بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد دوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۲
http://japu.gau.ac.ir

بررسی اثرات سیستم پرورش آکواپونیک بر افزایش رشد و بقای میگوی جوان آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) و لارو ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

* نفیسه علی‌پور[۱]، مهران آوخ‌کیسمی[۲] و ابوالفضل عسکری‌ساری[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه شیلات، دانشگاه آزاد واحد اهواز، [۲]استادیار مرکز آموزش عالی جهاد کشاورزی خلیج فارس- بوشهر، [۳]استادیار گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز- خوزستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱٤

چکیده

آکواپونیک از پرورش آبزیان در کنار پرورش گیاهان در یک سیستم گردشی آب تشکیل شده است. در این پژوهش امکان پرورش توام میگو، ماهی و گیاهان دارویی در سیستم آکوآپونیک بررسی گردید. این بررسی در سه تیمار و سه تکرار شامل فقط میگوی آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) و ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به‌عنوان شاهد (تیمار اول و دوم) و میگوی آب شیرین، کپور معمولی، آلوورا (*Aloe vera*) و رازیانه (*Foeniculum vulgare*) به‌عنوان تیمار سوم در آزمایشگاه مرکز آموزش جهاد کشاورزی خلیج فارس – بوشهر در تیرماه ۱۳۹۰ به‌مدت ٤۰ روز به اجرا گذاشته شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در متغیرهای رشد به‌ترتیب شامل وزن نهایی بدن، افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، درصد بقا و بعضی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی مثل pH، آمونیاک و نیتریت بین تیمارها وجود دارد ($P<۰/۰۵$). همچنین در پایان دوره ٤۰ روزه پرورش، ترکیبات بیوشیمیایی و بعضی متغیرهای فیزیکوشیمیایی مانند دمای آب و اکسیژن تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P>۰/۰۵$). بنابراین نتایج این پژوهش مؤید آن است که تولید گیاهان دارویی آلوورا و رازیانه در کنار آبزیان تأثیر به‌سزایی در افزایش تولید آبزیان دارد.

واژه‌های کلیدی: کشت توام، کپورمعمولی، میگوی آب شیرین، آکواپونیک، گیاهان دارویی

* مسئول مکاتبه: naf.alipour@yahoo.com

مقدمه

در حال حاضر کشت توام در آبزی پروری بسیار پرطرفدار است که در این شیوه با استفاده از روش‌های علمی مدرن (پرورش) گیاهان، دام، ماکیان و آبزیان با همدیگر به افزایش سوددهی آبزی‌پروری کمک می‌کنند و توانایی کشت توام در افزایش کیفیت آب باعث افزایش تولید در آبزی‌پروری گردیده است (گامز و همکاران، ۲۰۰۵).

نظر به این‌که محصولات دریایی و ماهیان نسبت به سایر پروتئین‌های جانوری از مزیت‌های ویژه برخوردار است، اهمیّت استفاده از ماهی و پرورش آن را افزایش می‌دهد (برگ، ۲۰۰۲). برای پرورش ماهی روش معمول و مرسوم قدیمی در منابع آبی پرورش تک گونه‌ای بود که در آن فقط یک نوع آبزی کشت و پرورش می‌یافت، اما چینی‌ها از ٤۰۰۰ سال قبل روش کشت توأم را ابداع نمودند که در آن بیش از یک نوع آبزی در کنار هم پرورش می‌یابد و در این سیستم چند گونه‌ای، ترکیبی و تلفیقی از تمام ابعاد و سطوح تولیدی متفاوت آب‌ها و سطح و کناره‌های استخر استفاده می‌گردد و آبزیانی را که عادات غذایی متفاوت دارند و در سطوح مختلف آب زندگی می‌کنند و حتی موجودات کنارآبزی را در کنار هم پرورش می‌دهد و از اثر هم‌زیستی[1] و اثر متقابل زیستی[2] این عمل در افزایش محصول سود می‌برند، کشت توأم کپور چینی از ۲۵ سال قبل در ایران رواج دارد و در دنیا بیش از یک قرن است که موجودات مختلف مانند جلبک، سخت پوست، ماهی، صدف و محصولات زراعی (برنج و حبوبات)، ماکیان و چارپایان را کنار هم پرورش می‌دهند (چاپل، ۲۰۰۸).

سیستم‌های گردشی آب، مناسب‌ترین سیستم برای آبزی‌پروری توام با هیدروپونیک (پرورش گیاهان در آب) است. زیرا املاح غذایی به‌میزان کافی برای تقویت رشد و نمو گیاهان در هیدروپونیک فراهم می‌گردد (نیر و همکاران، ۱۹۸۵؛ راکوسی، ۲۰۰۰).

سیستم پرورش آکواپونیک از هر کدام از اجزاء خود یعنی سیستم آبزی پروری یا سیستم گردشی آب (مدار بسته) و هیدروپونیک، که از املاح غذایی معدنی استفاده می‌کنند مزایای بیشتری دارد. بخش هیدروپونیک به‌عنوان یک بیوفیلتر عمل می‌کند و بنابراین بیوفیلتر جداگانه‌ای برای سیستم گردشی (مدار بسته) موردنیاز نمی‌باشد. تنها بیوفیلتر سیستم آکواپونیکی درآمدزا است، که از فروش محصولات

1- Symbiotic
2- Synergistic

هیدروپونیک مثل سبزیجات، گیاهان و گل‌ها درآمد فراهم گردد. در سیستم هیدروپونیک برای پرورش گیاهان کلسیم، پتاسیم و آهن باید به سیستم اضافه گردد (بیلی و همکاران، ۲۰۰۶).

مواد مغذی تولید شده توسط آبزی به‌طور مداوم برای بخش هیدروپونیک استفاده می‌شود و می‌تواند به تصفیه و کنترل آلودگی آب محیط پرورش کمک کند. از طرف دیگر حذف و جذب مواد مغذی توسط آبزی از آب، مجدداً توسط نیتریفیکاسیون و هیدروپونیک نیز تصحیح می‌گردد. سیستم‌های آکواپونیک نیاز به نظارت بر کیفیت آب کمتری نسبت به سیستم‌های گردشی پرورش آبزیان یا تولید هیدروپونیک گیاهان دارد. آکواپونیک‌ها با توجه به مواد مغذی رایگان که برای گیاهان بخش هیدروپونیک تولید می‌کنند هزینه تولید را کاهش و سوددهی را افزایش می‌دهند. بنابراین صرفه‌جویی در مصرف آب، حذف بیوفیلتر جداگانه، نظارت کمتر بر مدیریت آب و هزینه‌های مشترک برای احداث سیستم و مدیریت تولید و مزایای آکواپونیک را در بر می‌گیرد (گامز و همکاران، ۲۰۰۵).

در این پژوهش با مقایسه بین پرورش تک گونه‌ای میگو و ماهی و پرورش توأم میگو، ماهی و آلوورا و رازیانه در سیستم آکواپونیک، اثربخشی کشت توأم بر روی رشد و درصد بقای ماهی، میگو و آلوورا و رازیانه بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی کشت توأم میگو، ماهی و گیاهان دارویی در ۱۲ آکواریوم ۸۰ لیتری در آزمایشگاه مرکز آموزش جهاد کشاورزی خلیج فارس- بوشهر به اجرا گذاشته شد. ابعاد آکواریوم‌ها به طول ٦٠، عرض ۳۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر بودند. درجه حرارت از طریق یک دماسنج بر روی سطح آکواریوم و یک دماسنج که بر روی دیوار اتاق نصب شده بود و دمای محیط آزمایشگاه را نشان می‌داد تنظیم می‌گردید.

۲۰۰ قطعه لارو میگو و ۵۰۰ قطعه لارو ماهی کپور از نمایندگی شیلات استان فارس (کارگاه تکثیر و پرورش مرودشت) تهیه گردید و به‌منظور سازگاری با شرایط آزمایشگاه به‌مدت یک هفته در یک تانک ۲۰۰۰ لیتری نگهداری گردید و با زرده تخم‌مرغ، آرتمیای دکپسوله شده و آرتمیای تازه تغذیه گردید. غذادهی ۳ بار در روز در ساعت‌های ٦ صبح، ۱۲ ظهر و ٦ غروب صورت گرفت. نشاء گیاه آلوورا و رازیانه تهیه گردید و در آزمایشگاه به‌منظور بهره‌برداری در پژوهش استفاده شد. و بعد از یک هفته ماهی، میگو و گیاه آلوورا و رازیانه آماده بهره‌برداری برای پژوهش گردید.

برای شروع کار سه تیمار و در سه تکرار به شرح جدول زیر آماده گردید:

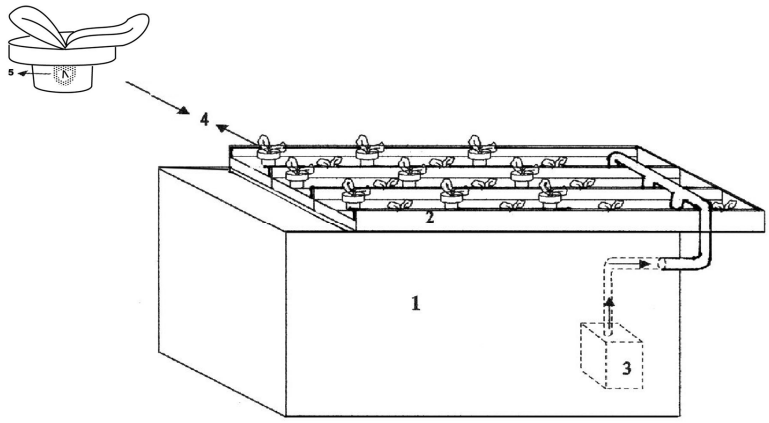
جدول ۱- طرح آزمایش و تعریف تیمارها با سه تکرار

ردیف	تیمار	تکرار
۱	٤٠ عدد میگو درتانک آکواریوم	۳
۲	٤٠ عدد ماهی درتانک آکواریوم	۳
۳	۲۰ عدد ماهی و ۲۰ عدد میگو و گیاه آلوورا و رازیانه	۳

میانگین وزن اولیه ماهی ۰/٤٦±۱/۲۳ گرم، میانگین وزن اولیه میگوی آب شیرین ۰/۳۹±۰/۱۳ گرم و گیاهان دارویی ۲۳±۳۲۱ گرم در شروع آزمایش بود.

آب موردنیاز از یک تانک ذخیره یک تنی در آزمایشگاه که قبلاً دما و شوری آن با شرایط پژوهش تنظیم گردیده بود تأمین شد. بیوتکنیک پرورش و اصول مدیریت آب و هوادهی برای هر تیمار دو بار در روز غذادهی به‌میزان ۵-۱ درصد بیومس و میزان تعویض آب بین ۳۰-۵ درصد در طول دوره به‌طور یکسان برای تیمارها بود. در خلال آزمایش آکواریم‌ها، با پمپ آکواریومی یکسان هوادهی گردیدند. روشنایی به‌صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با نور لامپ مهتابی برای آکواریوم‌ها در نظر گرفته شد. نمونه پژوهش شامل میگو و ماهی هر ده روز یک بار با ترازوی دیجیتال، وزن سنجی گردید و بیومس گیاه آلوورا و رازیانه فقط در آغاز و در پایان پژوهش اندازگیری شد (راکوی و همکاران، ۲۰۰۵).

برای برقراری سیستم آکواپونیک در تیمار سوم مطابق (شکل ۱) از دو پمپ مکش آکواریوم، دو تشتک کوچک، یک یونولیت که در کف تشتک قرار داده شد و مقداری ماسه نیز در کف تشتک زیر یونولیت قرار گرفت و شش لیوان یک بار مصرف برای کاشت گیاه آلوورا و رازیانه در یونولیت روی آکواریوم استفاده گردید (ICAAE، ۲۰۰۲).



شکل ۱- نمای سیستم اکوآپونیک برای کشت توام میگو، ماهی و گیاهان دارویی
۱- تانک ماهی و میگو ۲- قالب هیدروپونیک ۳- پمپ ٤- گلدان گیاه دارویی ۵- توری دارای ماسه

متغیرهای فیزیکوشیمیایی آب: اکسیژن محلول، pH و درجه حرارت به‌صورت روزانه در دو نوبت صبح و عصر اندازگیری شد. آمونیاک و نیتریت با استفاده از آمونیاک و نیتریت‌سنج هانا، اندازگیری گردید (پارسونز، ۱۹۸٤).

ترکیبات بیوشیمیایی بافت میگو و ماهی: رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر و مقدار فیبر خام درکنترل تغذیه و رژیم غذایی تیمارها و بافت بدن میگو و ماهی با استفاده ازروش استاندارد (AOAC، ۱۹۹۰) (Association of Official Analytical Chemists) در آزمایشگاه اداره کل دامپزشکی بوشهر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. رطوبت با خشک کردن به‌وسیله آون در ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲٤ ساعت تعیین گردید. پروتئین به‌وسیله روش کجلدال پس از هضم اسید تعیین شد. چربی در دستگاه سوکسله با حل کردن در اتر ٦۰-٤۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ ساعت تعیین شد. فیبر خام بعد از چربی‌گیری از نمونه و هضم در اسیدسولفوریک ۱/۲۵ درصد و سود ۱/۲۵ درصد و خاکستر با سوزاندن نمونه در کوره ۵۵ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد. درصد عصاره آزاد نیتروژن (NFE) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (APHA، ۱۹۹۲):

NFE= ۱۰۰ - (پروتئین خام + چربی خام + رطوبت + فیبر خام+ خاکستر)

نتایج پژوهش جمع‌آوری و سپس وارد نرم‌افزار SPSS 16 گردید و سپس با آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون دانکن معنی‌دار بودن اختلاف تیمارها بررسی شد.

نتایج

مقایسه میزان متغیرهای رشد در تیمارهای مختلف آزمایش در (جدول ۲) آورده شده است. مطابق جدول تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) در متغیرهای رشد به‌ترتیب شامل وزن نهایی بدن، افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و درصد بقا در تیمار دارای سیستم آکواپونیک نسبت به شاهد مشاهده گردید. به‌طوری‌که افزایش همه فاکتورهای رشد و درصد بقا در تیمار سوم نسبت به شاهد مشاهده گردید.

جدول ۲- ویژگی‌های رشد نمونه‌ها در تیمارهای مختلف در طول ٤٠ روز آزمایش

متغیرها	تیمار ۱	تیمار ۲		تیمار ۳	
وضعیت رشد	میگو	ماهی	میگو	ماهی	آلوورا و رازیانه
وزن اولیه (گرم)	۰/۱۳^{a}±۰/۳۹	۱/۲۳^{a1}±۰/٤٦	۰/۱۳^{a} ±۰/۰۱	۱/۲۳^{a1}±۰/۳۱	۳۲۱/۰۰±۲۳/۰۰
وزن نهایی (گرم)	۰/۷۳^{a}±۰/۳٦	۵/۵۲^{a1}±۰/٤۳	۱/۲۰^{b}±۰/۳٤	۸/۵۰^{b1} ±۰/٤۷	۲۲۰۱/۰۰±۰/٤۵
افزایش وزن (گرم)	۰/٦۰^{a}±۰/۲۲	۳/۹۷^{a1}±۰/۲۱	۱/۰۷^{b}±۰/٤٤	۷/۲۷^{b1}±۰/۱۱	۱۸۸۰/۰۰±۰/٤۲
افزایش وزن (درصد)	٤٦۱/۵۳^{a}±۰/۲۱	۳۲۲/۷٦^{a1}±۰/۳۹	٦۷۲/۲۳^{b}±۰/۷۱	۵۹۱/۰٦^{b1}±۰/٤۱	۵۸۵/٦۷±۰/۳۳
ضریب رشد ویژه (SGR)	۱/۸۷^{a}±۰/٤٦	۱/۵٦^{a1}±۰/۳۳	۲/۲۵^{b}±۰/۳۹	۲/۱۰^{b1}±۰/۲۸	۲/۱۰±۰/۲۵
بقا (درصد)	٦۵/۰۰^{a}±۱/٤٤	۷۳/۰۰^{a1}±۱/٤۱	۹۲/۰۰^{b}±۱/۱۰	۸٦/۰۰^{b1}±۰/۹۸	۱۰۰/۰۰±۰/٦۱

حروف انگلیسی غیر همسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵)

طبق نتایج به‌دست آمده در جدول ۳ متغیرهای pH، آمونیاک و نیتریت در تیمار سوم نسبت به شاهد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد (P<۰/۰۵). در سایر متغیرها مانند دما و اکسیژن اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

جدول ۳- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب آکواریوم میگو و ماهی در تیمارهای مختلف آزمایش در صبح و عصر

متغیرها	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳
pH	۷/۲۲^{a} ± ۰/۱۶	۷/۱٤^{a}± ۰/۳٤	٦/۹۳^{b}± ۰/۳٤
	۷/۲۵^{a}± ۰/۱٦	۷/۱۵^{a}± ۰/۳٤	٦/۹۷^{b}± ۰/۳٤
دما (سانتی‌گراد)	۳۲/۷۳^{a}± ۱/۰۲	۳۲/۷۵^{a}±۱/۰۸	۳۳/۰۱^{a}±۱/۰۸
	۳۲/۷۵^{a}±۱/۰۱	۳۲/۹۵^{a}±۱/۱۵	۳۳/۰۷^{a}±۱/۱۵
اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۷/٤۹^{a}± ۰/۰۵	۷/٤۱^{a}± ۰/۰۸	۷/۳۷^{a}± ۰/۰۸
	۷/٤٦^{a}± ۰/۰٦	۷/٤۲^{a}± ۰/۰۸	۷/۳۹^{a}± ۰/۰۸
آمونیاک (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۱^{a}± ۰/۰۰۱	۰/۰۱^{a}± ۰/۰۰۳	۰/۰۰۱^{b}± ۰/۰۰۳
	۰/۰۱^{a}±۰/۰۰۱	۰/۰۱^{a}± ۰/۰۰۳	۰/۰۰۱^{b}± ۰/۰۰۳
نیتریت (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۳^{a}± ۰/۰۰۷	۰/۰۳۸^{a}±۰/۰۱۲	۰/۰۵^{b}±۰/۰۱۲
	۰/۰۳^{a}± ۰/۰۰۸	۰/۰۳۹^{a}± ۰/۰۱۱	۰/۰٦^{b}± ۰/۰۱۱

حروف غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

ترکیبات بیو شیمیایی بافت بدن میگو و ماهی در جدول ٤ آورده شده است. براساس نتایج به‌دست آمده در این جدول درصد پروتئین خام، چربی کل، فیبر خام، خاکستر و عصاره آزاد نیتروژن در پایان دوره آزمایش تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در خلال ٤۰ روز غذادهی نداشتند (P>۰/۰۵).

جدول ٤- نتیجه آنالیز ترکیبات بیوشیمیایی بافت بدن میگو و ماهی در تیمارهای مختلف آزمایش

متغیرها	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	
وضعیت رشد	میگو	ماهی	میگو	ماهی
درصد پروتئین خام	۳۵/۰۷±۰/۲	۵۹/٤۵±۱/۲۷	۳۵/۰۲±۰/۱۲	۵۷/۲۵±۰/٦۱
درصد چربی	٦/۸±۰/۳۱	٦/٤٦±۰/۳۵	٦/۹۲±۰/۰٦	۵/۸٦±۰/۳٤
درصد فیبرخام	۸/٤۲±۰/۱۳	۸/۳۱±۰/۱۱	۸/٤۹±۰/۱٤	۸/٤۵±۰/۱۷
درصد خاکستر	۱۷/۲±۰/۲۳	۱۳/۲۷±۰/٦٦	۱۷/۲۸±۰/۱٦	۱٤/٦۹±۰/۷٦
درصد عصاره آزاد نیتروژن	۳۲/۵۱±۰/۹	۹/٤٦±۰/۸۰	۳۲/۲۹±۰/٤۳	۱۰/۷۸±۱/۳۲

داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

بهبود کیفیت آب، کاهش مصرف آب و صرفه‌جویی در استفاده از کودهای شیمیایی و در نتیجه افزایش وزن آبزیان پرورشی در سیستم آکواپونیک از دیگر مزایای آن می‌باشد که در این پژوهش مشاهده گردید. گودارد (۱۹۸۱) در مطالعه‌ای مشابه دریافت که در سیستم آکواپونیک عملاً آبزیان و گیاهان از هم استفاده می‌کنند و عناصر غذایی موجود در آب محل زندگی آبزی به‌عنوان کود در هیدروپونیک و در بستر گیاهان مصرف می‌شود و مواد اضافی این سیستم به‌عنوان غذا یا سوخت برای سیستم دیگر عمل می‌کند. در نتیجه آکواپونیک نه تنها یک روش مؤثر برای بازیافت پساب پرورش ماهی و میگو می‌باشد بلکه سود اقتصادی بالایی را نیز ایجاد می‌کند.

نتایج این مطالعه با سایر پژوهش‌های مشابه (گوپتا، ۱۹۸۷؛ احمد و فاتیما، ۱۹۹۷) نشان داد که پرورش توام آبزیان در آکواپونیک منجربه افزایش تولید ضمن بهره‌وری بهتر از منابع و در نتیجه افزایش درآمد و کاهش هزینه‌های عملیاتی خواهد شد.

در مطالعه حاضر، به‌خوبی نشان داده شده است که استفاده از سیستم آکواپونیک می‌تواند باعث افزایش رشد میگو، ماهی و گیاهان دارویی آلوورا و رازیانه در سیستم آکواپونیک شود. برگرو و همکاران (۱۹۹٦) در پژوهش‌های مشابه دریافتند که این ممکن است به‌علت فیلتر ریزمغذی و آمونیوم توسط گیاه و فیلتر ماسه‌ای باشد. همچنین در مطالعه دیگری توسط کینگ (۲۰۰۵) استنباط شد که محیط پرورش آبزیان اثر مثبتی روی تولید آلوورا و رازیانه دارد، یعنی این‌که عوامل مضر و دفعی آبزیان در واقع به‌عنوان کود و مواد مغذی برای تولید این گیاهان به‌کار می‌رود. گرچه مکانیزم جذب مواد مغذی از آب به‌وسیله ریشه این گیاهان به‌خوبی شناخته نشده است.

در پایان دوره پرورش تفاوت معنی‌داری در متغیرهای رشد به‌ترتیب شامل وزن نهایی بدن، افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و درصد بقا بین تیمار دارای سیستم آکواپونیک و شاهد مشاهده گردید. آبوت بول و همکاران (۱۹۹۵) در مطالعه‌ای مشابه دریافت که بیومس و متوسط وزن بدن آبزیان و گیاه در سیستم آکواپونیک از حالت کشت تک گونه‌ای آن‌ها بالاتر می‌رود.

میزان آمونیاک و نیتریت در تیمار دارای گیاه آلوورا و رازیانه کاهش یافت. نتایج مشابه این پژوهش قبلاً توسط برون (۲۰۰٤) گزارش گردیده بود. طبق این گزارش استفاده از محیط پرورش آبزیان برای گیاه کاهو عملکرد فیزیولوژیک کاهو را برای جذب آمونیوم و اسید نیتریک دفعی آبزی‌پروری ارتقا می‌بخشد و به بهبود عملکرد سیستم آکواپونیک کمک می‌کند. واکات سوکی و

همکاران (۱۹۹۳) دریافتند که وقتی میزان آمونیاک پایین‌تر از سطح اپتیمم باشد فیلتر ماسه‌ای سایر کاتیون‌ها مثل پتاسیم، سدیم، کلسیم و منیزیم را از آمونیوم جذب می‌کند. نتایج این مطالعه با سایر پژوهش‌های مشابه (فیشمن، ۱۹۷۷؛ واتن و انگلیش، ۱۹۸۵؛ مومپتون و ماینر، ۱۹۹۳) توانایی اثربخشی فیلتر ماسه‌ای به‌کار رفته در تیمار سوم در جذب کاتیون‌هایی مثل $NH4^{+}$, $Cu2^{+}$, $Zn2^{+}$ و آزاد کردن بعضی از کاتیون‌های دیگر مانند Na^{+}, $Ca2^{+}$, k^{+} از مواد دفعی حیوانات، به‌ویژه از پساب آبزی پروری را نشان داد.

استفاده از فیلتر ماسه‌ای به‌عنوان جاذب مواد دفعی میگو و ماهی، کاهش سریع این مواد معدنی محلول را در مواد آزمایش به‌خوبی نشان داده است. بالاترین تأثیر تصفیه کنندگی برای NH4-N با استفاده از فیلتر ماسه‌ای در سیستم آکواپونیک توسط برگ و همکاران (۲۰۰۲) به‌دست آمد. بنابر نتایج حاصله از این پژوهش تصفیه زیستی آب با استفاده از فیلتر ماسه‌ای موجود، عناصر نامطلوب را از آب حذف می‌کند که این موضوع از لحاظ زیست‌محیطی و صرفه‌جویی اقتصادی مهم است. گرجان و کورکوویک (۱۹۹۷) در مطالعه‌ای مشابه دریافتند که این را می‌توان به تغییراتی که در باند شدن سدیم و پتاسیم و سایر کاتیون‌ها در ساختار ماسه و جایگزینی آمونیوم و یون‌های H^{+} با این کاتیون‌ها دانست.

تفاوت معنی‌داری در ترکیبات بیوشیمیایی بافت بدن میگو و ماهی در تیمارهای مختلف مورد آزمایش مشاهده نگردید. این معنی‌دار نبودن ممکن است به‌دلیل کم بودن طول دوره آزمایش باشد. نتایج مشابه این پژوهش قبلاً به‌وسیله شیائو و هوانگ (۱۹۸۹) به‌دست آمده بود. براساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش فیلتر آکواپونیک به‌طور معنی‌داری بر روی ترکیبات بیوشیمیایی وزن خشک میگو، ماهی و گیاهان دارویی آلوورا و رازیانه مؤثر نبود. با این حال تأثیر خود را به‌طور معنی‌داری بر روی رشد میگو و ماهی گذاشته است. شاید دسترسی بیشتر گیاهان به منابع نیتروژن باعث مشارکت این گیاهان در افزایش رشد میگو و ماهی در سیستم آکواپونیک دراین پژوهش گردیده باشد.

در این پژوهش، در مقابل پرورش تک گونه‌ای در تیمارهای ۱ و ۲، استراتژی پرورش توام در تیمار سوم منجربه افزایش میانگین وزن میگوها بدون تأثیر منفی در تولید ماهی شد که این نتیجه در پژوهش دیگری به‌وسیله کوهن و راآمان (۱۹۸۳) برای پرورش چند گونه‌ای ماهی– میگوی آب شیرین به‌دست آمده است که این افزایش وزن شاید به‌این دلیل باشد که به‌وسیله پرورش توام جایگزین شده است.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تولید در پرورش توام آبزیان و گیاهان دارویی از حالت پرورش تک گونه‌ای آن به‌طور معنی‌داری بالاتر است. برون (۲۰۰٤) در مطالعه‌ای مشابه به‌این نتیجه رسید که استفاده از محیط پرورش آبزیان برای گیاهان و عملکرد فیزیولوژیک گیاهان برای مواد دفعی آبزی‌پروری به بهبود عملکرد تولید آبزیان و گیاه کمک می‌کند.

در پژوهش‌های مشابه‌ای نیز راکوسی و همکاران (۲۰۰٤) در تولید ماهی تیلاپیا و گیاه ریحان با استفاده از سیستم آکواپونیک و مقایسه آن با تولید محصول به‌صورت تک گونه‌ای به افزایش تولید معنی‌داری دست یافتند. همچنین چاپل و همکاران (۲۰۰۸) به پرورش توام تیلاپیا و گوجه فرنگی پرداختند که شاهد افزایش فاکتورهای رشد، درصد بقا و در نتیجه افزایش تولید معنی‌داری نسبت به پرورش تک گونه‌ای این محصولات بودند.

در پایان دوره پرورش، ماهی‌کپور معمولی و میگوی آب شیرین در کشت توام با آلوورا و رازیانه از افزایش رشد معنی‌داری برخوردار بوده است ($P<۰/۰۵$). در کشت تک گونه‌ای، ماهی‌کپور معمولی و میگوی آب شیرین از رشد مناسبی برخوردار نبودند ($P>۰/۰۵$). نتایج، همچنین تولید گیاهان آلوورا و رازیانه را در کنار آبزیان و تأثیر مثبت آن‌ها را در افزایش تولید آبزیان به اثبات می‌رساند.

منابع

1. Aboutboul, Y., Arviv, R., and Rijn, J.V. 1995. Anaerobic treatment of intensive fish culture effluents: volatile fatty acid mediated denitrification. Aquaculture. 131: 21-32.
2. Ahmad, M., and Fatimah, S. 1997. Economics of integrated poultry-fish farming in Pekanbaru city, Riau Province, Indonesia. Pp: 57-63.
3. APHA. 1992. Standard method for the examination of water and wastewater (18th ed.), American Public Health Association, Washington, DC.
4. Bailey, D.S., Rakocy, J.E., Cole, W.M., and Shultz, K.A. 2006. Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system. Pre-Publication Draft. Personal Communication. Pp: 105-127.
5. Bergero, D., Boccignone, M.D., Natale, F., Forneris, G., Palmegiano, G.B., and Zoccarato, I. 1996. Intensive fish culture and its impact on the environment: the role of natural zeolite in the reduction of the ammonium content in the effluents. In: Hanckock, D.A., Beumer, J.P. (Eds.), Proceedings of the Second World Fisheries Congress, Brisbane, Australia. Pp: 101-102.

6.Berg, H. 2002. Rice monoculture and integratrated rice-fish farming in the Mekong delta, Vietnam-economic and ecological considerations. Ecological Economics. 41: 1. 95-107.
7.Brune, D.E., Schwartz, G., Eversole, A.G., and Schwedler, T.E. 2004. Partitioned aquaculture systems. Southern Regional Aquaculture Systems. Publication. 4500p.
8.Chapell, J.A., Brown, T.W. and Purcell, T. 2008. A demonstration of tilapia and tomato culture utilizing an energy efficient integrated system approach. www. Ssl.gstatic.com/ui/v1/menu/check mark 2.png
9.Cohen, D., Raanan, Z., and Barnes, A. 1983. The production of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). Pp: 67-76.
10.Games, E., Rakocy, Donald, S., Bailey, R., Charlie, S., and Eric, S. 2005. Thoman. University of the Virgin Islands (UVI) Web site. Aquaponics: An integrated fish culture and vegetable hydroponics production system. 278p.
11.Gerjan, S., and Curkovic, L. 1997. Selectivity of natural zeolites for toxic ions. Natural zeolites-Sofia, 95: 121.
12.Goddard, I.G.H. 1981. Intensive poultry production in Jordan. Pages 291-298 in A.J. Smith and R.G. Gunn eds., Intensive animal production in developing countries. Ocean. pud. Br. Soc. Anim. Prod. 4.
13.Gupta, M.V. 1987. Prospect of integrated fish farming in Bangladesh. In Trainers Training Manual on Integrated Fish Farming. Mymensingh, Bangladesh, 7-9 p.
14.ICAAE (International Center for Aquaculture and Aquatic Environments). 2002. Chemical Fertilizer Auburn University, Alabama. 402p.
15.King, Chad Eric. 2005. Integrated agriculture and aquaculture for sustainable food production. Ph.D. Dissertation, The University of Arizona. UMI, AnnHarbor, MI. 87p.
16.Mumpton, F.A., and Fishman, P.H. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. J. Animal Science, 45: 1188-1203.
17.Nair, A., Rakocy, J.E. and Hargreaves, J.A. 1985. Water quality characteristics of a closed recirculating system for tilapia culture and tomato hydroponics. Pp: 223-254.
18.Parsons, T.R, Maita, Y., and Lalli, C.M. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press Ltd., Oxford.
19.Rakocy, J.E. 2000. Integrating tilapia culture with vegetable hydroponics in recirculating systems, Journal of World. Aquaculture Society. 1: 1. 163-184.
20.Rakocy, J., Shultz, R.C., Bailey, D.S., and Thoman, E.S. 2004. Aphonic production of tilapia and asil: Comparing a batch and staggered cropping system.

21. Rakocy, G., Donald, S., Bailey, R., Charlie, Sh., and Eric, S. 2005. Thoman University of the Virgin Islands (UVI) Web site. Aquaponics: An integrated fish culture and vegetable hydroponics production system. 32p.
22. Shiau, S.Y., and Huang, S.L. 1989. Optimum dietary protein level for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) reared in seawater. Aquaculture, 80-119.
23. Wakatsuki, H., Esumi, and Omura, S. 1993. High performance and N and P removable on-site domestic waste water treatment system by multi-soil-layering method. Water Science Technology. 271: 31-40.