



ماهی‌های سالم‌تر را انتخاب کنید!



بتول رجبی و عاطفه عاملی شال

چکیده

فلزهای سنگین در بدن آبزیان، به سرعت جذب می‌شوند. از آنجا که ماهی بخش مهمی از رژیم غذایی انسانی به شمار می‌رود، تعیین فلزهای سنگین به‌ویژه جیوه، در بافت‌های مختلف ماهی انجام گرفته است. این فلزها اندام هدف خود را، با توجه به مقدار فعالیت که آن اندام از خود نشان می‌دهد، انتخاب می‌کنند. این نکته، دلیل بیشتر انباشته شدن این فلزها را در بافت‌هایی همچون کلیه، کبد و آب‌شش، نسبت به بافت‌های ماهیچه‌ای توضیح می‌دهد. برخی از این فلزها مانند مس، روی و آهن در غلظت‌های کم، برای سوخت‌وساز بدن آبی ضروری‌اند در حالی که، نقش زیست‌شناختی برخی دیگر مانند جیوه، کادمیم و سرب هنوز ناشناخته است و به‌نظر می‌رسد این فلزها حتی در

آبزیان همواره در معرض آلوده شدن به فلزهای سنگین‌اند. تنها مقدار کمی از این فلزها در سوخت‌وساز سلولی مورد نیاز است و بقیه آن در ماهیچه‌های آبی انباشته می‌شود و به بدن انسان انتقال می‌یابد. جیوه یکی از این عناصر است؛ عنصری سمی و خطرناک که در بدن انسان باعث بیماری‌های عصبی، ضعف ماهیچه‌ای و اختلال بینایی و شنوایی می‌شود. پس باید مقدار فلزهای سنگین در بدن آبزیان، از جمله ماهی‌ها کنترل شود. به این منظور روش‌هایی گوناگونی وجود دارد که اغلب گران و دشوارند در حالی که به کمک روشی الکتروشیمیایی می‌توان مقدار جیوه را در بدن ماهی، به شکل ساده و ارزان اندازه گرفت.

کلیدواژه‌ها: جیوه، ماهی، الکتروشیمی

مقدمه

در میان مواد غذایی ما، ماهی همواره در معرض خطر آلودگی به فلزهای سنگین موجود در آب‌های آلوده قرار دارد. جذب فلزهای سنگین در بدن ماهی، بسته به زیستگاه‌های آبی آلوده، متفاوت است و به عواملی از جمله محل، رفتار تغذیه‌ای، مقدار غذا، سن و جنس و زمان ماندگاری هر فلز سنگین در بدن ماهی بستگی دارد. وجود این فلزها در زیستگاه‌های آبی از دو منبع تأمین می‌شود: فرایندهای طبیعی و فعالیت‌های انسانی و البته، منبع عمده آن فعالیت‌های انسانی شناخته شده است. غلظت فلزهای سنگین را می‌توان با تعیین مقدار آن‌ها در آب، رسوب یا موجودات آبی در زیستگاه‌های آبی مشخص کرد.



شکل ۱ چرخه جیوه

این فلزها اندام هدف خود را، با توجه به مقدار فعالیت که آن اندام از خود نشان می‌دهد، انتخاب می‌کنند

در ظرف‌های تفلونی و مهر و موم شده دستگاه ماکروویو با بهره زیاد، هضم می‌شود تا برای اندازه‌گیری مقدار جیوه با دستگاه ولتامتری آماده شود.

مقدار مورد نیاز از نمونه 0.2 g است که در دو نوبت پس از وزن کردن، به آن نیتریک‌اسید غلیظ افزوده می‌شود. به این ترتیب روغن ماهی در اسید حل می‌شود. سپس نمونه را به ظرف‌های تفلونی - که از قبل با سولفوریک‌اسید شسته شده‌اند - منتقل می‌کنند و با پیپت حباب‌دار به آن آب‌اکسیژنه می‌افزایند. محلول‌ها باید به مدت نیم ساعت زیر هواکش قرار گیرند تا حباب‌های تولید شده در نتیجه افزایش آب‌اکسیژنه، از آن خارج شوند. سپس ظرف را در دستگاه هضم‌کننده ماکروویو قرار می‌دهند که بنا به برنامه، در چهار مرحله کار هضم را انجام می‌دهد. شرایط این مراحل در برنامه دستگاه به این قرار است:

توان (وات)	زمان (دقیقه)	Ramp (°C / دقیقه)	فشار (bar)	دما (°C)	شماره مرحله هضم
۴۰	۵	۵	۵۰	۱۲۵	۱
۴۰	۵	۵	۵۰	۱۷۵	۲
۵۰	۱۵	۵	۵۰	۲۰۰	۳
۰	۱	۱	۵۰	۵۰	۴

پس از هضم - که یک ساعت طول می‌کشد - ظرف نمونه را ۱۵ دقیقه در آب سرد می‌گذارند تا خنک شود. برای بررسی نمونه به روش ولتامتری چرخه‌ای، آن را در بالن به حجم می‌رسانند. در دستگاه ولتامتری یک الکتروکد کار چرخان از جنس طلا، یک الکتروکد مرجع Ag/AgCl و یک الکتروکد کمکی وجود دارد. هر بار پیش از سنجش نمونه، سطح الکتروکد طلا باید با آلومینیم‌اکسید، تمیز و با آب مقطر شسته شود. مقدار جیوه موجود در نمونه با رسم منحنی در سطح الکتروکد طلا به روش ولتامتری تعیین می‌شود. استفاده از این روش با هزینه کمتر مشخص می‌کند که کدام ماهی‌ها برای مصرف غذایی انسان سالم‌ترند.

* منابع

1. Bonner, F.W.; Bridges, J.W. Toxicological properties of trace elements, 1938, London: Butterworth.
2. El-Hraiki, A. et al. Rev. Med. Vet. **1992**, 143, 49.
۳. پاتوبیولوژی مقایسه‌ای، ۱۳۹۱، سال نهم، شماره ۴، صفحه ۷۸۵.

غلظت‌های کم نیز برای موجودات زنده، سمی باشند. جیوه فلزی خطرناک است که در چند دهه گذشته، نگرانی ناشی از آلودگی زیست‌محیطی آن در سراسر جهان، بحث‌های فراوانی را در پی داشته است و به دلیل سمی بودن و انباشتگی در آبزیان از خطرناک‌ترین آلاینده‌ها به‌شمار می‌رود. سمیت جیوه عامل بسیاری از نارسایی‌ها در دستگاه عصبی مرکزی، گوارش، بافت پوستی و دهانی است. از نشانه‌های مسمومیت با جیوه می‌توان به بی‌حسی دست و پا، ضعف در ماهیچه‌ها، اختلال در بینایی، شنوایی و مشکلات گفتاری اشاره کرد.

اندازه‌گیری جیوه

مقدار مجاز جیوه در بدن ماهی از سوی سازمان EPA، $1 \mu\text{g/g}$ به‌ازای هر گرم وزن بدن اعلام شده است. انسان به‌جز کار در محیط‌های صنعتی و شهرهای پرجمعیت، که آلودگی هوا در آن‌ها زیاد است، معمولاً کمتر در معرض جیوه قرار می‌گیرد. مقدار طبیعی جیوه در خون انسان به ۳ تا ۶ میکروگرم در لیتر می‌رسد ولی مقدار آن در بافت بدن ماهی ۰/۵ تا ۱ میکروگرم به‌ازای هر گرم وزن بدن گزارش شده است. با مصرف ماهی احتمال افزایش مقدار جیوه در بدن انسان وجود دارد.

برای اندازه‌گیری جیوه در نمونه‌های مختلف غذایی یا نوشیدنی، روش‌های تجزیه گوناگونی شناخته شده است که به دلیل سمی و فزاینده بودن جیوه، پیچیدگی و پایین بودن بازده استخراج و پرهزینه بودن تجهیزات، همگی محدودیت دارند. روش‌هایی همچون پلاسمای جفت‌شده القایی - نشر اتمی، پلاسمای جفت‌شده القایی - طیف‌سنجی جرمی، جذب اتمی شعله‌ای و جذب اتمی کوره گرافیتی و برخی روش‌های الکتروشیمیایی مانند ولتامتری چرخه‌ای و حسگرهای پتانسیل‌سنجی از آن جمله‌اند.

به دلیل فرآیند بودن جیوه و از دست رفتن مقدار زیادی از آن در جریان روش‌های متداول استخراج، از روش‌های پلاسمای جفت‌شده القایی نمی‌توان بهره گرفت. به این منظور، روش استخراج با امواج ریزموج در محیط بسته با دما و فشار مشخص مناسب شناخته شده است. ماده استخراج شده با روش الکتروشیمیایی اندازه‌گیری می‌شود.

روش کار

به‌عنوان نمونه از کپسول روغن ماهی استفاده می‌شود. نمونه



شکل ۲ نمایش از دستگاه ولتامتری برای اندازه‌گیری جیوه