CC BY

مقاله علمی – پژوهشی:

تولید همزمان تیلاپیای هیبرید قرمز (*Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*) و سبزیجات در یک سیستم آکوآپونیک خانگی مقیاس کوچک

نسرین مشّائی*[۱]، سهیل علینژاد[۲]، سجاد فتاحی[۳]

*nassrinmashaii@yahoo.com

۱-مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بافق یزد، ایران، صندق پستی ۱۵۹

۲-مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- شرکت کشت و صنعت نگین سبز آب بر، کیلومتر ۱۰۰ جاده یزد بافق، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱٤۰٤ تاریخ پذیرش: فروردین ۱٤۰۵

چکیده

آکوآپونیک به‌عنوان یک فناوری تولید غذای پایدار، با تلفیق آبزی‌پروری مداربسته و کشت هیدروپونیک گیاهان، امکان استفاده مجدد از مواد مغذی و کاهش مصرف آب را فراهم می‌کند. هدف این مطالعه، ارزیابی عملکرد تولیدی یک سیستم آکوآپونیک خانگی مقیاس کوچک شامل یک مخزن پرورش ماهی با حجم ۱ مترمکعب و بستر کشت گیاه به مساحت ۳ مترمربع طی دو دوره متوالی شش‌ماهه بود. در این سیستم، میزان تولید تیلاپیای هیبرید قرمز (Oreochromis niloticus × O. mossambicus) در دو دوره به‌ترتیب ۲۶/۶ و ۲۵/۰ کیلوگرم ثبت شد. عملکرد گیاهان نیز برای نعناع فلفلی (Mentha piperita) به‌ترتیب ۱۰/۷ و ۱/۸ کیلوگرم، برای کرفس (Apium graveolens) ۹/۰ و ۱۶/۷ کیلوگرم و برای ریحان سبز (Ocimum basilicum) ۲/۶ کیلوگرم در مترمربع بود. برآورد سالانه نشان داد که این سامانه قادر به تولید بیش از ۵۰ کیلوگرم تیلاپیا همراه با مقادیر قابل توجهی سبزی تازه است.

نتایج نشان داد که سیستم آکوآپونیک مورد بررسی توانایی تولید همزمان پروتئین حیوانی و محصولات گیاهی را در فضای محدود دارد و می‌تواند به‌عنوان رویکردی پایدار برای ارتقای امنیت غذایی خانوار، صرفه‌جویی در مصرف آب و تولید غذای سالم در مقیاس کوچک مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: آکوآپونیک، تیلاپیای هیبرید قرمز، تولید غذای پایدار، سیستم یکپارچه ماهی–گیاه، سبزیجات برگی، امنیت غذایی خانوار، آبزی‌پروری مداربسته

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-06-16]

مقدمه

آکواپونیک تلفیقی از آبزی‌پروری بازچرخشی و تولید گیاهان در شرایط هیدروپونیک است که سبب بازیافت آب و مواد مغذی و تصفیه پساب از طریق نیتریفیکاسیون می‌شود. با تلفیق این دو سیستم، نیازهای مواد مغذی برای گیاه برآورده شده و همزمان مواد زائد تولیدی از پرورش ماهی بازیافت می‌شود (Makhdom *et al*., 2017; Hussain and Brown, 2024; Kiu *et al*., 2024).

آکواپونیک در دهه‌های اخیر به عنوان یک مدل پایدار زیستی تولید مواد غذایی در سطح جهانی توسعه یافته و مسیری امیدوارکننده برای تولید مواد غذایی بوده و دربردارنده ملاحظات سلامت سیاره زمین و تأمین غذا برای نسل‌های آینده است (Hussain and Brown, 2024) و به چالش‌هایی مانند محدودیت آب و خاک، آلودگی محیط زیست، کاربرد کود و سموم شیمیایی پاسخ می‌دهد (Hussain and Brown, 2024; Mudashiru, *et al*., 2025). پارلمان اتحادیه اروپا «آکواپونیک» را یکی از «ده فناوری که می‌تواند زندگی ما را تغییر دهد.» نامیده است (Sallenave, 2016). تولید در سیستم آکواپونیک منجر به امنیت غذایی جوامع می‌شود. اجراء آکواپونیک در سطح خانوار فرصت مناسبی برای تولید پایدار غذا و بهبود امنیت غذایی فراهم می‌کند (Allison, 2011; Mchunu *et al*., 2017; Mudashiru *et al*., 2025). آکواپونیک یک روش دوستدار محیط زیست است. مقایسه روش‌های کشاورزی مرسوم با آکواپونیک نشان داده که تولید در سیستم آکواپونیک اثرات زیست محیط کمتری دارد که عمدتاً به دلیل مصرف بهینه آب و انرژی و کاهش پسماند و مواد شیمیایی است. باکتری‌های موجود در سیستم، پساب مجموعه پرورش ماهی را تصفیه و آماده جذب برای گیاهان می‌کنند (Pohshna *et al*., 2024; Mudashiru *et al*., 2025).

با توسعه تولید محصولات گلخانه‌ای، نگرانی از وجود بقایای شیمیایی در محصولات غذایی گلخانه‌ای افزایش یافته است. مواد غذایی عرضه‌شده به‌وسیله سیستم‌های آکواپونیک عاری از بقایای آفت‌کش‌ها هستند و روش کنترل شیمیایی برای این فناوری وجود ندارد (Némethy *et al*., 2017). سیستم‌های آکواپونیک در مقیاس‌های تجاری، نیمه تجاری و خانگی طراحی و اجراء می‌شود. واحدهای آکواپونیک کوچک برای تولید خانگی مناسب بوده و هدف اصلی اجراء آنها تولید مواد غذایی برای امرار معاش و مصارف خانگی است (Somerville *et al.,* 2014). ولی باید توجه داشت که قبل از اجراء پروژه‌های آکواپونیک، به آموزش و اجراء برنامه‌های توسعه مهارت، نیاز است (Allison, 2011).

فناوری آکواپونیک از دهه‌های قبل در ایالات متحده امریکا رواج یافته و طی سال‌های اخیر در بسیاری از مناطق آسیا، استرالیا، آمریکای مرکزی و کانادا توسعه یافته است و با هدف تولید محلی و روستایی، توصیه می‌شود. در اروپا واحدهای کوچک در خانه‌ها اجراء می‌شوند و گاهی جنبه تحقیقاتی و سرگرمی دارند (Karlsdottir, 2012; Thorarinsdottir , 2015). نمونه‌هایی از ابتکارات آکواپونیک را می‌توان در باربادوس، برزیل، بوتسوانا، اتیوپی، غنا، گواتمالا، هائیتی، هند، جامائیکا، مالزی، مکزیک، نیجریه، پاناما، فیلیپین، تایلند و زیمبابوه مشاهده کرد (Somerville *et al.,* 2014). هنگ کنگ، کره جنوبی، استرالیا و ژاپن، پیشرفت‌های قابل‌توجهی در آکواپونیک دارند، اما انتظار می‌رود چین و هند بالاترین نرخ رشد را در بازار آکواپونیک آسیا و اقیانوسیه تجربه کنند (Joo *et al*., 2024).

در ایران، پژوهش‌های تولید ماهی تیلاپیا در سیستم آکواپونیک صورت گرفته است. تأثیر مکمل‌های غذایی بر رشد تیلاپیا و کاهو در سیستم آکواپونیک بررسی شده (Rafiee *et al*., 2019) و تأثیر جیره‌های حاوی ویتامین B_3 بر شاخص‌های رشد آنها مشخص شده است (Salamroodi *et al*., 2020). در بررسی نرماتیوهای پرورش ماهی تیلاپیا با گیاهان در سیستم آکواپونیک، ۱۹/۰-۱۷/۲ کیلوگرم در مترمکعب ماهی توأم با ریحان، نعناع، خیار، گوجه فرنگی، کاهو و فلفل قلمی به‌دست آمده است (Rajabipour *et al*., 2017). در بررسی دیگری در سیستم آکواپونیک با مقیاس نیمه تجاری، تولید ۵۳/۳ و ۴۷/۶ کیلوگرم ماهی تیلاپیا در مترمکعب، همراه با نعناع فلفلی و معمولی، پونه، ریحان سبز، بنفش و مینیاتوری، چغندر علوفه‌ای، برگ چغندر سوئیسی، انواع کاهو، علف چشمه[1]، کرفس، بامیه، گوجه معمولی و گیلاسی صورت گرفته است. در پکیج‌های خانگی با شوری متفاوت آب، تولید تیلاپیا ۲۱/۶ و ۲۰/۹ کیلوگرم بر مترمکعب، همراه با نعناع فلفلی، چغندر، منداب و سالیکورنیا انجام شد (Mashaii *et al*., 2020; Mashaii, 2023). بررسی کیفی محصولات حاکی از کیفیت مطلوب آنها بوده است (Mashaii *et al*., 2023).

[1] Water cress

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-06-16]

«مزرعه نگین سبز آب‌بر» یکی از مزارع خصوصی فعال در سایت آبزی‌پروری (شهرستان بافق) و از نخستین مزارعی است که مجوز آبزی‌پروری تیلاپیا را در کشور دریافت نمود. این مزرعه از سال ۱۴۰۰ اقدام به تأمین زیرساخت‌ها و تجهیزات لازم کرده است. سیستم آکواپونیک خانگی در مزرعه نگین سبز آب‌بر راه‌اندازی و تولید توأم ماهی تیلاپیا و گیاهان بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مجموعه آکواپونیک خانگی با اندازه مخزن ماهی یک متر مکعب و سطح کشت گیاه سه متر مربع برای تولید یک خانوار مناسب هستند و در بسیاری از مناطق جهان با موفقیت به کار رفته‌اند (Somerville *et al.*, 2014). از مهر سال ۱۴۰۲ یک واحد آکواپونیک خانگی در فضای گلخانه‌ای سالن پرورش ماهی شرکت نگین سبز آب بر راه‌اندازی شد. سه تانک IBC[2] به ابعاد ۱/۲×۱×۱ متر تهیه شد. یکی از تانک‌ها برای پرورش ماهی به‌کار رفت. دو تانک دیگر به‌نحوی برش داده شدند که از یکی از آنها دو سینی کشت گیاه با ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر و از دیگری یک سینی کشت و یک حوضچه سپتیک با ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر مهیّا شد. یک پمپ آب ۲۰۰۰ لیتر بر ساعت و یک پمپ ۱۰ وات برای هوادهی استفاده شد. سینی‌های کشت گیاه به‌نحوی روی بلوک های سیمانی قرار گرفتند که آب خروجی تانک پرورش ماهی از بالا به آنها منتقل می‌شد (شکل ۱).

شکل ۱: طرحی شماتیک از یک واحد آکواپونیک خانگی (Somerville *et al.*, 2014)

آبگیری با آب شهری با شوری ۰/۹ppt انجام شد. آب از منافذ زیر سینی‌های کشت گیاه به سپتیک انتقال و با پمپ به تانک پرورش ماهی منتقل می‌شد. در فصل سرد در تانک پرورش ماهی بخاری آکواریومی به‌کار گرفته شد. با توجه به نوسان شدید دمای هوا، در دوره دوم برای کنترل و حفظ دمای محیط، فضای اطراف سیستم با پلاستیک گلخانه‌ای محصور شد. برای تنظیم دما در فصل گرم، سقف گلخانه با توری‌های سایبان شید پوشیده و دریچه‌ها باز شدند. در بالای هر سینی کشت گیاه یک لامپ فلورسنت نصب شد و روزانه ۱۲ ساعت نوردهی صورت گرفت. برای کنترل حشرات، در بالای هر سینی یک تله کاغذی چسبی آویزان شد. ثبت دمای هوا با دماسنج ماکزیمم مینیمم، اندازه‌گیری دمای روزانه و شوری آب با دماسنج جیوه‌ای دیجیتال و شوری سنج پرتابل صورت گرفت. با کاهش سطح تراز آب در سپتیک (بر اثر مصرف گیاهان و تبخیر)، هفته‌ای یک‌بار کاهش آب جبران می‌شد.

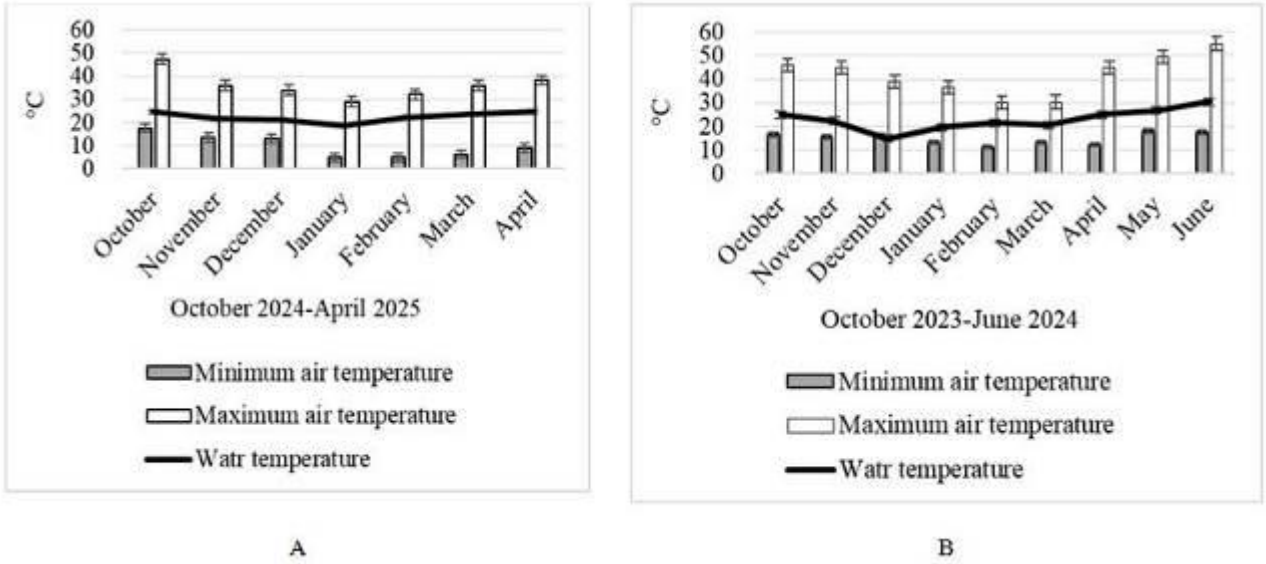
تولید توأم ماهی تیلاپیا و گیاهان در دو دوره انجام شد. دوره اول تولید از نیمه دوم مهر ۱۴۰۲ لغایت نیمه دوم خرداد سال ۱۴۰۳ و دوره دوم تولید از انتهای شهریور ۱۴۰۳ لغایت اواخر فروردین ۱۴۰۴ ادامه یافت. ماهیان تیلاپیا هیبرید قرمز *Oreochromis* sp. تک‌جنس نر در دو دوره به‌ترتیب با تراکم ۵۸ و ۵۵ عدد بر مترمکعب و میانگین وزن ۷۴/۶ و ۵۱/۶ گرم در تانک پرورش ماهی ذخیره‌سازی شدند. غذادهی به ماهیان تا حد سیری سه نوبت در روز با استفاده از خوراک پرواری کپور حاوی ۳۵-۳۰ درصد پروتئین خام، ۱۰-۸ درصد چربی، ۸-۵ درصد فیبر خام صورت گرفت. برای زیست‌سنجی ماهیان، ماهانه ۲۵ عدد ماهی به‌وسیله ساچوک صید شده و وزن و طول بدن آنها اندازه‌گیری و ثبت شد. با توجه به نتایج زیست‌سنجی، پس از رسیدن ماهیان تیلاپیای پرورشی به وزن مناسب صید، آنها به‌وسیله ساچوک صید شده و توزین شدند. ضریب تبدیل غذایی با توجه به مقدار خوراک مصرفی در دوره پروش و افزایش وزن ماهیان پرورشی (Guillaume *et al.*, 1999) به‌دست آمد. در دوره اول، نشاء نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) در دو سینی و بذر کرفس (*Apium graveolens*) در یک سینی و در دوره دوم، در سه سینی بذر کرفس، بذر ریحان سبز (*Ocium basilium*) و نشاء نعناع فلفلی، روی بستر پوکه گلی کشت شد. هر سه هفته یک بار ۲ میلی‌گرم در مترمکعب، آهن شلات به آب اضافه شد (Rakocy *et al*., 2004, 2013). گیاهان هر بار پس از رسیدن محصول، درو شده و توزین شدند. عرق نعناع فلفلی با دستگاه عرق‌گیری تهیه شد.

[2] Intermediate Bulk Container

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-06-16]

نتایج

بررسی میانگین‌های حداقل و حداکثر ماهانه دما نشان داد که در دوره اول تولید، کمترین میانگین کمینه دمای هوا در بهمن ماه ۱۱/۳ و بیشترین میانگین بیشینه آن مربوط به خرداد ۵۵/۰ درجه سانتی‌گراد بوده است. اختلاف دمای هوا طی شبانه‌روز در این مدت ۳۷/۵-۱۷/۰ درجه سانتی‌گراد بود. در دوره دوم کمترین میانگین کمینه دمای هوا در دی و بهمن ۵/۰ و بیشترین میانگین بیشینه آن مربوط به مهر برابر با ۴۷/۳ درجه سانتی‌گراد بود. اختلاف دمای هوا طی شبانه روز ۲۹/۷-۲۱/۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد. میانگین‌های ماهانه دمای آب نشان داد که در دوره اول، پایین‌ترین دما در آذر و دی به مقدار ۱۵/۰ و ۱۹/۵ درجه سانتی‌گراد و بیشترین آن در خرداد ماه، ۳۰/۴ درجه سانتی‌گراد بود. در دوره دوم کمترین مقدار در دی ماه ۱۸/۷ و بیشترین آن در فروردین ۲۴/۶ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۲).



شکل ۲: میانگین‌های ماهانه دمای هوا و آب (C°)، مهر ۱۴۰۲-خرداد ۱۴۰۳ (A)، مهر ۱۴۰۳- فروردین ۱۴۰۴ (B)

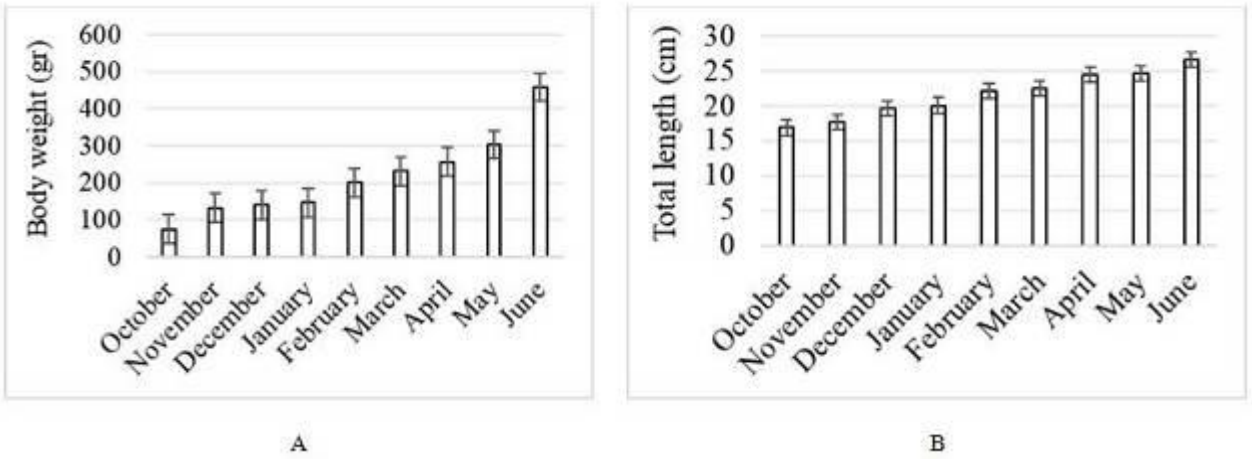
در دوره اول از اوایل آذر لغایت نیمه بهمن و در دوره دوم از اواخر آذر لغایت اوایل بهمن که هم‌زمان با کاهش محسوس دمای آب تا کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود، ماهیان تمایلی به غذاگیری نداشتند و در کف تانک تجمع می‌کردند.

نتایج زیست سنجی ماهیان در دوره اول نشان داد که افزایش طول و وزن بدن ماهیان در ماه‌های آبان لغایت دی بسیار کند بوده است (شکل ۳). میانگین وزن نهایی و طول بدن ماهیان هنگام برداشت در این دوره به‌ترتیب ۸۴/۳±۴۵۸/۷ گرم و ۲/۷±۲۸/۲ سانتی‌متر بود. بازماندگی ماهیان ٪۱۰۰ بود و مجموعاً ۲۶/۶ کیلوگرم ماهی برداشت شد.

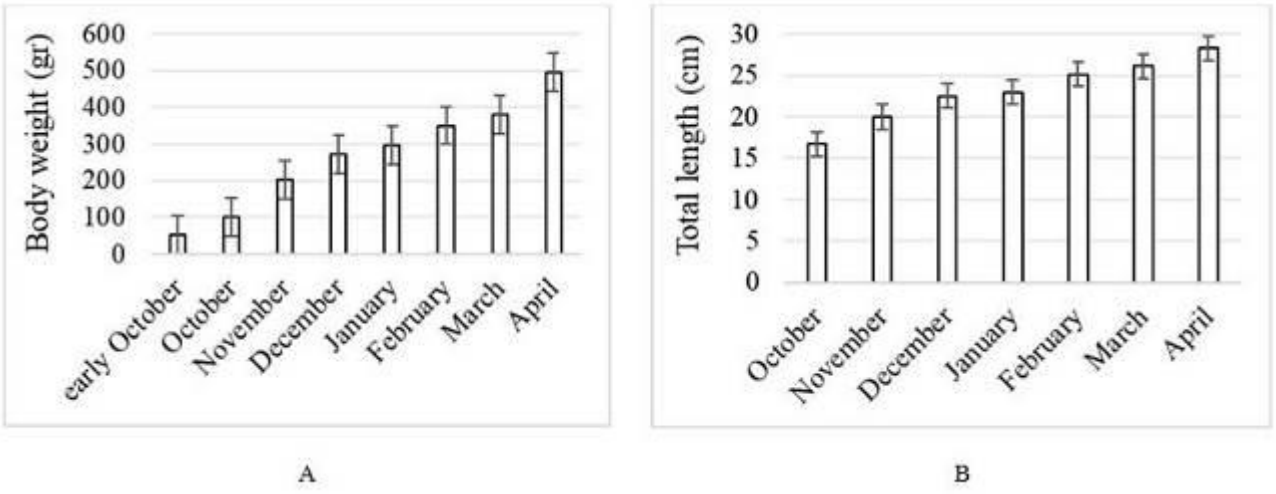
نتایج زیست سنجی ماهیان در دوره دوم در شکل ۴ نشان داده شده است. میانگین وزن نهایی و طول بدن ماهیان تیلاپیا هنگام برداشت در این دوره به‌ترتیب ۷۱/۰±۴۹۶/۴ گرم و ۱/۵±۲۸/۳ سانتی‌متر و بازماندگی ماهیان ٪۹۳ بود. مجموعاً ۲۵ کیلوگرم ماهی صید شد. عدم تمایل ماهیان به غذاگیری در دی ماه ۱۴۰۳، مشهود بود. با توجه به میزان خوراک مصرفی و افزایش وزن ماهیان پرورشی، مقدار ضریب تبدیل غذایی به میزان ۱/۶به‌دست آمد.

در دوره اول، میزان برداشت نعناع فلفلی از دو سینی کشت گیاه ۸۵۰۸ و ۱۲۷۹۴ گرم با میانگین ۱۰۶۵۱ گرم، و برداشت دو نوبت کرفس هر بار ۴۵۰۰ گرم مجموعاً ۹۰۰۰ گرم در پایان دوره بود. میزان برداشت ماهانه نعناع فلفلی طی دوره تولید روند افزایشی داشت و آخرین برداشت در نیمه اردیبهشت صورت گرفت. در دوره دوم از سه سینی کشت، مجموعاً ۱۶۷۴۰ گرم کرفس، ۲۵۶۵ گرم ریحان سبز و ۸۱۰۰ گرم نعناع فلفلی برداشت شد. از هر کیلوگرم سبزی تازه، حدود سه لیتر عرق نعناع یک بار تقطیر، ۱/۳ لیتر عرق نعناع دو بار تقطیر (دوآتشه) و ۱۲۰ گرم نعناع خشک، به‌دست آمد.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-06-16]



شکل ۳: میانگین‌های ماهانه طول کل (cm) و وزن بدن (gr) ماهیان تیلاپیای پرورشی، مهر ۱۴۰۲- خرداد ۱۴۰۳



شکل ۴: میانگین‌های ماهانه طول کل (cm) و وزن بدن (gr) ماهیان تیلاپیا، مهر ۱۴۰۳- خرداد ۱۴۰۴

بحث

تیلاپیا ماهی گرمابی است و قادر به تحمل دماهای پایین نیست. دمای آب عامل تعیین‌کننده‌ای برای دستیابی به بازده مناسب تولید است. با حفظ دمای مناسب آب، در یک دوره شش ماهه می‌توان به وزن مطلوب ماهیان برای صید دست یافت. دمای مناسب آب برای پرورش تیلاپیا بیش از ۲۴ درجه سانتی‌گراد و دمای بهینه ۲۹/۵-۲۴/۵ درجه سانتی‌گراد است (Hazrat Ali and Cagauan, 2007). رشد در دمای کمتر از ۲۲ درجه سانتی‌گراد به‌شدت کاهش می‌یابد و هنگامی که به کمتر از ۱۷ درجه سانی‌گراد برسد، متوقف می‌شود (Romana-Eguia *et al.*, 2020). در دمای کمتر از ۱۱/۵-۱۰ درجه سانتی‌گراد تلفات صورت می‌گیرد (Stickney, 2000). تولید متراکم ماهی تیلاپیا با استفاده از سیستم‌های بازگردشی و فن‌آوری‌های نوین (آکواپونیک)، امکان دو نوبت پرورش در سال را مهیا می‌کنند (Singh, 2019; Zhang, 2025). در مطالعه حاضر، در دوره اول از اوایل آذر لغایت نیمه بهمن و در دوره دوم از اواخر آذر لغایت اوایل بهمن (هم‌زمان با کاهش محسوس دمای آب تا کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد)، ماهیان تمایلی به غذاگیری نشان نمی‌دادند و در کف تانک تجمع می‌کردند. در دوره دوم، با محصور کردن فضای واحد تولیدی آکواپونیک و حفظ دما، ماهیان پرورشی در دوره کوتاه‌تری به وزن مطلوب برای صید رسیدند. عامل محیطی مهم دیگر در این سیستم، مقدار شوری و هدایت الکتریکی آب است. پرورش تیلاپیا با توجه به شوری بهینه آب تا ۱۵ ppt برای پرورش تیلاپیای نیل (Elsayed,

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-06-16]

2006)، مطلوب اما برای گیاهان محدود کننده است. برای سیستم آکواپونیک، آب شیرین و هدایت الکتریکی µmho/cm ۵۰۰، میزان مطلوب ذکر شده است، اما اغلب سبزیجات در آبهای با هدایت الکتریکی کمتر از µmho/cm ۲۰۰۰ و تا شوری کمتر از ppt ۲/۵ بدون تأثیر محسوس بر بازده تولید به‌دست می‌آیند. با افزایش شوری آب، تنوع کشت سبزیجات و صیفی‌جات رایج کاهش می‌یابد. در سیستم آکواپونیک با شوری کمتر از ppt ۷، کشت معدودی از سبزیجات و در شوری‌های بیشتر برخی گیاهان علوفه‌ای شورپسند مناسب است (Rakocy *et al*., 2004; Pantanella and Colla, 2013; Hambrey Consulting, 2013; Goddek *et al.,* 2019). در عین حال به دلیل محدودیت منابع آب شیرین، استفاده از آب لب شور دارای مزیت است. در مطالعه حاضر، مقدار تولید ماهی تیلاپیا در یک واحد آکواپونیک خانگی kg/m^3 ۲۵/۶-۲۶، بازماندگی ۱۰۰-۹۳ درصد و ضریب تبدیل غذایی ۱/۶ بود. گیاهان کشت شده نعناع فلفلی، کرفس و ریحان بودند که به‌ترتیب ۲/۶، ۹/۸ و ۱۲/۹ کیلوگرم بر متر مربع محصول دهی داشتند. طبق نتایج این تحقیق، در یک واحد تولید آکواپونیک خانگی، با توجه به مقدار تولید ماهی تیلاپیا در واحد حجم و میانگین سبزیجات تولیدی در واحد سطح، در صورت کشت تنها یک نوع از این سبزیجات (در سه مترمربع سطح کشت)، برآورد تولید در یک دوره و در یک سال (دو دوره)، مطابق جدول ۱ خواهد بود.

جدول ۱: مقدار تولید ماهی تیلاپیا و گیاهان در واحد حجم/سطح، برآورد تولید ۶ ماهه و سالیانه، در یک واحد آکواپونیک خانگی

Product	6-months Production	6-months production estimate	Yearly production estimate
Tilapia	25.8	25.8	51.6
Pepper mint	9.8	29.4	58.8
Celery	12.9	38.6	77.2
Basil	2.6	7.7	15.4

در مجموع، با اجراء یک واحد آکواپونیک خانگی با مدیریت مناسب تولید، در یک دوره یک ساله، بیش از ۵۰ کیلوگرم ماهی تیلاپیا و ۷۷-۱۵ کیلوگرم سبزیجات سالم بر حسب نوع گیاه کشت شده، تولید شد. بسته‌بندی مناسب محصولات سیستم آکواپونیک و عرضه آنها به عنوان محصولات سالم، سبب ارزش افزوده می‌گردد. با توجه به سلامت محصولات تولیدی، عرضه سبزیجات و گیاهان دارویی به صورت تازه، خشک یا عرق‌گیری از آنها، منجر به سودآوری مناسبی برای تولید کننده می‌شود. از هر کیلوگرم نعناع فلفلی تازه سه لیتر عرق یک‌بار تقطیر به‌دست می‌آید. بدین‌ترتیب، در هر مجموعه آکواپونیک خانگی در یک‌سال می‌توان بیش از ۱۷۶ لیتر عرق نعناع فلفلی تولید کرد.

منابع

Allison, E.H., 2011. Aquaculture, fisheries, poverty and food security. World Fish Center, Working Paper 61. 63P.

El-Sayed, A.M., 2006. Tilapia culture. Edited by CABI Publishing, Cambridge, USA.

Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B. and Burnell, G.M., 2019. Aquaponics Food Production Systems, Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future. Springer. 619P.

Guillaume, J., Kaushik S., Bergot, P. and Metailler, R., 1999. Nutrition and feeding of fish and crustaceans. Springer-Praxis Pub., UK, 408P.

Hambrey Consulting., 2013. Aquaponics Research Project, The relevance of aquaponics to the New Zealand aid Programme, particularly in the Pacific. Commissioned Report, New Zealand Aid Programme, Ministry of Foreign Affairs and Trade, December 2013.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-06-16]

Hazrat Ali, M. and Cagauan, A.G., 2007. Relationships between Secchi disk visibility, water temperature and dissolved oxygen in freshwater fishpond Bangladesh. *Bangladesh Journal of Fisheries Research,* 11(1):45-50.

Hussain A.S. and Brown P.B., 2024. A literature review of tilapia/lettuce aquaponics production status, varieties, and research gaps. Aquaculture research, Vol. 2024, ID 2642434, A Medium Scale Home. Aquaponics System. https://www.researchgate.net/publication/338396878

Joo, J.H., Moses, A., Choo, S. and Lim, J., 2024. Accelerating Aquaponics Adoption in Asia: Essential Technical and Policy Considerations. *Journal of Advanced Agricultural Technologies,* 11(1):8-12.

Karlsdottir, S.K., 2012. Aquaponics – Grønn vekst, Funded by Nordisk Atlantsamarbejde (NORA) 2011-2012, Project No 510-072, Final report from the project, September 2012.

Kiu, Q.S.C., Teoh, C.Y. and Ooi, A.L., 2024. Aquaponics vs recirculating aquaculture system: assessing productivity and water. use efficiency of native fish species Empurau (*Tor tambroides*) and Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) compared to red hybrid tilapia. *Sains Malaysiana*, 53(4):747-757. http://doi.org/10.17576/jsm-2024-5304-02

Makhdom, S., Shekarabi, S.P.H. and Shamsaie Mehrgan, M., 2017. Biological nutrient recovery from culturing of pearl gourami (*Trichogaster leerii*) by cherry tomato (*Solanum lycopersicum*) in aquaponic system. *Environmental Science and Pollution Research*, 24:20634-20640

Mashaii, N., Rajabipour, F., Hosseinzadeh Sahafi, H. and Hafezieh, M., 2020. Greenhouse tilapia culture in aquaponic system. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 7(2):209-217.

Mashaii, N., 2023. An investigation on production components of tilapia culture in Aquaponic System. Final report of the project, National Research Center of Saline Water Aquatics, Iranian Fisheries Science Research Institute, 87P. (in Persian)

Mashaii, N., Rajabipour, F., Hosseinzadeh Sahafi, H., Hafezieh, M. and Ghaedi, A., 2023. A Qualitative Analysis of the Aquaponic System Products. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, 3(4):190-196.

Mchunu, M., Lagerwall, M. and Senzanje, A., 2017. Food Sovereignty for Food Security, Aquaponics System as a Potential Method: A Review. *Journal of Aquaculture Research & Development*, (7):1-9. DOI:10.4172/2155-9546.1000497.

Mudashiru, R.B., Yusuf-Olawuyi, M., Tijani, A., Umar, L., Okeke, F., Adeyemi, O., Amototo, I. and Salaudeen, F., 2025. Design and Construction of an Aquaponics System: A Sustainable Approach to Enhancing Local Food Security in Offa, Nigeria. *ABUAD Journal of Engineering Research and Development*, 8(1):50-60.

Némethy, S., Bittsánszky, A., Schmautz, Z., Junge, R., Kőmíves, T., 2017. Protecting plants from pests and diseases in aquaponic systems. In: Ecological Footprint in Central Europe. Multiauthorial Monograph. pp. 166-179. The University College of Tourism and Ecology Press, Sucha Beskidzka, Poland, 2016. ISBN: 978-83-926999-3-4

Pantanella, E. and Colla, G., 2013. Saline aquaponics opportunities for integrated marine

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-06-16]

aquaculture. International aquaponic conference: Aquaponics and global food security, 19-21 June 2013, University of Wisconsin-Stevens Point.

Pohshna, C., Singh, N., Ajaykumar, K. and Khose, S.B. 2024. Aquaponics: An approach to Sustainable Agriculture. Agriculture & Food E-Newsletter. ???WWW.AGRIFOODMAGAZINECO.IN

Rafiee, Gh.R., Saad, Ch.R., Kamarudin, M.S., Ismail, M.R. and Sijam, K., 2019. Effects of supplementary nutrient in an aquaponic system for production of ornamental red tilapia (*Oreochromis* sp.) and lettuce (*Lactuca sativa* var *longifolia*). *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 5(2):65-75. DOI:10.18331/SFS2019.5.2.7

Rajabipour, F., Mashaii, N., Sarsangi, H., Mohammadi, M. and Matinfar, A., 2017. An Investigation on Tilapia Culture in Aquaponic System in Iran. *Modern Agricultural Science and Technology*, 3(5-6):12-17.

Rakocy, J.E., Bailey, D.S., Shultz, R.C. and Thoman, E.S., 2004. Update on Tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system. pp. 676–690, In Blivar, R.B.; Mair, G.C. & Fitzsimmons, K., eds, Proceedings from the Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Manila, Philippines.

Rakocy, J.E., Bailey, D.S., Shultz, R.Ch. and Danaher, J.J., 2019. Fish and Vegetable Production in a Commercial Aquaponic System: 25 Years of Research at the University of the Virgin Islands. https://www.researchgate.net/publication/267427890

Romana-Eguia M.R.R., Eguia R.V. and Pakingking Jr.R.V., 2020. Tilapia culture: the basics. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center. 54 P.

Salamroodi, E., Rafiee, Gh., Rezaei-Tavabe, K. and Hashemi, S., 2020. Effect of dietary-vitamin B3 on immunity indices of Nile tilapia and growth (*Oreochromis niloticus*) of lettuce (*Lactuca sativa*) in an aquaponics system. *Journal of Fisheries*, 73(2):163-174. DOI:10.22059/jfisheries.2020.300760.1159. (In Persian)

Sallenave, R., 2016. Important water quality parameters in aquaponic system. Cooperative Extensive Service, College of Agriculture, Consumer and Environmental Services. New Mexico State University. Circular, 680P.

Singh, A.K., 2019. Emerging issues and sustainability of booming tilapia production in India. *International Journal of Zoological Investigations*, 5(2):43-51.

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. and Lovatelli, A., 2014. Small-scale aquaponic food production, integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 589. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Stickney, R.R., 2000. Encyclopedia of aquaculture. Wiley & Sons Pub. 1063P.

Thorarinsdottir, R.I., 2015. Aquaponics guidelines. Haskolaprent, Reykjavik, Iceland. 65P. DOI:10.13140/RG.2.1.4975.6880

Zhang, Y., 2025. Tilapia in China: Easy to farm but harder to sell. https://aquaasiapac.com/ 2025/02/08/ tilapia-in-China-easy-to-farm-but-harder-to-sell/

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-06-16]

Simultaneous Production of Red Hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*) and Vegetables in a Small-Scale Household Aquaponics System

Mashaii N.[1*]; Alinezhad, S.[2]; Fatahi S.[3]

[*]Nassrinmashaii@yahoo.com

1-National Research Center off Saline waters Aquatics, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural, Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bafgh Yazd, Iran, P.O. Box:159
2-Institute of Agricultural Education and Extension, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
3-Negin Sabz Abbar Co., 100km Yazd, Bafgh Road, Iran

Abstract

Aquaponics integrates recirculating aquaculture and hydroponic plant cultivation, enabling efficient nutrient recycling and reduced water consumption while contributing to household food security. The present study evaluated the production performance of a small-scale household aquaponics system consisting of a 1-m³ fish-rearing tank and a 3-m² plant-growing area over two consecutive six-month production cycles. The production of red hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*) reached 26.6 and 25.0 kg during the first and second production cycles, respectively. Plant yields included 10.7 and 1.8 kg of peppermint (Mentha piperita), 9.0 and 16.7 kg of celery (Apium graveolens), and 2.6 kg m^{-2} of sweet basil (*Ocimum basilicum*). Annual projections indicated that the system could produce more than 50 kg of tilapia together with substantial quantities of fresh vegetables. The results demonstrate that small-scale household aquaponics systems can simultaneously produce fish and vegetables within a limited space while promoting efficient resource utilization. Such systems represent a sustainable approach to household food production and may contribute to improved food security, reduced water use, and diversified livelihoods at the household level.

Keywords: Aquaponics; Red Hybrid Tilapia; Sustainable Food Production; Integrated Fish–Plant System; Leafy Vegetables; Household Food Security; Recirculating Aquaculture

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-06-16]