فصلنامه علمی ـ پژوهشی
دورهٔ ۳، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۳، صفحه ۳۱-۱۵

پرورش پاروپای آب شیرین *Acanthocyclops robustus* با استفاده از جیره‌های جلبکی و غیرجلبکی در شرایط آزمایشگاهی

رامین شرفی[۱]، امیدوار فرهادیان*[۲]، محسن سلیمانی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان
۲- دانشیار، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان
۳- استادیار، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

دریافت: ۹۲/۹/۱۰ پذیرش: ۹۳/۲/۱۱

* نویسنده مسئول مقاله: omfarhad@cc.iut.ac.ir

چکیده:

تأثیر ٦ جیره غذایی مختلف شامل جلبک (*Scenedesmus quadricauda*)، کود مرغی + کود گاوی به نسبت ۱:۱، اسفناج+جعفری+گشنیز به نسبت ۱:۱:۱، جلبک+ خاک، کود+خاک، و سبزی+خاک در پرورش پاروپای آب شیرین *Acanthocyclops robustus* در شرایط دمای ۱°C۲۳، ۱۲:۱۲ساعت تاریکی: روشنایی و شدت نور ٦۰ میکرومول فوتون بر مترمربع در ثانیه بررسی شد. بالاترین تراکم جمعیت (۱۶۳/۷±۱۲۸۲/٦ فرد در لیتر)، بالاترین میزان رشد ویژه (۰/۰±۰/۱۷ در روز)، کوتاه‌ترین زمان دو برابر شدن جمعیت (۰/۱۰±٤/۰ روز) در تغذیه با جلبک+خاک به‌دست آمد. تولید ناپلیوس ۷۲۷/۳±٤۲/٤، ۲۷۲/۳±۲۳/۵، ۲٦۷/٦±۱۷/۷، ۱٤۷/۰±۱۸/۲، ۳۳/٦±۳/۸ و ۲۵/۰±۷/۱ فرد در لیتر و تولید کپه پودیت ۳۱۱/۳±۲٦/۸، ۱۲٤/۳±۱۱/۱، ۱۸۳/۰±۱۳/۰، ۵۹/۰±۷/۱، ۱٤/۳±۸/۱ و ۱۷/٦±۳/٦ فرد در لیتر به‌ترتیب در جیرهای جلبک، جلبک+ خاک، سبزی، سبزی+خاک، کود+خاک و کود به‌دست آمد. همچنین تولید افراد بالغ به‌ترتیب ۲۰۸/۵±۲٦/۸، ۵۱/٦±۱٦/۵، ۱۹۲/۷±۲۳/۷، ۹۱/۷±۲۸/٤، ۸/۷±۵/٤ و ۸/۷±۳/٦ فرد در لیتر بود. بیشترین طول (٦٦۳/۸±۲۹/۱ میکرون) و عرض بدن (۵۲٦/۲±۲۳/۷ میکرون) با تغذیه تیمار سبزی+خاک و سبزی به‌دست آمد. تعداد ناپلیوس، کپه پودیت، بالغین، طول و عرض بدن در جمعیت *A. robustus* با BOD، COD و EC آب همبستگی معنادار نشان داد. یافته‌ها بیانگر پتانسیل مناسب پاروپای *A. robustus* در پرورش با جیره‌های جلبکی و غیرجلبکی بر اساس میزان تولید، رشد، اندازه بدن، BOD و COD می‌باشد، اما عملکرد مناسب‌تر درتغذیه با جلبک+خاک و سبزی به‌دست آمد.

کلید واژگان: *Acanthocyclops robustus*، *Scenedesmus quadricauda*، خاک، سبزیجات، کود

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

مقدمه

زئوپلانکتون‌ها، جانوران چراکننده محیط‌های آبی هستند که در انتقال مواد و انرژی به سطوح غذایی بالای زنجیره غذایی نقش اساسی دارند. یکی از مهم‌ترین گروه‌های زئوپلانکتونی پاروپایان هستند که اغلب با مصرف فیتوپلانکتون‌ها و پروتوزوآ سبب انتقال انرژی به سطوح بالاتر زنجیره غذایی در اغلب اکوسیستم‌های آبی می‌شوند (Fernando, 2002). از سوی دیگر، آن‌ها با عمل چریدن[1]، مقادیر قابل توجهی از مواد آلی را از آب‌های سطحی به لایه‌های عمیق‌تر انتقال می‌دهند (Dumont et al., 1975; Boxshall and Daniell, 2008).

حدود یک سوم گونه‌های پاروپایان در آب شیرین وجود دارند و از غذاهای طبیعی ماهی‌ها و سخت پوستان به‌شمار می‌روند (Støttrup and Jensen, 1990; Schael et al., 1991; Williams et al., 1994). آن‌ها به لحاظ فراوانی و پراکنش مناسب، اندازه متناسب با دهان لارو ماهیان، تکثیر و تولید مثل در شرایط آزمایشگاهی، ارزش غذایی بالا به لحاظ اسیدهای چرب اشباع نشده و ضروری، بسیار اهمیت دارند (Kovalenko et al., 2002). مشکل اصلی پرورش پاروپایان در مقایسه با روتیفرها و آرتمیا به‌عنوان غذای زنده، پایین بودن میزان تراکم تولید آن‌ها در سیستم‌های پرورشی انبوه است (Carli et al., 1995; Evjemo et al., 2004).

پاروپایان سیکلوپوئید مانند اکثر پاروپایان آزادزی، ٦ مرحله ناپلیوس و ٥ مرحله کپه‌پودیت دارند. وجود طیف گوناگون از اندازه پاروپایان در چرخه زندگی سبب می‌شود که لارو ماهیان قابلیت استفاده از یک طعمه با اندازه‌های مختلف را داشته باشند که خود اغلب سبب افزایش بقا، رشد و میزان بلع در لارو ماهیان و حتی لارو میگوها می‌شود (Farhadian et al., 2007, 2014). میزان تولید در پاروپایان به عوامل مختلف از قبیل گونه پاروپا، نوع غذای مورد استفاده، خصوصیات کیفی آب از قبیل دما، نور و شوری بستگی دارد. برای مثال میزان تولید پاروپای *Tisbe holothuria* و *Amphiascella subdebili* به‌ترتیب ۳۸/۳ و ۱۳٦/۳ فرد در میلی لیتر گزارش شد (Kahan et al., 1982). Lee و همکاران (2006) پاروپای سیکلوپوئید *Paracyclopina nana* را با استفاده از جیره‌های مختلف جلبکی پرورش دادند و ۹۵ ناپلیوس در هر میلی‌لیتر و ۱۱۹ بالغ در هر میلی‌لیتر را گزارش دادند. Farhadian و همکاران (2014) میزان تولید پاروپای *Eucyclops serrulatus* را با استفاده از جلبک‌های میکروسکوپی ۳ فرد در میلی‌لیتر به‌دست آورد که در تغذیه لارو فرشته ماهی (*Pterophyllum scalare*) استفاده شد. با توجه به اینکه پرورش روتیفرها نیاز به تجدید مداوم کشت دارد و هر چند روز باید دوباره کشت شوند و از طرف دیگر، سیست آرتمیا کیفیت بسیار متغیر دارد و بسیاری از موارد سبب انتقال بیماری‌ها به سیستم پرورش می‌شود و تنها در محدوده بین تفریخ سیست تا ناپلیوس قابلیت استفاده در تغذیه لاروهای تازه به تغذیه را دارد، بنابراین همواره یافتن غذای با کیفیت و متناسب با اندازه دهان لارو از مهم‌ترین موارد تحقیق است (Farhadian et al., 2008). از سوی دیگر، ماهیت شوری آب برای بسیاری از طعمه‌ها از جمله آرتمیا، استفاده آن را در پرورش لارو ماهیان آب شیرین به‌خصوص ماهیان آکواریومی محدود می‌کند. در این خصوص تأمین طعمه مناسب با ارزش وزنی به مراتب بیشتر از روتیفر و غنی‌تر از آرتمیا و روتیفر بسیار ضروری است. بسیاری از مزوزئوپلانکتون‌ها که اغلب آنتن منشعب‌ها و پاروپایان هستند، پتانسیل استفاده به‌عنوان طعمه در پرورش لارو ماهیان آکواریومی آب شیرین را دارند.

یکی از جنبه‌های اساسی در تأمین غذای لارو ماهیان، تولید طعمه یا غذاهای زنده زئوپلانکتونی از قبیل پاروپایان

1 Grazing

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

پرورش پاروپای آب شیرین... ـــ

گونه‌های جنس *Acanthocyclops* ساکن آب‌های شیرین و متعلق به خانواده سیکلوپوئیدها هستند که پراکنش جهانی (تقریباً ۵۰ گونه و زیرگونه) دارند. گونه‌های *Acanthocyclops* در دریاچه‌های پرتولید زندگی می‌کنند اما گونهٔ *Acanthocyclops robustus* در نواحی ساحلی و ستون آب فراوان است و بیشتر سواحل گلی و لجنی را ترجیح می‌دهد. این گونه قابلیت تحمل آب‌های لب شور مصب‌ها را نیز دارا می‌باشد (Purasjoki and Viljamaa, 1984; Maier, 1990; Lionard et al., 2005). بالاترین میزان تولیدمثل در روزهای پایانی تابستان و پاییز است و در فصل بهار مرحله خواب (دیاپوز) را سپری می‌کند. میانگین تعداد تخم‌های بالغین ماده بین ٤٠/٤ تا ٧٥/٥ عدد در این گونه است و کیسه تخم در این گونه دارای اندازهٔ تقریبی ۰/۳٦ میلی‌متر و یا ۱/۳ برابر اندازه بدن بالغین است (Maier, 1990, 1998). پروزوم[2] آن نسبت به اروزوم[3] بزرگ‌تر، آنتن دارای ۱۷ بند یا بیشتر از ۱۷ بند و فاقد عضو هیالین، حاشیه آنتن‌ها دندانه‌دار و بدون عضو اضافی، و بر روی بخش انتهای دمی[4] شیار وجود ندارد (Purasjoki and Viljamaa, 1984).

باتوجه به شرایط موجود کشت زئوپلانکتون‌ها، هدف از این تحقیق مقایسه تأثیر جیره‌های غذایی جلبکی سندسموس (جلبک، جلبک+خاک) و غیرجلبکی (کود،کود+خاک، سبزی ، سبزی+خاک) بر تولید، میزان رشد ویژه، نسبت افراد ناپلیوس، کپه پودیت و بالغ درجمعیت و اندازه بدن در پاروپای آب شیرین *A. robustus* و همچنین بررسی تغییرات حاصل شده در خصوصیات کیفی آب از قبیل BOD و COD در تیمارهای آزمایشی برای تعیین مناسب‌ترین جیره‌های غذایی در پرورش انبوه این گونه است.

2 Prosome
3 Urosome
4 Rami

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

مواد و روشها

نحوهٔ شناسایی گونه مورد آزمایش

گونه مورد نظر با استفاده از کلیدهای شناسایی زئوپلانکتون‌های آب شیرین شناسایی شد (Collado et al., 1984; Dussart and Defaye, 2001; Fernando, 2002). نام علمی گونه مورد نظر *A. robustus* است که با استفاده از اندام‌هایی چون پای پنجم، آنتن کوچک و بزرگ، پای چهارم، بند تناسلی و فورکا شناسایی شد.

تهیه ذخیره اولیه

نمونه زئوپلانکتونی موجود از آبگیرهای اطراف رودخانه زاینده رود در حومه شهرستان زرین شهر در ۳۵ کیلومتری شهر اصفهان با مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ٢٤ دقیقه عرض شمالی با استفاده از تورپلانکتون‌گیری با چشمه ۱٤۰ میکرون با تورکشی عمودی جمع‌آوری شد. نمونه‌ها پس از چند ساعت نگهداری در آزمایشگاه با کمک لوپ آزمایشگاهی (Olympus, SZ6045, Japan) و میکروسکوپ اینورت (CETI, Belgium)بررسی شد. ماده‌های بالغ دارای تخم در قسمت انتهای بدن (Gravid)، پس از جداسازی در ظروف کوچک (ویال ۵۰ میلی‌لیتری) قرار گرفت و سپس با استفاده از جلبک سبز سندسموس *Scenedesmus quadricauda* تغذیه شد. پس از ٤۵ روز از پرورش در شرایط آزمایشگاهی، کشت *A. robustus* به تعداد کافی مهیا گردید و *A. robustus* مورد نظر نیز به شرایط آزمایشگاهی سازگار شد.

تهیه جیره‌های غذایی

جلبک سبز *S. quadricauda* در ارلن مایرهای ۵ لیتری با استفاده از محیط کشت BBM (Bold's Basal Medium) بر طبق ترکیبات بیان‌شده از سوی Nichols و Bold در سال ۱۹٦۵ پرورش یافت. شرایط پرورش این گونه جلبکی در آب شیرین فیلتر و اتوکلاو شده و دمای ^{o}C ۱±۲۳، دوره نوری ۱۲:۱۲ ساعت (تاریکی: روشنایی)، شدت نور ٦۰ میکرومول فوتون بر مترمربع در ثانیه، pH آغازین ٦/۹ و اکسیژن محلول بالای ۵ میلی‌گرم در لیتر پرورش داده شد. جلبک‌ها در فاز تصاعدی رشد با استفاده از سانتریفیوژ برداشت شد. برای متراکم کردن و برداشت جلبک‌ها از دستگاه سانتریفیوژ (مدلCenturion Scientific Ltd) با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۵ دقیقه استفاده گردید. برای تهیه تیمارهای غذایی غیرجلبکی از مخلوط کود حیوانی (گاوی+ مرغی) به نسبت ۱:۱ (وزنی) و مخلوط پودر سبزیجات (جعفری+ اسفناج +گشنیز) به نسبت ۱:۱:۱ (وزنی) استفاده شد. برخی ازخصوصیات جیره‌های غیرجلبکی مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

اندازه‌گیری خصوصیات تیمارها

خصوصیات خاک، کود و سبزیجات در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد (جدول ۱). نمونه‌های خاک از بستر استخرهای پرورش ماهی مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان در لورک، که مدت ٤ سال به آیش گذاشته شده بود، جمع‌آوری گردید. پس از دو روز خشک شدن در محیط آزمایشگاه، خاک از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و با استفاده از روش هیدرومتری، درصد رس، سیلت و شن نمونه‌ها تعیین و بافت آن با کمک مثلث بافت خاک تعیین گردید. هدایت الکتریکی با استفاده از EC متر (Conductivity Meter 4310, JENWAY)، pH به‌وسیله pHمتر (744 pH Meter)، میزان کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری، پتاسیم به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم، فسفر به روش اولسون، ازت به روش کجلدال، کربن آلی از روش والکی و بلاک و کربنات کلسیم به روش تیتراسیون در خاک، کود و سبزیجات اندازه‌گیری شد (Standard methods, 1998).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

جدول ۱ میانگین (± خطای استاندارد)

خصوصیات شیمیایی خاک، کود و مخلوط سبزی استفاده شده در تیمارهای مختلف

خصوصیت ها	خاک	کود مخلوط	سبزی مخلوط
pH	۷/۸۷±۰/۰۳	۷/۲۳±۰/۰۹	۵/۹ ± ۰/۰۳
هدایت الکتریکی(ds/m)	۰/۳٤±۰/۰۰	۷/۷۷±۰/۰۵	۵/۰٤±۰/۱۱
کلسیم(mg/L)	۲۸۰±۱٤/۱٤	۱۱۳۳/۳۳±۲۱٦/۰۲	۱٤٦٦/٦۷±۸۱/٦۵
منیزیم (mg/L)	۱۷٤/۱۵±۲/۹۲	۵٦۷±٤۹/٦۰	۱۲۱/۵۰±۰/۰۰
پتاسیم(mg/L)	۱۷۰۰±۱/۷۱	۷۹۲±۱/۵۳	۱٤۱۹±٦/۲۸
درصد کربنات کلسیم	٦٤/۱۷±۲/۷۰	٤٤/٦۷±۰/۷٤	٤۳±۱/۲۷
درصد مواد آلی	۱/٦۲±۰/۰۹	٦۵±۳/۵٤	۸٤/۳۳±۲/۸٦
درصد فسفر	۰/۸۲±۰/۰۱	۲/۰۸±۰/۰٤	۱/۳۹±۰/۰۳
درصد نیتروژن	۰/۰٤±۰/۰۰	۱/۲۳±۰/۰۲	۱/۳۳±۰/۰۲

خاک: بافت خاک لومی – شنی؛ کود: کود مرغی + گاوی (نسبت وزنی ۱:۱)؛سبزی: اسفناج+ گشنیز+ جعفری (نسبت وزنی ۱:۱:۱)

نحوهٔ انجام آزمایش

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٦ تیمار شامل جلبک (*S. quadricauda*)، مخلوط کود (کود مرغی + کود گاوی به نسبت ۱:۱ وزنی)، مخلوط سبزیجات (اسفناج+جعفری+گشنیز به نسبت ۱:۱:۱ وزنی)، جلبک+خاک، کود+ خاک، و سبزی+ خاک در ظروف ٤ لیتری با قطر ۲۰ سانتی‌متر با ۳ تکرار انجام شد. در آغاز آزمایش، مقدار خاک مورد استفاده در تیمارهای دارای خاک، استفاده از ۵ سانتی‌متر در کف ظروف آزمایش بود. در هر واحد آزمایش تعداد ۷ فرد ماده بالغ دارای تخم (Gravid) به‌صورت تصادفی قرار داده شد و با تیمارهای آزمایشی تغذیه گردید. با توجه به اینکه افراد ماده دارای تخم‌های بارور شده هستند و به‌طور کلی در تمامی سیکلوپوئیدها جفت‌گیری با سپردن کیسه‌های دارای اسپرم (Spermatophores) به‌وسیلهٔ فرد نر به ماده انجام می‌شود، بنابراین افراد ماده پس از یک نوبت جفت‌گیری می‌توانند در ۱۰–۷ مرحله تخم‌ریزی کنند. میزان غذا در تیمارهای دارای جلبک، ۲×۱۰^{۵} سلول در میلی‌لیتر و در تیمارهای دارای کود و سبزی، ۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر به‌طور روزانه استفاده گردید. شمارش تعداد بالغ و نئونات در طی دوره آزمایش (یک دوره ۳۰ روز) پس ازهر مرحله نمونه‌برداری با استفاده از لام باگاروف (Bogorov's Chamber) با انتقال ۵ میلی‌لیتر به درون لام و مشاهده در زیر لوپ آزمایشگاهی با بزرگ‌نمایی ۳ تا ٦ انجام شد.

میزان رشد ویژه (*SGR*) (Specific Growth Rate) و زمان دو برابر شدن جمعیت (*Dt*) (Doubling time) بر اساس فرمول ارائه شده به شرح زیر محاسبه شد.

$$SGR = (Ln\ Nt - Ln\ N0)/T$$

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

در این رابطه، *SGR*= میزان رشد ویژه پاروپا، *Nt*= جمعیت نهایی پاروپا پس از زمان *T*، *N0*= جمعیت اولیه پاروپا در ابتدای معرفی به محیط کشت می‌باشد.

$$Dt = Ln2/SGR$$

در این رابطه، *Dt*= زمان دوبرابر شدن جمعیت پاروپا بر حسب روز، *SGR*= میزان رشد ویژه جمعیت پاروپا بر حسب در روز می‌باشد.

اندازه‌گیری طول کل (از سفالوتوراکس تا انتهای Caudal rumi) و عرض بدن (عریض ترین قسمت بدن) با استفاده از عدسی چشمی (با واحدهای میکرومتر) میکروسکوپ اینورت (Ceti Belgium) انجام شد. در طی مراحل آزمایش، شاخص‌های کیفی آب همچون pH، COD، BOD_5 و EC محاسبه شد که محاسبه pH با استفاده از pH متر (744 pH Meter)، تعیین اکسیژن خواهی شیمیایی (COD) از روش تقطیر برگشتی بسته و برای تعیین اکسیژن خواهی بیولوژیکی(BOD_5) از روش وینکلر و EC آب با استفاده از EC متر (Conductivity Meter 4310, JENWAY) اندازه‌گیری گردید (Standard methods, 1998).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل از تیمارهای آزمایشی با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) بررسی شد. تفاوت بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن با هم مقایسه گردید (Zar, 1984) و سپس تجزیه و تحلیل آماری آن‌ها انجام شد. تمام تجزیه و تحلیل‌ها در سطح معنادار ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 19 انجام شد. همبستگی بین عوامل موجود نیز از طریق ضریب همبستگی پیرسون محاسبه گردید.

نتایج

نتایج حاصل از آنالیز واریانس تأثیر جیره‌های غذایی جلبکی و غیرجلبکی در پاروپای *A. robustus* بر رشد، تراکم، اندازه بدن، درصد نئونات و بالغین و خصوصیات آب از قبیل BOD و COD در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین تیمارهای مختلف وجود دارد. تولید ناپلیوس ۲۳/۵± ۲۷۲/۳، ٤۲/٤ ± ۷۲۷/۳، ۱۷/۷ ± ۲٦۷/٦ ، ۱۸/۲ ± ۱٤۷/۰ ، ۷/۱ ± ۲۵/۰ و ۳/۸ ± ۳۳/٦ فرد در لیتر (شکل ۱- الف) و تولید کپه پودیت ±۱۱/۱ ۱۲٤/۳، ۲٦/۸ ± ۳۱۱/۳، ±۱۳/۰ ۱۸۳/۰ ، ±۷/۱ ۵۹/۰ ، ۸/۱ ± ۱٤/۳ و ۳/٦ ± ۱۷/٦ فرد در لیتر (شکل ۱- ب) به‌ترتیب در جیرهای جلبک، جلبک+ خاک، سبزی، سبزی+خاک، کود و کود+خاک به‌دست آمد. همچنین، تولید افراد بالغ ۱٦/۵± ۵۱/٦، ۲٦/۸ ± ۲۰۸/۵، ۲۳/۷ ± ۱۹۲/۷ ، ۲۸/٤± ۹۱/۷ ، ۵/٤ ± ۸/۷ و ۳/٦± ۸/۷ فرد در لیتر بود (شکل ۱- ج).

تولید کل پاروپای *A. robustus* در تیمار کود، کود+خاک، سبزی، سبزی+خاک و جیره جلبک و جلبک+خاک به‌ترتیب ۵/۸±۰/۰،۹/٤۸/۳±۵۹،۳۲/۷ ± ٦٤۳/۳، ۳۱/۳± ۲۹۸/۰، ۷۹/۳± ٤٤۸/۰ و ۱٦۳/۷± ۱۲۸۲/٦ فرد در لیتر محاسبه شد (شکل ۲- الف). نتایج میزان رشد ویژه برای دوره ۳۰ روزه آزمایش در شکل ۲- ب ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین میزان سرعت رشد ویژه پاروپای *A. robustus* در تیمار جلبک+خاک (۰/۰۰۰± ۰/۱۷ در روز) و کمترین میزان در تیمار کود (۰/۰۱٦± ۰/۰۳٦ در روز) است. بیشترین زمان دو برابر شدن جمعیت (Dt) در تیمار کود (۲۰/۹٦±۳۱/٦۲ روز) و کمترین میزان آن در تیمار جلبک+خاک (۰/۱۰ ± ٤/۰۰ روز) به‌دست آمد (شکل ۲- ج).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

تغییـــرات BOD و COD بـــه لحـــاظ اهمیـــت آن در روزهای ۲۰ و ۳۰ پرورش در تیمارهـای مختلـف بررسـی گردید (شکل ۳). نتایج BOD نشان داد که در روز ۲۰ و ۳۰ (شکل ۳- الف) آزمایش تفاوت معنـاداری بـین تیمارهـا وجود دارد (p<۰/۰۵)، بیشترین مقـدار BOD در روز ۲۰ در تیمارکود + خاک (۸۷ میلی‌گـرم در لیتـر) و کمتـرین مقدار آن در تیمار جلبک+ خاک (۶۰ میلی‌گـرم در لیتـر) به‌دست آمـد، امـا در روز ۳۰ بیشـترین مقـدار BOD در تیمار سبزی (۹۰ میلی‌گرم در لیتر) و کمترین مقدار آن در تیمار جلبک (۷ میلی‌گرم در لیتر) بود (شـکل ۳- الـف). علاوه براین، میزان COD نیز در روز ۲۰ و ۳۰ (شکل ۳- ب) پـرورش تفـاوت معنـاداری بـین تیمارهـا نشـان داد (p<۰/۰۵). در روز ۲۰ بیشـترین مقـدار COD در تیمـار کود+خاک (۳۳۶ میلی‌گرم در لیتر) و کمترین مقدار آن در تیمار جلبک +خاک (۷۰ میلی‌گرم در لیتر) بود در حالی‌که در روز ۳۰ آزمـایش بیشـترین و کمتـرین مقـدار COD به‌ترتیب ۴۸۰ و ۸ میلی‌گرم در لیتـر در تیمـار سـبزی و جلبک به‌دست آمد. به‌طـورکلی کمتـرین مقـدار BOD و COD در روز ۲۰ و ۳۰ آزمایش در تیمار جلبک+خـاک و جلبک اندازه‌گیری شد (شکل ۳).

نتایج اندازه‌گیری طول و عرض پاروپـای *A. robustus* تغذیه شده با جیره‌های مختلف در شکل ٤ ارائه شده است. به‌عنوان شاخص، طول بالغین ماده ۲۹/۱۳±٦٦٣/٨ میکرون در تیمار سبزی+خاک و کمترین طول بدن ۲۳/٦۹±٥٢٦/٢ میکرون در تیمار تغذیه شده با جلبک به‌دست آمد.

همبستگی برخی مشخصه‌های کیفی آب با خصوصیات رشد و تولید در پاروپای *A. robustus* در جـدول ۳ ارائـه شده اسـت. نتـایج نشـان داد کـه بـین طـول و عـرض در جمعیـت پاروپـای *A. robustus* بـا BOD، COD و EC همبستگی معناداری وجـود دارد (p<۰/۰۵). مناسـب‌تـرین تیمار به لحاظ کمترین مقدار BOD و COD در تیمارهـای جلبک و جلبک+خاک به‌دست آمد که نشان‌دهنده مناسـب شـــدن شـــرایط کیفـــی آب در دوره پـــرورش پاروپـــای *A. robustus* است (شکل ۳، جدول ۲).

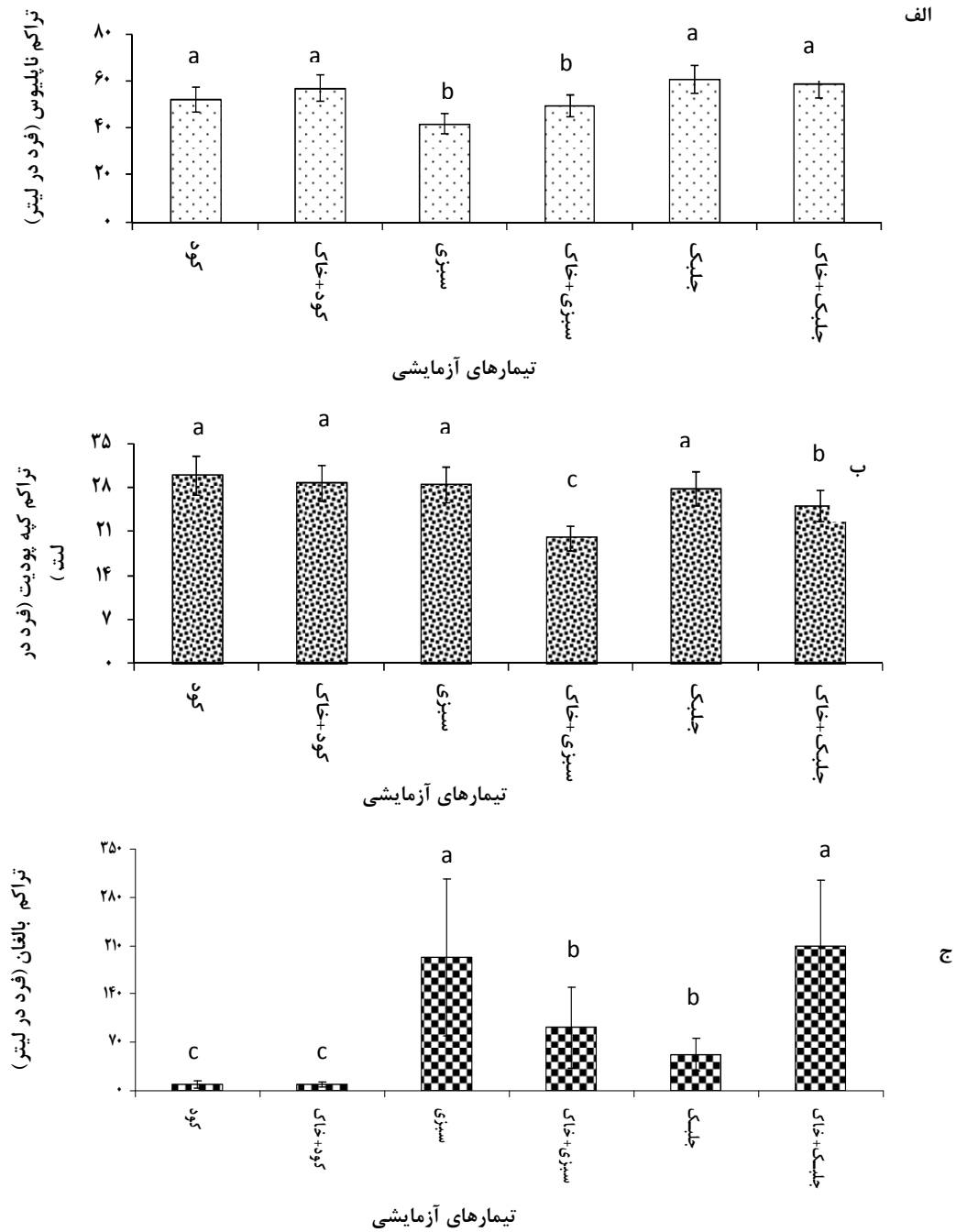
[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]
[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

جدول ۲ آنالیز واریانس یک طرفه تیمارهای آزمایشی پارامترهای اندازه گیری شده در تیمارهای مختلف غذایی .

شاخص	منابع تنوع	درجه آزادی	مجموعه مربعات	میانگین مربعات	F فاکتور	درجه معنی داری
تراکم	تیمار	۵	۳۱۹۹٤٦٤/۹۹۷	٦۳۹۸۹۲/۹۹۹	۵/۲۸۷	۰/۰۰۹
	خطا	۱۲	۱٤٥۲٥۱٤/۱۳۷	۱۲۱۰٤۲/۸٤٥		
	کل	۱۷	٤٦٥۱۹۷۹/۱۳٤			
میزان رشد ویژه	تیمار	۵	۰/۰۳۲	۰/۰۰٦	۱۸/۸٤٦	۰/۰۰۰
	خطا	۱۲	۰/۰۰٤	۰/۰۰۰		
	کل	۱۷	۰/۰۳٦			
زمان دوبرابر شدن	تیمار	۵	۱٤۸۹/۳۲۵	۲۹۷/۸٦۵	۱/۹۹۵	۰/۱۵۲
	خطا	۱۲	۱۷۹۱/۵۰۱	۱٤۹/2۲۹		
	کل	۱۷	۳۲۸۰/۸۲۷			
طول بدن	تیمار	۵	۵۰٦۸۷/۰۰۵	۱۰۱۳۷/٤۰۱	۲۵۳٤/۳۵۰	۰/۰۰۰
	خطا	۱۲	٤۸/۰۰۰	٤/۰۰۰		
	کل	۱۷	۵۰۷۳۵/۰۰۵			
عرض بدن	تیمار	۵	٦۳۵۰/۹۰۵	۱۲۷۰/۱۸۱	۳۱۷/۵٤۵	۰/۰۰۰
	خطا	۱۲	٤۸/۰۰۰	٤/۰۰۰		
	کل	۱۷	٦۳۹۸/۹۰۵			
ناپلیوس	تیمار	۵	۱۷۲۵۵/۲۳٦	۳٤۵۱/۰٤۷	۱۰۳۳/۲٤۸	۰/۰۰۰
	خطا	۱۲	٤۸/۰۸۰	۳/۳٤۰		
	کل	۱۷	۱۷۲۹۵/۳۱٦			
کپه پودیت	تیمار	۵	٦۹۷۹۹۹/٦۱۱	۱۳۹۵۹۹/۹۲۲	۳٤۸۹۹/۹۸۱	۰/۰۰۰
	خطا	۱۲	٤۸/۰۰۰	٤/۰۰۰		
	کل	۱۷	٦۹۸۰٤۷/٦۱۱			
بالغ	تیمار	۵	۲۳۹۰۳۷٤/۰٦۹	٤۷۸۰۷٤/۸۱٤	۱/٤۵٤	۰/۲۷۵
	خطا	۱۲	۳۹٤٦۳٦۸/۰۰۰	۳۲۸۸٦٤/۰۰۰		
	کل	۱۷	٦۳۳٦۷٤۲/۰٦۹			
BOD_5	تیمار	۵	۱۲٤٦٤/۵۰۰	۲٤۹۲/۹۰۰	٦۲۳/۲۲۵	۰/۰۰۰
	خطا	۱۲	٤۸/۰۰۰	٤/۰۰۰		
	کل	۱۷	۱۲۵۱۲/۵۰۰			
COD	تیمار	۵	٤۸۰۲۵۲/٦۰۰	۹٦۰۵۰/۵۲۰	۲٤۰۱۲/٦۳۰	۰/۰۰۰
	خطا	۱۲	٤۸/۰۰۰	٤/۰۰۰		
	کل	۱۷	٤۸۰۳۰۰/٦۰۰			
pH	تیمار	۵	۱۰/٤۵۱	۲/۰۹۰	۰/۵۲۳	۰/۷۵۵
	خطا	۱۲	٤۸/۰۰۰	٤/۰۰۰		
	کل	۱۷	۵۸/٤۵۱			
EC	تیمار	۵	۲/۲۳۵	۰/٤٤۷	۱۲/۰۰۸	۰/۰۰۰
	خطا	۱۲	۰/٤٤۷	۰/۰۳۷		
	کل	۱۷	۲/٦۸۱			

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

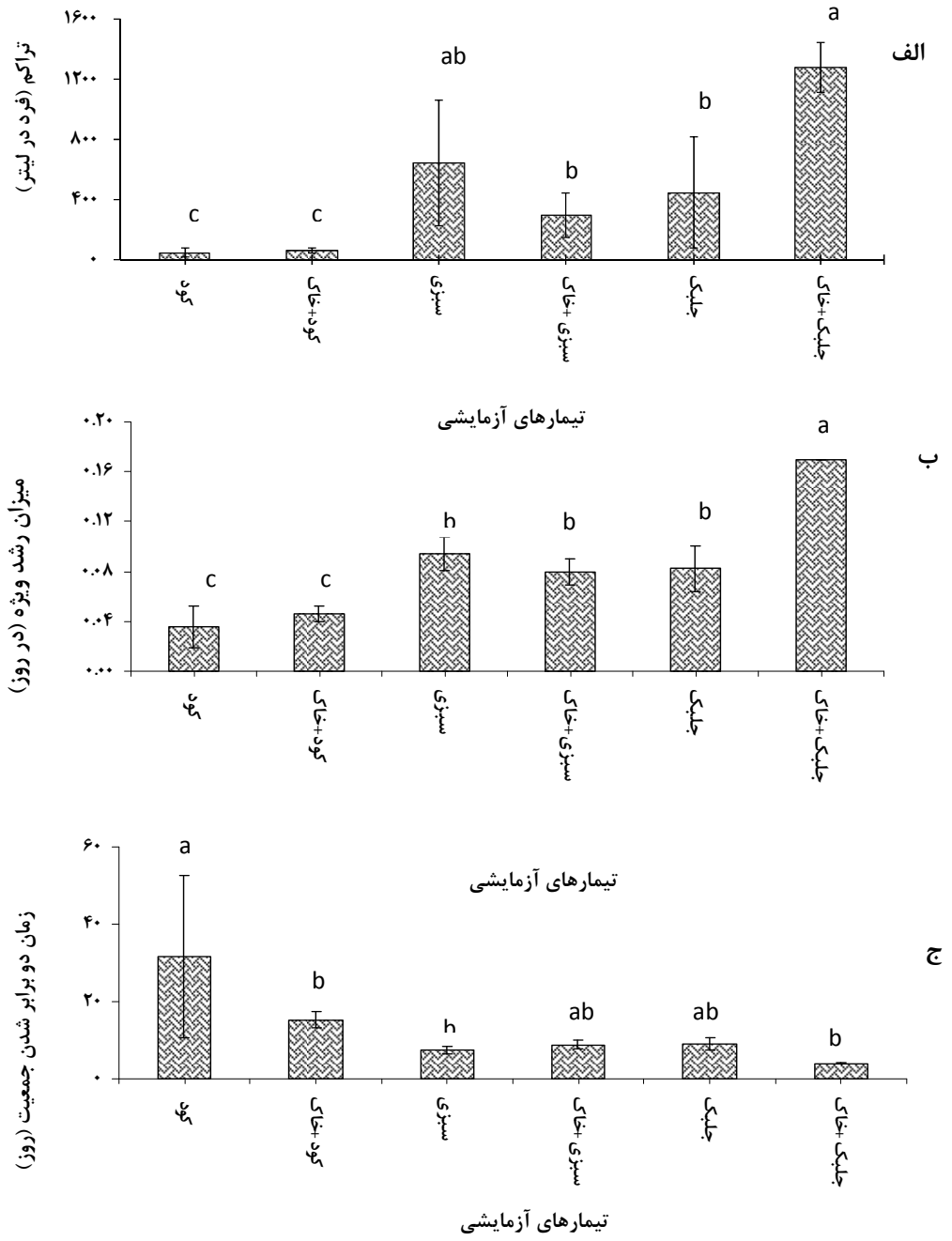
[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]



شکل۱ میانگین (± خطای استاندارد) تولید ناپلیوس (الف)، کپه پودیت (ب)، بالغین (ج) پاروپای *A. robustus* تغذیه شده با جیره‌های غذایی مختلف در هر لیتر. حروف مشخص شده در هر ستون با حداقل یک حروف مشابه، از نظر آماری با آزمون دانکن اختلاف معناداری ندارند ($p\geq ۰/۰۵$).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

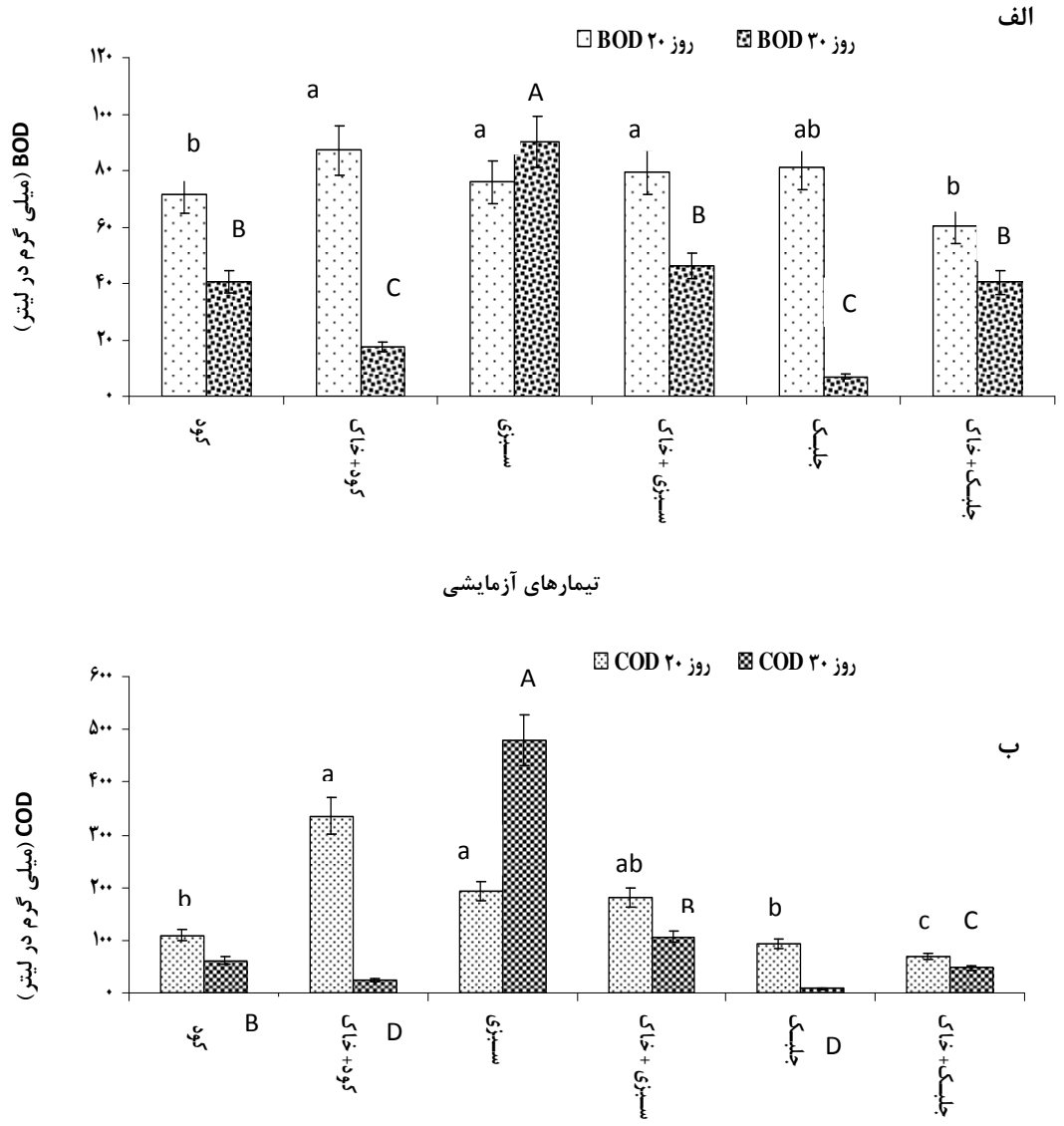
[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]



شکل ۲ میانگین (± خطای استاندارد) تراکم جمعیت (الف) میزان رشد ویژه (ب) و زمان دو برابر شدن جمعیت (ج) *A. robustus* پرورش داده شده با تیمارهای مختلف آزمایشی. میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح معناداری ۵ درصد با هم اختلاف ندارند.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

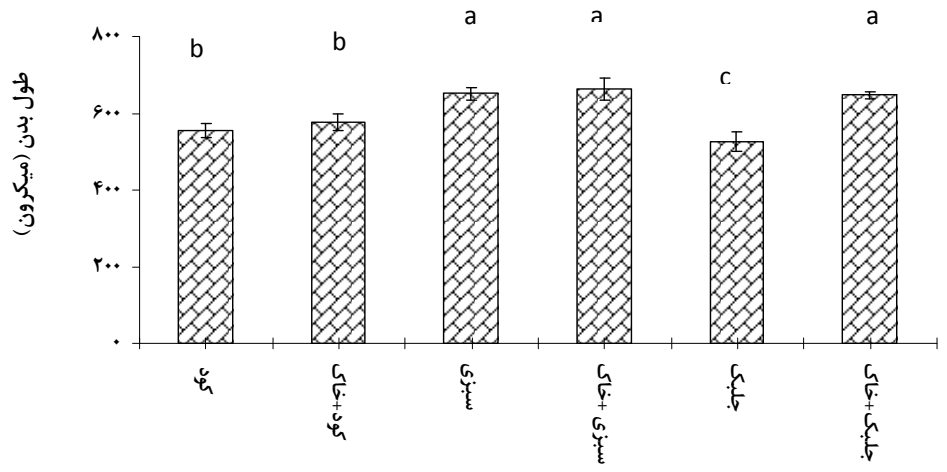


شکل ۳ میانگین (± خطای استاندارد) تغییرات BOD (الف) و COD (ب) در روز ۲۰ و ۳۰ آزمایش از پرورش *A. robustus* در تیمارهای مختلف غذایی. میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح معناداری ۵ درصد با هم اختلاف ندارند.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

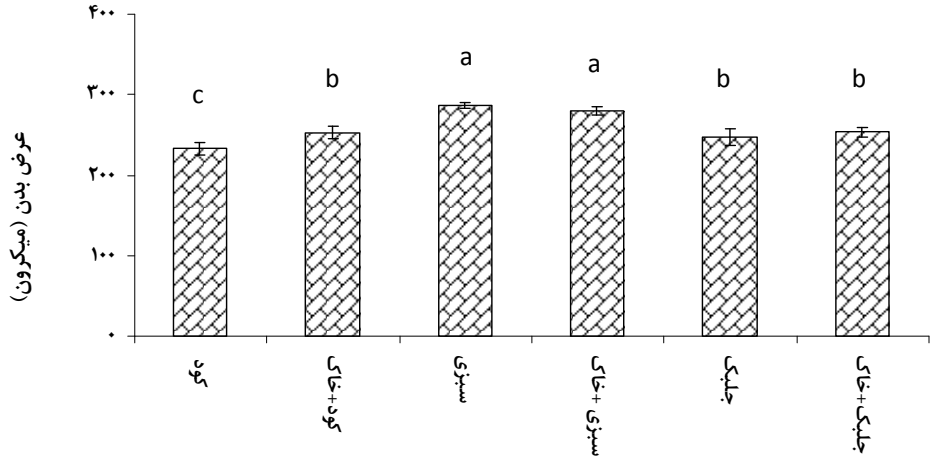
[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

الف



تیمارهای آزمایشی

ب



تیمارهای آزمایشی

شکل ٤ میانگین(± خطای استاندارد) طول (الف) و عرض (ب) بدن بالغین *A. robustus* پرورش داده شده با تیمارهای مختلف آزمایش. میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح معناداری ۵ درصد با هم اختلاف ندارند.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

جدول۳ ضریب همبستگی پیرسون برخی خصوصیات آب و تراکم پاروپا *Acanthocyclops robustus* در طی دورهٔ آزمایش. اعداد درون پرانتزها سطح معنادار را نشان می‌دهند *همبستگی معنادار در سطح ۰/۰۵ ، ** همبستگی معنادار در سطح ۰/۰۱.

همبستگی	تراکم	میزان رشد ویژه	زمان دوبرابر شدن	طول	عرض	ناپلیوس	کپه پودیت	بالغ	BOD_5	COD
میزان رشد ویژه	۰/۹۲۰** (۰/۰۰۰)	۱								
زمان دوبرابر شدن	-۰/۴۵۱ (۰/۰۶۰)	-۰/۶۳۸** (۰/۰۰۴)	۱							
طول	۰/۴۱۲ (۰/۰۸۹)	۰/۵۱۶* (۰/۰۳۸)	-۰/۳۶۹ (۰/۱۳۲)	۱						
عرض	۰/۱۸۶ (۰/۴۶۱)	۰/۲۵۳ (۰/۳۱۲)	-۰/۴۴۵ (۰/۰۶۴)	۰/۷۸۴** (۰/۰۰۰)	۱					
ناپلیوس	۰/۵۲۰* (۰/۰۲۷)	۰/۶۶۱** (۰/۰۰۳)	-۰/۵۵۳* (۰/۰۱۷)	۰/۸۷۶** (۰/۰۰۰)	۰/۷۹۵** (۰/۰۰۰)	۱				
کپه پودیت	۰/۷۷۲** (۰/۰۰۰)	۰/۸۶۹** (۰/۰۰۰)	-۰/۵۷۳* (۰/۰۱۳)	۰/۵۲۷* (۰/۰۲۵)	۰/۴۶۹* (۰/۰۴۹)	۰/۷۳۳** (۰/۰۰۱)	۱			
بالغ	۰/۱۹۹ (۰/۴۲۹)	۰/۲۹۱ (۰/۲۴۱)	-۰/۲۵۹ (۰/۳۰۰)	۰/۵۳۳* (۰/۰۲۳)	۰/۴۷۹* (۰/۰۴۴)	۰/۵۷۶* (۰/۰۱۲)	۰/۳۸۲ (۰/۱۱۸)	۱		
BOD_5	۰/۲۱۷ (۰/۳۸۸)	۰/۱۹۸ (۰/۴۳۰)	-۰/۱۰۹ (۰/۶۶۷)	۰/۷۰۱** (۰/۰۰۱)	۰/۶۸۲** (۰/۰۰۲)	۰/۴۴۶ (۰/۰۶۳)	۰/۳۵۵ (۰/۱۴۸)	۰/۲۹۵ (۰/۲۳۵)	۱	
COD	۰/۱۴۴ (۰/۵۶۹)	۰/۰۹۸ (۰/۶۹۸)	-۰/۱۶۱ (۰/۵۲۳)	۰/۵۲۴* (۰/۰۲۶)	۰/۷۳۷** (۰/۰۰۰)	۰/۳۶۱ (۰/۱۴۲)	۰/۳۷۰ (۰/۱۳۱)	۰/۱۹۲ (۰/۴۴۶)	۰/۹۱۹** (۰/۰۰۰)	۱
EC	-۰/۱۰۳ (۰/۶۸۵)	۰/۰۲۲ (۰/۹۳۲)	-۰/۱۸۶ (۰/۴۶۱)	۰/۴۷۳* (۰/۰۴۸)	۰/۲۷۲ (۰/۲۷۵)	۰/۳۷۸ (۰/۱۲۲)	-۰/۱۹۳ (۰/۴۴۴)	۰/۳۶۱ (۰/۱۴۱)	-۰/۰۶۱ (۰/۸۰۹)	-۰/۲۴۲ (۰/۳۳۳)

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

بحث

در این تحقیق تأثیر کود، سبزی و جلبک به‌تنهایی و در ترکیب با خاک، بر رشد و تولید پاروپای *A. robustus* و خصوصیات آب محیط کشت بررسی شد. Farhadian و همکاران در سال ۲۰۰۸، تأثیر نوع و غلظت جیره غذایی را بر میزان رشد و تراکم گونه *Apocyclops dengizicus*، با جیره‌های مختلف غذایی بررسی نموده و بیان کردند که نوع و غلظت جیره‌های غذایی تأثیر به‌سزایی بر رشد این گونه دارد و جیره‌های جلبکی عملکرد بسیار مناسب‌تری در مقایسه با جیره‌های غیرجلبکی دارند. نتایج مطالعه Hsu در سال ۱۹۹۹ بیان داشت که پاروپای *Apocyclops royi* تغذیه شده با جیره‌های جلبکی در مقایسه با چند غذای مصنوعی و کنسانتره از جمله مخمر نانوایی و پروتئین DHA-selco، تولید مثل بهتر و بیشتر و همچنین رسیدن به سن بلوغ کوتاه‌تری داشته است (Hsu, 1999). بنابر نتایج حاصل از این تحقیق نیز تیمارهای تغذیه شده با جیره جلبکی در محیط خاک، شرایط مناسب‌تری برای کشت *A. robustus* از لحاظ افزایش در میزان تراکم و میزان رشد ویژه نسبت به دیگر تیمارها نشان داد.

بر اساس مطالعه Kahan و همکاران در سال ۱۹۸۲، استفاده از جیره‌های غذایی ترکیبی گیاهی شامل کاهو، دانه گندم، هویج، اسفناج، نخود و گوجه فرنگی باعث تولید ۳۸۳۰۰ فرد در لیتر پاروپای *Tisbe holothuria* و ۱۳۶۳۰۰ فرد در لیتر پاروپای *Amphiascella subdebili* شده است. در تحقیق حاضر با کشت *A. robustus* تولید ٤٢٠/٤±٦٤٣/٣ فرد در لیتر در تیمار سبزی به‌دست آورد. Kumazawa در سال ۲۰۰۰ با پرورش پاروپای *Eucyclops serrulatus* در محیط غذایی حاوی مخلوط *Cholomonas paramecium* و گندم جوشانده شده کمترین زمان دورهٔ زندگی (از تخم تا بلوغ) این پاروپا را در محدوده ۱۰ تا ١٤ روز بیان کرد و نتیجه گرفت که پاروپایان آب شیرین در تمام دورهٔ زندگی‌شان علاوه بر جلبک‌ها به ارگانیسم‌های بزرگ‌تر مثل روتیفرها و مژه‌داران هم نیاز دارند.

در این تحقیق کمترین میزان رشد ویژه در تیمار کود حاصل شد. پایین بودن رشد ویژه پاروپای تغذیه شده با تیمارهای کود و کود+خاک به علت ارزش غذایی پایین کود، اندازه ذرات آن و آلودگی محیط با افزایش نیترات و فسفر آزاد شده از کود است که سبب کاهش کیفیت آب هم می‌شود.

اندازه پاروپایان در طبیعت و در فصول مختلف با توجه به درجه حرارت، قابلیت دسترسی به غذا، نوع و غلظت غذا، شوری و غیره تغییر می‌کند. اثرهای مثبت غلظت غذا بر اندازه بدن پاروپا به‌خوبی شناخته شده است (Mullin and Brooks, 1970; Frost, 1977; Paffenhofer, 1988). تعدادی از محققان نیز بیان کرده‌اند که طول بدن پاروپایان در ارتباط با عوامل ژنتیکی است (Otsu et al., 1974; Dumont et al., 1975). کیفیت غذا می‌تواند بر روی انتخاب آن به‌وسیله پاروپا تأثیرگذار باشد (Nandini and Sarma, 2007). همچنین نوع غذا در به تأخیر انداختن فعالیت‌های تولیدمثلی نیز تأثیرگذار است (Otsu et al., 1974). در این مطالعه دامنه طول بدن بالغین ٦٦٣/٨-٥٢٦/٢ میکرون بود که بالاترین میزان آن در پاروپایان تغذیه شده با تیمارسبزی+ خاک و کمترین میزان آن در پاروپایان تغذیه شده با تیمار جلبک به دست آمد. دامنه عرض بدن بالغین ٢٨٦/٩-٢٣٢/٧ میکرون

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

پرورش پاروپای آب شیرین... ـــ

ــ

صنعتی اصفهان که موجبات انجام این تحقیق را فراهم نمودند، کمال سپاسگزاری را دارند.

منابع

Barkoh, A. 1996. Effect of three fertilization treatments on water quality, zooplankton, and striped bass fingerling production in plastic lined ponds. *Progressive Fish Culturist*, 58: 237-247.

Barokh, A., Hamby, S., Kurten, G. and Warren Schlechte, J. 2005. Effects of rice bran, cottonseed meal, and alfalfa meal on pH and zooplankton. *North American Journal of Aquaculture*, 67: 237-243.

Boxshall, G. A. and Daniell, D. 2008. Globall diversity of copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595:195-207.

Carli, A., Mariottini, G. L. and Pane, L. 1995. Influence of nutrition on fecundity and survival in *Tigriopus fulvus* Fischer (Copepda, Harpacticoida). *Aquaculture,* 134: 113-119.

Collado, C., Defaye, D., Dussart, B. H. and Fernando, C. H. 1984. The freshwater Copepoda (Crustacea) of Costa Rica with notes on some species. *Hydrobiologia*, 119: 89-99.

Dumont, H. J., Van de Velde, I. and Dumont, S. 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, copepod and rotifer from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecology* (Berlin), 19: 75-97.

Dussart, B. H. and Defaye, D. 2001. Introduction to the Copepoda. 2nd edition. *In:* Dumont, H.J.F. (Ed.), Guides to the Identification of the Micro invertebrates of the Continental Waters of the World. Backhuys Publishers, Leiden, 1-289.

Erlania, W. and Adiwilaga, E. M. 2010. Penyimpanan rotifer ainstan (*Brachionus rotundiformis*) pada suhu yang berbeda dengan pemberian pakan mikroalga konsentrat. *Jurnal Riset Akukulture*, 5: 287-297.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

(*Macrobrachium rosenbergii*). *Aquaculture*, 210: 385-395.

Kumazawa, H. 2000. Laboratory maintenance of *Eucyclops serrulatus* (Copepoda: Cyclopoida). *Parasitology International*, 49: 189-193.

Lashkarbolouki, M. and Jafaryan, H. 2011. Evaluation of resistance in *Acipenser percicus* larvae fed with bio-encapsulated *Daphnia magna* via *Saccharomyces cerevisiae* product (Amax) against challenge test. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 3: 340-345.

Lee, K. W., Park, H. G., Lee, S. M. and Kang, H. K. 2006. Effects of diets on the growth of the brackish water cyclopoid copepod *Paracyclopina nana* Smirnov. *Aquaculture,* 56: 346- 353.

Lionard, M., Azemar, F., Bouletereu, S., Muylaert, K., Tackx, M. and Vyverman, W. 2005. Grazing by meso and microzooplankton on phytoplankton in the upper reaches of the Schelde estuary (Belgium/The Netherlands). *Estuary Coast and Shelf Science*, 64: 764-774.

Maier, G. 1990. Coexistence of the predatory cyclopoids Acanthocyclops robustus (Sars) and Mesocyclops leuckarti (Claus) in a small eutrophic lake. *Hydrobiologia*, 198: 185-203.

Maier, G. 1998. Differential success of cyclopoid copepods in the pelagic zone of eutrophic lakes. *Marine System*, 15: 135-138.

Mullin, M. M. and Brooks, E. R. 1970. The effect of concentration of food on body weight, cumulative ingestion, and rate of growth of the marine copepod *Calanus helgolandicus*. *Limnology and Oceanography*, 15: 748-755.

Nandini, S. and Sarma, S. S. 2007. Effect of algal animal diets on life history of freshwater copepod *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851). *Aquatic Ecology*, 41: 75-84.

Nichols, H. W. and Bold, H. C. 1965. Trichorsarcina polymorpha gen. et robustus Nov. *Journal of Phycology*, 1: 34-38.

Otsu, T., Maekawa, K. and Caldwell, M. 1974. The life cycle of the freshwater copepod *Eucyclops*

Evjemo, J. O., Reitan, K. I. and Olsen, Y. 2004. Copepods as live food organisms in the rearing of Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) with special emphasis on nutritional value. *Aquaculture*, 227: 191-211.

Farhadian, O., Daghighi, L. and Ebrahimi Dorche, E. 2013. Effect of microalgae and alfalfa meal on population growth and production of a freshwater rotifer, *Euchlanis dilatata*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 44: 86-95.

Farhadian, O., Kharamannia, R., Mahboobi Soofiani, N. and Ebrahimi Dorche, E. 2014. Larval feeding behavior of angel fish *Pterophyllum scalare* (Cichlidae) fed copepod *Eucyclops serrulatus* and cladoceran *Ceriodaphnia quadrangula*. *Aquaculture Research*, 45(7): 1212-1223.

Farhadian, O., Yusoff, F. and Arshad, A. 2008. Population growth and production of *Apocyclops dengizicus* fed on different diets. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39: 384-396.

Farhadian, O., Fatimah, M. D. Y. and Arshad, A. 2007. Ingestion Rate of Postlarvae *Penaeus monodon* Fed *Apocyclops dengizicus* and *Artemia. Aquaculture*, 269: 265-270.

Fernando, C. H. 2002. A Guide to tropical freshwater zooplankton. Backhuys Publisher, Leiden, 123-187.

Frost, B. W. 1977. Feeding behavior of *Calanus pacificus* in mixture of food particle. *Limnology and Oceanography*, 22: 427-491.

Hsu, C. H. 1999. Effects of food types and temperature on the development and reproduction of *Apocyclops royi* (copepoda, cyclopida), Master's thesis. National Taiwan University, Keelung, Taiwan. 357.

Kahan, D., Uhlig, G., Schwenzer, D. and Horowitz, L. 1982. A simple method for cultivating harpacticoid copepods and offering them to fish larvae. *Aquaculture*, 26: 303-310.

Kovalenko, E. E., D'Abramo, L. R., Ohs, C. L. and Buddington, R. K. 2002. A successful microbound diet for the larval culture of freshwater prawn

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

پرورش پاروپای آب شیرین... ـــ

Støttrup, P. G. and Jensen, J. 1990. Influence of algal diet on feeding and egg-production of the calanoid copepod *Acartia tonsa* Dana. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 141: 87-105.

Williams, R., Conway, D. V. P. and Hunt, H.G. 1994. The role of copepods in the planktonic ecosystems of mixed and stratified waters of the European shelf seas. *Hydrobiologia*, 292: 521-530.

Zar, J. H. 1984. Bioststistical analysis, 2nd edition. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New York, USA. P. 718.

serrulatus (Fischer) and its use in a bioassay for decapods ovarian stimulating and inhibiting substances. *Development, Growth and Differentation*, 16(3): 213-224.

Paffenhofer, G. A. 1988. Feeding rate and behavior of zooplankton. *Bulletin of Marine Science*, 43: 430-445.

Purasjoki, K. and Viljamaa, H. 1984. *Acanthocyclops robustus* (Copepoda, Cyclopoida) in plankton of the Helsinki sea area, and a morphological comparison between *A. robustus* and *A. vernalis*: *Deep-Sea Research, Part B, Oceanography Littoral Review*, 250: 33-44.

Ranta, E., Bengtsoon, J. and Mc Manus, J. 1993. Growth, size and shape of *Daphnia longispina*, *Daphnia magna* and *Dqphnia pulex*. *Annales Zoologic Fennici*, 30: 299-311.

Sarma, S. S. S., Romulo, J. A. L. and Nandini, S. 2003. Larval feeding behaviour of blind fish *Astyanax fasciatus* (Characidae), black tetra *Gymnocorymbus ternetzi* (Characidae) and angel fish *Pterophyllum scalare* (Cichlidae) fed zooplankton. *Hydrobiologia*, 510: 207-216.

Savas, S. and Erdogan, O. 2006. The effect of food (*Scenedesmus acuminatus*) (Von Lagerheim) R.H. Chodat) densities and temperature on the population growth of the cladoceran *Ceriodaphnia quadrangula* (Muller, 1785). *Journal of Fishery and Aquatic Science,* 23: 113-116.

Schael, M., Rudstam, L. G. and Post, J. R. 1991. Gape limitation and prey selection in larval yellow perch (*Perca flavescens*), freshwater drum (*Aplodinotus grunniens*), and black crappie (*Pomoxisni gromaculatus*). *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science,* 48: 1919-1925.

Srivastava, A., Rathore, R. M. and Chakrabarti, C. 2006. Effects of four different doses of organic manures in the production of *Ceriodaphnia acornuta*. *Bioresource Technology*, 97: 1036-1040.

Standard methods for the examination of water and waste water. 1998. 20th Edition, American Public Health Association, New York.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal
Vol. 3, No. 1, Spring 2014

Culture of Freshwater Copepod *Acanthocyclops robustus* Using Algal and Non-algal Diets Under Laboratory Conditions

Ramin Sharafi[1], Omidvar Farhadian[2*] and Mohsen Soleimani[3]

1- M.Sc. student, Department of Aquatic Propagation and Cultivation, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan

2- Associate Prof., Department of Aquatic Propagation and Cultivation, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan

3- Assistant Prof., Department of Aquatic Propagation and Cultivation, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan

Received: 1.12.2013 Accepted: 1.5.2014

*Corresponding author: omfarhad@cc.iut.ac.ir

Abstract:

The effect of six diets including *Scenedesmus quadricauda*), manure (cattle+poultry, 1:1 ratio), vegetable (spinach+parsely+coriander, 1:1:1 ratio), algae+soil, vegetable+soil, and manure+soil were examined on culture of freshwater copepod, *Acanthocyclops robustus*, under the experimental conditions of 23±1ºC, 12 hours dark: 12 hours light photoperiod, and light intensity of 60 µmol photons/m^2/s. The maximum population density (1282.6±163.7 individuals/L), maximum specific growth rate (*SGR*) (0.17±0.0 /day) and minimum doubling time (*Dt*) (4.0±0.1 days) were obtained when *A. robustus* fed on algae+soil. The nauplii production was 727.3±42.4 (±SE), 272.0±23.5, 267.6±17.7, 147.0±18.2, 33.6±3.8 and 25.0±7.1 ind./L and copepodit production was 311.3±26.8, 124.3±11.1, 183.0±13.0, 59.0±7.1, 14.3±8.1, and 17.6±3.6 ind./L in algae, algae+soil, vegetable, vegetable+soil, manure+soil, and manure, respectively. Correspondingly, the adult production was 208.5±26.8, 51.6±16.5, 192.7±23.7, 91.7±28.4, 8.7±5.4 and 8.7±3.6 ind./L, respectively. The maximum body length (663.8±29.1 µm) and width (526.2±23.7 µm) of *A. robustus* were recorded when fed with vegetable+soil and vegetable, respectively. The number of nauplii, copepodit, adults, length and width were significantly correlated with EC, BOD and COD. According to results, the *A. robustus* has suitable potential culture on algal and non-algal diets based on production, growth, body size, BOD and COD, but the better performance obtain on algae+soil and vegetable.

Keywords: *A. robustus*, *Scenedesmus quadricauda*, Soil, Vegetable, Manure

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.1.6.7]