰۲۳ به بررسی رنگ، شکل، تعداد، اندازه و نوع میکروپلاستیک‌های موجود در هوای تهران در دو فصل تابستان و پاییز پرداخته‌اند. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که رنگ ۳۸-۴۵٪ این ذرات سیاه، اندازه آنها بین ۴ تا ۳۰۹۴ میکرومتر، شکل آنها اغلب رشته‌ای و الیاف گونه و تعداد میانگین جمع‌آوری شده آنها با دو روش نمونه برداری به ترتیب  $۱۴۷/۶۴ \pm ۱۰۰۶/۵$  و  $۱۴۷/۶۴ \pm ۱۱۶۵$  بوده است. علاوه بر این، نتایج این پژوهش گویای آن است که در فصل پاییز عمده میکروپلاستیک‌ها از جنس پلی‌استایرن بوده و در فصل تابستان بخش اعظم میکروپلاستیک‌ها از جنس پلی‌پروپیلن بوده است [۱۱]. نتایج پژوهش منتشر شده در سال ۲۰۱۹ که به بررسی غلظت برخی داروها در ورودی دو تصفیه‌خانه فاضلاب در تهران پرداخته است، نشان می‌دهد که غلظت آنتی‌بیوتیک‌ها در تصفیه‌خانه‌ها کمتر از حد تشخیصی تا  $۲۰۹/۵۱$  میلی‌گرم به ازای هر هزار ساکن در هر روز می‌تواند متفاوت باشد [۱۲].

### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری مطالعات پیشین

۱. نبود راهبرد مدیریتی و فهرست آلاینده‌های نوظهور دارای اولویت در کشور،
۲. دشواری و هزینه‌بر بودن پژوهش‌ها به دلیل محدود بودن امکانات آزمایشگاهی لازم در کشور،
۳. نبود بانک اطلاعاتی مناسب در خصوص آلاینده‌های نوظهور در سراسر کشور،
۴. نیاز به قوانین و مقررات مربوط به شناسایی، حدود مجاز و کاهش انتشار آلاینده‌های نوظهور،
۵. فقدان آگاهی عمومی لازم در خصوص ماهیت و اثرات آلاینده‌های نوظهور در کشور.

### ۲-۷-۳. قوانین

بررسی قوانین و آیین‌نامه‌های اجرایی مرتبط با آلودگی آب، خاک و هوا نشانگر آن است که بسته به نوع محیط پذیرنده، مراجعی موظف به تهیه استاندارد و حدود مجاز آلاینده‌های مربوطه هستند. در این میان، سازمان حفاظت محیط زیست نقش اساسی ایفا کرده و موظف است با همکاری و بهره‌مندی از نظر سایر ذی‌نفعان اقدام به تهیه و انتشار حدود مجاز آلاینده‌های منتشره به آب، خاک و هوا کند. همان گونه که در بخش سوابق تقنینی قابل مشاهده است؛ قوانین و مقررات کشور در بخش آلاینده‌ها صرفاً به تعیین آلاینده‌های متداول محدود شده و اشاره‌ای به موضوع مهم آلاینده‌های نوظهور در متن قوانین موجود به چشم نمی‌خورد. با توجه به قانون‌های موجود، دستگاه‌های متولی نیز به جز در نمونه‌های موردی محدود اقدام جدی و رویه مدونی برای مواجهه با چالش آلاینده‌های نوظهور در پی نگرفته‌اند. به‌رغم تهیه و ابلاغ بسیاری از استانداردهای مربوطه در طی سالیان گذشته در میان این استانداردها نامی از آلاینده‌های نوظهور به چشم نمی‌خورد؛ به‌عنوان مثال در استاندارد حدود مجاز آلاینده‌های آب، جدول ۴ معیار عمل تشخیص و پایش آلودگی‌های موجود در خروجی فاضلاب‌ها قرار دارد.



جدول ۴. استانداردهای خروجی فاضلاب (به استناد ماده (۵) آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب) (۱۳۷۳/۹/۵) [۱۳]

ردیف	مواد آلوده‌کننده	تخلیه آب‌های سطحی (میلی گرم در لیتر)	تخلیه به چاه جذب (میلی گرم در لیتر)	مصارف کشاورزی و آبیاری (میلی گرم در لیتر)
۱	نقره Ag	۱	۰/۱	۰/۱
۲	آلومینیم Al	۵	۵	۵
۳	آرسنیک As	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۴	بر B	۲	۱	۱
۵	باریم Ba	۵	۱	۱
۶	بریلیوم Be	۰/۱	۱	۰/۵
۷	کلسیم Ca	۷۵	-	-
۸	کادمیم cd	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵
۹	کلر آزاد Cl	۱	۱	۰/۲
۱۰	کلراید Cl <sup>-</sup>	۶۰۰ (تبصره «۱»)	۶۰۰ (تبصره «۲»)	۶۰۰
۱۱	فرم‌آلدهید CH <sub>۲</sub> O	۱	۱	۱
۱۲	فنل C <sub>۶</sub> H <sub>۵</sub> OH	۱	ناچیز	۱
۱۳	سیانور CN	۰/۵	۰/۱	۰/۱
۱۴	کبالت Co	۱	۱	۰/۰۵
۱۵	کرم Cr <sup>۶+</sup>	۰/۵	۱	۱
۱۶	کرم Cr <sup>۳+</sup>	۲	۲	۲
۱۷	مس Cu	۱	۱	۰/۲
۱۸	فلوراید F	۲/۵	۲	۲
۱۹	آهن Fe	۳	۳	۳
۲۰	جیوه Hg	ناچیز	ناچیز	ناچیز
۲۱	لیتیم Li	۲/۵	۲/۵	۲/۵
۲۲	منیزیم Mg	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۲۳	منگنز Mn	۱	۱	۱
۲۴	موی بدن Mo	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۲۵	نیکل Ni	۲	۲	۲
۲۶	آمونیم برحسب NH <sub>۴</sub>	۲/۵	۱	-
۲۷	نیتريت برحسب NO <sub>۲</sub>	۱۰	۱۰	-
۲۸	نیترات برحسب NO <sub>۳</sub>	۵۰	۱۰	-
۲۹	فسفات برحسب فسفر	۶	۶	-
۳۰	سرب Pb	۱	۱	۱
۳۱	سلنیم Se	۱	۰/۱	۰/۱
۳۲	سولفید SH <sub>۲</sub>	۳	۳	۳
۳۳	سولفیت SO <sub>۳</sub>	۱	۱	۱
۳۴	سولفات SO <sub>۴</sub>	۴۰۰ (تبصره «۱»)	۴۰۰ (تبصره «۲»)	۵۰۰
۳۵	وانادیم V	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۳۶	روی Zn	۲	۲	۲
۳۷	چربی روغن	۱۰	۱۰	۱۰
۳۸	دترجنت ABS	۱/۵	۰/۵	۰/۵

ردیف	مواد آلوده‌کننده	تخلیه آب‌های سطحی (میلی‌گرم در لیتر)	تخلیه به چاه جذب (میلی‌گرم در لیتر)	مصارف کشاورزی و آبیاری (میلی‌گرم در لیتر)
۳۹	بی. او. دی (تبصره «۳»)	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۱۰۰
۴۰	سی. او. (تبصره «۳»)	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	۲۰۰
۴۱	اکسیژن محلول (حداقل)	۲	-	۲
۴۲	مجموع مواد جامد محلول	(تبصره «۱»)	(تبصره «۲»)	-
۴۳	مجموع مواد جامد معلق	۴۰ (لحظه‌ای ۶۰)	-	۱۰۰
۴۴	مواد قابل ته‌نشینی	۰	-	-
۴۵	اسیدیته (حدود)	۶/۵-۸/۵	۵-۹	۶-۸/۵
۴۶	مواد رادیواکتیو	۰	۰	۰
۴۷	کدورت (واحد کدورت)	۵۰	-	۵۰
۴۸	رنگ (واحد رنگ)	۷۵	۷۵	۷۵
۴۹	درجه حرارت	(تبصره «۴»)	-	-
۵۰	کلیرم گوارشی (تعداد در ۱۰۰ میلی‌گرم)	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
۵۱	کل کلیرم (تعداد در ۱۰۰ میلی‌گرم)	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
۵۲	تخم انگل	-	-	(تبصره «۵»)

بررسی ردیف‌های ۵۲ گانه جدول فوق گویای این واقعیت است که هیچ‌یک از ۴ دسته‌بندی آلاینده‌های نوظهور (ترکیبات شیمیایی سنتز شده، میکروپلاستیک‌ها، موجودات مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها و عناصر نادر خاکی) در این فهرست مشاهده نمی‌شود. البته ذکر این نکته ضرورت دارد که برخی از این آلاینده‌ها وجود خود را در پارامترهایی نظیر COD نشان می‌دهند، اما به دلیل آنکه برخی از آنها در مقادیر بسیار اندک نیز می‌توانند بر سلامت انسان تأثیر گذار باشند در برخی از کشورها به عنوان آلاینده‌های نوظهور در فهرست دارای اهمیت طبقه‌بندی شده‌اند. البته ذکر این نکته ضرورت دارد که استاندارد مذکور مربوط به سال ۱۳۷۳ بوده و مدت زمان زیادی از آن گذشته است. در مثالی دیگر استانداردهای مربوط به کیفیت منابع خاک و راهنماهای آن قرار دارد که مدت زمان کمتری از تصویب آن می‌گذرد؛ در این استاندارد به برخی از آلاینده‌های شیمیایی سنتز شده اشاره گردیده، اما چنین اثری از مواد دارویی و یا میکروپلاستیک‌ها در آن مشاهده نمی‌شود. یکی از مهم‌ترین پارامترهایی که باید در استانداردها مدنظر قرار گیرد، قابلیت اضافه و یا خارج کردن نام آلاینده از فهرست آلاینده‌ها بوده که بدون نیاز به تدوین و یا به‌روزرسانی استانداردها قابل انجام باشد که باید مدنظر قرار گیرد.

### ۳-۷-۳. اضافه شدن یک ترکیب جدید به فهرست آلاینده‌ها

بر اساس استعلام صورت گرفته از مرکز سلامت محیط و کار واحد بهداشت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، استانداردهای مورد نیاز در بخش هوا، آب و خاک در سطح ملی بر مبنای ترجمه فارسی متون علمی معتبر از جمله رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت، استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و استانداردهای ایزو و انجام می‌گیرد. به عنوان مثال می‌توان به تدوین و به‌روزرسانی استاندارد ملی ۱۰۵۳ اشاره کرد که با موضوع «ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی» توسط دستگاه‌های متولی نظیر وزارت نیرو و وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی بر اساس رهنمودهای سازمانی جهانی بهداشت برای آب آشامیدنی در سال ۲۰۲۲ در حال انجام است؛ که نمونه‌های مشابه آن استانداردهای هوای پاک و خاک بر اساس ترجمه استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا است.



#### ۴-۷-۳. چالش‌های رویه موجود

عمده چالش‌های رویه موجود در این پیاده‌سازی را می‌توان در موارد ذیل طبقه‌بندی کرد:

۱. در رویه موجود و استفاده از ترجمه متون علمی، ظرفیت مراکز علمی و پژوهشی داخلی در شناسایی و اضافه کردن نام ترکیبی به‌عنوان آلاینده به فهرست آلاینده‌های موجود نادیده گرفته شده است. چراکه این امکان وجود دارد که ترکیبی با مصرف داخلی و یا حتی خارجی دارای خواص مضر بوده و در متون بین‌المللی نامی از آن به‌عنوان آلاینده برده نشده باشد، اما پژوهش‌های داخلی شواهد متقنی در زمینه آلاینده بودن ترکیب مذکور ارائه کرده باشد.

۲. براساس نتایج پژوهشی که با عنوان «ارزیابی غلظت سرطان‌زایی محیطی (فلزات سنگین، هیدروکربن‌های آروماتیک و آفت‌کش‌ها) در ادارات بالغین ایرانی برای تعیین استانداردهای بومی (ضرایب بومی) با بررسی آب آشامیدنی، هوای استنشاقی و مواد غذایی مصرف شده توسط شرکت‌کنندگان این مطالعه در سال ۲۰۲۰-۲۰۱۸» انجام شده است، غلظت برخی از آلاینده‌ها بالاتر از حد استاندارد بوده و برای کنترل و برنامه‌ریزی بیماری‌های غیرواگیری که ناشی از این آلاینده‌هاست، پایش جامع و بررسی‌های بیشتر در زمینه پایش بیولوژیکی آلاینده‌های سرطان‌زای محیطی در جمعیت ایرانیان به‌منظور برآورد مقادیر رهنمودها و بومی کردن استانداردهای ملی نیاز است؛ بنابراین در خصوص آلاینده‌های موجود نیز باید شرایط کشور مدنظر قرار گیرد.

۳. در رویه موجود اضافه کردن یک آلاینده جدید به چک‌لیست استانداردهای موجود نیازمند بازنگری و تدوین استاندارد جدید می‌باشد. به‌عنوان مثال گنجاندن حدود مجاز آلاینده‌های نوظهور به استاندارد خروجی فاضلاب نیازمند تدوین و یا بازنگری استاندارد موجود در این زمینه است. این درحالی است که می‌توان با تهیه یک فلودیاگرام و بازنگری دوره‌ای آن آلاینده‌هایی را به این فهرست اضافه و یا از آن حذف کرد.

#### ۵-۷-۳. میکروپلاستیک‌ها و داروها؛ نمونه‌ای از مدیریت آلاینده‌های نوظهور در کشور

با مطالعه و بررسی مدیریت میکروپلاستیک‌ها در کشور می‌توان به نحوه و رویکرد مواجهه با کلیه آلاینده‌های نوظهور پی برد. با وجود آنکه مطالعات دانشگاهی از ورود میکروپلاستیک‌ها به چرخه غذایی و همچنین خون و حتی جنین انسان خبر می‌دهد و علاوه بر آن مطالعات پژوهشی گویای وجود مواد دارویی در جریان فاضلاب‌های شهری در کشور است، اما در حال حاضر مدیریت این دسته از مواد با نبود راهبرد جامع غربالگری، ارزیابی، پایش، ممنوعیت، کاهش و تصفیه، برای این دسته از آلاینده‌ها روبه‌رو است.

در مهرماه سال ۱۴۰۱ آیین‌نامه کاهش مصرف کیسه‌های پلاستیکی با هدف کاهش تولید و انتشار میکروپلاستیک‌ها تهیه و ابلاغ شد. در ماده (۴) این آیین‌نامه به‌منظور کاهش تولید و انتشار ریز (میکرو) پلاستیک‌ها در طبیعت، تولید انواع کیسه‌های پلاستیکی حاوی افزودنی جهت شکستن زنجیره‌های پلیمری و تبدیل آن به ریز (میکرو) پلیمرها که نفوذپذیری بالایی به محیط زیست و به‌ویژه آب‌های زیرزمینی دارند، ممنوع اعلام شده است. در راستای پیاده‌سازی ماده (۶) این آیین‌نامه در زمستان سال ۱۴۰۲ استاندارد شماره ۲۳۴۰۳ با عنوان «پلاستیک‌های زیست‌تخریب‌پذیر - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون» توسط سازمان ملی استاندارد تهیه و متعاقب آن استاندارد ملی ۱۴۴۱۷ لغو شد. با توجه به آنچه بدان اشاره شد؛ بخشی از راهبردهای لازم جهت ممنوعیت این دسته از آلاینده‌ها ایجاد شد. از طرف دیگر، به‌دلیل عدم تجهیز آزمایشگاه‌های معتمد محیط زیست و سازمان ملی استاندارد هنوز امکان پیاده‌سازی ۲۳۴۰۳ وجود ندارد. عدم امکان سنجش این دسته از آلاینده‌ها و نبود استانداردهای لازم جهت پایش آنها در آب، خاک و هوا باعث شده است تا مقادیر میکروپلاستیک‌ها در محیط زیست کشور به‌طور رسمی و مداوم اندازه‌گیری نشود. همچنین عدم مدیریت پسماندهای پلاستیکی در مبدأ، استفاده از جایگزین‌های مناسب با قابلیت عدم تولید و انتشار میکروپلاستیک‌ها و همچنین عدم شناسایی و استفاده از روش‌های مناسب تصفیه باعث شده تا راهبرد مدیریت میکروپلاستیک‌ها در بخش کاهش و تصفیه ابتر بماند.

به‌رغم الزام تبصره «۲» ماده (۴) و ماده (۱۱) آیین‌نامه اجرایی مدیریت پسماندها مصوب سال ۱۳۸۴ هیئت‌وزیران مبنی بر تفکیک پسماندهای ویژه در مبدأ و مدیریت مجزای آن توسط سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌ها متأسفانه به‌دلیل عدم وجود شیوه‌نامه مدیریت پسماندهای ویژه این امر تا به امروز به تأخیر افتاده است. خوشبختانه در ابتدای سال ۱۴۰۳ شیوه‌نامه جمع‌آوری و مدیریت پسماندهای جزء ویژه پسماندهای عادی

که پسماندهای دارویی را نیز شامل می‌شود توسط سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور تهیه و به کلیه شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور ابلاغ شد. بر این اساس، شهروندان موظف به جمع‌آوری مجزا و تحویل آن به مبادی مجاز تعیین شده توسط شهرداری‌ها بوده و شهرداری‌ها نیز لازم است تا این دسته از پسماندها را براساس اصول زیست‌محیطی تحت نظارت سازمان محیط زیست مدیریت و امحا کرده تا از ورود آن به محیط زیست جلوگیری شود. ولی همان‌طور که پیشتر نیز بدان اشاره شد در صورت عدم تکمیل راهبردهای جامع ورود این دسته از آلاینده‌ها با نزول مطلوب همراه نخواهد شد. در حال حاضر استانداردهای لازم جهت پایش آلاینده‌های دارویی در کشور وجود نداشته و همچنین امکانات آزمایشگاهی محدود در کشور باعث گردیده تا سنجش این دسته از آلاینده‌ها سخت و هزینه‌بر باشد. از سوی دیگر عدم فرهنگ‌سازی لازم در کشور سبب شده است تا با ازدیاد مصرف دارو در کشور روبه‌رو باشیم.

#### ۴. اقدامات تقنینی ایالات متحده در مورد آلاینده‌های جدید

##### ۴-۱. شناسایی آلاینده‌های جدید

در ایالات متحده اقدامات متعددی برای شناسایی آلاینده‌های نوظهور انجام شده است. سازمان‌های مختلفی از جمله آژانس حفاظت از محیط زیست، سازمان زمین‌شناسی، مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌ها، وزارت انرژی و وزارت دفاع، برنامه‌های تحقیقاتی را برای شناسایی آلاینده‌های نوظهور تدوین کرده‌اند. آژانس حفاظت از محیط زیست به واسطه تصویب قانون آب آشامیدنی سالم<sup>۱</sup> (SDWA) در سال ۱۹۹۶ میلادی مسئولیت محافظت از منابع آب آشامیدنی و تنظیم مقررات برای آلاینده‌های آن را بر عهده دارد. طبق قانون مذکور، آژانس حفاظت از محیط زیست موظف است که هر پنج سال فهرستی از آلاینده‌هایی که در آب وجود دارند یا پیش‌بینی می‌شود که وجود داشته باشد و در حال حاضر مشمول هیچ‌یک از مقررات ملی آب آشامیدنی نمی‌باشند را با عنوان فهرست نامزدهای آلاینده‌گی<sup>۲</sup> (CCL) منتشر کند. این لیست با توجه به اثرات آلاینده‌ها بر روی سلامتی، تناوب وجود آنها و با توجه به اطلاعات موجود مربوط به آلاینده‌ها توسط آژانس تدوین می‌شود. گفتنی است که عموم مردم نیز می‌توانند پیشنهاد اضافه شدن آلاینده‌ها را بدهند.

پس از نهایی شدن فهرست نامزدهای آلاینده‌گی، با توجه به سه شرط زیر، حداقل ۵ آلاینده توسط آژانس انتخاب شده و طی فرایندی به نام «تعیین مقررات» آلاینده‌ها بررسی شده که آیا نیاز به قانونگذاری دارند یا خیر. شروط مذکور به شرح ذیل است:

۱. آلاینده ممکن است که اثرات مخربی بر روی سلامت انسان داشته باشد،

۲. آلاینده شناخته شده است و یا احتمال بسیار زیاد وجود دارد که در سامانه‌های منابع آب به صورت متناوب دیده شده و باعث ایجاد نگرانی برای بهداشت عمومی شود،

۳. طبق قضاوت انحصاری مدیران آژانس حفاظت محیط زیست، تنظیم مقررات برای آن آلاینده خطرات سلامتی به منظور استفاده‌کنندگان از سیستم‌های آب عمومی را به طور معناداری کاهش دهد.

پس از بررسی فهرست نامزدهای آلاینده‌گی، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا لیست اولیه را منتشر کرده و این فرصت را به عموم مردم می‌دهد تا نظرات خود را در خصوص این آلاینده‌ها ارائه کنند. سپس بعد از بررسی نظرات، این آژانس تصمیم‌نهایی برای اضافه کردن آلاینده‌ها را در Federal Register منتشر می‌کند. پس از آن آژانس پروسه قانونگذاری برای آلاینده جدید و اضافه شدن آن به مقررات اولیه ملی آب آشامیدنی<sup>۳</sup> (NPDWR) را شروع کرده و برای سایر آلاینده‌های موجود در فهرست که وارد فاز قانونگذاری نمی‌شوند، ممکن است آژانس توصیه‌های مربوط به آن آلاینده را توسعه دهد. این توصیه‌ها به عنوان راهنمای فنی برای دولت فدرال، ایالت‌ها و دفتر محلی استفاده می‌شود، اما ارزش قانونی و اجرایی ندارد.

1. Safe Drinking Water Act

2. Candidate Contaminants List

3. National Primary Drinking Water Regulation



## ۲-۴. هدف از تهیه فهرست نامزدهای آلاینده‌گی

تهیه فهرست نامزدهای آلاینده‌گی اهداف چهارگانه ذیل را دنبال می‌کند:

۱. شناسایی آلاینده‌هایی که شناخته شده هستند و یا پیش‌بینی می‌شود در سیستم عمومی آب ایجاد شوند، اما در حال حاضر تحت هیچ‌یک از قوانین و مقررات مربوط به آب آشامیدنی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا قرار ندارند،
  ۲. شناسایی آلاینده‌ها با بالاترین ظرفیت مواجهه از طریق شرب آب آشامیدنی و بالاترین درجه خطر برای سلامت عمومی،
  ۳. آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا با استفاده از فهرست نامزدهای آلاینده‌گی، تلاش‌ها برای جمع‌آوری اطلاعات و انجام پژوهش‌هایی را برای کمک به آژانس به منظور مقرر کردن بر روی یک آلاینده به خصوص را اولویت‌بندی می‌کند (نظیر جمع‌آوری داده‌ها تحت قانون نظارت بر آلاینده‌های کنترل نشده (UCMR))،
- علاوه بر اهداف فوق فهرست نامزدهای آلاینده‌گی در زمینه اطلاع‌بخشی و جهت‌دهی به جوامع پژوهشی در زمینه برطرف کردن شکاف‌های اطلاعاتی در زمینه اثرات سلامتی و ایجاد آلاینده‌های مذکور نیز کاربرد دارند [۱۴].

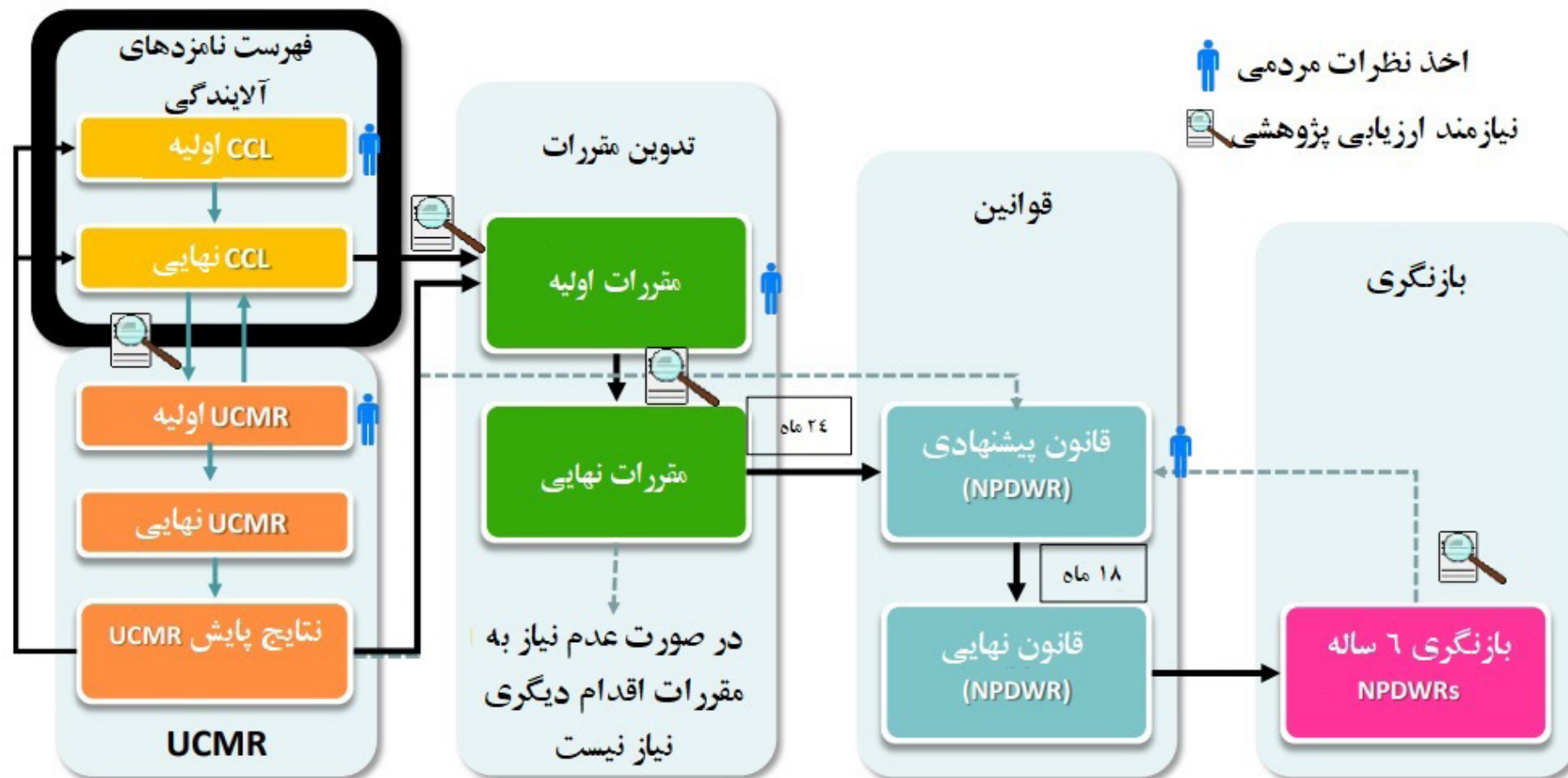
## ۳-۴. مدت زمان‌های تعیین شده جهت مقرر کردن برای آلاینده‌های نوظهور

همان‌گونه که پیشتر نیز بدان پرداخته شد؛ برطبق قانون آب آشامیدنی سالم، آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا موظف است که هر پنج سال فهرستی از نامزدهای آلاینده‌گی را منتشر کند. این فهرست با گذراندن پروسه‌های تدوین مقررات و قانونگذاری وارد مقررات اولیه ملی آب آشامیدنی شده و این مقررات هر ۶ سال یک‌بار دستخوش تغییر می‌شود. در این راستا، پس از ورود آلاینده‌های منتخب از قانون نظارت بر آلاینده‌های کنترل نشده و فهرست نامزدهای آلاینده‌گی به مرحله تدوین مقررات، ۲۴ ماه زمان لازم است تا آلاینده‌های منتخب مقرر کردن گذاری شده و یا دارای دستورالعمل و شیوه‌نامه‌ای مختص به خود شوند. بعد از این مرحله فاز قانون‌مند شدن تحت مقررات اولیه ملی آب آشامیدنی آغاز شده و با گذشت ۱۸ ماه از آن پروسه بازنگری اجرایی می‌شود.

## ۴-۴. روند تدوین قوانین و مقررات برای آلاینده‌های نوظهور

با توجه به توضیحات ارائه شده در ادامه به تبیین روند تدوین مقررات و به‌روزرسانی قوانین برای آلاینده‌های نوظهور در ایالات متحده آمریکا پرداخته می‌شود.

شکل ۳. فلودیاگرام تدوین و بازنگری قوانین و مقررات مرتبط با آلاینده‌های نوظهور [۱۴]



همان‌گونه که در فلودیاگرام فوق قابل مشاهده است، از نکات قابل توجه در شکل فوق می‌توان به نقش سنجش نظرات مردمی، تحقیق و پژوهش و زمان‌بندی مدون اشاره کرد [۱۴].



## ۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به جدید بودن موضوع پژوهش حاضر، در ابتدای مطالعه حاضر به توضیح در خصوص تاریخچه، دسته‌بندی، اثرات زیست‌محیطی و مخاطرات سلامت انسان و همچنین تأثیرات اقتصادی آلاینده‌های نوظهور پرداخته شد. براساس این مطالعات شاید بتوان معرفی مفهوم آلاینده‌های نوظهور را با معرفی سموم DDT به‌عنوان آلاینده‌های نوظهور در سال ۱۹۶۲ م ربط دانست. این مفهوم با بلوغ و شکوفایی در حال حاضر دارای ۴ زیربخش اصلی شامل ۱. مواد شیمیایی سنتز شده، ۲. میکروپلاستیک‌ها، ۳. عناصر نادر خاکی و ۴. موجودات مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها هستند. با افزایش توجهات به این دسته از آلاینده‌ها در طی سالیان اخیر، مطالعات رو به گسترش در خصوص اثرات آلاینده‌های مذکور بر سلامت انسان، محیط زیست و اقتصاد صورت پذیرفته است. براساس این مطالعات آلاینده‌های نوظهور می‌تواند سبب بیماری‌های صعب‌العلاج نظیر انواع سرطان‌ها و بیماری‌های واگیردار و یا جلوگیری از درمان بیماری‌های موجود شده و همچنین اثرات نامطلوبی را بر سایر جانوران و گیاهان ایجاد کند. به‌منظور رفع این آلودگی‌ها و جلوگیری از انتشار این آلاینده‌ها روش‌های تصفیه با بازده‌های متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرند که هر یک سبب افزایش هزینه تصفیه فاضلاب و یا آب آشامیدنی شده و به همین دلیل سبب بروز تبعات اقتصادی نیز هستند. در ادامه این پژوهش به بررسی روند تقنینی آلاینده‌های مذکور در قوانین داخلی و مقایسه آن با روند مورد استفاده در نمونه‌های بین‌المللی پرداخته شد.

مقایسه قوانین و مقررات در خصوص شناسایی و تعیین حدود مجاز آلاینده‌ها در داخل و خارج از کشور نشان می‌دهد که در اغلب موارد محوریت تعیین آلاینده‌های هوا، آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست بوده و این سازمان با همکاری سایر ذی‌نفعان حسب مورد مسئولیت شناسایی آلاینده‌ها و پایش ورود آنها به محیط را بر عهده دارد. از طرف دیگر عدم تکافوی امکانات آزمایشگاهی، نبود راهبرد جامع غربالگری، ارزیابی، پایش، ممنوعیت، کاهش و تصفیه آلاینده‌های نوظهور، عدم وجود زمان‌بندی مدون در بازنگری استانداردها، قوانین و مقررات مربوطه، عدم بهره‌گیری حداکثری از ظرفیت مراکز پژوهشی و اخذ نظرات نخبگانی و تکیه بر ترجمه متون علمی خارجی، نبود بانک جامع اطلاعاتی در خصوص آلاینده‌های نوظهور و عدم آگاهی‌رسانی مناسب در داخل کشور، از تفاوت‌های رویه موجود کشور در حوزه آلاینده‌های نوظهور در قیاس با نمونه بین‌المللی است. در این راستا پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱. تشکیل کارگروهی به ریاست سازمان حفاظت محیط زیست و با عضویت نمایندگان وزارتخانه‌های بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، وزارت صنعت، معدن و تجارت، نفت، نیرو، جهاد کشاورزی، سازمان ملی استاندارد، سازمان غذا و دارو، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، اساتید صاحب‌نظر دانشگاه، مراکز پژوهشی و سایر دستگاه‌های مربوطه به‌منظور تدوین برنامه جامع راهبردی غربالگری، ارزیابی، پایش، ممنوعیت، کاهش و تصفیه آلاینده‌های نوظهور و تصویب آن در هیئت‌وزیران،
۲. تهیه و ابلاغ فلودیاگرام حذف و اضافه کردن نام آلاینده‌های نوظهور با بهره‌گیری از نظرات خبرگان، مراکز پژوهشی داخلی و ترجمه متون علمی معتبر در استانداردهای ملی ایران در بازه‌های زمانی پنج‌ساله توسط سازمان ملی استاندارد ایران،
۳. استفاده از ظرفیت‌های شرکت‌های فناوری و دانش‌بنیان در زمینه تجهیز آزمایشگاه‌های معتمد محیط زیست و آزمایشگاه‌های مرجع استاندارد توسط معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری.



- [1] W. Gwenzi, *Emerging Contaminants in the Terrestrial-Aquatic-Atmosphere Continuum: Occurrence, Health Risks and Mitigation*. Elsevier, 2022.
- [2] S. Sauvé and M. Desrosiers, "A review of what is an emerging contaminant," *Chemistry Central Journal*, vol. 8, pp. 1-7, 2014.
- [3] W. Feng, Y. Deng, F. Yang, Q. Miao, and S. K. Ngien, "Systematic review of contaminants of emerging concern (CECs): distribution, risks, and implications for water quality and health," *Water*, vol. 15, no. 22, p. 3922, 2023.
- [4] H. K. Bayabil, F. T. Teshome, and Y. C. Li, "Emerging contaminants in soil and water," *Frontiers in Environmental Science*, vol. 10, p. 873499, 2022.
- [5] N. Patel et al., "Emerging pollutants in aquatic environment: source, effect, and challenges in biomonitoring and bioremediation-a review," *Pollution*, vol. 6, no. 1, pp. 99-113, 2020.
- [6] M. Lei et al., "Overview of emerging contaminants and associated human health effects," *BioMed research international*, vol. 2015, no. 1, p. 404796, 2015[7]v. D. Yadav et al., "Environmental and health impacts of contaminants of emerging concerns: Recent treatment challenges and approaches," *Chemosphere*, vol. 272, p. 129492, 2021.
- [8] D. Pryce, F. Alsharrah, A. M. Khalil, Z. Kapelan, and F. A. Memon, "Comparative life-cycle cost analysis of alternative technologies for the removal of emerging contaminants from urban wastewater," *Water*, vol. 14, no. 12, p. 1919, 2022.
- [9] M. Taheran, M. Naghdi, S. K. Brar, M. Verma, and R. Y. Surampalli, "Emerging contaminants: here today, there tomorrow!," *Environmental nanotechnology, monitoring & management*, vol. 10, pp. 122-126, 2018.
- [10] M. M. G. F. Shirazi, S. Shekoohian, G. Moussavi, and M. Heidari, "Microplastics and mesoplastics as emerging contaminants in Tehran landfill soils: The distribution and induced-ecological risk," *Environmental Pollution*, vol. 324, p. 121368, 2023.
- [11] S. Dehghani and A. Pardakhti, "Characterization of microplastics in the atmosphere of megacity Tehran (Iran)," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 30, no. 48, pp. 106026-106037, 2023.
- [12] R. Mirzaei, A. Mesdaghinia, S. S. Hoseini, and M. Yunesian, "Antibiotics in urban wastewater and rivers of Tehran, Iran: Consumption, mass load, occurrence, and ecological risk," *Chemosphere*, vol. 221, pp. 55-66, 2019.
- [13] سازمان ملی استاندارد ایران. استانداردهای خروجی فاضلاب ۱۳۷۳.
- [14] R. Levin et al., "US drinking water quality: exposure risk profiles for seven legacy and emerging contaminants," *Journal of exposure science & environmental epidemiology*, vol. 34, no. 1, pp. 3-22, 2024.

#### گزیده سیاستی

«آلاینده نوظهور» به هر ماده شیمیایی و یا میکرو ارگانسمی اطلاق می‌شود که معمولاً در محیط زیست پایش نمی‌گردد، اما ظرفیت ورود به محیط و ایجاد اثرات نامطلوب را دارد. نبود راهبرد جامع، از مهمترین چالش‌های موجود در حوزه آلاینده‌های نوظهور در کشور است.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۵۸۵۵-۱۵۸۷۵ پست الکترونیک: [mrc@majles.ir](mailto:mrc@majles.ir)

وبسایت: [rc.majles.ir](http://rc.majles.ir)