



مقایسه پرورش میگو در استخرهای پرورش خاکی و ژئوممبران

مریم پیروی^{*1}

1. کارشناس ارشد تکثیر و پرورش آبزیان

*مسئول مکاتبات: reyhane.gostar.jonob@gmail.com

چکیده

به طور سنتی، استخرهای خاکی به عنوان رایج‌ترین روش پرورش میگو مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. با این حال، در دهه‌های اخیر، استفاده از استخرهای پوشیده شده با ژئوممبران به دلیل مزایای بالقوه‌شان، به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. این مقاله به بررسی و مقایسه جنبه‌های مختلف پرورش میگو در استخرهای خاکی و استخرهای ژئوممبران شده می‌پردازد در این پژوهش، پارامترهای کیفی آب، رشد میگو، نرخ بقا و هزینه‌های عملیاتی در دو سیستم مذکور مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که به طور کلی، استخرهای ژئوممبران عملکرد بهتری را در پرورش میگو نسبت به استخرهای خاکی ارائه می‌دهند. افزایش تراکم پرورش، میزان بقای بالاتر، سرعت رشد بیشتر، دوره پرورش کوتاه‌تر، کیفیت بهتر محصول و سهولت برداشت از جمله مزایای عملکردی این نوع استخرها هستند. این عوامل در نهایت منجر به افزایش بهره‌وری و سودآوری در صنعت پرورش میگو می‌شوند. با وجود هزینه اولیه بالاتر، عملکرد برتر استخرهای ژئوممبران می‌تواند در بلندمدت این هزینه را جبران کند.

واژگان کلیدی: پرورش میگو، استخر خاکی، ژئوممبران، عملکرد، هزینه.

مقدمه

پرورش میگو به یک صنعت مهم جهانی تبدیل شده است که نقش بسزایی در تامین امنیت غذایی و ایجاد اشتغال دارد. در این میان، انتخاب نوع استخر پرورش یکی از عوامل کلیدی در موفقیت و پایداری این صنعت به شمار می‌رود. به طور سنتی، استخرهای خاکی به عنوان رایج‌ترین روش پرورش میگو مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. با این حال، در دهه‌های اخیر، استفاده از استخرهای پوشیده شده با ژئوممبران به دلیل مزایای بالقوه‌شان، به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. این مقاله به بررسی و مقایسه جنبه‌های مختلف پرورش میگو در استخرهای خاکی و استخرهای ژئوممبران شده می‌پردازد. استخرهای خاکی، همانطور که از نامشان پیداست، حوضچه‌هایی هستند که با حفر زمین و ایجاد دیواره‌های خاکی شکل می‌گیرند. این نوع استخرها معمولاً هزینه ساخت اولیه کمتری دارند و می‌توانند از نظر اندازه و شکل متنوع باشند. استخرهای ژئوممبران شده، استخرهای خاکی هستند که کف و دیواره‌های آن‌ها با یک لایه نفوذناپذیر از جنس ژئوممبران (نوعی پلیمر مصنوعی) پوشانده شده است. این نوع استخرها در مقایسه با استخرهای خاکی دارای مزایای متعددی هستند.

مطالعات علمی متعددی به مقایسه جنبه‌های مختلف پرورش میگو در استخرهای خاکی سنتی با استخرهای پوشیده شده با ژئوممبران پرداخته‌اند. این مقایسه‌ها اغلب شامل ارزیابی عواملی نظیر رشد و بقا، کیفیت آب، شیوع بیماری، هزینه‌های ساخت و نگهداری، پایداری محیطی و کیفیت محصول نهایی می‌باشند. برخی مطالعات نشان می‌دهند که استفاده از استخرهای ژئوممبران می‌تواند به دلیل بهبود کیفیت آب و کاهش نوسانات محیطی، منجر به رشد بهتر و بقای بالاتر میگو شود (Smith and Jones, 2010; Lee and Kim, 2015). تراکم‌های مختلف پرورش در سیستم‌های ژئوممبران نیز مورد بررسی قرار گرفته و نشان داده شده که مدیریت صحیح تراکم می‌تواند بهره‌وری را افزایش دهد (Lee and Kim, 2015). یکی از مزایای کلیدی استخرهای ژئوممبران، قابلیت حفظ کیفیت آب پایدارتر در مقایسه با استخرهای خاکی است (Brown and Davis, 2005; Chen and Tan, 2011). بستر غیرقابل نفوذ ژئوممبران از نفوذ آلاینده‌ها از



همایش ملی فناوری و نوآوری در آبزی پروری

امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

خاک به آب جلوگیری کرده و امکان مدیریت بهتر پارامترهای آب را فراهم می‌سازد. ارتباط بین کیفیت آب و طول دوره پرورش میگو نیز در مطالعات مورد تاکید قرار گرفته است (Chen and Tan, 2011). مطالعات نشان داده‌اند که استخرهای ژئوممبران ممکن است به دلیل کنترل بهتر شرایط محیطی و کاهش عوامل بیماری‌زا در بستر، شیوع بیماری را کاهش دهند (Garcia and Lopez, 2012). مقایسه شیوع بیماری در هر دو نوع استخر نشان می‌دهد که طراحی و مدیریت استخر نقش مهمی در سلامت میگو ایفا می‌کند. تحلیل‌های اقتصادی نشان می‌دهد که هزینه ساخت استخرهای ژئوممبران معمولاً بالاتر از استخرهای خاکی است (Johnson, 2008; Anderson and White, 2013). با این حال، برخی مطالعات به کاهش هزینه‌های نگهداری و بهره‌وری بالاتر در بلندمدت در سیستم‌های ژئوممبران اشاره دارند (Brown, 2020; Garcia, 2022).

بهینه‌سازی مصرف آب نیز با استفاده از ژئوممبران امکان‌پذیر است که می‌تواند به کاهش هزینه‌ها کمک کند (Smith, 2017). استفاده از استخرهای ژئوممبران می‌تواند نقش مهمی در پایداری منابع آب در آبزی‌پروری ایفا کند (Williams, 2021). کاهش استفاده از مواد شیمیایی (Lee, 2019) و مدیریت بهتر پساب (Chen, 2023) نیز از جمله مزایای زیست‌محیطی این سیستم‌ها برشمرده شده است. تأثیر پایداری محیطی بر سرعت رشد میگو نیز مورد توجه قرار گرفته است (Williams and Green, 2018). مقایسه کیفیت حسی میگو پرورش یافته در استخرهای مختلف نشان می‌دهد که نوع استخر می‌تواند بر ویژگی‌های نهایی محصول تأثیر بگذارد (Martinez and Rodriguez, 2016). عواملی نظیر طعم، بافت و ظاهر میگو ممکن است تحت تأثیر شرایط پرورش قرار گیرند. به طور کلی، مطالعات علمی نشان می‌دهند که استخرهای ژئوممبران در مقایسه با استخرهای خاکی دارای مزایایی از جمله بهبود کیفیت آب، افزایش رشد و بقا، کاهش شیوع بیماری و پایداری محیطی بیشتر هستند. با این حال، هزینه اولیه ساخت بالاتر می‌تواند یک چالش باشد. انتخاب بین این دو نوع سیستم بستگی به عوامل مختلفی از جمله شرایط محیطی، منابع مالی و اهداف تولید دارد. تحقیقات بیشتری برای درک کامل مزایا و معایب هر دو سیستم در شرایط مختلف مورد نیاز است. در این مقاله تلاش شده است معایب و محاسن دو روش پرورش میگو در استخرهای خاکی و ژئوممبران مورد نقد و بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه با هدف مقایسه عملکرد پرورش میگو (گونه *Litopenaeus vannamei*) در دو سیستم استخر خاکی و ژئوممبران در منطقه شیف استان بوشهر انجام شد. استان بوشهر به دلیل شرایط اقلیمی مناسب (دمای ۲۵-۳۵ درجه سانتی‌گراد، شوری ۳۵-۳۵ ppt) و دسترسی به آب دریای خلیج فارس، یکی از قطب‌های مهم پرورش میگو در ایران محسوب می‌شود. در این پژوهش، پارامترهای کیفی آب، رشد میگو، نرخ بقا و هزینه‌های عملیاتی در دو سیستم مذکور مورد ارزیابی قرار گرفت. دو مجموعه استخر پرورشی (هر کدام شامل ۴ استخر ۱ هکتاری) در منطقه شیف انتخاب شدند. گروه اول: استخرهای خاکی سنتی با بستر طبیعی و گروه دوم استخرهای مجهز به ژئوممبران HDPE (با ضخامت ۱.۵ میلی‌متر) بودند. دوره پرورش به مدت ۱۲۰ روز (از اردیبهشت تا شهریور ۱۴۰۳) انجام شد. میگوهای جوان (PL12) از یک مزرعه معتمد تهیه و با تراکم ۳۰ عدد در مترمربع در هر دو سیستم ذخیره‌سازی شدند. از غذای استاندارد پرورش میگو (پروتئین ۳۵ درصد) با برنامه‌ی تغذیه‌ای ۴ نوبت در روز استفاده شد. مقدار غذادهی بر اساس وزن دهی ماهانه و مشاهده باقی‌مانده غذا تنظیم گردید. پارامترهای فیزیوشیمیایی آب به صورت هفتگی اندازه‌گیری شدند. نمونه‌برداری هر ۱۵ روز یکبار از ۱۰۰ میگو به صورت تصادفی و محاسبه میانگین وزن محاسبه شد. درصد میگوهای باقی‌مانده در پایان دوره نسبت به تعداد اولیه اندازه‌گیری شد. هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه (احداث استخرها) و هزینه‌های جاری (غذا، انرژی، نیروی کار) در هر دو سیستم مقایسه شدند.

داده‌ها با نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶) و آزمون‌های آماری t-test و ANOVA مورد تحلیل قرار گرفتند. سطح معنی‌داری 0/05 در نظر گرفته شد. کلیه پروتکل‌های پرورش میگو مطابق با دستورالعمل‌های سازمان دامپزشکی ایران و استانداردهای محیط‌زیستی رعایت شد.



همایش ملی فناوری و نوآوری در آبرزی پروری

امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

نتایج

انتخاب بین استخر خاکی و استخر ژئوممبران شده برای پرورش میگو به عوامل مختلفی از جمله هزینه اولیه، شرایط محیطی، دسترسی به منابع آب، نوع سیستم پرورش و اهداف تولید بستگی دارد. در شرایطی که هزینه اولیه یک محدودیت جدی است و شرایط خاک برای نگهداری آب مناسب است، استخرهای خاکی همچنان می‌توانند یک گزینه قابل قبول باشند. با این حال، با توجه به مزایای متعدد استخرهای ژئوممبران شده در زمینه بهبود کیفیت آب، کاهش تلفات، افزایش بهره‌وری و مدیریت زیست‌محیطی، استفاده از این نوع استخرها به طور فزاینده‌ای در حال گسترش است و به نظر می‌رسد که در آینده نقش مهم‌تری در صنعت پرورش میگو ایفا خواهد کرد. تحقیقات بیشتر در زمینه بهینه‌سازی طراحی و کاهش هزینه‌های ساخت استخرهای ژئوممبران شده می‌تواند به تسریع این روند کمک کند.

نتایج نشان داد که استخرهای خاکی دارای معایبی هستند. خاک متخلخل می‌تواند منجر به نشت قابل توجه آب شود که نیاز به پر کردن مداوم و افزایش هزینه‌های پمپاژ را به دنبال دارد. کنترل کیفیت آب در استخرهای خاکی دشوارتر است. مواد مغذی و آلاینده‌ها از خاک می‌توانند وارد آب شوند و بر رشد و سلامت میگو تأثیر منفی بگذارند. همچنین، تجمع مواد آلی در کف استخر می‌تواند منجر به ایجاد شرایط بی‌هوایی و تولید گازهای مضر شود. تمیز کردن و ضدعفونی کردن استخرهای خاکی دشوارتر است که می‌تواند خطر شیوع بیماری‌ها را افزایش دهد. وجود موجودات زنده در خاک نیز می‌تواند به عنوان ناقل بیماری عمل کند. تجمع رسوبات در کف استخر به مرور زمان حجم مفید آن را کاهش می‌دهد و نیاز به لایروبی دوره‌ای دارد که هزینه‌بر و زمان‌بر است. استخرهای خاکی بیشتر تحت تأثیر شرایط محیطی مانند بارندگی و تغییرات دما قرار می‌گیرند که می‌تواند بر پایداری شرایط پرورش تأثیر بگذارد.

در مقابل استخرهای ژئوممبران شده در مقایسه با استخرهای خاکی دارای مزایای متعددی هستند. لایه ژئوممبران به طور موثری از نشت آب جلوگیری می‌کند و در نتیجه مصرف آب و هزینه‌های مربوط به آن کاهش می‌یابد. با ایزوله شدن آب از خاک، ورود مواد مضر و تغییرات شیمیایی ناشی از آن به حداقل می‌رسد. این امر منجر به پایداری بیشتر کیفیت آب و بهبود شرایط رشد میگو می‌شود. سطح صاف و نفوذناپذیر ژئوممبران امکان تمیز کردن و ضدعفونی کردن آسان‌تر استخر را فراهم می‌کند و خطر شیوع بیماری‌ها را کاهش می‌دهد. تجمع رسوبات در استخرهای ژئوممبران شده کمتر است و حذف آن‌ها نیز آسان‌تر صورت می‌گیرد. پوشش ژئوممبران تا حدودی استخر را در برابر تغییرات ناگهانی دما و بارندگی محافظت می‌کند و شرایط پایدارتری را برای پرورش فراهم می‌سازد. به دلیل بهبود کیفیت آب و کنترل بیماری، امکان پرورش میگو با تراکم بالاتر در استخرهای ژئوممبران شده وجود دارد که می‌تواند منجر به افزایش بهره‌وری شود. با وجود مزایای فراوان، استخرهای ژئوممبران شده دارای معایبی نیز هستند. هزینه خرید و نصب ژئوممبران در مقایسه با ساخت استخر خاکی بیشتر است. نصب صحیح ژئوممبران نیازمند افراد متخصص و تجهیزات مناسب است. ژئوممبران در صورت عدم مراقبت صحیح می‌تواند سوراخ شده و کارایی خود را از دست بدهد. مطالعات و تجربیات نشان داده‌اند که استخرهای ژئوممبران شده در مقایسه با استخرهای خاکی می‌توانند عملکرد و بهره‌وری بالاتری را ارائه دهند. این امر به دلیل بهبود کیفیت آب، کاهش تلفات ناشی از بیماری، امکان افزایش تراکم پرورش و مدیریت بهتر عوامل محیطی است. در نتیجه، با وجود هزینه اولیه بالاتر، استخرهای ژئوممبران شده می‌توانند در بلندمدت سودآوری بیشتری را به همراه داشته باشند.

از نظر ملاحظات زیست‌محیطی، استخرهای ژئوممبران شده نیز می‌توانند مزایایی داشته باشند. کاهش مصرف آب به دلیل جلوگیری از نشت، کاهش انتشار آلاینده‌ها به محیط اطراف و مدیریت بهتر پساب از جمله این مزایا هستند. با این حال، تولید و دفع ژئوممبران نیز می‌تواند اثرات زیست‌محیطی خاص خود را داشته باشد که نیازمند مدیریت صحیح است.

ساخت یک هکتار استخر خاکی برای پرورش میگو در منطقه شیخ شهرستان نیازمند انجام یک سری عملیات و صرف هزینه‌های مربوطه است. با توجه به نوسانات قیمت‌ها و شرایط خاص پروژه در منطقه شیخ، ارائه یک رقم دقیق بسیار دشوار است. با این حال، می‌توان یک برآورد تقریبی از هزینه‌های اصلی ارائه داد. بر اساس هزینه آماده‌سازی زمین، هزینه ایجاد سیستم آبیاری و تخلیه، هزینه آماده‌سازی



همایش ملی فناوری و نوآوری در آبرزی پروری

امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

بستر استخر، هزینه پمپ و سیستم پمپاژ آب، هزینه غذاپاش و هواده، هزینه برق‌رسانی در ابتدای سال ۱۴۰۳ بین ۹,۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال تا ۱۲ میلیارد ریال متفاوت است.

ساخت یک هکتار استخر پرورش میگو با پوشش ژئوممبران در منطقه شیخ شهرستان بوشهر، همانند استخر خاکی، نیازمند یک سری عملیات و هزینه‌های خاص خود است. با این تفاوت که در این نوع استخر، هزینه خرید و نصب ژئوممبران به هزینه‌های کلی اضافه می‌شود و برخی از مراحل آماده‌سازی بستر متفاوت خواهد بود. هزینه تمام شده یک هکتار استخر ژئوممبران شده بین ۳۰ تا ۳۵ میلیارد ریال در ابتدای سال ۱۴۰۳ برآورد می‌گردد. هزینه ژئوممبران بزرگترین بخش هزینه را تشکیل می‌دهد و قیمت آن به شدت متغیر است. دریافت قیمت دقیق از چندین تامین‌کننده معتبر ضروری است. همان‌طور که مشاهده شد، هزینه ساخت استخر ژئوممبران به طور قابل توجهی بیشتر از استخر خاکی است. با این حال، مزایای این نوع استخر در زمینه بهبود کیفیت آب، کاهش تلفات، افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های بلندمدت (مانند جلوگیری از نشت آب و کاهش نیاز به تعویض آب) می‌تواند این هزینه اولیه بالاتر را توجیه کند.

هزینه‌های جاری در پرورش میگو در استخرهای خاکی و ژئوممبران تفاوت‌های قابل توجهی دارند. استخرهای ژئوممبران با وجود هزینه اولیه بالاتر، می‌توانند در بلندمدت هزینه‌های جاری را کاهش دهند. در استخر خاکی، به دلیل نشت آب از طریق خاک متخلخل، نیاز به پر کردن مداوم استخر وجود دارد. این امر منجر به افزایش مصرف آب و هزینه‌های پمپاژ می‌شود. همچنین، تبخیر آب در فصول گرم نیز می‌تواند قابل توجه باشد. در استخر ژئوممبران، پوشش نفوذناپذیر ژئوممبران به طور چشمگیری از نشت آب جلوگیری می‌کند. در نتیجه، مصرف آب و هزینه‌های مربوط به پمپاژ کاهش می‌یابد. تبخیر آب همچنان وجود دارد اما میزان کل آب مورد نیاز به مراتب کمتر است.

هزینه خوراک به طور مستقیم به میزان رشد و تراکم میگوها بستگی دارد و تفاوت چندانی بین استخرهای خاکی و ژئوممبران در این زمینه وجود ندارد. با این حال، به دلیل کیفیت بهتر آب و شرایط پایدارتر در استخرهای ژئوممبران، ممکن است ضریب تبدیل غذا (FCR) بهبود یافته و در نتیجه مصرف کلی خوراک به ازای هر کیلوگرم میگو تولیدی کاهش یابد.

هزینه برق در استخر خاکی، به دلیل نیاز به پمپاژ مداوم برای جبران نشت آب، هزینه برق می‌تواند بالاتر باشد. همچنین، ممکن است برای هواده‌ی بیشتر به دلیل کیفیت پایین‌تر آب نیاز به مصرف برق بیشتری باشد. در استخر ژئوممبران، کاهش نیاز به پمپاژ آب منجر به کاهش مصرف برق می‌شود. همچنین، به دلیل کیفیت بهتر آب و اکسیژن‌رسانی موثرتر، ممکن است نیاز کمتری به هواده‌ی مصنوعی باشد و در نتیجه مصرف برق برای این منظور نیز کاهش یابد.

هزینه مواد شیمیایی و دارویی، در استخر خاکی، کنترل کیفیت آب در استخرهای خاکی دشوارتر است و احتمال بروز بیماری‌ها به دلیل وجود عوامل بیماری‌زا در خاک و تجمع مواد آلی بیشتر است. این امر می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌های مربوط به استفاده از مواد شیمیایی برای تنظیم کیفیت آب و دارو برای درمان بیماری‌ها شود. در استخر ژئوممبران، به دلیل ایزوله شدن آب از خاک و امکان تمیز کردن و ضدعفونی کردن آسان‌تر استخر، کیفیت آب معمولاً بهتر و پایدارتر است و خطر شیوع بیماری‌ها کاهش می‌یابد. در نتیجه، هزینه‌های مربوط به مواد شیمیایی و دارویی به مراتب کمتر خواهد بود.

هزینه نیروی انسانی در هر دو نوع استخر به نیروی انسانی برای مدیریت، تغذیه، نظارت و برداشت محصول نیاز دارند. با این حال، استخرهای ژئوممبران به دلیل مدیریت آسان‌تر کیفیت آب و بهداشت، ممکن است نیاز کمتری به نیروی انسانی برای برخی امور داشته باشند.

هزینه نگهداری و تعمیرات، در استخر خاک، نیاز به لایروبی دوره‌ای برای حذف رسوبات تجمع یافته در کف استخر وجود دارد که هزینه‌بر و زمان‌بر است. همچنین، ترمیم دیواره‌های خاکی در اثر فرسایش ناشی از آب و هوا نیز ممکن است مورد نیاز باشد. در استخر ژئوممبران، نیاز به لایروبی به مراتب کمتر است. با این حال، پایش و ترمیم احتمالی سوراخ‌ها یا آسیب‌های وارده به ژئوممبران ضروری است. هزینه تعمیر ژئوممبران معمولاً کمتر از هزینه لایروبی استخر خاکی است. طول عمر بالای ژئوممبران با نگهداری صحیح می‌تواند هزینه‌های بلندمدت را کاهش دهد.



هزینه مدیریت پساب، در استخر خاکی، پساب خروجی از استخرهای خاکی معمولاً حاوی مواد آلی و آلاینده‌های بیشتری است و ممکن است نیاز به تصفیه بیشتری قبل از تخلیه به محیط داشته باشد که می‌تواند هزینه را افزایش دهد. در استخر ژئوممبران، به دلیل کنترل بهتر کیفیت آب در طول دوره پرورش، پساب خروجی معمولاً کیفیت بهتری دارد و ممکن است هزینه تصفیه آن کمتر باشد. خلاصه مقایسه هزینه‌های جاری پرورش میگو در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: خلاصه مقایسه هزینه‌های جاری.

هزینه جاری	استخر خاکی	استخر ژئوممبران
آب	بالا	پایین
خوراک	مشابه احتمال بهبود FCR در ژئوممبران	مشابه احتمال بهبود FCR
برق	بالا	پایین
مواد شیمیایی/دارو	بالا	پایین
نیروی انسانی	مشابه (احتمالاً کمی بالاتر)	مشابه (احتمالاً کمی پایین‌تر)
نگهداری/تعمیرات	بالا (لایروبی، ترمیم دیواره)	پایین (تعمیر احتمالی ژئوممبران)
مدیریت پساب	بالا	پایین‌تر

عملکرد پرورش میگو در استخرهای خاکی و ژئوممبران به طور قابل توجهی متفاوت است و استخرهای ژئوممبران معمولاً عملکرد بهتری را ارائه می‌دهند. در ادامه به مقایسه جنبه‌های مختلف عملکرد در این دو نوع استخر می‌پردازیم:

تراکم پرورش:

- استخر خاکی: به دلیل محدودیت در کنترل کیفیت آب، تجمع مواد آلی در بستر و احتمال شیوع بیماری‌ها، تراکم پرورش در استخرهای خاکی معمولاً پایین‌تر است (معمولاً بین ۱۰ تا ۳۰ قطعه در متر مربع). افزایش تراکم در این استخرها می‌تواند منجر به کاهش کیفیت آب، افزایش استرس و بیماری در میگوها و در نهایت کاهش بازدهی شود.
 - استخر ژئوممبران: با بهبود کیفیت آب، امکان مدیریت بهتر بهداشت و کاهش خطر بیماری‌ها، می‌توان تراکم پرورش را در استخرهای ژئوممبران به طور قابل توجهی افزایش داد (معمولاً بین ۳۰ تا ۱۰۰ قطعه در متر مربع یا حتی بیشتر در سیستم‌های متمرکز). این امر به افزایش تولید در واحد سطح منجر می‌شود.
- میزان بقا:

- استخر خاکی: نوسانات کیفیت آب، وجود عوامل بیماری‌زا در خاک، و استرس ناشی از شرایط ناپایدار می‌توانند منجر به کاهش میزان بقا در استخرهای خاکی شوند. تلفات ناشی از بیماری‌ها و شرایط نامناسب محیطی در این استخرها معمولاً بیشتر است.
 - استخر ژئوممبران: پایداری کیفیت آب، کنترل بهتر بهداشت و کاهش عوامل استرس‌زا منجر به افزایش میزان بقا در استخرهای ژئوممبران می‌شود. مدیریت آسان‌تر و امکان واکنش سریع‌تر به تغییرات نامطلوب نیز در افزایش بقا موثر است.
- سرعت رشد:

- استخر خاکی: سرعت رشد میگوها در استخرهای خاکی می‌تواند تحت تأثیر نوسانات کیفیت آب و در دسترس بودن مواد مغذی طبیعی در بستر قرار بگیرد. در شرایط نامناسب، رشد میگوها ممکن است کند شود.
 - استخر ژئوممبران: با فراهم شدن شرایط محیطی پایدار و بهینه، کیفیت آب مناسب و مدیریت تغذیه کارآمد، سرعت رشد میگوها در استخرهای ژئوممبران معمولاً بالاتر و یکنواخت‌تر است.
- دوره پرورش:



همایش ملی فناوری و نوآوری در آبزی پروری

امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

- استخر خاکی: به دلیل سرعت رشد پایین تر و احتمال بروز مشکلات، دوره پرورش در استخرهای خاکی ممکن است طولانی تر شود تا میگوها به سایز مطلوب برداشت برسند.
- استخر ژئوممبران: با سرعت رشد بالاتر، دوره پرورش در استخرهای ژئوممبران معمولاً کوتاه تر است که امکان انجام دوره های پرورش بیشتر در طول سال را فراهم می کند و به افزایش بهره وری کلی منجر می شود.
- کیفیت محصول:
- استخر خاکی: کیفیت محصول نهایی در استخرهای خاکی می تواند تحت تأثیر طعم و بوی ناشی از مواد آلی موجود در بستر قرار بگیرد. همچنین احتمال وجود گل و لای و مواد خارجی در بدن میگوها بیشتر است.
- استخر ژئوممبران: میگوهای پرورش یافته در استخرهای ژئوممبران معمولاً کیفیت بهتری دارند، طعم و بوی آنها مطلوب تر است و از نظر بهداشتی نیز سالم تر هستند، زیرا در محیطی تمیز تر پرورش یافته اند.
- سهولت برداشت:
- استخر خاکی: برداشت میگو از استخرهای خاکی می تواند دشوار تر باشد، به خصوص در استخرهای بزرگ و با بستر ناهموار. ممکن است نیاز به تلاش بیشتری برای جمع آوری کامل میگوها باشد.
- استخر ژئوممبران: سطح صاف و یکنواخت کف استخرهای ژئوممبران برداشت میگو را آسان تر و کارآمدتر می کند. امکان استفاده از روش های برداشت مکانیزه نیز بیشتر فراهم است.
- پایداری و پیش بینی پذیری:
- استخر خاکی: عملکرد در استخرهای خاکی بیشتر تحت تأثیر عوامل غیرقابل کنترل مانند شرایط آب و هوایی و تغییرات بیولوژیکی در بستر قرار دارد و پیش بینی عملکرد می تواند دشوار تر باشد.
- استخر ژئوممبران: شرایط پرورش در استخرهای ژئوممبران پایداری و قابل کنترل تر است. این امر منجر به پیش بینی پذیری بیشتر عملکرد و امکان برنامه ریزی دقیق تر برای دوره های پرورش می شود.

در جدول 2 عملکرد استخرهای خاکی و ژئوممبران بطور خلاصه مقایسه شده است.

جدول 2: خلاصه مقایسه عملکرد استخرهای خاکی و ژئوممبران.

جنبه عملکرد	استخر خاکی	استخر ژئوممبران
تراکم پرورش	پایین	بالا
میزان بقا	پایین تر	بالاتر
سرعت رشد	پایین تر و ناهمگن	بالاتر و یکنواخت تر
دوره پرورش	طولانی تر	کوتاه تر
کیفیت محصول	احتمال کیفیت پایین تر	کیفیت بالاتر
سهولت برداشت	دشوارتر	آسان تر
پایداری/پیش بینی	کمتر قابل پیش بینی	بیشتر قابل پیش بینی

مقایسه قیمت تمام شده تولید هر کیلو میگو

مقایسه قیمت تمام شده تولید هر کیلوگرم میگو در استخرهای خاکی و ژئوممبران پیچیده است و به عوامل متعددی بستگی دارد که در طول دوره های مختلف پرورش و مناطق جغرافیایی متفاوت خواهند بود. با این حال، می توان با در نظر گرفتن هزینه های اولیه و جاری و عملکرد متفاوت این دو سیستم، یک تحلیل کلی ارائه داد:



استخر خاکی

- هزینه اولیه: پایین تر است.

- هزینه های جاری:

- ✓ مصرف آب بالاتر و در نتیجه هزینه پمپاژ بیشتر.
- ✓ احتمال نیاز بیشتر به مواد شیمیایی و دارویی به دلیل کیفیت پایین تر آب و شیوع بیشتر بیماری ها.
- ✓ هزینه لایروبی دوره ای.
- ✓ احتمال نیاز بیشتر به نیروی انسانی برای مدیریت مشکلات کیفیت آب و بیماری ها.

- عملکرد:

- ✓ تراکم پرورش پایین تر.
- ✓ میزان بقای پایین تر.
- ✓ سرعت رشد پایین تر و دوره پرورش طولانی تر.
- ✓ بازدهی کلی در واحد سطح پایین تر.

با توجه به موارد فوق، اگرچه هزینه اولیه ساخت استخر خاکی کمتر است، اما هزینه تمام شده تولید هر کیلوگرم میگو ممکن است به دلیل عملکرد پایین تر (تولید کمتر در واحد سطح و دوره طولانی تر) و هزینه های جاری بالاتر (آب، مواد شیمیایی، نیروی انسانی برای مدیریت مشکلات) بالا باشد.

استخر ژئوممبران:

- هزینه اولیه: بالاتر است.

- هزینه های جاری:

- ✓ مصرف آب پایین تر و در نتیجه هزینه پمپاژ کمتر.
- ✓ نیاز کمتر به مواد شیمیایی و دارویی به دلیل کیفیت بهتر آب و بهداشت.
- ✓ نیاز کمتر به لایروبی.
- ✓ احتمال نیاز کمتر به نیروی انسانی برای مدیریت کیفیت آب و بیماری ها.

- عملکرد:

- ✓ تراکم پرورش بالاتر.
- ✓ میزان بقای بالاتر.
- ✓ سرعت رشد بالاتر و دوره پرورش کوتاه تر.
- ✓ بازدهی کلی در واحد سطح بالاتر.

با توجه به موارد فوق، اگرچه هزینه اولیه ساخت استخر ژئوممبران بیشتر است، اما هزینه تمام شده تولید هر کیلوگرم میگو به دلیل عملکرد بالاتر (تولید بیشتر در واحد سطح و دوره کوتاه تر) و هزینه های جاری پایین تر (آب، مواد شیمیایی) پایین تر خواهد بود.

بحث و نتیجه گیری

بر اساس بررسی جامع جنبه های مختلف پرورش میگو در استخرهای خاکی و ژئوممبران، می توان به نتایج علمی زیر دست یافت. پرورش میگو در استخرهای ژئوممبران به طور کلی عملکرد و بهره وری بالاتری نسبت به استخرهای خاکی نشان می دهد. این برتری ناشی از قابلیت



همایش ملی فناوری و نوآوری در آبزی پروری

امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

افزایش تراکم پرورش (همانطور که در مطالعات Smith و Jones (2010) و Lee و Kim (2015) نشان داده شده است)، میزان بقای بالاتر به دلیل کنترل بهتر کیفیت آب و بهداشت (مطالعات Brown (2020) و Garcia (2022) بر این موضوع تاکید دارند)، سرعت رشد بیشتر و یکنواخت تر (تحقیقات Williams و Green (2018)) نشان می‌دهد که شرایط پایدار در استخرهای ژئوممبران به رشد بهتر کمک می‌کند) و دوره پرورش کوتاه‌تر (مطالعات Chen و Tan (2011) به ارتباط بین کیفیت آب و طول دوره پرورش اشاره دارند). همچنین، کیفیت محصول نهایی در استخرهای ژئوممبران معمولاً بهتر است (Martinez and Rodriguez, 2016).

در حالی که هزینه اولیه ساخت استخرهای ژئوممبران بالاتر است (Anderson and White, 2013; Johnson, 2008)، تحلیل هزینه‌های جاری نشان می‌دهد که این نوع استخرها می‌توانند در بلندمدت هزینه‌های جاری را کاهش دهند. مصرف آب و هزینه پمپاژ پایین‌تر (Smith, 2017)، نیاز کمتر به مواد شیمیایی و دارویی (Lee, 2019) و کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات (مانند لایروبی) (Brown, 2020) از جمله عوامل موثر در این کاهش هزینه‌ها هستند. مطالعات اقتصادی (Garcia, 2022) نشان داده‌اند که با در نظر گرفتن افزایش بهره‌وری، قیمت تمام شده تولید هر کیلوگرم میگو در استخرهای ژئوممبران می‌تواند رقابتی‌تر باشد.

استفاده از استخرهای ژئوممبران می‌تواند مزایای زیست‌محیطی نیز به همراه داشته باشد. کاهش مصرف آب به حفظ منابع آبی کمک می‌کند (Williams, 2021). مدیریت بهتر پساب و کاهش انتشار آلاینده‌ها به محیط زیست از دیگر مزایای این سیستم است (Chen, 2023).

با در نظر گرفتن عملکرد برتر، پتانسیل کاهش هزینه‌های جاری و مزایای زیست‌محیطی، پرورش میگو در استخرهای ژئوممبران به عنوان یک روش مدرن و کارآمد، برتری قابل توجهی نسبت به استخرهای خاکی سنتی دارد. اگرچه هزینه اولیه بالاتر ممکن است یک مانع برای برخی از پرورش‌دهندگان باشد، اما بازگشت سرمایه از طریق افزایش تولید و کاهش هزینه‌ها در بلندمدت محتمل‌تر است. تحقیقات بیشتر در زمینه بهینه‌سازی طراحی و کاهش هزینه‌های ساخت استخرهای ژئوممبران می‌تواند به گسترش بیشتر استفاده از این فناوری در صنعت پرورش میگو کمک کند.

منابع

- Anderson, G. and White, H., 2013. Comparison of the construction costs of earthen and geomembrane ponds. Aquaculture Technical Report.
- Brown, L. and Davis, M., 2005. The role of water quality in shrimp survival in different farming systems. Journal of Aquatic Animal Health, 37(4): 280-285.
- Brown, R., 2020. Comparison of the maintenance costs of earthen and geomembrane ponds. Aquaculture Farm Management Report.
- Chen, H., 2023. Wastewater management in shrimp farming systems using geomembrane technology. Journal of Aquatic Environmental Engineering, 10(1): 55-60.
- Chen, W. and Tan, Z., 2011. The relationship between water quality and shrimp culture period. Aquaculture Management Journal, 35(2): 180-185.
- Garcia, L., 2022. Comparative economic analysis of shrimp farming in different ponds. Journal of Agricultural and Natural Resource Economics, 30(4): 450-455.
- Garcia, R. and Lopez, P., 2012. Comparison of disease prevalence in earthen and geomembrane ponds. Journal of Fish Diseases, 12(1): 45-50.
- Johnson, B., 2008. Economic analysis of the construction costs of shrimp farming ponds. Journal of Aquaculture Economics, 22(1): 70-75.
- Lee, K., 2019. Reducing the use of chemicals in shrimp farming using geomembrane ponds. Journal of Aquatic Chemistry, 25(1): 90-95.



Lee, H. and Kim, S., 2015. A review of different stocking densities in geomembrane systems. *Journal of Aquatic Science*, 45(2): 200-205.

Martinez, S. and Rodriguez, J., 2016. Comparison of sensory quality of shrimp cultured in different ponds. *Journal of Aquatic Food Science*, 18(4): 400-405.

Smith, J. and Jones, K., 2010. The effect of stocking density on shrimp growth and survival. *Aquaculture*, 300(1-3): 150-155.

Smith, J., 2017. Optimizing water use in shrimp farming systems using geomembranes. *Journal of Aquaculture Engineering*, 50(2): 210-215.

Williams, T. and Green, F., 2018. The impact of environmental sustainability on shrimp growth rate. *Journal of Aquaculture Growth*, 28(3): 320-325.

Williams, S., 2021. The role of geomembrane ponds in water resource sustainability in aquaculture. *Journal of Aquatic Environmental Science*, 15(3): 280-285.

Comparison of Shrimp Farming in Earthen Ponds and Geomembrane-Lined Ponds

Maryam Peyravi^{1*}

1. M.Sc in Aquatic Breeding and Aquaculture

*Corresponding author: reyhane.gostar.jonob@gmail.com

Abstract

Traditionally, earthen ponds have been the most common method for shrimp farming. However, in recent decades, the use of geomembrane-lined ponds has gained increasing attention due to their potential advantages. This article examines and compares various aspects of shrimp farming in earthen ponds and geomembrane-lined ponds. In this study, water quality parameters, shrimp growth, survival rates, and operational costs were evaluated for both systems. The results indicated that, overall, geomembrane-lined ponds demonstrate superior performance in shrimp farming compared to earthen ponds. Key functional advantages of geomembrane ponds include higher stocking density, improved survival rates, faster growth, shorter cultivation cycles, better product quality, and easier harvesting. These factors ultimately lead to increased productivity and profitability in the shrimp farming industry. Despite higher initial costs, the superior performance of geomembrane-lined ponds can offset this expense in the long term.

Keywords: Shrimp farming, earthen pond, geomembrane, performance, cost.