تاثیر جیره‌های غذایی مختلف بر تولید و میزان رشد ویژه جمعیت *Ceriodaphnia quadrangula* (Müller, 1785)

محمد حسین خانجانی؛ امیدوار فرهادیان*؛ یزدان کیوانی و عیسی ابراهیمی
omfarhad@cc.iut.ac.ir
دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، صندوق پستی: ۸۳۱۱۱-۸٤۱۵٦

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۰

چکیده

کمیت و کیفیت جیره‌های غذایی بر تولید و تراکم جمعیت‌های آنتن منشعب‌ها تاثیر می‌گذارد زیرا بر رشد و پارامترهای تولید مثلی آنها تاثیرات مهمی دارد. در این مطالعه تاثیرات پنج جیره غذایی مختلف شامل: جلبک سبز *Scenedesmus quadricauda*، مخلوط جلبک سندوسموس با مخمر نانوایی، کود مرغی، کود گاوی، مخلوط کود (گاوی + مرغی به نسبت ۱:۱ وزنی) بر تراکم، میزان رشد ویژه و زمان دو برابر شدن جمعیت *Ceriodaphnia quadrangula* در دو غلظت بالا و پایین با ۳ تکرار آزمایش شد. نتایج نشان دادند که بالاترین تراکم جمعیت (۱۸۴ فرد در ۵۰ میلی‌لیتر)، بالاترین میزان رشد ویژه (۰/۱۸ در روز)، کوتاهترین زمان دو برابر شدن جمعیت (۳/۸۵ روز) در *C. quadrangula* تغذیه شده با جلبک سندوسموس در غلظت بالا ($۱۰^{۶}\times۵۰$ سلول در هر میلی لیتر) بدست می‌آید. علاوه بر این، کمترین تراکم جمعیت (۷/۳ فرد در ۵۰ میلی‌لیتر)، کمترین میزان رشد ویژه (۰/۰۱۹ در روز)، طولانی‌ترین زمان دو برابر شدن جمعیت (۳۶/۲ روز) در هنگام تغذیه با کود گاوی با غلظت پایین (۵ میلی‌گرم) بدست آمد. در این تحقیق، بیشترین طول بدن (۳۴/۶±۸۰۰ میکرون) (میانگین ± خطای استاندارد) و کمترین طول (۳۱/۶±۵۲۱ میکرون) بترتیب هنگام تغذیه *C. quadrangula* با کود گاوی در غلظت پایین و جلبک سندوسموس در تراکم بالا اندازه‌گیری گردید. در مجموع، نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهند که جلبک *S. quadricauda* عملکرد بهتری برای پرورش گونه *C. quadrangula* در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی دارد.

لغات کلیدی: *Ceriodaphnia quadrangula*، تغذیه، آنتن منشعب، زئوپلانکتون

* نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109990]

مقدمه

آنتن منشعب‌ها (Cladocera) از مهمترین مصرف‌کنندگان اولیه اکوسیستم‌های آبی هستند و در تولید ثانویه و انتقال انرژی در زنجیرهٔ غذایی نقش مهمی دارند (Murugan & Sivaramakrishnan, 1973). آنتن منشعب‌ها با داشتن آنزیمهای گوارشی موجب افزایش قابلیت هضم در لارو آبزیان می‌شوند (Kumar, 2002). این موجودات بلحاظ داشتن کالری بالا منبع مهمی برای تامین انرژی آبزیان محسوب می‌شوند (Morris & Mischke, 1999). تغذیه آنتن منشعب‌ها با فیلتر نمودن ذرات ارگانیک آلی موجود در آب به کمک زوائد سینه‌ای می‌باشد (He *et al*., 2001). تولید انبوه آنتن منشعب‌ها با استفاده از باقیمانده‌های مواد کشاورزی از جمله ضایعات آرد شده برنج و سویا، کودهای مرغی، گاوی و گوسفندی امکانپذیر است (Shim, 1988).

گونه‌های جنس *Ceriodaphnia* از آنتن منشعب‌های آب شیرین هستند که یکی از مهمترین غذاهای زنده در پرورش لارو کپور ماهیان محسوب می‌شوند (Kumar, 2002). برای ارزیابی نقش گونه‌های *Ceriodaphnia* در آبزی پروری لازم است که دانش کافی در مورد رشد و تولید آنها در دسترس باشد زیرا که ارتباط زیادی با شرایط محیطی از قبیل دمای آب و جیره غذایی، کمیت و کیفیت آنها دارند (Rose *et al*., 2000). علاوه بر این رشد جمعیت می‌تواند به نوع گونه و اندازه بدن آنتن منشعب نیز وابسته باشد (Nandini & Sarma, 2003). تاثیر غلظت‌های مختلف غذایی در آنتن منشعب‌ها با مطالعه رشد جمعیت و چرخه زندگی انجام می‌شود (Bocanegra *et al*., 2003). افزایش تراکم جمعیت آنتن منشعب‌ها با افزایش غلظت غذا (بالاتر از یک سطح) در شرایط آزمایشگاهی معمولاً امکانپذیر است (Nandini & Sarma, 2003). در مطالعه‌ای که Nandini و Sarma در سال ۲۰۰۳ انجام دادند تاثیر غلظت‌های مختلف جلبک *Chlorella vulgaris* ($۱/۶\times۱۰^{۶}$تا ۰/۰۵ سلول در میلی‌لیتر) را بر رشد جمعیت آنتن منشعب *Ceriodaphnia dubia* بررسی کردند و گزارش دادند که پیک تراکم جمعیتی ۱۷/۱±۰/۴ فرد در هر میلی‌لیتر در غلظت $۱/۶\times۱۰^{۶}$ سلول در میلی‌لیتر است.

آنتن منشعب‌ها با داشتن دو مزیت اندازه کوچک و زمان تولید نسل کوتاه نسبت به کمیت و کیفیت جیره به سرعت با تغییرات در میزان رشد جمعیت از خود عکس‌العمل نشان می‌دهند (Nandini & Sarma, 2000). مطالعات زیادی روی تاثیر غذا روی تراکم و رشد گونه‌های آنتن منشعب صورت گرفته است (Benider *et al*., 2002). در میان گونه‌های زئوپلانکتونی ارتباط بین اندازه بدن و میزان رشد مبهم می‌باشد. در روتیفرها افزایش در میزان رشد با افزایش در اندازه بدن گزارش شده است که این ارتباط در گونه‌های آنتن منشعب مشخص نیست (Nandini & Sarma, 2000). Nandini و Sarma در سال ۲۰۰۳ رابطه‌ای بین پیک تراکم جمعیت و طول بدن کلادوسر بصورت منحنی معکوس مشاهده کردند که در یک سطح غذایی یکسان گونه‌هایی که سایز کوچکتری دارند تولید بالاتری از خود نشان دادند. همچنین ضریب رشد جمعیت نیز در گونه‌های کوچکتر نسبت به گونه‌های بزرگتر کلادوسر بیشتر می‌باشد.

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر جیره‌های غذایی (جلبکی و غیرجلبکی) بر تولید، میزان رشد جمعیت و اندازه بدن *C. quadrangula* به منظور تعیین مناسبترین جیره‌های غذایی در پرورش انبوه این گونه می‌باشد.

مواد و روش کار

گونه آنتن منشعب *C. quadrangula* با استفاده از تورپلانکتون‌گیری با چشمه ۱۰۰ میکرون از دریاچه سد حنا، سمیرم، اصفهان (طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی) در تابستان ۱۳۸۷ با کشیدن تور در جهت عمودی از عمق ۱۵ متری دریاچه بصورت مخلوط با سایر زئوپلانکتونهای آب شیرین مورد نمونه‌برداری قرار گرفت. سپس با نگهداری در آب زیستگاه بصورت زنده به آزمایشگاه گروه شیلات منتقل گردید. پس از مشاهده جمعیت زئوپلانکتون در زیر لوپ آزمایشگاهی (Olympus, SZ6045, Japan) با بزرگنمایی ۳- ۶ با استفاده از میکروپیپت (۲۵ سانتیمتر) گونه مورد نظر (یک فرد پارتنوژنیک) جداسازی گردید و در درون بشر آزمایشگاهی با حجم ۱ لیتر کشت داده شد. غذادهی با مخلوطی از غذاهای جلبکی و غیرجلبکی شامل: جلبک سبز *Scenedesmus quadricauda* + کود مرغی + کود گاوی + مخمر بصورت مازاد نیاز (ad libitum) به مدت ۱۰ هفته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. بشر آزمایشی دارای گونه مورد مطالعه بطور دقیق با جمع‌آوری پوسته‌ها و غذاهای رسوب کرده و

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109990]

خورده نشده هر سه روز یکبار قبل از تغذیه مورد مراقبت و نگهداری ویژه قرار گرفت. بعد از حدود ۱۰ هفته ذخیره خالص مناسب به اندازه کافی و مورد نیاز جهت انجام آزمایش‌های مورد نظر فراهم گردید.

جلبک سبز *S. quadricauda* با استفاده از محیط کشت BBM (Bold's Basal Medium) براساس ترکیبات بیان شده توسط Nichols و Bold در سال ۱۹۶۵ در فلاسک‌های ۲ لیتری تهیه گردید. برای کشت جلبک، دو لیتر آب مقطر در ارلن مایرهای شیشه‌ای ریخته شد و به آن مقدار ۲۶ سی سی محیط کشت BBM اضافه گردید و سپس با استفاده از pHمتر (مدل 744 Metrohm، ساخت سوئیس) اسیدیته آغازین کشت ۶/۸ تنظیم شد. در مرحله بعد ظروف حاوی محیط کشت جلبک به همراه لوله‌های هوادهی و پنبه‌های 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 به محیط کشت اضافه گردید و سپس با رعایت شرایط استریل، بهم زده شد. ۲۰۰ سی‌سی از ذخیره جلبک سندوسموس (با غلظت 10^5سلول در میلی‌لیتر) به محیط کشت دارای ویتامین اضافه گردید و در دمای ۲±۲۲ درجه سانتیگراد و شدت نور۶۰ میکرومول فوتون بر مترمربع بر ثانیه و در پروتکل نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ساعت تاریکی قرار داده شد.

برداشت جلبک بعد از رسیدن به مرحله رشد سریع، در روز ۱۰ کشت صورت گرفت. جهت برداشت از دستگاه سانتریفوژ (مدل Centurion Scientific Ltd) در سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۵ دقیقه استفاده گردید. جلبک‌ها بعد از جمع‌آوری در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد، تا جهت تغذیه *C. quadrangula* استفاده گردد. برای تعیین تراکم جلبک در تغذیه *C. quadrangula* و کنترل میزان آن در دوره آزمایش، جلبک‌ها با استفاده از لام هماسایتومتری (متر ۰/۲× ۰/۰۶۲۵ مترمربع) و میکروسکوپ اینورت (مدل Ceti Belgium) براساس روش Martinez و Chakroff در سال ۱۹۷۵ بعد ازتثبیت نمونه‌ها با محلول لوگول ایدین (مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر لوگول در هر ۳ میلی‌لیتر نمونه) انجام گردید.

کود مرغی و گاوی نیز پس از پودر کردن با دستگاه آسیاب از الک با چشمه ۱۰۰ میکرون عبور داده شد تا اندازه کودها حتی‌الامکان یکسان شود. برای بدست آوردن کود مخلوط از کود مرغی و گاوی به نسبت وزنی مساوی مخلوط گردید. مخمر مورد استفاده در این آزمایش از شرکت مواد غذایی و خمیر مایه چهار محال بختیاری، منطقه صنعتی ناغان تهیه گردید. میزان استفاده از جلبک سندوسموس براساس دستورالعملهای Savas و Erdogan (۲۰۰۶)، میزان کودها Srivastava و همکاران (۲۰۰۶) و میزان مخمر Farhadian و همکاران (۲۰۰۸) و Ocampo و همکاران (۲۰۱۰) تنظیم گردید. جدول ۱ مشخصات تیمارهای آزمایشی استفاده شده در این مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱: مشخصات تیمارهای استفاده شده برای تغذیه *C. quadrangula* در این آزمایش

شماره جیره آزمایشی	تیمارهای آزمایشی	تیمارهای آزمایشی با غلظت پایین	تیمارهای آزمایشی با غلظت بالا
۱	جلبک سندوسموس(سلول در هر میلی لیتر)	$10^4\times1$(سلول در هر میلی‌لیتر)	$10^4\times50$ (سلول در هر میلی‌لیتر)
۲	مخلوط جلبک با مخمر	۲/۵ میلی‌گرم مخمر با $10^4\times0/5$ (سلول در هر میلی‌لیتر)	۵ میلی گرم مخمر با $10^4\times25$ (سلول در هر میلی‌لیتر)
۳	کود مرغی (میلی‌گرم)	۵	۱۰
٤	کود مخلوط (میلی‌گرم)	۵	۱۰
۵	کود گاوی (میلی‌گرم)	۵	۱۰

- کود مرغی ۳۵ درصد کربن، ۱۵ درصد نیتروژن، ۱۲ درصد فسفر، کود گاوی ۲۵ درصد کربن، ۱۱ درصد نیتروژن، ۳ درصد فسفر

-کود مخلوط: ۵۰ درصد کود مرغی+ ۵۰ درصد کود گاوی

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109990]

در این مطالعه تاثیر ۵ جیره غذایی مختلف در دو غلظت کم و زیاد (جمعاً بصورت ۱۰ تیمار آزمایشی به شرح جدول ۱) هر کدام با ۳ تکرار بصورت طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. در هر واحد آزمایشی ۵ فرد بالغ از *C. quadrangula* در لوله‌های ۵۰ میلی‌لیتری در آب شیرین فیلتر شده و اتو کلاوه شده با دمای ۲۴ درجه سانتیگراد (آب نسبتاً سخت دارای ۱۰۰ میلی‌گرم کربنات هیدروژن سدیم و دارای سختی کل ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر از کربنات کلسیم) قرار داده شد و براساس تیمارهای آزمایشی جدول ۱ به مدت ۳ هفته مورد تغذیه قرار گرفت.

هر دو روز یکبار ظروف کشت با ظروف مشابه تعویض شدند تا از رشد باکتری‌ها یا موجودات زنده ناخواسته و افزایش مواد چسبیده بر دیواره ظروف جلوگیری شود. جهت تعویض کشت‌ها از یک تکه تور پلانکتون‌گیری با چشمه ۴۰ میکرون استفاده شد. بطوری که آنتن منشعب‌ها روی تور باقیمانده و مواد در حال تجزیه و سایر مواد جامد اضافی از محیط کشت خارج می‌شدند. ظروف کشت هر روز چهار نوبت بطور دستی تکان داده می‌شد تا اطمینان حاصل شود که شرایط در هر ظرف کشت یکنواخت می‌باشد. شمارش آنتن منشعب‌ها با استفاده از پلیت باگاروف (Zooplankton Plate Chamber, Bogorov's Plate) با انتقال ۵ میلی‌لیتر از کشت به درون پلیت با مشاهده در زیر لوپ آزمایشگاهی (Olympus, SZ6045, Japan) با بزرگنمایی ۳ تا ۶ انجام شد. شمارش هر نمونه با سه تکرار انجام گرفت.

میزان رشد ویژه (Specific Growth Rate) در جمعیت *C. quadrangula* در تیمارهای مختلف آزمایشی از طریق فرمول ارائه شده توسط Omori و Ikeda در سال ۱۹۸۴ بشرح زیر محاسبه گردید:

$$SGR = \frac{\ln Nt - \ln No}{T}$$

در این رابطه :

SGR = میزان رشد ویژه آنتن منشعب *C. quadrangula*

Nt = جمعیت نهایی *C. quadrangula* بعد از زمان T (۲۱ روز)

No = جمعیت اولیه *C. quadrangula* در آغاز معرفی به محیط کشت

همچنین، زمان دو برابر شدن جمعیت (Doubling Time) را براساس فرمول ارائه شده توسط James و Al-Khars در سال ۱۹۸۶ به شرح زیر مورد محاسبه قرار گرفت:

$$Dt = \frac{1}{SGR}(\log e 2)$$

در این رابطه :

Dt= زمان دوبرابر شدن جمعیت *C. quadrangula* برحسب روز

SGR = سرعت رشد جمعیت *C. quadrangula* در روز

داده‌های حاصل از تیمارهای آزمایشی با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (One- way ANOVA) مورد تجزیه آماری قرار گرفت. تفاوت بین میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن با هم مقایسه گردید. به منظور نرمال کردن داده‌های بدست آمده از میزان رشد ویژه جمعیت ابتدا داده‌ها به ArcSin-square root تبدیل شده (Zar, 1984) و سپس تجزیه و تحلیل آماری آنها انجام گردید. تمام تجزیه و تحلیل‌ها در سطح معنی‌دار ۰/۰۱ با استفاده از نرم‌افزار آماری علوم اجتماعی (SPSS, 2002) انجام شد.

نتایج

نتایج نشان دادند که بیشترین تراکم جمعیت (۱۸۴ فرد در لوله‌های۵۰ میلی‌لیتری)، بیشترین میزان رشد ویژه (۰/۱۸ در روز) و کوتاهترین زمان دو برابر شدن جمعیت (۳/۸۵ روز) در هنگام تغذیه با تیمار جلبک سبز *S. quadricauda* در تراکم بالا (۵۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر) می‌باشد. میانگین تراکم جمعیت *C. quadrangula* در تیمارهای مختلف در غلظت بالا و پایین (نمودار ۱- الف) بترتیب دامنه‌ای از ۹/۳۳ تا ۱۸۴ و ۷/۳۳ تا ۷۰/۳۳ (فرد در هر لوله ۵۰ میلی‌لیتری) پس از شمارش جمعیت در پایان روز ۲۱ آزمایش نشان داد. SGR و Dt برای *C. quadrangula* تغذیه شده با جیره‌های مختلف آزمایش در نمودارهای ۱-ب و ۱-ج ارائه شده است. دامنه SGR از ۰/۰۱۹ تا ۰/۱۸ در روز بود، کمترین آن در تغذیه با کود گاوی (غلظت پایین، ۵ میلی‌گرم) و بیشترین با جلبک سندوسموس (تراکم بالا ۵۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر) بدست آمد. همچنین مشخص شد که *C. quadrangula* تغذیه شده با تیمار جلبک، مخلوط جلبک با مخمر، کود مرغی، کود گاوی و کود مخلوط در غلظت بالای هر جیره به ترتیب ۳/۸۵، ۵/۰۲، ۱۱/۹۲، ۲۲/۲۱ و ۸/۱۵ روز را برای دو برابر شدن جمعیت خود زمان لازم دارد، در حالیکه در غلظت پایین بترتیب فوق ۵/۲۴، ۵/۵۹، ۳۶/۲ و ۷/۳۱ روز برای دو برابر شدن جمعیت زمان لازم است که نسبت به تغذیه در سطح بالا طولانی‌تر است.

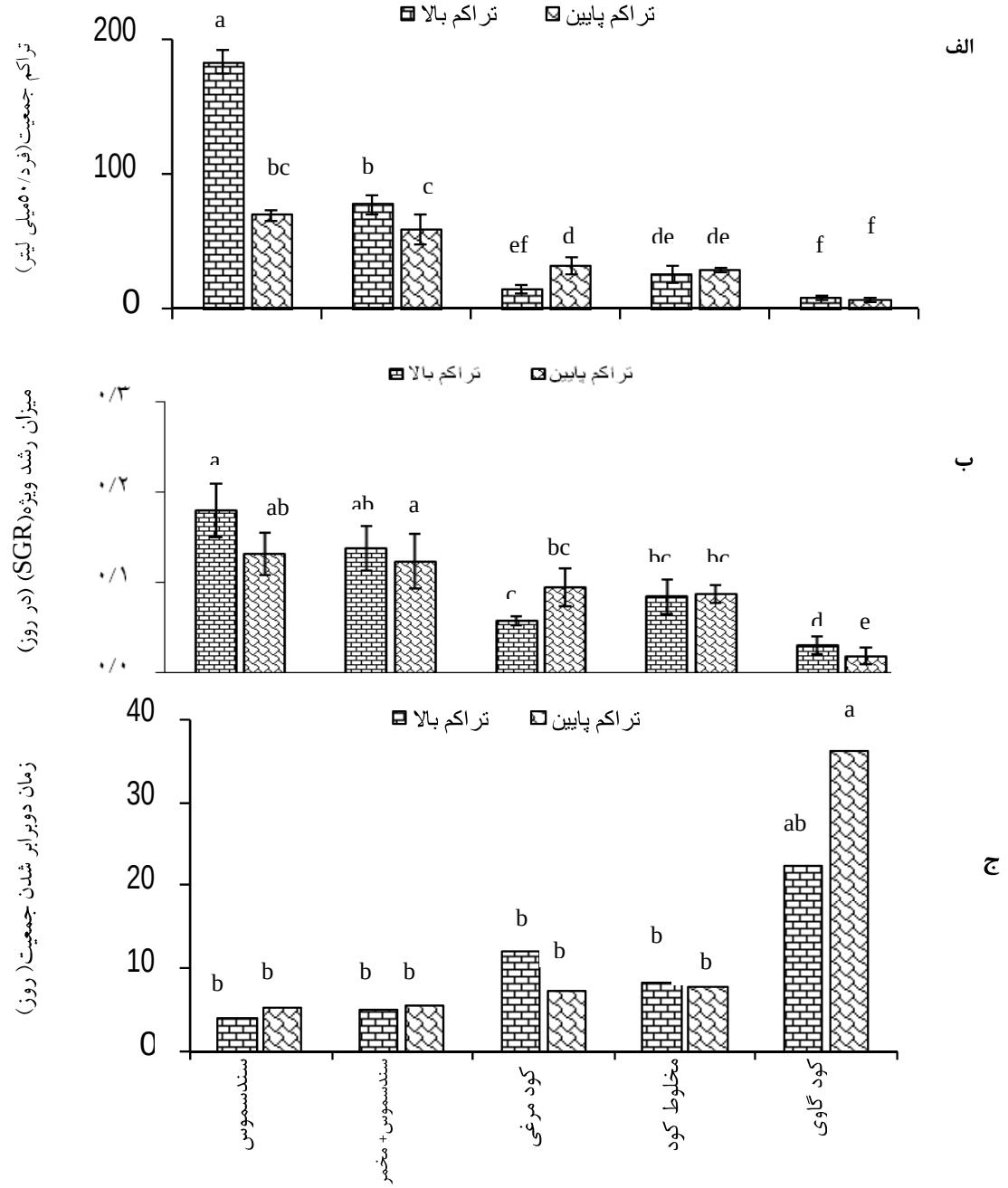
نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی تاثیر بسیار معنی‌داری بلحاظ تراکم جمعیت، میزان رشد ویژه (SGR)، زمان دو برابر شدن جمعیت (Dt) و طول بدن در گونه *C. quadrangula* وجود دارد (P<۰/۰۱).

در حالیکه بین تیمارهای آزمایشی بر عرض بدن در این گونه تاثیر معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵) (جدول ۲). میانگین تراکم جمعیت، میزان رشد ویژه و زمان دو برابر شدن

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109990]

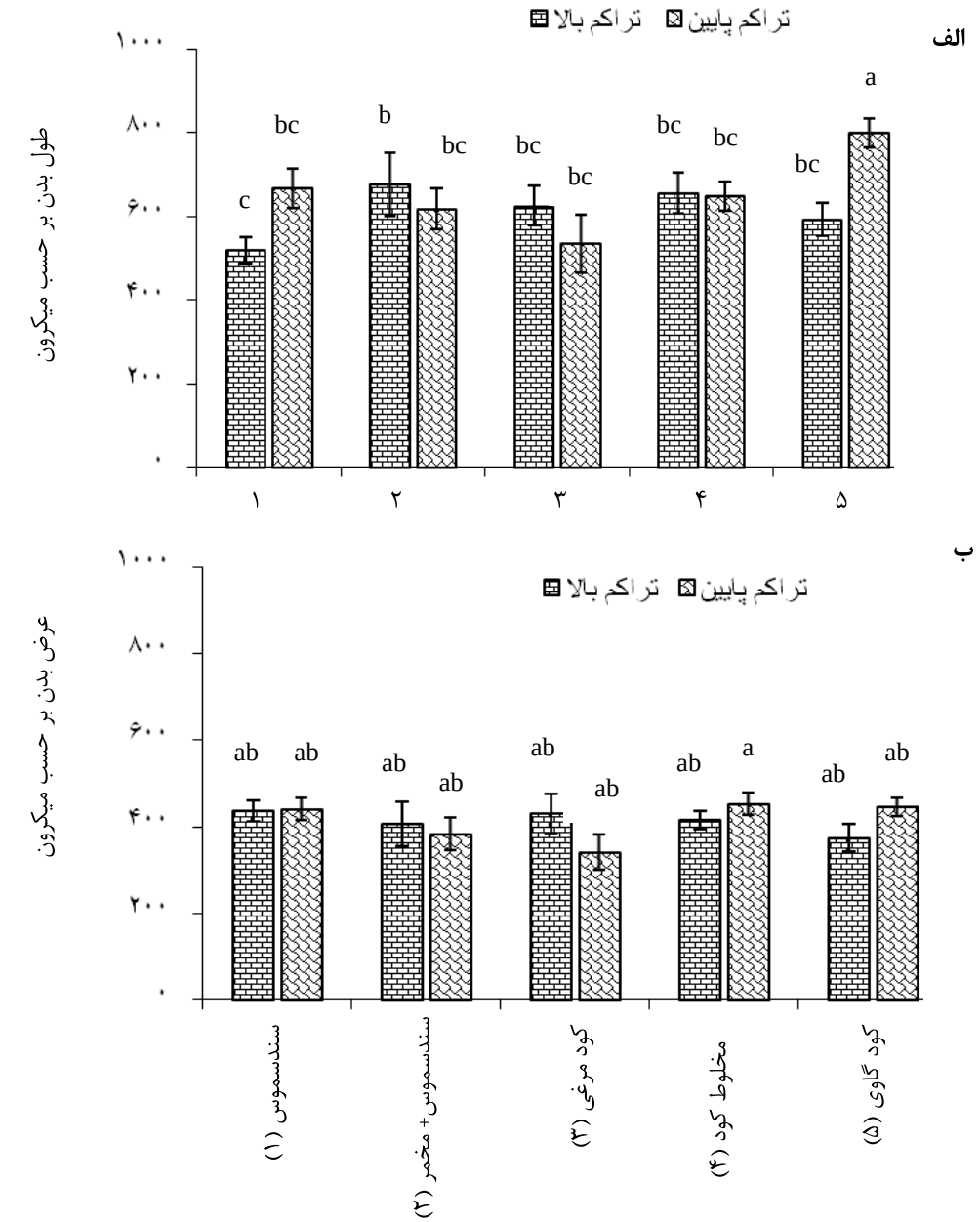
جمعیت *C. quadrangula* تیمارهای مختلف آزمایشی در نمودار ۱ و همچنین میانگین طول و عرض بدن *C. quadrangula* در نمودار ۲ ارائه شده است.

نتایج حاصل از مقایسه طول بدن در تیمارهای آزمایشی نشان داد که بیشترین طول بدن (۳۴/۶±۸۰۰ میکرون) *C. quadrangula* در تیمار تغذیه شده با کود گاوی در غلظت پایین حاصل می‌شود که از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای آزمایشی نشان داد ($P<0/05$) و کمترین طول (۳۱/۶±۵۲۱ میکرون) در تیمار تغذیه شده با تراکم بالا جلبک سندوسموس حاصل گردید. از سوی دیگر، بیشترین عرض بدن در تیمار کود مخلوط در تراکم پایین (۲۵/۱±۴۵۴ میکرون) و کمترین آن در تیمار کود مرغی در تراکم پایین (۴۰/۳±۳۴۳ میکرون) بدست آمد که در تمام تیمارها اختلاف معنی‌داری مشخص نگردید ($P>0/05$).



نمودار ۱: تراکم جمعیت (الف)، میزان رشد ویژه (ب) و زمان دو برابر شدن (ج) جمعیت *C. quadrangula* پرورش داده شده با تیمارهای مختلف آزمایشی (طبق جدول ۱). داده‌ها میانگین ± خطای استاندارد از میانگین برای سه تکرار می‌باشد. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد با هم اختلاف ندارند.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109990]



نمودار ۲: طول بدن (الف) و عرض بدن (ب) *C. quadrangula* پرورش داده شده با تیمارهای مختلف آزمایشی (طبق جدول ۱). داده‌ها میانگین ± خطای استاندارد از میانگین برای سه تکرار می باشد. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد با هم اختلاف ندارند (P>۰/۰۵).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109990]

جدول ۲: نتایج حاصل از آنالیز واریانس یکطرفه تیمارهای آزمایشی بر تراکم جمعیت، میزان رشد ویژه، زمان دو برابر شدن جمعیت، طول و عرض بدن *C. quadrangula*

فاکتورها	منابع تنوع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	میزانF	سطح معنی‌دار بودن
تراکم جمعیت						
	تیمارها	۹	۷۵۰۶۵/۵	۸۳٤۰/٦۱	۱۱۰/۷٦	**
	خطا	۲۰	۱۵۰٦	۷۵/۳		
	کل	۲۹	۷٦۵۷۱/۵			
مقدار SGR (درصد)						
	تیمارها	۹	۱۵/٦	۱/۷۳	۱٤/٤۱	**
میزان رشد ویژه	خطا	۲۰	۲/٤۱	۰/۱۲		
	کل	۲۹	۱۸/۰۲			
زمان دو برابر شدن جمعیت						
	تیمارها	۹	۱۱۱٦/۹۱	۱۲٤/۱	٤/۰۹	**
زمان دوبرابر شدن جمعیت	خطا	۲۰	٦۰۵/۹۵	۳۰/۳		
	کل	۲۹	۱۷۲۲/۸۷			
طول بدن						
	تیمارها	۹	۵۵۸٦٤٤	٦۲۰۷۱/۵۵	۲/۷۷	**
طول بدن	خطا	۹۰	۲۰۱۷٦٤۰	۲۲٤۱۸/۲۲		
	کل	۹۹	۲۵۷٦۲۸٤			
عرض بدن						
	تیمارها	۹	۱۱۷۷٤۰	۱۳۰۸۲/۲۲	۱/۲٦	ns
عرض بدن	خطا	۹۰	۹۲۹٤٦۰	۱۰۳۲۷/۳۳		
	کل	۹۹	۱۰٤۷۲۰۰			

Ns = غیرمعنی‌دار در سطح ۵ درصد (P>۰/۰۵).

بحث

فاکتورهای مهم و کلیدی کنترل کننده رشد و تولید مثل در آنتن منشعب‌ها عمدتاً دما، کمیت و کیفیت غذا می‌باشد (Lampert, 1987; Ovie & Egborge, 2002). یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که تراکم جمعیت ۱۸۴ و ۷/۳ (فرد در لوله ۵۰ میلی‌لیتری)، میزان رشد ویژه ۰/۱۸ و ۰/۰۱۹ در روز بترتیب در کشت‌های تغذیه شده با جلبک سندوسموس در غلظت بالا (۵۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر) و کود گاوی با غلظت پایین (۵ میلی‌گرم) بدست می‌آید.

این یافته‌ها با نتایج سایر محققین مطابقت داشت. Nandini و Sarma (۲۰۰۰) میزان رشد ویژه (SGR) را برای چهار گونه آنتن منشعب *Ceriodaphnia, Moina macrocopa* و *Simocephalus vetulus, Pleuroxus aduncus, cornuta* بترتیب دامنه‌ای از (۰/۹-)- ۰/۱۵، ۰/۶۰-۰/۵۴، ۰/۱۷-۰/۲۳ و ۰/۱۲-۰/۲۳ در روز برای تراکم جلبکی ۰/۵ تا ۴/۵ میلیون سلول در میلی‌لیتر از جلبک سبز *C. vulgaris* گزارش دادند. Savas و Erdogan (۲۰۰۶) تاثیر تراکم *Scenedesmus acuminatus*

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109990]

را بر رشد جمعیت *C. quadrangula* بررسی و اظهار نمودند که بیشترین میزان رشد ویژه جمعیتی (۰/۲۴ در روز) در تراکم جلبکی ۴۵×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر از جلبک *S. acuminatus* بدست می‌آید و تاکید کردند که اختلاف معنی‌داری بین اندازه جمعیت آنتن منشعب‌ها در سطوح مختلف غذایی وجود دارد.

Erdogan و Savas در سال ۲۰۰۸ تاثیر تراکم‌های مختلف جلبک *C. vulgaris* و دما را روی رشد جمعیت آنتن منشعب *C. quadrangula* بررسی کردند و مناسب ترین عملکرد را در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد با تراکم $۱/۶\times۱۰^{۶}$ از جلبک مذکور (تراکم جمعیت ۲۳/۵ فرد در هر میلی‌لیتر، میزان رشد ویژه ۰/۲۷ در روز) بدست آوردند، آنها گزارش دادند که تراکم این جلبک تاثیر معنی‌داری روی تراکم و میزان رشد ویژه جمعیت در گونه *C. quadrangula* می‌گذارد.

Ranta و همکاران (۱۹۹۳) تاثیر توأم دما (۲۰و ۲۵ درجه سانتیگراد) و غذای جلبکی *S. quadricauda* (۵×۱۰^{۴} و۱×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر) را روی رشد ۳ گونه *D. longispina*، *D. magna* و *D. pulex* بررسی کردند، آنها بیان کردند که دما و سطح جیره غذایی روی رشد و اندازه این آنتن منشعب‌ها تاثیرگذار است. در هر ۳ گونه دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و غذای جلبکی با غلظت بالا رشد بهتری را نشان داد، که این تاثیر روی *D. magna* نسبت به دو گونه دافنی دیگر بیشتر و روی *D. longispina* کمتر بود.

تمامی مطالعات فوق در کشت‌های آنتن منشعب‌ها با استفاده از جلبکها نشان می‌دهد که خصوصیات منحصر بفرد در جلبکها از قبیل اندازه مناسب میکروسکوپی، ارزش غذایی مناسب بلحاظ اسیدهای چرب غیراشباع ضروری PUFA (Poly Unsaturated Fatty Acids) و حفظ کیفیت فیزیکی و شیمیایی محیط کشت، آنها را به مناسب‌ترین جیره های غذایی در پرورش زئوپلانکتونها بخصوص آنتن منشعب‌ها تبدیل نموده است (Nandini & Sarma, 2003; Pratoomyot *et al*., 2005; Savas & Erdogan, 2006)

در بین کودهای مورد استفاده در این مطالعه بالاترین تراکم جمعیت کلادوسر ۳۳/۳ (فرد در ۵۰ میلی‌لیتر)، بیشترین میزان رشد ویژه (۰/۰۹۵ در روز) و کمترین زمان برای دو برابر شدن جمعیت (۷/۳۱ روز) با کود مرغی در غلظت پایین (۵ میلی‌گرم) بدست آمد. دلیل احتمالی را می‌توان به غنی‌تر بودن کود مرغی (بلحاظ مناسب بودن توازن نیتروژن و فسفر) در مقایسه با سایر کودهای مورد استفاده نسبت داد. از سوی دیگر افزایش میزان کود در تیمارهای آزمایشی باعث کاهش اندازه جمعیت می‌شود که علت آن را می‌توان با کاهش کیفیت آب و کاهش فعالیت تغذیه‌ای بخصوص کاهش نرخ صافی خواری کلادوسرها در غلظت‌های بالای کوددهی مرتبط دانست.

تولید انبوه آنتن منشعب‌ها با استفاده از ضایعات صنایع کشاورزی از جمله آرد برنج و سویا، کودهای مرغی، گاوی، گوسفندی و مخلوط آنها امکانپذیر است. استفاده از چنین ضایعاتی در تولید آنتن منشعب‌ها باعث کاهش کیفیت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب می‌شود، از سوی دیگر تغییرات کیفیت آب باعث تغییراتی در مقدار، ترکیب و توالی جلبک‌های مورد استفاده آنتن منشعب‌ها و سایر زئوپلانکتونها می‌شود (Shim, 1988).

در این تحقیق رشد و تولید مثل در تیمار دارای مخمر بطور قابل ملاحظه کاهش نشان داد. دلیل احتمالی را می‌توان در اندازه مخمر و همچنین بهم چسبیدن ذرات آن نسبت داد بطوریکه گونه *C. quadrangula* توانایی صافی‌خواری این ذرات درشت را ندارد. همچنین ذرات مخمر ممکن است بصورت انبوه روی زوائد سینه‌ای موجود قرار بگیرند و این زوائد را مسدود نمایند که موجب اختلال در عمل صافی خواری و در نهایت مرگ آن می‌شود (Nandini & Sarma, 2003).

افزایش تعداد آنتن منشعب‌ها با افزایش سطح غذا موجب تغییر در مقدار رشد ویژه می‌شود. مقدار رشد ویژه آنتن منشعب‌ها در محدوده ۰/۰۱-۱/۵ در روز متغیر بوده که بستگی به نوع گونه، نوع و غلظت غذا، دما و غیره دارد (Lampert & Sommer, 1997). پاسخ گونه های آنتن منشعب به تغییرات غلظت غذایی را می توان با تعیین ضریب مصرف غذا، میزان مصرف اکسیژن و رشد جمعیت مورد ارزیابی قرار داد (Nandini & Rao, 1998).

اندازه بدن یک فاکتور بنیادی در مطالعه ارگانیسم‌های زئوپلانکتونی می‌باشد زیرا با فرآیندهای فیزیولوژیک از قبیل رشد، تنفس، تغذیه و دفع رابطه دارد (Jayatunga, 1986). Gliwicz و Lampert (۱۹۹۰) گزارش دادند که آنتن منشعب‌های بزرگتر (از قبیل *Daphnia*) غلظت آستانه غذایی پایین‌تری در مقایسه با گونه‌های کوچکتر (مانند *Ceriodaphnia*) دارند. برای هر کدام از گونه‌های آنتن منشعب پیک تراکم جمعیت مستقیماً به فاکتورهایی مثل اندازه و غذای

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109990]

قابل دسترس بستگی دارد. اندازه اولیه *Moina irrasa* تحت تاثیر اندازه بدن مادر، غلظت غذایی و دمای آب می‌باشد که با اندازه بدن جنس ماده و سطح غذایی ارتباط مستقیم دارد ولی با دمای آب ارتباط عکس دارد (Deng & Xie, 2003). در این مطالعه بیشترین طول۸۰۰ (میکرون)، بیشترین عرض ۴۵۴ (میکرون) *C. quadrangula* بترتیب در هنگام تغذیه با کود گاوی و کود مخلوط در غلظت پایین بدست آمد که مبین آن است که هر چه تراکم و تولید کمتر شود، اندازه موجود افزایش می‌یابد. در این مطالعه اندازه بدن *C. quadrangula* در شرایط تغذیه با جلبک سندوسموس در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی کمتر بود. این کاهش اندازه بدن را می‌توان به میزان پوست‌اندازی و تولید مثل بیشتر *C. quadrangula* در چنین شرایط غذایی نسبت داد.

در این مطالعه می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که *C. quadrangula* تغذیه کرده با تیمار جلبک سندوسموس بدلیل هضم و جذب بهتر و عمل صافی‌خواری مناسب‌تر رشد بهتر و اندازه کوچکتری دارد. همچنین غلظت جلبکی مناسب برای تولید بیشتر نیز ۵۰×۱۰^{۴} سلول در هر میلی‌لیتر می‌باشد. *C. quadrangula* رشد و تولید مثل مناسب‌تری را با تیمار جلبکی *S. quadricauda* و کود مرغی دارد. چنین جیره‌هایی برای تولید انبوه (mass culture) این گونه در جهت استفاده در آبزی‌پروری باید مورد توجه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه صنعتی اصفهان بلحاظ فراهم آوردن بودجه و امکان تحقیق سپاسگزاری می‌شود. از کارشناسان گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی و آقای مهندس صفی‌اله حیدری که نهایت همکاری را در انجام این تحقیق بعمل آوردند تشکر می‌گردد.

منابع

Benider A., Tifnouti A. and Pourriot R., 2002. Growth of *Moina macrocopa* (Straus 1820) (Crustacea, Cladocera): Influence of tropic conditions, population density and temperature. Hydrobiologia, 468:1-11.

Bocanegra M.D.H., Nandini S. and Sarma S.S.S., 2002. Combined effects of food level and inoculation density on competition between *Brachionus patulus* (Rotifera) and the cladocerans *Ceriodaphnia dubia* and *Moina macrocopa*. Hydrobiologia, 468:13-22.

Deng D. and Xie P., 2003. Effect of food and temperature on the growth and development of *Moina irrasa* (Cladocera: Moinidae). Journal of Freshwater Ecology, 18:503-513.

Erdogan O. and Savas S., 2008. The effect of food (*Chlorella vulgaris*) densities and temperature on the population growth of *Ceriodaphnia quadrangula* (Muller, 1785). Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2:550-559.

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

Gliwicz Z.M. and Lampert W., 1990. Food thresholds in *Daphnia* species in the absence and presence of blue-green filaments. Ecology, 71:691–702.

He Z.H., Qin J.G., Wang Y., Jiang H. and Wen Z., 2001. Biology of *Moina mongolica* (Moinidae, Cladocera) and perspective as live food for marine fish larvae: Review. Hydrobiologia, 457:25–37.

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

Jayatunga Y.N.A., 1986. Influence of food and temperature on the life cycle characteristics of tropical cladocerans species from Kalawewa *Reservoir, SriLanka*. Ph.D Thesis, Royal Holloway & Belford New College, University of London, London, 410P.

Kumar S., 2002. Role of water quality and food on survival, growth and digestive enzyme profile of carp larvae cultured in recirculating systems. Ph.D. Thesis, University of Delhi, Delhi, India, 167P.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109990]

Lampert W. and Sommer U., 1997. Limno-ecology: The Ecology of Lakes and Streams. Oxford University Press, New York, USA. 336P.

Lampert W., 1987. Feeding and nutrition in *Daphnia*. Mem. Ist Italy Idrobiology, 45:143-192.

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

Morris J.E. and Mischke C.C., 1999. Plankton management of fish culture ponds. Technical Bulletin Series. Iowa State University Agricultural Experiment Station, Vol. 114, 8P.

Murugan N. and Sivaramakrishnan K.J., 1973. The biology of *Simocephalus acutirostatus* King (Cladocera:Daphnidae) laboratory studies of lifespan, instar duration, egg production, growth and stages in embryonic development. Freshwater Biology, 3:77-83.

Nandini S. and Rao T.R., 1998. Somatic and population growth in selected cladoceran and rotifer species offered the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* as food. Aquatic Ecology, 31:283–298.

Nandini S. and Sarma S.S.S., 2000. Lifetable demography of four cladoceran species in relation to algal food (*Chlorella vulgaris*) density. Hydrobiologia, 435:117-126.

Nandini S. and Sarma S.S.S., 2003. Population growth of some genera of cladocerans in relation to algal food (*Chlorella vulgaris*) levels. Hydrobiologia, 491:211-219.

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

Ocampo L.E., Botero M.C. and Restrepo L.F., 2010. Growth culture evaluation of *Daphnia magna* feed with *Saccharomyces cereviseae* enrichment with oat soy. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 23:78-85.

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

Ovie S.I. and Egborge A.B.M., 2002. The effect of different algal densities of *Scenedesmus acuminatus* on the population growth *Moina micrura* Kurz (Crustacea: Anomapoda, Moinidae). Hydrobiologia, 477:41-45.

Pratoomyot J., Srivilas P. and Noiraksar T., 2005. Fatty acids composition of 10 microalgal species. Songklanakarin Journal of Science Technology, 27:1179-1187.

Ranta E., Bengtsoon J. and MCManus J., 1993. Growth, size and shape of *Daphnia longispina*, *D. magna* and *D. pulex*. Annual Zoology Fennici, 30:299-311.

Rose R.M., Warne M.S.J. and Lim R.L., 2000. Life history responses of the clodoceran *Ceriodaphnia dubia* to variation in food concentration. Hydrobiologia, 427:59-64.

Savas S. and Erdogan O., 2006. The effect of food (*Scenedesmus acuminatus* (Von Lagerheim) R.H. Chodat) densities and temperature on the

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109990]

population growth of the cladoceran *Ceriodaphnia quadrangula* (Muller, 1785). Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 23:113-116.

Shim K.F., 1988. Mass production of *Moina* in Singapore using pig waste. Journal of the World Aquaculture Society, 19:59-60.

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

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.

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

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109990]

The effect of different diets on production and population specific growth rate of the freshwater Cladoceran *Ceriodaphnia quadrangula* (Muller, 1785)

Khanjani M.H.; Farhadian O.*; Keivany Y. and Ebrahimi E.

omfarhad@cc.iut.ac.ir

1- Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology,

P.O.Box: 84156-83111 Isfahan, Iran

Received: March 2010 Accepted: June 2011

Keywords: *Ceriodaphnia quadrangula*, feeding, Cladoceran, Zooplankton

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-10]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.5.2]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109990]

Abstract

In this study, effects of five different diets including green algae, *Scenedesmus quadricauda*, mixture of *S. quadricauda* and baker's yeast, cattle manure, poultry manure, mixture manure (cattle + poultry, 1:1 ratio in weight) were examined on density, specific growth rate and doubling time of freshwater Cladoceran, *Ceriodaphnia quadrangula* population, at two high and low levels of food density with three replications. The results showed that the maximum population density (184 individuals/50ml), maximum specific growth rate (SGR) (0.18/day) and minimum doubling time (Dt) (3.85 days) were obtained when *C. quadrangula* fed with *S. quadricauda* at high density (50×10^4 cell/ml). In addition, the minimum population density (7.3 ind/50 ml), minimum SGR (0.019 /day), and maximum Dt (36.2 days) resulted from *C. quadrangula* fed on cattle manure at low diet density (5mg). In this research, maximum (800±34.6µm) (Mean ±SE) and minimum (521±31.6µm) body length of *C. quadrangula* measured when fed with cattle manure at low diet density and *S. quadricauda* at high diet density, respectively. In conclusion, the results of current study illustrated that *S. quadricauda* as diet gave better performance for rearing of *C. quadrangula* compared to other diet treatments.

*Corresponding author