View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور

عنوان :

پرورش تیلاپیا در قفس در برخی منابع آبی (استخرهای پرورش و ذخیره آب کشاورزی) حوزه بافق

مجری:
فرهاد رجبی پور

شماره ثبت
۴۹۷۲۱

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور

عنوان پروژه : پرورش تیلاپیا در قفس در برخی منابع آبی (استخرهای پرورش و ذخیره آب کشاورزی) حوزه بافق
شماره مصوب پروژه : ۹۱۱۰۶-۱۲-۱۲-۴
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : فرهاد رجبی پور
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) :
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : فرهاد رجبی پور
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : محمدرضا حسن نیا، نسرین مشائی، محمد محمدی، حبیب سرسنگی، محمد جعفری، مهدی نجار، شهرام بهمنش، واحد اخیگان، جواد شفیعی مبارکه
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : حسین محمد میرزایی
محل اجرا : استان یزد
تاریخ شروع : ۹۱/۳/۱
مدت اجرا : ۲ سال و ۱۰ ماه
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

پروژه : پرورش تیلاپیا در قفس در برخی منابع آبی (استخرهای پرورش و ذخیره آب کشاورزی) حوزه بافق

کد مصوب : ۹۱۱۰۶-۱۲-۱۲-۴

شماره ثبت (فروست) : ۴۹۷۲۱ تاریخ : ۹۵/۴/۹

با مسئولیت اجرایی جناب آقای فرهاد رجبی پوردارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته فیزیولوژی جانوری می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اصلاح نژاد و تکثیر و پرورش آبزیان در تاریخ ۹۵/۲/۱ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده □ مرکز ■ ایستگاه □

با سمت کارشناس در مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور مشغول بوده است.

عنوان	«فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
۱- مقدمه ۲
۱-۱-تیلاپیا ۲
۱-۲- زیست شناسی ۲
۱-۳- پرورش تیلاپیا ۴
۱-۴- سیستم های پرورش ۴
۲- پیشینه تحقیق ۱۲
۳- مواد و روشها ۱۴
۴- نتایج ۱۶
۵- بحث ۲۱
منابع ۳۳
چکیده انگلیسی ۳۸

چکیده

تیلاپیا از گروه تیلاپیاماهیان و دومین گروه ماهیان پرورشی جهان پس از کپورماهیان هستند. پرورش تیلاپیا در بیش از ۱۳۵ کشور جهان صورت می گیرد. بدلیل تراکم پذیری این ماهی، روش های نیمه متراکم پرورش آن در جهان به موازات کمبود منابع آب درحال جایگزینی با سیستم های پرورش متراکم مانند قفس است.

مطالعات تیلاپیا در ایران از پاییز سال ۱۳۸۷ در مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور آغاز شده و جنبه های مختلف تکثیر و پرورش از جمله برخی سیستم های مختلف سنتی و نوین تولید این ماهی بررسی شده است.

مطالعه حاضر در دو دوره سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳ باهدف پرورش ماهی تیلاپیا نیل *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) در قفس تا وزن بازاری و تعیین تراکم مناسب تولید درمحدوده ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ قطعه بر مترمکعب، در دو محیط آب شیرین و لب شور برای نخستین بار در کشور صورت گرفت. در دوره اول بررسی ماهیان پرورشی در یک دوره ۸۰ روزه از وزن اولیه ۱۰۰ گرم به وزن ۳۳۱-۲۷۲ گرم، و در دوره دوم پس از ۱۴۵ روز از وزن اولیه ۵۰ گرم به وزن نهایی ۴۵۰-۳۲۹ گرم رسیدند.در آب لب شور و شیرین بترتیب محدوده تغییرات ضریب تبدیل غذایی ۱/۸۷-۱/۰۸ و ۳/۷۲-۱/۵۶، نرخ رشد روزانه ۲/۹۲-۲/۱۴ و ۲/۹۱-۱/۶۳گرم بر روز، نرخ رشد ویژه ۱/۵۴-۱/۲۹ و ۱/۱۲-۰/۶۳، و تولید در واحد حجم ۴۱/۶-۷/۱۷ و ۳۸-۵/۹۸ کیلوگرم بدست آمد. نتایج نشان داد ذخیره سازی با تراکم های ۷۵ تا ۱۲۵ قطعه برمترمکعب در قفس های آب لب شور و شیرین مناسب بوده و باتوجه به برتری نتایج در شرایط آب لب شور کاربرد این روش توصیه می شود.

کلمات کلیدی: تیلاپیا، پرورش، قفس، تراکم، ایران.

۱-مقدمه

بدلیل محدودیت ذخایر طبیعی آبزیان، از سال های قبل صنایع شیلاتی جهان در جهت توسعه آبزی پروری تمرکز یافته اند. تیلاپیا ماهی تجاری مهمی است که پرورش آن در جهان در سال های اخیر توسعه قابل توجهی پیدا کرده و گزینه مناسب آبزی پروری در آب های لب شور است.

۱-۱- تیلاپیا

تیلاپیا نام عمومی گروهی از ماهیان خانواده سیچلیده (Cichlidae) با منشأ آب های داخلی آفریقا با حدود ۱۰۰ گونه و زیرگونه است. تیلاپیاها با داشتن خط جانبی منقطع، بدن از طرفین فشرده و مرتفع با باله پشتی طویل قابل تشخیص هستند. جلوی باله پشتی بشدت خاردار شده، در باله شکمی و مخرجی نیز خارها وجود دارد. معمولاً نوارهای عمودی در طرفین بدن بچه ماهیان، انگشت قدها و برخی بالغین یافت می شود (Popma & Masser, 1999).

در گذشته تیلاپیاهایی که مورد علاقه آبزی پروران بودند عضوی از جنس *Tilapia* شناخته می شدند. در دهه ۷۰ میلادی این گونه ها در جنس *Sarotherodon* و در دهه ۸۰ میلادی در جنس *Oreochromis* رده بندی شدند اگرچه نام عمومی تیلاپیا هنوز کاربرد دارد. در مطالعات بعدی گونه‌های تیلاپیا براساس روش تولیدمثل تقسیم بندی شدند. در جدیدترین تاکسونومی که توسط Trewavas (1983) ارائه شده، تیلاپیاها در سه جنس *Tilapia* (محافظان بستر)، *Sarotherodon* (دهان لانه ای دو والدی) و *Oreochromis* (دهان لانه ای مادری) قرار دارند که براساس روش تولیدمثل آنها است اما عادات تغذیه‌ای و پراکنش جغرافیایی این سه گروه نیز متفاوت است. بیشتر تیلاپیاهایی که در آبزی‌پروری بکار می‌روند از جنس *Oreochromis* هستند.

انواع مختلفی از هیبریدهای تیلاپیا در نتیجه آمیزش بین گونه های مختلف آنها تولید شده که برخی از آنها ویژگی های مطلوب مورد نظر آبزی پروران را دارند (Popma & Masser, 1999).

۱-۲- زیست شناسی

بطور معمول تیلاپیا در برابر شوری زیاد، درجه حرارت بالای آب، اکسیژن محلول پایین و غلظت‌های بالای آمونیاک، نسبت به بیشتر ماهیان پرورشی آب شیرین قدرت تحمل بیشتری دارد.

رفتارهای متمایز جفت‌گیری و تولیدمثلی تیلاپیاها زیست‌شناسان رفتارشناس و دانشمندان علوم دریایی را به خود جذب کرده است. همه گونه‌های تیلاپیا آشیانه‌ساز هستند. نرها قلمرویی برای خود تعیین و از آن دفاع می‌کنند و در آن آشیانه کم عمقی حفر می نمایند. برعکس چندزوجی جنس *Oreochromis*، در گونه‌های جنس *Tilapia* و *Sarotherodon* زوج هایی تشکیل می‌شود که تا چندین مرحله جفت‌گیری با یکدیگر بوده و ماده‌ها نیز در ساخت آشیانه همکاری می‌کنند.

گونه‌های جنس های *Oreochromis* و *Sarotherodon* دهان لانه ای (mouth brooder) نامیده می‌شوند بدین معنی که پس از خروج تخمک و بارور شدن توسط ماهی نر، تخم ها در دهان ماده انکوبه و تفریخ می‌شوند. گونه‌های جنس *Tilapia* تخم ریزهای بستر (substrate brooder) نامیده می‌شوند زیرا تخم ها در کف بستر و در آشیانه‌ای که توسط نر و ماده حفر می‌گردد واقع و تفریخ می‌شوند. والدین از تخم‌ها و بچه ماهی نورس (fry) مراقبت می‌کنند ولی آنها را در دهان نگه نمی‌دارند (Blashine-Earn & Earn, 1998; Trewavas, 1983).

بیشترین گونه های تیلاپیا که امروزه پرورش می یابند از نوع دهان تفریخی هستند. ماهی نر لانه هایی را در بستر استخر می سازد و سپس شروع به رفتار خاصی برای جلب نظر ماهی ماده می کند و با گذاشتن تخم ها توسط ماهی ماده در لانه، ماهی نر آنها را بارور می کند. ماهی ماده تخم ها را در دهان جمع آوری و بواسطه وجود تخم یا نوزادان در دهان به مدت ۲ هفته یا بیشتر تغذیه نمی کند. نرهای برخی از گونه‌های جنس *Sarotherodon* و هر دو والد در گونه‌های دیگر، تخم ها را به دهان برده و انکوبه می‌کنند، درحالیکه در گونه‌های جنس *Oreochromis* ماده‌ها تخم‌ها را در دهان جمع‌آوری کرده و به مکان امنی برای انکوباسیون منتقل می‌کنند. تفریخ تخم ها تا ۲۰ روز بعد انجام می‌شود که بستگی به گونه و شرایط محیطی دارد. معمولاً ۷ـ۴ روز بعد بچه‌ماهیان از حفره دهان آزاد می‌شوند و حدود ۱۰ـ۷ روز طول می‌کشد تا مستقل شوند. بچه‌ماهیان گونه‌هایی که در بستر تخم‌گذاری می‌کنند آشیانه را ۳ـ۲ هفته بعد ترک می‌نمایند.

تیلاپیاها عادات تغذیه‌ای همه‌چیزخواری، ریزه‌خواری و گیاه‌خواری دارند. آنها از انواع مختلف ارگانیسم های طبیعی شامل پلانکتون ها، بعضی ماکروفیت ها، بی‌مهرگان آبزی، بنتوزها، لارو ماهیان، دیتریت ها و مواد آلی در حال تجزیه، تغذیه می کنند و می‌توانند با کارآیی بالا پلانکتون ها را از آب بگیرند. بیشتر گونه های تیلاپیاها همه چیزخوارند. در مراحل اولیه تغذیه از زئوپلانکتون ها استفاده می نمایند اما ممکن است نهایتاً از رژیم گیاهخواری یا از آمیزه‌ای از رژیم گیاهی و حیوانی استفاده کنند.

تیلاپیاها مقاومت زیادی در برابر بیماری های ویروسی، باکتریایی و انگلی نسبت به دیگر ماهیان پرورشی معمولی، بویژه در درجه حرارت های بهینه رشد دارند. کاهش دمای آب و شرایط بالای تراکم در سیستم‌های مدار بسته عمده ترین عوامل استرس برای ماهی تیلاپیا محسوب می شوند.

(Popma & Masser, 1999; Trewavas, 1983; http://www.aquaticcommunity.com/tilapia).

مهمترین شاخصه های پرورشی این ماهیان رشد سریع، مقاومت بالا در برابر طیف وسیعی از شرایط زیست محیطی، مقاومت نسبت به بیماری ها، تحمل بالا در برابر کیفیت پایین آب، قدرت تولیدمثل زیاد و دوره کوتاه تولیدمثلی در اسارت، تغذیه از مواد غذایی کم ارزش، دسترسی آسان به منابع غذایی و امکان استفاده از غذای مصنوعی پس از جذب کیسه زرده است (El-Sayed, 2006; Pompa & Masser, 1999).

۳-۱- پرورش تیلاپیا

گونه تیلاپیای نیل *Oreochromis niloticus* یکی از اولین گونه‌های ماهیان پرورشی می باشد که تاریخ پرورش آن در مصر به بیش از ۳۰۰۰ سال قبل برمی‌گردد. تیلاپیا در دهه ۴۰ میلادی برای نخستین بار در حوزه کارائیب معرفی شد و سپس به آمریکای لاتین و ایالات متحده راه یافت و در اواخر دهه ۵۰ بعنوان اصلی‌ترین موضوع آبزی پروری در دانشگاه آبردن مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش های پرورش این آبزی در دهه ۱۹۲۰ میلادی در کشور آفریقایی کنیا به ثبت رسیده است. معرفی تیلاپیا به قسمت هایی از آسیا احتمالاً از سال ۱۹۳۰ آغاز شده است. امروزه تیلاپیا به عنوان گونه ای بومی در بیشتر ملیت‌های آسیا شناخته می‌شود (Stickney, 2000).

درحال حاضر پرورش تیلاپیا در جهان پس از کپور ماهیان در درجه دوم قرار دارد. طبق آمار فائو تولید جهانی تیلاپیا در سال ۲۰۱۱ به حدود ۴ میلیون تن رسید و اکنون پرورش تیلاپیا در بیش از ۱۳۵ کشور جهان انجام می شود (FAO, 2014). آسیا به عنوان بزرگترین قاره تولید کننده تیلاپیا ٪۸۰ تولید جهانی را در سال ۲۰۱۰ بخود اختصاص داده است. چین بزرگترین کشور تولیدکننده تیلاپیا ٪۵۰ از کل تولید جهان را انجام می دهد. پس از چین، مصر با ٪۱۲، فیلیپین با ٪۹، اندونزی با ٪۸ و تایلند با ٪۷ در رده های بعد قرار دارند. پرورش تیلاپیا در عربستان، فلسطین اشغالی، اردن، سوریه، هند، بنگلادش و ویتنام نیز در سال های اخیر در حال توسعه است. در فلسطین اشغالی، ابتدا تیلاپیا به عنوان یک گونه مزاحم مطرح بود ولی از اواسط دهه ۶۰ به بعد یکی از گونه‌های اصلی پرورشی این کشور است. در آفریقا تولید تیلاپیا بیشتر در محیط‌های آب لب‌شور صورت می گیرد بطوریکه در سال ۲۰۰۲ میلادی بیش از ٪۷۱/۹ از تولید قاره آفریقا در آب‌های لب‌شور حاصل شده است. این ماهی از بازار مصرف بسیار خوبی در کشورهای صنعتی بویژه امریکا و ژاپن بهره‌مند بوده و بسیاری از کشورها از جمله کشورهای آسیایی پرورش آن را با هدف صادرات انجام می‌دهند (FAO, 2010; El-Sayed, 2006).

۴-۱- سیستم های پرورش

عمده ترین سیستم های معمول پرورش تیلاپیا عبارتند از: الف) پرورش در استخرهای خاکی که روشی عمومی و متداول در پرورش تیلاپیا است، ب) پرورش در قفس و پن، ج) پرورش در تانک ها و کانال های جریان دار (El-Sayed, 2006; Mc Ginty & Rakocy, 1989; http://www.aquaticcommunity.com/tilapia).

پرورش تیلاپیا در جهان بطور گسترده در سیستم های نیمه متراکم استخرهای خاکی صورت می گیرد. تیلاپیاها بدلیل تحمل تراکم بالا، شرایط محیط زیستی و مقاومت در برابر استرس و بیماری نامزدهای ایده آلی برای پرورش متراکم هستند (Muir *et al*., 2000). پرورش متراکم تیلاپیا توسعه جهانی یافته و در استخر، تانک، آبراهه (raceway)، قفس (cage)، سیستم های بازگردشی و آکواپونیک صورت می گیرد. کیفیت آب از جمله اکسیژن محلول، دما، شوری، آمونیاک، pH، متابولیت های جامد حل شده، تغذیه و مواد غذایی و تراکم ذخیره سازی مهمترین عوامل تعیین کننده موفقیت یا عدم توفیق پرورش متراکم تیلاپیا می باشند (EL-Sayed, 2006). تکنیک‌ها

و سیستم‌های موثر و پیشرفته‌ای جهت تکثیر و پرورش کنترل شده این ماهی، مانند صید دوره ای، کشت تک جنسی، کشت در قفس، کشت متراکم، کنترل بیولوژیک و عقیم سازی، با هدف افزایش تولید و نیز کاهش مخاطرات زیست محیطی ابداع و مورد استفاده می‌باشد (Fortes, 2005).

۱-۴-۱- پرورش تیلاپیا در قفس و پن

پرورش تیلاپیا در قفس بطور آزمایشی و تجاری از اوایل دهه ۱۹۷۰ آغاز شد. در حال حاضر پرورش تجاری تیلاپیا در قفس با شتاب زیادی مخصوصاً در کشورهای درحال توسعه استوایی و نیمه استوایی آسیا، آفریقا و آمریکای لاتین توسعه یافته است (Guerrero, 2001; Watanabe et al., 2002).

پرورش ماهی در قفس طی سال های اخیر به عنوان ابزاری جهت بهره برداری سیستم های آبی با سرمایه کم در مقایسه با دیگر سیستم های سنتی پرورش متراکم مورد توجه قرار گرفته و یکی از روش های متداول پرورش متراکم تیلاپیا در بسیاری از کشورها محسوب می شود. بعلاوه باتوجه به شرایط خاص تکثیر تیلاپیا و تزاید جمعیت ماهیان پرورشی دوجنس، امروزه تکنیک‌های مؤثر و پیشرفته‌ای جهت تکثیر و پرورش کنترل شده این ماهی بکار می رود که پرورش در قفس یکی از آنها است.

مهمترین ویژگی های استفاده از قفس برای پرورش ماهی تیلاپیا سرمایه گذاری نسبتاً کم در مقایسه با دیگر سیستم های پرورش متراکم، سادگی کنترل و تشخیص اولیه استرس و بیماری، کنترل مناسب بیماری ها، سادگی جابجایی و جایگزینی قفس، امکان استفاده از تمام منابع آبی موجود، سادگی و هزینه کم برداشت ماهی، حداقل نقل و انتقال ماهی و کاهش مرگ ومیر، مناسب ترین کاربرد غذای دستی و مشاهده دقیق واکنش ماهی در برابر مواد غذایی، تراکم بالای ذخیره سازی و بهبود سرعت رشد، کاهش فشار بر بهره برداری از زمین های کشاورزی، کنترل تولیدمثل، قابلیت استفاده برای ذخیره و انتقال ماهیان زنده و سادگی کنترل شکارچیان و رقبا می باشد (El-Sayed 2006; Watanabe et al., 2002; Guerrero, 2001).

یکی از مزایای مهم پرورش تیلاپیا در قفس امکان کاربرد آن در منابع متفاوت آبی مثل رودخانه ها، دریاچه ها، نهرها، استخرهای ذخیره آب ،استخر خاکی ها، آبریزهای گرم، هرزآب ها و آب های دریاها است.

اهمیت دیگر پرورش در قفس استفاده از آب های طبیعی است که در دریاچه‌های یوتروفیک اهمیت ویژه‌ای دارد. این روش پرورش هم اکنون در مورد گونه‌های مختلف تیلاپیا انجام می‌شود (Coche, 1982).

قفس ها معمولاً در مرحله پرواری تیلاپیا مورد استفاده قرار می‌گیرند و لاروها و انگشت قدهای مورد استفاده اغلب قبلاً در محل هایی نظیر استخرها پرورش می یابند. در آب های آزاد قفس های دوجداره می‌تواند جهت تخمریزی ماهیان تیلاپیا مورد استفاده قرار گیرد. در فیلیپین قفس های شناور و ثابت جهت پرورش ماهیان تیلاپیا در آب های آزاد دریاچه ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. قفس های ثابت در مناطق کم عمق دریاچه‌های یوتروفیک و قفس های شناور در دریاچه‌های عمیق کاربرد دارد. تراکم ذخیره‌سازی با توجه به ابعاد قفس

متفاوت است. تغذیه دستی بجز در آب های دارای تولیدات پایین اعمال نمی‌گردد. میزان رشد تاحد زیادی به میزان تولیدات طبیعی دریاچه و نحوه اعمال مدیریت بستگی دارد که شامل تراکم قفس ها در دریاچه و رعایت فاصله بین آنها است.

درکنار مزایای تولید تیلاپیا در قفس مهمترین معایب این روش وجود احتمالات سرقت، تخریب قفس توسط شکارگرها یا طوفان، شیوع و سرایت بیماری، کاهش کیفیت آب، وابستگی به تغذیه با کیفیت عالی، مشکلات استفاده در آب و هوای نامناسب، تعویض ضروری آب برای خروج متابولیت های ماهی و حفظ مقدار اکسیژن، خرابی سریع چهارچوب و تور های قفس و احتیاج به تعمیرات و تمیز کردن مداوم هستند (El-Sayed, 2006).

۲-۴-۱- پرورش در قفس در استخرهای غنی شده و پساب استخر

تولید کم تراکم تیلاپیا در استخر های خاکی غنی شده و پساب استخر های خاکی رایج است. موفقیت این راهکار وابسته به تراکم ماهی، تخلیه آب، میزان کود و تغذیه مکمل می باشد. بطور معمول تیلاپیا در استخرهای خاکی غنی شده پرورش می یابد. تراکم و شکوفایی پلانکتون مخصوصاً وقتی که ماهیان کوچک افزایش یابند باعث افزایش محصول می شود. پرورش تیلاپیا در استخر خاکی در سیستم تلفیق یافته، توجه بسیاری از محققین را در سال های اخیر به خود جلب کرده است. در این سیستم ها ماهیان در قفس هایی که سرشار از پروتئین هستند تغذیه می شوند که نتیجه تجمع میزان قابل توجه فضولات متابولیکی و مواد غذایی مصرف نشده در آب اطراف قفس بوده و باعث غنی سازی حاصل از فتوسنتز در آب و افزایش تراکم مواد آلی می گردد. این فاضلاب ها بعنوان موادغذایی طبیعی برای ماهیان که غذای خود را از فیلتر کردن آب بدست می آورند محسوب می شوند. تولید تیلاپیا و ماهی کپور در سیستم های تلفیق شده صورت گرفته است (Lin, 1990).

سیستم قفس و استخر خاکی برای پرورش گربه ماهی-تیلاپیا و تیلاپیا- تیلاپیا کاربرد داشته است. در مطالعه ای ۲۵۰ ماهی تیلاپیای نیل بر مترمکعب در قفس ها ذخیره سازی و برای تغذیه ماهی ها از غذاهای مصنوعی استفاده شده است. در استخر خاکی ۳۰۰۰ بچه ماهی انگشت قد تیلاپیای نیل (بدون قفس) بر هکتار یا ۵۰۰۰۰ بچه ماهی نورس بر هکتار ذخیره سازی شد. بر اساس نتایج بدست آمده رشد ماهیان درون قفس از ماهیان بدون قفس بیشتر افزایش یافت (McGinty, 1991).

در تحقیق دیگری اثر تراکم ذخیره سازی بدون قفس ماهیان تیلاپیای کوچک نیل بر رشد ماهیان بزرگ و کوچک قفسی و بدون قفس تایلند بررسی شد. تیلاپیاهای بزرگ در قفس های توری ۴ مترمکعبی با تعداد ۴۰۰ ماهی در هر قفس ذخیره سازی و قفس ها در استخرهای خاکی که در آن تیلاپیای کوچک ۱۶-۱۵ گرمی با دو تراکم ۱/۲ و ۲ ماهی بر مترمکعب ذخیره سازی شده بود، در قفس های شناور رها شدند. تراکم های ذخیره سازی تیلاپیای بدون قفس تحت تأثیر معنی دار رشد و FCR ماهیان قفسی و استخر باز قرار گرفت. رشد، FCR و محصول هر دو ماهی قفسی و استخر باز در تراکم کمتر بهتر از تراکم زیاد بود. تولید خالص کل سیستم (قفس

و غیرقفس) در روش کم تراکم ۵.۵ تن محصول بر هکتار بطور معنی دار نسبت به روش پرتراکم ۴.۵ تن برهکتار مطلوب تر و بیشتر بود. بعلاوه تیلاپیاهای بزرگ در مقایسه سیستم پرورش در آب آزاد با استخر خاکی- ترکیبی که با همان سطح تراکم تیلاپیای کوچک ذخیره سازی شده، رشد بهتری داشتند (Yi and Lin, 1997).

اثر تراکم بر پرورش تیلاپیای نیل در قفس و استخر خاکی آزاد بررسی شده است. تیلاپیاهای نیل ۱۴۱ گرمی با تراکم های ۳۰، ۴۰، ۵۰ ، ۶۰ و ۷۰ ماهی بر مترمکعب در قفس های معلق در استخر خاکی و ماهیان ۵۴ گرمی با تراکم ۲ ماهی بر مترمکعب ذخیره سازی و با فضولات ماهیان قفسی تغذیه شده پرورش یافتند. با افزایش تراکم ذخیره سازی ۷۰-۳۰ ماهی بر مترمکعب بقاء تیلاپیای قفسی بطور معنی داری از ٪۹۱/۴ تا ٪۵۷/۲ کاهش یافت. بهترین محصول ماهی قفس و استخر خاکی در تراکم ۵۰ ماهی بر مترمکعب حاصل شد (Yi et al., 1996).

هوادهی آب و زیتوده (بیومس) تیلاپیای قفسی (مثلاً تعداد قفس ها در استخر) بر عملکرد تیلاپیا در سیستم استخر خاکی و قفسی تلفیق شده مؤثر است. تیلاپیای نیل ۱۰۳-۹۱ گرمی در ۱، ۲، ۳ و ۴ قفس شناور در استخر خاکی با تراکم ۵۰ قطعه بر مترمکعب و بچه ماهیان انگشت قد در آب های آزاد با تراکم ۲ ماهی بر مترمکعب ذخیره سازی شد. بقاء، رشد و FCR ماهیان قفسی و غیر قفسی بطور معنی داری تحت تأثیر تراکم ماهیان در قفس قرار گرفت. میانگین وزن نهایی و بقاء ماهیان قفسی با افزایش تعداد در قفس کاهش یافت. همچنین بدلیل افزایش مواد غذایی و فضولات قفس ها، رشد و بقاء ماهیان غیرقفسی با افزایش تراکم/زیتوده در قفس افزایش یافت. هوادهی آب تنها رشد ماهیان استخر ۴ قفسی را افزایش داد درحالیکه رشد ماهیان استخر آزاد کمتر از رشد استخرهای بدون هوادهی بود. احتمالاً سطح بالای کل ذرات جامد معلق منجربه افزایش کدورت مواد معلق بدنبال هوادهی شده کاهش تولید اولیه و منابع غذای طبیعی را برای ماهیان غیرقفسی بدنبال دارد. گردش و جریان آب راه حل مؤثری برای ذرات معلق آب بوده سبب افزایش اکسیژن در شب و افزایش اکسیژن طی فرایند فتوسنتز در طول روز بدلیل تولید اولیه توسط فتیوپلانکتون ها می گردد (Yi and Lin, 2001).

گربه ماهیان قدم زن (راه رونده) *Clarias macrocephalus* از هوا تنفس کرده و در استخر با تراکم زیاد بصورت ۱۰ ماهی بر مترمکعب و بازده بیش از ۱۰۰ تن بر هکتار رشد می کنند. این ماهیان لاشخور از ماهیان کوچک، زایدات مرغ و فضولات کشتارگاه به اضافه غذای پلت تغذیه می کنند. بطور کلی این امر باعث افزایش تولید فضولات می شود که به نوبه خود ممکن است باعث تغییر کیفیت آب و رشد و شکوفایی فیتوپلانکتون ها گردد. بنابراین فضولات سرشار از مواد غذایی در استخر های پرورش توأم گربه ماهی و تیلاپیا در سیستم ترکیبی استخر- قفس استفاده می شوند. توانایی رشد تیلاپیای نیل در سیستم نیمه متراکم استخر جهت استفاده از فضولات باقی مانده از محیط پرورش متراکم گربه ماهیان هیبریدی (*Clarias macrocephalus*×*Clarias gariepinus*)، بررسی شده است. تیلاپیای حاصل از سیستم پسماند- گربه ماهی با تیلاپیای پرورشی در استخر غنی شده قابل مقایسه بود. تیلاپیا مقداری از ازت و فسفر موجود در پسماند محیط پرورش متراکم گربه ماهی را بازیافت می کند. گردش آب بین محیط پرورش گربه ماهی و استخر تیلا پیا سبب کاهش هزینه و کاهش میزان

مواد غذایی موجود در پسماند استخر می گردد. چنین نتایجی همچنین در مورد گربه ماهی قدم زن و دیگر هیبرید های گربه ماهی هم بدست آمده است. این تحقیقات نشان داد که پسماندهای حاصل از گربه ماهی قفسی، تولید فیتوپلانکتون ها را در استخر افزایش داده و باعث رشد تیلاپیای نیل در همان استخر حاوی قفس شد. از این گذشته تیلاپیای پرورش یافته در قفس هایی که از فیتوپلانکتون موجود در استخر متراکم گربه ماهی تغذیه کردند بخوبی رشد یافته و کیفیت آب استخر را نیز بهبود بخشیدند (Lin and Diana, 1995).

ماهی سوف بالارونده *Anabas testudineus* می تواند با تیلاپیا در سیستم های ترکیبی استخر-قفس رشد یابد. نمونه های ۹ گرمی این ماهی با تراکم ۲۰۰-۵۰ قطعه ماهی بر مترمکعب در قفس ها ذخیره سازی و با غذای پلت حاوی ۲۸-۲۶ درصد پروتئین تغذیه شد. بچه ماهی ۱۰ گرمی تیلاپیا نیز در استخر خاکی غنی شده با تراکم ۲ ماهی در متر مکعب ذخیره سازی شد. بقاء و رشد ماهیان قفسی و غیرقفسی مطلوب بود اما FCR ماهی سوف زیاد بود. بهترین نتایج در تراکم ۱۵۰ قطعه ماهی سوف بر مترمکعب بدست آمد (Phuong et al., 2004).

۳-۴-۱- پرورش تیلاپیا در قفس های دریایی

موضوع پرورش تیلاپیا در قفس های دریایی توسط برخی محققین مطرح و درجات متفاوتی از موفقیت حاصل شده که بستگی به گونه، اندازه و جنس، تراکم ذخیره سازی، اندازه و شکل قفس وشرایط زیست محیطی دارد.

تیلاپیای قرمز (*Oreochromis* sp.) در قفس های دریایی جزیره مائوریتیوس (Mauritius) جنوب شرق آفریقا، و تیلاپیای قرمز فلوریدا در قفس های دریایی منطقه باهاما (Bahamas) پرورش یافته اند (Al-Ahmed, 2002).

در کشور مالت پرورش تجاری *Oreochromis spilurus* در دریای آزاد با شوری ۳۸ppt-۳۷ با نتایج قابل قبول انجام شده است. همانند مورد پرورش ماهیان در کشور کویت، عامل اصلی محدودیت توسعه این سیستم در کشور مالت دمای کم آب در زمستان است. چنانچه شرایط زیست محیطی مناسب باشد گونه های خاص تیلاپیا در قفس های آب های شور دریا جایگزین مناسبی برای سیستم پرورش متداول تیلاپیا است (Agius, 2001).

۴-۴-۱- پیشینه پرورش قفسی تیلاپیا در مناطق مختلف جهان

پرورش قفسی چند گونه تیلاپیا در بسیاری از مناطق آمریکای جنوبی، آفریقا و آسیا انجام می‌شود.

آسیا : این روش در آسیا بویژه در کشورهای جنوب شرقی ازجمله چین، فیلیپین، مالزی و اندونزی در حال توسعه است که عمدتاً بدلیل شرایط مناسب آب و هوایی و سهولت دسترسی به منابع آب می باشد. در چند سال گذشته تیلاپیای موزامبیک گونه اصلی پرورشی در قفس های آسیا بوده و طی چند سال اخیر گرایش به پرورش تیلاپیای نیل افزایش یافته بطوریکه اکنون گونه نیل به گونه غالب تیلاپیای پرورشی در قفس تبدیل شده است.

در فیلیپین ۲۵۰۰۰۰ هکتار برای پرورش تیلاپیا در قفس در نظر گرفته شده است. در این کشور از سال ۱۹۷۳ پرورش تیلاپیای نیل در قفس و از ۱۹۷۵ پرورش تیلاپیای موزامبیک آغاز شد. اکنون در فیلیپین گونه های نیل، موزامبیک، زیلی و اورئوس تولید می شوند. مشکل اصلی در این کشور محدود بودن کارگاه های تکثیر و بچه

ماهی ناکافی است. البته مشکل بازار هم وجود دارد (Guerrero, 1979). در حال حاضر فیلیپین بزرگترین تولید کننده تیلاپیا به روش پرورش در قفس در دنیا محسوب می شود. تیلاپیا و کپور سرگنده مهمترین گونه های پرورشی در قفس در آب شیرین فیلیپین هستند. در این کشور قفس های ثابت و شناور برای پرورش تیلاپیا بکار می روند (Marte et al., 2000). فیلیپین از سال های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۱، تولید تیلاپیا ٪۷۹ آبزی پروری در آب های داخلی را تشکیل داده و تولید آن در آب شیرین ٪۸/۵ و در آب شور ٪۰.۳ و درمجموع ٪۸/۸ رشد کرده است. ٪۴۵ پرورش دهندگان قفس و ٪۶۲ پرورش دهندگان استخر از نمونه های تک جنس برای پرورش استفاده می کنند (Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, 2004).

قفس های بزرگ توری دار (۱۰×۲۰×۲.۵ متری) مخصوص پرورش بچه ماهی های انگشت قد ۱۰ گرمی با تراکم ۱۵-۱۰ ماهی بر مترمکعب است. این ماهیان مخصوصاً در نواحی غنی از پلانکتون از غذای طبیعی استفاده می کنند. وقتی تراکم به ۲۰۰-۵۰ ماهی بر مترمکعب افزایش یابد لازم است از غذاهای پلیت حاوی ٪۳۰-۲۵ پروتئین استفاده کرد (Eguia and Romana-Eguia, 2004).

در تایلند پرورش تیلاپیا در قفس به ۳۰۰۰۰ تن در سال رسیده است. ٪۱۵ کل تولید در قفس و بقیه در استخر خاکی صورت می گیرد. قیمت تیلاپیای پرورشی در قفس دو برابر تیلاپیای پرورشی در استخر خاکی است (Belton et al., 2006).

در اندونزی پرورش قفسی تیلاپیا در رودخانه ها، کانال های آبیاری، دریاچه ها و استخرهای ذخیره آب رواج دارد. در قفس های شناور در سد جاتیلوهور، تیلاپیای قرمز و نیل به میزان ۱۵۰-۱۰۰ کیلوگرم ذخیره سازی شده و در یک دوره ۱۱۰-۶۰ روزه تولید به ۱۲۰۰-۶۲۶ کیلوگرم می رسد (Hardjamolia and Rukyani, 2000).

در مالزی پرورش متراکم تیلاپیای قرمز در قفس عمدتاً در رودخانه ها، ذخایر آب و استخرهای حفاری شده گسترش یافته است. مشخص شده که بدطعمی در گوشت ماهی پرورش یافته در قفس مشاهده نمی شود. مشکل عمده در قفس بروز بیماری است. عامل مهم ورود سموم از طریق غذای پلت است که در شرایط مناسب نگهداری نمی شود. در مالزی آبزی پروران مدیریت نگهداری خوراک را بدرستی انجام نمی دهند. مشکل دیگر آبزی پروری آن است که مردم علاقه مند هستند در جاهای خوب زندگی کنند و کمتر به مزارع روی می آورند (Hanafi and Peng, 2000).

در سنگاپور تیلاپیاها با میانگین وزن ۷۰۰ گرم در قفس های شناور با اندازه های ۴m×۳m×۲m و تراکم ۲۰۰۰ ماهی بر قفس به مدت ۲ ماه ذخیره سازی شدند. سپس تعداد به ۶۰۰ ماهی در قفس کاهش یافت و در مدت ۲ ماه ماهیان به وزن ۱ کیلوگرم رسیدند. در این شرایط تولید ماهی بشدت افزایش یافت (Guerrero, 2001).

در چین پرورش تیلاپیا در قفس های شناور در دریاچه ها، استخرهای ذخایر آب و رودخانه ها گسترش یافته است. پرورش تیلاپیا با تراکم زیاد در قفس های شناور در دریاچه های چین زیاد است چراکه این دریاچه ها سرشار از مواد غذایی طبیعی هستند و ماهی پرورشی از آنها استفاده می کند (Qiuming and Yi, 2004).

علیرغم این حقیقت که طی سال های اخیر تولید ماهی در آب های شیرین تایلند افزایش یافته، پرورش در قفس تنها ۳٪ از این تولیدات را شامل می شود. تولید سالانه ماهی در قفس های آب شیرین در سال ۱۹۹۱ به ۲۷۰۰ تن رسید و پس از سال ۱۹۹۵ به ۶۰۰ تن کاهش یافت. با این وجود پرورش تیلاپیا در قفس در تایلند رواج یافته است. بطور کلی، پرورش در قفس در مقیاس کوچک عمدتاً در آب های جاری زود بازده ترین و مناسب ترین محل برای پرورش است (Orachunwong et al., 2001).

در سریلانکا پرورش تیلاپیا در قفس بسیار رایج است. بویژه جوامع روستایی در منابع آب دائمی از این روش استفاده می کنند. استفاده از قفس برای کسانی که فاقد زمین بوده و یا ذخیره سازی ماهی تیلاپیا را در فصل خشک انجام می دهند کم هزینه بوده و توسط شیلات سریلانکا ترویج می شود. پرورش در قفس به کاهش مرگ ومیر بچه ماهیان نورس کمک می کند و در بسیاری از مناطق برای تولید، نگهداری و ذخیره سازی بچه ماهی انگشت قد و ذخیره سازی در آب های دائمی و تولید فصلی بکار می رود (Ariyaratne, 2003).

بنگلادش پرورش تیلاپیا در قفس را از ۱۹۸۰ آغاز کرد. دوره پرورش قفسی تیلاپیا در بنگلادش ۹-۸ ماه طول می کشد (Hussain et al., 2013).

پرورش تیلاپیا در قفس در هند، تایوان و ویتنام نیز توجه زیادی را بخود جلب کرده است (El-Sayed, 2006).

آفریقا : تولیدتیلاپیا در قفس در بین کشورهای آفریقایی متفاوت است. قفس های کوچک از جنس مواد و امکانات محلی و نیز قفس های تجاری و بزرگ در آفریقا استفاده می شوند. این روش بویژه برای پرورش دهندگان خرد بدلیل هزینه کم، دسترسی به تخم ماهی، مواد غذایی و منابع غیرقابل پیش بینی آب مناسب است.

بزرگترین و موفق ترین پرورش تجاری تیلاپیا در قفس مربوط به دریاچه کاریبا در زیمباوه با تولید سالانه تقریباً ۲۰۰۰ تن است درحالیکه هدف افزایش محصول تا بیش از ۵۰۰۰ تن می باشد. تجهیزات آن نیز با دستگاه های کاملاً استاندارد فراهم شده است. تیلاپیای تولید شده به شکل فیله یا یخ زده به اروپا و آمریکا صادر می شود.

پرورش تیلاپیا در قفس در سراسر مصر بویژه دریاچه های منزله (Manzalah) و بورولوس (Borullos) شمالی دلتا و رودخانه نیل گسترش یافته و توجه بخش خصوصی را در سال های اخیر بخود جلب کرده است. معمولاً قفس های ۶۰۰-۳۲ مترمکعبی بکار می روند. ماهیان با مواد غذایی تجاری تیلاپیا با پروتئین ۳۰-۲۵ درصد پروتئین تغذیه می شوند. در برخی نواحی روستایی پرورش دهندگان برای افزایش محصول، قفس های کوچک و شناور ۴-۲ مترمکعبی تهیه شده از مواد ارزان قیمت را در کانال های زهکش قرار می دهند. تراکم ذخیره سازی کم بوده و تولید این قفس ها کم است اما هنوز بدلیل نهاده های ارزان سودمند می باشند.

در سال های اخیر دولت مصر روش پرورش تیلاپیا در قفس را پذیرفته است. صندوق توسعه اجتماعی و بانک اعتبار و توسعه کشاورزی به پرورش دهندگان تیلاپیا در قفس و فارغ التحصیلان دانشگاهی که شغل دولتی نداشته یا در بخش خصوصی دیگری فعالیت ندارند وام می دهد. دولت به تهیه و ساخت قفس ها و انتخاب محل آنها کمک و حتی در مواردی تخم ماهی را با قیمت کم تهیه می نماید. هر قفس ۶×۶×۲ متری در هر دوره

تولید ۷-۵ ماهه به میزان ۲-۱/۵ تن ماهی تولید می کند. این پروژه علیرغم این که با مشکلات کمبود تخم و منابع غذایی در برخی نواحی مواجه بوده موفقیت های زیادی کسب کرده است.

دیگر کشورهای آفریقایی مانند مالاوی و کنیا هم به پرورش تیلاپیا در قفس پرداخته اند (El-Sayed, 2006).

آمریکای لاتین : پرورش تیلاپیا در قفس در کشورهای برزیل، مکزیک و کلمبیا بشدت توسعه یافته است.

در برزیل مخصوصاً در نواحی شمال شرق پرورش تیلاپیای نیل در قفس های شناور در منابع آب، دریاچه ها، رودخانه ها و سدهای تولید نیروی برق بسیار رایج است (Roubach et al., 2003; Costa et al., 2000).

در مکزیک تورهای محصور پن با پایه هایی در اطراف و تکیه گاهی در کف، معمولاً توسط افراد کم درآمد از مواد محلی ساخته می شوند. افراد خبره قفس های شناور تولید متراکم را نیز استفاده می کنند. این روش در ذخایر آب کشاورزی کاربرد دارد. تغذیه ماهیان بااستفاده از پلت شناور یا ته نشین شونده انجام می شود.

در هندوراس تیلاپیای قرمز ۱۲-۵ گرمی در قفس های ۶×۶×۲ متر (۸۰-۷۰ مترمکعب) شناور در دریاچه با غذای پلت ٪۲۸ پروتئین پرورش و با افزایش اندازه چشمه تور قفس و مراحل رشد انتقال می یابند (Meyer, 2002).

در کلمبیا پرورش قفسی تیلاپیا در مخازن آب تولید نیرو انجام می شود (Popma and Rodriquez, 2000).

۲- پیشینه تحقیق

در استان یزد فعالیت شیلاتی از سال ۱۳۶۸ آغاز شده است. با توجه به محدودیت آب شیرین در استان و گسترش آب‌های زیرزمینی لب‌شور، اساس فعالیت‌های آبزی‌پروری مبتنی بر احداث استخرهای خاکی، استفاده‌از آب‌های شور زیرزمینی، و بکارگیری حجم وسیع آب در استخرهای خاکی به جای تعویض مداوم استخرهای بتنی است (مدیریت شیلات استان یزد، ۱۳۷۷). شهرستان بافق در ۱۲۰ کیلومتری جنوب شرق شهرستان یزد در حاشیه قطعات کویری واقعی درانجیر و بهاباد ناحیه یزد قرار گرفته (کردوانی، ۱۳۸۶) و یکی از خشک ترین مناطق استان یزد می باشد. آب مورد مصرف در کشاورزی، شرب و صنعت در منطقه آب های زیرزمینی است (مهندسین مشاور عمران کویر، ۱۳۷۶). فعالیت های آبزی‌پروری استان یزد در آب‌های لب‌شور یا شیرین، و در استخرهای خاکی یا دومنظوره کشاورزی صورت می گیرد. آبزی‌پروری در استخرهای خاکی آب‌های لب‌شور زیرزمینی بافق با وسعت بیش از ۷۰ هکتار، در حاشیه شمالی رودخانه فصلی «شور» و ۲۰ کیلومتری شمال جاده بافق-یزد، در منطقه ای کویری به بهره برداری رسیده است. منبع زیرزمینی آب مورد استفاده در آبزی پروری در منطقه بافق و نبودن منابع آبی دائمی نظیر دریاچه یا رودخانه در منطقه، سبب شده مرکز تحقیقات ملی آبزیان واقع در بافق به عنوان سایت قرنطینه نگهداری گونه های غیربومی به‌شمار رود. سطح آب های زیرزمینی منطقه بالا، پوشش گیاهی ضعیف، تغییرات دمای هوا درمحدوده حداکثر ۵۷°C در مرداد تا ۱۷°C- در دی ماه است.

شایان ذکر است که بخش عمده فعالیت‌های آبزی‌پروری استان بویژه درآب های لب‌شور، تقریباً تنها به تولید ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در نیمه دوم سال محدود می‌شود. به همین دلیل از سال های گذشته تاکنون مطالعات متعددی در مورد معرفی گونه گرمابی مناسب با هدف توجیه اقتصادی کافی طرح‌های آبزی‌پروری در منطقه صورت گرفته‌است. در این مورد می‌توان به مطالعات انجام شده درمورد پرورش کفال ماهیان (رنجبر، ۱۳۶۹)، میگوی آب شیرین *Macrobrachium rossenbergii* (فتاحی، ۱۳۸۰؛ نفیسی ۱۳۸۵) و میگوی سفید غربی *Litopenaeus vannamei* (مشائی، ۱۳۸۶)، و نیز بررسی‌های فیزیولوژیک ماهیان خاویاری (رجبی‌پور، ۱۳۸۵؛ Hedayati *et al*., 2008) و تولید غذای زنده (رجبی پور، ۱۳۸۷) در آب‌های لب‌شور زیرزمینی اشاره نمود.

تیلاپیا گزینه مناسب تولید در شرایط آب های لب شور است. تکثیر وپرورش تیلاپیا در ایران سابقه ندارد و از سال ۱۳۸۷ تاکنون در قالب پروژه‌های تحقیقاتی در مرکز تحقیقات ملی آبزیان آب های شور دنبال می‌شود اما اهمیت این ماهی از گذشته مدنظر متخصصین علوم شیلاتی کشور بوده است (فریدپاک، ۱۳۶۳ و ۱۳۶۵).

اجراء طرح تحقیقاتی تیلاپیا که از سال‌ها قبل دنبال می شد منجربه ورود این ماهی در اواخر پاییز ۱۳۸۷ بـه مرکـز تحقیقات ملی آبزیان آب های شور گردید. مطالعات تیلاپیا در این مرکز منجربه دسـتاوردهای کـاربردی مهـم و باارزشی شده و همچنان ادامه دارد.

در این زمینه طرح و پروژه های معرفی تیلاپیا به صنعت تکثیروپرورش مناطق مرکزی ایران، سازگاری و پرورش، تعیین بیوتکنیک تکثیر و تولید بچه‌ماهیان نورس، تک جنس سازی، تغذیه، مطالعات زیست محیطی و اقتصادی و روش های نوین تولید (بیطرف، ۱۳۹۱؛ رجبی پور، ۱۳۹۱؛ رجبی پور، ۱۳۹۳؛ رحمتی، ۱۳۹۲؛ سرسنگی، ۱۳۹۱؛ علیزاده، ۱۳۹۱؛ محمدی، ۱۳۹۱؛ مشائی، ۱۳۹۱) اجراء شده اند و پروژه های مربوط به تعریف اپتیمم های تکثیر و پرورش، فناوری های نوین، تولید تیلاپیای ابرنر، بررسی شرایط بهداشتی، پرورش لارو تیلاپیا و مطالعات دیگر درحال اجراء می باشد.

هدف از این مطالعه پرورش ماهی تیلاپیا در قفس تا وزن بازاری و تعیین تراکم مناسب تولید و مقایسه نتایج حاصل از تولید تیلاپیا در شرایط قفسی در دو محیط آب شیرین و لب شور است که برای نخستین بار در کشور صورت می گیرد.

۳- مواد و روش ها

مطالعات پرورش تیلاپیا در قفس در استخرهای دو سایت یکی در مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور در شرایط آب لب شور و دیگری در مجموعه آهنشهر شهرستان بافق در شرایط آب شیرین انجام شد. استخر خاکی ۷۰۰۰ مترمربعی مرکز تحقیقات از چاه با دبی ۳۰ لیتر برثانیه تغذیه و بعنوان ذخیره تأمین آب دیگر استخرهای خاکی مرکز استفاده می شد. استخر آهنشهر بافق به وسعت ۵۰۹۱ مترمربع بصورت منبع ذخیره آبیاری فضای سبز پارک استفاده شده و عمق متوسط آب ۳ متر و ورودی آب ۱۵ لیتر بر ثانیه می باشد. در دوسایت آب لب شور و شیرین بترتیب محدوده شوری آب ۱۲/۵-۱۱/۵ و ۰.۶-۰.۳ قسمت در هزار، دمای آب ۲۸-۲۳/۵ و ۲۷-۲۳ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول ۹/۲-۴ و ۸/۵-۴ میلیگرم برلیتر و pH در محدوده ۹/۵-۷/۰۳ و ۷-۶/۴ بود.

اجراء پروژه شامل تدارکات و آماده سازی استخرها از اسفند ۱۳۹۰ آغاز گردید اما ذخیره سازی ماهیان در فصل پرورش سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳ انجام شد. در سال ۱۳۹۱ باتوجه به عدم تأمین بموقع اعتبار به منظور اجراء دوره پرورش، ذخیره سازی ماهیان در قفس ها از اواخر تیرماه صورت گرفت. در سال ۱۳۹۲ بدلیل طولانی شدن تعمیرات استخر ذخیره آبیاری آهنشهر امکان ذخیره سازی در این سایت فراهم نشد. بنابراین با حصول شرایط مورد نظر برای اجراء پروژه در هر دو سایت مورد نظر، از ابتدای فصل پرورش ۱۳۹۳ مطالعات انجام شد.

مراحل آماده سازی استخر خاکی شامل خشکاندن، شخم زنی و آهک پاشی در زمستان و آب گیری در فروردین ماه انجام شد. جهت باروری آب، کوددهی بااستفاده از کود مرغی به میزان ۱۰۰۰ کیلوگرم برهکتار صورت گرفت (Bhujel, 2014). باروری آب درطول دوره با استفاده از کوددهی حفظ شد.

برای پرورش ماهیان قفس هایی به ابعاد ۱×۱×۱.۲ متر با استفاده از تور HDPE (High Density Polyethylene) با چشمه ۱۶×۱۶ میلیمتر ساخته شد. چارچوب قفس ها از جنس لوله پلی اتیلنی HDPE بود و تور با استفاده از سیم و بست پلاستیکی روی دیواره قفس مستحکم شد. برای استقرار قفس ها در حاشیه استخر خاکی، با استفاده از تخته و بشکه های پلاستیکی ۲۲۰ لیتری سکوی شناور ساخته شد که قفس ها به آن بسته شدند. در سایت آهنشهر منطقه ای بصورت جزیره فضای سبز در ناحیه میانی تعبیه شده و اطراف آن با نرده محصور شده است. قفس ها با طناب نایلونی به این نرده ها بسته شدند. ارتباط این ناحیه جزیره ای با بیرون از طریق یک پل بود که درب آن برای افراد متفرقه مسدود است. قرار داشتن این ناحیه در مرکز استخر سبب می شد که دسترسی افراد متفرقه به قفس ها امکان پذیر نباشد. قفس ها با طناب نایلونی و بااستفاده از شناور به حاشیه استخرها ثابت شدند و ۲۰ سانتیمتر از آنها در سطح آب قرار داشت (Abdel-Hakim and Moustafa, 2009; Ariyaratne, 2003).

جهت تأمین ماهیان تیلاپیای نیل سیاه *Oreochromis niloticus* مورد نیاز پروژه، مراحل مولدسازی، تکثیر، تولید و نگهداری بچه ماهیان از پاییز سال قبل در کارگاه تکثیر و کارگاه نگهدای لاروها و نوزادن مرکز انجام شد.

پرورش ماهیان تیلاپیا در قفس با تراکم های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ قطعه برمترمکعب در هردو سایت آب لب شور و شیرین با سه تکرار برای هر تراکم انجام شد. تغذیه ماهیان پس از ذخیره سازی بااستفاده از غذای

دستی حاوی ٪۳۶ پروتئین خام، ٪۸ چربی، ٪۵ فیبر خام و کمتر از ٪۱۰ خاکستر و رطوبت، دو نوبت در روز تاحد سیری صورت گرفت (Abdel-Hakim and Moustafa, 2009; Popma and Rodriquez, 2000; Watanabe et al., 1990; Balarin and Haller, 1982).

در سال ۱۳۹۱ ذخیره سازی ماهیان تیلاپیای سیاه در آب لب شور با تراکم های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ قطعه برمترمکعب در تاریخ ۲۸ تیرماه انجام شد. در شرایط آب شیرین ذخیره سازی ماهیان در روز ۱ مرداد انجام شد. با توجه به آمادگی نسبی از نظر اطمینان استقرار قفس ها در این سایت، ذخیره سازی ماهیان با تراکم های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ قطعه برمترمکعب صورت گرفت. میانگین وزن اولیه ماهیان ۱۰۰ گرم بود.

در سال ۱۳۹۳ ذخیره سازی ماهیان در شرایط آب لب شور و شیرین در روزهای آخر فروردین و ابتدای اردیبهشت صورت گرفت. ماهیان با میانگین وزن ۵۲ گرم با تراکم های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ قطعه برمترمکعب با سه تکرار برای هر تراکم در هریک از دو سایت ذخیره سازی شدند.

با کاهش دمای آب در اواخر فصل گرم و کاهش تغذیه ماهیان پرورشی، اقدام به صید آنها گردید. برداشت ماهیان در سال ۹۱ در هفته سوم مهرماه و در سال ۹۳ در هفته های سوم و چهارم شهریور انجام شد. به منظور صید ماهیان قفس ها از آب بیرون کشیده شده و ماهیان موجود در قفس ها شمارش شدند. زیتوده کلی ماهیان در هر قفس با توزین کل ماهیان هر قفس بدست آمد. از هر یک از قفس ها ۲۰ نمونه ماهی بطور تصادفی برای زیست سنجی انتخاب شدند. اندازه طول کل هر ماهی با استفاده از تخته زیست سنجی برحسب سانتیمتر، و اندازه وزن بدن هر ماهی توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم جداگانه اندازه گیری و ثبت شد.

درصد بازماندگی ماهیان پرورش یافته در قفس ها با تراکم های مختلف، بدست آمد. ضریب تبدیل غذایی (FCR) براساس مقدار غذای مصرفی و افزایش مقدار توده زنده ماهیان پرورشی محاسبه شد. نرخ رشد روزانه (DGR) برحسب گرم بر روز، و نرخ رشد روزانه (SGR)، باتوجه به میانگین وزن اولیه و نهایی ماهیان پرورشی و طول مدت دوره پرورش محاسبه گردید (Mensah and Attipoe, 2013; Guillaume et al., 1999).

داده های بدست آمده بااستفاده از نرم افزارهای Excell و SPSS تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین های طول و وزن ماهیان تیلاپیای پرورش یافته در قفس ها و مقدار تولید در واحد سطح با تراکم های مختلف در هر یک از دو سایت با استفاده از آزمون توکی HSD، و مقایسه دوگانه مقادیر این میانگین ها بین دو سایت آب لب شور و شیرین بااستفاده از آزمون t-student صورت گرفت.

۴- نتایج

تولید تیلاپیای *Oreochromis niloticus* در قفس با تراکم های مختلف در آب لب شور و شیرین در سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳ بررسی و نتایج بدست آمده از عملکرد پرورش در دو سایت مختلف مقایسه شدند.

در سال ۱۳۹۱ پس از یک دوره پرورش ۸۰ روزه از اواخر تیر تا پایان مهرماه، ماهیان تیلاپیای پرورش یافته در قفس ها برداشت شدند.

بیشترین میانگین وزن بدن ماهیان در زمان برداشت در آب لب شور و شیرین بترتیب ۱۴/۳۳±۳۳۱/۴۲ و ۱۶/۱±۴۳/۳۰۴ گرم مربوط به تراکم ۲۵ قطعه برمتر مکعب بود (جدول ۱).

جدول ۱. مقادیر میانگین (±SD) اندازه طول کل (cm) و وزن نهایی بدن (g) ماهیان تیلاپیای پرورش یافته در قفس با تراکم های مختلف در شرایط آب لب شور و شیرین بافق یزد، مهر ۱۳۹۱

(وجود اختلاف معنی دار با آزمون توکی، با علامت * نشان داده شده است)

سایت	تراکم (تعداد برمترمکعب)	طول±SD (cm)	وزن±SD (g)
لب شور	۲۵	۲۵/۴۵±۰/۴۱*	۳۳۱/۴۲±۱۴/۳۳*
	۵۰	۲۵/۶±۰/۴	۳۱۲/۰۶±۱۳/۳۳
	۷۵	۲۵/۵۹±۰/۳۹	۳۲۵/۸۵±۱۵/۱۲
	۱۰۰	۲۴/۹۹±۰/۳۸	۳۱۰/۳۶±۱۳/۵۱
	۱۲۵	۲۴/۴۹±۰/۳۸	۲۹۱/۹۲±۱۲/۹۴
	۱۵۰	۲۳/۶۸±۰/۴۳*	۲۷۱/۹۶±۱۲/۹۵*
شیرین	۲۵	۲۵/۹۸±۰/۴۷	۳۰۴/۴۳±۱۶/۱
	۵۰	۲۵/۸±۰/۳۵	۳۰۰/۳±۱۱/۸۴
	۷۵	۲۶/۱۴±۰/۳۳	۲۹۶/۹±۱۱/۳۲

طبق نتایج آزمون توکی HSD ماهیان تیلاپیای پرورشی در تراکم ۱۵۰ با تراکم ۲۵ در قفس های آب لب شور از نظر میانگین طول کل (p=۰/۰۲۷) و وزن بدن (p=۰/۰۳۵) با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند. این آزمون اختلاف معنی داری از نظر طول کل و وزن بدن ماهیان پرورشی با تراکم های مختلف در قفس های آب شیرین نشان نداد (p>۰/۰۵).

در این دوره پرورش در قفس های آب لب شور تولید ماهیان تیلاپیا در واحد حجم درمحدوده ۳۶/۹۳-۷/۱۷ کیلوگرم و بازماندگی ۹۹/۱-۹۶ درصد، و در قفس های آب شیرین تولید در واحد حجم ۱۹/۶۲-۵/۹۸ کیلوگرم و بازماندگی ۹۳/۳-۶۵ درصد بدست آمد (جدول ۲).

جدول ۲. مقادیر تولید در واحد حجم (kg/m^3) و درصد بازماندگی ماهیان تیلاپیای پرورش یافته در قفس با تراکم های مختلف در آب لب شور و شیرین بافق یزد، مهر ۱۳۹۱

سایت	تراکم (تعداد برمترمکعب)	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰
لب شور	تولید (kg/m^3)	۷/۱۷	۱۴/۱	۲۱/۶۷	۲۵/۳	۳۱	۳۶/۹۳
	درصد بازماندگی	۹۷/۳	۹۸/۷	۹۹/۱	۹۷/۷	۹۶	۹۸/۲
شیرین	تولید (kg/m^3)	۵/۹۸	۸/۰۴	۱۹/۶۲	–	–	–
	درصد بازماندگی	۸۸	۶۵	۹۳/۳	–	–	–

مقایسه میانگین های وزن بدن، تولید در واحد حجم و بازماندگی ماهیان تیلاپیای پرورشی بین دو سایت آب لب شور و شیرین با استفاده از آزمون t-student نشان داد که مقدار تولید در واحد حجم ماهیان تیلاپیا در قفس های سایت آب لب شور بطور معنی داری بیش از آب شیرین بود ($t=۲/۴۸۵$ ،$p=۰/۰۲۱$) اما میانگین وزن بدن و بازماندگی ماهیان بین دو سایت اختلاف معنی داری نداشت ($p>۰/۰۵$).

در سال ۱۳۹۳ ماهیان تیلاپیای پرورش یافته در قفس ها پس از یک دوره ۱۴۵ روزه از اواخر فروردین تا اواخر شهریور، برداشت شدند.

بیشترین میانگین وزن بدن ماهیان در زمان برداشت در آب لب شور ۱۱/۴۲±۴۴۹/۵ مربوط به تراکم ۷۵ قطعه بر مترمکعب و در آب شیرین ۱۸/۵±۴۲۹/۸۴ گرم مربوط به تراکم ۲۵ قطعه برمترمکعب بود (جدول ۳).

جدول ۳. مقادیر میانگین (±SD) اندازه طول کل (cm) و وزن نهایی بدن (g) ماهیان تیلاپیای پرورش یافته در قفس با تراکم های مختلف در شرایط آب لب شور و شیرین بافق یزد، شهریور ۱۳۹۳

(وجود اختلاف معنی دار با آزمون توکی، با علامت * نشان داده شده است)

سایت	تراکم (تعداد برمترمکعب)	طول±SD (cm)	وزن±SD (g)
لب شور	۲۵	۲۷/۶۶±۰/۵۵	۳۹۶/۷۹±۱۵/۸۱
	۵۰	۲۷/۴۲±۰/۲۷	۴۱۹/۶۳±۱۳/۴۷
	۷۵	۲۷/۸۸±۰/۲۶	۴۴۹/۵±۱۱/۴۲*
	۱۰۰	۲۷/۶۶±۰/۳۶	۴۳۷/۵۴±۱۸/۰۵
	۱۲۵	۲۶/۹۸±۰/۲۴	۳۸۷/۶۷±۱۱/۸۲
	۱۵۰	۲۶/۲۵±۰/۲۱	۳۸۳/۹۹±۱۱/۲۶*
شیرین	۲۵	۲۷/۳۲±۰/۴۵	۴۲۹/۸۴±۱۸/۵
	۵۰	۲۷/۰۷±۰/۶	۴۰۰/۶۵±۲۳/۳
	۷۵	۲۶/۵۵±۰/۵۹	۳۸۰/۴±۲۳/۱۴
	۱۰۰	۲۶/۱±۰/۵۵	۳۵۹/۱۵±۲۰/۴
	۱۲۵	۲۶/۸۸±۰/۶	۳۸۹/۲۵±۲۷/۲۵
	۱۵۰	۲۴/۷±۰/۶۵	۳۲۸/۴۵±۲۳/۷۱

طبق نتایج آزمون توکی HSD ماهیان تیلاپیای پرورشی در تراکم ۱۵۰ با تراکم ۷۵ در قفس های آب لب شور از نظر میانگین وزن بدن (p=۰/۰۳) با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند. این آزمون اختلاف معنی داری از نظر طول کل و وزن بدن ماهیان پرورشی با تراکم های مختلف در قفس های آب شیرین نشان نداد (p>۰/۰۵).

در این دوره، در قفس های آب لب شور میزان تولید ماهیان تیلاپیا در واحد حجم درمحدوده ۴۱/۶-۱۱/۱۳ کیلوگرم و بازماندگی ۱۰۰-۷۶/۷ درصد، و در قفس های آب شیرین تولید در واحد حجم درمحدوده ۳۸-۱۰/۵ کیلوگرم و بازماندگی ۱۰۰-۵۹/۵ درصد بدست آمد (جدول ۴).

مقایسه میانگین های وزن بدن، تولید در واحد حجم و بازماندگی ماهیان تیلاپیای پرورشی بین دو سایت آب لب شور و شیرین با استفاده از آزمون t-student نشان داد که میانگین وزن بدن ماهیان تیلاپیا در قفس های آب لب شور بطور معنی داری بیش از آب شیرین بود (p=۰/۰۱۱، t=-۲/۵۷۸) اما مقدار تولید در واحد حجم و بازماندگی ماهیان بین دو سایت اختلاف معنی داری نداشت (p>۰۰/۰۵).

جدول ۴. مقادیر تولید در واحد حجم (kg/m^3) و درصد بازماندگی ماهیان تیلاپیای پرورش یافته در قفس با تراکم های مختلف در آب لب شور و شیرین بافق یزد، مهر ۱۳۹۱

سایت	تراکم (تعداد برمترمکعب)	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰
لب شور	تولید (Kg/m^3)	۱۱/۱۳	۱۹/۱	۲۶	۲۹/۸	۳۹/۵	۴۱/۶
	درصد بازماندگی	۱۰۰	۱۰۰	۸۶/۳	۷۶/۷	۹۰/۳	۸۴
شیرین	تولید (Kg/m^3)	۱۰/۵	۱۸/۲۵	۲۵/۵	۲۸/۵	۳۸	۲۷
	درصد بازماندگی	۱۰۰	۹۵	۹۸/۵	۹۸/۵	۸۹/۵	۵۹/۵

مقدار ضریب تبدیل غذایی (FCR) باتوجه به بیومس ماهیان پرورشی تولید شده و وزن غذای مصرف شده در دو دوره بررسی در آب لب شور درمحدوده ۱/۸۷-۱/۰۸ و در آب شیرین درمحدوده ۳/۷۲-۱/۵۶بدست آمد (جدول ۵).

جدول ۵. مقادیر ضریب تبدیل غذایی (FCR) ماهیان تیلاپیای پرورش یافته در قفس با تراکم های مختلف در سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳ در آب لب شور و شیرین بافق یزد

		تراکم (N/m^3)					
سال	سایت	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰
۱۳۹۱	لب شور	۱.۴۸	۱.۵۲	۱.۴۷	۱.۷۹	۱.۸۵	۱.۸۷
	شیرین	۱.۸۱	۱.۷۵	۱.۵۶	-	-	-
۱۳۹۳	لب شور	۱.۱۶	۱.۰۸	۱.۱۵	۱.۳۳	۱.۲۲	۱.۴۱
	شیرین	۱.۴۴	۱.۹۲	۲.۲۶	۳.۷۲	۳.۰۴	-

مقدار نرخ رشد روزانه (DGR) با توجه به میانگین های وزن اولیه و نهایی ماهیان پرورشی و طول مدت دوره پرورش در دو دوره بررسی، در آب لب شور درمحدوده ۲/۹۲-۲/۱۴ گرم بر روز و در آب شیرین درمحدوده ۲/۹۱-۶۳/ ۱گرم بر روز بود (جدول ۶).

جدول ۶. مقادیر ضریب رشد روزانه (DGR) ماهیان تیلاپیای پرورش یافته در قفس (برحسب گرم بر روز) با تراکم های مختلف در سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳ در آب لب شور و شیرین بافق یزد

		تراکم (N/m^3)					
سال	سایت	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰
۱۳۹۱	لب شور	۲.۹۲	۲.۶۸	۲.۸۵	۲.۶۶	۲.۴۳	۲.۱۹
	شیرین	۲.۴۵	۲.۳۹	۲.۳۳	-	-	-
۱۳۹۳	لب شور	۲.۲۳	۲.۳۷	۲.۵۷	۲.۴۹	۲.۱۷	۲.۱۴
	شیرین	۲.۹۱	۲.۵۴	۲.۲۸	۲.۰۲	۲.۴	۱.۶۳

مقدار نرخ رشد ویژه (SGR) با توجه به لگاریتم طبیعی میانگین های وزن اولیه و نهایی ماهیان پرورشی و طول مدت دوره پرورش در دو دوره بررسی، در آب لب شور درمحدوده ۱/۵۴-۱/۲۹ و در آب شیرین درمحدوده ۱/۱۲-۰/۶۳ بدست آمد (جدول ۷).

جدول ۷. مقدار نرخ رشد ویژه (SGR) ماهیان تیلاپیای پرورش یافته در قفس با تراکم های مختلف در سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳ در آب لب شور و شیرین بافق یزد

		تراکم (N/m^3)					
سال	سایت	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰
۱۳۹۱	لب شور	۱.۵۴	۱.۴۷	۱.۵۲	۱.۴۶	۱.۳۹	۱.۳
	شیرین	۱.۱۲	۱.۱	۱.۰۸	–	–	–
۱۳۹۳	لب شور	۱.۳۱	۱.۳۵	۱.۳۹	۱.۳۷	۱.۳	۱.۲۹
	شیرین	۰.۹۷	۰.۸۸	۰.۸۱	۰.۷۴	۰.۸۴	۰.۶۳

۵- بحث

استفاده از قفس در آب هایی که امکان خشک کردن یا تورکشی وجود ندارد مانند دریاچه ها، منابع بزرگ آب عمومی، ، کانال های انتقال آب، خوریات و آب های ساحلی حتی استخرهای آبزی پروری توصیه شده است. در بسیاری از نقاط جهان ازجمله جنوب آمریکا تیلاپیا مناسب ترین گونه برای پرورش در قفس است. برای پرورش تیلاپیا هر دو نوع قفس ثابت و متحرک بکار می رود (McGinty and Rakocy, 1989).

موفقیت پرورش تیلاپیا در قفس وابسته به فاکتورهایی مانند کیفیت آب، سطح آب، گونه تیلاپیا، اندازه و تراکم ذخیره سازی، اندازه و شکل قفس، کیفیت غذا و تعداد دفعات غذادهی است (Chitmanat, 2014).

برای استقرار قفس باید حداقل عمق آب ۳-۲ متر و آب حاوی غذای طبیعی بوده و قفس ها درمعرض باد شدید نباشند. دمای ۳۰-۲۰ درجه سانتیگراد، میزان pH درمحدوده ۸-۶.۸، میزان اکسیژن ۵ میلیگرم بر لیتر و شوری ۱۸-۱۰ قسمت در هزار برای پرورش تیلاپیا مطلوب می باشد. اکسیژن باید صبح و عصر بررسی شده و در شرایط اضطراری از هواده استفاده شود. چشمه تور قفس ۱۷-۱۴ میلیمتر و دوره پرورش ۴-۳ ماه مناسب است. کارگاه پرورش نباید از کارگاه تکثیر زیاد دور باشد. بطور کلی استفاده از قفس های کوچک معمولاً با استرس کمتری همراه است (Nunes, 2010). برای پرورش تیلاپیا باید کف قفس حداقل ۵۰ سانتیمتر از بستر فاصله داشته باشد. چشمه تور درشت مناسب تر است. نرخ تعویض آب در قفس های پرورش باید ۶۰-۳۰ لیتر بر ثانیه باشد (Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, 2004).

در مطالعه حاضر از قفس های ۱ مترمکعبی با تور پلی اتیلنی چشمه ۱۶×۱۶میلیمتر از جنس HDPE استفاده شد. همچنین تلاش شد با کوددهی در استخرهایی که در آنها قفس های پرورش تیلاپیا مستقر شده بودند باروری آب حفظ شود. در دوسایت آب لب شور و شیرین بترتیب محدوده شوری آب ۱۲/۵-۱۱/۵ و ۰/۶-۰/۳ قسمت در هزار، دمای آب ۲۸-۲۳/۵ و ۲۷-۲۳ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول ۹/۲-۴ و ۸/۵-۴ میلیگرم برلیتر و pH در محدوده ۹/۵-۷/۰۳ و ۷-۶/۴ بود.

قفس باید از مواد سبک و ارزان قیمت تهیه شود. چشمه تور در تولید مؤثر بوده و اغلب چشمه ۱۲/۷ میلیمتر بکار می رود اما چشمه ۱۹ میلیمتری برای خروج فضولات و برقراری جریان آب مناسب تر بنظر می رسد. اندازه قفس می تواند بین ۱ تا ۱۰۰۰ مترمکعب باشد. هرچه قفس بزرگتر باشد همراه با کاهش هزینه ها تولید بر واحد حجم نیز کاهش می یابد. این امر باعث کاهش تبادل آب می شود. قفس باید به نحوی پوشیده شود که پرندگان به آن دسترسی نداشته باشند. قفس های بزرگ باید دست کم ۴ متر از یکدیگر فاصله داشته باشند. کف قفس نیز باید ۱ متر با کف زمین فاصله داشته باشد زیرا در کف مواد دفعی جمع می شود و اکسیژن کاهش می یابد. اگر فاصله وجود داشته باشد رشد سریع تر شده و بیماری و انگل نیز کاهش می یابد. دمای آب ۳۰-۲۸ درجه سانتیگراد برای پرورش مناسب است. در دمای زیر $20^{o}C$ رشد کاهش یافته و در کمتر از $10^{o}C$ درجه ماهی تلف می شود (McGinty and Rakocy, 1989).

شایان ذکر است بررسی محققین نشان داده که رشد تیلاپیا در قفس مستقر در استخر کوددهی شده با استخر کوددهی نشده اختلاف معنی داری ندارد (Diana et al., 1993).

اساساً اندازه قفس های تیلاپیا باتوجه به فعالیت پرورش ماهی متفاوت است. قفس های مخصوص جفت گیری و قفس های تولید بچه ماهی کلاً کوچکتر از قفس های پرواربندی هستند درحالیکه قفس های آزمایشی معمولاً چند مترمکعبی می باشند. قفس های تولید ماهی تجاری از اندازه متوسط ۲۰-۶ مترمکعب تا اندازه خیلی بزرگ بیش از ۶۰۰ مترمکعب (Orachunwong et al., 2001; Coche, 1982) طبقه بندی می شوند. در اندازه قفس گزینش شده باید سطح تکنولوژی موجود هم منظور شود. به نظر می رسد قفس های بزرگ برای پرورش تیلاپیا بسیار مناسب هستند چون باعث رشد بهتر ماهی، کاهش از دست رفتن مواد غذایی و بهبود بقاء آنها حتی در شرایط کم اکسیژن می شوند. انواع متفاوت قفس های کوچک تا متوسط برای پرورش تیلاپیا در نواحی مختلف جهان بکار می رود. استفاده از ساختار این قفس ها مخصوصاً در نواحی روستایی با مقیاس کوچک بسیار رایج است (McGinty, 1991). پرورش تیلاپیا در قفس در شرایط آب لب شور و شیرین امکان پذیر است. در سریلانکا بطور وسیع پرورش تیلاپیا در قفس در آب شور و شیرین مشاهده شده است (Ariyaratne, 2003).

در فیلیپین قفس های ۱ مترمکعبی برای پرورش تیلاپیای گونه نیل در قفس با چشمه ۲۵ میلیمتر استفاده می شود. چشمه تور ۱۷-۱۴ میلیمتری نیز بسیار متداول است (Guerrero, 1979). در این کشور قفس های ثابت و شناور برای پرورش تیلاپیا بکار می روند. قفس های ثابت معمولاً از جنس تورهای مصنوعی (۵×۵×۳ متر تا ۱۵×۱۰×۳ متر) هستند و توسط میله هایی از جنس خیزران متصل شده اند. در قفس هایی که بدقت نصب شده باشند آب بخوبی جریان می یابد. قفس های شناور در دریاچه های عمیق، استخرهای ذخیره، خلیج ها و مرداب ها قرار می گیرند. چارچوب های آنها از جنس فولاد یا خیزران و مجهز به تور با ابعاد ۵×۵×۲.۵ تا ۱۰×۱۰×۴ متر هستند. بچه ماهیان تیلاپیای انگشت قد ۲-۰/۵ گرمی با تراکم ۴۵-۱۵ قطعه بر مترمکعب در قفس ثابت و با تراکم ۸۰-۵۵ قطعه بر مترمکعب در قفس شناور پرورش داده می شوند. این ماهیان با مواد غذایی تجاری و مکمل تغذیه می شوند (Marte et al., 2000).

در چین پرورش تیلاپیا در قفس های شناور با ابعاد ۶×۴×۳ متر در دریاچه ها، استخرهای ذخایر آب و رودخانه ها گسترش یافته است. پرورش متراکم تیلاپیا در قفس های شناور در دریایچه های چین رایج است چراکه این دریایچه ها سرشار از مواد غذایی طبیعی هستند و ماهی از آنها تغذیه می کند (Qiuming and Yi, 2004). در چین پرورش تیلاپیای قرمز در قفس های ۱ مترمکعبی که با کف استخر ۴۰ سانتیمتر فاصله داشتند موفقیت آمیز بوده است (Cremer and Jian, 1997).

معمولاً اندازه حجم قفس های ثابت برای پرورش تیلاپیا ۳۰-۱ مترمکعب، قفس های شناور ۱۰۰-۱۰ مترمکعب و پن ۱۰-۰/۱ هکتار است (Belton et al., 2006).

در مالزی سالانه ۱۰۰۰-۱۰۰ تن برهکتار تیلاپیا در سیستم قفس تولید می شود و معمولاً قفس های ۱×۳×۳ متری برای پرورش تیلاپیا استفاده می شوند (Hanafi and Peng, 2000).

در برزیل برای پرورش تیلاپیا معمولاً قفس های ۲۰-۴ مترمکعبی با تراکم ذخیره سازی معمولاً ۱۲۰ قطعه بر مترمکعب بکار می رود. عمق آب اغلب از ۲m بیشتر نیست. در دوره پرورش تعویض شدید آب انجام می شود. در قفس های بیش از ۱۰ مترمکعب ماهانه ۱۰ تن برداشت صورت می گیرد (Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, 2004).

در مالت پرورش تجاری *Oreochromis spilurus* در قفس های ۱۲۵ مترمکعبی در آب های دریای آزاد با شوری ۳۸-۳۷ قسمت در هزار با نتایج قابل قبول انجام شده است (Agius, 2001).

در کلمبیا پرورش تیلاپیا در مخازن بزرگ آب تولید نیرو در قفس های ۴۵-۲/۷ مترمکعبی انجام می شود (Popma and Rodriquez, 2000).

در بررسی مطالعه حاضر در سال ۱۳۹۱ دوره بررسی حدود سه ماه طول کشید و ماهیان تیلاپیای *O. niloticus* پرورشی از وزن اولیه ذخیره سازی ۱۰۰ گرم به وزن ۳۳۱-۲۷۲ گرم رسیدند. دوره پرورش در سال ۱۳۹۳ حدود ۴.۵ ماه طول کشید و در این مدت ماهیان پرورشی که با وزن اولیه ۵۰ گرم ذخیره سازی شده بودند با وزن نهایی ۴۵۰-۳۲۹ گرم برداشت شدند.

نتایج بررسی سال ۱۳۹۱ نشان داد در قفس های آب لب شور میانگین وزن بدن و طول نمونه ها در تراکم ۱۵۰ ماهی بر مترمکعب با سایر نمونه ها اختلاف معنی دار داشت ($p<0.05$). ماهیان پرورشی در این تراکم حداقل طول و وزن را دارند که بنظر می رسد که علت آن تراکم زیاد جمعیت، دسترسی کمتر ماهیان به غذا و افزایش نوترینت ها باشد (Chitmanat, 2014; Diana et al., 1993). در این شرایط مواد دفعی و فضولات سطح نوترینت های آب را افزایش می دهند (Diana et al., 1993).

در دوره اول بررسی در شرایط آب لب شور اندازه وزن و طول ماهیان در تراکم های ۲۵ تا ۱۲۵ قطعه بر مترمکعب اختلاف معنی دار نداشته و تراکم ۱۵۰ قطعه بر مترمکعب با اختلاف معنی داری ($p<0.05$) کمترین میانگین اندازه وزن بدن ماهیان پرورشی را داشته است. در سال ۱۳۹۳ ماهیان پرورشی قفس های با تراکم ۷۵ قطعه بر مترمکعب بیشترین طول و وزن را با اختلاف معنی دار ($p<0.05$) با تراکم ۱۵۰ قطعه بر مترمکعب داشتند. بدین ترتیب می توان تراکم های ۷۵ تا ۱۲۵ قطعه بر مترمکعب را در شرایط آب لب شور از نظر دستیابی به اندازه وزن مطلوب ماهیان برای ذخیره سازی مناسب دانست.

طبق آزمون توکی میانگین طول و وزن ماهیان مورد بررسی با تراکم های مختلف در آب شیرین در سال ۱۳۹۳ نیز مانند سال ۱۳۹۱ هیچگونه اختلاف معنی داری نداشت ($p>0.05$) و بدین ترتیب به نظر می رسد در آب شیرین تا تراکم ۱۵۰ قطعه بر مترمکعب می توان در قفس ها بدون تأثیر معنی دار بر کاهش اندازه وزن بدن ماهیان ذخیره سازی نمود. میانگین وزن بدن ماهیان در سال ۱۳۹۳ در دو محیط آب لب شور و شیرین اختلاف

معنی دار نداشت (p>۰.۰۵) اما در سال ۱۳۹۳ اختلاف معنی داری در افزایش میانگین وزن ماهیان پرورشی در آب لب شور نسبت به آب شیرین مشاهده می شود (p<۰.۰۵).

تراکم ذخیره سازی یکی از عوامل مهمی است که بر عملکرد تولید تیلاپیا در قفس تأثیر می گذارد. چنانچه انتظار می رود، افزایش تراکم ماهی می تواند تولید کل محصول را افزایش دهد اما رشد انفرادی و میانگین وزن بدن ماهیان را کاهش می دهد. تأثیر تراکم ذخیره سازی اولیه بر رشد و بازماندگی تیلاپیا در قفس ها به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته است. مطالعات محدودی در این زمینه انجام شده و متأسفانه نتایج آن چندان مؤثر نبوده است (Chitmanat, 2014).

در یک مطالعه، رشد ماهیان تیلاپیا در قفس ها با تراکم ذخیره سازی ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸ و ۲۵۶ قطعه بر مترمکعب اختلاف نداشته و وابسته به تراکم نبوده است (Diana et al., 1993).

در یک بررسی در غنا درمورد پرورش تیلاپیا در قفس، ماهیان با وزن های اولیه ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ گرم ذخیره سازی شدند و به وزن نهایی ۴۲۰، ۵۵۰ و ۶۹۰ گرم رسیدند (Diversified Agriculture Program Proposal, 2009).

در بررسی محققین دیگر، در قفس های پرورش تیلاپیای نیل با تراکم بیش از ۶۴ قطعه بر مترمکعب مرگ و میر معنی دار مشاهده شد و بیش از ٪۸۰ ماهی ها تلف شدند. بیشترین رشد و بازماندگی در تراکم ۱۶ تا ۶۴ قطعه بر مترمکعب بدست آمد که تراکم ۶۴ قطعه مناسب تر بنظر می رسد. درمحدوده این تراکم ها رشد و بازماندگی ماهیان وابسته به تراکم نبود (Diana et al., 1993).

در چین ذخیره سازی بااستفاده از نمونه های ۵۰ گرمی یا بیشتر و تراکم معمولاً ۱۵۰-۱۰۰ قطعه ماهی بر مترمکعب درنظر گرفته می شود. دوره پرورش معمولاً ۵-۴ ماه طول می کشد. ماهیان پرورشی در وزن ۸۰۰-۶۰۰ گرم به میزان ۶۰-۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب برداشت می شوند (Qiuming and Yi, 2002).

در یک بررسی درمورد پرورش تیلاپیای قرمز در چین، نمونه ها با وزن اولیه ۵۰/۶ گرم و تراکم ۴۰۰ قطعه بر مترمکعب در قفس های ۱ مترمکعبی ذخیره سازی شدند. میانگین وزن بدن ماهیان پرورشی در زمان برداشت ۴۸۲-۴۴۳ گرم، بازماندگی ٪۹۹ و تولید ۱۶۹-۱۵۵ کیلوگرم بر مترمکعب بود (Cremer and Jian, 1997).

در مالزی تراکم ۳۰-۱۰ ماهی بر مترمکعب برای پرورش در قفس رایج است. در بررسی انجام شده در مالزی، ذخیره سازی ماهیان پرورشی با تراکم ۵۰ قطعه بر مترمکعب با وزن اولیه ۵۰ گرم در مدت ۶ ماه به وزن ۶۰۰ گرم رسیدند (Hanafi and Peng, 2000).

در کشور مالت ماهی ۵۰ گرمی در قفس های مربوط درانتهای ماه ژوئن ذخیره سازی شد. وزن این ماهیان در ماه نوامبر به ۵۰۰-۴۵۰ گرم رسید. میزان مرگ و میر کمتر از ٪۲ درصد بود. عامل اصلی محدودیت توسعه این سیستم پرورش در مالت دمای کم آب طی ماه های فصل زمستان است (Agius, 2001).

بچه ماهیان تیلاپیای فلوریدا در قفس های دریایی با تراکم ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ ماهی بر متر مکعب به مدت ۳۰ روز رشد یافتند که رشدی مشابه و بازده مصرف مواد غذایی یکسانی داشتند (Chitmanat, 2014).

عملکرد تیلاپیای نیل پرورش یافته در قفس های شناور تیل نوی (Thale Noi) تایلند، بطور معنی داری تحت تأثیر تراکم ذخیره سازی اولیه بود (Chiayvareesajja et al., 1990). در یک بررسی در تایلند ماهیان ذخیره شده با تراکم ۳۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ قطعه بر مترمکعب پرورش یافتند و با رژیم گیاهی به مدت ۳ ماه تغذیه شدند. بهترین تولید در ۵۰۰ قطعه بر مترمکعب حاصل شد، علیرغم این که رشد فردی ماهیان در تراکم کمتر، بهتر بود. همچنین تحقیقات بسیاری درمورد رابطه بین تراکم ذخیره سازی و اندازه ماهی از یک سو و عملکرد تیلاپیا در سیستم های پرورش در قفس از سوی دیگر صورت گرفته است (Chitmanat, 2014).

در فیلیپین برداشت تیلاپیای قفسی از وزن های ۳۰۰-۲۰۰ گرمی صورت می گیرد (Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, 2004).

نکته قابل توجه اینکه اختلاف اندازه در نمونه های پرورشی در قفس طبیعی است و باید بزرگترها زودتر صید شوند تا فضای مناسب برای اندازه های کوچک تر فراهم گردد (McGinty and Rakocy, 1989).

در بررسی حاضر بازماندگی ماهیان پرورشی در قفس های آب لب شور در دو دوره بررسی بترتیب درمحدوده ۹۹/۱-۹۶ و ۱۰۰-۷۶/۷ درصد، و در آب شیرین ۹۳/۳-۶۵ و ۱۰۰-۵۹/۵ درصد بود. بازماندگی ماهیان پرورشی در شرایط آب شیرین و لب شور در هیچ یک از دو دوره بررسی بین تراکم های مختلف ذخیره سازی اختلاف معنی دار نداشت و ماهیان شرایط تطبیق برای رشد در هردو محیط را داشته اند. درعین حال کاهش بازماندگی ماهیان پرورشی در تراکم های زیاد می تواند بدلیل افزایش فضولات حاصل از تراکم ماهیان باشد.

همچنین مقدار تولید ماهی درواحد حجم قفس ها در آب لب شور در دو دوره بررسی بترتیب درمحدوده ۳۶/۹۳-۷/۱۷و ۴۱/۶-۱۱/۱۳کیلوگرم و در آب شیرین ۱۹/۶۲-۵/۹۸ و ۳۸-۱۰/۵ کیلوگرم بود. تولید در واحد حجم با افزایش تراکم ذخیره سازی درمحدوده تعریف شده در مطالعه در هردو دوره پرورش افزایش نشان یافته که این نتیجه مورد انتظار است. بعلاوه مقدار تولید در شرایط آب لب شور بیشتر بود که در سال ۹۱ این اختلاف معنی دار می باشد.

در یک مطالعه انجام شده با قفس های ۱ مترمکعبی، کاهش رشد ماهیان تیلاپیا با رسیدن زیتوده به ۱۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب رخ داده و در دیگر قفس ها چنین وضعیتی مشاهده نشده است (McGinty and Rakocy, 1989).

در بررسی دیگری مشخص شده که میزان مرگ ومیر در قفس ها با تراکم های ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸ و ۲۵۶ قطعه بر مترمکعب با یکدیگر اختلاف معنی دار داشته است (Diana et al., 1993).

در این مطالعه مقدار ضریب تبدیل غذایی ماهیان پرورشی در آب لب شور درمحدوده ۱/۸۷-۱/۰۸ و در آب شیرین درمحدوده ۳/۷۲-۱/۵۶تغییر کرده و با افزایش تراکم ذخیره سازی و زیتوده قفس ها روند افزایشی داشت. مقدار این ضریب در هردو دوره پرورش برای تراکم های مشابه، در آب شیرین بیش از آب لب شور بوده است.

همچنین نرخ رشد روزانه ماهیان در آب لب شور درمحدوده ۲/۹۲-۲/۱۴ گرم بر روز و در آب شیرین درمحدوده ۲/۹۱-۱/۶۳ گرم برروز بود. نرخ رشد ویژه در آب لب شور درمحدوده ۱/۵۴-۱/۲۹ و در آب شیرین درمحدوده ۱/۱۲-۰/۶۳ بدست آمد. نرخ رشد روزانه و ویژه در اغلب موارد با افزایش تراکم و زیتوده ماهیان در قفس ها روند کاهشی داشته که این نتیجه مورد انتظار می باشد. مقدار این ضرایب در ماهیان پرورشی برای تراکم های مشابه، در شرایط آب شور بیش از آب شیرین بوده است.

بطور کلی بازماندگی تیلاپیای پرورشی در قفس معمولاً بیش از ۹۵٪ است (McGinty and Rakocy, 1989). همچنین محصول خالص قفس در هر استخر با افزایش زیتوده کاهش یافته و میزان رشد در تراکم های پایین بیشتر از تراکم های بالا است (Belton et al., 2006).

در بررسی انجام شده در مصر، در قفس های ۱ مترمکعبی ماهیان تیلاپیای ۳۰ گرمی با تراکم های ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ قطعه بر مترمکعب ذخیره سازی و با غذای حاوی ٪۳۲ پروتئین تغذیه شدند. در پایان دوره ضریب تبدیل غذایی ۲/۹-۲/۱ و ضریب رشد ویژه ۱/۱-۰/۷۷ بدست آمد. ماهیان با وزن ۲۳۰-۱۲۵ گرم برداشت شدند. با افزایش تراکم اندازه وزن و طول بدن کاهش معنی دار نشان داد. مناسب ترین تراکم ذخیره سازی ۱۲۰ ماهی بر مترمکعب بود (Abdel-Hakim and Moustafa, 2009).

تیلاپیای قرمز فلوریدا در قفس های دریایی منطقه باهاما با بازماندگی ۸۴/۱ تا ۹۳/۵ درصد پرورش یافته است (Al-Ahmed, 2002).

بررسی محققین دیگر نشان داده که تراکم ذخیره سازی ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ قطعه بر مترمکعب تأثیر معنی داری بر بازماندگی، رشد و ضریب تبدیل غذایی تیلاپیای پرورشی نداشته است. بازماندگی درمحدوده ۹۸/۵-۹۴/۳ درصد بدست آمده است. در تراکم های ذکر شده وزن نهایی ماهیان طی ۱۲۶ روز بترتیب ۲۱۰، ۱۹۱ و ۱۹۷ گرم، و میزان تولید بترتیب ۴۱/۹۹، ۵۷/۲۹ و ۷۸/۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است (Balcázar et al., 2003).

در مطالعه دیگری، با ذخیره سازی ۵۰ ماهی تیلاپیا بر مترمکعب در قفس های ۱ مترمکعبی با چشمه تور ۱.۳ سانتیمتر و تغذیه با غذای ٪۳۰ پروتئین به میزان ٪۱۰ وزن بدن، بازماندگی ٪۹۰ بدست آمد. ضریب تبدیل غذایی برای ماهیان ۲۳۰ گرمی تک جنس ۳/۷۸و برای ماهیان ۷۰ گرمی تک جنس ۳.۸ بود (Chakraborty, 2010).

در برزیل در قفس ۴ مترمکعبی تراکم ۳۰۰-۲۰۰ ماهی بر مترمکعب و در قفس ۱۰۰ مترمکعبی تراکم ۲۵ و ۵۰ ماهی بر مترمکعب در نظر گرفته می شود. تولید در قفس های ۱۰۰ و ۴ مترمکعبی بترتیب ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب است (Balarin and Haller, 1982). در یک بررسی بچه ماهی ۳۰ گرمی تک جنس جهت پرورش در قفس تا وزن ۳۰۰-۱۵۰ گرم به مدت ۶ ماه بااستفاده از غذای حاوی ۳۴-۲۴ درصد پروتئین ذخیره سازی شد. در تراکم های ۳۵۰-۱۶۰ ماهی بر مترمکعب محصول نهایی سالانه ۱۱۶-۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب و بازماندگی ٪۶۵ بود (Balarin and Haller, 1982).

در بررسی انجام شده در مالزی با تراکم ذخیره سازی ۵۰ قطعه بر مترمکعب میزان تولید ۰/۲-۰/۱ تن بر مترمکعب قفس و ضریب تبدیل غذایی ۱/۳ بدست آمده است (Hanafi and Peng, 2000).

در چین تیلاپیاهای جوان بیش از ۵۰ گرم با تراکم ۱۵۰-۱۰۰ ماهی بر مترمکعب با خوراک پلت پرورش یافتند. بعد از دوره پرورش ۱۵۰-۱۲۰ روزه ماهی ها با وزن نهایی ۸۰۰-۶۰۰ گرم و محصول ۶۰-۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب برداشت شدند. ضریب تبدیل غذایی ۲-۱.۵ بود (Qiuming and Yi, 2004).

در مطالعه دیگری با استفاده از قفس ۶۶/۷مترمکعبی، ماهیان با وزن اولیه ۱۰۲ گرم و تراکم ۶۰ قطعه بر مترمکعب در آب شیرین طی ۱۲ هفته در دمای ۲۸-۲۷ درجه سانتیگراد،pH به میزان 7.1، اکسیژن ۴/۶۳-۴/۳۷ و آمونیاک ۰/۰۲ میلیگرم برلیتر با غذای ۳۳-۳۲ درصد پروتئین پرورش یافتند. در پایان دوره، بازماندگی ۸۷-۷۹ درصد، زیتوده برداشت ۱۶۰۶ کیلوگرم، میانگین وزنی ماهیان ۴۰۸-۴۲۰ گرم، تولید ۱۹/۶-۱۹ کیلوگرم بر مترمکعب، ضریب تبدیل غذایی ۱/۶-۱/۴۷، نرخ رشد روزانه ۲.۴۱-۲.۳۴ گرم و نرخ رشد ویژه ۱/۱۴-۱/۱۲ بدست آمد (Mensah and Attipoe, 2013).

پرورش قفسی تیلاپیا در بنگلادش ۹-۸ ماه طول می کشد. تولید با ضریب تبدیل غذایی ۲ به میزان ۱۹۰-۱۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب انجام می شود (Hussain et al, 2013).

در تایلند ماهیان ۸۹-۵۸ گرمی در قفس های شناور رودخانه راتچبوری با تراکم ۱۵۸-۱۰۰ ماهی بر مترمکعب ذخیره سازی شدند. غذادهی با غذاهای تجاری حاوی ٪۲۳ پروتئین به مدت ۱۲۰ روز انجام شد. وزن نهایی ماهیان ۶۱۰-۵۰۰ گرم و محصول ۵۹-۵۷ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد (Orachunwong et al., 2001).

در بررسی انجام شده در هند، ضریب تبدیل غذایی ماهیان تیلاپیای پرورشی قفسی ۰/۰۶±۴/۰۸بدست آمده است. این تحقیق نشان داده که نرخ رشد روزانه و ویژه ماهیان در روش تولید تیلاپیا در قفس در مقایسه با روش های دیگر کمتر و FCR بالاتر بوده و این اختلاف معنی دار است (Chakraborty and Banerjee, 2009).

تیلاپیای قرمز فلوریدا در قفس های دریایی منطقه باهاما در قفس های دریایی جزیره مائوریتیوس در جنوب شرق افریقا طی ۹۵ روز پرورش یافته است. نرخ رشد ویژه ٪۱/۱۳و محصول ۹ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد که در مقایسه با مطالعات مشابه درمورد *Oreochromis spilurus* پرورش یافته در قفس های دریایی کویت با نرخ رشد ویژه ٪۱/۹، کمتر است. تفاوت بین دو نتیجه احتمالاً مربوط به تراکم ذخیره سازی، گونه، اندازه، مدت آزمایش و شرایط زیست محیطی است. در کویت بچه ماهیان نورس *O. spilurus* در قفس های دریایی به تعداد ۶۰۰ قطعه بر مترمکعب پرورش یافتند درحالیکه در تراکم ۲۰۰ قطعه ماهی در مترمکعب مناسب ترین رشد بدست آمد. همچنین در یک تحقیق ماهیان از ۱۱۸ تا ۳۲۳/۳ گرم طی ۱۰۱ روز با نرخ رشد ۲/۰۳ گرم بر روز پرورش یافتند و ۴۴ کیلوگرم ماهی بر مترمکعب تولید شد. در بررسی دیگری ماهیان با نرخ رشد ۳/۴۹-۲/۳۱ گرم بر روز با ضریب تبدیل غذایی ۲/۱۳-۱/۴۷ و بقاء ۹۷/۷-۹۵ درصد پرورش یافتند (Al-Ahmed, 2002).

ضریب تبدیل غذایی برای تیلاپیای نیل قفسی پرورش یافته در سیستم تلفیقی قفس-استخرخاکی که به میانگین وزن ۴۶/۶±۱۶۲/۶ گرم رسیده به میزان ۰/۷±۳/۳ بدست آمده است (Fitzsimmons et al., 1999).

در برزیل اندازه قفس و تراکم ذخیره سازی از $4m^3$ با تراکم ۳۰۰-۲۰۰ ماهی بر مترمکعب تا قفس های بزرگتر از $100m^3$ با تراکم ۵۰-۲۵ ماهی بر مترمکعب متفاوت است. محصول بدست آمده از $150kg/m^3$ در قفس های کوچک تا $50kg/m^3$ در قفس های بزرگتر طبقه بندی می شود. همچنین محصول تیلاپیای نیل یا قرمز پرورش یافته در قفس در ایالت سار برزیل به میزان ۱۰۰-۴۰ کیلوگرم محصول بر مترمکعب بدست می آید. پرورش تیلاپیا در قفس تایلندی باعث تولید ۳۰۰-۱۰۰ کیلوگرم محصول بر مترمکعب شده است. در شمال شرق برزیل، تیلاپیاهای جوان ۳۰-۲۵ گرمی در قفس های ۶-۴ مترمکعبی در مدت ۱۲۰ روز به وزن ۶۰۰-۵۰۰ گرم رسیدند (Roubach et al., 2003; Costa et al., 2000).

در کلمبیا تیلاپیای نر تک جنس با تراکم ۳۵۰-۱۶۰ بر مترمکعب و وزن اولیه ۳۰ گرم ذخیره سازی می شود. هدف دستیابی به اندازه بازاری ۳۰۰-۱۵۰ گرم طی ۸-۶ ماه است. بااستفاده از غذای تجاری حاوی ۳۴-۲۴ درصد پروتئین، محصول نهایی ۱۱۶-۶۷ کیلوگرم بر مترمکعب می باشد (Popma and Rodriquez, 2000).

کاربرد غذای مناسب تیلاپیا در دوره پرورش عامل مهم تعیین کننده تولید نهایی، ضریب تبدیل غذایی و نرخ رشد است. از این رو فرمولاسیون خوراک برای پرورش تیلاپیا در قفس حائز اهمیت می باشد. در این مطالعه بدلیل موقعیت قرارگیری استخر آب شیرین در یک مجتمع غیرآبزی پروری، امکان حفظ شکوفایی و باروری آب استخر در این سایت و تأمین غذای طبیعی وجود نداشت. این عامل می تواند بر شاخص های رشد و تولید ماهیان پرورشی و بویژه افزایش ضریب تبدیل غذایی در شرایط آب شیرین مؤثر بوده باشد. همچنین در مطالعه حاضر برای تغذیه ماهیان از خوراک حاوی ٪۳۶ پروتئین خام استفاده شد.

در مطالعات مشابه توسط محققین دیگر، استفاده از خوراک های حاوی پروتئین کمتر برای پرورش تیلاپیای قفسی پیشنهاد شده است. نتایج تحقیق دیگر محققین نشان داده که افزایش پروتئین در غذای ماهیان تیلاپیا که در قفس پرورش می یابند اثر منفی بر عملکرد رشد و تولید این ماهیان دارد.

در یک بررسی درمورد تأثیر سطح پروتئین خوراک بر عملکرد تولید تیلاپیا در قفس، ماهیان با تراکم های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ قطعه بر مترمکعب ذخیره سازی و به مدت ۸۴ روز با خوراک های حاوی ٪۲۸ و ٪۳۲ پروتئین خام تغذیه شدند. در پایان دوره، در تیمارهای ٪۲۸ و ٪۳۲ پروتئین بترتیب مقدار میانگین وزن بدن ماهیان ۱۷۶/۸ و ۱۶۶.۴ گرم بدست آمد. مقدار تولید در واحد حجم درمحدوده ۵۲/۲-۱۶/۱ کیلوگرم بر مترمکعب و در کلیه تراکم ها مقدار تولید در تیمار با غذای ٪۲۸ بیش از تیمار ٪۳۲ پروتئین بود. میانگین های بازماندگی ٪۹۷.۹، نرخ رشد روزانه ۱.۹۴ گرم، و ضریب رشد روزانه ۳.۵۴ که در همه تراکم های تیمار با غذای ٪۲۸ بیش از تیمار ٪۳۲ پروتئین، و ضریب تبدیل غذایی ۱.۸۸ که برای تیمار ٪۲۸ کمتر از ٪۳۲ پروتئین بود. تراکم ذخیره سازی تأثیر

معنی داری بر هیچ یک از شاخص های ذکر شده نداشت اما میانگین وزن نهایی ماهیان در تراکم ۱۰۰ قطعه بر مترمکعب بطور معنی دار بیشتر از تراکم های دیگر بود (Watanabe et al., 1990).

در یک آزمایش ۱۲ قفس ۱۵ مترمکعبی با تراکم ۱۵۰/m^3 و وزن اولیه ۰.۱۶g تیلاپیای نیل و ۰.۲۴g تیلاپیای قرمز بترتیب طی۴۰ و۵۱ روز و غذادهی ٪۱۰ وزن بدن دونوبت درروز بکار رفت.وزن نهایی نمونه های نیل تغذیه شده با آرد برنج ۱/۲، غذای تجاری ۲، غذای ساخته شده ۶ و غذای طبیعی ۲/۵۷ گرم، و وزن نهایی نمونه های قرمز با آرد برنج ۲/۷، غذای تجاری ۱/۸، غذای ساخته شده ۳/۶۱و غذای طبیعی ۳/۴ گرم بود (Ariyaratne, 2003).

در چین برای پرورش تیلاپیا در دریاهای باز و منابع آب عمومی از قفس با ابعاد ۶×۴×۳ متر استفاده می شود. تغذیه بااستفاده از غذای حاوی ۳۵-۲۸ درصد پروتئین بصورت ۳-۲ بار در روز صورت می گیرد. میزان تغذیه تا وزن کمتر از ۱۰۰ گرم ۱۰-۷ درصد وزن بدن، در وزن های ۲۵۰-۱۰۰ گرم به میزان ۶-۴ درصد و برای ماهیان ۸۰۰-۳۰۰ گرمی به میزان ۴-۱.۵ درصد است (Qiuming and Yi, 2002).

باید توجه داشت غذای پلت شناور در پرورش قفسی بهترین غذا است. پروتئین خام مورد نیاز ماهیان ۲۵-۱ گرمی ۳۶-۳۲ درصد و برای ماهیان بزرگتر از این اندازه ۳۲-۲۸ درصد است (McGinty and Rakocy, 1989).

در مطالعه حاضر باتوجه به بالاتر بودن میانگین وزن بدن ماهیان تیلاپیای پرورشی در قفس های آب لب شور در مقایسه با تراکم های مشابه با آب شیرین، بالاتر بودن میزان تولید در واحد حجم و نرخ رشد این ماهیان و نیز ضریب تبدیل غذایی کمتر در شرایط آب لب شور در مقایسه با آب شیرین، عملکرد تولید تیلاپیا در شرایط آب لب شور مطلوب تر از آب شیرین به نظر می رسد.

باتوجه به کمبود و محدودیت منابع آب شیرین در کشور، بهره برداری از منابع آب های غیرشیرین برای اهداف آبزی پروری ترجیح دارد. بعلاوه احتمال آلودگی و ابتلاء به بیماری ها در آب شیرین نسبت به آب های لب شور بیشتر است. استفاده از آب لب شور در سیستم های تولید تیلاپیا باهدف کنترل و پیشگیری بیماری ها و عوامل انگلی، مژکداران، باکتری ها و قارچ ها نسبت به آب شیرین برتری دارد (Chang & Plumb, 1996).

طبق یافته های محققین و کشورهای دارای تجربه پرورش تیلاپیا در قفس، شرایط بهینه این سیستم تولید تعریف شده که مواردی از آن ذکر می گردد :

شرایط پرورش تیلاپیا در قفس در برزیل در جدول ۹ آمده است.

جدول ۹. سیستم های پرورش تیلاپیا در قفس در برزیل (Nunes, 2010)

مرحله	حجم قفس(m^3)	تراکم (m^3)	وزن (g)	تعداد قفس	دوره (روز)	ضریب تبدیل غذایی	درصد بازماندگی
نرسری	۴	۱۰۰۰	۱-۱۶	۴۰۰۰	۳۷	۱.۳۹	۹۸
رشد اولیه	۶	۳۲۷	۱۶-۱۰۵	۳۹۲۰	۴۸	۱.۳۸	۹۶
رشد	۶	۱۶۰	۱۰۵-۵۰۰	۹۶۰	۷۴	۱.۳۳	۹۳
نهایی	۶	۱۰۰	۵۰۰-۹۰۰	۶۰۰	۶۶	۱.۷	۹۱

شرایط و سیستم های پرورش تیلاپیا در قفس در تایلند در جداول ۱۰ و ۱۱ ذکر شده اند.

جدول ۱۰. شرایط پرورش تیلاپیا در قفس در تایلند (Belton et al., 2006)

مرحله و اندازه ماهی (گرم)	هدف	چشمه تور (میلیمتر)
بچه ماهی نورس ۱۲	نرسری	۱-۳
انگشت قد ۳۰-۱۲	رشد	۴-۸
پرواری ۲۰۰-۳۰	رشد	۱۰-۲۰
پرواری ۲۰۰ به بالا	رشد	۲۰-۲۵
مولد ۱۵۰ به بالا	تکثیر (تخم)	۱-۳

جدول ۱۱. سیستم های پرورش تیلاپیا در قفس در تایلند (Belton et al., 2006)

سیستم پرورش	تراکم (N/m^3)	غذا	مکان	کیلوگرم تولید/مترمکعب/ماه
غیر متراکم	۴-۱۰	طبیعی	دریاچه	۲
نیمه متراکم	۱۰-۵۰	٪۱۰پروتئین (محصولات ضمنی کشاورزی)	دریاچه رودخانه	۴
متراکم	۵۰-۲۰۰	بیشتر از ٪۲۵ پروتئین، پلت	دریاچه	۵-۱۵

طبق نظر دیگر محققین، نرخ ذخیره سازی در قفس های کوچک ۴-۱ مترمکعبی بصورت ۸۰۰-۶۰۰ قطعه بر مترمکعب برای رسیدن به وزن ۲۲۶ گرم، ۴۰۰-۳۰۰ قطعه بر مترمکعب برای رسیدن به وزن ۴۵۰ گرم، ۲۵۰-۲۰۰ قطعه بر مترمکعب برای رسیدن به وزن ۶۸۰ گرم، می باشد. سایز بندی باید هر ۴ تا ۶ هفته انجام شود. تبادل آب در قفس بزرگ کمتر است و بهتر است از تراکم های کمتر استفاده کرد. بعنوان نمونه در قفس های ۱۰۰ مترمکعبی برای رسیدن به ماهی ۴۵۰ گرمی استفاده از ۵۰ ماهی بر مترمکعب مناسب است. باید توجه داشت که از دمای 21^oC به بالا دمای مناسبی جهت ذخیره سازی محسوب می شود. برای افزایش تولید حاصل از افزایش تراکم، باید کیفیت آب را در نظر داشت. در قفس های ۱۰۰ مترمکعبی تولید با رسیدن به ۲۳ کیلوگرم بر

مترمکعب رشد محدود می شود. کل غذای مورد استفاده بستگی به اندازه و تعداد ماهی موجود در قفس دارد و عامل محدود کننده آن سطح استخر است. حداکثر نرخ تغذیه روزانه در شرایط پرورش در قفس ۲۰-۱۳ کیلوگرم بر هکتار استخر می باشد (McGinty and Rakocy, 1989).

برای پرورش تیلاپیا در قفس شرایط ذکر شده در جدول ۸ مناسب است.

جدول ۸. شرایط پرورش تیلاپیا در قفس (McGinty and Rakocy, 1989)

وزن بچه ماهی (گرم)	چشمه تور (میلیمتر)	تراکم (تعداد برمترمکعب)	مدت (هفته)	وزن نهایی (گرم)
۱	۶	۳۰۰۰	۸-۷	۱۰
۱۰	۱۳	۲۵۰۰	۶-۵	۳۰-۲۵
۳۰-۲۵		۱۵۰۰	۵	۶۰-۵۰
۳۰-۲۵		۱۰۰۰	۱۰-۹	۱۰۰

بطور کلی گزینش سیستم های مناسب پرورش در هر منطقه باید براساس سه عامل تعیین کننده زمین، آب و منابع انرژی ارزیابی شود. باتوجه به خصوصیات زیستی ماهی تیلاپیا و سازگاری و مقاومت نسبت به نوسانات محیطی، پرورش این ماهی در سیستم‌های مختلف ازجمله استخر خاکی، حوضچه بتنی و کانال آبرسان توسعه یافته است.

هرچند پرورش تیلاپیا بصورت غیرمتراکم، نیمه متراکم و متراکم امکان پذیر است اما در مدیریت پرورش متراکم تیلاپیا لازم است تولیدکنندگان در برنامه ریزی های مدیریت تولید، از نظر دستیابی آسان و همیشگی به تخم، تأمین هزینه های ساخت و حفاظت و اجراء سیستم، دردسترس بودن تکنولوژی، ابزارهای کنترلی و پرسنل با تجربه، آگاهی از اثرات محیط زیستی پرورش متراکم و ایجاد شرایط مطمئن مؤثر برای کاهش اثرات نامطلوب اطمینان حاصل کنند (El-Sayed, 2006).

در اغلب نقاط جهان کمبود آب شیرین و رقابت برای بهره برداری جهت مصارف دیگر مانند آبیاری، آب آشامیدنی و فعالیت های شهری حاکی از چالشی است که تضمین مصرف آب برای پرورش تیلاپیا با آن روبرو است. این چالش که پرورش دهندگان ماهی با آن مواجه هستند با استفاده از آب های لب شور وآب دریا که در اکثر نواحی استوایی و نیمه استوایی برای پرورش تیلاپیا موجود است قابل حل می باشد. خصوصیات ویژه ماهی تیلاپیا ازنظر تحمل شوری های مختلف آنها را به نمونه ایده آلی برای پرورش در آب های شور تبدیل کرده است (Al-Ahmed, 2002). توسعه پرورش تیلاپیا در جهان درکنار کمبود منابع آب شیرین جهت مصارف کشاورزی و شهری، بتدریج پرورش تیلاپیا را از روش های قدیمی نیمه متراکم به سوی سیستم های متراکم سوق داده است (Muir *et al.*, 2000).

موضوع جالب توجه در مورد پرورش تیلاپیا در قفس این است که حتی درصورت استفاده از ماهیان تک جنس نشده، تخمریزی طبیعی در قفس‌ها انجام نگرفته و در صورت انجام، بچه‌ماهی ها در قفس باقی نمانده و ازدیاد بی‌رویه جمعیت را به همراه نخواهند داشت.

بدین ترتیب روش تولید متراکم تیلاپیا در قفس که متضمن ملاحظات محیط زیستی نیز می باشد و طبق نتایج مطالعه حاضر در شرایط آب لب شور و شیرین در کشور امکان پذیر است می تواند با تأکید بر بهره برداری بهینه از منابع آب شور در دستورکار قرار گیرد. منابع آب لب شور در مناطق مرکزی کشور بویژه در شرایط بسته و فاقد منابع آبی آزاد، استخرهای آبزی پروری و ذخیره کشاورزی گزینه های مناسبی برای این روش می باشند.

پرورش تیلاپیا در قفس ضمن محقق شدن اهداف پرورش متراکم با زیتوده برداشت به میزان قابل توجه، بدلیل عدم نیاز به هزینه کرد و احداث سازه های خاص آبزی پروری، ممانعت از ورود ماهیان به منابع آبی، در منابع آبی نظیر استخرهای ذخیره، آبراهه ها و آب بندان ها قابل توجه است.

پرورش موفقیت آمیز ماهیان تیلاپیا در قفس در شرایط متراکم و برداشت بیش از ۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب در این مطالعه، رکورد کم سابقه ای در آبزی پروری بویژه پرورش ماهیان گرمابی کشور بوده و چشم انداز روشنی برای ترویج روش های پرورش متراکم این ماهی با منظور شدن ملاحظات زیست محیطی محسوب می شود.

طبق نتایج بررسی حاضر ذخیره سازی ماهیان تیلاپیا با تراکم های ۷۵ تا ۱۲۵ قطعه برمترمکعب در قفس های آب لب شور و شیرین مناسب بوده و باتوجه به نتایج عملکرد پرورش در آب لب شور کاربرد این روش بویژه در منابع آب لب شور بسته و غیرمرتبط با آب های آزاد در مناطق مرکزی کشور توصیه می گردد. درعین حال مطالعات تکمیلی باهدف اپتیمم کردن شرایط پرورش و بویژه فرمولاسیون خوراک ویژه پرورش تیلاپیای قفسی در شرایط آب لب شور منطقه ضروری به نظر می رسد.

منابع

- بیطرف، احمد. ۱۳۹۱. گزارش‌نهایی‌پروژه، بررسی روش های تولیدتک جنس نرتیلاپیای سیاه در شرایط آب لب‌شور بافق. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکزتحقیقات ماهیان آب‌شور داخلی‌بافق، ۷۱ص.
- رجبی‌پور، فرهاد. ۱۳۹۴. گزارش نهایی پروژه، پرورش تیلاپیا در سیستم آکواپونیک. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور، ۴۴ص.
- رجبی پور، فرهاد. ۱۳۹۱. گزارش نهایی طرح، بررسی امکان معرفی تیلاپیا به صنعت تکثیر و پرورش آب های داخلی مناطق کویری ایران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ایستگاه تحقیقات ماهیان آب‌شور داخلی بافق، ۹۶ ص.
- رجبی‌پور، فرهاد. ۱۳۸۷. گزارش نهایی پروژه، دستیابی به بیوتکنیک تولید غذای زنده (Chironomidae) به‌منظور استفاده درتکثیر وپرورش آبزیان. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ایستگاه تحقیقات ماهیان آب‌شور داخلی بافق، ۴۲ص.
- رجبی‌پور، فرهاد. ۱۳۸۵. تعیین و مقایسه مقادیر مرجع آنزیم‌های سرمی فیل ماهی *Huso huso* در آب‌های لب‌شور و شیرین ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، دانشکده علوم پایه. ۱۲۸ ص.
- رحمتی، مراحم. ۱۳۹۲. گزارش نهایی پروژه، بررسی اقتصادی پرورش ماهیان تیلاپیا در ایران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۵۷ص.
- رنجبر، طهمورث. ۱۳۶۹. گزارش نهایی پروژه، مطالعه آداپتاسیون و پرورش آزمایشی کفال ماهیان در آب‌های لب شور و بلااستفاده داخلی ایران. مرکز تحقیقات و آموزش شیلاتی استان مازندران. ۱۵۶ص.
- سرسنگی، حبیب. ۱۳۹۱. گزارش نهایی پروژه، مطالعه وضعیت سازگاری، رشد و بازماندگی تیلاپیا (*Oreochromis* sp.) در شرایط پرورشی آب لب‌شور بافق. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکزتحقیقات ماهیان آب‌شور داخلی‌بافق. ۴۶ ص.
- علیزاده، مرتضی. ۱۳۹۱. گزارش نهایی پروژه، ارزیابی زیست محیطی (EIA) پرورش ماهی تیلاپیا در بافق یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور. ۱۳۰ص.
- فتاحی، فرشاد. ۱۳۸۰. بررسی امکان پرورش میگوی روزنبرگی در آب‌های لب‌شور استان یزد. مدیریت شیلات استان یزد. ۱۷ ص.
- فریدپاک، فرهاد. ۱۳۶۵.بیولوژی وپرورش ماهی تیلاپیا.واحدآموزش شیلات وآبزیان،سازمان شیلات ایران.

- فریدپاک، فرهاد. (۱۳۶۳).پرورش ماهی تیلاپیا نیلوتیکا. واحد آموزش شیلات وآبزیان، سازمان شیلات ایران.
- کردوانی، پرویز. ۱۳۸۶. کویر (نمکزار بزرگ مرکزی ایران و مناطق همجوار)، مسائل، توانمندی ها و راههای بهره برداری. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۳۷۶ ص.
- محمدی، محمد. ۱۳۹۱. گزارش‌نهایی‌پروژه، تعیین مناسب ترین جیره غذایی برای پرورش تیلاپیای سیاه (*Oreochromis niloticus*) در آب لب شور بافق. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکزتحقیقات ماهیان آب‌شور داخلی‌بافق. ۵۸ ص.
- مدیریت شیلات استان یزد. ۱۳۷۷. نگرشی اجمالی بر فعالیت‌های شیلاتی در استان یزد. شیلات ایران، مدیریت شیلات استان یزد: ۱۵ ص.
- مشائی، نسرین. ۱۳۹۱. گزارش‌نهایی‌پروژه، تعیین بیوتکنیک تکثیر و تولید بچه ماهیان نورس تیلاپیای پرورشی درشرایط آب لب‌شور بافق. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ماهیان آب شورداخلی بافق،.۵۷ص.
- مشائی، نسرین. ۱۳۸۶. گزارش‌نهایی‌پروژه، بررسی بازده پرورش میگوی‌پاسفید *Littopenaeus vannamei* در آب‌های لب‌شور استان یزد. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ایستگاه تحقیقات ماهیان آب‌شور داخلی‌بافق. ۷۰ص.
- مهندسین مشاور عمران کویر، شرکت خدمات مهندسی جهاد ۱۳۷۶. مطالعات پخش سیلاب (آبخوان‌داری) حوزه سیریزی بافق. سازمان جهادسازندگی استان یزد، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان یزد. ۲۶۳ص.
- نفیسی، محمود. ۱۳۸۵. گزارش نهایی پروژه، بررسی امکان پرورش میگوی روزنبرگی در آب‌های لب‌شور استان یزد. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۳۵ ص.
- Abdel-Hakim, N. F and E. T. Moustafa. 2009. Performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) raised in cages as affected with stocking density and dietary protein level. *Egyptian Journal of aquatic biology and Fisheries*, 4(2):95 -116.
- Agius, C. 2001. Commercial culture of *Oreochromis spilurus* in open sea cages. In: S. singh T (eds) Tilapia: Production Marketing and technical developments. Proceeding of the tilapia, 2001. International Technical and Trade Conference on Tilapia. Infofish, Kuala Lumpur, Malaysia, 133-135.
- Al-Ahmed, A. A. 2002. Tilapia culture in Kuwait. Global Aquaculture Advocate, December 2002:31.
- Ariyaratne, M. H. S. 2003. Experimental cage culture of Nile tilapia (O*reochromis niloticus*), and red tilapia (O*reochromis* sp.*)* in Sri Lanka. National Aquatic Resources Research and Development Agency (NARA), Sri Lanka. Project ACIAR, No 9440.
- Balarin, J. D. and R.D. Haller. 1982. The intensive culture of tilapias in tanks, race-ways and cages. pp.:265-356. In: J.F. Muir and R.J. Roberts (eds.). Recent Advances in Aquaculture. V:1. London, Croom Helm Ltd.
- Balcázar J. L., A. Aguirre, G. Gómez and W. Paredes. 2003. Culture of hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) in marine cages: effects of stocking density on survival and growth. New Dimensions on Farmed Tilapia, Proceedings of the 6th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, International Convention Center, Manila, Philippines, September 12-16, 2004.
- Belton, B., D. Little and J. Young. 2006. Red tilapia cage culture in central Thailand. Aquaculture Asia Magazine, Research and farming techniques, July-September 2006, 28-30.

- Bhujel, R. C. 2014. A Manual for Tilapia Business Management. CABI Pub., 216.
- Blashine-Earn, S. and D. J. D. Earn. 1998. On the evolutionary pathway of parental care in mouth-brooding cichlid fish. Proceedings of the Royal Society of London, 265:2217-2222.
- Bureau of Fisheries and Aquatic Resources. 2004. Deot. Of Agriculture, Rep of Philippines, Reg Office, N.2 & 8. Asian ZDevelopment Bank.
- Chakraborty, S. B. and S. Banerjee. 2009. Culture of Monosex Nile Tilapia under Different Traditional and Non-Traditional Methods in India. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, (3):212-217.
- Chakraborty, S. B. and S. Banerjee. 2010. Comparative growth performance of mixed-sex and monosex Nile tilapia population in freshwater cage culture system under Indian perspective. *International Journal of Biology*, 2(1):44-50.
- Chang, P. H. and J. A. Plumb. 1996. Effects of Salinity on *Streptococcus* Infection of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of Applied Aquacultur*e, 6(1):39-45.
- Chiayvareesajja, S., C. Wongwit and R. Tansakul. 1990. Cage culture of tilapia (*Oreochromis niloticus*) using aquatic weed-based pellets. In: Hirano, R. and Hanyu, I. (eds.). Proceeding of 2nd Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, 287-290.
- Chitmanat, C., P. Lebel, N. Whangchai, J. Promya and L. Lebel. 2014. Tilapia diseases and management in river-based cage culture in northern Thailand. World Aquaculture 2014, Adelaide, South Australia, June 7-11.
- Coche, A. G. 1982. Cage culture of tilapia. In: R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (Editors), The Biology and Culture of Tilapia. ICLARM, Manila, Philippines.
- Costa, F. H., A. H. Sampajo, S. Saker-Sampajo, F. M. Lima, J. F. N. Matias, I. R. C. B. Rocha, J. A. R. Santos and P. J. C. Rochas. 2000. In: K. Fitzsimmons and J. C. Filho. Tilapia cage culture in reservoir in Cear State, Brazil. Tilapia Aquaculture in the 21st Century. Proceedings from the Fifth International Symposium on Tilapia Aquaculture, 3-7 September 2000, Brazil, V:2.
- Cremer, M. C. and Z. Jian. 1997. Production of Red Tilapia in $1m^3$ Cages with Soybean Meal-Based Diets. Results of 1997 ASA/China Feed-Based Production Trials. US Soybean Export Control, USSEC.
- Diana, J. S., A. Arbor, C. K. Lin and Y. Yi. 1993. A finishing system for large tilapia. Work Plan 7, Study 3, Aquaculture Collaborative Research Support Program, Sustainable Aquaculture for a Secure Future, Oregon State University.
- Diversified Agriculture Program Proposal. 2009. Tilapia Farming in Ghana. Aloha Ecowas Development Corporation LTD.
- Eguia, R. V. and M. R. R. Romana-Eguia. 2004. Tilapia farming in cages and ponds. SEAFDEC Aquaculture Department.
- El-Sayed, A. M. 2006. Tilapia culture. CABI Pub.277P.
- FAO. 2010. FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics, 2010.
- FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture Opportunities and challenges. Rome, 2014.
- Fitzsimmons, K. 2000. Future trends of tilapia aquaculture in the Americas:252-264. In B. A. Costa-Pierce and J. E. Rakocy, eds. Tilapia Aquaculture in the Americas, V:2. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Fitzsimmons, K., A. Circa, E. B. Jimenez and D. Pereda. 1999. Development of low-cost supplemental feeds for tilapia in pond and cage culture. In: K. McElwee, D. Burke, M. Niles, and H. Egna (Editors), Sixteenth Annual Technical Report. Pond Dynamics/ Aquaculture CRSP, Eighth Work Plan, Philippines Research 1, Oregon State University, Oregon, 57-63.
- Fortes, R. D. 2005. Review of techniques and practices in controlling tilapia populations and identification of methods that may have practical applications in Nauru including a national tilapia plan. Aquaculture Technical Paper/Secretariat of the Pacific Community, p.55.
- Guerrero, R. D. 1979. Cage culture of tilapia in the Philippines. SEAFDEC/AQD Institutional Repository (SAIR). Http://hdl.handle.net/10862/1516. 2011-2015 SEAFDEC Aquaculture Department.
- Guerrero, R. D. 2001. Tilapia culture in Southeast Asia. pp. 97-103. In Subasinghe, S. and S. Tarlochan (eds.). Tilapia: production, marketing and technological developments. Proceedings of International Technical and Trade Conference on Tilapia, 28-30 May 2001, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Guillaume, J., S. Kaushik, P. Bergot and R. Metailler. 1999. Nutrition and feeding of fish and crustaceans. Springer-Praxis Pub., UK, 408P.
- Hanafi, H. H. and C. H. Peng. 2000. Development of New Technology in Tilapia Culture Systems. Freshwater Fisheries Research Centre (FFRC), Melaka, Malaysia.
- Hardjamulia, I. A. and A. Rukyani. 2000. Improved Nile tilapia (GIFT strain) cultured in Indonesia. NAGA: The ICLARM Quartely, 23:38- 39.

- Hedayati, S. A. A., V. Yavari, M. Bahmani, M. Alizadeh and T. Bagheri. 2008. Study of some gonadic growth index of great sturgeon (*Huso huso*) cultured in brackish water condition. *Bulgarian Journal of Agricultural Science,* 14(1):93-99.
- Hussain, M. G., B. K. Barman, M. Karim and E. H. J. Keus. 2013. The present progress and future for the tilapia seed production and farming in Bangladesh. 10th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, 6 -10 October 2013, Jerusalem.
- Lin, C. K. 1990. Integrated culture of walking catfish (*Clarias macrocephalus*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: R. Hirano and I. Hanyu (Editors), The Second Asian Fisheries Forum, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.
- Lin, C. K. and J. S. Diana. 1995. Co-culture of catfish *Clarias macrocephalus*×*C. gariepinus* and tilapia *Oreochromis niloticus* in ponds. *Aquatic Living Resources*, 8(4):449-454.
- Marte, C. L., P. Cruz and E. E. C. Flores. 2000. Recent Developments in Freshwater and Marine Cage Aquaculture in the Philippines. In: Liao IC, Lin CK, editors. Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia; 1999 November 2-6; Manila, Philippines: World Aquaculture Society, Southeast Asian Chapter, Bangkok, 75- 88.
- McGinty, A. S. 1991. Tilapia production in cages: effects of cage size and number of noncaged fish. Progressive Fish Culturist, 53: 246-249.
- Mensah, E. T. D. and F. K. Attipoe. 2013. Growth parameters and economics of tilapia cage culture using two commercial fish diets. *International Journal of Development and Sustainability*, 2(2):825-837.
- Meyer, D. E. 2002. Tilapia culture in Honduras. Global Aquaculture Advocate December, 2002, 36-37.
- Muir, J., J. Van Rijn and J. Hargreaves. 2000. Production in intensive and recycle systems. In: M.C.M. Beveridge and B.J. McAndrew (Eds.), Tilapias: Biology and Exploitation. Kluwer Academic Publishing, Great Britain, 405– 445.
- Nunes, A. J. P. 2010. Tilapia cage farm management in Brazil. Global Aquaculture Advocate, St. Louis, Missouri, EUA, 1 Nov. 2010, 12-15.
- Orachunwong, C., S. Thammasart and C. Lohawatanakul. 2001. Recent developments in tilapia feeds. pp.:113-122. In S. Subasinghe, and S. Tarlochan, 2001. Tilapia: production, marketing and technological developments. Proceedings of International Technical and Trade Conference on Tilapia, 28-30 May 2001, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Phuong, N. T., Y. Yi, J. S. Diana, C. K. Lin and T. V. Bui. 2004. Integrated Cage-Cum-Pond Culture: Stocking Densities of Caged Climbing Perch in Nile Tilapia Ponds. 6th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, September 12-16, 2004, Manila, Philippine, 597-598.
- Popma, T. and M. Masser. 1999. Tilapia Life History and Biology, 2. SRAC Pub. No. 283.
- Popma, T. J. and F. B. Rodriquez. 2000. Tilapia aquaculture in Colombia. In: Tilapia Aquaculture in the Americas. V:2, 141-150 (Costa-Pierce, B.A. and J.E. Rakocy, Eds.). Baton Rouge, Louisiana, The World Aquaculture Society.
- Qiuming, L. and Y. Yi. 2002. Tilapia culture in mainland China. Http://aquanic.org/ species/tilapia/documents/018.pdf
- Qiuming, L. and Y. Yi. 2004. Tilapia culture in. 6th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, September 12-16, 2004, Manila, Philippine, 18-27.
- Rakocy, J. E. and A. S. McGinty. 1989. Pond culture of tilapia. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC, Texas Agric, Extension Service, USA.
- Roubach, R., E. S. Correia, S. Zaiden, R. C. Martino and R. O. Cavalli. 2003. Aquaculture in Brazil**.** *World Aquaculture-Baton Rouge*, 34 (1):28-35.
- Stickney, R. R. 2000. Encyclopedia of aquaculture. Wiley & Sons Pub., 1063P.
- Trewavas, E. 1983. Tilapiine Fishes of the Genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum (Natural History). London, UK, 583P.
- Watanabe, W. O., J. H., Clark, J. B. Dunham, R. I. Wicklund and B. L. Olla. (1990). Culture of Florida red tilapia in marine cages: the effect of stocking density and dietary protein on growth. *Aquaculture*, 90(2):123-134.
- Watanabe, W. O., T. M. Losordo, K. Fitzsimmons and F. Hanley. 2002. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends and challenges. *Reviews in Fisheries Science*, 10:465-498.
- Yi, Y. and C. K. Lin. 1997. Effects of biomass of caged Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and aeration on the growth and yields of all Nile tilapia in an integrated culture system with small Nile tilapia at large in earthen ponds. Manuscript submitted to Aquaculture.
- Yi, Y. and C. K. Lin. 2001. Effects of biomass of caged Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and aeration on the growth and yields in an integrated cage-cum-pond system. *Aquaculture*, 195:253–267.

- Yi, Y., C. K. Lin and J. S. Diana. 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: 205-215.

Abstract
Tilapia is the second cultured fish in the world. Up to 135 countries produces tilapia. Intensive culture systems of tilapia such as cage culture are recently developed because of limitations of water resources. In Iran, studies about tilapia were started in National Research Center of Saline Water Aquatics from November 2008 and some aspects of tilapia aquaculture and culture systems are surveyed. Investigation about cage culture of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* was performed in two culture periods of 2012 and 2014 in fresh and brackish water conditions of Iran for the first time. Stocking densities of fish in the cages were 25, 50, 75, 100, 125 and 150 fish/m^3. 100g fish stocked reached 272-331 g during 80 days in the first study. However, 50g fish stocked reached 329-450 g during 145 days in the second study. Results of cage culture of tilapia in fresh and brackish water conditions showed ranges of FCR: 1.56-3.72 and 1.08-1.87, DGR: 1.63-2.91 and 2.14-2.92 g/day, SGR: 0.63-1.12 and 1.29-1.54, production: 5.98-38 and 7.17-41.6 kg/m^3, respectively. Stocking densities 75-125 fish/ m^3 were appropriate especially in fish reared in brackish water cages.
Key words: Tilapia, Cage, Culture, density, Iran.

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute –National Research Center off Saline Waters Aquatics

---

Project Title : Cage culture of tilapia in some water resources (farm and agriculture ponds) of Bafq, Iran
Approved Number: 4-12-12-91106
Author: Farhad Rajabipour
Project Researcher : Farhad Rajabipour
Collaborator(s) *:* M.R. Hassannia, N. Mashaei, H. Sarsangi, M. Mohmmadi, Sh. Behmanesh, V. Akhgian, J. Shafiei mobarake, M. Najjar, M. Jafari
Advisor(s): -
Supervisor:H. Mohmmad Mirzaei
Location of execution : Yazd province
Date of Beginning : 2012
Period of execution : 2 Years & 10 Months
Publisher : Iranian Fisheries Science Research Institute
Date of publishing : 2016

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute -National Research Center off Saline Waters Aquatics

Project Title :

Cage culture of tilapia in some water resources (farm and agriculture ponds) of Bafq, Iran

Project Researcher :

Farhad Rajabipour

Register NO.

49721