"مقاله پژوهشی"

اثر سطوح مختلف نانوذره سلنیوم و ویتامین E بر رشد، بازماندگی و برخی شاخص‌های رسیدگی جنسی در ماهی سیچلاید گورخری (*Amatitlania nigrofasciata*)

فرهاد بَزی[1*]، وحید تقی‌زاده[1]، محمدرضا ایمانپور[1]

۱- گروه شیلات، واحد گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۱۹

چکیده

ماهی سیچلاید گورخری (*Amatitlania nigrofasciata*) از مشهورترین ماهیان زینتی آب شیرین و یکی از ماهیان خانواده Cichlidae و بومی آمریکای مرکزی است. در این آزمایش تعداد ۲۱۶ عدد بچه ماهی سیچلاید گورخری با وزن متوسط ۰/۰۰۸ ± ۰/۲۶ گرم در آزمایشگاه شهید ناصر فضلی برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در شش گروه شامل گروه شاهد (فاقد ماده افزودنی)، گروه یک (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E)، گروه دو (۰/۱ میلی‌گرم برگیلوگرم جیره نانوسلنیوم)، گروه سه (۰/۲ میلی‌گرم برگیلوگرم جیره نانوسلنیوم)، گروه چهار (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E به‌اضافه ۰/۱ میلی‌گرم برگیلوگرم جیره نانوسلنیوم) و گروه پنج (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E به‌اضافه ۰/۲ میلی‌گرم برگیلوگرم جیره نانوسلنیوم) در سه تکرار نگهداری شدند. در انتهای دوره حدود ۸۵ روزه برخی شاخص‌های رشد، بازماندگی و رسیدگی جنسی مورد ارزیابی قرارگرفتند. نتایج حاصل نشان داد که ماهیان تغذیه‌شده در گروه دو و گروه پنج از عملکرد بهتری در رابطه با برخی شاخص‌های رشد با سایر گروه‌ها و گروه شاهد برخوردار بودند. در خصوص میزان بازماندگی بین گروه‌های مختلف با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). همچنین نتایج نشان داد که ماهیان تغذیه‌شده با جیره شماره چهار عملکرد بهتری در خصوص برخی شاخص‌های رسیدگی جنسی نشان دادند، به طوری که ماهیان این گروه دارای بیشترین قطر طولی و عرضی تخمک، قطر فضای زرده تخمک، بیشترین قطر طولی و عرضی تخم و بیشترین قطر فضای زرده تخم بودند که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و سایر گروه‌ها بود (p<۰/۰۵). همچنین مشخص شد که کمترین زمان رسیدگی جنسی و بیشترین درصد تفریخ در گروه یک است که دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها و تیمار شاهد بود (p<۰/۰۵). با توجه به نتایج این تحقیق مشخص شد که جیره‌های مکمل شده با میزان ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E به اضافه ۰/۲ میلی‌گرم نانوسلنیوم بر کیلوگرم جیره، کارایی بهتری بر روی شاخص‌های رشد ماهیان سیچلاید گورخری دارند که می‌توان آن را به سایر ماهیان خانواده سیکلیده از جمله تیلاپیای پرورشی تعمیم داد. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از جیره شماره چهار باعث بهبود شاخص‌های تولیدمثلی (مربوط به تخم و تخمک) در ماهیان سیچلاید گورخری می‌شود. همچنین تغذیه ماهیان با جیره شماره یک می‌تواند در تقویت درصد تفریخ لارو و زمان رسیدگی جنسی ماهیان سیچلاید گورخری و سایر ماهیان خانواده سیکلیده از جمله تیلاپیای پرورشی موثر واقع شود.

کلمات کلیدی: ویتامین E، نانوسلنیوم، رسیدگی جنسی، رشد و بازماندگی، سیچلاید گورخری(*Amatitlania nigrofasciata*).

* عهده‌دار مکاتبات: farhad.fff3@gmail.com

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]

[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]

[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]

مقدمه

در حال حاضر تجارت ماهیان آکواریومی به‌عنوان یک حرفه و شغل پر درآمد محسوب می‌شود. ماهی سیچلاید گورخری (*Amatitlania nigrofasciata*) از مشهورترین ماهیان زینتی آب شیرین و یکی از ماهیان خانواده Cichlidae و بومی آمریکای مرکزی است. خانواده سیکلیده از رده ماهیان استخوانی Osteichteyes، زیر رده Actinopterygii و راسته سوف ماهی شکلان Perciformes می‌باشد. که هر دو جنس نر و ماده از لاروها و تخم‌ها مراقبت می‌کنند (Myrberg, 1964). طول کل آنها ۸-۵ سانتیمتر است (Townshend and Wootton, 1984).

تغذیه در پرورش ماهیان از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا حدود ۶۰ درصد هزینه‌های تولید و پرورش را به خود اختصاص می‌دهد؛ بنابراین استفاده از مواد غذایی با کیفیت و همچنین با قیمت مناسب، از مواردی است که باید مد نظر قرار گیرد (افشار مازندران، ۱۳۸۱). امروزه تکنیک‌های نوین علمی، از جمله عوامل موثر در بهبود فرایند تکثیر و تولید مثل آبزیان مورد توجه آبزی‌پروران می‌باشد (Izquierdo *et al*., 2001). تامین جیره غذایی مناسب و فراهم بودن عوامل محیطی مناسب را می‌توان از اصلی‌ترین عوامل تاثیرگذار بر فرایند تولیدمثلی مولدین پرورشی برشمرد، که در تولید محصولات جنسی (تخمک و اسپرم یا گامت‌های نر و ماده) با کیفیت و میزان بازماندگی لاروها و تولید آبزیان مقاوم‌تری نیز نقش دارد (Wooster *et al*., 2000)؛ از این رو، از مواد و افزودنی‌هایی جهت بهبود کیفیت روند تکثیر آبزیان استفاده می‌شود.

ویتامین E یکی از ویتامین‌های مهم محلول در چربی است که باید در جیره‌ی ماهی به مقدار مناسب وجود داشته باشد. این ویتامین از اکسیداسیون اسیدهای چرب جلوگیری می‌کند و به عنوان یک ماده مغذی برای رشد و سلامت جانداران لازم است (Brigelius-Flohe and Traber, 1999). تحقیقات اخیر نشان داده که ویتامین E به صورت غیرمستقیم با تاثیر بر متابولیسم باعث بهبود شاخص‌های رشد و بقا در ماهی می‌شود (Agradi *et al*., 1993; Tocher *et al*., 2002).

سلنیوم یکی از عناصر کمیاب است که باید به مقدار ناچیز در جیره‌ی جانداران باشد. سلنیوم به عنوان بخشی از آنزیم فلزی گلوتاتیون پراکسیداز که در از بین بردن رادیکالهای آزاد نقش دارد، می‌باشد (Rotruck *et al*., 1973؛ سالک یوسفی، ۱۳۷۹). همچنین مشخص شده است که سلنیوم در رشد، نمو و ایمنی نقش دارد (Ellis and Salt, 2003; Beck et al., 2004).

ارتباط بین سلنیوم و ویتامین E در چند گونه از ماهیان مانند ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) (Poston *et al*., 1976)، چینوک سالمون (*Oncorhynchus tshawytscha*) (*Thorarinsson, 1994*) و گربه ماهی روگاهی (*Ictalurus punctatus*) (Gatlin and Wilson, 1984) مورد مطالعه قرار گرفته است. از این مطالعات می‌توان نتیجه گرفت که کمبود ویتامین E می‌تواند موجب تشدید علائم کمبود سلنیوم شود (Lorentzen *et al*., 1994; Poston *et al*., 1976). در ماهی آزاد اقیانوس اطلس در طول شش هفته‌ی اول بعد از جذب کیسه‌ی زرده (وزن میانگین ۰/۱ گرم) نشان دادند که تغذیه با ویتامین E و سلنیوم برای کاهش مرگ ومیر ضروری است (Bell et al., 1987). ماهی کاراس (*Carassius auratus gibelio*) تغذیه شده با سلنومتیونین و نانو ذرات سلنیوم (۰/۵۵ mg/kg) در مقایسه با گروه شاهد رشد بیش‌تر و

FCR کم‌تر را نشان داد (Zhou *et al*., 2009). کمبود ویتامین E در جیره‌ی قزل آلای رنگین کمان موجب کاهش رشد، فعالیت کبد، سطح هماتوکریت و افزایش مرگ و میر و مصرف اکسیژن می‌شود (*Pearce et al*., *2003*). ویتامین E در فیل ماهی (*Huso huso*) بر بهبود رشد تاثیر مستقیم داشته و به عنوان یک ویتامین مهم برای این گونه شناخته شده است (Safarpour Amlashi *et al*., 2011). در ماهی هامور مالاباری (*Epinephelus malabaricus*) افزایش وزن بطور معنی داری تحت تاثیر سلنیوم است (Lin, 2014). ویتامین E به همراه اسیدهای چرب غیراشباع (HUFA) و ویتامین C در جیره مولدین میگوی هندی، باعث افزایش غلظت آن‌ها در تخم‌ها شده و درصد هچ آن‌ها را افزایش می‌دهد (Cahu *et al*., 1995). با این حال برخی مطالعات نشان داده‌اند که وجود ویتامین E به‌تنهایی تاثیر معنی‌داری بر فاکتورهای رشد و بازماندگی لارو ماهی مرکب ببری (*Sepia pharaonic*) ندارد (زاهدی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین در مطالعه‌ای دیگر مشخص شد که افزودن نانوسلنیوم به جیره غذایی بچه ماهیان تمام ماده تریپلوئید قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) باعث بهبود شاخص‌های رشد، بقا و برخی فاکتورهای ایمنی می‌شود (حاجی‌بگلو و همکاران، ۱۴۰۰).

با توجه به این مطالب ضرورت استفاده از ویتامین E و نانوسلنیوم به عنوان مواد بهبوددهنده رشد، بازماندگی، رسیدگی جنسی مولدین و کیفیت تخم ها در ماهیان زینتی تجاری احساس می‌شود.

مواد و روش ها

برای شروع کار نیاز به ۲۱۶ عدد بچه ماهی سیچلاید گورخری می‌باشد، که برای تهیه این تعداد بچه ماهی اقدام به خرید ۳ جفت مولد ماهی سیچلاید گورخری (۳ عدد نر و ۳ عدد ماده) از مراکز تکثیر و پرورش خصوصی ماهیان زینتی تهیه شد و به یک آکواریوم در سالن شهید ناصر فضلی برآبادی که از قبل آبگیری و هوادهی شده و در آن ۳ عدد گلدان سفالی به عنوان لانه مصنوعی قرار داده شده بود، منتقل شدند تا پس از تکثیر و تخم‌ریزی طبیعی مولدین، تعداد بچه ماهی مورد نیاز بدست آید.

تغذیه مولدین روزانه سه بار توسط غذای بیومار فرانسه سایز ۱/۱ صورت می‌گرفت؛ لازم به ذکر است که علاوه بر غذای بیومار فرانسه، از کرم خونی منجمد شده هم به عنوان غذای زنده جهت تکمیل نیازهای مولدین، هفته ای دو بار استفاده شد. پس از تغذیه مولدین و بررسی‌های روزانه‌ی رفتارهای تولید مثلی آن‌ها، جفت مولدینی که باهم شنا می‌کردند و رفتارهای تولید مثلی (لب گرفتن، رفتن به لانه (گلدان سفالی) شبیه سازی شده، مورد هجوم قرار دادن سایر مولدین) نشان می‌دادند، از سایر مولدین جدا و به آکواریوم جداگانه منتقل شدند.

دمای مناسب تخم‌ریزی توسط بخاری برقی در محدوده ۲۸-۲۶ درجه سانتیگراد نگهداری شد. مواد معلق آب توسط یک عدد فیلتر ابری که نقش هواده هم داشت، حذف می‌شد. سیفون کردن مواد زائد و تعویض روزانه آب به میزان ۲۰ درصد انجام می‌شد. به‌منظور ایجاد شرایط طبیعی تخم‌ریزی، برای هر یک جفت ماهی مولد، یک عدد گلدان سفالی در آکواریوم قرار داده شد.

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]

بررسی روزانه لانه‌ها برای این بود تا در صورت تخمریزی مولدین، گلدان‌های سفالی حاوی تخم‌های چسبیده به آن برداشته و به آکواریوم جدیدی جهت تفریخ و نگهداری منتقل شوند.

طی سه روز اول بعد از تفریخ تخم ها، لاروها دارای کیسه زرده بوده و از آن تغذیه می‌کردند؛ بعد از آن به‌مدت یک هفته با زرده تخم‌مرغ، روزانه پنج بار تغذیه شدند. از روز دهم پس از تفریخ به مدت پنج روز، تغذیه مختلط لاروها با زرده تخم‌مرغ و آب حاوی روتیفر (۶۰۰۰ سلول در هر میلی‌لیتر)، جلبک (۳×۱۰^{۵} سلول در هر میلی‌لیتر) و پارامسی (۲۰۰۰۰ سلول در هر میلی‌لیتر) انجام شد. پس از حدود دو هفته تغذیه لاروها با غذای بیومار پودر شده آغاز شد و در آخر ۲۱۶ عدد از بچه ماهیان حدود ۴۵ روزه سیچلاید گورخری با میانگین وزنی ۰/۰۰۸ ± ۰/۲۶ گرم در شش گروه با سه تکرار، که هر تکرار ۱۲ عدد بچه ماهی داشت، در محل آزمایشگاه آبزی‌پروری شهید ناصر فضلی برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، تقسیم شدند.

ساخت جیره به‌صورت دستی و با ترکیب مواد غذایی موجود در جدول یک انجام شد. ابتدا اجزای خشک جیره که مقادیر بالایی از یک کیلوگرم غذا را تشکیل می‌دهند، با هم مخلوط شدند. مقادیر مختلف نانوذرات سلنیوم ابتدا در آب حل شد و بعد بر روی جیره اسپری شد. ویتامین E هم ابتدا با مکمل مواد ویتامینی که شامل دو گروه ویتامین‌های محلول در آب و محلول در چربی بود، مخلوط و بر روی جیره اسپری شد. سپس خمیر بدست آمده از یک الک با چشمه مناسب که غذا را به اندازه دهان بچه ماهیان درمی‌آورد، عبور داده شد و بر روی سینی های مخصوص پهن شد تا خشک شود. ساخت جیره‌های آزمایشی دوبار انجام شد. در ابتدا جیره با سایز نیم میلیمتر ساخته شد و پس از آن‌که بچه ماهیان بزرگتر شدند، غذای با سایز ۱.۱ میلیمتر و با همان روش قبلی ساخته شد.

تعداد ۲۱۶ عدد بچه ماهی حدود ۴۵ روزه سیچلاید گورخری با میانگین وزن ۲۶۰ میلی‌گرم در شش گروه با سه تکرار شامل گروه کنترل (بدون ماده افزودنی)، گروه یک (۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E در یک کیلوگرم غذا)، گروه دو (۰/۱ میلی‌گرم برگیلوگرم جیره نانوسلنیوم)، گروه سه (۰/۲ میلی‌گرم برگیلوگرم جیره نانوسلنیوم)، گروه چهار (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E به اضافه ۰/۱ میلی‌گرم برگیلوگرم جیره نانوسلنیوم) و گروه پنج (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E به اضافه ۰/۲ میلی‌گرم برگیلوگرم جیره نانوسلنیوم) تقسیم شدند. طی دوره‌ی حدود ۸۵ روزه آزمایش بچه ماهیان با جیره‌های آزمایشی به میزان ۳ درصد وزن بدن و سه بار در روز تغذیه می‌شدند. به‌منظور تصفیه آب آکواریوم‌ها در هر آکواریوم یک عدد فیلتر مکانیکی قرار داده شد و سیفون کردن مواد زائد و تعویض روزانه آب به میزان ۳۰ درصد انحام می‌شد. به‌منظور نگهداری دمای آب آکواریوم‌ها در محدوده ۲۶ الی ۲۸ درجه سانتی‌گراد، در هر آکواریوم یک عدد بخاری برقی قرار داده شد. زیست سنجی ماهیان هر دو هفته یک بار جهت تعیین مقدار غذای روزانه انجام می‌شد.

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]

جدول ۱: ترکیب غذایی جیره ماهی سیچلاید گورخری برحسب گرم در یک کیلوگرم (Degani, 1993)

	تیمار شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵
پودر ماهی (گرم)	۶۵۰	۶۵۰	۶۵۰	۶۵۰	۶۵۰	۶۵۰
آرد گندم (گرم)	۲۸۸/۹۹۸	۲۸۸/۹۹۸	۲۸۸/۹۹۸	۲۸۸/۹۹۸	۲۸۸/۹۹۸	۲۸۸/۹۹۸
پودر شیر (گرم)	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
مخلوط ویتامین (گرم)*	۵	۵	۵	۵	۵	۵
مخلوط مواد معدنی (گرم)*	۵	۵	۵	۵	۵	۵
سلولز (گرم)	۱/۰۰۲	۰/۰۰۲	۱/۰۰۱	۱	۰/۰۰۱	–
ویتامین E (گرم)	–	۱	–	–	۱	۱
نانوسلنیوم (گرم)	–	–	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲

* مکمل ویتامینی جیره، بصورت دستی و با ترکیب ویتامین‌های مختلف تهیه شد، به طوری که هر یک کیلوگرم جیره پایه شامل ویتامین‌های: A (۶۰۰۰ واحد بین المللی)، D_3 (۲۰۰۰ واحد بین المللی)، K_3 (۶ میلی-گرم)، H_2 (۱ میلی‌گرم)، C (۲۷ میلی‌گرم)، B_1 (۱ میلی‌گرم)، B_2 (۱۶/۸ میلی‌گرم)، B_5 (۴۵ میلی‌گرم)، B_6 (۱۲ میلی‌گرم)، B_7 (۳۶ میلی‌گرم)، B_9 (۳ میلی‌گرم) و B_{12} (۰/۰۲میلی‌گرم) به جز ویتامین E تهیه شد؛ همچنین مکمل معدنی استفاده شده فاقد سلنیوم و در یک کیلوگرم غذا شامل: سدیم (Sodium chloride) ۱۲۰۰ میلی‌گرم، آهن (Ferrous sulfate) ۱۳ میلی‌گرم، منگنز (Manganese sulfate) ۳۲ میلی‌گرم، روی (Zinc sulfate) ۶۰ میلی‌گرم، مس (Copper sulfate) ۷ میلی‌گرم و ید (Potassium iodine) ۸ میلی‌گرم بود.

جدول ۲: آنالیز شیمیایی مواد غذایی جیره

آنالیز شیمیایی ترکیبات غذایی جیره (۹۰ درصد ماده خشک)	
پروتئین	۴۷/۳۰
چربی	۶/۴۰
خاکستر	۱۱/۰۰

به‌منظور ایجاد شرایط تخم‌ریزی در اواسط دوره در هر آکواریوم سه عدد گلدان سفالی به‌عنوان لانه و بستر تخمریزی برای ماهیان سیچلاید گورخری قرار داده شد، تا ماهیان در آن تخمریزی کنند و پس از آن شمارش تعداد تخم و سنجش سایر پارامترهای مربوط به تخم صورت گیرد.

پارامترهای رشد

معیارهای رشد ماهیان سیچلاید گورخری در هر تیمار به‌صورت زیر مشخص شد:

ضریب تبدیل غذایی (FCR): (Hung *et al*., 1989)

$$FCR= F/ (W_T-W_0)$$

F= مقدار غذای خورده‌شده توسط هر ماهی، W_0= میانگین وزن اولیه (گرم)، W_T= میانگین وزن نهایی (گرم)

ضریب رشد ویژه (SGR): (Hung *et al*., 1989)

$$SGR\%= \{(Ln\ W_T- Ln\ W_0) / T\} \times 100$$

W_0= میانگین وزن اولیه (گرم)، W_T= میانگین وزن نهایی (گرم)، T= تعداد روزهای دوره پرورش

درصد افزایش وزن بدن (BWI): (Hung *et al*., 1989)

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]

$BWI\% = \{(BW_F - BW_i) / BW_i\} \times 100$

BW_i= متوسط وزن اولیه در هر آکواریوم،

BW_F= متوسط وزن نهایی در هر آکواریوم

فاکتور وضعیت (CF): (Austreng, 1978)

$CF = (W/L^3) \times 100$

W=وزن نهایی ماهی (بر حسب گرم)، L= طول کل ماهی (سانتی‌متر)

سرعت رشد وزنی (VW): (Ricker, 1979)

$VW\% = \{2 (W_T - W_0) / T \times (W_T + W_0)\} \times 100$

W_0= میانگین وزن اولیه (گرم)، W_T= میانگین وزن نهایی (گرم)، T= تعداد روزهای دوره پرورش

درصد بازماندگی (SR):

SR%= (تعداد ماهی باقی‌مانده در هر آکواریوم / تعداد ماهی ریخته شده در هر آکواریوم) × ۱۰۰

شاخص‌های رسیدگی جنسی

جهت اندازه گیری قطر تخمک از استریومیکروسکوپ مجهز به عدسی مدرج استفاده گردید. قطر تخمک‌ها به طور تصادفی اندازه گیری گردید؛ سپس اندازه به‌دست آمده در ضریب حاصل از درشت‌نمایی عدسی چشمی ضرب و نتیجه ثبت گردید (Biswas, 1993; Dan, 1977). قطر تخم نیز مانند قطر تخمک‌ها پس از لقاح و آبگیری کامل اندازه گیری و یادداشت شد (احمدنیا مطلق، ۱۳۸۸؛ افشار مازندران و همکاران، ۱۳۹۲).

درصد تفریخ تخم (فریدپاک، ۱۳۸۹):

درصد تفریخ تخم = (تعداد تخم لارو حاصله / تعداد تخم حاصله) × ۱۰۰

زمان رسیدگی جنسی (درجه ساعت) (فریدپاک، ۱۳۸۹):

زمان رسیدگی جنسی (درجه ساعت) = زمان رسیدگی(ساعت) × درجه حرارت (سانتی‌گراد)

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این تحقیق با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) با استفاده از نرم‌افزارSPSS ویرایش ۱۷ صورت گرفت .کلیه آنالیزهای آماری در سطح معنی داری $P \leq 0/5$ صورت گرفت و میانگین داده ها به همراه خطای استاندارد(mean ± SE) ارایه شده است.

نتایج

نتایج حاصل از تاثیر سطوح مختلف ویتامین E و نانوسلنیوم بر برخی شاخص‌های رشد ماهی سیچلاید گورخری در جدول ۳ ارایه شده است. بر اساس این نتایج بیش‌ترین میزان رشد، ضریب رشد ویژه و سرعت رشد وزنی به ترتیب در تیمار دو (۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم) ، تیمار پنج (۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به‌اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) و تیمار یک (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده گردید که دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و سایر گروه‌ها بود ($p<۰/۰۵$). همچنین بیش‌ترین درصد افزایش وزن بدن به ترتیب در تیمار ۲، تیمار ۵ و تیمار ۱ مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری بین این سه گروه با سایر گروه‌ها وجود دارد. از نظر شاخص فاکتور وضعیت و میزان بازماندگی بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]

جدول ۳: شاخص‌های رشد (میانگین ± خطای استاندارد) ماهی سیچلاید گورخری تغذیه شده با سطوح مختلف نانوسلنیوم و ویتامین E پس از یک دوره ۸۵ روزه

متغیرها	تیمار شاهد	تیمار ۱	تیمار۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵
رشد	۳/۵۰ ± ۰/۱۱ b	±۸۶/۳ ۰/۰۰ ab	۴/۲۸ ± ۰/۰۸ a	۳/۵۲ ± ۰/۳۳ b	۳/۵۶ ± ۰/۰۵ b	۴/۲۰ ± ۰/۰۴ a
SGR	۳/۰۴ ± ۰/۰۱ b	۳/۱۶ ± ۰/۰۰ ab	۳/۳۲ ± ۰/۰۲ a	۳/۰۲ ± ۰/۱۰ b	۳/۰۲ ± ۰/۰۳ b	۳/۲۴ ± ۰/۰۳ a
BWI	۱۲/۲۸ ۰±/۱۸ c	۱۳/۷۸ ± ۰/۰۰ bc	۱۵/۸۵ ± ۰/۲۹ a	۱۲/۱۳ ± ۱/۱۳ c	۱۲/۰۸ ± ۰/۳۷ c	۱۴/۷۷ ± ۰/۴۱ ab
CF	۲/۳۹ ± ۰/۱۰ a	۲/۹۶ ± ۰/۴۱ a	۲/۶۸ ± ۰/۱۶ a	۲/۵۹ ± ۰/۱۰ a	۲/۴۸ ± ۰/۰۲ a	۲/۹۹ ± ۰/۰۹ a
VW	۳۳/۵۹ ± ۲/۱۱ b	۴۰/۱۳ ± ۰/۰۱ ab	۴۸/۵۲ ± ۱/۶۸ a	۳۴/۱۶ ± ۵/۸۹ b	۳۴/۷۹ ± ۰/۷۹ b	۴۷/۲۹ ± ۰/۸۰ a
FCR	۱/۳۰ ± ۰/۰۴ a	۱/۱۶ ± ۰/۰۰ abc	۱/۰۶ ± ۰/۰۲ bc	۱/۲۸ ± ۰/۱۲ ab	۱/۲۲ ± ۰/۰۷ abc	۱/۰۱ ± ۰/۰۵ c
SR	۹۰/۹۰ ± ۰/۰۰ a	۸۱/۸۱ ± ۹/۰۹ a	۸۶/۳۶ ± ۱۳/۶۳ a	۱۰۰ ± ۰/۰۰ a	۸۷/۱۲ ± ۳/۷۸ a	۸۲/۹۵ ± ۷/۹۵ a

نتایج مربوط به شاخص‌های تولید مثل

نتایج مربوط به شاخص‌های تولیدمثل در جدول ۴ آمده است. با توجه به جدول ۴، بیشترین قطر طولی تخمک (برحسب میکرون) به‌ترتیب در تیمار ۴ (۰/۱ میلی‌گرم برکیلوگرم جیره نانوسلنیوم به‌اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم برکیلوگرم جیره ویتامین E) و تیمار ۵ (۰/۲ میلی‌گرم برکیلوگرم جیره نانوسلنیوم به‌اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و سایر تیمارها می‌باشد (p<۰/۰۵). همچنین بین تیمار شاهد و تیمار ۳ (۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم) از نظر قطر طولی تخمک اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۴: نتایج مربوط به شاخص‌های تولید مثل در ماهی سیچلاید گورخری تغذیه شده با سطوح مختلف ویتامین E و نانوذرات سلنیوم پس از یک دوره ۸۵ روزه

فاکتور	گروه شاهد	گروه یک	گروه دو	گروه سه	گروه چهار	گروه پنج
قطر طولی تخمک (mm)	۰/۰±۹۴/۰۱۴ d	۱/۰±۱۷/۰۲۸ b	۱/۰±۰۴/۰۴۹ c	۰/۰±۹۵/۰۴۲ d	۱/۰±۳۰/۰۰۷ a	۱/۰±۲۴/۰۰۷ a
قطر عرضی تخمک (mm)	۰/۰±۶۳/۰۱۴ e	۰/۰±۹۳/۰۰۷ a	۰/۰±۸۲/۰۱۴ c	۰/۰±۷۶/۰۱۴ d	۰/۰±۹۳/۰۰۷ a	۰/۰±۸۷/۰۰۷ b
فضای زرده تخمک (mm)	۰/۰±۹۱/۰۲۱ d	۱/۰±۱۵/۰۳۵ b	۱/۰±۰۱/۰۴۹ c	۰/۰±۹۱/۰۴۹ d	۱/۰±۲۸/۰۰۷ a	۱/۰۰۷±۲۱ ab
قطر طولی تخم (mm)	۱/۰±۲۵/۰۰۰ e	۱/۰±۵۰/۰۰۷ b	۱/۰±۳۲/۰۲۱ c	۱/۰±۳۰/۰۰۰ d	۱/۰±۵۷/۰۰۰ a	۱/۰±۴۸/۰۰۷ b
قطر عرضی تخم (mm)	۰/۰±۷۹/۰۱۴ e	۱/۰±۰۰/۰۰۷ c	۰/۰±۸۷/۰۱۴ d	۰/۰±۸۲/۰۲۸ e	۱/۰±۱۳/۰۰۷ a	۱/۰±۰۴/۰۰۷ b
فضای زرده تخم (mm)	۱/۰±۲۳/۰۱۴ e	۱/۰±۴۸/۰۰۰ b	۱/۰±۳۰/۰۱۴ c	۱/۰±۲۷/۰۱۴ d	۱/۰±۵۴/۰۰۷ a	۱/۰±۴۵/۰۰۷ b
درصد تفریخ تخم	۶۹/۰±۷۲/۴۲ d	۹۱/۰±۶۹/۵۰ a	۷۱/۰±۷۸/۵۰ d	۴۸/۰±۰۴/۸۸ e	۸۸/۱±۶۹/۸۵ b	۸۵/۰±۰۸/۸۲ b

براساس جدول ۴، بیشترین قطر عرضی تخمک در تیمار ۱ (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) و تیمار ۴ مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و سایر تیمارها بود (p<۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]

براساس نتایج نشان داده شده در جدول ۴، بیشترین فضای زرده به ترتیب در تیمار ۴ (۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E)، تیمار ۵ (۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) و تیمار ۱ (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده گردید که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و سایر تیمارها بود (p<۰/۰۵).

باتوجه به جدول ۴، بیشترین قطر طولی تخم (پس از لقاح و آبگیری کامل تخمک) در تیمار ۴ (۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به‌اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل و سایر گروه‌ها بود (p<۰/۰۵).

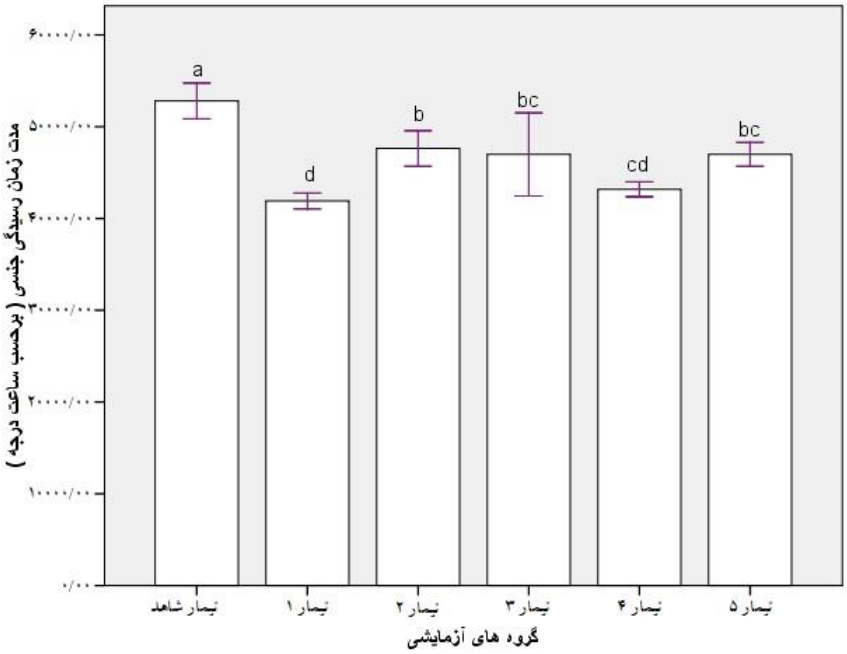
باتوجه به جدول ۴، بیشترین قطر عرضی تخم (پس از لقاح و آبگیری کامل تخمک) در تیمار ۴ (۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به‌اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل و سایر گروه‌ها بود (p<۰/۰۵).

باتوجه به جدول ۴، بیشترین قطر فضای زرده تخم (پس از لقاح و آبگیری کامل تخمک) در تیمار ۴ (۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به‌اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل و سایر گروه‌ها بود (p<۰/۰۵).

براساس نتایج ارائه شده در جدول ۴، بیشترین میزان تفریخ به‌ترتیب در تیمار ۱ (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E)، ۴ (۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به‌اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) و ۵ (۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به‌اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده گردید که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و سایر گروه‌ها بود (p<۰/۰۵).

براساس نتایج ارایه‌شده در شکل ۱، کمترین زمان رسیدگی جنسی (بر حسب ساعت درجه) به‌ترتیب در تیمار ۱ (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E)، ۴ (۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به‌اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) و ۵ (۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به‌اضافه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده گردید که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و سایر گروه‌ها بود (p<۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]



شکل ۱: نتایج مربوط به زمان رسیدگی جنسی (تخمک گذاری) در ماهی سیچلاید گورخری

بحث

باتوجه به مقایسه شاخص‌های رشد و شاخص‌های تولیدمثلی در ماهی سیچلاید گورخری مشاهده می‌شود که تیمار شماره دو (۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم) نقش مطلوب‌تری در بهبود فاکتورهای رشد، تغذیه و بازماندگی این ماهی داشته است که علت را می‌توان به تاثیر متقابل ویتامین E و نانوذرات سلنیوم و همچنین افزایش مقاومت در ماهیان به دلیل وجود ویتامین E در جیره‌ی آن‌ها نسبت داد (Cavalli *et al*., 2003). در نتیجه سطوح پایین نانوسلنیوم باعث بهبود فاکتورهای رشد می‌شود و سطوح بالای نانوسلنیوم فقط در صورتی که به همراه ویتامین E استفاده شود باعث بهبود فاکتورهای رشد می‌شود که علت کاهش رشد در سطوح بالای نانوسلنیوم، سمی بودن آن می‌باشد (Gatlin and Wilson, 1984) و در صورت مکمل شدن آن با ویتامین E از اثرات سمی آن کاسته می‌شود؛ زیرا کارایی بهتر ویتامین E، به وجود سلنیوم وابسته است (افشار مازندران، ۱۳۸۱؛ سالک یوسفی، ۱۳۷۹). در مطالعه‌ای بر روی فیل ماهی مشخص شده است که جیره های مکمل شده با ویتامین E دارای عملکرد بهتری بر روی فاکتورهای رشد و بقا می‌باشند (Safarpour Amlashi *et al*., 2011). علاوه بر این کمبود ویتامین E باعث کارایی ضعیف شاخص‌های رشد در ماهی آزاد سالمون (Hamre *et al*., 1994)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (Cowey *et al*., 1981)، و ماهی آزاد چینوک (Thorarinsson *et al*., 1994) می‌شود که تا حدودی با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

قابلیت دسترسی به غذا می‌تواند یک فاکتور مهم و تاثیرگذار بر روی تولید مثل جمعیت ماهیان باشد (Wooton, 1979, 1982). قطر تخم می‌تواند روی بقا،

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]

اندازه لاروی، فعالیت‌های تغذیه‌ای، مقاومت در مقابل گرسنگی و پرهیز از شکارچیان اثرگذار باشد (ایمانپور و زادمجید، ۱۳۸۸)، از این رو مواد و افزودنی‌های جیره به‌ویژه ویتامین E در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم غذا و نانوسلنیوم در سطوح پایین (۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم غذا) به‌دلیل اثر مکمل بر فعالیت یکدیگر باعث بهبود فاکتورهای تولیدمثلی در ماهیان می‌شوند چرا که گامت‌های نر و ماده اصولا استروئیدی (چربی) هستند (ایمانپور و زادمجید، ۱۳۸۸) و ویتامین E یک ویتامین محلول در چربی است و بخش اعظم تخمک را زرده و چربی تشکیل می‌دهد که در ایجاد تخم‌های درشت، که دارای کیفیت بهتری هستند و باعث تولید لاروهای مقاوم‌تر و با رشد بهتر می‌شود، موثر است؛ زیرا در شرایط طبیعی تخمک‌هایی با اندازه‌ی بالا به دلیل وجود ذخیره‌ی غذایی زیاد درصد تفریخ بالایی خواهند داشت (ایمانپور و زادمجید، ۱۳۸۸)، در نتیجه، بیشترین قطر طولی و عرضی تخمک و همچنین بیشترین قطر طولی و عرضی تخم را می‌توان به اثر متقابل ویتامین E و نانوسلنیوم نسبت داد که در تیمار ۴ اثر متقابل ویتامین E و نانوسلنیوم تایید می‌شود (افشار مازندران، ۱۳۸۱؛ سالک یوسفی، ۱۳۷۹). همچنین ثابت شده است که بازماندگی اولیه‌ی لاروهای حاصل از تخمک‌های درشت‌تر بالاست و لاروها از رشد بالاتری برخوردار خواهند بود؛ درنتیجه، به‌راحتی مراحل اولیه و بحرانی رشد را پشت سر خواهند گذاشت (Blaxter and Hempel, 1963). از آنجایی که با افزایش قطر تخم و تخمک و متعاقب آن فضای زرده نیز افزایش می‌یابد، پس افزایش فضای زرده نیز ناشی از وجود نانوسلنیوم و اثر متقابل آن با ویتامین E می‌تواند باشد؛ چرا که تخم مجموعه‌ای از فضای زرده و دور زرده است و اندازه لاروی رابطه‌ی مستقیم با فضای زرده دارد و با افزایش فضای زرده، لارو بزرگتری خواهیم داشت (ایمانپور و زادمجید، ۱۳۸۸). با این حال ویتامین E به همراه اسیدهای چرب غیر اشباع و ویتامین C هم باعث افزایش قطر طولی و عرضی تخم، تخمک و در نتیجه باعث افزایش فضای زرده تخم و تخمک می‌شود که به نوبه‌ی خود باعث افزایش کیفیت تخم و بهبود درصد تفریخ لارو می‌شود (Kashani *et al*., 2012)؛ که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. همچنین مشخص شده است که سطوح بالای ویتامین E به همراه ویتامین C باعث بهبود درصد تفریخ تخم و به دنبال آن بهبود کیفیت لارو در میگوی بزرگ آب شیرین می‌شوند (Cavalli *et al*., 2003)، که با نتایج بدست آمده از این تحقیق همخوانی دارد. همچنین مطالعات انجام شده بر ماهیان مختلف نشان داده‌اند که استفاده از جیره‌ی غذایی تجاری حاوی فسفاتیل کولین، آستاگزانتین و ویتامین E در فاصله‌ی زمانی کوتاهی قبل از تخم‌ریزی باعث بالا رفتن درصد تفریخ و بقای لاروها می‌شود (Watanabe *et al*., 1991; Salze *et al*., 2005)، که با نتایج مطالعه‌ی حاضر صدق می‌کند.

با توجه به اینکه ماهی سیچلاید گورخری، یک ماهی خوراکی نمی‌باشد، لذا جهت انتخاب جیره مناسب این ماهی از بین تیمارهای ۱، ۲ و ۴ که در بهبود شاخص‌های رشد (تیمار۲) و بهبود شاخص‌های تولیدمثلی (تیمار ۱ و ۴) نقش داشته اند، پیشنهاد می‌شود که تیمار شماره ۴ برای پرورش این ماهی به منظور تکثیر و در نتیجه افزایش بازدهی تولیدمثلی مورد استفاده قرار گیرد؛ زیرا تیمار ۲ فقط شاخص‌های رشد را افزایش داده، ولی شاخص‌های رسیدگی جنسی را افزایش چندانی نداده است و افزایش شاخص‌های رشد

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]

به‌تنهایی برای یک ماهی غیرخوراکی که شاخص وزنی، معیار فروش آن نمی‌باشد، توصیه نمی‌شود. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش مشخص شد که تیمار شماره ۴ (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E به‌اضافه ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم)، کم و بیش از سایر گروه‌ها عملکرد بهتری در خصوص شاخص‌های رشد، بازماندگی و رسیدگی جنسی نشان داده است، لذا توصیه می‌شود از این جیره برای تکثیر و پرورش ماهی سیچلاید گورخری و سایر ماهیان خانواده سیکلیده، از جمله تیلاپیای پرورشی استفاده شود.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. احمدنیا مطلق، ح.، توحیدیان‌فر، ی.، محمدی آشنانی، م.، نفیسی بهابادی، م.، زارع خفری، م.، ۱۳۸۸. بررسی هماوری و کیفیت تخم در ارتباط با برخی پارامترهای زیستی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۵(۲)، ۱۳۳-۱۲۷.

۲. افشار مازندران، ن.، ۱۳۸۱. راهنمای عملی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی آبزیان در ایران. تهران، انتشارات نوربخش، چاپ اول، ۲۱۶ ص.

۳. افشار، ط.، عبدلی، ا.، کیابی، ب.، ۱۳۹۲. بررسی مقایسه‌ای زیست شناسی تولید مثل ماهی گل-خورک (*Scartelaos tenuis*) در سواحل جزر و مدی مناطق حفاظت شده خور آبی و خور آذینی (استان هرمزگان). مجله علوم و فنون دریایی، ۱۲(۲)، ۴۶-۳۳.

۴. ایمانپور، م.، زادمجید، و.، ۱۳۸۸. مقدمه‌ای بر تکثیر ماهیان. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، چاپ اول، ۲۰۸ ص.

۵. حاجی بگلو، ع.، امیرپور، ز.، سوداگر، م.، ۱۴۰۰. اثرات منابع مختلف سلنیوم جیره (سلنیت سدیم، سلنومتیونین و نانوسلنیوم) بر رشد، ایمنی و خون-شناسی بچه‌ماهیان تمام ماده ترپلوئید قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). نشریه توسعه آبزی‌پروری، ۱۵(۳)، ۵۴-۴۱.

۶. زاهدی، م.، بحری، ا.، یحیوی، م.، محمدی زاده، ف.، یاسمی، م.، ۱۳۹۵. اثر غنی‌سازی آرتمیای فرانسیسکانا با اسیدهای چرب بلندزنجیره و ویتامین E بر میزان رشد، بازماندگی و مقاومت در برابر استرس‌های دما و شوری در لارو ماهی مرکب ببری (*Sepia pharaonic*). نشریه توسعه آبزی‌پروری، ۱۰(۴)، ۶۱-۵۱.

۷. سالک یوسفی، م.، ۱۳۷۹. تغذیه آبزیان پرورشی (ماهیان سردآبی، ماهیان گرم آبی و میگو). موسسه فرهنگی انتشاراتی اصلانی. ۳۲۰ ص.

۸. فریدپاک، ف.، ۱۳۸۹. دستورالعمل اجرایی تکثیر و پرورش ماهی‌های گرم آبی. انتشارات علمی آبزیان، چاپ پنجم، ۳۰۸ ص.

9. Agradi, E., Abrami, G., Serrini, G., McKenzie, D., Bolis, C., & Bronzi, P., 1993. The role of dietary n-3 fatty acid and vitamin E supplements in growth of sturgeon (*Acipenser naccarii*). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 105(1), 187-195.

10. Safarpour Amlashi, A. S., Falahatkar, B., Sattari, M., and Gilani, M. T., 2011. Effect of dietary vitamin E on growth, muscle

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]

[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]

composition, hematological and immunological parameters of sub-yearling beluga Huso huso L. Fish & shellfish immunology, 30(3), 807-814.

11. Austreng E., 1978. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. Aquaculture, (13), 265-272.
12. Beck, M. A., Handy, J., & Levander, O. A., 2004. Host nutritional status: the neglected virulence factor. Trends in microbiology, 12(9), 417-423.
13. Biswas, S.P., 1993. Manual of methods in fish biology. South Asian Publishers Pvt. Ltd., India, 157P.
14. Bell, J. G., Cowey, C. B., Adron, J. W., & Pirie, B. J. S., 1987. Some effects of selenium deficiency on enzyme activities and indices of tissue peroxidation in Atlantic salmon parr (*Salmo salar*). Aquaculture, 65(1), 43-54.
15. Blaxter J H S and Hempel G. 1963. The influence of egg size on herring larvae (*Clupea harengus* L.). J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer 28, 211-240.
16. Brigelius-Flohe, R., & Traber, M. G., 1999. Vitamin E: function and metabolism. The FASEB Journal, 13(10), 1145-1155.
17. Cavalli, R. O., Batista, F. M., Lavens, P., Sorgeloos, P., Nelis, H. J., & De Leenheer, A. P., 2003. Effect of dietary supplementation of vitamins C and E on maternal performance and larval quality of the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture, 227(1), 131-146.
18. Cahu, C. L., Cuzon, G., & Quazuguel, P., 1995. Effect of highly unsaturated fatty acids, α-tocopherol and ascorbic acid in broodstock diet on egg composition and development of Penaeus indicus. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 112(3), 417-424.
19. Cowey, C. B., Adron, J. W., Walton, M. J., Murray, J., Youngson, A., & Knox, D. 1981. Tissue distribution, uptake, and requirement for alpha-tocopherol of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed diets with a minimal content of unsaturated fatty acids. The Journal of nutrition, 111(9), 1556-1567.
20. Dan, S.S., 1977. Intraovarian studies and fecundity in Nemipterus japonicus (Bloch). Indian J. Fish, 24(1&2), 48-55.
21. Degani, G., 1993. Growth and body composition of juveniles of *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces; Cichlidae) at different densities and diets. Aquaculture Research, 24(6), 725-730.
22. Ellis, D. R., & Salt, D. E., 2003. Plants, selenium and human health. Current opinion in plant biology, 6(3), 273-279.
23. Gatlin, D.M. and Wilson, R.P., 1984. Dietary selenium requirement of fingerling channel catfish. Journal of Nutrition. 114, 627–633.
24. Hamre, K., Hjeltnes, B., Kryvi, H., Sandberg, S., Lorentzen, M. and Lie, Ø., 1994. Decreased concentration of hemoglobin, accumulation of lipid oxidation products and unchanged skeletal muscle in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed low dietary vitamin E. Fish Physiology and Biochemistry. 12: 421-429.
25. Hung S.S.O., Lutes P.B. 1989. Optimum feeding rate of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquaculture, (65),307-317.
26. Izquierdo, M. S., Fernandez-Palacios, H., & Tacon, A. G. J., 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. Aquaculture, 197(1), 25-42.
27. Kashani, Z. H., Imanpoor, M. R., Shabani, A., & Gorgin, S. (2012). Effects of dietary vitamin C and E and highly unsaturated fatty acid on biological characteristic of gonad, hatching rate and fertilization success in goldfish (Carassius auratus gibelio). World Journal of Fish and Marine Sciences, 4(2), 131-135.
28. Lin, Y. H., 2014. Effects of dietary organic and inorganic selenium on the growth, selenium concentration and meat quality of juvenile grouper *Epinephelus malabaricus*. Aquaculture, 430, 114-119.
29. Lorentzen, M., Maage, A., & Julshamn, K., 1994. Effects of dietary selenite or

selenomethionine on tissue selenium levels of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 121(4), 359-367.

30. Myrberg, A. A., 1964. An Analysis of the Preferential Care of Eggs and Young by Adult Cichlid Fishes1. Zeitschrift für Tierpsychologie, 21(1), 53-98.
31. Pearce, J., Harris, J. E., & Davies, S. J., 2003. The effect of vitamin E on the serum complement activity of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquaculture nutrition, 9(5), 337-340.
32. Poston, H. A., Combs Jr, G. F., & Leibovitz, L., 1976. Vitamin E and selenium interrelations in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*): gross, histological and biochemical deficiency signs. The Journal of Nutrition, 106(7), 892-904.
33. Ricker W.E., 1979. Growth rate and models. In: Hoar, W.H., Randball, D.L, and Brent, I.R. (Eds.), and Fish Physiology. Vol. VIII. Academic Press. Orlando, Fl. P: 677-737.
34. Rotruck, J. T., Pope, A. L., Ganther, H. E., Swanson, A. B., Hafeman, D. G., & Hoekstra, W., 1973. Selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase. Science, 179(4073), 588-590.
35. Salze, G., Tocher, D. R., Roy, W. J., & Robertson, D. A., 2005. Egg quality determinants in cod (*Gadus morhua* L.): egg performance and lipids in eggs from farmed and wild broodstock. Aquaculture Research, 36(15), 1488-1499.
36. Thorarinsson, R., Landoh, M.L., Elliottb, D.G., Paschob, R.J. and Hardy, R.W., 1994. Effect of dietary vitamin E and selenium on growth, survival and the prevalence of *Renibacterium salmoninarum* infection in chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Aquaculture. 121, 343-358.
37. Tocher, D. R., Mourente, G., Van der Eecken, A., Evjemo, J. O., Diaz, E., Bell, J. G., ... & Olsen, Y., 2002. Effects of dietary vitamin E on antioxidant defence mechanisms of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.), halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) and sea bream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture Nutrition, 8(3), 195-207.
38. Townshend, T. J., & Wootton, R. J. (1984). Effects of food supply on the reproduction of the convict cichlid, Cichlasoma nigrofasciatum. Journal of Fish Biology, 24(1), 91-104.
39. Watanabe, T., Fujimura, T., Lee, M. J., Fukusho, K., Satoh, S., & Takeuchi, T. 1991. Effect of polar and nonpolar lipids from krill on quality of eggs of red seabream Pagrus major. Nippon Suisan Gakkaishi, 57(4), 695-698.
40. Wooster, G. A., Bowser, P. R., Brown, S. B., & Fisher, J. P., 2000. Remediation of Cayuga Syndrome in Landlocked Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Using Egg and Sac-Fry Bath Treatments of Thiamine-Hydrochloride. Journal of the World Aquaculture Society, 31(2), 149-157.
41. Wootton, R. J., 1979. Energy costs of egg production and environmental determinants of fecundity in teleost fishes. In Symp. Zool. Soc. Lond.Vol. 44, pp. 133-159.
42. Wootton, R. J., 1982. Environmental factors in fish reproduction. In Proceedings of the International Symposium on Reproductive Physiology of Fish, Wageningen, the Netherlands, 2-6 August 1982/CJJ Richter and HJT Goos (compilers). Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc), 1982.
43. Zhou, X., Wang, Y., Gu, Q. and Li, W., 2009. Effects of different dietary selenium sources (selenium nanoparticle and selenomethionine) on growth performance, muscle composition and glutathione peroxidase enzyme activity of crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). Aquaculture, 291:78-81.
44. Zhu, Y., Chen, Y., Liu, Y., Yang, H., Liang, G. and Tian, L., 2012. Effect of dietary selenium level on growth performance, body composition and hepatic glutathione peroxidase activities of largemouth bass Micropterus salmoide. Aquaculture Research, 43, 1660–1668.

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.2.1.2]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.2.1]