

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

چکیده

مینو نوروزی^۱
مهری شمسایی^{۲*}
امین سلطانی^۳
علی افسر^۴

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، مری گروه زراعت و اصلاح نباتات، ورامین، ایران

* مسؤول مکاتبات:

drshamsaie@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۲۰

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، 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، به صورت هفتگی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین اثر شوری بر سلول‌های کلرايد آبیش و اجسام مالپیگی کلیه‌ها نیز بررسی گردید. نتایج حاصله حاکی از آن بود که با افزایش شوری، تعداد سلول‌های کلرايد آبیش‌ها 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 معنی دار نبود ($P > 0.05$)، ولی در مورد شاخص وزن، اختلافات مذکور از هفته چهارم به بعد معنی دار گردیدند ($P < 0.05$) که البته این اختلافات در هفته‌های پنجم و ششم بسیار معنی دار شدند. همچنین تیمارهای آزمایشی در مورد شاخص بقاء اختلافات معنی داری را سبب نشدنند ($P > 0.05$). 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 آکواریوم‌های آب شیرین میسر باشد.

Tetraodon وازگان کلیدی: سلول‌های کلرايد، اجسام مالپیگی، سازش‌پذیری، *biocellatus*

مقدمه

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

ماهی پافر (*Tetraodon biocellatus*) یک گونه لب‌شور از خانواده Tetraodontidae و جنس *Tetraodon* می‌باشد که به طور 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 آبیان زیستی از نظر تحمل تغییرات شوری و سازگاری با شوری‌های مختلف دارند، مورد مطالعه و آزمایش قرار گرفته‌اند. به طور مثال، در آزمایشی تغییرات شوری

بوشهر تهییه 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، تعذیبه آن‌ها قطع شد و پس از انتقال به محل آزمایش، عمل سازگاری با محیط جدید از طریق غوطه‌ورسانی در آبی با شوری و دمای برابر با آب مورد استفاده در حمل و نقل با شوری ۱۵٪ قسمت 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 وسیلهٔ غذاهای تجاری ویژه ماهیان زینتی متعلق به شرکت sera آلمان، صورت گرفت که اندازهٔ پلت‌های آن ۰/۵ میلی‌متر و ترکیب شیمیایی آن ۴۳ درصد پروتئین، ۹ درصد 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 به صورت روزانه و توسط شوری‌سنجد چشمی (Mdl_E Mill_S/Mill_S, ساخت ژاپن) بررسی شد. برای این کار از هر کرت یک قطره آب روی صفحه شوری‌سنجد ریخته، در برابر چشم قرار گرفته و درجه شوری خوانده شد. همچنین با توجه به نوع غذای مصرفی، منبع آب مصرفی، دمای نور و هوادهی در تمام کرت‌ها یکسان بود، تغییرات وزن ماهی‌ها در شوری‌های مختلف در خلال انجام آزمایش، هفت‌های یکبار به صورت انفرادی در هر کرت به کمک ترازوی دیجیتالی (Mettler مدل، ساخت سوئیس) با دقیقاً 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 بلافصله به لیوان منتقل نموده، وزن یادداشت شد و وزن لیوان را از آن کسر می‌شد (درست است که در این

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 بقاء 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 رفته‌اند. 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 به طور مصنوعی بکاهد. لذا مطالعه امکان ساده‌سازی نگهداری گونه‌هایی همچون پافر (*Tetraodon biocellatus*) از طریق سازش دادن آن‌ها به محیط آب شیرین، موضوعی است که امکان انجام آن و اثرات احتمالی انجام آن بر ماهی مذکور در این تحقیق مورد بررسی قرار گفته 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 آن‌ها ۳ تکرار در نظر گرفته شده بود. کرت‌های آزمایش را ۱۲ آکواریوم شیشه‌ای به ابعاد $30 \times 30 \times 30$ 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

توجه به قرارگیری سلول‌های کلراید در قاعده تیغه اولیه و بین دو تیغه ثانویه پایه آبششی، از بزرگنمایی $\times 100$ 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 به دست 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 صورتی که در دو صفت دیگر اختلافات معنی‌دار مشاهده نشد.

میان مقداری آب به همراه ماهی به لیوان منتقل می‌شد، اما با توجه به این که برای همه نمونه‌ها این روش یکسان بوده، این خط 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 به صورت 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 آن جا که ناحیه تنظیم کننده فشار اسمزی در قسمت انتهایی کلیه مت مرکز 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 ثبیت 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، به وسیله پارافین، قالب‌گیری و سپس به کمک دستگاه میکروتوم دور، 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 (Bancroft and Gamble, 2007) استفاده شد (H & E).

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 تیغه‌های ثانویه آبششی واقع شده‌اند. با

جدول ۱: تجزیه واریانس و آزمون دانکن شاخص‌های وزن، طول و رشد نسبی ماهی پافر (Tetraodon biocellatus) در هفته سوم ($P=0.05$) در سال ۱۳۹۰

صفات ورودی	وزن	Fs	نحوه	میانگین در تیمار	۱۵ قسمت در هزار	۱۰ قسمت در هزار	۵ قسمت در هزار	۲/۳۴۹	۲/۳۴۹	۲/۳۴۹

صفات ورودی	طول	•/۱۸۷ ^{ns}	۴/۱۲۵	۴/۱۲۵	۴/۱۲۵	۱/۲۳۳۴ ^b	۴/۱۲۵
رشد نسبی	وزن	۸۷/۵**	۰/۰ ^C	۱/۵۶۷ ^b	۲/۴۳۳ ^a	۲/۴۳۳ ^a	۰/۰۱ ^C
ns : اختلاف معنی دار **: اختلاف معنی دار							

جدول ۲: تجزیه واریانس شاخص‌های مورد بررسی در ماهی پافر (*Tetraodon biocellatus*) و آزمون دانکن در هفته چهارم (P=٪۵) در سال ۱۳۹۰

صفات ورودی	فقا	۳/۰۷۶ ^{ns}	۶۶/۶۶±۲	۶۶/۶۶±۲	۰/۰۱ ^d	۹/۲۴ ^a	۲/۵۷ ^a	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار
وزن	طول	۱۰۶۵۸**	۷/۱۹ ^C	۹/۲۴ ^a	۰/۰۱ ^d	۴/۱۶۶	۴/۱۶۶	۴/۱۶۶	۲/۴۶ ^b
رشد نسبی	طول	۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۱ ^d	۴/۱۶۶	۴/۱۶۶	۴/۱۶۶	۴/۱۶۶
بقا	بقا	۳/۰۷۶ ^{ns}	۶۶/۶۶±۲	۶۶/۶۶±۲	۰/۰۱ ^d	۹/۲۴ ^a	۲/۵۷ ^a	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار
ns : اختلاف معنی دار **: اختلاف معنی دار									

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها و آزمون دانکن مقایسه میانگین آن‌ها در ماهی پافر (Tetraodon biocellatus) در هفته پنجم (P=٪۵) در سال ۱۳۹۰

صفات ورودی	وزن	۱۵/۵**	۲/۵۶ ^b	۲/۷ ^a	۲/۷۸ ^a	۲/۵۹ ^b	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار
طول	طول	۰/۰۱۵ ^{ns}	۴/۲۲۱	۴/۲۲۱	۴/۲۲۱	۴/۲۲۱	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار
رشد نسبی	رشد نسبی	۱۴۱۲۷.۳۳**	۶/۸۵ ^C	۸/۱۵ ^a	۰/۰۱۷ ^d	۷/۳۶ ^b	۴/۲۲۱	۴/۲۲۱
بقا	بقا	ns : اختلاف معنی دار						

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها و آزمون دانکن مقایسه میانگین آن‌ها در ماهی پافر (Tetraodon biocellatus) در هفته ششم (P=٪۵) در سال ۱۳۹۰

صفات ورودی	وزن	۱۲/۸۳**	۲/۶۵ ^C	۲/۸۵ ^b	۳/۰۲ ^a	۲/۷۳ ^{bc}	۱۵ قسمت در هزار	۱۰ قسمت در هزار
طول	طول	۰/۰۱۵ ^{ns}	۴/۲۶۳	۴/۲۶۳	۴/۲۶۳	۴/۲۶۳	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار
رشد نسبی	رشد نسبی	۲/۴۲ ^{ns}	۵/۸۲۲	۵/۸۲۲	۵/۸۳۲	۵/۸۳۲	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار
بقا	بقا	ns : اختلاف معنی دار						

مورد شاخص بقاء در کل دوره آزمایش اختلافات معنی‌داری مشاهده نشد.

در مورد شاخص رشد نسبی در هفته چهارم در تیمارهای مختلف اختلافات بسیار معنی‌دار مشاهده شد (P<0.01) و شاخص وزن معنی‌دار بود. همان‌طور که در جدول ۵ قابل مشاهده است در

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

صفت	بقاء	۳/۰۷۶ ^{ns}	۴۴/۴۴ ^b	۸۸/۸۹ ^a	۷۷/۷۷ ^{ab}	۵۵/۵۵ ^{ab}	۱۵ قسمت در هزار	۱۰ قسمت در هزار
بقاء	ns : اختلاف معنی دار							

جدول ۶: آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن شاخص‌های مورد بررسی تحت تاثیر بر هم‌کنش زمان × سوری (P=۰%۵)

زمان	وزن	رشد نسبی	وزن	رشد نسبی	وزن	رشد نسبی	وزن	رشد نسبی	وزن	رشد نسبی	وزن	رشد نسبی	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار	۰ قسمت در هزار	۵ قسمت در هزار	۱۰ قسمت در هزار	۱۵ قسمت در هزار
هفته اول	۲/۳۱۰ ^{abc}	-	۲/۳۴۰ ^{abc}	-	۲/۳۴۰ ^{abc}	-	۲/۲۸۷ ^a	-	۲/۳۱۳ ^{abc}	-	۲/۲۸۷ ^a	-	۶/۲۳۰ ^a	۲/۲۹۷ ^{ab}	۴/۴۴۳ ^b	۲/۳۲۷ ^{abc}	۳/۲۱۷ ^c	۲/۳۶۷ ^{abc}
هفته دوم	۲/۳۲۰ ^{abc}	-	۶/۱۶۷ ^a	-	۶/۱۶۷ ^a	-	۱/۲۳۳ ^b	۲/۳۱۷ ^{abc}	۲/۴۳۳ ^c	۲/۳۶۷ ^{abc}	۱/۳۸۰ ^a	۰/۰۱۰ ^c	۲/۴۵۷ ^{aba}	۰/۰۱۰ ^c	۲/۴۵۷ ^{abb}	۹/۲۴۰ ^a	۲/۵۵۳ ^{abd}	۷/۱۹۰ ^{ab}
هفته سوم	۲/۳۲۰ ^{abc}	-	۰/۰۰۰ ^a	-	۰/۰۰۰ ^a	-	۷/۳۶ ^a	۲/۳۹۷ ^{abc}	۲/۴۳۳ ^c	۲/۳۶۷ ^{abc}	۷/۳۶ ^a	۰/۰۱۳ ^c	۲/۵۸۷ ^{aba}	۰/۰۱۳ ^c	۲/۷۷۷ ^{abb}	۸/۱۵۰ ^b	۲/۷۰۳ ^{abd}	۶/۸۵۳ ^a
هفته چهارم	۲/۴۳۰ ^{abc}	-	۷/۱۹۰ ^{ab}	-	۷/۱۹۰ ^{ab}	-	۷/۵۲۳ ^a	۲/۷۲۷ ^{bc}	۲/۹۸۳ ^c	۳/۰۲۰ ^a	۷/۷۱۰ ^a	۷/۷۱۰ ^a	۲/۷۲۷ ^{bc}	۲/۹۸۳ ^c	۳/۰۲۰ ^a	۷/۸۵۳ ^b	۵/۱۱۰ ^b	۲/۶۵۳ ^{bd}
هفته پنجم	۲/۵۶ ^{abc}	-	۶/۵۶ ^{abc}	-	۶/۵۶ ^{abc}	-	۶/۳۶ ^a	۲/۵۸۷ ^{aba}	۰/۰۱۳ ^c	۲/۷۷۷ ^{abb}	۸/۱۵۰ ^b	۸/۱۵۰ ^b	۷/۵۲۳ ^a	۷/۵۲۳ ^a	۷/۵۲۳ ^a	۷/۷۱۰ ^a	۷/۷۱۰ ^a	۷/۸۵۳ ^b
هفته ششم	۲/۶۵۳ ^{bd}	-	۲/۶۵۳ ^{bd}	-	۲/۶۵۳ ^{bd}	-	۶/۳۶ ^a	۲/۷۲۷ ^{bc}	۲/۹۸۳ ^c	۳/۰۲۰ ^a	۷/۷۱۰ ^a	۷/۷۱۰ ^a	۷/۵۲۳ ^a	۷/۵۲۳ ^a	۷/۵۲۳ ^a	۷/۷۱۰ ^a	۷/۷۱۰ ^a	۷/۸۵۳ ^b

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

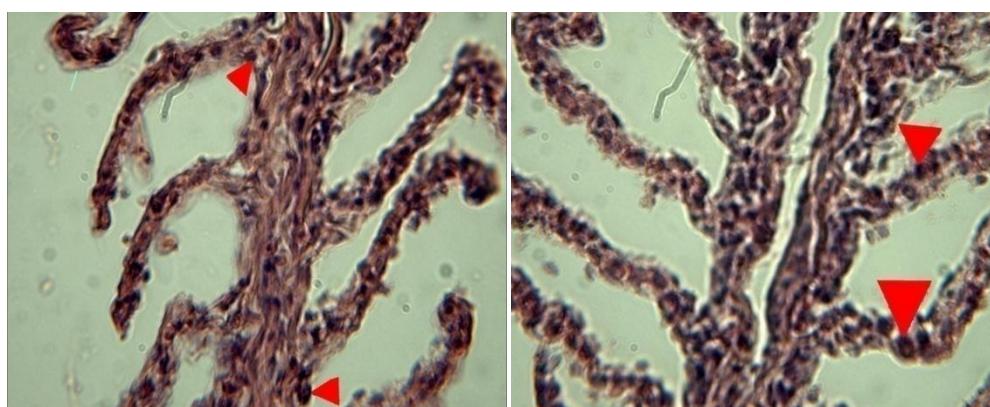
همچنین در پایان آزمایش نتایج حاکی از آن بود که هرچه سوری کمتر شود، تعداد سلول‌های کلراید آبشنی کاهش و تعداد اجسام ۱ تا ۸ و شمارش تعداد سلول‌ها در جدول ۷ قابل مشاهده است.

جدول ۷: شمارش سلول‌های کلراید آبشنی و اجسام مالپیگی کلیه در ماهی پافر (*Tetradon biocellatus*) در سال ۱۳۹۰

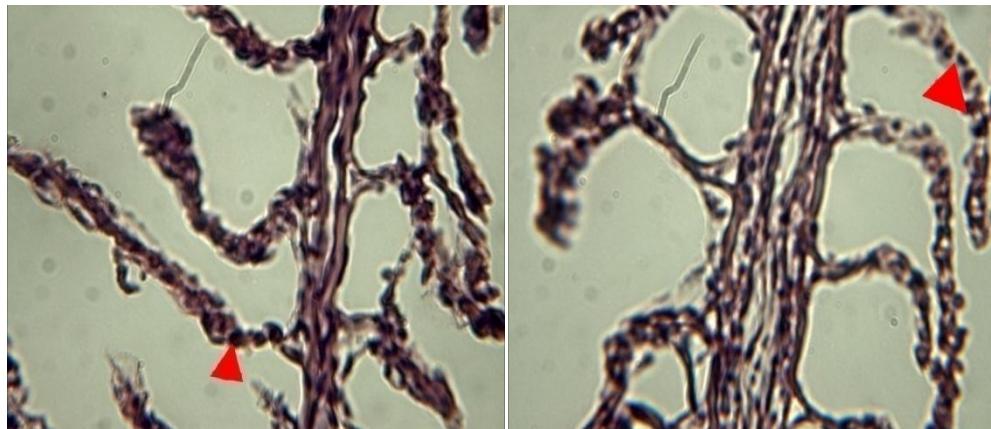
تعداد اجسام مالپیگی	تعداد سلول‌های کلراید	شوري
۹	۶	۰
۷	۵	۵
۴	۵	۱۵ قسمت در هزار
۱۷	۱۴	۱۰ قسمت در هزار
		۱۰ قسمت در هزار

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

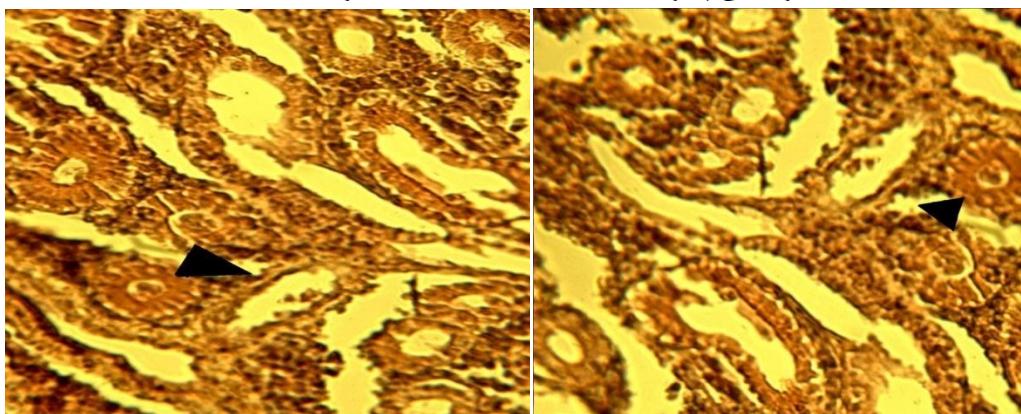
اشکال ۱ تا ۴ سلول‌های کلراید آبشنی ماهر پافر را در شوری‌های مختلف نشان می‌دهد که با فتومیکروسکوپ و بزرگنمایی یکسان (100×) میکروسکوپ نوری گرفته شده و به



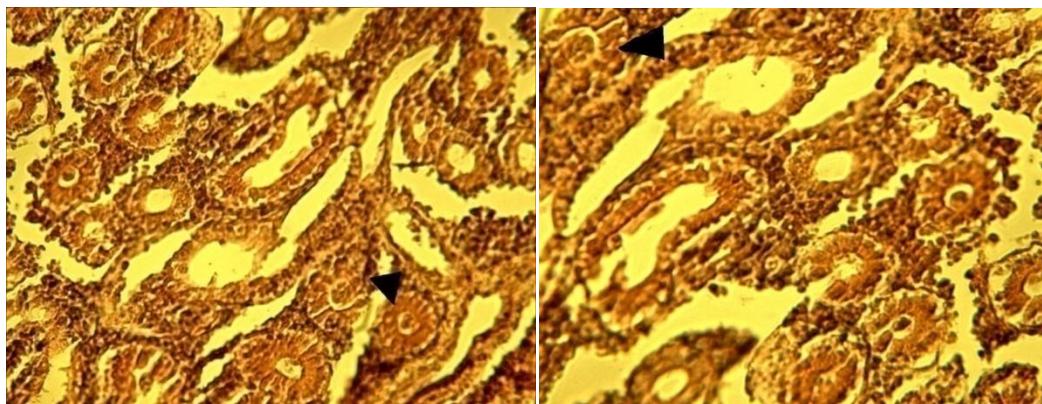
شکل ۱: سلول‌های کلراید در شوری ۱۵ قسمت در هزار شکل ۲: سلول‌های کلراید در شوری ۱۰ قسمت در هزار در ماهی پافر (*Tetradon biocellatus*) در سال ۱۳۹۰



شکل ۳: سلول‌های کلراید در شوری ۵ قسمت در هزار شکل ۴: سلول‌های کلراید شوری + قسمت در هزار ۱۳۹۰ در ماهی پافر (*Tetraodon biocellatus*) در سال ۱۳۹۰



شکل ۵: اجسام مالپیگی در شوری ۱۵ قسمت در هزار شکل ۶: اجسام مالپیگی کلیه در شوری ۱۰ قسمت در هزار ماهی پافر (*Tetraodon biocellatus*) در سال ۱۳۹۰



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

بحث و نتیجه‌گیری

ماهی تیلapia، رابطه تعییر اندازه گلومرول داخل اجسام مالپیگی کلیوی را با تعییرات شوری گزارش کرده‌اند. بررسی نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که روند تعییرات فیزیولوژیک مشاهده شده در جهت تطابق با تعییرات شوری در ماهیان پافر، مشابه با سایر ماهیان استخوانی است. مناسب‌ترین روند سازگاری و تعییرات بافت آبیشش 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 تعییرات 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 oxyrinchus*. 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 mossambicus*. J. exp. Biol, 93: 209-224.
- Laurent, P. and Hebebi, N., 1989.** Gill morphometry and fish osmoregulation. Canadian Journal of Zoology, 67:3055-3063.

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 (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 obscurus* در سال ۲۰۱۰ انجام دادند، مطابقت داشت.

بررسی سلول‌های کلرايد آبیشی 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 کلرايد برای ادامه زندگی در یک محیط با تعییرات شوری فصلی ضروری است، هم‌سو می‌باشد و تعییرات تعداد سلول‌های کلرايد آبیشی در ماهیان سازگار شده به آب دریا نیز منعکس کننده سازگاری با تعییرات شوری محیط خارج است (Sergeant, 1977). تعییرات تعداد سلول‌های کلرايد آبیشی در پاسخ به تعییرات شوری در هنگام سازگاری ماهیان 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 (1998) بیان کرد که در راستای تنظیم فشار اسمزی زمانی که شوری زیاد است، هدر رفتن آب بدن ماهی از راه ادرار، به وسیله فرآیند فیلتراسیون در اجسام مالپیگی کلیه باقیستی کاهش یابد، از این رو برای جلوگیری از این مساله کاهش تعداد اجسام مالپیگی کلیوی ضروری است. Oliverau و Oliverau (1977) در مارماهی و Cataldi (1991) در

- 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