

مطالعه امکان سازگاری ماهی اسکات (*Scatophagus argus*) به محیط آب شیرین

- الهه اروجی*: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۷۷۵-۱۴۵۱۵
- مهدی شمسایی مهرجان: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۷۷۵-۱۴۵۱۵
- شهلا جمیلی: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، صندوق پستی: ۶۱۱۶-۱۴۱۵۵

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۲

چکیده

در این تحقیق توانایی سازگاری و میزان رشد یک گونه از ماهیان آب شور (*Scatophagus argus*)، در محیط آب شیرین مورد بررسی قرار گرفت. ۴ تیمار با شوری‌های ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ در هزار و آب شیرین در ۳ تکرار انتخاب و هر تکرار شامل ۶ عدد ماهی شدند. پس از طی مراحل سازگاری با آب شیرین، از هر تیمار یک ماهی به صورت تصادفی انتخاب گردید و روش‌های معمول تهیه مقاطع بافتی و رنگ آمیزی (هماتوکسیلین-ائوزین) بر روی اندام‌های کلیه و آبشش انجام شد. در ادامه نتایج میکروسکوپی تغییرات تعداد سلول‌های کلراید مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج به دست آمده فاکتورهای افزایش میزان رشد ویژه، ضریب چاقی و در صد بقاء بچه‌ماهیان در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند ($P > 0/05$). بیش‌ترین میزان رشد ویژه و ضریب چاقی در شوری ۲۰ در هزار و کم‌ترین میزان در شوری ۳۰ در هزار مشاهده گردید. بیش‌ترین در صد ماندگاری و بقاء بچه‌ماهیان در شوری ۱۰ در هزار مشاهده گردید. درصد بقاء ماهیان در آب شیرین با درصد بقاء در شوری ۲۰ در هزار که شوری مطلوب برای زیست ماهی اسکات است برابر بود. پس از شمارش سلول‌های کلراید آبشش و کلیه مشخص شد که با کاهش شوری، تعداد سلول‌های کلراید آبشش‌ها کاهش و تعداد آن‌ها در کلیه‌ها افزایش معنی‌داری یافت ($P < 0/05$).

کلمات کلیدی: ماهی اسکات، آب شیرین، سازگاری، سلول‌های کلراید



مقدمه

شوری یکی از عوامل مهم زیست محیطی است که بر زندگی ماهیان تاثیر به سزایی دارد و هر نوع ماهی با توجه به شرایط فیزیولوژیکی و ساختار بدنی خاص می تواند شوری های خاصی را تحمل کند. ماهی اسکات (*S. argus*) از ماهیان زینتی آب شور می باشد. این ماهی نخستین بار توسط کارل لینه (۱۷۶۶) در دریای مدیترانه گزارش گردید.

ماهی اسکات به خاطر زیبایی منحصر به فردی که دارد در سرتاسر دنیا علاقه مندان زیادی را به خود اختصاص داده است. این ماهی از ماهیان ساکن در آب های شور و لب شور دریایی است و نسبت به محیط خود هیپواسموتیک می باشد (عبدی، ۱۳۸۹). در محیط طبیعی از شوری ۱۶ تا ۲۰ قسمت در هزار زندگی می کند (Monks, ۲۰۰۷).

یکی از مهم ترین تنظیماتی که همه ماهیان باید در محیط زیست خود اعمال کنند، حفظ تعادل آب و نمک بافت ها در حد مناسب است که به آن تنظیم اسمزی گفته می شود (Perry و Laurent, ۲۰۰۳). تنظیم فشار اسمزی توسط کلیه، آبشش و بعضی از اندام های خاص و تا حدودی نیز توسط پوست به عنوان یک سد نفوذ ناپذیر انجام می شود. ماهی اسکات نسبت به محیط خود هیپواسمز می باشد. بنابراین در چنین شرایطی ماهی به طور غیرفعال آب از دست می دهد و نمک جذبی به دست می آورد. این ماهی برای جبران این آب از دست رفته از طریق آبشش ها و نیز مقداری از یون های دو ظرفیتی را از طریق کلیه ها دفع می کند (Lee و همکاران، ۲۰۰۶).

سلول های بزرگ خاصی در آبشش ها وجود دارند که فعالانه آنیون های تک ظرفیتی اضافی را برخلاف شیب غلظتی، به داخل محیط برگشت می دهند که به آن ها سلول کلراید می گویند. سلول های کلراید حاوی تعداد فراوانی میتوکندری هستند که انرژی لازم برای این کار را تامین می کنند و هم چنین میکروتوبول های سیتوپلاسمی در آن ها رشد فوق العاده ای یافته اند. علاوه بر این، حاوی دستگاه آنزیمی $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATPase}$ هستند. این دستگاه در امتداد نواحی قاعده ای جانبی و در تشکیلات میکروتوبولی وسیع سلول های کلراید دیده می شود و به طور فعال، یون سدیم را منتقل کرده و با یون پتاسیم تعویض می نماید (Karnaky, ۲۰۰۶).

بر اساس بررسی های انجام شده تاکنون مطالعه کامل و جامعی در مورد سازگاری ماهی *S. argus* در شرایط زیست

محیطی گوناگون صورت نگرفته است. با این وجود نتایج مطالعات بر روی سایر گونه های ماهی در دسترس می باشد. در مطالعه انجام شده توسط Sampio و همکاران (۲۰۰۲) بر روی ماهی فلاندر (*Paralichthys orbignyanus*)، در صد ماندگاری و میزان رشد این ماهی در شوری های (۱۰، ۲۰ و ۳۰ در هزار) مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس، درصد ماندگاری ماهیان در آب شیرین با دیگر شوری ها دارای اختلاف معنی داری نبود ولی رشد ماهیان در آب شیرین به مراتب کم تر از آب لب شور و شور دریایی بود. نتایج حاصله از مطالعه صورت گرفته بر روی بچه فیل ماهیان توسط پورعلی و همکاران (۱۳۸۲) بیان گر رشد مطلوب تر و بیش تر این گونه در شرایط آب لب شور نسبت به آب شیرین بود. نتایج مشابهی نیز در مطالعه صورت گرفته توسط جعفریان (۱۳۸۷) روی ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به دست آمده است. در واقع افزایش رشد ماهی قزل آلی رنگین کمان پرورشی در آب لب شور در مقایسه با آب شیرین اختلاف معنی دار را نشان داد.

در مطالعه صورت گرفته توسط Roza و همکاران (۲۰۰۵) تغییر در فعالیت آنزیم $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATPase}$ در رشته های آبششی ماهی خاویاری (*Acipenser naccari*) طی سازگاری از آب شیرین به آب شور مورد بررسی قرار گرفت. در نتیجه افزایش شوری، فعالیت آنزیم $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATPase}$ افزایش یافت که این تغییر نقش مهمی در مکانیسم اسمزی در پی داشت.

بر اساس مطالعات انجام گرفته توسط نوروزی (۱۳۹۰) بر روی ماهی پافر (*Tetraodon biocellatus*)، با کاهش شوری، تعداد سلول های کلراید آبشش ها کاهش و تعداد این سلول ها در کلیه ها افزایش می یابد و بیش ترین رشد و بقا در شوری ۵ در هزار مشاهده شد. نتایج نشان داد که ماهی پافر در برابر تغییرات شوری آب از صفر تا ۱۵ گرم در لیتر تا حدودی مقاوم است که این موضوع بیان گر سازش پذیری گونه مذکور به تغییرات شوری بود.

توانایی یک موجود آبی در تحمل تغییرات وسیع شوری بدون مخاطره فرآیندهای زیستی یوری هالین (Euryhalinity) نامیده می شود. ماهیان استخوانی دریایی باید با از دست دادن آب از طریق فرایند اسمز و ورود یون ها به ویژه Na^+ و Cl^- از طریق انتشار به محیط داخلی بدن مقابله کنند که این عمل با خوردن آب دریا و کاهش سطح ادرار و دفع فعال نمک از طریق آبشش انجام می پذیرد در حالی که مکانیسم معکوسی در ماهیان آب شیرین رخ می دهد (Evans, ۲۰۰۵؛ Alderdic, ۱۹۸۸).

آبشش با تغییر دادن سطح و تعداد سلول های کلراید



شد. هم‌چنین در آزمایشگاه نیز ۴۸ ساعت پس از انتقال نمونه‌ها به هر یک از تیمارها و طبیعی شدن رفتارهای آن‌ها و رفع استرس، غذادهی ماهیان آغاز شد. غذادهی در هفته اول برای پیشگیری از صدمات احتمالی از استرس حمل ماهی نصف میزان متعارف یعنی حدود ۱ درصد وزن بچه‌ماهیان هر تیمار بود. غذادهی به‌وسیله غذاهای تجاری و پلت‌های تجاری ویژه ماهیان زینتی مربوط به شرکت Sera آلمان انجام گرفت. در خلال آزمایش روزانه معادل ۲ درصد وزن بدن بچه‌ماهی‌ها غذادهی انجام می‌گرفت و در هر تیمار ۳ وعده غذایی به بچه‌ماهی‌ها داده می‌شد. با توجه به این که شرایط محیطی مثل نوع غذا، آب مصرفی، دما، نور و هوادهی در تمام تیمارها یکسان بود، در خلال آزمایش هر ۲ هفته یک‌بار وزن ماهی‌ها به‌کمک ترازوی دیجیتال (مدل Mettler ساخت سوئیس) با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری و ثبت گردید. طول ماهی‌ها نیز به‌وسیله کولیس دیجیتال (مدل Mitutoyo ساخت ژاپن) اندازه‌گیری شد. وزن و طول تمامی ماهیان به‌همین ترتیب هر دو هفته یک‌بار اندازه‌گیری و ثبت گردید. جهت اندازه‌گیری میزان شوری، pH و دمای آب تیمارها در این پژوهش هر روز میزان شوری به‌وسیله شوری‌سنج چشمی (رفراکتور چشمی Atago ژاپن) اندازه‌گیری شد و هر ۱ روز در میان ۲ ppt از شوری تیمارها را با اضافه کردن آب دکلره و خارج کردن آب آکواریوم کم گردید. pH تیمارها نیز به‌وسیله pH متر دیجیتالی (Horiba-u-10 ژاپن) به‌طور روزانه ثبت و برای ثابت نگه داشتن pH فضولات و باقیمانده غذاها به‌صورت هفتگی خارج گردید. دمای آب نیز به‌وسیله دماسنج دیجیتالی (Horiba-u-10 ژاپن) اندازه‌گیری می‌گردید. دمای تیمارها طی دوره سازگاری بین ۲۸-۲۵ درجه سانتی‌گراد بود که این دما مناسبی برای زیست ماهی‌ها می‌باشد و اکسیژن آن نیز به‌وسیله پمپ هوادهی آکواریوم‌ها تأمین شد. مدت زمان آزمایش ۷۰ روز در نظر گرفته شد. برای این منظور هر دو روز یک بار شوری آب به‌میزان ۲ قسمت در هزار کم شد. بنابراین بعد از گذشت یک ماه شوری آب از ۳۰ قسمت در هزار نمک دریا به صفر قسمت در هزار رسید. هم‌چنین ماهی‌ها به‌مدت یک ماه در تیمارهای مورد آزمایش، با شوری‌های مختلف نگهداری شدند سپس برای انجام بررسی‌های تکمیلی روی بافت‌های آبشش و کلیه مورد بررسی قرار گرفتند. جهت بررسی تغییرات در سلول‌های کلراید آبشش و کلیه از روش بافت‌شناسی معمولی استفاده شد (Gamble و Bancroft, ۲۰۰۷).

به‌عنوان مهم‌ترین اندام دخیل در تنظیم اسمزی محسوب می‌شود. برخی از تغییرات عمده بافتی مانند افزایش تعداد و اندازه سلول‌های کلراید در روند سازگاری ماهی‌ها با شوری رخ می‌دهد (Evans, ۲۰۰۵).

بررسی ساختار و وظایف کلیه در ماهیان و سازگاری‌های گسترده از نظر شکل و فیزیولوژی، موضوعی بسیار وسیع و پیچیده است بنابراین روش‌های متفاوت زندگی در آب شیرین و شور نیازمند تنظیم ساختار کلیه‌ها، برای تطابق با این محیط‌ها است که در مورد شوری، سلول‌های کلراید عهده‌دار این وظایف هستند که تغییرات تعداد آن‌ها سبب افزایش کارایی سیستم تنظیم فشار اسمزی و تحمل شوری می‌شود (Perry و Laurent, ۲۰۰۳).

در هنگام مواجه با تنش ناشی از کاهش یا افزایش شوری، ماهیان ترکیبات مایعات داخلی بدن خود را توسط فرآیند تنظیم فشار اسمزی و از طریق تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیک گوناگون آن تنظیم می‌نمایند (Evans, ۲۰۰۵).

با توجه به دشواری‌های موجود برای نگهداری ماهیان آب شور در آکواریوم و کم کردن هزینه‌های نگهداری ماهیان آب شور به‌نظر می‌رسد تلاش برای ساده سازی نگهداری این ماهی بتواند بازارهای جدیدی برای این ماهی زیبا ایجاد نماید. بر این اساس پژوهش حاضر در زمینه سازگاری ماهی اسکات در محیط آب شیرین با توجه به اهمیت نگهداری این ماهیان در آب شیرین از نظر کم کردن هزینه‌های نگهداری و جنبه‌های اقتصادی انجام شد.

مواد و روش‌ها

ماهیان اسکات (*S. argus*) در سال ۱۳۹۱ از یک کارگاه خصوصی در بوشهر تهیه و به کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در تهران انتقال یافتند. پس از طی مراحل سازگاری (۳۰ روز)، مطالعات آزمایشگاهی و تهیه بافت از اندام‌های آبشش و کلیه در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران انجام گرفت. جهت انجام این تحقیق ۴ تیمار صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ قسمت در هزار نمک دریا با سه تکرار از هر کدام در نظر گرفته شدند. تیمار ۳۰ در هزار به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. تعداد ۷۲ عدد بچه‌ماهی جهت انجام آزمایش انتخاب گردیدند. این ماهیان از نظر وزن و طول در یک گروه قرار داشتند. با توجه به امکان بروز استرس در ماهیان حین عمل حمل و نقل ۲۴ ساعت قبل از بارگیری ماهیان تغذیه آن‌ها قطع



تجزیه واریانس داده‌ها از طریق نرم‌افزار Spss نسخه ۱۶ در سطوح آماری ۹۹ درصد و ۹۵ درصد انجام شد تا وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در رابطه با شاخص‌های مورد بررسی ماهیان بررسی گردند و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف، آزمون مقایسه دانکن جهت مقایسه میانگین‌های شاخص‌های مورد بررسی، استفاده گردید.

نتایج

شمارش تعداد سلول‌های کلراید در ۵ پایه آبششی و کلیه به‌وسیله عکس‌های گرفته شده بیانگر تغییر در تعداد آن‌ها در تیمارهای مختلف می‌باشد (شکل‌های ۱ و ۲). تعداد سلول‌های کلراید کلیه با کاهش مقدار شوری افزایش معنی‌داری یافت ($P < 0.05$) به طوری که بیش‌ترین تعداد آن در تیمار آب شیرین و کم‌ترین آن در تیمار شوری ۳۰ در هزار مشاهده گردید. در مورد سلول‌های کلراید آبشش این روند بر عکس بود. با افزایش میزان شوری تعداد آن‌ها افزایش معنی‌داری یافت ($P < 0.05$). بیش‌ترین تعداد سلول‌های کلراید در تیمار شوری ۳۰ در هزار و کم‌ترین آن در تیمار آب شیرین مشاهده گردید (جدول ۱).

میزان افزایش وزن یا رشد مطلق (WGR) و درصد رشد نسبی (RGR) و نیز درصد بقاء (SR) از طریق معادلات زیر محاسبه شدند (Garcia و Riesata, ۱۹۹۳):

وزن اولیه - وزن نهایی = افزایش وزن (WGR)

۱۰۰ / وزن اولیه - وزن نهایی = درصد رشد نسبی (RGR)

۱۰۰ × (تعداد اولیه / تعداد نهایی) = درصد بقاء (SR)

هم‌چنین میزان رشد ماهیان طی دوره آزمایش (طول و وزن) در فواصل ۱۵ روزه براساس فرمول میزان رشد (K) اندازه‌گیری شد:

$$K = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t - t_0}$$

(Wt) وزن نهایی و (W0) وزن اولیه و (t-t0) طول دوره

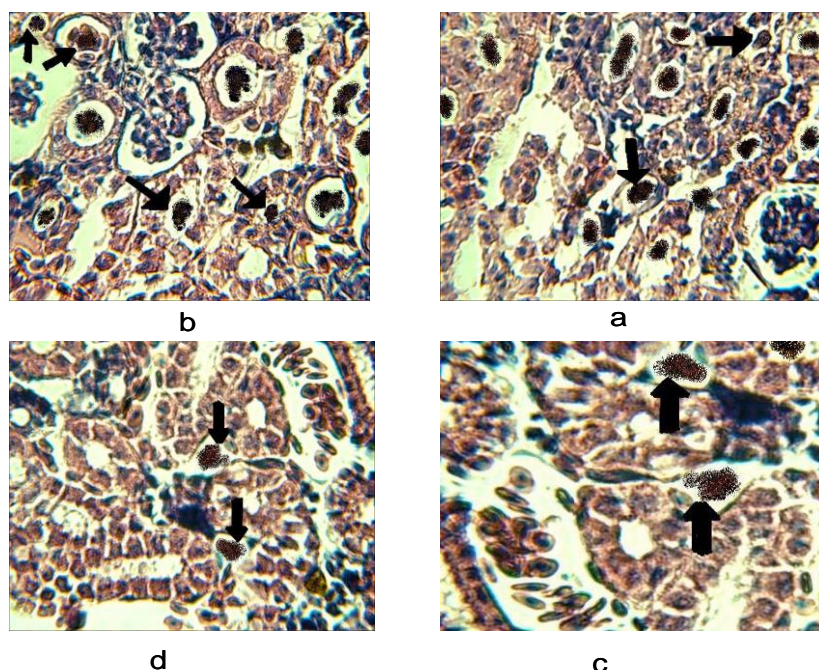
آزمایش می‌باشد.

ضریب چاقی نسبت طول ماهی به وزن آن است که به‌صورت شاخص وضعیت (Condition factor) نشان داده می‌شود و نشان‌دهنده چگونگی وزن ماهی نسبت به طول آن می‌باشد. مقدار آن براساس فرمول زیر محاسبه می‌گردد (Evans, ۲۰۰۵):

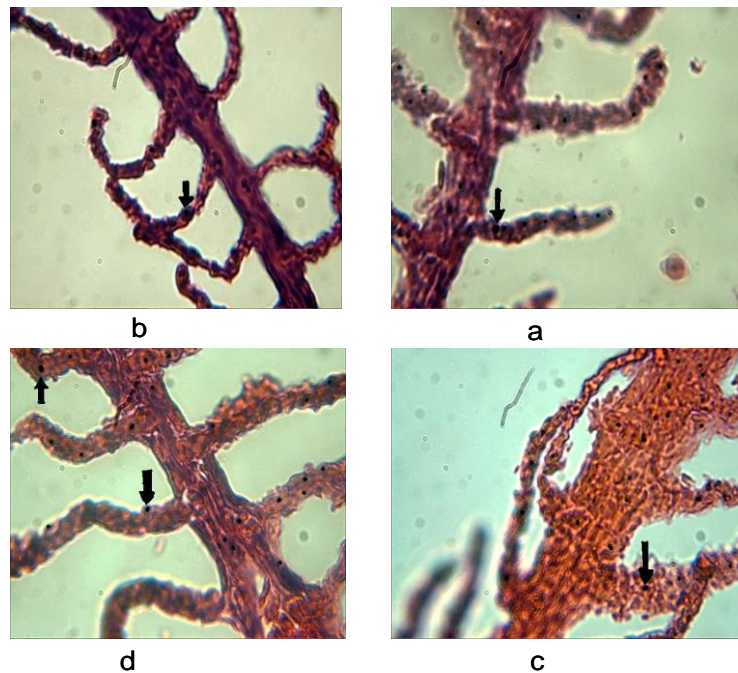
$$C_o F_o = \frac{W \times 100}{L^3}$$

(W) وزن ماهی به گرم، (L) طول چنگالی ماهی به

سانتی‌متر و (۱۰۰) ضریب ثابت برای سیستم متریک می‌باشد.



شکل ۱: تصاویر به‌دست آمده از مقاطع بافت کلیه در تیمارهای مختلف (A: آب شیرین، B: ۱۰ PPT، C: ۲۰ PPT، D: ۳۰ PPT)



شکل ۲: تصاویر به دست آمده از مقاطع رشته‌های آبششی در تیمارهای مختلف (A: آب شیرین، B: ۱۰ PPT، C: ۲۰ PPT، D: ۳۰ PPT)

جدول ۱: مقادیر شمارش شده سلول‌های کلراید آبشش و اجسام مالپیگی کلیه در ماهی اسکات در تیمارهای مختلف

شوری	۰	۱۰ قسمت در هزار	۲۰ قسمت در هزار	۳۰ قسمت در هزار
تعداد سلول‌های کلراید	۱۵	۱۹	۲۴	۲۸
تعداد اجسام مالپیگی	۱۴	۱۰	۸	۶

وجود نداشت. درصد بقا بچه‌ماهیان نیز در شوری‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ در هزار و آب شیرین دارای اختلاف معنی‌داری نبود ($p > 0.05$).

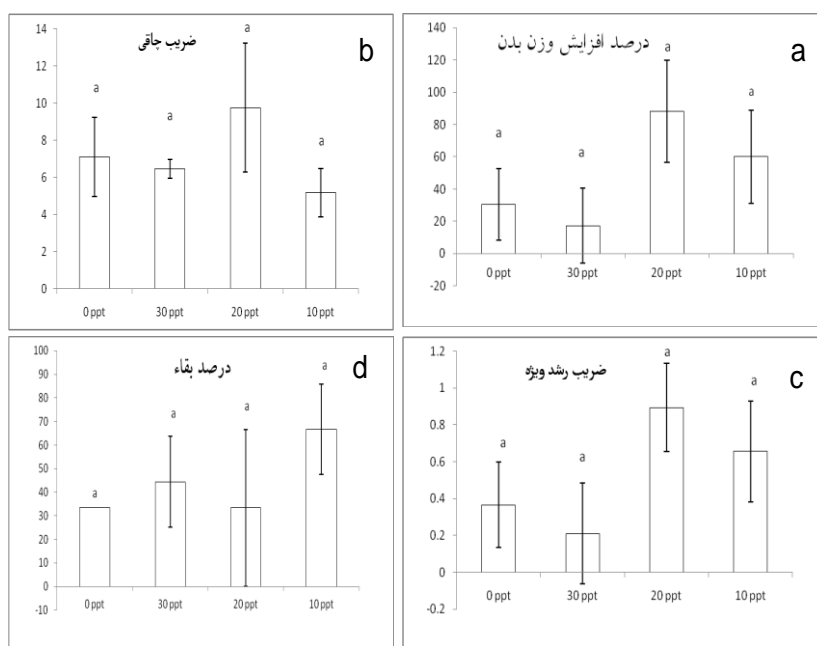
با توجه به داده‌های مندرج در جدول ۲، میزان افزایش وزن بدن اختلاف معنی‌داری در شوری‌های ۳۰، ۲۰ و ۱۰ در هزار و آب شیرین نشان نداد. هم‌چنین در میزان ضریب رشد ویژه و درصد چاقی ماهیان در شوری‌های مختلف اختلاف معنی‌داری

جدول ۲: میانگین (\pm SD) شاخص‌های رشد و بازماندگی بچه‌ماهیان اسکات در تیمارهای مختلف

پارامترهای رشد	۰	۱۰ قسمت در هزار	۲۰ قسمت در هزار	۳۰ قسمت در هزار
وزن اولیه (گرم)	20.59 ± 1.93^a	10.51 ± 1.36^b	10.08 ± 0.21^b	21.38 ± 1.49^a
وزن نهایی (گرم)	26.65 ± 2.96^a	16.56 ± 1.11^b	19.05 ± 2.68^b	24.87 ± 3.22^a
طول اولیه (سانتی‌متر)	5.37 ± 0.15^a	3.82 ± 0.2^b	4.02 ± 0.58^b	5.56 ± 0.48^a
طول نهایی (سانتی‌متر)	7.33 ± 0.95^a	6.9 ± 0.45^a	5.9 ± 0.98^a	7.26 ± 0.2^a
افزایش وزن بدن (درصد)	30.24 ± 22.08^a	60.07 ± 28.29^a	88.26 ± 31.52^a	17.31 ± 23.38^a
ضریب رشد ویژه (درصد)	0.36 ± 0.23^a	0.65 ± 0.27^a	0.19 ± 0.24^a	0.21 ± 0.27^a
ضریب چاقی	71.07 ± 21.12^a	51.17 ± 13.0^a	9.74 ± 3.47^a	6.46 ± 0.51^a
درصد بقا (درصد)	33.33^a	66.66 ± 19.24^a	33.33 ± 33.33^a	44.44 ± 19.24^a

کمترین میزان مربوط به شوری ۳۰ در هزار با میزان $0/27 \pm 0/21$ بود. در آب شیرین میزان ضریب رشد ویژه $0/23 \pm 0/36$ بود که از شوری‌های ۲۰ و ۱۰ در هزار کم‌تر بوده ولی از شوری ۳۰ در هزار بیش‌تر بود. هم‌چنین درصد بقاء ماهی اسکات در شوری‌های مختلف نیز نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف نبود (شکل ۳، d). بیش‌ترین درصد بقاء مربوط به شوری ۱۰ در هزار به میزان $66/66 \pm 19/24$ و کمترین میزان مربوط به شوری‌های ۲۰ و ۰ در هزار بودند. در شوری ۲۰ در هزار میزان درصد افزایش وزن و ضریب رشد ویژه و ضریب چاقی نیز بیش‌تر از شوری‌های دیگر مشاهده گردید. بیش‌ترین درصد بقاء بچه‌ماهیان در شوری ۱۰ در هزار بود درصد بقاء بچه‌ماهیان در آب شیرین با درصد بقاء در شوری ۲۰ در هزار که شوری مطلوب برای زیست ماهی اسکات است برابر بود. کمترین میزان درصد افزایش وزن و ضریب رشد ویژه و ضریب چاقی مربوط به بچه‌ماهیان سازگار شده در آب با شوری ۳۰ در هزار بود.

شکل ۳ (a) بیان‌گر درصد افزایش وزن بدن می‌باشد همان‌طورکه در شکل مشاهده می‌شود بیش‌ترین درصد افزایش وزن مربوط به شوری ۲۰ در هزار با میانگین وزنی $88/26 \pm 31/52$ گرم و کمترین میزان درصد افزایش وزن در شوری ۳۰ در هزار با میانگین وزنی $23/38 \pm 17/31$ گرم بوده است. میزان درصد افزایش وزن در آب شیرین $30/24 \pm 22/08$ گرم بوده است که به مراتب بیش‌تر از افزایش وزن در آب شور می‌باشد. درصد افزایش وزن در شوری ۱۰ در هزار نیز پس از شوری ۲۰ در هزار در رتبه دوم قرار گرفت. شکل ۳ (b) نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در میزان ضریب چاقی در شوری‌ها می‌باشد. بیش‌ترین ضریب چاقی مربوط به شوری ۲۰ در هزار $(9/74 \pm 3/47)$ و کمترین میزان آن مربوط به شوری ۳۰ در هزار $(6/46 \pm 0/51)$ بود. در آب شیرین میزان ضریب چاقی $(7/07 \pm 2/12)$ بود که نسبت به آب شور بیش‌تر می‌باشد. با توجه به شکل ۳ (c) ضریب رشد ویژه در شوری‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشد. بیش‌ترین میزان ضریب رشد ویژه مربوط به شوری ۲۰ در هزار با میزان $0/89 \pm 0/24$ و



شوری

شکل ۳: تغییرات مقادیر شاخص‌های رشد برای ماهی اسکات (*S. argus*) در تیمارهای شوری مختلف (۰، ۲۰، ۳۰، ۱۰ در هزار و آب شیرین)

وزن در تیمار ۳۰ در هزار مشاهده گردید (شکل ۴). تغییرات مقادیر طول ماهیان در طی دوره آزمایش در شکل ۵ نشان داده

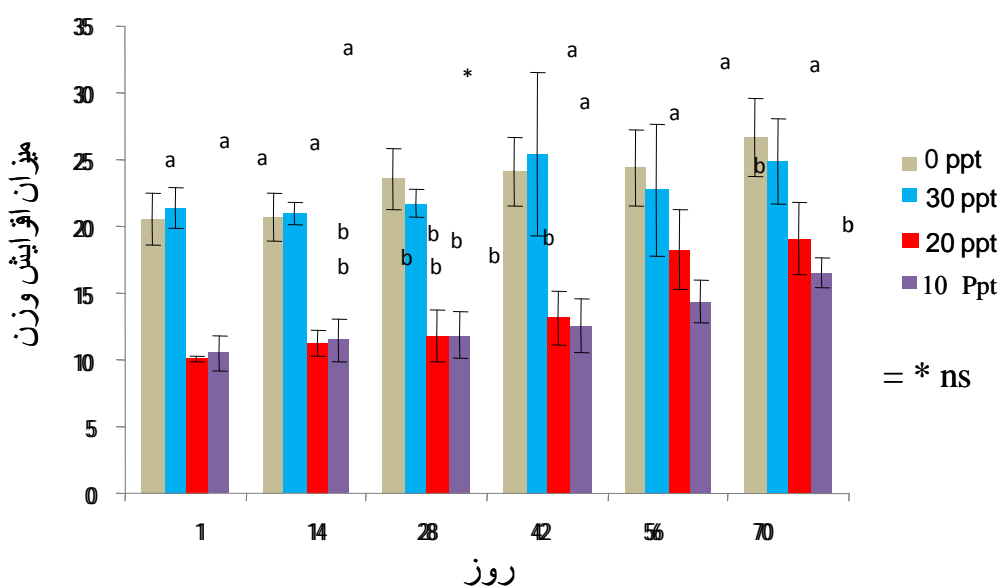
بیش‌ترین افزایش وزن در شوری ۲۰ در هزار و سپس در تیمارهای ۱۰ در هزار و آب شیرین بود. کمترین میزان افزایش



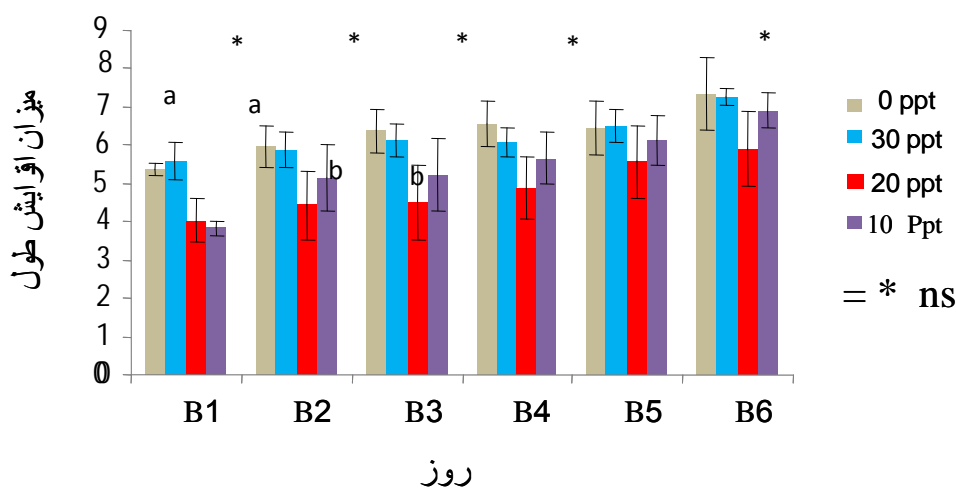
نسبت به شوری‌های ۱۰ و ۲۰ در هزار کم‌تر بود ولی با توجه به داده‌های به‌دست آمده رشد نسبی محسوس و قابل توجهی در این شوری مشاهده شد.

در هفته‌های نهم و دهم آزمایش با توجه به این که ماهیان در حدود ۱ ماه در تیمارهای چهارگانه سازگاری یافته بودند، ماهیان سازگار شده با آب شیرین داری افزایش وزن بیش‌تری نسبت به هفته‌های قبل بودند و رشد نسبی در هفته‌های نهم و دهم در آب شیرین نیز بیش‌تر و محسوس‌تر بود و تقریباً با رشد نسبی در تیمار شوری ۲۰ در هزار برابری می‌نمود.

شده است. در مورد شاخص طول طبق داده‌های به‌دست آمده اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردید ($p > 0.05$). شاخص وزن و فاکتور رشد نسبی در هفته‌های هفتم و هشتم آزمایش در تیمارهای مختلف دارای اختلافات معنی‌داری بودند ($p < 0.05$) اما سایر هفته‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل ۶). با توجه به آزمون مقایسه میانگین دانکن بیش‌ترین میزان رشد نسبی در تیمار ۲۰ در هزار و پس از آن در تیمار ۱۰ در هزار مشاهده گردید. کم‌ترین میزان آن مربوط به تیمار ۳۰ در هزار بود. رشد نسبی در آب شیرین

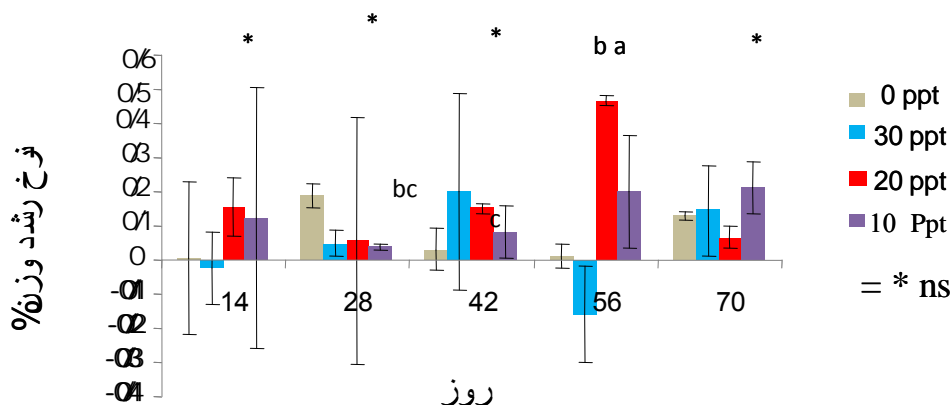


شکل ۴: تغییرات افزایش وزن ماهی اسکات طی دوره آزمایش در تیمارهای شوری مختلف



شکل ۵: تغییرات طول ماهی اسکات طی دوره آزمایش در تیمارهای شوری مختلف





شکل ۶: تغییرات نرخ رشد ویژه ماهی اسکات طی دوره آزمایش در تیمارهای شوری مختلف

بحث

قاعده‌های جانبی) به انجام می‌رسد ترشح کلرید سدیم از آبشش‌ها به صورت ترکیبی از انتقال فعال ثانویه یون کلر و انتقال غیرفعال سدیم صورت می‌گیرد. نیروی محرکه انتقال فعال کلر با فعالیت پمپ $\text{Na}^+/\text{K}^+ \text{ATPase}$ می‌گردد. در واقع فعالیت این پمپ به حفظ غلظت درون سلولی سدیم در مقادیر پایین‌تر از محیط بیرون و غلظت پتاسیم در مقادیر بالاتر از محیط بیرون سلول کمک می‌کند (عبدی و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعه صورت گرفته توسط نوروزی (۱۳۹۰)، مشاهده گردید که در ماهی پافر (*Tetraodon biocellatus*) با کاهش شوری از تعداد سلول‌های کلراید آبشش کاسته و بر تعداد این سلول‌ها در کلیه افزوده می‌شود. همچنین در مطالعه صورت گرفته توسط Imsland و همکاران (۲۰۰۳) بر روی ماهی شانک در شوری بالاتر از شوری آب دریا و شوری ۴۰ در هزار انجام گرفت، تعداد سلول‌های کلراید آبشش پس از ۷ روز سازگاری به صورت معنی‌داری افزایش یافت. در مطالعه بر روی ماهیان هیبرید تریپلوئید *Salmo trutta* * *Oncorhynchus mykiss* (caspius) با امکان سازگاری در شوری‌های ۶، ۱۲ و ۱۸ در هزار که توسط رحیمی و همکاران (۱۳۹۰) انجام پذیرفت، نتایج مطالعات نشان داد که بیش‌ترین تعداد سلول‌های کلراید در تیمار شوری ۱۸ در هزار بودند و با افزایش شوری تعداد سلول‌های کلراید آبششی افزایش یافت. در این آزمایش نیز بیش‌ترین تعداد سلول‌های کلرید آبششی در شوری ۳۰ در هزار دیده شد و با افزایش شوری تعداد سلول‌های کلراید آبششی به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند.

به‌علاوه، نتایج حاصل از آزمایش‌های عطائی‌مهر و همکاران (۱۳۸۵) روی بچه آزاد ماهیان با نام علمی *Salmo trutta caspius* حاکی از این بود که این ماهی‌ها تنظیم فشار

در این مطالعه اثرات تیمارهای مختلف شوری بر میزان رشد و سازگاری ماهی اسکات مورد بررسی قرار گرفت. بیش‌ترین رشد ماهی اسکات در شوری ۲۰ در هزار و بعد از آن در شوری ۱۰ در هزار مشاهده شد. همچنین بیش‌ترین میزان ماندگاری در شوری ۱۰ در هزار مشاهده شد که با نتایج حاصل از مطالعه صورت گرفته بر روی گونه (*Takifugu obscurus*) توسط Shi و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت. در مطالعه صورت گرفته توسط وی نیز بیش‌ترین میزان رشد و بقا در شوری ۱۰ در هزار ملاحظه گردید. همچنین در بررسی صورت گرفته بر روی فیل‌ماهی دریای خزر توسط پورفشتمی (۱۳۸۲) حداکثر رشد ویژه و میزان بقا در آب لب‌شور با شوری ۸ در هزار مشاهده گردید که با چشم‌پوشی از اختلاف ناچیز (۲ قسمت در هزار نمک دریا) با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد.

با کاهش شوری از تعداد سلول‌های کلراید آبشش کاسته گردید، درحالی‌که بر تعداد این سلول‌ها در کلیه افزوده شد. تنظیم اسمزی در ماهیان استخوانی با دخالت مستقیم سلول‌های کلراید و از طریق یک‌سری عملکردهای کاملاً متمایز در ماهیان ساکن آب‌های شور و شیرین به انجام می‌رسد. در ماهیان دریازی وظیفه عمده این سلول‌ها تنظیم اسمزی از طریق ترشح یون کلر توام با ترشح غیرفعال یون سدیم خواهد بود. ترشح فرا غشایی یون کلر از این سلول‌ها به صورت یک فرآیند پیچیده و با دخالت ۴ نوع عمده از ناقل‌ها و کانال‌های حاضر در غشاء راسی و قاعده‌های جانبی (کانال‌های کلر حاضر در غشای راسی سلول، ناقل حاضر در غشای قاعده‌های جانبی، پمپ $\text{Na}^+/\text{K}^+ / 2\text{Cl}^-$ یونی غشای قاعده‌های جانبی و کانال‌های پتاسیمی $\text{Na}^+/\text{K}^+ \text{ATPase}$ غشای

منابع

۱. پورعلی، ح؛ محسنی، م. و علیزاده، م. ۱۳۸۲. مطالعه مقایسه رشد فیله ماهی در دو محیط پرورشی آب لب شور و آب شیرین. مجله علمی پژوهشی شیلات ایران. سال ۱۵، شماره ۱، صفحات ۴۳ تا ۵۰.
 ۲. جعفریان، ح. ۱۳۸۷. مقایسه آب لب شور و شیرین بر عملکرد رشد و تغذیه در ماهی قزل آلی رنگین کمان جوان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۶، ویژه نامه ۲. صفحات ۸۹ تا ۹۸.
 ۳. رحیمی، خ؛ کلباسی، م. و فروزنده، م. ۱۳۹۰. سازگاری ماهیان هیبرید تریپلوئید ماهی آزاد دریای خزر و قزل آلا رنگین کمان در انتقال مستقیم به شوری های متفاوت آب. مجله زیست شناسی ایران. سال ۲۴، شماره ۱، صفحات ۱۲۹ تا ۱۴۲.
 ۴. عبدی، ر؛ پورخواجه، م. و ذوالقرنین، ح. ۱۳۸۹. اثر شوری بر روی میتوکندری های سلول های کلراید آبشش بچه ماهی هامور. مجله علمی پژوهشی محیط زیست جانوری. سال ۲، شماره ۴، صفحات ۳۷ تا ۴۲.
 ۵. نوروزی، م. ۱۳۹۰. مطالعه امکان سازگاری ماهی پافر (*Tetraodon biocellatus*) به محیط آب شیرین. مجله زیست شناسی دریا. دوره ۳، شماره ۴، صفحات ۱۵۱ تا ۱۶۳.
 6. Bancroft, J.D. and Gamble, M., 2007. Theory and Practice of Histological Techniques. Edition: 6
 7. Cataldi, E.; Garibaldi, L.; Crosetti, D.; Leoni, C. and Cataudella, S., 1991. Variations in renal morphology during adaptation to salinities in Tilapias, Environmental Biology of Fishes. Vol. 31, pp: 101-106.
 8. Evans, D.H.; Piermarini, P.M. and Choe, K.P., 2005. The multifunctional fish gill: Dominant site of gas exchange, osmoregulation, acid-base regulation, and excretion of nitrogenous waste. Physiological Reviews. Vol. 85, pp: 97-177.
 9. Imsland, A.K.; Alte Foss, S.G. and Stefansson, S.O., 2003. Gill Na, K-Atpase activity, plasma chloride and osmolality in javelin turbot (*Scophthalmus maximus*) reared at different temperatures and salinities. Aquaculture. Vol. 218, pp: 671-683.
 10. Karnaky, K.J.R., 2006, Structure and function of the chloride cell of *Fundulus horocfinis* and other teleost., Amer, zool, 26: 209-224, In: Fishes: An Introduction to Ichthyology, Moyle, P.B, and Cech., 4th edn. Prentice, Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- اسمزی را به وسیله سلول های کلراید و از طریق افزایش تعداد این سلول ها انجام می دهند. در نتیجه بیان شد که تعداد سلول های کلراید آبششی با افزایش شوری افزایش یافته و اندازه آن ها تغییر نامحسوسی در جهت کاهش نشان می دهد. در این آزمایش نیز تعداد سلول های کلراید آبششی با افزایش شوری برای تنظیم فشار اسمزی افزایش یافت.
- نتایج مطالعه روی سلول های کلراید کلیه نیز نشان داد که تعداد این سلول ها در کلیه با کاهش شوری، افزایش می یابد. افزایش این سلول ها نشان دهنده تکامل یافتن اندام های تنظیم کننده فشار اسمزی و در نتیجه توسعه، تکامل و افزایش کارایی سیستم تنظیم فشار اسمزی در ماهیان می باشد. این یافته ها در موافقت با نتایج تحقیقاتی است که Wendelaar و همکاران (۲۰۱۰) و Wrobel و همکاران (۲۰۰۲) روی کلیه انجام دادند و تکامل سیستم تنظیم فشار اسمزی در اندام های مذکور را گزارش کردند. در نتیجه افزایش تعداد سلول های کلراید کلیه در راستای تکامل ساختاری و افزایش کارایی کلیه که یکی از مهم ترین اندام های تنظیم کننده فشار اسمزی است، در خلال فرایند مذکور ضروری است.
- در همین زمینه Evans (۲۰۰۵) بیان کرد که در راستای تنظیم فشار اسمزی، زمانی که شوری زیاد است، باید هدر رفتن آب بدن ماهی از راه ارادر به وسیله فرایند فیلتراسیون در سلول های کلراید کلیه کاهش یابد از این رو برای جلوگیری از این مسئله کاهش تعداد سلول های کلراید کلیه ضروری است. همچنین تغییر اندازه گلومرول یا شبکه مویرگی پیچیده داخل سلول های کلراید کلیه با تغییر میزان شوری گزارش شده است (Wendelaar و همکاران، ۲۰۱۰). در این راستا Cataldi و همکاران (۱۹۹۱) در ماهی تیلاپیا و Oliverau (۱۹۷۷) در مارماهی و رابطه تغییر اندازه گلومرول داخل سلول های کلراید کلیوی را با تغییرات شوری گزارش نمودند که نتایج مطالعه حاضر در پی تبیین چگونگی این مسئله در ماهی اسکات می باشد. بررسی نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که روند تغییرات فیزیولوژیک مشاهده شده در جهت تطابق با تغییرات شوری در ماهیان اسکات، مشابه با سایر ماهیان استخوانی است. مناسب ترین روند سازگاری و تغییرات بافت آبشش و کلیه در شوری بین ۱۰ تا ۲۰ گرم در لیتر در این ماهی ها مشاهده شد.



11. **Lee, K.M.; Kaneko, F. and Aida, K., 2006.** Prolactin gene expression exposed to hypoosmotic environment gen. Comp. endocrinol. Vol. 149, pp: 285-293.
12. **Lyn, Y.M.; Chen, C.N. and Lee, T.H., 2003.** The expression of gill Na, K-Atpase in milk fish, *Chanos chanos*, acclimated to sea water, brakishwater and fresh water .Comp. Biochem. Physiol. Vol. 135, pp: 489-497.
13. **Monks, N., 2007.** Scats and Monos Old Favorites and New Species for the Brackish-Water Aquarium. Environmental Biology of Fishes. Vol. 31, pp: 208-211.
14. **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. Vol. 115, pp: 223-239.
15. **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), pp: 233-263. London: Chapman and Hall.
16. **Roza, M.; Garcia Gallego, M. and Domezain, A., 2005.** Adaptive branchial mechanisms in the sturgeon *Acipenser naccari* during acclimation to salt water. Comp Biochem. Physiol. Vol. 141, pp: 183-190.
17. **Sampio, L.A. and Bianchini, A., 2002.** Salinity effects on osmoregulation and growth of the euryhalin Flounder *Paralichthys orbignyanus*. Journal of Experimental marine biology and ecology. Vol. 269, pp: 187-196.
18. **Shi, Y.; Zhang, G.; Zhu, Y. and Liu, J., 2010.** Effects of photoperiod, temperature and salinity on growth and survival of obscure puffer *Takifugu obscurus* larvae. Aquaculture. pp: 2-6.
19. **Wendelaar Bonga, S.E., 2010.** Morphometrical analysis with the light and electron microscope of the kidney of the anadromous three spined stickleback *Gasterosteus aculeatus*, from trachurus, from freshwater and from seawater, In Acclimation trails of juvenile Italian sturgeon to different salinities: morpho-physiological descriptors, Journal of Fish Biology. Vol. 47, pp: 609-618.
20. **Wrobel, K.H.; Hees, I.; Schimmel, M. and Stauber, E., 2002.** The genus *Acipenser* as a model system for vertebrate urogenital development: nephrostomial tubules & their significance for the origin of the gonad, Anat Embryol. Vol. 205, pp: 67-80.

