

برگزیده پنجمین دوره مسابقه ایده‌های برتر در علوم و مهندسی آب و فاضلاب
(برگزار شده توسط انجمن آب و فاضلاب ایران، سال ۱۴۰۲)



عنوان: استفاده از طیف فرابنفش در تشخیص آب شرب از غیرشرب (انشعابات غیرمجاز)

نگارنده: سیدعلی قاسمی

کاندیدای دکتری مهندسی عمران - آب، دانشگاه فردوسی مشهد، شرکت آب و فاضلاب مشهد

چکیده

مقدمه

تشخیص ورود آب غیرشرب به شبکه‌های توزیع آب آشامیدنی یک از چالش‌هایی است که شرکت‌های آب و فاضلاب با آن مواجه هستند. خصوصاً در مواردی که سایر مشخصات این منابع نظیر هدایت الکتریکی با یکدیگر مشابه باشد، این مسئله با پیچیدگی‌های زیادی همراه است. در هنگام نمونه‌برداری از نقاطی که مشکوک به اخذ انشعاب غیرمجاز از شبکه توزیع و خطوط انتقال آب آشامیدنی هستند، اثبات غیرمجاز بودن انشعاب از طریق اثبات مشابهت کیفیت آب شبکه توزیع با آب موجود در ملک موردنظر انجام می‌شود. در این شرایط معمولاً از انطباق میزان کلر باقی مانده و هدایت الکتریکی برای اثبات این موضوع استفاده می‌شود. اما در بسیاری از موارد به دلیل انباشت آب در محل ذخیره‌سازی مشخصات مذکور دستخوش تغییراتی می‌شود و امکان تشخیص دقیق مشابهت از بین می‌رود. در این حالت می‌توان از یک اثر انگشت کیفی برای منبع آب استفاده کرد که مشخصه‌ای منحصر به فرد بوده و با تکیه بر آن می‌توان با اطمینان کامل میزان مشابهت منابع آب را به اثبات رسانید. در ایده پیشنهادی از طیف جذب نور فرابنفش آب به‌عنوان یک ویژگی ثابت و منحصر به فرد برای تشخیص نوع آب (انشعاب غیرمجاز) و تعیین نسبت اختلاط چندین منبع استفاده می‌شود.

ایده پیشنهادی

در این روش به‌منظور تعیین میزان مشابهت یک آب با منشأ نامشخص با آب موجود در شبکه توزیع از طیف جذب نور فرابنفش استفاده می‌شود. در این حالت می‌توان با دقت بسیاری بالایی

مشابهت یا عدم مشابهت دو نوع آب را معین نمود و ورود آب غیرشرب به شبکه توزیع یا وجود انشعاب غیرمجاز را از طریق این مقایسه تشخیص داد. علاوه بر این در مواردی که تعیین نسبت اختلاط چندین منبع آب مورد نیاز است می‌توان از ترکیب طیف‌های منابع به این مهم دست یافت. با این روش حتی اگر آب موجود در یک ملک مشکوک به اخذ انشعاب، با چندین آب دیگر مخلوط شده باشد، امکان تشخیص وجود آب شبکه توزیع در آن وجود خواهد داشت. علاوه بر این، در صورت برگشت آب از منابع غیرشرب به شبکه توزیع و ایجاد آلودگی در زمانی اندک می‌توان آن را تشخیص داد.

روش پیشنهادی

طیف‌سنجی فرابنفش به جذب طول موج‌های مختلف نور توسط نمونه آب اشاره دارد. جذب یا بازتابش نور در محدوده فرابنفش مستقیماً با کیفیت آب ارتباط دارد. به‌عنوان نمونه میزان جذب نور در طول موج ۲۵۴ نانومتر نشان دهنده میزان مواد آلی موجود در آب است و میزان جذب نور در طول موج ۲۱۰ نانومتر ارتباط مستقیمی با غلظت نیترات موجود در آب دارد. به‌همین ترتیب مجموعه جذب نور توسط آب در طول موج‌های مختلف، دائرةالمعارف کیفی آن نمونه را نشان می‌دهد و به‌عبارت بهتر، اثر انگشتی کیفی برای هر منبع آب به‌شمار می‌رود. از این‌رو در شرایطی که نیاز به تشخیص نوع منبع آب و میزان انطباق آن با یک آب مشخص مورد نیاز باشد می‌توان از این تکنیک استفاده کرد. علاوه بر این، در صورت ترکیب چندین منبع آب مختلف و با در دست داشتن طیف فرابنفش آن‌ها می‌توان نسبت اختلاط این

و پسماند تولیدی در طی مراحل انجام آن نیز صفر است. از نظر اقتصادی نیز با توجه به وجود دستگاه‌های اسپکتروفتومتر در آزمایشگاه‌های آب و فاضلاب کشور، انجام آن تقریباً بدون هزینه خواهد بود. لازم به توضیح است که ایده پیشنهادی در مقایسه با سایر روش‌های موجود، از دقت بسیار بالاتری برخوردار بوده و احتمال بروز خطای ناشی از وجود یا عدم وجود کلر باقی مانده و یا مشابهت هدایت الکتریکی نمونه‌ها در آن به چشم نمی‌خورد.

لازم به توضیح است که از همین ایده برای اندازه‌گیری خلوص هیپوکلریت سدیم (آب ژاول) نیز استفاده شده و این امر مواجهه پرسنل با مخاطرات ناشی از کلر را به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داده است.

مراجع

Evans, K., (2021), *Quantification of sodium hypochlorite in disinfectants*, PerkinElmer, Inc, 2020.

López-Roldán, R., Platikanov, S., Martín-Alonso, J., Tauler, R., González, S., and Cortina, J.L. (2016), Integration of ultraviolet-visible spectral and physicochemical data in chemometrics analysis for improved discrimination of water sources and blends for application to the complex drinking water distribution network of Barcelona”, *Journal of Cleaner Production*, 112, 4789-4798.

Thomas, O., and Burgess C., (2017). *UV-visible spectrophotometry of water and wastewater*, Elsevier, Second Edition.

منابع را تعیین کرد. در شکل زیر نمونه واقعی کاربرد این ایده در شناسایی انشعابات غیرمجاز در محدوده شهر مشهد نشان داده شده است. در این نمودار طیف جذب نور نمونه‌های آب در محدوده ۱۹۰ تا ۲۴۰ نانومتر اندازه‌گیری و رسم شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود در بین نمونه‌های مورد بررسی دو نمونه که یکی مربوط به شبکه و دیگری مربوط به انشعاب مشکوک است از انطباق کامل برخوردار هستند. بر این اساس می‌توان با اطمینان کامل یکسان بودن منشأ آب در این دو انشعاب را به اثبات رساند. لازم به توضیح است که طیف جذب ۴ نمونه برداشت شده دیگر نیز مشابه بوده و لذا از کیفیت یکسانی برخوردار هستند. لازم به توضیح است که اندازه‌گیری طیف فرابنفش در زمانی کمتر از یک دقیقه قابل انجام بوده و در صورت وجود دستگاه طیف سنج، نیاز به استفاده از هیچ‌گونه ماده مصرفی و معرفی وجود ندارد.

سخن آخر

ایده مطرح شده، برای اولین بار در سطح کشور و در شرکت آب و فاضلاب مشهد پیاده‌سازی گردید و با استفاده از آن تعداد قابل توجهی انشعاب غیرمجاز کشف شد. از نظر فنی اندازه‌گیری طیف فرابنفش به سهولت قابل انجام بوده و نیاز به تخصص ویژه‌ای ندارد. از طرف دیگر به دلیل عدم استفاده از مواد شیمیایی و معرف‌های مختلف، این روش کاملاً سازگار با محیط زیست بوده

