بررسی فلزات سنگین، سموم کشاورزی و آلودگی‌های میکروبی در آب کانال محمدیه استان تهران به‌منظورامکان پرورش ماهی

- **محمود رامین***: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، صندوق‌پستی: ۱٤۹-۱٤۹٦٥
- **مسطوره دوستدار**: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، صندوق‌پستی: ۱٤۹-۱٤۹٦٥
- **شعبان نجف‌پور**: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، صندوق‌پستی: ۹٦۱
- **فریبا اسماعیلی**: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، صندوق‌پستی: ۱٤۹-۱٤۹٦٥

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۳

چکیده

در این بررسی که طی سال۱۳۹۰و به‌مدت یک‌سال انجام شد، فلزات سنگین، آلودگی‌های میکروبی و سموم کشاورزی آب کانال محمدیه واقع درشهرستان‌های اسلامشهر، رباط کریم و شهریار در استان تهران بررسی شدند.

نتایج به‌دست 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 متاسفانه به‌غیر از مس، میزان بقیه فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در اغلب ایستگاه‌ها بالاتر از حد مجاز می‌باشد، به‌طوری‌که میزان سرب به‌ترتیب در ایستگاه‌های ۲ (نصیر آباد)، ۳ (دهشاد)، ٤ (بین کانال فرعی ٦و۷) و ٥ (انتهای کانال)، روی در ایستگاه‌های ۱(ابتدای کانال) و٥ (انتهای کانال)، آهن در ایستگاه‌های ۱(ابتدای کانال)، ۳ (دهشاد) و٥ (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 ($p<۰/۰٥$). 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 به‌دست آمده بیش‌تر از حد مجاز نمی‌باشند. بنابراین موارد فوق اختلالی در روند پرورش ماهی به‌وجود نخواهد آورد. هم‌چنین بررسی بار میکروبی آب کانال محمدیه در ایستگاه‌های پنج‌گانه نشان دادکه اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌های مختلف در فصول مختلف وجود دارد ($p<۰/۰٥$).

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

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mrifro@yahoo.com

مقدمه

نرخ رشدصید و میزان تولید از منابع دریایی (آب‌های شور و لب‌شور) به‌دلیل صید بی‌رویه و یا غیرمسئولانه، آلاینده‌های غیرزیستی(هیدروکربورهای‌نفتی، سموم نباتی و فلزات سنگین)، تهدیدات بیولوژیک (کشندهای سرخ حاصل از شکوفایی فیتوپلانکتون‌های سمی)، کاهش نزولات جوی و به‌دنبال آن کاهش دبی آب رودخانه‌ها و عوامل بازدارنده مهاجرت‌های طبیعی ماهیان و تخریب زیستگاه‌ها، کاهش یافته و گواه آن، کاهش صید ماهیان از ۶۲۵۵۰ تن در سال ۱۳۸۰ به ۳۷۸۳۱ تن در سال ۱۳۹۰می‌باشد (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۱). اگر روند کاهش میزان صید ادامه داشته باشد در آینده خسارت‌های بیش‌تر اقتصادی از نظر میزان صید ایجاد خواهد شد. این شرایط در کنار دیگر عوامل موجب گردیده که صنعت آبزی‌پروری و پرورش آبزیان به‌ویژه ماهیان سردآبی (قزل‌آلا) و کپورماهیان پرورشی مورد توجه قرار گیرد (نیکوئیان، ۱۳۸۲) .

ازجمله پتانسیل‌های آبی در استان‌های تهران و البرز جنوبی می‌توان به آب کانال محمدیه اشاره داشت. کانال محمدیه به طول۳۷ کیلومتر دارای ۱۱۷حلقه چاه در جنوب تهران با دبی حد اقل ۴ 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 به‌وجود آورند که باید از همه جوانب مورد بررسی قرار گیرند. مثلاً کلی‌فرم‌ها معمولاً منشا مدفوعی انسانی و جانوری 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 (اسماعیلی‌ساری،۱۳۸۱). 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 می مانند. این ترکیبات بر خلاف ارگانوفسفات ها در نواحی مختلف بدن ماهی و آبزیان دیگر نیز جمع شده و برای مصرف کنندگان ماهی نیز می توانند مشکل زا باشند (پیغان و مشائی، ۱۳۸۴).

این تحقیق با هدف بررسی عوامل احتمالی آلاینده پیرامون منبع آبی و تحلیل اجمالی آن در کانال محمدیه، جهت تعیین مکان های مناسب مستعد حاشیه کانال جهت احداث مزارع پرورش ماهی و ارائه تحلیل های 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 ۱).

فلزات سنگین آب کانال محمدیه که شامل سرب، مس، آهن،کادمیوم، روی و جیوه بوده و نمونه‌برداری از آن‌ها به‌صورت فصلی، در فصول بهار، تابستان و پاییز سال ۱۳۹۰ انجام گردید. نمونه‌های آب در هر ایستگاه در ظروف پلاستیکی جمع‌آوری و با اسیدنیتریک غلیظ فیکس شده وپس از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا ۱۰۰ سی‌سی از نمونه‌های آب را با استفاده از فیلتر ۰/۴۵ میکرون فیلتر نموده و سپس نمونه را در داخل ارلن با افزودن اسیدنیتریک براساس روش استاندارد (APHA، ۲۰۰۵) 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 به‌روش بخارات سرد اتمی (Cold Vapour) انجام گردید(APHA، ۲۰۰۵). 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، ۵ ایستگاه نمونه‌برداری برای سموم ارگانوکلره و ۴ ایستگاه نمونه‌برداری برای سموم ارگانوفسفره از طرفین و قسمت میانی کانال به‌صورت ترکیبی به‌مقدار ۱۵ تا ۲۰ 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 نمونه‌های۲۵۰ 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

ردیف	نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی
۱	ابتدای کانال	۳۵° ۲۹´ ۲۷" N ۵۲° ۰۹' ۳۷" E
۲	نصیرآباد	۳۵° ۲۹' ۴۱" N ۵۱° ۰۸' ۴۴" E
۳	دهشاد	۳۵° ۳۱' ۲۳" N ۵۱° ۰۷' ۴۸" E
۴	بین کانال فرعی۶ و۷	۳۵° ۳۲' ۲۶" N ۵۱° ۰۵' ۳۱" E
۵	انتهای کانال- روستای منجیل آباد	۳۵° ۳۳'۱۳" N ۵۱° ۰۴' ۲۲" E

در مرحله جداسازی نمونه، با افزودن مواد آلی فیکساتیو فوق‌الذکر در سه مرحله به‌نمونه بااستفاده از دستگاه شیکر به‌مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه فاز موادآلی 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 موادآلی و گذراندن آن از ستون کروماتوگرام با افزودن سولفات سدیم آب‌زدائی آن شروع و سپس با عبور ازفیلترهای واتمن جداسازی نهائی صورت پذیرفت.

در مرحله تغلیظ و آماده‌سازی نمونه با استفاده از دستگاه روتاری اوپراتور، عمل تغلیظ صورت گرفته و نمونه تا حد ۲ سی‌سی تقلیل یافته این نمونه‌ها در ظروف مخصوص جمع‌آوری گردیده و جهت قرائت نهایی به آنالیز دستگاهی تحویل و بااستفاده‌ازدستگاه GC به‌همراه دتکتورهای TSD (Thermal Specified Detector) وECD(Electron Capture Detector)وباروش‌های USEPA (تکدستان و همکاران، ۱۳۷۶) 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 مقدارآن محاسبه گردید.

نمونه‌های نهایی در حد ۲ سی‌سی را به قسمت آنالیز دستگاهی منتقل و درآن‌جا با تهیه نمودن استاندارد و آماده‌سازی دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) ساخت کشور ژاپن قرائت گردید.

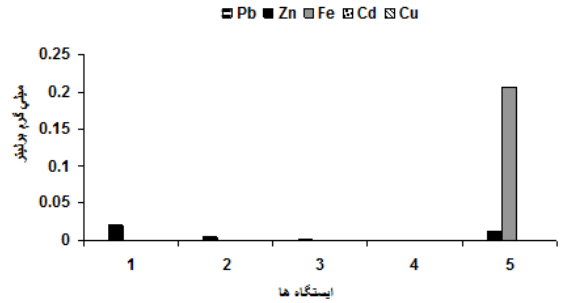
جهت آنالیز میکروبی نمونه‌های آب با کشت به‌صورت سطحی در محیط Ecc کروم آگار به‌منظور بررسی تعداد کلی‌فرم‌های کل و کلی‌فرم‌های مدفوعی استفاده شد.

نتایج

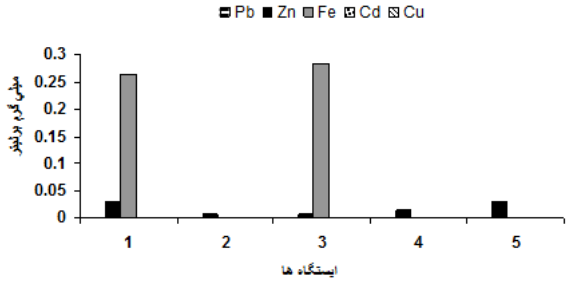
نتایج اندازه‌گیری فلزات سنگین Zn، Fe، Cd، Pb و Cu (برحسب میلی‌گرم بر لیتر) در ۵ ایستگاه کانال محمدیه طی ماه‌های مختلف نشان داد بیش‌ترین میزان غلظت فلزات سنگین در فصل بهار مربوط به فلز آهن می‌باشد که به‌ترتیب در انتهای کانال (ایستگاه ۵) در اردیبهشت ماه و هم‌چنین در ابتدای کانال و منطقه دهشاد (ایستگاه‌های ۱و۳) در خرداد ماه بالاتر از حد استاندارد بود (شکل‌های ۱ و ۲).

بیش‌ترین میزان غلظت فلزات سنگین در فصل تابستان مربوط به فلزات سنگین آهن، کادمیوم و جیوه بود. فلز آهن به‌ترتیب در ایستگاه‌های ۲، ۳ و ۴ (شهریور ماه)، فلز کادمیوم هم در تمام ایستگاه‌ها (مرداد ماه) و در ایستگاه‌های ۳ و ۴ (شهریور ماه) و فلز جیوه به‌ترتیب در ایستگاه‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ (مرداد ماه) بالاتر از حد استاندارد بود (شکل‌های ۳ و ۴).

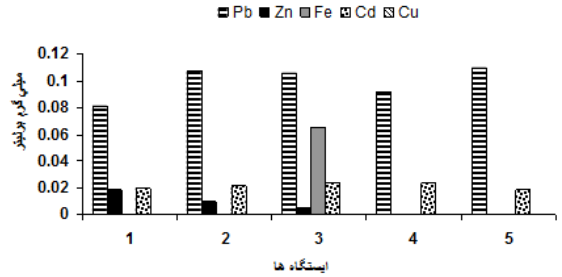
بیش‌ترین میزان غلظت فلزات سنگین در فصل پاییز در مهر ماه مربوط به فلزات سنگین آهن، کادمیوم و روی بود. فلزات آهن و روی در ایستگاه‌های ۱، ۳ و ۵ و فلز کادمیوم در ایستگاه ۱ بالاتر از حد استاندارد بود (شکل ۵).



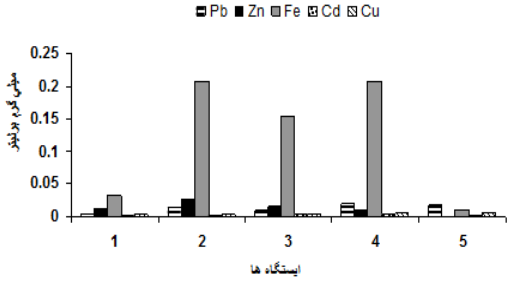
شکل ۱: نمودار تغییرات میانگین فلزات سنگین آب کانال محمدیه در ماه اردیبهشت ۱۳۹۰



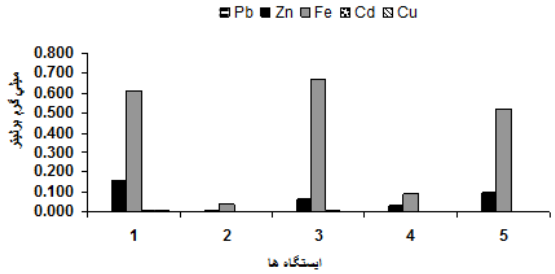
شکل ۲: نمودار تغییرات میانگین فلزات سنگین آب کانال محمدیه در ماه خرداد ۱۳۹۰



شکل ۳: نمودار تغییرات میانگین فلزات سنگین آب کانال محمدیه در ماه مرداد ۱۳۹۰



شکل ۴: نمودار تغییرات میانگین فلزات سنگین آب کانال محمدیه در ماه شهریور ۱۳۹۰



شکل ۵: تغییرات میانگین فلزات سنگین آب کانال محمدیه در ماه مهر ۱۳۹۰

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 ($p<۰/۰۵$).

در بررسی میکروبی، میکروب‌ها در داخل آب‌های روان مانند کانال محمدیه نمی‌توانند در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ثابت بمانند. بنابراین نتایج حاصل متعلق به زمان نمونه‌برداری بوده و پایدار نمی‌باشند. تعداد کل باکتری‌ها در تمامی مراحل نمونه‌برداری در ایستگاه‌های ۱ تا ۵ 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... می‌توانند 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 ineae* می‌توانند از دیدگاه بهداشت ماهی و انسان مهم باشند. این جنس از باکتری به‌غیر از دو مورد در ایستگاه‌های شماره ۵ (مرحله اول نمونه‌برداری) و ایستگاه‌های شماره ۳ (مرحله پنج نمونه‌برداری)، مشاهده

نگردید. تعداد دیگر باکتری‌ها اعم از کلی‌فرم‌های مدفوعی و غیرمدفوعی و اشرشیاکلی در ایستگاه‌ها قابل اغماض بودند.

در بررسی بار میکروبی کانال محمدیه در ماه‌های مورد بررسی نیز نتایج نشان داد که اختلاف‌معنی‌داری در کلی‌فرم‌های مدفوعی و غیرمدفوعی، اشرشیاکلی و استرپتوکوکوس بین ایستگاه‌های مختلف وجود ندارد ($p<۰/۰۵$).

در فصل بهار باقی‌مانده سموم ارگانوکلره در نمونه آب ۵ ایستگاه کانال محمدیه که شامل: DDD، DDE، DDT، aldrinδ-BHC، β-BHC، α-BHC، α-endosulfan، dieldrin، heptachlor، β-endosulfanendrin، endosulfan sulfate، aldehydeendrin، heptachlor epoxidelindane یا γ- BHC بودند، اندازه‌گیری گردیدند. نتایج حاصل از ۵ ایستگاه که ابتدای آن از محل و فضای آزاد و باز کانال (ایستگاه ۱) تا انتهای کانال (ایستگاه ۵) بود به‌شرح زیر ارزیابی گردید:

ازمیان ۱۶ سم اندازه‌گیری شده در اولین دور نمونه‌برداری از فصل بهار تنها ترکیب ارگانو کلره (β-BHC) در حد حداقل یعنی ۰/۱ میکروگرم برلیتر غلظت در ایستگاه ۵ مشاهده گردید ولی در دور دوم نمونه‌برداری از فصل بهار، بیش از ۳۷ درصد ترکیبات ارگانوکلره اندازه‌گیری شده که شامل α-endosulfan، aldrinδ-BHC، heptachlor epoxide، lindane، (γ-BHC) و β-BHC در ایستگاه‌های ۱ تا ۴ بودند.

حداکثر مقدار غلظتی سم ارگانوکلره مشاهده شده در ایستگاه‌های ۱ تا ۴ مربوط به ترکیب β-BHC در حد ۳/۱ میکروگرم بر لیتر در ایستگاه ۲ بود.

در فصل تابستان، باقی‌مانده سموم ارگانوکلره در نمونه آب ۵ ایستگاه کانال محمدیه که شامل ترکیبات DDE و dieldrin از میان ۱۶ سم می‌باشند، اندازه‌گیری گردید. نتایج حاصل نشان داد که ترکیبات یاد شده در ایستگاه ۵ دارای حداقل قابل مشاهده یعنی ۰/۱ میکروگرم برلیتر بوده است.

در فصل پاییز، باقی‌مانده سموم ارگانوکلره در نمونه آب ۵ ایستگاه کانال محمدیه که شامل ترکیبات α-BHC وγ- BHC از میان ۱۶ سم می‌باشند، اندازه‌گیری گردید. نتایج حاصل نشان دادکه ترکیبات یاد شده در ایستگاه ۵ دارای حداکثر و حداقل غلظت به‌ترتیب ۰/۲۸ الی ۰/۱۲ میکروگرم برلیتر بوده است .

در فصل بهار باقی‌مانده سموم ارگانوفسفره در نمونه آب ۵ ایستگاه کانال محمدیه شامل: 2,4-D Imidacloprid، Deltametrin، Fenvalerate، Bromacil، Tribenuron-methyl، Metalaxyl، Diazinon، Profenofos، Dichlorvos، Glyphosate و Chlorpyrifos بودند اندازه‌گیری گردید. از تعداد ۱۲ 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 به‌وجود نخواهد آورد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در بررسی قنات صالح‌آباد استان تهران میزان سموم کلره و فسفره در آب کم‌تر از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر محاسبه گردید که این میزان سموم در آب مورد مطالعه جهت پرورش ماهیان نیز می‌تواند بلامانع باشد (علیزاده‌ثابت، ۱۳۸۹). 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. ازنظر 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، آلدرین و اندوسولفان به‌ترتیب ۰/۱۲، ۰/۱۲، ۰/۰۱ و ۰/۰۴ میکروگرم بر لیتر شد، درحالی‌که حدود آستانه این سموم در آب‌های سطحی به‌ترتیب ۰/۰۰۲، ۰/۰۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۴ میلی‌گرم در لیتر بود (قانع، ۱۳۸۹).

بررسی بار میکروبی آب کانال محمدیه در ایستگاه‌های پنج‌گانه نشان داد که آب این کانال از نظر کیفیت میکروبی دارای صلاحیت لازم برای آبزی‌پروری می‌باشد و از این نظر مشکلی ایجاد نخواهد شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از میزان بار میکروبی آب قنات صالح‌آباد استان تهران ایستگاه شماره ۱ 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 پایدارند 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، ۱۹۹۲).

در جریان توسعه پرورش ماهی و یا آبزیان 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 مضری 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، ۱۳۸۹). نتایج به‌دست 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 متاسفانه به‌غیر از مس میزان بقیه فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در اغلب ایستگاه‌ها بالاتر از حد مجاز می‌باشد به‌طوری‌که میزان 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 به‌دست آمده از قنات صالح آباد استان تهران، مس در آب از حداقل ۰/۰۴ میلی‌گرم تا حداکثر ۰/۵۸ میلی‌گرم در لیتر، آهن تا حداکثر ۰/۰۹ میلی‌گرم در لیتر، جیوه کم‌تر از ۱ میکروگرم در لیتر، سرب کم‌تر از ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر، کادمیوم کم‌تر از ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر، آلومینیوم تا حداکثر ۰/۰۲ میلی‌گرم در لیتر و روی تا حداکثر ۰/۳۵ میلی‌گرم در لیتر محاسبه گردید که نشان داد غلظت همه فلزات سنگین بررسی شده به‌غیر 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، ۱۹۸۲؛ Wedemeyer، ۱۹۷۷ نشان داد که: میانگین غلظت فلز سرب در ایستگاه‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ بالاتر از استانداردهای غلظت فلزات سنگین در آب برای پرورش ماهی می‌باشد (جدول ۲).

به‌منظور توسعه آبزی‌پروری (ماهیان گرمابی) 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 یک‌سال بررسی درحد مجاز استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست برای آب‌های سطحی و براساس استانداردهای جهانی برای محیط زیست کپورماهیان مناسب تشخیص داده شد (واردی و همکاران، ۱۳۸۹).

با توجه به نتایج به‌دست 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 آلایندگی از نظر فلزات سنگین می‌باشند از مدار خارج نموده و آب خروجی آن‌ها را قطع نمود.

با توجه به این‌که مسیر انتقال آب در کانال محمدیه از ایستگاه ۱ 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
- زباله‌وشیرابه ناشی ازآن مربوط به‌مناطق‌مسکونی‌نزدیک کانال
- نخاله‌های ساختمانیِ 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 ۲: مقایسه نتایج تحقیق حاضر با استانداردهای غلظت فلزات سنگین در آب برای پرورش ماهی (ppm)

			منابع استاندارد	
ایستگاه‌ها	فلز	نتایج مطالعه حاضر	Wedemeyer، ۱۹۹۷	Piper و همکاران، ۱۹۸۲
۱	سرب	۰/۰۲ ± ۰/۰۲۶	۰/۰۳	۰/۰۳
	روی	۰/۰۴۷ ± ۰/۰۲۶	۰/۰۳ — ۰/۰۵	۰/۰۳ — ۰/۰۵
	آهن	۰/۳۰۲ ± ۰/۱۶	۰ — ۰/۱۵	۰ — ۰/۱۵
	کادمیوم	۰/۰۰۹ ± ۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
	مس	۰/۰۰۵ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶
	جیوه	۰/۰۰۶۳ ± ۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
۲	سرب	۰/۰۶ ± ۰/۰۴۶	۰/۰۳	۰/۰۳
	روی	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۴	۰/۰۳ — ۰/۰۵	۰/۰۳ — ۰/۰۵
	آهن	۰/۱۲ ± ۰/۰۸	۰ - ۰/۱۵	۰ — ۰/۱۵
	کادمیوم	۰/۰۱۱ ± ۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
	مس	۰/۰۰۵±۰/۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶
	جیوه	۰/۰۲۲ ± ۰/۰۱۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
۳	سرب	۰/۰۵۸ ± ۰/۰۴۷	۰/۰۳	۰/۰۳
	روی	۰/۰۱۸ ± ۰/۰۱۱	۰/۰۳ — ۰/۰۵	۰/۰۳ — ۰/۰۵
	آهن	۰/۲۹ ± ۰/۱۳	۰ — ۰/۱۵	۰ — ۰/۱۵
	کادمیوم	۰/۰۱۰ ± ۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
	مس	۰/۰۰۲ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶
	جیوه	۰/۰۱۹ ± ۰/۰۱۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
۴	سرب	۰/۰۵۶ ± ۰/۰۳۶	۰/۰۳	۰/۰۳
	روی	۰/۰۱۹ ± ۰/۰۰۶	۰/۰۳ — ۰/۰۵	۰/۰۳ — ۰/۰۵
	آهن	۰/۱۴± ۰/۰۵	۰ — ۰/۱۵	۰ — ۰/۱۵
	کادمیوم	۰/۰۰۹ ± ۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
	مس	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶
	جیوه	۰/۰۱۶ ± ۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
۵	سرب	۰/۰۶۳± ۰/۰۴۵	۰/۰۳	۰/۰۳
	روی	۰/۰۴۷ ± ۰/۰۲۶	۰/۰۳ — ۰/۰۵	۰/۰۳ — ۰/۰۵
	آهن	۰/۲۴ ± ۰/۱۴	۰ — ۰/۱۵	۰ — ۰/۱۵
	کادمیوم	۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
	مس	۰/۰۰۴ ± ۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶
	جیوه	۰/۰۱۴ ± ۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲

انحراف از معیار±میانگین

منابع

۱. **اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۱.** آلاینده‌ها، بهداشت استاندارد در محیط‌زیست. انتشارات نقش مهر. ۷۶۷ صفحه.

۲. **اداره آمار صید سازمان شیلات ایران. ۱۳۹۱.** سازمان شیلات ایران. معاونت برنامه‌ریزی و توسعه مدیریت. ۶۰ صفحه.

۳. **پیغان، ر. و مشائی. م.، ۱۳۸۴.** مدیریت مزارع پرورش ماهی گرم‌آبی (بهداشت و تغذیه ماهی‌ها). انتشارات دریاسر. ۲۶۴ صفحه.

۴. **تکدستان، ا.؛ موحدیان‌عطار، ح. و بینا، ب.، ۱۳۷۶.** بررسی شاخص‌های بهداشتی لجن هضم شده تصفیه خانه‌های فاضلاب اصفهان و مقایسه آن‌ها با استانداردهای زیست‌محیطی برای استفاده مجدد. مجله آب و فاضلاب. دوره ۳۶، صفحات ۱۸ تا ۲۵.

۵. **علیزاده‌ثابت، ح.، ۱۳۸۹.** بررسی قنات صالح‌آباد به‌منظور پرورش ماهی. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۷۶ صفحه.

۶. **فارابی، م.، ۱۳۸۹.** مطالعات فیزیکی، شیمیایی، زیستی و فلزات سنگین رودخانه ارس (محدوده استان اردبیل). موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۴۶ صفحه.

۷. **قانع، ا.، ۱۳۸۹.** بررسی و مطالعه پساب مزارع پرورش ماهیان سردآبی رودخانه سبزکوه در استان جهارمحال و بختیاری. موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی. ۱۲۴ صفحه.

۸. **نیکوئیان، ا.، ۱۳۸۲.** صنعت آبزی‌پروری، لزوم محدودیت‌های فراتر و ارزیابی بیش‌تر ترکیبات خوراکی ماهیان. مجله علمی تخصصی، تحقیقاتی بندر و دریا. سال ۱۸، شماره ۱۰۵، صفحات ۱۳ تا ۱۵.

۹. **واردی، ا.؛ نگارستان، ح.؛ واحدی، ف.؛ سلیمان‌رودی، ع.؛ غلامی‌پور، س.؛ صفری، ر.؛ نجف‌پور، ش.؛ نصرالله‌زاده، ح.؛ افرایی، م.ع. و یعقوب‌زاده، ز.، ۱۳۸۹.** بررسی تاثیر متقابل فعالیت‌های تولیدی بر اکوسیستم‌های حوضه دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۱۳۸ 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. 3th 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.