عملکرد رشد کوپه پود *Acanthocyclops trajani* تغذیه شده با جیره های غذایی خشک

رحیمه رحمتی [۱*]، ابوالقاسم اسماعیلی فریدونی [۲] ، مسطوره دوستدار [۳]

[۱] سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، فرح آباد
[۲] دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[۳] سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی، تهران

تاریخ دریافت : فروردین ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۰

چکیده

اثرات جیره‌های متنوع خشک پودری بر میزان تراکم و سرعت رشد جمعیت سیکلوپوئید کوپه‌پود *Acanthocyclops trajani* بررسی شد. بدین منظور، کوپه‌پود در تانکهای ۱۲۰ لیتری با تغذیه از جیره‌های مختلف شامل: مخلوط خشک شده میکروجلبکهای *Scenedesmus obliquus* و *Spirulina maxima* (با نسبت ۱:۱)، ماکروجلبک خشک شده *Gracilaria corticata* و ترکیب خشک شده سبزیجات (اسفناج، جعفری و گشنیز) به کشت انبوه رسید و تراکم جمعیت با نمونه‌برداری جمعیت (هر ۳ روز طی یک ماه) بررسی شد. نتایج نشان داد که بالاترین میانگین تراکم کل جمعیت (۲۹۸±۱۴۴۵ عدد در لیتر)، بالاترین نرخ رشد جمعیت (۰/۱۴۵ در روز) و کوتاه‌ترین زمان دو برابر شدن جمعیت (۴/۷۶ روز) در جیره مخلوط خشک شده میکروجلبکها حاصل شد که با سایر جیره های خشک تفاوت معناداری ($p<0/05$) داشت. بر اساس نتایج به دست آمده ، علی رغم نیاز تغذیه ای سیکلوپوئید کوپه پود آب شیرین به پروتئین حیوانی، جلبک خشک شده به عنوان یک رژیم غذایی در دسترس و مغذی ، تولید و سرعت رشد خوبی را در این کوپه پود حاصل نموده است.

کلمات کلیدی: کوپه پود ،*Acanthocyclops trajani* ، میکروجلبک خشک

* نویسنده مسئول: rahmati764@gmail.com

مقدمه

در سالهای اخیر کوپه‌پودا (به صورت مکمل یا جایگزین کامل) به عنوان یک غذای زنده مهم در صنعت آبزی‌پروری مورد توجه ویژه قرار گرفته‌اند (Rasdi and Qin, 2014). برخی از ویژگی‌های مهم در کوپه‌پودا شامل فراوانی و تنوع بالا، اندازه متفاوت بدن در مراحل مختلف زندگی و متناسب با دهان لاروها، قابلیت تولیدمثل در شرایط آزمایشگاهی و ارزش غذایی بالا، آنها را به عنوان یک غذای زنده مطلوب مطرح کرده است (Rasdi, 2015). یکی از چالش های عمده در پیشرفت کشت انبوه کوپه پودا گستردگی احتیاجات تغذیه ای در گونه های مختلف آنها است (Buttino *et al*, 2009). برخلاف روتیفر و ناپلی آرتمیا، کوپه پودا به عنوان یک غذای زنده نمی توانند با استفاده از فرمول های شیمیایی غنی سازی شوند، زیرا زمانی که در معرض مواد شیمیایی در محصولات غنی سازی قرار بگیرند، به دلیل حضور گیرنده های شیمیایی حساس بر ضمائم دهانی خود آنها را رد (reject) خواهند کرد . کوپه پودا از گیرنده های شیمیایی و مکانیکی بر ضمائم تغذیه ای خود جهت شناسایی طعمه مورد نظر و تعیین بلع یا رد آن ها استفاده می کنند(Kleppel,1993). کیفیت غذا فاکتور کلیدی تنظیم کننده تولید در کوپه پودا محسوب می‌گردد. کوپه پودا در اکثر شرایط کشت انبوه عموماً از میکروجلبک های زنده و مخمرها تغذیه می کنند (Zaleha *et al*, 2012; Rasdi and Qin, 2014) . در برخی مطالعات پرورش کوپه پودا با استفاده از سایر ترکیبات غذایی نظیر ضایعات کنجاله سویا، پنبه دانه و یونجه (Farhadian *et al*, 2013)، گندم و برنج (Barkoh *et al*, 2005)، کودهای مختلف جانوری (Srivastava *et al*, 2006) و مخمرهای مختلف (Farhadian *et al*, 2008) انجام شده است. منابع و ترکیبات غیرجلبکی که در تغذیه کوپه پودها مورد استفاده قرار می گیرند متناسب با مواد مغذی ضروری که به آنها می رسانند، می توانند با ترکیبات جلبکی قابل مقایسه باشند (Rhodes, 2006). این مطالعه با هدف بررسی اثرات ۳ جیره خشک پودر شده هم جلبکی و هم غیر جلبکی بر تراکم و رشد جمعیت سیکلوپوئید کوپه پود آب شیرین *Acanthocyclops trajani* که از رده Maxillopoda ، زیر رده Copepoda، راسته Cyclopoida و خانواده Cyclopidae و از گونه های پلانکتونی رایج در استخرهای پرورش ماهی، دریاچه‌ها، حوضچه‌ها و کانال‌های استخری می‌باشد (Mirabdullayev and Defaye, 2004)، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سالن آکواریوم واقع در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام گرفت. ۳ رژیم غذایی مختلف (تیمار) برای تغذیه و کشت انبوه کوپه‌پود *A. trajani* (پس از کشت های اولیه در مراحل مختلف) ، در تیمارهای جداگانه با ۳ تکرار مجموعاً در ۹ تانک (زوک) فراهم شد (جدول ۱). طول دوره پرورش ۳۰ روز بود و الگوی مشابهی از تغذیه، تعویض ۴۰ درصد حجم آب تانک های مورد آزمون با تور ۲۰ میکرونی و برخی پارامترهای کیفی آب برای کلیه تیمارها در طول دوره اعمال گردید. جهت تهیه میکروجلبک های زنده جهت خشک نمودن ، کشت میکرو جلبک *Scenedesmus obliquus* در شرایط پرورشی آب شیرین فیلتر و اتوکلاو شده، محیط کشت BBM (Bold's Basal Medium) ، دمای ۲۳ درجه سانتی گراد، شدت نور ۳۰۰۰ لوکس (نور لامپ مهتابی)، در ۲۴ ساعت روشنایی مداوم با pH آغازین ۶/۹ همراه با هوادهی مداوم انجام گرفت (Lavens and Sorgeloos, 1996). کشت میکروجلبک *Spirulina (Arthrospira) maxima* در شرایط پرورشی آب شیرین فیلتر و اتوکلاو شده، محیط کشت Zarrouk، دمای ۲۹ درجه سانتی گراد، شدت نور ۳۰۰۰ لوکس به صورت مداوم ۲۴ ساعته با نوردهی توسط لامپ های مهتابی، همراه با هوادهی مستمر به روش مرحله ای (batch culture) انجام گرفت (Tarko *et al*, 2012). جهت تهیه میکرو جلبک های خشک در این تحقیق از روش اصلاح شده (Schipperus, 2014) استفاده شد، همچنین ماکروجلبک *Gracillaria corticata* نیز از

سواحل دریای عمان در چابهار جمع‌آوری و پس از شستشو در شرایط سایه خشک گردید. ترکیب خشک سبزیجات نیز شامل اسفناج، جعفری و گشنیز بود که پس از تهیه به کمک آون فن‌دار و پس از پودر شدن با آسیاب برقی ، به نسبت وزنی (۱:۱:۱) در آب تانک‌های پرورش کوپه‌پود استفاده شدند (شرفی و همکاران، ۱۳۹۳).

جدول ۱: جیره‌های خشک و پودر شده مورد استفاده جهت تغذیه کوپه‌پود *A. trajani*

تیمار	نوع غذا جهت تغذیه کوپه پود
۱	ترکیب جلبک‌های خشک شده *S. maxima + S. obliqus* (**DSS**)
۲	ماکروجلبک خشک *Gracilaria corticata* (**DG**)
۳	ترکیب سبزیجات خشک شده (اسفناج، گشنیز و جعفری) (**DV**)

میزان مصرف غذا برای تغذیه کوپه‌پودها در تیمارها جهت ایجاد شرایط همسان بطور روزانه به مقدار ۴/۱۸ میکروگرم وزن خشک به ازای هر میلی‌لیتر آب بود (Rasdi, 2015).

کشت و انبوه‌سازی کوپه‌پود *Acanthocyclops trajani*

سیکلوپوئید کوپه‌پود *A. trajani* از استخر خاکی پرورش ماهیان گرمابی با تور زئوپلانکتون‌گیر (۴۰۰ میکرومتر) جمع‌آوری شد. برای شناسایی دقیق نام علمی کوپه‌پود از کلیدهای شناسایی و منابع علمی معتبر استفاده شد(Arthropoda, 2016; Blaha, 2010). جهت دستیابی به ذخیره خالص کوپه‌پود، جداسازی ماده های حامل تخم ،تغذیه آن ها با میکروجلبک ها و آب سبز ، تعویض روزانه آب ظروف کشت (۱، ۵، ۱۰ و ۲۰ لیتری) و در نهایت انتقال به ظروف بزرگتر انجام شد (Lee *et al*, 2005). برای انبوه‌سازی کوپه‌پود ،پس از کشت های اولیه به روش کشت مرحله ای (Batch Culture)، از ۹ تانک (زوک) ۱۲۰ لیتری (آب چاه) همراه با تنظیم تراکم و شرایط تغذیه‌ای آنها بر اساس تیمارهای مورد مطالعه، استفاده شد.

تراکم جمعیت، نرخ رشد ویژه (K) و زمان دو برابر شدن جمعیت (Dt)

به منظور تعیین تراکم کوپه‌پود *A. trajani* ، هر سه روز یکبار (سه نمونه از هر تانک) پس از فیلتر نمودن با تور ۵۰ میکرون در تیمارهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. تعداد کوپه‌پودهای واقع در کلیه مراحل رشد (شامل ناپلیوس، کوپه پودیت و بالغین) بعد از جداسازی با استفاده از لام بوگاروف (Newell and Newell, 1963) با میکروسکوپ Optika (B-383PL) شمارش شدند. نرخ رشد ویژه در کوپه‌پود *A. trajani* با رابطه زیر محاسبه شد (Hada and Uye, 1991).

$$K = (\ln N_t - \ln N_0) / t$$

که در آن t مدت زمان کشت، N0 و Nt به ترتیب تراکم‌های اولیه و نهایی مراحل مختلف رشدی در تانک‌های پرورشی می‌باشند. برای محاسبه زمان دو برابر شدن جمعیت از رابطه زیر استفاده شد (James and Al-Khars, 1986).

$$Dt = (\ln 2) / K$$

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب

فاکتورهای درجه حرارت آب و *p*H به صورت روزانه در طول دوره پرورش به ترتیب با استفاده از دماسنج و *p*H متر (744 pH meter) اندازه‌گیری شد. میزان اکسیژن محلول در آب (DO) به صورت هفتگی و سایر پارامترها ۲

بار در طول دوره پرورش در هر تیمار بر اساس روش های استاندارد (APHA, 2005) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS (SPSS, Chicago, IL, USA) انجام گرفت. جهت مقایسه‌های پارامترهای جمعیت از آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) در سطح معناداری ۵ درصد و آزمون Post hoc با استفاده از تست LSD استفاده شد. همه اطلاعات از جهت نرمال بودن، همگن بودن و غیروابستگی آنالیز شدند.

نتایج

پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب

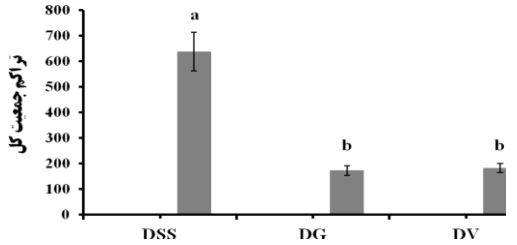
نتایج نشان داد که محدوده تغییرات درجه حرارت آب در بین تیمارهای مختلف طی دوره پرورش ۲۳/۷۵-۲۳/۵۴ درجه سانتی‌گراد بود. اختلاف معناداری میان میانگین درجه حرارت در تیمارهای مختلف در طی دوره پرورش وجود نداشت ($p>0/05$).

جدول ۲: مقادیر پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب (Mean ± SE) در طول دوره پرورش A. trajani

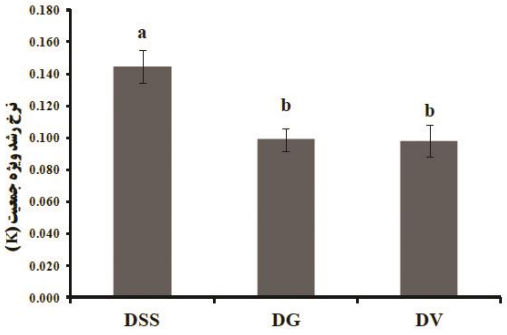
	DSSتیمار	DGتیمار	DVتیمار
درجه حرارت آب (درجه سانتی‌گراد)	۲۳/۵۴±۰/۱۵	۲۳/۷۵±۰/۱۲	۲۳/۷۱±۰/۰۹
*p*H	۸/۳۹±۰/۰۶	۸/۱۳±۰/۱۲	۷/۹۶±۰/۰۹
اکسیژن محلول در آب (میلی‌گرم در لیتر)	۹/۰۰±۰/۰۰	۸/۳۳±۰/۱۰	۸/۵۰±۰/۱۳
آمونیاک کل (NH_3) (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۲۸±۰/۰۰ b	۰/۳۸±۰/۰۰ a	۰/۳۸±۰/۰۰ a
سختی کل ($CaCo_3$) (میلی‌گرم در لیتر)	۲۷۸/۰۰±۲/۰۰	۲۷۶/۰۰±۱/۰۰	۲۷۶/۰۰±۰/۰۰

تغییرات تراکم و رشد جمعیت *A. trajani*:

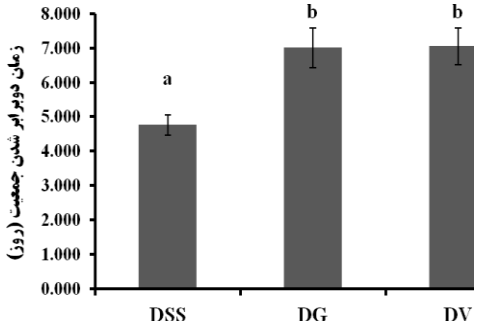
نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین جمعیت *A. trajani* در تیمارهای DSS ، DG و DV به ترتیب ۶۳۸±۷۵ ، ۱۷۳±۱۹ و ۱۸۲±۱۸ عدد در لیتر طی دوره پرورش بود ، همچنین میانگین نرخ رشد ویژه جمعیت در این سه تیمار به ترتیب ۰/۱۴۵، ۰/۰۹۹، ۰/۰۹۸ در روز بود. میانگین زمان دو برابر شدن جمعیت *A. trajani* نیز در تیمارهای مذکور به ترتیب ۴/۷۶، ۷/۰۰، ۷/۰۵ روز بود . مقایسه میانگین تراکم جمعیت کل ، نرخ رشد ویژه جمعیت و زمان دو برابر شدن جمعیت در تیمارهای مختلف طی دوره و روند تغییرات تراکم جمعیت در روزهای مختلف کشت در شکل های ۱ تا ۴ نشان داده شده است.



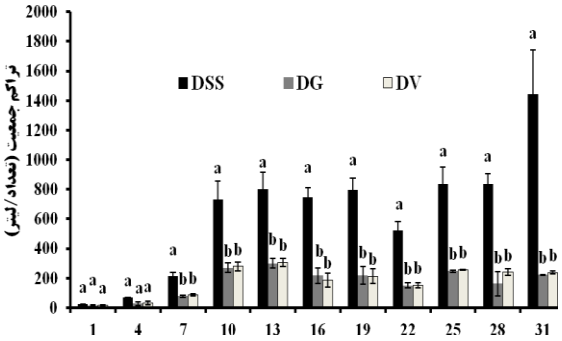
شکل۱: میانگین تراکم کل *A. trajani* در تیمارهای مختلف



شکل ۲: میانگین رشد ویژه جمعیت *A. trajani* در تیمارهای مختلف



شکل ۳: میانگین زمان دو برابر شدن جمعیت *A. trajani* در تیمارهای مختلف



شکل ۴: میانگین تراکم جمعیت *A. trajani* در تیمارهای مختلف طی روزهای پرورش

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نوع جیره غذایی از لحاظ رشد جمعیت بر کشت *A. trajani* تاثیرگذار بود. بالاترین نرخ رشد ویژه جمعیت در کوپه‌پودهای تغذیه کرده از تیمار DSS مشاهده شد. همچنین کوپه‌پودهای تغذیه کرده از جیره DSS به ۴/۷۶ روز جهت دو برابر نمودن جمعیت خود نیاز داشتند که با مقادیر گزارش شده در سیکلوپوئید *A. robustus* (۴ روز) مطابقت داشت (شرفی و همکاران، ۱۳۹۳). بالاترین میانگین تراکم *A. trajani* نیز در این تحقیق در کوپه‌پودهای تغذیه کرده از جیره DSS (۱۴۴۵ عدد در لیتر) مشاهده شد که این یافته با مطالعات دیگری چون میانگین تراکم در *A. robustus* (۱۲۸۲عدد در لیتر) (شرفی و همکاران، ۱۳۹۳)، *Acartia tsuensis* (۲۰۰۰ عدد در لیتر) (Ohno and Okamura, 1988) و نیز *Eucyclops serrulatus* (۳۰۰۰ عدد در لیتر) (Farhadian *et al*, 2014) مطابقت داشت. در مطالعه حاضر، بالاترین تراکم حاصله از دوره پرورش سیکلوپوئید *A. trajani* در یکی از تکرارهای جیره DSS ، ۲۰۲۳ عدد در لیتر بود که از مقادیر تراکم گزارش شده از یافته‌های سایر محققین در دیگر گونه‌ها مانند ۷۰۰۰ عدد در لیتر در سیکلوپوئید آب شور *A. dengizicus* (Farhadian *et al*, 2008) و۸۰۰۰ عدد در لیتر در *Oithona colcarva* (Broach *et al*, 2017) بمراتب پایین‌تر بود. علت چنین روندی را احتمالا به عواملی چون نوع گونه پرورشی، میزان شوری آب، عوامل محیطی، نوع روش کشت و شرایط تغذیه‌ای در مراحل بالاتر رشد کوپه‌پود می‌توان نسبت داد (Lee *et al*, 2005). نتایج به دست آمده در این مطالعه حاکی از مطلوبیت بیشتر جیره خشک میکروجلبکی برای کوپه پودا بود (رحمتی، ۱۳۹۷)، زیرا به طور محسوس بیشتر مورد مصرف قرار گرفتند و پسماند کمتری نسبت به سایر تیمارها داشتند که احتمالا بر کمتر بودن غلظت آمونیاک کل آب در این تیمار نیز موثر بود. در تیمارهای DG و DV روند افزایش تراکم با گذشت زمان کندتر شد که نشان دهنده آن بود که جمعیت به مرور زمان تحت تاثیر شرایط محیطی به تراکم

بالا نرسید. بررسی تراکم *A. trajani* در روزهای مختلف کشت نیز نشان داد که در تیمار DSS تفاوت قابل ملاحظه‌ای میان روزهای ابتدایی کشت ، اواسط دوره پرورش و روزهای انتهایی پرورش مشاهده شد. این روند حاکی از آن بود که جمعیت این کوپه‌پود به ویژه در تیمار DSS پس از نزول کشت در نیمه آزمون مجدداً روند صعودی را به سمت انتهای دوره نشان داد تا در روز آخر، به بالاترین و بهینه‌ترین حد تراکم خود طی دوره یک ماهه رسید، اما این روند در سایر تیمارها کند و در بسیاری از روزها نزولی یا ثابت بود. تیمار DSS روند کاهشی جمعیت را از نیمه دوره پرورش به میزان نامحسوس‌تری نشان داد که یقیناً با توجه به یکسان بودن شرایط کشت برای تیمارها بایستی به دنبال عوامل دیگری نظیر ارزش غذایی این جیره بود. در مطالعه Rasdi و همکاران (۲۰۱۵) نیز، بیشترین رشد و زادآوری در *سیکلوپئید Cyclopina kasignete* در زمان تغذیه از رژیم *تک‌جلبکی Melosira sp.* خشک و یا جیره ترکیبی حاوی این میکروجلبک خشک دیده شد، به طوری که دیاتومه خشک چه به صورت انفرادی و چه ترکیبی، رشد و تولیدمثل را در این گونه افزایش داده و به عنوان یک غذای خوش طعم برای این گونه بود. در مطالعه راسدی کوپه‌پودهایی که از دیاتومه خشک *(Melosira sp.)* تغذیه نمودند، محتویات اسیدهای چرب ضروری بالاتری از سایر جیره‌ها داشتند. علی‌رغم این که به نظر می‌رسد میکروجلبک‌های غیرزنده، مواد مغذی کافی برای رشد و تولیدمثل زئوپلانکتون‌ها را فراهم نکنند اما گزینه خوبی برای تغذیه کوپه‌پودا می باشند (Mostary *et al*, 2007). میکروجلبک‌های خشک همچنین به دلیل قابلیت ماندگاری طی مدت طولانی می‌توانند جایگزین یا مکمل خوبی برای میکروجلبک‌های زنده نیز باشند (Cañavate and Fernández-Díaz, 2001). البته در کشت کوپه‌پودها با استفاده از میکروجلبک‌های خشک بایست به تغییرات در کیفیت آب نیز توجه نمود ، استفاده زودهنگام از تعویض آب می‌تواند بر این مشکل غلبه کند (Cañavate and Fernández-Díaz, 2001). طبق اظهارات Johnson و Allen (۲۰۰۵)، ناپلیوس کوپه‌پودها به ویژه در آب شیرین در مراحل بالاتر (کوپه‌پودیدها و بالغین) ترجیح به تغذیه از تاژکداران، پروتیست‌ها و ناپلی کوپه‌پودها دارند که منجر به هم جنس‌خواری (Canibalism) در شرایط پرورشی می‌گردد. Hopp و Maier (۲۰۰۵) نیز بر این نظر بودند که گونه *A. trajani* قادر به رشد تا مرحله بلوغ با تغذیه بر یک رژیم غذایی جلبکی خالص می‌باشد اما در حالت بلوغ باید ضرورتاً از روتیفرها (در کنار جلبک‌ها) تغذیه کند. مطالعه رحمتی در سال ۱۳۹۷ بر بررسی پروفایل اسیدهای چرب *A. trajani* با تغذیه بر جیره های مختلف نشان داد که این کوپه پود زمانی که از ترکیب خشک میکروجلبک های سندسموس و اسپیرولینا تغذیه نمود، محتوای PUFA[1] و HUFA[2] بالاتری نسبت به سایر جیره های غذایی داشت، لذا احتمالاً علی رغم احتیاجات غذایی آن به پروتئین حیوانی نسبت به سایر جیره ها بهترین نرخ رشد و کوتاه‌ترین زمان دو برابر شدن جمعیت را نشان داد. همچنین *A. trajani* به عنوان یک غذای زنده مکمل (با تغذیه از میکروجلبک های خشک) قابلیت افزایش ارزش غذایی از نظر اسیدهای چرب ضروری و بالا بردن درصد بقا در لارو ماهیان با ارزشی چون *Huso huso* را نیز نشان داده است (Rahmati, 2020). نتایج حاصل از مطالعات قبلی نیز نشان داد که افزودن کوپه پود به عنوان غذای زنده می تواند رشد و بقای لارو ماهی را در اولین تغذیه در مقایسه با رژیم های غذایی حاوی فقط غذای زنده رایج (مانند روتیفر و ناپلی آرتمیا) افزایش دهد (Farhadian *et al*, 2014;Rasdi *et al*, 2015;Chepkwemoi *et al*.2013;1999; Payne and Rippingale, 2001).

توصیه ترویجی

در اکثر مطالعات آبزی‌پروری کوپه‌پودهای آب شور با توجه به تولیدات بالاتر، جهت تغذیه لارو ماهیان دریایی در هچری‌ها بررسی می شوند، اما کوپه‌پودهای آب شیرین نیز علی‌رغم تولیدات پایین‌تر، قابلیت استفاده به عنوان غذای زنده مکمل به ویژه برای بالا بردن ارزش غذایی و افزایش

[1]. Poly Unsaturated Fatty Acids
[2]. High Unsaturated Fatty Acids

بازماندگی لارو ماهیان به ویژه ماهیان خاویاری را دارند. لذا با توجه به دشواری های کشت کوپه پود آب شیرین از لحاظ زمان بر بودن ازدیاد نسل و رشد جمعیتی و تولیدات پایین تر، نسبت به غذاهای زنده رایج و با در نظر گرفتن اثرات بسیار مثبت کوپه پودا به عنوان غذای زنده مکمل در دوره کوتاهی از مرحله حساس و بحرانی تغذیه آغازین و نیز بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان پیشنهاد نمود که میکروجلبک‌های قابل ذخیره نظیر جلبک‌های خشک شده با توجه به آنکه نتایج مطلوبی را از جهت رشد و جمعیت کوپه پود آب شیرین نسبت به سایر جیره ها نشان داده اند، می توانند در کشت خالص کوپه پود آب شیرین مورد استفاده قرار گیرند، چرا که نه تنها بر نرخ رشد بلکه بر ارزش غذایی آن ها نیز تاثیر گذار خواهند بود.

منابع

رحمتی، ر. ۱۳۹۷. تاثیر نوع جیره غذایی بر تراکم تولید و بهبود ارزش غذایی سیکلوپوئید کوپه پود *Acanthocyclops trajani* و نقش آن در تغذیه آغازین لارو فیل ماهی (*Huso huso*). دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، پایان نامه دکترا، ۱۳۷ ص.

شرفی، ر.، فرهادیان، ا. و سلیمانی، م. ۱۳۹۳. پرورش پاروپای آب شیرین *Acanthocyclops robustus* با استفاده از جیره های جلبکی و غیر جلبکی در شرایط آزمایشگاهی. مجله علوم و فنون شیلات، ۳(۱):۳۱-۱۵.

Arthropoda, T., 2016. Covich's freshwater invertebrates keys to nearctic fauna, *Academic press*, 711 p.

APHA., 2005. Standard Method. America Public Health. W.DC. 424 p.

Barkoh, A., Hamby, S., Kurten, G. and Schlechte, J.W., 2005. Effects of rice bran, cottonseed meal, and alfalfa meal on pH and zooplankton. *North American Journal of Aquaculture*, 67(3):237-243.

Bláha, M., 2010. Descriptions of copepodid and adult *Acanthocyclops trajani* (Mirabdullayev & Defaye 2002) and A. einslei (Mirabdullayev & Defaye 2004)(Copepoda: Cyclopoida) with notes on their discrimination. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie*, 177(3):223-240.

Broach, J.S., Cassiano, E.J. and Watson, C.A., 2017. Baseline culture parameters for the cyclopoid copepod Oithona colcarva: a potential new live feed for marine fish larviculture. *Aquaculture research*, 48(8):4461-4469.

Buttino, I., Ianora, A., Buono, S., Vitello, V., Sansone, G. and Miralto, A., 2009. Are monoalgal diets inferior to plurialgal diets to maximize cultivation of the calanoid copepod Temora stylifera?. *Marine biology*, 156(6): 1171-1182.

Cañavate, J.P. and Fernández-Díaz, C., 2001. Pilot evaluation of freeze-dried microalgae in the mass rearing of gilthead seabream (Sparus aurata) larvae. *Aquaculture*, 193(3-4):257-269.

Chepkwemoi, P., Bwanika, G.N., Kwetegyeka, J., Mbahizireki, G., Ndawula, L. and Izaara, A.A., 2013. Fatty acid profiles and growth of African catfish larvae fed on freshwater cyclopoid copepods and artemia as live starter *feed*. *International Journal of Aquaculture*. 3:411-419.

Farhadian, O., Daghighi, L. and Dorche, E.E., 2013. Effects of microalgae and alfalfa meal on population growth and production of a freshwater rotifer, Euchlanis dilatata (Rotifera: Mongononta). *Journal of the World Aquaculture Society*, 44(1):86-95.

Farhadian, O., Kharamannia, R., Mahboobi Soofiani, N. and Ebrahimi Dorche, E., 2014. Larval feeding behaviour of angel

(G.O. Sars, 1863) and *Acanthocyclops trajani* sp. *n*. *Selevinia*. 4:7–20.

Mostary, S., Rahman, M.S. and Hossain, M.A., 2007. Culture of rotifer Brachionus angularis Hauer feeding with dried Chlorella. *University Journal of Zoology, Rajshahi University*, *26*:73-76.

Newell, G.E. and Newell, R.C., 1963. Marine Plankton: a practical guide. London: Hutchinson. UK.

Ohno, A. and Okamura, Y., 1988. Propagation of the calanoid copepod, *Acartia tsuensis*, in outdoor tanks. Aquaculture, 70(1-2):39-51.

Payne, M.F. and Rippingale, R.J. 2001. Effects of salinity, cold storage and enrichment on the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. *Aquaculture*, 201:251-262.

Rahmati,R., Esmaeili Fereidouni, A., Agh, N. and Doustdar, M., 2020. Effect of cyclopoid copepod Acanthocyclops trajani as a supplementary live feed on the growth , survival and fatty acid composition of Beluga larvae (Huso huso).*Aquaculture Studies*,20(1):37-44.

Rasdi, N.W. and Qin, J.G., 2014. Improvement of copepod nutritional quality as live food for aquaculture: a review. *Aquaculture research*, *47*(1):1-20.

Rasdi, N.W., 2015. Growth and reproduction of *Cyclopina kasignete* and its application as a potential live food for fish larvae. Ph.D. thesis, School of Biological Sciences, Faculty of Science and Engineering, Flinders University.

Rasdi, N.W., Qin, J.G. and Li, Y., 2015. Effects of dietary microalgae on fatty acids and digestive enzymes in copepod C yclopina kasignete, a potential live food for fish larvae. *Aquaculture research*, 47(10):3254-3264.

Rhodes, A., 2006. Marine harpacticoid copepod culture for the production of long fish Pterophyllum scalare (Cichlidae) fed copepod Eucyclops serrulatus and cladoceran Ceriodaphnia quadrangula. *Aquaculture research*, 45(7):1212-1223.

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(3):384-396.

Hada, A. and Uye, S.I., 1991. Cannibalistic feeding behavior of the brackish-water copepod Sinocalanus tenellus. *Journal of Plankton research*, 13(1):155-166.

Hopp, U. and Maier, G., 2005. Implication of the feeding limb morphology for herbivorous feeding in some freshwater cyclopoid copepods. *Freshwater Biology*, 50(5):742-747.

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

Johnson, W.S. and Allen, D.M., 2005. *Zooplankton of the Atlantic and Gulf coasts: a guide to their identification and ecology*, The Johns Hopkins University press. Baltimore, MD, USA.

Kleppel, G.S., 1993. On the diets of calanoid copepods. *Marine Ecology Progress Series*, 99:183–195.

Lavens, P. and Sorgeloos, P., 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. *Food and Agriculture Organization (FAO)*, (No. 361).

Lee, C.S., O'Bryen, P.J. and Marcus, N.H., 2005. Copepods in Aquaculture. Blackwell publishing. 269 p.

Mirabdullayev, I.M. and Defaye, D. 2002. On the taxonomy of the *Acanthocyclops robustus* species complex (Copepoda, Cyclopidae). *Acanthocyclops robustus*

chain highly unsaturated fatty acids and carotenoid pigments. Ph.D. Thesis.

Schipperus, R., 2014. Standard Operating Procedure, Analysis of dry weight algae biomass concentration. Application Centre for Renewable Resources (ACRRES).

Srivastava, A., Rathore, R.M. and Chakrabarti, R., 2006. Effects of four different doses of organic manures in the production of Ceriodaphnia cornuta. *Bioresource Technology*, 97(8):1036-1040.

Tarko, T., Duda-Chodak, A. and Kobus, M., 2012. Influence of growth medium composition on synthesis of bioactive compounds and antioxidant properties of selected strains of Arthrospira cyanobacteria. *Czech Journal of Food Sciences*, 30(3):258-267.

Zaleha, K., Ibrahim, B., John, B.A. and Kamaruzzaman, B.Y., 2012. Generation time of some marine harpacticoid species in laboratory condition. *Journal of Biological Sciences*, 12(8):433-437.

The growth performance of *Acanthocyclops trajani* (Mirabdullayev and Defaye, 2002) fed by dry diets

Rahmati R.[1*]; Esmaeili Fereidouni A. [2]; Doustdar M. [3]

[1]Caspian Sea Ecology Research center, sari, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran
[2] Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Fisheries Faculty, Iran
[3] Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

Received: May 2021 Accepted: June 2021

Abstract
The effects of different powdered dried diets on density and population growth rate of cyclopoid copepod *Acanthocyclops trajani* was studied. To this intention, the copepod were mass cultured in 120 liter tanks by feeding on different diets including: dried compound of microalgae: *Scenedesmus obliquus* and *Spirulina maxima* (1:1), dried macroalgae *Gracilaria corticata* and dried composition of vegetables (spinage, parsley and coriander) and the population density were studied by sampling (every 3 days during 1 month). The results indicated that the highest total mean population density (1445±298 ind/L), the highest growth rate (0/145/d) and the shortest population doubling time (4/76d) were obtained from dried microalgae complex diet which was significantly different from other dried diets ($p<0/05$). On the basis of the results, despite the nutritional needs of freshwater cyclopoid copepod to animal protein, dried algae as an available and nutritious diet has resulted good production and growth rate in this copepod.

Keywords: Copepod, *Acanthocyclops trajani*, Dried microalgae

*Corresponding author: rahmati764@gmail.com