

حسگرهای زیستی

نوشته: پری دلفانی*

چکیده

حسگرهای شیمیایی از گزینش پذیری بالایی برخوردارند و سنجش گونه‌های شیمیایی را در مخلوط‌های پیچیده امکان پذیر می‌کنند. حسگرهایی که روی سامانه‌های زیست شناختی اثر می‌کنند، حسگر زیستی نامیده می‌شوند. از حسگرهای زیستی برای تشخیص و اندازه‌گیری گزینشی مواد شیمیایی ویژه در یک نمونه‌ی مخلوط استفاده می‌کنند. اندازه‌ی پیام الکتریکی حاصل با غلظت ماده‌ی مورد نظر متناسب است. با آن‌که مدت زیادی از کار با این حسگرها، به عنوان ابزار تجزیه‌ی کمی و کیفی شیمیایی نمی‌گذرد، اما به دلیل گزینش پذیری بالا، امکان آشکارسازی مواد با مقادیر ناچیز و پیشرفت روش‌هایی هم چون استفاده از رشته‌های نوری، حسگرهای زیستی در زمینه‌های گوناگونی هم چون شیمی بالینی، کنترل فرایندهای صنایع غذایی و کشاورزی، کنترل آلاینده‌های زیست محیطی به کار گرفته شده‌اند.

کلید واژه‌ها: حسگر زیستی، الکتروود آنزیمی، سوبسترا، رشته‌های نوری



آغاز سخن

هم‌اکنون روش‌های حساس، دقیق و گوناگونی برای اندازه‌گیری مواد شیمیایی در دسترس است. در این میان، استفاده از حسگرهای زیستی^۱ از تازه‌ترین نوع این روش‌ها به‌شمار می‌رود. این روش، کاربرد روزافزونی در زمینه‌های گوناگون

آزمایشگاهی و صنعتی یافته است.

در برخی از روش‌های اندازه‌گیری مواد شیمیایی، گاه یک ترکیب، به ماده‌ای دیگر تبدیل می‌شود و سپس اندازه‌گیری آن انجام می‌گیرد. گاه نیز با استفاده از روش‌های جداسازی ویژه،

ترکیب یاد شده جدا شده، مورد سنجش قرار می گیرد. اما روش جایگزین مناسب، استفاده از آشکارکننده‌هایی است که وجود ترکیب‌های دیگر سنجش آن‌ها را دچار اشکال نکند. فعالیت زیست‌شناختی و اختصاصی آنزیم‌ها که یکی از انواع حسگرهای زیستی به‌شمار می‌روند سبب می‌شود که به‌عنوان چنین آشکارکننده‌هایی مناسب شناخته شده، مورد توجه قرار گیرند. تقاضای فراوان و روزافزون برای اندازه‌گیری‌های مطمئن، ارزان و تکرارپذیر، گسترش فناوری حسگرهای زیستی را در پی داشته است. عامل اصلی در این زمینه، گزینش پذیری بالای این روش است که از اثرهای متقابل میان خوراک آنزیم، پادتن-پادژن و سامانه‌هایی از مولکول‌های کوچک ناشی می‌شود. این روش‌ها سرعت بالایی دارند و گزینش و سنجش گونه‌های شیمیایی را در مخلوط‌های پیچیده امکان‌پذیر می‌کنند. گزینش‌پذیری این روش‌ها ضرورت تهیه‌ی نمونه را به‌وسیله‌ی روش‌هایی هم‌چون کروماتوگرافی کاهش می‌دهد یا حذف می‌کند. به‌تازگی، حسگرهایی که از نانولوله‌های کربنی ساخته می‌شوند، مورد توجه قرار گرفته‌اند. اما هم‌اکنون به دلیل هزینه‌های بالا، کاربرد آن‌ها تنها به کارهای پژوهشی محدود می‌شود.

حسگر زیستی چیست؟

حسگرهایی که روی سامانه‌های زیست‌شناختی عمل می‌کنند، حسگرهای زیستی نامیده می‌شوند. از این حسگرها جهت تشخیص و اندازه‌گیری گزینشی مواد شیمیایی ویژه استفاده می‌شود. حسگرهای زیستی را می‌توان از آنزیم‌ها، بخشی از



ساز و کار یک حسگر زیستی

یاخته‌ها، یاخته‌های کامل یا موجودات زنده‌ی ذره‌بینی تهیه و به کمک روش‌هایی تثبیت کرد. از جمله روش‌های تثبیت می‌توان به حبس کردن یک ماتریس بی‌اثر هم‌چون ژل‌های پلی‌آکریل‌آمید، غشای نیم‌تراوا، جذب در اثر تبادل یون با یک ماتریس تبادل‌گریونی، پیوند شیمیایی با سطح حسگر الکترو شیمیایی اشاره کرد.

الکترو آنزیمی

الکترو آنزیمی ساده‌ترین شکل یک حسگر آنزیمی است. آنزیم به یک الکترو یون‌گزين، متصل می‌شود و وجود یک سوبسترا یا یک فراورده را نشان می‌دهد که از یک واکنش آنزیمی کاتالیز شده به دست آمده است. برای نمونه، برای اندازه‌گیری اوره از یک الکترو یون‌گزين آمونیوم و آنزیم اوره آز استفاده می‌شود و غلظت اوره‌ی موجود در یک محلول از روی غلظت آمونیاک به دست آمده از آبکافت اوره اندازه‌گیری می‌شود. در این زمینه، الکترودهایی که در پتانسیل سنجی و آمپرومتری استفاده می‌شود، به‌عنوان الکترودهای حساس به کار می‌روند.

حسگرهای رشته‌های نوری

حسگرهای نوری، پیشرفت روش‌های طیف‌سنجی را در سامانه‌های کوچک به نمایش می‌گذارند. در این حسگرها از فناوری رشته‌های نوری، جهت انتقال اطلاعات نوری استفاده می‌شود. فراسنج‌هایی هم‌چون طول موج، شدت، قطبیت و طول عمر نور جهت هدف‌های تجزیه‌ای کمی و کیفی در رشته‌های نوری به کار گرفته می‌شوند. گفتنی است که حساسیت یک سامانه‌ی نوری به جذب پرتوهای الکترومغناطیس وابسته است.

کاربرد

کارایی چشم‌گیر حسگرهای زیستی در زمینه‌های گوناگون هم‌چون شیمی بالینی، کنترل فرایندهای متداول در صنایع غذایی و کشاورزی و کنترل آلاینده‌های زیست‌محیطی سبب گسترش و رشد آن‌ها شده است. از جمله کاربردهای این روش می‌توان به این موارد اشاره کرد:

ردیابی ترکیب‌های فسفردار

یکی از آنزیم‌هایی که برای آشکارسازی عوامل عصبی

اندازه‌گیری تغییرات pH، غلظت گلوکوز موجود در نمونه به دست می‌آید.

آشکارسازهای علف‌کش‌ها

استفاده‌ی بی‌رویه از علف‌کش‌ها سبب باقی ماندن مواد زیان‌آور در آب و خاک شده است. برای اندازه‌گیری این آلاینده‌ها یک حسگر زیستی با استفاده از کلروفیل ساخته شده است. کلروفیل روی الکترودهایی که مقدار اکسیژن را اندازه می‌گیرند، به طور ثابت قرار می‌گیرد. این مجموعه، در برابر نور و مواد شیمیایی مشخص، اکسیژن تولید می‌کند. اگر نمونه‌ای از روی حسگر گذرانده شود که حاوی مقدار ناچیز از علف‌کش‌ها باشد، این مواد با کلروفیل واکنش می‌دهند و از عبور اکسیژن جلوگیری می‌کنند. الکترودها مقدار اکسیژن تولیدشده را اندازه‌گیری کرده، نتایج را به صورت نمودار روی رایانه نمایش می‌دهند.

حسگرهای اکسیژن با رشته‌های نوری

این نوع حسگرها، حسگرهایی هستند که جهت بررسی طیف‌های حاصل از فشار اکسیژن گازی یا محلول، با یک طیف‌سنج جفت شده‌اند. در این جا، از مواد فلور اسانس جهت آشکار کردن فشار جزئی اکسیژن گازی یا محلول استفاده می‌شود. فلور اسانس حاصل از لایه‌ی نازکی از ماده‌ی فلور اسانس‌کننده توسط رشته‌های نوری به سوی طیف‌سنج راه می‌یابد. هنگامی که نمونه‌های حاوی گاز اکسیژن یا اکسیژن محلول به این لایه‌ی نازک نفوذ می‌کنند، فلور اسانس افت می‌کند. به دیگر سخن، درجه‌ی خاموشی فلور اسانس به فشار اکسیژن بستگی دارد.




در جنگ‌ها مناسب شناخته شده است، آنزیم کولین استراز است. این آنزیم در بدن، در محل سیناپس‌های عصبی پس از انتقال پیام‌های عصبی موجب آبکافت استیل کولین شده، از جمع شدن آن در محل جلوگیری می‌کند. آنزیم یاد شده نسبت به استیل کولین و دیگر استرهای کولین به طور اختصاصی عمل می‌کند. ترکیب‌های فسفرداری که در جنگ‌ها به کار می‌روند در برابر این آنزیم به عنوان عاملی بازدارنده عمل کرده، در سیستم عصبی اختلال ایجاد می‌کنند که می‌تواند به مرگ بینجامد. از این رو، برای ردیابی ترکیب‌های فسفردار می‌توان از کولین استراز کمک گرفت.



نمای درونی یک حسگر که بر مبنای فرایندهای زیستی کار می‌کند

سنجش گلوکوز

برای سنجش گلوکوز، آنزیم گلوکوز اکسیداز توسط غشایی از سلولوز استات، در سطح یک الکتروود شیشه‌ای حساس به pH نگهداری می‌شود. در نتیجه‌ی واکنش میان آنزیم و گلوکوز، گلوکونیک اسید تشکیل می‌شود و pH تغییر می‌یابد. با

_____ 
* دبیر شیمی ناحیه ۱ کرج
_____ 
1. biosensor
_____ 
www.oceanoptics.com/products/foxy