

"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 بزی^{۱*}، وحید تقی‌زاده^۱، محمدرضا ایمانپورا

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

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۳

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 $0/008 \pm 0/26$ 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 بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم)، گروه سه (۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم)، گروه چهار (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E به اضافه ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم) و گروه پنج (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E به اضافه ۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم) در سه تکرار نگهداری شدند. در انتهای دوره حدود ۸۵ روزه برخی شاخص‌های رشد، بازماندگی و رسیدگی جنسی مورد ارزیابی قرار گرفتند. 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 ($p > 0/05$). 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 تخم و بیشترین قطر فضای زرده تخم بودند که دارای اختلاف معنی‌داری با سایر گروه‌ها بود ($p < 0/05$). همچنین مشخص شد که کمترین زمان رسیدگی جنسی و بیشترین درصد تفریح در گروه یک است که دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها و تیمار شاهد بود ($p < 0/05$). 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 تیلاپای 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 تفریح لارو و زمان رسیدگی جنسی ماهیان سیچلاید گورخری و سایر ماهیان خانواده سیکلیده از جمله تیلاپای پرورشی موثر واقع شود.

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

مقدمه

در حال حاضر تجارت ماهیان آکواریومی به عنوان 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 Osteichtheys، 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 آبرزی پروران می‌باشد (Izquierdo et al., 2001). تامین جیره غذایی مناسب و فراهم بودن عوامل محیطی مناسب را می‌توان از اصلی‌ترین عوامل تاثیرگذار بر فرایند تولید مثلی 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 جیره 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).

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

ارتباط بین سلینیوم و ویتامین E در چند گونه از ماهیان مانند ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) (Poston et al., 1976)، چینوک سالمون (*Thorarinsson, Oncorhynchus tshawytscha*) (1994) و گربه ماهی روگامی (*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 سلینیوم 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 سلینیوم برای کاهش مرگ و میر ضروری است (Bell et al., 1987). ماهی کاراس (*Carassius auratus gibelio*) تغذیه شده با سلنومتیونین و نانو ذرات سلینیوم (۰/۵۵ mg/kg) در مقایسه با گروه شاهد رشد بیش‌تر و

مواد و روش ها

برای شروع کار نیاز به ۲۱۶ عدد بچه ماهی سیچلاید گورخری می باشد، 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 تخم ریزی طبیعی مولدین، تعداد بچه ماهی مورد نیاز بدست آید.

تغذیه مولدین روزانه سه بار توسط غذای بیومار فرانسه سایز ۱/۱ صورت می گرفت؛ 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 بررسی های روزانه رفتارهای تولید مثلی آنها، جفت مولدینی که باهم شنا می کردند و رفتارهای تولید مثلی (لب گرفتن، رفتن به لانه (گلدان سفالی) شبیه سازی شده، مورد هجوم قرار دادن سایر مولدین) نشان می دادند، از سایر مولدین جدا و به آکواریوم جداگانه منتقل شدند.

دمای مناسب تخم ریزی 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 می شد. سیفون کردن مواد زائد و تعویض روزانه آب به میزان ۲۰ درصد انجام می شد. به منظور ایجاد شرایط طبیعی تخم ریزی، برای هر یک جفت ماهی مولد، یک عدد گلدان سفالی در آکواریوم قرار داده شد.

FCR کم تر را نشان داد (Zhou et al., 2009). کمبود ویتامین E در جیره ی قزل آلالی رنگین کمان موجب کاهش رشد، فعالیت کبد، سطح هماتوکریت و افزایش مرگ و میر و مصرف اکسیژن می شود (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, 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 تخم ها شده و درصد هچ آنها را افزایش می دهد (Cahu et al., 1995). با این حال برخی مطالعات نشان داده اند که وجود ویتامین E به تنهایی تاثیر معنی داری بر فاکتورهای رشد و بازماندگی لارو ماهی مرکب بیری (*Sepia pharaonic*) ندارد (زاهدی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین در مطالعه ای دیگر مشخص شد که افزودن نانوسلنیوم به جیره غذایی بچه ماهیان تمام ماده ترپیلوئید قزل آلالی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) باعث بهبود شاخص های رشد، بقا و برخی فاکتورهای ایمنی می شود (حاجی - بگلو 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 می شود.

مناسب که غذا را به اندازه دهان بچه ماهیان درمی آورد، عبور داده شد و بر روی سینی های مخصوص پهن شد تا خشک شود. ساخت جیره های آزمایشی دوبار انجام شد. در ابتدا جیره با سایز نیم میلیمتر ساخته شد و پس از آن که 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 میلی گرم در شش گروه با سه تکرار شامل گروه کنترل (بدون ماده افزودنی)، گروه یک (۱۰۰ میلی گرم ویتامین E در یک کیلوگرم غذا)، گروه دو (۰/۱ میلی گرم برگیلوگرم جیره نانوسلنیوم)، گروه سه (۰/۲ میلی گرم برگیلوگرم جیره نانوسلنیوم)، گروه چهار (۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E به اضافه ۰/۱ میلی گرم برگیلوگرم جیره نانوسلنیوم) و گروه پنج (۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E به اضافه ۰/۲ میلی گرم برگیلوگرم جیره نانوسلنیوم) تقسیم شدند. طی دوره ی حدود ۸۵ روزه آزمایش بچه ماهیان با جیره های آزمایشی به میزان ۳ درصد وزن بدن و سه بار در روز تغذیه می شدند. به منظور تصفیه آب آکواریوم ها در هر آکواریوم یک عدد فیلتر مکانیکی قرار داده شد و سیفون کردن مواد زائد و تعویض روزانه آب به میزان ۳۰ درصد انجام می شد. به منظور نگهداری دمای آب آکواریوم ها در محدوده ۲۶ الی ۲۸ درجه سانتی گراد، در هر آکواریوم یک عدد بخاری برقی قرار داده شد. زیست سنجی ماهیان هر دو هفته یک بار جهت تعیین مقدار غذای روزانه انجام می شد.

بررسی روزانه لانه ها برای این بود تا در صورت تخمیزی مولدین، گلدان های سفالی حاوی تخم های 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 می کردند؛ بعد از آن به مدت یک هفته با زرده تخم مرغ، روزانه پنج بار تغذیه شدند. از روز دهم پس از تفریخ به مدت پنج روز، تغذیه مختلط لاروها با زرده تخم مرغ و آب حاوی روتیفر (۶۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر)، جلبک (3×10^5) سلول در هر میلی لیتر) و پارامسی (۲۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر) 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 0.008 ± 0.026 گرم در شش گروه با سه تکرار، که هر تکرار ۱۲ عدد بچه ماهی داشت، در محل آزمایشگاه آبرزی پروری شهید ناصر فضلی برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، تقسیم شدند.

ساخت جیره به صورت 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 می دهند، 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 ویتامین های محلول در آب و محلول در چربی بود، مخلوط و بر روی جیره اسپری شد. سپس خمیر بدست آمده از یک الک با چشمه

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
۶۵۰	۶۵۰	۶۵۰	۶۵۰	۶۵۰	۶۵۰
۲۸۸/۹۹۸	۲۸۸/۹۹۸	۲۸۸/۹۹۸	۲۸۸/۹۹۸	۲۸۸/۹۹۸	۲۸۸/۹۹۸
۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
۵	۵	۵	۵	۵	۵
۵	۵	۵	۵	۵	۵
۱/۰۰۲	۰/۰۰۲	۱	۱/۰۰۱	۰/۰۰۱	-
-	۱	-	-	۱	۱
-	-	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲

به منظور ایجاد شرایط تخم‌ریزی در اواسط دوره در هر آکواریوم سه عدد گلدان سفالی به عنوان 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 به صورت زیر مشخص شد:

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

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

F = مقدار غذای خورده شده 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)

* 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)، D₃ (۲۰۰۰ واحد بین المللی)، K₃ (۶ میلی-گرم)، H₂ (۱ میلی‌گرم)، C (۲۷ میلی‌گرم)، B₁ (۱ میلی‌گرم)، B₂ (۱۶/۸ میلی‌گرم)، B₅ (۴۵ میلی‌گرم)، B₆ (۱۲ میلی‌گرم)، B₇ (۳۶ میلی‌گرم)، B₉ (۳ میلی‌گرم) و B₁₂ (۰/۰۲ میلی‌گرم) 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

زمان رسیدگی (ساعت) = زمان رسیدگی جنسی (درجه 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 نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۷ صورت گرفت. کلیه آنالیزهای آماری در سطح معنی داری $P \leq 0/5$ صورت گرفت و میانگین داده‌ها به همراه خطای استاندارد ($\text{mean} \pm \text{SE}$) ارائه شده است.

نتایج

نتایج حاصل از تاثیر سطوح مختلف ویتامین E و نانوسلنیوم بر برخی شاخص‌های رشد ماهی سیچلاید گورخری در جدول ۳ ارائه 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 ($p < 0/05$). 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.

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

تعداد / تعداد ماهی باقی‌مانده در هر آکواریوم) $SR\% =$
 $100 \times$ (ماهی ریخته شده در هر آکواریوم)

شاخص‌های رسیدگی جنسی

جهت اندازه‌گیری قطر تخمک از استریومیکروسکوپ مجهز به عدسی مدرج استفاده گردید. قطر تخمک‌ها به طور تصادفی اندازه‌گیری 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 اندازه‌گیری و یادداشت شد (احمدنیا مطلق، ۱۳۸۸؛ افشار مازندران و همکاران، ۱۳۹۲).

درصد تفریخ تخم (فریدپاک، ۱۳۸۹):

(تعداد تخم / تعداد لارو حاصله) = درصد تفریخ تخم
 $100 \times$ حاصله

زمان رسیدگی جنسی (درجه ساعت) (فریدپاک،

۱۳۸۹):

جدول ۳: شاخص‌های رشد (میانگین \pm 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	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵
رشد	۳/۵۰ \pm ۰/۱۱ ^b	±۸۶/۳۰/۰۰ ^{ab}	۴/۲۸ \pm ۰/۰۸ ^a	۳/۵۲ \pm ۰/۳۳ ^b	۳/۵۶ \pm ۰/۰۵ ^b	۴/۲۰ \pm ۰/۰۴ ^a
SGR	۳/۰۴ \pm ۰/۰۱ ^b	۳/۱۶ \pm ۰/۰۰ ^{ab}	۳/۳۲ \pm ۰/۰۲ ^a	۳/۰۲ \pm ۰/۰۱ ^b	۳/۰۲ \pm ۰/۰۳ ^b	۳/۲۴ \pm ۰/۰۳ ^a
BWI	۱۲/۲۸۰ \pm ۱/۱۸ ^c	۱۳/۷۸ \pm ۰/۰۰ ^{bc}	۱۵/۸۵ \pm ۰/۲۹ ^a	۱۲/۱۳ \pm ۱/۱۳ ^c	۱۲/۰۸ \pm ۰/۳۷ ^c	۱۴/۷۷ \pm ۰/۴۱ ^{ab}
CF	۲/۳۹ \pm ۰/۰۱ ^a	۲/۹۶ \pm ۰/۴۱ ^a	۲/۶۸ \pm ۰/۱۶ ^a	۲/۵۹ \pm ۰/۰۱ ^a	۲/۴۸ \pm ۰/۰۲ ^a	۲/۹۹ \pm ۰/۰۹ ^a
VW	۳۳/۵۹ \pm ۲/۱۱ ^b	۴۰/۱۳ \pm ۰/۰۱ ^{ab}	۴۸/۵۲ \pm ۱/۶۸ ^a	۳۴/۱۶ \pm ۵/۸۹ ^b	۳۴/۷۹ \pm ۰/۷۹ ^b	۴۷/۲۹ \pm ۰/۸۰ ^a
FCR	۱/۳۰ \pm ۰/۰۴ ^a	۱/۱۶ \pm ۰/۰۰ ^{abc}	۱/۰۶ \pm ۰/۰۲ ^{bc}	۱/۲۸ \pm ۰/۱۲ ^{ab}	۱/۲۲ \pm ۰/۰۷ ^{abc}	۱/۰۱ \pm ۰/۰۵ ^c
SR	۹۰/۹۰ \pm ۰/۰۰ ^a	۸۱/۸۱ \pm ۹/۰۹ ^a	۸۶/۳۶ \pm ۱۳/۶۳ ^a	۱۰۰ \pm ۰/۰۰ ^a	۸۷/۱۲ \pm ۳/۷۸ ^a	۸۲/۹۵ \pm ۷/۹۵ ^a

میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده شد که دارای اختلاف معنی داری با گروه شاهد و سایر تیمارها می باشد ($p < ۰/۰۵$). همچنین بین تیمار شاهد و تیمار ۳ (۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم) از نظر قطر طولی تخمک اختلاف معنی داری وجود ندارد.

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) به ترتیب در تیمار ۴ (۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) و تیمار ۵ (۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰

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 \pm ۹۴/۰۱۴ ^d	۱/۰ \pm ۱۷/۰۲۸ ^b	۱/۰ \pm ۰۴/۰۴۹ ^c	۰/۰ \pm ۹۵/۰۴۷ ^d	۱/۰ \pm ۳۰/۰۰۷ ^a	۱/۰ \pm ۲۴/۰۰۷ ^a
قطر عرضی تخمک (mm)	۰/۰ \pm ۶۳/۰۱۴ ^e	۰/۰ \pm ۹۳/۰۰۷ ^a	۰/۰ \pm ۸۲/۰۱۴ ^c	۰/۰ \pm ۷۶/۰۱۴ ^d	۰/۰ \pm ۹۳/۰۰۷ ^a	۰/۰ \pm ۸۷/۰۰۷ ^b
فضای زرده تخمک (mm)	۰/۰ \pm ۹۱/۰۲۱ ^d	۱/۰ \pm ۱۵/۰۳۵ ^b	۱/۰ \pm ۰۱/۰۴۹ ^c	۰/۰ \pm ۹۱/۰۴۹ ^d	۱/۰ \pm ۲۸/۰۰۷ ^a	۱/۰ \pm ۰۷ \pm ۲۱ ^{ab}
قطر طولی تخم (mm)	۱/۰ \pm ۲۵/۰۰۰ ^e	۱/۰ \pm ۵۰/۰۰۷ ^b	۱/۰ \pm ۳۲/۰۲۱ ^c	۱/۰ \pm ۳۰/۰۰۰ ^d	۱/۰ \pm ۵۷/۰۰۰ ^a	۱/۰ \pm ۴۸/۰۰۷ ^b
قطر عرضی تخم (mm)	۰/۰ \pm ۷۹/۰۱۴ ^e	۱/۰ \pm ۰۰/۰۰۷ ^c	۰/۰ \pm ۸۷/۰۱۴ ^d	۰/۰ \pm ۸۲/۰۲۸ ^e	۱/۰ \pm ۱۳/۰۰۷ ^a	۱/۰ \pm ۰۴/۰۰۷ ^b
فضای زرده تخم (mm)	۱/۰ \pm ۲۳/۰۱۴ ^e	۱/۰ \pm ۴۸/۰۰۰ ^b	۱/۰ \pm ۳۰/۰۱۴ ^c	۱/۰ \pm ۲۷/۰۱۴ ^d	۱/۰ \pm ۵۴/۰۰۷ ^a	۱/۰ \pm ۴۵/۰۰۷ ^b
درصد تفریح تخم	۶۹/۰ \pm ۷۲/۴۲ ^d	۹۱/۰ \pm ۶۹/۵۰ ^a	۷۱/۰ \pm ۷۸/۵۰ ^d	۴۸/۰ \pm ۰۴/۸۸ ^e	۸۸/۱ \pm ۶۹/۸۵ ^b	۸۵/۰ \pm ۰۸/۸۲ ^b

تیمار ۴ مشاهده شد که دارای اختلاف معنی داری با تیمار شاهد و سایر تیمارها بود ($p < ۰/۰۵$).

بر اساس جدول ۴، بیشترین قطر عرضی تخمک در تیمار ۱ (۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) و

میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده شد که دارای اختلاف معنی داری با گروه کنترل و سایر گروه‌ها بود ($p < 0/05$).

براساس نتایج ارائه شده در جدول ۴، بیشترین میزان تفریح به ترتیب در تیمار ۱ (۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E)، ۴ (۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) و ۵ (۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده گردید که دارای اختلاف معنی داری با گروه شاهد و سایر گروه‌ها بود ($p < 0/05$).

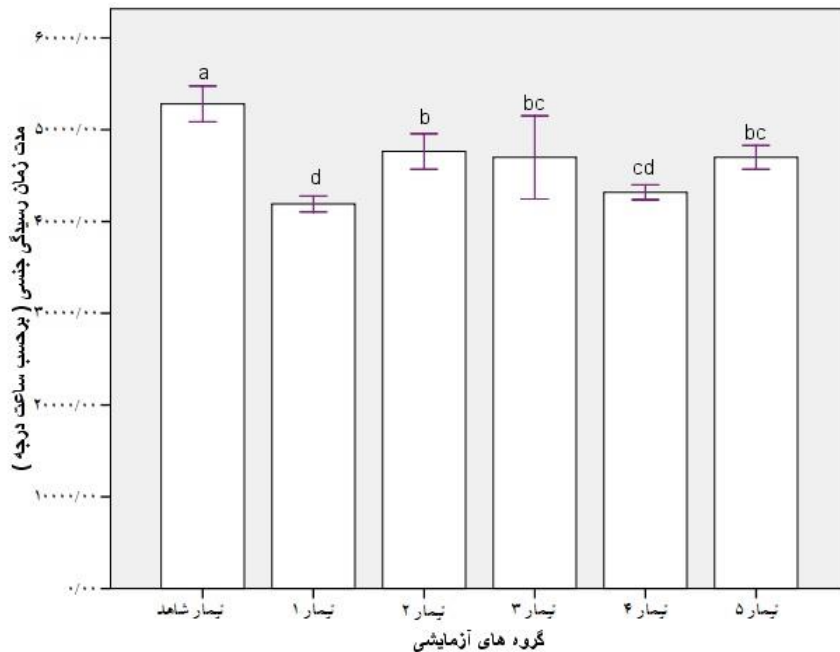
براساس نتایج ارائه شده در شکل ۱، کمترین زمان رسیدگی جنسی (بر حسب ساعت درجه) به ترتیب در تیمار ۱ (۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E)، ۴ (۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) و ۵ (۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده گردید که دارای اختلاف معنی داری با گروه شاهد و سایر گروه‌ها بود ($p < 0/05$).

براساس نتایج نشان داده شده در جدول ۴، بیشترین فضای زرده به ترتیب در تیمار ۴ (۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E)، تیمار ۵ (۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) و تیمار ۱ (۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده گردید که دارای اختلاف معنی داری با گروه شاهد و سایر تیمارها بود ($p < 0/05$).

باتوجه به جدول ۴، بیشترین قطر طولی تخم (پس از لقاح و آبگیری کامل تخمک) در تیمار ۴ (۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده شد که دارای اختلاف معنی داری با گروه کنترل و سایر گروه‌ها بود ($p < 0/05$).

باتوجه به جدول ۴، بیشترین قطر عرضی تخم (پس از لقاح و آبگیری کامل تخمک) در تیمار ۴ (۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم به اضافه ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم جیره ویتامین E) مشاهده شد که دارای اختلاف معنی داری با گروه کنترل و سایر گروه‌ها بود ($p < 0/05$).

باتوجه به جدول ۴، بیشترین قطر فضای زرده تخم (پس از لقاح و آبگیری کامل تخمک) در تیمار ۴ (۰/۱



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

شدن آن با ویتامین E از اثرات سمی آن کاسته می شود؛ 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 می باشند (Safarpour Amlashi *et al.*, 2011). کمبود ویتامین E باعث کارایی ضعیف شاخص های رشد در ماهی آزاد سالمون (Hamre *et al.*, 1994)، قزل آلائی رنگین کمان (Cowey *et al.*, 1981) و ماهی آزاد چینوک (Thorarinsson *et al.*, 1994) می شود که تا حدودی با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

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

بحث

باتوجه به مقایسه شاخص های رشد و شاخص های تولیدمثلی در ماهی سیچلاید گورخری مشاهده می شود که تیمار شماره دو (۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم جیره نانوسلنیوم) نقش مطلوب تری در بهبود فاکتورهای رشد، تغذیه و بازماندگی این ماهی داشته است که علت را می توان به تاثیر متقابل ویتامین E و نانوذرات سلنیوم و همچنین افزایش مقاومت در ماهیان به دلیل وجود ویتامین E در جیره ی آن ها نسبت داد (Cavalli *et al.*, 2003). در نتیجه سطوح پایین نانوسلنیوم باعث بهبود فاکتورهای رشد می شود و سطوح بالای نانوسلنیوم فقط در صورتی که به همراه ویتامین E استفاده شود باعث بهبود فاکتورهای رشد می شود که علت کاهش رشد در سطوح بالای نانوسلنیوم، سمی بودن آن می باشد (Gatlin and Wilson, 1984) و در صورت مکمل

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) به دلیل اثر مکمل بر فعالیت یکدیگر باعث بهبود فاکتورهای تولیدمثلی در ماهیان می‌شوند چرا که گامت‌های نر و ماده اصولاً 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؛ در نتیجه، 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، آستاگراتین و ویتامین E در فاصله‌ی زمانی کوتاهی قبل از تخم‌ریزی باعث بالا رفتن درصد تفریخ و بقای لارو-ها 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 (تیمار ۲) و بهبود شاخص‌های تولیدمثلی (تیمار ۱ و ۴) نقش داشته‌اند، 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

(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، سلنومیتونین و نانوسلنیوم) بر رشد، ایمنی و خون-شناسی بچه ماهیان تمام ماده ترپلوئید قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). نشریه توسعه آبی‌پروری، ۱۵(۳)، ۵۴-۴۱.

۶. زاهدی، م.، بحری، ا.، یحیوی، م.، محمدی زاده، ف.، یاسمی، م.، ۱۳۹۵. اثر غنی‌سازی آرتیمای 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 آبی‌پروری، ۱۰(۴)، ۶۱-۵۱.

۷. سالک یوسفی، م.، ۱۳۷۹. تغذیه آبزبان 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 آبزبان، 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

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 تیلاپای 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 خفیری، م.، ۱۳۸۸. بررسی همآوری 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 آبزبان در ایران. تهران، انتشارات نوربخش، چاپ اول، ۲۱۶ ص.

۳. افشار، ط.، عبدلی، ا.، کیابی، ب.، ۱۳۹۲. بررسی مقایسه‌ای زیست‌شناسی تولید مثل ماهی گل-خورک (*Scartelaos tenuis*) در سواحل جزر و مدی مناطق حفاظت شده خور آبی و خور آذینی

- 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., Hjeltne, 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 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

- (*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 salmoides*. *Aquaculture Research*, 43, 1660-1668.
 30. Myrberg, A. A., 1964. An Analysis of the Preferential Care of Eggs and Young by Adult Cichlid Fishes. *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., Randall, 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. Thorarinnsson, R., Landoh, M.L., Elliott, 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