تعیین غلظت کشنده (LC۵۰ ۹۶h) رسوب معلق رودخانه سفیدرود در بچه ماهیان ازون برون (*Acipenser stellatus*)

محمد یوسفی‌گراکویی[۱]*، شعبانعلی نظامی[۲]، کریم مهدی نژاد[۳]، حسین خارا[٤]، ذبیح ا... پژند[۵]، مجید محمد نژاد[٦]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، گروه شیلات
۲- استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران
۳- استادیار پژوهشی پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی ایران، بندر انزلی
٤- استادیار گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، گروه شیلات
۵- مربی پژوهشی، مؤسسه تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت
٦- دانشجوی دکتری، عضو هیأت علمی گروه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندر گز

چکیده

غلظت کشنده رسوب معلق رودخانه سفید رود طی ٤ روز (LC۵۰ ۹۶h) بر روی بچه ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*) ۳-۵g در تابستان ۱۳۸٤ بررسی شد. آزمایش با ۵ تیمار، ۳ تکرار و یک شاهد در آکواریومهای ۲۰ لیتری و ۱۰ عدد بچه ماهی در هر آکواریوم انجام شد. براساس نتایج، LC۵۰ ۹۶h رسوب معلق بر روی بچه ماهی ازون برون ۸۵۳۸/۸٦mg/L و میزان LC۵۰ ۲۴h نیز ۷٤۲٦۷/۷mg/L محاسبه گردید.

کلید واژگان: ازون برون (*Acipenser stellatus*)، رسوب، سفیدرود، غلظت کشنده.

۱- مقدمه

ماهیان خاویاری از جمله ازون برون (*Acipenser stellatus* Pallas, ۱۸۷۷) از نظر اقتصادی اهمیت بسیار زیادی در کشور ما دارند. این ماهی از راسته Acipenseriformes و خانواده Acipenseridae می‌باشد[۱]. چندین سال است که میزان استحصال گوشت و خاویار روند نزولی را طی می‌کند و متأسفانه این روند تا سال ۱۳۸۵ نیز ادامه داشته است [۲].

در این راستا هر ساله مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید بهشتی سد سنگر رشت اقدام به تکثیر و رهاسازی میلیونها عدد از بچه ماهیان انگشت قد ازون برون به رودخانه سفیدرود می‌کند. از سال ۱۳٤۸ که سد منجیل احداث شده بر رودخانه سفیدرود مورد بهره‌برداری قرار گرفت تا سال ۱۳۵۹ جریان آب این رودخانه به صورت طبیعی بود، اما پس از تجمع رسوبات ناشی از فرسایش خاک در حوزه آبریز سفیدرود۳۰٪ از ظرفیت مخزن سد سفیدرود کاهش یافت، به همین دلیل برای حفظ ظرفیت مخزن از سال ۱۳۵۹ طی اقدامی موسوم به عملیات شاس[۱] با باز کردن دریچه‌های عمقی، بیش از ۱۵ میلیون تن رسوبات طی دوره کوتاهی به رودخانه تخلیه می‌شود. این عمل باعث مرگ و میر ماهیان رودخانه سفیدرود شده است. به طوری که در

* نویسندهٔ مسؤول مقاله: تلفن: ۰۹۱۱۲۳۶۱۸۸۳، ۰۱۳۱-۷۲۲۵۸۴۶، E.mail:mohammad58_myg@yahoo.com

1. Chasse

Archive of SID
www.SID.ir

زمان انجام عملیات شاس میزان TSS رودخانه به بیش از ۳۰۰۰۰۰mg/L هم می‌رسد که در شرایط معمولی این میزان ۵۵mg/L است [۳].

از آنجا که تاکنون هیچ بررسی دقیقی در مورد اثر این گل آلودگی و غلظت کشنده آن به دلیل نشستن رسوب روی آبشش ماهیان صورت نگرفته است، بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی آثار مخرب این رسوبات بر بچه ماهیان ازون برون با متوسط وزن ۳-۵g انجام شد تا غلظت کشنده آنها بر بچه ماهیان مذکور به دست آید. در واقع هدف اصلی از این آزمایش رسیدن به معیارهای قابل اعتماد برای حفاظت منابع آبزیان است.

در این راستا محققانی مانند لولانست[1] (۱۹۸۷) و برگ[2] (۱۹۸۲) در مورد اثر کدورت روی آبشش ماهی، براتن[3] (۱۹۸۴) در مورد اثر کدورت بر تغذیه ماهی، سایروس و بلابر[4] (۱۹۸۰) در مورد اثر کدورت بر پراکنش ماهیان و ماتشیخ[5] و همکاران (۱۹۸۱) نیز در مورد ارتباط بین کدورت آب و میزان دید ماهی تحقیقاتی انجام دادند [۴-۸]. همچنین محققانی مانند نوگل[6] (۱۹۷۸)، نیوکامب و مک دونالد[7] (۱۹۹۱) در مورد غلظت کشنده (LC۵۰ ۹۶h) ذرات معلق بر ماهیهای آزاد مطالعاتی انجام دادند [۹، ۱۰].

۲- مواد و روش کار

در این آزمایش که در تیر ماه ۱۳۸٤ انجام شد برای تهیه رسوب از رسوبات کنار ساحل پشت سد سنگر استفاده گردید. این رسوبات پس از جمع‌آوری، خالص‌سازی شدند. یعنی از شن و ماسه جدا شده، سپس خشک، کوبیده و الک شدند و به صورت پودر درآمدند تا به میزان دقیق به آکواریومها اضافه شوند. در مرحله بعد بچه ماهیان ازون برون انگشت قد که در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید بهشتی سد سنگر رشت تکثیر شده بودند، برای اجرای آزمایش و تعیین LC۵۰ ۹۶h ذرات معلق تهیه شدند. برای این کار ابتدا بچه ماهیان از قسمت بارگیری کارگاه برداشت و به وانهای فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری منتقل شدند تا پس از طی مراحل آداپتاسیون در آزمایشها مورد استفاده قرار گیرند. برای اجرای آزمایش از ۱۸ عدد آکواریوم استفاده شد. به این صورت که درون هر آکواریوم ۱۰ عدد بچه ماهی ازون برون ریخته شد. سه عدد از آکواریومها به عنوان شاهد و مابقی برای آزمایش تأثیر ذرات معلق مورد استفاده قرار گرفتند. طبق روش استاندارد [۱۱] ابتدا غلظتهای ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰mg/L انتخاب شد که برطبق محاسبات لگاریتمی و تکرار آزمایشها ۵ تیمار نهایی برای ذرات معلق به دست آمد. ضمناً هنگام اجرای آزمایش به علت نامحلول بودن رسوبات در آب علاوه بر اینکه از هواده برای ایجاد حالت گل آلودگی در آکواریوم استفاده می‌شد با فاصله زمانی مشخص با استفاده از دست و به صورت مکانیکی نیز اقدام به هم زدن آب و رسوب می‌شد تا نتیجه دقیقتر و بهتری از آزمایشها به دست آید. همچنین در تمام مدت آزمایش وضعیت ماهیان و اطلاعات مورد نیاز، تعداد و زمان تلفات ماهیان به طور شبانه روزی ثبت شد. پس از کسب نتایج نهایی، LC۱۰، LC۵۰ و LC۹۰ (طی ۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت) با استفاده از روش آماری پروبیت[8] محاسبه گردید [۱۲]. قابل ذکر است که در مدت اجرای آزمایش دمای آب با استفاده از دماسنج مخصوص با فاصله هر شش ساعت و همچنین اکسیژن محلول و pH به طور روزانه اندازه‌گیری و ثبت شد. همچنین در این آزمایش از همان آبی که در تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد، استفاده شد که آبی شفاف و با کیفیت مناسب است.

1. Lolancette
2. Berg
3. Bruton
4.Cyrus & Blaber
5. Matshike
6. Noggle
7. Newcomb and McDonald
8. Probit

Archive of SID
www.SID.ir

۳- نتایج

پس از انجام آزمایشهای ابتدایی به منظور یافتن محدوده غلظت کشندگی ذرات معلق، سرانجام محدوده غلظتهای ۱۰۰۰ تا ۲۸٦٤۰mg/L تعیین گردید. سپس میزان تغییرات نسبت به شاهد، لگاریتم غلظت ذرات معلق و میزان پروبیت مشخص گردید (جدول۱). در نهایت براساس آزمایشهای انجام شده مقادیرLC۱۰، LC۵۰ و LC۹۰ طی ۹٦ ساعت روی بچه ماهیان ازون برون به ترتیب ۱۸۱۳/۰۰، ۸۵۳۸/۸٦ و ٤۰۲۲۵/۳۷mg/L اندازه‌گیری شدند. همچنین طی ۲٤ ساعت میزان LC۱۰، LC۵۰ و LC۹۰ به ترتیب ۲۸۵۷۵/۹۱، ۷٤۲٦۷/۷۰ و ۱۹۳۰٦۳/٤۲mg/L در ٤۸ ساعت به ترتیب ۱۳۷٤۳/۵۸، ۳۲۸۲٤/٦٤ و ۷۸۳۹۷/۱۰mg/L و در ۷۲ ساعت به ترتیب ۲۷۱۹/۵۷، ۱۳۸٦۱/۱۷ و ۷۰٦٤۸/۰۲mg/L به دست آمدند (جدول ۳). همچنین معادله خط رگرسیون و ضرایب همبستگی مشخص شدند (جدول ۲). عوامل فیزیکی و شیمیایی نیز مانند pH، دما و اکسیژن به ترتیب معادل ۸، ۸/۵mg/L و ۲۵±۱°C اندازه‌گیری و ثبت شدند. در ادامه همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود با افزایش زمان، غلظت کشنده ذرات معلق نیز کاهش می‌یابد؛ یعنی یک رابطه معکوس بین زمان و غلظت کشنده ذرات معلق وجود دارد. از علائم ظاهری آثار ذرات معلق بر بچه ماهیان مورد مطالعه در غلظتهای مختلف تفاوتی دیده نشد و آبشش و اسپیراکولوم ماهیان مملو از رسوب بود. در بعضی از ماهیان روی باله پشتی، باله مخربی و حتی باله دمی و باله‌های سینه‌ای و شکمی و روی ساقه دمی و زیر سر و روی سرپوش آبششی هم خونریزیهای زیرپوستی دیده شد. همچنین در بالهٔ دمی بعضی از ماهیان تا حدودی خوردگی مشاهده گردید.

جدول ۱ مقایسه اثر تیمارهای مختلف ذرات معلق رودخانه سفیدرود روی مرگ و میر بچه ماهیان ۳-۵ گرمی ازون برون (میانگین ۳ تکرار) طی ۹٦ ساعت

تیمار	غلظت ذرات معلق (ppm)	۲٤ ساعت		٤۸ ساعت		۷۲ ساعت		۹٦ ساعت		تغییرات نسبت به شاهد				لگاریتم غلظت ذرات معلق	Probit value			
		مرده	زنده	مرده	زنده	مرده	زنده	مرده	زنده	۲٤ ساعت	٤۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹٦ ساعت		۲٤ ساعت	٤۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹٦ ساعت
شاهد	۰	۰	۱۰	۰	۱۰	۰	۱۰	۰/٦٦	۹/۳٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
I	۱۰۰۰	۰	۱۰	۰	۱۰	۰/۳۳	۹/٦۷	۰/٦٦	۹/۳٤	۰	۰	-۳/۳۰	-٦/٦۰	۳	۰	۰	۳/۱٦	۳/٤۹
II	۲۳۲۰	۰	۱۰	۰	۱۰	۰/٦٦	۹/۳٤	۱/۳۳	۸/٦۷	۰	۰	-٦/٦۰	-۱۳/۳۰	۳/۳۷	۰	۰	۳/٤۹	۳/۸۹
III	۵۳۹۰	۰	۱۰	۰/٦٦	۹/۳٤	۱/٦٦	۸/۳٤	۲/٦٦	۷/۳٤	۰	-٦/٦۰	-۱٦/٦۰	-۲٦/٦۰	۳/۷۳	۰	۳/٤۹	٤/۰۳	۳/۳۸
IV	۱۲۵۳۰	۰/٦٦	۹/۳٤	۱/٦٦	۸/۳٤	٤	٦	٤/۳۳	۵/٦۷	-٦/٦۰	-۱٦/٦۰	-٤۰	-٤۳/۳۰	٤/۱۰	۳/٤۹	٤/۰۳	٤/۷۵	٤/۸۳
V	۲۸٦٤۰	۱/۳۳	۸/٦۷	۲	۸	۸	۲	۹/۳۳	۰/٦۷	-۱۳/۳۰	-۲۰	-۸۰	-۹۳/۳۰	٤/٤٦	۳/۸۹	٤/۱٦	۵/۸٤	٦/۵۰

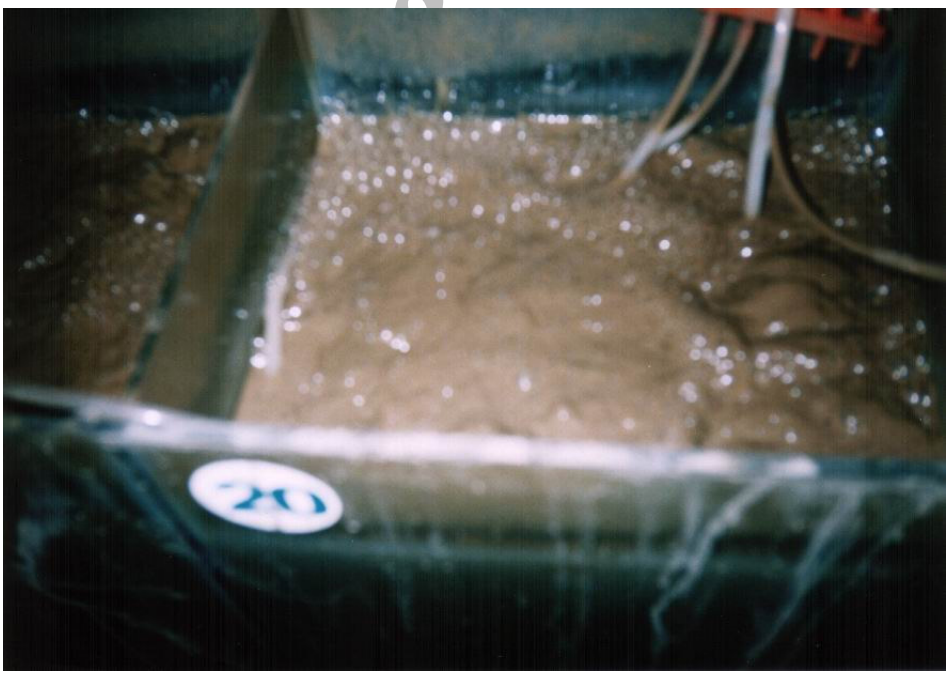
Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ معادله خط رگرسیون و ضریب همبستگی پروبیت با لگاریتم غلظت ذرات معلق رودخانه سفید رود در بچه ماهی ازون برون

اطلاعات آماری	۲٤ ساعت	٤۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹٦ ساعت
معادله خط رگرسیون	y = ۳/۰۹x–۱۰/۰۵	y = ۲/۳۹x–۱۰/۳۱	y = ۱/۸۱x _ ۲/۵۰	y = ۱/۹۰x –۲/٤۹
ضریب همبستگی	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۹۵	۰/۸۹

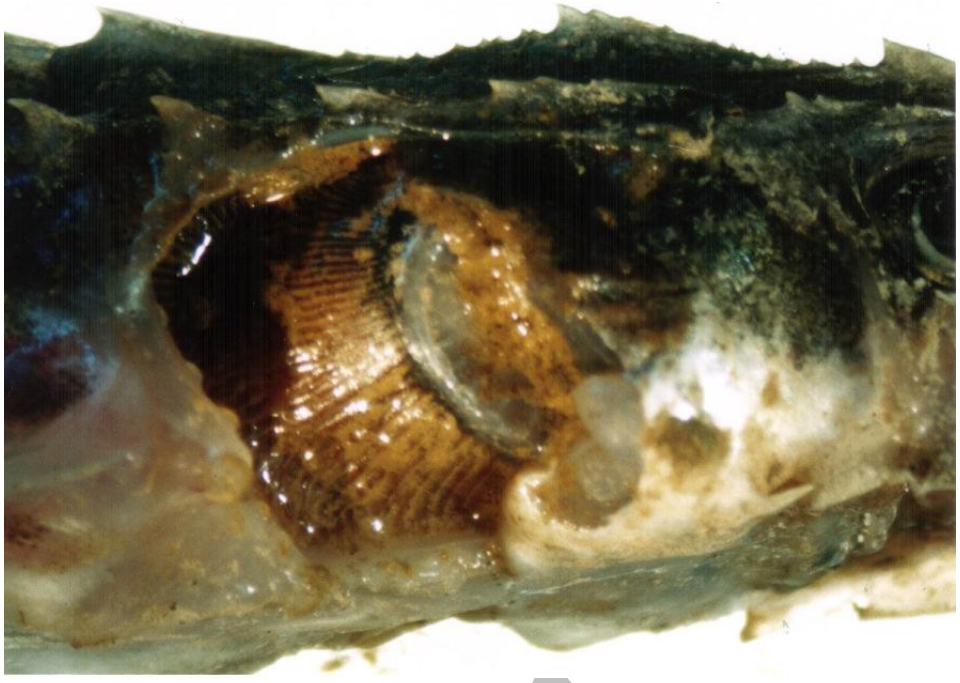
جدول ۳ غلظتهای کشنده ذرات معلق رودخانه سفیدرود روی بچه ماهی ازون برون طی ٤ روز

نام ماده	مقدار LC	۲٤ ساعت	٤۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹٦ ساعت
ذرات معلق رودخانه سفیدرود (ppm)	$LC_{۱۰}$	۲۸۵۷۵/۹۱	۱۳۷٤۳/۵۸	۲۷۱۹/۵۷	۱۸۱۳/۰۰
	$LC_{۵۰}$	۷٤۲٦۷/۷۰	۳۲۸۲٤/٦٤	۱۳۸٦۱/۱۷	۸۵۳۸/۸٦
	$LC_{۹۰}$	۱۹۳۰٦۳/٤۲	۷۸۳۹۷/۱۰	۷۰٦٤۸/۰۲	٤۰۲۲۵/۳۷

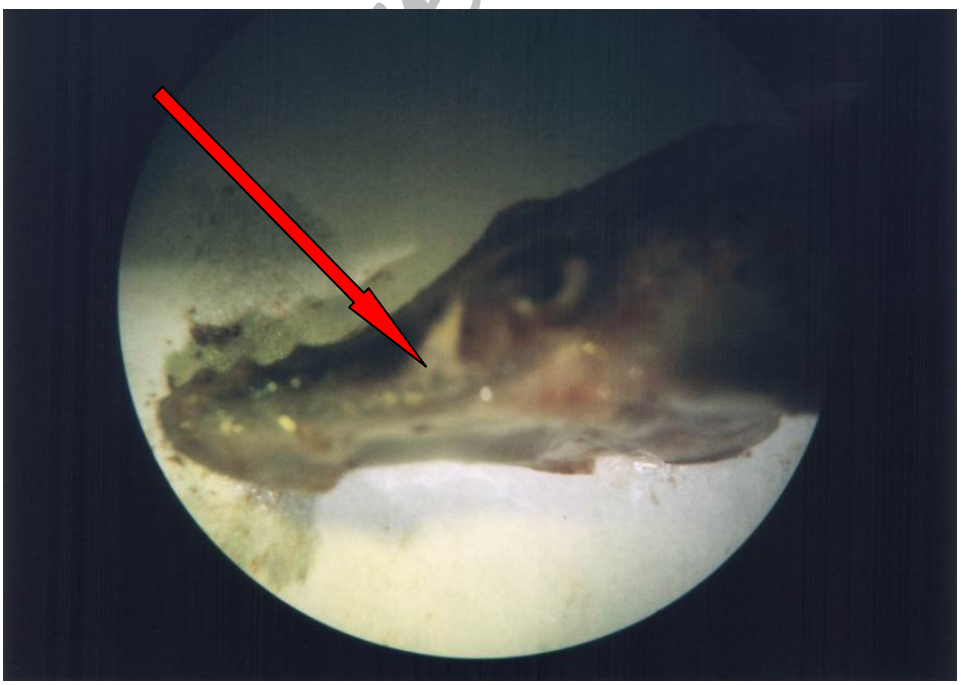


شکل ۱ آکواریوم حاوی گل با غلظت بالا (۵۰۰۰۰mg/L)

www.SID.ir

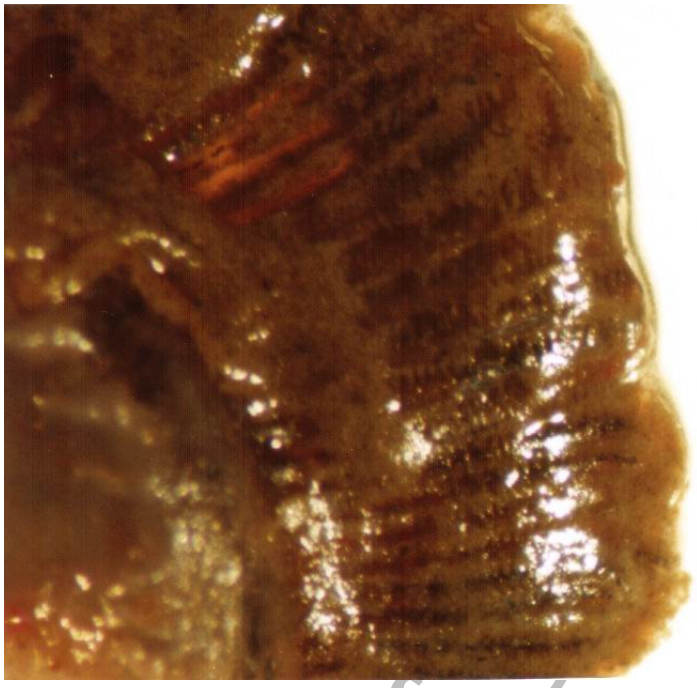


شکل ۲ آبشش بچه ماهی ازون برون پر شده با رسوبات



شکل ۳ سوراخ اسپیراکولوم بچه ماهی ازون برون پر شده با رسوبات

www.SID.ir



شکل ٤ آبشش پر از رسوب جدا شده از بچه ماهی ازون برون

٤- بحث و جمعبندی

این تحقیق مشخص کرد که میزان غلظت کشنده رسوبات سفیدرود طی چهار روز متوالی برای ۵۰٪ از ماهیان (LC۵۰ ۹۶h) برابر ۸۵۳۸/۸٦mg/L است.

در همین حال براساس تحقیق براتن (۱۹۸۴) در دریاچه لروکس[1] مواد معلق زیاد باعث کاهش میزان رشد ماهی و همچنین کاهش در زمان اولین بلوغ جنسی ماهی می‌شود و بر حرکت ماهیهای بزرگ در طول ساحل برای تغذیه از فیتوبنتوزها تأثیر می‌گذارد.

براساس تحقیق لولانست (۱۹۸۷)، کدورت مشابه آنچه که در منطقه Vourert وجود دارد در آزمایشگاه ایجاد شد که این میزان کدورت باعث تحریک آبشش ماهیها و از دست دادن رنگ آبشش بعد از چند هفته شد. بنابراین اگر کدورت برای مدت طولانی ادامه یابد تمام ماهیها را خواهد کشت. همچنین کدورت می‌تواند یک عامل مهم در تعیین پراکنش ماهیها در آبهای شیرین باشد [۷].

همچنین ماتشیخ و همکاران (۱۹۸۱) ارتباط بین کدورت آب و میزان دید ماهیها را بررسی کرده، از ماهی کپور به عنوان ماهی آزمایشی استفاده کردند. در این آزمایش قدرت دید ماهی در آب با کدورت ۱ میلیگرم در لیتر ۱/۲۵ متر، در آب با کدورت ۲ میلیگرم در لیتر ۲/۵ متر و در آب با کدورت ۳ میلیگرم در لیتر ۳/۷۵ متر کاهش یافت.

رشته‌های آبششی ماهی بسیار حساسند و به‌وسیله ساییده شدن ذرات سیلت آسیب می‌بینند. با جمع شدن ذرات رسوب در میان رشته‌های آبشش، ماهی به دفعات زیادی آبششهای خود را برای خارج کردن ذرات سلیت باز و بسته می‌کند، اگر این شرایط ادامه پیدا کند موکوس فراوان برای محافظت از سطح آبشش تولید می‌شود که ممکن است مانع گردش آب در تمام سطح آبشش و مانع تنفس ماهی بشود [۴].

تحقیقی هم به وسیلهٔ یوسفی و همکاران در سال ۱۳۸٤ روی بچه تاسماهی ایرانی انجام شد که در آن میزان ۹۶h LC۵۰ رسوبات معلق رودخانه سفیدرود به مقدار ۱۵۳٦۷/۳۹mg/L به دست آمد [۱۳]. همچنین تحقیقاتی در

1. Le Roux

Archive of SID
www.SID.ir

مورد ماهیهای آزاد در سایر مکانها و رودخانه‌ها انجام شده که نتایج آن به این شرح است: نوگل (۱۹۷۸) مشخص کرد که غلظت ۱۲۰۰mg/L از رسوبات معلق برای ماهی Coho salmon در مرحله جوونایل[1] در منطقه واشنگتن در ۹٦ ساعت (LC۵۰ ۹٦h) کشنده می‌باشد. همچنین نیوکامب و مک دونالد (۱۹۹۱) میزان LC۵۰ ۹٦h رسوبات معلق را برای همین ماهی در مرحله پراسمولت[2] ۱۲۱۷mg/L و در مرحله اسمولت[3] ۵۰۹mg/L و برای ماهیهای Chinook salmon در مرحله اسمولت ٤۸۸mg/L در منطقه مذکور تعیین کرد. غلظت کشنده برای از بین بردن ٦۰٪ از ماهیهای Chinook salmon در مرحله جوونایل به میزان ۸۲۰۰۰mg/L به دست آمد. همچنین برای ماهی White fish در مرحله جوونایل ۹٦h LC۵۰ رسوبات معلق برابر ۱٦٦۱۳mg/L و برای ماهی Rainbow trout در مرحله اسمولت میزان LC۵۰ ۹٦h برابر با ۱۹۳٦٤mg/L در رودخانه یاکیما تعیین شد [۱۰].

با وجود این تحقیقاتی در مورد آثار حاد رسوبات معلق روی سایر ماهیان انجام شده است که از آنها می‌توان به تحقیق نیوکامب و مک دونالد (۱۹۹۱) اشاره کرد. در تحقیق او میزان LC۵۰ ۹٦h رسوبات معلق برای ماهی Coho salmon در مرحله پراسمولت برابر ۱۸٦۷۲mg/L و در مرحله اسمولت به میزان ۲۸۱۳٤–۲۹۵۸۰mg/L و برای ماهی آزاد Chinook salmon در مرحله اسمولت به میزان ۱۹۳٦٤mg/L تعیین شد. نوگل (۱۹۷۸) نیز LC۵۰ ۹٦h رسوبات معلق را برای ماهی آزادCoho salmon در مرحله جوونایل ۳۵۰۰۰mg/L به دست آورد. نیوکامب و مک دونالد (۱۹۹۱) میزان LC۵۰ ۹٦h رسوبات معلق را برای ماهی آزاد Chum salmon در مرحله جوونایل به میزان ۲۸۰۰۰mg/L محاسبه کردند. همچنین آنها میزان LC۵۰ ۹٦h رسوبات معلق را برای ماهی آزاد Rainbow trout در مرحله جوونایل ٤۹۰۰۰mg/L تعیین کردند.

بنابراین از مقایسه پژوهشهای انجام شده مذکور با این تحقیق می‌توان اظهار داشت که ماهی ازون برون از بعضی از ماهیان آزاد و تاسماهی ایرانی ۳–۵ گرمی حساس‌تر و از بعضی دیگر از ماهیان آزاد مقاومتر است.

در این تحقیق از رفتارهای بچه ماهیان در زمان آزمایش می‌توان به شناگری در قسمتهای سطحی آب اشاره کرد. به نظر می‌رسد به علت غلظت کمتر گل آلودگی در نواحی سطحی بوده باشد. همچنین با بررسی بچه ماهیان زنده در ساعات اولیه، مشاهده شد قبل از اینکه بچه ماهیان وارد مرحله مرگ و میر شوند آبشش آنها تا حدودیک سوم با رسوب پر شده بود، اما با شروع مرگ و میر و بررسی بچه ماهیهای در حال مرگ، مشاهده شد آبشش آنها بیش از۵۰٪ با رسوبات پر شدند. در نهایت هم تمام آبشش ماهی را رسوبات فرا می‌گرفت و ماهی بر اثر خفگی می‌مرد.

با توجه به اینکه در رودخانه سفیدرود هنگام عملیات شاس غلظت رسوبات در برخی مناطق رودخانه به ۳۰۰g/L می‌رسد، این تحقیق در زمینه مدیریت و حفظ ذخایر آبزیان و ماهیان مهاجر به این رودخانه می‌تواند مؤثر باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مورد آثار این رسوبات روی سایر آبزیان موجود در رودخانه سفیدرود نیز تحقیقات و بررسیهایی انجام شود. همچنین پیشنهاد می‌شود در مکانهایی که غلظت گل آلودگی در رودخانه بالاست رهاسازی صورت نگیرد تا بتوان از این طریق و با مدیریت صحیح میزان خسارتهای ناشی از عملیات شاس را به حداقل کاهش داد.

۵- سپاسگزاری

از مدیران و کارشناسان محترم مؤسسه تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان و کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری رشت که در این تحقیق ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

1. Jveniles
2. Presmolts
3. Smolts

Archive of SID
www.SID.ir

٦- منابع

[۱] وثوقی غ. مستجیر ب.؛ ماهیان آب شیرین؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۷۳؛ صص ۹۳-۱۲۱.

[۲] صادقی‌راد م.؛ اندازه‌گیری فلزات سنگین (روی، مس، کادمیم، سرب و جیوه) در بافت عضله و خاویار دو گونه تاسماهی ایرانی (قره‌برون) و ازون برون؛ مؤسسه تحقیقات شیلات ایران؛ انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان رشت؛ ۱۳۸۱؛ صص ۹-۱۸ و ٤۲-٤۹.

[۳] باقرزاده آ.؛ «اثرات زیست محیطی عملیات شاس بر زیستگاه آبزیان رودخانه سفیدرود»؛ *اولین همایش علمی - پژوهشی علوم شیلاتی*؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان؛ آذر۱۳۸۳.

[4] Berg L.; The effect of exposure to short-term pulses of suspended sediment on the behavior of juvenile salmonids; pp.177-796 in G. F. Hartman et. al. [eds.]; Proceedings of the carnation creek workshop: a ten–year review. Department of fisheries and Oceans, Pacific Biological Station, Nohaimom, Canada; 1982.

[5] Lolancette L. M.; The effects of dredging on sediments, plankton and fish in the Vauvert area of lake st. gean Quebec; *Journol Article. ARCH. Hydrobial*; 1984; 99 (4): 463-477.

[6] Bruton M. N.; The effect of suspensoids on fish; Perspective in southern-hemisphere-limnology; Davies B. R., Walmsley R. D. [eds]; 1985; Vol. 125 pp. 221-241.

[7] Cyrrus D. P., Blaber S. J. M.; Influence of turbidity on fish distribution in Natal Estuaries. Report from the 5th National oceonographic symposium; 1980; 79 (9): 156.

[8] Matshike k., shimazu Y., Nakamura; Relationships between turbitity of water and visual a cuity of fish. Lomer; 1981; 19 (4): 159-164.

[9] Noggle C. C.; Behavioral, physiological and lethal effects of suspended sediment on juvenile salmonids; Master's thesis; University of washington, seattle, washington, USA. 1978.

[10] Newcombe C. P., MacDonald D.D.; Effects of suspended sediments on aquati ecosystems; North American journal of Fisheries Management; 1991; 11:72 - 82.

[11] TRC; OECD guideline for testing of chemicals. Section 2. Effects on biotic systems; 1984; pp.1-39.

[12] Finny D.; Probit analysis- Cambridge Press; 1971; pp. 1-222.

[۱۳] یوسفی م.، نظامی ش.ع.، مهدی‌نژاد ک.، خارا ح.، پژند ذ.؛ «تعیین غلظت کشنده (LC۵۰ ۹۶h) گل آلودگی ناشی از رسوبات سفیدرود بر روی بچه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)»؛ *مجله علمی شیلات ایران*؛ سال پانزدهم، شماره۳، پاییز۱۳۸۵؛ صص۱۵۳-۱۶۰.

Archive of SID

www.SID.ir