

اثر تراکم ذخیره‌سازی بر رشد و بازماندگی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) در استخر خاکی در شرایط آب لب‌شور

حبیب سرسنگی علی آباد^{۱*}، محمد محمدی^۲، نسرین مشایی^۳، فرهاد رجبی پور^۴، احمد بیطرف^۵، مرتضی علیزاده^۶، جلیل معاضدی^۷

۱- مرکز تحقیقات ملی آبیان آبهای شور، بافق یزد

۲- مرکز تحقیقات ملی آبیان آبهای شور، بافق یزد

۳- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات ملی آبیان آبهای شور، بافق یزد

۴- مرکز تحقیقات ملی آبیان آبهای شور، بافق یزد

۵- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد

۶- دانشیار، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات ملی آبیان آبهای شور، بافق یزد

۷- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران

پذیرش: ۹۶/۰۱/۱۵

دریافت: ۹۴/۰۴/۱۳

*نویسنده مسئول مقاله: h.sarsangi@yahoo.com

چکیده:

برای بررسی اثر تراکم ذخیره‌سازی بر رشد و بازماندگی تیلاپای نیل در استخر خاکی، بچه ماهی با وزن اولیه ۱۳ گرم در سه تیمار تراکمی ۳، ۶ و ۹ قطعه در متر مربع، هر یک با ۲ تکرار رهاسازی شده و طی یک دوره ۱۰۵ روزه با استفاده از غذای تجاری قزل‌آلا پرورش یافتند. تغذیه ماهی‌ها براساس جدول و در ساعت‌های روشنایی انجام شد. نتایج نشان داد برخی شاخص‌های رشد مانند وزن نهایی، رشد روزانه، ضریب رشد ویژه، افزایش وزن و بازماندگی با افزایش تراکم به‌طور معناداری کاهش یافت، درحالی‌که با افزایش تراکم ضریب تبدیل غذایی افزایش معناداری را نشان داد ($p < 0/05$). بالاترین میزان رشد و بازماندگی و نیز پایین‌ترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تراکم ۳ قطعه در متر مربع حاصل شد و از این‌رو با توجه به نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های رشد و نیز میزان بازماندگی برای دستیابی به بالاترین سود در استخر خاکی تراکم ۳ قطعه در متر مربع مناسب‌تر بود.

کلید واژگان: تیلاپای نیل، تراکم، استخر خاکی، آب لب‌شور

مقدمه

پرورش امری ضروری است. در میان عوامل مؤثر در تولید، با توجه به عدم دسترسی به آب و فضای پرورشی بیشتر به منظور افزایش آن، تنها راه ممکن افزایش تولید در واحد سطح است که بر وزن انفرادی و بیومس نهایی اثرگذار بوده و با بهینه‌سازی تراکم ذخیره‌سازی باعث افزایش بازده اقتصادی پرورش تیلاپیا می‌شود. علی‌رغم این‌که با افزایش تراکم در بسیاری از گونه‌ها از جمله تیلاپیا اثرهای منفی بر شاخص‌های رشد و بازماندگی ایجاد شده و دسترسی بهتر به غذا و فضای کافی برای شنا در تراکم‌های پایین‌تر باعث کاهش رفتارهای پرخاشگرانه و استرس‌زا و در نتیجه کاهش مصرف انرژی در این بخش به رشد بالاتر ماهیان می‌انجامد (Balaka et al., 2013; Sen, 2010; Ayman, 2009; Abou et al., 2007; Diana et al., 1995)، اما تعیین تراکم براساس مدیریت کیفیت آب، درصد بقا و ضریب تبدیل غذایی می‌تواند سبب بهبود بهره‌وری از منابع موجود شود. پرورش تیلاپیا در قفس نیز متأثر از تراکم بوده و رقابت برای کسب غذا به‌عنوان عاملی محدودکننده و مهم در رشد ماهیان باعث بروز رفتارهای رقابتی و تهاجمی می‌گردد (Yi et al., 1996). با توجه به موارد مذکور این تحقیق با هدف تعیین تراکم بهینه تیلاپیا در استخرهای خاکی با استفاده از آب لب‌شور زیرزمینی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

برای اجرای تحقیق از سه استخر خاکی، هر یک به مساحت ۵۰۰ متر مربع واقع در مرکز تحقیقات ملی آبزیان آب‌های شور واقع در کیلومتر ۱۰۰ جاده یزد - بافق استفاده شد که با نصب پایه‌های فلزی در طول استخر و اتصال تور پلی‌اتیلن با چشمه ۹ میلی‌متر از وسط به دو قسمت مساوی تقسیم و پس از آهک‌پاشی و کوددهی،

در سال‌های اخیر پرورش تیلاپیا در منابع آبی شیرین و لب‌شور توسعه چشمگیری یافته به طوری که تولید سالانه آن به بیش از ۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۵ بالغ شده است. تاکنون بیش از ۱۳۵ کشور جهان اقدام به پرورش تیلاپیا کرده‌اند. آسیا به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده تیلاپیا در جهان ۸۰ درصد تولید جهانی را به‌خود اختصاص داده است (FAO, 2015). توانایی این ماهی در استفاده از سطوح پایین زنجیره غذایی، فیلترکردن ذرات غذایی در ستون آب و نیز استفاده از بنتوزها و رژیم همه چیز خواری، آن را به گونه مناسب پرورشی تبدیل کرده است. تیلاپیا عموماً در آب‌های داخلی شیرین یا لب‌شور پرورش می‌یابد (Cnaani and Hulata, 2008). این ماهی از سال ۱۳۸۷ وارد ایران شده است و پس از انجام مطالعات موفق دربارهٔ زیست‌محیطی (علیزاده، ۱۳۸۹) سازگاری (سرسنگی، ۱۳۸۹)، تغذیه (محمدی، ۱۳۸۹)، تکثیر (مشایی، ۱۳۸۹) و تک جنس‌سازی (بیطرف، ۱۳۸۹)، زمینه معرفی آن به مزارع بخش خصوصی فراهم شد و به‌صورت پایلوت در طی سال‌های گذشته در چند مزرعه پرورش تیلاپیا انجام شد.

با توجه به جایگاه تیلاپیا در آبی‌پروری دنیا، معرفی این گونه به صنعت آبی‌پروری کشور می‌تواند گام بزرگی در مسیر افزایش تنوع گونه‌ای، افزایش تولید ماهیان گرم آبی، افزایش تولید در واحد سطح (با توجه به تراکم‌پذیری بالا) و در مجموع منشأ تحولی در آبی‌پروری باشد. اگرچه پرورش تیلاپیا در سیستم‌های متراکم و با استفاده از غذای فرموله شده در حال افزایش است، اما هنوز بیشترین تولید در سیستم‌های نیمه‌متراکم، در استخرهای خاکی انجام می‌شود (Cnaani and Hulata, 2008) که برای ترویج و توسعه پرورش آن، تعیین نرم‌اتیوهای

پس از گردآوری اطلاعات اختلافات موجود بین تیمارها از نظر وزن اولیه هنگام رهاسازی، وزن نهایی هنگام برداشت، شاخص‌های رشد از جمله ضریب رشد ویژه^۱، رشد روزانه^۲ و افزایش وزن^۳، ضریب تبدیل غذایی^۴ و میزان بازماندگی در سه تیمار تراکم ۳، ۶ و ۹ قطعه در متر مربع، هر یک با دو تکرار بررسی و محاسبات و آنالیز نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار (version 21) SPSS انجام شد. از آزمون کالگومروف-اسمیرنوف^۵ به منظور بررسی طبیعی بودن داده‌ها استفاده شد. پس از اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها از آزمون یک طرفه one-way-ANOVA و Duncan به عنوان آزمون Post HOC در سطح ۰/۰۵ (۵ درصد خطا) برای مقایسه میانگین‌ها استفاده گردید.

نتایج

در طول آزمایش میزان متغیرهای محیطی برای تمامی تیمارها و تکرارها در حد توان ثابت شد. شوری آب با توجه به استفاده از آب زیرزمینی و تعویض آب در طول دوره تقریباً ثابت بود و میزان آن ۸/۵ تا ۹ گرم بر لیتر بود. میزان pH در تیمارهای مختلف بین ۸/۲۲ تا ۸/۶۱ اندازه‌گیری شد و تغییرات زیادی مشاهده نشد. تغییرات اکسیژن محلول، یون آمونیوم، دمای آب و عمق رویت سشی دیسک و تغییرات وزن ماهیان در تراکم‌های مختلف در طول دوره پرورش در شکل‌های ۱ تا ۵ آمده است.

آبگیری آنها انجام شد. پرورش از وزن ۱۳ گرم آغاز و در طول یک دوره ۱۰۵ روزه، برای باروری استخر از کود مرغی و کود شیمیایی (اوره و سوپر فسفات) و برای تغذیه نیز از غذای تجاری قزل‌آلا متناسب با اندازه ماهیان استفاده گردید. روزانه غذای هر تکرار به میزان ۲ تا ۳ درصد توده زنده در ظروف جداگانه توزین و در ۳ وعده غذایی به ماهیان داده شد. برای محاسبه میزان غذای لازم و همچنین آگاهی از عملکرد رشد، هر ۱۴ روز یکبار عملیات زیست‌سنجی ماهی‌ها انجام شد. برای زیست‌سنجی ۳۰ تا ۵۰ قطعه از هر استخر به طور تصادفی با استفاده از تور پرتابی صید و وزن و طول کل ماهیان اندازه‌گیری و ثبت گردید. با محاسبه میانگین هر تیمار میزان غذا براساس جدول محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری دمای هوا یک دماسنج ماکزیمم-مینیمم در نقطه‌ای مناسب نصب و دمای هوای منطقه به صورت روزانه ثبت شد. دمای آب استخرها (با دماسنج الکلی معمولی) و میزان اکسیژن محلول (دستگاه پرتابل مارک Hatch) به صورت روزانه صبح و عصر اندازه‌گیری و ثبت گردید. ضمن این‌که pH و شوری آب به صورت هفتگی به کمک دستگاه پرتابل مارک Hatch ارزیابی شد. سایر شاخص‌های آب نظیر نیتريت و آمونیوم به صورت ماهیانه به کمک کیت‌های سنجش و دستگاه PF11 اندازه‌گیری شد. همچنین اندازه‌گیری عمق شفافیت استخر نیز به وسیله سشی دیسک انجام شد و براساس عمق شفافیت میزان و زمان کوددهی و تعویض آب تعیین گردید. برای آگاهی از وضعیت رشد، هر ۱۴ روز یکبار زیست‌سنجی ماهی‌ها انجام شد و وزن آنها با ترازوی دیجیتالی AND با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری و ثبت گردید.

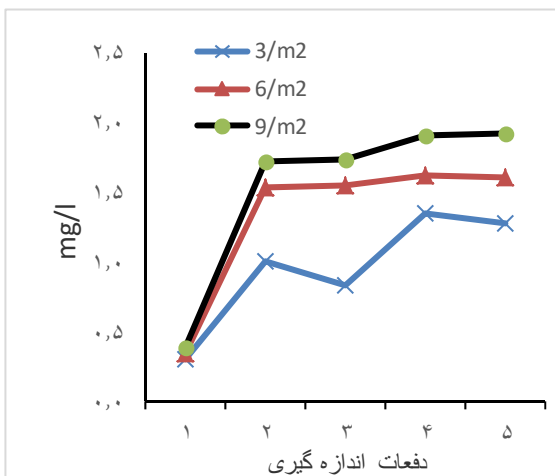
۱. $100 \times \text{مدت زمان پرورش} / (\text{لگاریتم نهی وزن اولیه} - \text{لگاریتم نهی وزن نهایی}) = \text{ضریب رشد ویژه}$

۲. $\text{مدت زمان پرورش} / (\text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی}) = \text{رشد روزانه}$

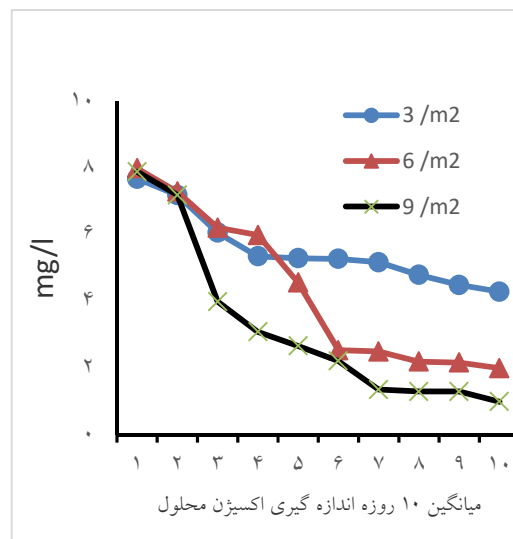
۳. $\text{توده اولیه} - \text{توده نهایی} = \text{افزایش وزن}$

۴. $\text{افزایش وزن} / \text{کل غذای مصرفی} = \text{ضریب تبدیل غذایی}$

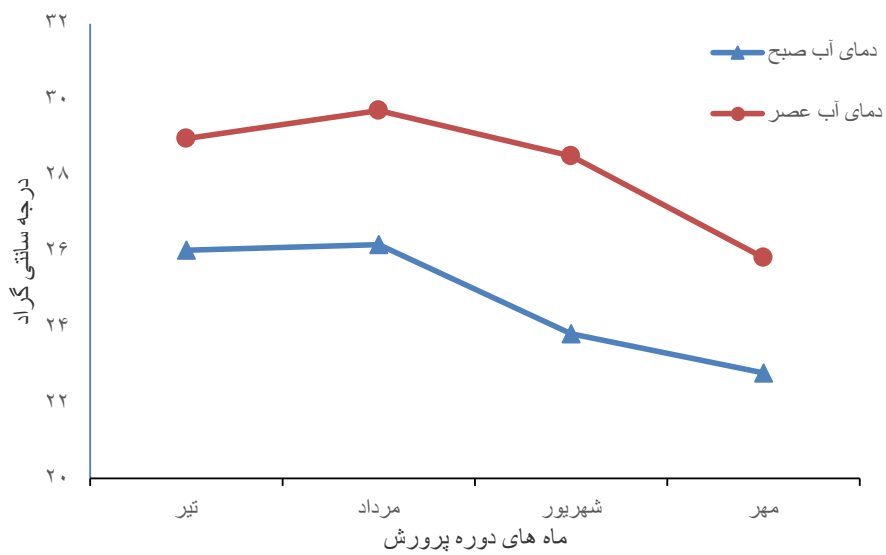
۵. Kolmogorov-Smirnov



شکل ۲ نمودار تغییرات آمونیوم در تراکم‌های مختلف



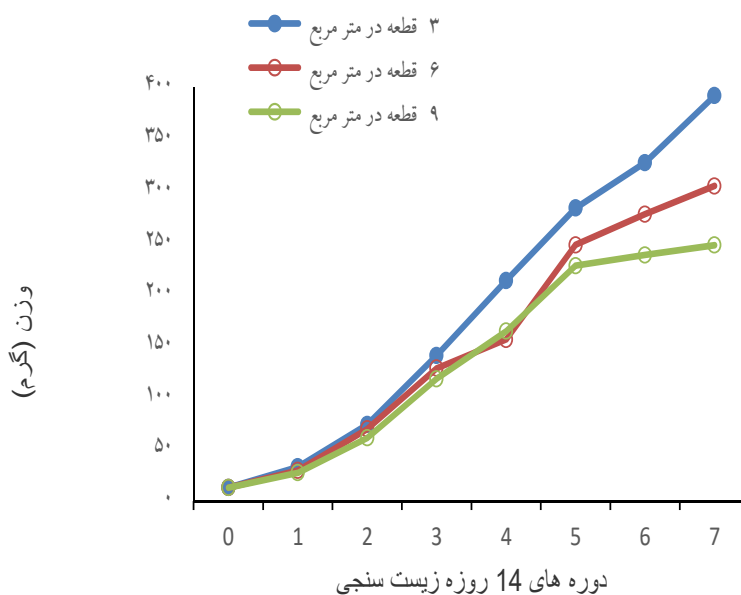
شکل ۱ نمودار تغییرات اکسیژن محلول در آب در تراکم‌های مختلف



شکل ۳ نمودار میانگین تغییرات دمای آب در طول دوره پرورش



شکل ۴ نمودار میانگین تغییرات عمق شفافیت آب استخر در تراکم‌های مختلف



شکل ۵ نمودار تغییرات وزن ماهیان در تراکم‌های مختلف در طول دوره پرورش

نتایج حاصل از اندازه‌گیری و محاسبه شاخص‌های رشد (رشد روزانه، ضریب رشد ویژه، افزایش وزن)، ضریب تبدیل غذایی و بازماندگی در تراکم‌های مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ نتایج حاصل از اندازه‌گیری و مقایسه شاخص‌های رشد در تراکم‌های مختلف

بازماندگی (درصد)	ضریب تبدیل غذایی	رشد ویژه (درصد در روز)	رشد روزانه (گرم در روز)	افزایش وزن (گرم)	وزن نهایی (گرم)	وزن اولیه (گرم)	شاخص‌ها	تیمارها
۹۴/۸ ± ۱ a	۰/۵۱ ± ۰/۰۵ a	۳/۲۴ ± ۰/۰۳ a	۳/۶۱ ± ۰/۱ a	۳۷۹/۱ ± ۱۴/۲ a	۳۹۲/۱ ± ۱۴/۲ a	۱۳/۳ ± ۱/۰۵ a		۳ قطعه در متر مربع
۹۰/۷ ± ۰/۷ b	۰/۷۴ ± ۰/۰۲ b	۳ ± ۰/۰۱ b	۲/۷۷ ± ۰/۰۵ b	۲۹۱/۴ ± ۵/۵ b	۳۰۴/۴ ± ۵/۵ b	۱۳/۱ ± ۱/۲ a		۶ قطعه در متر مربع
۸۷/۰۵ ± ۱/۳ b	۰/۹۷ ± ۰/۰۲ c	۲/۸۰ ± ۰/۰۲ c	۲/۲۳ ± ۰/۰۵ c	۲۳۴/۴ ± ۶ c	۲۴۷/۴ ± ۶ c	۱۲/۸ ± ۱/۳ a		۹ قطعه در متر مربع

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار است ($p > 0.05$).

جدول ۲ اطلاعات مربوط به میزان مواد مصرفی و محصول نهایی پس از پایان دوره پرورش تیلایا در تراکم‌های مختلف

متر مربع/۹	متر مربع/۶	متر مربع/۳	
۴۲۰۰	۲۸۰۰	۱۴۰۰	تعداد
۲۴۷	۳۰۴	۳۹۲	وزن نهایی (گرم)
۴۰	۴۰	۴۰	کود شیمیایی (کیلوگرم)
۳۸۰	۳۴۰	۲۸۰	کود مرغی (کیلوگرم)
۸۸۸	۵۷۲	۲۶۸	غذای مصرفی (کیلوگرم)
۹۱۵/۲۶	۷۷۳/۲۳	۵۲۰/۶۳	محصول برداشتی (کیلوگرم)
۲۶/۷	۲۲/۲	۱۶/۲	درصد ماهی ریز

بحث

کاهش رشد و افزایش ضریب تبدیل غذایی شده و در نهایت با اضافه شدن استرس‌های فیزیولوژیک حاصل از تراکم بالا پرورش در این تراکم‌ها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست که این نیز از سوی سایر محققان تأیید می‌شود (Rahman and Monir, 2013).

تراکم ذخیره‌سازی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در پرورش تیلایا به‌شمار می‌رود و به‌دلیل اهمیت موضوع مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است. اما نتایج به‌دست آمده بسیار متفاوت بیان شده که دلیل این تفاوت‌ها می‌تواند مربوط به تفاوت در گونه‌ها، سن و اندازه ماهیان، کیفیت غذای مصرفی و مدیریت تغذیه‌ای، سیستم‌های مختلف پرورشی و کیفیت آب‌های مورد استفاده باشد. با توجه به شکل ۵، بررسی روند رشد در مقاطع زمانی مختلف نشان می‌دهد که تا سومین زیست‌سنجی که وزن ماهیان به حدود ۱۵۰ گرم رسیده است، شاخص‌های رشد در هر سه تیمار تراکمی مشابه بوده و اختلاف چندانی در تراکم بالا و پایین مشاهده نمی‌شود و می‌توان تا وزن ۱۵۰ گرم بدون این‌که کاهش در آنها حاصل شود، ماهیان را حتی با تراکم ۹ قطعه در متر مربع نیز به‌راحتی پرورش داد. این نتایج از سوی رونالد و همکاران (۲۰۱۴) نیز تأیید شده است به‌طوری‌که بیشترین ظرفیت نگهداری یک سیستم پرورش بر

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب در سلامت کیفیت آب و تولید غذای طبیعی استخر نقش مهمی ایفا می‌کند (Rahman and Monir, 2013). با توجه به شکل‌های تغییرات اکسیژن و آمونیم در طول دوره پرورش به‌خوبی مشاهده می‌شود که میزان اکسیژن محلول در آب در هر تراکم هر چه به پایان دوره پرورش نزدیک می‌شود، روند کاهشی داشته و میزان آن در بین تیمارهای تراکمی مختلف با افزایش تراکم کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که در اواخر دوره که بالاترین بیومس در استخر وجود دارد، در تراکم ۹ قطعه در متر مربع به حدود ۱ میلی‌گرم در لیتر و حتی کمتر از ۱ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد. با برقراری جریان آب محدود در شب شرایط استخر مدیریت شد و تلفات زیادی اتفاق نیفتاد، ولی در اوایل صبح ماهیان با کمبود اکسیژن مواجه شده و در محل ورودی تجمع می‌کردند و حالت piping در آنها مشاهده می‌شد. اما در تراکم ۳ قطعه در متر مربع شرایط این‌گونه نبود و میزان اکسیژن حتی در اواخر دوره نیز حدود ۴ میلی‌گرم در لیتر بود. Rahman و Monir (۲۰۱۳) نیز بیان داشتند که با افزایش میزان تراکم، اکسیژن به‌دلیل مصرف بیشتر به‌وسیله ماهیان و سایر ارگانیسم‌ها کاهش یافته است. از طرف دیگر میزان آمونیم نیز رو به افزایش بود که این شرایط باعث

مصرف ماهیان با توجه به وزن ارائه شده قیمت‌گذاری می‌شوند و قیمت فروش تیلاپیا با وزن حدود ۲۵۰ گرم بسیار پایین است، بنابراین برای دستیابی به سود اقتصادی باید ماهیان را در محدوده وزنی ۴۰۰ تا ۵۰۰ گرم به بازار عرضه کرد.

در آبی‌پروری ضریب تبدیل غذا یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده بازده اقتصادی به‌شمار می‌رود و همان‌طور که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود، بهترین ضریب تبدیل غذا مربوط به کمترین تراکم یعنی ۳ قطعه در متر مربع حاصل شده، با افزایش تراکم میزان آن افزایش یافته است. با توجه با ثابت بودن سایر شاخص‌های مؤثر بر ضریب تبدیل غذایی نظیر نوع و میزان غذا، درجه حرارت آب و دفعات غذاهای بین تیمارهای آزمایش، به‌نظر می‌رسد میزان تراکم در استخرها نقش تعیین‌کننده‌ای در اختلافات ایجاد شده بین تیمارها از نظر ضریب تبدیل غذایی ایفا کرده و باعث کاهش بهره‌وری غذایی مصرفی و افزایش هزینه تولید شده است که از سوی سایر محققان نیز تأیید شده است (Diana et al., 2003; Abou et al., 2007; Bahnasawy et al., 2003). تراکم به‌عنوان یک منبع استرس باعث کاهش اشتها می‌گردد و به‌واسطه آن کارایی غذا کاهش می‌یابد (Alanara and Brannas, 1996). از طرف دیگر، این افزایش ضریب تبدیل غذایی می‌تواند مربوط به دسترسی کمتر به غذای زنده در استخر در تراکم‌های بالاتر باشد به‌طوری‌که با افزایش تراکم شفافیت آب و به‌عبارتی عمق رویت سشی دیسک افزایش یابد. عمق رویت سشی دیسک به‌عنوان شاخص عمق شفافیت و به‌عبارتی دیگر در استخری که شکوفایی پلانکتونی دارد، به‌عنوان شاخصی برای سنجش میزان غذای زنده به‌کار می‌رود. در مطالعه‌ای (Rahman and Monir, 2013) بیان داشتند عمق شفافیت با افزایش تراکم به‌دلیل کاهش جمعیت پلانکتونی یا به‌عبارتی افزایش مصرف پلانکتون‌ها به‌وسیله ماهیان افزایش یافته است. علاوه بر این

پایه میزان بیومس موجود در آن بیان می‌شود و زمانی‌که ماهیان وزن پایین‌تری دارند، ظرفیت آن در توانایی تحمل تراکم‌های بالاتر بیشتر است. این امر در ابتدای دوره پرورش می‌تواند به مدیریت استخرها و استفاده بهینه از آب و فضا کمک کند به‌طوری‌که در ۴۵ روز اول پرورش با استفاده از تراکم بالا تعداد محدودتری استخر آبیگری و استفاده شده، سپس به‌تدریج سایر استخرها آماده‌سازی و ماهیان به آنها معرفی می‌شوند. اما از وزن ۱۵۰ گرم به بالا کاهش رشد محسوسی در تراکم ۶ و ۹ قطعه در متر مربع نسبت به تراکم ۳ قطعه در متر مربع مشاهده می‌شود. در ادامه تا وزن ۲۵۰ گرم تراکم ۶ و ۹ قطعه نیز رشد مشابهی را نشان می‌دهند، اما از این وزن به بالا تراکم ۹ قطعه در متر مربع رشد بسیار کمی دارد و با گذشت زمان افزایش وزن قابل توجهی حاصل نمی‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد اثر متقابل اجتماعی برای کسب غذا و مکان تأثیر منفی روی رشد آبیان دارد و در بسیاری از گونه‌های پرورشی رشد به‌طور معناداری با افزایش تراکم ذخیره‌سازی کاهش می‌یابد (Diana, 1995; Chowdhury et al., 2006; Ayman, 2009; Romana-Eguia et al., 2010). تراکم بالا باعث افزایش استرس و کاهش سهولت دسترسی به غذا می‌شود؛ یعنی مصرف انرژی بیشتر برای به‌دست آوردن غذا باعث کاهش رشد می‌گردد. این موارد با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد. تراکم به‌عنوان یک عامل محدودکننده رشد مطرح شده است (Helser and Almeida, 1997) که از طریق افزایش رقابت غذایی (Islam, 2002)، محدودیت فضا و افزایش نزاع برای ایجاد و حفظ قلمرو (Ewing et al, 1998) و پایین‌تر بودن اکسیژن (Yi and Diana, 1996) نمایان می‌شود. نیاز انرژی را افزایش می‌دهد و از این طریق باعث کاهش رشد و بازدهی غذا می‌گردد. اگر تقاضا برای خرید ماهیان با وزن حدود ۲۵۰ گرم در بازار مصرف وجود داشته باشد، امکان پرورش تیلاپیا با تراکم ۹ قطعه در متر مربع در استخر خاکی وجود دارد. در بازار

تشکر و قدردانی

از تلاش‌های مشفقانه همکاران در ستاد مؤسسه و نیز مساعدت و همراهی همکاران در مرکز ملی آبزیان آب‌های شور که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند، سپاسگزارم.

منابع

- Abou, Y., Fiogbe, E., Claud, J. 2007.** Effect of stocking density on growth, yield and profitability of farming Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fed Azolla diet in earthen ponds. *Aquaculture Research*, 38: 595-604.
- Alanara, A., Brannas, E. 1996.** Dominance in demand feeding behavior in Arctic charr and rainbow trout, the effect of stocking density. *Journal of fish biology*, 48: 242-254.
- Alizadeh, M. 2010.** Environment impact assessment of tilapia farming project in brackish water of Bafgh, Fisheries Research Organization, 130 p.
- Ayman, A. A. 2009.** Effect of initial weight and stocking density on growth performance of mono sex Nile tilapia reared in semi intensive system. *Egypt J. Aquat. Biol. and Fish*, 13: 69-80.
- Bahnasawy, M. H., Abdel-Baky, T. E., Abd-Allah, G. A. 2003.** Growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings raised in an earthen pond. *Arch. Pol. Fish*, 11: 277-285.
- Balaka, M., Kassam, D., Rusuwa, B. 2013.** Effect of stocking density on growth and survival of improved and unimproved native strains of *Oreochromis shiranus* raised in hapas. *Indian J. Fish*, 60:151-155.
- Bitaraf, A. 2011.** An investigation on all male production of Nile tilapia under the condition of brackish water in Bafgh, Fisheries Research Organization, 80 p.
- Chowdhury, M. A. K., Yi, Y., Lin, C. K., El-Haroun, E. R. 2006.** Effect of salinity on carrying capacity of adult Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. in recirculating system. *Aquaculture research*, 37: 1627-1635.
- Cnaani, A., Hulata, G. 2008.** Tilapias. Genome mapping and Genomics in animals, chapter 4.
- Diana, J. S., Yi, Y., Lin, C. K. 1995.** Stocking densities and fertilization regimes for Nile tilapia

با افزایش تراکم، میزان اکسیژن نیز کاهش می‌یابد و نبود اکسیژن کافی نیز باعث کاهش کارایی غذا و افزایش ضریب تبدیل در تراکم‌های بالاتر می‌گردد که از سوی Tran-Duy و همکاران (۲۰۱۲) تأیید گردید.

افزایش تراکم باعث بروز تلفات بیشتر در ماهیان می‌گردد. درصد بازماندگی در تراکم ۳، اختلاف معناداری با تراکم ۶ و ۹ قطعه در متر مربع در سطح ۹۵ درصد نشان داد ولی بین تراکم ۶ و ۹ قطعه در متر مربع اختلاف معنادار مشاهده نشد؛ اگرچه میزان بقا در تراکم ۹ قطعه در متر مربع پایین‌تر بود. این نتایج از نظر روند کاهش درصد بقا با افزایش تراکم با نتایج سایر محققان همخوانی دارد (Diana et al., 1995; Bahnasawy et al., 2003; Moreira et al., 2005; Abou et al., 2007; Mahmoud and Hssan, 2009). افزایش تلفات در تراکم‌های بالاتر را می‌توان به افزایش تنش در اثر بالا رفتن تراکم و نیز افزایش بار آلودگی آب استخر نسبت داد. با توجه به جدول ۲، درصد ماهیان ریز با افزایش تراکم افزایش می‌یابد؛ یعنی هر چه تراکم بالاتر باشد اختلاف وزن در ماهیان به دلیل افزایش رقابت در تغذیه (Islam, 2002) بیشتر می‌گردد به طوری که در تراکم ۹ قطعه در متر مربع ماهیان ریز ۲۶/۷ درصد از محصول نهایی را شامل می‌شود و این رقم در تراکم ۳ قطعه در متر مربع ۱۶/۲ درصد است. به طور کلی بین تراکم ذخیره‌سازی و میزان محصول نهایی رابطه‌ای مثبت و بین تراکم ذخیره‌سازی و وزن انفرادی هنگام برداشت رابطه‌ای منفی برقرار است. همچنین با افزایش تراکم، اختلاف وزن در ماهیان هنگام برداشت افزایش می‌یابد (El-Sayed, 2006). در مجموع با توجه به نتایج، بالاترین میزان رشد و بازماندگی و نیز پایین‌ترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تراکم ۳ قطعه در متر مربع حاصل شد. از این رو برای دستیابی به بالاترین سود در استخر خاکی تراکم ۳ قطعه در متر مربع مناسب‌تر است.

tilapia (chitralada and Red-stirling), their crosses and the Israeli tetra hybrid ND-56. *Aquaculture research*, 36: 1049- 1055.

Rahman, S., Monir, Md. S. 2013. Effect of stocking density on survival, growth and production of Thai *Anabas testudineus* (Bloch) fingerlings under nursery ponds management in northern regions of Bangladesh. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 1 (6), 465-472.

Romana-Eguia, M. R. R., Ikeda, M., Basiao, Z. U., Taniguchi, N. 2010. Growth comparison of Asian Nile and red tilapia strains in controlled and uncontrolled farm conditions. *AquacultInt*, 18: 1205-1221.

Ronald, N., Gladys, B., Gasper, E. 2014. The effects of stocking density on the growth and survival of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry at Son Fish Farm, Uganda. *Aquaculture Research & Development*, 5 (2), 7p.

Sarsangi, H. 2011. The study of adaptation, growth and survival of tilapia in Bafgh brackish water, Fisheries Research Organization, 50 p.

Sen, S. 2010. Effect of stocking density and fertilization on the growth performance of tilapia (*Oreochromis* spp.) fed rice bran, water spinach and duckweed in pond and paddy field. MSC. Thesis, Swedish university of agricultural sciences. 28.

Tran-Duy, A., Van Dam, A. A., Schrama, J. W. 2012. Feed intake, growth and metabolism of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in relation to dissolved oxygen concentration. *Aquaculture Research*, 43, 730-744.

Yi, Y., Lin, C. K., Diana, J. S. 1996. Influence of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages. *Aquaculture*, 146: 2505-215.

(*Oreochromis niloticus*) production in ponds with supplemental feeding.

Diana, J. S., Lin, C. K., Jaiyen, K. 1994. Supplemental feeding of tilapia in fertilized ponds. *J. World Aquaculture*, 25: 497-506.

El-Sayed, A.F.M. 2006. Tilapia culture, Cabi pub, 277 p.

Ewing, R. D., Sheahan, J. E., Lewis, M. A., Palmisano, A. N. 1998. Effect of rearing density and raceway conformation on growth, food conversion, and survival of juvenile spring Chinook salmon. The progressive Fish-culturist, 60:167-178.

FAO. 2015. FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics. ISSN 2070-6057.

Helser, T. E., Almeida, F. P. 1997. Density-dependent growth and sexual maturity of silver hake in the northwest Atlantic. *Journal of Fish Biology*, 51: 607-623.

Islam, M. S. 2002. Evaluation of supplementary feed for semi-intensive pond culture of mahseer, tor putitora. *Aquaculture*, 212: 263-276.

Mahmoud, A. A., Hassan, A. A. 2009. Growth performance of *Oreochromis niloticus* in earthen ponds as affected with different types of manures. *Abbassa international journal for aquaculture*, 183-199.

Mohamadi, M. 2011. Determining optimal diet for rearing black tilapia in Bafgh brackish water. Fisheries Research Organization, 60 p.

Mashaii, N. 2011. Determining the biotechnic of reproduction and production of tilapia fry in brackish water, Fisheries Research Organization, 57 p.

Moreira, A. A., Moreira, H. L. M., Hilsdorf, A. W. S. 2005. Comparative growth performance of two Nile



Effect of stocking density on growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in brackish water earthen pond.

Habib Sarsangi Aliabad^{1*}, Mohammad Mohamadi², Nasrin Mashaii³, Farhad Rajabipour⁴,
Ahmad Bitaraf⁵, Morteza Alizadeh⁶, Jalil Moazedi⁷

1- National Research Center of Saline Water Aquatics, Bafgh, Iran

2- National Research Center of Saline Water Aquatics, Bafgh, Iran

3- Scientific Board of National Research Center of Saline Water Aquatics, Bafgh, Yazd, Iran

4- National Research Center of Saline Water Aquatics, Bafgh, Iran

5- Scientific Board of Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Iran

6- Associate Professor, Scientific Board of National Research Center of Saline Water Aquatics, Bafgh, Iran

7- Iranina Fisheries Science Research Institute, Tehran, Iran

Received: 04.07.2015 Accepted: 04.04.2017

* Corresponding author: h.sarsangi@yahoo.com

Abstract:

An experiment was conducted to evaluate the effects of stocking density on growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in brackish water earthen pond. Fish with initial weight of 13 g kept in three stocking density 3, 6 and 9 fish/m² in duplicates and were fed on rainbow trout feed for 105 days during the light period. The results showed significant reduction in final weight, weight gain, daily growth rate, specific growth rate and survival by increasing stocking density, while feed conversion ratio enhanced in higher stocking densities ($p < 0.05$). Among the treatments evaluated, 3 fish/m² showed the best growth rate and survival, and the lowest feed conversion ratio. So, it seems that to achieve the highest profit, the stocking density of 3 fish/m² is suitable for culturing of tilapia in earthen pond.

Key words: Tilapia, *Oreochromis niloticus*, Stocking density, Earthen pond, Brackish water