تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۲

نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۶، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۲

پرورش پاروپای آب شیرین *Eucyclops serrulatus* با استفاده از جیره‌های جلبکی و غیرجلبکی در شرایط آزمایشگاهی

❖ **امیدوار فرهادیان***: استادیار گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
❖ **رحمان خرامان‌نیا:** دانشجوی کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
❖ **نصرالله محبوبی صوفیانی:** استاد گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
❖ **عیسی ابراهیمی:** دانشیار گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

پاروپایان، از سخت‌پوستان زئوپلانکتونی، طعمه‌های مناسبی برای تغذیهٔ لارو ماهیان‌اند. در تحقیق حاضر تأثیر ۵ تیمار 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*) در میزان تولید، رشد و اندازهٔ بدن در پاروپای آب شیرین *Eucyclops serrulatus* بررسی شد. نتایج نشان داد که میانگین تولید ناپلیوس ۴/۷ ± ۴۸/۸ (خطای استاندارد ±)، ۲/۳۵± ۲۸/۴، ۲/۱ ± ۱۷/۷، ۱/۸± ۱۵/۹ و ۱/۸ ± ۲/۶ فرد به ازای هر ماده و میانگین تولید کپه پودیت ۴/۹ ± ۱/۳۷،۸/۳ ± ۲۹/۳، ۳/۲± ۱۸/۶، ۱/۰± ۷/۱ و ۱/۸ ± ۵/۳ فرد به ازای هر فرد ماده به ترتیب با پودر غذای ماهی، مخمر، پودر غلات گیاهی، جیرهٔ جلبکی سندسموس و کود مخلوط است. پودر غذای ماهی مناسب‌ترین جیره برای پرورش پاروپای *E. serrulatus* بود، زیرا بیشترین تولید کل پاروپا (ناپلیوس+کپه پودیت+بالغ) (۳/۷ ± ۱۰۱/۳ فرد به ازای هر فرد ماده یا ۹۴/۲ ± ۲۵۳۳/۰ فرد در هرلیتر)، میزان رشد ویژه (۰/۱۵ در روز)، کوتاه‌ترین زمان دوبرابرشدن جمعیت (۴/۶۰ روز)، و بالاترین اندازهٔ بدن (۶۹۱/۸ میکرومتر طول و ۲۹۸/۲ میکرومتر عرض) را داشت. در مجموع نتایج این تحقیق بر اساس تولید، رشد و اندازهٔ بدن مشخص کرد که پاروپای *E. serrulatus* پتانسیل مناسب پرورش با جیره‌های جلبکی و غیرجلبکی را دارد، اما عملکرد مناسب‌تر در جیره‌های غیرجلبکی دیده شد.

واژگان کلیدی: پاروپایان، تولید، جیره‌های جلبکی و غیرجلبکی، رشد، *Eucyclops serrulatus*

* نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۳۹۱۳۵۶۴-۰۳۱۱ فاکس: ۰۳۱۱۳۹۱۲۸۴۰ Email: omfarhad@cc.iut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱.مقدمه

زئوپلانکتون‌ها، با زندگی در محیط‌های آبی، در انتقال مواد و انرژی به سطوح غذایی بالای زنجیرهٔ غذایی نقش اساسی دارند. آنها از فیتوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند و دومین حلقهٔ مهم شبکهٔ غذایی را تشکیل می‌دهند (Dumont *et al*., 1975; Boxshall and Daniell, 2008). پاروپایان (Copepoda یا کپه‌پود) از مهم‌ترین زئوپلانکتون‌ها در حلقهٔ ارتباطی بین فیتوپلانکتون‌ها و سطوح غذایی بالاتر در اغلب اکوسیستم‌های آبی‌اند (Fernando, 2002). در طبیعت بیشتر لاروهای ماهیان و میگوها طی چند هفتهٔ اول زندگی‌شان از پاروپایان به لحاظ داشتن اندازهٔ مناسب همچنین، مناسب‌بودن اسیدهای چرب اشباع‌نشده و دیگر مواد غذایی ضروری تغذیه می‌کنند (Lavens and Sorgeloos, 1996 Farhadian *et al*., 2008;). مطالعات نشان داده است که این اسیدهای چرب، به ویژه ایکوزاپنتانوئیک اسید (C20:5n-3) و دایکوزاهگزانوئیک اسید (C22:6n-3)، در پاروپایان به مقدار فراوان یافت می‌شوند. پاروپایان منابع طبیعی آنتی‌اکسیدان، آستاگزانتین و ویتامین‌های C و E هستند (Watanabe *et al*., 1983). آنتی‌اکسیدان‌های قوی، که مانع پراکسیدشدن اسیدهای چرب اشباع‌نشده می‌شوند، در پاروپایان یافت می‌شوند و به طور درخور ملاحظه‌ای برای سلامتی لارو ماهیان مفیدند (Kraul *et al*., 1992; Lavens and Sorgeloos, 1996; Lim *et al*., 2003).

در مقایسه با روتیفر وآرتمیا مشکل اصلی پرورش پاروپایان، به‌منزلهٔ غذای زنده، پایین‌بودن میزان تراکم تولید آنها در سیستم‌های پرورشی انبوه است (Abdullahi, 1992; Carli*et al*., 1995; Evjemo *et al*., 2004). پاروپایان از طیف وسیعی از غذاها شامل جلبک‌ها، دیتریتوس‌ها، باکتری‌ها، روتیفرها، شیرونومیدها و حتی لارو ماهی‌ها تغذیه می‌کنند. اطلاعات دربارهٔ تغذیهٔ پاروپایان سیکلوپوئید هنوز ناقص و اندک است؛ تعدادی ازسیکلوپوئیدها همه‌چیزخوارند، تعدادی از دیتریتوس‌های آلی تغذیه می‌کنند، تعدادی علف‌خوار وتعدادی هم رفتار غذایی گوشت‌خواری دارند (مانند *Acanthocyclops*). گونه‌های بزرگ‌ترشان مانند جنس‌های *Macrocyclops*، *Megacyclops* ، *Cyclops* و *Acanthocyclops* شکارچیانی واقعی‌اند (McAllister, 1970; Brandl and Fernando, 1978; Paffenhofer, 1988; Fernando, 2002).

از اوایل دههٔ ۱۹۹۰ احیای تلاش برای پرورش متراکم گونه‌های خاصی از پاروپایان خصوصاً به علت کاهش جهانی سیست آرتمیا بوده است. بنا بر نتایج این تحقیقات، گونه‌هایی از پاروپایان که دوره‌های تولیدمثلی کوتاه دارند برای اهداف پرورش مناسب‌ترند. اگرچه پرورش پاروپایان در سیستم‌های بسته موفقیت‌آمیز بوده است، ولی تولید انبوه آنها در مقیاس‌های تجاری، به سبب تکنیک‌های دخیل در این کارها، هنوز به دست نیامده است و در حال پیشرفت است. تاکنون، بیشتر از ۹۰ گونه پاروپا به صورت آزمایشگاهی پرورش داده شده‌اند؛ در حالی که، پرورش انبوه پاروپایان و رسیدن به مقیاس‌های تجاری دلگرم‌کننده نیست که به احتمال زیاد به کمبود دانش فنی در این زمینه برمی‌گردد (Omori, 1973; Ohno and Okamura, 1988; Sarma *et al*., 2003).

Kahan *et al*. (1982) در مطالعه‌ای، با استفاده از جیرهٔ غذایی گیاهی ترکیبی از کاهو، دانهٔ گندم، هویج، اسفناج، نخود و گوجه‌فرنگی، تولیدی برابر با ۳۸۳۰۰ فرد در لیتر پاروپای *Tisbe holothuria* و ۱۳۶۳۰۰ فرد در لیتر پاروپای *Amphiascella subdebili* به دست آوردند. Hernandez Molejon and Alvarez-Lajonchere (2003) گزارش کردند که تولید کل پاروپای

Archive of SID

www.SID.ir

Oithonaoculata در تانک ۲۵۰۰ لیتری هنگام تغذیه با جلبک *Nannochloropsis oculata* و مخمر نانوایی به ۵ تا ۸ فرد در میلی‌لیتر می‌رسد. Sun and Fleeger (1995) در مطالعه‌ای پاروپای *Amphiascoides atopus* را در حجم ۴۰ لیتری و با جیرهٔ غذایی جلبک *Chaetoceros mulleri* پرورش و تولیدی برابر با $۲/۸\times۱۰^{۶}$ فرد در روز را گزارش دادند.Lee *et al.* (2006) پاروپای سیکلوپوئید *Paracyclopina nana* را با استفاده از جیره‌های مختلف جلبکی پرورش دادند و ۹۵ ناپلیوس در هر میلی‌لیتر و ۱۱۹ فرد بالغ را در هر میلی‌لیتر گزارش دادند.

پاروپای *Eucyclops serrulatus* Fishcher,(1851) متعلق به پاروپایان سیکلوپوئید (Cyclopoidae: Copepoda) است که پراکندگی وسیعی در مناطق لیمنتیک و گرمسیری دارد. پاروپایان سیکلوپوئید، مانند اکثر پاروپایان آزادزی، ۶ مرحله ناپلیوس و ۵ مرحله کپه پودیت دارند. در میان پاروپایان سیکلوپوئید، *E. serrulatus* به علت توانایی بقا تحت شرایط مختلف محیطی (مانند شرایط کم اکسیژن) بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (Otsu *et al.*, 1974; Alekseev *et al.*, 2006; Nandini and Sarma, 2007).

تاکنون مطالعات بسیار اندکی دربارهٔ بیولوژی، تغذیه و استفاده از گونهٔ پاروپای *E. Serrulatus* انجام شده است. با توجه به لزوم مطالعات بیولوژیکی و اهمیت پاروپایان در تغذیهٔ لارو ماهیان، به‌دست‌آوردن روش‌های تولید پاروپای *E. serrulatus* با غذاهای مختلف جلبکی و غیرجلبکی بسیار اهمیت دارد که در این مطالعه بررسی می‌شود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. تهیهٔ پاروپای *E. serrulatus*

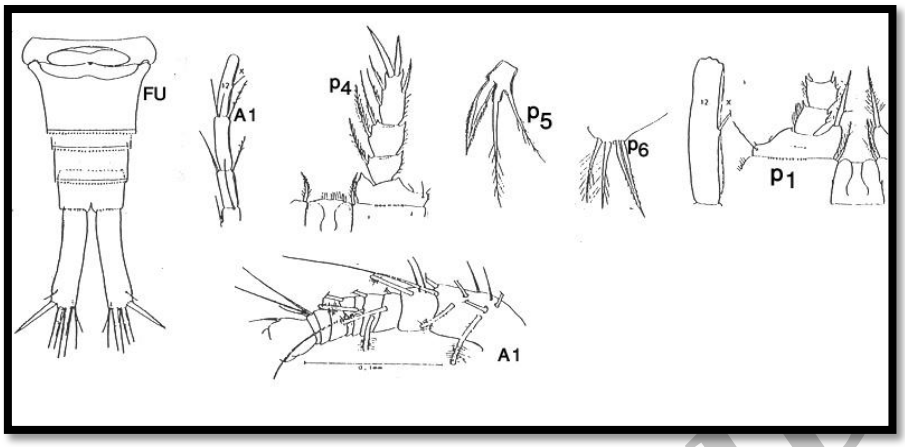
نمونه‌های زئوپلانکتونی آب شیرین با استفاده از تور پلانکتون‌گیر، با چشمهٔ ۱۰۰میکرومتر، از عمق ۱/۵–۱ متری درآذر ۱۳۸۸ از کارگاه پرورش ماهی کرسگان اصفهان نمونه‌برداری شدند. نمونه‌ها به صورت زنده و با دقت به آزمایشگاه گروه شیلات دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل شدند. نمونه‌های زئوپلانکتونی در شرایط آزمایشگاهی با اضافه‌کردن آب شهر (Tap water) و کاهش‌دادن تراکم نمونه‌ها نگهداری شدند. پس از ۲ روز نگهداری، پاروپایان جنس مادهٔ دارای تخم (گراوید) (femaleGravid) از گونهٔ *E. serrulatus* از سایرگونه‌های زئوپلانکتونی با استفاده از یک پیپت پاستور (۳/۵ میلی‌لیتر) جداسازی شدند و درون پتری دیش از قبل شسته‌شده و عاری از هرگونه آلودگی منتقل شدند. ماده‌های دارای تخم جدا و با لوپ آزمایشگاهی (Olympus, SZ6045, Japan) بررسی شدند و پس از حصول اطمینان از وجود تنها یک فرد در هر ظرف، با جلبک سبز سندسموس (*Scenedesmus quadricauda*) تغذیه شدند. سپس، برای پرورش در شرایط آزمایشگاهی و به‌دست‌آوردن تعداد کافی پاروپا به مدت ۴ ماه با استفاده از جیره‌های جلبکی و غیرجلبکی و در شرایط آزمایشگاهی پرورش داده شدند. پس از تولید چندین نسل خالص از پاروپای *E. serrulatus* و به‌دست‌آوردن ذخیرهٔ مناسب از افراد مادهٔ دارای تخم با نوبت اول رسیدگی جنسی (Original gravid) آزمایش موردنظر انجام شد.

۲.۲. نحوهٔ شناسایی گونهٔ مورد آزمایش

گونهٔ مورد نظر با استفاده از کلیدهای شناسایی زئوپلانکتون‌های آب شیرین شناسایی شد (Collado *et al.*, 1984; Dussart and Defaye, 2001; Fernando, 2002). نام علمی گونهٔ مورد نظر *E.serrulatus* است که با استفاده از اندام‌هایی چون پای پنجم، آنتن کوچک و بزرگ، پای چهارم، بند تناسلی و فورکا شناسایی شد که برخی از آن‌ها در شکل ۱ ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. اندام‌های مورد استفاده در شناسایی *E. serrulatus*
در این اشکال قسمت‌های مختلف شناسایی پاروپای *E.serrulatus* مشاهده می‌شود. فورکا (Fu)، پای اول شناگری و پرده بین دو قسمت پای اول (P1)، پای چهارم شناگری (P_4)، پای پنجم (P_5)، پای ششم (P_6) و آنتنول (A_1) (Fernando, 2002).

۳.۲. تهیهٔ تیمارهای جلبکی و غیرجلبکی

جمع‌آوری اولیهٔ نمونه‌های جلبکی حاوی جلبک سبز *Scenedesmus quadricauda* از آب استخرهای پرورش ماهی دانشگاه صنعتی اصفهان و کارگاه کرسگان اصفهان انجام شد؛ سپس، با استفاده از میکروپیپت سلول‌های فیتوپلانکتونی جدا شدند و، با بهره‌گیری از محیط کشت جامد آگار و تجدید مداوم کشت، استوک خالص تهیه شد. برای تهیهٔ محیط کشت جامد به ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر ۲ گرم آگار (Agar-Agar) جامد و محیط کشت BBM (Bold Basal's Medium) بر اساس Nichols and Bold (1965) اضافه شد. محیط کشت تهیه‌شده در دمای ۱۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه اتوکلاو شد. آنگاه محلول به صورت مایع و تقریباً گرم و در شرایط ضدعفونی و استریل‌شده درپتری دیش‌های پلاستیکی ریخته و درب آن با پارافیلم بسته شد. سپس، محیط کشت در دمای اتاق به حالت جامد تبدیل شد. بعد از تهیهٔ محیط کشت، نمونهٔ ناخالص تهیه‌شده از استخرهای پرورش ماهیروی محیط کشت اسپری شد تا کلونی‌های جلبکی بعد از ۱۰ روز تشکیل شوند. بعد از تشکیل کلونی‌ها و مشاهدهٔ آنها زیر میکروسکوپ، جلبک سبز *S. quadricauda* به محیط کشت مایع منتقل شد. جلبک بعد از کشت‌های متوالی خالص شد. پس از خالص‌سازی، از روش آزمایشگاهی پرورش جلبک، در ارلن مایرهای دو لیتری با محیط کشت BBM، برای کشت انبوه آنها استفاده شد. شرایط پرورش جلبک شامل دمای آب ۲۳ درجهٔ سانتی‌گراد، آب شیرین فیلترشده واتوکلاوشده، دورهٔ 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 میلی‌گرم در لیتر بود. برای برداشت از دستگاه سانتریفیوژ (Centurion Scientific Ltd) در سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۵ دقیقه استفاده شد. جلبک *S. quadricauda* بعد از جمع‌آوری در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد تا برای تغذیهٔ پاروپای *E. serrulatus* استفاده شود. تعیین تراکم جلبک در تغذیهٔ پاروپای *E. serrulatus* و کنترل میزان آن در دورهٔ آزمایش، با لام هموسایتومتری (۰/۰۶۲۵ mm × ۰/۲ mm) و میکروسکوپ اینورت

Archive of SID

www.SID.ir

(Ceti Belgium) بر اساس روش Martinez and Chakroff (1975)، پس از تثبیت نمونه‌ها درمحلول لوگول آیدین (۰/۱ میلی‌لیتر در ۳ میلی‌لیتر نمونه) انجام شد.سایر تیمارها شامل تیمار کود مخلوط (کود مرغی + گاوی)، تیمارمخلوط غلات گیاهی (برنج+ گندم+ کلزا+جو)، مخمر نانوایی (تیمار مخمر) و پودرغذا (تیمار ماهی)، پس از پودرکردن با دستگاه آسیاب، از الک با چشمهٔ ۱۰۰ عبور داده شدند تا اندازهٔ ذرات غذایی یکسان شود. برای به‌دست‌آوردن مخلوط هر یک از تیمارهای غذایی کود و غلات، نسبت وزنی مساوی آنها با هم مخلوط شد (جدول ۱).

جدول۱. مشخصات تیمارهای استفاده‌شده در پرورش پاروپای *E.serrulatus*

نام تیمار	مشخصات	دفعات تغذیه
جلبک Scenedesmus quadricauda	سبز رنگ، طول۰/۵±۲۱ میکرون، عرض۰/۳±۷/۵ میکرون، ۱۰۵ × ۴ سلول در میلی‌لیتر	دو روز یک‌بار
مخلوط کود (مرغی+گاوی) (۱:۱ وزنی)	قهوه‌ای رنگ و پودرشده، از هر کدام ۰/۵ میلی‌گرم	دو روز یک‌بار
مخلوط پودر گیاهی غلات (برنج+ گندم+ کلزا+ جو) (۱:۱:۱:۱ وزنی)	شیری رنگ، از هر کدام ۰/۵ میلی‌گرم	دو روز یک‌بار
مخمر نانوایی	خشک، سفید رنگ و پودرشده،۰/۵ میلی‌گرم	دو روز یک‌بار
پودر غذای ماهی	FFT، قهوه‌ای رنگ، ۰/۵ میلی‌گرم	دو روز یک‌بار

۴.۲. نحوهٔ انجام‌دادن آزمایش

پنج تیمار غذایی مطابق با جدول ۱ هرکدام با ۳ تکرار برای پرورش پاروپای *E. serrulatus* برای دوره‌ای ۳۰ روزه در نظر گرفته شدند. در انجام‌دادن آزمایش، برای هرکدام از تیمارها ۵ مادهٔ بالغ و دارای تخم (گراوید) (شکل ۲- الف) پس از جداکردن از جمعیت‌های آماده‌شده در استوک (یا ذخیره خالص‌سازی‌شده) و قراردادن آنها در بشرهای ۲۵۰میلی‌لیتری و با دمای آب ۱ ± ۲۶ درجهٔ سانتی‌گراد و pH آغازین ۷/۵-۷/۱ به طور تصادفی در نظر گرفته شدند. دورهٔ نوری به صورت ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی تنظیم شد. غذادهی با جیره‌های مختلف هر ۲ روز یک‌بار و در هربار ۴×۱۰^{۵} سلول در هر میلی‌لیتر غذای جلبکی سندسموس انجام شد و از سایر جیره‌ها ۰/۵ میلی‌گرم به محیط کشت اضافه شد. هر روز قبل از غذادهی باقی‌ماندهٔ غذاها از کف ظروف، با استفاده از پیپت پاستور، جمع‌آوری می‌شد. تعویض آب نمونه‌ها هر ۲ روز یک نوبت به میزان یک سوم محیط کشت انجام شد. در پایان آزمایش، از هر واحد آزمایشی نمونه‌ای حاوی ۱۰ سی‌سی برداشته شد و با استفاده از لام باگاروف (Bogorov's Plate) و لوپ آزمایشگاهی (مدل Olympus, SZ6045, Japan) تعداد ناپلیوس، کپه پودیت و بالغان در جمعیت شمارش شدند. همچنین، از هر تکرار یک نمونه با فرمالین ۴ درصد تثبیت شد و طول (از سفالوتوراکس تا انتهای Caudal rumi) و عرض (عریض‌ترین قسمت بدن) افراد بالغ و ماده با استفاده از میکروسکوپ دارای عدسی چشمی اندازه‌گیری شد.

Archive of SID

www.SID.ir

الف ب

شکل ۲. پاروپای بالغ *E. serrulatus*، دارای تخم(الف) و تخم ریخته (ب)

میزان رشد ویژه(*SGR*) با استفاده از رابطهٔ $SGR= (ln\ N_2-lnN_1)/\Delta t$ محاسبه شد که در آن N_1 و N_2 به ترتیب تراکم جمعیت در آغاز و پایان دورهٔ پرورش و Δt مدت زمان انجام‌دادن آزمایش است (Omori and Ikeda, 1984). زمان دوبرابرشدن(*DT*) جمعیت جلبک‌ها با استفاده از رابطهٔ $DT=log^2_e/SGR$ محاسبه شد (James and Al-Khars, 1986).

۵.۲. تجزیه و تحلیل آماری

همهٔ تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار SPSS انجام شد. از آزمون کالموگروف- اسمیرنف به منظور بررسی نرمال‌بودن داده‌ها استفاده شد. پس از اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (one- way ANOVA) برای بررسی وجود و نبود اختلاف معنی‌داری بین تیمارها و از آزمون چنددامنه‌ای دانکن برای مقایسه بین میانگین استفاده شد (Zar, 1984).

۳. نتایج

نتایج تغذیهٔ پاروپای *E. serrulatus* با جیره‌های غذایی جلبکی و غیرجلبکی در شکل ۳ ارائه شده است.

نتایج نشان داد که بیشترین تولید ناپلیوس *E. serrulatus* به ازای هر فرد مادهٔ اولیهٔ ذخیره‌سازی‌شده به طور میانگین ۴/۷ ± ۴۸/۸ فرد (خطای استاندارد±) در استفاده از تیمار پودر غذای ماهی و کمترین تولید ناپلیوس به ازای هر فرد ۱/۸± ۲/۶ فرد در جیرهٔ غذایی کود مخلوط است. تولید ناپلیوس در جیره‌های غذایی مخمر ۲/۳۵± ۲۸/۴، پودر غلات گیاهی ۲/۱ ± ۱۷/۷ و جیرهٔ جلبکی سندسموس ۱/۸± ۱۵/۹ فرد به ازای هر ماده به دست آمد (شکل ۳- الف). بیشترین تولید کپه پودیت به ازای هر فرد ماده به طور میانگین ۴/۹ ± ۳۷/۳ فرد در جیرهٔ پودر غذای ماهی و کمترین کپه پودیت ۱/۸ ± ۵/۳ فرد در جیرهٔ مخلوط کود بود. همچنین، تولید کپه پودیت با مخمر ۱/۸ ± ۲۹/۳، پودر غلات گیاهی ۳/۲± ۱۸/۶و جیرهٔ جلبکی سندسموس ۱/۰± ۷/۱ فرد به دست آمد (شکل ۳-ب). میانگین بالاترین تولید افراد بالغ به ازای هر فرد ماده /۲ ± ۱۵/۱ با پودر غذای ماهی و کمترین در تیمار مخلوط کود به میزان ۱/۰±۱/۷ فرد بود. تولید افراد بالغ در مخمر ۱/۸± ۱۰/۶، پودر

Archive of SID

www.SID.ir

غـلات گیـاهی ۲/۱ ± ۴/۴ و سندسـموس ۱/۰ ± ۴/۴ فرد تعیین شد (شکل ۳- ج).

بـه طـور کلـی، بیشـترین تولیـد کـل پاروپـای *E. serrulatus* به ازای هر فرد ماده (مجموع ناپلیوس+ کپه پودیت+ بالغ) ۳/۷ ± ۱۰۱/۳ فرد در جیرهٔ غـذایی پودر ماهی و کمترین تولید در جیرهٔ غـذایی مخلـوط کود به میزان ۲/۸ ±۹/۷ فرد محاسبه شد (شکل ۳-د). همچنین، تولید کل پاروپای *E. serrulatus* به ازای هر فـرد در تیمـار مخمـر ۶/۰ ± ۶۸/۴، پـودر غـلات گیـاهی۲/۸ ± ۴۰/۸ و جیـرهٔ جلبکـی سندسـموس ۱/۸± ۲۹/۳ فرد به دست آمده است.

تولید پاروپای *E. serrulatus* بـه ازای هـر لیتـر از محیط کشت در شکل ۴ ارائه شده است. بیشترین تولید کل پاروپـای *E. serrulatus* در هرلیتـر ۹۴/۲ ± ۲۵۳۳/۰ فرد در تیمار پودر ماهی و کمترین در تیمار مخلوط کود بـه میـزان۷ ±۲۴۴/۴ فـرد بـود. تولیـد کـل پاروپـای *E. serrulatus* در جیـرههـای غـذایی مخمـر ۱۵۱/۵± ۱۷۱۰/۹، پودر غلات گیاهی ۷۲ ± ۱۰۲۲/۱ و جیرهٔ جلبکی سندسموس ۴۷/۱± ۷۳۳/۲ فرد در لیتر بـه دست آمد.

نتایج میزان رشـد ویـژه(SGR) بـرای دورهٔ ۳۰ روزهٔ آزمایش محاسبه شـد (شـکل ۵- الـف). نتـایج نشـان داد کـه بیشـترین میـزان سـرعت رشـد ویـژهٔ پاروپای *E. serrulatus* در تیمار پودر غذای مـاهی بـه میزان ۰/۰۰۱ ± ۰/۱۵ در روز و کمترین سرعت رشد ویژه به میزان۰/۰۱۶± ۰/۰۳ در روز مربوط بـه تیمـار مخلوط کود است. سرعت رشد ویژه در جیرهٔ مخمـر ۰/۰۰۴ ±۰/۱۳ در روز، پودر گیـاهی۰/۰۰۳±۰/۱۰ در روز و سندسموس۰/۰۰۳ ± ۰/۰۸ در روز تعیین شـد (شکل۵- الف).

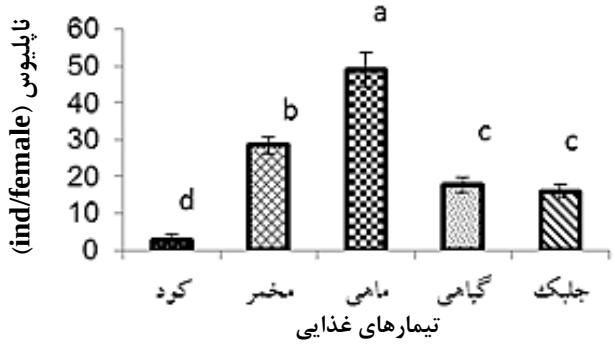
بیشترین میزان زمان دوبرابرشدن جمعیت (*Dt*) در پاروپای *E. serrulatus* در این آزمایش مربـوط بـه تیمار مخلـوط کـود بـه میـزان ۱/۶۱ ± ۱۷/۰۱ روز و کمترین زمـان دوبرابرشـدن بـه میـزان ۰/۰۵ ± ۴/۶۰ مربوط به تیمار پودر غذای ماهی است(شکل ۵- ب). ایـن میـزان در مخمـر ۰/۱۹±۵/۳۱، غـلات گیـاهی ۰/۲۱± ۶/۶۱ و سندسموس۰/۲۸ ± ۷/۸۵ روز بود. به طور کلی، بیشترین میزان تولید، رشد و کمترین زمـان دوبرابرشدن در جمعیت *E. serrulatus* تغذیه‌شـده بـا پودر غذای ماهی به دست آمد.

نتـایج انـدازه‌گیـری طـول وعـرض پاروپـای *E. serrulatus* تغذیه‌شـده بـا جیـره‌هـای مختلـف در جدول ۲ ارائه شده اسـت. بـه‌منزلـهٔ شـاخص، طـول بالغان ماده تغذیه‌شده با پودر غـذای مـاهی بیشـترین طول(۰/۸۲ ± ۶۹۱/۸ میکرومتر) را داشت که اختلاف معنی‌داری با غلات گیاهی، سندسموس و کود داشت (P≤ ۰/۰۵). نتایج نشان داد که عـرض بـدن پاروپـای *E. serrulatus* تغذیه‌شده با پودر غذای ماهی بیشترین اسـت (۰/۴۲ ± ۲۹۸/۲ میکرومتـر) و بـا جیـره‌هـای جلبکـی و مخلـوط کـود اخـتلاف معنـی‌داری دارد (P≤ ۰/۰۵). به طور کلی، می‌توان گفت که اسـتفاده از پودر غذای مـاهی و مخمـر باعـث افـزایش طـول و عرض پاروپای *E. serrulatus* می‌شود.

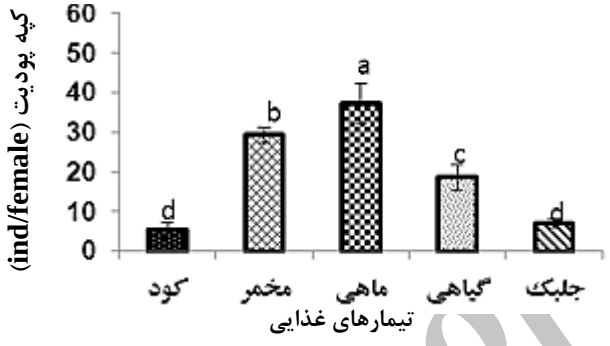
Archive of SID

www.SID.ir

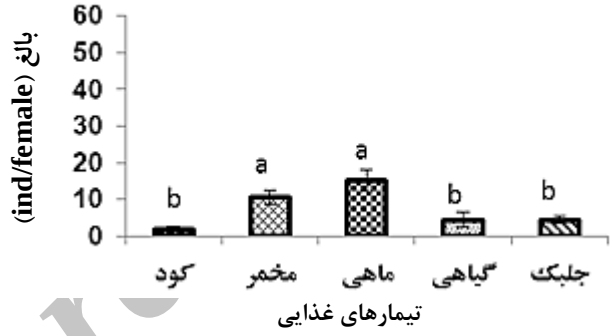
الف)



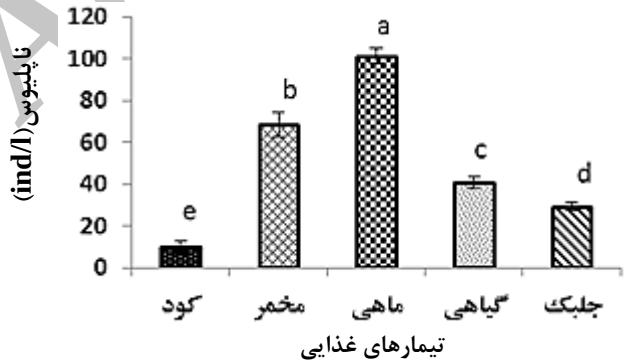
ب)



ج)



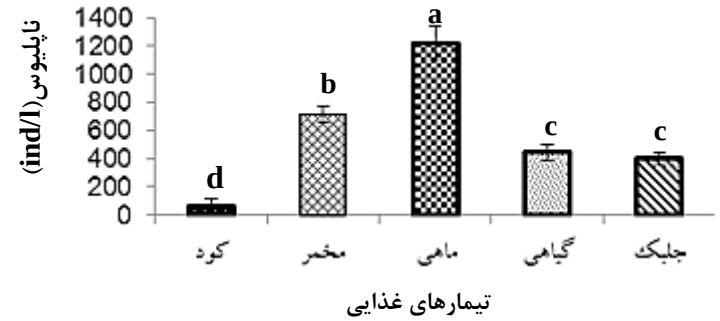
د)



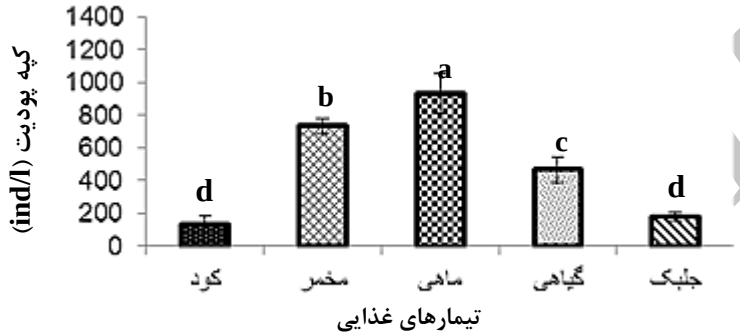
شکل ۳. میانگین (± خطای استاندارد) تولید ناپلیوس (الف)، کپه پودیت (ب)، بالغان (ج) و کل جمعیت (د) پاروپای *E. serrulatus* تغذیه شده با جیره‌های غذایی مختلف به ازای هر فرد ماده اولیه. حروف مشخص شده در هر ستون با حد اقل یک حروف مشابه، از نظر آماری با آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند (P≥ ۰/۰۵).

www.SID.ir

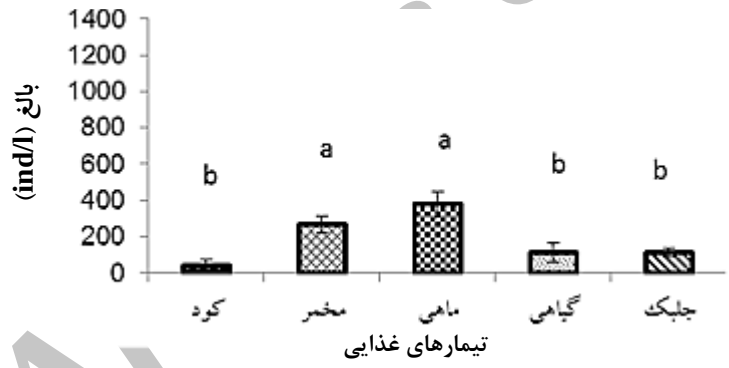
الف)



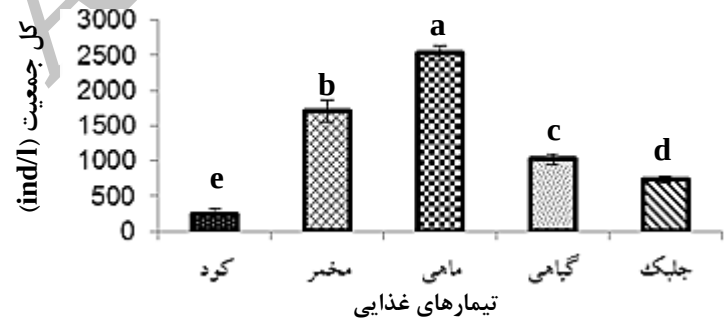
ب)



ج)

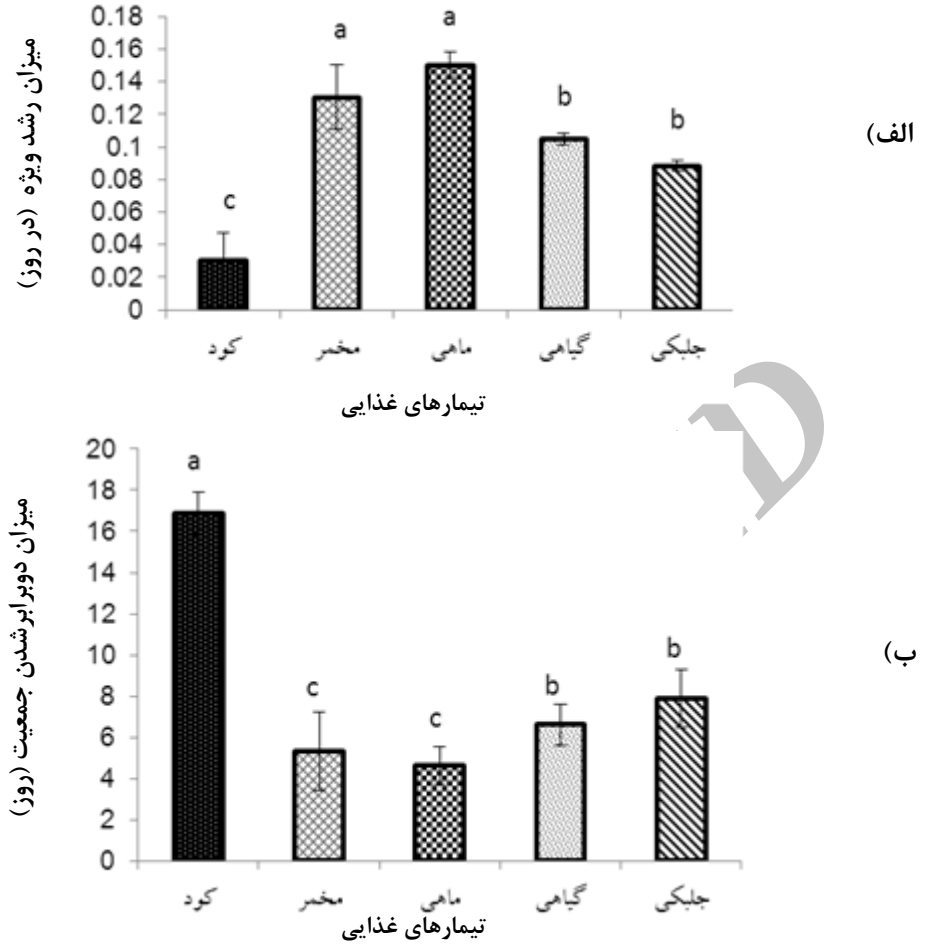


د)



شکل ۴. میانگین (± خطای استاندارد) تولید ناپلیوس (الف)، کپه پودیت (ب)، بالغان (ج) و کل جمعیت (د) پاروپای *E. serrulatus* تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی مختلف در هر لیتر. حروف مشخص‌شده در هر ستون با حداقل یک حروف مشابه، از نظر آماری با آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند (P≥ ۰/۰۵).

www.SID.ir



شکل ۵. میانگین (± خطای استاندارد) میزان رشد ویژه (SGR) (الف) و میزان دو برابرشدن جمعیت (Dt) پاروپای *E. serrulatus* تغذیه‌شده با جیره‌های مختلف غذایی. حروف مشخص‌شده در هر ستون با حداقل یک حروف مشابه، از نظر آماری با آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند (P≥ ۰/۰۵).

جدول۲. طول و عرض (بر حسب میکرومتر) پاروپای *E. serrulatus* در جیره‌های مختلف آزمایش

فاکتورها	تیمارها				
	پودر غذای ماهی	مخمر	گیاهی	جلبک	کود
طول بالغان	۶۹۱/۸ ± ۰/۸۲^{a}	۶۹۱ ±۰/۹۴^{a}	۶۹۰/۲ ±۰/۴۲^{b}	۶۸۵/۶ ±۰/۵۷^{bc}	۶۸۴/۴ ±۱/۰۴^{c}
عرض بالغان	۲۹۸/۲ ± ۰/۴۲^{a}	۲۹۸ ±۰/۳۵^{a}	۲۹۶/۴ ± ۰/۹۱^{ab}	۲۹۴/۶ ±۰/۵۷^{bc}	۲۹۴ ±۱/۲۷^{c}

حروف مشخص‌شده در هر ردیف با حداقل یک حروف مشابه، از نظر آماری با آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند (P≥ ۰/۰۵).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه دامنهٔ تراکم جمعیت پرورش‌یافته از پاروپای *E. serrulatus*، ۹/۷–۱۰۱/۳ فرد به ازای هر پاروپای ماده و میزان رشد ویژه ۰/۰۳–۰/۱۵ بر روز به دست آمد که در هر دو فاکتور مقادیر بیشترین و کمترین به ترتیب مربوط به تیمار پودر غذای ماهی و

Archive of SID
www.SID.ir

نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۶، شمارهٔ ٤، زمستان ۱۳۹۲، صفحه ٤۶۳ تا ٤۷۷

تیمار کود مخلوط بود. دلایل احتمالی افزایش رشد و تولید پاروپای تغذیه‌شده با غذای ماهی در این آزمایش را می‌توان دردرجهٔ نخست به ترکیب بیوشیمیایی آن (پروتئین ۴۲ درصد و چربی ۱۵ تا ۲۰ درصد)، بالابودن مواد مغذی و فراهم‌کردن انرژی لازم برای رشد و تکامل پاروپا در همهٔ مراحل زندگی و قابل هضم‌بودن سلول‌های غذایی این جیره (هنگام قرارگرفتن متورم و نرم‌شدن در محیط کشت پاروپا با جذب آب) نسبت داد. همچنین، داشتن رنگ قهوه‌ای تیره در محیط آب و احتمالاً سهولت پیداکردن، همگن‌شدن اجزای سلولی با آب، اندازهٔ مناسب و همچنین، تولید باکتری‌ها در اطراف این جیره تغذیهٔ آن را برای مراحل ناپلیوس مناسب‌تر می‌کند. گزارش‌های Otsu *et al.* (1974) و Adrian and Frost (1993) نشان دادند که سیکلوپوئیدها با افزایش سن (از مرحلهٔ کپه پودیت به بالا) رفتار غذایی همه‌چیزخواری و گوشت‌خواری پیدا می‌کنند. با توجه به رفتار تغذیه‌ای این گونه پاروپا و دلایل ذکرشده می‌توان علت افزایش معنادار رشد و تولید در تیمار پودرغذای ماهی را توجیه کرد.

پس از تیمار غذای ماهی، پاروپایان تغذیه‌شده با مخمرنانوایی نسبت به سایر تیمارها رشد و تولید بهتر و معناداری داشتند (۶۸/۴ فرد به ازای هر ماده). مخمر نانوایی دارای حدود ۳۳ درصد پروتئین خام است و حاوی ویتامین‌های گروه B، اعم از B_1، B_2، B_3، B_5، B_6، B_9 و بیوتین است (Payne and Rippingale, 2000; Omstedt *et al.*, 2006). از سوی دیگر، مخمر نسبت به جیره‌های غذایی گیاهی فاقد سلولز است و اندازهٔ ذرات سلولی آن کمتر از ۵ میکرومتر است. در محیط آبی، در اطراف سلول‌های مخمر موجودات تک‌سلولی و باکتری‌ها امکان رشد و تولید می‌یابند که پاروپایان، مخصوصاً افراد ناپلیوس، به‌خوبی از این موجودات تغذیه می‌کنند(Gophen *et al.*, 1974; James *et al.*, 1983). با توجه به رفتار تغذیه‌ای پاروپای *E. serrulatus*، اندازهٔ مناسب سلول‌های مخمر، قابل هضم‌بودن همچنین، نبود مواد بازدارندهٔ رشد و تولیدمثل می‌توان بیان کرد که مخمر نان جیرهٔ غذایی بسیار مناسب‌تری در مقایسه با پودر غلات گیاهی، کود و سندسموس است.

تولید پایین پاروپای *E. serrulatus* تغذیه‌شده با کودهای مخلوط را می‌توان عمدتاً به پایین‌بودن ارزش غذایی کود، اندازهٔ ذرات آن و آلودگی محیط به واسطهٔ افزایش نیترات و فسفر همچنین، کاهش کیفیت آب مرتبط دانست. از دیگر موارد مهم در این مطالعه پایین‌بودن تولید و رشد *E. serrulatus* با جیرهٔ غذایی حاوی سندسموس است. در مطالعاتی که تاکنون با جیره‌های جلبکی مختلف انجام شده است، با توجه به نوع جلبک و گونه‌های مختلف پاروپایان، عملکرد تولید و رشد مختلفی گزارش شده است (Abdullahi, 1992; Hsu, 1999; Cheng *et al.*, 2001; Hernandez Molejon and Alvarez-Lajonchere, 2003; Farhadian *et al.*, 2008). از مواردی که می‌توان برای رشد و تولید پایین در استفاده از سندسموس (*S.quadricauda*) بیان کرد، ساختار سلولی و تغییرات شکل کلونی‌های این جلبک است. جلبک سندسموس بیضی‌شکل است و بیشتر به صورت مخلوطی از کلونی‌های ۲، ۴، ۸ و ۱۶ سلولی در کنار یکدیگر است. اندازهٔ سلول آن ۱۸–۱۱ میکرومتر طول و ۵/۷–۳ میکرومتر عرض با انتهای سلولی برآمده دارد و گاهی اوقات مجهز به خارهای بلند (۱۷–۱۰ میکرومتر) است (Mayeli *et al.*, 2004). با توجه به چنین ساختاری در جلبک سندسموس همچنین، عوامل رفتاری پاروپای *E. serrulatus*، مصرف و میزان بلع آن با کاهش میزان فیلتراسیون محدود می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج این مطالعه به لحاظ کمّی نشان داد که نوع جیرهٔ مورد استفاده بر تولید و میزان رشد در پاروپای *E. serrulatus* تأثیر معنی‌داری دارد که با یافته‌های سایر محققان در مطابقت کلی است. Millou and Moraitou-Apostolopoulou (1991) نشان دادند که تغذیهٔ پاروپایان با غذای کنسانتره باعث افزایش مولدان همچنین، افزایش بقای کپه پودیت‌ها می‌شود. Caril(1995) گزارش کرد که تغذیهٔ پاروپای *Tigriopus fulvus* با جلبک *Monochrysis lutheri* باعث افزایش تولید روزانهٔ ناپلیوس‌ها می‌شود و به واسطهٔ کاهش بقا طی مراحل تکامل لاروی مولدان عقیم تولید می‌شوند؛ در صورتی که، در استفاده از مخمر نانوایی تولید کل جمعیت افزایش و موجودات بالغ بارور زیادتر می‌شوند.(2009) Farhadian *et al*. تولید پاروپای *Apocyclops dengizicus* را در تغذیه از پودر غذای کنسانترهٔ میگو برابر با ۷۰ فرد به ازای هر ماده به دست آوردند.

یکی دیگر از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار محتوای اسید چرب جیرهٔ غذایی است که در عملکرد تولیدمثلی پاروپایان تأثیر بسزایی دارد وموجب افزایش تعداد تخم (هماوری) و بقای کپه پودیت‌ها طی مراحل تکامل لاروی می‌شود (Støttrup and Jensen, 1990; Millou and Moraitou-Apostolopoulou, 1991). از سوی دیگر، محتوای اسید آمینه‌های ضروری جیرهٔ غذایی نیز با تولید تخم در پاروپایان در ارتباط است (Payne and Rippingale, 2000). بنابراین، تا حدودی می‌توان استنباط کرد که جیره‌های مشتق‌شده از محصولات و ضایعات حیوانی نسبت به انواع مشابه گیاهی، مانند سویا و مخمر،کارایی بالاتری در تغذیهٔ بعضی از پاروپایان دارند. Gaudy and Guerin (1977) نشان دادند که پاروپای *Tisbe holothoriae* تغذیه‌شده از غذای کنسانتره و غذاهای حیوانی تولید بالایی دارد و محتوای چربی آنها نیز درخور توجه است. خلاف این نتایج نیز در مطالعهٔ Hsu *etal*. (2001) بیان شده است؛ به طوری که، پاروپای *Apocyclops royi* تغذیه‌شده با جیره‌های جلبکی در مقایسه با چند غذای مصنوعی و کنسانتره از جمله مخمر نانوایی و پروتئین DHA-selco تولیدمثل مناسب‌تر و سن بلوغ کوتاه‌تری داشت.

در این مطالعه دامنهٔ طول بدن بالغان ۶۹۱-۶۸۴ میکرومتر و عرض بدن بالغان ۲۹۸-۲۹۴ میکرومتر بود که بالاترین با پودر غذای ماهی و کمترین در استفاده از کود مخلوط بود. دلایل این اختلاف اندازهٔ بدن را می‌توان در مصرف کمتر و ارزش غذایی پایین جیره‌های جلبکی و مخلوط کود ذکر کرد. طول پاروپایان در طبیعت و در فصول مختلف با توجه به درجهٔ حرارت، قابلیت در دسترس‌بودن غذا، نوع و غلظت غذا، شوری وغیره تغییر می‌کند. تأثیرات مثبت غلظت غذا بر اندازهٔ بدن پاروپا به‌خوبی شناخته شده است (Frost, 1977; Mullin and Brooks, 1970; Paffenhofer, 1988). تعدادی از محققان نیز بیان کرده‌اند که طول بدن پاروپایان در ارتباط با فاکتورهای ژنتیکی است (Otsu et al., 1974; Dumont *et al*., 1975).

استفاده از جیره‌های بررسی‌شده در این تحقیق به منظور تولید پاروپای *E. serrulatus* به صورت انبوه مفید خواهد بود. همچنین، مطالعهٔ مقدماتی در استفاده از این گونه پاروپا برای تغذیهٔ لارو ماهیان تزئینی نشان داده است که لارو ماهی میزان بلع درخور ملاحظه و بقای لاروی بسیار بالایی در استفاده از این طعمهٔ زئوپلانکتونی باارزش دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشکدهٔ منابع طبیعی و معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه صنعتی اصفهان که موجبات انجام‌دادن این تحقیق را فراهم کردند کمال سپاس‌گزاری را دارند.

References

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

[2]. Adrian, R., Frost, T.M. 1993. Omnivory in cyclopoid copepods: comparisons of algae and invertebrates as food for three, differently sized species. Journal of Plankton Research 15, 643–658.

[3]. Alekseev, V.R., Dumont, H.J., Pensaert, J., 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.

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

[5]. Brandl, Z., Fernando, C.H., 1978. Prey selection by the cyclopoid copepods *Mesocyclopj edax* and *Cyclops vicinus*. International Verh Limnology20, 2505-2510.

[6]. Carli, A., Mariottini, G.L., Pane, L., 1995. Influence of nutrition on fecundity and survival in *Tigriopus fulvus* Fischer (Copepda, Harpacticoida). Aquaculture134, 113-119.

[7]. Cheng, S., H. Chen, S. Chang, T. Chen, I. Liao, 2001. Study on the optimal density of mass culture in copepod *Apocyclops royi* (abstract). In: 6th Asian Fisheries Forum, November 29, Asian Fisheries Society, Kaohsiung, Taiwan, P. 58.

[8]. Collado, C., Defaye, D., Dussart, B.H., Fernando, C.H., 1984.The freshwater Copepoda (Crustacea) of Costa Rica with notes on some species. Hydrobiologia 119, 89–99.

[9]. Dussart, B.H., Defaye, D., 2001. Introduction to the Copepoda. In*:* Dumont, H.J.F. (Ed.), Guides to the Identification of the Micro-invertebrates of the Continental Waters of the World, No. 16, Backhuys Publishers, Leiden,pp. 1–289

[10]. Dumont, H. J., Van de Velde, I., 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. Oecolo. (Berl) 19, 75-97.

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

[12]. Farhadian, O., Yusoff, F. M., 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.

[13]. Farhadian, O., Yusoff, F.M., Suhaila, M., 2009. Nutritional values of *Apocyclops dengizicus* (Copepoda: Cyclopoida) fed *Chaetocerous calcitrans* and *Tetraselmis tetrathele*. Aquaculture Research 40, 74-82.

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

Archive of SID

www.SID.ir

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

[16]. Gaudy, R, Guerin, J.P., 1977. Dynamique des populations de *Tisbe holothuriae* (Crustacea: Copepoda) en elevage sur trois regimes artificiels different. Marine Biology 39 , 137–145.

[17]. Gophen, M., Cavari, B.Z., Berman, T., 1974. Zooplankton feeding on differentially labeled algae and bacteria. Nature 247, 391-392.

[18]. Hernandez Molejon, O.G., Alvarez-Lajonchere, L., 2003. Culture experiments with *Oithona oculata* Farran, 1913 (Copepoda: Cyclopoida), and its advantages as food for marine fish larvae. Aquaculture 219, 471–48.

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

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

[21]. James, C.M., Bou-Abbas, M, Al-Khars, A.M, Al-Hinty, S., Salman, A.E, 1983. Production of the rotifer *Brachionus plicatilis* for aquaculture in Kuwait. Hydrobiologia 104, 77-84.

[22]. Kahan, D., Uhlig, G., Schwenzer, D., Horowitz, L., 1982. A simple method for cultivating harpacticoid copepods and offering them to fish larvae. Aquaculture 26, 303–310.

[23]. Kraul, S., Nelson, A., Brittain, K., Ako, H., Ogasawara, A., 1992. Evaluation of live feeds for larval and postlarval mahimahi *Coryphaena hippurus*. Journal of the World Aquaculture Society 23, 299–307.

[24]. Lavens, P., Sorgeloos, P., 1996. Mannual on the production and use of live food for aquaculture. Food Agriculture Organization of the United Nation, 400 pp

[25]. Lee, K.W., Park, H. G., Lee, S. M., Kang, H. K., 2006. Effects of diets on the growth of the brackish water cyclopoid copepod *Paracyclopina nana Smirnov*. Aquaculture 256, 346–353.

[26]. Lim, L.C, Dhert, P., Sorgeloos, P., 2003. Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture. Aquaculture 227, 319– 331.

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

[28]. Mayeli, S. M., Nandini, S., Sarma, S.S.S., 2004. The efficacy of *Scenedesmus* morphology as a defense mechanism against grazing by selected species of rotifers and cladocerans. Aquatic Ecology 38, 515-522.

[29]. Millou, H., Moraitou-Apostolopoulou, M., 1991. Combined effects of temperature and salinity on the population dynamics of *Tisbe holothuriae* Humes (Copepoda: Harpacticoida). Hydrobiologia 121, 431-434.

[30]. Mullin, M.M., Brooks, E. R., 1970. The effect of concentration of food on body weight, cumulative ingestion, and rate of growth of the marine copepod *Calanushelgolandicus*. Limnology and Oceanography 15, 748–755.

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

[32]. Nichols, H.W., Bold H.C., 1965. *Trichorsarcina polymorpha* gen. et sp. nov. Journal of Phycology1, 34-38.

[33]. Ohno, A., Okamura, Y., 1988. Propagation of the calanoid copepod, *Acartia tsuensis*, in outdoor tanks. Aquaculture70, 39–51.

Archive of SID

www.SID.ir

[34]. Omori, M., 1973. Cultivation of marine copepods. Bullein of Plankton Society of Japan 20, 3 - 11.

[35]. Omori, M., Ikeda T., 1984. Methods in marine zooplankton ecology. John Wiley and Sons Inc, New York, 332 PP.

[36]. Omstedt, P.T., Alexandra, V.D.D., Gudmund, H., Hakan, M., 2006. Nutritive value of *Saccharomyces cerevisiae*, *Scenedesmus obliquus* and *Spirulina platensis* as measured by protein synthesis in vitro in rat skeletal muscle. Journal of the Science of Food and Agriculture 24, 1103-1113.

[37]. Otsu, T., Maekawa, K., 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 Differentation 16, No, 3.

[38]. Paffenhofer, G.A., 1988. Feeding rate and behavior of zooplankton. Bulltein of Marine Science 43, 430-445.

[39]. Payne, M.F., Rippingale, R.J., 2000. Evaluation of diets for culture of the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. Aquaculture 187, 85– 96.

[40]. Sarma, S.S.S., Romulo, J.A.L., 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.

[41]. SPSS, 2007. Statistical Pakage for Social Science. Version 16, SPSS Inc., Michigan Avenue, Chicago, Illinois, USA.

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

[43]. Sun, B., Fleeger, J.W., 1995. Sustained mass culture of *Amphiascoides atopus* a marine harpacticoid copepod in a recirculating system. Aquaculture 136, 313–321.

[44]. Watanabe, T., Kitajima, C., Fujita, S., 1983. Nutritional value of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. Aquaculture 34, 115– 143.

[45]. Zar, J. H., 1984. Biostatistical Analysis, 2nd edition. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New York. 718.

Archive of SID

www.SID.ir