View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]
Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

تأثیر جیره‌های مختلف بر میزان هماوری، زمان تکاملی و اندازه بدن پارو پای آب شیرین *Eucyclops serrulatus*

امیدوار فرهادیان[1]*، رحمان خرامان نیا[1]، نصرالله محبوبی صوفیانی[1]، عیسی ابراهیمی درچه[1]
* omfarhad@cc.iut.ac.ir
۱- دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۱ **تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۲**

چکیده

تأثیر ۵ جیره غذایی مختلف شامل جلبک سبز *Scenedesmus quadricauda*، پودر غلات گیاهی (برنج+گندم+کلزا+جو)، پودر غذای ماهی، پودر مخلوط کود (کود مرغی+کود گاوی) و مخمر نانوایی (*Saccharomyces cerevisiae*) بر میزان هماوری، زمان تکامل لاروی و اندازه بدن در پاروپای آب شیرین *Eucyclops serrulatus* مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب یک طرح کاملا تصادفی در ظروف ۵۰ میلی لیتری به صورت انفرادی با ماده‌های دارای تخم در دمای آب ۲۶ درجه سانتی گراد به مدت ۲۱ روز انجام شد. بیشترین هماوری در تغذیه با پودر غذای ماهی (۱/۰۸± ۱۸/۶ عدد تخم به ازاء هر ماده، خطای استاندارد ± میانگین) و سپس به ترتیب مخمر (۳/۱۹ ± ۱۷/۳)، مخلوط غلات گیاهی (۲/۴۵±۱۳)، جلبک سندسموس (۰/۴۱± ۹/۳) و کود مخلوط (۸۲ /۰± ۸/۶) بدست آمد. تفاوت معنی داری بین هماوری در تغذیه با پودر غذای ماهی، پودر گیاهی، جلبک و کود وجود داشت ($P < ۰/۰۵$). مدت زمان مراحل تکامل لاروی *E. serrulatus* تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی با هم اختلاف معنی داری نشان داد($P < ۰/۰۵$). میانگین کوتاه ترین دوره ناپلیوس (۸۱ /۰ ± ۸/۳ روز) وکپه پودیت (۰/۷۰ ± ۱۱ روز) در تغذیه با پودر غذای ماهی بود که تفاوت معنی دار ی در مقایسه با سایر تیمارها داشت ($P< ۰/۰۵$). همچنین، پرورش پاروپای *E. serrulatus* تغذیه شده با جیره پودر غذای ماهی و مخمر طول و عرض را در مراحل ناپلیوس، کپه پودیت و بالغین افزایش داد.

لغات کلیدی: *Eucyclops serrulatus*، هماوری، تکامل لاروی، اندازه بدن، جیره های جلبکی و غیر جلبکی

*نویسنده مسئول

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]
Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

مقدمه

موجودات پلانکتونیک به ویژه روتیفرها، آنتن منشعب ها و پاروپایان اهمیت بالایی در زنجیره های غذایی آب‌ها دارند. بسیاری از لاروهای ماهیان هم درطبیعت وهم در سیستم‌های آبزی‌پروری وابسته به بی‌مهرگان کوچک زئوپلانکتونی می‌باشند. بنابراین تولید کافی، با کیفیت وکم هزینه از ارگانیسم‌های زنده غذایی، برای افزایش بقاء مراحل اولیه لاروی ماهی ضروری به نظر می رسد (Hunt von Herbing & Gallager, 2000; Li *et al.*, 2008).

پاروپایان (Copepoda یا کپه‌پود) از مهمترین سخت‌پوستان زئوپلانکتونی در انواع آب‌ها و در تمام عرض‌های جغرافیایی هستند و حدود یک سوم گونه‌های آن در آب شیرین هستند. آنها حلقه ارتباطی مهمی بین فیتوپلانکتون‌ها و سطوح غذایی بالاتر در اغلب اکوسیستم‌های آبی هستند(Fernando, 2002). پاروپایان به طور عمده از غذاهای جلبکی تغذیه می‌کنند و در بعضی موارد تغذیه از بقایای پوسیده گیاهی و جانوری و دیگر مواد غذایی نیز مشاهده شده است . آنها می‌توانند بین فیتوپلانکتون‌ها و دیگر ذرات غذایی تفاوت قائل شوند و آن‌ها را به طور انتخابی بلع نمایند(Ayukai, 1987).

جفت گیری به طور نسبی در سیکلوپوئیدها پس از چندین دفعه تخم ریزی اتفاق می افتد زیرا اسپرماتوفور طی یک جفت‌گیری در نزد جنس ماده باقی می‌ماند و اسپرم را برای چند دسته (clutch) از تخم‌ها مهیا می کند. تعداد تخم در گونه های مختلف پاروپایان متغیر می‌باشد. اکثر آنها تخم‌ها را به مدت ۲ روز و به ندرت تا ۴ روز حمل می‌کنند. مدت زمان بین رها کردن یک جفت کیسه و شکل‌گیری کیسه تخم بعدی نیز متغیر می‌باشد (۱ تا ۳ روز). هنگامی که تخم ها رها می‌شوند، تخم‌ها در حین رشد آب جذب می‌کنند و بزرگ‌تر می شوند و در نهایت یک ناپلیوس تفریخ شده از هر تخم بیرون می‌آید و کیسه خالی تخم را در کف ظرف رها می‌کند. تکامل لاروی در پاروپایان در دو فاز ناپلیوس و کپه‌پودیت انجام می‌شود شکل ظاهری ناپلیوس آن‌ها کاملا بی‌شباهت با کپه پودیت ها و موجودات بالغ می‌باشد (Otsu *et al.*, 1974). دوره تکامل ناپلیوس و کپه پودیتی با تغییرات مرفولوژیکی در مراحل مختلف لاروی به عوامل محیطی و تغذیه ای بستگی دارد (McAllister, 1970; Omori, 1973; Otsu *et al.*, 1974; Paffenhofer, 1988; Brown, 2002; Fernando, 2002).

تأثیر نوع جیره غذایی بر روی سیکل زندگی پاروپایان قابل توجه می باشد زیرا قابلیت هضم مواد بلع شده توسط آن ها به نوع و گونه غذایی بستگی دارد. فیتوپلانکتون هایی مانند *Pediastrum* ، *Eudorina* و *Ceratium* در مقایسه با *Chlorella*، *Scenedesmus* و *Chlamydomonas* برای زئوپلانکتون ها قابل هضم نیستند (Sarma *et al.*, 2003; Nandini & Sarma, 2007). برای مثال Liao و همکاران (۲۰۰۱)، پاروپای سیکلوپوئید *Apocyclops royi* را در آزمایشگاه با استفاده از غذاهای جلبکی پرورش دادند. در این آزمایش تکامل ازمرحله ناپلیوس ۱ تا کپه پودیت ۱، با میزان بقای ۸۹/۶ درصد، ۶-۵ روز به طول انجامید.

بیشتر از ۹۰ گونه ی پاروپا تاکنون به صورت آزمایشگاهی پرورش داده شده اند در حالی که پرورش انبوه پاروپایان و رسیدن به مقیاس های تجاری دلگرم کننده نمی باشد که به احتمال زیاد به دلیل کمبود دانش فنی در این زمینه برمی گردد (Støttrup, 2003). *Eucyclops serrulatus* ازپاروپایان سیکلوپوئید آب شیرین است و جنس *Eucyclops* بیشتر از ۱۳۵ گونه و زیرگونه دارد. این گونه دارای ۶ مرحله ناپلیوس (۲۷۹-۱۱۹ میکرون) و ۵ مرحله کپه پودیت (۵۳۰-۳۰۵ میکرون) قبل از رسیدن به بلوغ دارد که وجود چنین طیفی از اندازه های مختلف آن را بعنوان طعمه مناسب برای لارو ماهیان تبدیل نموده است (Farhadian *et al.*, 2012). این گونه به سادگی با استفاده از جبلک های کلرلا و سندسموس پرورش می یابد (Nandini & Sarma, 2007; Farhadian *et al.*, 2012). اندازه بدن این موجود در هریک از مراحل تکاملی، متفاوت است. در میان پاروپایان سیکلوپوئید، گونه *E. serrulatus* به دلیل توانایی بقاء تحت شرایط مختلف محیطی (مانند شرایط کم اکسیژن) بیشتر مورد توجه قرار گرفته است(Otsu *et al.*, 1974; Alekseev *et al.*, 2006; Nandini & Sarma, 2007).

با توجه به اهمیت پاروپایان در محیط های آبی و مصرف آنها بعنوان طعمه برای لارو ماهیان ، مطالعه پارامترهای تولید مثلی از قبیل تعیین میزان هماوری، طول مراحل تکاملی پارو پای *E. serrulatus* و تعیین اندازه مراحل مختلف تکاملی با غذاهای

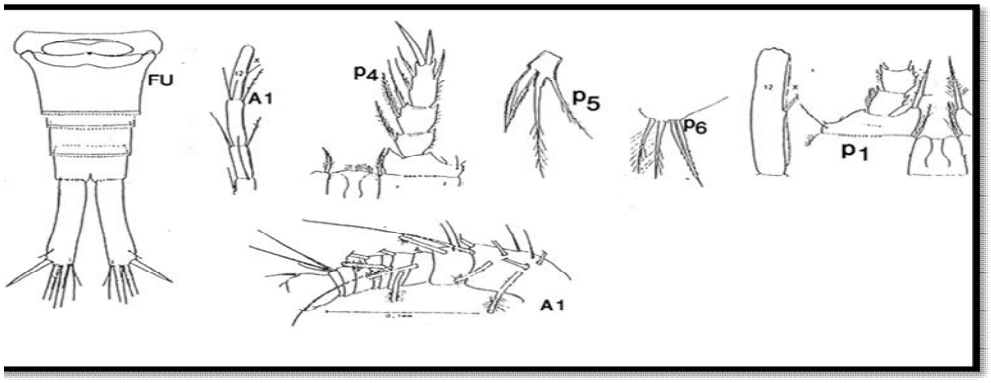
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]
Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

مختلف جلبکی و غیر جلبکی از مواردی است که به دلیل اهمیت بالا در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت .

مواد و روش کار

نمونه‌های زئوپلانکتونی آب شیرین آذرماه ۱۳۸۸ از کارگاه پرورش ماهی کرسگان اصفهان، با استفاده از تور پلانکتون‌گیر با چشمه ۴۰ میکرون، از عمق ۱ متری استخرهای خاکی نمونه برداری شد. نمونه‌ها به صورت زنده در آب زیستگاه با استفاده از هواده سیار به آزمایشگاه گروه شیلات دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل گردید. با توجه با اینکه نمونه های جمع آوری شده (زئوپلانکتونهای مخلوط) تراکم بالایی داشتند لذا نمونه های در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۲۳ درجه سانتی گراد و ۱۲ ساعت نور و ۱۲ ساعت تاریکی پس از اضافه نمودن آب شهر (Tap water) و رقیق کردن نگه داری گردید. سپس پاروپایان جنس ماده دارای تخم(Gravid female) از نمونه های زئوپلانکتونی مخلوط با استفاده از یک پیپت پاستور (۳/۵ میلی لیتر) جدا سازی شده و درون پتری دیش از قبل شست و شو شده و عاری از هرگونه آلودگی، منتقل گردیدند. ماده‌های دارای تخم با استفاده از لوپ آزمایشگاهی(Olympus, SZ6045, Japan) مورد مشاهده و بررسی مجدد قرار گرفت و پس از حصول اطمینان ازوجود تنها یک فرد ماده در هر ظرف با غذای جلبکی سندسموس مورد تغذیه قرار گرفتند. برای پرورش در شرایط آزمایشگاهی و به دست آوردن تعداد کافی از پاروپایان جهت انجام دادن آزمایشات مربوطه، پاروپایان به مدت ۴ ماه در محیط های کشت مختلف و در شرایط آزمایشگاهی پرورش داده شدند و پس از تولید چند نسل خالص از پارو پای مورد نظر و به‌دست آوردن ذخیره مناسب از گونه *E. serrulatus* آزمایش انجام شد.

گونه مورد نظر با استفاده از کلیدهای شناسایی زئوپلانکتون های آب شیرین (Collado *et al*., 1984; Dussart & Defaye, 2001; Fernando, 2002) شناسایی گردید. نام علمی گونه مورد نظر *Eucyclops serrulatus* بودکه با استفاده از اندام هایی چون پای پنجم، آنتن کوچک و بزرگ، پای ششم، پای چهارم، بند تناسلی، فورکا شناسایی گردید که برخی از آن ها در شکل۱ آورده شده اند.



شکل ۱: اندام های مورد استفاده در شناسایی *E. serrulatus* در این اشکال قسمت های مختلف شناسایی پارو پای *E. serrulatus* مشاهده می شود. فورکا (Fu)**، پای اول شناگری و پرده بین دو قسمت پای اول** (P_1)**، پای چهارم شناگری**(P_4)**، پای پنجم** (P_5)**، پای ششم** (P_6) **و آنتنول** (A_1). (Fernando, 2002)

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]
Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

جمع‌آوری اولیه نمونه‌های جلبکی از آب استخرهای پرورش ماهی دانشگاه صنعتی اصفهان و کارگاه کرسگان اصفهان انجام گردید. سپس با استفاده از میکروپیپت سلول‌های فیتوپلانکتونی جلبک سبز سندسموس *Scenedesmus quadricauda* (طول۰/۵±۲۱ میکرون، عرض۰/۳±۷/۵ میکرون) را جدا نموده و با بهره‌گیری از محیط کشت جامد آگار و تجدید مداوم کشت استوک خالص تهیه گردید. جهت تهیه محیط کشت جامد به ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر ۲گرم آگار(Agar-Agar) جامد و محیط کشت BBM[1] (Nichols & Bold, 1965) اضافه شد. محیط کشت تهیه شده در دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه اتوکلاو گردید. آنگاه محلول را به صورت مایع و تقریبا گرم و در شرایط ضدعفونی و استریل شده درپتری دیش‌های پلاستیکی ریخته و درب آن با پارافیلم بسته شد. سپس محیط کشت در دمای اتاق به حالت جامد تبدیل گردید. بعد از تهیه محیط کشت، نمونه ناخالص تهیه شده از استخرهای پرورش ماهی را بر روی محیط کشت اسپری گردید تا کلنی‌های جلبکی بعد از ۱۰ روز تشکیل شوند. بعد از تشکیل کلونی‌ها و مشاهده آنها در زیر میکروسکوپ جلبک‌ها به محیط کشت مایع منتقل گردید. جلبک *S. quadricauda* بعد از کشت های متوالی خالص گردد. پس از خالص‌سازی از روش آزمایشگاهی پرورش سندسموس در ارلن مایرهای دو لیتری با محیط کشت BBM برای کشت انبوه آنها استفاده گردید. شرایط پرورش شامل دمای آب ۲۳ درجه سانتی گراد، آب شیرین فیلترشده واتوکلاو شده، دوره نوری ۱۲ ساعت نور و ۱۲ ساعت تاریکی، شدت نور ۶۰ میکرومول فوتون بر متر مربع در ثانیه، pH برابر ۶/۹ در آغاز پرورش و اکسیژن محلول بالای ۵ میلی گرم در لیتر بود. جهت برداشت از دستگاه سانتریفیوژ (Centurion Scientific Ltd) در سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۵ دقیقه استفاده گردید. جلبک ها بعد از جمع آوری در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگه داری شدند تا جهت تغذیه پارو پای *E. serrulatus* استفاده گردد. تعیین تراکم جلبک سندسموس در تغذیه پاروپای *E. serrulatus* و کنترل میزان آن در دوره آزمایش، جلبک ها با استفاده از لام هموسایتومتر (۰/۲ mm × mm ۰/۰۶۲۵) و میکروسکوپ اینورت (Ceti Belgium) براساس روش Martinez و Chakroff (۱۹۷۵)، بعد از اینکه به نمونه ها محلول لوگول آیدین (۰/۱ میلی لیتر در ۳ میلی لیتر نمونه) اضافه گردید، انجام شد.

تیمار کود مخلوط (کود مرغی + گاوی)، تیمارمخلوط غلات گیاهی (برنج+ گندم+ کلزا+جو)، مخمر نانوایی (تیمار مخمر) و غذای کنسانتره ماهی (تیمار ماهی) را پس از پودر کردن با دستگاه آسیاب از الک چشمه ۱۰۰ عبور داده تا اندازه ذرات غذایی یکسان شود. برای بدست آوردن مخلوط هر یک از تیمارهای غذایی کود و غلات نسبت وزنی مساوی آن ها را با هم مخلوط کرده و مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱).

پنج تیمار هرکدام با ۵ تکرار مطابق با جدول ۱جهت تغذیه پاروپای *E. serrulatus*بکار برده شد. آزمایش در ویال های ۵۰ میلی لیتری انجام شد و در هر ظرف ۱ فرد پارو پای بالغ دارای تخم به مدت ۲۱ روز قرار داده شد. ابتدا هماوری مولدین دارای تخم مورد استفاده در آزمایش مورد بررسی قرار گرفت و تعداد تخم آنها مورد شمارش قرار گرفت. پس از تخم ریزی پارو پای بالغ را از ظروف کشت جدا گردید و مدت زمانی راکه طول می کشید تا اولین کپه پودیت ظاهر شود به عنوان مرحله لاروی (ناپلیوس) در نظر گرفته شد. همچنین از ظاهر شدن اولین کپه پودیت تا بلوغ به عنوان مرحله کپه پودیت لحاظ گردید. نحوه تفکیک مرحله ناپلیوس ابتدایی و پیشرفته بر اساس شکل بخش انتهایی دمی (Caudal rami)، تعداد زائدهای آنها و اندازه بدن انجام شد. تفکیک مرحله کپه پودید ابتدایی و پیشرفته نیز بر اساس تعداد بندها در آنتن بزرگ، بندهای دمی و تعداد پاهای شناگر انجام گردید.

برای جدا نمودن پاروپایان ماده دو عدد پتری دیش انتخاب و مقداری از آب درون بشر حاوی پاروپایان به درون یکی از آنها منتقل گردید. سپس توسط پیپت پاستور یک پارو پای ماده جدا و به پتری دیش دوم منتقل و سپس با کمک پیپت پاستور به یکی از ظروف آزمایشی منتقل شد. این عمل موجب کاهش احتمال وجود ناپلیوس ها یا کپه پودیت های دیگر به همراه پاروپای ماده بالغ می‌شد. آزمایش در دمای آب با میانگین (±SD) ۱ ± ۲۶ درجه سانتی گراد انجام شد. آب مورد استفاده در آزمایش آب شهر بوده که pH آن به ۷/۵-۷/۱ می باشد.دوره نوری این آزمایش به صورت ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی بود. غذادهی هر دو روز یک بار به مدت ۲۱ روز انجام شد و در هربار غذادهی حدود 10^5 × ۴ سلول در هرمیلی لیتر غذای جلبکی و از سایر غذاها حدود ۰/۵

[1] Bold Basal's Medium

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]
Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

میلی گرم درمیلی لیتر به محیط کشت اضافه می شد. هر روز قبل از غذادهی باقی مانده غذاها از کف ظروف، با استفاده از پیپت پاستور برداشته می‌شدند. تعویض آب نمونه‌ها به صورت دو روز در میان و هربار حدود یک سوم از محیط کشت بوده است. لازم به ذکر است در روزهای آزمایش، از هر تکرار درزیر لوپ آزمایشگاهی(مدل Olympus, SZ6045, Japan) بررسی شدند. پس از پایان آزمایش از هر تکرار یک زیر نمونه برداشته و به وسیله فرمالین ۴ درصد تثبیت شدند و طول و عرض پاروپایان موجود در آنها (تمام مراحل سنی) اندازه گیری شدند.

شکل۲: پاروپای بالغ *E. serrulatus* ، دارای تخم(الف) و تخم ریخته (ب) (×۴۰)

جدول۱: مشخصات تیمارهای استفاده شده و دفعات تغذیه پارو پای *E. serrulatus*.

نام تیمار	مشخصات و غلظت	دفعات تغذیه
جلبک*S. quadricauda*	سبز رنگ، ۴×۱۰^{۵} سلول در میلی لیتر	دو روز یکبار
کود مخلوط (مرغی +گاوی)(۱:۱ وزنی)	قهوه ای رنگ و پودر شده، ۰/۵ میلی گرم در میلی لیتر	دو روز یکبار
مخلوط پودر گیاهی غلات (برنج+ گندم+ کلزا + جو) (۱:۱:۱:۱ وزنی)	شیری رنگ، ۰/۵ میلی گرم در میلی لیتر	دو روز یکبار
مخمر نانوایی	خشک ، سفید رنگ و پودر شده،۰/۵ میلی گرم در میلی لیتر	دو روز یکبار
پودرغذای ماهی	FFT ، قهوه‌ای رنگ، ۰/ ۵ میلی گرم در میلی لیتر	دو روز یکبار

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]
Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

کلیه محاسبات آماری در نرم افزار SPSS انجام شد. از آزمون کولموگروف- اسمیرنف به منظور بررسی نرمال بودن داده ها استفاده شد. پس از اطمینان از توزیع نرمال داده ها و یکنواختی واریانس ها از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One- way ANOVA) برای بررسی وجود و عدم وجود اختلاف معنی داری بین تیمارها و از آزمون چند دامنه ای دانکن برای مقایسه میانگین تیمارها(در سطح معنی داری ۰/۰۵) استفاده شد (Zar, 1984).

نتایج

هماوری (تعداد تخم) و طول دوره زندگی پارو پای *E. serrulatus* با جیره‌های غذایی مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. بیشترین هماوری در تغذیه با پودر غذای ماهی به میزان ۱/۰۸± ۱۸/۶ (خطای استاندارد ± میانگین) و کمترین آن با کود مخلوط به میزان ۰/۸۲ ± ۸/۶ بدست آمد. هماوری پاروپایان تغذیه شده با تیمارهای مخمر، مخلوط غلات گیاهی و جلبک سندسموس به ترتیب ۳/۱۹ ± ۱۷/۳، ۲/۴۵± ۱۳و ۰/۴۱ ± ۹/۳ عدد تخم به ازای هر ماده بود. نتایج حاصل از اندازه گیری مدت زمان مراحل مختلف سیکل زندگی پارو پای *E. serrulatus* تغذیه شده با جیره‌های غذایی مختلف با هم اختلاف معنی داری نشان داد ($P \leq$ ۰/۰۵) . میانگین کوتاه ترین سیکل زندگی ناپلیوس در تیمار غذایی پودر غذای ماهی به میزان ۰/۸۱ ± ۸/۳ روز بود که تفاوت معنی دار نسبت به سایر جیره‌های غذایی جلبکی، گیاهی ومخلوط کود داشت ($P \leq$ ۰/۰۵). دوره کپه پودیت پارو پای *E. serrulatus* نیز متاثر از جیره‌های غذایی مختلف بود. میانگین کوتاه ترین دوره زندگی کپه پودیت در تغذیه با پودر غذای ماهی به میزان ۰/۷۰ ± ۱۱ روز بود و نسبت به سایر تیمارهای غذایی معنی دار می باشد ($P \leq$ ۰/۰۵). هم چنین طولانی ترین آن با تیمارمخلوط کود ۰/۷۰ ± ۱۹ روز بود.

نتایج طول و عرض پارو پای *E.serrulatus* تغذیه شده با جیره های مختلف غذایی در جداول۳ و ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد که طول وعرض پارو پای تغذیه شده با جیره‌های مختلف بطور معنی داری متفاوت می باشد($P \leq$۰/۰۵). میانگین بیشترین طول و عرض بدن در تمام مراحل زندگی این پاروپا با پودر غذای ماهی و کمترین آن در تغذیه با مخلوط کود به دست آمد. به عنوان شاخص، بالغین ماده تغذیه شده با پودر غذای ماهی بیشترین میزان طول را داشته و این تیمار غذایی اختلاف معنی داری با سایرجیره های غذای گیاهی، جلبکی و کود داشت ($P \leq$ ۰/۰۵). لازم به ذکر است طول بدن پارو پای بالغ تغذیه شده با مخمر (۰/۹۴± ۶۹۱ میکرومتر) اختلاف معنی داری با پودر ماهی نداشت ($P \geq$ ۰/۰۵). میانگین طول بدن پاروپایان بالغ تغذیه شده با جیره های غذایی گیاهی، جلبکی و مخلوط کود به ترتیب ۰/۷۶± ۶۸۷/۶، ۰/۵۷± ۶۸۵/۶ و ۱/۰۴± ۶۸۴/۴ میکرومتر بدست آمد.

جدول۲: تأثیر جیره‌های مختلف غذایی بر هماوری، دوره تکاملی ناپلیوس و کپه پودیت*E. serrulatus* .

	تیمارها				
	غذای ماهی	مخمر	گیاهی	جلبک	کود
هماوری (تخم به ازای مولد) (خطای استاندارد ± میانگین)	^{a}۱۸/۶±۱/۰۸	^{ab}۱۷/۳ ± ۳/۱۹	^{bc}۱۳ ±۲/۴۵	^{c}۹/۳ ± ۰/۴۱	^{c}۸/۶ ± ۰/۸۲
دوره تکاملی ناپلیوس (روز) (خطای استاندارد ± میانگین)	^{c}۸/۳ ± ۰/۸۱	^{bc}۹/۶ ±۰/۴۰	^{b}۱۱/۳ ± ۱/۰۸	^{a}۱۴/۶ ± ۰/۸۱	^{a}۱۵ ± ۱/۲۲
دوره تکاملی کپه پودیت (روز) (خطای استاندارد ± میانگین)	^{d}۱۱ ± ۰/۷۰	^{c}۱۲/۶ ± ۰/۴۰	^{b}۱۴/۳ ±۰/۴۰	^{a}۱۸ ± ۰/۷۰	^{a}۱۹ ± ۰/۷۰

حروف مشخص شده در هر ردیف با حد اقل یک حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند ($P \geq$ ۰/۰۵).

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]

Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

جدول۳- تأثیر جیره‌های مختلف غذایی بر میانگین **(±SD) طول و عرض (بر حسب میکرومتر) ناپلیوس پارو پای *E. serrulatus* .**

	تیمارها				
	غذای ماهی	مخمر	گیاهی	جلبک	کود
طول ناپلیوس ابتدایی	^{a}۱۲۵/۴ ±۰ /۵۷	^{ab}۱۲۴/۶ ±۱/۰۴	^{b} ±۰/۹۶ ۱۲۳/۲	^{c}۱۱۹/۶ ±۰/۵۷	^{c}۱۱۹± ۱/۸
طول ناپلیوس پیشرفته	^{a}۲۷۵ ±۰/۶۱	^{a}۲۷۴/۸ ±۰/۷۴	^{b}۲۷۳/۸ ±۰/۴۲	^{bc}۲۷۱/۸ ±۰/۶۵	^{c}۲۷۰/۸ ±۰/۴۲
عرض ناپلیوس ابتدایی	^{a}۸۱/۸ ± ۰/۸۲	^{a}۸۱/۶ ±۰/۵۷	^{ab}۸۰ ±۰/۹۴	^{bc}۷۸/۴ ± ۰/۵۷	^{c}۷۷/۸ ± ۰/۹۶
عرض ناپلیوس پیشرفته	^{a}۱۷۱/۲ ±۰/۸۲	^{a}۱۷۰/۴ ±۰/۷۶	^{a}۱۶۹/۶ ±۰/۲۷	^{b}۱۶۷/۸ ± ۰/۶۵	^{c}۱۶۵/۶ ±۰/۵۷

حروف مشخص شده در هر ردیف با حد اقل یک حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند (۰/۰۵ ≤P).

بطور مشابهی که عرض بدن پارو پای *E.serrulatus* تغذیه شده با جیره غذایی ماهی بیشترین میزان عرض را داشت (۰/۴۲ ± ۲۹۸/۲ میکرومتر) که با جیره‌های جلبکی و مخلوط کود اختلاف معنی داری نشان داد (۰/۰۵ ≥P). کمترین میزان عرض بدن با جیره مخلوط کود بود. میانگین عرض های پاروپایان تغذیه شده با جیره‌های غذایی مخمر، گیاهی و جلبکی به ترتیب ۰/۳۵± ۲۹۸، ۰/۹۱ ± ۲۹۶/۴ و ۱/۲۷± ۲۹۴ میکرومتر اندازه گیری شد.

جدول۴: تأثیر جیره‌های مختلف غذایی بر میانگین (±SD) طول و عرض (بر حسب میکرومتر) کپه پودیت و بالغین پارو پای *E. serrulatus* .

	تیمارها				
	غذای ماهی	مخمر	گیاهی	جلبک	کود
طول کپه پودیت ابتدایی	^{a}۳۱۰/۴ ±۰/۲۷	^{a}۳۰۹/۸± ۰/۷۴	^{b}۳۰۸/۶ ± ۰/۵۷	^{b}۳۰۷/۸ ±۰/۶۵	^{c}۳۰۵ ± ۰/۳۵
طول کپه پودیت پیشرفته	^{a}۵۲۹/۸ ± ۰/۶۵	^{a}۵۲۹/۴ ±۰/۵۷	^{b}۵۲۸/۴ ± ۰/۵۷	^{c}۵۲۵/۴ ±۰/۵۷	^{c}۵۲۴ ±۰/۶۱
طول بالغین	^{a}۶۹۱/۸ ± ۰/۸۲	^{a}۶۹۱ ±۰/۹۴	^{a}۶۹۰/۲ ±۰/۴۲	^{bc}۶۸۵/۶ ±۰/۵۷	^{c}۶۸۴/۴ ±۱/۰۴
عرض کپه پودیت ابتدایی	^{a}۱۸۸ ± ۱	^{a}۱۸۸ ±۰/۷۹	^{a}۱۸۷ ± ۰/۹۴	^{b}۱۸۳ ±۰/۷۹	^{b}۱۸۲/۸ ± ۰/۵۵
عرض کپه پودیت پیشرفته	^{a}۲۲۱ ±۰/۷۹	^{ab}۲۲۰ ± ۰/۷۹	^{b}۲۱۹/۲ ± ۰/۴۲	^{c}۲۱۷/۴ ± ۰/۵۷	^{c}۲۱۷ ±۰/۵۰
عرض بالغین	^{a}۲۹۸/۲ ± ۰/۴۲	^{a}۲۹۸ ±۰/۳۵	^{ab}۲۹۶/۴ ± ۰/۹۱	^{bc}۲۹۴/۶ ±۰/۵۷	^{c}۲۹۴ ±۱/۲۷

حروف مشخص شده در هر ردیف با حد اقل یک حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند (۰/۰۵ ≥P).

بحث

در پاروپایان رشد جسمی فرد ماده بعد از رسیدن به مرحله بلوغ متوقف و روند تولید تخم در آن آغاز می گردد. در رابطه با عوامل اصلی تعیین کننده هماوری (تولید تخم) تاکنون نتایج و نظریات مختلف به تأثیر غذا (کمی و کیفی) ، دما و ترکیب غذا و دما دلالت دارد (Miller & Marcus, 1994; Koski, 1999; Kleppel & Hazzard, 2000). برای نمونه Maier (۱۹۹۴) گزارش داد که میزان تخم پاروپایان *Mesocyclops leuckarti*، *Metacyclops gracilis*، *Metacyclops minutes*، *Paracyclops fimbriatus*، *Thermocyclops crassus*، *Tropocyclops prasinus* به ترتیب۴/۱۶ ± ۲۶/۴، ۳/۸۴ ±

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]
Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

۱۶/۳ ،۶/۶۸ ± ۲۵/۳ ،۳/۰۴ ± ۲۳/۵ ،۲/۳۰ ± ۲۴/۷ عدد تخم به ازای هر مولد میباشد. لذا برای بررسی روند رشد در مرحله بلوغ از پارامتر تولید تخم استفاده می شود. در این مطالعه مشخص شد که در دمای ۲۶ درجه سانتی گراد، نوع جیره غذایی بر میزان تولید تخم پارو پای *E. serrulatus* تأثیر معنی داری دارد به طوری که میانگین بیشترین تولید تخم در تغذیه با پودر غذای ماهی (۱/۰۸± ۱۸/۶ عددتخم به ازاء هر ماده) و پائین ترین آن با مخلوط کود(۰/۸۲ ± ۱۰/۶ عددتخم به ازاء هر ماده) به دست آمد. میزان هماوری بالا هنگام تغذیه با پودر غذای ماهی احتمالا مربوط به محتوای بالای اسیدچرب و میزان پروتئین این جیره غذایی نسبت به سایر جیره‌های آزمایشی بوده و به انرژی لازم برای سوخت و ساز موجود و تولید تخم برمی گردد.

Støttrup (۲۰۰۳) بیان کرد که تولید تخم در بسیاری از پاروپایان وابستگی شدیدی به پروفیل اسید چرب جلبک مورد تغذیه دارد. Zeng و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشتندکه محتوای اسیدهای چرب جیره غذایی بر تولید تخم در پاروپایان تأثیر دارد. Abu-Rezq و همکاران (۱۹۹۷) گزارش دادند که میزان تولید تخم در پاروپای *Tisbe furcata* نشان دهنده تأثیر نوع غذا است. Otsu و همکاران (۱۹۷۴) میزان تولید تخم پاروپای *E. serrulatus* پرورش یافته در جیره غذایی جوشانده ماکارونی (یک *نوع رشته فرنگی) بین ۱۲ تا ۲۴ و بطور میانگین ۱۹/۳ عدد بیان* کردند. Santer و Anne-Mette (۱۹۹۵) تولید تخم *Mesocyclops leuckarti* پرورش یافته دجیره‌های مختلف جلبکی را بین ۰/۴ تا ۱/۵ عدد بیان کردند.

فرآیندهای تکامل، رشد و تولید مثل تحت کنترل فاکتورهای مستقیم فیزیولوژیک و انتخاب طبیعی بر

وده که بر چرخه زندگی تاثیر می گذارند. بعبارت دیگر الگوهای تکاملی صرفا تحت کنترل فشارهای فیزیولوژیک هستند اما میزان و درجه تکامل و تغییرات آن در میان گونه ها تابع انتخاب طبیعی است (Peterson, 2001). غذا می تواند اثر چشمگیری بر تولید مثل و سیکل زندگی پاروپایان داشته باشد (Sabatini & Kiørboe, 1994). نتایج این مطالعه نشان داد که نوع جیره غذایی در مدت زمان تکاملی ناپلیوس و کپه پودیت پارو پای *E. serrulatus* نقش بسزایی دارد . کوتاه ترین دوره ناپلیوس و کپه‌پودیت در پاروپای تغذیه شده با پودر غذای ماهی (۰/۸۱ ± ۸/۳ روز برای ناپلیوس و ۰/۷ ± ۱۱ روز برای کپه پودیت) و مخمر (۰/۴ ± ۹/۶ روز برای ناپلیوس و ۰/۴ ± ۱۲/۶ روز برای کپه پودیت) بدست آمد. جیره غذایی پودر ماهی نسبت به جیره‌های غذایی گیاهی، جلبکی و مخلوط کود اختلاف معنی داری در میزان دوره تکامل این پاروپا دارد. علت احتمالی این اختلاف، علاوه بر ترکیبات غذایی پودر غذای ماهی و مخمر (پروتئین و اسیدهای چرب بالاتر نسبت به سایر تیمارهای غذایی) به بزرگتر بودن اندازه غذایی آنها مرتبط است. در واقع، پودر غذای ماهی و مخمر ساعاتی پس از قرار گرفتن در محیط آبی به میزان بالایی آب را جذب می‌کند، بزرگ، متورم و نرم (پنبه ای شکل) می شوند. بنابراین کارآیی مصرف بالاتری بویژه در مراحل ناپلیوس به دلیل تکامل نیافتن اجزاء دهانی و لوله گوارش دارد. از طرف دیگر در این مطالعه مشاهده شدکه این پاروپا تمایل به تغذیه دیتریت خواری دارد و نتایج این آزمایش نیز این مطلب را اثبات می کند. علاوه بر دلایل ذکر شده گمان داریم که محتوای بالای اسید های چرب در پودر غذای ماهی نسبت به سایر جیره‌های آزمایشی سبب می شود که ناپلیوس ها در مراحل اولیه زندگی از ذخیره غنی چربی موجود در تخم ها استفاده کنند و در نتیجه نیازهای غذایی آنها تامین و باعث بقاء بالا و کوتاه تر شدن زمان تکاملی گردد.

تأثیر نوع جیره ی غذایی بر سیکل زندگی پاروپایان قابل توجه می باشد زیرا قابلیت هضم مواد بلع شده توسط آن ها به نوع و گونه غذایی بستگی دارد(Abdullahi, 1992; Hansen, 1996). مطالعات متعددی نشان می دهند که پاروپایان در مراحل اولیه ناپلیوس تغذیه نمی کنند و از ذخیره غنی از چربی تخم هایشان (که وابسته به جیره غذایی مولد است) جهت تکامل و عبور از مرحله ۱ و۲ ناپلیوس استفاده می کنند (Peterson, 2001). اگر در این مراحل سرنوشت ساز انرژی لازم از غذای خورده شده به ناپلیوس پاروپا نرسد، عبور از این مراحل به کندی صورت می گیرد و حتی باعث مرگ ناپلیوس ها نیز می شود(Hansen, 1996). اکثر پاروپایان در مراحل ۱ تا ۵ ناپلیوس تنها اولین و دومین آنتنول و هم چنین ماندیبول ها را دارند و دیگر قسمت های دهانی به صورت جوانه ظاهر می شوند(Peterson, 2001). با توجه به اینکه گونه *E. serrulatus* در نوع غذا انتخابی عمل نمی کند بلکه صرفا در اندازه غذا انتخابی عمل می‌نماید لذادر دوره ناپلیوس جیره‌های

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]
Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

غذایی باید به آسانی نرم و قابل بلع و همچنین قابلیت هضم بالایی داشته باشند که به نظر می رسد پودر غذای ماهی و مخمر این قابلیت و اندازه مناسب را دارند. در مراحل کپه پودیت سایر اجزای دهانی و قسمت های دیگر بدنی پاروپایان ظاهر می شود و نوع غذای خورده شده نیز تأثیر بسزایی در مدت زمان این دوره دارد. افزایش رشد در دوره کمتر سبب می شود که طول دوره زمانی بلوغ کمتر شود.

در مطالعاتی مشابه مطالعه حاضر، Kumazawa (۲۰۰۰) با پرورش پاروپای *E. serrulatus* در محیط غذایی حاوی مخلوط *Cholomonas paramecium* و گندم جوشانده شده کمترین مدت زمان سیکل زندگی (از تخم تا بلوغ) این پاروپا را در محدوده ۱۰ تا ۱۴ روز بیان کرد و نتیجه گرفت که پاروپایان آب شیرین در تمام سیکل زندگی شان علاوه بر جلبک ها به ارگانیسم های بزرگتر مثل روتیفرها، مژه داران و غیره نیاز دارند. Sabatini و Kiorboe (۱۹۹۴) دوره ناپلیوس و کپه پودیت پارو پای *Oithona similis* را در محیط طبیعی به ترتیب ۸/۲ و ۱۱/۵ روز گزارش کرد. Abdullahi (۱۹۹۲) میانگین زمان تکامل از ناپلی تا بلوغ پاروپای *Acanthocyclops vernalis* تغذیه شده از پروتوزوآهای مژه دار پارامسی را ۱۲ روز بیان کرد. Johnson (۱۹۸۷) دوره ناپلیوس و کپه پودیت پاروپای *Parvocalanus crassirostris* تغذیه شده از غذاهای جلبکی را به ترتیب ۱۱ و۷/۹ روز بیان کرد. Haq (۱۹۶۵) زمان تکامل از تخم تا کپه پودیت ۱ و از کپه پودیت ۱ تا بلوغ را در پاروپای *Oithona nana* به ترتیب ۹-۷ و ۲۰-۱۸ روز بیان کرد. Paffenhofer و همکاران (۱۹۹۵) بیان کرد که زمان تکامل از تخم تا کپه پودیت ۱ و از کپه پودیت ۱ تا بلوغ در پارو پای *Oncaea mediterranea* تغذیه شده از غذاهای جلبکی به ترتیب ۹/۵ و ۲۹ روز می باشد. همانطور که مشاهده می شود با توجه به نوع جیره استفاده شده طول دوره ناپلیوس و کپه پودیت در پاروپای *E. serrulatus* متفاوت می باشد و پاروپای تغذیه شده با جیره غذایی پودر غذای ماهی و مخمر به ترتیب کوتاه ترین دوره زندگی را دارد.

در این مطالعه دامنه طول بدن بالغین ۶۹۱-۶۸۴ میکرون، که بالاترین آن مربوط به پاروپایان تغذیه شده با پودر غذای ماهی و کمترین آن در پاروپایان تغذیه شده با کود مخلوط بدست آمد. دامنه عرض بدن بالغین ۲۹۸-۲۹۴ میکرون حاصل شد که بالاترین آن با پودر غذای ماهی و کمترین آن با مخلوط کود بدست آمد. دلایل این اختلاف اندازه بدن را می توان در مصرف کمتر و ارزش غذایی پایین جیره های جلبکی و مخلوط کود ذکر کرد. طول پاروپایان در طبیعت و در فصول مختلف با توجه به درجه حرارت، قابلیت در دسترس بودن غذا، نوع و غلظت غذا، شوری وغیره تغییر می کند. اثرات مثبت غلظت غذا بر اندازه بدن پاروپا به خوبی شناخته شده است (Frost, 1977; Brooks & Mullin, 1970; Paffenhofer, 1988). تعدادی از محققان نیز بیان کرده اند که طول بدن پاروپایان در ارتباط با فاکتورهای ژنتیکی می باشد (Otsu *et al*., 1974; Dumont *et al*., 1975).

در مجموع نتایج این تحقیق بر اساس هماوری، زمان تکامل لاروی و اندازه بدن معین نمود که پاروپای *E. serrulatus* پتانسیل مناسب پرورش با جیره های جلبکی و غیر جلبکی را دارد اما عملکرد مناسب تر در جیره‌های غیر جلبکی حاصل شد. از غذاهای غیر جلبکی نظیر غذای ماهی می توان در پرورش انبوه این گونه استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان 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 می نمایند.

منابع

Abdullahi, B. A., 1992. Effect of diet on growth and development of three species of cyclopoid copepods. Hydrobiologia, 232: 233-241.

Abu-Rezq, T. S., Yule, A. B. and Teng, S. K., 1997. Ingestion, fecundity, growth rates and culture of the harpacticoid copepod, *Tisbe furcata*, in the laboratory. Hydrobiologia, 347: 109–118.

Alekseev, V. R., Dumont, H. J., Pensaert, J. and Baribwegure, D., 2006. A redescription of *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851) (Crustacea: Copepoda: Cyclopoida) and some related taxa, with a phylogeny of the *E. serrulatus* group. Zoologica Scripta, 35: 123–147.

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]
Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

copepod *Acartia clause* in mixtures of phytoplankton and inert particles. Marine Biology, 94: 579-587.

Brown, M. R., 2002. Nutritional value and use of microalgae in aquaculture. Marine Research, 45: 281-292.

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. Oecologia, 19: 75-97.

Dussart, B. H. and Defaye, D. 2001. Introduction to the Copepoda. *In*: Dumont HJF (Ed), Guides to the identification of the micro-invertebrates of the continental waters of the world. No. 16. Backhuys Publishers, Leiden, pp: 1–289.

Farhadian, O., Kharamannia, R., Mahboobi Soofiani, N. and Ebrahimi Dorche, E., 2012. Larval feeding behavior of angel fish *Pterophyllum scalare* (Cichlidae) fed copepod *Eucyclops serrulatus* and cladoceran *Ceriodaphnia quadrangula*. Aquaculture Research, 45(7): 1212-1223.

Fernando, C. H., 2002. A guide to tropical freshwater zooplankton. Backhuys Publisher, Leiden, 291P.

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

Hansen, A. M., 1996. Variable life history of a cyclopoid copepod: The role of food availability. Hydrobiologia, 320: 223-227.

Ayukai, T., 1987. Discriminate feeding of the calanoid

Haq, S. M., 1965. The larval development of *Oithona nana*. Journal of Zoology, 146: 155-166.

Hunt von Herbing, I. and Gallager, S. M., 2000. Foraging behavior in early Atlantic cod larvae (*Gadus morhua*) feeding on a protozoan (*Balanion* sp.) and a copepod nauplius (*Pseudodiaptomus* sp.). Marine Biology, 136: 591–602.

Johnson, T. D., 1987. Growth and regulation of the population on *Paravocalanus crassirostris* (Copepoda: Calanoida) in Long Island Sound, New York. PhD. Dissertation, State University of New York at Stony Brook, 191P.

Kleppel, G. S. and Hazzard, S. E., 2000. Diet and egg production of the copepod *Acartia tonsa* in Florida Bay. II. Role of the nutritional environment. Marine Biology, 137: 111–121.

Koski, M., 1999. The effect of temperature, food concentration and female size on the egg production of the planktonic copepod, *Acartia bifilosa*. Journal of Plankton Research, 21: 1779-1789.

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

Li, C., Luo, X. and Huang, X., 2008. Effects of temperature, salinity, pH, and light on filtering and grazing rate of a calanoid copepod (*Schmackeria dubia*). Science World Journal, 14: 1219-1227.

Liao, I. C., Su, H. M. and Chang, E. Y., 2001. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. Aquaculture, 200: 1-31.

Maier, G., 1994. Patterns of life history among cyclopoid copepods of central Europe. Freshwater Biology, 31: 77-86.

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]
Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

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

McAllister, C. D., 1970. Zooplankton rations, phytoplankton mortality and the estimation of marine production. *In*: Marine Food Chains, pp: 419-457.

Miller, D. D. and Marcus, N. H., 1994. The effects of salinity and temperature on the density and sinking velocity of eggs of the calanoid copepod *Acartia tonsa* Dana. Journal of the Experimental Marine Biology and Ecology, 179: 235–252

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 sp. nov. Journal of Phycology, 1: 34-38.

Omori, M., 1973. Cultivation of marine copepods. Bulletin of Plankton Society of Japan, 20: 3-11.

Otsu, T., Maekawa, K. and Caldwell, M., 1974. The life cycle of the freshwater copepod *Eucyclops serrulatus* (Fischer) and its use in a bioassay for decapods ovarian stimulating and inhibiting substances. Development, Growth and Differentiation, 16: 213-224.

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

Paffenhofer, G. A., Bundy, M. H., Lewis, K. D. and Metz, C., 1995. Rates of ingestion and their variability between individual calanoid copepods: direct observations. Journal of Plankton Research, 17: 1573-1585.

Peterson, W., 2001. Patterns in stage duration and development among marine and freshwater calanoid and cyclopoid copepods: A review of rules, physiological constraints, and evolutionary significance. Hydrobiologia, 453/454: 91-105.

Sabatini, M. and Kiørboe, T., 1994. Egg production, growth and development of the cyclopoid copepod *Oithona similis*. Journal of Plankton Research, 16: 1329–1351.

Santer, B. and Anne-Mette, H., 1995. The influence of food resources on the development, survival and reproduction of the two cyclopoid copepods: *Cyclops vicinus* and *Mesocyclops leuckarti*. Journal of Plankton Research, 17: 631- 646.

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.

Støttrup, J. G., 2003. Production and nutrition value of copepods. *In*: Støttrup JG, McEvoy LA (Eds), Live feeds in marine aquaculture. Blackwell Publishing, Oxford, pp: 145–205.

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

Zeng, C., Camus, T. and McKinnon, A. D., 2009. Egg production, egg hatching success and population increase of tropical paracalanid copepod, *Bestiolina similis* (Calanoida:

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]

Paracalanidae) fed different microalgal diets. Aquaculture, 297: 169-175.

Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110162]

Downloaded from isfj.ir at 17:15 +0330 on Wednesday December 27th 2017

Effect of different diets on fecundity, development time and body size of freshwater copepod *Eucyclops serrulatus*

Farhadian, O.[(1)*]; Kharamannia, R.[(1)]; Soofiani, N. M. [(1)]; Ebrahimi E[(1)].

* omfarhad@cc.iu.ac.ir

1-Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran

Key words: *Eucyclops serrulatus*, Fecundity, Development time, Body size, Algal and non-algal diets

Abstracts

The effect of five different diets consisting of green algae *Scenedesmus quadricauda*, cereal plant meal (wheat+white+canola+barley), fish food meal, mixed manure powder (chicken manure+cattle manure), and baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) were investigated on fecundity rate, larval development time and body length in freshwater copepod *Eucyclops serrulatus*. A complete randomized design was employed using an individual gravid female in 50ml vials at 26ºC water temperature. The maximum fecundity was obtained in copepods fed on fish diet (18.6±1.08, eggs /female; mean±SD) followed in order by baker's yeast (17.3±3.19), cereal plant meal (13±2.45), *Scenedesmus* (9.3±0.41), and mixed manure powder (8.6±0.82). The larval developmental time of copepod *E. serrulatus* was significantly different in copepods fed on examined diets. The mean shortest naupliar time (8.3±0.81 days) and copepodit time (1.0±0.70 days) were observed in copepods fed on fish food meal with a significant difference compared to other examined treatments. In addition, length and width of naupliar, copepodit, and adult of copepod *E. serrulatus* increased when copepods fed on fish diet and baker's yeast.

*Corresponding author