بررسی میزان عناصر سرب و کادمیوم درآب، رسوبات معلق و بافت ماهیچه‌ای ماهی در رودخانهٔ قره‌چای

محسن محمدي[1]*، مهدي سمائي[2]

۱- مربي گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان
۲- کارشناس ارشد جهاد کشاورزی، مدیریت آبزیان استان مرکزی

چکیده

مقادیر سرب و کادمیوم در آب، مواد معلق و بافت ماهیچه‌ای ماهی سفید رودخانه‌ای (*Leuciscus cephalus*) در نمونه‌های چهار ایستگاه، طی دو فصل کم آبی و پر آبی رودخانهٔ قره چای استان مرکزی تعیین گردید. نمونه‌برداری، آماده‌سازی و تحلیل نمونه‌ها طبق روش استاندارد بین‌المللی (WHO) صورت گرفت. میزان فلزات سنگین به‌وسیلهٔ دستگاه جذب اتمی تعیین و با استفاده از روش آماری آزمون t تجزیه و تحلیل شد و با استانداردهای آب آشامیدنی و میزان مجاز این دو فلز در مواد غذایی و حد مجاز آب برای آبیاری مقایسه گردید. نتایج بیانگر بیشترین میزان این دو فلز در مواد معلق (سرب ۴۳/۳۶ و کادمیوم ۲/۹۴ ppm) و کمترین مقدار آن در آب (سرب ۰/۰۳ و کادمیوم ۰/۰۰۱ ppm) بود. بین میزان دو فلز در مواد معلق و آب رودخانهٔ قره چای طی دو فصل کم آبی و پر آبی تفاوت معنادار و در ماهی این تفاوت معنادار نبوده است.

کلید واژگان: رودخانهٔ قره چای، کادمیوم، سرب، آب، مواد معلق، ماهی.

۱- مقدمه

پدیده آلودگی عمدتاً نتیجه توسعه تکنولوژی، بویژه در قرن حاضر می‌باشد که با مسائل سیاسی، اقتصادی و اجتماعی گره خورده است[۱].

گرچه طبیعت در مقابل آلاینده‌های مختلف از قابلیت و توان خود پالایی معینی برخوردار است، اما کثرت و فزونی مواد آلوده کننده در اغلب حالات این خاصیت بهینه‌سازی را از آن سلب می‌کند و سبب تغییراتی اساسی در اکوسیستم و نابودی بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری مطلوب انسانها و غیر قابل استفاده شدن آب، هوا و خاک می‌شود [۲]. در شرایط کنونی آلودگی اکوسیستمهای آب شیرین نگران کننده است [۳] و با توجه به محدود بودن منابع و ذخایر آب شیرین و رشد جمعیت و همچنین توسعه شهری و صنعتی و کشاورزی در اطراف رودخانه‌ها، استفاده صحیح از منابع آب موجود ضروری به نظر می‌رسد[۴].

امروزه فلزات سنگین به‌دلیل سمی بودن، زمان ماندگاری بالا و تجمع آنها در بافت جانداران، از اهمیت اکولوژیک و بیولوژیکی زیادی برخوردارند[۱]. فلزات سنگین به طور طبیعی در قشر زمین وجود دارند و با دخالتهای انسان، میزان آنها در محیط زیست افزایش می‌یابد. دخالتهای انسان، در

* نویسندهٔ مسؤول مقاله: تلفن: ۰۱۸۲۳۲۲۰۸۹۴، Email: mohammadi2g@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

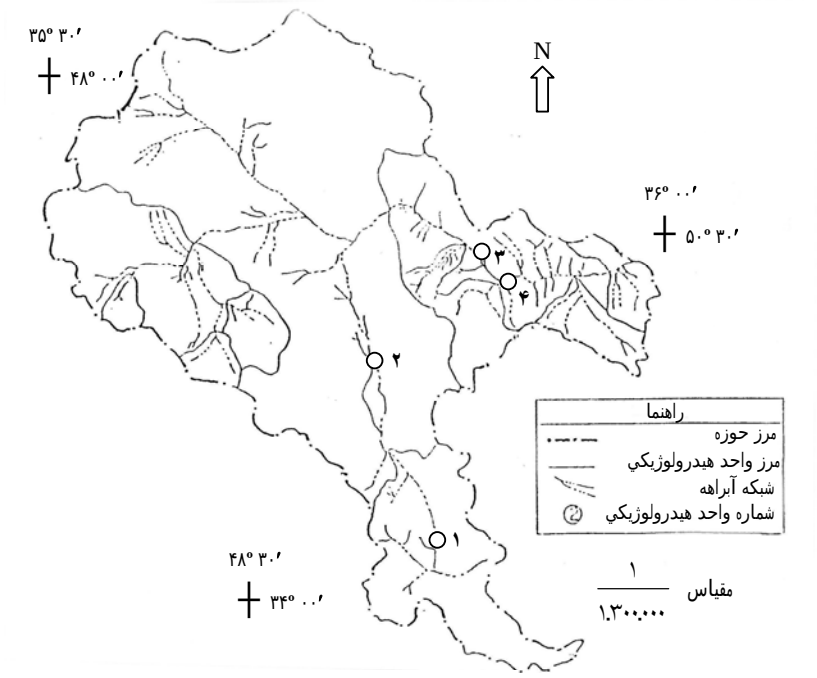
افزایش این فلزات در محیط، به صورتهای مختلف از جمله فاضلابهای شهری، صنعتی، کشـاورزی، اکتشافات و استخراج معادن، مصرف سوختهای فسیلی و ... می‌باشد[۵]. از جمله فلزات سنگینی که خطرناکند سرب و کادمیوم هستند[۶].

رودخانهٔ قره‌چای، مهمترین رودخانهٔ استان مرکزی است که به دریاچه نمک می ریزد. حوزه آبریز قره‌چای در دامنهٔ شرقی سلسله جبال زاگرس بین طول جغرافیایی ۴۸ درجه تا ۵۰ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی واقع شده است. در حال حاضر این رودخانه در بخش کشاورزی نقش مهمی را در اقتصاد خانوارهای ساکن در منطقه دارد، اما به دلیل عدم مدیریت صحیح در استفاده از آب و بی‌توجهی به سلامت و حفاظت از این رودخانه، از کیفیت آب آن کاسته شده و بر آلودگی آن افزوده شده است. بنابراین انجام فعالیتهای تحقیقاتی در زمینه آلودگی این رودخانه، از اهمیت زیادی برخوردار است. به‌همین دلیل در تحقیق حاضر به تعیین میزان سرب و کادمیوم در آب، رسوبات معلق و بافت ماهیچه‌ای ماهی غالب رودخانهٔ قره چای یعنی ماهی سفید رودخانه‌ای (*Leociscus cephalus*) [۷] در دو فصل پرآبی و کم آبی پرداخته شد تا پس از مقایسه میزان این عناصر با استانداردهای بین‌المللی، راهکارهای مناسب برای جلوگیری از نابودی این اکوسیستم آبی پیشنهاد گردد.

۲- مواد و روش کار

با توجه به این که بررسی رودخانهٔ قره چای طی دو فصل کم آبی و پرآبی مد نظر بود، بنابراین با در نظر گرفتن موقعیت منابع احتمالی آلاینده، ۴ ایستگاه در طول مسیر رودخانه از محل پل دو آب واقع در ۲۵ کیلومتری شهرستان اراک تا سد الغدیر ساوه انتخاب گردید.

از هر ایستگاه ۸ نمونه ماهی، ۸ نمونه آب و ۸ نمونه رسوب معلق در هر فصل تهیه شد (شکل ۱). نمونه‌برداریها به وسیلهٔ ظروف پلی‌اتیلن درب‌دار که قبلاً با محلول ۴٪ اسید نیتریک و آب مقطر شسته شدند[۸] و نیز با استفاده از تور سالیک انجام گرفت.



شکل۱ موقعیت ایستگاههای مورد مطالعه در رودخانه قره چای

www.SID.ir

نمونه‌های آب (در ظروف پلی‌اتیلن ۱ لیتری) بلافاصله در همان محل با کاغذ صافی واتمن فیلتر شده و به آنها ۲mL اسید نیتریک غلیظ به منظور تثبیت، اضافه گردید. پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از حمام آبی (بن ماری) در دمای زیر نقطه جوش حرارت داده شدند تا حجم آنها به ۲۰ میلی لیتر برسد[۸].

برای رسوبات معلق، نمونه‌برداری با ظروف پلی اتیلن ۴۰ لیتری انجام شد. بعد از انتقال به آزمایشگاه، ظروف به مدت ۴۸ ساعت در حالت ساکن قرار داده شدند تا ذرات معلق آنها ته نشین شود. بعد از جمع‌آوری ذرات معلق و خشک کردن آنها در دمای ۷۰°C به مدت ۷۲ ساعت، ۱g از نمونه‌ها با اسید فلوئوریدریک (۷ میلی لیتر)، اسید کلریدریک (۵ میلی لیتر) و اسید نیتریک (۵mL) و با استفاده از حمام آب هضم و با آب مقطر به حجم ۲۰mL رسانیده شد[۸].

نمونه‌برداری از ماهیان با استفاده از تور سالیک نمرهٔ ۱ انجام گرفت. پس از صید، نمونه‌ها در ظروف عایق با استفاده از یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس نمونه عضله ماهی در دمای ۷۰°C خشک شد و ۱g از نمونه خشک با اسید کلریدریک و اسید نیتریک (با نسبت ۱ به ۲) و با استفاده از حمام آب، هضم و با آب مقطر به حجم ۲۰mL رسانیده شد[۸].

بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها، عناصر سنگین موجود در نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه جذب اتمی با شعله فیلیپس مدل (pu۹۴۰۰) تحلیل و میزان غلظت عناصر در آنها تعیین شد[۹].

با استفاده از نرم‌افزار آماری spss و آزمون t، عملیات تجزیه و تحلیل داده‌ها انجام شد[۱۰].

۳- نتایج

نتایج به‌دست آمده از تحلیل دستگاهی نمونه‌های آب، ماهی و رسوبات معلق در ایستگاههای مختلف در دو فصل کم آبی و پرآبی در جدولهای ۱ و ۲ آمده است، بیشترین میزان سرب و کادمیوم در رسوبات معلق رودخانه در ایستگاه ۳ و در فصل پرآبی وجود داشته است.

نتایج آماری آزمون t بین میزان سرب و کادمیوم سطوح مورد بررسی رودخانهٔ قره چای در دو دورهٔ کم آبی و پرآبی نمایانگر وجود تفاوت معنادار بین میزان سرب و کادمیوم در آب و رسوبات معلق وجود دارد ولی این تفاوت بین میزان این دو فلز در ماهی معنادار نبود (جدول ۳).

جدول۱ میانگین غلظت سرب و کادمیوم برحسب ppm در آب، رسوبات معلق و ماهی در ایستگاههای مختلف رودخانه قره چای در فصل پر آبی

غلظت / ایستگاه	آب		رسوبات معلق		ماهی	
	سرب	کادمیوم	سرب	کادمیوم	سرب	کادمیوم
۱	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۳۱/۰۷	۲/۱۵	۲/۴۵	۰/۴۹
۲	۰/۰۶	۰/۰۰۱	۳۸/۶۲	۲/۴۹	۳/۰۵	۰/۵۹
۳	۰ /۰۹۶	۰/۰۰۳	۴۳/۳۶	۲/۹۴	۴/۵۱	۰/۵۱
۴	۰/۱۰۵	۰/۰۰۲	۳۴/۹۱	۲/۳۲	۳/۵۶	۰/۴۸

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۲ میانگین غلظت سرب و کادمیوم برحسب ppm در آب، رسوبات معلق و ماهی در ایستگاههای مختلف رودخانه قره چای در فصل کم آبی

غلظت / ایستگاه	آب		رسوبات معلق		ماهی	
	سرب	کادمیوم	سرب	کادمیوم	سرب	کادمیوم
۱	۰/۰۹۴	۰/۰۰۴	۲۶/۶۲	۱/۶۱	۲/۴۲	۰/۴۹۵
۲	۰ /۱۲۷	۰/ ۰۰۴	۳۶/۶	۲/۲	۳/۲۴	۰/۶۳
۳	۰ /۱۵۳	۰/۰۰۴	۴۰/۲۵	۲/۳	۴/۶۳	۰/۵۳۷
۴	۰/۲۴۳	۰/۰۰۴	۳۰/۵	۱/۸۵	۳/۸۳	۰/۴۷۷

جدول۳ نتایج آزمون t بین میانگینهای سرب و کادمیوم در فازهای مورد بررسی رودخانه قره چای در دو فصل کم آبی و پرآبی

فاز های مورد بررسی	آب		رسوبات معلق		ماهی	
فصل	میانگین سرب	میانگین کادمیوم	میانگین سرب	میانگین کادمیوم	میانگین سرب	میانگین کادمیوم
پر آبی	a ۰/۰۷۳	a ۰/۰۰۲	a ۳۶/۹۹	۲/۴۸ a	a ۳/۳۹	۰/۵۱۷ a
کم آبی	b ۰/۱۵۲	b ۰/۰۰۴	b ۳۳/۵	۱/۹۹ b	a ۳/۵۳	۰/۵۴ a

تذکر: اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنادارند (با احتمال ۰/۹۵).

جدول۴ غلظت استاندارد سرب و کادمیوم در آب آشامیدنی، مواد غذایی، آبزیان و مصارف کشاورزی (ppm)

ردیف	استانداردها	سرب	کادمیوم	منبع
۱	استاندارد WHO آب آشامیدنی	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۶
۲	استاندارد برای آبزیان	۰/۱	۰/۰۱	۷
۳	آبیاری کوتاه مدت	۱۰	۰/۰۵	۴
۴	آبیاری بلند مدت	۵	۰/۰۰۵	۴

۴- بحث

نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان عناصر سرب و کادمیوم در آب، رسوبات معلق و بافت ماهیچه‌ای ماهی در رودخانهٔ قره چای طی دو فصل کم آبی و پرآبی در جدولهای ۱ و ۲ نشان داده شده است. با مقایسه میانگین مقادیر به‌دست آمده با میزان استاندارد who [۴] طی دو فصل کم آبی و پرآبی مشخص می‌شود که آب رودخانهٔ قره چای از نظر میزان سرب آلوده است و قابل شرب نمی‌باشد (جدول ۳ و ۴). این

Archive of SID
www.SID.ir

موضوع می‌تواند ناشی از فعالیتهای مربوط به بخشهای حمل و نقل، کشاورزی و زائدات تولید شده شهری و روستایی باشد[۴]. از آنجا که رودخانهٔ قره چای منبع آبی مهمی در امر کشاورزی محسوب می‌شود و استفاده از آب آلوده به فلزات منجر به تجمع آنها در بافتهای گیاهی [۶] و در نتیجه انسان می‌گردد، بررسی آب این رودخانه از این نظر ضروری است.

با مقایسه میانگین غلظت سرب و کادمیوم با میزان مجاز این دو فلز در آب مورد نیاز برای آبیاری کوتاه مدت و بلند مدت [۱۱] مشاهده می‌گردد که آب رودخانهٔ قره چای از این نظر آلوده نبوده و مناسب کشاورزی می‌باشد.

میزان سرب براساس جدولهای ۳ و ۴ در فصل کم آبی در آب رودخانهٔ قره چای بیش از مقدار مجاز آن در آب برای آبزیان و در فصل پرآبی از مقدار مجاز کمتر است [۶].

میانگین کل غلظت سرب در رودخانهٔ قره چای بیش از مقدار مجاز برای آبزیان است. با وجود این هنوز در حد غلظت کشنده برای آبزیان نبوده است. در هر صورت آب رودخانه قره‌چای از این نظر آلوده محسوب می‌شود[۱۲] و بخصوص برای اموری چون آبزی پروری می‌تواند مشکل ایجاد کند.

غلظت کادمیوم در آب رودخانهٔ قره چای براساس جدولهای ۳ و ۶ در دو فصل کم آبی و پرآبی از مقادیر استاندارد مجاز برای آبزیان کمتر می‌باشد [۸] و از این نظر رودخانه آلوده نیست.

بیشترین میانگین ایستگاهی فلز سرب در آب رودخانهٔ قره چای در ایستگاه ۴ و در رسوبات معلق و بافت عضله‌ای ماهی در ایستگاه شماره ۳ مشاهده شد (جداول ۱ و ۲).

بیشترین مقدار کادمیوم در آب و رسوبات معلق در ایستگاه ۳ و در ماهی در ایستگاه ۲ وجود داشت (جدولهای ۱ و ۲). قرار گرفتن ایستگاههای ۲ و ۳ در مسیر زمینهای زراعی و افزایش جمعیت ساکن حاشیه رودخانه بخصوص در ایستگاه ۳ و نیز وجود کارخانه‌های شن و ماسه و عبور وسایل نقلیه از حاشیه رودخانه در نزدیکی ایستگاه ۳ و همچنین تخلیه فاضلابهای شهری و روستایی و دامداریها به عنوان عوامل افزایش بار آلودگی در ایستگاههای ۲ و ۳ محسوب می‌شود[۴].

در ایستگاه ۴ که بعد از سد الغدیر ساوه می‌باشد، میزان سرب و کادمیوم در رسوبات معلق کاهش تقریباً محسوسی را نشان می‌داد (جدولهای ۱ و۲). این نتیجه می‌تواند به‌دلیل سکون آب در دریاچه سد و ته‌نشینی رسوبات معلق و کاهش میزان رسوبات معلق در واحد حجم آب باشد[۱۳]. با توجه به اینکه در محل ایستگاه ۱ منابع آلاینده وجود ندارد و بیشترین میزان بار آلودگی عمدتاً در ایستگاه ۳ مشاهده می‌شود، علت این امر را می‌توان به دلیل افزایش عوامل آنتروپوژن (مصنوعی) دانست.

براساس نتایج آزمون t، میزان سرب و کادمیوم موجود در آب و رسوبات معلق در دو فصل کم آبی و پرآبی تفاوت معنادار را در سطح ۵٪ نشان دادند (جدول ۳). تفاوت معنادار میزان سرب و کادمیوم در آب طی دو فصل پرآبی و کم آبی را می‌توان با احتمال زیاد ناشی از افزایش میزان مصرف سموم و کود شیمیایی آلی ناشی از افزایش فعالیتهای کشاورزی و نیز کم شدن دبی آب رودخانهٔ قره چای و افزایش غلظت این دو فلز در واحد حجم آب در فصل کم آبی رودخانه دانست. همچنین تفاوت معنادار میزان سرب و کادمیوم در رسوبات معلق طی دو فصل کم آبی و پرآبی، به احتمال زیاد می‌تواند ناشی از حرکت سدیم آب و افزایش و سایش و در نتیجه افزایش مواد معلق در فصل پرآبی باشد. عدم وجود تفاوت معنادار میزان سرب و کادمیوم طی دو فصل کم آبی و پرآبی در بافت عضله ماهی را می‌توان ناشی از تدریجی بودن تجمع این عناصر در بافت عضله [۶] و همچنین مقادیر قابل دسترس این دو عنصر برای ماهی دانست.

Archive of SID
www.SID.ir

۵- منابع

[1] Clarck R.B., Marine pollution, Axford university press; 1992; pp. 172- 184.

[۲] افیونی م.؛ آلودگی محیط زیست، آب، خاک و هوا؛ انتشارات ارکان اصفهان؛ ۱۳۷۹؛ ۳۱۸ ص.

[3] Begum A., Nural Amin MD., Kaneco S., Ohtak.; Selected elemental composition of the muscle tissue of three species of fish, *Tilapia nilotica*, *Cirrhina mrigala*, *and Clarius batrachus*, from the freshwater Dhanmondi Lake in Bangladesh, Food chemistry 2005; vol. 93. pp: 439-443.

[4] Anonymous; World Health Organization (WHO), Guidelines for drinking water quality, Genera, Switzerland; 1996; pp: 130.

[۵] اسماعیلی ساری ع.؛ «آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست»؛ انتشارات نقش مهر؛ ۱۳۸۱؛ ۷۶۹ ص.

[6] Boyd C. E.; Water quality in Ponds for Aquaculture. 482 pp. Birmingham Publishing Co., Birmingham, USA. c1990; pp. 219-223.

[۷] عبدلی ا.؛ شناسایی گونه‌های گیاهان آبزی و آبزیان، مطالعه فاز یک، طرح کارگاههای پرورش ماهیان گرمابی دشت چزان؛ جهاد سازندگی استان مرکزی؛ ۱۳۶۹. صص. ۲۰۰-۲۵۰.

[8] Roger N.R., John D. B.; Envuronmental analysis, N.Y.; 1994; p. 263.

[9] Van Loon J.G.; Analytic atomic absorption specteroscopy, Academic press N.Y; 1980; p. 355.

[10] Shapiro S. S., Wilk M.B.; An alysis of variance test for normality,biometric; 1972; Vol. 52.

[۱۱] ریاحی ع. ۱۳۷۸؛ بررسی آلودگی سرب و کادمیوم ماهیان بومی رودخانه هراز؛ طرح تحقیقاتی دانشگاه تربیت مدرس؛ دانشکده منابع طبیعی نور؛ ۱۳۷۸. صص. ۱۳۰-۱۵۰.

[12] Karageorgis A. P., Nikolaidis N.P., Karamanos H., Skoulikidis N.; Water and sediment quality assessment of the Axios River and its coastal environment, Continental Shelf Research; 2003; vol. 23. pp. 1929- 1944.

[13] Aucoin J., Blanchard R., Billiot C., Patridge C., Schultz D., Mandhare K.; Tracemetals in fish and sediments from Lake Boeuf, Southeastern Louisiana; *Microchemical Journal*; 1999; vol. 62. pp: 299-307.

Archive of SID

www.SID.ir