مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

# امکان‌سنجی پرورش میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) در هرزآب شور در مقایسه با آب دریای خزر

**حسین آدینه*، محمد خادمی حمیدی، عافیه ناظر**

*گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران*

**نوع مقاله:**
پژوهشی

**تاریخچه مقاله:**
دریافت: ۹۸/۰۱/۱۰
اصلاح: ۹۸/۰۹/۰۴
پذیرش: ۹۸/۱۱/۰۶

**کلمات کلیدی:**
تراکم ذخیره‌سازی
فعالیت متابولیکی
کیفیت آب
میگوی وانامی
هرزآب

**چکیده**

در این تحقیق، اثر استفاده از هرزآب شور در مقایسه با آب دریای خزر بر کیفیت آب، پارامترهای تولیدی و متابولیکی میگوی وانامی در شرایط آزمایشگاهی شد. میگوها با میانگین وزن ۰/۰۹± ۱/۳۸ گرم و طول ۰/۳۰± ۷/۱۲ سانتی‌متر در ۱۸ مخزن با حجم آبگیری ۵۰ لیتر (۶ تیمار آزمایشی و هر یک با ۳ تکرار) به مدت ۳۰ روز پرورش یافتند. تیمارهای آزمایشی میگو شامل دو محیط پرورش (هرز آب: W و دریا: S) و سه تراکم ذخیره‌سازی (L، M و H شامل ۱۵، ۳۰ و ۴۵ میگو در هر مخزن) بودند. ضریب تبدیل غذایی با افزایش تراکم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما پارامترهای رشد (وزن نهایی، افزایش وزن و نرخ رشد ویژه)، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مختلف (آب و تراکم) وجود نداشت. با افزایش تراکم ذخیره‌سازی غلظت آمونیاک، نیترات و فسفات افزایش یافت. فعالیت گلوکز، پروتئین و هموسیانین در تیمارهای WH و WM در مقایسه با دیگر تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافت. فعالیت آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) در تیمار SH به طور معنی‌داری بیشتر بود. به‌طورکلی، نتایج این تحقیق نشان داد که پرورش میگوی وانامی در هرزآب شور با تراکم متوسط در شرایط آزمایشگاهی امکان‌پذیر است.

## مقدمــه

رشد روزافزون جمعیت جهان، همگام با گسترش فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی به همراه خشک‌سالی‌های پی‌درپی در اکثر کشورهای واقع در کمربند مناطق خشک در سال‌های اخیر موجب شده است که تقاضا برای آب افزایش یابد و منابع آب با کیفیت مطلوب به اوج بهره‌برداری خود برسند و فشار بیش از اندازه‌ای به منابع وارد آید. تفاوت آب طبیعی با آب‌های نامتعارف در نوع و درصد عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی موجود در آن می‌باشد. بنابراین اندازه‌گیری متغیرهای فیزیکی و شیمیایی کیفیت آب و سنجش آن با معیارهای جهانی می‌تواند در شناخت و مدیریت آن حائز اهمیت باشد (Shayegan and Afshari, 2004). از مهم‌ترین آب‌های نامتعارف می‌توان به زه آب‌ها و آب‌های شور که قابلیت استفاده در صنعت و کشاورزی را ندارند اشاره کرد. استفاده از آب‌های نامتعارف با توجه به محدودیت منابع آبی کشور در مدیریت خشک‌سالی بسیار مؤثر و کارآمد است و استفاده از آب‌های نامتعارف یکی از راه‌های توسعه بخش کشاورزی و صنعتی محسوب می‌گردد.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: adineh.h@gmail.com
adineh.h@gonbad.ac.ir



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-10-19 ]

در راستای استفاده از پساب و هرز آب‌های موجود در طبیعت گزارش‌هایی منتشر شده است که در این ارتباط می‌توان به امکان‌سنجی پرورش ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در پساب تصفیه‌شده از ضایعات کشتارگاه طیور (Adineh, 2017 and Harsij)، تأثیر نسبت‌های مختلف پساب تصفیه شده صنایع کاغذسازی پارس (خوزستان) بر برخی فاکتورهای بیوشیمیایی در کبد ماهی کولی (*Alburnus mossulensis*) (Nematdoost Hagi and Banaee, 2016)، ارتباط مدل رشد با فاکتور کیفیت غذای ماهی تیلاپیای (*Oreochromis niloticus*) پرورش یافته در فاضلاب اکسیداسیون شده (Wijaya *et al.*, 2015)، تأثیر پساب کارخانه کاغذ بر پارامترهای بیوشیمیایی و هماتولوژی کبد و عضله بدن ماهی (*channa punctatus*) (Shahi *et al.*, 2013)، اثر پساب کارخانه کاغذسازی بر پارامترهای فیزیولوژیکی ماهی (*Rutilus rutilus*) (Jeney *et al.*, 2002)، اثرات پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بر بازماندگی، رشد و غلظت زرده‌سازی در ماهی کپور قنات (*Pimephales promelas*) (Griffin and Harrahy, 2014) اشاره کرد.

پژوهشگران گزارش دادند که با توجه به تنوع اقلیمی کشور و وجود منابع آب شور و لب شور زیاد، امکان پرورش گونه‌های مقاوم به شوری از جمله ماهیان خاویاری فیل ماهی، تیلاپیا، خامه ماهی، ماهی شانک، آرتمیا، میگو و ریز جلبک‌ها از جمله اسپیرولینا نیز کاندیداهای خوبی هستند که پرورش تمامی این گونه‌ها هم اکنون یک فعالیت کاملاً اقتصادی و استراتژیک در تأمین غذا و بیابان‌زدایی در سطح جهانی می‌باشد.

با این‌که گزارش‌ها حاکی از استفاده آب‌های نامتعارف در بخش تولیدات کشاورزی می‌باشد، اما برای درک بهتر مکانیزم اثر آب‌های نامتعارف در سیستم پرورش آبزیان بر عملکرد رشد و بهره‌وری تغذیه و همچنین تأثیر بر کیفیت آب، نیاز به مطالعات بیشتر و تخصصی برای انواع آبزیان از جمله میگوی وانامی وجود دارد. میگوی سفید اقیانوس آرام (*Litopenaeus vannamei*) یکی از مهم‌ترین گونه‌های پرورشی در دنیا محسوب می‌گردد (FAO, 2010; Pauly and Froese, 2012) و رتبه اول پرورش در ایران را به خود اختصاص داده است. افزایش مصرف این گونه در دنیا باعث شده تا از نظر مطالعات بیشتر مورد توجه قرار گیرد (Zhang *et al.*, 2014). طبق آمار فائو میزان تولید جهانی پرورشی میگوی وانامی از ۲/۱۲۰ میلیون تن تولید در سال ۲۰۱۳ به ۴/۱۵۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۶ رسید (FAO, 2016).

افزایش مصرف غذاهای دریایی، صنعت پرورش آبزیان را به سمت پرورش متراکم سوق داده است (Tovar *et al.*, 2000) اما باید توجه داشت که تراکم ذخیره‌سازی تأثیر زیادی بر روی سوخت و ساز بدن، رشد و استرس دارد (Braun *et al.*, 2010). بررسی شاخص‌های متابولیکی می‌تواند ما را در درک میزان استرس موجود در محیط پرورش و پاسخ فیزیولوژی آبزی کمک نماید.از طرفی وجود انواع استرس‌های محیطی می‌تواند بر میزان فاکتورهای گلوکز و لاکتات اثر مستقیم داشته و مقادیر آن‌ها را افزایش دهد (Mugnier and Justou, 2004; Aparicio-Simón *et al.*, 2010). همچنین برای ارزیابی وضعیت تغذیه، مقادیر پروتئین که همواره با مقادیر دیگر فاکتورهای تجدیدپذیر همچون گلوکز در فرایند سوخت و ساز بافت‌های مختلف بدن در ارتباط است نیز مورد توجه است (Rosas *et al.*, 2002). علاوه بر این، در سخت‌پوستان ساختار اصلی هموسیانین که در هپاتوپانکراس ساخته می‌شود را پروتئین تشکیل می‌دهد که وظیفه اصلی آن انتقال اکسیژن به بافت‌های بدن می‌باشد؛ بنابراین بررسی این فاکتورها که به عنوان شاخص‌های متابولیکی در جهت مشاهده وضعیت زیستی است برای محققین حائز اهمیت می‌باشد.

به‌منظور بهره‌وری از زه‌آب‌های کشاورزی و پرورش میگو در منطقه شوره‌زا دیگچه شهرستان گنبدکاووس- استان گلستان، که قابلیت کشاورزی ندارد، مطالعه با هدف امکان‌سنجی پرورش میگوی وانامی در آب هرز شور در مقایسه با آب دریای خزر در سطوح مختلف تراکم انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### تأمین میگوی وانامی



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-10-19 ]

تعداد ۱۵۰۰ قطعه میگو به همراه آب دریای خزر از سایت پرورش میگو گمیشان تهیه و هرزآب شور از بخش مرکزی، منطقه دیگچه گنبد تهیه و برای به‌کارگیری در مخازن پرورش به آزمایشگاه مهندسی آبزیان دانشگاه گنبد کاووس انتقال یافت. برای سازگاری با شرایط آزمایشگاهی میگوها به مدت ۷ روز نگهداری شدند.

**طرح آزمایش**

میگوها با میانگین وزنی ۰/۰۹± ۱/۳۸ گرم و طول ۰/۳۰± ۷/۱۲ سانتی‌متر در قالب طرح فاکتوریل (۲×۳) شامل ۳ سطح تراکم (تراکم پایین، متوسط و بالا) در ۲ نوع محیط آب (آب هرز شور و آب شور دریای خزر) به مدت ۳۰ روز پرورش یافتند. در مجموع ۱۸ تانک مدور (۶ تیمار و هر یک با ۳ تکرار) با حجم آبگیری ۵۰ لیتر و میزان ذخیره‌سازی میگو با تراکم پایین برابر ۱۵ قطعه (۰/۴۱ کیلوگرم در مترمربع)، تراکم متوسط برابر با ۳۰ قطعه (۰/۸۲ کیلوگرم در مترمربع) و تراکم بالا برابر با ۴۵ قطعه (۱/۲۴ کیلوگرم در مترمربع) بود.

تراکم پرورش میگوی وانامی بر اساس گزارش‌های منتشر شده در سیستم فوق متراکم پرورش میگو در حدود ۰/۹ کیلوگرم در متر مربع برنامه‌ریزی شد (da Silva *et al*., 2016). طراحی تیمارهای آزمایشی محیط پرورش با آب شور دریا با تراکم‌های پایین (SL)، متوسط (SM) و بالا (SH) و همچنین محیط پرورش با هرزآب شور با تراکم پایین (WL)، متوسط (WM) و بالا (WH) آماده شدند.

**آنالیز کیفیت آب محیط پرورش**

تعویض آب روزانه ۱۵ درصد از کف مخازن انجام پذیرفت. در طول دوره پرورش هر سه روز یک‌بار فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب شامل شوری، درجه حرارت و اکسیژن محلول با دستگاه HACH مدل ۲۰۰۰ ساخت آمریکا و پی‌اچ آب با استفاده از پی‌اچ‌متر مدل ۸۲۷ متروم ساخت سوئیس اندازه‌گیری شد. بر اساس روش استاندارد آزمایشگاهی منتشر شده توسط انجمن بهداشت عمومی آمریکا و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، روزهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ آزمایش مقادیر آمونیاک (TAN) با طول موج ۶۴۰ نانومتر، نیترات (NO3-N) با طول موج ۴۱۰ نانومتر و فسفات کل با طول موج ۶۹۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. همچنین قلیائیت به روش تیتراسیون سنجیده شد (APHA, 1998).

**عملکرد رشد و تغذیه**

در طول دوره آزمایش میزان غذادهی به میزان سیری و در ۳ نوبت بود. هر روز قبل از غذادهی، عمل سیفون کردن آب برای خروج مدفوع انجام شد. پایان دوره آزمایش برای بررسی روند رشد و تغذیه زیست‌سنجی میگوها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم و خط کش با دقت ۱ میلی‌متر انجام شد. معیارها محاسباتی شامل افزایش وزن، درصد رشد روزانه، نرخ رشد ویژه، ضریب چاقی، ضریب تبدیل غذایی، کارایی تبدیل غذا و نسبت کارایی پروتئین و همچنین درصد بازماندگی بود که بر اساس فرمول‌های زیر آنالیز گردیدند:

افزایش وزن = [وزن نهایی (گرم) / وزن اولیه (گرم)]

نرخ رشد ویژه وزن = [(لگاریتم طبیعی وزن نهایی ماهی - لگاریتم طبیعی وزن نهایی ماهی)/ مدت روز پرورش] × ۱۰۰

فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی= [وزن نهایی (گرم)/ توان سوم طول کل ماهی (سانتی‌متر)] × ۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی = [مقدار غذای مصرفی(گرم) / وزن به دست آمده (گرم)]

کارایی تبدیل غذا = [وزن به دست آمده ماهی(گرم)/ غذای خشک خورده شده]× ۱۰۰

**سنجش فاکتورهای متابولیکی هپاتوپانکراس**

در پایان دوره آزمایش بعد از انجام بیومتری، بلافاصله هپاتوپانکراس از بدن میگو جدا شد. سپس هپاتوپانکراس به لوله‌های پلاستیکی درب‌دار شماره‌گذاری شده منتقل و در یخچال فریزر آزمایشگاهی با دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-10-19 ]

اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر نگهداری شدند. برای سنجش غلظت پروتئین تام نمونه‌ها هموژن و با روش برادفورد سنجیده شد که به این منظور از آلبومین سرم گاوی (BSA) به عنوان استاندارد استفاده شد (Bradford, 1976; Shi *et al.*, 2006). غلظت گلوکز به روش گلوکز اکسیداز با کیت پارس آزمون و با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۵۴۶ نانومتر مورد سنجش قرار گرفت (Kunst *et al.*, 1983). برای سنجش آنزیم‌های آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) در هپاتوپانکراس میگو از کیت تشخیص کمی شرکت پارس آزمون بر اساس روش پیشنهادی IFCC (فدراسیون بین المللی شیمی بالینی و طب آزمایشگاهی) انجام شد. هموسیانین بر اساس روش ارائه شده توسط Adachi و همکاران (۲۰۰۱) با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۳۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

**آنالیز آماری**

رسم نمودار و تجزیه و تحلیل داده‌ها به ترتیب با استفاده از نرم‌افزار Excel و SPSS در محیط ویندوز انجام گرفت. این پژوهش در قالب طرح فاکتوریل ۳×۲ (۶ تیمار آزمایشی و هر یک با ۳ تکرار) انجام پذیرفت. نرمال بودن داده‌های به دست آمده با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. از آزمون تجزیه واریانس دوطرفه برای بررسی اثر متقابل نوع آب (آب دریا و هرزآب شور) و تراکم ذخیره‌سازی (پایین، متوسط و بالا) استفاده گردید. از آزمون One-Way ANOVA (تجزیه واریانس یک‌طرفه) برای مقایسه آماری تیمارها از روش توکی (Tukey) برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها تیمارهای مختلف آزمایشی در سطح احتمال p۰/<۰۵ استفاده شد.

**نتایــج**

آنالیز پارامترهای رشد و تغذیه در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج پرورش میگو در دو محیط آب با سه نوع تراکم نشان داد که وزن نهایی تفاوت آماری بین تیمارهای مختلف آزمایشی نداشت (p>۰/۰۵) به‌طوری که بیشترین مقدار آن در تیمار SM (۴/۰۱±۰/۳۱ گرم) و کمترین مقدار آن در تیمار WH (۳/۷۰±۰/۳۶ گرم) به دست آمد. افزایش وزن و درصد رشد روزانه بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵). تفاوت آماری از نظر نرخ رشد ویژه بین تیمارها وجود نداشت (p>۰/۰۵) که بیشترین آن در تیمار WM برابر ۳/۴۳±۰/۲۰ به دست آمد. بیشترین و کمترین فاکتور وضعیت در تیمارهای هرزآب شور به‌دست آمد. به طور کلی نتایج نشان داد که نوع محیط آبی (دریا و هرزآب شور) و تراکم ذخیره‌سازی بر عملکرد رشد تأثیر معنی‌دار آماری نداشت. همچنین بررسی اثرمتقابل بین آب و تراکم نشان از عدم اثر این دو عامل بر پارامترهای رشد بود. ضریب تبدیل غذایی اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمار با تراکم بالا در مقایسه با تیمارهای با تراکم پایین و متوسط در دو محیط آبی داشت (p<۰/۰۵). کمترین مقدار این معیار در تیمار SL (۰/۹۹±۰/۱۴) و بیشترین آن در تیمار WH (۲/۳۲±۰/۴۰) به دست آمد. کارایی تبدیل غذا و نسبت کارایی پروتئین بین تیمارهای آزمایشی تفاوت آماری معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵) به‌طوری که بیشترین مقادیر آن‌ها در تیمارهای با تراکم پایین و متوسط و کمترین مقادیر آن‌ها در تیمار با تراکم بالا به دست آمد. نتایج به دست آمده از بهره‌وری تغذیه نشان داد که محیط آب بر آن تأثیری نداشت در حالی‌که تراکم ذخیره‌سازی بر بهره‌وری تغذیه تأثیر معنی‌دار آماری داشت. همچنین بررسی اثرمتقابل بین آب و تراکم نشان از عدم اثر این دو عامل بر پارامترهای تغذیه بود. در این آزمایش درصد بازماندگی بین تیمارهای آزمایش تفاوت آماری نداشت (p>۰/۰۵).

معیارهای فیزیکوشیمیایی آب محیط پرورش میگو (آب دریا و هرزآب شور) با تراکم‌های مختلف (پایین، متوسط و زیاد) در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین مقادیر ثبت شده شوری در آب شور دریای خزر ۳/۳۶± ۱۳/۳۰ گرم در لیتر و در هرزآب شور ۰/۷۹± ۱۴/۴۹ گرم در لیتر، تفاوت معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵). میانگین دما و اکسیژن محلول آب بین تیمارهای مختلف آزمایشی تفاوت آماری نداشت که در طول دوره پرورش برابر ۰/۴۷± ۲۷/۸۸ درجه سانتی‌گراد و ۰/۴۸± ۷/۲۸ میلی‌گرم در لیتر بود (p>۰/۰۵). پی‌اچ اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها داشت به‌طوری که بیشترین میزان در تیمار WL (۰/۱۵± ۷/۹۰) و کمترین آن در تیمار SM (۰/۱۱± ۷/۴۸) به دست آمد (p<۰/۰۵). مقادیر به دست آمده از فاکتورهای هدایت الکتریکی و مواد جامد محلول نشان از عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف آزمایشی بود (p>۰/۰۵).



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-10-19 ]

**جدول ۱.** عملکرد رشد و تغذیه (میانگین± انحراف معیار) میگوی وانامی پرورش یافته در دو محیط آبی با سه نوع تراکم در شرایط آزمایشگاهی

| پارامترها | W | | | S | | | آب | تراکم | اثرمتقابل آب× تراکم | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | L | M | H | L | M | H | | | | |
| وزن نهایی (گرم) | ۳/۸۰±۰/۲۸ | ۳/۹۸±۰/۲۷ | ۳/۷۰±۰/۳۶ | ۳/۹۹±۰/۳۳ | ۴/۰۱±۰/۳۱ | ۳/۹۵±۰/۲۳ | ۰/۲۹ | ۰/۶۳ | ۰/۸۱ | NS |
| طول نهایی (سانتی‌متر) | ۸/۰۶±۰/۱۱ | ۸/۵۰±۰/۲۶ | ۸/۳۰±۰/۱۷ | ۸/۲۶±۰/۳۷ | ۸/۳۳±۰/۳۲ | ۸/۴۶±۰/۵۸ | ۰/۶۸ | ۰/۴۱ | ۰/۶۰ | NS |
| افزایش وزن (گرم) | ۲/۲۷±۰/۲۹ | ۲/۵۶±۰/۲۳ | ۲/۲۴±۰/۳۶ | ۲/۵۰±۰/۳۶ | ۲/۵۱±۰/۲۷ | ۲/۴۸±۰/۱۵ | ۰/۳۳ | ۰/۵۵ | ۰/۶۳ | NS |
| رشد روزانه (درصد) | ۷/۵۷±۰/۹۷ | ۸/۵۳±۰/۷۹ | ۷/۴۶±۱/۲۲ | ۸/۳۳±۱/۲۲ | ۸/۳۶±۰/۹۲ | ۸/۲۶±۰/۵۰ | ۰/۳۳ | ۰/۵۵ | ۰/۶۳ | NS |
| نرخ رشد ویژه | ۳/۰۳±۰/۳۰ | ۳/۴۳±۰/۲۰ | ۳/۰۹±۰/۳۷ | ۳/۲۷±۰/۳۶ | ۳/۲۷±۰/۲۰ | ۳/۲۹±۰/۰۴ | ۰/۴۷ | ۰/۴۳ | ۰/۴۰ | NS |
| فاکتور وضعیت | ۰/۷۲±۰/۰۷ | ۰/۶۴±۰/۰۲ | ۰/۶۴±۰/۰۵ | ۰/۷۰±۰/۰۴ | ۰/۶۹±۰/۰۳ | ۰/۶۶±۰/۱۴ | ۰/۶۹ | ۰/۳۷ | ۰/۷۷ | NS |
| ضریب تبدیل غذایی | ۱/۰۹±۰/۱۳$^{b}$ | ۱/۲۱±۰/۱۱$^{b}$ | ۲/۳۲±۰/۴۰$^{a}$ | ۰/۹۹±۰/۱۴$^{b}$ | ۱/۲۰±۰/۱۲$^{b}$ | ۱/۹۵±۰/۱۲$^{a}$ | ۰/۱۲ | ۰/۰۰ | ۰/۳۱ | NS |
| کارایی تبدیل غذا | ۹۲/۴۱±۱۱/۸۵$^{a}$ | ۸۲/۵۸±۷/۶۸$^{a}$ | ۴۳/۹۲±۷/۱۸$^{b}$ | ۱۰۱/۶۳±۱۴/۹۴$^{a}$ | ۸۳/۶۶±۹/۲۹$^{a}$ | ۵۱/۳۴±۳/۱۲$^{b}$ | ۰/۲۲ | ۰/۰۰ | ۰/۷۵ | NS |
| نسبت کارایی پروتئین | ۰/۸۳±۰/۱۰$^{a}$ | ۰/۷۴±۰/۰۶$^{a}$ | ۰/۳۹±۰/۰۶$^{b}$ | ۰/۹۱±۰/۱۳$^{a}$ | ۰/۷۵±۰/۰۸$^{a}$ | ۰/۴۶±۰/۰۲$^{b}$ | ۰/۲۲ | ۰/۰۰ | ۰/۷۵ | NS |
| بازماندگی | ۹۷/۳۰±۳/۵۱ | ۹۳/۹۵±۳/۴۷ | ۸۸/۹۷±۵/۶۹ | ۱۰۰ | ۹۵/۵۹±۲/۹۷ | ۹۱/۳۶±۳/۷۰ | ۰/۴۹ | ۰/۰۱ | ۰/۸۴ | NS |

عدم وجود حروف لاتین نشان از نبود اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است ($p>0/05$)

درصورتی‌که آنالیز دوطرفه اثر آب محیط پرورش، تراکم ذخیره‌سازی و همچنین اثر متقابل آب× تراکم کمتر از ۰/۰۵ بود نشان از تفاوت معنی‌دار آماری است ($p<0/05$) و بالعکس

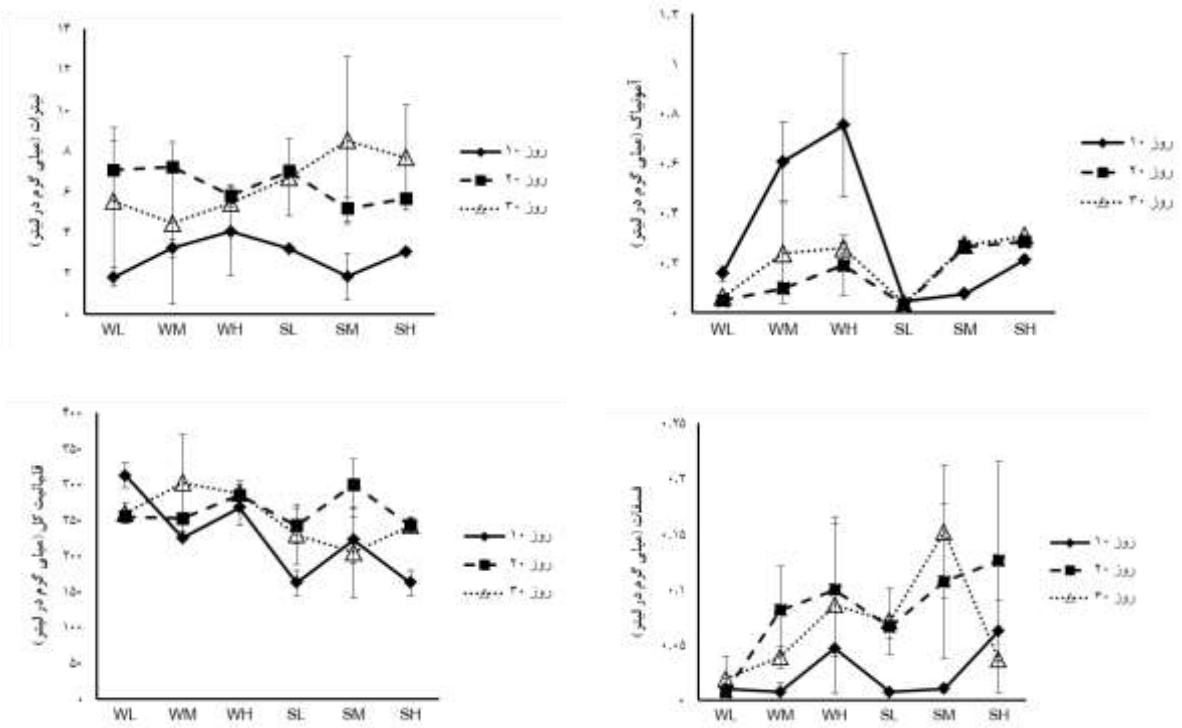


[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-10-19 ]

**جدول ۲.** معیارهای فیزیکوشیمیایی آب محیط پرورش میگو (میانگین± انحراف معیار)

| | W | | | S | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | L | M | H | L | M | H |
| شوری (گرم در لیتر) | ۱۳/۰۰ ±۳/۲۲ (۹/۲۸-۱۷/۳۶) | ۱۳/۵۰ ±۳/۸۴ (۸/۵۸-۱۸/۹۲) | ۱۳/۴۰ ±۳/۰۲ (۹/۱۶-۱۷/۴۲) | ۱۴/۵۸ ±۰/۴۸ (۱۳/۷۰-۱۵/۰۲) | ۱۴/۳۹ ±۰/۹۴ (۱۲/۷۰-۱۵/۲۷) | ۱۴/۵۱ ±۰/۹۵ (۱۲/۹۰-۱۵/۳۱) |
| دمای آب (سانتی‌گراد) | ۲۷/۶۸ ±۰/۳۶ (۲۷/۳۵-۲۸/۱۵) | ۲۸/۰۴ ±۰/۵۴ (۲۷/۴۵-۲۸/۷۴) | ۲۷/۸۴ ±۰/۵۳ (۲۷/۳۳-۲۸/۷۰) | ۲۷/۷۷ ±۰/۷۰ (۲۷/۱۲-۲۸/۷۳) | ۲۷/۹۱ ±۰/۳۸ (۲۷/۴۸-۲۸/۵۰) | ۲۸/۰۴ ±۰/۳۶ (۲۷/۷۲-۲۸/۶۴) |
| اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر) | ۷/۶۰ ±۰/۲۲ (۷/۴۲-۷/۹۷) | ۷/۳۲ ±۰/۶۷ (۶/۴۶-۸/۰۵) | ۶/۹۶ ±۰/۶۵ (۵/۹۰-۷/۷۷) | ۷/۳۳ ±۰/۳۳ (۷/۰۰-۷/۹۰) | ۷/۱۳ ±۰/۴ (۶/۷۰-۷/۹۰) | ۷/۳۶ ±۰/۶۳ (۶/۲۶-۷/۸۵) |
| pH | ۷/۹۰ ±۰/۱۵[a] (۷/۷۱-۸/۰۸) | ۷/۸۶ ±۰/۱۷[a] (۷/۶۱-۸/۰۵) | ۷/۶۷ ±۰/۲۴[ab] (۷/۲۹-۷/۹۲) | ۷/۶۴ ±۰/۱۳[ab] (۷/۵۵-۷/۸۹) | ۷/۴۸ ±۰/۱۱[b] (۷/۳۲-۷/۶۳) | ۷/۷۱ ±۰/۲۲[ab] (۷/۳۹-۷/۹۰) |
| هدایت الکتریکی (میلی زیمنس بر سانتی‌متر) | ۲۱/۷۱ ±۵/۰۸ (۱۵/۹۰-۲۸/۲۰) | ۲۲/۶۳ ±۶/۰۰ (۱۴/۷۹-۳۰/۵۰) | ۲۲/۶۲ ±۴/۷۵ (۱۵/۷۰-۲۸/۳۰) | ۲۴/۳۵ ±۰/۶۱ (۲۳/۴۰-۲۵/۰۰) | ۲۴/۱۵ ±۱/۲۶ (۲۲/۳۰-۲۵/۳۰) | ۲۴/۰۵ ±۰/۸۲ (۲۲/۹۰-۲۴/۷۰) |
| مواد جامد محلول (میلی‌گرم در لیتر) | ۱۲/۴۴ ±۳/۰۵ (۸/۹۶-۱۶/۸۱) | ۱۳/۰۹ ±۳/۸۵ (۸/۲۸-۱۸/۳۳) | ۱۲/۹۰ ±۲/۹۷ (۸/۴۸-۱۶/۹۰) | ۱۴/۰۶ ±۰/۵۷ (۱۳/۲۰-۱۴/۶۱) | ۱۴/۲۹ ±۰/۴۲ (۱۳/۵۷-۱۴/۶۸) | ۱۴/۳۲ ±۰/۴۷ (۱۳/۳۷-۱۴/۶۰) |

عدم وجود حروف لاتین نشان از نبود اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است (p>۰/۰۵)



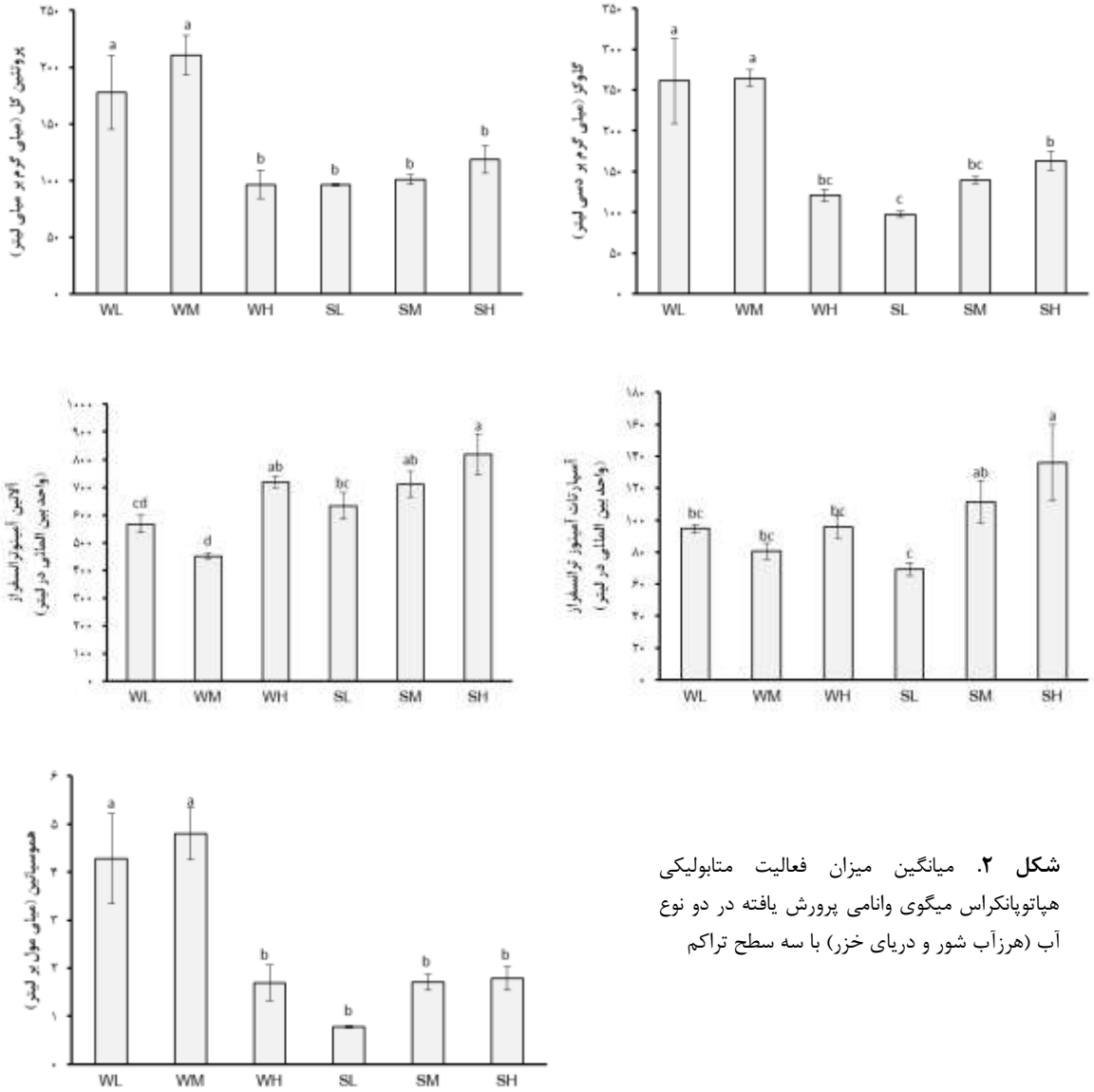

**شکل ۱.** تغییرات مقادیر غلظت آمونیاک، نیترات، فسفات و قلیائیت آب محیط پرورش میگوی وانامی

سنجش مقادیر آمونیاک، نیترات، فسفات و قلیائیت در روزهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. مقادیر به دست آمده از آمونیاک در تیمارهای با تراکم پایین (WL و SL) نسبت به تیمارهای با تراکم متوسط و بالا، بیشتر بود. نتایج نشان داد که مقدار آمونیاک در محیط پرورش با آب شور دریا (۰/۰۱± ۰/۱۶ میلی‌گرم در لیتر) در مقایسه با هرزآب شور



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-10-19 ]

(۰/۰۹± ۰/۲۶ میلی‌گرم در لیتر) کمتر بود. مقدار نیترات در محدوده ۰/۴۶± ۱/۸۰ میلی‌گرم در لیتر تا ۴/۱۳± ۸/۵۳ میلی-گرم در لیتر به ثبت رسید که در محیط هرزآب شور در مقایسه با آب دریا بیشتر بود. مقدار فسفات در دو محیط آبی تفاوت چندانی نداشت در حالیکه تراکم بر میزان آن تأثیرگذار بود و با افزایش تراکم مقدار فسفات نیز افزایش یافت. بیشترین مقدار فسفات در تیمار با تراکم پایین (WL و SL) و کمترین آن در تیمار با تراکم بالا (WH و SH) به‌دست آمد. میزان قلیائیت در تیمارهای آب دریا کمتر از تیمارهای هرزآب شور به ثبت رسید (شکل ۱).




**شکل ۲.** میانگین میزان فعالیت متابولیکی هپاتوپانکراس میگوی وانامی پرورش یافته در دو نوع آب (هرزآب شور و دریای خزر) با سه سطح تراکم

فعالیت‌های متابولیکی هپاتوپانکراس میگوی وانامی پرورش یافته در دو نوع آب (آب دریا و هرزآب شور) با سه تراکم (پایین، متوسط و زیاد) در شکل ۲ نشان داده شده است. مقدار پروتئین کل بین تیمارهای مختلف آزمایشی، اختلاف معنی‌دار آماری داشت (p<۰/۰۵) بطوریکه بیشترین آن در تیمارهای هرزآب شور با تراکم کم و متوسط (WL و WM) و کمترین این معیار در دیگر تیمارهای آزمایشی به دست آمد. مقادیر گلوکز به دست آمده از هپاتوپانکراس میگوی پاسفید بین تیمارهای آزمایشی (نوع آب- تراکم ذخیره‌سازی) تفاوت معنی‌دار آماری داشت (p<۰/۰۵). در این تحقیق مقادیر به دست آمده از آنزیم‌های آسپارتات آمینوز ترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار داشت (p<۰/۰۵)



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-10-19 ]

بطوریکه بیشترین این آنزیم‌ها در تیمار SH به ثبت رسید. هموسیانین هپاتوپانکراس میگوی وانامی پرورش یافته در هرزآب شور با تراکم کم و متوسط (WL و WM) به بیشترین مقدار آماری در مقایسه با دیگر تیمارها رسید.

**بحث**

یکی از راه‌های استفاده بهینه از هرزآب‌های شور، به‌کارگیری این منابع برای پرورش آبزیان است. میگوی وانامی یکی از گونه-های مهم اقتصادی در ایران است که با داشتن تحمل نوسانات محیطی مانند شوری و دما، داشتن تحمل در شرایط تراکم بالای ذخیره‌سازی و مقاومت به بیماری‌ها، جزء گونه‌های با اهمیت در بین گونه‌های آبزی پرورشی می‌باشد. برای پرورش این گونه دو فاکتور محیطی همچون دسترسی به آب شور دریا و وجود زمین‌های لم‌یزرع مورد توجه می‌باشد. در این آزمایش اثر دو عامل نوع آب محیط پرورش (آب دریا و هرزآب شور) و تراکم ذخیره‌سازی (پایین، متوسط و زیاد) پس از ۳۰ روز دوره پرورش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده از پارامترهای رشد نشان داد که نوع آب محیط پرورش و تراکم ذخیره-سازی بر این فاکتورها اثر معنی‌دار آماری نداشت. بیشترین مقدار وزن نهایی در تیمار SM (۴/۰۱±۰/۳۱ گرم) و کمترین مقدار آن در تیمار WH (۳/۷۰±۰/۳۶ گرم) به دست آمد. پارامترهای تغذیه‌ای بین تیمارهای مختلف آزمایشی تفاوت معنی‌دار داشت به‌طوری که نوع آب محیط پرورش بر این پارامترها تأثیرگذار نبود، درحالی‌که تراکم ذخیره‌سازی باعث تغییرات معنی-دار شدند. یکی از شاخص‌های مهم تغذیه در صنعت آبزی‌پروری بررسی میزان ضریب تبدیل غذایی و ارتباط آن با میزان تراکم ذخیره‌سازی در واحد سطح است. در این پژوهش، بیشترین مقدار ضریب تبدیل غذایی و کمترین کارایی تبدیل غذا در تیمارهای با تراکم بالای پرورش به دست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان اظهار کرد که نوع آب بر این معیار تأثیر نداشت در حالیکه تراکم ذخیره‌سازی بالا باعث شد تا ضریب تبدیل غذایی افزایش یابد. عوامل محیطی مانند کیفیت آب محیط پرورش و عوامل زیستی مانند تراکم از فاکتورهای مؤثر بر فیزیولوژی و فرآیند رشد و تغذیه آبزیان هستند (Jobling *et al.*, 1994). بررسی امکان پرورش پست لارو مرحله دوازده میگوی سفید غربی (*L. vannamei*) با آب شور دریا (۳۵ گرم در لیتر) و آب لب شور زیرزمینی (۴ گرم در لیتر) نشان داد که تفاوت معنی‌دار آماری از نظر میانگین وزن نهایی، بازماندگی، میانگین تولید در واحد سطح وجود نداشت و ضریب تبدیل غذایی بین ۱/۲۰ تا ۱/۲۸ به دست آمد (Zendehboudi and Ghorbani Vagheie, 2012). اگرچه تفاوت در نوع منبع آبی بین تحقیق فوق الذکر و پژوهش حاضر وجود دارد اما نتایج به دست آمده همسو بود. در مطالعه حاضر فقط ضریب تبدیل غذایی بین تیمارهای مختلف آزمایشی اختلاف آماری داشت که به دلیل تراکم ذخیره‌سازی با تعداد بالا نسبت به تیمارهای با تعداد متوسط و کم بود. میگوی وانامی در محدوده شوری ۱ تا ۵۰ گرم در لیتر قابلیت پرورش دارد که نشان از مطلوبیت پرورش این گونه در آب‌های دریایی، سطحی و زیرزمینی لب‌شور و حتی نزدیک آب شیرین می‌باشد (Flores *et al.*, 2008) بنابراین می‌توان اظهار داشت که میگوی وانامی قابلیت تنظیم یونی و اسمزی بالایی در محیط‌ها مختلف کیفی آب را دارد. در مطالعه حاضر، میانگین فاکتورهای کمی و کیفی آب برای پرورش میگو در محدوده استاندارد برای پرورش متراکم میگو بود (Van Wyk and Scarpa, 1999). آنالیز میانگین کیفیت آب همچون شوری، پی‌اچ، هدایت الکتریکی و مواد جامد محلول در دو محیط پرورش آب شور دریا و هرزآب شور اختلاف آماری نداشت؛ اما باید توجه داشت دامنه شوری در هرزآب شور در این آزمایش بین ۸/۵۸ تا ۱۸/۹۲ گرم در لیتر و آب دریا بین ۱۲/۷۰ تا ۱۵/۳۱ گرم در لیتر بود. نسبت یون‌ها در آب‌های دریایی تقریباً ثابت است اما این نسبت در آب‌های نامتعارف و هرز آب متغیر می‌باشد به همین دلیل دامنه عددی فاکتورهایی همچون شوری، پی‌اچ، هدایت الکتریکی و مواد جامد محلول (جدول ۲) دارای نوسان زیاد می‌باشد. در آب‌های نامتعارف با تغییر زمان و همچنین تغییرات مکان، نسبت یون‌های آب تغییرات زیادی دارد اما در آب دریا این تغییر بسیار ناچیز است. گزارش‌ها حاکی از این است که در ارزیابی قابلیت یک منبع آبی برای پرورش میگو، علاوه بر سنجش میزان شوری بایستی ترکیبات املاح مانند پتاسیم، سدیم و منیزیم نیز مورد آزمایش قرار گیرد؛ چون در صورت عدم تعادل این یون‌ها، آبزی دچار کاهش رشد و بازماندگی می‌شود (Davis *et al.*, 2004). عدم وجود اختلاف در عملکرد رشد و تغذیه بین تیمارهای استفاده از آب دریا و هرزآب شور می‌تواند نشان از متعادل بودن نسبت ترکیبات یونی هرزآب شور و تشابه آن با آب دریای خزر باشد. قلیائیت در روزهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ آزمایش در محدوده‌ی ۱۶۲/۵ تا ۳۱۲/۵ میلی‌گرم در لیتر بود که در این راستا گزارش شده است که برای پرورش میگو بیش از ۰/۵ گرم در لیتر و قلیائیت آن بیش از



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-10-19 ]

۷۵ میلی‌گرم در لیتر باشد (Davis *et al.*, 2005). بر اساس تحقیقات صورت گرفته، دمای آب نسبت به شوری به‌طور معنی-داری بر رشد میگوهای خانواده پنائیده تأثیرگذار هستند (Tsuzum *et al.*, 2000). وجود غلظت‌های مناسب فاکتورهای کیفی نظیر قلیائیت، فسفات و نیترات در آب محیط پرورش موجب پوست‌اندازی مرتب و در نتیجه رشد میگو می‌گردد ( McGraw and Scarpa, 2003) زیرا فرایند رشد و بقاء سخت‌پوستان به پوست‌اندازی وابسته است.

تراکم ذخیره‌سازی یکی از فاکتورهای مهم در صنعت پرورش میگو می‌باشد که بر رشد، بازماندگی، میزان برداشت محصول نهایی، کیفیت آب محیط پرورش و فعالیت‌های متابولیکی تأثیرات معنی‌داری دارد (Li *et al.*, 2006, Lin *et al.*, 2015). در این پژوهش تراکم ذخیره‌سازی بر روند رشد تأثیر معنی‌داری نداشت اما بر ضریب تبدیل غذایی در تراکم بالای ذخیره‌سازی تأثیر منفی معنی‌دار آماری داشت. گزارش‌هایی در تضاد با مطالعه حاضر وجود دارد که نشان می‌دهد با افزایش تراکم ذخیره-سازی میگوی سفید غربی *P. vannamei* از ۹۰ به ۱۸۰ قطعه میگو در مترمربع، میزان رشد و بقاء یک رابطه آلومتریک منفی داشت (Marcelo *et al.*, 2008). در همین راستا، بیشترین بهره‌وری رشد در تراکم پرورش میگوی وانامی به تعداد ۱۵۰ تا ۳۰۰ میگو در مترمربع (۳/۹ کیلو در مترمربع) در سیستم بیوفلاک گزارش شده است (Krummenauer *et al.*, 2011). Farabi و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای اثر تراکم‌های مختلف ۴۵، ۵۰، ۵۵ و ۶۰ قطعه در مترمربع ذخیره‌سازی پست لارو میگو وانامی (PL12) بر میزان رشد و بازماندگی با آب لب‌شور دریای خزر را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که با افزایش تراکم میزان افزایش وزن، نرخ بازماندگی، ضریب رشد ویژه و میانگین رشد روزانه کاهش یافت که با نتایج مطالعه حاضر تناقض داشت که ممکن است به دلیل میزان تراکم ذخیره‌سازی و یا شرایط پرورش میگو در محیط آزمایشگاه باشد. گونه‌های مختلف میگو بر اساس توانایی فیزیولوژیکی سازش‌پذیری نسبت به تراکم ذخیره‌سازی قابلیت پرورش دارند که در این راستا مدیریت تغذیه و کیفیت آب حائز اهمیت است. مطالعه تأثیر تراکم ذخیره‌سازی میگوی *Palaemonetes sinensis* به تعداد ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ قطعه در لیتر بر عملکرد رشد و پارامترهای ایمنی غیر اختصاصی به‌مدت ۳۰ روز آزمایش نشان داد که بهترین شرایط پرورش برای این گونه در تراکم ۱۰ قطعه در لیتر در مقایسه با دیگر تیمارها بود (Dong *et al.*, 2018). کاهش نرخ رشد و بقاء به دلیل افزایش تراکم پرورش در دو محیط آب شور خزر و هرزآب شور با دیگر مطالعات انجام شده برای این گونه در شوری و تراکم‌های مختلف همسو بود (Davis *et al.*, 2004; Roy *et al.*, 2010). افزایش تداخلات منفی رفتاری، کانی‌بالیسم و وجود ترکیبات نیتروژن به‌عنوان علت اصلی کاهش رشد و بقاء میگو در تراکم ذخیره‌سازی بالا در نظر گرفته می‌شود (Arnold *et al.*, 2005). در این مطالعه افزایش تراکم ذخیره‌سازی باعث افزایش میزان ترکیبات نیتروژنی مانند آمونیاک و نیترات شد. مطابق با آزمایش حاضر، نتایج حاصل از بررسی کیفیت آب و رسوب محیط پرورش میگو با تراکم پایین ۶۰ میگو در مترمربع و تراکم زیاد ۱۲۰ میگو در مترمربع نشان داد که تراکم ذخیره‌سازی بر همه فاکتورهای کیفی آب به‌جزء سولفیدهیدروژن تأثیرگذار بوده است به‌طوری که با افزایش تراکم میزان آمونیاک کل، نیترات و نیتریت در طول ۳۵ روز آزمایش افزایش یافت (Wiyoto *et al.*, 2016).

در بسیاری از گونه‌های آبزی موقعیت‌های استرس‌زا با استفاده از آزمون‌های شاخص‌های متابولیکی که با پاسخ استرس فیزیولوژیکی مطابقت دارند، شناسایی می‌شوند. در تحقیق حاضر دو فاکتور نوع منبع آبی پرورش و تراکم ذخیره‌سازی که هر یک می‌تواند عامل استرس‌زا باشد نیز مورد بررسی قرار گرفت. پاسخ متابولیکی همچون گلوکز و پروتئین کل در تیمارهای با تراکم زیاد و متوسط هرزآب شور نسبت به تیمارهای آب دریای خزر افزایش معنی‌دار آماری داشت. در هرز آب استفاده شده در این آزمایش به دلیل وجود آب زهکش کشاورزی و پرورش ماهی، شور بودن زمین، راکد بودن آب و غیره امکان اینکه از نظر فیزیولوژیکی میگو برای انطباق خود با شرایط زیستی دچار استرس شود نیز وجود دارد. در تضاد با گزارش‌های برخی از محققین و مطالعه حاضر، نتایج بررسی تأثیر تراکم ذخیره‌سازی (۲۰ و ۱۰۰ قطعه میگو در مترمربع) و قرارگیری در معرض استرس بیماری ویروسی لکه سفید بر پاسخ متابولیکی میگوی وانامی نشان داد که تراکم ذخیره‌سازی هیچ تأثیری بر میزان فعالیت پروتئین، گلوکز و هموسیانین ندارد (Apún-Molina *et al.*, 2017). تراکم ذخیره‌سازی میگوی *Palaemonetes sinensis* با میانگین وزنی ۰/۰۲± ۰/۲۵ گرم به میزان (۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ قطعه در لیتر) طی ۳۰ روز دوره آزمایش نشان داد



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-10-19 ]

که تراکم ۱۰ قطعه در لیتر بر روند رشد و فاکتورهای ایمنی غیراختصاصی تأثیر منفی نداشته و به عنوان تراکم مناسب معرفی می‌گردد (Dong *et al.*, 2018).

در این تحقیق اثرمتقابل نوع منبع آب (هرزآب شور و آب دریای خزر) و تراکم ذخیره‌سازی (پایین، متوسط و بالا) بر عملکرد رشد، تغذیه و کیفیت آب محیط پرورش میگوی وانامی مورد بررسی قرار گرفت. منبع آب محیط پرورش بر فاکتورهای رشد، تغذیه و کیفیت آب تأثیری نداشت. تراکم ذخیره‌سازی میگو عملکرد رشد را تحت تأثیر قرار نداد اما با افزایش تراکم بهره‌وری تغذیه و برخی از ترکیبات نیتروژنی مانند آمونیاک و نیترات و همچنین فسفات افزایش داشت. در مجموع می‌توان اظهار داشت که در منطقه شوره‌زا دیگچه شهرستان گنبدکاووس (استان گلستان) می‌توان با کنترل و مدیریت هرز آب و رعایت اصول بهداشتی میگوی وانامی را پرورش داد.

## تشکر و قدردانی

این مقاله استخراج از طرح ثبت شده به شماره ۶/۳۸۹ در دانشگاه گنبد کاووس می‌باشد. نویسنده از حمایت مالی معاونت آموزشی و پژوهشی دانشگاه کمال تشکر و قدردانی دارد.

## منابــع

Adachi, K., Hirata, T., Nagai, K., Sakaguchi, M. 2001. Hemocyanin a most likely inducer of black spots in kuruma prawn *Penaeus japonicus* during storage. Journal of Food Science. 66: 1130-1136.

American Public Health Association (APHA). 1998. In: Clescert, L., Greenberg, A., Eaton, A. (Eds.), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th edition. Washington, USA.

Aparicio-Simón, B., Piñón, M., Racotta, R., Racotta, I.S. 2010. Neuroendocrine and metabolic responses of Pacific whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* exposed to acute handling stress. Aquaculture. 298: 308-314.

Apún-Molina, J.P., Robles-Romo, A., Alvarez-Ruiz, P., Santamaria-Miranda, A., Arjona, O., Racotta, I.S. 2017. Influence of stocking density and exposure to white spot syndrome virus in biological performance, metabolic, immune, and bioenergetics response of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture. 479: 528-537.

Arnold, S.J., Sellars, M.J., Crocos, P.J., Coman, G.J. 2005. Response of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*) to intensive culture conditions in a flow through tank system with three-dimensional artificial substrate. Aquaculture. 246(1-4): 231-238.

Braun, N., Lima de Lima, R., Baldisserotto, B., Dafre, A.L., Pires, de Oliveira Nuñer, A. 2010. Growth, biochemical and physiological responses of *Salminus brasiliensis* with different stocking densities and handling. Aquaculture. 301: 22-30.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein–dye binding. Analytical biochemistry. 72 (1-2), 248-254.

da Silva, B.C., Jatobá, A., Schleder, D.D., Vieira, F.D.N., Mouriño, J.L.P., Seiffert, W.Q. 2016. Dietary supplementation with butyrate and polyhydroxybutyrate on the performance of pacific white shrimp in biofloc systems. Journal of the World Aquaculture Society. 47(4): 508-518.

Davis, D.A., Boyd, G.E., Rouse, D.B. 2005. Effects of potassium, magnesium, and age on growth and survival of *Litopenaeus vannamei* post-larvae reard in inland low salinity well waters in west Alabama. Journal of the World Aquaculture Society. 36: 351-353.

Davis, D.A., Samocha, T.M., Boyd, C.E. 2004. Acclimating pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to inland, low-salinity waters. SRAC Publication. No. 2601. 8P.

Dong, J., Zhao, Y.Y., Yu, Y.H., Sun, N., Li, Y.D., Wei, H., Li, L. 2018. Effect of stocking density on growth performance, digestive enzyme activities, and nonspecific immune parameters of *Palaemonetes sinensis*. Fish and shellfish immunology. 73: 37-41.



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-10-19 ]

FAO. 2010. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, Rome.

FAO. 2016. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, Rome.

Farabi, S., Matinfar, A., Salehi, A., Sharifian, M. 2017. Impact of stocking density on whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931) culture in brackish water of the Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal. 26(3): 65-75. (in Persian)

Flores, M., Diaz, F., Medina, R., Densse, R.E.A., Licea, A. 2008. The effect of dietary astaxanthin on physiological responses of juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei* to low-salinity water. Journal of Fisheries International. 3: 75-82.

Griffin, L.A., Harrahy, E.A. 2014. Effects of Wastewater Treatment Plant Effluent on Survival, Growth, and Vitellogenin Concentrations of Fathead Minnows (*Pimephales promelas*). Journal of Student Research. 3(1): 27-33.

Harsij, M., Adineh, H. 2017. Feasibility study on Common carp (*Cyprinus carpio*) culture in refined waste water from poultry slaughterhouse: study of water quality, growth performance and Body composition. 11(3): 123-135. (in Persian)

Jeney, Z., Tellervo-Valtonen, E., Jeney, G., Jokinen, E.L. 2002. Effect of pulp and paper mill effluent (BKME) on physiological parameters of roach, (*Rutilusrutilus*) infected by digenean *Rhipidocotylfennica*. Folia Parasitilogica. 49: 103-108.

Jobling, M., Meloy, O.H., Dos Santos, J., Christiansen, B. 1994. The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history. Aquaculture International. 2: 75-90.

Krummenauer, D., Peixoto, S., Cavalli, R.O., Poersch, L.H., W Jr., W. 2011. Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc Technology system in southern Brazil at different stocking densities, Journal World Aquaculture Society. 42: 726-733.

Kunst, A., Draeger, B., Ziegenhorm, J. 1893. UV-methods with hexoquinase and glucose-2-hosphate dehydrogenase. Meth Enzym Anal. (2): 521-572.

Li, Y., Li, J., Wang, Q. 2006. The effects of dissolved oxygen concentration and stocking density on growth and non-specific immunity factors in Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*. Aquaculture. 256 (1-4): 608-616.

Lin, Y.C., Chen, J.C., Chen, Y.Y., Yeh, S.T., Chen, L.L., Huang, C.L., Hsieh, J.F., Li, C.C. 2015. Crowding of white shrimp *Litopenaeus vananmei* depresses their immunity to and resistance against Vibrio alginolyticus and white spot syndrome virus. Fish and Shellfish Immunology. 45 (1): 104-11.

Marcelo, A., Eduardop, P.R., Eucario, G.L. 2008. White shrimp Penaeus vannamei culture in freshwater at three densities: condition state based on length and weight. Aquaculture. 283:13-18.

McGraw, J.W., Scarpa, J. 2003. Minimum environmental potassium for survival of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) in freshwater. Journal of Shellfish Research. 22: 263-267.

Mugnier, C., Justou, C. 2004. Combined effect of external ammonia and molt stage on the blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* physiological response. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 309: 35-46.

Nematdoost Hagi, B., Banaee, M. 2016. Effect of effluent of *Pars Paper* Industries (Khuzestan) on liver biochemical parameters of *Alburnus mossulensis*. Journal of Aquatic Ecology. 6(1): 143-147. (in Persian)

Pauly, D., Froese, R. 2012. Comments on FAO State of Fisheries and Aquaculture, or 'SOFIA 2010'. Market Abuse Regulation (Mar) Policy. 36: 746-752.

Rosas, C., Cuzon, G., Gaxiola, G., Pascual, C., Taboada, G., Arena, L., van Wormhoudt, A. 2002. An energetic and conceptual model of the physiological role of dietary carbohydrates and salinity on *Litopenaeus vannamei* juveniles. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 268: 47-67.

Roy, L.A., Davis, D A., Saoud, I.P., Boyd, C.A., Pine, H.J., Boyd, C.E. 2010. Shrimp culture in inland low salinity waters. Reviews in Aquaculture. 2(4): 191-208.

Shahi, J., Chauhan, S., Singh, A. 2013. Effect of Kraft pulp and paper mill effluents (BKME) on the biochemical and hematological parameters of fish *channa punctatus*. World Journal of Fish and Marine Science. 5(5): 556-662.



[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-10-19 ]

Shayegan, J., Afshari, A. 2004. The Treatment Situation of Municipal and Industrial Waste water in Iran. Journal of Water and Waste water. 15(1): 58-69. (in Persian)

Shi, X., Li, D., Zhuang, P., Nie, F., Long, L. 2006. Comparative blood biochemistry of amur sturgeon, *acipenser schrenchii*, and Chinese sturgeon, *Acipenser sinesis*. fish physiology and biochemistry, 32: 63-66.

Tovar, A., Moreno, C., Manuel-Vez, M. P., Garcia-Vargas, M. 2000. Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters. Water Research. 34(1): 334-342.

Tsuzum, M.Y., Cavalli, R.O., Bianchini, A. 2000. The effects of temperature, age, and acclimation to salinity on the survival of *Farfantepenaeus paulensis* postlarvae. Journal of the World Aquaculture Society. 31(3): 459-468.

Van Wyk, P., Scarpa, J. 1999. Water quality requirements and management. In: Van Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K.L., Mountain, J., Scarpa, J. (eds.). Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems, pp. 141-162. Florida Department of Agriculture and Consumer Services - Harbor Branch Oceanic Institute, Florida.

Wijaya, B.T., Darti, I., Widodo, A. 2015. Fish growth model with feed quality factor in wastewater oxidation pond. International Journal of Science and Technology. 4(3): 93- 98.

Wiyoto, W., Sukenda, S., Harris, E., Nirmala, K., Djokosetiyanto, D. 2016. Water quality and sediment profile in shrimp culture with different sediment redox potential and stocking densities under laboratory condition. Indonesian Journal of Marine Sciences. 21(2): 65-76.

Zendehboudi, A., Ghorbani Vagheie, R. 2012. Cultivation of western white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) using underground brackish water. Iranian Scientific Fisheries Journal. 20 (4): 63-70. (in Persian)

Zhang, M., Sun, Y., Chen, K., Yu, N., Zhou, Z., Chen, L., Du, Z., Li, E. 2014. Characterization of the intestinalmicrobiota in Pacificwhite shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed diets with different lipid sources. Aquaculture. 434: 449-455.

[ Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-10-19 ]