

Research Article**Culture of white legged shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in unconventional waters**

Mohammad Youneszadeh Fashalami *, **Seyed Abdolsaheb Mortavizadeh**, **Fatemeh Hekmatpur**, **Farahnaz Kianersi**, **Mina Ahangarzadeh**

South of Iran Aquaculture Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran

Key Words

Culture
White legged shrimp
Unconventional waters
Pond
Khuzestan

Abstract

Introduction: One of the principal potentials in the country is the existence of unconventional water, which is considered an environmental challenge in the country. Due to the lack of acceptance of these water resources by agriculture, the aquaculture industry can reduce the pressure on freshwater resources. Also, the production of aquaculture products can take a step in this direction. In this regard, Vanami shrimp culture was done in unusual waters in earthen ponds.

Materials & Methods: Stocking with larva post 15 was done for 100 days in one-hectare ponds. Health factors, toxins and heavy metals were investigated during the period in the water and aquatic environment. Water physicochemical, nutritional and growth indicators were investigated during the period. Growth and nutrition factors, average body length and weight, food conversion ratio, survival rate, harvested shrimp and eaten food were investigated.

Results: The breeding results of Vanami shrimp during the period showed that the average weight and total length were recorded as 23.43 ± 0.54 grams and 133.44 ± 3.2 mm in ponds with normal survival. In ponds with low survival, shrimp growth was They reached over 30 grams. The food conversion ratio was recorded in the range of 1.1-2.1. The survival rate of shrimp in the ponds was calculated to be 58-80%. The results of the weight of shrimps in the earthen pool on days 0, 30, 60, 90 and 105 of cultivation were 0.005, 4.2 ± 0.17 , 10.85 ± 0.26 , 18 ± 0.94 and 43 ± 0.54 , respectively. 23/gram was registered. Also, the total length of shrimp was recorded as 10, 78.3 ± 0.97 , 111 ± 1.58 , 128.97 ± 2.2 and 133.44 ± 3.2 mm, respectively. The analysis of the results showed that the growth and nutrition indicators during the breeding period have a good trend.

Conclusion: The investigations of the water, sanitary, heavy metals and toxins indicators in the shrimp and water showed that the breeding in these effluents is within the limits of human consumption. It is standard. Considering the potential of shrimp breeding in sugarcane drains, it is possible to create employment and produce aquatic animals by following the standards of aquaculture. Supplying suitable food, preparing post with suitable size and price can help to increase productivity.

Article info

* Corresponding Author's email:
m_youneszadeh@yahoo.com

Received: 4 September 2024
Reviewed: 6 October 2024
Revised: 6 December 2024
Accepted: 6 January 2025

مقاله علمی - پژوهشی

پرورش میگوی وانامی در زه آب کشاورزی

محمد یونس زاده فشالمی^{*}، سید عبدالصاحب مرتضوی زاده، فاطمه حکمت پور، فرحناز کیان ارثی، مینا آهنگرزاده

پژوهشکده آبی پروری جنوب کشور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

کلمات کلیدی

چکیده

میگو وانامی
فلزات سنگین
سموم کشاورزی
زه آب کشاورزی

مقدمه: یکی از پتانسیل‌های مهم در کشور وجود زه آب کشاورزی می‌باشد. به عنوان یک معضل زیست محیطی در کشور محسوب می‌شود. با توجه به عدم استقبال کشاورزان از این منابع آبی، بخش آبی پروری می‌تواند در جهت کاهش فشار به منابع آب شیرین و هم چنین تولید محصولات آبی پروری اقدام نماید. در این راستا، پرورش میگوی وانامی در آب‌های نامتعارف در استخرهای خاکی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: ذخیره سازی با پست لارو ۱۵ در مدت زمان ۱۰۰ روز در استخرهای یک هکتاری انجام شد. فاکتورهای بهداشتی، سم و فلزات سنگین در طول دوره در محیط آب و آبی مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب، تغذیه‌ای و رشد در طول دوره بررسی شد. از فاکتورهای رشد و تغذیه، میانگین طول و وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، بازماندگی، میگوی استحصالی و غذای خورده شده مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج: نتایج پرورش در میگوی وانامی در طی دوره نشان داد که میانگین وزن و طول کل در استخرهایی با بازماندگی نرمال $23/43 \pm 0/54$ گرم و $133/44 \pm 3/2$ میلی متر ثبت گردید. در استخرهایی با بازماندگی کم، رشد میگوها به بالای ۳۰ گرم رسیدند. ضریب تبدیل غذایی در محدوده ۱/۱-۱/۲ ثبت گردید. بازماندگی میگو در استخرها ۸۰-۵۸ درصد محاسبه شد. نتایج وزن میگوها در استخر خاکی روزهای صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۰۵ پرورش به ترتیب $10/85 \pm 0/26$ ، $4/2 \pm 0/17$ ، $0/005$ ، $128/97 \pm 2/2$ و $111 \pm 1/58$ ، $78/3 \pm 0/97$ ، 10 ، هم چنین طول کل میگو به ترتیب $128/97 \pm 2/2$ ، $111 \pm 1/58$ ، $78/3 \pm 0/97$ و $133/44 \pm 3/2$ میلی متر ثبت شد. بررسی نتایج نشان داد که شاخص‌های رشد و تغذیه در طول دوره پرورش از روندی خوبی برخوردار هست.

بحث و نتیجه گیری: بررسی‌های شاخص‌های آب، بهداشتی، فلزات سنگین و سموم در میگو و آب نشان داد که پرورش در این پساب‌ها از نظر مصارف انسانی در حد استاندارد می‌باشد. با توجه به پتانسیل پرورش میگو در زه آب نیشکر می‌توان برای اشتغال‌زایی و تولید آبیان با رعایت استانداردهای آبی پروری اقدام کرد. تامین غذای مناسب، تهیه پست با سایز و قیمت مناسب می‌تواند به بهره‌وری بیش تر کمک شایانی کند.

^{*} پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

m_yooneszadeh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴ شهریور ۱۴۰۳

تاریخ داوری: ۱۵ مهر ۱۴۰۳

تاریخ اصلاح: ۱۶ آذر ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۷ دی ۱۴۰۳

مقدمه

منابع آبی نامتعارف به آب‌هایی اطلاق می‌شود که از آن‌ها به صورت معمول برای شرب یا کشاورزی نمی‌توان استفاده کرد. انواع آب‌های نامتعارف شامل آب‌های شور و لب شور، زه‌آب، پساب یا فاضلاب کشاورزی، صنعتی، خانگی و شهری و آب‌های فسیلی است. یکی از پتانسیل‌های مهم در کشور وجود آب‌های نامتعارف می‌باشد که به عنوان یک معضل زیست‌محیطی در کشور محسوب می‌شود. با توجه به عدم استقبال کشاورزان از این منابع آبی، بخش آبی‌پروری می‌تواند در جهت کاهش فشار به منابع آب شیرین و هم‌چنین تولید محصولات آبی‌پروری در این راستا می‌تواند گام بردارد. در استان خوزستان وجود حجم بالایی از پساب‌های نیشکر و کشاورزی از زمره این پتانسیل‌ها می‌باشد. پساب‌ها مزارع نیشکر گرایش به لب شور شدن دارند و برای مناطقی که وابسته به آب شیرین هستند کاربرد ندارند. اما در آبی‌پروری می‌تواند در راستای افزایش بهره‌وری، اشتغال‌زایی و تولید آبیان نقش داشته باشد. در این سال‌ها، کمبود آب شیرین توسعه کمی پرورش ماهیان گرم‌آبی را در زمان متوقف نموده و خشکسالی خصوصاً در سال ۱۳۹۷ بسیاری از مزارع پرورشی را در استان خوزستان با تعطیلی مواجه نموده است به طوری که در مزارع جنوب استان به دلیل افزایش شوری آب رودخانه شاهد تلفاتی زیادی در سطح مزارع خصوصاً مزارع در طرح مزارع ماهیان گرمابی بوده‌ایم و روند شور شدن منابع با توجه به خشکسالی و کمبود آب هم‌چنان در حال توسعه است. استفاده از آب‌های زهکش در آبی‌پروری در آسیا قدمت زیادی دارد و به چندین قرن پیش برمی‌گردد. اما عملاً از سال ۱۹۵۰ به بعد، رشد روز افزونی پیدا کرد. در آلمان محققان مطالعات زیادی برای استفاده از زهکش‌ها در آبی‌پروری از اواخر قرن ۱۹ انجام داده‌اند. در هندوستان نه تنها از این پساب‌ها در آبی‌پروری، بلکه برای بهبود کیفیت آب و کاهش پاتوژن‌های پساب‌ها استفاده می‌کنند (۱). به منظور جلوگیری از مخاطرات زیست‌محیطی و بهداشت عمومی، استانداردهایی جهت کیفیت پساب تصفیه شده برای مصارف مختلف، توسط سازمان‌های ذی‌ربط از جمله WHO (World Health Organization) و EPA (Environmental Protection Agency) وضع گردیده است. کشورهای مختلف جهان مستقیماً یا با اعمال تغییراتی، با توجه به وضع اقتصادی و اجتماعی خود از این استانداردها استفاده می‌کنند (۲). با توجه به شور شدن منابع آبی، پرورش ماهیان آب شیرین در این مناطق با ریسک بالا و عملاً نشدنی می‌باشد. پساب نیشکر یکی از ایده‌های بسیار خوب در استان خوزستان برای نجات رودخانه‌های کارون و دز و هم‌چنین ایجاد اشتغال در استان است. در راستای منویات رهبری درباره اقتصاد مقاومتی با استفاده

از زهاب نیشکر می‌توان گام‌های مؤثری را برداشت. در این زمینه تلاش جهت استفاده از پساب نیشکر برای پرورش ماهی و میگو توسط شیلات و پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های جنوب کشور صورت گرفته است. در بحث شورورزی و افزایش بهره‌وری از آب حوضچه‌های پرورش میگو و ماهی با استفاده از زهاب نیشکر در کشت و صنعت میرزا کوچک خان تحقیقاتی صورت گرفته است. کشورهای مختلف جهان مستقیماً یا با اعمال تغییراتی، با توجه به وضع اقتصادی و اجتماعی خود از این استانداردها استفاده می‌کنند (۲). با توجه به کیفیت مورد نیاز، مصرف مجدد فاضلاب به بخش اساسی آب شرب و غیر شرب تقسیم می‌شود که آب غیر شرب شامل مصارف کشاورزی، صنعتی، آبی‌پروری و استفاده در پروژه‌های تفریحی و محیط‌زیستی می‌باشد. میگوی سفید غربی با نام علمی (*Litopenaeus vannamei*) از مهم‌ترین گونه‌های پرورشی میگو در جهان و کشور است. گونه وانامی با داشتن قابلیت‌های بیولوژیکی فراوان به عنوان گونه بسیار مناسب جهت بومی سازی در اکثر نقاط جهان از جمله در مناطق جنوبی کشور مطرح می‌سازد. رشد این گونه نسبت به گونه‌های پرورشی دیگر از جمله مونودون بهتر بوده به نحوی که رشد آن به ۳ گرم در هفته تا وزن ۲۰ گرم می‌رسد (۳). هم‌چنین تراکم پذیری این گونه بسیار بالا بوده، رشد و بازماندگی مناسب (۴) دامنه تحمل شوری این گونه نیز بسیار وسیع و در آب‌های شیرین هم پرورش داده می‌شود (۳). ویژگی اخیر پرورش آن را در آب‌های داخلی امکان پذیر می‌سازد (۴). اهمیت فعالیت پرورش میگو فعالیت پرورش میگو یکی از محدود فعالیت‌های زیربخش کشاورزی است که در برنامه‌های توسعه کشاورزی از اولویت برتری برخوردار بوده است زیرا اشتغال‌زایی، درآمد، ارزآوری، امنیت غذایی و آبادسازی مناطق دوردست و محروم از جمله ویژگی‌های غیر قابل انکار این فعالیت است. از طرف دیگر بهره‌گیری مناسب از شوره‌زارهای ساحلی جنوب کشور تنها با پرورش میگو حاصل می‌شود و این راهی است که اغلب کشورهای پیشگام در این فعالیت با موفقیت بسیار طی نموده‌اند. از طرف دیگر از آن جایی که سواحل جنوب کشور از مناطق مرزی کشور است، از نظر امنیت مرزها و آبادانی آن نیز از اهمیت زیادی برخوردار است.

مواد و روش‌ها

محل اجرا و تیمارهای مطالعه

پرورش میگوی وانامی در استخر خاکی با پساب کشاورزی:

در سال ۱۴۰۰ در شهرستان دارخوین استان خوزستان یک مزرعه پرورش ماهی گرمابی برای پرورش میگوی وانامی با پساب کشاورزی اختصاص یافت. مساحت زیر کشت ۶۹ هکتار در نظر گرفته شد که

$$G. R = (BWf - BWi) / n \quad (۸)$$

$$CF = 100 \times (BW/TL3) \quad (۹)$$

BW: وزن (گرم)، TL: طول (cm)، n: تعداد روزهای پرورش

بررسی وضعیت سلامت پساب کشاورزی و میگو در طول

دوره: در این مطالعه قبل از معرفی پست لارو به استخر و همچنین در طول دوره و انتهای دوره از آب استخر جهت بررسی تعداد کل باکتری، تعداد کل کلی فرم (Coliform) و کلی فرم مدفوعی نمونه برداری شد. جهت نمونه برداری آب از استاندارد ملی ایران شماره ۴۲۰۸ تجدید نظر اول (۱۳۸۶؛ نمونه برداری برای آزمون‌های میکروبیولوژی) استفاده گردید. بدین صورت که نمونه‌های آب طبق روش نمونه برداری از آب‌های سطحی (استاندارد ۴۲۰۸) از عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی متری برداشته شده و در بطری‌های دهانه گشاد در پیچ دار استریل جمع‌آوری و در کنار یخ در مدت زمان کوتاهی به آزمایشگاه میکروب شناسی بخش بهداشت و بیماری‌های آبزیان پژوهشکده منتقل شدند. هم‌چنین از نمونه میگو در انتهای دوره در زمان صید برای بررسی‌های باکتری شناسی نمونه برداری گردید. برای جداسازی و شمارش باکتری‌ها (شمارش مستقیم با استفاده از پلیت)، از نمونه‌های اخذ شده، رقت‌های سریالی تهیه و کشت به روش گسترش سطحی و بروی محیط مغذی اولیه TSA انجام خواهد شد (۱۰). آزمایش‌های تشخیصی کلی فرم احتمالی، کلی فرم تأییدی و کلی فرم مدفوعی، روی هر نمونه مطابق روش‌های استاندارد آب به شماره ۳۷۵۹ و ۷۲۲۵ انجام می‌گیرد و نتایج یادداشت و جمع‌بندی می‌شود. شمارش کلی باکتری (Total count) به روش گسترش سطحی (Spread method) انجام گردید. بدین صورت که از نمونه اخذ شده رقت‌های مختلف تهیه و سپس ۰/۱ میلی لیتر از هر رقت را در سطح پلیت (حاوی محیط TSA) ریخته و با استفاده از میله شیشه‌ای خمیده پخش شد. پس از طی زمان انکوباسیون ۲۴-۴۸ ساعت پلیت‌هایی را که دارای ۳۰-۳۰۰ کلنی هستند شمارش و تعداد کلنی‌ها در عکس ضریب رقت ضرب و تعداد تقریبی باکتری‌های موجود در ۱ میلی لیتر نمونه محاسبه گردید. هم‌چنین از نمونه میگوها قبل از ذخیره سازی و در انتهای دوره در زمان صید برای بررسی‌های باکتری شناسی و سلامت برای مصرف کننده، نمونه برداری گردید. در مرحله برداشت از سیستم پمپ مکش در خروجی برای جمع‌آوری میگو بهره برده شد در این روش لوله‌های مکش در خروجی استخر قرار می‌گیرند و اقدام به مکش میگو به داخل سیستم کرده و آب اضافی را به زهکش برمی‌گرداند.

۱۵ استخر دارای مساحت ۱ هکتار داشت. آماده سازی استخرها یکی از مهم ترین مراحل پرورش میگو می باشد. در ابتدا کلیه مراحل آماده سازی استخر بر اساس استانداردهای موجود انجام شد سپس از زهکش کشاورزی که خروجی کشت برنج می باشد استخرها آبیگری شدند. ذخیره سازی با پست لارو ۱۲ در ماه خرداد انجام گرفت. ذخیره سازی در استخرهای یک هکتاری به ترتیب ۱۵۰۰۰ و ۲۰۰۰۰۰ عدد انجام شد.

روش اندازه گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی: در این

پایلوت، اندازه گیری دما و pH آب با استفاده از دستگاه قابل حمل Hach در محل صورت گرفته است، اکسیژن محلول و BOD5 توسط روش وینکلر اندازه گیری شده‌اند. سپس مخلوط گاز آمونیاک و یون آمونیم توسط روش نسلر اندازه گیری شد. شوری توسط روش مور (Mohr)، هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت سنج، فسفات تحت شرایط اسیدی توسط واکنش با آمونیم هپتامولیدات نیترات توسط احیا با کادمیم و سپس واکنش با سولفانلیک اسید، نیتريت به کمک و اکشن با سولفانلیک اسید و تشکیل نمک حد واسط دی آزونیم اندازه گیری شده‌اند. کلیه روش‌های آنالیز از کتاب Standard Method استخراج شده‌اند (۵).

غذادهی

غذادهی میگوی وانامی: غذادهی میگو براساس جدول غذادهی

انجام می‌شود از غذای مخصوص میگو برای تغذیه میگوها استفاده شد. در ابتدای دوره ۳ وعده در روز غذادهی انجام می‌شود در انتهای دوره به ۶ وعده می‌رسد. اندازه غذا با بیومتری‌های دو هفته یک بار تعیین می‌گردد. در هر استخر از سینی‌های غذادهی برای کنترل میزان غذا و اشتیهای میگو استفاده شد.

محاسبه شاخص‌های رشد و تغذیه در میگو و ماهی: پس از

هر زیست‌سنجی شاخص‌های رشد نظیر سرعت رشد (GR: Growth Rate)، نرخ رشد ویژه (Specific Growth Rate)، درصد افزایش وزن بدن (%Body weight Index)، ضریب چاقی (Condition Factor) و شاخص‌های تغذیه‌ای مثل ضریب تبدیل غذایی (Food Conversion Ratio) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$$F. C. R = F / (Wt - W0) \quad (۶، ۷)$$

F: مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی Wt و W0: میانگین بیوماس اولیه و نهایی

$$S. G. R = (\ln Wt - \ln W0) / t \times 100 \quad (۶)$$

$$\% BWI = 100 \times (BWf - BWi) / BWi \quad (۸)$$

BWf و BWi: متوسط وزن اولیه و وزن نهایی در هر مخزن

نتایج

نتایج پارامترهای فیزیوشیمیایی آب پساب کشاورزی:

کیفیت آب یکی از عوامل مهم در تعیین موفقیت فعالیت کشت پرورش میگو می باشد. کیفیت آب در استخرهای پرورش میگو تحت تاثیر اقدامات محیطی و مدیریتی است. میزان اکسیژن در استخرها در طول دوره پرورش از ۵/۹-۸/۳، اکسیژن مورد نیاز بیولوژیک از ۱/۳ تا ۵/۸، فسفات از ۰/۰۸ تا ۰/۴۲، نیترات از ۸/۴۰ تا ۱۵/۲، نیتریت از ۰/۰۲۳ تا ۰/۲۲، آمونیاک از ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۱۶ میلی گرم بر لیتر متغیر بود (جدول ۱). حداقل میزان هدایت الکتریکی ثبت شده ۲/۷ و حداکثر ۱۸/۲ میکروزیمنس بر سانتی متر؛ حداقل شوری ۱ و حداکثر شوری ۱۰/۴ قسمت در هزار و pH با میانگین ۸/۴ ثبت گردید.

جدول ۱: آنالیز پارامترهای فیزیوشیمیایی استخرهای پرورش

میگوی وانامی

Table 1: Analysis of physicochemical parameters of Vanami shrimp farming ponds

Parameters	Mean	Standard Error
Dissolved oxygen*	7.28	1.2
Biological oxygen demand*	3.85	2.25
Phosphate*	0.24	0.07
Nitrate*	12.02	3.4
Nitrite*	0.065	0.005
Ammonia*	0.009	0.001
Electrical conductivity**	12.57	2.45
salinity***	6.29	3.29
pH	8.4	0.31

*milligrams per liter, **Microsiemens per centimeter, ***Parts per thousand

نتایج کارایی رشد و تغذیه در استخرهای میگو: پرورش

میگو در این تحقیق در یک بازه زمانی ۱۰۵ روز آماده برای ارائه به بازار شد. در جدول ۲ رشد میگو در یک بازه زمانی مشخص نشان داده شده است. در روز صفر که از میگوهای با پست لارو ۱۵ در استخرها بهره برده شد میانگین وزن و طول اولیه به ترتیب در محدوده ۰/۰۰۵ گرم و ۱۰ میلی متر ثبت شد. پس از گذشت ۳۰ روز از تغذیه و پرورش، میگوها به میانگین وزن و طول به ترتیب ۴/۲±۰/۱۷ گرم و ۷۸/۳±۰/۹۷ میلی متر رسیدند. در روز ۶۰ پرورش، میانگین وزن و طول میگوها به ترتیب ۱۰/۸۵±۰/۲۶ گرم و ۱۱۱±۱/۵۸ میلی متر ثبت گردید. پس از گذشت ۹۰ روز از پرورش میگوها در استخر با پساب کشاورزی میانگین وزن و طول به ترتیب ۱۸±۰/۹۴ گرم و ۱۲۸/۹۷±۲/۲ میلی متر ثبت گردید. در انتهای دوره برداشت میگو در استخرها که از روز ۱۰۵ آغاز شد میگوها به وزن بالای ۲۳ گرم رسیدند. میانگین وزن و طول میگوها به ترتیب ۲۳/۴۳±۰/۵۴ گرم و ۱۳۳/۴۴±۳/۲ میلی متر ثبت گردید (جدول ۲). روند زیست سنجی میگوها در طول

دوره پرورش در نمودار وزن و طول آمده است. این زیست سنجی در استخرهایی ثبت شد که روند رشد، تغذیه و بازماندگی مطابق با جدول های پرورش در طول دوره بود اما استخرهایی بودند که تراکم پایین تری داشتند و وزن میگو به بالای ۳۰ گرم رسیدند.

جدول ۲: زیست سنجی میگوهای وانامی در طول دوره پرورش با

پساب کشاورزی

Table 2: Biometrics of Vanami shrimp during the culture period with agricultural wastewater

Day of culture	Weight (g)	Total length (mm)
0	0.005	10
30	4.2±0.17	78.3±0.97
60	10.85±0.26	111±1.58
90	18±0.94	128.97±2.2
105	23.43±0.54	133.44±3.2

رشد روزانه در میگوها در روزهای اول پرورش کم بوده و با ادامه پرورش، روند رو به رشدی داشته است. با توجه به نتایج به دست آمده در طول دوره میانگین رشد براساس وزن در طول یک هفته ۲/۲ گرم بوده است. ضریب تبدیل غذایی در استخرها عدد ۱/۱۴±۰/۱ نشان داد (جدول ۳) در بعضی استخرها که تراکم پایین بود به عدد ۰/۹ رسید. بازماندگی در استخرها متفاوت بود در استخرهای یک هکتاری با تراکم های متفاوت به ترتیب با میانگین ۷۲/۵±۴/۲ و ۶۸/۶±۶/۴ درصد مشخص شده است. میانگین وزن در طول دوره پرورش در تراکم های مورد بررسی به ترتیب ۲۴/۴۳±۰/۵۴ گرم و ۲۲/۵۱±۰/۲۳ در یک دوره ۱۰۰ روزه ثبت گردید.

جدول ۳: شاخص های رشد و تغذیه میگو در طول دوره پرورش در

استخر خاکی با پساب کشاورزی

Table 3: Growth and nutrition indices of shrimp during the culture period in an earthen pond with agricultural wastewater

Index	1 hectare pond Number of postlarvae: 150,000	1 hectare pond Number of postlarvae: 200,000
Initial weight (gr)	Post-larva 15	Post-larva 15
Initial length (mm)	10	10
Final weight (gr)	24.0±43.54	22.0±51.23
Final length (mm)	133.3±44.2	131.2±12.9
Weekly growth (gr)	2.0±2.1	2.0±1.1
Food Conversion Ratio	1.0±1.1	1.0±14.1
Survival (%)	72.5±4.2	68.6±6.4
Culture period (days)	105	102

نتایج فلزات سنگین در رسوب و بافت ماهی: با توجه نتایج

مطالعه حاضر میزان روی در بافت ماهی ۰/۳۲ قسمت در هزار و در رسوب ۱/۰۳ قسمت در هزار سنجش گردید (جدول ۴). میزان روی، مس، سرب و جیوه در نمونه بافت ماهی کم تر از میزان مجاز در سازمان محیط زیست آمریکا، سازمان جهانی بهداشت، سازمان غذا و داروی آمریکا سنجش گردید. میزان آرسنیک در محدوده میزان مجاز سازمان غذا و داروی آمریکا می باشد.

جدول ۴: نتایج بررسی مقدار فلزات سنگین در رسوب و بافت میگو در مطالعه زه آب کشاورزی

Table 4: Results of the study of heavy metals in sediment and shrimp tissue in the agricultural drainage study

Heavy metals	Shrimp tissue	Sediment	US Environmental Protection Agency	World Health Organization	US Food and Drug Administration
Zinc	0.32	1.03	68.00	120.00	123.00
Arsenic	0.12	1.85	7.24	0.01	0.10
Copper	2.81	3.47	18.70	10.00	7.00
Lead	0.09	2.28	0.35	1.5	5.00
Mercury	0.03	0.09	0.17	0.5	1.00

مطابق جدول ۶ نشان داده شد. همان‌طور که از نتایج مشخص است، بیش‌ترین آلودگی کلی‌فرمی در مرداد ماه در آب پساب کشاورزی رخ داده است. نتایج شمارش تعداد کل باکتری، تعداد کل کلی‌فرم (Total Coliform) و کلی‌فرم مدفوعی در استخرهای پرورش میگو، مطابق جدول ۷ نشان داده شد. براساس استاندارد خروجی فاضلاب‌ها و تخلیه به آب‌های سطحی (جدول ۸) مقادیر اندازه‌گیری شده کلی‌فرم کل و مدفوعی در تمام طول مدت نمونه‌برداری در مطالعه حاضر در آب پساب کشاورزی کم‌تر از حد مجاز تخلیه کلی‌فرم مدفوعی به آب‌های سطحی و کم‌تر از حد مجاز برای مصارف کشاورزی و آبیاری و پرورشی بوده است.

جدول ۵: نتایج سموم در آب پساب و بافت میگوی پرورش یافته

در زه آب کشاورزی

Table 5: Results of toxins in wastewater and tissue of shrimp cultured in agricultural drainage

Parameter	Wastewater	Shrimp tissue	WHO standard
Cyanide	Not identified	Not identified	<0.012
Phenol	Not identified	Not identified	<0.02
Detergent	Not identified	Not identified	<0.2
DDT	Not identified	Not identified	<0.002
Benzene Hexachloride	Not identified	Not identified	<0.21
Methyl Parathion	Not identified	Not identified	<0.1
Malathion	Not identified	Not identified	<0.16

نتایج آلودگی در پرورش میگو در پساب کشاورزی: نتایج

شمارش تعداد کل باکتری، تعداد کل کلی‌فرم (Total Coliform) و کلی‌فرم مدفوعی در پساب کشاورزی (آب‌رودی استخرهای خاکی)،

جدول ۶: نتایج شمارش تعداد کل کلی‌فرم تأییدی و کلی‌فرم مدفوعی ایستگاه ورودی

Table 6: Results of total confirmed coliform and fecal coliform counts at the entry station

Sampling months	Total number of bacteria (CFU/ml)	Total number of coliforms (CFU/100ml)	Fecal coliform (CFU/100ml)
Before the start of the culture period	3175	290	92
End of the culture period	2195	340	340

جدول ۷: میانگین نتایج شمارش تعداد کل کلی‌فرم تأییدی و کلی‌فرم مدفوعی در استخرهای پرورش میگو

Table 7: Average results of total confirmed coliform and fecal coliform counts in shrimp ponds

Sampling	SD± Total number of bacteria (CFU/ml)	SD± Total number of coliforms (CFU/100ml)	SD± Fecal coliform (CFU/100ml)
Before the start of the culture period	4875±926.3	220±98.99	25.5±4.9
End of the culture period	3145±1484.9	216±175.3	56.5±50.2

جدول ۸: استاندارد خروجی فاضلاب‌ها و پساب‌ها

Table 8: Wastewater and wastewater discharge standards

Pollutants	Wastewater Output Standard, IRAN Environmental Protection Organization (1992)		
	Discharge to surface water	Drainage to absorption well	Agricultural and irrigation costs
Fecal coliform (MPN/100ml)	400	400	400
Total number of coliforms (Number per 100 ml)	1000	1000	1000

کل باکتری در نمونه‌های بررسی شده در حد مجاز بوده است و از نظر مصرف انسانی مشکلی ندارد (جدول ۹).

نتایج بررسی‌های باکتری‌شناسی بر روی نمونه‌های میگو، در اوایل دوره پرورش و در انتهای دوره نشان داد تمامی نمونه‌ها از نظر وجود *E.coli* مدفوعی، استرپتوکوکوس ارئوس و سالمونلا که به‌عنوان آلودگی‌های منابع غذایی مطرح هستند، منفی بوده و هم‌چنین تعداد

جدول ۹: پارامترهای باکتری شناسی در نمونه های میگو در پایان دوره

Table 9: Bacteriological parameters in shrimp samples at the end of the period

Health Index	Shrimp sample	Permissible limit	
		m	M
Total Bacterial Count	2.5×10^2	5×10^5	5×10^6
Fecal <i>E. Coli</i>	-		
<i>Staphylococcus aureus</i>	-		
<i>Salmonella</i>	-		

بحث

کمبود آب و تامین مواد غذایی جمعیت رو به فزون سبب شده استفاده از آب های نامتعارف مانند آب های شور، فاضلاب های شهری و صنعتی، آب خروجی از کارگاه های پرورش و آبگیرهای سیلابی به عنوان منابع با ارزش برای افزایش میزان تولیدات بخش کشاورزی و آبی پروری محسوب شود. مهم ترین عامل محدودیت زای کیفی پساب های حاصل از تصفیه فاضلاب شهری در مصارف مختلف ویژگی های بهداشتی و مواد آلی پساب خروجی است که پس از تصفیه فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی قابلیت استفاده در آبی پروری را دارند. استفاده از آب های نامتعارف با توجه به محدودیت منابع آبی کشور در مدیریت خشکسالی بسیار مؤثر و کارآمد است و هم چنین استفاده آن یکی از راه های توسعه بخش شیلات محسوب می شود. استفاده از آب های شور نامتعارف که مصرف شرب ندارند، را می توان برای افزایش بهره وری و تولید در پرورش ماهی، میگو، آرتیمیا و جلبک استفاده کرد که از اهمیت زیادی برخوردار است. از این رو شورورزی به عنوان راهکاری کاربردی، اقتصادی و پایدار می تواند مکمل تولیدات کشاورزی در ارتقای امنیت غذایی کشور باشد. تعیین مقدار کمیت آب شور و حجم آن برای توسعه فعالیت های آبی پروری ضروری بوده و تعیین کننده پایداری فعالیت های شیلاتی است (۱۱). کمبود اکسیژن محلول می تواند به طور مستقیم برای میگو مضر باشد و باعث افزایش قابل توجهی در سطح عملکرد متابولیک کبدي در میگو شود و می تواند رشد را کاهش دهد (۱۲). بیش ترین مقدار اکسیژن برابر $8/4$ میلی گرم در لیتر در تیر ماه در ورودی آب و کم ترین میزان آن $5/9$ میلی گرم در لیتر در مرداد ماه و در استخر در طول دوره پرورش اندازه گیری شده است. با توجه به مقادیر اکسیژن محلول توصیه شده در فعالیت های آبی پروری برای میگو مقدار اکسیژن اندازه گیری شده در این مطالعه در دامنه مطلوب می باشد (۱۲). بیش ترین میزان BOD_5 در استخر در شهریور ماه اندازه گیری شده است. مقادیر BOD_5 کم تر از 5 mg/l جهت حفظ حیات آبی مناسب می باشد که میزان BOD_5 در طول دوره پرورش به غیر از شهریور ماه در استخر پرورشی در این محدوده قرار داشته است. براساس استانداردهای EPA مقدار BOD_5 کم تر از 10 میلی گرم

(۲) و FAO مقدار کم تر از 6 میلی گرم (۲) را برای فعالیت های آبی پروری مناسب دانسته اند. از مهم ترین عامل محدود کننده در پرورش متراکم میگو، دما و میزان اکسیژن محلول می باشد. از سوی دیگر مصرف اکسیژن در فرآیند تنفس میگو، پلانکتون ها و میکروارگانیسم ها به ویژه در کف استخر می باشد. در تحقیق Ariadi و همکاران، روابط بین نوسانات اکسیژن محلول و پارامترهای کیفیت آب و اثرات آن ها بر میزان رشد میگو، در 8 استخر متراکم انجام شده (۱۲) و نتایج این تحقیق نشان داد که پویایی نوسانات اکسیژن محلول در آب با دما، فسفات، نیتريت در طول چرخه عملیاتی کشت میگو ارتباط منفی دارد. دما یک پارامتر ضروری و مؤثر بر فتوسنتز در آب، پاسخ های فیزیولوژیکی ارگانیسم ها، تجزیه مواد آلی و واکنش های بیوشیمیایی می باشد. هم چنین دما یکی از مهم ترین عوامل کنترل کننده رشد میگو است. دمای بالا باعث تشکیل بار آلی بالا و افزایش بار باکتری در حوضچه های کشت می شود. افزایش دما سبب کاهش سرعت انحلال اکسیژن محلول در آب استخرهای پرورشی می شود و باعث ایجاد استرس فیزیولوژیکی برای آبی پرورشی در استخر می شود. دما تأثیر مهمی بر نوسانات بهره وری استخر دارد (۱۳). در مطالعه Ariadi همکاران، میانگین مقدار دمای به دست آمده $27/5$ درجه سانتی گراد بوده که برای رشد میگو بهینه است (۱۲). میگوی وانامی توانایی بالایی در تحمل طیف گسترده ای از پارامترهای کیفی آب مانند شوری، دما، pH و اکسیژن محلول را دارا می باشد. بیش ترین میزان دما در طول این مطالعه در مرداد ماه برابر با $31/6$ درجه سانتی گراد و کم ترین مقدار آن در تیر ماه برابر با $27/5$ درجه سانتی گراد ایستگاه ورودی اندازه گیری شده است. آب با pH در محدوده $7/5-9$ به عنوان آبی با کیفیت مناسب برای تولید میگو در نظر گرفته شده است. اگر pH آب به کم تر از 5 برسد باعث کاهش رشد میگو می گردد و هم چنین آبی با PH بیش تر از $9/5$ نیز ممکن است برای رشد و بقای میگو مضر باشد (۱۴). در این مطالعه مقادیر pH اندازه گیری شده در طول دوره پرورش بین $8/18$ تا $8/8$ بوده که برای پرورش میگو مناسب می باشد. مقدار pH بهینه برای کشت میگو وانامی $7/5-8/5$ ، با دامنه نوسان $0/5$ است (۱۵). شکل غالب آمونیاک در محیط های آبی به شدت به میزان pH بستگی دارد. با افزایش pH یون NH_4^+ تبدیل به NH_3 می شود. به منظور ممانعت از اثرات سمی آمونیاک توصیه می گردد که پرورش گونه های مختلف دریایی در محدوده $7-8$ pH انجام شود (۱۶). آمونیاک باعث افزایش مصرف اکسیژن توسط بافت ها، آبشش ها و کاهش توانایی خون برای انتقال اکسیژن می شود. در آب، آمونیاک ممکن است از متابولیسم میکروبی ترکیبات نیتروژنی در شرایط کم اکسیژن به دست آید. روند تغییرات آمونیاک در طول سه ماه پرورش برابر $0/06-0/16$ میلی گرم در

لیتر بوده است. بیش‌ترین میزان آن در استخر شماره ۶ در مرداد ماه و کم‌ترین مقدار آن در تیر ماه در ایستگاه ورودی اندازه‌گیری شده است. نیتريت‌ها از طریق فرآیند نیتريفيکاسیون و اکسیداسیون NO_2 توسط باکتری‌های هوازی تشکیل می‌شوند و در آب بسیار پایدار هستند. نیتريت، یک محصول میانی در طی اکسیداسیون دو مرحله‌ای آمونیوم در سیستم‌های آبی‌پروری انباشته می‌شود و می‌تواند برای حیوانات آبی سمی باشد. در مطالعه حاضر، نیتريت در محدوده $0.02-0.02$ بوده است. حد مطلوب نیتريت برای میگوی وانامی کم‌تر از 1 ppm می‌باشد (۱۷) که با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه میزان نیتريت در طول دوره از حد مجاز بیش‌تر نبوده است. فسفر حاصل از غذای خورده نشده و مدفوع حیوانات کشت می‌تواند باعث رشد بیش از حد فیتوپلانکتون و تخریب کیفیت آب شود. سطح فسفات اندازه‌گیری شده براساس نتایج حاصل از این بررسی بیش‌ترین میزان فسفات اندازه‌گیری شده در استخر در شهریور ماه 0.42 میلی گرم در لیتر، کم‌ترین میزان آن در ورودی آب برابر 0.08 میلی گرم در لیتر در مردادماه و میانگین فسفات در طول دوره پرورش برابر 0.24 میلی گرم در لیتر بوده است. هم‌چنین بیش‌ترین میزان نیتريت در طول دوره پرورش در استخر شماره ۸ برابر با $15/8$ میلی گرم در لیتر اندازه‌گیری شده است. در آبی‌پروری میگو، غلظت قابل قبول آمونیاک 0.125 میلی گرم در لیتر و در سطوح بالاتر از $1/5$ میلی گرم در لیتر سمی در نظر گرفته می‌شود (۱۸). میزان ترشحات بالا، افزایش سطوح بالا آمونیاک در خون و بافت، pH بالای خون و کاهش مصرف اکسیژن در بافت‌ها باعث آسیب به بافت آبشش می‌شود (۱۹). سطوح نیتريت، نیتريت و فسفات در فاصلات‌های خروجی پرورش میگو به ترتیب 0.2 ، $1/73$ و 0.7 گزارش شد (۲۰، ۲۱). شوری مناسب برای رشد میگو $15-30 \text{ ppt}$ است. بررسی مقادیر شوری و هدایت الکتریکی در این مطالعه نشان می‌دهد که طبق تقسیم‌بندی فاست آب ورودی و استخرها جزء آب‌های لب‌شور با شوری متوسط بین ۱ تا 10 ppt بوده است. میگوی سفید غربی دامنه وسیعی از درجات شوری آب از ۲ تا 40 قسمت در هزار را تحمل می‌کند، اما میگو در درجات پایین‌تر شوری که فشار اسمزی خون و محیط با هم برابر است، سریع‌تر رشد می‌کند (۲۲، ۲۳). اندازه پست لاروها در زمان معرفی به برخی استخرها کوچک‌تر از سایر استخرها بود و سبب کاهش بازماندگی (۵۰ درصد) گردید. اما میگوها به وزن بالای 30 گرم رسیدند به طوری که در زمان تخلیه و برداشت میگوهای با رقم $30-40$ و $40-30$ به کارخانه عمل‌آوری فرستاده شد. بررسی نشان داد یکی از علت‌های مهم در کاهش ضریب تبدیل غذایی وجود غذای طبیعی برای میگو در استخرها بود. در استخرهای با تراکم نرمال میگوها به وزن $25-24$ گرم رسیدند. میانگین بازماندگی در

مختلف نشان داد (۲۹، ۳۰). تحقیقات گذشته حاکی از تأثیر تراکم ذخیره سازی به عنوان مهم ترین عامل روی آبزیان پرورشی است. تراکم در سطح نامطلوب به عنوان یک عامل استرس زا در بسیاری از گونه های آبزی معرفی شده است (۳۰، ۳۱). با توجه به نتایج مطالعه حاضر می توان اذعان داشت زهاب نیشکر در استان خوزستان از دیدگاه آبزی پروری از پتانسیل بالای برخوردار است. با توسعه بخش آبزی پروری در مناطقی که توسعه کشاورزی در آن ها مقدور نیست، می توان تولید آبزیان، افزایش امنیت غذایی، ارزآوری و اشتغال زایی را انتظار داشت. با توجه به خشکسالی های اخیر و کمبود منابع آبی امکان توسعه صنعت آبزی پروری در بخش گرمابی با چالش مواجه شده است. از آن جایی که حجم زیادی از پساب های کشاورزی در استان به عنوان یک معضل زیست محیطی محسوب می شود، بهره برداری از این منابع به عنوان یک فرصت می تواند به پایداری آبزی پروری در کشور کمک نماید.

منابع

1. Pradhan, A., Bhaumik, P., Das, S., Mishra, M., Khanam, S., Hoque, B.A., Mukherjee, I., Thakur, A.R. and Chaudhuri, S.R., 2008. Phytoplankton diversity as indicator of water quality for fish cultivation. *American Journal of Environmental*. 4(4): 406-411. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2008.406.411>
2. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2008. EPA's Report on the Environment (2003 Draft). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
3. Wyban, J. and Sweeney, J.N., 1991. Intensive Shrimp Production Technology: The Oceanic Institute Shrimp Manual. Oceanic Institute Honolulu.
4. Briggs, M., Funge-Smith, S., Subasinghe, R.P. and Phillips, M., 2004. Introductions and movement of two penaeid shrimp species in Asia and the Pacific. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. 99 p.
5. Eaton, A.D. and Franson, M.A.H., 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, Denver, Alexandria.
6. Ronyai, A., Peteri, A. and Radics, F., 1990. Cross breeding of sterlet and Lena River's sturgeon. *Aquaculture Hungrica*. 6: 13-18.
7. Abdelghany, A.E. and Ahmad, M.H., 2002. Effects of feeding rates on growth and production of Nile Tilapia, common carp and silver carp polycultured in fertilized

دولت جمهوری اسلامی ایران، اعتبارات و تسهیلات خاصی را جهت دست اندرکاران و علاقه مندان به این عرصه قائل گردید با توجه به رشد اقتصاد جهانی، تحقق این امر بدیهی می باشد، به طوری که روند توسعه سریع و بی سابقه این صنعت در طول دهه گذشته تا حدی مرهون همین مسئله بود. میگوی وانامی با توجه به یوری هالین بودن آن در شوری های مختلف رشد کرده و می تواند در استخرهایی که از شوری های کم تر برخوردار است رشد کنند. مطالعه حاضر نشان دهنده آن است که این گونه پتانسیل پرورش در آب های شیرین تا شور را داشته و شوری عامل محدود کننده آن نیست. نتایج بخش آب شناسی حاکی از این موضوع دارد که زه آب موجود از نظر سمیت، فلزات سنگین و پارامترهای آب در حد استاندارد است و مشکلی برای پرورش آبزیان پرورشی ندارد هم چنین از نظر سمیت و فلزات سنگین مشکلی برای سلامت ماهی، میگو و مصرف آن وجود ندارد نتایج بخش میکروبی و باکتریایی نشان داد که آلودگی های موجود بسیار کم بوده و در محدوده استاندارد و کم تر از آن قرار دارد. جمیع جهات نشان دهنده این موضوع است که پرورش آبزیان در زه آب های موجود امکان پذیر است و مصرف آن ها برای جامعه انسانی خطری ندارد. پساب آبزی پروری میگو را می توان در صورت مدیریت صحیح بدون هزینه برای باروری محصولات کشاورزی به عنوان کود استفاده نمود که این باعث کاهش هزینه های تولید و صرفه جویی در کودهای شیمیایی می شود و نیازی به بارورکننده در مزارع نمی باشد (۲۷). طرح پایلوت پرورش ماهی باس دریایی آسیایی با زه آب نیشکر نشان داد که توانایی پرورش آبزیان با زه آب نیشکر می تواند علاوه بر رفع مشکل زیست محیطی در راستای اشتغال زایی در منطقه نقش ایفا کند (۲۸). آبزی تولید شده بر اساس بررسی های انجام شده بر روی سلامت جامعه انسانی خطری ندارد و هم چنین از نظر سموم شاخص زیان آوری ردیابی نشد. از نظر بار آلودگی شاخص های آب در زه آب مطابق با استانداردهای موجود می باشد و خطری برای آبزیان ندارد. با توجه به پتانسیل پرورش میگو در زه آب نیشکر می توان برای اشتغال زایی و تولید آبزیان با رعایت استانداردهای آبزی پروری اقدام کرد. تامین غذای مناسب، تهیه پست لارو میگو با اندازه و قیمت مناسب می تواند به بهره وری بیش تر کمک شایانی کند. با بررسی آماری روی نتایج حاصل از شاخص های رشد و تغذیه میگوی وانامی پرورشی در تراکم های مختلف، می توان اذعان داشت که این گونه با توجه به تراکم های تعریف شده به خوبی رشد داشته است و اختلاف معنی داری را نشان نداده است. رشد و ضریب تبدیل غذایی از مهم ترین اهداف آبزی پروری است که در تعیین تراکم یک گونه پرورشی مناسب از فاکتورهای کلیدی محسوب می شود بررسی های تراکم های مختلف در ماهیان خاویاری و ماهی چار اختلاف معنی داری را در تراکم های

- two levels of biofloc management. *Aquacultural Engineering*. 45: 127-136. doi: 10.1016/j.aquaeng.2011.09.001
19. **Iber, B.T. and Kasan, N.A., 2021.** Recent advances in Shrimp aquaculture wastewater management. *Heliyon*. 7(11): e08283. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e08283.
 20. **Alfiansah, Y.R., Hassenrück, C., Kunzmann, A. and Taslihan, A., 2018.** Bacterial Abundance and Community Composition in Pond Water from Shrimp Aquaculture Systems with Different Stocking Densities. *Frontiers in Microbiology*. 9: 2457. doi: 10.3389/fmicb.2018.02457
 21. **Badraeni, B., Tresnati, J., Tuwo, A. and Azis, A.H., 2020.** Seaweed *Gracilaria changii* as a bioremediator agent for ammonia, nitrite and nitrate in controlled tanks of Whiteleg Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 564(1): 012059. doi: 10.1088/1755-1315/564/1/012059
 22. **Woertz, I., Feffer, A., Lundquist, T. and Nelson, Y., 2009.** Algae grown on dairy and municipal wastewater for simultaneous nutrient removal and lipid production for biofuel feedstock. *Journal of Environmental Engineering*. 135: 1115-1122.
 23. **Wyban, J.A., 2003.** Recent developments in *P. vannamei* seedstock production Asia. *Global Aquaculture Advocate*. 6(6): 78-79.
 24. **Yeganeh, V., Sharifinia, M., Mobaraki, S., Dashtiannasab, A., Aeinjamshid, K., Borazjani, J.M. and Maghsoudloo, T., 2020.** Survey of survival rate and histological alterations of gills and hepatopancreas of the *Litopenaeus vannamei* juveniles caused by exposure of *Margalefidinium / Cochlodinium polykrikoides* isolated from the Persian Gulf. *Harmful Algae*. 97: 101856.
 25. **Islam, M. and Braden, J.B., 2006.** Bio-economic development of floodplains: farming versus fishing in Bangladesh. *Environment and Development Economics*. 11(1): 95-126.
 26. **Islam M.S., 2008.** From Pond to Plate: Towards a Twin-Driven Commodity Chain in Bangladesh Shrimp Aquaculture. *Food Policy*. 33(3): 209-223. doi: 10.1016/j.foodpol.2007.10.002
 27. **Viegas, C., Gouveia, L. and Gonçalves, M., 2021.** Aquaculture wastewater treatment through microalgal. Biomass potential applications on animal feed, agriculture, and energy. *Journal of Environmental Management*. 286: 112187. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112187
 28. **Yoonzadeh Feshalami, M., Amiri, F., Torfi Mozanadeh, M., Mortezaavazadeh, S. and Gisbert, E.,** ponds. *Aquaculture Research*. 33(6): 415-423. doi: 10.1046/j.1365-2109.2002.00689.x
 8. **Hung, S.S.O., Aikins, K.F., Lutes, P.B. and Xu, R., 1989.** The ability of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to utilize different carbohydrate source. *Journal of Nutrition*. 119(5): 272-733. doi: 10.1093/jn/119.5.727.
 9. **Hung, S.S.O. and Lutes, P.B., 1987.** Optimum feeding rate of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20 °C. *Aquaculture*. 65: 307-317. https://doi.org/10.1016/0044-8486(87)90243-2
 10. **Buller, N.B., 2004.** Bacteria from Fish and Other Aquatic Animals: A Practical Identification Manual. CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire.
 11. **Soleimani-Sardo, M. and Khanjani, M.H., 2022.** Utilization of unconventional water resources (UWRS) for aquaculture development in arid and semi-arid regions- a review. *Annals of Animal Science*. doi: 10.2478/aoas-2022-0069.
 12. **Ariadi, H., Fadjar, M., Mahmudi, M. and Supriatna, M., 2019.** The relationships between water quality parameters and the growth rate of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in intensive ponds. *Bioflux*. 12(6): 2103-2116
 13. **Prapaiwong N. and Boyd C.E., 2012.** Effects of major water quality variables on shrimp production in inland, low- salinity ponds in Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society*. 43: 349-361.
 14. **Mateka, H.A., Tamatamah, R. and Kyewalyanga, M., 2015.** Study on the Water Quality Parameters in Semi-Intensive Coastal Shrimp Culture System in Mafia Island, Tanzania. *Journal of Environment and Earth Science*. 5(1): 142-150.
 15. **Reddy, C.H., Mounika, K. and Reddy, T.M., 2019.** Changes in biochemical composition during ripening of Bael (*Aegle Marmelos* L). *International Journal of Chemical Studies*. 7(2): 1922-1926.
 16. **Magallon, D., 2006.** Characteristics of corium debris bed generated in large-scale fuel-coolant interaction experiments. *Nuclear Engineering and Design*. 236(19):1998-2009. doi: 10.1016/j.nucengdes.2006.03.038
 17. **Clifford, H.C., 1998.** Management of ponds stocked with Blue Shrimp *Litopenaeus stylirostris*. In Print, Proceedings of the 1st Latin American Congress on Shrimp Culture, Panama City, Panama. 101-109.
 18. **Ray, A.J., Dillon, K.S. and Lotz, J.M., 2011.** Water quality dynamics and shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production in intensive, mesohaline culture systems with

2018. Optimal stocking density for beluga, *Huso huso*, and ship sturgeon, *Acipenser nudiiventris* during the grow-out phase. *Journal of Applied Ichthyology*. 35(1): 303-306. doi: 10.1111/jai.13821
29. **Jobling, M. and Baardiyk, B.M., 1994.** The influence of environmental manipulations on inter- and intra-individual variation in food acquisition and growth performance of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Journal of Fish Biology*. 44(6): 1069-1087. doi: 10.1111/j.1095-8649.1994.tb01277.x
30. **Younesazadeh Fashalami, M., Amiri, F., Nikpey, M., Mortezaavizadeh, S. and Torfi Mozanzadeh, M., 2016.** The influence of stocking density on growth and physiological responses of beluga, *Huso huso* (Brandt, 1869) and ship sturgeon, *Acipenser nudiiventris* (Lovetsky, 1828) juveniles in a flow-through system. *World Aquaculture Society*. 48(4). doi: 10.1111/jwas.1237
31. **Hengsawat, K., Ward, F.J. and Jtaramorn, P., 1997.** The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (*Clarias gariepinus* Burshell 1822) cultured in cages. *Aquaculture*. 152(1-4): 67-76. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00008-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00008-2)