

## بررسی فلزات سنگین، سموم کشاورزی و آلودگی‌های میکروبی در آب کانال محمدیه استان تهران به منظور امکان پرورش ماهی

- **محمود رامین\***: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، صندوق پستی: 149-14965
- **مسطوره دوستدار**: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، صندوق پستی: 149-14965
- **شعبان نجفپور**: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، صندوق پستی: 961
- **فریبا اسماعیلی**: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، صندوق پستی: 149-14965

تاریخ پذیرش: خرداد 1393

تاریخ دریافت: دی 1392

### چکیده

در این بررسی که طی سال ۱۳۹۰ و به مدت یک سال انجام شد، فلزات سنگین، آلودگی‌های میکروبی و سموم کشاورزی آب کانال محمدیه واقع در شهرستان‌های اسلامشهر، رباط کریم و شهریار در استان تهران بررسی شدند. نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، مس، آهن، کادمیوم، روی و جیوه در آب کانال محمدیه در فصول بهار، تابستان و پاییز در تمام ایستگاه‌ها و مقایسه آن‌ها با استانداردهای موجود جهت پرورش ماهی روشن نمود که متأسفانه به غیر از مس، میزان بقیه فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در اغلب ایستگاه‌ها بالاتر از حد مجاز می‌باشد، به طوری که میزان سرب به ترتیب در ایستگاه‌های 2 (نصیر آباد)، 3 (دهشاد)، 4 (بین کانال فرعی 6 و 7) و 5 (انتهای کانال)، روی در ایستگاه‌های 1 (ابتدای کانال) و 5 (انتهای کانال)، آهن در ایستگاه‌های 1 (ابتدای کانال)، 3 (دهشاد) و 5 (انتهای کانال) و کادمیوم و جیوه در همه ایستگاه‌ها بالاتر از استانداردهای تعیین شده جهت پرورش ماهی می‌باشند. نتایج بررسی این فلزات نشان داد که در فصول مختلف بین ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $p < 0/05$ ). همچنین بررسی سموم ارگانوکلره و ارگانو فسفره در سه فصل بهار، تابستان و پاییز در ایستگاه‌های مختلف و مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده با استانداردهای مناسب جهت پرورش ماهی نشان داد که هیچ‌کدام از مقادیر به دست آمده بیش‌تر از حد مجاز نمی‌باشند. بنابراین موارد فوق اختلالی در روند پرورش ماهی به وجود نخواهد آورد. همچنین بررسی بار میکروبی آب کانال محمدیه در ایستگاه‌های پنج‌گانه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌های مختلف در فصول مختلف وجود دارد ( $p < 0/05$ ).

**کلمات کلیدی:** فلزات سنگین، سموم کشاورزی، آلودگی‌های میکروبی، کانال محمدیه، تهران

های بیش‌تر اقتصادی از نظر میزان صید ایجاد خواهد شد. این شرایط در کنار دیگر عوامل موجب گردیده که صنعت آبی‌پروری و پرورش آبزیان به‌ویژه ماهیان سردآبی (قزل‌آلا) و کپورماهیان پرورشی مورد توجه قرار گیرد (نیکونیان، 1382).

### مقدمه

از جمله پتانسیل‌های آبی در استان‌های تهران و البرز جنوبی می‌توان به آب کانال محمدیه اشاره داشت. کانال محمدیه به طول 37 کیلومتر دارای 117 حلقه چاه در جنوب تهران با دبی حد اقل 4 مترمکعب در ثانیه در خروجی انتهای کانال سرپوشیده، بخش عظیمی از زمین‌های کشاورزی منطقه شهریار و کرج را مشروب می‌نماید. وجود میکروارگانیسم‌ها نیز در آب باعث انجام چرخه عناصر در آب شده و از طرف دیگر می‌توانند پدیده‌های نامطلوبی در آب‌های آشامیدنی و آب‌های طبیعی به وجود آورند که باید از همه جوانب مورد بررسی قرار گیرند. مثلاً کلی‌فرم‌ها معمولاً منشأ مدفوعی انسانی و جانوری

نرخ رشد صید و میزان تولید از منابع دریایی (آب-های شور و لبشور) به دلیل صید بی‌رویه و یا غیرمسئولانه، آلاینده‌های غیرزیستی (هیدروکربورهای نفتی، سموم نباتی و فلزات سنگین)، تهدیدات بیولوژیک (کشندهای سرخ حاصل از شکوفایی فیتوپلانکتون‌های سمی)، کاهش نزولات جوی و به دنبال آن کاهش دبی آب رودخانه‌ها و عوامل بازدارنده مهاجرت‌های طبیعی ماهیان و تخریب زیستگاه‌ها، کاهش یافته و گواه آن، کاهش صید ماهیان از 62550 تن در سال 1380 به 37831 تن در سال 1390 می‌باشد (سالنامه آماری شیلات ایران، 1391). اگر روند کاهش میزان صید ادامه داشته باشد در آینده خسارت-



ظروف پلاستیکی جمع‌آوری و با اسیدنیتريك غلیظ فیکس شده و پس از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا 100 سی‌سی از نمونه‌های آب را با استفاده از فیلتر 0/45 میکرون فیلتر نموده و سپس نمونه را در داخل ارلن با افزودن اسیدنیتريك براساس روش استاندارد (APHA، 2005) مخلوط و با قراردادن بر روی بن ماری هضم اسیدی آن صورت پذیرفت. بعد از هضم و آماده‌سازی، نمونه را با رساندن به حجم در ظروف پلاستیکی، نگهداری و با استفاده از دستگاه جذب اتمی در آزمایشگاه تجزیه دستگاهی قرائت گردید. فلزات شامل Cu، Pb، Cd، Fe، Zn و Hg با استفاده از جذب اتمی مجهز به سه سیستم شعله، گرافیتی و سیستم بخار با لامپ زمینه دوتریم D2Therm Electron Corporation AA Serio System Model: M5 تعیین غلظت گردید. اندازه‌گیری جیوه به روش بخارات سرد اتمی (Cold Vapour) انجام گردید (APHA، 2005). در تمام آزمون‌ها از مواد شیمیایی خالص از شرکت MERC آلمان، استفاده شد.

نمونه‌های آب سموم ارگانوکلره و ارگانوفسفره با توجه به وضعیت و قرارگرفتن مناطق کشاورزی در حاشیه کانال و براساس دستورالعمل مکان‌یابی، 5 ایستگاه نمونه‌برداری برای سموم ارگانوکلره و 4 ایستگاه نمونه‌برداری برای سموم ارگانوفسفره از طرفین و قسمت میانی کانال به صورت ترکیبی به مقدار 15 تا 20 لیتر آب جمع‌آوری و در نهایت یک نمونه یک لیتری از سم ارگانوکلره در محل نمونه‌برداری با استفاده از مواد آلی (ان-هگزان) فیکس و نمونه‌های 250 سی‌سی جهت سم ارگانوفسفره در ظروف تیره شیشه‌ای جهت مراحل بعدی به آزمایشگاه مرکزی منتقل گردید.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های بررسی شده در کانال محمدیه

مختصات جغرافیایی	نام ایستگاه	ردیف
۳۵° 29' 27" N ۵۲° 09' 37" E	ابتدای کانال	۱
۳۵° 29' 41" N ۵۱° 08' 44" E	نصیرآباد	۲
۳۵° 31' 2۳" N ۵۱° 07' 48" E	دهشاد	۳
۳۵° 32' 26" N ۵۱° 05' 31" E	بین کانال فرعی ۶ و ۷	۴
۳۵° 33' 13" N ۵۱° 04' 22" E	انتهای کانال- روستای منجیل آباد	۵

ستون کروماتوگرام با افزودن سولفات سدیم آبزدائی آن شروع و سپس با عبور از فیلترهای واتمن جداسازی نهایی صورت پذیرفت.

در مرحله تغلیظ و آماده‌سازی نمونه با استفاده از دستگاه روتاری اوپراتور، عمل تغلیظ صورت گرفته و نمونه تا حد 2 سی‌سی تقلیل یافته این نمونه‌ها در ظروف مخصوص جمع‌آوری گردیده و جهت قرائت نهایی به آنالیز دستگاهی

داشته و در طبیعت نیز فراوان می‌باشند. وجود بیش از حد آن‌ها در مواد غذایی و منابع آبی، خطرناک بوده و باعث مسمومیت و بیماری‌های روده‌ای می‌شود (اسماعیلی-ساری، 1381). سموم ارگانوفسفره نیز عموماً ترکیبات روغنی هستند و به‌خوبی در آب حل نمی‌شوند و از طریق آبشش، پوست و روده جذب بدن ماهی می‌شوند. سموم ارگانوکلره نیز ترکیبات آلی محلول در چربی هستند و حلالیت آن‌ها در آب کم است و به‌دلیل مقاومت این ترکیبات به اکسیداسیون، مدت مدیدی در طبیعت فعال باقی می‌مانند. این ترکیبات بر خلاف ارگانوفسفات‌ها در نواحی مختلف بدن ماهی و آبزیان دیگر نیز جمع شده و برای مصرف کنندگان ماهی نیز می‌توانند مشکل‌زا باشند (پیغان و مشائی، 1384).

این تحقیق با هدف بررسی عوامل احتمالی آلاینده پیرامون منبع آبی و تحلیل اجمالی آن در کانال محمدیه، جهت تعیین مکان‌های مناسب مستعد حاشیه کانال جهت احداث مزارع پرورش ماهی و ارائه تحلیل‌های اقتصادی به تفکیک نوع فعالیت قابل انجام در کانال انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

پس از بررسی‌های اولیه و مطالعه نقشه‌ها طی یک بازدید از مسیر کانال محمدیه در دی ۱۳۸۹ تعداد ۵ ایستگاه جهت انجام عملیات نمونه‌برداری تعیین شدند (جدول 1).

فلزات سنگین آب کانال محمدیه که شامل سرب، مس، آهن، کادمیوم، روی و جیوه بوده و نمونه‌برداری از آن‌ها به صورت فصلی، در فصول بهار، تابستان و پاییز سال 1390 انجام گردید. نمونه‌های آب در هر ایستگاه در

در مرحله جداسازی نمونه، با افزودن مواد آلی فیکساتیو فوق‌الذکر در سه مرحله به‌نمونه با استفاده از دستگاه شیکر به مدت 20 تا 30 دقیقه فاز موادالی از فاز مایع توسط دکانتور جداسازی صورت گرفته، در ضمن تمامی سه مرحله فاز آلی را در ظرف جداگانه جمع‌آوری و نگهداری ولی فاز مایع (آبی) آن دورریز گردید. در مرحله آبزدایی از فاز آلی، پس از جمع‌آوری فاز موادالی و گذراندن آن از



### نتایج

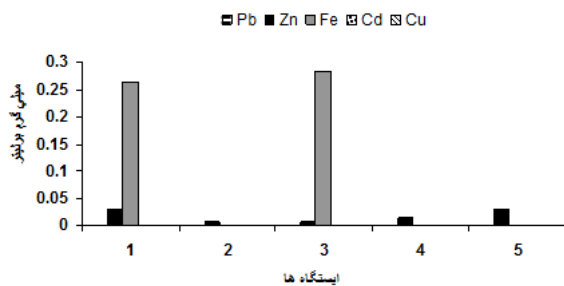
نتایج اندازه‌گیری فلزات سنگین Zn، Fe، Cd، Pb و Cu (برحسب میلی‌گرم بر لیتر) در 5 ایستگاه کانال محمدیه طی ماه‌های مختلف نشان داد بیش‌ترین میزان غلظت فلزات سنگین در فصل بهار مربوط به فلز آهن می‌باشد که به ترتیب در انتهای کانال (ایستگاه 5) در اردیبهشت ماه و هم‌چنین در ابتدای کانال و منطقه دهشاد (ایستگاه‌های 1 و 3) در خرداد ماه بالاتر از حد استاندارد بود (شکل‌های 1 و 2). بیش‌ترین میزان غلظت فلزات سنگین در فصل تابستان مربوط به فلزات سنگین آهن، کادمیوم و جیوه بود. فلز آهن به ترتیب در ایستگاه‌های 2، 3 و 4 (شهریور ماه)، فلز کادمیوم هم در تمام ایستگاه‌ها (مرداد ماه) و در ایستگاه‌های 3 و 4 (شهریور ماه) و فلز جیوه به ترتیب در ایستگاه‌های 2، 3، 4 و 5 (مرداد ماه) بالاتر از حد استاندارد بود (شکل‌های 3 و 4).

بیش‌ترین میزان غلظت فلزات سنگین در فصل پاییز در مهر ماه مربوط به فلزات سنگین آهن، کادمیوم و روی بود. فلزات آهن و روی در ایستگاه‌های 1، 3 و 5 و فلز کادمیوم در ایستگاه 1 بالاتر از حد استاندارد بود (شکل 5).

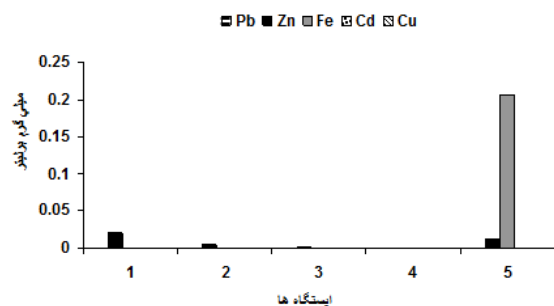
تحویل و با استفاده از دستگاه GC به همراه دتکتورهای TSD (Thermal Specified Detector) و ECD (Electron Capture Detector) و با روش‌های USEPA (تکدستان و همکاران، 1376) جهت قرائت نمونه‌های سموم فسفره و کلره استفاده گردید. لازم به یادآوری است که مشابه نمونه‌های اصلی و با استفاده از آب بدون یون (یک لیتر) را انتخاب نموده و با افزودن استاندارد به آن به‌عنوان نمونه spike همانند نمونه اصلی مراحل آماده‌سازی تا قرائت را طی نموده و در خاتمه جهت کنترل مراحل کاری به دستگاه یاد شده تزریق و با مقدار به‌دست آمده از نمونه spike با نمودارهای استاندارد مورد مقایسه و سپس مقدار آن محاسبه گردید.

نمونه‌های نهایی در حد 2 سی‌سی را به قسمت آنالیز دستگاهی منتقل و در آنجا با تهیه نمودن استاندارد و آماده‌سازی دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) ساخت کشور ژاپن قرائت گردید.

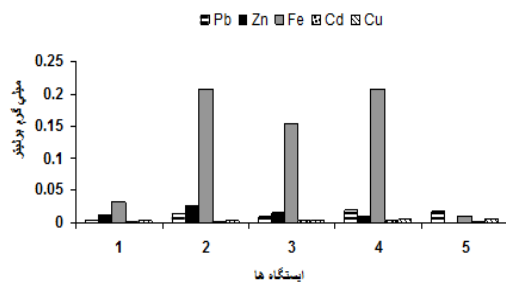
جهت آنالیز میکروبی نمونه‌های آب با کشت به‌صورت سطحی در محیط Ecc کروم آگار به‌منظور بررسی تعداد کلی فرم‌های کل و کلی‌فرم‌های مدفوعی استفاده شد.



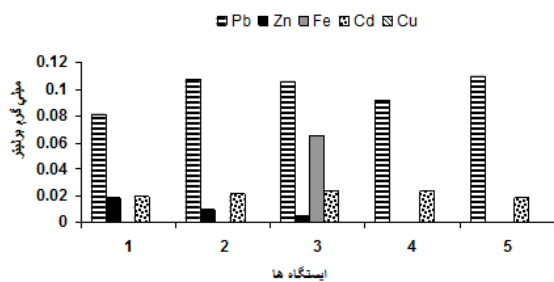
شکل 2: نمودار تغییرات میانگین فلزات سنگین آب کانال محمدیه در ماه خرداد 1390



شکل 1: نمودار تغییرات میانگین فلزات سنگین آب کانال محمدیه در ماه اردیبهشت 1390

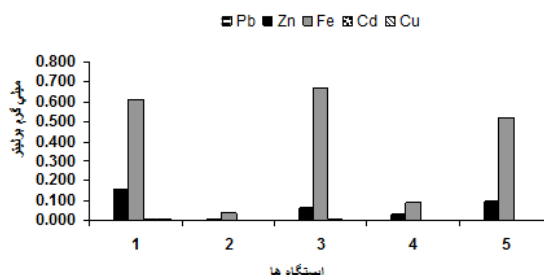


شکل 4: نمودار تغییرات میانگین فلزات سنگین آب کانال محمدیه در ماه شهریور 1390



شکل 3: نمودار تغییرات میانگین فلزات سنگین آب کانال محمدیه در ماه مرداد 1390





شکل 5: تغییرات میانگین فلزات سنگین آب کانال محمدیه در ماه مهر 1390

از میان 16 سم اندازه‌گیری شده در اولین دور نمونه برداری از فصل بهار تنها ترکیب ارگانو کلره ( $\beta$ -BHC) در حد حداقل یعنی 0/1 میکروگرم بر لیتر غلظت در ایستگاه 5 مشاهده گردید ولی در دور دوم نمونه برداری از فصل بهار، بیش از 37 درصد ترکیبات ارگانوکلره اندازه‌گیری شده که شامل  $\alpha$ -endosulfan، aldrin- $\delta$ ، BHC، heptachlor epoxide، lindane،  $\gamma$ -BHC و  $\beta$ -BHC در ایستگاه‌های 1 تا 4 بودند.

حداکثر مقدار غلظتی سم ارگانوکلره مشاهده شده در ایستگاه‌های 1 تا 4 مربوط به ترکیب  $\beta$ -BHC در حد 3/1 میکروگرم بر لیتر در ایستگاه 2 بود.

در فصل تابستان، باقی‌مانده سموم ارگانوکلره در نمونه آب 5 ایستگاه کانال محمدیه که شامل ترکیبات DDE و dieldrin از میان 16 سم می‌باشند، اندازه‌گیری گردید. نتایج حاصل نشان داد که ترکیبات یاد شده در ایستگاه 5 دارای حداقل قابل مشاهده یعنی 0/1 میکروگرم بر لیتر بوده است.

در فصل پاییز، باقی‌مانده سموم ارگانوکلره در نمونه آب 5 ایستگاه کانال محمدیه که شامل ترکیبات  $\alpha$ -BHC و  $\gamma$ -BHC از میان 16 سم می‌باشند، اندازه‌گیری گردید. نتایج حاصل نشان داد که ترکیبات یاد شده در ایستگاه 5 دارای حداکثر و حداقل غلظت به ترتیب 0/28 الی 0/12 میکروگرم بر لیتر بوده است.

در فصل بهار باقی‌مانده سموم ارگانوفسفره در نمونه آب 5 ایستگاه کانال محمدیه شامل: 2,4-D Imidacloprid، Tribenuron، Bromacil، Fenvalerate، Deltametrin، Profenofos، Diazinon، Metalaxyl، methyl Dichlorvos، Glyphosate و Chlorpyrifos بودند اندازه‌گیری گردید. از تعداد 12 سم ارگانوفسفره اندازه‌گیری شده در فصل بهار، تابستان و پاییز هیچ‌یک از سموم بیش‌تر از حد مجاز نبوده است.

## بحث

بررسی سموم ارگانوکلره و ارگانوفسفره در سه فصل بهار، تابستان و پاییز در ایستگاه‌های مختلف و مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده با استانداردهای موجود جهت پرورش ماهی در آب کانال محمدیه در ایستگاه‌های فوق نشان داد که هیچ‌کدام از مقادیر به‌دست آمده بیش‌تر از حد مجاز نمی‌باشند بنابراین موارد فوق اختلالی در روند پرورش ماهی

بررسی‌های اولیه نشان می‌دهد که فلزات سرب و مس در تمام فصول و ایستگاه‌ها دارای غلظت پایینی بوده‌اند ولی فلز آهن در تمام فصول و در ایستگاه‌های مختلف افزایش غلظت داشته است. بررسی غلظت فلزات سنگین در ماه‌های مختلف نیز نشان داد که از نظر سطح آماری اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌های مختلف وجود دارد ( $p < 0/05$ ).

در بررسی میکروبی، میکروب‌ها در داخل آب‌های روان مانند کانال محمدیه نمی‌توانند در ایستگاه‌های نمونه برداری ثابت بمانند. بنابراین نتایج حاصل متعلق به زمان نمونه برداری بوده و پایدار نمی‌باشند. تعداد کل باکتری‌ها در تمامی مراحل نمونه برداری در ایستگاه‌های 1 تا 5 روند افزایشی را نشان داد و این امر طبیعی به‌نظر می‌رسد که حضور شناگرها، استقرار پمپ‌های آب در داخل کانال و شستشوی خاک‌های بالادست کانال و... می‌تواند عامل این افزایش باشند. ولی باکتری‌ها در آب می‌توانند با استفاده از اکسیژن محلول داخل آن باعث کمبود اکسیژن گردند ولی با شرایط و وضعیت کانال، دبی و سرعت آب و تکنولوژی موجود بی‌تاثیرند. در بین باکتری‌های شناسایی شده تنها استرپتوکوک‌ها هستند که برخی از گونه‌های آن مثل *Streptococcus iniae* می‌توانند از دیدگاه بهداشت ماهی و انسان مهم باشند. این جنس از باکتری به‌غیر از دو مورد در ایستگاه‌های شماره 5 (مرحله اول نمونه برداری) و ایستگاه‌های شماره 3 (مرحله پنج نمونه برداری)، مشاهده نگردید. تعداد دیگر باکتری‌ها اعم از کلی‌فرم‌های مدفوعی و غیرمدفوعی و اثرشیاکلی در ایستگاه‌ها قابل اغماض بودند.

در بررسی بار میکروبی کانال محمدیه در ماه‌های مورد بررسی نیز نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در کلی‌فرم‌های مدفوعی و غیرمدفوعی، اثرشیاکلی و استرپتوکوکوس بین ایستگاه‌های مختلف وجود ندارد ( $p < 0/05$ ).

در فصل بهار باقی‌مانده سموم ارگانوکلره در نمونه آب 5 ایستگاه کانال محمدیه که شامل: DDT، DDE، DDD،  $\alpha$ -endosulfan،  $\alpha$ -BHC،  $\beta$ -BHC، aldrin- $\delta$ ، BHC، dieldrin، heptachlor،  $\beta$ -endosulfan، endrin، heptachlor، aldehyde endrin، endosulfan sulfate، epoxide lindane یا  $\gamma$ -BHC بودند، اندازه‌گیری گردیدند. نتایج حاصل از 5 ایستگاه که ابتدای آن از محل و فضای آزاد و باز کانال (ایستگاه 1) تا انتهای کانال (ایستگاه 5) بود به‌شرح زیر ارزیابی گردید:

سرب در ایستگاه‌های ۲، ۳، ۴ و ۵، روی در ایستگاه‌های ۱ و ۵ و آهن در ایستگاه‌های ۱، ۳ و ۵ و کادمیوم و جیوه در همه ایستگاه‌ها بالاتر از استانداردهای تعیین شده جهت پرورش ماهی بوده است. با توجه به نتایج به دست آمده از قنات صالح آباد استان تهران، مس در آب از حداقل 0/04 میلی‌گرم تا حداکثر 0/58 میلی‌گرم در لیتر، آهن تا حداکثر 0/09 میلی‌گرم در لیتر، جیوه کمتر از 1 میکروگرم در لیتر، سرب کمتر از 0/1 میلی‌گرم در لیتر، کادمیوم کمتر از 0/1 میلی‌گرم در لیتر، آلومینیوم تا حداکثر 0/02 میلی‌گرم در لیتر و روی تا حداکثر 0/35 میلی‌گرم در لیتر محاسبه گردید که نشان داد غلظت همه فلزات سنگین بررسی شده به غیر از مس (در برخی ایستگاه‌ها) جهت فعالیت‌های پرورش ماهی مناسب و قابل قبول بوده است.

نتایج حاصل از بررسی رودخانه سبزکوه نیز نشان داد که غلظت فلزات مس و به‌دنبال آن روی در مقایسه با سایر فلزات دارای مقادیر بیش‌تری بوده است و فلزات کبالت و کادمیم کم‌ترین غلظت را داشته‌اند. این نتایج بیان‌گر آن است که حداکثر غلظت فلزات متعلق به ایستگاه‌های بعد از پل دهنو و خروجی مجتمع چهار تخته بوده که احتمالاً به‌دلیل ورود بار آلودگی از طریق پساب‌های کشاورزی و شهری به این رودخانه بوده است و در ماه‌های مرداد و شهریور به‌دلیل افزایش فعالیت کشاورزی و زمان مصرف سموم کشاورزی میزان غلظت اکثر فلزات نسبت به پاییز مقدار بیش‌تری را نشان داد.

مقایسه نتایج تحقیق حاضر با استاندارد غلظت فلزات سنگین در آب برای پرورش ماهی Piper و همکاران، 1982؛ Wedemeyer، 1977 نشان داد که: میانگین غلظت فلز سرب در ایستگاه‌های 2، 3، 4 و 5 بالاتر از استانداردهای غلظت فلزات سنگین در آب برای پرورش ماهی می‌باشد (جدول 2).

به‌منظور توسعه آبی‌پروری (ماهیان گرمایی) در محدوده استان اردبیل، مطالعه فلزات سنگین بر روی آب رودخانه ارس نیز انجام شد. مطالعات انجام گرفته نشان داد فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، روی، مس، نیکل و آهن) موجود در آب رودخانه ارس (محدوده دشت مغان) طی یک-سال بررسی درحد مجاز استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست برای آب‌های سطحی و براساس استانداردهای جهانی برای محیط زیست کیورماهیان مناسب تشخیص داده شد (واردی و همکاران، 1389).

با توجه به نتایج به دست آمده از آب کانال محمدیه می‌توان اظهار داشت که جهت کاهش اثرات آلاینده‌ها از جمله فلزات سنگین می‌توان از روش‌های مختلف استفاده نمود که شامل روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک می‌باشند که از آن جمله می‌توان استفاده از انواع فیلترها، ازون و اشعه UV را نام برد. به تجربه ثابت شده که در بعضی موارد می‌توان میزان فلزات سنگین را تا ۹۰ درصد کاهش داد. همچنین با یک بررسی می‌توان چاه‌هایی که دارای بیش‌ترین میزان آلاینده‌گی از نظر فلزات سنگین می-

بوجود نخواهد آورد. با توجه به نتایج به دست آمده در بررسی قنات صالح‌آباد استان تهران میزان سموم کلره و فسفره در آب کمتر از 10 میلی‌گرم در لیتر محاسبه گردید که این میزان سموم در آب مورد مطالعه جهت پرورش ماهیان نیز می‌تواند بلامانع باشد (علیزاده‌ثابت، 1389). نتایج حاصل از بررسی رودخانه سبزکوه نشان داد که میزان غلظت سموم کشاورزی مورد بررسی در ماه شهریور دارای مقادیر بیش‌تری بوده و در ماه آبان کم‌ترین مقدار بوده است. از نظر آلودگی برخی سموم کشاورزی در آب رودخانه سبزکوه علی‌رغم این‌که بیش‌تر سموم مورد مطالعه معمولاً در مناطق پایین‌دست به‌طور نسبی غلظت بیش‌تری داشته‌اند، به‌طورکلی میزان این آلاینده‌ها در آب رودخانه از حد استاندارد بسیار پایین‌تر می‌باشد. میانگین غلظت سموم مورد مطالعه DDT، لیندان، آلدین و اندوسولفان به‌ترتیب 0/12، 0/12، 0/01 و 0/04 میکروگرم بر لیتر شد، درحالی‌که حدود آستانه این سموم در آب‌های سطحی به‌ترتیب 0/002، 0/01، 0/01 و 0/04 میلی‌گرم در لیتر بود (قانع، 1389).

بررسی بار میکروبی آب کانال محمدیه در ایستگاه‌های پنج‌گانه نشان داد که آب این کانال از نظر کیفیت میکروبی دارای صلاحیت لازم برای آبی‌پروری می‌باشد و از این نظر مشکلی ایجاد نخواهد شد. با توجه به نتایج به-دست آمده از میزان بار میکروبی آب قنات صالح‌آباد استان تهران ایستگاه شماره 1 نسبت به دو ایستگاه دیگر از آلودگی کم‌تری برخوردار بوده و تا حدودی شرایط لازم را جهت پرورش ماهیان دارا بوده است.

فلزات سنگین برعکس مواد زائد آلی، آلوده‌کننده‌هایی پدیدارند که معمولاً توسط باکتری‌ها تجزیه نمی‌شوند. اگر هم تجزیه صورت گیرد آن‌قدر کند و بطئی است که می‌توان آن‌ها را به‌عنوان افزودنی‌های پایدار به محیط‌زیست آبی محسوب نمود (Clark، 1992).

در جریان توسعه پرورش ماهی و یا آبیان پرورشی، علاوه بر آزمایش‌های کیفی آب از نظر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، بررسی فلزات سنگین، منابع تولید و تغییرات فصلی غلظت آن‌ها ضرورت دارد. نمک این قبیل فلزات ممکن است به‌طور طبیعی فرسایش سنگ‌های معادن، باد، ذرات غبار و فعالیت‌های آتشفشانی) و یا به‌صورت غیرطبیعی و صنعتی (پساب کارخانجات، آلودگی نفتی و سموم دفع آفات) وارد منابع آبی شوند. این آلاینده‌ها از طرفی سبب کاهش اکسیژن محلول در آب شده و از طرف دیگر در صورت سمی بودن، اثرات مضر بر روی ماهیان دارند و ممکن است ماهی را به‌طور مستقیم بکشد یا در بدن آن‌ها تجمع کنند و یا طعم و مزه گوشت ماهی را تغییر دهند (فارابی، 1389). نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، مس، آهن، کادمیوم، روی و جیوه در آب کانال محمدیه در فصول بهار، تابستان و پاییز در تمام ایستگاه‌ها و مقایسه آن‌ها با استانداردهای موجود جهت پرورش ماهی روشن نمود که متأسفانه به‌غیر از مس میزان بقیه فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در اغلب ایستگاه‌ها بالاتر از حد مجاز می‌باشد به‌طوری‌که میزان



باشند از مدار خارج نموده و آب خروجی آن‌ها را قطع نمود.  
 با توجه به این‌که مسیر انتقال آب در کانال محمدیه از ایستگاه 1 تا انتهای آن سر پوشیده نبوده و رو باز است بنابراین عوامل آلاینده و تاثیرگذار بر کیفیت آب کانال شامل:  
 - باقی‌مانده سموم استفاده شده در مزارع و باغات حاشیه کانال

- زیاله و شیرابه ناشی از آن مربوط به مناطق مسکونی نزدیک کانال  
 - نخاله‌های ساختمانی رها شده در حاشیه کانال  
 - شستشوی اتومبیل و وسایل دیگر با آب کانال  
 - شنا کردن در داخل کانال در فصول گرم سال  
 می‌باشند که با اجرای طرح سرپوشیده نمودن کانال می‌توان ضمن جلوگیری از ورود عوامل مختلف آلاینده از تبخیر و هدر رفتن آب نیز جلوگیری نمود.

جدول 2: مقایسه نتایج تحقیق حاضر با استانداردهای غلظت فلزات سنگین در آب برای پرورش ماهی (ppm) منابع استاندارد

ایستگاه‌ها	فلز	نتایج مطالعه حاضر	1997، Wedemeyer	1982 و همکاران، Piper
1	سرب	0/02 ± 0/026	0/03	0/03
	روی	0/047 ± 0/026	0/03 - 0/05	0/03 - 0/05
	آهن	0/302 ± 0/16	0 - 0/15	0 - 0/15
	کادمیوم	0/009 ± 0/005	0/003	0/003
	مس	0/005 ± 0/001	0/006	0/006
2	جیوه	0/0063 ± 0/0036	0/002	0/002
	سرب	0/06 ± 0/046	0/03	0/03
	روی	0/01 ± 0/004	0/03 - 0/05	0/03 - 0/05
	آهن	0/12 ± 0/08	0 - 0/15	0 - 0/15
	کادمیوم	0/011 ± 0/009	0/003	0/003
3	مس	0/005 ± 0/00	0/006	0/006
	جیوه	0/022 ± 0/017	0/002	0/002
	سرب	0/058 ± 0/047	0/03	0/03
	روی	0/018 ± 0/011	0/03 - 0/05	0/03 - 0/05
	آهن	0/29 ± 0/13	0 - 0/15	0 - 0/15
4	کادمیوم	0/010 ± 0/006	0/003	0/003
	مس	0/002 ± 0/001	0/006	0/006
	جیوه	0/019 ± 0/017	0/002	0/002
	سرب	0/056 ± 0/036	0/03	0/03
	روی	0/019 ± 0/006	0/03 - 0/05	0/03 - 0/05
5	آهن	0/14 ± 0/05	0 - 0/15	0 - 0/15
	کادمیوم	0/009 ± 0/006	0/003	0/003
	مس	0/006	0/006	0/006
	جیوه	0/016 ± 0/012	0/002	0/002
	سرب	0/063 ± 0/045	0/03	0/03
	روی	0/047 ± 0/026	0/03 - 0/05	0/03 - 0/05
	آهن	0/24 ± 0/14	0 - 0/15	0 - 0/15
	کادمیوم	0/007 ± 0/005	0/003	0/003
	مس	0/004 ± 0/002	0/006	0/006
	جیوه	0/014 ± 0/007	0/002	0/002

انحراف از معیار ± میانگین

## منابع

1. اسماعیلی‌ساری، ع.، 1381. آلاینده‌ها، بهداشت استاندارد در محیط‌زیست. انتشارات نقش مهر. 767 صفحه.
2. اداره آمار صید سازمان شیلات ایران. 1391. سازمان شیلات ایران. معاونت برنامه‌ریزی و توسعه مدیریت. 60 صفحه.
3. پیغان، ر. و مشائی، م.، 1384. مدیریت مزارع پرورش ماهی گرم‌آبی (بهداشت و تغذیه ماهی‌ها). انتشارات دریا سر. 264 صفحه.
4. تکدستان، ا.؛ موحدیان‌عطار، ح. و بینا، ب.، 1376. بررسی شاخص‌های بهداشتی لجن هضم شده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب اصفهان و مقایسه آن‌ها با استانداردهای زیست‌محیطی برای استفاده مجدد. مجله آب و فاضلاب. دوره 36، صفحات 18 تا 25.



5. **علیزاده ثابت، ح.**، 1389. بررسی قنات صالح آباد به- منظور پرورش ماهی. موسسه تحقیقات شیلات ایران. 76 صفحه.
6. **فارابی، م.**، 1389. مطالعات فیزیکی، شیمیایی، زیستی و فلزات سنگین رودخانه ارس (محدوده استان اردبیل). موسسه تحقیقات شیلات ایران. 146 صفحه.
7. **قانع، ا.**، 1389. بررسی و مطالعه پساب مزارع پرورش ماهیان سردآبی رودخانه سبزهکوه در استان چهارمحال و بختیاری. موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده آبی- پروری آبهای داخلی. 124 صفحه.
8. **نیکونیان، ا.**، 1382. صنعت آبی پروری، لزوم محدودیت- های فراتر و ارزیابی بیش تر ترکیبات خوراکی ماهیان. مجله علمی تخصصی، تحقیقاتی بندر و دریا. سال 18، شماره 105، صفحات 13 تا 15.
9. **واردی، ا.**؛ **نگارستان، ح.**؛ **واحدی، ف.**؛ **سلیمان رودی، ع.**؛ **غلامی پور، س.**؛ **صفری، ر.**؛ **نجف پور، ش.**؛ **نصرالله- زاده، ح.**؛ **افرایی، م.ع.** و **یعقوب زاده، ز.**، 1389. بررسی تاثیر متقابل فعالیت های تولیدی بر اکوسیستم های حوضه دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. 138 صفحه.
10. **APHA (American Public Health Association). 2005.** Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. American Public Health Association. 654 p.
11. **Clark, R.B., 1992.** Marine Pollution. 3<sup>th</sup> edition. pp: 25-45.
12. **Piper, R.G.; Mcelwain, L.E.; Orme, J.P.; Maccraren, L.G. and Leonard, J.R., 1982.** Fish Hatchery management, United States Department of the interior fish and wildlife service. Washington DC. 235 p.
13. **Wedemeyer, G.A., 1997.** Effects of rearing conditions on the health and Physiological quality of fish in intensive culture. Fish stress and health in aquaculture. Soc. Exp. Biol. Semin. Ser. 62. Cambridge University, Press. UK. pp: 35-71.

