Effects of Salinity and Rotifer (*Brachionus plicatilis,* type S) Density on Growth and Survival of Orange-Spotted Grouper (*Epinephelus coioides*) Larvae

Bita S.[1]*, Dutta S.[2]

*serajbita@yahoo.com

1-Department of Fisheries Sciences, School of Marine, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran
2- Department of Marine Science and Fisheries, Sultan Qaboos University. Masqat, Oman

Abstract

This study evaluated the effects of different salinity levels and rotifer (*Brachionus plicatilis*, type S) densities on the growth and survival of orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*) larvae. The experiment was conducted using a 3 × 4 factorial design, comprising three rotifer densities (5, 15, and 25 individuals/mL) and four salinity levels (25, 30, 35, and 40 ppt), with three replicates per treatment under uniform temperature and light conditions. Larvae, 2.5 days post-hatching with an initial mean total length of 2.16 mm, were stocked at 20 individuals per liter and fed twice daily. Survival and growth were assessed by counting remaining larvae and measuring their total lengths at the end of the trial. All larvae exposed to 40 ppt salinity died by day 3. The highest survival (16.25%) and maximum growth (mean total length: 3.27 mm) occurred at 30 ppt salinity with the highest rotifer density (25 individuals/mL). These results indicate that moderate salinity combined with high rotifer availability optimizes early larval rearing conditions for orange-spotted grouper.

Keywords: Orange-spotted grouper; *Epinephelus coioides*; Rotifer (*Brachionus plicatilis*, type S); Salinity; Larval growth; Survival

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-02-15]

[DOI: 10.22034/JOA.12.3.23]

CC BY

مقاله علمی – پژوهشی:

تأثیر شوری و تراکم روتیفر (*Brachionus plicatilis*، نوع S) بر رشد و بقای لاروی گونه هامور خال‌نارنجی (*Epinephelus coioides*)

سراج بیتا [1*]، ساچیناندان دوتا [2]

*serajbita@yahoo.com

*۱- دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم دریایی، گروه شیلات، چابهار، ایران
۲- دانشگاه سلطان قابوس، دانشکده علوم دریایی و شیلات، مسقط، عمان

تاریخ دریافت: خرداد ۱٤۰٤ تاریخ پذیرش: مرداد ۱٤۰٤

چکیده

این مطالعه تأثیر سطوح مختلف شوری و تراکم روتیفر (*Brachionus plicatilis*، نوع S) بر رشد و بقای لاروی گونه هامور خال‌نارنجی (*Epinephelus coioides*) را ارزیابی کرد. آزمایش به‌صورت طرح عاملی ۳ × ۴ انجام شد که شامل سه تراکم روتیفر (۵، ۱۵ و ۲۵ فرد در میلی‌لیتر) و چهار سطح شوری (۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ ppt) با سه تکرار برای هر تیمار تحت شرایط دمایی و نوری یکسان بود. لاروی‌ها، در ۲.۵ روز پس از تفریخ و با طول کل متوسط اولیه ۲.۱۶ میلی‌متر، در چگالی ۲۰ لاروی در هر لیتر رهاسازی و دو بار در روز تغذیه شدند. بقای لاروی‌ها و رشد آن‌ها با شمارش لاروی‌های باقی‌مانده و اندازه‌گیری طول کل در پایان آزمایش تعیین شد. همه لاروی‌ها در شوری ۴۰ ppt تا روز سوم تلف شدند. بیشترین نرخ بقا (۱۶.۲۵٪) و حداکثر رشد (طول کل متوسط: ۳.۲۷ میلی‌متر) در شوری ۳۰ ppt و بالاترین تراکم روتیفر (۲۵ فرد/میلی‌لیتر) مشاهده شد. این نتایج نشان می‌دهد که شوری متوسط همراه با دسترسی زیاد به روتیفر، شرایط بهینه پرورش لاروی اولیه برای هامور خال‌نارنجی را فراهم می‌کند.

کلمات کلیدی: هامور معمولی، *Epinephelus coioides*، روتیفر (*Brachionus plicatilis*، نوع S)، شوری، رشد لاروی، بقا

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-02-15]

[DOI: 10.22034/JOA.12.3.23]

مقدمه

خانواده هامورماهیان به عنوان بزرگترین گروه از ماهیان شعاع باله شامل ۲۳۴ گونه در ۳۲ جنس هستند که جنس *Epinephelus* با نام عمومی «هامور» شناخته می‌شوند و و از گونه‌های شاخص در خلیج فارس می‌توان به *Epinephelus coioides*، *E. polylepis*، *E. latifasciatus* و *E. diacanthus* اشاره کرد. این ماهیان در نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری تمامی اقیانوس‌ها پراکنش دارند و به دلیل تقاضای بالای بازار و طعم عالی، از ارزش اقتصادی بالایی برخوردارند و ترکیب مهمی از صید صنعتی ساحلی را تشکیل می‌دهند (Kausar *et al*., 2025). افزون بر ارزش بالای بازار، این ماهیان دارای نرخ رشد سریع، مقاومت نسبتاً بالا در برابر تنش‌های فیزیکی و شیمیایی محیطی و کارایی بالای تبدیل غذا به رشد هستند که اهمیت آن را در صنعت آبزی‌پروری افزایش می‌دهد (Alnemari, 2025; Kausar *et al*., 2025). در میان گونه‌های هامورماهیان، ماهی هامور معمولی (خال‌نارنجی) (*Epinephelus coioides*) مهم‌ترین گونه آبزی‌پروری در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری آسیا است (Kuo *et al*., 2021) که تولید جهانی آن از طریق پرورش از سال ۲۰۰۰ روندی افزایشی و پیوسته داشته به‌طوری‌که میزان تولید از تنها ۸۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۰ به ۲۲۷۰۰۰ تن در سال ۲۰۲۱ افزایش یافته است به‌طوری‌که چین (۸۹/۹ درصد)، تایوان (۷/۵ درصد) و اندونزی (۱/۸ درصد) در مجموع ۹۹/۲ درصد از تولید جهانی را به‌خود اختصاص داده‌اند (FAO, 2023). بنابراین، آبزی‌پروری این ماهی به بخش حیاتی و روبه‌رشد صنعت جهانی پرورش آبزیان تبدیل شده است و نقش مهمی در صنعت جهانی پرورش آبزیان ایفاء می‌کند (Aoki *et al*., 2025; Mpwaga *et al*., 2025). با این‌حال، به‌جز در چین و تایوان، آبزی‌پروری این گونه تقریباً به طور کامل بر بچه‌ماهی‌ها و ماهیان جوان صید شده از طبیعت متکی است که به دلیل فقدان ذخایر مولد و تولید تخم‌های بارور، میزان بالای مرگ‌ومیر از مرحله خروج از تخم تا رسیدن به طول کل حدود ۲۵ میلی‌متر است. همچنین کمبود غذای زنده با اندازه و میزان مناسب برای لاروهای تازه خارج شده از تخم، یکی دیگر از عوامل مهم است (Kuo *et al*., 2021). روتیفر *Brachionus plicatilis*، یکی از منابع غذایی اصلی برای لارو ماهیان و سخت‌پوستان در صنعت آبزی‌پروری به‌شمار می‌رود. این روتیفر علاوه بر تحمل دامنه وسیعی از شوری، دارای شکل، اندازه، رنگ و تحرک آهسته‌ای است که آن را برای تغذیه اولیه لاروها مناسب ساخته است، به‌سرعت تکثیر می‌شود و در مدت کوتاهی به تراکم بالایی می‌رسد که همین ویژگی‌ها استفاده گسترده از آن را در تغذیه لاروها امکان‌پذیر می‌سازد. طول کلی *B. plicatilis* در دامنه ۴۰۰-۱۰۰ میکرومتر متغیر است و بر اساس اندازه به سه دسته: نوع L با طول ۳۲۰-۱۹۰ میکرومتر، نوع S با طول ۲۲۰-۱۴۰ میکرومتر و نوع SS با طول ۱۶۰-۱۰۰ میکرومتر، طبقه‌بندی می‌شود (Abd Rahman *et al*., 2018). لاروهای ماهی هامور بلافاصله پس از باز شدن دهان (۳-۲ روز پس از هچ)، شروع به تغذیه می‌کنند و معمولاً با روتیفرهای *Brachionus plicatilis* نوع S تغذیه می‌شوند که به دلیل دهان کوچک در اولین تغذیه (حدود ۱۸۰ میکرومتر)، روتیفرهای ارائه شده برای اکثر لاروها از نوع روتیفر S است (Tew *et al*., 2013; Kuo *et al*., 2021). به طور کلی، عوامل اصلی تعیین‌کننده مرگ‌ومیر لاروها شامل عوامل زیستی (تغذیه، بیماری، انگل و شکارشدن) و عوامل غیرزیستی (میزان اکسیژن، pH، شوری، مواد سمی و دما) هستند (Fourooghifard *et al*., 2017). به طور سنتی، پس از خروج لاروها از تخم، به آنها روتیفر خورانده می‌شود، اما نرخ بقاء لاروها بسیار پایین است (در برخی موارد حتی کمتر از یک درصد) و وجود شکار مناسب با اندازه و مقدار مناسب در هفته اول پس از هچ شدن، یکی از محدودیت‌های اصلی به‌شمار می‌آید (Tew *et al*., 2013; Kuo *et al*., 2021). برخلاف مطالعات گسترده در زمینه رفتار هم‌نوع‌خواری (Hseu *et al*., 2003; Takeshita and Soyano, 2009; Chang *et al*., 2019) و بیماری‌های ماهی هامو معمولی (Ou-yang *et al*., 2012; Kai *et al*., 2014; Lai *et al*., 2014; Chien *et al*., 2018; Ge *et al*., 2020; Wang *et al*., 2020)، مطالعات مربوط به آماده‌سازی غذای زنده در مرحله لاروی تا حد زیادی مورد غفلت واقع شده است (Duray, 1994; Duray *et al*., 1996; Zhang *et al*., 2018; Kuo *et al*., 2021)، یکی از جنبه‌های کلیدی در مدیریت پرورش ماهی، تأمین شرایط محیطی و تغذیه مناسب است که مستلزم درک فرآیندهای بیوشیمیایی مرتبط با مصرف غذا در موجودات زنده است. همچنین رشد و سلامت گونه‌های پرورشی به‌شدت به دریافت تغذیه کافی وابسته است. در سال‌های اخیر، تمرکز فزاینده‌ای بر توسعه راهبردهای تغذیه‌ای وجود داشته است که هدف آن تقویت ایمنی و مقاومت در برابر بیماری‌ها و بهبود بقاء و رشد در موجودات پرورشی است تا از

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-02-15]
[DOI: 10.22034/JOA.12.3.23]

زیان‌های اقتصادی ناشی از تلفات جلوگیری شود (Mpwaga *et al*., 2025)، بنابراین، با توجه به موارد مذکور، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر شوری و تراکم‌های مختلف روتیفر بر رشد و بازماندگی لارو ماهی هامور معمولی در هفته اول پس از تفریخ انجام شد.

مواد و روش‌ها

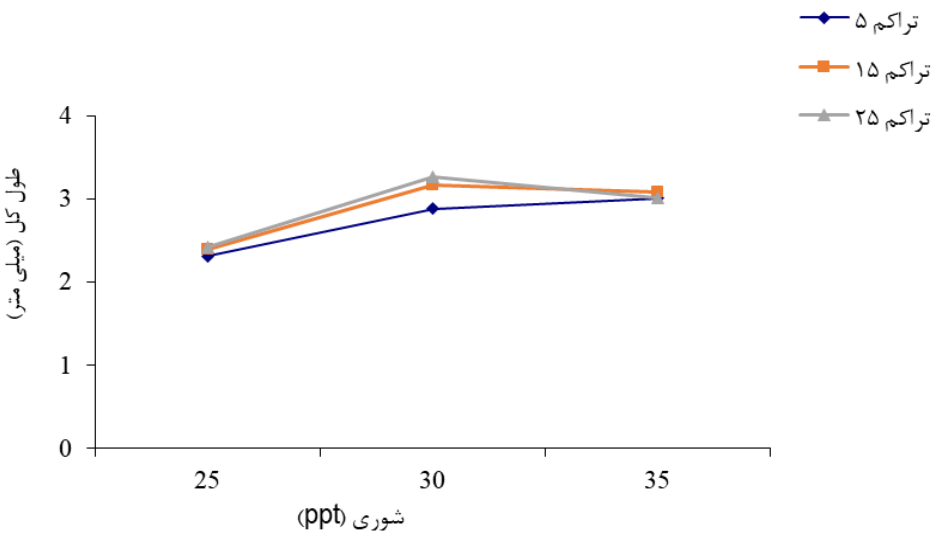
مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر شوری و تراکم روتیفر بر رشد و بازماندگی لارو ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) در ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی بندر امام خمینی (ره) انجام شد. این پژوهش شامل ۱۲ تیمار حاصل از ترکیب چهار سطح شوری (۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ واحد در هزار) و سه سطح تراکم روتیفر نوزادی نوع S از گونه *Brachionus plicatilis* (به‌ترتیب ۵، ۱۵ و ۲۵ عدد در هر میلی‌لیتر) با سه تکرار برای هر تیمار بود. برای اجرای آزمایش، مولدین هامور معمولی ابتدا از دریا صید و به مدت شش هفته در قفس‌های دریایی مستقر در خور موسی، تحت شرایط تطبیقی با محیط پرورشی نگهداری شدند. حدود دو هفته پیش از عملیات تکثیر، مولدین به مخازن فایبرگلاس ۳ متر مکعبی در ایستگاه تحقیقاتی منتقل شدند و تحت شرایط کنترل‌شده نوری و دمایی و نسبت جنسی ۱:۱ به مخازن تخم‌ریزی انتقال یافتند. تخم‌ریزی با مشاهده برجستگی شکمی و افزایش وزن بدن شناسایی شد (Aoki *et al*., 2025) و به صورت طبیعی و بدون استفاده از هورمون در شب انجام گرفت و تخم‌های لقاح‌یافته بامداد روز بعد جمع‌آوری شده و به سالن انکوباسیون منتقل شدند. تخم‌ها پس از ۲۴-۳۶ ساعت تفریخ شده و لاروهای تازه تفریخ‌شده به‌مدت دو روز در محیط تاریک نگهداری شدند (Ch'ng and Senoo, 2008). در روز سوم، پیش از باز شدن کامل دهان و جذب کیسه زرده، لاروها در سطل‌های ۲۵ لیتری (حاوی ۲۰ لیتر آب با شوری‌های مختلف) و سطوح متفاوت تراکم روتیفر ذخیره‌سازی شدند. نظر به کوچک بودن اندازه دهان لاروهای هامور معمولی در این مرحله، تنها قادر به تغذیه از نوزادان روتیفر هستند (Aoki *et al*., 2025)، بنابراین، روتیفرهای برداشت‌شده با توری ۸۰ میکرومتر صاف شده و نوزادان آنها (روتیفر نوع S)، جدا شدند. تراکم نوزادان روتیفر در هر میلی‌لیتر با استفاده از شمارش دستی تعیین و به‌وسیله سرنگ ۵ میلی‌لیتری، در سه سطح تراکم مورد نظر به تیمارها افزوده شد. همچنین پیش از انتقال لاروها، جلبک *Nannochloropsis oculata* با تراکم ۵۰۰۰۰۰ سلول در میلی‌لیتر به تمامی تیمارها اضافه شد تا در حفظ کیفیت آب ایفاء نقش نماید و به عنوان منبع تغذیه برای روتیفر و در برخی موارد، لاروها مورد استفاده قرار گیرد. پس از آماده‌سازی آب با شوری‌ها، افزودن جلبک و روتیفر در سطوح تعیین‌شده، لاروها با تراکم ۲۰ عدد در هر لیتر به تیمارها اضافه شدند. تغذیه لاروها به‌صورت روزانه دو بار با نوزاد روتیفر نوع S صورت گرفت. در طول دوره یک‌هفته‌ای آزمایش، پایش منظم برای بررسی رشد و بقاء لاروها انجام شد. داده‌های مربوط به میانگین طول کل و نرخ بقاء در پایان دوره گردآوری گردید. برای بررسی اثرات متقابل شوری و تراکم روتیفر بر رشد و بازماندگی لاروها، از تجزیه‌وتحلیل فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها نیز آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد به‌کار گرفته شد. کلیه تجزیه‌وتحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

نتایج

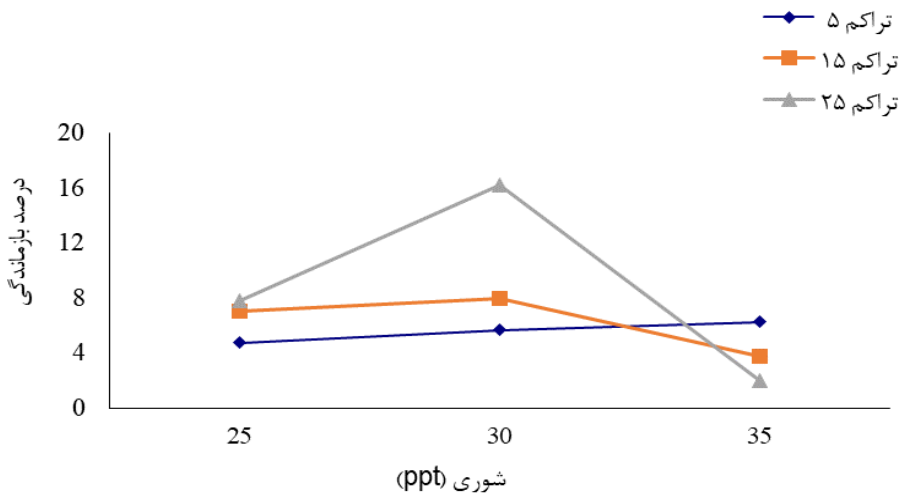
طبق نتایج درکلیه تیمارهای با شوری ۴۰ قسمت در میلیون (ppt) لاروها در روز سوم تلف شدند. به طور کلی، در تمام سطوح تراکم روتیفر، شوری ۳۰ ppt منجر به بیشترین افزایش در طول کل لاروها شد. در این شوری، بیشترین رشد در تراکم ۲۵ روتیفر/میلی‌لیتر ثبت شد که طول کل لارو به حدود ۳/۲۷ میلی‌متر رسید درحالی‌که در تراکم ۱۵ نیز رشد مشابهی مشاهده شد و تفاوت‌ها بسیار جزئی بود. تراکم ۵ روتیفر به‌ویژه در شوری ۲۵، دارای کمترین رشد (۲/۳۲ میلی‌متر) بود. در شوری ۳۵ ppt، با وجود حفظ تراکم‌های بالای غذایی، رشد کاهش یافت و طول لاروها به حدود ۳/۰۹-۳/۰۱ میلی‌متر رسید که نسبت به شوری ۳۰ ppt کمتر بود (شکل ۱).

بیشترین درصد بازماندگی در ترکیب شوری ۳۰ ppt و تراکم ۲۵ روتیفر در میلی‌لیتر (۲۵/ ۱۶درصد) مشاهده شد که بیانگر شرایط بهینه برای رشد و زنده‌مانی لاروهاست. در همین شوری، تراکم ۱۵ نیز بازماندگی نسبتاً مطلوبی (۸ درصد) داشت درحالی‌که تراکم ۵ بازماندگی پایین‌تری نشان داد. در شوری ۲۵ ppt، درصد بازماندگی در تمامی سطوح تراکم پایین و در محدوده ۷/۷۵-۴/۷۵ درصد باقی ماند و افزایش تراکم تنها به طور جزئی باعث بهبود بازماندگی شد. با افزایش شوری به ۳۵ ppt، کاهش چشمگیر بازماندگی مشاهده شد به‌ویژه در تراکم ۲۵ که مقدار آن تقریباً به ۲ درصد رسید (شکل ۲).

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-02-15]
[DOI: 10.22034/JOA.12.3.23]



شکل ۱: اثر شوری و تراکم روتیفر بر رشد لارو ماهی هامور معمولی



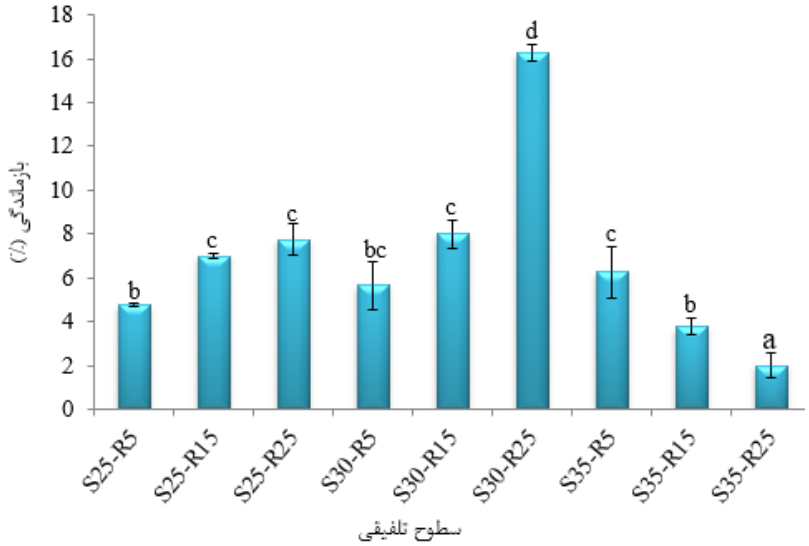
شکل ۲: اثر شوری و تراکم روتیفر بر بازماندگی لارو ماهی هامور معمولی

در شکل ۳ اثرات سطوح تلفیقی شوری و تراکم روتیفر نشان داده شده است. طبق نتایج، طول کل لاروهای ماهی هامور معمولی در شوری ۲۵ ppt در هر سه سطوح تراکم روتیفر نسبت به سایر تیمارها به طور معناداری کمتر بود (p<۰/۰۵). لارو ماهی هامور معمولی در تمام تراکم‌های رویتفر در شوری ۳۰ ppt دارای بیشترین میزان رشد بود به‌طوری‌که بالاترین میزان رشد در شوری ۳۰ ppt و تراکم ۲۵ روتیفر/میلی‌لیتر مشاهده شد که البته در مقایسه با شوری ۳۵ ppt از نظر آماری، تفاوت معناداری با این تیمار نداشت (p>۰/۰۵).

از لحاظ درصد بازماندگی نیز بیشترین درصد بازماندگی در شوری ۳۰ ppt با سه سطح تراکم روتیفر بود. اما در همین شوری، تراکم ۲۵ روتیفر/ میلی‌لیتر دارای بالاترین بازماندگی بوده (شکل ۴) به‌طوری‌که درصد بازماندگی در این به طور معناداری بالاتر از سایر تیمارها بود (p<۰/۰۵). کمترین درصد بازماندگی مربوط به شوری ۳۵ ppt و با تراکم ۲۵ روتیفر/ میلی‌لیتر بود که تفاوت معناداری با سایر تیمارها داشت (p<۰/۰۵).

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-02-15]
[DOI: 10.22034/JOA.12.3.23]

شکل ۳: اثر سطوح تلفیقی شوری و تراکم روتیفر بر رشد لارو ماهی هامور معمولی



شکل ۴: اثر سطوح تلفیقی شوری و تراکم روتیفر بر درصد بازماندگی لارو ماهی هامور معمولی

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مشکلات اساسی در تولید بچه‌ماهی در مراکز پرورش، کمبود غذای زنده کافی برای مراحل اولیه لارو ماهیان است و تاکنون هیچ غذای جایگزینی نتوانسته است نقش روتیفرها را به عنوان غذای اولیه لاروها ایفاء کند (Abd Rahman *et al.*, 2018)، زیرا این گونه دارای تحمل شوری وسیع، اندازهٔ کوچک، شنای کند و نیز ارزش غذایی بالا بوده و برای کشت انبوه بسیار مناسب است. استفاده از روتیفر (*Brachionus plicatilis*) به عنوان غذای آغازین در پرورش لارو ماهیان دریایی و سخت‌پوستان همچنان بخش ضروری فرایندهای تجاری در مراکز تکثیر دریایی محسوب می‌شود (Cruz-Cruz *et al.*, 2019) و تغذیه لاروهای هامور معمولی با روتیفرها طی دهه‌های گذشته به عنوان یک روش استاندارد در مزارع تجاری پرورش ماهی شناخته شده است (Kuo *et al.*, 2021). مطالعه حاضر، با هدف بررسی اثرات تلفیقی شوری و تراکم روتیفر بر رشد و بازماندگی لارو ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*)، در مرحله‌ای حساس از چرخه زندگی (پس از جذب کامل کیسه زرده و آغاز تغذیه فعال) و به مدت یک هفته انجام

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-02-15]
[DOI: 10.22034/JOA.12.3.23]

شد. در بالاترین سطح شوری (ppt ۴۰) کلیه لاروها در تمام سطوح تراکم روتیفر در روز سوم تلف شدند، زیرا در شوری بالا فشار اسمزی خارجی افزایش می‌یابد که باعث صرف انرژی بیشتر برای حفظ تعادل یونی می‌شود. این مصرف انرژی ممکن است موجب کاهش انرژی در دسترس برای رشد و تضعیف سیستم ایمنی شود که در نهایت منجر به کاهش بقاء و در نتیجه تلفات می‌گردد (Piech and Kujawa, 2023). یافته‌های این مطالعه نشان داد که شرایط محیطی به‌ویژه شوری آب و تراکم غذای زنده، تأثیر مستقیمی بر رشد و بقاء لارو ماهی هامور معمولی دارند. بیشترین مقادیر هر دو شاخص زیستی (رشد و بازماندگی) در تیمار با شوری ppt ۳۰ و تراکم ۲۵ عدد روتیفر در میلی‌لیتر مشاهده شد که این هم‌سویی بیانگر نقش تعیین‌کننده این شرایط در بهینه‌سازی پرورش لارو است. Toledo و همکاران (۲۰۰۲) با مطالعه اثرات شوری، هوادهی و شدت نور بر رشد و بازماندگی لارو ماهی هامور معمولی دریافتند که شوری در دامنه ppt ۲۴-۱۶ باعث به بالاترین نرخ رشد و بازماندگی شدند درحالی‌که در شوری‌های ppt ۳۲ و ۴۰ بازماندگی به‌شدت کاهش یافت. این مطالعه با پژوهش حاضر Toledo و همکاران (۲۰۰۲) هم‌خوانی دارد به‌طوری‌که در هر دو مطالعه، شوری‌های بالاتر از ppt ۳۰ به دلیل استرس اسمزی باعث کاهش بازماندگی می‌شوند، حتی اگر رشد به‌طور نسبی حفظ شود. بر خلاف نتایج مطالعه حاضر، در مطالعه Akatsu و همکاران (۱۹۸۳) بر لارو ماهی هامور معمولی خال قهوه‌ای (*Epinephelus tauvina*) هیچ تفاوت معنی‌داری در بقاء و رشد لاروها در بین طیف وسیعی از شوری‌های مورد آزمایش در مراحل اولیه لاروی (تازه از تخم درآمده تا ۲۱ روزه)، مشاهده نشد. افزایش تراکم روتیفر به‌ویژه در شوری ppt ۳۰ موجب بهبود معنی‌دار در هر دو شاخص شد، اما این تأثیر در سای شوری‌ها محدود بود. در شوری بالا (۳۵)، با وجود حفظ نسبی رشد، بازماندگی به‌شدت کاهش یافت که ناشی از استرس اسمزی و اختلال در عملکرد فیزیولوژیک لاروها بود. مطابق با نتایج مطالعه حاضر، در مطالعه Duray و همکاران (۱۹۹۶) بر ماهی *Epinephelus suillus*، افزایش تراکم روتیفر از ۵ به ۲۰ عدد در میلی‌لیتر منجر به بهبود معنی‌دار بازماندگی شد. این یافته به‌ویژه در شرایط نوری و پس‌زمینه بهینه، تأکید می‌کند که تراکم غذایی نقش مهمی در بهبود بقاء دارد، موضوعی که در مطالعه حاضر نیز کاملاً مشهود بود. Zaki و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه بر لارو ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*)، نشان دادند که افزایش تراکم روتیفر تا ۱۶ عدد در میلی‌لیتر موجب افزایش معنی‌دار رشد طولی و نرخ بازماندگی می‌شود. اگرچه گونه مورد بررسی متفاوت است، اما الگوی عمومی تأثیر مثبت تراکم غذایی با یافته‌های حاضر هم‌خوانی دارد. در مطالعه حاضر در شوری ppt ۳۵ هر چند که با افزایش تراکم روتیفر، رشد لارو ماهی هامور معمولی افزایش یافت، اما درصد بازماندگی با افزایش تراکم به طور معناداری کاهش یافت که با نتایج مطالعه Dowd و Houde (۱۹۸۰) بر ماهی سیم دریایی مطابقت دارد، کاهش درصد بازماندگی احتمالاً ناشی از استرس اسمزی به‌واسطه افزایش شوری و اختلال در عملکرد فیزیولوژیک لاروهاست (Piech and Kujawa, 2023). Piech و Kujawa (۲۰۲۳) با مطالعه اثرات شوری بر رشد و بازماندگی لارو ماهی *Ballerus ballerus* گزارش نمودند که بیشترین بازماندگی و رشد طولی در پایین‌ترین سطح شوری اتفاق افتاد که با مطالعه حاضر مطابقت ندارد که این اختلاف به دلیل تفاوت گونه‌ای در تحمل شوری است. به طور کلی، تحمل شوری در مراحل لاروی ماهیان تحت تأثیر ویژگی‌های گونه‌ای، مرحله رشدی و شرایط محیطی مختلف قرار دارد. برای مثال، برخی گونه‌ها مانند ماهی *Ballerus ballerus* در مراحل ابتدایی رشد به‌ویژه در زمان آغاز تغذیه فعال پس از جذب کیسه زرده، آبهای شیرین یا کم‌شور را ترجیح می‌دهند (Piech and Kujawa, 2023) در حالی‌که گونه‌هایی نظیر *Epinephelus coioides* به عنوان ماهیان ساحلی-اقیانوسی، توانایی بالاتری در تحمل شوری دارند. این حساسیت در آغاز مرحله تغذیه فعال بیشتر می‌شود، زیرا در این دوره نیازهای تغذیه‌ای و فشارهای اسمزی به طور هم‌زمان افزایش می‌یابد. علاوه‌برآن، تراکم بالای غذایی زمانی می‌تواند باعث بهبود رشد و بقاء شود که شرایط شوری برای جذب و مصرف بهینه غذا مناسب باشد. همچنین عوامل محیطی ثانویه مانند رنگ پس‌زمینه مخزن، کیفیت و نوع غذای زنده (روتیفر)، شدت نور، دمای آب و سایر شرایط فیزیکی می‌توانند به شکل غیرمستقیم بر میزان جذب غذا و بازماندگی لاروها تأثیر بگذارند. همچنین با بررسی سطوح تلفیقی شوری و تراکم روتیفر، نتایج نشان داد که اثرات متقابل شوری و تراکم روتیفر به طور معنی‌داری بر میانگین طول کل و درصد بازماندگی لارو ماهی هامور معمولی تأثیرگذار بودند. در بین تیمارهای مورد بررسی، بیشترین رشد طولی و درصد بازماندگی لاروها در تیمار S30-R25(شوری ppt ۳۰ و تراکم ۲۵) مشاهده شد، که بیانگر شرایط بهینه برای رشد در این سطح تلفیقی است. به طور کلی،

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-02-15]
[DOI: 10.22034/JOA.12.3.23]

افزایش تراکم روتیفر در هر سطح شوری با افزایش طول لاروها همراه بود، زیرا تراکم پایین روتیفر منجر به محدودیت در تغذیه، کاهش رشد و افزایش رقابت می‌شود (Dowd and Houde, 1980)، که چنین روندی در مطالعه Sterzelecki و همکاران (۲۰۲۱) بر لارو ماهی در تغذیه با روتیفر مشاهده شد به‌طوری‌که در مطالعه این محققین که به مدت ۸ روز انجام شد، در تیمارهای با تراکم پایین، از روز دوم به بعد، روتیفر باقی‌مانده مشاهده نشد و بقاء لاروها در تراکم ۰/۱ روتیفر در میلی‌لیتر به‌طور قابل توجهی کاهش یافت. بر خلاف نتایج مطالعه حاضر، در مطالعه Woolley و Partridge (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف تغذیه‌ای با روتیفر بر مصرف طعمه، رشد و بقاء لارو ماهی *Seriola lalandi* طی ۱۲ روز نخست پس از تفریخ ،بین تیمارها از نظر بقاء لارو و رشد نهایی تفاوت معناداری وجود نداشت (p>۰/۰۵). در مطالعه حاضر، بیشترین تأثیر مثبت در شوری ۳۰ مشاهده شد که نشان‌دهنده تعامل مطلوب تغذیه و شرایط اسمزی در این سطح است که این روند در مطالعات Fourooghifard و همکاران (۲۰۱۹) بر لارو ماهی صافی قهوه‌ای (*Siganus sutor*) نیز مشاهده شد. اما از نظر درصد بازماندگی به‌جز در شوری ۳۵ ppt در سایر تیمارها نیز این روند مشاهده شد، زیرا تأثیر مثبت تراکم بالا تنها در محدوده بهینه شوری اتفاق می‌افتد (Lubzens *et al*., 1989).

تحلیل مقایسه‌ای نشان داد که بهترین شرایط برای پرورش لارو ماهی هامور معمولی از نظر همزمانی رشد و بقاء، در شوری ppt ۳۰ و در حضور تراکم بالای روتیفر (۲۵ عدد/میلی‌لیتر) حاصل می‌شود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که تنظیم مناسب شوری محیط و تأمین کافی غذای زنده می‌تواند نقش مؤثری در بهبود عملکرد زیستی لاروها ایفاء کند. همچنین اثر منفی همزمان شوری بالا (۳۵) و تراکم بالای غذایی نشان‌دهنده محدودیت‌های فیزیولوژیک در شرایط استرس‌زاست. این نتایج بیانگر آن است که هر دو عامل شوری و تراکم روتیفر نقش مؤثری در بقاء لاروها ایفا کرده و این اثر به‌صورت وابسته به شرایط محیطی ترکیبی بروز یافته است. بنابراین، توصیه می‌شود در پرورش تجاری لارو ماهی هامورمعمولی، ضمن کنترل دقیق شوری در محدوده بهینه، تراکم غذای زنده نیز در سطح بالا و پایدار نگه‌داشته شود تا بیشینه عملکرد زیستی حاصل گردد.

منابع

Abd Rahman, A.R., Cob, Z.C., Jamari, Z., Mohamed, A.M., Toda, T. and Ross, O.H., 2018. The effects of microalgae as live food for *Brachionus plicatilis* (rotifer) in intensive culture system. *Tropical Life Sciences Research*, 29(1), 127 P. DOI:10.21315/tlsr2018.29.1.9

Akatsu, S., Al-Abdul-Elah, K.M. and Teng, S.K., 1983. Effects of salinity and water temperature on the survival and growth of brown-spotted grouper larvae (*Epinephelus tauvina*, Serranidae). *Journal of the World Mariculture Society*, 14(1-4), pp. 624-635. DOI:10.1111/j.1749-7345.1983.tb00115.x

Alnemari, A., 2025. Comparative Analysis of Environmental Parameters and Growth Performance of Orange-spotted Grouper (*Epinephelus coioides*) in RAS, Earthen Ponds, and Natural Habitats: Integrating Water Quality, Soil Chemistry, and Heavy Metal Dynamics. *Egyptian Journal of Soil Science*, 65(2), pp. 869-886. DOI:10.21608/ejss.2025.360865.2003

Aoki, R., Matsumasa, T., Kumada, T., Jin, N. and Masuma, S., 2025. Hatchability and growth performance of F1, F2, and backcross progenies of *Epinephelus bruneus* and *Epinephelus lanceolatus*. *Aquaculture International*, 33(4), 291 P. DOI:10.1007/s10499-025-01968-z

Ch'ng, C.L. and Senoo, S., 2008. Egg and larval development of a new hybrid grouper, tiger grouper *Epinephelus fuscoguttatus*× giant grouper *E. lanceolatus*. Aquaculture Science, 56(4), pp. 505-512. DOI:10.11233/aquaculturesci.56.505

Chang, Y.H., Lin, Y.H., Hsieh, C.H. and Chen, Y.M., 2019. Aurantiochytrium dietary supplements reduce intra-cohort cannibalism among orange-spotted groupers (*Epinephelus coioides*) by modulating brain 5-HT and serum cortisol. *Aquaculture*, 502, pp.202-211. DOI:10.1016/j.aquaculture.2018.12.042

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-02-15]

[DOI: 10.22034/JOA.12.3.23]

Chien, M.H., Wu, S.Y. and Lin, C.H., 2018. Oral immunization with cell-free self-assembly virus-like particles against orange-spotted grouper nervous necrosis virus in grouper larvae, *Epinephelus coioides*. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 197, pp. 69-75. DOI:10.1016/j.vetimm.2018.01.012

Cruz-Cruz, I., Maldonado-García, M., Rebollar-Prudente, R., Estrada-Godínez, J.A., Pacheco-Vega, J.M. and Cadena-Roa, M., 2019. Nutritional value and population growth of *Brachionus plicatilis* fed with endemic microalgae from North Pacific. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 47(1), pp. 42-51. DOI:10.3856/vol47-issue1-fulltext-6

Dowd, C.E. and Houde, E.D., 1980. Combined effects of prey concentration and photoperiod on sirvival and growth of larval sea bream *Archosargus rhomboidalis* (Sparidae). *Marine Ecology Progress Series*, 3, pp. 181-185. DOI:10.3354/meps003181

Duray, M.N., 1994. Daily rates of ingestion on rotifers and Artemia nauplii by laboratory-reared grouper larvae of *Epinephelus suillus*. *The Philippine Scientist*, 31, pp. 32-41. http://hdl.handle.net/doi.org/10862/1450

Duray, M.N., Estudillo, C.B. and Alpasan, L.G., 1996. The effect of background color and rotifer density on rotifer intake, growth and survival of the grouper (*Epinephelus suillus*) larvae. *Aquaculture*, 146(3-4), pp. 217-224. DOI:10.1016/s0044-8486(96)01375-0

FAO, 2023. The state of world fisheries and aquaculture 2023. FAO, Rome. DOI:10.4060/cb8609en

Fourooghifard, H., Matinfar, A., Abdolalian, E., Moezzi, M., Roohani Ghadikolaee, K., Kamali, E., Allen, S. and Zahedi, M.R., 2017. Egg production and larval rearing of orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*) using reared broodstocks in Hormozgan Province, Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 16(3), pp. 984-992. DOI:10.22092/ijfs.2018.114714

Fourooghifard, H., Ghadikolaee, K.R., Allen, S., Moezzi, M., Dehghani, R. and Zahedi, M.R., 2019. Determining the appropriate time and hormone administration for induced spawning and egg production of the shoemaker spinefoot rabbitfish, *Siganus sutor* (Valenciennes, 1835) during the reproductive season. *Aquaculture*, 510, pp. 318-322. DOI:10.1016/j.aquaculture.2019.05.062

Ge, H., Lin, K., Zhou, C., Lin, Q., Zhang, Z., Wu, J., Zheng, L., Yang, Q., Wu, S., Chen, W. and Wang, Y., 2020. A multi-omic analysis of orange-spotted grouper larvae infected with nervous necrosis virus identifies increased adhesion molecules and collagen synthesis in the persistent state. *Fish & Shellfish Immunology*, 98, pp. 595-604. DOI:10.1016/j.fsi.2020.01.056

Hseu, J.R., Chang, H.F. and Ting, Y.Y., 2003. Morphometric prediction of cannibalism in larviculture of orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*. *Aquaculture*, 218(1-4), pp. 203-207. DOI:10.1016/S0044-8486(02)00315-0

Kai, Y.H., Wu, Y.C. and Chi, S.C., 2014. Immune gene expressions in grouper larvae (*Epinephelus coioides*) induced by bath and oral vaccinations with inactivated betanodavirus. *Fish & Shellfish Immunology*, 40(2), pp. 563-569. DOI:10.1016/j.fsi.2014.08.005

Kausar, R., Kakar, A., Shafi, M., Baloch, D.M., Muhammad, F., Sulaiman, A., Saddozai, S., Tariq, N. and Yar, A.A., 2025. DNA

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-02-15]

[DOI: 10.22034/JOA.12.3.23]

Barcoding and phylogenetic relationship of ray-finned fish family serranidae (*Genus epinephelus*) form the coast of Gwadar Gluchistan. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 35(3), pp. 866-872. DOI:10.36899/JAPS.2025.3.0075

Kuo, J., Chen, C.Y., Han, C.C., Ju, Y.M. and Tew, K.S., 2021. Analyses of diet preference of larval orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*) grown under inorganic fertilization method using next-generation sequencing. *Aquaculture*, 531, 735916 P. DOI:10.1016/j.aquaculture.2020.735916

Lai, Y.X., Jin, B.L., Xu, Y., Huang, L.J., Huang, R.Q., Zhang, Y., Kwang, J., He, J.G. and Xie, J.F., 2014. Immune responses of orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*, against virus-like particles of betanodavirus produced in Escherichia coli. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 157(1-2), pp. 87-96. DOI;10.1016/j.vetimm.2013.10.003

Lubzens, E., Tandler, A. and Minkoff, G., 1989. Rotifers as food in aquaculture. *Hydrobiologia*, 186(1), pp. 387-400. DOI:10.1007/bf00048937

Mpwaga, A.Y., Gyan, R.W., Ding, M.Y., Tan, B., Chi, S. and Yang, Q., 2025. Effects of dietary vitamin A supplementation on growth, immune response, and lipid metabolism in mid-stage *Epinephelus coioides*. *Animal Feed Science and Technology*, 323, p.116274. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2025.116274

Ou-yang, Z., Wang, P., Huang, X., Cai, J., Huang, Y., Wei, S., Ji, H., Wei, J., Zhou, Y. and Qin, Q., 2012. Immunogenicity and protective effects of inactivated Singapore grouper iridovirus (SGIV) vaccines in orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*. *Developmental & Comparative Immunology*, 38(2), pp. 254-261. DOI:10.1016/j.dci.2012.07.004

Piech, P. and Kujawa, R., 2023. Effect of different water salinities on the larvae of the blue bream *Ballerus ballerus* (Linnaeus, 1758) during rearing. *Animals*, 13(7), 1245 P. DOI:10.3390/ani13071245

Sterzelecki, F.C., dos Santos Cipriano, F., Vasconcelos, V.R., Sugai, J.K., Mattos, J.J., Derner, R.B., Magnotti, C.F., Lopes, R.G. and Cerqueira, V.R., 2021. Minimum rotifer density for best growth, survival and nutritional status of *Brazilian sardine* larvae, Sardinella brasiliensis. *Aquaculture*, 534, 736264 P. DOI:10.1016/j.aquaculture.2020.736264

Takeshita, A. and Soyano, K., 2009. Effects of fish size and size-grading on cannibalistic mortality in hatchery-reared orange-spotted grouper *Epinephelus coioides* juveniles. *Fisheries Science*, 75(5), pp. 1253-1258. DOI:10.1007/s12562-009-0135-8

Tew, K.S., Meng, P.J., Lin, H.S., Chen, J.H. and Leu, M.Y., 2013. Experimental evaluation of inorganic fertilization in larval giant grouper (*E. pinephelus* lanceolatus Bloch) production. *Aquaculture Research*, 44(3), pp. 439-450. DOI:10.1111/j.1365-2109.2011.03051.x

Toledo, J.D., Caberoy, N.B., Quinitio, G.F., Choresca, C.H. and Nakagawa, H., 2002. Effects of salinity, aeration and light intensity on oil globule absorption, feeding incidence, growth and survival of early-stage grouper *Epinephelus coioides* larvae. *Fisheries science*, 68(3), pp. 478-483. DOI:10.1046/j.1444-2906.2002.00451.x

Wang, J.L., Wang, H.Q., Mo, Z.Q., Zhou, L., Luo, X.C., Li, A.X., Li, Y.W. and Dan, X.M., 2020. Orange-spotted grouper (*Epinephelus*

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-02-15]
[DOI: 10.22034/JOA.12.3.23]

coioides) NADPH oxidase: Cloning and expression analysis after *Cryptocaryon irritans* infection. *Fish & Shellfish Immunology*, 99, pp. 291-300. DOI:10.1016/j.fsi.2020.02.010

Woolley, L.D. and Partridge, G.J., 2015. The effect of different rotifer feeding regimes on the growth and survival of yellowtail kingfish *Seriola lalandi* (Valenciennes, 1833) larvae. *Aquaculture Research*, 47(9), pp. 2723-2731. DOI:10.1111/are.12723

Zaki, M.I., Aziz, F.K. and El-Absawy, M.E.G., 2007. Induce spawning and larval reading of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) collected from fish farms, Egypt. *Aquaculture,* 33, pp. 418-433. http://doi.org/j.aquacultue.2007.1834.1908

Zhang, Z., Yang, Z., Ding, N., Xiong, W., Zheng, G., Lin, Q. and Zhang, G., 2018. Effects of temperature on the survival, feeding, and growth of pearl gentian grouper (female *Epinephelus fuscoguttatus*× male *Epinephelus lanceolatus*). *Fisheries Science*, 84(2), pp. 399-404. DOI:10.1007/s12562-017-1163-4

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-02-15]

[DOI: 10.22034/JOA.12.3.23]