نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی

Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

بررسی عملکرد رشد، فعالیت آنزیم گوارشی، پارامترهای ایمنی و آنتی‌اکسیدانی ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) پرورش‌یافته در سیستم آکواپونیک

مهدی اسدی[1]، محمد هرسیج[2]، حسین آدینه[3]*، محمد قلی‌زاده[4]، نیما معظمی[5]

[1] دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد بوم‌شناسی آبزیان، گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

[2] استادیار، گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

[3] استادیار، گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

[4] استادیار، گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

[5] دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد بوم‌شناسی آبزیان، گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۹/۰۹/۱۷
پذیرش: ۹۹/۱۲/۰۳
DOI: 10.22034/jair.9.3.31

نویسنده مسئول مکاتبه:
حسین آدینه، استادیار، گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

ایمیل: Adineh.h@gonbad.ac.ir

چکیده

آکواپونیک یک سیستم نیمه‌بسته پایدار برای تولید موادغذایی است که ترکیبی از آبزی‌پروری و هیدروپونیک می‌باشد. هدف از این مطالعه ارزیابی تأثیر آکواپونیک بر کارآیی رشد و تغذیه، فعالیت آنزیم گوارشی و پارامترهای خونی ماهی کپورمعمولی به‌مدت ۶۰ روز بود. این آزمایش شامل ۳ تیمار (۳ تکرار در هر تیمار) بود که شامل پرورش ماهی کپورمعمولی بدون وجود گیاه (T_0)، استفاده از سیستم آکواپونیک برای پرورش ماهی کپورمعمولی همراه با گیاه کاهو (T_L) و گیاه خیار (T_C) است. در مجموع ۲۲۵ قطعه ماهی کپور (وزن اولیه بدن: ۰/۴۱ ± ۱۱/۵۹ گرم) به‌طور تصادفی در ۹ مخزن ۶۰ لیتری توزیع شد. نتایج نشان داد که سیستم آکواپونیک در تیمار T_L و T_C می‌تواند باعث افزایش وزن (W_G) و سرعت رشد ویژه (SGR) و کاهش ضریب تبدیل غذایی (FCR) کپور معمولی شود. کل فعالیت پروتئاز، آمیلاز و لیپاز نیز به‌ترتیب در گروه T_L و T_C به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود. پس از ۶۰ روز، فعالیت لیزوزیم سرم و ایمنوگلوبولین کل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و سطح کورتیزول و گلوکز سرم در گروه‌های آکواپونیک کمتر از گروه شاهد بود. بیشترین میزان کاتالاز سرم و سوپراکسید دیسموتاز در گروه‌های T_L و T_C مشاهده شد. به‌طورکلی، وضعیت ایمنی و آنتی اکسیدانی ماهی نشان داد که سیستم آکواپونیک دارای اثر ضد استرس است و باتوجه به نتایج به‌دست آمده از عملکرد رشد و فعالیت آنزیمی می‌توان پرورش ماهی کپورمعمولی در این سیستم را توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی:
ماهی کپور معمولی، سیستم آکواپونیک، پارامترهای رشد، آنزیم‌های گوارشی، ایمنی غیراختصاصی

۱ | مقدمه

جمعیت انسان‌ها که به‌سرعت درحال رشد است باعث شده تا تقاضا برای تأمین موادغذایی ازجمله آبزیان رشد سریعتری داشته باشد (Tacon, 2004; McNicoll, 2006). برای جلوگیری از تأثیر منفی افزایش تولید آبزیان بر محیط زیست، سیستم‌های مدرن آبزی‌پروری می‌تواند با به حداقل رساندن انتقال پساب به اکوسیستم قابلتوجه باشند. برای کاهش ورود فاضلاب‌های نیتروژنی و ذرات معلق از مزارع پرورش ماهی به طبیعت باید پالایش پساب صورت گیرد. بدین منظور محققین، به‌کارگیری سیستم "آکواپونیک" به‌نام سیستم دوستدار طبیعت را پیشنهاد می‌کنند (Shete *et al*., 2016; Irhayyim *et al*., 2020). آکواپونیک ترکیبی از تولید ماهی (آبزی‌پروری) و کشت گیاهان بدون خاک (هیدروپونیک) تحت گردش آب به‌هم پیوسته است که برای تولید پایدار آبزیان به‌کار می‌رود (Diver and Rinehart, 2010).

بدین منظور آب مخازن پرورش ماهی برای تصفیه وارد مخازن کشت گیاه شده که منجربه بهبود کیفیت آب و افزایش راندمان تولید (Li *et al*., 2018). محققین معتقدند که تکنولوژی آکواپونیک یکی از روش‌های پذیرفته‌شده برای تولید موادغذایی پایدار در آینده است چراکه کاهش تخریب خاک، کمبود آب و افزایش بهره‌وری در این نوع روش به حداقل ممکن می‌رسد. علاوه‌بر این در این نوع روش تولید، هیچ‌گونه سموم دفع آفات و آنتی بیوتیک استفاده نمی‌گردد (Yavuzcan *et al*., 2017).

برای انتخاب گونه‌ماهی و گیاه باید به شرایط اقلیمی، نور، دسترسی به آب با دما و وضعیت مناسب و ذخایر انرژی موجود توجه داشت. انواع زیادی از گیاهان در سیستم آکواپونیک پرورش می‌یابند که در این بین سبزیجات برگی مانند کاهو به‌دلیل سرعت بالای رشد خود (حدود ۳ تا ۴

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

[DOI: 10.22034/jair.9.3.31]

© ۱۴۰۰ | دانشگاه گنبدکاووس

هفته)، قیمت مناسب در بازار و همچنین مشکلات کمتر در برابر آفت و بیماری کاندیدای مناسب برای این سیستم پرورش است بنابراین بکارگیری از هر نوع گیاه باید متناسب با توانایی تولیدکننده و بازار محصول صورت گیرد (Karlsdottir, 2012).

گونه‌های آبزی مورد استفاده در سیستم آکواپونیک می‌توان به ماهی کپورمعمولی، ماهی کوی، کپور علفخوار، تیلاپیا، قزل‌آلای رنگین-کمان، سی‌باس آسیایی، ماهی سوف نقره‌ای و سوف طلایی اشاره کرد (Rakocy *et al*., 2010). در بین آبزیان، ماهی کپورمعمولی به‌دلیل تحمل بالای تراکم ذخیره‌سازی و مقاومت در برابر استرس (Adineh *et al*., 2019)، حساسیت کمتر در برابر تغییرات کیفیت آب و کمبود اکسیژن به‌عنوان بهترین گزینه انتخاب می‌شود.

در محیط پرورش عوامل مختلف زیست‌شناختی همچون تراکم ذخیره‌سازی، عوامل بیماری‌زا و انگلی، رفتار عمومی آبزی، پرخاشگری درون گونه‌ای، شرایط بدن، کیفیت و کمیت غذای مصرفی و همچنین نوع سیستم پرورش می‌تواند بر فیزیولوژی رشد و سلامت ماهی اثرگذار باشد (Ashley, 2007; Baßmann *et al*., 2017). سنجش شاخص-های ایمنی به‌ویژه هورمون استرس و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را می-توان به‌عنوان شاخص کیفیت محیط‌زیست آبزی و چگونگی عملکرد ارگان‌های بدن دانست (Pankhurst, 2011). اگر استرس بیش از حالت هموستاتیک باشد به احتمال زیاد بر سلامتی ماهی تاثیر منفی می-گذارد (Conte, 2004)، بنابراین ارزیابی پارامترهای ایمنی خون می-تواند در تشخیص واکنش فیزیولوژیکی ماهی در برابر عوامل محیطی و شرایط زیستی در جهت ارزیابی سلامت ماهی کمک نماید (Gao *et al*., 2020). مطالعات متنوع داخلی و خارجی درخصوص استفاده از سیستم آکواپونیک انجام شده که می‌توان به تأثیر افزودن ویتامین B_3 در یک سازگان توأم ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) و گیاه کاهو (*Lactuca sativa*) و بررسی عملکردی رشد گیاه و ماهی (Salamroodi *et al*., 2020)، بررسی رشد و میزان تولید ماهی کپور معمولی *Cyprinus carpio* در سیستم اکواپونیک و روش سنتی پرورش توأم (Minabi *et al*., 2020)، تأثیر افزایش سختی کل آب بر شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و گیاه کاهو (*L. sativa*) در یک سازگان آبزی‌پروری توأم (Salamroodi *et al*., 2020)، تأثیر گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*) بر تغییرات شاخص‌های ایمنی و آنزیم‌های کبدی در ماهی کوی (*Cyprinus carpio carpio*) در سیستم آکوآپونیک (Varasteh *et al*., 2018)، نقش ویتامین B_1 در سازگان پرورش توأم ماهی تیلاپیای نیل (*O. niloticus*) و گیاه زعفران (*Crocus stativus*) و بررسی شاخص‌های رشد ماهی و گیاه (Javanmardi *et al*., 2019)، ارزیابی محیط‌های مختلف هیدروپونیک برای نعناع (*Mentha arvensis*) با ماهی کپور معمولی (*C. carpio*) در سیستم آکواپونیک (Shete *et al*., 2017)، تأثیر تراکم ذخیره ماهی بر کیفیت آب و عملکرد رشد کپور اروپایی و سبزیجات برگ‌دار در سیستم آکواپونیک (Maucieri *et al*., 2019) و بهینه‌سازی تراکم ذخیره ماهی کوی (*C.c carpio*) با گیاه دارویی بشقابی یا گوتوکولا (*Centella asiatica*) در سیستم آکواپونیک با استفاده از فاضلاب آبزی‌پروری (Nuwansi *et al*., 2020) اشاره کرد.

آنچه که باید در طول دوره پرورش ماهی به آن توجه داشت این است که با افزایش رشد ماهی یکسری آلودگی نیتروژنی حاصل متابولیسم و غذای باقی‌مانده در محیط پرورش باقی‌مانده که با استفاده از سیستم آکواپونیک می‌توان اثرات مخرب ترکیبات سمی نیتروژنی را به‌حداقل رساند که در این میان بررسی سلامت ماهی برای داشتن تولید پایدار بسیار حائز اهمیت است بنابراین هدف از این مطالعه بررسی اثرات استفاده از سیستم آکواپونیک بر عملکرد رشد، ترشحات آنزیم‌های گوارشی و پاسخ ایمنی ماهی کپور معمولی بود.

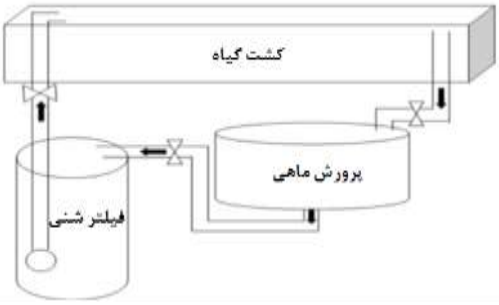
۲ | مواد و روش‌ها

در این آزمایش بچه‌ماهی کپورمعمولی (*C. carpio*) از مزرعه پرورش بچه‌ماهیان گرم‌آبی رشت تهیه و به‌مدت ۱۴ روز دوره سازگاری با شرایط آزمایشگاه را در مخازن ۴۰۰ لیتری بتنی در آزمایشگاه مهندسی آبزیان دانشگاه گنبدکاووس سپری کردند. پارامترهای کیفی آب مخازن ماهی درطول دوره پرورش اندازه‌گیری شد به‌طوری‌که دمای آب ۲۵/۰۳ ±۰/۲۷ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول به‌میزان ۵/۴۷ ±۰/۴۹ میلی‌گرم درلیتر، آمونیاک و نیترات به‌ترتیب به‌میزان ۰/۰۲ ±۰/۰۰۳ و ۳/۲۵ ±۰/۳۳ میلی‌گرم درلیتر بود. تعداد ۲۲۵ قطعه ماهی با میانگین وزنی ۱۱/۵۹ ±۰/۴۱ گرم در ۳ تیمار (هر یک با ۳ تکرار) در مخازن ۶۰ لیتری ذخیره‌سازی شد. خروجی مخازن ماهی از هر تیمار وارد فیلتر شنی می‌شد. خروجی فیلتر شنی وارد ۳ لوله پولیکا هر یک حاوی ۱۷ بوته گیاه کاهو (*L. sativa*) شد و پس آن آب توسط پمپ به مخازن ماهی برگشت داده می‌شد. در گروه دیگر، خروجی فیلتر شنی وارد ۳ لوله پولیکا هر یک حاوی ۱۷ بوته گیاه خیار (*C. sativus*) شد و پس آن آب توسط پمپ به مخازن ماهی برگشت داده می‌شد. در تیمار شاهد، همین سامانه ولی بدون گیاه برقرار شد. ماهیان به‌مدت ۶۰ روز در سیستم آکواپونیک پرورش یافتند که به شرح ذیل بود:

تیمار آزمایش (T_0) پرورش ماهی بدون وجود گیاه؛ تیمار آزمایش (T_L) پرورش ماهی کپورمعمولی و کشت گیاه کاهو در سیستم آکوآپونیک؛ تیمار آزمایش (T_C) پرورش ماهی کپورمعمولی و کشت گیاه خیار در سیستم آکوآپونیک.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

[DOI: 10.22034/jair.9.3.31]



شکل ۱- طراحی سیستم پرورش ماهی و گیاه (آکواپونیک)

عملکرد رشد و تغذیه: پایان دوره آزمایش برای به‌دست آوردن عملکرد رشد و تغذیه ماهیان، وزن توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم و طول به‌وسیله تخته بیومتری با دقت ۱ میلی‌متر طبق فرمول‌های ذیل محاسبه شد:

میانگین رشد روزانه= [(وزن نهایی (گرم)- وزن اولیه (گرم)/ تعداد روزهای پرورش] × ۱۰۰

نرخ رشد ویژه= [(Ln وزن نهایی (گرم)- Ln وزن اولیه (گرم)) / روزهای آزمایش] × ۱۰۰

ضریب چاقی= (وزن نهایی (گرم)/ توان سوم طول کل ماهی (سانتی متر))× ۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی= مقدار غذای مصرف شده (گرم)/ وزن نهایی (گرم)- وزن اولیه (گرم)

کارایی تبدیل غذا= (وزن بدست آمده/ مقدار غذای مصرف شده (گرم))× ۱۰۰

نسبت کارایی پروتئین= (وزن بدست آمده (گرم)/ مقدار مصرف پروتئین (گرم))

نسبت کارایی چربی= (وزن بدست آمده (گرم)/ مقدار مصرف چربی (گرم))

سنجش آنزیم‌های گوارشی: پایان دوره آزمایش تعداد ۳ قطعه ماهی کپور به‌طور تصادفی از هر تکرار صید شد. ناحیه شکم پس از خشک شدن با الکل ضدعفونی و روده به‌طور کامل از بدن خارج و با سرم فیزیولوژی شتشو داده شد. نمونه‌های دستگاه گوارش همگن شدند و در دور ۲۵۰۰۰ به‌مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و مواد مایع رویی حاصل جمع شد. برای تعیین مقدار فعالیت آنزیم آمیلاز از نشاسته محلول ۰/۳٪ به‌عنوان سوبسترا با بافر NaH_2PO_4 (pH= ۷ /۴) با روش توصیفی لانگلویز و همکاران (Langlois *et al*., 1987) اندازه‌گیری شد. فعالیت لیپاز با هیدرولیز ۰/۵ میلی‌مولار از p-nitrophenyl myristate، ۰/۲۵ میلی‌مولار از 2-methoxy ethanol، ۵ میلی‌مولار از sodium cholate و ۰/۲۵ مولار بافر Tris/Hcl مورد سنجش قرار گرفت (Iijima *et al*., 1998). فعالیت آنزیم پروتئاز با استفاده از محلول سوبسترا آزوکازئین ۱٪ در ۰/۲ مولار بافر فسفات با پی‌اچ ۷ انجام شد (Walter, 1984).

سنجش برخی پارامترهای ایمنی و آنتی‌اکسیدانی: به‌منظور سنجش برخی از فاکتورهای ایمنی غیراختصاصی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، ماهیان پرورش‌یافته در سیستم آکواپونیک به‌مدت ۲۴ ساعت قطع غذادهی شدند. پس از بیهوشی ماهیان با ۲۰۰ میلی‌گرم پودر میخک، از هر تکرار تعداد ۵ قطعه ماهی به‌طور تصادفی صید و خون‌گیری از ساقه دمی توسط سرنگ‌های فاقد ماده ضد انعقاد انجام شد. برای جداسازی بهتر سرم از گلبول‌های خونی، خون در لوله‌های سرم‌شناسی فاقد ماده هپارینه به‌مدت ۱ ساعت در یخچال با دمای ۴ درجه‌سانتی‌گراد نگهداری و پس از ته‌نشینی لخته، در دستگاه سانتریوفوژ یخچال‌دار به‌مدت ۱۰ دقیقه در دور ۵۰۰۰ قرار گرفت. سرم تا زمان سنجش فاکتورهای خونی در درون میکروتیوب‌های درب‌دار استریل شماره‌گذاری شده در فریزر با دمای ۸۰- درجه‌سانتیگراد نگهداری شد. میزان ایمنوگلوبولین توسط کیت مخصوص به‌روش کدورت‌سنجی و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد (Siwicki, 1993). برای سنجش فعالیت لیزوزیم، ترسیم منحنی استاندارد توسط لیزوزیم سفیده تخم‌مرغ (۱ میلی‌گرم درلیتر لیزوزیم) انجام شد. مقدار ۲۵ میکرولیتر از پلاسما به پلیت‌های ۹۶ خانه‌ای الایزا افزوده شد و سپس مقدار ۱۷۵ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتریایی میکروکوکوس لیزودیکتیکوس (*Micrococcus lysodeikticus*) در غلظت ۰/۲۰ میلی‌گرم درلیتر در ۰/۵ مولار بافر فسفات با پی‌اچ ۶/۲ اضافه شد. با استفاده از دستگاه الایزا (Bio-Tak) جذب نوری اولیه در طول موج ۵۳۰ نانومتر قرائت و پس از ۱ ساعت نگهداری در دمای ۲۲ درجه‌سانتی‌گراد اتاق، مجدداً جذب نوری اندازه‌گیری شد (ELLIS, 1990). برای آنزیم سوپر اکساید دیسموتاز (SOD)، ابتدا در حضور هیدروژن پراکساید (H_20_2) فرآیند اتواکسیداسیون پیروگالول بررسی شد. درطی این فرآیند از سطح آنزیم سوپر اکساید دیسموتاز موجود در سرم کاسته شد، سپس سنجش با دستگاه اسپکتوفتومتر درطول موج ۴۲۰ نانومتر انجام شد (Marklund and Marklund, 1974). برای سنجش آنزیم کاتالاز (CAT)، سرم خون نمونه‌ها با محلول پراکسیدهیدروژن (H_2O_2) به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق درمجاورت هم قرار گرفتند. سپس از محلول آمونیوم مولیبدات جهت توقف فرآیند اکسیداسیون جهت تعیین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز استفاده شد. سنجش با دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۴۱۰ نانومتر انجام شد (Goth, 1991). میزان گلوکز سرم با استفاده از کیت‌های تجاری (پارس آزمون، کرج، ایران) براساس دستور-العمل شرکت سازنده و به‌روش رنگ‌سنجی تعیین گردید. سطوح کورتیزول سرم با استفاده از کیت آزمایشگاهی به‌روش ELISA (IBL Co., Gesellschaft für Immunchemie und Immunbiologie) تعیین شد (Adineh *et al*., 2020).

قبل از آنالیز نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Shapiro-Wilk و Levene's بررسی و از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) برای مقایسه آماری تیمارها و از روش دانکن برای بررسی وجود یا عدم‌وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها تیمارهای مختلف آزمایشی استفاده شد. در آزمون‌های آماری سطح معنی دار ۰/۰۵ در نظر گرفته شد ($p<0/05$). رسم نمودار و تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌ترتیب با استفاده از نرم‌افزار Excel و SPSS در محیط ویندوز انجام شد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]
[DOI: 10.22034/jair.9.3.31]

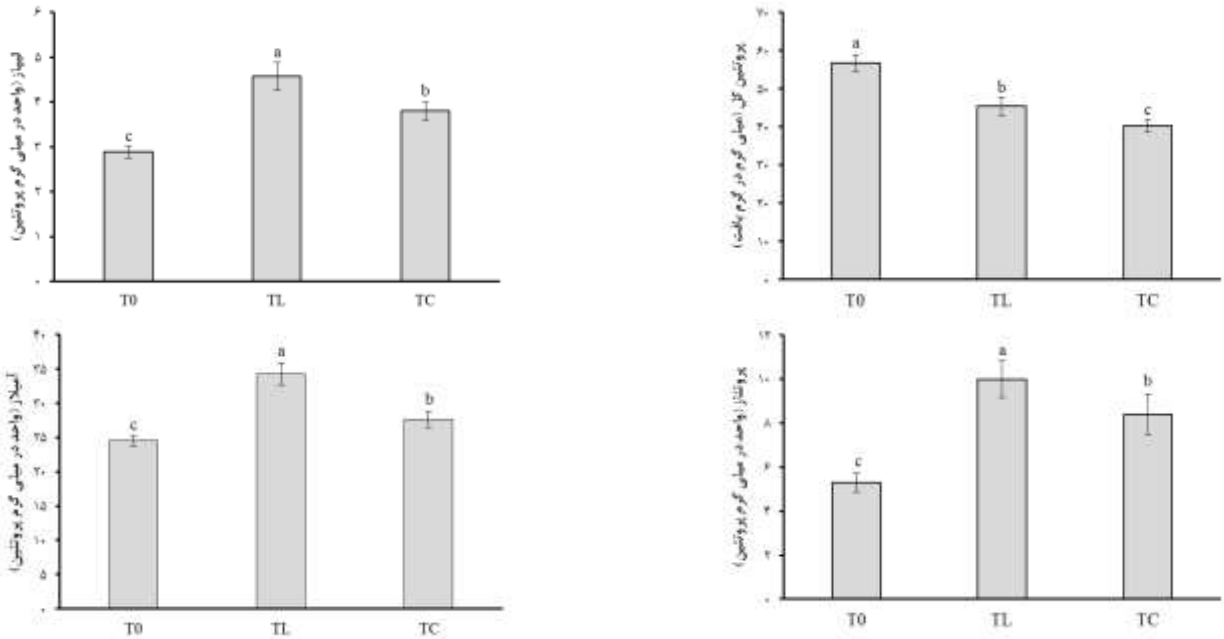
۳ | نتایج

نتایج به‌دست آمده از پارامترهای رشد و تغذیه ماهی کپور پرورش‌یافته در سیستم آکواپونیک در جدول ۱ نشان‌داده شده است. در پایان ۶۰ روز دوره پرورش، عملکرد رشد و تغذیه ماهی کپورمعمولی در شرایط کشت آکواپونیک نسبت به تیمار شاهد بدون کشت آکواپونیک اختلاف معنی‌دار آماری داشت (p<۰/۰۵) درحالی‌که بین دو تیمار کشت آکواپونیک T_L و T_C تفاوت آماری مشاهده نداشت (p>۰/۰۵). وزن نهایی بین تیمارهای مختلف آزمایشی اختلاف آماری معنی‌داری داشت به‌طوری‌که بیشترین مقدار در تیمارهای آکواپونیک و کمترین آن در تیمار شاهد به‌ترتیب ۱/۷۸±۳۴/۷۳ گرم و ۱/۵۱±۲۶/۹۳ گرم به‌دست آمد (p<۰/۰۵). رشد روزانه و نرخ رشد ویژه در تیمارهای آکواپونیک T_L و T_C در مقایسه با تیمار شاهد T_0 افزایش آماری معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵). ضریب‌تبدیل غذایی در تیمارهای آکواپونیک T_L و T_C در مقایسه با تیمار شاهد T_0 از ۰/۲۷ ± ۲/۶۵ به ۰/۱۳ ± ۱/۷۳ کاهش یافت. با کاهش ضریب‌تبدیل غذایی نیز کارآیی تبدیل غذایی افزایش یافت. در شرایط کشت آکواپونیک T_L و T_C معیارهایی مانند نسبت کارآیی پروتئین و چربی نیز افزایش معنی‌داری داشتند (p<۰/۰۵).

جدول ۱- عملکرد رشد و تغذیه ماهی کپورمعمولی در سیستم آکواپونیک به‌مدت ۶۰ روز

	T_0	T_L	T_C
وزن اولیه (گرم)	۱۱/۷۳±۰/۴۳	۱۱/۵۵±۰/۳۹	۱۱/۵۰±۰/۴۱
وزن نهایی (گرم)	۲۶/۹۳±۱/۵۱[b]	۳۴/۷۳±۱/۷۸[a]	۳۴/۶۴±۲/۱۸[a]
رشد روزانه (درصد)	۰/۲۵±۰/۰۲۷[b]	۰/۳۸±۰/۰۲۹[a]	۰/۳۸±۰/۰۳۵[a]
نرخ رشد ویژه	۱/۳۸±۰/۱۲[b]	۱/۸۳±۰/۰۹[a]	۱/۸۳±۰/۱۰[a]
ضریب چاقی	۲/۲۳±۰/۱۱	۲/۲۷±۰/۰۹	۲/۳۰±۰/۱۳
ضریب تبدیل غذایی	۲/۶۵±۰/۲۷[a]	۱/۷۳±۰/۱۳[b]	۱/۷۴±۰/۱۶[b]
کارایی تبدیل غذا	۳۸/۰۱±۴/۱۸[b]	۵۷/۹۴±۴/۴۰[a]	۵۷/۸۷±۵/۲۷[a]
نسبت کارآیی پروتئین	۰/۳۸±۰/۰۴[b]	۰/۵۸±۰/۰۴[a]	۰/۵۹±۰/۰۵[a]
نسبت کارآیی چربی	۱/۸۵±۰/۲۰[b]	۲/۸۲±۰/۲۱[a]	۲/۸۰±۰/۲۵[a]

- وجود حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان از اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها است (p<۰/۰۵).



شکل ۲- مقادیر آنزیم‌های گوارشی در تیمارهای مختلف آزمایشی (بترتیب پروتئین، پروتئاز، لیپاز و آمیلاز)

فعالیت آنزیم‌های گوارشی ماهی کپورمعمولی پرورش‌یافته در محیط آکواپونیک در شکل ۲ آورده‌شده است. پروتئین کل بین تیمارهای مختلف آزمایشی اختلاف معنی‌دار آماری داشت (p<۰/۰۵). مقدار پروتئاز در تیمار T_L در مقایسه با تیمار شاهد T_0 به‌طور معنی‌دار افزایش داشت (p<۰/۰۵). مقادیر این آنزیم در تیمارهای T_L و T_C و T_0 به‌ترتیب ۰/۸۴±۱۰/۰۰، ۰/۹۳±۸/۴۰ و ۰/۴۴±۵/۳۱ واحد در میلی‌گرم پروتئین به‌دست آمد. مقادیر آنزیم‌های لیپاز و آمیلاز ماهی کپورمعمولی پرورش‌یافته در تیمار T_L سیستم آکواپونیک نسبت به تیمار T_0 بدون آکواپونیک تفاوت آماری داشت (p<۰/۰۵). مقادیر به‌دست آمده از ایمنی سرم خون ماهی کپورمعمولی در جدول۲ نشان داده شده است. ایمنوگلوبولین کل و لیزوزیم در تیمارهای مختلف آزمایشی تفاوت معنی‌دار داشت (p<۰/۰۵). بیشترین مقادیر فاکتورهای ذکرشده به‌ترتیب در

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]
[DOI: 10.22034/jair.9.3.31]

تیمارهای T_C، T_L و T_0 به‌دست آمد. گلوکز و کورتیزول افزایش معنی‌دار آماری در تیمار شاهد (T_0) نسبت به تیمارهای آکواپونیک (T_L و T_C) داشت ($p<۰/۰۵$). آنزیم آنتی‌اکسیدانی سوپراکسید دیسماتاز سرم خون ماهی کپور معمولی در تیمارهای T_L و T_C در مقایسه با تیمار T_0 افزایش معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$). آنزیم کاتالاز در تیماهای آکواپونیک در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت آماری داشت ($p<۰/۰۵$).

جدول ۲- شاخص‌های ایمنی و آنتی‌اکسیدانی سرم خون ماهی کپور معمولی پرورش‌یافته در سیستم آکواپونیک

	T_0	T_L	T_C
ایمنوگلوبولین (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	۵۱/۵۳±۲/۱۳^{c}	۶۴/۸۵±۱/۶۹^{b}	۷۳/۶۹±۱/۶۷^{a}
لیزوزیم (واحد/ میلی‌لیتر)	۲۰/۷۳±۱/۱۷^{c}	۲۴/۳۲±۰/۶۱^{b}	۲۹/۵۷±۱/۲۹^{a}
گلوکز (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)	۱۳۴/۸۵±۲/۷۵^{a}	۱۲۹/۱۰±۲/۰۹^{b}	۱۲۹/۸۳±۲/۲۰^{b}
کورتیزول (نانوگرم/ میلی‌لیتر)	۳۰/۴۷±۱/۵۴^{a}	۲۱/۳۱±۰/۸۹^{b}	۲۳/۴۷±۱/۴۷^{b}
سوپراکسیددیسماتاز (واحد/ میلی‌لیتر)	۵۹/۳۱±۲/۰۰^{b}	۶۴/۱۶±۰/۷۶^{a}	۶۵/۵۷±۲/۹۷^{a}
کاتالاز (واحد/ میلی‌لیتر)	۵۴/۷۵±۱/۷۱^{a}	۴۵/۸۱±۱/۲۵^{b}	۴۸/۲۶±۱/۶۲^{b}

- وجود حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان از اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها است ($p<۰/۰۵$)

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

پرورش آبزیان در سیستم آکواپونیک یکی از روش‌های نوین آبزی‌پروری برای تولید غذا (گیاه و جانور آبزی) است. نتایج کارآیی رشد و تغذیه ماهی کپور پرورش‌یافته در سسیتم آکواپونیک در مقایسه با تیمار شاهد T_0 نشان داد که بیشترین وزن نهایی در تیمارهای T_L و T_C به‌دست آمد. باتوجه به افزایش وزن در تیمارهای آکواپونیک دیگر فاکتورهای رشد همچون درصد رشد روزانه، نرخ رشد ویژه، ضریب چاقی افزایش معنی‌دار آماری داشت. براساس گزارش منتشر شده به‌کارگیری سیستم آکواپونیک در مقایسه با سیستم سنتی (استخر خاکی) منجربه افزایش میزان تولید ماهی کپورمعمولی در واحد سطح به بیش از ۲۰۰ برابر شد درحالی‌که شاخص اقتصادی در روش سنتی مطلوبتر بود که نشان‌دهنده هزینه پایین تولید ماهی دراستخر خاکی است (Minabi *et al.*, 2020). یکی از عوامل اثرگذار بر افزایش راندمان رشد و بهره‌وری تغذیه، کیفیت آب محیط پرورش می‌باشد (Yavuzcan Yildiz *et al.*, 2017). بهبود شرایط محیطی در سیستم آکواپونیک ممکن است به‌دلیل فعالیت باکتری‌های اکسیدکننده آمونیاک و کاهش سطح آمونیاک سمی و همچنین فعالیت باکتری‌های اکسیدکننده نیتریت و بالا بودن سطح نیترات باشد. بهبود شرایط محیطی می‌تواند باعث افزایش سرعت رشد ماهی شود (Anantharaja *et al.*, 2017). در این مطالعه، برای بهبود کیفیت آب در سیستم آکواپونیک از گیاه کاهو و خیار استفاده شد که در مقایسه با تیمار شاهد بدون استفاده از گیاه توانست باعث افزایش عملکرد رشد و کاهش ضریب‌تبدیل غذایی شود. گیاه کاهو با جذب یون‌های آمونیوم (Aoi and Hayashi, 1996) از اهمیت ویژه‌ای در حفظ مقادیر ترکیبات نیتروژنی آب در محیط پرورش ماهی برخوردار است. همسو با نتایج به‌دست آمده درمطالعه حاضر، گزارشاتی درخصوص موفقیت سیستم آکواپونیک برای پرورش ماهی آناباس (*Anabas testudineus*) (Anantharaja *et al.*, 2017)، تولید ماهی کوی (*C.c carpio*) (Nuwansi *et al.*, 2019) و پرورش ماهی کپورمعمولی (*C.carpio*) (Minabi *et al.*, 2020) منتشر شده است. باتوجه به اینکه آنزیم‌های گوارشی نقش کلیدی در هضم مواد غذایی برعهده دارند بنابراین آگاهی از سطح فعالیت آنها می‌تواند در پی بردن به قدرت هضمی ماهیان موثر باشد. افزایش کارآیی رشد تحت‌تأثیر شرایط زیستی برای بهبود هضم و جذب غذا است از اینرو جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید، فعالیت آنزیمی باکتری‌ها، بهبود تعادل میکروبی روده (Tovar *et al.*, 2002) می‌تواند در افزایش این راندمان کمک نماید. مقدار پروتئین کل بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری داشت. آنزیم‌های گوارشی پروتئاز، لیپاز و آمیلاز در تیمار T_L افزایش معنی‌داری در مقایسه با تیمار T_0 داشت. آنزیم‌های پروتئاز و آمیلاز به‌عنوان آنزیم‌های هضمی درون‌ریز می‌توانند هضم، جذب و بهره‌وری تغذیه را تسهیل نمایند (Luo *et al.*, 2014). نتایج این تحقیق نشان داد که ماهی کپور معمولی می‌تواند به‌خوبی با شرایط جدید تغذیه در سیستم آکواپونیک سازگار شود و فعالیت آنزیم‌های گوارشی را تحریک نماید که نتیجه آن بهبود کارایی هضم و افزایش رشد ماهی است.

با افزایش علاقه عمومی به آکواپونیک نیاز بیشتر به نظارت بر سلامت ماهی برای به حداقل رساندن خطر شیوع بیماری‌های عفونی و غیر عفونی جهت حفظ امنیت زیستی را ضروری می‌کند (Yildiz *et al.*, 2019). پارامترهای خون ماهی نسبت به تغییر شرایط زیستی بسیار حساس است بنابراین از آن می‌توان برای ارزیابی سلامت ماهی استفاده کرد (De Pedro *et al.*, 2005). شناخت فاکتورهای خونی به‌منظور شناسایی بیماری‌ها، نوع تغذیه و تعیین شرایط بهداشتی و سلامت ماهی می‌تواند مفید باشد (Bahmani *et al.*, 2001). ایمنوگلوبولین و فعالیت لیزوزیم از فاکتورهای مهم ایمنی غیراختصاصی در مهره‌داران است (Sheikhzadeh *et al.*, 2013). در این مطالعه، ایمنوگلوبولین کل و فعالیت لیزوزیم در تیمارهای مختلف آزمایشی اختلاف آماری معنی‌داری داشت. بیشترین مقدار ایمنوگلوبولین کل در تیمار TC (۷۳/۶۹ ±۱/۶۷ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) و کمترین مقدار این فاکتور در تیمار T0 (۵۱/۵۳ ±۲/۱۳ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) به‌دست آمد. همسو با نتایج ما گزارش شده که استفاده از سیستم آکواپونیک می‌تواند شاخص‌های ایمنی ماهی کوی را افزایش دهد (Varasteh *et al.*, 2018). درصورت بروز استرس در محیط، آنزیم‌های آنتی اکسیدانی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

[DOI: 10.22034/jair.9.3.31]

به‌عنوان اولین خط دفاعی بدن واکنش نشان می‌دهند، از این‌رو با بررسی آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز می‌تواند در ارزیابی سلامت آبزی و وضعیت سیستم ایمنی حائز اهمیت باشد (Chen *et al*., 2015; Lu *et al*., 2016). نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار آنزیم‌های سوپراکساید دیسماتاز و کاتالاز در تیمارهای آکواپونیک (T_L و T_C) به‌دست آمد. شاخص‌های گلوکز و کورتیزول اغلب به‌عنوان نشانگرهای زیستی استرس استفاده می‌شود که دراین آزمایش بیشترین مقادیر این فاکتورها در تیمار شاهد به‌دست آمد. کاهش مقادیر کورتیزول در تیمارهای T_L و T_C نشان‌دهنده عملکرد بهینه سیستم آکواپونیک است، چنین سیستمی را می‌توان به‌عنوان یک محیط ضد استرس برای ماهی کپور معمولی معرفی کرد (Adineh *et al*., 2019). برای به‌حداقل رساندن میزان استرس بایستی عوامل تشکیل‌دهنده سیستم آکواپونیک به‌خوبی عمل نماید تا کیفیت آب درحد مطلوب به محیط پرورش آبزی رسیده و ماهی در شرایط فیزیولوژیکی مناسب به رشد خود ادامه دهد. به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد سیستم آکواپونیک (ماهی و گیاه) می‌تواند مکانی مناسب و بدون استرس برای رشد و تقویت سیستم ایمنی ماهی کپورمعمولی باشد.

پست الکترونیک نویسندگان

مهدی اسدی: asadi.mehdi1995@gmail.com

محمد هرسیج: m_harsij80@yahoo.com

حسین آدینه: adineh.h@gmail.com

محمد قلی‌زاده: gholizade_mohammad@yahoo.com

نیما معظمی: nima moazami@gmail.com

REFERENCES

Adineh H., Naderi M., Hamidi M.K., Harsij M. 2019. Biofloc technology improves growth, innate immune responses, oxidative status, and resistance to acute stress in common carp (*Cyprinus carpio*) under high stocking density. Fish and Shellfish Immunology, 95: 440-448.

Adineh H., Naderi M., Yousefi M., Khademi Hamidi M., Ahmadifar E., Hoseini S.M. 2020. Dietary licorice (*Glycyrrhiza glabra*) improves growth, lipid metabolism, antioxidant and immune responses, and resistance to crowding stress in common carp, *Cyprinus carpio*. Aquaculture Nutrition, 27(2): 417-426.

Anantharaja K., Mohapatra B.C., Pillai B.R., Kumar R., Devaraj C., Majhi D. 2017. Growth and survival of climbing perch, Anabas testudineus in Nutrient Film Technique (NFT) Aquaponics System. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 5(4): 24-29.

Aoi T., Hayashi T. 1996. Nutrient removal by water lettuce (*Pistia stratiotes*). Water Science and Technology, 34(7-8): 407-412.

Ashley P.J. 2007. Fish welfare: current issues in aquaculture. Applied Animal Behaviour Science, 104(3-4): 199-235.

Bahmani M., Kazemi R., Donskaya P. 2001. A comparative study of some haematological features in young reared sturgeons (*Acipenser persicus* and *Huso huso*). Fish Physiology and Biochemistry, 24: 135-140.

Baßmann B., Brenner M., Palm H.W. 2017. Stress and welfare of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) in a coupled aquaponic system. Water, 9(7): 504.

Chen Y.J., Yuan R.M., Liu Y.J., Yang H.J., Liang G.Y., Tian L.X. 2015. Dietary vitamin C requirement and its effects on tissue antioxidant capacity of juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides*. Aquaculture, 435: 431-436.

Conte F.S. 2004. Stress and the welfare of cultured fish. Applied Animal Behaviour Science, 86(3-4): 205-223.

De Pedro N., Guijarro A.E., LopezPatino M.A., Marinez-Alvarez R., Delgado M. 2005. Daily and seasonal variation in haematological and blood biochemical parameters in tench *Tinca tinca*. Aquaculture Research, 36: 85-96.

Ellis A.E. 1990. Lysozyme assays. In: Stolen, J.S., Fletcher, T.C., Anderson, D.P., Robertson, B.S., Van Muiswinkel, publication. pp: 101-103.

Gao Y., Zhu G., Tian Y., Li K., Zhao Y., Liang J., Li X. 2020. Blood biochemistry profile of Qihe crucian carp *Carassius auratus* in different aquaponic systems. Environmental Science and Pollution Research, 21:1-10.

Goth L. 1991. A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. Clinica Chimica Acta, 196(2-3): 143-151.

Iijima N., Tanaka S., Ota Y. 1998. Purification and characterization of bile salt-activated lipase from the hepatopancreas of red sea bream, *Pagrus major*. Fish physiology and biochemistry, 18(1): 59-69.

Irhayyim T., Fehér M., Lelesz J., Bercsényi M., Bársony P. 2020. Nutrient Removal Efficiency and Growth of Watercress (*Nasturtium officinale*) under Different Harvesting Regimes in Integrated Recirculating Aquaponic Systems for Rearing Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). Water, 12(5): 1419.

Javanmardi S., Rafiee G., Rezaei Tavabe K. 2019. Roles of vitamin B1 in an aquaponic system using Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Saffron plant (*Crocus stavius*), and its effects on fish and plant growth. Journal of Aquaculture Sciences, 6 (2): 51-59. (In Persian).

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

Langlois A., Corring T., Fevrier C. 1987. Effects of wheat bran on exocrine pancreas secretion in the pig. Reproduction Nutrition Developpement, 27(5): 929-939

Li G., Tao L., Li X.L., Peng L., Song C.F., Dai L.L., Xie L. 2018. Design and performance of a novel rice hydroponic biofilter in a pond-scale aquaponic recirculating system. Ecological engineering, 125: 1-10.

Lu Y., Liang X.P., Jin M., Sun P., Ma H.N., Yuan Y., Zhou Q.C. 2016. Effects of dietary vitamin E on the growth performance, antioxidant status and innate immune response in juvenile yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). Aquaculture, 464: 609-617.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

[DOI: 10.22034/jair.9.3.31]

Luo G., Gao Q., Wang C., Liu W., Sun D., Li L., Tan H. 2014. Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. Aquaculture, 422: 1-7.

Marklund S., Marklund G. 1974. Involvement of the superoxyde anion radical in the auto oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxyde dismutase. European Journal of Biochemistry, 47: 469-474.

Maucieri C., Nicoletto C., Zanin G., Birolo M., Trocino A., Sambo P., Xiccato G. 2019. Effect of stocking density of fish on water quality and growth performance of European Carp and leafy vegetables in a low-tech aquaponic system. PloS one, 14(5): 1-15.

McNicoll G. 2006. United Nations Department Of Economic and Social Affairs, Population Division: Population, Resources, Environment and Development Database, Version 4.0. Population and Development Review, 32(4): 790-791.

Minabi E., Yavari V., Morammazi J. 2020. Evaluation of growth and production of common carp *Cyprinus carpio* in aquaponic system and traditional aquculture method. Wetland Ecobiology, 11(4): 19-24. (In Persian).

Nuwansi K.K.T., Verma A.K., Chandrakant M.H., Prabhath G.P.W.A., Peter R.M. 2020. Optimization of stocking density of koi carp (*Cyprinus carpio* var. koi) with gotukola (*Centella asiatica*) in an aquaponic system using phytoremediated aquaculture waste-water. Aquaculture, 73:59-65.

Nuwansi K.K.T., Verma A.K., Rathore G., Prakash C., Chandrakant M.H., Prabhath G.P.W.A. 2019. Utilization of phytoremediated aquaculture wastewater for production of koi carp (*Cyprinus carpio* var. koi) and gotukola (*Centella asiatica*) in an aquaponics. Aquaculture, 507: 361-369.

Pankhurst N.W. 2011. The endocrinology of stress in fish: an environmental perspective. General and comparative endocrinology, 170(2): 265-275.

Rakocy J.E., Bailey D., Shultz C. Danaher J. 2010. The Status of Aquaponics-University of the Virgin Islands Agricultural Experiment Station. USA. 68p.

Salamroodi E., Rafiee G., hashemi E., Rezaei Tavabe K. 2020. Effect of increasing vitamin B3 in a combined Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and lettuce (*Lactuca sativa*), and a functional study of plant and fish growth indices. Journal of Fisheries, 73(2): 163-174. (In Persian).

Salamroodi E., Rafiee G., Rezaei Tavabe K. 2020. The effect of increasing water hardness on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and lettuce (*Lactuca sativa*) growth indices in a combined aquaculture. Journal of Aquaculture Sciences, 7 (2): 77- 90. (In Persian).

Sheikhzadeh N. 2013. Influence of dietary vegetable crops on Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) immune system and growth performance, Acta Scientiae Veterinariae 41: 11-19.

Shete A.P., Verma A.K., Chadha N.K., Prakash C., Chandrakant M.H., Nuwansi K.K.T. 2017. Evaluation of different hydroponic media for mint (*Mentha arvensis*) with common carp (*Cyprinus carpio*) juveniles in an aquaponic system. Aquaculture international, 25(3): 1291-1301.

Shete A.P., Verma A.K., Chadha N.K., Prakash C., Peter R.M., Ahmad I., Nuwansi K.K.T. 2016. Optimization of hydraulic loading rate in aquaponic system with Common carp (*Cyprinus carpio*) and Mint (*Mentha arvensis*). Aquacultural Engineering, 72: 53-57.

Siwicki A. 1993. Nonspecific defense mechanisms assay in fish. II. Potential killing activity of neutrophils and macrophages, lysozyme activity in serum and organs and total immunoglobulin (Ig) level in serum. Fish diseases diagnosis and preventions methods. Olsztyn, Poland. 111p

Tacon A.G.J. 2004. Use of fish meal and fish oil in aquaculture: a global perspective. Aquatic Resources, Culture and Development, 1(1): 3-14.

Tovar D., Zambonino J., Cahu C., Gatesoupe F.J., Vázquez-Juárez R., Lésel R. 2002. Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. Aquaculture, 204(1-2): 113-123.

Varasteh G., Soltani M., Shamsaee Mehrjan M., Kamali A. 2018. Investigation of changes in growth indices, immune factors and hepatic enzymes of koi carp (*Cyprinus carpio carpio*) in an aquaponic system. Wetland Ecobiology, 10(3): 75-90. (In Persian).

Walter H. 1984. Proteinases: Methods with hemoglobin, casein and azocoll as substrates in: Methods of Enzymatic Analysis, Vol. 5, Bergmeyer H.U., Bermeyer J. In: John Wiley and Sons Ltd, New York, USA. pp:270-274.

Yavuzcan Yildiz H., Robaina L., Pirhonen J., Mente E., Domínguez D., Parisi G. 2017. Fish welfare in aquaponic systems: its relation to water quality with an emphasis on feed and faeces-a review. Water, 9(1): 13-19.

Yildiz H.Y., Radosavljevic V., Parisi G., Cvetkovikj A. 2019. Insight into Risks in Aquatic Animal Health in Aquaponics. Aquaponics Food Production Systems, 435p.

نحوه استناد به این مقاله:

اسدی م.، هرسیج م.، آدینه ح.، قلی‌زاده م.، معظمی ن. بررسی عملکرد رشد، فعالیت آنزیم گوارشی، پارامترهای ایمنی و آنتی‌اکسیدانی ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) پرورش‌یافته در سیستم آکواپونیک. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۰، ۳۷-۳۰ :(۳)۹ .

Asadi M., Harsij M., Adineh H., Gholizadeh M., Moazami N. Evaluation of growth performance, digestive enzyme activity, immune and antioxidant parameters of Common carp (*Cyprinus carpio* L.) juveniles reared in aquaponic system. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2021, 9(3): 30-37.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

[DOI: 10.22034/jair.9.3.31]

Evaluation of growth performance, digestive enzyme activity, immune and antioxidant parameters of Common carp (*Cyprinus carpio* L.) juveniles reared in aquaponic system

Asadi M[1]., Harsij M[2]., Adineh H[3*]., Gholizadeh M[4]., Moazami N[5].

[1]Ms.C., Aquatic Ecology, Dept. of Fisheries, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
۲Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
۳ Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
٤Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
5 Ms.C., Aquatic Ecology, Dept. of Fisheries, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

Type:

Original Research Paper

Paper History:

Received: 07-12-2020
Accepted: 21-02- 2021

Corresponding author:

Adineh H. Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

Email: adineh.h@gmail.com

Abstract

Aquaponic is considered a sustainable semi-closed system for food production that combines aquaculture and hydroponics. The aims of this study were to evaluate the influence of aquaponic on the growth and feed performance, digestive enzyme activity and blood parameters of Common carp juveniles for 60 days. This experiment consisted of three groups (three replications per group) which included; cultivation of common carp without plants (T0), use of aquaponic system for culturing common carp with lettuce (TL) and cucumber (TC). A total of 225 carp (initial body weight: 11.59 ± 0.41g) were randomly distributed in nine 60-L tanks. Results showed that aquaponic system in TL and TC groups could increase the weight gain (WG) and specific growth rate (SGR) and reduce the feed conversion ratio (FCR) of common carp. Total protease, amylase, and lipase activities were also significantly higher in TL and TC groups than control group, respectively. After 60 days, serum lysozyme activity and total immunoglobulin were significantly higher and serum cortisol and glucose levels were lower in aquaponic groups than the control group. The highest serum catalase and superoxide dismutase were observed in TL and TC group. The best effect on growth, digestive enzymes, and immune response were shown in TL and TC groups (Aquaponic system) compared to control.

Keywords Common carp, Aquaponic system, Growth parameters, Digestive enzymes, Non-specific immunity

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

[DOI: 10.22034/jair.9.3.31]