

چندسالی است که در کشورهای پیشرفته، موج جدیدی در خصوص آلودگی آب‌ها به ترکیبات دارویی آغاز شده است؛ یعنی گفته می‌شود که ترکیبات دارویی از طریق فاضلاب شهری و کشاورزی و کارخانه‌های داروسازی و بیمارستان‌ها و نیز شیرابه مراکز دفن زباله، وارد آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شوند که در نهایت به آب‌های شرب راه خواهند یافت و می‌توانند تأثیرات نامطلوبی بر انسان و محیط‌زیست داشته باشند؛ از این‌رو تهدیدی برای انسان‌ها و جانداران خشکی و آبی به شمار می‌آیند. درباره این ترکیبات دارویی می‌توان به آنتی‌بیوتیک‌ها، کاهش‌دهنده‌های درد، دارو برای کاهش کلسترول، داروهای روان‌درمانی، داروهای کنترل تولد، مواد مختل‌کننده غدد درون‌ریز و ترکیبات هورمونی مثل استروژن‌ها و آندروژن‌ها و حتی ترکیبات موجود در لوسیون‌ها و کرم‌های محافظتی پوست هم اشاره کرد.

زمینه‌وتاریخچه

در سال ۱۹۶۵ اقایان «استوم-زولینگر» و «فیر» از دانشگاه هاروارد، اولین گزارش را در زمینه عدم حذف هورمون‌های استرویدی در عملیات تصفیه فاضلاب منتشر کردند. «تاپک» و «بانچ» در مقاله‌ای که در سال ۱۹۷۰ منتشر شد، به بررسی عاقبت هورمون‌های انسانی در فرایندهای تصفیه فاضلاب پرداختند و بیان کردند «چون هورمون‌ها در مقادیر بسیار کم نیز از لحاظ فیزیولوژیک فعال هستند، مهم است تعیین شود که استرویدها تا چه حد قابلیت تجزیه بیولوژیکی دارند.» البته از اوایل دهه ۱۹۴۰ اندشمندان آگاه بودند که بعضی از ترکیبات شیمیایی خاص می‌توانند رفتار استروژن‌ها و آندروژن‌ها را تقلید کنند. در ۱۹۷۷ محققان دانشگاه کانزاس اولین مقاله مشخص در زمینه خروج ترکیبات دارویی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب را منتشر کردند.
بالین‌حال، برخلاف وجود چنین تحقیقات قدیمی‌ای، موضوع ترکیبات دارویی و استروئیدها در خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب تا دهه ۱۹۹۰ موردتوجه زیادی قرار نگرفت. در این دهه بود که وجود هورمون‌های استرویدی طبیعی و مصنوعی در فاضلاب‌ها، به موضوع تأثیر بر تولیدمثل ماهی‌ها در بعد از محل تخلیه خروجی فاضلاب ربط داده شد. پس از یافتن اولین ارتباط بین آلاینده‌های ناچیز موجود در فاضلاب (کمتر از میکروگرم بر لیتر) با تأثیرات اکولوژیکی در آب‌های پذیرنده، تحقیقات زیادی درباره وجود این آلایندها انجام و درنتیجه وجود ترکیبات دارویی و هورمون‌های استرویدی در بسیاری از آب‌های جهان اثبات شد. وجود این ترکیبات در آب‌های کشورهای اروپا و روسیه نیز اثبات شده است. یکی از دلایل اصلی این آلودگی وسیع، تخلیه فاضلاب‌های شهری به منابع پذیرنده تشخیص داده شد؛ چون در این تصفیه‌خانه‌ها، ترکیبات آلی به‌طور کامل حذف نمی‌شوند. استفاده غیرمستقیم از این سپاب‌ها برای شرب، چه به صورت برنامه‌ریزی‌شده و چه به صورت برنامه‌ریزی‌نشده، مربوط به زمانی است که سیاب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب قسمت مهمی از دبی آب پذیرنده را به خود اختصاص دهد. در بسیاری از نقاط جهان، آب‌های سطحی (که قسمت اعظم آن را این فاضلاب‌ها، خروجی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب تشکیل می‌دهد)، به‌عنوان منبع اصلی آب ورودی به تصفیه‌خانه‌های آب شرب شهرهای پایین‌دست نقش آفرینی می‌کنند.
نباید از یاد برد که توسعه پایدار آب در سطح جهان، به استفاده مجدد و مؤثر از آب‌ها وابسته است. به‌خصوص استفاده مجدد از فاضلاب، تأثیرات تخلیه این سپاب‌ها بر آب‌های سطحی و زیرزمینی و راندمان حذف آلایندهای باقی‌مانده توسط فرایندهای مرسوم و پیشرفته تصفیه آب شرب به دست آید. تعداد زیادی از مقالات منتشرشده در سطح جهان، عاقبت مقادیر ناچیز هورمون‌ها و ترکیبات دارویی در فرایندهای تصفیه آب را بررسی کرده‌اند. باید متذکر شد که توانایی یک فرایند خاص در حذف ترکیبات آلی، وابستگی شدیدی به ساختمان و غلظت آن آلاینده دارد. به علاوه پارامترهای عملیاتی آن فرایند خاص (مثل مقدار اکسیدکننده و زمان تماس)، تعیین‌کننده میزان کاهش آن آلاینده خاص است.

چه‌برسرداروهای آید؟

داروها ابتدا به مصرف انسان، دام‌ها و حیوانات خانگی می‌رسند که در ادامه مقادیری از آن وارد فاضلاب‌های شهری و کشاورزی می‌شود. داروهای مصرف‌نشده نیز یا مستقیماً وارد شبکه‌های فاضلاب شده یا دور ریخته شده و از مراکز دفن زباله سر در می‌آورد. در تحقیقی که در آمریکا انجام شده است، حدود ۴۵ درصد مردم اظهار کرده‌اند که داروهای مزاد بر نیاز خود را به سطل زباله می‌اندازند و ۲۸ درصد مردم داروهای مزاد را در شبکه فاضلاب می‌ریزند و ۱۲ درصد از مردم آنها را در خانه نگاه می‌دارند و پنج درصد نیز به داروخانه‌ها بر می‌گردانند و پنج درصد مردم آنها را به مراکز خاص زباله‌ها خطرناک تحویل می‌دهند. این آمار بیانگر ضرورت اجرای برنامه‌های فرهنگی خاص برای ایجاد نظام بازپس‌گیری دارو در کشورهاست تا در همین شروع امر، از آلودگی‌های بعدی آنها جلوگیری کرد. هرچند بسیاری از کشورها درحال‌حاضر نیز چنین برنامه‌هایی دارند و بعضی از ایالات‌های آمریکا نیز در این امر از بقیه پیشی گرفته‌اند. البته باید متوجه بود که بیمارستان‌ها و مراکز درمانی به همراه کارخانه‌های داروسازی، از مراکز مهم انتشار ترکیبات دارویی در محیط زیست به شمار می‌روند. برای بیمارستان‌ها شاخص میزان

مشکلات زیست محیطی ورود ترکیبات شیمیایی داروها به منابع آب

داروهایی که به جای درمان، بیمار می‌کنند

دکتر علی تراپیان * . عبدالله مصطفایی **



مصرف دارو به ازای هر تخت در سال معادل دوهزارو ۳۰۰ گرم در نظر گرفته می‌شود و میزان فاضلاب تولیدشده در هر سال به ازای هر تخت نیز رقم ۲۲۷ هزارو ۶۵۰ لیتر برآورد شده است که با محاسبه‌ای سرانگشتی می‌توان دید که غلظت ترکیبات دارویی در فاضلاب بیمارستان بالغ بر ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر خواهد بود. درخصوص میزان تأثیر کارخانجات داروسازی نیز یک تحقیق بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۹ از سوی «USGS» روی سه تصفیه‌خانه فاضلاب انجام شد. ۲۰ درصد از فاضلاب ورودی به دو تصفیه‌خانه، ۲۰ درصد در کارخانجات دارویی جریان می‌یافت، ولی تصفیه‌خانه سوم ارتباطی با کارخانجات دارویی نداشت. در تصفیه‌خانه‌ای که به این کارخانجات مربوط نبود، به‌ندرت غلظت یک ترکیب دارویی از یک میکروگرم در لیتر تجاوز می‌کرد، ولی در تصفیه‌خانه‌های مرتبط با کارخانجات دارویی، غلظت ترکیبات بین دو تا ۴۰۰ میکروگرم در لیتر متغیر بود.

عوارض حضور ترکیبات دارویی در آب‌ها

مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها از اولین تأثیرات باقی‌مانده ترکیبات دارویی بر انسان ذکر شده است. به تازگی وزیر بهداشت کشورمان نیز در سخنان خود در نخستین روز مجمع جهانی بهداشت در ژنو، بر نگرانی جنبش عدم تعهد از شیوع مقاومت داروهای آنتی‌باکتری نیز و خطرهای بالقوه عظیم آن برای دستاوردهای جهانی سلامت عمومی و نیز نیاز فوری به اقدام جهانی برای مواجهه با این خطر، تأکید کرد.
دراین‌باره، گفته شده است ۲۵ درصد از میکروب‌های مولد اسهال‌های عفونی به آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم شده‌اند. البته نباید فراموش کرد که اگرچه یک ترکیب به صورت منفرد دارای تأثیری خاص است، ولی زمانی که در کنار دیگر ترکیبات بر بدن اثر می‌گذارد، تأثیرات آن تصاعدی خواهد بود و مضاعف می‌شود.
درادامه این توان از تغییر فشارخون، تأثیرات هورمونی و جنسی، کمک به رشد سرطان‌ها، اختلال در عملکرد غدد درون‌ریز، ایجاد تغییرات ژنتیکی در جانداران دریاها و خشکی به‌عنوان دیگر تأثیرات این ترکیبات

نام ببرد. قابل ذکر است پژوهش تازه‌ای که در مجله «نیچر» منتشر شد، انقراض سلسلی از کرکس‌ها در هند و پاکستان را به داروی صددرد دیکلوفناک نسبت داده است که از راه شکار حیوانات اهلی (که این دارو در بدن آنها تجمع کرده بود)، وارد بدن آنها شده و از راه تخریب بافت کبد، آنها را منقرض کرده است. البته به‌تازگی، کاهش نسلی انواع عقاب در اروپا و آفریقا را نیز به این دسته داروهای صددرد نسبت داده‌اند.
به دلیل اهمیت ذخایر ماهی‌های دریایی برای بسیاری از کشورهای اروپایی و آمریکایی، تأثیر متفاوت این ترکیبات بر ماهی‌های مختلف، یکی از موضوعات پژوهشی آنان به شمار می‌رود.

کمبود آب واستفاده مجدد

با توجه به افزایش جمعیت و کمبود منابع آب از یک سو و افزایش خشک سالی‌ها و نیز تأثیرات گرمایش جهانی بر منابع آب از سوی دیگر، کشاورزان در سطح جهان مجبور به استفاده از فاضلاب‌های تصفیه‌شده برای کشاورزی شده‌اند. برای کشورهایی که از فاضلاب تصفیه‌شده برای آبیاری مزارع استفاده می‌کنند، موضوع باقی‌مانده مواد دارویی بسیار حائز اهمیت است. به تازگی در تحقیقی که در یکی از کشورهای منطقه انجام

شده است، مردم به دو دسته تقسیم شدند؛ به یک گروه، سبزیجات و فلفل پرورش‌یافته با فاضلاب تصفیه‌شده دادند و همین مواد ولی پرورش‌یافته با آب معمولی در هر سال به ازای هر تخت نیز رقم ۲۲۷ هزارو ۶۵۰ لیتر برآورد شده است که با محاسبه‌ای سرانگشتی می‌توان دید که غلظت ترکیبات دارویی در فاضلاب بیمارستان بالغ بر ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر خواهد بود. درخصوص میزان تأثیر کارخانجات داروسازی نیز یک تحقیق بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۹ از سوی «USGS» روی سه تصفیه‌خانه فاضلاب انجام شد. ۲۰ درصد از فاضلاب ورودی به دو تصفیه‌خانه، ۲۰ درصد در کارخانجات دارویی جریان می‌یافت، ولی تصفیه‌خانه سوم ارتباطی با کارخانجات دارویی نداشت. در تصفیه‌خانه‌ای که به این کارخانجات مربوط نبود، به‌ندرت غلظت یک ترکیب دارویی از یک میکروگرم در لیتر تجاوز می‌کرد، ولی در تصفیه‌خانه‌های مرتبط با کارخانجات دارویی، غلظت ترکیبات بین دو تا ۴۰۰ میکروگرم در لیتر متغیر بود.

پژوهش برای حل مشکل

تاکسون در بسیاری از کشورهای جهان و به‌ویژه کشورهای پیشرفته، تحقیق‌های فراوانی درباره ترکیبات دارویی و تأثیرات آن بر انسان و محیط‌زیست انجام شده است که به مواردی از آنها در ابتدای مقاله اشاره کردیم. جالب آن است سازمان بهداشت جهانی نیز نسبت به این موضوع بی‌تفاوت نیست و تحقیق مفصلی را دراین‌باره انجام داده و نتیجه این تحقیق را در اختیار عموم کشورها قرار داده است. کشور آمریکا نیز از این‌گونه تحقیقات بی‌نصبی نمانده است. در آمریکا دو تحقیق ملی بزرگ دراین‌باره انجام شده است که در اولین تحقیق سازمان «USGS»، تعداد ۱۳۹ مسیر آبی را برای شناسایی ۹۵ ترکیب دارویی مورد بررسی قرار داد و حاصلش این بود که وجود ترکیبات مذکور در ۸۰ درصد این آب‌ها مثبت اعلام شد. شاید بتوان گفت که تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به سنجش حدود ۵۰ ترکیب دارویی را از نتایج این بررسی دانست، هرچند هنوز مقادیر استاندارد برای آنها اعلام نشده است.

را بنیاد تحقیقاتی «AWWA» روی آب‌های ورودی و خروجی ۲۰ تصفیه‌خانه آب این کشور انجام داد تا علاوه بر شناسایی ترکیبات در این آب‌ها، روش‌های ممکن برای تصفیه آب آشامیدنی را نیز در سه مقیاس آزمایشگاهی، پایلوت و نیز در مقیاس تصفیه‌خانه‌های واقعی مورد مقافه قرار دهد تا بتواند راهنمایی‌های لازم را به تصفیه‌خانه‌های آب این کشور برای تجهیز بیشتر و بهتر آنها انجام دهد. در این تحقیق بزرگ مشخص شد ترکیب «DEET»، کاربامازپین، دیلاتین و سولفامتوکسازول در بیش از ۸۵ درصد آب‌های ورودی به تصفیه‌خانه‌های آب مورد بررسی وجود دارد. دیگر نتایج حاصله را می‌توان به صورت زیر ذکر کرد:

فرایندهای انعقاد، لخته‌سازی و فیلتراسیون تأثیر بسیار کمی بر حذف این مواد دارند.

– روش تابش UV به‌تنهایی، تقریبی بی‌تأثیر گزارش شده است.

– روش ازن‌زی بسیار مؤثر بوده است.

– به‌کارگیری کربن فعال «GAC» روش مؤثری برای حذف این ترکیبات است به شرط آنکه احیا و تعویض این کربن فعال به‌موقع انجام شود. ضمناً آلاینده‌های محلول در

آب می‌توانند با این مواد رقابت کرده و کربن فعال را سریع‌تر اشباع کنند.

– استفاده از اسمز معکوس باعث حذف ترکیبات موردنظر می‌شود. ولی هنگام استفاده از الترافیلتراسیون و میکروفیلتراسیون تأثیر مناسبی بر حذف آلاینده‌ها مشاهده نشد.

– فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته (AOP) از روش‌های موفق در این عرصه بوده‌اند.

نکته مهم قابل‌ذکر آن است که طی سالیان اخیر استفاده از ازن در تصفیه‌خانه‌های آب آمریکا رشد بسیار شدیدی داشته است. در همین ارتباط شاید بتوان این رشد شدید را به حضور فراینده ترکیبات نوظهور و جدید ربط داد چون تزریق ازن از ارزان‌ترین روش‌های کاهش این مشکل نیز شناخته شده است. در نتایج تحقیق دیگری ذکر شده است که هزینه اضافی ناشی از تزریق ازن حدود ۰۰۰۶ یورو به ازای هر مترمکعب آب است که البته با توجه به امکان ساخت تجهیزات تولید و تزریق ازن در داخل کشور، می‌توان هزینه‌های مربوطه را کاهش داد. به علاوه نصب این سیستم باعث بهبود شاخص‌های بهداشتی و شیمیایی آب برای مصرف‌کنندگان نیز خواهد شد.

چالشی به‌نام اندازه‌گیری وستنجش

کارشناسان معتقدند که یکی از دلایل پررنگ‌شدن این موضوع در سال‌های اخیر همانا توسعه روش‌ها و دستگاه‌های جدید شناسایی ترکیبات پیچیده در مقادیر بسیار کم بوده است که محققان را قادر کرده است به پژوهش‌های خود عمق بیشتری ببخشند و از افزایش دقت دستگاه‌ها، بیشترین بهره را ببرند که این موضوع در گذشته امکان‌پذیر نبوده است. حال به نظر می‌رسد با توجه به سهولت شناسایی این‌گونه ترکیبات، باید همت مضاعفی نیز معطوف ارائه روش‌های مؤثر و نوین برای زدودن و حذف این ترکیبات از منابع آبی شود.

براین‌اساس ضروری به نظر می‌رسد که هر کشوری پروتکل‌های خود را در زمینه نمونه‌برداری و روش آنالیز این‌گونه ترکیبات، تهیه کرده و در دوره‌های زمانی مناسب بازبینی و روزآمد کند تا جواب‌های حاصله، قابلیت استناد بیشتری داشته باشد.

رسانه‌ها به‌عنوان یک بازوی مؤثر

در این خصوص بد نیست به فعالیت رسانه‌ها اشاره کرد. امروزه رسانه‌های بسیاری از کشورهای پیشرفته، خود را موظف به انجام وظیفه اجتماعی در زمینه‌های زیست‌محیطی دانسته و هرازچندگاهی، به یک موضوع غامض محیط‌زیستی توجه و درباره آن تحقیق می‌کنند. تلاش‌های زیست‌محیطی نشریاتِ مثل نیویورکتایمز و شاتینتیفیک‌امریکن را می‌توان در این راستا ارزیابی کرد. خبرگزاری آسوشیئیتدپرس یک تحقیق بسیار گسترده و وسیع در مورد آب آشامیدنی ۲۴ شهر بزرگ آمریکا انجام داد و به حجم بسیار زیادی از مواد شیمیایی موجود در منابع آب این شهرها دست یافت. این تحقیقات پنج‌ماهه از ۶۲ منطقه شهری پرجمعیت و ۵۱ منطقه شهری کوچک‌تر انجام شد. «جف دان» به‌عنوان یکی از اعضای این تحقیق می‌گوید: «ما ابتدا تحقیقات معروفی را که در نشریات به‌کرات چاپ شده بود، بررسی کردیم و سپس تحقیق مدنظر خودمان را انجام دادیم». در این تحقیق معلوم شد در نیویورک نشانه‌هایی از داروهای مسکن، در فیلادلفیا چندین نوع ماده دارویی، در دنور انواع آنتی‌بیوتیک‌ها، در لاس‌وگاس و کالیفرنیا چند داروی ناشناخته، در لوئیزیول و کنتاکی داروی اپیورفون، در مبلوای یک دارو و در مینیاپولیس یک داروی خاص تشخیص داده شده است. «دان» می‌افزاید: «به نظر من عجیب‌ترین مسئله، وسعت حضور این مواد در سراسر آمریکاست. این‌طور نیست که شما فکر کنید این مسئله فقط مربوط به شمال‌شرقی می‌شود یا این مشکل فقط در کالیفرنیا وجود دارد یا مختص به شهرهای بزرگ است، نه این‌طور نیست. محل‌هایی در غرب مرکزی وجود دارد که این مواد دارویی در همه مناطق آن یافت می‌شود و عجیب‌تر اینکه در مناطق شهری با جمعیت کمتر هم یافت می‌شود».

پیشنهادهایی برای خودمان

– اجرای برنامه مدیریت مصرف و بازپس‌گیری و دفع داروها توسط هلال‌احمر یا شرکت‌های دارویی و داروخانه‌ها

– مذاکره به داروسازان داخلی برای تولید داروهایی با خواصی جدید برای تصفیه بهتر در تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب

– الزام به نصب سیستم تزریق ازن برای سیاب خروجی از کارخانه‌های تولید مواد دارویی و بیمارستان‌ها و مراکز درمانی و تعیین شاخص‌های جدید در این خصوص برای این‌گونه مراکز

– تعیین فهرست ترکیبات دارویی اولویت‌دار از لحاظ مقدار و ریسک برای اندازه‌گیری دوره‌ای در منابع آب و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و آب

– بررسی الزام به استفاده از پیش ازن‌زنی در تمامی تصفیه‌خانه‌های آب کشور

– اندازه‌گیری باقی‌مانده ترکیبات دارویی در تمامی فصول در منابع آبی، رسوبات، خاک‌ها و جانوران

– خشکی و آبی‌زی کشور

– الزام به نصب سیستم تزریق ازن برای سیاب خروجی از کارخانه‌های تولید مواد دارویی و بیمارستان‌ها و مراکز درمانی و تعیین شاخص‌های جدید در این خصوص برای این‌گونه مراکز

– تعیین فهرست ترکیبات دارویی اولویت‌دار از لحاظ مقدار و ریسک برای اندازه‌گیری دوره‌ای در منابع آب و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و آب

– بررسی الزام به استفاده از پیش ازن‌زنی در تمامی تصفیه‌خانه‌های آب کشور

– اندازه‌گیری باقی‌مانده ترکیبات دارویی در تمامی فصول در منابع آبی، رسوبات، خاک‌ها و جانوران

– خشکی و آبی‌زی کشور

دریچه

داروها در محیط زیست آلاینده‌های شبه‌پایدار

ثریا رسولی

آنتی‌بیوتیک‌ها به طور گسترده در پزشکی به‌منظور پیشگیری و درمان عفونت‌های میکروبی به کار برده می‌شوند. در دامپزشکی آنتی‌بیوتیک‌ها برای درمان و کنترل عفونت‌ها و همچنین برای مصارف تغذیه‌ای و به‌عنوان مکمل غذایی در حیوانات کاربرد دارند. در کشاورزی نیز از آنتی‌بیوتیک‌ها برای کنترل بیماری‌ها در گیاهان، پرورش آبزیان در طول فرایند پرورش و برای درمان و افزایش تولید، استفاده می‌کنند. آنتی‌بیوتیک‌ها می‌توانند به میزان کم یا زیاد به‌وسیله انسان یا حیوانات در کبد متابولیزه شوند. آن بخش از دارو که متابولیزه نشده باشد، بدون تغییر وارد محیط زیست می‌شود و به‌عنوان ترکیب فعال در برخی مواقع می‌تواند نسبت به ترکیب اولیه سمی‌تر باشد. آنتی‌بیوتیک‌ها از طریق تخلیه فاضلاب‌ها و سیاب‌های صنایع داروسازی، فاضلاب‌های انسانی و فاضلاب‌های حیوانی، بیمارستان‌ها، دامپزشکی‌ها، دفع نادرست زائدات دارویی از خانه‌ها و استفاده از کودهای کشاورزی تهیه‌شده از فضولات حیوانات، به محیط‌زیست و به‌طور عمده محیط‌های آبی وارد می‌شوند. این ترکیب‌ها سبب صدمات جبران‌ناپذیر محیط زیستی می‌شوند به‌طوری‌که در خاک رسوب می‌کنند و در صورت جاری‌شدن رواناب‌ها از روی خاک، در آب‌های سطحی و زیرزمینی ماندگار می‌شوند و درنهایت به تصفیه‌خانه آب آشامیدنی راه می‌یابند. از جمله اثرهای مخرب حضور آنتی‌بیوتیک‌ها در محیط‌زیست می‌توان از اثر آن بر فرایند سیستم‌های تصفیه فاضلاب، زندگی آبزیان و انسان اشاره کرد. در اثر حضور آنتی‌بیوتیک‌ها، فعالیت باکتری‌های فاضلاب مهار می‌شود و این امر می‌تواند بر تجزیه مواد آلی اثرگذار باشد. آنتی‌بیوتیک‌ها در تأسیسات فاضلاب تا حدی حذف می‌شوند و باقی‌مانده این ترکیب‌ها درنهایت به آب‌های سطحی وارد می‌شود و ممکن است ارگانسیم‌های مختلف زنجیره غذایی را تحت‌تأثیر قرار دهد. انسان‌ها از طریق مصرف داروهای خوراکی یا مصرف غیرمستقیم (استفاده از سبزیجات یا فراورده‌های حیوانی)، این ترکیب‌ها را دریافت می‌کنند و در معرض اثرهای خطرناک این ترکیب‌ها قرار می‌گیرند. بقایای آنتی‌بیوتیک‌های مورد استفاده در دامپزشکی ممکن است به فراورده‌های لبنی منتقل شود. اگرچه مقدار این مواد دارویی که از طریق مصرف شیر به انسان منتقل می‌شود، اندک است، اما مصرف درازمدت مواد لبنی می‌تواند مسئله‌ساز باشد. تحقیقات نشان داده است که کودهای حیوانی می‌توانند سبب انتشار آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک و دریافت آن به‌وسیله گیاهان شوند. وجود برخی آنتی‌بیوتیک‌ها در آب‌های سطحی و سبزیجاتی که از رسوبات جذب کرده است نیز در معرض این مواد قرار می‌گیرد. در سال‌های اخیر به‌همراه رشد فراینده جمعیت، گسترش صنعت و کشاورزی و کمبود آب سالم در جهان، ضرورت تصفیه و بازآبایی آب‌های مصرفی اهمیت زیادی پیدا کرده است. روش‌های مختلفی برای حذف آنتی‌بیوتیک‌ها وجود دارد که با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ماده موردنظر انتخاب می‌شود. از جمله روش‌های که تاکنون برای حذف آنتی‌بیوتیک‌ها به کار رفته است، استفاده از حذف بیولوژیکی، استفاده از انواع جاذب‌ها، فرایندهای غشایی و فرایندهای اکسایش پیشرفته بوده است. اثرات داروها بر محیط زیست را می‌توان با بالابردن کیفیت داروها، کنترل مصرف زیاد داروها، درنظرگرفتن مکان‌ها و محل‌های مناسب جهت دفع آلاینده‌های دارویی، ارتقای سطح آگاهی افراد جامعه، تجویز مناسب دارو و اصلاح فرهنگ فعلی مصرف

کاهش داد.

رو به فردا

جدیدترین گزارش منتشرشده درباره سلامت تراریخته‌ها محصولات مهندسی ژنتیک بار دیگر تأیید شدند

در جدیدترین گزارش منتشرشده درخصوص سلامت و ایمنی محصولات مهندسی ژنتیک، سلامت این محصولات بار دیگر مورد تأیید قرار گرفت. کارشناسان و متخصصان سازمان بهداشت جهانی و سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (فانو) درخصوص بررسی اثرات باقی‌مانده علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها از تاریخ ۱۳ تا ۱۳ ماه می ۲۰۱۶ (۲۰۲۴ اردیبهشت ۱۳۹۵) در ژنو سوئیس یک نشست مشترک برگزار کردند. در این نشست، بعد از ارزیابی‌ها و بررسی‌های گسترده روی سلامت محصولات تراریخته و اثرات باقی‌مانده گلایفوسیت در انواع محصولات کشاورزی، غذای انسان و محیط‌زیست، اعلام شد که میزان گلایفوسیت مورد استفاده در غلظت‌های کشاورزی، سرطان‌زا نیست و مقدار گلایفوسیت مورد استفاده در گیاهان تراریخته نیز مطمئن و غیرسرطان‌زااست. گلایفوسیت، ماده مؤثره علف‌کش محبوب رانداپ است. پیش‌تر، سازمان بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) تأیید کرده بود که اثرات سرطان‌زایی گلایفوسیت در محصولات تراریخته ثابت نشده است و به بررسی‌های بیشتری نیاز دارد، اما اکنون حاصل این نتایج و پژوهش‌های منتشرشده در سازمان بین‌المللی تحقیقات سرطان در دسترس همگان قرار دارد.

انجمن CropLife آمریکا (CLA) و انجمن حمایت از محصول در این کشور نیز با تأیید نتایج و بررسی‌های گروه کارشناسی ارزیابی اثرات علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها در سازمان بهداشت جهانی و سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد و براساس یافته‌های قبلی کارشناسان جهان از جمله اتحادیه اروپایی، ایالات متحده، ژاپن و کانادا با اعلام این خبر که گلایفوسیت مورد استفاده در محصولات تراریخته سرطان‌زا نیست، سلامت محصولات تراریخته را بار دیگر تأیید کرد. همچنین سازمان ایمنی غذایی اتحادیه اروپا (EFSA) در بررسی‌های جامعی که درخصوص سلامت محصولات تراریخته و بیماری‌زایی و سرطان‌زایی گلایفوسیت انجام داد، در نوامبر ۲۰۱۵ ضمن تأیید سلامت محصولات تراریخته، اعلام کرد که گلایفوسیت سرطان‌زا نیست و برای انسان خطری ندارد.

آکادمی علوم، مهندسی و پزشکی آمریکا نیز طی گزارشی سلامت محصولات تراریخته را تأیید کرده است. در جدیدترین گزارش این آکادمی که حاصل بررسی ۹۰۰ پژوهش و مطالعه جدید آکادمی علوم، مهندسی و پزشکی آمریکا در سال ۲۰۱۶ است، بار دیگر سلامت و مزایای فراوان محصولات تراریخته به اثبات رسید. حاصل این گزارش جدید نیز نشان می‌دهد که ادعاهای وجود مخاطرات در محصولات تراریخته درست نیست و تولید و مصرف محصولات مهندسی ژنتیک، هیچ‌گونه اثرات منفی و سرطان‌زایی و آسیب‌رسانی برای انسان یا محیط‌زیست اثر ندارد.

در این پژوهش دقیق، کشت، تولید، مصرف و تأثیر انواع محصولات تراریخته روی سلامت انسان، محیط‌زیست و کشاورزی و سایر جانوران مورد بررسی قرار گرفته و نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که هیچ‌گونه رابطه‌ای بین بیماری‌زایی یا سرطان‌زایی و محصولات تراریخته وجود ندارد. این نتایج از بیش از ۶۰ آزمایش و مطالعه که به طور ویژه روی سمیت محصولات تراریخته انجام شد، به دست آمده است.

از اولین سال تولید محصولات مهندسی ژنتیک تا به امروز، گزارش‌های مستند و متعددی درخصوص سلامت محصولات تراریخته منتشر شده است. برجسته‌ترین این گزارش‌ها مربوط به سازمان بهداشت جهانی، سازمان تجارت جهانی، سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد و سازمان ایمنی غذایی اتحادیه اروپا هستند که همگی آنها سلامت محصولات تراریخته را تأیید می‌کنند. یک گزارش مهم دیگر در اثبات سلامت محصولات تراریخته، گزارش اتحادیه اروپاست. این گزارش طی ۱۰ سال، جنبه‌های مختلف ایمنی محصولات تراریخته را بررسی کرده و در نهایت بر سلامت این محصولات مهر تأیید زده است.

گروه PG Economics کشور انگلستان نیز در پژوهش‌های خود که طی ۲۰ سال روی محصولات مهندسی ژنتیک انجام شده است، ضمن نشان دادن مفاصل و مزایای اقتصادی این محصولات، سلامت محصولات تراریخته برای انسان و محیط‌زیست را مورد تأیید قرار داد.

نتایج یک پژوهش ۲۰ساله که در مجله Journal of Agricultural and Food Chemistry and منتشر شده است، نشان داد که محصولات مهندسی ژنتیک، علاوه بر دانش کیفیت و کمیت بالا، محصولات سالمی هستند که هیچ‌گونه تأثیر سونی بر سلامت انسان و محیط‌زیست ندارند. این مقاله ضمن اشاره به بررسی موارد ادعا شده مبنی بر عدم سلامت این محصولات، بر بی‌اساس‌بودن موارد ادعا شده نگرانی از محصولات تراریخته، آورده است که تمام رویدادهای تراریخته توسط سازمان غذا و داروی آمریکا به طور کاملاً دقیق و کارشناسانه ارزیابی می‌شوند. همچنین تمام رویدادهای تراریخته، توسط قوانین سخت‌گیرانه کشور ژاپن قبل از راهسازی به طور دقیق از جنبه‌های مختلف زیست‌محیطی و سلامتی نیز بررسی می‌شود.

نتایج پژوهش ۱۵ساله‌دیگرکه‌درمجلهprogreinphysicalgeography در ژانویه ۲۰۱۳ منتشر شد، نشان می‌دهد که محصولات مهندسی ژنتیک به دلیل مزایای فراوانی که دارند، در آینده جانشین محصولات مشابه سنتی خواهند می‌شوند. براساس نتایج این مقاله، کشت محصولات تراریخته، به افزایش عملکرد و کنترل آفات و علف‌های هرز منجر می‌شود. در عرصه زیست‌محیطی نیز کاهش استفاده از آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها باعث افزایش سلامت کشاورزان و حفظ محیط‌زیست شده است.

گزارش مجله Critical Reviews in Biotechnology که با بررسی بیش از هزار مقاله علمی معتبر به تأثیر محصولات تراریخته بر سلامت انسان و محیط‌زیست، در فاصله سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۲ پرداخته بود، نیز نشان داد که محصولات مهندسی ژنتیک، محصولات سالمی هستند و تاکنون هیچ‌گونه سندی مبنی بر نگرانی‌های احتمالی آنها بر سلامت انسان و محیط‌زیست وجود ندارد. همچنین حاصل پژوهشی که در مجله معتبر سرطانCURRENT ONCOLOGY در سال ۲۰۱۳ منتشر شد، نشان داد که محصولات حاصل از مهندسی ژنتیک، نه‌تنها باعث بروز هیچ‌گونه بیماری و سرطان نمی‌شوند، بلکه کاملاً سالم و ایمن هستند و مزایایی که دارند، به بهبود سلامت و افزایش کیفیت و ارزش غذایی محصولات منجر می‌شوند. به‌این‌ترتیب، براساس حاصل مقالات و مطالعات گسترده و گزارش‌های قبلی و جدید منتشرشده درخصوص سلامت محصولات مهندسی ژنتیک، طبق جدیدترین بیانه سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواروار و کشاورزی ملل متحد «محصولات مهندسی ژنتیک، محصولات سالم و پاک هستند که سلامت آنها به تأیید تمامی سازمان‌های مرتبط رسیده است».

♦ **کارشناس پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی**