تأثیر گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*) بر تغییرات شاخص‌های ایمنی و آنزیم‌های کبدی در ماهی کوی (*Cyprinus carpio carpio*) در سیستم آکوآپونیک

گلنوش وارسته مؤخر [۱]
مهدی سلطانی [۲*]
مهدی شمسائی مهرجان [۳]
ابوالقاسم کمالی [٤]

۱، ۲ ، ۳ و ۴. گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲ گروه بهداشت آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

***مسئول مکاتبات:**
msoltani@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۰۳
کد مقاله: ۱۳۹۷۰۳۰۶۹۴
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

پژوهش حاضر به بررسی اثرات گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*) بر تغییرات شاخص‌های ایمنی و آنزیم‌های کبدی در ماهی کوی (*Cyprinus carpio carpio*) در سیستم پرورش آکوآپونیک می‌پردازد. تعداد ۱۲۰ عدد ماهی کوی به وزن ابتدایی ۲±۱۰ گرم و ۳۶ عدد نشا گیاه سنبل آبی در غالب ۴ تیمار با ۳ تکرار در ۱۲ آکوآریوم شامل یک گروه شاهد (بدون گیاه)، تیمار ۱ دارای ۲ نشا گل سنبل آبی، تیمار ۲ دارای ۴ نشا و تیمار ۳ دارای ۶ نشا به روش آکوآپونیک کشت داده شدند. نمونه‌برداری از گیاهان پس از کشت و نمونه‌برداری از ماهیان پس از ۸ هفته دوره آزمایش در تیمارها به‌صورت تصادفی انجام شد. پس از نمونه‌برداری، فاکتورهای ایمنوفیزیولوژیک ازجمله شمارش افتراقی گلبول‌های سفید مانند هتروفیل، لنفوسیت، ائوزینوفیل و مونوسیت، گلبول‌های قرمز، هموگلوبولین و هماتوکریت اندازه‌گیری شد. همچنین آنزیم‌های کبدی آسپارتات آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز، لاکتات دهیدروژناز و اوره در ماهی کوی موردسنجش قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از سیستم آکوآپونیک می‌تواند شاخص‌های ایمنی و میزان آنزیم‌های کبدی ماهی کوی را در سیستم آکوآپونیک افزایش دهد، به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری در مقایسه با تیمارهای سیستم آکوآپونیک و گروه شاهد در پایان دوره کشت برای فاکتورهای ایمنی گلبول سفید، گلبول قرمز، هماتوکریت، هموگلوبین و همچنین آنزیم‌های کبدی در تیمار ۶ بوته‌ای مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان‌دهنده اثر مثبت گیاه سنبل آبی بر شاخص‌های خونی و آنزیم‌های کبدی در ماهی کوی می‌باشد که به‌عنوان یک ماده مؤثر در کشت آکوآپونیک به‌منظور بهره‌گیری از خواص مثبت فیزیولوژیک آن استفاده گردد.

واژگان کلیدی: آکوآپونیک، گیاه سنبل آبی، ماهی کوی، شاخص‌های ایمنی، آنزیم‌های کبدی.

مقدمه

استفاده مطلوب از منابع آبی در کشور ایران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به‌طوری‌که وضعیت اقلیمی کشور ایران اقتضا می‌کند تا بهره‌برداری بهینه از منابع آبی صورت پذیرد. در حال حاضر کشت توأم در آبزی‌پروری بسیار پرطرفدار بوده که در این شیوه پرورش توأم دام، ماکیان، گیاهان و آبزیان با استفاده از روش‌های مدرن منجر به افزایش سوددهی در صنعت آبزی‌پروری می‌گردد (Rakocy *et al*., 2006).

آکوآپونیک به‌عنوان یکی از روش‌های تصفیه آب برای سیستم‌های مداربسته مورداستفاده قرارگرفته و از تکنولوژی‌های دوست‌دار محیط‌زیست شناخته می‌شود. آکوآپونیک ترکیبی از پرورش ماهی (aquaculture) و گیاهان (Hydroponic) در سیستم گردشی است. در این سیستم مواد زائد دفع شده توسط ماهی که حاوی نیتروژن، فسفر و سایر عناصر غذایی می‌باشد، توسط گیاه جذب‌شده و درنهایت از آب حذف می‌شوند که درنتیجه استفاده مجدد از آب مصرفی را برای مزرعه‌دار امکان‌پذیر می‌سازند (Rousta, 2009). استفاده از گیاهان آبزی در سال‌های اخیر به‌عنوان روشی اقتصادی و مقرون‌به‌صرفه زیست‌محیطی برای تصفیه پساب‌ها و حذف فلزات سنگین به شمار می‌آید (Valipour *et a*l., 2010).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*) یکی از گیاهان آبزی و بومی کشورهای آمریکای جنوبی است که به‌واسطه داشتن دمبرگ‌های تغییر شکل یافته به شکل اسفنجی درآمده که توانایی شناوری در سطح آب را به این گیاه داده است و توسط ساقه‌های رونده تکثیر می‌شود که در مدت‌زمان کوتاهی قادر است کل سطح یک تالاب کم‌عمق را بپوشاند (Center and Spencer, 1981). گیاه سنبل آبی ازجمله گیاهان باقدرت جذب بالای عناصر و فلزات سنگین در سیستم‌های آکواپونیک به شمار می‌آید (Dixit *et al*., 2007). این گیاه به دلیل سازگاری با طیف وسیعی از عوامل زیست‌محیطی شامل اسیدیته، هدایت الکتریکی و درجه حرارت می‌تواند در سیستم‌های تصفیه پساب، به‌منظور بهبود کیفیت آب از طریق کاهش سطوح عناصر آلی و معدنی مؤثر واقع شود (Delgado *et al*., 1995).

روش‌های بیوشیمیایی و سنجش پارامترهای خونی ازجمله شاخص‌های زیستی مهمی هستند که در ارزیابی وضعیت سلامت ماهی به‌طور گسترده مورداستفاده می‌گیرند (Bhagwant and Bhikagee, 2000). تغییرات پارامترهای خونی و سرمی به‌عنوان شاخص‌های بیولوژیک اغلب به تغییرات فیزیولوژیکی و محیطی وابسته‌اند، بنابراین در شرایطی که ماهیان در معرض استرس‌هایی همچون آلاینده‌ها قرار می‌گیرند، تغییرات در برخی از پارامترهای خون‌شناسی و بیوشیمیایی در آن‌ها انتظار می‌رود (Sweety *et al*., 2008). ویژگی‌های خون‌شناسی ماهی یکی از مهم‌ترین شواهد مراحل فیزیولوژیک و منعکس‌کننده ارتباط خصوصیات اکوسیستم آبی و سلامتی آن‌ها می‌باشد، به همین دلیل داشتن دامنه طبیعی پارامترهای خونی و سرمی یک ماهی می‌تواند به‌عنوان شاخص زیستی مورداستفاده قرار گیرند (Cicik and Engin, 2005). ازاین‌رو تحقیق حاضر باهدف بررسی اثر گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*) بر تغییرات شاخص‌های ایمنی و آنزیم‌های کبدی در ماهی کوی (*Cyprinus carpio carpio*) در سیستم پرورش آکوآپونیک می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

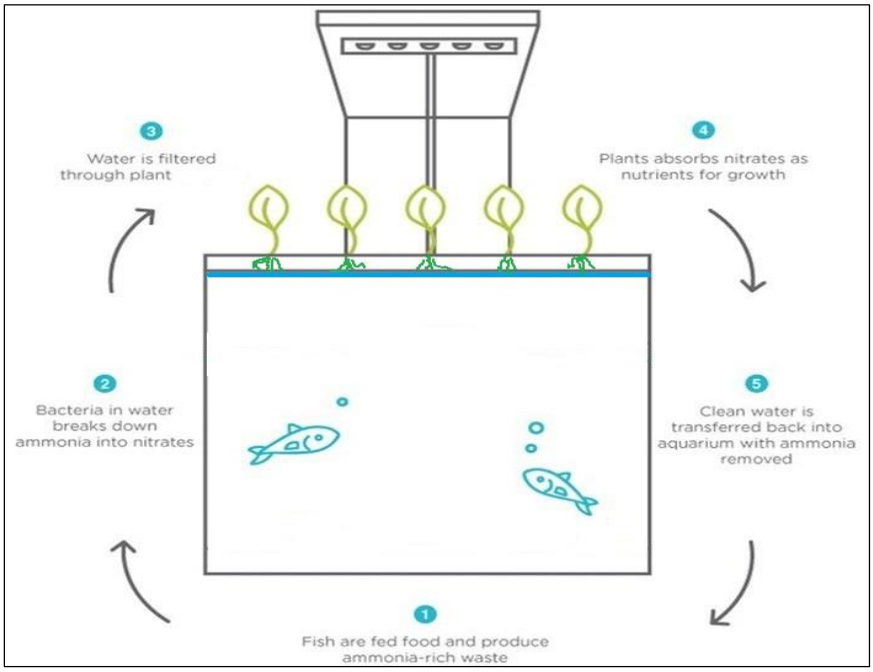
پژوهش حاضر به‌منظور بررسی کشت توأم ماهی کوی و گیاه سنبل آبی در سیستم آکوآپونیک، در ۱۲ آکوآریوم ۸۰ لیتری در آزمایشگاه زکریای رازی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران به اجرا گذاشته شد. ماهیان در آکوآریوم های شیشه‌ای به ابعاد ۳۰×۳۰×۶۰ سانتی‌متر حاوی آب شهری کلرزدایی و هوادهی شده با دبی آب ۴۰۰ لیتر در دقیقه نگهداری شدند. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی آب مورداستفاده در ابتدای دوره آزمایش، مانند مواد آلی کل، سختی کل، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، دما و pH سنجش گردید (جدول ۱). درجه حرارت آب از طریق دماسنج دیجیتالی متصل بر روی آکوآریوم‌ها و یک دماسنج در محیط آزمایشگاه تنظیم و pH آب توسط دستگاه pH متر (Metrohm، Switzerland) به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد.

تعداد ۱۲۰ عدد ماهی کوی ۲±۱۰ گرمی در هر دو جنس نر و ماده از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی واقع در استان مازندران تهیه گردید و به‌منظور سازگاری با شرایط آزمایشگاه به مدت یک هفته در شرایط مطلوب و ثابت (دمای ۲۲-۲۴ درجه سانتی‌گراد و pH برابر ۸-۷) نگهداری شدند. بوته‌های گیاه سنبل آبی از گلخانه‌ای در استان مازندران تهیه و بوته‌های گیاه برای سازگاری با محیط جدید به مدت یک هفته در شرایط مطلوب و ثابت (دمای ۲۲-۲۳ درجه سانتی‌گراد، pH خنثی و نور مناسب) نگهداری شدند. میزان غذادهی به ماهیان در تمامی تیمارها یکسان و با توجه به وزن ماهی و دمای آب، روزانه به میزان ۳ تا ۵ درصد وزن بدن ماهیان و میزان تعویض آب بین ۱۰ تا ۲۰ درصد در طول دوره پرورش بود. روشنایی سیستم به‌صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با لامپ مهتابی در بالای ظروف پرورش تنظیم گردید. لازم به ذکر است، در طول دوره آزمایش مواد و ذرات زائد سیفون و فیلترهای آب آکواریوم به‌صورت روزانه تمیز می‌شدند.

آزمایش با تعداد ۱۲۰ قطعه ماهی در ۴ گروه مجزا به همراه ۳ تکرار صورت پذیرفت، به‌طوری‌که تیمار شاهد فاقد گیاه و تیمار ۱ با دو بوته گیاه سنبل آبی، تیمار ۲ چهار بوته گیاه سنبل آبی و تیمار ۳ شامل شش بوته گیاه سنبل آبی و هر یک ازتیمارهای آزمایش شامل ۱۰ قطعه ماهی بود. لازم به ذکر است که شرایط آب پرورش در تمامی تیمارها یکسان در نظر گرفته شد (شکل ۱). به‌منظور اجرای سیستم آکوآپونیک روی ظروف

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

پرورش با توری پارچه‌ای پوشانده شد و از ورقه‌های یونولیت با قطر ۱۰ سانتی‌متر برای نگهداری بوته‌های گیاه در آب استفاده گردید (ICAAE, 2002). به‌منظور بررسی اثرات میزان تراکم گیاه بر شاخص‌های ایمنی و آنزیم‌های کبدی ماهی کوی در سیستم آکوآپونیک، نمونه‌برداری از گیاه سنبل آبی پس از کشت و نمونه‌برداری از ماهی کوی پس از ۸ هفته دوره آزمایش در تیمارها به‌صورت تصادفی ساده انجام گرفت.



شکل ۱: تصویری از الگوی کلی سیستم طراحی‌شده آزمایش.

نمونه‌های ماهی جهت بررسی فاکتورهای خونی توسط اسانس گل میخک به میزان ۲۵۰ ppm (سلطانی، ۱۳۸۰) بیهوش و میزان ۱ میلی‌لیتر از خون آن‌ها با قطع ساقه دمی درون لوله‌های حاوی یک قطره هپارین ریخته شد (Svobodova, 1991). مطالعه حاضر به بررسی پارامترهای خونی شامل تعداد گلبول‌های قرمز (RBC)، تعداد گلبول‌های سفید (WBC)، میزان هموگلوبین (Hb) و میزان هماتوکریت (HCT) پرداخت.

شمارش افتراقی گلبول‌های سفید (WBC) ازجمله هتروفیل، لنفوسیت، ائوزینوفیل و مونوسیت توسط ملانژورهای گلبول سفید و محلول رقیق‌شده ریس که شامل رنگ Brilliant Blue ۰/۱ گرم، سیترات سدیم ۳/۸ گرم، فرمالین ۴۰ درصد ۰/۲ میلی‌متر مکعب و آب مقطر برای رساندن به ۱۰۰ میلی‌متر مکعب استفاده گردید و شمارش گلبول‌ها توسط لام نئوبار انجام پذیرفت. شمارش گلبول‌های قرمز (RBC) نیز به کمک ملانژورهای گلبول قرمز و محلول رقیق کننده هایم (Hiem) صورت گرفت و شمارش نیز توسط لام نئوبار انجام پذیرفت (Daniels *et al.*,1979).

به‌منظور اندازه‌گیری میزان هماتوکریت (HCT)، ابتدا لوله میکروهماتوکریت را با خون ماهیان تا ۳/۴ پر شد و پس از مسدود نمودن سر لوله با خمیر هماتوکریت، لوله در دستگاه میکروسانتریفیوژ با دور ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید، سپس میزان هماتوکریت با خط‌کش مخصوص اندازه‌گیری شد (Blaxhall and Diasley, 1973).

اندازه‌گیری هموگلوبین (Hb) با استفاده از روش سیانومت هموگلوبین انجام گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری میزان هموگلوبین، ۵ میلی‌لیتر محلول درابکین (سیانومت هموگلوبین) در لوله اسپکتروفتومتر ریخته شد و سپس مقدار ۲۰ میکرولیتر خون به آن اضافه و پس از گذشت ۱۰ دقیقه، میزان جذب نور لوله نمونه و لوله استاندارد در طول‌موج ۵۴۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید (Blaxhall and Diasley, 1973). به‌علاوه سطوح آنزیم‌های

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

کبدی لاکتات دهیدروژناز، آلکالین فسفاتاز، آسپارتات آمینوترانسفراز در سرم خون با استفاده از دستگاه (Auto analyser Epos,Germany Eppendorf) و کیت تجاری بررسی گردید (Shahsavani *et al*., 2008).

اطلاعات به‌دست‌آمده توسط نرم‌افزار Spss-17 مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. به‌منظور بررسی اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها از آنالیز واریانس (ANOVA) استفاده گردید و در نقاطی که اختلاف معنی‌دار مشاهده شد، از آزمون Tukeys HSD، برای تعیین محل اختلافات در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده گردید (Zar, 1996).

نتایج

نتایج شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب نشان داد که میزان اکسیژن محلول ۵ میلی‌گرم بر لیتر و میزان دما بین ۲۲ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد بود. میزان مواد آلی کل بین ۷/۵-۶/۷ میلی‌گرم بر لیتر، سختی کل بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم، هدایت الکتریکی ۷۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر، pH ۶ تا ۸ و میزان سرعت جریان آب ۰/۱ سانتی‌متر بر ثانیه بود.

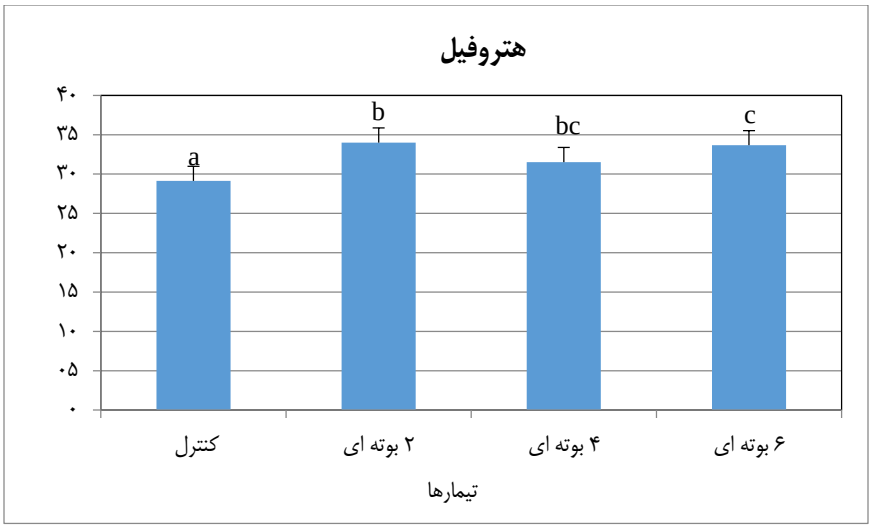
بررسی گلبول سفید در تیمارهای آزمایش نشان داد (شکل ۱) که میزان گلبول‌های سفید در تیمارهای ۲ بوته‌ای و ۶ بوته‌ای به ترتیب به میزان (۹۵۷±۲۸۲۵ سلول بر میلی‌لیتر) و (۱۲۹± ۲۶۵۰ سلول بر میلی‌لیتر) کاهش معنی‌داری را در مقایسه با گروه کنترل (۹۵۷±۳۲۷۵ سلول بر میلی‌لیتر) داشت (P<۰/۰۵). درحالی‌که تیمار ۴ بوته‌ای به میزان ۹۵۷ ± ۳۰۷۵ سلول بر میلی‌لیتر تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل نداشت (P>۰ /۰۵).

شکل ۱: میزان گلبول سفید در سیستم پرورش آکوآپونیک درآکوآریوم‌های پرورش ماهی‌کوی (*Cyprinus carpio carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتنک نشانه انحراف معیار و حروف غیرمتشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

میزان هتروفیل در تیمارهای ۲ بوته‌ای (۱/۰۰±۳۴ درصد)، ۴ بوته‌ای (۱/۱۹ ± ۳۱/۵۲ درصد) و ۶ بوته‌ای (۰/۴۱± ۳۳/۶۷ درصد) افزایش معنی‌داری در مقایسه با گروه کنترل (۱/۸۶ ± ۲۹/۱۲) داشت (P<۰/۰۵). به‌علاوه بیشترین میزان هتروفیل در تیمار ۲ بوته‌ای مشاهده شد (شکل ۲).

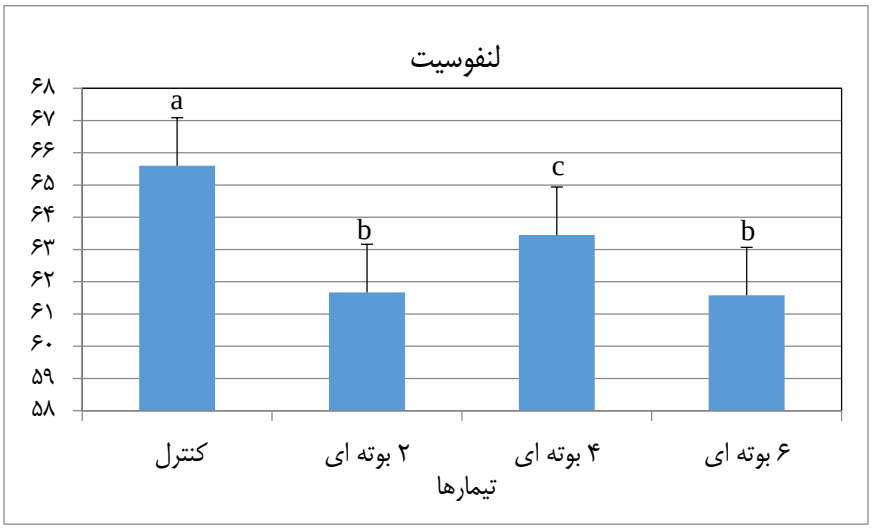
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]



شکل ۲: میزان هتروفیل در سیستم پرورش آکوآپونیک در آکوآریوم‌های پرورش (*Cyprinus carpio carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتنک نشانه انحراف معیار و حروف غیرمتشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

بررسی لنفوسیت در تیمارهای آزمایش بیانگر کاهش معنی‌دار ($P<0/05$) میزان لنفوسیت در تیمارهای ۲ بوته‌ای به میزان ۰/۷۸±۶۱/۶۷ درصد، تیمار ۴ بوته‌ای به میزان ۰/۸۳±۶۳/۴۵ درصد و تیمار ۶ بوته‌ای به میزان ۰/۷±۶۱/۸۵ درصد در مقایسه با گروه کنترل به میزان ۱/۴۹±۶۵/۶ درصد بود (شکل ۳).

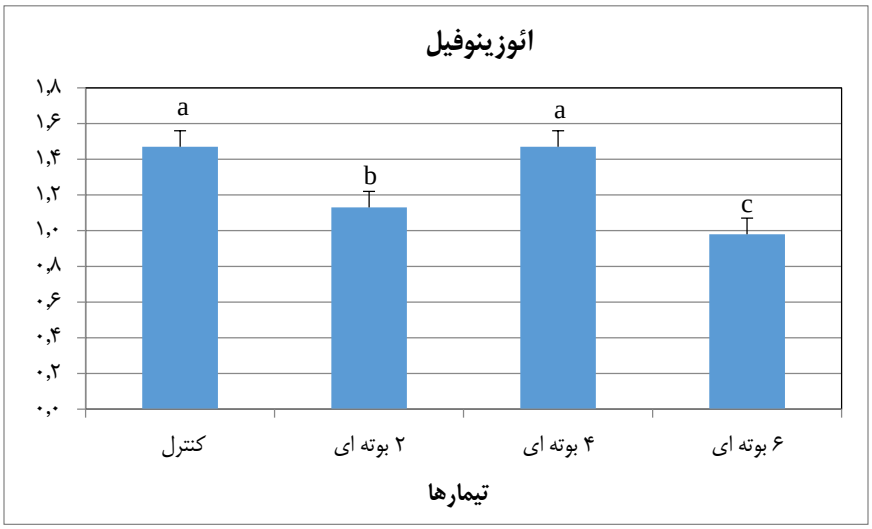


شکل ۳: میزان لنفوسیت در سیستم پرورش آکوآپونیک در آکواریوم‌های پرورش (*Cyprinus carpio carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتنک نشانه انحراف معیار و حروف غیرمتشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

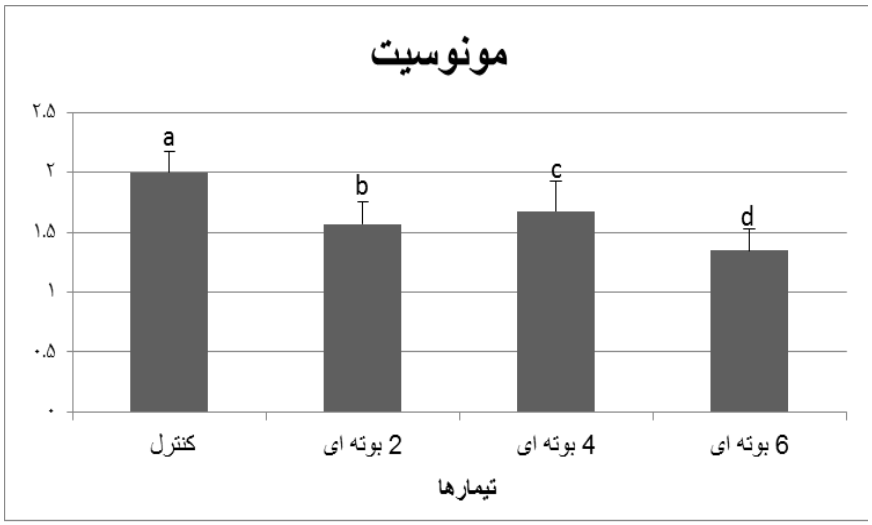
بررسی ائوزینوفیل در تیمارهای موردبررسی نشان داد (شکل ۴) که میزان ائوزینوفیل در تیمارهای ۲ بوته‌ای و ۶ بوته‌ای به ترتیب به میزان ۱/۱۳ ±۰/۱۶ و ۰/۹۸ ±۰/۱۹ درصد کاهش معنی‌داری را در مقایسه با گروه کنترل ۱/۴۷±۰/۰۹ درصد دارد (P<۰/۰۵)، درحالی‌که در تیمار ۴ بوته‌ای به میزان ۱/۴۷±۰/۱۸ درصد تفاوت معنی‌داری در مقایسه با گروه کنترل وجود نداشت (P>۰ /۰۵).



شکل ٤: میزان ائوزینوفیل در سیستم پرورش آکوآپونیک در آکواریوم‌های پرورش (*Cyprinus carpio carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتنک نشانه انحراف معیار و حروف غیر متشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

بررسی مونوسیت در تیمارهای موردبررسی نشان داد که میزان مونوسیت در تیمارهای ۲ بوته‌ای، ۴ بوته‌ای و ۶ بوته‌ای کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) در مقایسه با گروه کنترل ۰/۱۸ ±۲ درصد دارد (شکل ۵).



[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

شکل ٥: میزان مونوسیت در سیستم پرورش آکوآپونیک در آکواریوم‌های پرورش (*Cyprinus carpio carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتنک نشانه انحراف معیار و حروف غیرمتشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

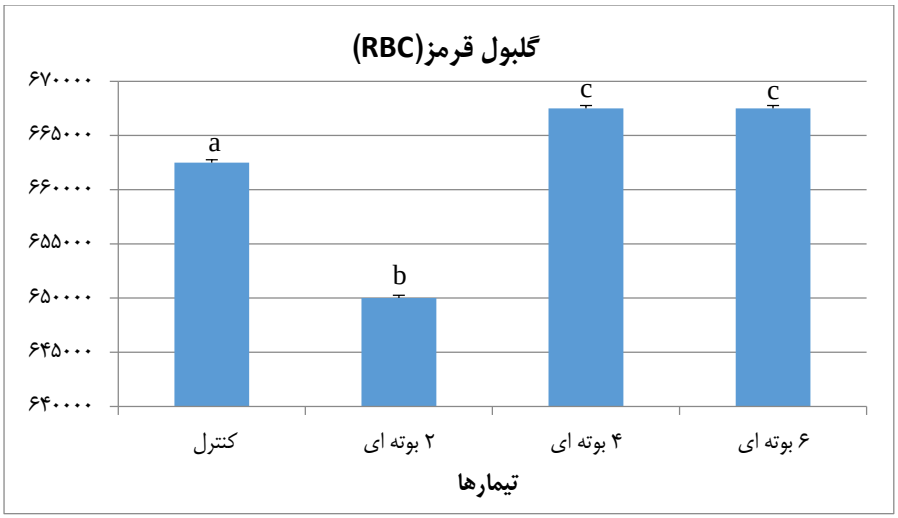
بررسی بازوفیل در تیمارهای آزمایش نشان داد که میزان بازوفیل در تیمارهای ۲ بوته‌ای، ۴ بوته‌ای و ۶ بوته‌ای به ترتیب به میزان (۰/۲۶±۲/۳۵ درصد)، (۰/۱۸±۲/۳ درصد) و (۰/۲± ۲/۳۲ درصد) کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) در مقایسه با گروه کنترل (۰/۰۵±۲/۱۵ درصد) دارد (شکل ۶).

شکل ٦: میزان بازوفیل در سیستم پرورش آکوآپونیک در آکواریوم‌های پرورش (*Cyprinus carpio carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتنک نشانه انحراف معیار و حروف غیرمتشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

بررسی گلبول قرمز در تیمارها نشان داد که میزان گلبول قرمز در تیمار ۲ بوته‌ای به میزان ۲۱۶±۶۵۰۰ سلول بر میلی‌لیتر کاهش معنی‌داری در مقایسه با تیمارهای ۴ بوته‌ای ۲۲۱±۶۶۷۵ سلول بر میلی‌لیتر، ۶ بوته‌ای با میزان به ترتیب ۲۵۰±۶۶۷۵ سلول بر میلی‌لیتر و گروه کنترل ۲۶۲±۶۶۲۵ سلول بر میلی‌لیتر دارد (شکل ۷)، این در حالی بود که در میزان گلبول قرمز در تیمارهای ۴ بوته‌ای و ۶ بوته‌ای افزایش معنی‌داری در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد (P<۰/۰۵).

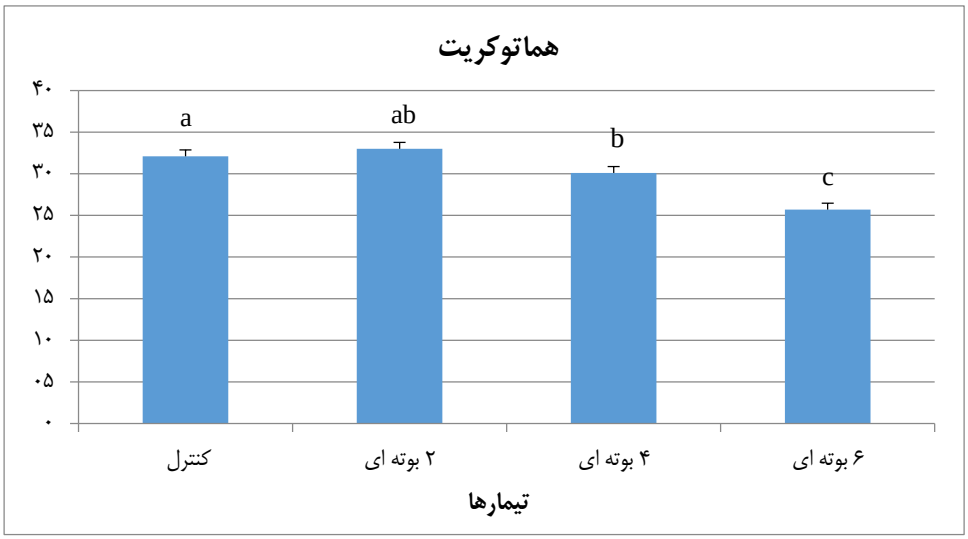
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]



شکل ۷: میزان گلبول قرمز در سیستم پرورش آکوآپونیک در آکواریوم‌های پرورش (*Cyprinus carpio carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتنک نشانه انحراف معیار و حروف غیرمتشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

بررسی هماتوکریت در تیمارهای موردبررسی نشان داد که میزان هماتوکریت در تیمارهای ۲ بوته‌ای و ۴ بوته‌ای به ترتیب به میزان (۰/۷۶±۳۱/۰۴ درصد) و (۱/۷ ± ۳۰/۱۴ درصد) تفاوت معنی‌داری را در مقایسه با گروه کنترل (۰/۵۳±۳۲/۱۰ درصد) داشت (P<۰/۰۵)، درحالی‌که در تیمار ۶ بوته‌ای به میزان (۱/۶۲±۲۵/۷۱ درصد) کاهش معنی‌داری در مقایسه با تیمارهای ۲ بوته‌ای، ۴ بوته‌ای و گروه کنترل وجود داشت (شکل ۸).

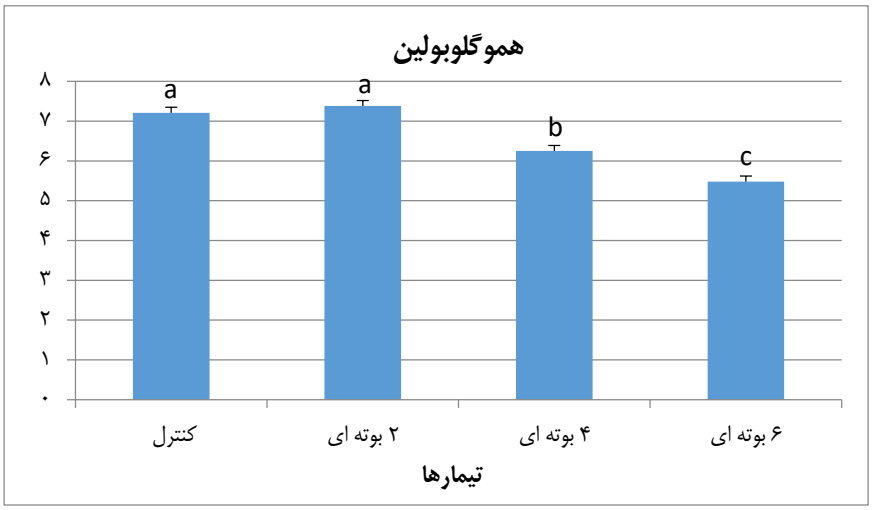


شکل ۸: میزان هماتوکریت در سیستم پرورش آکوآپونیک در آکواریوم‌های پرورش (*Cyprinus carpio carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتنک نشانه انحراف معیار و حروف غیرمتشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

بررسی هموگلوبولین در تیمارهای موردبررسی نشان داد که میزان هموگلوبولین در تیمارهای ۴ بوته‌ای و ۶ بوته‌ای به ترتیب به میزان (۰/۲۷ ± ۶/۲۵ درصد) و (۰/۱۴ ± ۵/۴۸ درصد) کاهش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار ۲ بوته‌ای (۰/۶۹ ± ۷/۳۸ درصد) و گروه کنترل (۰/۶۱ ± ۷/۲۱ درصد) دارد (P<۰/۰۵). این در حالی بود که در تیمار ۲ بوته‌ای تفاوت معنی‌داری در مقایسه با گروه کنترل دیده نشد (P>۰/۰۵) (شکل ۹).

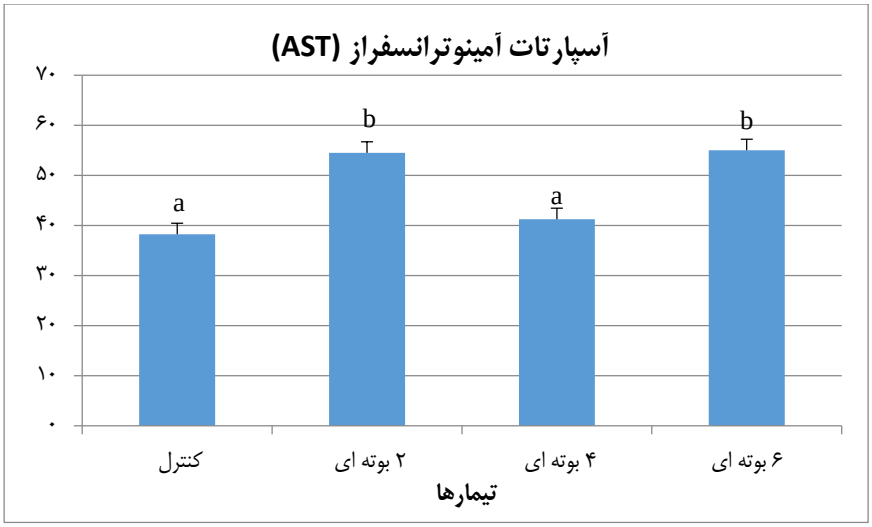


شکل ۹: میزان هموگلوبولین در سیستم پرورش آکوآپونیک در آکواریوم‌های پرورش (*Cyprinus carpio carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتنک نشانه انحراف معیار و حروف غیرمتشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

نتایج حاصل از پژوهش در مورد اثرات سیستم پرورش آکوآپونیک بر میزان آنزیم‌های کبدی و اوره در تیمارهای مختلف آزمایش در آکواریوم‌های پرورش ماهی کوی و بوته‌های گیاه سنبل آبی موردبررسی قرار گرفت. بررسی آسپارتات آمینوترانسفراز در تیمارهای موردبررسی نشان داد (شکل ۱۰) که میزان AST در تیمار ۲ بوته‌ای ۳/۱۰ ±۵۴/۵ (واحد بر لیتر) و ۶ بوته‌ای ۱/۸۲±۵۵ (واحد بر لیتر) افزایش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار ۴ بوته‌ای ۱/۷±۴۱/۲۵ (واحد بر لیتر) و گروه کنترل ۲/۲۱ ±۳۸/۲۵ (واحد بر لیتر) دارد (P<۰/۰۵)، درحالی‌که در میزان AST در تیمارهای ۴ بوته‌ای و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

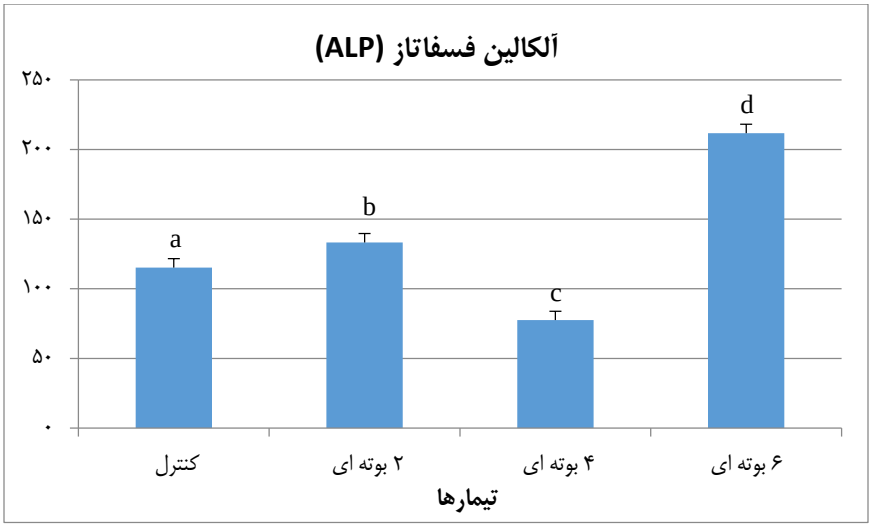
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]



شکل ۱۰: میزان آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز در سیستم پرورش آکوآپونیک در آکواریوم‌های پرورش (*Cyprinus carpio carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتنک نشانه انحراف معیار و حروف غیرمتشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

بررسی آلکالین فسفاتاز در تیمارهای آزمایش نشان داد (شکل ۱۱) که میزان ALP در تیمار ۲ بوته‌ای و ۶ بوته‌ای به ترتیب به میزان (۳/۵±۱۳۳/۲۵ واحد بر لیتر) و (۴۶/۸۰±۲۱۱/۷۵ بر لیتر) افزایش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار ۴ بوته‌ای (۹/۷۴±۷۷/۵ واحد بر لیتر) و گروه کنترل (۶/۳۹ ±۱۱۵/۲۵ واحد بر لیتر) دارد (P<۰/۰۵). همچنین در تیمار ۴ بوته‌ای کاهش معنی‌داری در میزان ALP در مقایسه با گروه کنترل و تیمارهای ۲ بوته‌ای و ۶ بوته‌ای دیده شد (P<۰/۰۵).

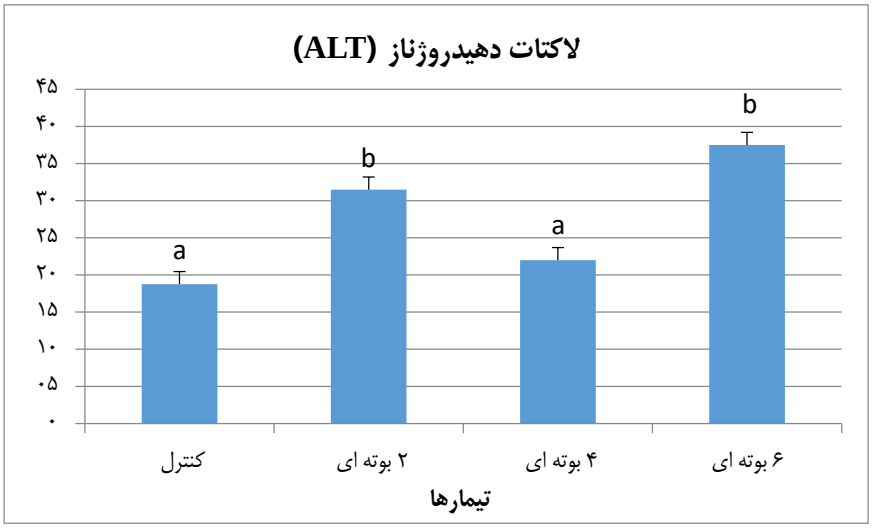


شکل ۱۱: میزان آنزیم آلکالین فسفاتاز در سیستم پرورش آکوآپونیک در آکواریوم‌های پرورش (*Cyprinus carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتنک نشانه انحراف معیار و حروف غیر متشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

بررسی لاکتات دهیدروژناز نشان داد (شکل ۱۲). که میزان ALT در تیمار ۲ بوته‌ای و ۶ بوته‌ای با میزان به ترتیب (۲/۰۸±۳۱/۵ واحد بر لیتر) و (۱/۲۹±۳۷/۵ واحد بر لیتر) افزایش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار ۴ بوته‌ای (۱/۸۲±۲۲ واحد بر لیتر) و گروه کنترل (۱/۷۰±۱۸/۷۵ واحد بر لیتر) دارد (P>۰/۰۵). این در حالی بود که در میزان ALT در تیمارهای ۴ بوته‌ای و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری دیده نشد (P>۰/۰۵).

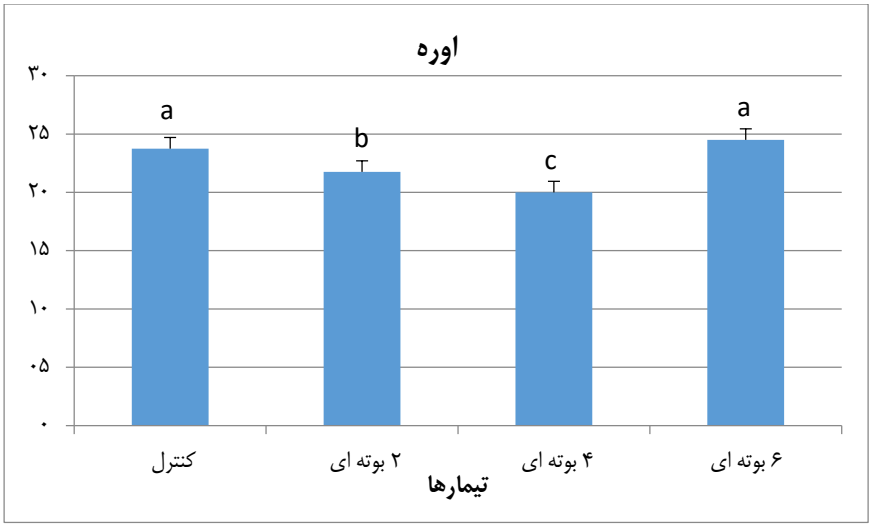


شکل ۱۲: میزان آنزیم لاکتات دهیدروژناز در سیستم پرورش آکوآپونیک در آکواریوم‌های پرورش (*Cyprinus carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتیک نشانه انحراف معیار و حروف غیر متشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

بررسی اوره نشان داد که میزان اوره در تیمارهای ۲ بوته‌ای و ۴ بوته‌ای با میزان به ترتیب (۰/۹۵ ± ۲۱/۷۵ میلی‌گرم بر دسی لیتر) و (۰/۸۱±۲۰ میلی‌گرم بر دسی لیتر) کاهش معنی‌داری را در مقایسه با گروه کنترل (۰/۹۵ ± ۲۳/۷۵ میلی‌گرم بر دسی لیتر) دارد (P<۰/۰۵). این در حالی بود که در تیمار ۶ بوته‌ای با میزان (۱/۲۹ ± ۲۴/۵ میلی‌گرم بر دسی لیتر) تفاوت معنی‌داری در مقایسه با گروه کنترل دیده نشد (P>۰/۰۵)(شکل ۱۳).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]



شکل ۱۳: میزان اوره در سیستم پرورش آکوآپونیک در آکواریوم‌های پرورش (*Cyprinus carpio carpio*) و بوته‌های گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*).

آنتیک نشانه انحراف معیار و حروف غیر متشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

بحث و نتیجه‌گیری

خون یکی از مهم‌ترین مایعات بیولوژیک بدن بوده که ترکیبات آن تحت تأثیر حالات مختلف فیزیولوژیک و پاتولوژیک دستخوش نوسان و تغییر می‌گردند، ازاین‌رو در اختیار داشتن مقادیر طبیعی پارامترهای خونی و بررسی چگونگی تغییرات آن‌ها، همواره از ابزارهای مهم تشخیص در بسیاری از بیماری‌های آبزیان ازجمله ماهی بوده است (Brunt and Austin 2005). پارامترهای خونی ماهی ارتباط نزدیکی با پاسخ ماهی به محیط و تأثیری که محیط می‌تواند بر روی خصوصیات هماتولوژی ماهی بگذارد، دارد. شاخص‌های سلولی و بیوشیمیایی خون در پاسخ ماهیان به موارد استرس‌زا و شرایط نامساعد نظارت مؤثر دارد و می‌توانند اطلاعات تشخیصی قابل‌توجهی را در شرایط غیراستاندارد فراهم نماید (Gabriel *et al.*, 2004)، به‌طوری‌که تغییرات این پارامترها با توجه به خونسرد بودن ماهیان به‌وضوح دیده می‌شود. مطالعات انجام‌شده بیانگر کاهش سطح گلبول‌های قرمز خون ماهیان در مواجه با شرایط سخت می‌باشد (Ramesh, 2001). به‌علاوه سطح بالای میزان گلبول‌های سفید خون نیز بیانگر کنترل وضعیت استرس‌زا در ماهیان می‌باشد (ستاری، ۱۳۸۹).

یکی از مهم‌ترین نتایج حاصل از پژوهش در موردسنجش وضعیت سلامت ماهیان در سیستم پرورش آکوآپونیک در تیمارهای مختلف آزمایش در آکواریوم‌های پرورش ماهی کوی و بوته‌های گیاه سنبل آبی وجود تفاوت معنی‌دار ($P<0/05$) در میزان شاخص‌های خونی گلبول‌سفید، گلبول قرمز، هماتوکریت و هموگلوبین در تیمار ۶ بوته‌ای نسبت به گروه شاهد بود، از اینرو می‌توان چنین نتیجه گرفت که تراکم بالای گیاه سبب افزایش راندمان جذب عناصر توسط گیاه، کاهش آلودگی آب و درنتیجه کاهش مقابله سیستم ایمنی ماهی در برابر آلودگی شده است.

در این تحقیق، تأثیر گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*) بر تغییرات شاخص‌های ایمنی و آنزیم‌های کبدی در ماهی کوی (*Cyprinus carpio carpio*) در سیستم پرورش آکوآپونیک موردبررسی قرار گرفت. یافته‌های حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که گیاه سنبل آبی می‌تواند سبب جذب عناصر آلاینده آب و افزایش کیفیت آب گردد و بررسی شاخص‌های خونی در ماهی کپورکوی بیانگر تراکم بهینه گیاه در سیستم آکواپونیک که موجب بهبود عملکرد جذب گیاه و درنتیجه کیفیت بهتر آب گردید. به‌علاوه مقایسه بین تیمارهای مختلف آزمایش

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

نشان داد که در تیمار ۶ بوته‌ای کیفیت آب در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارد. بررسی برگ خریدهای خونی و آنزیم‌های کبدی ماهی کوی به نشان داد که وضعیت سلامت ماهیان در تیمارهای ۴ و ۶ بوته‌ای گیاه سنبل آبی بهتر از تیمارهای شاهد و ۲ بوته‌ای بود.

ازآنجایی‌که سنجش فاکتورهای خونی به‌عنوان یک شاخص سلامت در گونه‌های مختلف آبزیان شناخته‌شده است (Soliman and Badeaa, 2002)، استفاده از سیستم آکوآپونیک در این مطالعه بیانگر افزایش ایمنی ماهی کوی را در سیستم آکوآپونیک بود، به‌طوری‌که در پایان دوره آزمایش تفاوت معنی‌داری در میزان شاخص‌های ایمنی در مقایسه تیمارهای سیستم آکوآپونیک و گروه شاهد مشاهده گردید.

ارزیابی فاکتورهای سلولی و بیوشیمیایی خون بیانگر وضعیت و شرایط پیرامون ماهی هستند که می‌توانند به‌عنوان شاخص‌های زیستی، اطلاعات ارزشمندی را که بازتاب سلامت و شرایط طبیعی فیزیولوژیک و پاتولوژیک ماهی، بیماری و شرایط مساعد و یا نامساعد زیست‌محیطی ماهی می‌باشد، فراهم نماید. Ji و همکاران (۲۰۰۷)، بامطالعه اثر مخلوط گیاهان (*Artemisia ،Cnidium of ficinale capillaries،Crataegi fructus ،Massa medicate fermentata*)، بر فاکتورهای خونی ماهی فلاندر (*Paralichthys olivaceus*) مشاهده کردند که استفاده از این مخلوط اثری مثبت بر میزان هموگلوبین و هماتوکریت دارد. بااین‌وجود در مطالعه‌ای دیگر افزودن آکواک ارگوسان در تیمارهای آزمایش در مقایسه با گروه شاهد تأثیر افزایشی بر روی پارامترهای خونی فیل ماهی مشاهده نشد (Ahmadifar *et al*., 2009). مطالعه Anantharaja و همکاران (۲۰۱۷) بر روی ماهی سوف (*Anabas testudineus*) در سیستم اکوآپونیک نشان داد که میزان گلبول قرمز و هموگلوبین در ماهیانی که در سیستم اکوآپونیک نگهداری شده بودند، بالاتر از تیمار شاهد بود، درحالی‌که تعداد گلبول سفید در این تیمارها کاهش یافت که ممکن است به علت بهبود کیفیت آب در حضور گیاهان باشد. از طرف دیگر افزایش گلبول‌های سفید در تیمار شاهد می‌تواند به دلیل استرس ناشی از کاهش کیفیت آب به‌ویژه آمونیاک باشد. تغییرات در گلبول سفید در بسیاری از گونه‌های ماهیان در پاسخ به استرس گزارش‌شده است. افزایش گلبول سفید در ماهی (*Oreochromis mossambicus*) توسط Nussey و همکاران (۲۰۱۲) و کاهش گلبول سفید در ماهی کپور معمولی تحت شرایط استرس توسط Svobodova و همکاران (۲۰۰۷) گزارش‌شده است.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از سیستم آکوآپونیک می‌تواند شاخص‌های ایمنی و میزان آنزیم‌های کبدی ماهی کوی را در سیستم آکوآپونیک افزایش دهد، به‌طوری‌که این یافته‌ها بیانگر اثر مثبت گیاه سنبل آبی بر شاخص‌های خونی و آنزیم‌های کبدی در ماهی کوی می‌باشد که به‌عنوان یک ماده مؤثر در کشت آکوآپونیک به‌منظور بهره‌گیری از خواص مثبت فیزیولوژیک آن استفاده گردد.

ازآنجایی‌که اطلاعات محدودی درزمینه پارامترهای مختلف خونی و سرمی در ماهی‌های مختلف وجود دارد و برخلاف مهره‌داران خونگرم، مرجع خونی معینی برای آن‌ها وجود ندارد، بنابراین تحقیق در این زمینه در گونه‌های مختلف ماهی در یک اکوسیستم و بررسی تغییرات آن‌ها در زمان‌های مختلف و مقایسه آن‌ها در مطالعات مختلف می‌تواند اطلاعات باارزشی را از وضعیت فیزیولوژیک، شرایط زیست‌محیطی ماهی‌ها و همچنین بررسی امکان کشت توأم آبزیان (ازجمله آکواپونیک) در اختیار محققین قرار دهد.

سپاسگزاری

از تمامی کسانی که درانجام مراحل مختلف این تحقیق ما را یاری نمودند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نماییم.

منابع

ذوالفقاری، آ.، فیروزبخش، ف.، ۱۳۹۲. اثر عصاره آبی ریحان بر تغییرات رشد و شاخص‌های هماتولوژی و بیوشیمی خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله تحقیقات دامپزشکی، دوره ۶۸، شماره ۴، صفحات ۴۰۴-۳۹۷.

ستاری، م.، ۱۳۸۹. ماهی‌شناسی ۱، تشریح و فیزیولوژی. انتشارات حقشناس. ص ۸۶۲.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

سلطانی، م. امیدبیگی، ر. رضوانی، س. مهرابی، م. و چیت‌ساز، ح.، ۱۳۸۰. مطالعه اثرات هوشبری اسانس و عصاره گل میخک در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت شرایط کیفی آب. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران. شماره ۴، صفحات ۸۹-۸۵.

Ahmadifar, E., Jalali, M. A., Sudagar, M., AzariTakami, Gh. and Mohammadi Zaraj Abad, A., 2009. Effects of aquavacergosan on growth performance, survival and haematological factors in beluga *(Huso huso)* juvenile. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 16: 1-3.

Alishahi, M., Soltani, M., Mesbah, M. and Zargar, A., 2012. Immunosti mulatory and growth stimulation effects of ergosan levamisole and herbal extracts in *Cyprinus carpio*. Journal of Veterinary Research, 67: 135-142.

Anantharaja, K., Mohapatra, B. C., Pillai, B. R., Kumar, R., Devaraj C. and 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: 24-29.

Bhagwant, S. and Bhikagee, M., 2000. Induction of hypochromic macrocytic anemia in *Oreohromis* hybrid (Cichlidae) exposed to 100 mg /l (sub lethal dose) of Aluminum. Advances in Science and Technology-Research Journal, 5: 9-20.

Blaxhall, C. P. and Diasley, W. K., 1973. Blood fish with use for matological Routine. Journal of Fish Biology, 5: 771-781.

Brunt, J. and Austin, B., 2005. Use of a probiotic to control tococcosislac and streptococosis in rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Fish Diseases, 28: 693-701.

Center, T. D. and Spencer, N. R., 1981. The phenology and growth of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) in a eutrophic north central Florida lake. Aquatic Botany, 10: 1-32.

Cicik, B. and Engin, K., 2005. The effects of cadmium on levels of glucose in serum and glycogen reserves in the liver and muscle suestis of *Cyprinus carpio* (L.,1758). Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 29: 113-117.

Daniels, V. G., Wheater, P. R. and Burkitt, H. G., 1979. Functional histology: A text and colour atlas. Edinburgh: Churchill Livingstone, 14:132-145.

Delgado, M., Guardiola, E. and Bigeriego, M., 1995. Organic and inorganic nutrients removal from pig slurry by water hyacinth. Journal of Environmental Science and Health, Part A, 30: 1423–1434.

Dixit, S. and Tiwari, S., 2007. Effective utilization of an aquatic weed in an eco-friendly treatment of polluted water bodies, Applied Sciences and Environmental Management, 11:41–44.

Opabunmi, O. O., Ezeri, O. N. G., Gabriel,U.U., Ezeri, O. N. G. and Opabunmi, O. O., 2004. Influence of Sex,source, health status and Influence of sex, source, health status and acclimation on the hematology of *Clarias nusgariepi* (Burch,1822). African Journal of Biotechnology, 3: 463-467.

Gabriel, U, U., Ezeri, G. N. and Opabunmi, O. O., 2004. Influence of sex, source, health status and acclimation on the haematology of *Cliarias gariepinus*. African Journal of Biotechnology, 3: 463-467.

Harikrishnan, R., Nisha Rani, M. and Balasundaram, C., 2003. Hematological and biochemical parameters in common carp, *(Cyprinus carpio*), following herbal treatment for *Aeromonas hydrophila* infection. Aquaculture, 221: 41-50.

ICAAE (International Center for Aquaculture and Aquatic Environmenents). 2002. Chemical Fertilizer Auburn University, Alabama.

Ji, S. C., Jeong, C. S., Im, G. S., Lee, S., Yoo, J. H. and Takii, K., 2007. Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization, and stress recovery of Japanese flounder. Fisheries Science, 73: 70-76.

Nussey, G., Van Vuren, J. H. J. and du Preez, H. H., 2012. The effect of copper and zinc at neutral and acidic pH on the general haematology and osmoregulation of Oreochromis mossambicus. African Journal of Aquatic Science, 27: 61-84.

Rakocy, J. E., Masser, M. P. and Losordo, T. M., 2006. Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics integrating fish and plant culture. SRAC publication, 5:1-16.

Ramesh, M., 2001. Toxicity of copper sulfate on some matologicalhae parameters of freshwater teleost *Cyprinus carpio var*. communis. journal of Indian fisheries association, 28: 131-136.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

Rousta, H., 2009. Aquaponics (fish and rice polyculture in closed system with reticulating water). Pelk Publishing, 6:252.

SalahEl-Deen, M. and Rogeps, W., 1993. Changes in total protein and transaminase activities of grass carp exposed to diquat. Journal of Aquatic Animal Health, 5: 280– 286.

Shahsavani, D., Mohri, M. and Gholipour Kanani, H., 2008. Determination of normal values of some blood serum enzymes in *Acipenser stellatus* Pallas. Fish Physiology and Biochemistry, 34: 583–589.

Soliman, K. M. and Badeaa, R. I., 2002. Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. Food and Chemical Toxicolog, 40: 1669- 1675.

Svobodova, Z., Pravda, D. and Palakova, J., 1991. Unified methods of heamatological examination of fish. Research institute of fish culture and hydrobiology. Vodnany, Edition methods, 31 pp.

Svobodova, Z., Machhova, J., Kroupova, H., Smutna, M. and Groch, L., 2007. Ammonia autointoxication of common carp, case studies. Aquaculture International, 15: 227- 286.

Sweety, R. R., Sajwan, K. S. and Kumar, K. S., 2008. Influence of zinc on cadmium induced haematological and biochemical sponsesre in a freshwater teleost fish *(Catla catla*). Fish Physiology and Biochemistry, 34: 169-174.

Tangestani, R., Alizadeh Doughikollaee, E., Ebrahimi, E. and Zare, P., 2011. Effects of Garlic essential oil as an immunostimulant on hematological and indices of juvenile beluga *(Huso huso)*. Journal of Veterinary Research, 66: 209-216.

Valipour, V., Kalyan-Raman, G. and Badalians, Gh., 2010. Comparative Evaluation on the Performance of Biorack and Shallow Pond Systems for Domestic Wastewater Treatment. Journal of Environmental Science and Engineering, 4:141-157.

Zar, J. H., 1996. Biostatistical analysis, PP 662.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]