

## تاثیر نوع بستر بر عملکرد رشد گیاه فلفل (*Capsicum annuum*) و ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*) در یک سیستم آکواپونیک

داود محمدرضائی<sup>۱\*</sup>، امیر حسین مهدی<sup>۲</sup>

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران. رایانامه: [d.mrezaei@malayeru.ac.ir](mailto:d.mrezaei@malayeru.ac.ir)

۲. فارغ التحصیل کارشناسی شیلات، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

| اطلاعات مقاله                                                                            | چکیده                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>نوع مقاله:</b><br>مقاله کامل-پژوهشی                                                   | آکواپونیک یک سیستم تولید پایدار گیاه توام با پرورش ماهی است. در این مطالعه به منظور طراحی یک سیستم آکواپونیک جهت کشت گیاه فلفل از دو بستر متفاوت پشم شیشه و زئولیت برای استقرار گیاه و نقش آنها بر عملکرد گیاه فلفل و ماهی گوپی استفاده شد. به این منظور دو سیستم آکواپونیک طراحی و مستقر گردید. در طول دوره شرایط زیستی پایدار برای هر دو سیستم از نظر نور و دما در نظر گرفته شد. بعد از اتمام دوره، پارامترهای رشد (رشد ویژه، افزایش طول و وزن، ضریب چاقی و بقاء) در ماهی و برخی ویژگی های گیاه (طول ریشه، تعداد برگ و گل دهی) اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد رشد ماهی در هر دو سیستم متفاوت بوده و از این نظر بستر دارای پشم شیشه دارای عملکرد بهتری است در صورتی که گیاه فلفل بویژه طول ریشه در سیستم آکواپونیک حاوی بستر زئولیت راندمان بهتری را نشان داد. طبق نتایج نوع بستر جهت استقرار گیاه در یک سیستم آکواپونیک می تواند بر راندمان و عملکرد گیاه و ماهی تاثیر گذار باشد. بر این اساس برای رشد ماهی بستر پشم شیشه مناسب بوده و می تواند منجر به بهبود شاخص های رشد گردد. |
| <b>۱۴۰۵؛ جلد ۱، شماره ۱</b>                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>تاریخ های مقاله:</b><br>دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۷<br>پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۰<br>انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۱۵ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>واژگان کلیدی:</b><br>کشت توام ماهی و گیاه<br>ماهی گوپی<br>گیاه فلفل<br>کارایی رشد     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

استناد دهی: محمدرضائی داود، مهدی امیرحسین. تاثیر نوع بستر بر عملکرد رشد گیاه فلفل (*Capsicum annuum*) و ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*) در یک سیستم آکواپونیک. پژوهش های نوین در علوم منابع طبیعی، ۱ (۱): ۱۲-۲۰.



## ۱. مقدمه

آکواپونیک یک سیستم تولید غذای پایدار است که آبی‌پروری (پرورش حیوانات آبی) را با هیدروپونیک (رشد گیاهان در حضور آب با ریشه‌های معلق در آب حاوی مواد مغذی) ترکیب می‌کند. فضولات غنی از مواد مغذی ماهی به عنوان کود برای گیاهان عمل می‌کند و گیاهان آب را فیلتر می‌کنند که سپس به مخزن ماهی بازگردانده می‌شود. این یک سیستم حلقه بسته ایجاد می‌کند که استفاده از آب و کود را به حداقل می‌رساند (۱۶). سیستم‌های مختلفی برای کشت و استقرار گیاهان نظیر کشت در عمق آب، تکنولوژی فیلم مواد مغذی، کشت عمودی و یا استفاده از بستر کشت در طراحی یک سیستم آکواپونیک بکار گرفته می‌شود (۳ و ۴). در یک سیستم آکواپونیک، پسماندهای حاصل از آبیان، منبع عظیمی از آمونیاک را در اختیار ما قرار می‌دهد. برای تبدیل آمونیاک به مواد قابل جذب توسط گیاهان در سیستم آکواپونیک حضور باکتری‌های لازم و همچنین شرایط لازم برای رشد و تکثیر آن‌ها ضروری می‌باشد. در نتیجه لازم است که طراحی سیستم کشت گیاه و حوضچه پرورش ماهی بر اساس نیاز باکتری‌ها صورت بگیرد (۴).

در فرایند بیولوژیکی برای حذف آمونیاک از بیوفیلترها استفاده می‌شود. در این نوع فیلترها، واسطه‌ها یا بسترها به عنوان سطحی که باکتری‌ها بر روی آن رشد می‌کنند، شناخته شده و رشد و استقرار باکتری‌ها وابستگی زیادی به بستری دارد که روی آن قرار گرفته، بنابراین نوع بستر مورد استفاده از اهمیت زیادی برخوردار است. (۷). تحقیقات نشان داده اند که باکتری‌های اکسید کننده نیتروژن فقط در صورت تثبیت روی یک محیط سخت که بستر نامیده می‌شود شروع به فعالیت و تکثیر می‌نمایند (۱). ایجاد شرایط فیزیکی و شیمیایی مناسب برای رشد باکتری‌ها معمولاً از طریق فراهم سازی مدیا یا محیط کشت مناسب چندان مشکل نمی‌باشد، هرچند عواملی نظیر جنس بیوفیلتر، میزان سطح ایجاد شده نسبت به حجم، میزان نفوذ اکسیژن در خلل و فرج، سطح بستر و فعالیت شیمیایی یک بستر از نکات بسیار مهم در طراحی و راه اندازی آن می‌باشد (۹). میزان فیلتراسیون مورد نیاز یک واحد آکواپونیک بر اساس مقدار غذای روزانه مورد مصرف در سیستم طراحی می‌شود. در سطوح بالاتر، اجتماع کلونی باکتری‌ها وسیع‌تر و در نتیجه نرخ تبدیل آمونیاک به نیترات افزایش می‌یابد. در نتیجه دو عامل اساسی مقدار پروتئین غذای ماهی و نرخ تبدیل آمونیاک به نیترات توسط باکتری‌ها در طراحی بیوفیلتر باید در نظر گرفته شود (۵).

آمونیاک توسط متابولیسم پروتئین تولید می‌شود. مقدار آمونیاک در آب به عوامل مختلفی شامل کیفیت و کمیت پروتئین یا آمینواسیدها در غذا میزان هضم شدن غذا، گونه ماهی، دما و خروج پسماندهای جامد از حوضچه پرورش بستگی دارد. به‌طور متوسط ۳۰ درصد میزان نیتروژن موجود در غذا توسط ماهی جذب‌شده و ۷۰ درصد آن دفع می‌گردد. که از این مقدار دفع شده ۱۵ درصد به‌صورت غذای هضم نشده و ۵۵ درصد آن به‌صورت آمونیاک خارج می‌گردد. به علاوه مقدار آمونیاک تولیدی توسط پسماندهای جامد در حوضچه پرورش معادل ۶ درصد پروتئین غذا است. در نهایت ۶۱ درصد پروتئین موجود در غذا تبدیل به آمونیاک شده و وارد مرحله نیتروfikاسیون می‌گردد (۱۸). برای رشد گیاه وجود نیتروژن بسیار ضروری بوده و متأسفانه نیتروژن موجود در هوا برای گیاهان قابل جذب نیست. نیترات به‌خوبی توسط گیاهان جذب شده و در طبیعت نیترات موردنیاز آن‌ها به کمک برخی باکتری‌ها و از تبدیل آمونیاک به دست می‌آید. سبزیجات میوه‌ای معمولاً در مقایسه با سبزیجات برگ‌دار، به مواد مغذی بیشتری (به‌ویژه پتاسیم، فسفر و کلسیم) نیاز دارند. در برخی از سیستم‌های آکواپونیک، برای اطمینان از تولید بهینه میوه، ممکن است استفاده از مکمل‌ها ضروری باشد. (۳). برخی از گیاهان برای رشد در سیستم‌های آکواپونیک مناسب‌تر هستند. گیاهانی مانند کاهو، اسفناج، ریحان و نعناع معمولاً به خوبی در این سیستم‌ها رشد می‌کنند. گوجه فرنگی و فلفل نیز قابل کشت هستند، اما ممکن است به مکمل‌های غذایی بیشتری نیاز داشته باشند. همه گونه‌های ماهی برای کشت آکواپونیک مناسب نیستند (۵). گونه‌های مختلفی در طراحی یک سیستم آکواپونیک پیشنهاد شده اند، بطور مثال تیلاپیا: به دلیل سرعت رشد سریع، تحمل شرایط مختلف آب و خوش‌طعمی، یک گونه ماهی رایج در آکواپونیک است. قزل‌آلا: برای آب و هوای سردتر مناسب است و به کیفیت آب بالاتری نسبت به تیلاپیا نیاز دارد. گربه‌ماهی: یکی دیگر از گزینه‌های آب گرم که به دلیل سرسختی‌اش شناخته شده است (۱۵). ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*) به دلیل سرعت تولید مثل بالا، مقاومت در برابر شرایط مختلف و اندازه کوچک، می‌تواند در سیستم‌های آکواپونیک کوچک و خانگی مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، تولید مواد مغذی توسط گوپی‌ها در مقایسه با ماهی‌های بزرگتر مانند تیلاپیا کمتر است. بنابراین، باید به این نکته توجه داشت که ممکن است به مکمل‌های غذایی

برای گیاهان نیاز باشد (۱۲). پرورش ماهی گوپی با گیاه در سیستم های آکوپونیک یک موضوع علمی با پتانسیل بالا است. این سیستم می تواند به کاهش مصرف آب، کاهش استفاده از کودهای شیمیایی و تولید همزمان ماهی و گیاهان کمک کند (۸). با این حال، نیازمند مدیریت دقیق و دانش فنی است. مطالعه حاضر نیز با هدف مطالعه کشت توأم ماهی گوپی با گیاه فلفل ( *Capsicum annum* ) جهت بررسی تاثیر نوع بستر بر عملکرد گیاه و ماهی صورت گرفت.

## ۲. مواد و روش ها

در این پژوهش از ۲ بستر پشم شیشه و زئولیت برای کشت و استقرار نشاء های گیاه فلفل استفاده شد. جهت ساخت و طراحی سیستم آکوپونیک از ۶ آکواریوم به ابعاد طول ۵۰، عرض ۳۰ و ارتفاع ۴۰ سانتی متر با حجم ۶۰ لیتری استفاده گردید ( شکل ۱). تراکم ماهی ۲۰ قطعه ماهی گوپی با میانگین وزنی ۴/۱۵ گرم در هر تانک توزیع و گیاهان در سینی های نشاء حاوی بستر زئولیت و پشم شیشه که به طور مستقیم بر روی تانک ها قرار داشتند، کشت شدند.



شکل ۱. سیستم آکوپونیک طراحی شده

در اوایل کار به جهت سازش ماهی با محیط و استقرار گیاهان و جلوگیری از تلفات ماهیان به مدت یک هفته از بیوفیلتر استفاده گردید. برای هر تانک یک لامپ ال ای دی جهت تامین نور لازم نصب گردید. این مطالعه در آزمایشگاه شبيلات دانشگاه ملایر به مدت ۴۵ روز انجام گردید. در طی دوره آزمایش میزان دمای آب و pH بصورت هفتگی بررسی گردید (میانگین دما  $24 \pm 1$  و  $5 \pm 0$  pH= ۸/۳). ماهیان در طول دوره با جیره تجاری ویژه ماهی گوپی به میزان ۱ درصد وزن بدن تغذیه شدند.

برای بررسی پارامترهای مربوط به رشد ماهیان، در طول دوره، کلیه ماهی ها به صورت جداگانه و به صورت هفتگی بیومتری شدند. در پایان پارامترهای مربوط به رشد ماهی ها (۱۰) بوسیله فرمول های زیر محاسبه گردیدند.

$$SGR = \frac{(\ln \text{وزن پایانی} - \ln \text{وزن اولیه})}{\text{طول دوره}} \times 100$$

ضریب رشد ویژه:

$$CF = \frac{\text{وزن پایانی}}{(\text{طول کل})^3} \times 100$$

ضریب چاقی:

$$BWI = \frac{\text{میانگین وزن اولیه} - \text{میانگین وزن پایانی}}{\text{میانگین وزن اولیه}} \times 100$$

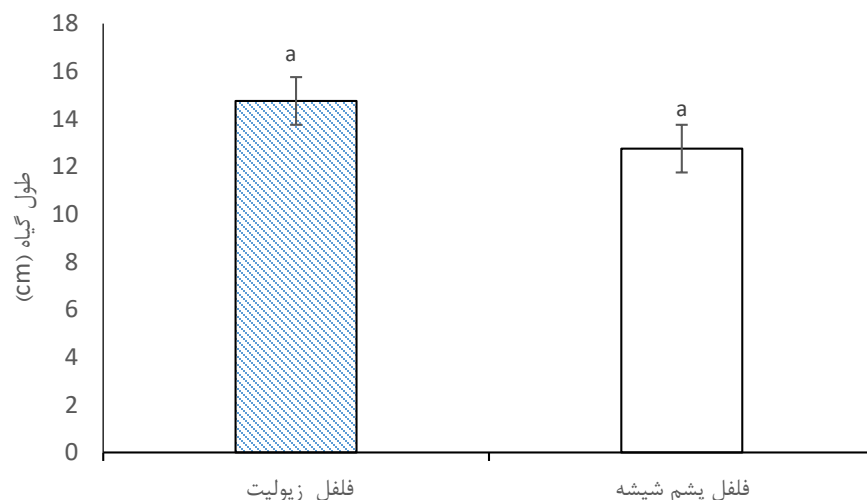
درصد افزایش وزن:

پارامترهای مربوط به گیاه شامل طول گیاه، طول ریشه، تعداد برگ رویشی در طول دوره و میزان گل دهی نیز اندازه گیری و در پایان نتایج حاصله به روش مقایسه میانگین یک طرفه به روش دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### ۳. نتایج

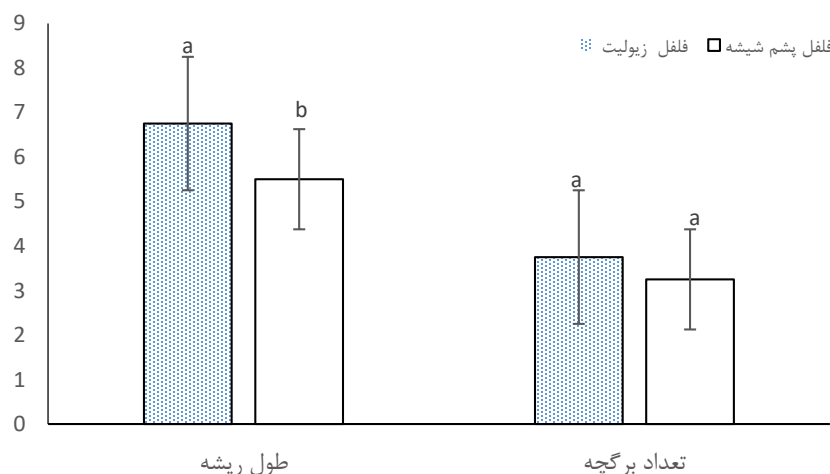
در مورد شاخص های مرتبط با شرایط رویش گیاه فلفل شکل (۲ و ۳) نتایج به شرح زیر بیان می گردد:

طبق شکل (۲) نتایج نشان داد استفاده از بستر متخلخل نظیر زئولیت می تواند بر افزایش طول گیاه فلفل موثر باشد، هرچند که این افزایش از نظر آماری اختلاف معنی داری را نشان نداد ( $P>0/05$ ).



شکل ۲. اثر نوع بستر بر اندازه گیاه فلفل در یک سیستم آکواپونیک (حروف کوچک انگلیسی نشان دهنده معنی دار بودن یا نبودن اختلاف می باشد)

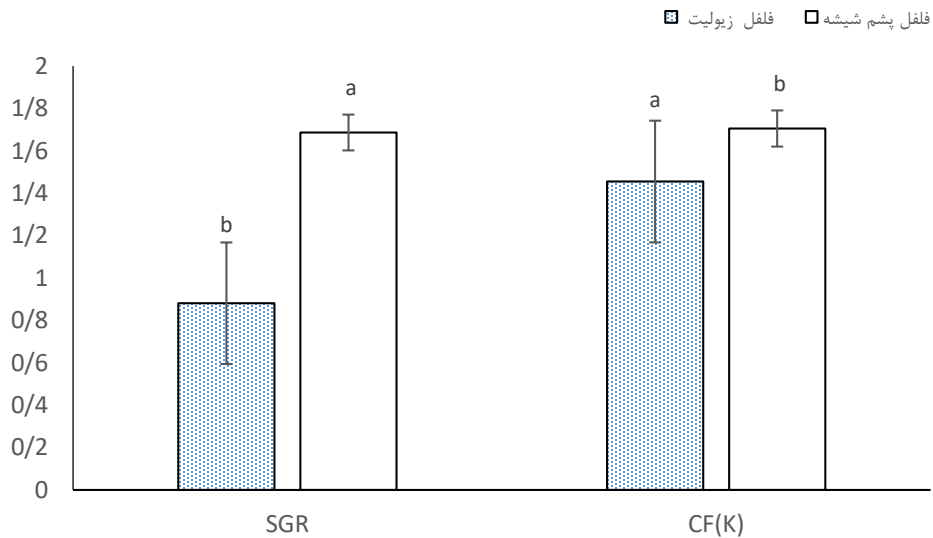
نتایج نشان داد میزان رشد ریشه برحسب شاخص اندازه گیری طول ریشه (سانتیمتر) می تواند تحت تاثیر نوع بستر قرار گیرد. چرا که بر اساس مقایسه میانگین شاخص طول ریشه اختلاف معنی دار را نشان داد ( $P<0/05$ ). شکل (۲). اما این تفاوت از نظر آماری در تعداد برگچه های جدید رویشی مشاهده نگردید، هرچند گیاهان مستقر شده در بستر زئولیت از تعداد برگچه رویشی جدید بیشتری برخوردار بودند (شکل ۳).



شکل ۳. اثر نوع بستر بر طول ریشه و تعداد برگچه گیاه فلفل در یک سیستم آکواپونیک (حروف کوچک انگلیسی نشان دهنده معنی دار بودن یا نبودن اختلاف می باشد)

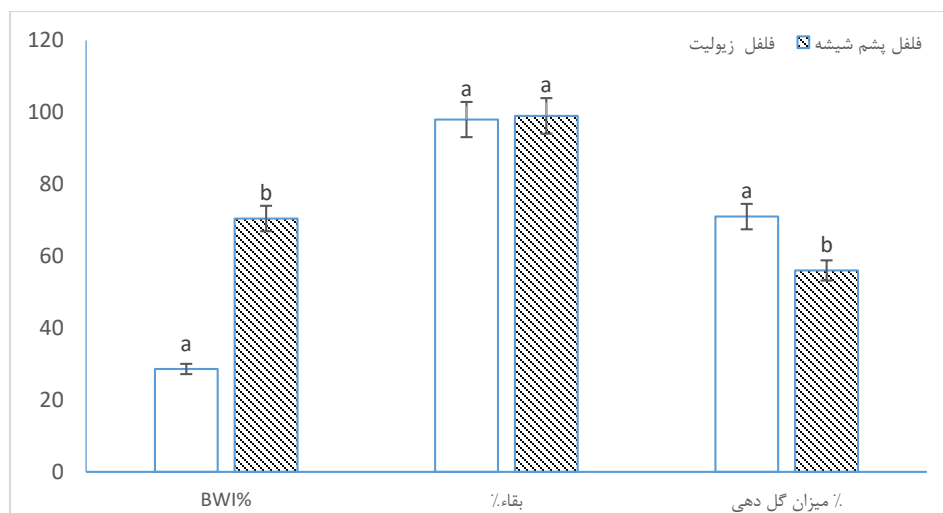
در مورد شاخص های اندازه گیری شده در مورد ماهی گوپی نیز شکل های (۴ و ۵) بیان گر کارایی متفاوت استفاده از دو بستر زئولیت و پشم شیشه در یک سیستم پرورشی آکواپونیک هستند. طبق شکل شماره (۴)، شاخص ضریب رشد ویژه ماهی در یک

سیستم پرورش گیاه و آب دارای بستر ژئولیت از میزان کمتری در مقایسه با سیستم حاوی بستر پشم شیشه بود. این تفاوت در شاخص ضریب چاقی نیز اختلاف معنی داری را از نظر آماری نشان داد ( $P<0/05$ ).



شکل ۴. بررسی نوع بستر در یک سیستم آکواپونیک بر ضریب رشد ویژه و ضریب چاقی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد ماهیان پرورش یافته در سیستم های آکواپونیک دارای بستر پشم شیشه از ضریب افزایش وزن بیشتری در مقایسه با ماهیان پرورش یافته در سیستم آکواپونیک دارای ژئولیت بودند (شکل ۵). همچنین ضریب بقاء در هر دو سیستم از نظر آماری اختلاف معنی داری را نشان نداد ( $P<0/05$ ). از نظر گل دهی گیاهان کشت شده در بستر ژئولیت درصد گل دهی و شکوفایی بالاتری در مقایسه با سیستم حاوی بستر پشم شیشه ای نشان داد نشان داد (شکل ۶) ( $P<0/05$ ).



شکل ۵. تاثیر نوع بستر بر شاخص افزایش وزن، بقاء ماهی گوپی و میزان گل دهی گیاه فلفل در سیستم آکواپونیک



شکل ۶. گلدهی گیاه فلفل در سیستم آکواپونیک با بستر زئولیت

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر نشان داد نوع بستر می تواند بر کارایی تولید گیاه و ماهی در یک سیستم آکواپونیک اثر گذار باشد. همانطور که نتایج نشان داد عملکرد گیاه مورد بکار گرفته شده در یک سیستم آکواپونیک جدای از نوع گونه ماهی تحت تاثیر بستر مورد استفاده نیز قرار داد. طبق نتایج حاصله استفاده از نوع مواد متفاوت به عنوان بستر کشت و استقرار گیاه در این سیستم آکواپونیک طراحی شده، نتایج متفاوتی در عملکرد گیاه فلفل و ماهی گوپی

نشان داد. بر این اساس سیستم حاوی بستر زئولیت در مقایسه با سیستم حاوی بستر پشم شیشه برای رشد گیاه فلفل عملکرد بهتری را نشان داد. در حالیکه این روند برای ماهیان در طی دوره آزمایش دیده نشد. در مقایسه ماهیان گوپی ساکن در سیستم حاوی بستر پشم شیشه از نظر شاخص های رشد عملکرد بهتری را در مقایسه با تیمار دیگر نشان دادند. بطور کلی در بین طراحی های صورت گرفته برای یک سیستم آکواپونیک، سیستم طراحی شده با یک بستر کشت نتایج بهتری را نشان داده است (۲، ۴). آزمایش حاضر نشان داد استفاده از بستر پشم شیشه در یک سیستم آکواپونیک می تواند در بهبود عملکرد رشد ماهی نقش داشته باشد. چراکه طبق نتایج حاصله ماهیان موجود در این سیستم از نظر پارامتر های رشد شرایط بهتری را در مقایسه با تیمار دیگر نشان دادند. این امر می تواند به دلیل تفاوت در ماهیت دو بستر باشد، به نظر می رسد بستر پشم شیشه با فراهم آوردن فضای زیستی بیشتر سبب افزایش باکتری ها و بهبود عملکرد پالایش سیستم و در نتیجه عملکرد رشد بهتر ماهی شده است. مطالعات نشان داده که نوع بستر در یک سیستم مدار بسته می تواند بر عملکرد رشد ماهیان تاثیر گذار باشد. به عبارتی راندمان نیتروژنیکاسیون بر اساس نوع بستر متغیر است (۱۴). تعیین حداکثر و حداقل ظرفیت نیتروژنیکاسیون بیوفیلتر مستقیماً با بیو فیلم در ارتباط است. بیو فیلم در واقع سطحی را برای اتصال لایه های مختلف میکرو ارگانیسمها فراهم می نماید. در واقع هر بستری که بتواند فضای زیستی بیشتری را فراهم نماید و منجر به شکل گیری مناطق بیوفیلتر بیشتر گردد، می تواند کارایی بالاتری در فرایند نیتروژنیکاسیون داشته باشد (۱۳). از سوی دیگر وجود حفرات با فضای ارتباطی زیاد و کمبود حفرات مرده در بستر منجر به افزایش کارایی نوع بستر استفاده شده گردد. چراکه کم بودن حفرات مرده و وجود فضاهای ارتباطی زیاد خود فاکتور مهمی در انتخاب نوع بستر برای بیوفیلتر ها می باشد (۹، ۱۱). عملکرد رشد ماهی تحت تاثیر کیفیت آب قرار دارد (۱۴). Pedreira و همکاران ۲۰۰۹، در مطالعه خود بر روی برخی پارامتر های رشد در ماهی تیلاپیا، بیان کردند که نوع بستر زیستی عملکرد رشد ماهی تیلاپیا را تحت تاثیر قرار می دهد. در مطالعه حاضر نیز به نظر می رسد بستر پشم شیشه توانسته است با بهبود کیفیت آب در مقایسه با زئولیت سبب بروز اختلاف در شاخص های رشد گردد.

در شاخص های رویشی گیاه نتایج نشان داد که گیاهان مستقر در بستر زئولیت عملکرد بهتری در مقایسه با تیمار دیگر نشان می دهد. نتایج مشابه ای در مطالعه Torkashvand و همکاران (۲۰۱۳) در استفاده از زئولیت به عنوان بستر در سیستم هیدروپونیک گزارش نموده اند. به نظر می رسد بستر زئولیت به دلیل فراهم کردن فضای رشدی بیشتر برای ریشه گیاه فلفل در مقایسه با بستر پشم شیشه موجب بهبود شاخص رشد گیاه شده است. از سوی دیگر ماهیت ماده زئولیت در جذب آمونیاک نیز می تواند در فراهم نمودن نیتروژن لازم برای رشد گیاه تاثیر گذار باشد. Lennard (۲۰۰۶) در آزمایش خود بر روی گیاه کاهو در سیستم آکواپونیک نشان داد که رشد این گیاه در بستر شنی بهتر از سیستم لایه نازک ماده غذایی و ریشه های معلق در آب بود. میزان حذف

نیترات نیز در بستر شنی بالا بود که ممکن است به علت شرایط بهتر (هوادهی بالا) بستر شنی برای فرایند شکستن مواد آلی و نیتریفیکاسیون توسط باکتریها باشد که نیتروژن کافی را به صورت قابل استفاده در معرض ریشه گیاه قرار داده است (۶). در پایان با توجه به نتایج حاصله به نظر می رسد نوع بستر جهت استقرار گیاه در یک سیستم آکواپونیک می تواند بر راندمان و عملکرد گیاه و ماهی تاثیر گذار باشد. در بستر پشم شیشه به دلیل کوچک بودن منافذ امکان رشد کافی برای ریشه گیاه را فراهم نمی کند در صورتیکه بستر های دارای فضای تخلخل بزرگتر شرایط را برای رویش ریشه و رشد بهتر گیاه فراهم کرده است. Sajjadinia و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی خود رشد بهتر گیاه فلفل در بستر شنی را در یک سیستم آکواپونیک، فراهم بودن نیتروژن مداوم و ثابت در بستر شنی آکواپونیک برای گیاهان نسبت به سیستم هیدروپونیک بیان کردند. با توجه به تفاوت رشد ماهی در هر دو سیستم و عملکرد بهتر رشد گیاه از جمله ریشه در سیستم آکواپونیک حاوی بستر زئولیت، احتمال می رود توسعه ساختار ریشه در بستر زئولیت منجر به کاهش فضای زیستی با کتری ها و کاهش عملکرد این نوع بستر در بهبود کیفیت آب شده باشد که نتیجه به صورت تفاوت در عملکرد رشد پایین ماهی در مقایسه با بستر پشم شیشه مشاهده گردید. بر این اساس برای رشد ماهی بستر پشم شیشه مناسب بوده و می تواند منجر به بهبود شاخص های رشد گردد.

## منابع

1. Chen, S. L., Ling, J. and Blancheton, J. P. 2006. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. *Aquaculture Engineering*, 34, 3:179-197. doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.09.004
2. 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 Nature Switzerland AG.
3. Graber, A and Junge, R. 2009. Aquaponic systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Agronomy for Sustainable Development*, 29.3: 309-319.
4. Hager, J., Bright, L.A., Dusci, J., Tidwell, J. 2021. *Aquaponics Production Manual: A Practical Handbook for Growers*. Kentucky State University.
5. Knaus, U and H.W. Palma. 2017. Effects of the fish species choice on vegetables in aquaponics under spring-summer conditions in northern Germany (Mecklenburg Western Pomerania). *Aquaculture*, 17: 30134-5. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2017.01.020
6. Lennard, W. A. and B. V. Leonard. 2006. A comparison of three different hydroponic sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an aquaponic test system. *Aquaculture Intl.* 14: 539-550.
7. Masoudi, M. 2014. *Aquaculture Engineering (Closed-circuit fish farming systems and cage farming)*. Agricultural Education and Extension. 778 p. (in persian)
8. Minabi E, Yavari V, morammazi J. 2020. Evaluation of growth and production of common carp (*Cyprinus carpio*) in aquaponic system and traditional aquaculture method. *Wetland Ecobiology*. 11, 4:19-24. (in persian)
9. Mohammadrezaei, D. 2020. The effect of media type on ammonia levels and growth performance of guppy (*Poecilia reticulata*) in recirculating systems. *isfj*, 28, 6:25-33. (in persian)
10. Mohammadrezaei, D. 2020. Effect of spirulina and clove powder on growth performance and carcass composition in common carp fingerlings (*Cyprinus carpio*), *Journal of Animal Environmental Research*, 12, 2: 189-194. (in persian)
11. Nekuiefard, A., Manaffar, R., Motallebi Moghanjoei, A and Sharifian, M. 2012. Evaluation of some biofilter substrates in freshwater recirculation system. *Isfj*, 21, 3:129-136. (in persian)

12. Nicholas, R., Shahidul, I and Hayden, F. 2023. Ebb and flow versus constant water level on the sweet banana chili pepper (*Capsicum annuum*) production in an aquaponic system. *Aquacultural Engineering*, 102:102340
13. Owataria, M.S., Alves Jesusa, G.F., Melo Filhob, M.E.S., Lapac, K.R., Martinsa, M.L. and Pedreira J.L. 2018. Synthetic fibre as biological support in freshwater recirculating aquaculture systems (RAS). *Aquacultural Engineering*, 82: 56–62.
14. Pedreira, M. M., Tessitore, A., Pires, A. V., Silva, M. and Schorer, M. 2016. Substrates for bio-filter in recirculating system in Nile tilapia larvi-culture production. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 17, 3: 553-560.
15. Rakocy, J. E., Masser, M. P and Losordo, T. M. 2006. Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics—Integrating fish and plant culture. Southern Regional Aquaculture Center.
16. Roosta, H.R. 2009. Aquaponic: integrating fish and vegetables culture in recirculating system. Pelk Pub, Tehran. 171 P. (in persian)
17. Sajjadinia, A. R., Ershadi, A and Roosta, H. R. 2010. Comparison of eco-physiological characteristics of pepper in hydroponic and aquaponic systems. *Journal of Soil and Plant Interactions*, 1, 2: 1. (in persian)
18. Salvador, V and Enrique G. 2016. Determination of relative fish plant in tomato (*Licopersicum sculentum L.*) production in aquaponic system *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.7 Núm.5 30 de junio - 13 de agosto, p. 983-992
19. Torkashvand, A.M., Karami, A. and Mahboob Khommami, A. 2013. Zeolite: An appropriate alternative for peat in growth medium of *Diffenbachia* ornamental planta. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture* 2013, 4(2): 81-97. (in Persian)

## Effect of substrate type on growth performance of pepper plant (*Capsicum annuum*) and guppy fish (*Poecilia reticulata*) in an aquaponic system

Davoud Mohammad Rezaei<sup>\*1</sup>, Amir Hossein Mehdi<sup>2</sup>

1. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran.  
Email: [d.mrezaei@malayeru.ac.ir](mailto:d.mrezaei@malayeru.ac.ir)
2. Bachelor of Science in Fisheries, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran

---

### ARTICLE INFO

**Article type:**  
Research Full Paper

2026; Vol 1, Issue 1

**Article History:**  
Received: 29.09.2025  
Revised: 31.01.2026  
Accepted: 21.02.2026

**Keywords:**  
Fish and plant co-culture  
Guppy fish  
Pepper plant  
Growth efficiency

---

### ABSTRACT

Aquaponics is a sustainable plant production system combined with fish farming. In this study, in order to design an aquaponic system for cultivating pepper plants, two different glass wool and zeolite beds are used for plant establishment and their role on the performance of pepper plants and guppy fish. For this purpose, two aquaponic systems were designed and established. During the period, stable living conditions were considered for both systems in terms of light and temperature. After the end of the period, specific growth (growth, length and weight gain, fatness and survival rate) in fish and some plant characteristics (root length, number of leaves and flowering) were measured. The results showed that fish growth was different in both systems and in this regard, glass wool has a better performance, while pepper plants, especially roots, show better efficiency in the aquaponic system containing zeolite substrate. According to the results, the type of substrate for plant establishment in an aquaponic system can affect the efficiency and performance of plants and fish. Accordingly, it is suitable for bed growth and can be converted into improvement of growth indicators.

---

Cite this article: Mohammad Rezaei D., A.H. Mehdi. The effect of substrate type on the growth performance of pepper plant (*Capsicum annuum*) and guppy fish (*Poecilia reticulata*) in an aquaponic system. *Journal of New Research in Natural Resources sciences*, 2026, 1 (1): 12-20.

Publisher: University of Malayer Press. DOI: <http://doi.org/10.22034/nrsj.2026.241174>

---