

تری کلرواتیلن

از مروری بر نگرانی‌های ایمنی و
مخاطرات زیست‌محیطی آن در ایران
تا آینده هوشمند



تری کلرواتیلن (TCE) یک ترکیب آلی کلردار فرار و پرجار در صنایع مختلفی چون فلزی، نساجی، شیمیایی، خشکشویی و رنگ‌سازی است. به دلیل خواص حلالی قوی و فراریت بالای این ماده، به آسانی وارد محیط زیست می‌شود و نگرانی‌های جدی درباره تأثیرات زیست‌محیطی و سلامتی ایجاد کرده است. این مطالعه، به بررسی ابعاد زیست‌محیطی، سمیت، سرطان‌زایی و مدیریت پایدار TCE در ایران می‌پردازد.



زهره جمالی



نویسندگان:
یاسین سرپله

با توجه به اینکه منابع آب تهران عمدتاً زیرزمینی است، احتمال تجمع تدریجی TCE در این منابع، به ویژه در مناطق صنعتی و پرتراکم وجود دارد. علاوه بر این، TCE و ترکیب مشابه آن یعنی PCE، در پساب خشکشویی‌های تهران نیز مشاهده شده‌اند که نشان‌دهنده مسیری دیگر برای آلوده کردن محیط زیست شهری است. اگرچه میزان آلاینده‌گی در حال حاضر پایین است، اما به دلیل پایداری بالای این ترکیبات، نفوذ آسان در منابع آب زیرزمینی و تجمع تدریجی در بدن انسان، نیازمند نظارت مستمر و دفع صحیح پساب‌های صنعتی و شهری هستیم.

آب شرب تهران داشته است؛ هرچند مقدار آن به مراتب کمتر از استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) و ایالت کالیفرنیا است. میزان TCE اندازه‌گیری شده در تهران ۵۹/۵ میکروگرم در لیتر بود که در مقایسه با حد مجاز ۵ میکروگرم در لیتر، بسیار پایین‌تر است و به این ترتیب وضعیت آب شرب تهران از این نظر مطلوب ارزیابی می‌شود. البته سازمان محیط زیست ایران این مقدار را حدود ۷ ppb تعیین کرده است.

از منظر زیست‌محیطی، TCE در هوا، آب و خاک حضور دارد و به‌ویژه به منابع آب زیرزمینی نفوذ می‌کند؛ مسئله‌ای که نگرانی‌های مهمی درباره آلودگی منابع آب آشامیدنی به دنبال دارد. مطالعات وزارت بهداشت و تحقیقات محلی نشان می‌دهد که این ترکیب در برخی مناطق صنعتی تهران در غلظت‌های پایین اما قابل‌ردیابی یافت شده است. به عنوان مثال، در مطالعه‌ای ملی در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸، تری کلرواتیلن بالاترین میزان را در میان هیدروکربن‌های کلره فرار موجود در

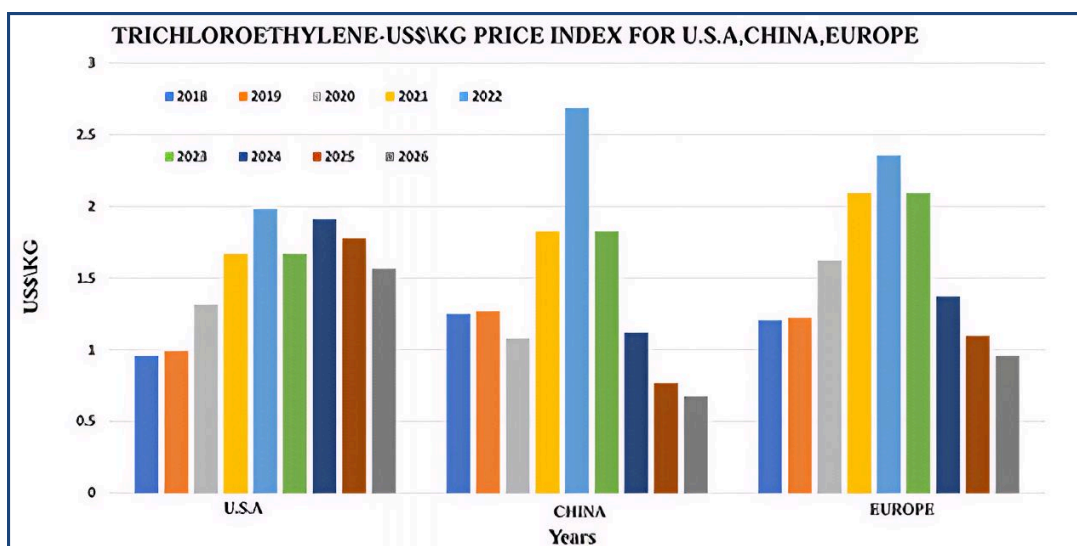
روش‌های حذف تری‌کلرواتیلن از محیط‌های آلوده

تصفیه آب و ضعف در نظارت محیط‌زیستی، می‌تواند باعث افزایش مواجهه عمومی با این ماده خطرناک شود. نمودار قیمت TCE در سه منطقه آمریکا، اروپا و چین نشان می‌دهد که قیمت این ماده در سال ۲۰۲۲ به اوج خود رسیده و پس از آن روند نزولی داشته است. پیش‌بینی می‌شود قیمت TCE در سال ۲۰۲۶ به کمترین میزان طی سال‌های اخیر برسد که ممکن است نشان‌دهنده افزایش تقاضا و مصرف این ماده در سال‌های گذشته باشد.

تری‌کلرواتیلن به دلیل سمیت بالا، پایداری محیطی و کاربرد گسترده صنعتی، یکی از آلاینده‌های پرخطر خاک و آب‌های زیرزمینی محسوب می‌شود. روش‌های متنوعی برای حذف این ترکیب از محیط پیشنهاد شده‌اند که شامل فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی، زیستی و الکتروشیمیایی است.

با وجود تلاش‌های جهانی برای کاهش مصرف TCE، این ماده هنوز در بسیاری از صنایع، به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه، کاربرد دارد. در ایران نیز نبود زیرساخت‌های پیشرفته

از دیدگاه پزشکی و سم‌شناسی، سازمان جهانی بهداشت (WHO) و آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) تری‌کلرواتیلن را در گروه 1 سرطان‌زا برای انسان طبقه‌بندی کرده‌اند. این ماده با ابتلا به سرطان کلیه، کبد، لنفوم و آسیب‌های سیستم ایمنی مرتبط است. داده‌های اپیدمیولوژیک، سمیت مزمن TCE را حتی در مواجهه با دوزهای پایین، به‌ویژه در محیط‌های کاری تأیید می‌کنند. برخی تحقیقات نوین همچنین ارتباط احتمالی TCE با بیماری پارکینسون از طریق تأثیر بر میکروبیوم روده و محور روده-مغز را نشان داده‌اند.



منابع:

