مدت زمان زنده مانی بچه تاسماهیان ایرانی(*Acipenser persicus*) در غلظت‌های مختلف رسوبات سد سفیدرود

کریم مهدی نژاد*[۱] ، محمد یوسفی گراکویی[۲]

۱*- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت، ایران، صندوق پستی: ۳۴۶۴-۴۱۶۳۵

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

k_mehdinejad@google.com

چکیده

در اجرای طرح شاس بیش از ۱۵ میلیون تن از ۸۷-۵۶ میلیون تن رسوب سالانه وارده به سد منجیل در رودخانه سفیدرود تخلیه می‌شود. و مقدار TSS آن به بیش از ۳۰۰ گرم در لیتر افزایش می‌یابد. در حالی که این مقدار در حالت عادی ۵۵ میلی گرم در لیتر است. در این بررسی با هدف تعیین اثرات رسوب‌زدائی بر بچه ماهیان خاویاری، در اکواریم‌های ۲۰ لیتری، ۵ تیمار رسوبی (۵۰-۴۰-۳۰-۲۰ -۱۰ گرم در لیتر) با ۳ تکرار و شاهد، در انستیتو تحقیقاتی ماهیان خاویاری انتخاب و با ۱۰ عدد بچه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) به وزن ۴/۸-۳ گرم در هر اکواریم به مدت ۹۶ ساعت آزمایش گردید. نتایج نشان داد، که ۵۰٪ تلفات بچه ماهیان در غلظت ۱۰ گرم در لیتر رسوب در ۹۶ ساعت، در ۳۰-۲۰ گرم در لیتر در ۷۲ ساعت و در غلظت ۵۰-۴۰ گرم در لیتر در طی ۴۸ ساعت است. یعنی با افزایش غلظت رسوبات از ۱۰ به ۵۰ گرم در لیتر، مرگ و میر بچه ماهیان زودتر شروع و خاتمه می‌یابد. ضریب همبستگی بین تعداد تلفات و مدت زمان آزمایش خطی و بین ۸۵ تا ۹۹ درصد است. تلفات بچه تاسماهیان در طی ۴ شبانه روز بین ۷۶/۷ تا ۹۶/۷ درصد بوده است. همچنین، اختلاف معنی‌دار آماری بین تلفات بچه‌ماهی و ساعات نمونه‌برداری در همه تیمارها مشهود است. با توجه به نتایج بدست آمده، می توان گفت که احتمال تلف شدن قسمت اعظم آبزیان در زمان تخلیه رسوبات سد (۳۰۰ گرم در لیتر)،کمتر از چند ساعت است.

کلمات کلیدی: رودخانه سفیدرود، تاسماهی ایرانی، زنده مانی،، غلظت، رسوبات.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

سفیدرود رودخانه‌ای است که ۳۰ درصد (۴/۱ میلیارد متر مکعب) آب حوزه جنوبی خزر را تأمین می‌کند. تعداد ۴۱ جنس و ۵۳ گونه و زیرگونه ماهی در این رودخانه شناسایی شده‌اند (۴). مهمترین رودخانه جهت تخم‌ریزی ماهیان خاویاری در حوزه جنوبی خزر است که به دلیل دارا بودن شرایط اکولوژیکی، حجم زیاد آب رودخانه و گل آلود بودن آن در فصل بهار، جهت تخم‌ریزی و انکوباسیون تخم تاسماهیان مناسب است. حداقل و حداکثر دمای آب در فصل رهاسازی بچه تاسماهیان، ۲۳/۵- ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین ماهانه آن ۲۰-۱۹ درجه سانتی‌گراد است (۲). دامنه اکسیژن در فصل مهاجرت ۱۱/۷-۸ میلی‌گرم در لیتر است (۷).

احداث سد منجیل در سال ۱۳۴۱ باعث تجمع ۸۷-۵۶ میلیون متر مکعب مواد رسوبی هر ساله در مخزن سد می‌شود که حداقل و حداکثر آن، به ترتیب ۱۴ و ۲۱۸ میلیون‌متر مکعب در سال‌های ۴۸-۱۳۴۳ بوده است (۲و۵). انتقال مواد بیوژن با طغیان‌های سفیدرود و وارد شدن به مناطق کم عمق ساحلی، تولیدات غذایی در مصب را افزایش می‌دهد (۳). بررسی کارشناسان نشان می‌دهد که کدورت زیاد آب علاوه بر کاهش رشد و کوتاه نمودن مدت زمان بلوغ جنسی ماهی (۱۰)، در تغذیه (۱۰)، تغییر رفتار ماهی (۱۷) و پراکنش آن‌ها تأثیرگذار بوده (۱۱). و ذرات معلق در آب سبب تحریک آبشش‌های آن‌ها می‌گردد (۱۳). در حالی‌که بر اثر اجرای طرح شاس هرساله بیش از ۱۵ میلیون تن رسوب یکباره وارد رودخانه می‌شود، و مقدار TSS رودخانه به بیش از ۳۰۰ گرم در لیتر می‌رسد و اکثر آبزیان در مسیر رودخانه از بین می‌روند. در حالی‌که غلظت معمولی آن ۵۵ میلی‌گرم در لیتر است (۱). مقدار غلظت مجاز رسوب برای بچه تاسماهی ایرانی ۱/۵ گرم در لیتر و ازون برون ۰/۸ گرم در لیتر محاسبه شده است (۸). از اهداف این بررسی تعیین اثرات مقادیر مختلف رسوبات حاصل از تخلیه سد در مدت زمان زنده مانی بچه تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) است.

مواد و روش‌ها

رسوبات انباشته شده در پشت سد سنگر را جمع‌آوری و الک نموده وآن‌گاه در آب حل نمودیم تا ذرات درشت شن و ماسه آن ته نشین گردد. آب گل آلود را خشک و رسوب را به صورت پودر در آوردیم. از آنجائی‌که غلظت رسوب از دریچه‌های عمقی سد در روزهای اول تخلیه تا ۸۰ گرم در لیتر می‌رسد، در این مرحله بدلیل آشنائی هرچه بهتر با اثرات غلظت‌های مختلف رسوب بر حیات بچه تاسماهیان، از مقدار ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ گرم در لیتر پودر، در اکواریم‌های ۲۰ لیتری آزمایشگاه انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، که با آب چاه آبگیری شده و تعداد ۱۰ عدد بچه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) به وزن متوسط ۴/۸-۳ گرمی به مدت ۲۴ ساعت، جهت آدابته شدن در آن‌ها رهاسازی شده بود، اضافه کردیم. جریان هوادهی در طی آزمایش برقرار، و مقدار دما، اکسیژن محلول و pH در طول آزمایش اندازه‌گیری گردید. میزان تلفات بچه ماهیان و وزن آن‌ها در ساعات مختلف (۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) ارزیابی شدند. هر تیمار دارای ۳ تکرار و یک شاهد بود. با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Statgraphic به روش دانکن (Dancan)، ضریب همبستگی و درصد تلفات در غلظت‌های مختلف مورد آنالیز آماری قرار گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

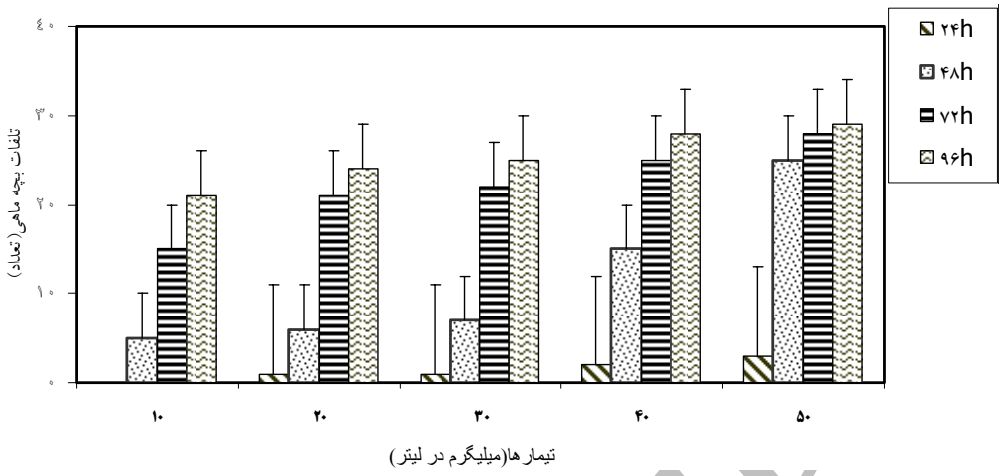
با توجه به شرایط فیزیکی و شیمیایی مناسب آزمایش از نظر اکسیژن محلول (۹/۵ – ۸ میلی‌گرم در لیتر)، pH (۸/۲ – ۸) و دمای مناسب آب (۱C°±۲۵ درجه سانتی‌گراد)، نتایج تیمارهای فوق نشان داد که در طی ۲۴ ساعت اول، مرگ و میر بچه تاسماهیان ایرانی، تنها در غلظت ۱۰ گرم در لیتر مشاهده نشده است. هرچند با افزایش مدت زمان آزمایش، در این غلظت هم تلفات مشاهده گردید (نمودار۱). از طرف دیگر تعداد تلفات بچه تاسماهی ایرانی با مقدار رسوب رابطه مستقیم داشته و از ۱۰ گرم به ۵۰ گرم در لیتر در حال افزایش است. این حالت در تمام ساعات نمونه‌برداری دیده شده است (نمودار۲). اما در ارتباط با وزن و غلظت رسوب و تلفات بچه ماهیان ارتباط معنی‌داری وجود نداشت. در غلظت‌های کم بیشتر بچه ماهیان بزرگ در ابتدا تلف شده‌اند (نمودار ۳). در این آزمایش نیز مقدار تلفات بچه تاسماهیان در ۵ تیمار آزمایشی در طی ۴ شبانه روز بین ۷۶/۷ تا ۹۶/۷ درصد بوده است (نمودار ۴).

از نکات حائز اهمیت در این آزمایش اختلاف اساسی در اولین ساعات مرگ و میر مشاهده شده بین غلظت ۱۰ و۵۰ گرم در لیتر است. زیرا در ۱۰ گرم، اولین تلفات ۳۶ ساعت پس از شروع آزمایش است در حالی‌که در ۵۰ گرم در لیتر این زمان به ۱۰/۳۰ ساعت رسیده است. این ساعات در غلظت‌های ۴۰–۲۰ گرم در لیتر بین ۲۳/۳۰–۲۲/۳۰ساعت رخ داده است (نمودار ۴). یعنی زمانی‌که مقدار غلظت رسوبات ۳–۲ برابر غلظت اولیه (۱۰ گرم در لیتر) می‌رسد تلفات ۵۰ درصدی بچه تاسماهی ایرانی به سه چهارم مدت زمان قبلی کاهش یافته است. وقتیکه کدورت آب ۵–۴ برابر می‌شود مدت زمان تلفات ۵۰ درصد بچه ماهیان، به نصف زمان اولیه رسیده است (نمودار ۲).

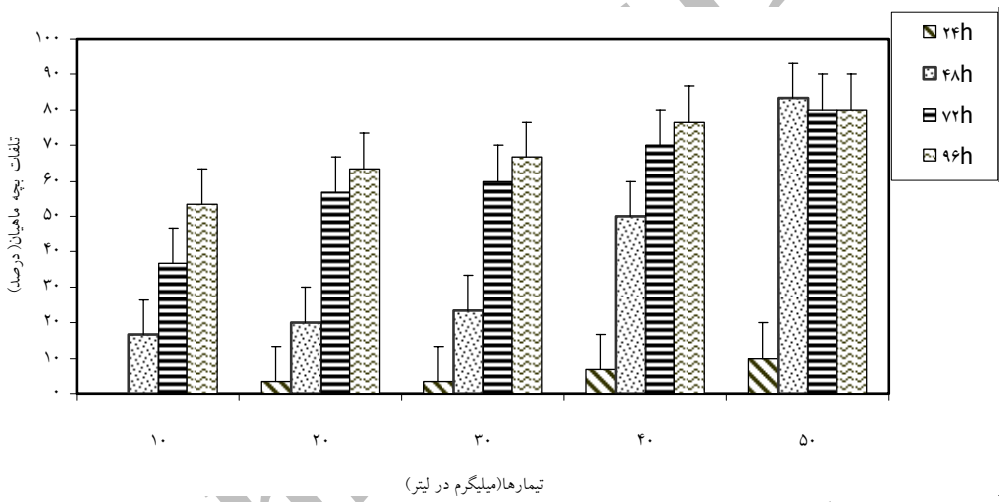
همچنین در حالات رفتاری بچه تاسماهیان، قبل از مرگ، مشاهده گردید که به دفعات، علارغم اکسیژن‌دهی کافی، در سطح آب ظاهر شدند و پس از آن، بیحال همراه با جریان آب در آکواریم بالا و پایین می‌رفتند. همه این‌ها نشاندهنده تلاش آن‌ها در جلوگیری از خفگی است. زیرا در این غلظت‌ها، عمل تنفس برای اثر بچه تاسماهیان غیر ممکن شده بود.

بر اساس نتایج آزمایش در غلظت ۱۰ گرم در لیتر رسوب در طی ۹۶ ساعت، تلفات بچه تاسماهیان ایرانی به بیش از ۵۰ درصد می‌رسد، در حالی‌که با افزایش غلظت رسوب بین ۳۰–۲۰ گرم در لیتر، این مدت زمان ۷۲ ساعت و در غلظت ۵۰–۴۰ گرم در لیتر به ۴۸ ساعت رسیده است. در ۵ غلظت آزمایشی بیشترین میزان تلفات نیز در ساعات متفاوت رخ داده است. به طوری‌که ماگزیمم تلفات غلظت‌های ۱۰ تا۳۰ گرم در طی ۷۲ ساعت است، در حالی‌که در غلظت‌های ۴۰ تا ۵۰ گرم در لیتر این زمان به ۴۸ ساعت کاهش یافته است (نمودار ۵). همچنین آخرین تلفات مشاهده شده در غلظت‌های ۳۰–۱۰ گرم در لیتر در ۹۴ ساعت، و در ۵۰–۴۰ گرم در لیتر، ۸۳ ساعت بوده است (نمودار ۵). ضریب همبستگی بین تعداد تلفات و مدت زمان آزمایش، بالا (۹۹–۸۵٪)، خطی و مثبت است (نمودار ۶). در بررسی آماری، اختلافی معنی‌دار بین میزان تلفات در ۵ تیمار آزمایشی وجود ندارد. اما اختلاف تلفات بین ساعات نمونه‌برداری در هر ۵ تیمار کاملاً مشهود و معنی‌دار است (جداول ۱و۲). یعنی با افزایش غلظت رسوبات در محیط رودخانه مدت زمان ماندگاری و درصد بقاء بچه تاسماهیان کاهش می‌یابد.

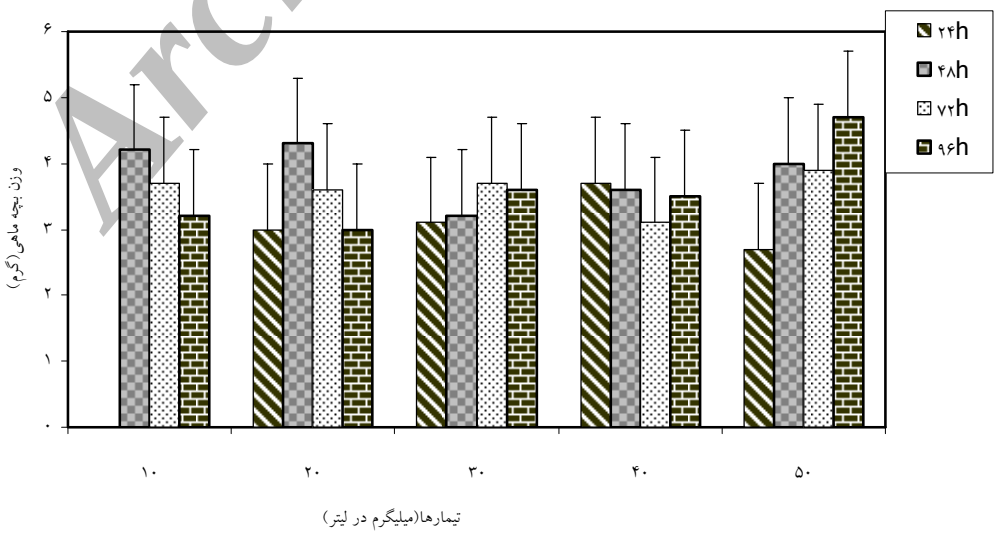
Archive of SID
www.SID.ir



نمودار ۱: مقایسه میزان تلفات بچه تاسماهیان ایرانی در غلظت‌های مختلف از رسوبات سد سفیدرود در ۹۶ ساعت آزمایش

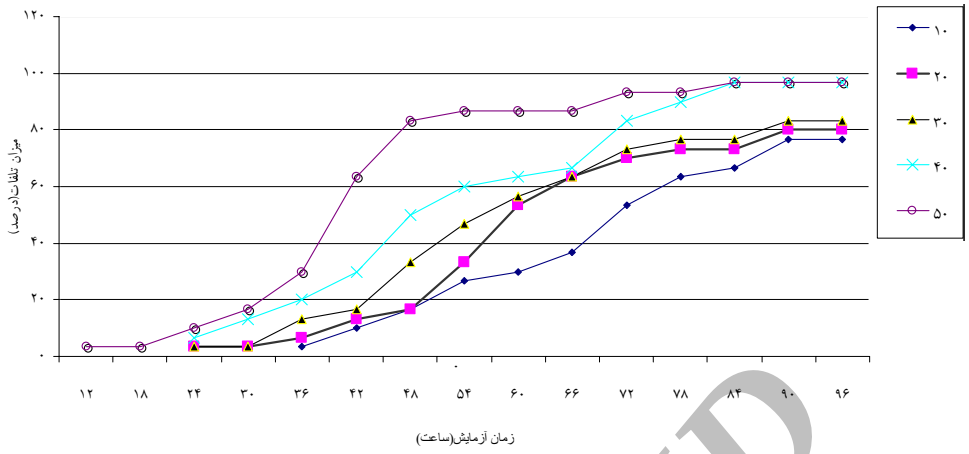


نمودار ۲: مقایسه درصد مرگ و میر بچه تاسماهیان ایرانی در غلظت‌های مختلف از رسوبات سد سفیدرود در ۹۶ ساعت آزمایش

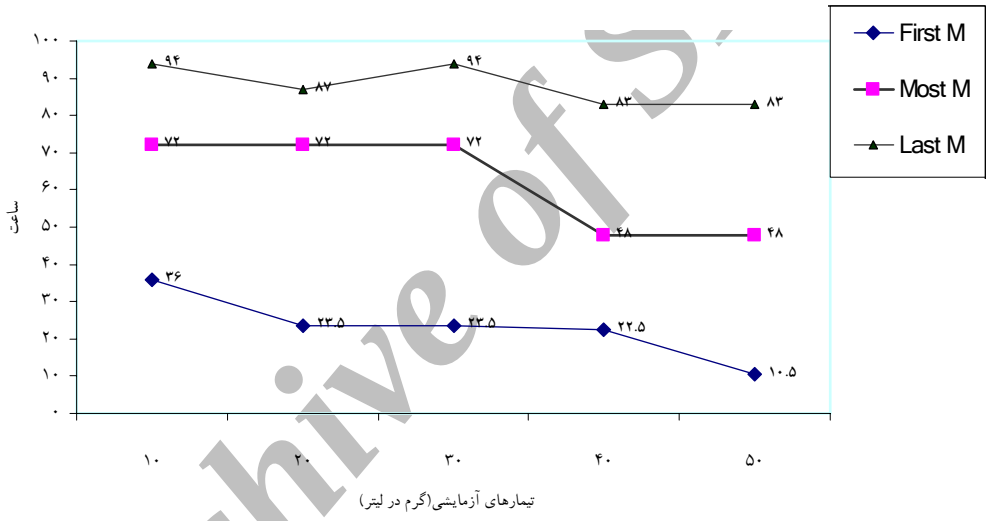


نمودار ۳: مقایسه متوسط وزن بچه تاسماهی ایرانی تلف شده در آزمایش ۹۶ ساعته با غلظت‌های مختلف از رسوبات سد سفیدرود

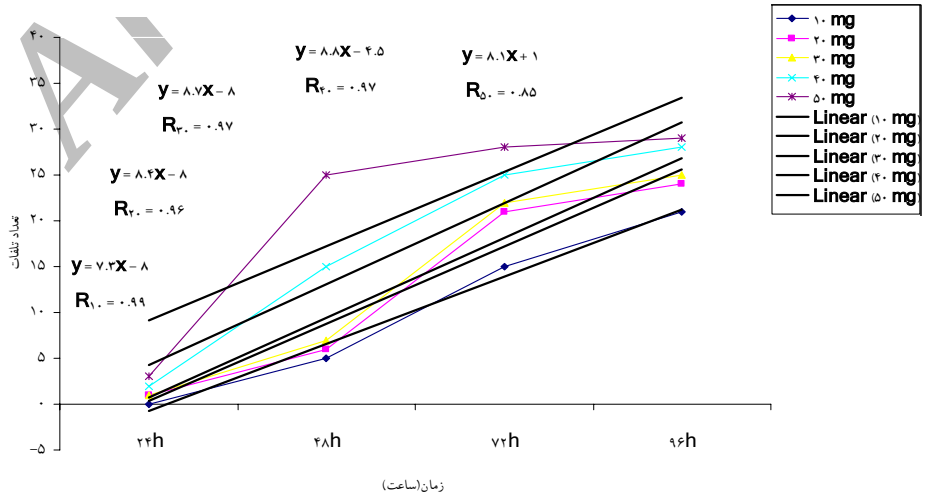
Archive of SID
www.SID.ir



نمودار ۴: مقایسه زمان شروع و خاتمه مرگ و میر بچه تاسماهیان ایرانی در غلظت‌های مختلف از رسوبات سد سفیدرود در طی ۹۶ ساعت



نمودار ۵: مقایسه بین اولین، بیشترین و آخرین ساعات مرگ و میر بچه تاسماهیان در آزمایش با ۵ غلظت از رسوبات سدسفیدرود



نمودار ۶: ضریب همبستگی بین زمان و تعداد تلفات بچه تاسماهیان ایرانی در غلظت‌های مختلف از رسوبات سد سفیدرود

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱: آنالیز آماری اثرات رسوبات سد سفیدرود بر بچه تاسماهیان ایرانی در طی ۹۶ ساعت آزمایش

Source	S.Square	D.f	M.Square	F-ratio	P-value
بین گروه	۱۵۸۶/۳	۳	۵۰۶۲/۰۹	۱۷/۰۳	۰/۰۰۰
درون گروه	۴۷۵۴/۶۳	۱۶	۲۹۷۰/۶۳		
کل	۱۹۹۴۱	۱۹			

جدول ۲: اختلاف معنی‌دار میزان تلفات بچه تاسماهیان بین ساعات مختلف در متد آماری LSD ۹۵٪.

contrast	difference	+/- limits
۴۸-۲۴ ساعت	*-۳۴	۲۳/۱۱۲
۷۲-۲۴ ساعت	*-۶۲/۰۶	۲۳/۱۱۲
۹۶-۲۴ ساعت	*-۶۹/۹۳	۲۳/۱۱۲
۷۲-۴۸ ساعت	*-۲۸/۶۶	۲۳/۱۱۲
۹۶-۴۸ ساعت	*-۳۵/۹۳	۲۳/۱۱۲
۹۶-۷۲ ساعت	-۷/۳۲	۲۳/۱۱۲

* نشانگر اختلاف معنی‌دار بین ساعات آزمایش است

بحث

نتایج تحقیقات در مورد اثر رسوبات بر روی ماهیان، بیانگر آنست که بار مواد معلق موجود در آب‌ها باعث کاهش رشد ماهی شده و مدت زمان بلوغ جنسی آن‌هارا نیز کوتاه می‌کند (۱۰). کدورت آب علاوه بر تأثیر در تغذیه (۱۰)، تغییر رفتار ماهی (۱۷) و پراکنده سازی ماهیان (۱۱)، سبب تحریک آبشش‌های آن‌ها می‌گردد (۱۳). همه این عوامل سبب می‌شوند که مدت زمان زنده مانی ماهیان علی الخصوص بچه ماهیان را در آب‌های گل آلود کوتاهتر نمایند.

در این آزمایش، اگرچه ارتباط معنی‌داری بین وزن بچه ماهیان، غلظت رسوبات و تلفات بچه ماهیان وجود ندارد، اما مقدار ۵۰-۱۰ گرم در لیتر رسوبات تخلیه شده از سد سفیدرود، قادر است مدت زمان تلفات ۵۰ درصد از بچه تاسماهی ایرانی را، ۹۶- ۴۸ ساعت تقلیل دهد. یعنی تنها ۵۰ درصد بچه تاسماهیان ۴/۸-۳ گرمی در چنین شرایط آبی در رودخانه قادرند تا ۹۶ ساعت زنده بمانند. مقدار گل آلودی آب با بقای بچه ماهیان نسبت عکس دارد. هرچند میزان غلظت رسوب در آب کمتر باشد (۱۰ گرم در لیتر)، مدت زمان زنده مانی آن‌ها بیشتر (۹۶ ساعت) است. در حالی‌که ۵ برابر شدن غلظت این مدت زمان را به نصف (۴۸ ساعت) تقلیل داده است. بنابراین با توجه به اطلاعات موجود (۶)، که میزان غلظت گل آلودگی رودخانه سفیدرود در روزهای اول اجرای طرح شاس، ۲۰ تا ۸۰ گرم در لیتر اعلام نموده است نیز برای بچه ماهیان کشنده می‌باشد. افزایش غلظت رسوبات سبب کاهش مدت زمان زنده مانی ماهیان می‌شود. چنان‌که اکثر ماهیان شناسائی شده (۴) در پایاب سد در هنگام تخلیه رسوب تلف شده بودند (تصویر ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

تصویر ۱: مرگ و میر دستجمعی ماهیان پس از اجرای طرح شاس در پشت سد منجیل

بر اساس بررسی‌های انجام شده، گل آلودگی آب علاوه بر کاهش میزان جستجوی غذا (۱۲)، میزان تحمل پذیری و حساسیت ماهیان را نیز تغییر می‌دهد به نحوی‌که در غلظت بیش از ۴۰ گرم در لیتر همه آزاد ماهیان Smelt از بین رفتند (۱۹). در غلظت ۱/۲ گرم در لیتر، Juveniles آزاد ماهی کوهو (Coho Salmon) در طی ۹۶ ساعت از بین می روند (۱۴). اما در مرحله (presmolts) در غلظت ۱/۲۱۷ گرم در لیتر (۱۸) و در مرحله Smolts، ۰/۵۰۹ گرم در لیتر گل آلودگی، ۵۰ درصد آن‌ها در طی ۹۶ ساعت از بین می‌روند. مقدار غلظت کشنده رسوبات (Lc 50) در ماهی سفید (White Fish) در مرحله juveniles ، ۶/۶۱۳ ۱ گرم در لیتر، قزل آلای رنگین کمان در مرحله Smolts، ۱۹/۳۶۴ گرم در لیتر (۱۵) است. یعنی هر چه بچه ماهیان بزرگتر باشند احتمال فرار، مقاومت و بقای آن‌ها در برابر آلودگی آب بیشتر می‌گردد. اگرچه این یک حالت عمومی در اکثر ماهیان است، اما تلفات بیشتر بچه تاسماهیان بزرگ در غلظت‌های کم رسوبات، احتمالاً بیانگر فعالیت زیادتر آن‌ها در فضای محدود اکواریم بوده، که باعث تجمع زیادتر رسوبات در رشته‌های آبششی و بسته شدن بیشتر آن‌ها گردیده است.

همچنین گراکوئی (۱۳۸۴) در آزمایشات خود به این نتیجه رسید که بچه تاسماهیان ایرانی ۵-۳ گرمی در طی ۹۶ ساعت، با ۱۵/۳ گرم در لیتر رسوب تلف می‌شوند (۸). حداکثر غلظت مجاز برای ادامه حیات آن‌ها ۱/۵ گرم در لیتر است. در حالی‌که این غلظت در نزدیکی مصب رودخانه ۱۸ گرم در لیتر (۱۲ برابر حد مجاز جهت زیست بچه تاسماهی ایرانی) در اجرای طرح شاس می‌رسد، که حداقل در صورت تلف نشدن، باعث فراری دادن بچه ماهیان از مصب و عدم تغذیه آن‌ها در این منطقه می‌گردد. همچنین نتایج فوق بیانگر آن است که غلظت رسوب می‌بایست خیلی کمتر از ۱۰ گرم در لیتر باشد تا علاوه بر صدمه ندیدن ساختمان آبشش (۱۴)، کدورت آب در تغذیه ماهی (۱۰)، تاثیر نگذاشته و مانع رشد ماهی نشود (۱۰). در حالی‌که در فصل تخم‌ریزی تاسماهیان و تغذیه بچه ماهیان این حالت در رودخانه سفیدرود کمتر دیده می‌شود.

۵۰ درصد تلفات بچه تاسماهیان ایرانی در غلظت ۱۰ گرم در لیتر درطی ۹۶ ساعت، در ۳۰-۲۰ گرم در لیتر، طی ۷۲ ساعت و در غلظت ۵۰-۴۰ گرم در لیتر در طی ۴۸ ساعت حادث شده است. یعنی با ۴ تا ۵ برابر شدن غلظت رسوب مدت زمان بقای بچه ماهیان به نصف تقلیل یافته است. این احتمال وجود دارد که افزایش غلظت ۳۰۰ گرمی رسوبات در انتهای دوره طرح شاس (۳۰ برابر بودن غلظت رسوب)، مدت زمان تلفات بچه ماهیان را به چند دقیقه تقلیل دهد. یعنی در همان لحظات اولیه به دلیل مسدود شدن دستگاه تنفسی کلیه بچه ماهیان تلف خواهند گردید (تصویر ۱). چنان‌که نتایج پژوهش‌های دیگر مشخص می‌سازد،

Archive of SID
www.SID.ir

زمانی‌که ذرات بسیار ریز رسوبات در داخل رشته‌های آبششی بچه ماهیان (بچه ماهی آزاد یک‌ساله) قرار می‌گیرد، سبب آسیب جدی در آبشش شده (۱۶) و به ساختمان آبشش ماهی صدمه وارد می‌کند (۱۴). در این حالت ماهی به دفعات آبشش خود را در جهت خارج نمودن ذرات سیلت باز و بسته نموده و موکوس فراوان ترشح می‌کند که این موکوس مانع گردش آب در سطح آبشش گردیده و تنفس ماهی دچار اختلال می‌شود (۹).

مرگ و میر بچه ماهیان در ۵ تیمار آزمایشی حالت S یا زیگموییدی داشته و در ابتدا تعداد تلفات کم، و پس از آن سریعاً افزایش یافته و پس از ۹۰ ساعت به صورت خطی می‌شود (نمودار ۴). مدت زمان شروع تلفات بچه تاسماهی ایرانی در غلظت ۵۰ گرم در لیتر یک سوم غلظت ۱۰ گرم در لیتر بوده است. معمولاً با افزایش غلظت رسوبات، مرگ و میر بچه ماهیان زودتر شروع و خاتمه می‌یابد. به طوری‌که در ۱۰ گرم در لیتر، ۳۶ ساعت پس از آزمایش تلفات شروع و تا ۹۴ ساعت خاتمه یافته است، در حالی‌که دامنه این تلفات در ۵۰ گرم در لیتر بین ۱۰/۳۰ تا ۸۳ ساعت است. با توجه به نتایج فوق، می‌توان احتمال داد که در غلظت ۳۰۰ گرم در لیتر رسوبات در انتهای تخلیه سد، مرگ و میر اکثر آبزیان در کمتر از چند ساعت در پی داشته و خسارات شدید در شرایط اکولوژیک رودخانه سفیدرود، محتمل خواهد بود.

سپاسگزاری

بعد از حمد کردگار دانا، بر اینجانب فرض است که از ریاست و معاونین محترم انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری بدلیل حسن نظر در فراهم نمودن بستر اجرای طرح‌های پژوهشی و افزایش معرفت ما به معضلات و مسائل زیست محیطی، تشکر نمایم. همچنین از مدیر محترم بخش بهداشت و بیماری‌ها و کارشناسان عزیز که در مدت زمان اجرای طرح از هیچ مساعدتی دریغ نورزیدند و از همکاران محترم بخش اکولوژی که در اجرای کار مارا یاری نموده‌اند صمیمانه سپاسگزارم.

منابع

۱. باقرزاده، آ.، ۱۳۸۳. اثرات زیست محیطی عملیات شاس بر زیستگاه آبزیان رودخانه سفیدرود، اولین همایش علمی – پژوهشی علوم شیلاتی – دانشگاه آزاد لاهیجان،ص۳۱.

۲. خوش خلق، م.ر.، ۱۳۷۴. بررسی اثرات هیدروبیولوژیک سفیدرود در قبل و بعد از احداث سد، روی اکولوژی و تولید مثل تاسماهی ایرانی (قره برون) و تاسماهی روسی (چالباش) در این رودخانه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات ص ۱۳۳.

۳. سیرنگ، ه.، ۱۳۷۱. بررسی مهاجرت ماهیان خاویاری در رودخانه سفیدرود، مرکز تحقیقات شیلاتی گیلان، انزلی. ص ۶۹.

۴. عباسی، ک.؛ ولی پور، ع.ر.؛ طالبی حقیقی، د.؛ سرپناه، ع. ن. و نظامی، ش. ع.، ۱۳۷۸. اطلس ماهیان ایران، آب‌های داخلی گیلان. انتشارات مرکز تحقیقات شیلاتی گیلان، انزلی،۱۰۲ص.

۵. مهندسین مشاور زیستاب، ۱۳۶۹. طرح تثبیت و ساماندهی سفیدرود،گزارش مطالعات شناخت، شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان گیلان، جلد۴،۲۵۹ص.

Archive of SID

www.SID.ir

۶. مومنی، م.، ۱۳۸۴. گزارش جامع رودخانه سفیدرود، انتشارات مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر،۱۰۲ص.

۷. نظامی، ش.ع.، ۱۳۷۳. پروژه بررسی جامع شیلاتی سفیدرود، مرکز تحقیقات شیلاتی گیلان، انزلی،۱۴۲ص.

۸. یوسفی گراکویی، م.، ۱۳۸۴. مقایسه درصد بقای بچه ماهیان خاویاری (تاسماهی ایرانی و ازون برون) در غلظت‌های رسوبات حاصل از سد سپیدرود، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی- شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان،۱۰۷ص.

9. Berg, L., 1982. The effect of exposure to short- term pulses of suspended sediments on the behavior of juvenile salmon ides. In G. F. Hartman et. al. (eds.), proceedings of the carnation creek workshop: a ten years review. Depart. Fisheries and oceans, Pacific Biological Station, Nohaimom, Canada. P. 177-796
10. Bruton, M.N., 1984. The effect of suspended solids on fish perspective-in southern hemisphere, Limnology. Davies, B.R., Walmsley, R.D. eds. 1985. Vol. 125 pp. 221- 241.
11. Cyrus, D.P. and Blaber, S.J.M., 1980. Influence of turbidity on fish distribution in Natal Estuaries. Report from the 5th National Oceanographic Symposium. Vol. 79. No. 4, pp 156.
12. Gregory,R.S; North cote,T.G. 1993. Surface, planktonic and bentic for aging by juvenile Chinook salmon(*Oncorhynchus tshawytscha*) in turbid laboratory conditions. Can.J.Fish aqua. Sct. 1992. Vol.49, No. 7, pp. 1389-1395.
13. Lelancette, L.M., 1987. The effects of dredging on sediments, plankton and fish in the Vauvert area of the lake St. jean., Cuebec. Journal Article, Arch- Hydrobiol. 1984. Vol. 99. No. 4, pp 463-477.
14. Noggle, C.C., 1978. Behavioral, physiological and lethal effects of suspended sediments on juvenile salmonids. Master's thesis. Unir. Of Washington, seattle, Washington, USA.p.175
15. Newconbe, C.P. McDonald , D.D. 1991. Effect of suspended sediments on aquatic ecosystems. North American Journal of Fisheries Managements 11: 72-82.
16. Servizi, J.A. and Martens, D.V., 1984. Some effects of suspended Froser River sediments on sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*), p. 254-264. In H.D. Smith, L. Margolis, and C.C. Wood(ed) Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*),popularion biology and future management. Can. Publ. Fish. Aqua. Sci. 96.
17. Skorobogattov, M.A. and Pavlov, D.S., 1994. Experimental studies on the effect of suspended praticales on behavior of roach (*Rutilus rutilus*) in running water. J. Ichthyol., VOPR. IKHTIOL. 1995- 1994, Vol. 35. No. 4. pp 121-129, vol. 34, no6, pp 850-854.
18. Stober et.al,1981. Selected from Newcombe, C.P. and D.D. Mac Donald 1997. Effects of suspended sediments on aquatic ecosystems. North American J.of Fisher. Management 11,pp. 72-82
19. Williams, E.; Rowe, D. and Smith, J., 2004. Lethal turbidities and native fish. Trachers, resource for NCEA AS, Biology 3.1-3.2, science 2.2, 2.3, Geography 1.6, 2.6, 3.6 See.

Archive of SID
www.SID.ir