

آشنایی با دستگاه اندازه‌گیری کربن آلی کل TOC Analyser

دکتر علی مهدی‌نیا (دانشیار شیمی تجزیه)

رئیس آزمایشگاه مرکزی پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی



اندازه‌گیری مواد آلی در آب همیشه از درجه اهمیت بالایی برای پژوهشگران برخوردار بوده است. با توجه به تنوع بافت‌های مورد مطالعه، اهمیت ترکیبات حل شده و نیز معلق آلی در آب متفاوت است. در سالیان اخیر توجه به بکارگیری شاخص‌های جهانی در بررسی آلودگی و نیز کیفیت آب، روند رو به افزایش داشته است که در این میان کربن آلی کل (TOC) به عنوان شاخص مهمی برای بدست آوردن اطلاعات کمی و کیفی در مورد مقادیر مشخص و نیز روند تغییرات آلودگی و نیز کیفیت آب های مورد مطالعه شناخته شده است. در واقع TOC وابسته به منشأ طبیعی و انسانی است که منشأ انسانی برای سلامتی بشر بسیار خطرناک‌تر است که همین مسئله تعیین آن را در تمامی منابع آبی از اهمیت بیشتری برخوردار می‌سازد. البته باید در نظر داشت که مقدار TOC بسیار وابسته به نوع آب مورد بررسی است؛ ولی علاوه بر آن به عواملی نظیر دما، شوری، pH، فعالیت میکروبی و پوشش گیاهی نیز بستگی دارد. بنابراین مقادیر آن بسیار متغیر از ۱ mg/L در آب‌های زیرزمینی و آب دریاها تا ۱۰۰ mg/L در دریاچه‌ها و آب رودخانه‌ها و مقادیر بالاتر تا ۱۰۰۰ mg/L در مرداب‌ها و غیره می‌باشد.

نکته دیگر در تفسیر درست، ثبات مقادیر TOC در طول زمان و بررسی و شناختی از ترکیبات تشکیل‌دهنده آن می‌باشد. استاندارد اروپا روش‌هایی را برای تعیین صحیح مقادیر کربن آلی معرفی نموده‌اند. معرف‌ها و روش‌های آماده‌سازی نمونه اکثراً برای آب‌های زیرزمینی، آب‌های سطحی، آب دریا و فاضلاب با مقادیر TOC بین ۱۰۰۰-۰/۳ میلی‌گرم در لیتر کاربرد دارند، در حالی که مقادیر کمتر فقط برای موارد خاص نظیر آب آشامیدنی یا فوق‌خالص بکار برده شده در صنایع الکترونیک (ریزپردازشگرها) و دارویی در نظر گرفته شده‌اند. بنابراین در اینجا اهمیت استفاده از یک دستگاه حساس و دقیق برای اندازه‌گیری مقادیر TOC مشخص می‌گردد. برای تعیین مقادیر TOC، کربن آلی باید اکسید شده و به CO₂ تبدیل و مقادیر CO₂ توسط آشکارساز اندازه‌گیری گردد. تفاوت دستگاه‌های تجاری موجود برای اندازه‌گیری TOC در فرآیند اکسید نمودن و نیز نوع آشکارساز آن‌ها می‌باشد. فرآیند اکسیداسیون بطور کلی توسط دو روش قابل انجام است: سیستم پیرولیز در حرارت بالا و سیستم فتوشیمیایی در حرارت پایین. در دستگاه‌های اندازه‌گیری TOC معمولاً از دو نوع آشکارساز برای تعیین مقادیر CO₂ استفاده می‌شود: آشکارساز مادون قرمز غیر پراکنده (NDIR) و آشکارسازهای هدایتی. آشکارسازهای NDIR که شامل یک منبع نور، سل و یک قسمت آشکارسازی هستند، به دلیل ثبات و کمتر بودن تداخلات نسبت به آشکارسازهای هدایتی بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. البته هر دو نوع آشکارساز نسبت به تداخلات ناشی از تغییرات pH و دما حساس هستند. این دستگاه از سال ۱۳۸۷ در محل آزمایشگاه شیمی دریای پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی نصب و راه‌اندازی شده است و خدمات اندازه‌گیری TOC و سایر پارامترهای قابل اندازه‌گیری توسط این دستگاه در پروژه‌های مختلف داخلی و بیرونی صورت گرفته است و به صنایع مختلفی نظیر داروسازی، تصفیه آب و غیره خدمات‌رسانی شده است. این دستگاه از روش اکسیداسیون فتوکاتالیتیک برای تجزیه پایدارترین ترکیبات آلی در نمونه‌های آبی استفاده می‌کند. این دستگاه قادر به ارائه نتایج دقیق بدون استفاده از مواد خطرناک و یا گازهای فشرده گران قیمت است.





کارایی و مزایای دستگاه

۱. استفاده از روش فتوکاتالیتیک برای تجزیه ترکیبات آلی و تبدیل آنان به گاز CO_2
۲. استفاده از آشکارساز با فیلتر دوتایی NDIR برای حذف مزاحمت‌های زمینه
۳. دارا بودن راکتور فتوکاتالیتیک
۴. محدوده وسیع آنالیز (ppm ۵۰۰۰ - ۰.۰۵) (TOC)
۵. آنالیز نمونه در زمان سریع حدود ۶ دقیقه
۶. عدم نیاز به کاتالیست‌های گرانبیقیمت و معرف‌های خطرناک
۷. عدم نیاز به گاز
۸. سهولت کار با دستگاه
۹. ایمنی کار با دستگاه به دلیل کارکرد پایین و عدم استفاده از ترکیبات خطرناک

پارامترهای قابل اندازه‌گیری با دستگاه

طراحی ویژه این دستگاه امکان اندازه‌گیری پارامترهای مختلفی، شامل مقادیر زیر را فراهم می‌سازد:

۱. کربن کل (TC): این پارامتر مجموعه مقادیر کربن معدنی و کربن آلی کل موجود در یک نمونه است
۲. کربن معدنی کل (TIC): کربن معدنی معمولاً شامل مخلوطی از کربنات‌ها و دی‌اکسید کربن محلول می‌باشد. ممکن است در نمونه‌ای که دارای مقادیر ناچیزی از TOC باشد، مقدار کربن معدنی بسیار بالا بوده و باید اندازه‌گیری شود
۳. کربن آلی کل (TOC): اندازه‌گیری مجموعه از کربن آلی
۴. کربن آلی غیرقابل دمیدن (NPOC): بعضی اوقات کربن آلی فرار نیز نامیده می‌شود که بطور مستقیم توسط دستگاه قابل اندازه‌گیری است
۵. کربن آلی قابل دمیدن (POC): بعضی اوقات کربن آلی فرار نیز نامیده می‌شود که به هر گونه کربن آلی اطلاق می‌شود که با ورود گاز قابل خارج کردن هستند با این دستگاه می‌توان تنها با یک تزریق چند پارامتر را بطور همزمان از پارامترهای مذکور حذف کرد.

کاربرد در محیط‌های دریایی

کربن آلی کل (TOC) که شامل کربن آلی معلق (POC) و کربن آلی محلول (DOC) می‌باشد، به عنوان یکی از اجزای مهم چرخه کربن اقیانوسی شناخته می‌شود. بنابراین بررسی زمانی و مکانی آن و سهم آن در چرخه‌های بیوژئوشیمیایی موجود در دریا از اهمیت بالایی برخوردار است. اندازه‌گیری TOC در آب دریاها و اقیانوس‌ها به دلیل مزاحمت مقادیر بالای نمک مشکل است.

