رشد و تولید روتیفر آب شیرین *Euchlanis dilatata* (Monogononta: Euchlanidae) تغذیه شده با جیره های مختلف

امیدوار فرهادیان*، لیلا دقیقی و عیسی ابراهیمی درچه

اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۲۳

چکیده

Euchlanis dilatata از روتیفرهای آب شیرین است که پتانسیل پرورش مناسبی به عنوان غذای زنده در آبزی پروری دارد. در این تحقیق رشد و تولید این گونه با تغذیه جیره از ۶ جیره شامل کلرلا (*Chlorella vulgaris*)، سندسموس (*Scenedesmus quadricauda*) ، کلرلا + سندسموس، کود مرغی، کود گاوی، کود مخلوط مرغی + گاوی مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش به مدت ۱۶ روز در دمای ۲۴ درجه سانتی گراد، دوره نوری ۱۲ ساعت تاریکی : ۱۲ ساعت روشنایی و شدت نور ۶۰ میکرمول فوتون بر متر مربع بر ثانیه در ارلن مایرهای ۲۵۰ میلی لیتری در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که نوع جیره بر رشد و تولید *E. dilatata* تاثیر معنی دار دارد ($P<0.05$). میانگین اوج تراکم جمعیت روتیفر *E. dilatata* تغذیه شده با تیمارهای کلرلا، سندسموس، کلرلا + سندسموس ، کود مرغی، کود گاوی، کود مخلوط مرغی+ گاوی به ترتیب ۱۱۵/۷، ۶۵/۰، ۱۲۸/۸، ۲۲/۳، ۶۹/۲ و ۱۶۳/۳ فرد در میلی لیتر بدست آمد. علاوه بر این، میانگین میزان رشد ویژه روتیفر به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۲۴، ۰/۲۸، ۰/۰۲، ۰/۲۴ و ۰/۳۰ در روز بدست آمد. میانگین طول و عرض لوریکا بترتیب دارای دامنه ۲۷۲-۱۵۳ میکرون و ۲۲۶-۱۰۸ میکرون داشت. بطورکلی، پرورش این گونه با کلرلا + سندسموس و تیمار کود مرغی + کود گاوی عملکرد مناسب تری را داشت. پرورش *E. dilatata* با تغذیه روی کود مرغی + کود گاوی ممکن است هزینه های تولید روتیفر را کاهش دهد.

واژه های کلیدی: *Euchlanis dilatata*، کود آلی، رشد و تولید ، جلبک های میکروسکوپی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۱۳۳۹۱۳۵۶۴ ، پست الکترونیکی: omfarhad@cc.iut.ac.ir

مقدمه

روتیفرها از کوچکترین متازوهای جانوری هستند که نقش بسیار مهمی در زنجیره های غذایی دارند. آنها در انتقال انرژی با راندمان بالا از تولیدکنندگان اولیه (جلبک‌ها و باکتری‌ها) به مصرف کنندگان ثانویه (مثل لارو حشرات و لارو ماهی‌ها) از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند (۲۵و ۴۶). روتیفرها با ویژگیهایی از قبیل اندازه کوچک و حرکت نسبتا" آرام، معلق ماندن در ستون آب، تولید مثل جمعیتی بالا، تغذیه صافی خواری، قابلیت هضم جلبک های تک سلولی، مخمرنان، باکتری و ذرات آلی، تحمل خوب به شرایط پرورشی و دستکاری، دارا بودن محتوای انرژی و ارزش غذایی مناسب و طعمه با ارزش برای لارو ماهیان همواره مورد توجه بوده اند (۱۲و ۳۰). اگرچه روتیفرها در تغذیه بیش از ۶۰ گونه ماهی دریایی و ۱۸ گونه سخت پوست استفاده می شود (۲۳) اما پتانسیل کاربرد روتیفرهای آب شیرین تاکنون به خوبی شناخته نشده و تنها محدود به تعداد کمی از گونه‌های ماهیان آب شیرین مثل (۲۷) Sunshine bass ، Gudgeon (*Gobio gobio*) و Perch (*Perca fluviatilis*) (۸و ۹) و ماهیان

زینتی مثل گورامی (*Colisa lalia*) و دیسکوس قهوه‌ای (*Symphysodon aequifasciata*) بوده است (۱۷، ۱۹و ۲۷).

جیره غذایی در زئوپلانکتونها و بخصوص روتیفرها نقش بسیار مهمی در عملکرد پرورشی آنها دارد. جلبک‌ها، مخمر نانوایی، کنسانتره ماهی و میگو، آرد سبوس برنج، غذاهای تجاری، کودهای آلی و ارگانیک از جمله منابع متداولی هستند که برای پرورش زئوپلانکتونها از جمله روتیفرها به کار می روند (۲، ۷ و۲۱). جلبک های کلرلا (*Chlorella vulgaris*) و سندسموس (*Scenedesmus quadricauda*) به لحاظ دارا بودن مواد غذایی ضروری در تغذیه روتیفرهای آب شیرین استفاده میشوند (۵)، اما معمولا استفاده از آنها در مقیاس انبوه فضای وسیع و امکانات پرورشی لازم دارد که می تواند در بسیاری از موارد تولید روتیفرها را محدود نماید. یکی دیگر از منابع مورد استفاده رایج مخمر نان است که بعنوان جایگزین برای جلبک ها است (۴۰). اما روتیفر رشد نموده با مخمرنان ارزش غذایی آن برای لارو ماهیان بعلت کاهش و یا نبود اسیدهای چرب ضروری اشباع نشده چندان مورد توجه نمی باشد (۴۷). از سایر غذاهای غیر جلبکی می توان به کودهای آلی توجه نمود که در پرورش زئوپلانکتونها استفاده میشود (۶). از اینرو استفاده از کودهای آلی و ارگانیک میتواند گزینه مناسبی برای پرورش روتیفرها و حل نمودن بعضی از موارد و تنگناهای بیان شده از جیره های جلبکی و یا مخمرها باشد.

یکی از گونه های مهم روتیفرهای آب شیرین *Euchlanis dilatata* است که زندگی پریفیتیک (periphytic) داشته و در آبهای اسیدی و قلیایی در سراسر جهان پراکنش دارد (۲۹). جیره غذایی طبیعی این گونه شامل دیاتومه ها، جلبک های سبز و سبز-آبی است (۲۲). بررسی و تحلیل مطالعات قبلی نشان داد که این گونه نسبت به گونه های جنس *Brachionus* امتیازاتی از قبیل حجم زیستی مناسب تر و بیشتر (۱۵۰-۱۲۰ میکرون متر مکعب در*Brachionus* ، ۳۰۰-۲۵۰ میکرون متر مکعب در*Euchlanis dilatata*) (۳، ۴ و۳۴) ، مصرف بهتر جلبک های پلانکتونی، رقابت بهتر، مقاومت به گرسنگی و توانایی تولید در سطوح پایین غذایی (۲۹ و ۳۸) را دارد.

علی رغم مطالعات متعدد در خصوص تغذیه گونه های جنس *Brachionus* ، پژوهش در خصوص تغذیه روتیفر *E. dilatata* بسیار اندک است. هدف از این مطالعه بررسی عملکرد رشد و تولید این گونه با استفاده از کودهای مرغی و گاوی در مقایسه با جلبک های سبز میکروسکوپی کلرلا و سندسموس است تا جنبه های امکان استفاده از کودها در پرورش روتیفر *E. dilatata* بررسی گردد.

مواد و روشها

تهیه استوک اولیه *E. dilatata* : به منظور تهیه استوک اولیه گونه *E. dilatata* نمونه‌های زئوپلانکتونی آب شیرین با استفاده از یک توری پلانکتونی ۴۰ میکرونی از دریاچه سد حنا (سمیرم ، اصفهان) (طول جغرافیایی= ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی= ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی) جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس روتیفر *E. dilatata* با استفاده میکروپیپت مورد جداسازی قرار گرفت و تمام نمونه ها برای مدت ۱ ماه درون ویال-های ۲۵۰ میلی‌لیتری با مخلوطی از غذاهای جلبکی و غیر جلبکی شامل جلبک (*Scenedesmus quadricauda* + *Chlorella vulgaris*) و کود (کود مرغی + کود گاوی) پرورش داده شد تا ذخیره مورد نظر برای انجام آزمایش فراهم شود. گونه مورد نظر توسط کلیدهای شناسایی زئوپلانکتونهای آب شیرین از قبیل Dussart (۱۹۶۷)، Kiefer (۱۹۷۸) و Fernanedo (۲۰۰۲) با استفاده از ویژگی‌هایی مثل کرونا، شکاف U شکل جلویی- پشتی با فرورفتگی دایره مانند و طول و عرض صفحه پشتی و شکمی شناسایی گردید (۱۸،۱۵و ۲۸).

تهیه تیمارهای آزمایشی: تهیه جلبک های میکروسکوپی سبز *Scenedesmus quadricauda* و *Chlorella vulgaris* با استفاده از محیط کشت Bold's Basal Medium (۱۱) در فلاسک های ۲ لیتری انجام شد. برای کشت جلبک ها، دو لیتر آب مقطر در ارلن مایرهای شیشه ای ریخته شده و به آن مقدار ۲۶ میلی لیتر محیط کشت BBM اضافه شد و سپس با استفاده از pH متر (مدل 744 Metrohm، ساخت سوئیس) اسیدیته آغازین کشت ۶/۸ با اضافه نمودن NaOH و HCl ۰/۱ نرمال تنظیم گردید. در مرحله بعد ظروف حاوی محیط کشت جلبکها به همراه لوله های هوادهی و پنبه های کتانی مورد نیاز در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه در دستگاه اتوکلاو (مدل 121A، ساخت ایران) ضدعفونی و استریل گردید. پس از اتمام اتوکلاو و هم دما شدن با دمای آزمایشگاه، محلول ویتامین B_{12} به میزان یک میکروگرم در لیتر از محیط کشت اضافه گردید و سپس با رعایت شرایط استریل، به هم زده شد. ۲۰۰ میلی لیتر از ذخیره جلبک ها (با غلظت 10^4 سلول در میلی لیتر از سندسموس و 10^5 سلول در میلی لیتر از کلرلا) به محیط کشت دارای ویتامین اضافه گردید و در دمای ۱±۲۲ درجه سانتی گراد، پروتکل نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ساعت تاریکی و شدت نور۶۰ میکرومول فوتون بر مترمربع بر ثانیه قرار داده شد.

برداشت جلبک بعد از رسیدن به مرحله رشد سریع، در روز ۱۰ کشت با دستگاه سانتریفوژ (مدل Centurion Scientific Ltd) در سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۵ دقیقه انجام شد. جلبک ها بعد از جمع آوری در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد، تا جهت تغذیه *E. dilatata* استفاده گردد. برای تعیین تراکم جلبک ها و کنترل میزان آنها در دوره آزمایش، جلبک ها با استفاده از لام هماسایتومتری ($0/0625 mm^2$ × ۰/۲ mm) ومیکروسکوپ اینورت (مدل Belgium Ceti) براساس روش Martinez و Chakroff (۱۹۷۵) (۳۳) بعد ازتثبیت نمونه ها با محلول لوگول ایدین (مقدار ۰/۱ میلی لیتر لوگول در هر ۳ میلی لیتر نمونه) شمارش گردید.

کود مرغی وگاوی با ترکیب شیمیایی معین (کود مرغی شامل: ۳۵ ٪ کربن ، ۱۵ ٪ نیتروژن ، ۱۲ ٪ فسفر و کود گاوی شامل: ۲۵ ٪ کربن ، ۱۱ ٪ نیتروژن ، ۳ ٪ فسفر) پس از پودر کردن با دستگاه آسیاب از الک با چشمه ۱۰۰ میکرون عبور داده شد تا اندازه کودها حتی الامکان یکسان شود. برای بدست آوردن کود مخلوط از کود مرغی و گاوی به نسبت وزنی مساوی بر اساس میزان نیتروژن مخلوط گردید. با توجه با اینکه درصد وزنی نیتروژن درکود مرغی ۱۵ و در کود گاوی ۱۱ درصد بود این دو بصورت ۳ قسمت از کود مرغی و ۴ قسمت از کود گاوی با هم مخلوط شد تا از نظر میزان وزنی نیتروژن یکسان شوند.

نحوه انجام آزمایش: به منظور ارزیابی تاثیر ۶ جیره غذایی مختلف بر رشد و تولید روتیفر هر کدام با سه تکرار در یک طرح کاملا تصادفی انجام شد. آزمایش در ویال‌های ۲۵۰ میلی‌لیتری (قطر=۳/۵ سانتی متر، ارتفاع=۱۵ سانتی متر) و با دمای آب ۱±۲۴ درجه سانتی‌گراد و pH حدود ۷/۱–۷/۵ انجام شد. در هر کدام از ویال ها ۲۹۰ فرد روتیفر بالغ در آغاز آزمایش بطور تصادفی قرار داده شد. دوره نوری این آزمایش به صورت ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی بود. سپس با استفاده از غذاهای مختلف مورد آزمایش شامل کلرلا، سندسموس، کلرلا + سندسموس ، کود مرغی، کود گاوی، کود مخلوط مرغی + گاوی به مدت ۱۶ روز مورد تغذیه قرار گرفت. غذادهی هر دو روز یک نوبت با توجه به میزان تراکم و رشد جمعیت با افزودن به محیط کشت انجام شد. قبل از غذادهی جدا نمودن غذاهای خورده نشده و یا جلبک های رسوب نموده در کف ظروف آزمایشی بطور دقیق انجام گردید. میزان کودها بر اساس Srivastava و همکاران (۲۰۰۶) (۴۴) تنظیم گردید. مقدار پروتئین جلبک های

کلرلا و سندسموس بر اساس روش Meyer و Walther (۱۹۸۸) بدست آمد که این میزان برای سندسموس و کلرلا به ترتیب ۴۵/۵ و ۴۳/۵ درصد وزن خشک بود. بر اساس پروتئین اندازه گیری شده، میزان نیتروژن قابل دسترس در هر جیره غذایی با رابطه N=% protein/6.25 بر گرفته از Anderson (۱۹۹۳) و Barkoh (۲۰۰۵) محاسبه گردید. نیتروژن سندسموس و کلرلا به ترتیب ۶/۹۶ و ۷/۲۸ درصد وزنی بود و ضریب آنها در ترکیب این دو جلبک بر اساس میزان وزنی نیتروژن ۲/۱۲ به ۲/۲۲ بدست آمد. مقدار جیره مورد استفاده برای تیمارهای جلبکی ۸ میلی گرم وزن خشک بود. همچنین برای کودها نیز بر اساس میزان نیتروژن موجود برای هرکدام از جیره ها ۵ میلی گرم در لیتر در روز استفاده شد.

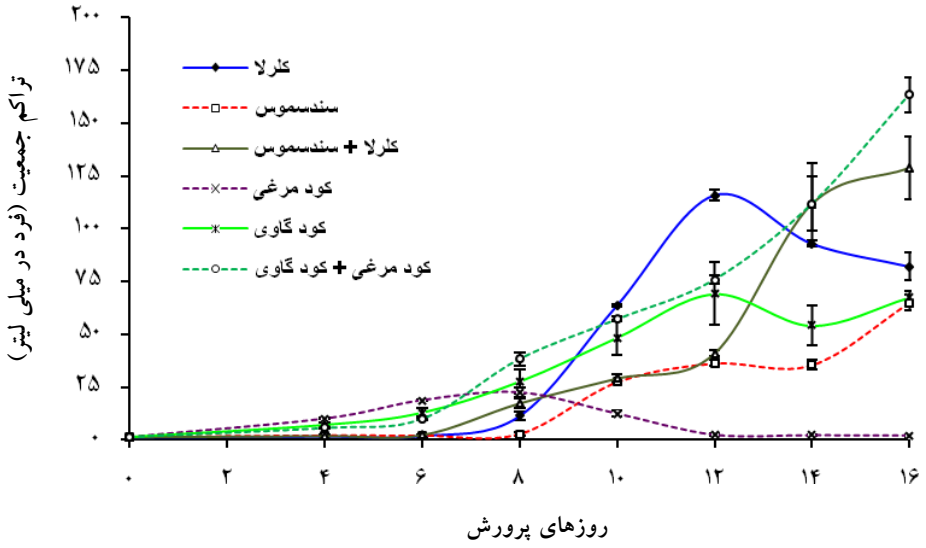
برای بدست آوردن مخلوط هر یک از تیمارهای غذایی به نسبت وزنی مساوی بر اساس میزان نیتروژن آن ها را با هم مخلوط کرده و مورد استفاده قرار گرفت. میزان افزودن غذا به هرکدام از کشت های روتیفر طوری انجام شد که اطمینان حاصل شود که علاوه بر جلوگیری از غذا دهی بیش از اندازه، کیفیت آب در تمام تیمارها بطور یکسانی کنترل گردد. جهت تامین اکسیژن محلول و همچنین ایجاد شرایط همگن در ظروف نگهداری کشت های روتیفر هوادهی بطور ملایم انجام شد. برای انجام آزمایش آب شیرین فیلتر شده و اتوکلاوه شده با دمای ۲۴ درجه سانتی گراد (آب نسبتا سخت دارای ۱۰۰ میلی گرم کربنات هیدروژن سدیم و دارای سختی کل ۱۲۰ میلی گرم در لیتر از کربنات کلسیم) استفاده گردید. برای بررسی میزان رشد روتیفر، هر دو روز یکبار ۳ میلی‌لیتر از هر تیمار با استفاده از میکروپیپت نمونه برداری و سپس روتیفرها توسط ظرف باگاروف (Bogorov's plate) منتقل شد و با مشاهده در زیر لوپ آزمایشگاهی (Olympus, SZ6045, Japan) با بزرگنمایی ۶ بطور زنده شمارش گردید. میزان رشد ویژه (*SGR*) از رابطه $SGR= (Ln\ N_t\text{-}Ln\ N_o)\ /T$ محاسبه شد (۳۹) که در آن *SGR* = میزان رشد ویژه روتیفر *E. dilatata* بر حسب در روز، N_t = جمعیت نهایی روتیفر *E. dilatata* بعد از زمان T ، و N_0 = جمعیت اولیه روتیفر *E. dilatata* در آغاز معرفی به محیط کشت. زمان دو برابر شدن جمعیت با رابطه $Dt = Ln2/SGR$ که در آن *Dt* = زمان دو برابر شدن جمعیت روتیفر بر حسب روز، و *SGR* = میزان رشد ویژه روتیفر بر حسب در روز است مورد محاسبه قرار گرفت (۲۶). در پایان آزمایش از هر تیمار ۳۰ فرد بالغ روتیفر مورد جداسازی قرار گرفت و طول و عرض لوریکا با استفاده از میکرومتر چشمی در زیر میکروسکوپ در بزرگنمایی ۴۰ اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری: جیره در این مطالعه بعنوان فاکتور مستقل و سایر پارامترهای اندازه گیری شده و محاسبه شده در خصوص رشد، تراکم، زمان اوج، تولید و طول و عرض بعنوان داده های وابسته با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) مورد تحلیل آماری قرار گرفت. تفاوت بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی با هم مقایسه گردید (Zar, 1984). تمام آنالیزها در سطح معنی دار ۰/۰۵ با استفاده از نرم افزار آماری SPSS (۲۰۰۲) نسخه ۱۱/۵ انجام شد.

نتایج

تراکم جمعیت روتیفر *E. dilatata* در تغذیه با جلبک ها و کودهای مورد آزمایش در طی روزهای مختلف آزمایش در شکل ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که تراکم جمعیت متاثر از نوع جیره تغذیه ای می باشد بطوریکه از روز ۸ تا پایان دوره پرورش (روز ۱۶) این تفاوت ها در اندازه جمعیت قابل ملاحظه بود (شکل ۱). تفاوت ها در زمان اوج تراکم جمعیت و میزان آن در شکل ۲ برای تیمارهای مختلف ارائه شده است. زمان اوج جمعیت *E. dilatata* بین روز۸ پرورش تا روز۱۶ در بین تیمارهای آزمایش متغییر بود. تراکم جمعیت (شکل۲–ب) در زمان اوج در تیمارهای کلرلا+ سندسموس (۱۴/۷±۱۲۸/۸فرد در میلی لیتر) و کود مرغی +گاوی (۸/۵±۱۶۳/۳فرد در میلی لیتر)

بیشترین بود که تفاوت معنی داری ($P<0.05$) با سایر تیمارها داشتند. متوسط روزانه تولید *E. dilatata* تغذیه شده با تیمارهای کلرلا و تیمار کود مخلوط مرغی + گاوی به ترتیب ۹/۶۵ و ۱۰/۲۱ فرد در میلی لیتر در روز بدست آمد که تفاوت معنی داری ($P<0.05$)با سایر تیمارها داشت (شکل ۲- ج).



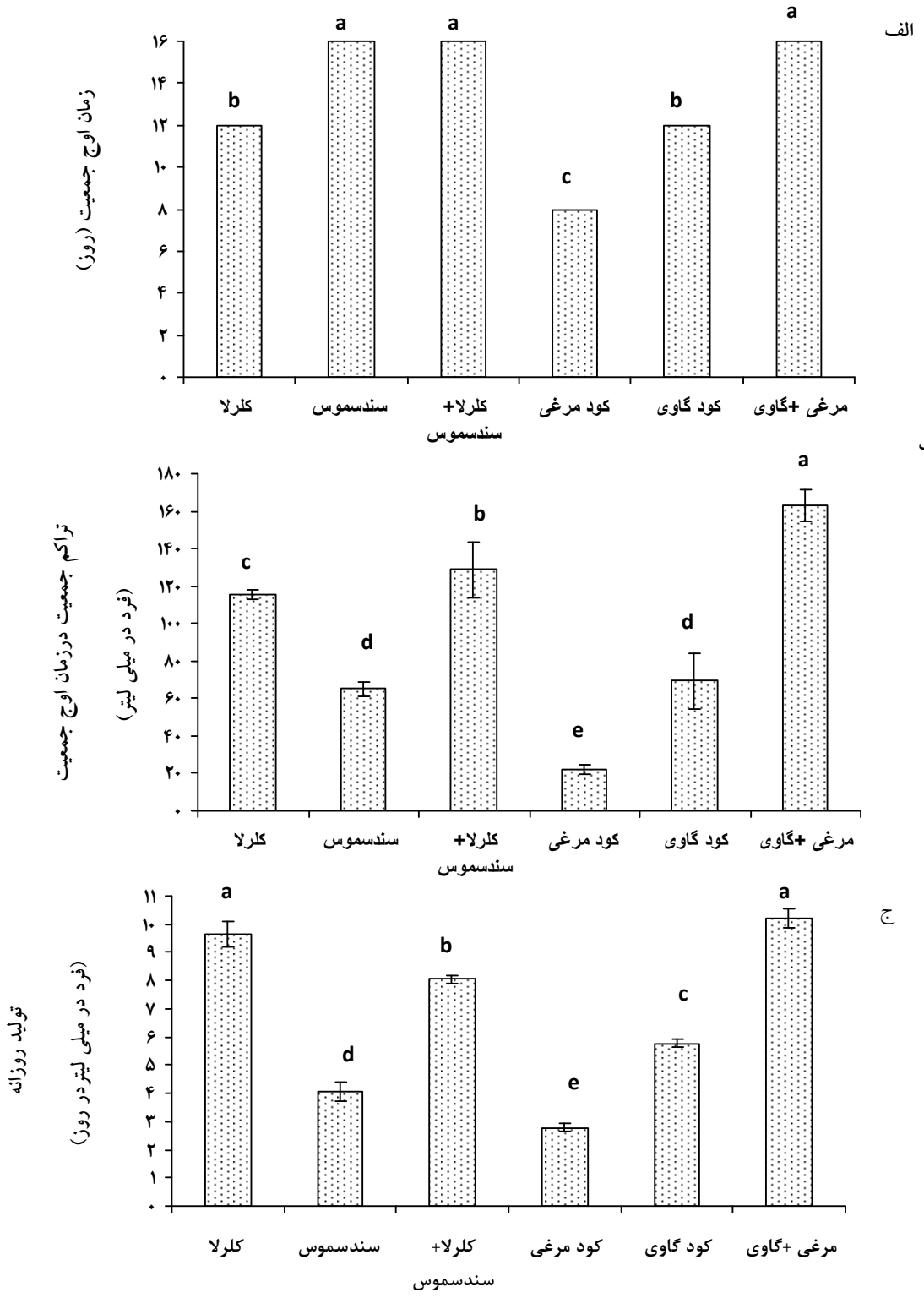
شکل ۱- میانگین (± خطای استاندارد) تراکم (فرد در میلی لیتر) روتیفر *E. dilatata* تغذیه شده با جیره‌های غذایی مختلف در طی روزهای مختلف پرورش.

میزان رشد ویژه جمعیت *E. dilatata* برای تیمارهای مختلف درشکل ۳-الف و زمان دوبرابر شدن جمعیت درشکل ۳-ب ارائه شده است. بطور کلی بیشترین میزان رشد ویژه و کمترین زمان دوبرابر شدن جمعیت در تیمار کودمرغی + کود گاوی و تیمار کلرلا + سندسموس بدست آمد که تفاوت معنی داری ($P<0.05$) با سایر تیمارها داشتند.

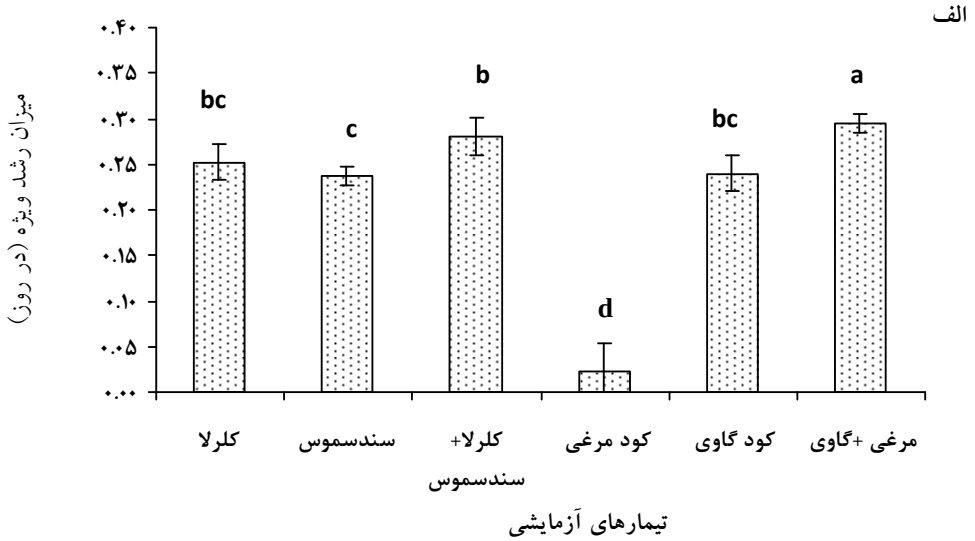
میانگین طول و عرض لوریکا در روتیفر *E. dilatata* در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری را نشان دادند ($P<0.05$) (شکل ۴). نتایج نشان داد که *E. dilatata* تغذیه شده با تیمارهای کلرلا، سندسموس، کلرلا + سندسموس، کود مرغی، کود گاوی، کود مخلوط مرغی + گاوی به ترتیب دارای طول لوریکا ۱۵۳، ۲۲۰، ۲۷۲، ۲۵۲، ۲۶۹ و ۲۷۰ میکرون و عرض لوریکا ۱۰۸، ۱۷۵، ۲۲۶، ۲۲۵، ۲۲۳ و ۲۰۳/۳ میکرون بود. بطور کلی *E. dilatata* تغذیه شده با تیمار کلرلا + سندسموس و تیمار کود گاوی بیشترین طول و عرض لوریکا را داشتند که تفاوت معنی داری با سایر تیمارها نشان داد ($P<0.05$).

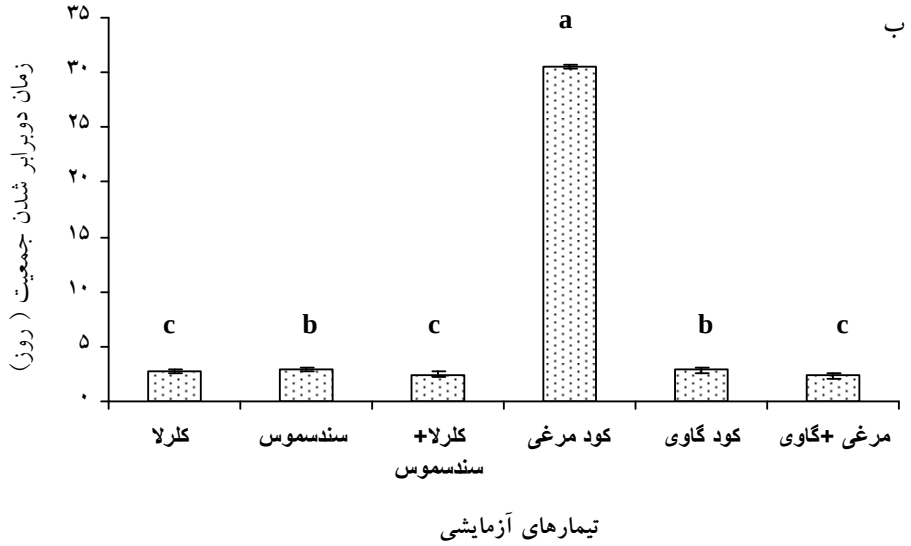
بحث

رشد و تولید در روتیفرها عمدتا تابع شرایط محیطی پرورش از قبیل خصوصیات آب و محیط کشت و از سوی دیگر نیازهای تغذیه ای است (۱، ۷، ۱۲، ۲۱و ۳۰). در تامین نیازهای تغذیه ای کمیت و کیفیت جیره از موارد مهم است. گونه روتیفر *E. dilatata* به لحاظ تفاوت های رفتاری در چرخه زندگی و نیازهای محیطی و تغذیه ای تا حدودی متفاوت از گونه های پلانکتونی از قبیل *Brachionus* است (۲۲ و ۲۹). این گونه عمدتا رفتار پریفیتیک دارد و عملکرد غذاهای جلبکی و غیر جلبکی بر رشد و تولیدآن متفاوت است (۲۹).



شکل ۲- میانگین (± خطای استاندارد) زمان اوج جمعیت (الف) و تراکم جمعیت (فرد در میلی لیتر) (ب) در روتیفر *E. dilatata* تغذیه شده با جیره‌های غذایی مختلف. میانگین های دارای حد اقل یک حرف مشابه از نظر آماری با آزمون توکی اختلاف معنی داری ندارند ($P \geq$ ۰/۰۵).



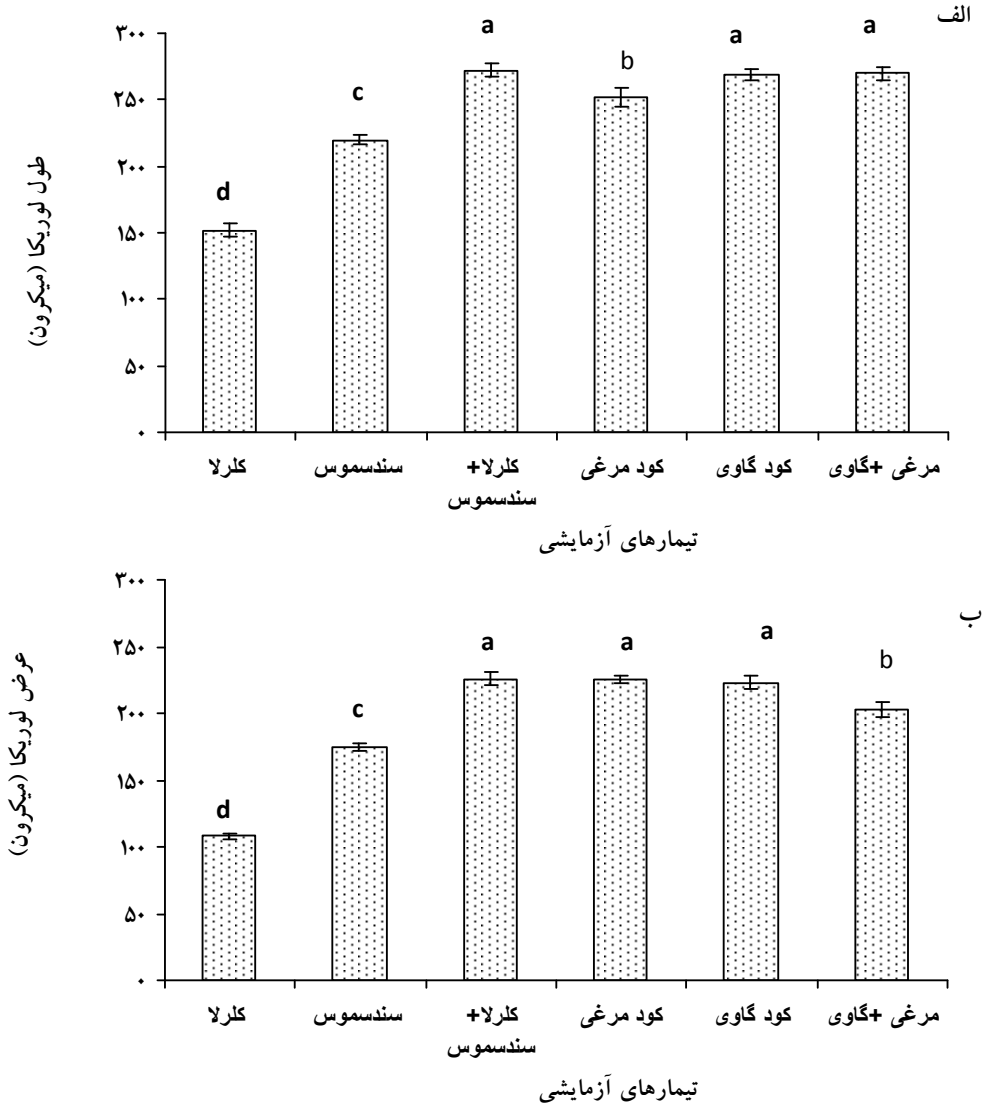


شکل ۳- میانگین (± خطای استاندارد) میزان رشد ویژه (الف) و دوبرابر شدن جمعیت (ب) روتیفر *E. dilatata* تغذیه شده با جیره‌های غذایی مختلف. میانگین های دارای حد اقل یک حرف مشابه از نظر آماری با آزمون توکی اختلاف معنی داری ندارند ($P\geq$ ۰/۰۵).

در این تحقیق دو دسته از جیره های غذایی قابل دسترس و مناسب شامل جلبک های میکروسکوپی و کودهای حیوانی بصورت انفرادی و مخلوط بر رشد و تولید جمعیت روتیفر *E. dilatata* بررسی گردید.

در این تحقیق بالاترین تراکم روتیفر *E. dilatata* تغذیه نموده با جیره های دارای جلبک ها دامنه ای از ۶۵ تا ۱۲۸/۸ فرد در میلی‌لیتر داشت که بالاترین آن با تغذیه بر تیمار کلرلا+ سندسموس بدست آمد. علاوه بر این ، میانگین میزان رشد ویژه روتیفر *E. dilatata* در تغذیه با جلبک های کلرلا، سندسموس و مخلوط آنها دامنه ای

۰/۲۸– ۰/۲۴ در روز بود. این میزان در خصوص میزان رشد ویژه روتیفر *E. dilatata* در تغذیه با جلبک ها در دامنه گزارش شده برای بیشتر زئوپلانکتون‌ها بود (۳۷ و ۴۱). Espinosa-Rodriguez و همکاران (۲۰۱۱) (۱۶) گزارش دادند که *E. dilatata* پرورش با جلبک سبز کلرلا رشد جمعیتی بالاتر ۰/۳۶ در روز را در مقایسه با رشد پایین تر ۰/۰۵ در روز با جلبک سندسموس دارد.



شکل ۴- میانگین (± خطای استاندارد) طول لوریکا (الف) و عرض لوریکا (ب) در روتیفر *E. dilatata* تغذیه شده با جیره‌های غذایی مختلف. میانگین های دارای حد اقل یک حرف مشابه از نظر آماری با آزمون توکی اختلاف معنی داری ندارند ($P \geq$ ۰/۰۵).

عملکرد مناسب ترجلبک کلرلا هم بصورت انفرادی و هم در ترکیب نسبت به جیره سندسموس در پرورش *E. dilatata* را می توان به دلایلی از قبیل کلونی شکل بودن و داشتن زوائد خاری در سندسموس مربوط باشد که سبب

کاهش میزان فیلتراسیون جلبک سندسموس و در نتیجه کاهش تولید و رشد روتیفر *E. dilatata* میشود (۱۶و۲۰). همچنین، از دلایل بهبود عملکرد با کلرلامیتوان به اندازه کوچکتر و شکل کروی آن، کیفیت غذایی و قابلیت هضم مناسب تر توسط روتیفرها نسبت داد (۳۱). در بین گروههای جلبکی مختلف، جلبک سبز کلرلا برای تغذیه و رشد زئوپلانکتونها به طور گسترده ای استفاده میشود. کلرلا به دلیل اندازه مناسب (۱۰ تا ۱۵ میکرون) و فقدان زوائد ممانعت کننده تغذیه، بعنوان غذای مناسب شناخته شده است. همچنین کلرلا از سرعت تکثیر بالایی برخوردار بوده و از نظر ارزش غذایی(بعنوان مثال پروتئین) غنی و دارای اسیدهای چرب قابل مقایسه با سایر جلبک ها می باشد که تاثیرات مناسبی بر رشد و تولید مثل دارد (۲۰).

کودهای مرغی و گاوی را می توان در پرورش زئوپلانکتونها بعنوان جیره استفاده نمود. کودها مواد نرم و فیبری تشکیل شده از ذرات با اندازه های مختلف هستند که در آب فرو رفته و مواد مغذی و کلوئیدی اطراف ذرات کود بوسیله زیستمندان میکروبی کلونیزه می شوند (۱۴). وجود چنین مکانیسمی سبب میشود تا جمعیت های گوناگونی از تک یاخته ایها از جمله مژکداران و همچنین باکتریها می تواند بر روی مواد حاصل از تجزیه آن‌ها زندگی نمایند (۱۳ و ۳۶) و بدنبال آن روتیفرها با فیلتر نمودن ذرات ریز تجزیه شده می تواند تا حدودی مواد غذایی خود را فیلتر نمایند. بالاترین میزان تراکم روتیفر *E. dilatata* در بین کودهای آزمایش شده، مربوط به کود مرغی + کود گاوی بود. در این تحقیق کودها بصورت جامد و کمتر از ۱۰۰ میکرون مورد استفاده قرار گرفت. از آنجائیکه روتیفر *E. dilatata* یک گونه با رفتار عمدتا پریفیتیک است و اغلب زندگی در رسوبات و سطوح ذرات کف را ترجیح می دهد لذا می توان استنباط نمود که ذرات کود واجد باکتریها و مژه داران که خود تابع نوع کود و غلظت های آن است می تواند نقش کلیدی در تعیین ترکیب زیستمندان میکروبی و همچنین مژه داران داشته باشد. در این مطالعه اندازه نسبی کوچکتر ذرات کود گاوی در مقایسه نسبی با کود مرغ بخصوص در زمان قرار گرفتن در آب (پس از زمان ۴ ساعت) موجب تفاوت هایی در جمعیت های باکتریایی و میکروبی هم به لحاظ کمی و هم بصورت کیفی در اطراف ذرات کود در پرورش روتیفر می شود. دلیل دیگر برای کاهش تولید و تراکم روتیفر در تیمارکود مرغی را می توان به نرخ تجزیه سریع تر کود مرغی در مقایسه با کود گاوی نسبت داد (۱۴ و ۴۹) که موجب کاهش سریع میزان اکسیژن محلول آب شده و تاثیر بازدارنده گی بر تولید مثل روتیفر دارد تا جائیکه می تواند موجب القاء تولید تخم نهان زی در کسری از جمعیت شود که معمولا موجب کاهش جمعیت در کشت های روتیفر میگردد (۲۹ و ۳۰).

یکی از دلایل بالا بودن رشد روتیفرها در کود مخلوط در مقایسه با سایر تیمارها به نوع باکتریها در اطراف ذرات آن ارتباط دارد (۲۴، ۴۲ و ۴۵). مطالعات تکمیلی در این خصوص (دردست تهیه و چاپ) نشان داده است که در استفاده از کودها بصورت جامد و ذره ای جمعیت باکتریهای غالب اکثر بصورت کروی (coccus)از قبیل باکتریهای *Neisseria* و *Acinetobacter* است در حالیکه در استفاده از جلبک ها عمدتا باکتریهای غالب به شکل میله ای(rod) از قبیل *Alcaligenous* و *Aeromonas* تشکیل می دهند. بنظر می رسد که روتیفر *E. dilatata* ترجیح غذایی مناسب تری در استفاده از باکتریهای نوع کروی در مقایسه با نوع میله ای دارد. علاوه بر این تفاوت ها به لحاظ ارزش غذایی باکتریها برای روتیفرها می تواند دلیل دیگری برای تفسیر یافته ها باشد که خود نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

میزان تولید روتیفر *E. dilatata* با استفاده از کود گاوی و ترکیب آن با کود مرغی می تواند عملکرد تقریبا متناسبی در مقایسه با جلبک های سبز کلرلا و سندسموس داشته باشد. استفاده از کودهای گاوی در کنار کودهای مرغی

برای تولید مناسب روتیفر *E. dilatata* بخصوص در استخرهای پرورش ماهی و میگو توصیه می شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشکده منابع طبیعی و معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه صنعتی اصفهان که موجبات انجام این تحقیق را فراهم نمودند کمال سپاسگزاری را دارد.

منابع

۱. روفچائی، ر.، چوبیان، ف.، پژند، ذ.، ارشاد لنگرودی، ه. و حدادی مقدم، ک. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات اندازه گردان تن آب شیرین (*Brachionus clayciflorus*) در تیمارهای مختلف غذایی. مجله زیست شناسی ایران. جلد ۲۲، شماره ۴، صفحه ۵۹۹ تا ۶۰۷.

۲. فرهادیان، ا. ۱۳۹۰. رشد و تولید در سیکلوپوئید پاروپای *Microcyclops varicans* . مجله زیست شناسی ایران. جلد ۲۴، شماره ۴، صفحه ۵۴۹ تا ۵۵۸.

3. Abedian Kennari, A., Ahmadifard, N., Fallahi Kapourchali, M., and Seyfabadi J. 2008a. Effects of two microalgae concentration on body size and egg size of the rotifer *Brachionus calyciflorus*. Biologia, 63:407-411.
4. Abedian Kennari, A., Ahmadifard, N., Seyfabadi, J. and Fallahi Kapourchali, M. 2008b. Comparison of growth and fatty acids composition of freshwater rotifer, *Brachionus calyciflorus*, fed with two types of microalgae at different concentrations. Journal of the World Aquaculture Society, 39: 235-242.
5. Ahlgren, G., Inga-Britt, G., and Boberg, M. 1992. Fatty acid content and chemical composition of freshwater microalgae. Journal of Phycology, 28: 37-50.
6. Anderson, R.O. 1993b. New approaches for management of fertilized hatchery ponds. Journal of Applied Aquaculture, 2: 1-8.
7. Arimoro, F.O. and Ofojekwu, P.C. 2004. Some aspects of the culture, population dynamics and reproductive rates of the freshwater rotifer, *B. calyciflorus* fed selected diets. Journal of Aquatic Science, 19:95-98.
8. Awaiss, A. 1991. Mass culture and nutritional quality of the freshwater rotifer (*Brachionus calyciflorus*) for gudgeon (*Gobio gobio*) and perch (*perca fluviatilis*) larvae. Special European Aquaculture Society, 15:113-115.
9. Awaiss, A., Kestemont, P., and Micha, J.C. 1992. Nutritional suitability of the rotifer, *Brachionus calyciflorus* Pallas for rearing freshwater fish larvae. Journal of Applied Ichthyology, 8:263-270.
10. Barkoh, A., Hamby, S., Kurten, G., and Schlechte, J.W. 2005. Effects of rice bran, cottonseed meal, and alfalfa meal on pH and zooplankton. North American Journal of Aquaculture, 67: 237-243.
11. Borowitzka, M.A., and Borowitzka, L.J. 1988. Micro-Algal Biotechnology. Cambridge University Press, London, UK.
12. Conceicao, L.E.C., Yufera, M., Makridis, P., Morais, S., and Dinis, M.T. 2010. Live feeds for early stages of fish rearing. Aquaculture, 41:613-640.
13. Costa-Pierce, B.A. and Craven, D.B. 1987. Estimating microbial production and growth rates in aquaculture ponds using rates of RNA and DNA synthesis. Aquaculture 66: 69-78.
14. Delince, G. 1992. The ecology of the fish pond ecosystem. Kluwer Academic Publication, London, 230 pp.
15. Dussart, B. 1967. Les copepods des eaux continentals' d'Europe occidentale, II. Edn N. Boubee and cie, Paris.
16. Espinosa-Rodriguez, C.A., Sarma, S.S.S., and Nandini S. 2011. Interactions between the rotifer *Euchlanis dilatata* and the cladocerans *Alona glabra* and *Macrothrix triserialis* in relation to diet type. Limnologica, 42:50-55.
17. Fernandez-Casalderrey, A., Ferrando, M.D., and Andrew-Moliner, E. 1992. Effect of sublethal diazinon concentrations on the demographic parameters of *Brachionus calyciflorus* Pallas (Rotifera). Bulletin of Environmental Contaminant Toxicology, 48:202-208.
18. Fernando, C. H. 2002. A Guide to tropical freshwater zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, 291 pp.

19. Ferrando, M.D., Janssen, C., Andreu, E., and Persoone, G. 1993. Ecotoxicological studies with the freshwater rotifer, *Brachionus calyciflorus*. Resource competition between rotifers and daphnids under toxic stress. Science of the Total Environment, 1/2:1059-1069.

20. Flores-burges, J., Sarma, S.S.S., and Nandini, S. 2003. Population growth of zooplankton (rotifers and cladocerans) fed *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus acutus* in different proportions. Acta Hydrochimica et Hydrobiologica, 31:240-248.

21. Fukusho, K., and Okauchi, M. 1982. Strain and size of the rotifer, *Brachionus plicatilis* being cultured in Southeast Asian countries. Bulletin of National Research Institute of Aquaculture, 3:107-109.

22. Gulati, R.D., Rooth, J., and Ejsmont-Karabin, J. 1987. A laboratory study of feeding and assimilation in *Euchlanis dilatata* lucksiana. Hydrobiologia, 147: 289-296.

23. Hagiwara, A., and Hirayama, K. 1995. Interspecific relations between marine rotifer *Brachionus rotundiformis* and zooplankton species contaminating in the rotifer mass culture tank. Fisheries Science, 61:621-627.

24. Hansen, B. and Bech, G. 1996. Bacteria associated with a marine planktonic copepod in culture. I. Bacterial genera in seawater, body surface, intestines and fecal pellets and succession during fecal pellet degradation. Journal of Plankton Research 18:257–273.

25. Herzing, A. 1987. The analysis of planktonic population: a plea for long term investigation. Hydrobiologia, 147:163-180.

26. James, C.M., and Al-Khars, A.M. 1986. Studies on the production of planktonic copepods for aquaculture. Syllogeus, 58: 333-340.

27. Janssen, C.R., Persoone, G., and Snell, T. W. 1994. Cyst-based toxicity tests. 8. Short chronic toxicity tests with the freshwater rotifer, *Brachionus calyciflorus*. Aquatic Toxicology, 28:243-258.

28. Kiefer, F. 1978. Das Zooplankton der Binnengewasser 2. Die Binnengewasser, XXVI, 343P.

29. King, C.E. 1967. Food, age, and the dynamics of a laboratory population of rotifers. Ecology, 48: 111-128.

30. Lubzens, E. 1987. Raising rotifers for use in aquaculture. Hydrobiologia, 147:245-255.

31. Lucia-Pavon, E., Sarma, S.S.S., and Nandini, S. 2001. Effect of different densities of live and dead *Chlorella vulgaris* on the population growth of rotifers *Brachionus calyciflorus* and *Brachionus patulus* (Rotifera). Revista de Biologia Tropical, 49:895-902.

32. Ludwig, G.M. 1994. Tank culture of sunshine bass *Monroe chrysops* × *M. saxatilis* fry with freshwater rotifers *Brachionus calyciflorus* and salmon starter meal as first food sources. Journal of world Aquaculture Society, 25:337-341.

33. Martinez, M.P., and Chakroff, J.B.P. 1975. Direct phytoplankton counting technique. using the hemacytometer. Philippine Agricultural Scientist, 59:43-50.

34. McCauley, E. 1984. The estimation of the abundance and biomass of zooplankton in samples.In: Downing, J.A. and Rigler, F.H. (eds.). pp: 228-265. A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters, Blackwell Scientific Publication., Oxford.

35. Meyer, E., and Walther, A. 1988. Methods for estimation of protein, lipid, carbohydrates and chitin levels in freshwater invertebrates. Archivium fur Hydrobilogia, 113: 161-177.

36. Moriarty, D.J.W. 1990. Letter to Editor. Aquabyte 3(2): 18.

37. Nandini, S., and Sarma, S.S.S. 2000. Life table demography of four Cladoceran species in relation to algae food (*Chlorella vulgaris*) density. Hydrobiologia, 435:117-126.

38. Nandini, S., and Sarma, S.S.S., 2002. Competition between the rotifers *Brachionus patulus* and *Euchlanis dilatata*: Effect of algal food level and relative initial densities of competing species. Russian Journal of Ecology, 33:291-295.

39. Omori, M., and Ikeda, T. 1984. Methods in Zooplankton Ecology. John Wiley and Sons Inc, New York, USA. 332P.

40. Pena-Aguadoa, F., Nandini, S., and Sarma, S.S.S. 2005. Differences in population growth of rotifers and cladocerans raised on algal diets supplemented with yeast. Limnologica, 35: 298-303.

41. Sarma, S.S.S., Larios Jurado, P.S., and Nandini, S. 2001. Effect of three food types on the population growth *of Brachionus calyciflorus* and *Brachionus patulus* (Rotifera: Brachionidae). Revista de Biologia Tropical, 49:77-84.

42. Selmi, G. 2001. Ectosymbiotic bacteria on ciliated cells of a rotifer. Tissue Cell 33:258–261.

43. SPSS, 2002. Statistical package for social science, version 11.5, SPSS Inc., Michigan Avenue, Chicago, Illinois, USA.

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

45. Tang, K.W. 2005. Copepods as microbial hotspots in the ocean: effects of host feeding activities on attached bacteria. Aquatic Microbiology and Ecology 38:31–40.

46. Wallace, R.L., Snell, T.W., Ricci, C., and Nogrady, T. 2006. Rotifera Part 1: Biology, Ecology and Systematics. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Kenobi productions Gent/Backhuys, The Netherlands. 299P.

47. Watanabe, T., Kitajima, C., Arakawa, T., Fukusho, K., and Fujita, S. 1978. Nutritional quality of rotifer, *Brachionus plicatilis, as* a living feed from the viewpoint of essential fatty acids for fish. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 44: 1109-1114.

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

49. Zhang, F.L., Zhu, Y. and Zhou, X.Y. 1987. Studies on the ecological effects of varying the size of fish ponds loaded with manures and feeds. Aquaculture 60: 107-116.

Growth and Production of Freshwater Rotifer *Euchlanis dilatata* (Monogononta: Euchlanidae) Fed on Different Diets

Farhadian O., Daghighi L. and Ebrahimi Dorche E.

Natural Resources Dept., Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R. of Iran

Abstract

Euchlanis dilatata is a freshwater rotifer which has suitable potential as live food in aquaculture. In this research growth and production this species were investigated fed on 6 diets including *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorella*+*Scenedesmus*, chicken manure, cattle manure, and chicken+cattle manure. The experiment carried out in 250 mL Erlenmeyer flasks at 24 ºC water temperature, photoperiod of 12 hours light: 12 hours dark, and light intensity of 60 µmol photons/m^2/s in a randomized complete design with three replicates for a 16 day period. Results showed that type of diet had significant effect on growth and production of *E. dilatata* (P<0.05). The mean peak of *E. dilatata* population density fed *C. vulgaris*, *S. quadricauda*, *Chlorella*+*Scenedesmus*, chicken manure, cattle manure, and chicken+cattle manure were 115.7, 65.0, 128.8, 22.3, 69.2 and 163.3 individuals/mL, respectively. In addition, the mean of maximum specific growth rate (*SGR*) of *E. dilatata* were 0.25, 0.24, 0.28, 0.02, 0.24 and 0.30 /day, respectively. The mean lorica length and width ranged 153-272 µm and 108-226 µm, respectively. Generally, culture of this species had higher suitable performance by *Chlorella* + *Scenedesmus* and chicken + cattle manure. Culture of *E. dilatata* fed on chicken + cattle manure may reduce the costs of rotifer production.

Keywords: *Euchlanis dilatata*, organic manure, growth and production, microalgae