مطالعه امکان سازگاری ماهی پافر (*Tetraodon biocellatus*) به محیط آب شیرین

مینو نوروزی[۱]
مهدی شمسایی[۲*]
امین سلطانی[۳]
علی افسر[٤]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، تهران، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، استادیار گروه شیلات، تهران، ایران
۳. دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری، تهران، ایران
۴. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات، ورامین، ایران

* **مسئول مکاتبات:**
drshamsaie@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۲۰

چکیده

در این بررسی اثر تغییرات شوری بر برخی شاخص‌های رشد و بقا ماهی پافر (*Tetraodon biocellatus*) در قالب یک طرح آزمایشی مطالعه گردید که در آن مقادیر صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم نمک دریا در لیتر، تیمارهای آزمایش را تشکیل دادند. ۳۶ قطعه بچه ماهی مورد استفاده در این آزمایش از یک مولد ماده تولید شده بودند که متوسط وزن و طول اولیه آن‌ها به ترتیب ۲ گرم و ۲/۵ سانتی‌متر بود. شاخص‌های طول، وزن، رشد و بقا، به‌صورت هفتگی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین اثر شوری بر سلول‌های کلراید آبشش و اجسام مالپیگی کلیه‌ها نیز بررسی گردید. نتایج حاصله حاکی از آن بود که با افزایش شوری، تعداد سلول‌های کلراید آبشش‌ها افزایش و تعداد اجسام مالپیگی کلیه‌ها کاهش یافته بودند. بیش‌ترین رشد طولی در شوری ۱۰ قسمت در هزار و بیش‌ترین بقاء در شوری ۵ قسمت در هزار مشاهده شد. اختلافات ایجاد شده در شاخص طول ماهی‌ها توسط تیمارهای مختلف معنی‌دار نبود ($P<0/05$)، ولی در مورد شاخص وزن، اختلافات مذکور از هفته چهارم به بعد معنی‌دار گردیدند ($P<0/05$) که البته این اختلافات در هفته‌های پنجم و ششم بسیار معنی‌دار شدند. همچنین تیمارهای آزمایشی در مورد شاخص بقاء اختلافات معنی‌داری را سبب نشدند ($P<0/05$). نتایج نشان داد که ماهی پافر در برابر تغییرات شوری آب از صفر تا ۱۵ گرم در لیتر تلفات چشمگیری نداشت که این موضوع حاکی از سازش‌پذیری گونه مذکور به تغییرات شوری است. لذا به نظر می‌رسد امکان نگهداری این ماهی در آکواریوم های آب شیرین میسر باشد.

واژگان کلیدی: سلول‌های کلراید، اجسام مالپیگی، سازش‌پذیری، *Tetraodon biocellatus*.

مقدمه

ماهی پافر (*Tetraodon biocellatus*) یک گونه لب‌شور از خانواده Tetraodontidae و جنس Tetraodon می‌باشد که به‌طور طبیعی در شوری ۱۱ تا ۱۳ گرم در لیتر زیست می‌کند. خاستگاه طبیعی این ماهی جنوب شرق آسیا است (Arreola and Westneat, 1996).

ماهی‌های خانواده Tetraodontidae به خاطر اهمیت اقتصادی ویژه‌ای که در میان آبزیان زینتی از نظر تحمل تغییرات شوری و سازگاری با شوری‌های مختلف دارند، مورد مطالعه و آزمایش قرار گرفته‌اند. به‌طور مثال، در آزمایشی تغییرات شوری در لارو گونه *Takifugu obscures* از خانواده پافرماهیان بررسی و اثرات تیمارهای مختلف شوری بر گونه مذکور بررسی شده است. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که بالاترین میزان تخم‌گشایی در شوری صفر تا ۴ گرم در لیتر رخ داده و سازگار شدن با محیط فقط تا شوری ۸ گرم در لیتر یا کمتر می‌تواند انجام گیرد (Yang and Chen, 2006). در آزمایشی دیگر، تاثیر دوره نوری، دما و شوری بر رشد و بقاء لارو *Takifugu obscures*، از روز سوم پس از خروج از تخم به مدت ۱۶ روز مورد بررسی قرار گرفت که در شوری ۲۵ گرم در لیتر کم‌ترین

Archive of SID

www.SID.ir

میزان رشد و بقاء دیده شد. بالاترین میزان رشد نیز در شوری ۵ گرم در لیتر گزارش گردید (Shi *et al.*, 2010). همچنین تاثیر تغییرات شوری بر میزان تخم گشایی و رشد و بقای لارو نوعی ماهی پافر با نام علمی *Takifugu flavidus* مورد بررسی قرار گرفت که برای سازگار نمودن این گونه، تیمارهای شوری از صفر تا ۴۵ گرم در لیتر به صورت پنج واحدی در نظر گرفته شده بودند. نتیجه آزمایش نشان داد که بیش‌ترین میزان تخم‌گشایی در شوری‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم در لیتر و بیش‌ترین درصد بقا در شوری‌های ۲۵ و ۳۵ گرم در لیتر رخ داده بودند، اما در شوری ۴۵ گرم در لیتر همه لاروها از بین رفتند. همچنین بیش‌ترین درصد رشد در شوری‌های ۱۵ و ۲۵ گرم در لیتر گزارش گردید (Zhang *et al.*, 2010).

بنابراین با توجه به زیبایی ماهی پافر و علاقمندی آکواریوم‌داران ماهیان آب شیرین و شور به داشتن آن در مجموعه خود، به نظر می‌رسد هرگونه تلاش برای ساده نمودن نگهداری این آبزی دریایی بتواند از دشواری‌های فراهم نمودن محیط زیست آن‌ها به‌طور مصنوعی بکاهد. لذا مطالعه امکان ساده‌سازی نگهداری گونه‌هایی همچون پافر (*Tetraodon biocellatus*) از طریق سازش دادن آن‌ها بـه محیط آب شیرین، موضوعی است که امکان انجام آن و اثرات احتمالی انجام آن بر ماهی مذکور در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در کارگاه خصوصی ماهیان زینتی ناکتا آکواریوم در مرکز شهر تهران در سال ۱۳۹۰ انجام شد. قالب اجرای این آزمایش را یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار شوری ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم نمک در لیتر تشکیل داد که برای هر یک از آن ها ۳ تکرار در نظر گرفته شده بود. کرت‌های آزمایش را ۱۲ آکواریوم شیشه‌ای به ابعاد ۳۰ × ۳۰ × ۳۰ سانتی‌متر تشکیل داده که به هر یک از آن‌ها ۳ ماهی پافر با وزن متوسط ۲ گرم و طول متوسط ۲/۵ سانتی‌متر معرفی شدند. بنابراین تعداد کل ماهی‌های آزمایش را ۳۶ قطعه تشکیل دادند که تمامی آن‌ها از یک جفت مولد در بوشهر تهیه شده بودند و طی ۶ هفته در شوری‌های مختلف نگهداری شدند.

با توجه به امکان بروز استرس در ماهیان حین حمل و نقل، ۲۴ ساعت قبل از جابجایی، تغذیه آن‌ها قطع شد و پس از انتقال به محل آزمایش، عمل سازگاری با محیط جدید از طریق غوطه‌ورسازی در آبی با شوری و دمای برابر با آب مورد استفاده در حمل و نقل با شوری ۱۵قسمت در هزار و دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. سپس ماهی‌ها به کرت‌های آزمایشی معرفی گردیدند. ۴۸ ساعت پس از معرفی ماهیان به محیط جدید، غذادهی به وسیله غذاهای تجاری ویژه ماهیان زینتی متعلق به شرکت sera آلمان، صورت گرفت که اندازه پلت‌های آن ۰/۵ میلی‌متر و ترکیب شیمیایی آن ۴۳ درصد پروتئین، ۹درصد چربی، ۴ درصد فیبر، ۸ درصد مواد چسبنده و نگهدارنده و ۷ درصد ویتامین‌ها بود.

در هفته اول برای پیشگیری از صدمات احتمالی ناشی از استرس حمل ماهی‌ها، نصف میزان متعارف، یعنی حدود ۱ درصد از وزن بچه ماهیان هر کرت بود و در هفته‌های بعد، روزانه معادل ۲ درصد وزن بچه ماهیان بود (Yang and Chen, 2006). شروع تغییرات شوری، از پایان هفته اول پس از معرفی بچه‌ماهیان به کرت‌های آزمایش شروع شد که تیمار ۱۵ گرم نمک در لیتر، شاهد آزمایش را تشکیل می‌داد.

نوسانات شوری به‌صورت روزانه و توسط شوری‌سنج چشمی (ATAGO مدل S/Mill_E، ساخت ژاپن) بررسی شد. برای این کار از هر کرت یک قطره آب روی صفحه شوری‌سنج ریخته، در برابر چشم قرار گرفته و درجه شوری خوانده شد. همچنین با توجه به نوع غذای مصرفی، منبع آب مصرفی، دما، نور و هوادهی در تمام کرت‌ها یکسان بود، تغییرات وزن ماهی‌ها در شوری‌های مختلف در خلال انجام آزمایش، هفته‌ای یک‌بار به‌صورت انفرادی در هر کرت به کمک ترازوی دیجیتالی (مدل Mettler، ساخت سوئیس) با دقت ۰/۰۱ گرم اندازگیری و ثبت گردید به این صورت که یک لیوان یک بار مصرف که از قبل وزن شده بود روی ترازو قرار می‌گرفت، ماهی را با توری نرم از کرت خارج و بلافاصله به لیوان منتقل نموده، وزن یادداشت شد و وزن لیوان را از آن کسر می‌شد (درست است که در این

Archive of SID

www.SID.ir

میان مقداری آب به همراه ماهی به لیوان منتقل می‌شد، اما با توجه به این‌که برای همه نمونه‌ها این روش یکسان بوده، این خطا قابل چشم‌پوشی است). سپس برای وزن کردن نمونه جدید، ترازو را صفر نموده و این روش برای همه نمونه‌ها یکسان بود. طول کل ماهی‌ها نیز به‌صورت هفتگی توسط کولیس دیجیتال (مدل Mitutoyo، ساخت ژاپن) ثبت شد.

پس از گذشت ۶ هفته که ماهی‌ها در شوری‌های مختلف نگهداری شدند، به طور تصادفی از هر کرت یک ماهی برداشته و در آزمایشگاه تشریح شدند. از آن‌جا که ناحیه تنظیم کننده فشار اسمزی در قسمت انتهایی کلیه متمرکز است، بخش یکسانی از ناحیه انتهایی کلیه بچه ماهیان خارج شد. همچنین برای بررسی سلول‌های کلراید آبششی، دومین کمان آبششی ماهی‌ها جدا شد. سپس بافت‌ها در فرمالین ۴ درصد تثبیت گردیدند (Cataldi *et al.*, 1991). برای مطالعه تغییرات تعداد سلول‌های کلراید آبششی و بررسی تغییرات تعداد اجسام مالپیگی کلیوی از روش بافت‌شناسی معمولی استفاده شد. به همین منظور، نمونه‌های آبشش و کلیه پس از طی مراحل آماده‌سازی بافت، به‌وسیله پارافین، قالب‌گیری و سپس به کمک دستگاه میکروتوم دوار، برش‌هایی به ضخامت ۶ میکرون از نمونه‌های مذکور تهیه شد. در این آزمایش برای رنگ‌آمیزی مقاطع بافتی آبشش و کلیه از روش رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین (H & E) استفاده شد (Bancroft and Gamble, 2007). بررسی‌های میکروسکوپی با میکروسکوپ نوری صورت پذیرفت. سلول‌های کلراید به دلیل ویژگی‌های ساختاری از جمله دارا بودن میتوکندری‌های فراوان جهت تامین انرژی و شبکه سیتوپلاسمی، در مقایسه با سایر سلول‌های آبششی بزرگ‌تر و به رنگ تیره در قاعده تیغه اولیه و بین تیغه های ثانویه آبششی واقع شده‌اند. با توجه به قرارگیری سلول‌های کلراید در قاعده تیغه اولیه و بین دو تیغه ثانویه پایه آبششی، از بزرگ‌نمایی ۱۰۰× برای شمارش استفاده شد (Perry and Laurent, 1993).

برای تعیین تعداد اجسام مالپیگی کلیوی نیز از همین بزرگ‌نمایی استفاده گردید (Cataldi *et al.*, 1991) و در خاتمه از نمونه‌های مقاطع بافتی آبشش و کلیه به وسیله فتومیکروسکوپ عکس تهیه گردید. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از هر یک از کرت‌های آزمایشی به جداول اکسل منتقل و دسته‌بندی شدند و تجزیه واریانس داده‌ها از طریق نرم‌افزار SPSS.ver16 در سطوح آماری ۹۹ درصد و ۹۵ درصد انجام گردید تا وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در رابطه با شاخص‌های مورد بررسی، مشخص گردد. همچنین جهت تعیین مناسب‌ترین تیمار شوری اثرگذار بر شاخص‌های مورد بررسی، از آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن استفاده گردید.

نتایج

در خلال هفته‌های اول و دوم آزمایش هیچ گونه تغییرات معنی‌داری در شاخص‌های مختلف مورد بررسی بچه ماهیان در سطوح آماری ۹۹ درصد و ۹۵ درصد مشاهده نگردید. نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های مورد بررسی در هفته سوم تا ششم در جدول‌های ۱ تا ۴ قابل مشاهده می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود رشد نسبی در هفته سوم در تیمارهای مختلف، اختلافات بسیار معنی‌دار داشته ($P<0/01$)، در صورتی‌که در دو صفت دیگر اختلافات معنی‌دار مشاهده نشد.

جدول۱: تجزیه واریانس و آزمون دانکن شاخص‌های وزن، طول و رشد نسبی ماهی پافر (*Tetraodon biocellatus*) در هفته سوم (P=٪۵) در سال ۱۳۹۰

صفات ورودی	Fs	میانگین در تیمار			
		قسمت در هزار	۵ قسمت در هزار	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار
وزن	۲^{ns}	۲/۳۴۹	۲.۳۴۹	۲/۳۴۹	۲/۳۴۹

Archive of SID

www.SID.ir

طول	۰/۱۸۷^{ns}	۴/۱۲۵	۴/۱۲۵	۴/۱۲۵	۴/۱۲۵
رشد نسبی	۸۷/۶**	۰/۰^{C}	۱/۵۶۷^{b}	۲/۴۳۳^{a}	۱/۲۳۳۳^{b}

**: اختلاف معنی‌دار ns : فاقد اختلاف معنی‌دار

جدول۲ تجزیه واریانس شاخص‌های مورد بررسی در ماهی پافر (*Tetradon biocellatus*) و آزمون دانکن در هفته چهارم (P=٪۵) در سال ۱۳۹۰

		میانگین در تیمار			
صفات ورودی	**Fs**	۰ قسمت در هزار	۵ قسمت در هزار	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار
وزن	۶/۵*	۲/۴۴^{b}	۲/۵۵^{a}	۲/۵۷^{a}	۲/۴۶^{b}
طول	۰/۲۵^{ns}	۴/۱۶۶	۴/۱۶۶	۴/۱۶۶	۴/۱۶۶
رشد نسبی	۱۰۶۵۸**	۷/۱۹^{C}	۹/۲۴^{a}	۰/۰۱^{d}	۸/۳۸^{b}
بقا	۳/۰۷۶^{ns}	۶۶/۶۶±۲	۶۶/۶۶±۲	۶۶/۶۶±۲	۶۶/۶۶±۲

**: اختلاف معنی‌دار *: اختلاف معنی‌دار ns : فاقد اختلاف معنی‌دار

جدول۳: نتایج تجزیه واریانس داده ها و آزمون دانکن مقایسه میانگین آن‌ها در ماهی پافر (*Tetradon biocellatus*) در هفته پنجم (P=٪۵) در سال۱۳۹۰

		میانگین در تیمار			
صفات ورودی	**Fs**	**۰ قسمت در هزار**	**۵ قسمت در هزار**	**۱۰ قسمت در هزار**	**۱۵ قسمت در هزار**
وزن	۱۵/۵**	۲/۵۶^{b}	۲/۷^{a}	۲/۷۸^{a}	۲/۵۹^{b}
طول	۰/۱۵^{ns}	۴/۲۲۱	۴/۲۲۱	۴/۲۲۱	۴/۲۲۱
رشد نسبی	۱۴۱۲۷.۳۳**	۶/۸۵^{C}	۸/۱۵^{a}	۰/۰۱۳^{d}	۷/۳۶^{b}

**: اختلاف معنی‌دار ns: فاقد اختلاف معنی‌دار

جدول٤: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها و آزمون دانکن مقایسه میانگین آن‌ها در ماهی پافر (*Tetradon biocellatus*) در هفته ششم (P=٪۵) در سال۱۳۹۰

		میانگین در تیمار			
صفات ورودی	**Fs**	۰ قسمت در هزار	۵ قسمت در هزار	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار
وزن	۱۲/۸۳**	۲/۶۵^{C}	۲/۸۵^{b}	۳/۰۳^{a}	۲/۷۳^{bc}
طول	۰/۰۱۵^{ns}	۴/۲۶۳	۴/۲۶۳	۴/۲۶۳	۴/۲۶۳
رشد نسبی	۲/۴۲^{ns}	۵/۸۳۲	۵/۸۳۲	۵/۸۳۲	۵/۸۳۲

**: اختلاف معنی‌دار ns: فاقد اختلاف معنی‌دار

در مورد شاخص رشد نسبی در هفته چهارم در تیمارهای مختلف اختلافات بسیار معنی‌دار مشاهده شد (P<۰/۰۱) و شاخص وزن معنی‌دار بود. همان‌طور که در جدول ۵ قابل مشاهده است در مورد شاخص بقاء درکل دوره آزمایش اختلافات معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول:۵ مقایسه میانگین بقاء تحت تاثیر تیمار شوری به روش دانکن در کل دوره آزمایش (P=٪۵)

		میانگین در تیمار			
صفت	**Fs**	۰ قسمت در هزار	۵ قسمت در هزار	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار
بقاء	۳/۰۷۶^{ns}	۴۴/۴۴^{b}	۸۸/۸۹^{a}	۷۷/۷۷^{ab}	۵۵/۵۵^{ab}

ns :فاقد اختلاف معنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

جدول٦: آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن شاخص‌های مورد بررسی تحت تاثیر بر هم‌کنش زمان × شوری (P=٪٥)

	شوری ۰ قسمت در هزار		۵ قسمت در هزار		۱۰ قسمت در هزار		۱۵ قسمت در هزار	
زمان	وزن	رشد نسبی	وزن	رشد نسبی	وزن	رشد نسبی	وزن	رشد نسبی
هفته اول	۲/۳۱۰^{abc}	–	۲/۳۴۰^{abc}	–	۲/۳۱۳^{abc}	–	۲/۲۸۷^{a}	–
هفته دوم	۲/۳۲۰^{abc}	۶/۱۶۷^{a}	۲/۳۶۷^{abc}	۳/۲۱۷^{c}	۲/۳۲۷^{abc}	۴/۴۴۳^{b}	۲/۲۹۷^{ab}	۶/۲۳۰^{a}
هفته سوم	۲/۳۲۰^{abc}	۰/۰۰۰^{a}	۲/۳۹۳^{abc}	۱/۵۹۷^{bc}	۲/۳۶۷^{abc}	۲/۴۳۳^{c}	۲/۳۱۷^{abc}	۱/۲۳۳^{b}
هفته چهارم	۲/۴۴۰^{abc}	۷/۱۹۰^{ab}	۲/۵۵۳^{abd}	۹/۲۴۰^{a}	۲/۵۶۷^{abb}	۰/۰۱۰^{c}	۲/۴۵۷^{aba}	۸/۳۸۰^{a}
هفته پنجم	۲/۵۶۰^{abc}	۶/۸۵۳^{a}	۲/۷۰۳^{abd}	۸/۱۵۰^{b}	۲/۷۷۷^{abb}	۰/۰۱۳^{c}	۲/۵۸۷^{aba}	۷/۳۶۰^{a}
هفته ششم	۲/۶۵۳^{bd}	۵/۱۱۰^{b}	۲/۸۵۳^{b}	۷/۷۱۰^{a}	۳/۰۲۰^{a}	۲/۹۸۳^{c}	۲/۷۲۷^{bc}	۷/۵۲۳^{a}

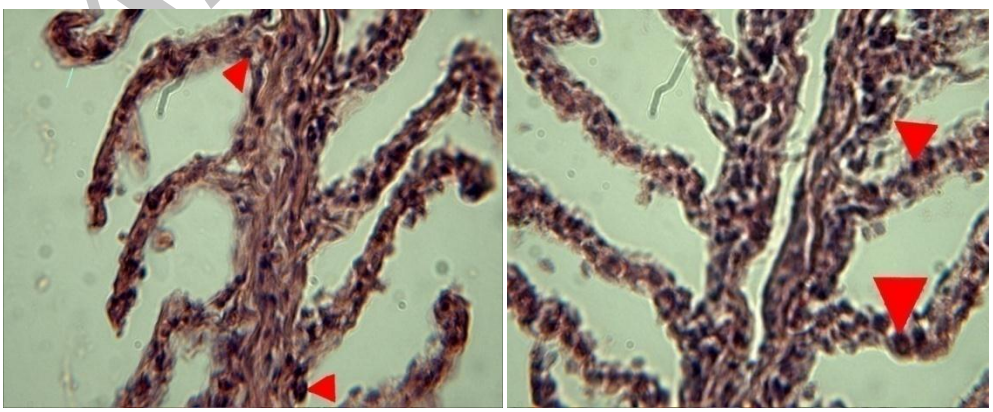
میانگین‌هایی که با حروف یکسان نشان داده شده‌اند، اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

همچنین در پایان آزمایش نتایج حاکی از آن بود که هرچه شوری کم‌تر شود، تعداد سلول‌های کلراید آبششی کاهش و تعداد اجسام مالپیگی کلیوی، افزایش یافته که این روند تغییرات در اشکال ۱ تا ۸ و شمارش تعداد سلول‌ها در جدول ۷ قابل مشاهده است.

جدول۷ : شمارش سلول‌های کلراید آبشش و اجسام مالپیگی کلیه در ماهی پافر (*Tetradon biocellatus*) در سال۱۳۹۰

شوری	۰ قسمت در هزار	۵ قسمت در هزار	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار
تعداد سلول‌های کلراید	۶	۹	۱۴	۱۷
تعداد اجسام مالپیگی	۹	۷	۵	۴

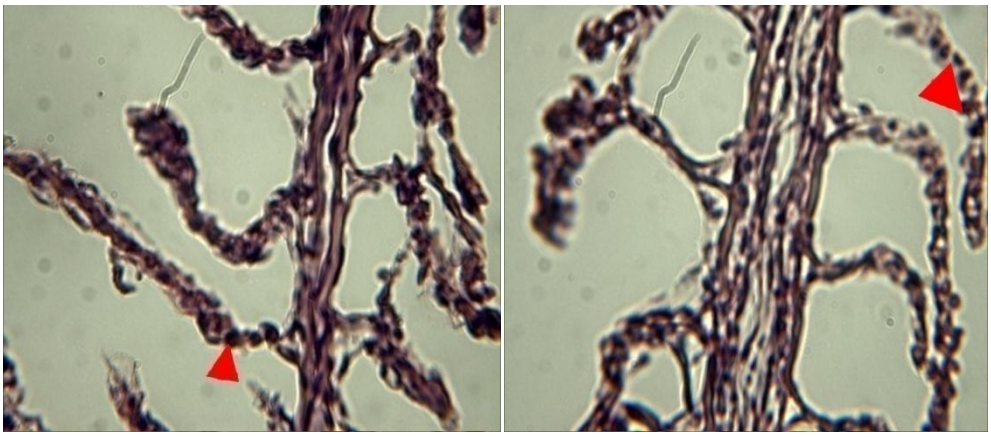
اشکال ۱ تا ۴ سلول‌های کلراید آبششی ماهر پافر را در شوری‌های مختلف نشان می‌دهد که با فتومیکروسکوپ و بزرگنمایی یکسان (100×) میکروسکوپ نوری گرفته شده و به عنوان نمونه آورده شده‌اند. اشکال ۵ تا ۸ اجسام مالپیگی کلیوی ماهر پافر را در شوری‌های مختلف نشان می‌دهد.



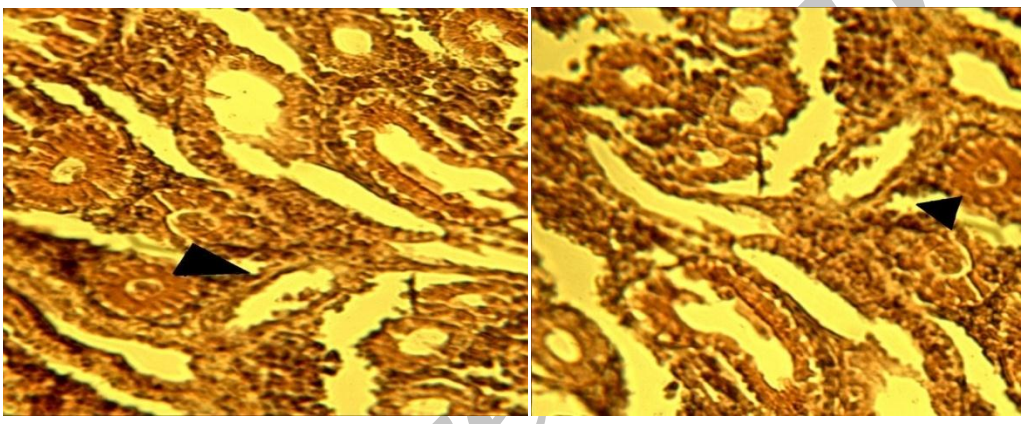
شکل ۱: سلول‌های کلراید در شوری ۱۵ قسمت در هزار شکل ۲: سلول‌های کلراید در شوری۱۰ قسمت در هزار در ماهی پافر (*Tetradon biocellatus*) در سال۱۳۹۰

Archive of SID

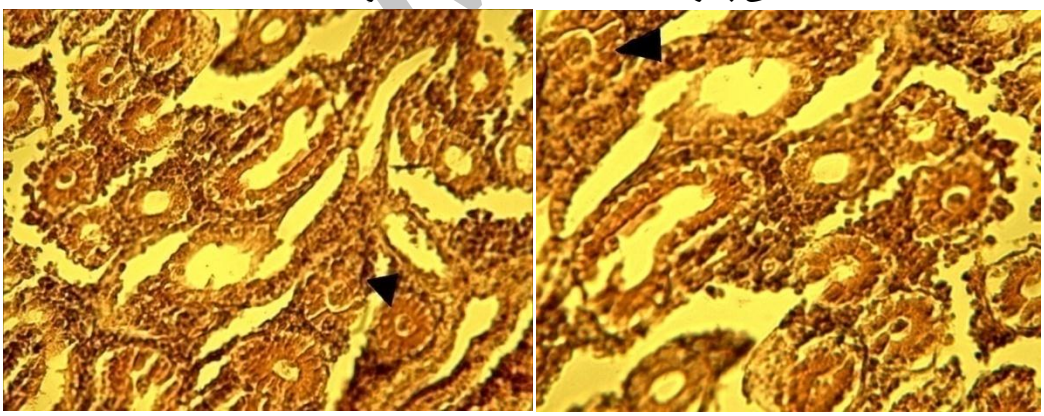
www.SID.ir



شکل ۳: سلول‌های کلراید در شوری ۵ قسمت در هزار شکل ٤: سلول‌های کلراید شوری ۰ قسمت در هزار در ماهی پافر (*Tetradon biocellatus*) در سال ۱۳۹۰



شکل ٥: اجسام مالپیگی در شوری ۱۵ قسمت در هزار شکل ٦: اجسام مالپیگی کلیه در شوری ۱۰ قسمت در هزار ماهی پافر (*Tetradon biocellatus*) در سال ۱۳۹۰



شکل ۷: اجسام مالپیگی در شوری ۵ قسمت در هزار شکل ۸: اجسام مالپیگی کلیه در شوری ۰ قسمت در هزار ماهی پافر (*Tetradon biocellatus*) در سال ۱۳۹۰

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که بیش‌ترین افزایش وزن در دوره سازگاری ماهی پافر با آب شیرین در شوری ۱۰ گرم در لیتر دیده شد که این موضوع با مطالعات انجام شده در سال ۲۰۰۲ توسط Sampaio و Bianchin بر ماهی فلاندر (*Paralichthys orbignyanus*) مطابقت دارد.

بیش‌ترین رشد ماهی پافر در شوری ۱۰ گرم در لیتر مشاهده شد پس از آن، به ترتیب رشد در شوری‌های ۵ و ۱۵ گرم در لیتر قابل ملاحظه بود که این موضوع با آزمایشی که Shi و همکاران روی گونه *Takifugu obscures* در سال ۲۰۱۰ انجام دادند، مطابقت داشت.

بررسی سلول‌های کلراید آبششی نشان داد که با کاهش شوری، تعداد این سلول‌ها در ماهیان پافر، کاهش می‌یابد. این امر، نشان دهنده فعالیت سیستم تنظیم اسمزی در راستای ایجاد تعادل یونی است. این نتیجه با یافته‌های Foskett و همکاران در سال ۱۹۸۱ که نشان می‌داد کاهش سلول‌های کلراید برای ادامه زندگی در یک محیط با تغییرات شوری فصلی ضروری است، هم‌سو می‌باشد و تغییرات تعداد سلول‌های کلراید آبششی در ماهیان سازگار شده به آب دریا نیز منعکس کننده سازگاری با تغییرات شوری محیط خارج است (Thomson and Sergeant, 1977). تغییرات تعداد سلول‌های کلراید آبششی در پاسخ به تغییرات شوری در هنگام سازگاری ماهیان استخوانی یوری‌هالین به آب دریا (Laurent and Hebebi, 1989) و در ماهیان خلیج مکزیک (Altinok *et al.*, 1998) نیز گزارش شده که در تایید نتایج حاصل از این پژوهش می‌باشد.

نتایج مطالعه روی اجسام مالپیگی کلیه نشان داد که تعداد اجسام مالپیگی کلیوی با کاهش شوری، افزایش یافت در همین زمینه Evans (۱۹۹۸) بیان کرد که در راستای تنظیم فشار اسمزی زمانی که شوری زیاد است، هدر رفتن آب بدن ماهی از راه ادرار، به‌وسیله فرآیند فیلتراسیون در اجسام مالپیگی کلیه بایستی کاهش یابد، از این رو برای جلوگیری از این مساله کاهش تعداد اجسام مالپیگی کلیوی ضروری است. Oliverau و Oliverau (۱۹۷۷) در مارماهی و Cataldi و (۱۹۹۱) در ماهی تیلاپیا، رابطه تغییر اندازه گلومرول داخل اجسام مالپیگی کلیوی را با تغییرات شوری گزارش کرده‌اند.

بررسی نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که روند تغییرات فیزیولوژیک مشاهده شده در جهت تطابق با تغییرات شوری در ماهیان پافر، مشابه با سایر ماهیان استخوانی است. مناسب‌ترین روند سازگاری و تغییرات بافت آبشش و کلیه در شوری بین صفر تا ۵ گرم در لیتر در این ماهی‌ها مشاهده شد.

در عین حال انجام تحقیقات تکمیلی با بکارگیری شاخص‌های دیگر مانند تغییرات هورمونی در شرایط آزمایشگاهی پیشنهاد می‌شود. شایان ذکر است که برای اظهار نظر قطعی در مورد نتایج بدست آمده در شرایط آزمایشگاهی، انجام آزمایش در محیط طبیعی توصیه می‌شود.

منابع

Altinok, I., Galli, S. M. and Chapman, F. A., 1998. Ionic and osmotic regulation capabilities of juvenile Gulf of Mexico sturgeon *Acipenser oxyrhinchus*. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, 120:609- 616.

Arreola, V. I. and Westneat, M. W., 1996. Mechanics of propulsion by multiple fins: kinematics of aquatic locomotion in the burrfish (*Chilomycterus schoepfi*). Proceedings of the Royal Society of London, B, 263: 1689-1696.

Bancroft, J. D. and Gamble, M., 2008. Theory and Practice of Histological Techniques.

Cataldi, E. L., Garibaldi, D., Crosetti, C., Leoni, C. and Cataudella, S., 1991. Variations in renal morphology during adaptation to salinities in Tilapias. Environmental Biology of Fishes, 31: 101-106.

Evans, D. H., 1998. The physiology of fishes. CRC Press, 519 p.

Foskett, J. K., Logsdon, C. D., Turner, T., Machen, T. E. and Bern, H. A., 1981. Differentiation of the chloride extrusion mechanism during seawater adaptation of a teleost fish, the cichlid Sarotherodon mossam-bicus. J. exp, Biol, 93: 209-224.

Laurent, P. and Hebebi, N., 1989. Gill morphometry and fish osmoregulation. Canadian Journal of Zoology, 67:3055-3063.

Archive of SID

www.SID.ir

on growth and survival of obscure puffer *Takifugu obscurus* larvae. Aquaculture, PP. 2-6.

Thomson, A. J. and Sargent, J. R., 1977. Changea in the levels of chloride cells and (Na+-K+)-dependent ATPase in the gills of silver and yellow eel adapting to seawater. J. Exp. Zool, 200:33-40.

Yang, Z. and Chen, Y., 2006. Salinity tolerance of embryos of obscure puffer *Takifgu obscures*. Aquaculture, 253:393–397.

Zhang, G., Shi, Y., Zhu, Y., Liu, J. and Zang, Z., 2010. Effects of salinity on embryos and larvae of tawny puffer *Takifugu flavidus*. Aquaculture, 302: 71–75.

Oliverau, M. and Oliverau, J., 1977. Effect of transfer to seawater and back to freshwater on the histological structure of the Eel kidney, Journal of comparative physiology, 115: 223-239.

Perry, S. F. and Laurent, P., 1993. Environmental effects on fish gill structure and function. In Fish Ecophysiology (ed. J. C. Rankin and F. B. Jensen), London: Chapman and Hall, PP. 233–263.

Sampaio, L. A. and Bianchini, A., 2002. Salinity effects on osmoregulation and growth of the euryhaline flounder *Paralichthys orbignyanus*. Marine Biology and ecology, 269: 187–196.

Shi, Y., Zhang, G., Zhu, Y. and Liu, J., 2010. Effects of photoperiod, temperature, and salinity

Archive of SID

www.SID.ir