



تأثیرات آلوده کننده‌های کیمیاوی بر سلامت محیط زیست

پوهنیار عبدالصبور ایشار

دپارتمنت کیمیاوی پوهنځی تعلیم و تربیه، پوهنتون بلخ، بلخ، افغانستان

sabouteisar22@gmail.com

0009-0006-0146-0131

نویسنده

نشانی برقی

نشانی ارکاید

چکیده

آلوده کننده‌های کیمیاوی از جمله تهدیدهای عمده برای سلامت محیط زیست در جهان معاصر به شمار می‌روند. این ترکیبات که از فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و شهری سرچشمه می‌گیرند، با ورود به منابع طبیعی مانند خاک، آب و هوا، تعادل اکوسیستم‌ها را بر هم می‌زنند و سلامت انسان و دیگر موجودات زنده را به خطر می‌اندازند. هایدرو کاربن‌های اروماتیک چندحلقه‌ای (PAH) در دسته مواد سرطان‌زای مهم قرار دارند. شناخته شده‌ترین ماده سرطان‌زا این گروه، بنزو(ای)پیرن است. این ماده در خاک، آب، دود مواد قند و دود سگرت، و همچنین در ضایعات کارخانه‌های تولیدکننده PVC یافت می‌شود. از جمله خطرات ناشی از مواد کیمیاوی کلورین دار می‌توان به دای اکسین و مواد مشابه آن، دای‌فینایل‌های پولی کلورین دار و نفتالین‌ها اشاره کرد. دای اکسین به‌عنوان یک ماده واسطه در تولید صنعتی حاوی کلورین یا برومین، و همچنین در نتیجه سوختن ماده عضوی در محیط کلورین دار تشکیل می‌شود. در بررسی خطرات کیمیاوی، دود مواد قند و دود کارخانه‌ها منابع مهمی از دای اکسین به شمار می‌روند. همچنین، آفت‌کش‌ها و فلزات سنگین نیز از نظر آلودگی کیمیاوی باعث نگرانی هستند. بنابراین، اثرات آلوده کننده‌های کیمیاوی بر سلامت محیط زیست باید به صورت جامع مورد ارزیابی قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: مواد کیمیاوی؛ آلوده کننده‌ها؛ محیط زیست؛ زمین

The Effects of Chemical Pollutants on Environmental Health

Abdul Sabour Eisar

Member of the chemistry department, Faculty of Education, Balkh University.
saboureisar22@gmail.com
0009-0006-0146-0131

Author
Email
Orcid

Abstract

Chemical pollutants are among the major threats to environmental health in the contemporary world. These compounds, which originate from industrial, agricultural, and urban activities, disrupt the balance of ecosystems by entering natural resources such as soil, water, and air, thereby endangering the health of humans and other living organisms. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are considered important carcinogenic substances. The most well-known carcinogen in this group is benzo(a)pyrene. This substance can be found in soil, water, sugar smoke, cigarette smoke, and the waste of PVC manufacturing factories. Among the hazards of chlorine-containing chemicals are dioxins and related compounds, polychlorinated biphenyls (PCBs), and naphthalene. Dioxin is formed as an intermediate substance in industrial processes involving chlorine or bromine, as well as from the combustion of organic matter in chlorine-rich environments. In assessments of chemical hazards, sugar smoke and industrial smoke are significant sources of dioxins. Additionally, pesticides and heavy metals are also causes for concern in terms of chemical pollution. Therefore, the effects of chemical pollutants on environmental health must be comprehensively evaluated.

Keywords: Chemical substances; Pollutants; Environmental health; Earth

مقدمه

پیشرفت تکنالوژی، افزایش سریع جمعیت جهان، تلاش برای داشتن زندگی راحت تر و دستیابی به مواد غذایی مطمئن تر، امروزه تأثیرات منفی بر سلامت محیط زیست و کیفیت مواد غذایی گذاشته اند. از مهم ترین پارامترهایی که بر زندگی سالم تأثیرگذار هستند، می توان به محیط زیست، آب، خاک و غذا اشاره کرد. از دیدگاه سلامت محیط، به ویژه فلزات سنگین، باقی مانده های دارویی، آفت کش ها و در سال های اخیر، مواد آلوده کننده ای که اهمیت بیشتری یافته اند، مانند دای اکسین و مواد مشابه دای اکسین پولی کلورو دای بنزو-پارا دای اکسین ها، پولی کلورو دای بنزو فوران ها و پولی کلورو بای فینایل ها و هایدرو کاربن های اروماتیک چند حلقه ای که همگی مواد کیمیاوی کلورین دار هستند، مورد توجه قرار گرفته اند (Üçüncü M, 2010, p656).

ورود این مواد به محیط های طبیعی، باعث تغییرات نامطلوب در ساختار و عملکرد سیستم های بیولوژیکی می شود. آلودگی خاک، آب و هوا از جمله پیامدهای مستقیم این ترکیبات است که می تواند به تخریب تنوع زیستی، برهم زدن تعادل اکولوژیکی، و کاهش کیفیت زندگی انسان منجر شود. علاوه بر این، بسیاری از این آلوده کننده ها از طریق زنجیره غذایی وارد بدن انسان می شوند و در دراز مدت زمینه ساز بروز بیماری های مزمن، نقص های ژنتیکی و اختلالات فیزیولوژیکی می گردند.

در این مقاله مروری، به آلوده کننده های کیمیاوی مؤثر بر سلامت محیط زیست مانند فلزات سنگین، باقی مانده های دارویی، مواد کیمیاوی کلورین دار، PAH ها و آفت کش ها پرداخته شده است.

تبیین مسأله

در دهه های اخیر، پیشرفت های صنعتی و زراعتی با افزایش استفاده از مواد کیمیاوی همراه بوده است. این مواد شامل آفت کش ها، باقی مانده های دارویی، مواد کیمیاوی کلورین دار، فلزات سنگین و دیگر ترکیبات سنتتزی اند که پس از مصرف، وارد محیط زیست می شوند. حضور مداوم این آلوده کننده ها در آب، خاک و هوا می تواند تأثیرات منفی عمیقی بر سلامت اکوسیستم ها و گونه های بیولوژیکی داشته باشد. علاوه بر آن، این آلودگی ها در نهایت از طریق زنجیره غذایی به انسان منتقل شده و تهدیدی جدی برای سلامت عمومی محسوب می شوند. بنابراین، شناسایی نوع و میزان تأثیر این آلوده کننده ها بر محیط زیست و ارائه راهکارهایی برای کاهش اثرات منفی آن ها، یکی از چالش های مهم در حوزه محیط زیست و سلامت عمومی به شمار می رود.

پرسش های تحقیق

پرسش اصلی: آلوده کننده های کیمیاوی رایج در محیط زیست کدام اند و از چه منابعی وارد آن می شوند؟

پرسش های فرعی

- ۱- این آلوده کننده ها چه تأثیراتی بر سلامت خاک، آب، هوا و موجودات زنده دارند؟
- ۲- چگونه این ترکیبات می توانند به طور غیرمستقیم صحت انسان را تهدید کنند؟
- ۳- تأثیر آفت کش ها و کودهای شیمیایی بر کیفیت خاک و آب های زیرزمینی چگونه است؟

اهمیت تحقیق

با توجه به افزایش روز افزون مصرف مواد کیمیاوی در زندگی روز مره و تأثیرات آن بر محیط زیست و صحت موجودات زنده، بررسی علمی این مسأله از اهمیت بالایی برخوردار است. عدم آگاهی کافی در این زمینه می تواند منجر به نابودی منابع طبیعی، کاهش تنوع زیستی، و افزایش بیماری های مرتبط با آلودگی شود. از این رو، انجام این تحقیق می تواند گامی مؤثر در آگاهی رسانی، سیاست گذاری محیط زیستی، و توسعه برنامه های پیشگیرانه باشد.

اهداف تحقیق

اهداف اصلی: شناسایی منابع اصلی ورود آلوده کننده های کیمیاوی به محیط زیست.

اهداف فرعی

- بررسی آثار زیان بار این مواد بر اجزای مختلف اکوسیستم.
- پیشنهاد راهکارهایی برای پیشگیری، کاهش و کنترل آلودگی کیمیاوی در محیط زیست.

پیشنه های تحقیق

مطالعات متعددی در سطح جهانی و منطقه ای به بررسی اثرات آلوده کننده های کیمیاوی پرداخته اند. به عنوان نمونه، تحقیقات انجام شده توسط سازمان جهانی بهداشت (WHO) نشان داده است که برخی مواد کیمیاوی مانند فلزات سنگین، نایتریت ها و ترکیبات عضوی مفر می توانند به بروز بیماری های مزمن مانند سرطان، ناباروری و اختلالات عصبی منجر شوند. همچنین تحقیق هایی در ایران و افغانستان به بررسی اثرات آلودگی خاک و منابع آبی ناشی از کود ها و آفت کش ها پرداخته و نتایج آن ها نشان داده است که استفاده بی رویه از این مواد موجب کاهش کیفیت خاک، مرگ موجودات زنده آبزی و آلودگی منابع آب شرب می شود.

آلودگی های کیمیاوی که بر سلامت محیط زیست تأثیر می گذارند: تعامل

بین محیط زیست و انسان از جنبه سلامتی دو سویه است. از یک سو، شرایط محیطی می توانند

تأثیرات مثبت یا منفی بر صحت فرد داشته باشند و از سوی دیگر، انسان ها می توانند محیط زیست خود را به وضعیت سالم تر یا خطرناک تری تبدیل کنند. به عنوان مثال، استفاده از آفت کش ها در زراعت برای افزایش و حفاظت از تولیدات زراعتی برای اراضی زراعتی بسیار مهم است، اما این مواد کیمیاوی جدیدی که انسان ها به محیط وارد می کنند، تهدیدی برای صحت هستند (Tiryaki, 2010, p154). یکی از نتایج مهم افزایش مواد سرطانزا در محیط زیست، افزایش بیماری سرطان است. تحقیقات نشان می دهند که دو سوم از علل تشکیل سرطان ها به مواد کیمیاوی مربوط می شود (Rodriguez C, 2006, p211). طبق انتشارات موسسه بین المللی سرطان، ۱۸۱ ماده کیمیاوی در محیط زیست ما به طور قطعی سرطانزا هستند. از طرفی، احتمالاً نیمی از ۳۶ ماده باقی مانده نیز سرطانزا باشند. آلودگی های کیمیاوی مهمی که تأثیر منفی بر سلامت محیط زیست دارند، در زیر طبقه بندی شده اند. (Kushi L.H, 2006, p250)

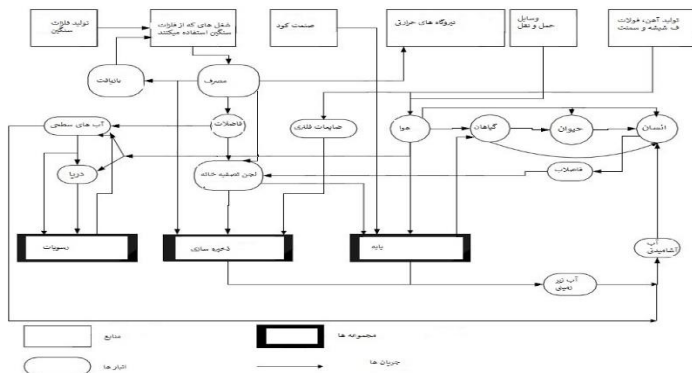
فلزات سنگین: فلزات سنگین به عنوان عناصری تعریف می شوند که از نظر ویژگی های فیزیکی، کثافت آن ها بالاتر از ۵ گرم بر سانتی متر مکعب است و وزن اتمی آن ها بین ۵۴۶/۶۳ گرم تا ۲۰۰/۵۹۰ گرم متغیر است و اثرات سمی بسیار زیادی دارند (Tekaya N, 2013, p24). فلزات سنگین که در طبیعت به طور گسترده ای یافت می شوند، تجزیه پذیری بیولوژیکی آن ها بسیار دشوار است. به همین دلیل، این فلزات خطرات زیادی برای محیط زیست ایجاد می کنند. فلزات سنگین که در بیوسفر جمع می شوند، از طریق زنجیره غذایی به موجودات زنده منتقل می شوند و به این ترتیب تأثیرات سمی بر صحت انسان دارند. فلزات سنگین که از طریق زنجیره غذایی وارد بدن می شوند، با گروپ های تیول پروتئین ها پیوند تشکیل می دهند و وارد سلول ها می شوند و با مختل کردن چرخه های بیوشیمی، اثرات سمی ایجاد می کنند. فلزات مانند آهن، کوبالت، جست، مس و منگانه در غلظت های پایین برای زندگی موجودات زنده ضروری هستند. اما غلظت های بالای آن ها اثرات سمی ایجاد می کنند. فلزات سنگینی مانند سرب، کدیم، آرسنیک، کروم و سیماب حتی در غلظت های پایین نیز به عنوان ترکیبات خطرناک شناخته می شوند (Bagal Kestwal, 2008, p1161).

فلزات سنگین زمانی که به صورت سنگ معدن یا در حین پروسس وارد طبیعت می شوند، می توانند به محیط زیست شامل گردند. علاوه بر این، افزایش استفاده از کودها در زراعت به منظور افزایش تولید نیز به ورود فلزات سنگین به بیوسفر کمک می کند. ورود فلزات سنگین به سیستم های اکولوژیکی از منابع انسان ساخت (آتروپوژنیک) چندین برابر بیشتر از ورود آن ها از منابع طبیعی است (Kushi L.H, 2006, p250). به عنوان مثال؛ فلزات سنگین می توانند از طریق محیط های آبی بیابند، زمانی که مواد زائد صنعتی یا باران های اسیدی خاک و ترکیبات موجود در خاک را

حل کرده و فلزات حل شده به رودخانه ها، دریاچه ها و آب های زیرزمینی انتقال پیدا می کنند. فلزات سنگینی که به آب ها وارد می شوند، برخی رقیق گردیده و برخی دیگر به صورت ترکیبات جامد مانند کاربونیست، سلفایت و سلفیت رسوب کرده و در این مناطق غنی می گردند. از آن جا که ظرفیت جذب لایه رسوبی محدود است، غلظت فلزات سنگین در آب ها به طور مداوم افزایش می یابد. با گسترش صنعتی سازی بی ضابطه و عدم اتخاذ اقدامات محیطی مناسب در دریاچه ها و حوضه های آبی، غلظت فلزات سنگین در محیط های آبی به طور مستمر افزایش می یابد و به عنوان یک شاخص آلودگی ظاهر می شود. مهم ترین منابع صنعتی فلزات سنگین شامل کارخانجات تولید سمیت، صنعت فولاد، نیروگاه های حرارتی، تولید شیشه و کارخانجات سوزاندن زباله و لجن های زائد هستند. ظهور بیماری های ایثای-ایثای و مینیما تا در ژاپن در ۳۰-۴۰ سال گذشته باعث افزایش توجه به فلزات سنگین شده است. امروزه، مواد سمی که به محیط زیست وارد می شوند، به اندازه ای به طبیعت آسیب رسانده اند که باعث برهم خوردن تعادل آن شده اند. در شکل ۱، راه های انتشار فلزات سنگین از صنایع مختلف به محیط زیست به صورت نموداری نشان داده شده است (Şenel & Ş., 2010, p3).

فلزات سنگینی که وارد خاک یا آب می شوند، از طریق زنجیره غذایی به انسان منتقل می شوند. فلزات سنگینی که وارد خاک می شوند، بر فعالیت انزیم های خاک تأثیر می گذارند. فلزات سنگینی که در خاک باقی می مانند، توسط ریشه های نباتات، که اولین سطح از زنجیره غذایی را تشکیل می دهند، جذب شده و در واکوئل های سلولی نباتات تجمع می یابند. برخی از فلزات سمی نیز با پروتین ها کمپلکس تشکیل می دهند. پروتین هایی که گروه های سلفیت ریل دارند، با فلزاتی مانند کدیم، سیماب، مس و دیگر فلزات، همچنین با فلزاتی مانند سرب، بیسموت، سلنیات و آهن، کمپلکس تشکیل می دهند. اثرات فلزات سنگین بر سلول و اندامک های سلولی بسته به نوع سلول و فلز سنگین متفاوت است (Tekaya N, 2013, p24). به عنوان مثال؛ کدیم با جایگزینی جست که دارای ساختار الکترونی مشابه است، عملکرد کوآنزیم ها و کوآنزیم های داخل سلولی را مهار می کند. اثر دیگری که فلزات سنگین دارند، اختلال در نفوذپذیری غشای سلولی است. فلزات سنگینی مانند سیماب و سرب از این طریق اثرات سمی خود را نشان می دهند. علاوه بر این، فلزات سنگین می توانند به DNA¹ متصل شوند. این حالت باعث تولید پروتین ها و انزیم های آسیب دیده می شود (Güner U, 2014, p140).

شکل ۱. راه های انتشار فلزات سنگین در طبیعت



فلزات سنگین تأثیرات مختلفی بر سیستم ایمنی بدن حیوانات دارند. بسیاری از فلزات دارای ویژگی‌های سرطان زای هستند. بسیاری از ترکیبات با اثر سرطان زایی شناخته شده به DNA آسیب می‌زنند. اگر بخواهیم تأثیر فلزات سنگین بر متابولیسم انسان و مراحل مختلفی که در آن‌ها تأثیرگذارند را به طور خلاصه بیان کنیم، می‌توان آن‌ها را به گروه‌های مختلف تقسیم کرد: مرکبات که بر تعامل‌های کیمیاوی تأثیر می‌گذارند، ترکیباتی که بر سیستم‌های فزیولوژیکی و حمل‌ونقل تأثیر دارند، ترکیباتی که به عنوان سرطان‌زا و جهش‌زا بر ساختارهای مالیکولی تأثیر می‌گذارند، ترکیباتی که به عنوان الرژی عمل می‌کنند و ترکیباتی که اثرات خاص دارند. برخی از فلزات سنگین مهم که ممکن است برای سلامت محیط زیست و غذاها خطرناک باشند، در زیر آورده شده‌اند (Kahvecioğlu Ö, 2003, p47).

سرب: سرب یکی از فلزات موجود در طبیعت است. میوه‌ها، سبزیجات برگ‌دار، مواد غذایی دریایی صدف‌دار و غلات ممکن است حاوی سرب باشند. علاوه بر قرار گرفتن در معرض سرب به طور طبیعی، قرار گرفتن در معرض آن به دلیل آلودگی محیطی می‌تواند صحت انسان، به ویژه کودکان، را به شدت تهدید کند. سرب به طور خاص بر روی کودکان در حال رشد تأثیرات منفی می‌گذارد و می‌تواند باعث عقب ماندگی ذهنی شود، در حالی که در بزرگسالان اثرات منفی بر خون، استخوان‌ها، سیستم تنفسی و دستگاه گوارش دارد. آسیب پذیرترین عضو بدن در برابر سرب کلیه است و شایع‌ترین نوع قرار گرفتن در معرض آن، غلظت سرب در اتموسفیر است (Davidson P, 2004, p24).

کدیمیم: کدیمیم در ساخت باتری‌ها، در صنایعات کارخانه‌های تولید رنگ و پلاستیک، و همچنین در عملیه‌های پوشش دهی فلزی استفاده می‌شود. به ویژه در خاک‌های آلوده به کدیمیم،

سبزیجات ریشه‌ای مانند کچالو، زردک و کرفس، غلاتی مانند برنج و گندم، دانه‌های روغنی و صدف‌های دریایی می‌توانند در غلظت‌های بالا تجمع یابند.

آلودگی به کدیمیم می‌تواند بر کلیه‌ها، ریه‌ها و سیستم گوارشی تأثیر بگذارد. همچنین مطالعات نشان داده اند که کدیمیم بر سیستم استخوانی نیز اثرات منفی دارد (Davidson P, 2004, p24).

ارسنیک: ارسنیک عنصری است که به طور طبیعی در طبیعت فراوان است. علاوه بر اینکه در ساختار قشر زمین وجود دارد، در بسیاری از مواد دیگر نیز به طور طبیعی یافت می‌شود. برخی از دواهای دامپزشکی، رنگ‌ها و صنایع پلاستیک نیز به طور کنترل شده از ارسنیک استفاده می‌کنند. برای مثال، ارسنیک می‌تواند از طریق سوزاندن زغال سنگ به طبیعت منتشر شود. همچنین، سموم زراعتی که برای مبارزه با آفات استفاده می‌شوند و فعالیت‌های معدنی نیز منابع دیگری از آلودگی به ارسنیک هستند.

اگر چه استفاده از برخی آفت‌کش‌های حاوی ارسنیک در زراعت در سال‌های اخیر ممنوع شده است، اما این موضوع هنوز یکی از عوامل مهم آلودگی مواد غذایی به ارسنیک است. نوزادانی که از شیر آلوده به ارسنیک مصرف کرده اند، علائم بزرگی کبد و کم‌خونی، همچنین در برخی موارد، رنگ دانه‌های قهوه‌ای روی پوست و خطوطی روی ناخن‌ها مشاهده شده است. وجود ارسنیک در آب‌های سطحی و آب‌های آشامیدنی با غلظت $0.05-1$ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند باعث مسمومیت انسان‌ها شود. بزرگ سالانی که از آب آلوده به ارسنیک مصرف کرده اند، دچار ریزش مو، ضخیم‌شدن پوست، پروتین در ادرار و کاهش سرعت تعامل‌ها شده اند. مصرف $70-180$ میلی‌گرم ارسنیک در بدن می‌تواند کشنده باشد. مسمومیت با ارسنیک باعث مشکلاتی چون دشواری در بلع، درد شکم، استفراغ، اسهال، گرفتگی عضلات، احساس تشنگی، کما و مرگ می‌شود. ارسنیک به ویژه در مو و ناخن تجمع می‌یابد و می‌تواند باعث سرطان پوست، ریه و مثانه شود. بوی سیر از دهان، تعریق شدید، ضعف عضلانی، تغییر رنگ پوست، از دست دادن حس در دست‌ها و پاها و گانگرن در پاها از علائم مسمومیت با ارسنیک است (Diaz Cruz M.S, 2008, p333).

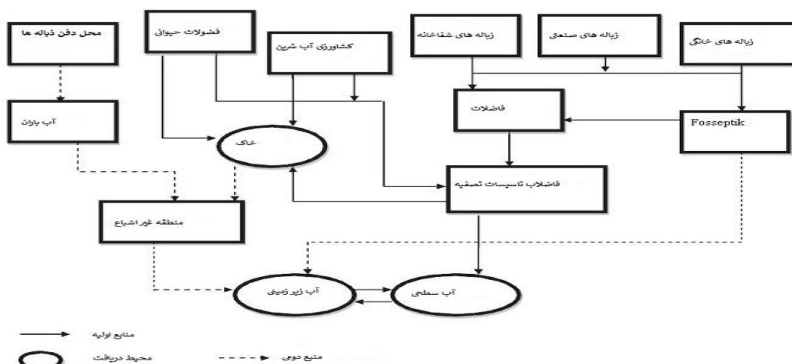
سیماب: سیماب به شکل‌های مختلف عنصری، عضوی و غیرعضوی در طبیعت یافت می‌شود و تمام این اشکال برای انسان‌ها سمی هستند. مهم‌ترین منبع تماس با سیماب به شکل غیرعضوی، پرکردن دندان‌ها است. در تماس با سیماب به صورت میتایل، ماهی‌های بزرگ که در آب‌های آلوده به سیماب زندگی می‌کنند، مهم‌ترین منبع آلودگی هستند. ترکیبات عضوی سیماب در چربی حل می‌شوند و به دلیل ساختار عضوی و زنجیره‌هایدروکربنی کوتاه خود به راحتی از سیستم گوارشی جذب می‌شوند (Davidson P, 2004, p24).

از آنجایی که سیماب در بسیاری از صنایع مورد استفاده قرار می گیرد، آلودگی محیطی به دلیل استفاده مکرر از آفت کش های حاوی سیماب و تماس با موجودات دریایی آلوده، وارد چرخه تغذیه ای انسان می شود. مطالعات نشان داده اند که در ماهی ها، گوشت و برخی محصولات لبنی میزان بالایی از سیماب یافت می شود. مسمومیت با سیماب باعث اختلالات عصبی، آسیب به کلیه ها و در مسمومیت های مزمن، لرزش، التهاب لثه ها، تغییرات روانی و در زنان باردار منجر به سقط جنین یا ناهنجاری های مادرزادی در نوزادان می شود (Pal A, 2010 p6066).

بقایای دارویی: ترکیبات دارویی که به محیط وارد می شوند، می توانند به دو نوع منبع آلودگی تقسیم شوند: منبع آلودگی نقطه ای و منبع آلودگی منتشر. منابع آلودگی نقطه ای برای ترکیبات دارویی شامل فاضلاب های صنعت داروسازی، فاضلاب های صنعتی، ضایعات شفاخانه ها و مراکز صحتی، ضایعات خانگی و فاضلاب ها هستند که در یک نقطه تجمع می کنند و باعث آلودگی می شوند. منابع آلودگی منتشر نیز شامل آلودگی هایی هستند که ناشی از ترکیبات دارویی منتشر شده از یک منبع خاص نیستند، بلکه به طور پراکنده در محیط وجود دارند. به عنوان مثال، داروهایی که بدون استفاده مستقیماً به سطل زباله انداخته می شوند می توانند از طریق شیرابه زباله ها به سیستم های آبی وارد شده و باعث آلودگی شوند. منبع دیگر آلودگی منتشر نیز استفاده از داروهای حیوانات است که باعث تولید کودهایی می شود که در زراعت استفاده می شوند. این کودها و لجن های تصفیه شده که در زراعت یا بر روی زمین پاشیده می شوند، می توانند به داخل خاک نفوذ کرده و به آب های زیر زمینی برسند و در نهایت به منابع آب آشامیدنی وارد شده و باعث آلودگی شوند. منابع ترکیبات دارویی که به محیط های آبی و خاکی وارد می شوند در شکل ۲ نشان داده شده است. بسیاری از ترکیبات دارویی که وارد متابولیسم بدن می شوند، تنها تغییرات جزئی در بدن ایجاد کرده و یا بدون تغییرات قابل توجهی از بدن خارج می شوند

(Lapworth D.J, 2010, p287).

شکل ۲. منابع ترکیبات دارویی که به محیط های آبی و خاکی وارد می شوند.



- ترکیباتی که به تصفیه خانه ها وارد می شوند، سه رفتار مختلف از خود نشان می دهند.
- ماده ممکن است کاملاً هایدرولیز شود.
- ماده لیئوفیلک است و به طور کامل از نظر بیولوژیکی تجزیه نمی شود.
- ماده از حالت لیئوفیلک به یک حالت هایدروفوبیک متابولیزه می شود، اما مقاوم می ماند.

ترکیبات دارویی که به محیط گیرنده وارد می شوند، معمولاً به دلیل طولانی بودن نیمه عمرشان، در آب های زیر زمینی و سطحی و خاک تجمع پیدا می کنند. این بقایای دارویی که در محیط آبی تجمع می کنند، معمولاً به تنهایی نبوده و معمولاً به صورت ترکیب های مختلف وجود دارند. بنابراین، برای ارزیابی اثرات این ترکیب های پیچیده بر زندگی آبی و میزان در معرض قرار گرفتن موجودات، باید اثرات ترکیبی این ترکیب ها تعیین و ارزیابی ریسک انجام شود. ترکیب های کیمیاوی ممکن است اثرات سمی را افزایش دهند. با ادامه ورود دارو های مختلف به اکوسیستم، احتمال بروز انواع مختلف آلودگی ها و شیوه های اثرگذاری مختلف افزایش می یابد. به همین دلیل، تحقیقات زیادی در مورد تأثیر مواد فعال ترکیبات دارویی بر موجودات زنده در سطوح مختلف انجام شده است.

تحقیقات نشان داده اند که ترکیبات دارویی می توانند باعث تعامل های الژنیک در انسان ها، اختلالات در میکانیزم های مقاومتی، تغییرات جنسیتی و اختلالات روانی شوند (Fent K, 2007, p122). برای جلوگیری از آلودگی اکوسیستم با بقایای دارویی، باید به طور جدی مصرف دارو ها را کنترل کرده و مقدار دارو های باقی مانده در محیط کاهش یابد (Chopra M, 2011, p292).

مواد کیمیاوی کلورین دار: در این گروه، سمی ترین ترکیبات شامل دای اکسین و مواد مشابه دای اکسین (پولی کلوراید دای بنزو پارا دای اوکسین² PCDD)، (پولی کلوراید دای بنزو فورانس³ PCDF)، (پولی کلوراید بای فینایل⁴ PCB) و هایدرو کاربن های اروماتیک چندحلقه ای (PAH) هستند (Chopra M, 2011, p292).

² Polychlorinated -dibenzo-para-dioxine

³ Polychlorinated Dibenzo-furan

⁴ Polychlorinated Biphenyl

دای اکسین: دای اکسین‌ها و فوران‌ها، محصولاتی هستند که به طور غیر مستقیم در تولیدات صنعتی، در نتیجه سوختن مواد عضوی در محیطی که دارای کلورین یا برومین است، یا در محیطی با اکسیجن کم تولید می‌شوند.

حتی غلظت‌های پایین آن‌ها نیز سمی هستند، این ترکیبات به طور معمول در صنایع مختلفی از جمله تولید محصولات تجاری که حاوی کلورین هستند، در مرحله‌ی سفید کردن کاغذ، تولید PVC کلورین دار، محلول‌های کلورین دار، برچسب‌های رنگی و آفت‌کش‌ها تولید می‌شوند. همچنین، در هنگام استخراج فلزات، پالایشگاه‌ها و کارخانه‌های سمیت نیز تولید می‌شوند. به‌ویژه در تولید پلاستیک‌ها و سوختن آن‌ها، دای اکسین‌ها به دلیل احتراق ناقص تولید شده و به محیط پخش می‌شوند (Güler Ü.A, 2014, p71).

دای اکسین‌ها و فوران‌ها، یک گروپ کیمیاوی وسیع هستند که ویژگی‌ها و سمی بودن آن‌ها با یکدیگر مرتبط است. باوجود اینکه ۷۵ نوع دای اکسین، ۱۳۵ نوع فوران و ۲۰۹ نوع PCB وجود دارد، ۲۹ نوع از این ترکیب‌ها بیشترین تأثیر سمی را دارند. از این میان، سمی‌ترین آن‌ها ۲،۳،۷،۸-تتراکلورو دای بنزو-پی-دی اکسین (TCDD) است.

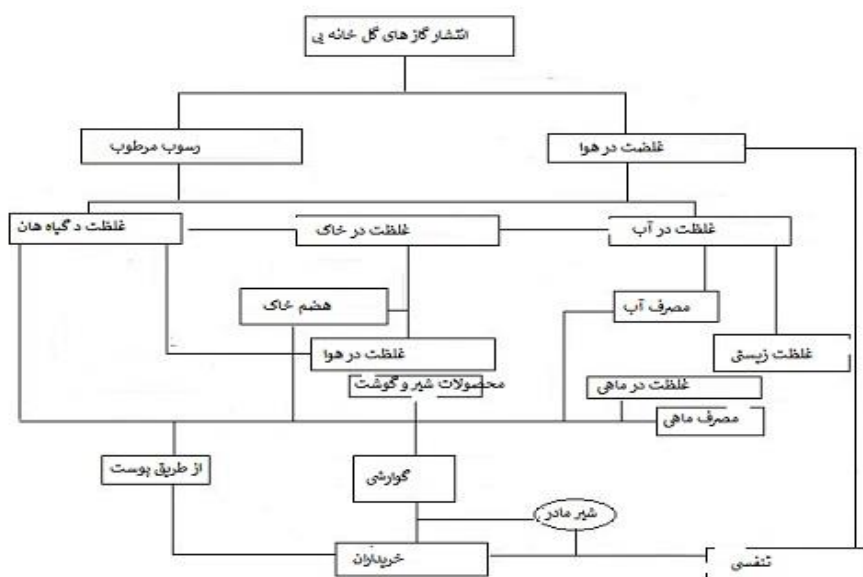
دای اکسین‌ها و ترکیبات مشابه آن‌ها، از ترکیب دو حلقه بنزن به سه شکل مختلف تشکیل می‌شوند. ساختار مالیکولی دای اکسین از اتصال دو حلقه بنزن به یکدیگر از طریق یک جفت اتم اکسیجن ایجاد می‌شود. اگر این ترکیب‌ها توسط حلقه پنجم اکسید شده به هم متصل شوند، فوران‌ها نامیده می‌شوند. اگر دو حلقه بنزن به‌طور مستقیم به هم متصل شوند، بای‌فینایل‌ها که ساختار اصلی PCB هستند، تشکیل می‌شوند

(Güler Ü.A, 2014, p71).

در اتموسفیر، دای اکسین‌ها و ترکیبات مشابه آن‌ها می‌توانند به ذرات معلق در هوا چسبیده و برای مدت زمان طولانی در اتموسفیر باقی بمانند. این ترکیبات می‌توانند از طریق باد به مسافت‌های دورتر منتقل شوند. ترکیباتی که از منابع هوایی وارد می‌شوند، از طریق رسوب‌گذاری مرطوب و خشک به زمین باز می‌گردند. خاک، محیطی طبیعی برای ته‌نشینی و جذب دای اکسین‌ها و ترکیبات مشابه آن‌ها است. نباتات نیز از طریق خاک این ترکیبات را جذب می‌کنند یا این ترکیبات بر روی نباتات باقی می‌مانند. به دلیل اینکه این ترکیبات در خاک، آب و هوا مقاوم به تجزیه هستند، از طریق زنجیره غذایی به ماهی‌ها و سایر پستانداران منتقل شده و در بافت‌های چربی آن‌ها تجمع می‌یابند. این دای اکسین‌ها و مشتقات آن‌ها که ماندگار هستند، در بافت‌های چربی انسان‌هایی که از غذا‌های حیوانی مصرف می‌کنند، نیز تجمع می‌کنند. این ترکیبات در بافت‌های چربی انسان‌ها و حیوانات سال‌ها باقی می‌مانند، اما در نتیجه استرس و گرسنگی به خون منتقل شده و حتی

پس از سال ها همچنان اثرات سمی خود را حفظ می کنند. در شکل ۳، نحوه انتقال دای اکسین ها و ترکیبات مشابه آن ها در طبیعت نشان داده شده است (Korucu M.K, 2010, p150). آژانس حفاظت محیط زیست (EPA⁵) یک روش دو مرحله ای برای تعریف معادل سمی کلی دای اکسین ها، فوران ها و PCB ها که در آب، خاک یا مواد غذایی به اشکال مختلف وجود دارند، توسعه داده است.

شکل ۳. نحوه انتقال ترکیبات PCDD/F در طبیعت.



تمامی این ترکیبات دای اکسین برای ارزیابی اثرات سمیت آن ها، سمیت این ترکیبات بر اساس TCDD ۲۳۷۸- تعیین می شود و به هر ترکیب یک ضریب معادل سمیت (TEF) اختصاص داده می شود. هدف در اینجا تبدیل اثرات سمیت مشترک تمامی ترکیبات دای اکسین به یک واحد است.

مواجهه با این ترکیبات که خطرات مهمی برای سلامت انسان دارند، منجر به مشکلاتی همچون سرطان کبد و سینه، اختلالات رشدی، سندروم، لنفوم، آکنه، کلرو، هپاتوتوکسیسیته، نوروتوکسیسیته، کاردیوتوکسیسیته، اختلال در سیستم اندوکرین، اختلالات هورمونی، تأخیر در رشد، مشکلات سیستم ایمنی و نارسایی کلیه ها می شود (Lamichhane S, 2016, p336).

همچنین در مطالعات انجام شده مشخص شده است که اثرات سرطانزای دای اکسین ها بیشتر از آن که به طور مستقیم از طریق ایجاد جهش در DNA باشد، به دلیل افزایش پراکسیداسیون چربی ها ایجاد می شود بنابراین این ترکیبات در مرحله ابتدایی سرطان تأثیر زیادی ندارند، بلکه در دوره های پیشرفته تر اثرگذارتر هستند.

هایدرو کاربن های اروماتیک چند حلقه ای (PAH^۶): PAH ها ترکیباتی هستند که از اتصال دو یا چند حلقه بنزن اروماتیک با ویژگی های لیپوفیلیک به وجود می آیند و ویژگی های فیزیکی و کیمیاوی مختلفی بسته به تعداد حلقه های اروماتیک موجود در ساختار خود دارند. این ترکیبات به دلیل داشتن ساختار کیمیاوی پایدار و قابل استفاده نبودن توسط نباتات و میکروارگانیسم-ها، در محیط ماندگار هستند. با اینکه بیش از ۱۰۰ نوع PAH در طبیعت وجود دارد، اما از سوی EPA ۱۶ نوع از این ترکیبات به دلیل اثرات منفی آن ها بر صحت انسان و محیط زیست به عنوان آلودگی های اولویت دار شناخته شده اند (جدول ۱) (Lamichhane S, 2016, p336).

PAH ها می توانند به طور طبیعی از طریق آتش سوزی های جنگلی و فوران های آتشفشانی در محیط پخش شوند، اما تحقیقات اخیر نشان داده اند که این ترکیبات همچنین می توانند توسط باکتری ها و نباتات نیز تولید شوند.

منابع انسانی ایجاد PAH ها شامل منابع صنعتی، انتشار آلوده کننده ها از وسایل نقلیه، تولیدات زراعتی، سوزاندن زباله ها، سوخت های فوسیل، نشت نفت، اسفالت، گرمایش، جنراتور های قدرت و سیگرت هستند (Shin K.H, 2006, p1837).

جدول ۱. ترکیبات PAH که به عنوان آلوده کننده های احتمالی ارزیابی شده اند

کریسن	بنزو(ای) پایرن	نفتالین
بنزو(k)فلورانتین	ایندن(1,2,3-cd)پایرن	آسنتاتین
دای بنزو(a,h)انتراسن	اسنفتن	فناترن
بنزو(g,h,i)پرین	فلوران	فلورانتین
	انتراسن	بنزو(ای)انتراسن
	پیرن	بنزو(بی)فلورانتین

منابع آلوده کننده PAH در اتموسفیر، با انتقال کوتاه یا بلند مدت و با استفاده از رسوب دهی مرطوب و خشک، از اتموسفیر دور شده و در خاک، محیط های آبی و پوشش نباتی تجمع می یابند. ترکیبات که در محیط آبی تجمع می کنند، بخشی از آن ها بخار شده و از آب خارج

می شوند، در حالی که بخش دیگری در رسوبات و بخشی دیگر در موجودات آبی تجمع می کنند. ترکیباتی که در خاک تجمع می کنند، بخشی از آن ها تبخیر شده و بخشی دیگر در نباتات تجمع یافته و از خاک خارج می شوند. ترکیباتی که در نباتات و موجودات آبی تجمع می کنند، از طریق زنجیره غذایی می توانند به انسان منتقل شوند. PAH ها معمولاً تمایل دارند که در کبد، چربی و کلیه ها ذخیره شوند. مقادیر کم آن ها در غدد فوق کلیوی، تخمدان ها و طحال ذخیره می شوند (Luch A, 2005, p19).

PAH ها به دلیل ویژگی های سرطان زایی، جهش زایی و سمی بودن، آلوده کننده های بسیار مهمی هستند. اثر سرطان زایی PAH ها با افزایش وزن مالیکولی آن ها افزایش می یابد. بنزو(ای)پایرن به عنوان مهم ترین سرطان زا PAH شناخته شده است و به عنوان ترکیب مدل در تحقیقات سرطان مورد استفاده قرار می گیرد.

سازمان بین المللی تحقیقات سرطان (IARC) بنزو(ای)انتراسن، بنزو(ای)پایرن و دای بنزو(a,h)انتراسن را به عنوان سرطانزا برای انسان ها و بنزو(b)فلورانتن و ایندن(1,2,3-cd)پایرن را به عنوان احتمالاً سرطانزا برای انسان ها طبقه بندی کرده است (Luch A, 2005, p19).

ترکیبات PAH در شروع، توسعه و پیشرفت تومورها تأثیر دارند. پس از قرارگیری در معرض PAH ها، چه در کوتاه مدت و چه در بلند مدت، مشکلات سیستم ایمنی ایجاد شده و باعث ابتلا به سرطان های مثانه، پوست و ریه می شود. این نوع ترکیبات به عنوان ترکیبات سرکوبگر سیستم ایمنی شناخته می شوند. همچنین، از اثرات آن ها بر سیستم غدد درون ریز نیز شک و تردید وجود دارد (Kearney G.D, 2013, p461).

اولین رابطه بین سرطان و PAH ها با شناسایی ابتلا به سرطان بیضه در کارگران پاک کننده دودکش هایی که پوستشان با دوده آلوده شده بود، برقرار شد. در سال های بعد، در انسان های شاغل در صنعت پارافین نیز سرطان پوست بیضه شناسایی شد و تأثیر عوامل محیطی بر بروز سرطان ها مشخص شد. به دنبال این نتایج، ترکیبات کیمیاوی مانند چربی ها، دوده، قیر و دود به عنوان منابع قوی PAH با بنزو(ای)پایرن شناسایی شدند. بدن انسان PAH ها را افزایش داده و آن ها را به شکل منحل در آب تبدیل کرده و مشتقات دایول اپوکسید را تشکیل می دهد. این مشتقات با DNA تعامل کیمیاوی می دهند و پیوند کیمیاوی میان PAH ها و DNA باعث سرطان می شود. همچنین در افرادی که سیگار می کشند، مشاهده شده است که این ترکیبات باعث جهش های DNA می شوند (SEPA, 2008, p341).

آفت کش ها: آفت کش ها، مواد کیمیاوی و ترکیباتی هستند که در تحقیقات و کاربردهای مبارزه با آفات زراعتی استفاده می شوند. آفت کش ها به منظور جلوگیری، کنترل یا کاهش آسیب

های وارده از سوی نباتات، آفات گیاهی، بیماری‌های منتقل‌شونده توسط حشرات و دیگر موجودات مضر به کار می‌روند. آفت‌کش می‌تواند یک ماده کیمیاوی، یک عامل بیولوژیکی مانند ویروس یا باکتری، انتی‌میکروبیال، ضد عفونی‌کننده یا هر وسیله دیگری باشد. قرار گرفتن در معرض آفت‌کش‌ها با انواع مختلفی از سرطان‌ها مانند سرطان خون، سینه، پروستات، لوزالمعده، مغز، کبد و سایر انواع سرطان‌ها مرتبط است. در یک مطالعه مشخص شد که DDT⁷، کلوروفینول‌ها و آفت‌کش‌های گروه فنوکسی هر یکسید با لنفومای خون در ارتباط هستند. سرطان‌های مربوط به آفت‌کش‌ها تحت تأثیر آسیب DNA و استرس اکسیداتیو قرار دارند. آفت‌کش‌ها به طور کلی به چهار گروه اصلی تقسیم می‌شوند: آفت‌کش‌های مواد عضوی کلورین دار، آفت‌کش‌های عضوی فاسفور دار، کاربامیت‌ها و پایروتروئیدها (Luch A, 2005, p19).

آفت‌کش‌های مواد عضوی کلورین دار: آفت‌کش‌های کیمیاوی کلورین دار عضوی، ترکیباتی هستند که در ساختار خود دارای کلورین بوده و به صورت عضوی یا الیفاتیک هستند. این ترکیبات به طور کلی به سه گروه تقسیم می‌شوند (Amaral Mendes J.J, 2002, p781).

دای کلرودای فینایل ایتان مانند (DDT و متوکسی کلر)

سایکلو داین‌های کلورین دار (مانند آلدین و دیلدین)

بنزن‌های کلورین دار مانند (BHC و سیکلوهگزان‌ها)

این ترکیبات به دلیل پایداری بالا در محیط زیست، حل شدن در چربی‌ها و تجزیه بیولوژیکی کند، می‌توانند در اکوسیستم‌ها و موجودات زنده تجمع پیدا کرده و باعث بروز اثرات منفی شوند. به همین دلیل، استفاده از این ترکیبات در امریکای شمالی و اروپا ممنوع یا محدود شده است. همچنین، آفت‌کش‌های کیمیاوی کلورین دار عضوی می‌توانند تأثیرات منفی بر سیستم غدد درون ریز داشته باشند و باعث اختلال در عملیه رشد و نیز موجب بروز سرطان شوند (Amaral Mendes J.J, 2002, p781).

Mendes J.J, 2002, p781)

آفت‌کش‌های عضوی فاسفور دار و کاربامیت‌ها: آفت‌کش‌های عضوی فاسفور دار، یکی از گروه‌های بسیار سمی آفت‌کش‌ها هستند که به طور گسترده‌ای در زراعت استفاده می‌شوند. این ترکیبات به عنوان مواد سرطان‌زا شناخته شده‌اند و کاربامیت‌ها به ویژه در ایجاد تومورهای تایروئیدی نقش دارند (Luch A, 2005, p22).

پایرو تروئید‌ها: پایروتروئید‌ها، به دلیل ویژگی‌های ضد حساسیت بالا و سمیت کم برای پستانداران، از رایج‌ترین گروه‌های آفت‌کش‌ها هستند. با این حال، برخی از پایروتروئیدها می‌توانند باعث ایجاد

تومورهایی در ریه، تخمدان، کبد، کولون، تیروئید و غدد فوق کلیوی شوند و از این رو تأثیرات منفی بر سلامتی دارند (Luch A, 2005, p22).
دسته بندی آفت کش ها

آفت کش ها بر اساس هدف استفاده به ۹ گروه تقسیم می شوند که عبارتند از:

۱. حشره کش ها (برای مبارزه با حشرات)؛
۲. علف کش ها (برای مبارزه با علف های هرز)؛
۳. قارچ کش ها (برای مبارزه با قارچ ها)؛
۴. آکاریسیدها (برای مبارزه با کنه ها)؛
۵. جونذگی کش ها (برای مبارزه با جونندگان)؛
۶. نماتودکش ها (برای مبارزه با نماتودها) ؛
۷. نرم کش ها (برای مبارزه با نرم تنان) ؛
۸. باکتری کش ها (برای مبارزه با باکتری ها) ؛
۹. ویروس کش ها (برای مبارزه با ویروس ها) (Siegel D, 2000, p246).

آفت کش هایی که در زمین های زراعتی و یا در پارک ها و باغ ها استفاده می گردند، به اتموسفیر، آب، خاک و سپس به سایر موجودات منتقل و تغییر می یابند. موقعیت آفت کش ها در این چرخه به عوامل مختلفی مانند ویژگی های فیزیکی، ساختار کیمیاوی، روش های کاربرد و محیط بیرونی بستگی دارد. به عنوان مثال، بسیاری از آفت کش ها مفر هستند و بیش از ۸۰-۹۰٪ آن ها به دلیل تبخیر و پخش از بین می روند، در حالی که برخی از آن ها بر روی سطح نباتات و خاک باقی می مانند. آفت کش های موجود در هوا می توانند توسط باد برای مسافت های طولانی منتقل شوند و از طریق رسوب مرطوب دوباره به زمین برگردند. آفت کش هایی که بر روی سطح نباتات و خاک باقی می مانند، از طریق جریان سطحی یا نفوذ به خاک به منابع آبی زیرزمینی و دیگر منابع آبی می رسند. آفت کش هایی که از طریق جریان سطحی انتقال پیدا می کنند، در آب های سطحی، در ماهی ها و دیگر موجودات آبی تجمع کرده و موجب اثرات سمی می گردند. باقی مانده آفت کش ها در این موجودات از طریق زنجیره غذایی به انسان منتقل شده و باعث بروز سمیت مزمن می گردد. آفت کش هایی که در خاک باقی می مانند، تحت تأثیر نور خورشید به تجزیه فوتوکیمیایی می پردازند و توسط میکرو و مایکروارگانیزم ها در خاک تحت تجزیه بیولوژیکی قرار گرفته، همچنین برخی از این ترکیبات توسط کلوئید های خاک جذب و آفت کش های موجود در خاک، از طریق آب های کاپیلاری به سطح آمده و سپس دوباره به اتموسفیر منتقل می شوند

(Siegel D, 2000, p246)

نتیجه‌گیری

آلوده‌کننده‌های کیمیاوی به عنوان تهدیدی چندوجهی و رو به گسترش، پیامدهای گسترده‌ای برای محیط زیست، سلامت عمومی و امنیت غذایی دارند. اثرات این مواد نه تنها به سطح محلی محدود نمی‌شود، بلکه می‌تواند در سطح جهانی منجر به نابودی گونه‌ها، اختلال در منابع حیاتی، و افزایش نرخ بیماری‌ها شود. درک علمی دقیق از منابع، مسیرهای انتقال، و اثرات این ترکیبات، گامی اساسی برای کنترل و کاهش آن‌هاست.

مواد کیمیاوی یکی از مهم‌ترین پارامترهایی هستند که بر محیط زیست و صحت انسان تأثیر می‌گذارند. به دلایل مختلف، خطرات کیمیاوی موجود در محیط به‌طور مستقیم یا از طریق مواد غذایی به انسان‌ها منتقل شده و مشکلات جدی صحت، به‌ویژه اثرات سرطانزا، ایجاد می‌کنند. برای مقابله با این بحران، راهکارهایی مانند استفاده از تکنالوژی‌های پاک، تقویت نظام‌های نظارتی و ارزیابی محیط زیستی، تدوین قوانین سخت‌گیرانه برای دفع ذباله‌های کیمیاوی، و ترویج رویکرد‌های پایدار در زراعت و صنعت، ضروری است. همچنین باید بر آموزش عمومی، آگاهی‌رسانی و مسئولیت‌پذیری اجتماعی تأکید کرد تا مصرف مواد کیمیاوی با دقت و آگاهی بیشتری صورت گیرد.

در نهایت، حفاظت از محیط زیست در برابر آلودگی‌های کیمیاوی، نه تنها وظیفه دولت‌ها و سازمان‌ها، بلکه مسئولیتی همگانی است که به آینده زمین و بقای نسل‌های آینده گره خورده است.

منابع

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2008. *Toxicological Profile for Cadmium*. Department of Health and Human Services, Public Health service, Atlanta.
- Amaral Mendes J.J. (2002). *The endocrine disrupters: a major medical challenge*, *Food Chem. Toxicol.*, 40: 781–788.
- Ayhan K., 2000. *Gıdalarda bulunan mikroorganizmalar. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları* (2nd ed). Sim Matbaacılık Ltd. Şti. Ankara, 37-80.
- Bagal Kestwal D., Karve M.S., Kakade B., Pillai V.K., 2008. *Invertase inhibition based electrochemical sensor for the detection of heavy metal ions in aqueous system: application of ultra-microelectrode to enhance sucrose biosensor's sensitivity*. *Biosens. Bioelectron.*, 24:657–66.
- Carpenter D.O., Arcaro K.F., Bush B., 1998. *Human health and chemical mixtures: an overview*. *Environ Health Perspect*, 106:1263-1270.
- Chopra M., Schrenk D., 2011. *Dioxin toxicity, aryl hydrocarbon receptor signaling, and apoptosis-persistent pollutants affect programmed cell death*. *Crit. Rev. Toxicol.*, 41(4):292-320.
- Davidson P.W., Myers G.J., Weiss B., 2004. *Mercury exposure and child development outcomes*. *Pediatrics*, 113:1023-29.
- Dereci S.E., 2010. *Ranitidin ve Naproksen'in Koagülasyon ile Giderim Özelliklerinin İncelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği ABD, Adana.
- Diaz Cruz M.S., Barceló D., 2008. *Trace organic chemicals contamination in ground water recharge*. *Chemosphere*, 72:333-342.
- Güler Ü.A., Kundakçı Ö., 2014. *Dioksin ve benzeri bileşiklerin insan ve çevre sağlığına etkileri*. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4 (1):71-75.
- Güner U., 2014. *Toksikoloji ders notları*, Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji, Edirne, 140.
- Heberer T., 2002. *Tracking persistent pharmaceutical residues from municipal Sewage to drinking water*. *J. Hydrol.*, 266:175-189.
- Kahvecioğlu Ö., Kartal G., Güven A., Timur, S., 2003. *Metallerin çevresel etkileri*. TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Dergisi, 136:47-53.
- Kearney G.D., Kan H.D., Sheps D.S., 2013. *Studying the effects of polycyclic aromatic hydrocarbons on peripheral arterial disease in the United States*. *Sci. Total Environ.*, 461:341-347.

- Korucu M.K., Karademir A., 2010. *A review of pcdd/fs levels in environmental samples and analysis*. Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma, 28:150-171.
- Kushi L.H., Byers T., Doyle C., Bandera E.V., McCullough M., McTiernan A., 2006. *American Cancer Society Nutrition and Physical Activity Guidelines Advisory Committee. American Cancer Society guidelines on nutrition and physical activity for cancer prevention: Reducing the risk of cancer with healthy food choices and physical activity*. CA Cancer J Clin., 56:254-81.
- Lamichhane S., Bal Krishna K.C., Sarukkalige R., 2016. *Polycyclic aromatic hydrocarbons (pahs) removal by sorption: A Review*. Chemosphere, 148:336-353.
- Lapworth D.J., Baran N., Stuart M.E., Ward R.S., 2012. *Emerging organic contaminants in groundwater: a review of sources, fate and occurrence*. Environ. Pollut., 163:287-303.
- Luch A., Baird W.M., 2005. *Carcinogenic Effects Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Metabolic Activation and Detoxification of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*. Ed: A. Luch. Imperial College Pres. USA, 19-96.
- Pal A., Gin K.Y., Lin A.Y., Reinhard M., 2010. *Impacts of emerging organic contaminants on freshwater resources: review of recent occurrences, sources, fate and effects*. Sci. Total Environ., 408:6062-6069.
- Rodriguez C., McCullough M.L., Mondul A.M., Jacobs E.J., Chao A., Patel A.V., 2006. *Meat consumption among black and white men and risk of prostate cancer in the Cancer Prevention Study II Nutrition Cohort*. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev., 15:211-216.
- Şenel Ş., 2010. *Ağır metallerin çevresel etkileri*. SDUGEO, 1-3.
- SEPA, 2008. *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (Pahs) Fact Sheet. National Center For Environmental Assessment. Office of Research and Development, Washington, DC*.
- Shin K.H., Kim K.W., Ahn Y., 2006. *Use of biosurfactant to remediate phenanthrene-contaminated soil by the combined solubilization biodegradation process*. J. Hazard. Mater., 137:1831-1837.
- Siegel D., Ross D., 2000. *Immunodetection of NAD(P)H:quinone oxidoreductase 1(NQO1) in human tissues*. Free Radic. Biol. Med., 29:246-253.
- Tekaya N., Saiapina O., Ben Ouada H., Lagarde F., Ben Ouada H., Jaffrezic Renaul N., 2013. *Ultra-sensitive conductometric detection of heavy metals based on inhibition of alkaline*

- phosphatase activity from Arthrospira platensis.*
Bioelectrochemistry, 90:24-29.
- Tunçok Y., 2008. *İçme suyunda ağır metaller ve insan sağlığına etkileri* <http://izmir.kalder.org>
- Üçüncü M. Gıdaların Ambalajlanması, 2010. *Ege Üniversitesi Basım Evi*, İzmir, Türkiye, 656-679.
- Valko M., Morris H., Cronin M.T.D., 2005. *Metals, toxicity and oxidative stres.* Curr. Med. Chem., 12:1161–1208.