

## بررسی اثر شوری و گل آلودگی بر نرخ بازماندگی و تغییرات بافت آبشش بچه ماهیان سفید کمتر از یک گرم

\* سیدمحمد وحید فارابی<sup>۱</sup>، شهریار بهروزی، محمود قانع، عبدالحمید آذری، منصور شریفیان

موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، فرح آباد

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۳

### چکیده

بررسی تاثیر شوری و گل آلودگی آب روی بچه ماهی سفید با هدف تعیین درصد بازماندگی و تغییرات بافتی آبشش انجام گرفت. بچه ماهیان از مرکز تکثیر پرورش شهید رجایی تهیه شد و در آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی دریای خزر مورد بررسی قرار گرفتند. بچه ماهیان دارای روند رشد آلومتریک بودند ( $P < 0/05$ ). بچه ماهیان در سه گروه وزنی (۲۰۰-۴۰۰، ۶۰۰-۸۰۰ و ۱۰۰۰-۱۲۰۰ میلی گرم) و دو سطح شوری (آب شیرین رودخانه تجن و لب شور دریای خزر: ۱۲/۵ppt) و شش سطح گل آلودگی (۵۰FTU، ۳۰FTU، ۲۰FTU، ۱۰FTU، ۵FTU) در آب شیرین به مدت ۱۶۸ ساعت مورد بررسی قرار گرفتند. هر تیمار شامل سه تکرار، تحت آزمون عاملی با اندازه گیری کمیت درصد بازماندگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در سطوح مختلف عوامل مورد بررسی، اختلاف معنی داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت ( $P < 0/05$ ). نرخ بقاء بچه ماهیان در آب لب شور و گل آلودگی در آب شیرین نسبت به تیمار شاهد، کاهش و در گروه هایی که از وزن بیشتری برخوردار بوده اند، افزایش داشته است. در پایان آزمایش و تحت آب لب شور و گل آلود، قسمتی از بافت آبشش بچه ماهیان در تمام گروه های وزنی تخریب، کوتاه و ضخیم گردید. بافت آبشش بچه ماهیان در آب شفاف رودخانه تغییر محسوسی نداشت. هر چند در این بررسی، میزان بقاء بچه ماهیان قابل قبول بود. این تغییرات در گروه وزنی ۱۰۰۰-۱۲۰۰ میلی گرم به مراتب کمتر مشاهده گردید. بنظر می رسد که این تغییر اختلالی در روند رشد بچه ماهیان ایجاد کند.

واژه های کلیدی: بچه ماهیان سفید، شوری، گل آلودگی، دریای خزر

### مقدمه

سفید به محیط های طبیعی در دهه ۱۳۶۰ تا دهه ۱۳۸۰ نشان می دهد که میانگین وزن ۲۵ درصد از بچه ماهیان در هنگام رهاسازی به محیط های طبیعی کمتر از یک گرم بوده است (یوسفیان و همکاران، ۱۳۸۳؛ فارابی و همکاران، ۱۳۸۶). از طرفی در دهه هشتاد اکثر رودخانه های جنوبی دریای خزر، علاوه بر دبی نامناسب در هنگام رهاسازی بچه ماهیان، از آلودگی های مختلفی برخوردار بودند (کرباسی و همکاران، ۱۳۸۹؛ امینی رنجبر و هادیان، ۱۳۸۷؛

ماهیان دریای خزر بویژه ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum* (Kamensky, ۱۹۰۱) از نظر تأمین پروتئین، اشتغال زایی و تولید درآمد در زندگی مردم ساحل نشین، نقش و اهمیت بسزایی دارد. ماهی سفید دریای خزر در شرایط کنونی بدلیل تغییرات ایجاد شده در محیط زیست نیازمند حفاظت است (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷). آمار رهاسازی بچه ماهیان

\*مسئول مکاتبه: Smv\_farabi@hotmail.com

تاثیر شوری را بر روی بچه ماهیان سفید کمتر از یک گرم مورد بررسی قرار دادند. تحقیقات آنها نشان داد که با افزایش وزن توان سازگاری بچه ماهیان با آب شور افزایش می‌یابد. همچنین امیری و همکاران (۱۳۸۷) و ایمانپور (۱۳۸۴) نشان دادند که بچه ماهیان با وزن بیش از یک گرم به دلیل برخورداری از توان فیزیولوژیک و سازگاری قابل توجه، تحمل انتقال به شوری‌های بالاتر را دارند. اما در مورد تاثیر گل آلودگی بر بچه ماهیان سفید در ایران تحقیقی صورت نگرفت. تنها یوسفی گراکویی و همکاران (۱۳۸۶ و ۱۳۸۵) اثر رسوبات رودخانه را بر بچه تاس‌ماهی ایرانی و ازون‌برون مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی آنها نشان داد که با افزایش گل آلودگی نرخ بقاء بچه ماهیان به دلیل تخریب بافت آبششی کاهش می‌یابد. هدف از این بررسی، تعیین بازماندگی بچه ماهیان سفید کمتر از یک گرم در برابر شوری و گل آلودگی و همچنین بررسی تغییرات بافت آبشش آنها می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

بچه ماهیان از مجتمع تکثیر و پرورش شهید رجائی واقع در حوضه جنوبی دریای خزر و در فاصله ۱۵ کیلومتری شهرستان ساری در استان مازندران از یک گروه هم‌سن تهیه گردید و آزمایش‌های مربوطه در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر به‌انجام رسید. آب شیرین از رودخانه تجن و آب لب‌شور (۱۲/۵ppt) از همین منطقه در کرانه دریای خزر تهیه شد. کلیه آزمایشات در محدوده زمانی ماه خرداد و نیمه اول ماه تیر انجام شد. برای ایجاد گل-آلودگی از گل‌ولای جمع‌آوری شده از بستر محل رهاسازی در منطقه مصبی رودخانه تجن با اندازه ذرات  $< 1\text{mm}$  (۶۰ درصد کمتر از ۰/۱mm) استفاده گردید. جهت تامین اکسیژن مورد نیاز در تانک‌ها از

سعیدی و همکاران، ۱۳۸۵؛ واردی و فضل‌ی، ۱۳۸۴). بنابراین علاوه بر آمادگی مهاجرت بچه ماهیان از رودخانه به دریا به لحاظ فاکتورهای فیزیولوژیک، فاکتورهای محیطی نیز در بقاء بچه ماهیان اهمیت ویژه‌ای دارند. ولی مهم‌ترین عوامل موثر در بازسازی ذخائر ماهیان، سازگاری با شرایط محیطی و فصلی، اندازه و کیفیت بچه ماهی، تراکم و تکنیک‌های رهاسازی است (Svasand و همکاران، ۲۰۰۰؛ Sanchez-Lamadrid, ۲۰۰۲). اگر ماهی نتواند به هر دلیل شرایط محیطی را تحمل نماید، بافت آبششی بواسطه ارتباط مستقیم با محیط، اولین مکانی است که صدمه می‌بیند. شوری یکی از عوامل مهم در محیط زیست ماهیان محسوب می‌گردد و ماهیان در مهاجرت به‌همراه تغییر شوری محیط نیازمند مکانیسمی جهت سازگاری یا تنظیم اسمزی در شرایط جدید هستند (ستاری، ۱۳۸۱). سیستم تنظیم اسمزی در ماهیان با کمک سلول‌های پوششی معده‌ای-روده‌ای و کلیه صورت می‌پذیرد، اما آبشش‌ها مهم‌ترین مکان تبادل و تنظیم یون‌ها می‌باشند (Evans و همکاران، ۱۹۹۹). کدورت (گل آلودگی) سبب کاهش دید ماهیان در صید طعمه و گرفتن غذا می‌گردد (Berkman و Raben، ۱۹۸۷)، ولی به‌صورت مستقیم می‌تواند بر عملکرد آبشش ماهیان تاثیرگذار باشد. بطور کلی، ماهیان مقاومت بالایی در برابر مواد جامد معلق در آب را دارند و مرگ و میر آنها در محیط‌های طبیعی زمانی اتفاق می‌افتد که گل-آلودگی بسیار بالا و خارج از شرایط متعارف ایجاد گردد ( $100000 - 10000 \text{ mg l}^{-1}$ , LC50, 96h: > ۱۰۰۰۰). Servizi و Martens، ۱۹۹۲، Lake و Hinch، ۱۹۹۹). تاکنون تحقیقات محدودی در خصوص تاثیر تنش شوری و گل آلودگی بر بچه ماهیان سفید در اوزان کمتر از یک گرم به‌انجام رسیده است. عطائی مهر (۱۳۸۹) و عنایت غلامپور و همکاران (۱۳۹۰)

پمپ هواساز مرکزی استفاده شد. در طول آزمایشات، پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب با استفاده از دستگاه دیجیتال (Palintest مدل ۷۵۰۰) ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب محیط آزمایش در طول مدت بررسی به شرح جدول ۱ بوده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب شیرین و لبشور در طول آزمایش (خطای استاندارد  $\pm$  میانگین)

آب محیط آزمایش	دمای آب (درجه سانتی‌گراد)	شوری (ppt)	هدایت الکتریکی (ms/cm)	pH	آمونیم (mg/l)	اکسیژن محلول در آب (mg/l)
آب رودخانه تجن	۲۰.۶ $\pm$ ۳.۲	۰.۶ $\pm$ ۳.۲	۰.۲ $\pm$ ۹.۵	۰.۱ $\pm$ ۸.۰	۰.۱ $\pm$ ۰.۲۴	کمینه بیشینه
آب گل‌آلود رودخانه	۰.۱ $\pm$ ۲.۷	۰.۴ $\pm$ ۸.۲	۰.۶ $\pm$ ۸.۱	۰.۶ $\pm$ ۸.۱	۰.۱ $\pm$ ۰.۲۴	۶۸ ۸۴
آب شور دریای خزر	۰.۲ $\pm$ ۱۲.۴	۰.۲ $\pm$ ۱۸.۲	۰.۱ $\pm$ ۸.۴۳	۰.۳ $\pm$ ۰.۰۲		

آزمایش غذادهی قطع گردید (McKenzi و همکاران، ۱۹۹۹). بچه ماهیان در سه گروه وزنی ( $200 < 400$ ،  $400 < 600$  و  $600 < 1000$  میلی‌گرم)، دو سطح شوری (آب رودخانه تجن و آب دریای خزر ( $0.2 \pm 0.02$  ppt) و شش سطح گل‌آلودگی ( $0.5$ ،  $0.50$ ،  $0.43$ ،  $0.26$ ،  $0.78$ ،  $1.56$  FTU) با هوادهی مستمر در مدت ۱۶۸ ساعت (Berg و Northcote، ۱۹۸۵)، جهت تعیین درصد بازماندگی و تهیه نمونه‌های بافت آبشش، در پایان آزمایش، مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌برداری از بچه ماهیان بطور کامل صورت گرفت و در فرمالین بافر خشتی ده درصد کاملاً تثبیت گردید (پوستی و ادیب مرادی، ۱۳۸۵). نمونه‌ها جهت رنگ‌آمیزی مقاطع بافتی به‌روش هماتوکسیلین و اتوزین آماده شد و با میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفت (Bancroft و Gamble، ۲۰۰۲). سلول‌های آبشش بچه ماهیان بر اساس بافت‌شناسی کاربردی (Young و Heath، ۲۰۰۰) و اطلس هیستوپاتولوژی ماهی (Hibiya و Takashima، ۲۰۰۱) تشخیص داده شد.

رابطه طول کل و وزن کل بچه ماهیان در گروه‌های مختلف طبق رابطه ۱ تعیین گردید (Ricker، ۱۹۷۳). سپس از آزمون  $t$  جهت تأیید ارزش  $b$  بدست آمده از رابطه لگاریتمی (رابطه ۲) جهت مقایسه با الگوی ایزومتریک ( $b=3$ ) استفاده شد (Sokal و Rohlf، ۱۹۸۷، Sumbuloglu و Sumbuloglu، ۲۰۰۰).

$$W = aL^b \quad \text{رابطه ۱}$$

$$b = (\log W - \log a) / \log L \quad \text{رابطه ۲}$$

$W$ : وزن کل (گرم)،  $L$ : طول کل (سانتی متر)،  $a$  و  $b$ : ضرایب رگرسیون بین طول و وزن)

هر تیمار آزمایشی شامل سه تکرار و هر تکرار دارای ۶۰ عدد بچه ماهی با تراکم یک عدد در لیتر بود. آزمایشات بررسی تنش شوری در وان‌های مدور، محتوی ۶۰ لیتر آب و آزمایشات گل‌آلودگی در قفس‌های شناور با حجم ۶۰ لیتر، مستقر در وان‌های ۱۶ متر مربعی انجام شد. در وان‌های مدور هر روز ۳۰ درصد آب مخزن تعویض گردید. پس از بیومتری بچه ماهیان به مدت ۳ روز جهت پذیرش محیط جدید، نگهداری و غذادهی<sup>۱</sup> شدند. سپس ۲۴ ساعت قبل از

۱- غذای بچه ماهی سفید مورد استفاده در مرکز تکثیر شهید رجائی ساری

آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد.

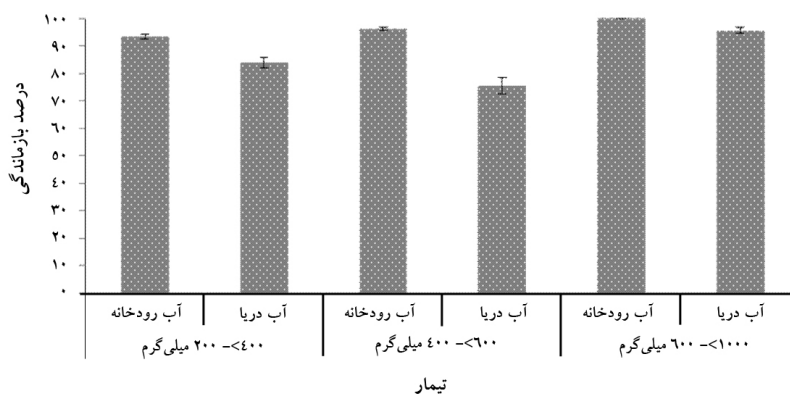
### نتایج

بررسی بچه ماهیان سفید در هنگام رهاسازی نشان داد که از روند رشدی آلومتریک برخوردار بودند (جدول ۱). پس از اتمام دوره آزمایش (۱۶۸ ساعت)، درصد بازماندگی بچه ماهیان سفید در تیمارهای آزمایشی تحت تنش شوری (شکل ۱) و گل آلودگی (شکل ۲) تعیین گردید. نتایج نشان داد که بچه ماهیان سفید مورد آزمایش در تمام تیمارهای آزمایشی از درصد بازماندگی بالایی برخوردار بودند.

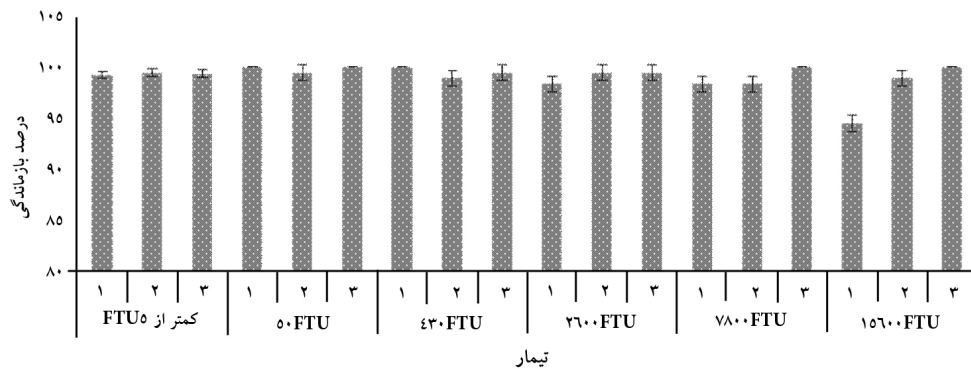
جهت ثبت اطلاعات و طبقه‌بندی داده‌ها از نرم‌افزار Excel 2010 و جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از برنامه آماری (Spss (Version 18) استفاده گردید. در این بررسی، از طرح بلوک کامل تصادفی (CRB) تحت آزمون دو عاملی استفاده گردید. به طوری که گروه اول در دو سطح شوری و سه سطح وزنی و گروه دوم در شش سطح گل آلودگی و سه سطح وزنی مورد بررسی قرار گرفت. درصد بازماندگی بچه ماهیان سفید در تیمارهای آزمایشی به‌عنوان کمیت مورد اندازه‌گیری مورد سنجش قرار گرفت. مقایسه میانگین درصد بازماندگی در تیمارهای آزمایشی با

جدول ۱- آمار توصیفی و پارامترهای محاسباتی از رابطه طول و وزن بچه ماهیان سفید

p	r <sup>2</sup>	W = a L <sup>b</sup>		طول (سانتی متر)			وزن (گرم)			تعداد نمونه	گروه وزنی
		b	a	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل		
*	۰/۸۷	۲/۱۳	۰/۰۲۱	۳/۵	۳/۹	۲/۸	۰/۳۰	۰/۳۹	۰/۲۱	۱۱۰	۲۰۰-۴۰۰
*	۰/۸۳	۱/۷	۰/۰۵۱	۳/۸	۴/۴	۳/۴	۰/۵۰	۰/۵۹	۰/۴۱	۱۱۰	۴۰۰-۶۰۰
*	۰/۸۳	۲/۰۵	۰/۰۳۹	۴/۲۵	۴/۹	۳/۸	۰/۷۷	۰/۹۸	۰/۶۱	۱۱۰	۶۰۰-۱۰۰۰



شکل ۱- درصد بازماندگی بچه ماهیان سفید در سه سطح وزنی و در دو سطح شوری (میانگین ± خطای استاندارد)



شکل ۲- درصد بازماندگی بچه ماهیان سفید کمتر از یک گرم در سه سطح وزنی و شش سطح گل آلودگی

معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود داشت ( $P < 0/05$ ) (جدول ۴). با افزایش گل‌آلودگی درصد بازماندگی بچه ماهیان کاهش (جدول ۵) و با افزایش وزن بچه ماهیان، درصد بازماندگی افزایش (جدول ۶) داشته است. بنابراین ملاحظه می‌گردد که بچه ماهیان از بازماندگی بالائی تحت تنش شوری و گل‌آلودگی در طول آزمایش برخوردار بودند. لذا جهت تکمیل آزمایش، بررسی بافت آبشش بچه ماهیان که در معرض مستقیم با آب گل‌آلود بوده است، ضرورت پیدا می‌کند.

آزمون‌های عاملی تحت تنش شوری بصورت دو عاملی، در سه سطح وزنی و دو سطح شوری انجام شد که بشرح جدول ۲ و جدول ۳ محاسبه گردید. نتایج نشان داد که وزن بچه ماهی و میزان شوری محیط و اثر متقابل آن بر درصد بقاء بچه ماهیان موثر بود (جدول ۲). بنابراین درصد بازماندگی بچه ماهیان با افزایش وزن نسبت مستقیم و با شوری آب دارای نسبت معکوس داشت. درصد بازماندگی بچه ماهیان سفید در تیمارهای آزمایشی در سه سطح وزنی و شش سطح گل‌آلودگی تحت آزمون دو عاملی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن نشان داد که اختلاف

جدول ۲- اثر متقابل گروه های وزنی در سطوح مختلف شوری در آزمون دو عاملی (متغیر تابع: درصد بازماندگی)

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
وزن	۴۶۸۷۶	۲	۲۳۴۳۸	۳۰/۹۷	۰
شوری	۵۹۳/۱۷	۱	۵۹۳/۱۷	۷۸/۳۹	۰
وزن × شوری	۲۰۴/۰۷	۲	۱۰۲/۰۳	۱۳/۴۸	۰/۰۰۱

جدول ۳- مقایسه درصد بقا گروه‌های وزنی بچه ماهیان سفید در دو سطح شوری

وزن بچه ماهی سفید (میلی گرم)	تعداد	زیرمجموعه
۲۰۰-۴۰۰	۶	۱
۴۰۰-۶۰۰	۶	۱
۶۰۰-۱۰۰۰	۶	۲
		۹۷/۷۸
		۱/۰
		۰/۱
		p

جدول ۴- اثر متقابل سه گروه وزنی در شش سطح گل آلودگی در آزمون دو عاملی (متغیر تابع: درصد بازماندگی)

منبع	مجموع مربع	درجه آزادی	مجموع مربعات	F	Sig.
گل آلودگی	۱۹۸/۶	۵	۳۹/۳۷	۲۱/۹۲	۰/۰۰۰
وزن	۵۴/۸۶	۲	۲۷/۴۳	۱۵/۱۴	۰/۰۰۰
گل آلودگی × وزن	۱۰۲/۸۲	۱۰	۱۰/۲۸	۵/۶۷	۰/۰۰۰

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد بقا بچه ماهیان سفید در شش سطح گل آلودگی

گل آلودگی	تعداد	زیر مجموعه		
		۱	۲	۳
۱۵۶۰۰ FTU	۱۸	۹۵/۸۳		
۷۸۰۰ FTU	۱۸		۹۸/۵۲	
۲۶۰۰ FTU	۱۸		۹۸/۸۸	۹۸/۸۸
آب شفاف رودخانه	۹۰		۹۹/۳	۹۹/۳
۴۳۰ FTU	۱۸			۹۹/۴۴
۵۰ FTU	۱۸			۹۹/۵۳
p		۱	۰/۰۷۷	۰/۱۶

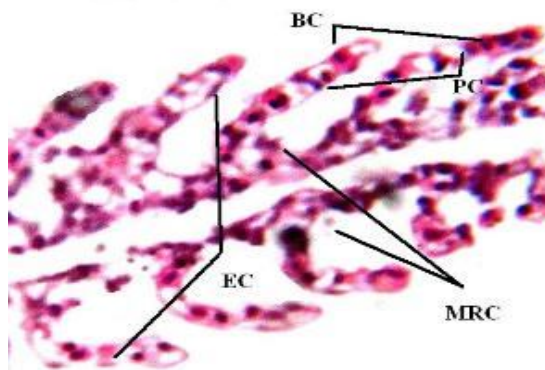
جدول ۶- مقایسه میانگین درصد بقا بچه ماهیان سفید در سه سطح وزنی

گروه‌های وزنی	تعداد	زیر مجموعه	
		۱	۲
۴۰۰- < ۲۰۰ میلی گرم	۶۰	۹۸/۳	
۶۰۰- < ۴۰۰ میلی گرم	۶۰		۹۸/۹۴
۱۰۰۰- < ۶۰۰ میلی گرم	۶۰		۹۹/۳۸
p		۱	۰/۰۷۳

**مقاطع بافتی تحت تنش شوری:** بررسی‌ها نشان داد که در گروه‌های وزنی مختلف تغییرات بافت‌ها مشابه بوده است. لذا مقایسه مقاطع بافتی بچه ماهیان بین دو محیط آب شیرین و آب لب شور دریای خزر صورت گرفت. در بافت آبشش بچه ماهیان سفید در آب لب شور، سلول‌های کلراید (MRC<sup>۱</sup>) مشاهده گردید (شکل ۳). در این بررسی، سلول‌های کلراید در بخش پایه تیغه‌های ثانویه مشاهده شدند. در مواجهه با آب

لب شور دریای خزر، تیغه‌های ثانویه غیرطبیعی (دارای التهاب و ورم) و عمدتاً چماقی شکل مشاهده گردید. میزان تخریب بافت آبششی بچه ماهیان در گروه‌های وزنی بالاتر به نسبت کاهش یافته بود. در این بررسی، در بالاترین گروه وزنی (۱۰۰۰-۶۰۰ میلی گرم) تیغه‌های ثانویه غیرطبیعی نیز مشهود بود. این واکنش بافت آبشش بدلیل عدم سازگاری کامل بچه ماهیان با محیط جدید و تبادل یونی است.

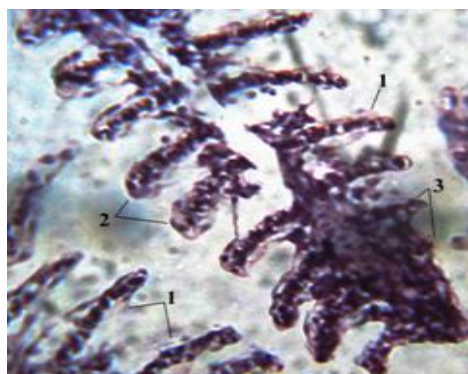
1- MRC: Mitochondria-Rich Cells



شکل ۳. مقطع میکروسکوپی بافت آبشش طبیعی بچه ماهی سفید (۸۸۴ میلی گرم) در آب لب شور ۱۲/۵ گرم در هزار (رنگ آمیزی به-

روش هماتوکسیلین اتوزین، عکس اصلی با بزرگنمایی ۴۰۰X) BC: Blood Cells, PC: Pillar Cells, MRC: Mitochondria-Rich Cells, EC: Epithelial Cells.

شکل ۴. مقطع میکروسکوپی تیغه‌های ثانویه بافت آبشش بچه ماهی سفید (۶۲۰ میلی گرم) در مدت ۱۶۸ ساعت مواجهه با آب لب شور



شکل ۴. مقطع میکروسکوپی تیغه‌های ثانویه بافت آبشش بچه ماهی سفید (۶۲۰ میلی گرم) در مدت ۱۶۸ ساعت مواجهه با آب لب شور

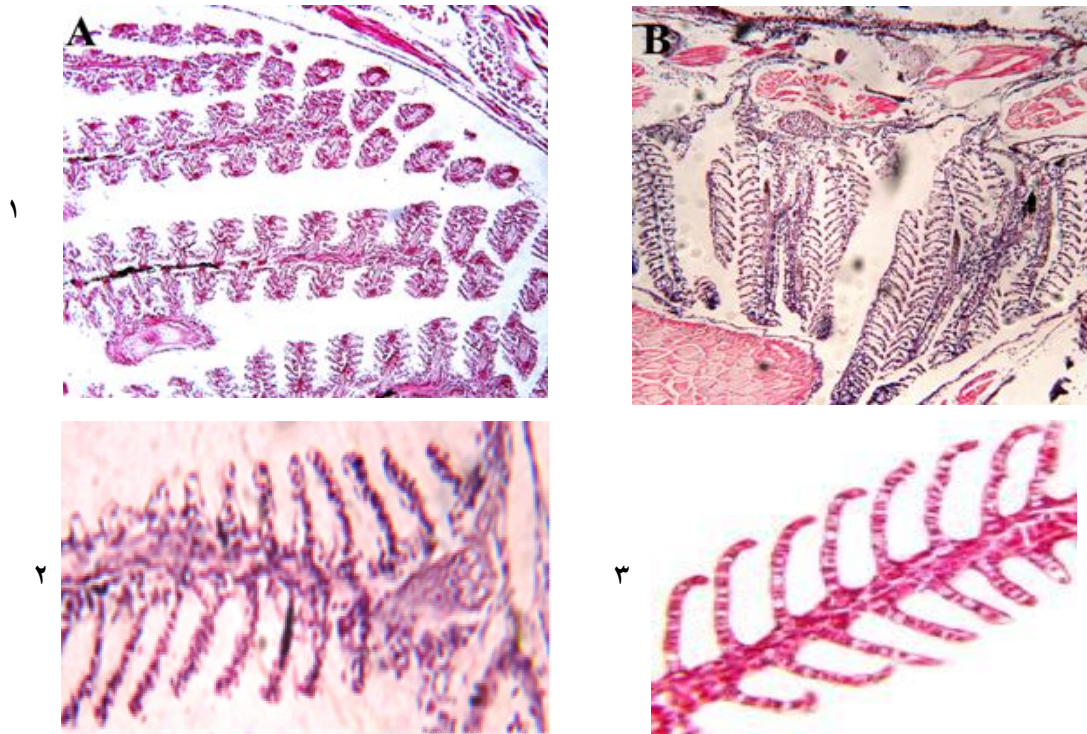
(۱۲/۵ گرم در هزار) دارای تیغه‌های ثانویه متورم (1: Edematous)، چماقی شکل (2: Hyperplasia) و تخریب شده

(3: Necrosis)

گروه وزنی مورد مطالعه تعدادی از ماهیان نمونه‌برداری شده در مدت ۱۶۸ ساعت تحت تنش گل‌آلودگی، دارای تیغه‌های ثانویه غیرطبیعی و چماقی شکل (Hyperplasia) بودند. قابل ذکر است که بافت آبشش بچه ماهیان در آب شفاف رودخانه تغییر محسوسی نداشت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تنها عامل موثر وجود ذرات معلق رسوبات موجود در آب بوده است که سبب تغییر در بافت آبشش بچه ماهیان در هر سه گروه وزنی شده است.

مقاطع بافتی آبشش تحت تنش گل‌آلودگی: بررسی نمونه‌هایی از مقاطع بافتی آبشش بچه ماهیان سفید در آب گل‌آلود نشان داد که تغییرات بافت آبشش در گروه‌های مختلف وزنی مشابه بوده است. لذا مقایسه مقاطع بافتی بین دو محیط آب شفاف به‌عنوان شاهد و گل‌آلود صورت گرفت. بررسی‌ها در انتهای آزمایش نشان داد که بافت آبشش بچه ماهیان در آب گل‌آلود با درجات مختلف کدورت، کوتاه و ضخیم شده‌اند. همانطوری که در شکل ۳-۷ مشهود است در هر سه





شکل ۵- مقطع میکروسکوپی تیغه‌های اولیه و ثانویه بافت آبشش بچه ماهی سفید در محیط آب شفاف و در مدت ۱۶۸ ساعت مواجهه با گل آلودگی. ۱. شمای کلی از تخریب آبشش با غلظت گل آلودگی A: ۱۵۶۰۰ FTU و B: ۷۸۰۰ FTU و بزرگ‌نمایی  $100\times$ . ۲. تیغه ثانویه چماقی شکل، تخریب و کوتاه شدن تیغه‌های ثانویه  $400\times$ . ۳. بافت آبششی طبیعی در آب شفاف  $400\times$

### بحث

دیگری از مرحله لاروی تا ماهیان جوان رخ می‌دهد و رشد نسبی تمایز (آلومتری) از ویژگی‌های عمومی رشد و نمو ماهیان است (Firat و همکاران، ۲۰۰۵؛ Gisbert و همکاران، ۱۹۹۹). اما در این بررسی، تمایز در بچه ماهیان هم‌سن رخ داده است و اختلاف وزنی در ماهیان هم‌سن نشان داد که بچه ماهیان از روند رشد مناسبی برخوردار نبودند. بررسی‌های Ricker (۱۹۷۳) نشان داده است که عدم تناسب وزنی بین ماهیان هم‌سن، بدلیل شرایط نامطلوب دوره پرورش است. در آب لب‌شور اسمولاریته مایعات بدن ماهیان به محیط نزدیک (کمی بیشتر از محیط) است (فارابی و همکاران، ۱۳۸۶). ماهیان سفید نیز از جمله ماهیان رودکوچ می‌باشند و بچه ماهیان تولید شده در آب شیرین، جهت ادامه زندگی می‌بایست به آب لب‌شور دریای خزر مهاجرت کنند. یکی از

هر نوع تغییر در محیط زیست ماهیان، بواسطه تاثیر بر محور هیپوتالاموس-هیپوفیز، سبب تغییر در سیستم‌های داخلی ماهیان می‌گردد. اگر موجود نتواند با تغییرات محیطی به تعادل برسد، ادامه زندگی آن در محیط جدید دچار اختلال می‌گردد و در نهایت به مرگ موجود منتهی می‌شود (Evans, ۲۰۰۲). در عرصه تعادل با محیط جدید، سازش‌پذیری به جنس، گونه، سن و اندازه (وزن و طول) هر ماهی بستگی دارد. همچنین توانایی انفرادی ماهیان در برابر شرایط محیطی با افزایش اندازه بیشتر می‌گردد (Sanchez-Lamadrid, ۲۰۰۲؛ Svasand و همکاران، ۲۰۰۰). نتایج بررسی زیست‌سنجی بچه ماهیان نشان داد که با توجه به رابطه رگرسیون بین طول و وزن (جدول ۱)، رشد آنها آلومتریک منفی ( $P < 0.05$ ) بوده است. هر چند تغییرات مورفوناتومیک در ماهیان یکی پس از



ماهیان گروه وزنی ۱۰۰۰-۶۰۰ میلی‌گرم از توانایی بیشتری نسبت به گروه وزنی پائین‌تر از خود برخوردار بودند. بررسی‌های Erzini (۱۹۹۴) نیز نشان داد که در بررسی‌های شبیلاتی عمدتاً با هدف بررسی‌های اکولوژی و فیزیولوژی، فاکتور اندازه ماهی مهم‌تر از سن ماهی است. بنابراین بچه ماهیان هم‌سن ماهی سفید و توانایی آنها در وزن اکتسابی در طول دوره پرورش در تحمل تغییرات شرایط محیط موثر بوده است.

**بچه ماهیان تحت تنش گل‌آلودگی:** نتایج تحقیقات انجام شده در مورد اثر رسوبات بر روی ماهیان بیانگر آن است که کدورت آب علاوه بر تاثیر در تغذیه و کاهش رشد ماهیان (Bruton, ۱۹۸۵)، تغییر در رفتار ماهیان (Skorobogattov و Pavlov, ۱۹۹۴)، پراکنده‌سازی ماهیان (Cyrus و Blaber, ۱۹۸۰)، سبب تحریک آبشش‌های آنها نیز می‌گردد (Luther King, ۲۰۰۹، Robertson و همکاران، ۲۰۰۶). همه موارد فوق سبب می‌گردد که مدت زمان بقاء ماهیان علی‌الخصوص بچه ماهیان در آب گل‌آلود کوتاه‌تر شود. در محیط‌های طبیعی هرچه ماهی بزرگتر باشد احتمال فرار، مقاومت و بقای آنها در برابر گل‌آلودگی آب بیشتر می‌گردد (Jowett و Boustead, ۲۰۰۱؛ Lloyd و همکاران، ۱۹۸۷). هر چند در این بررسی میزان بازماندگی بچه ماهیان در گروه‌های وزنی مختلف بیش از ۹۵ درصد در مدت ۱۶۸ ساعت مواجهه با گل‌آلودگی بوده است. ولی بررسی‌های بافت‌شناسی نشان داد که تخریب بافت آبشش بچه ماهیان در هر سه گروه وزنی اتفاق افتاده است. نتایج نشان داد که با افزایش وزن میزان تخریب بافت آبششی کمتر بوده است و میزان بازماندگی بطور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) افزایش داشته است که با بررسی Noggle (۱۹۷۸) در ماهی Coho salmon، Newcombe و McDonald (۱۹۹۱) در ماهیان

سنجش‌های اصلی در سازش‌پذیری این بچه ماهیان به محیط جدید، پذیرش آب لب‌شور است.

**بچه ماهیان تحت تنش شوری:** نتایج این بررسی نشان داد که هر سه گروه وزنی بچه ماهیان مورد بررسی از درصد بازماندگی بالائی در طی آزمایش برخوردار بوده‌اند و در آزمون‌های عاملی، فاکتور وزن به‌عنوان یکی از شاخص‌های سازگاری و افزایش درصد بازماندگی تعیین شد. ایمانپور (۱۳۸۴) با بررسی تنش شوری روی بچه ماهیان سفید ۰/۵ تا ۳ گرم و امیری و همکاران (۱۳۸۷) روی بچه ماهیان یک گرمی در شوری‌های ۱۰ppt و کمتر از آن نشان دادند که توانایی سازگاری (درصد بازماندگی بیش از ۹۵ درصد) و رشد خوبی برای بچه ماهیان در چنین شرایطی وجود دارد. البته ایمانپور (۱۳۸۴) نشان داد که با افزایش وزن از ۰/۵ تا ۳ گرم تعداد سلول‌های کلراید بطور معنی‌داری افزایش داشته است که به‌عبارتی با درصد بازماندگی بچه ماهیان در این بررسی مطابقت دارد، اما در بررسی‌های فوق اشاره‌ای به تخریب بافت آبششی در اثر شوری نشده است. از آنجا که این بررسی در بچه ماهیان کمتر از یک گرم و شوری ۱۲/۵ گرم در لیتر صورت گرفت، لذا احتمال افزایش بروز تخریب بیشتر آبشش انتظار می‌رود که با بررسی‌های عطائی مهر و همکاران (۱۳۸۹) روی افزایش درصد بازماندگی در بچه ماهیان سفید از وزن ۰/۲ تا ۱ گرم در شوری ۱۲/۵ گرم در لیتر مطابقت دارد. اما بررسی‌های بافتی آبشش نشان داد که بچه ماهیان تحت تنش شوری، عکس‌العمل‌هایی نسبت به آب شیرین نشان داده‌اند. بدین ترتیب که برخی از بچه ماهیان، بخصوص در اوزان پائین‌تر دچار تخریب بافت آبششی شدند. پس می‌توان نتیجه گرفت که هر چند بقاء در یک آزمون به‌عنوان شاخص اصلی مطرح است، اما تغییرات فیزیولوژیک و بافتی می‌تواند به‌عنوان مکمل‌های بررسی مطرح باشد. در این بررسی،

موجب تسهیل در برخی از جنبه‌های اکولوژیکی یا زندگی آنها (مانند تغذیه یا مهاجرت) گردد (Richardson و همکاران، ۲۰۰۱؛ Rowe و همکاران، ۲۰۰۲). بطوری‌که بررسی‌های Jowett و Boustead (۲۰۰۱) نشان داد که در جریان گل‌آلودگی مصنوعی در منطقه کوهستانی، رسوب‌های معلق رودخانه باعث کاهش فراوانی ماهی *Gobiomorphus breviceps* در نهرها گردید. بنابراین نتیجه گرفتند که در صورت وجود مکان مناسب، ماهیان می‌توانند به محیط‌های بدون گل‌آلودگی مهاجرت کنند. بنابراین محیط گل‌آلود بر روی بچه ماهیان سفید تاثیرگذار است و این تاثیر با افزایش سن و وزن ماهی بدلیل توانایی انفرادی در اوزان بالاتر، برای فرار از محیط گل‌آلود کاهش می‌یابد. در نتیجه، بافت آبشش بچه ماهیان سفید کمتر از یک گرم در برابر شوری و گل‌آلودگی در وزن‌های مختلف دارای تغییرات غیرطبیعی بوده است. اما این تغییرات در گروه وزنی  $1000 < 600$  میلی‌گرم به مراتب کمتر مشاهده گردید.

Whitefish و Rainbow trout مطابقت دارد. از آنجا که محیط تحت آزمایش مسدود بوده است و بچه ماهیان ملزم به اقامت در طول دوره آزمایش در آب گل‌آلود بوده‌اند، لذا امکان فرار از این محیط برای آنها مهیا نبوده است. بنابراین میزان تخریب آبشش در این محیط بسته بدلیل عدم امکان فرار برای بچه ماهیان سفید بیشتر از شرایط محیط‌های طبیعی بوده است. تغییرات بافت آبشش بچه ماهیان سفید در معرض گل‌آلودگی نشان داد که ساختار آبشش این ماهیان جهت مقاومت با شرایط جدید تغییر یافت. این تغییرات می‌تواند در سیستم‌های تنظیم اسمزی ماهیان موثر باشد و اختلالاتی را ایجاد نماید (Servizi و Martens، ۱۹۸۷). اما در برخی از گونه‌های ماهیان، کدورت در ساختار بافت آبششی آنها بدلیل مقاومت طبیعی این ماهیان تاثیری ندارد، زیرا ساختار بافت آبششی آنها برای سازگاری با آب‌های رودخانه‌های گل‌آلود است. بنابراین عمده واکنش‌های رفتاری این نوع از ماهیان در غلظت‌های مختلف کدورت برای اجتناب از مرگ و میر نیست، بلکه برای این است که

## منابع

- ۱- امیری، ا. صیادبورانی، م. مرادی، م. و پورغلامی، ا. ۱۳۸۷. اثر شوری‌های مختلف روی رشد و ماندگاری بچه ماهی سفید انگشت قد (*Rutilus frisii kutum*) مجله علمی شیلات ایران. سال هفدهم، شماره ۱. ص ۲۱-۳۰.
- ۲- امینی رنجبر، غ. و هادیان، ا. ۱۳۸۷. بررسی میزان ددت در رسوبات رودخانه سفیدرود (حد فاصل سد تاریک تا بندر کیشهر). مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره ۸۱. صفحات ۸۶-۸۱.
- ۳- ایمانپور، م. ر. ۱۳۸۴. اثرات طیف نور، دوره‌های نوری و غنی‌سازی روی پرورش لاروی و تنظیم اسمزی بچه ماهیان سفید *Rutilus frisii kutum*. رساله دوره دکتری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۰۸ صفحه.
- ۴- پوستی، ا. و م. و ادیب‌مرادی. ۱۳۸۵. روش‌های آزمایشگاهی بافت‌شناسی، انتشارات دانشگاه تهران. ۲۹۶ صفحه.
- ۵- ستاری، م. ۱۳۸۱. ماهی‌شناسی (۱). تشریح و فیزیولوژی، انتشارات نقش مهر، چاپ اول. ۶۵۹ صفحه.
- ۶- سعیدی، م. کرباسی، ع. نبی بیدهندی، غ. و مهردادی، ن. ۱۳۸۵. اثر فعالیت‌های انسانی بر تجمع فلزات سنگین در آب رودخانه تجن در استان مازندران. محیط‌شناسی. سال سی و دوم. شماره ۴۰. صفحات ۵۰-۴۱.
- ۷- عبدلی، ا. و نادری، م. ۱۳۸۷. تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. انتشارات علمی آبزیان. ۲۳۸ ص.

- ۸- عطایی مهر، ب. ۱۳۸۹. مطالعه تغییرات برخی شاخص‌های فیزیولوژیک موثر در تنظیم فشار اسمزی بچه ماهیان سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum* Kamensky, 1901) در برابر شوری. رساله دکترا تخصصی دانشگاه تهران. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی. دانشکده منابع طبیعی. گروه شیلات و محیط زیست. شماره ثبت: ۴۵۷۵۷. صفحه ۱۷۸.
- ۹- عنایت غلامپور، ط. ایمانپور، م.ر. حسینی، س.ع. و شعبانپور، ب. ۱۳۹۰. تأثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های رشد، میزان بازماندگی، غذاگیری و پارامترهای خونی در بچه ماهیان سفید *Rutilus frisii kutum*. مجله زیست‌شناسی ایران. مقاله ۷، دوره ۲۴، شماره ۴، صفحه ۵۳۹-۵۴۹ (۱۱).
- ۱۰- فارابی، م.و. خوشباور رستمی، ح. قانع‌تهرانی، م. قیاسی، م. آذری، ع. بهروزی، ش.، موسوی، ه. فیروزکنديان، ش. حبیبی، ف. زاهدی طبرستانی، آ. ملائی، ح. مهدوی امیری، ا. عقلمندی، ف. و بینایی، م. ۱۳۸۶. بررسی وضعیت تکثیر مولدین و رهاسازی بچه ماهیان سفید در حوزه جنوبی دریای خزر (استان مازندران، سال ۱۳۸۳). مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۷۴، ۱۶۶-۱۵۶.
- ۱۱- کرباسی، ع. نبی بیدهندي، غ. غضبان، ف. و کوكبی حبیب‌زاده، ش. ۱۳۸۹. تفکیک شیمیایی عناصر و بررسی شدت آلودگی در رسوبات رودخانه سیاهرود. محیط‌شناسی. سال سی و ششم. شماره ۵۳. صفحات ۲۰-۱۱.
- ۱۳- واردی، ا. و فضلی، ح. ۱۳۸۴. بررسی کیفیت آب برخی از رودخانه‌های استان مازندران طی دوره رهاسازی بچه ماهی سفید. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۳. صفحات ۱۸۲-۱۶۷.
- ۱۴- یوسفی گراکوئی، م. نظامی، ش. مهدی‌نژاد، ک. خارا، ح. و پژند، ذ. ۱۳۸۵. تعیین غلظت کشنده (LC<sub>50</sub> و 96h) رسوب معلق رودخانه سفیدرود بر روی بچه تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۵، شماره ۳، صفحه ۱۶۰-۱۵۳.
- ۱۵- یوسفی گراکوئی، م. نظامی، ش. مهدی‌نژاد، ک. خارا، ح. پژند، ذ. و محمد نژاد، م. ۱۳۸۶. تعیین غلظت کشنده (96h و LC<sub>50</sub>) رسوب معلق رودخانه سفیدرود در بچه ماهیان ازون‌برون (*Acipenser stellatus*). مجله علوم و فنون دریائی دوره ششم، شماره ۳ و ۴، صفحات ۸۲-۷۵.
- ۱۶- یوسفیان، م. ۱۳۸۳. پایش کمی و کیفی و بهداشتی ماهی سفید تولیدی در مراکز تکثیر و بازسازی ذخائر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۱۰۵ ص.
17. Bancroft, J.D., and Gamble, M., 2002. Theory and practice of histological techniques. Churchill Livingstone, 796 pp.
18. Berg, L., and Northcote, T.G., 1985. Changes in territorial, gill-flaring, and feeding behaviour in juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) following short-term pulses of suspended sediment. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 42: 1410-1417.
19. Berkman, H.E., and Rabeni, C.F., 1987. Effect of siltation on stream fish communities. Environmental Biology of fishes Vol. 18, No. 4, pp.285-294
20. Bruton, M.N., 1985. The effects of suspensoids on fish. Hydrobiologia 125: 221-41
21. 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, p 156.
22. Erzini, K., 1994. An empirical study of variability in length at age of marine fishes. Journal of Applied Ichthyology, 10: 17-41.
23. Evans, D.H., 2002. The physiology of fishes. CRC Press, New York. York, 91-239.
24. Evans, D.H., Piermarini, P.M., and Potts, W.T.W., 1999. Ionic transport in the fish gill epithelium. J. Exp. Zool. 283:641-652.
25. Firat, K., Saka, S., and Coban, D., 2005. Early life history of cultured common dentex (*Dentex dentex* L. 1758). Turk. J. Vet. Anim. Sci. 29: 735-741.
26. Gisbert, E., and Williot, P., 1982. Castello Orvay. Behavioural modifications of Siberian Sturgeon (*Acipenser baeri*, Brandt) during early life stages of development: Their Significance and Use. J. Appl. Ichth. 15: 237-242.

27. Jowett, I.G., and Boustead, N.C., 2001. Effect of substrate and sedimentation on the abundance of upland bullies (*Gobimorphus breviceps*). New Zeland Journal of marine and fresh water Resarch 35:605-613
28. Lake, R.G., and Hinch, S.G., 1999. Acute effects of suspended sediment angularity on juvenile coho salmon. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 56: 862-867.
29. Lloyd, D.S., Koenings, J.P., and LaPerrere, J.D., 1987. Effect of turbidity in freshwaters of Alaska. North American Journal of Fisheries Manegment, 7: 18-33
30. Luther King, M., 2009. In the matter of the proposed rules of the Minnesota Pollution Control Agency (MPCA) Governing Air and Water Permit Fees, Minnesota Rules, Parts 7002.0016 to 7002. 0310. <http://www.leg.mn/archive/sonar/SONAR090022.pdf>. 2012/10/6.
31. McKenzie, D.J., Cataldi, E., Di Marco, P., Mandlich, A., Romano, P., Anserri, S., Bronzi, P., and Cataudella, S., 1999. Some aspects of osmotic and ionic regulation in Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii*. II: Morpho-physiological adjustments to hyperosmotic environment. J. Appl. Ichthyol. 15, 61-66.
32. Newcombe, C.P., and McDonald, D.D., 1991. Effects of suspended sediments on aquatic ecosystems. North American Journal of Fisheries Management. 11: 72-82.
33. Noggle, C.C., 1978. Behavioral, physiological and lethal effects of suspended sediment on juvenile salmonids. Master's thesis. University of Washington, Seattle, Washington, USA.
34. Richardson, J., Rowe, D.K., and Smith, J., 2001. Effect of turbidity on the upstream movement of migratory banded kokopu (*Galaxias fasciatus*) in a stream. New Zeland Journal of marine and Freshwater Research, 35:191-196.
35. Ricker, W.E., 1973. Linear regressions in fishery research. J. of Fisheries Research Board of Canada, 30: 409-434.
36. Robertson, M.J., Scruton, D.A., Gregory, R.S., and Clarke, K.D., 2006. Effect of suspended sediment on freshwater fish and fish habitat. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2644. V<sup>+</sup>. 37p.
37. Rowe D.K., Suren, A.M., Martin, M., Smith, J.P., Smith, B., and Williams, E., 2002. Lethal turbidity levels for common freshwater fish and invertebrates in Auckland streams. Auckland Regional Council Technical Publication Number 337. <http://www.arc.govt.nz/albany/fms/main/Documents/Plans/Technical%20publications/301-350/ARC-TP-337.pdf>. 2012/10/27.
38. Sanchez-Lamadrid, A., 2002. Stock enhancement of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.): assessment of season, fish size and place of release in SW Spanish coast. Aquaculture, 210: 187-202.
39. Servizi, J.A., and Martens, D.W., 1987. Some effects of suspended fraser 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*) population biology and future management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 96.
40. Servizi, J.A., and Martens, D.W., 1992. Sublethal responses of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) to suspended sediments. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 49:1389-1395.
41. 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. Vol. 34, No.6, pp 850-854.
42. Sokal, R.R., and Rohlf, F.J., 1987. Introduction to Biostatistics. W.H. Freeman, New York, USA.
43. Sumbuloglu, K., and Sumbuloglu, V., 2000. Biyoistatistik. Hatipoglu Yayınları, No: 53, Ankara, 269 pp.
44. Svasand, T., Kristiansen, T.S., Pedersen, T., Salvanes, A.G.V., Engelsen, R., Nævdal, N., and Nodtvedt, M., 2000. The enhancement of cod stocks. Fish Fish. 1: 173-205.
45. Takashima, F., and Hibiya, T., 2001. An atlas of fish histology normal and pathological features. 1th Edn., Kodansha Ltd., New york, p: 234
46. Young, B., and Heath, J., 2000. Functional Histology, A text and colour Atlas. 4th Edn, Churchill Livengstone, New York, p: 252-298.