اثرات لارو سوسک گوشت‌خوار (*Tenebrio molitor*) در جیره غذایی، بر برخی شاخص‌های رشد و بقاء بچه‌ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*)

*لیلا چراغعلی‌زاده[1]، مهدی شمسایی[2]، محمدعلی یزدانی‌ساداتی[2]، ابوالقاسم کمالی[3]، سیدیاسر عبداله‌تبار[1] و طوبی چراغعلیزاده[4]

[1]دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، [2]استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، [3]انستیتو تحقیقات بین‌الملل ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت، [4]دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۲۷

چکیده

این آزمایش به‌منظور بررسی اثرات لارو سوسک گوشت‌خوار (*Tenebrio molitor*) در جیره غذایی بر برخی فاکتورهای رشد و بقاء بچه‌ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) در سال ۱۳۹۱ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در شهر تهران انجام شد. تعداد بچه‌ماهیان در نظر گرفته شده برای این طرح، ۱۸۰ عدد با میانگین وزن (۰/۰٦± ۳/٤) گرم و طول اولیه (٦/۲±۰/۰۹۵) سانتی‌متر بودند که همگی از مؤسسه تحقیقات ماهیان خاویاری دکتر دادمان گیلان تهیه شدند. سپس بچه‌ماهیان به تعداد مساوی در ۱۲ عدد آکواریوم شیشه‌ای به ابعاد (۳۰×۷۰×۳۰) سانتی‌متر توزیع گردیدند. عملیات زیست‌سنجی ماهی‌ها هر ۲ هفته یک‌بار صورت پذیرفت و در آن فاکتورهای وزن، طول، نرخ رشد ویژه، ضریب چاقی، ضریب تبدیل غذا، بازده پروتئین و نرخ بقاء مورد بررسی قرار گرفت. در پایان آزمایش، بررسی‌ها بیانگر نبود اختلافات معنی‌داری بین میانگین فاکتورهای درصد افزایش وزن، درصد افزایش طول، نرخ رشد ویژه، ضریب چاقی، ضریب تبدیل غذا، بازده پروتئین و نرخ بقاء درتیمارهای مختلف بود (P>۰/۰۵). نتایج نشان داد که استفاده از این کرم به‌میزان ٦ درصد در جیره غذایی، منجر به بهبود شاخص‌های رشد بچه‌ماهیان شد، اگرچه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید.

واژه‌های کلیدی: لارو سوسک گوشت‌خوار (*Tenebrio molito*)، شاخص‌های رشد، بچه‌ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*)

مقدمه

دریای خزر محل اصلی زندگی تاس‌ماهیان بوده و پراکندگی این ماهیان در ایران مختص به حوزه جنوبی دریای خزر و رودخانه‌هایی هم‌چون سفیدرود و گرگان‌رود می‌باشد (آذری‌تاکامی، ۱۳۸۸). این ماهیان از دیرباز به‌عنوان منبعی ارزشمند از گوشت و خاویار شناخته شده‌اند (Nelson، ۲۰۰٦) در میان ۵ گونه عمده ماهیان خاویاری دریای خزر شامل؛ فیل‌ماهی (*Huso huso*)، تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)، تاس‌ماهی روسی (*Acipenser guldenstaedti*)، شیپ و ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) تکثیر فیل‌ماهی و به‌خصوص شیپ، به‌دلیل محدودیت ذخایر مولدین آن‌ها در حوزه جنوبی خزر از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشد. در تغذیه تاس‌ماهیان از غذاهای

*مسئول مکاتبه: leilacheraghalizadeh@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

آغازین طبیعی و مصنوعی مختلفی استفاده می‌شود (Denga و همکاران، ۲۰۰۳) زیرا پرورش موفقیت‌آمیز این ماهیان به کیفیت و ارزش غذایی جیره‌های آغازین و پرواری آن‌ها وابسته است (Mohseni و همکاران، ۲۰۰۷؛ Doeringa و همکاران، ۲۰۱۲). از مهم‌ترین جیره‌های غذایی که با به‌کارگیری مخمرها و توده‌های باکتریایی پرورشی تهیه شده‌اند می‌توان، گیپرین، اسپرین، مپرین و پاپرین را نام برد (ابطحی و زحمتکش، ۱۳۹۰). برای رسیدن به یک غذای ایده‌آل که باعث رشد سریع تاس‌ماهیان شود و در عین‌حال به‌صرفه نیز باشد، راه زیادی باقی است؛ به همین دلیل با توجه به رژیم غذایی و علاقه این ماهیان به کفزیان و لارو حشرات و انواع کرم‌ها (Stuart و Hung، ۱۹۸۹؛ DiLauro و همکاران، ۱۹۹۸)، به‌کارگیری غذاهای زنده در ترکیب جیره‌های اصلی می‌تواند باعث تحریک اشتهای این ماهیان شود که در این بین لارو حشرات به‌دلیل رنگ، تحرک و اندازه مناسب توجه بچه‌ماهیان را به خود جلب کرده و علاوه‌بر ارضاء حس شکارگری ماهی، اجزاء مورد نیاز غذایی آن را نیز تأمین می‌کند (Molly و همکاران، ۲۰۰۵). در این بین، لارو سوسک گوشت‌خوار (*Tenebrio molitor*) یکی از غذاهای زنده‌ای است که اکنون به‌صورت بسیار محدود در تغذیه برخی ماهیان زینتی کاربرد دارد (Vinokurov و همکاران، ۲۰۰۶). این سوسک‌ها به تاریکی علاقمند هستند و زندگی‌شان، ٤ مرحله دارد (Cristofoletti و همکاران، ۲۰۰۵). این لارو دارای یک شیب pH از بخش قدامی روده (٦-۵/۲) به قسمت خلفی (۸/۲-۷/۸) می‌باشد و بیش‌تر فعالیت‌های پروتئولیتیک در روده خلفی از پروتئیناز سرین انجام می‌شود (Espinozo و Terra، ۱۹۸۷). این نشان‌دهنده سیستم پیچیده‌ای از هضم پروتئین در این حشره می‌باشد. پروتئینازهای موجود در روده این لارو موجب هضم بهتر غذا در ماهیانی می‌شوند که از آن‌ها تغذیه می‌کنند (Oppert و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین در این مطالعه، اثر لارو نام برده در غذا، بر روی رشد یکی از انواع تاس‌ماهیان یعنی شیپ (*Acipenser nudeventris*) که امکان دسترسی به آن نسبت به سایر گونه‌ها آسان‌تر بود، بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

در طی انجام این مطالعه، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب از جمله؛ اکسیژن محلول و دما در طول دوره پرورش به‌منظور کنترل شرایط محیطی پرورش به دقت اندازه‌گیری شدند.

جدول ۱- فاکتورهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده در طول دوره پرورش.

پارامتر	دما	اکسیژن محلول	pH	CO_2	NO_2	NH_4^+
میانگین	۲۲/۳±۱۶/۱	٦/۳±۱/۱	۸/۳±۰/٦	۹ میلی‌گرم بر لیتر	۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر	۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر

محل اجرای این طرح در کارگاه ناکتا آکواریوم واقع در تهران بود که سالانه ۱۰۰ هزار عدد بچه‌ماهی آکواریومی تولید می‌کند و منبع آب آن نیز چاه می‌باشد. این طرح در قالب یک طرح آزمایشی با ٤ تیمار و ۳ تکرار به اجرا درآمد که تیمارها شامل سطوح صفر، ۳، ٦ و ۹ درصد لارو سوسک گوشت‌خوار (*Tenebrio molitor*) بودند (آذری‌تاکامی، ۱۳۸۸). آکواریوم‌های آزمایشی را ۱۲ عدد آکواریوم با ابعاد ۳۰×۳۰×۷۰ سانتی‌متر تشکیل می‌دادند. بچه‌ماهیان مورد نیاز در این طرح، ۱۸۰ عدد بچه‌ماهی

Archive of SID
www.SID.ir

شیپ (*Acipenser nudeventris*) با میانگین وزن (۳/٤±۰/۰٦) گرم و طول اولیه (٦/۲±۰/۰۹۵) سانتی‌متر بودند که از مؤسسه تحقیقات دادمان گیلان تهیه گردید. برای حمل و نقل بچه‌ماهیان از پلاستیک‌های دو جداره مخصوص حمل و نقل بچه‌ماهی استفاده شد، به‌نحوی‌که داخل هر پلاستیک ۳۰ عدد بچه‌ماهی قرار داده شد و یک‌سوم آن‌ها آب‌گیری شده و دوسوم باقی‌مانده اکسیژن‌دهی گردید و قبل انجام هر کاری، ٢٤ عدد از بچه‌ماهیان در فریزر با دمای انجماد ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شدند تا برای تعیین پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت به آزمایشگاه انتقال داده شدند و سپس بچه‌ماهیان ۳ ساعت در همان پلاستیک‌های دوجداره باقی ماندند تا هم‌دمایی با آب صورت گیرد و دمای کیسه‌ها با دمای محیط یکی شود و سپس کیسه‌ها باز شده و در یک مخزن ۳۰۰ لیتری بچه‌ماهیان به‌وسیله متیلن‌بلو ٤ درصد به‌مدت ۵ دقیقه ضدعفونی شدند و سپس به مخزن‌های ۳۰۰ لیتری دیگری انتقال یافته و پس از رفع استرس، با ساچوک به آکواریوم‌هایی که به‌عنوان حوضچه‌های آزمایشی در نظر گرفته شده بود با تراکم ۱۳ عدد در هر آکواریوم منتقل شدند و به‌مدت ٢٤ ساعت غذادهی انجام نشد تا استرس ناشی از انتقال برطرف شود. پس از گذشت ٢٤ ساعت از معرفی لاروها به حوضچه‌های آزمایشی، اولین غذادهی به لاروها که فقط شامل غذای تجاری (Skereting) بود، انجام گرفت و به‌مدت ۷ روز تنها از غذای تجاری برای تغذیه لاروها استفاده شد و پس از عادت نمودن ماهیان با شرایط جدید، دوره آزمایشی آغاز گردید. اولین مرحله آماده‌سازی غذا، تهیه لارو سوسک گوشت‌خوار جهت ترکیب با اجزای جیره اصلی بود که این لاروها از کارگاه ناکتا آکواریوم به‌صورت زنده تهیه شدند. برای استفاده از لاروهای سوسک گوشت‌خوار در جیره غذایی لازم بود که ابتدا آن‌ها را خشک نموده، سپس آسیاب نماییم. برای این کار، ابتدا لاروها سوسک گوشت‌خوار را در آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳۰ ثانیه غوطه‌ور نمودیم تا علاوه‌بر انعقاد پروتئین بدن، ضدعفونی نیز بشوند (Tsybina و همکاران، ۲۰۰۵). مدت غوطه‌وری در حدی بود که اجزای غذایی فرصت خروج از لاشه لاروها را نداشته باشند. سپس لاروها در آون با دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳ ساعت خشک شدند و از آن‌جا که این امکان وجود داشت که حرارت آون بر روی ترکیبات شیمیایی لاشه لاروهای سوسک گوشت‌خوار تأثیر گذاشته باشد، این لاروها پس از خشک شدن در آون، دوباره مورد بررسی قرار گرفتند و آنالیز لاشه شدند تا میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر آن‌ها تعیین شوند و بعد از این مرحله، لاروها به‌صورت پودر در آمدند و با غذای تجاری Skerting از نوع Starter1 که توسط شرکت Skerting ساخته می‌شود و ترکیب اجزای آن در جدول ۲ آمده است و کمی آب مخلوط شدند و از صفحه مشبک با قطر دهانه ۱/۵-۰/۵ میلی‌متری در طول دوره آزمایش با توجه به افزایش وزن بچه‌ماهیان عبور داده شد. با توجه به درصدهای مورد نیاز آزمایش که ۳، ٦ و ۹ درصد بود، پلت‌های جدیدی که با اندازه دهان ماهی متناسب باشد، تولید گردید و بعد از این‌که پلت‌ها خشک شدند، مورد استفاده قرار گرفتند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲- ترکیب اجزای غذای تجاری Skereting.

اجزاء غذای	مقادیر
پروتئین	٤٠ درصد
چربی	٢٠ درصد
خاکستر	٧/٥ درصد
رطوبت	١٠ درصد
ویتامین $D_٣$	١٠٠ AU/Kg
ویتامین A	٥٠٠ AU/Kg
فسفر	١/٤ درصد
فیبر	٠/١ درصد
آهن	٤٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم
مس	٥ میلی‌گرم بر کیلوگرم
ید	٢ میلی‌گرم بر کیلوگرم
انرژی	٣٢٠٠ کیلوکالری بر گرم

نحوه محاسبه درصدهای مختلف ترکیب لارو سوسک گوشت‌خوار با غذای تجاری این چنین بود که برای تهیه غذا با ترکیب صفر، ٣، ٦ و ٩ درصد لارو سوسک گوشت‌خوار (*Tenebrio molito*)، واحدهای ١٠٠، ٩٧، ٩٤ و ٩٩ گرمی از غذای تجاری (Skereting) تهیه شد و به‌ترتیب ٣، ٦ و ٩ گرم از پودر لارو سوسک گوشت‌خوار به آن اضافه گردید. در طول دوره آزمایش بچه‌ماهیان آزمایشی هر ١٥ روز یک‌بار مورد زیست‌سنجی قرار می‌گرفتند و ١٢ ساعت قبل و بعد از هر زیست‌سنجی غذادهی قطع می‌شد. طول بچه‌ماهیان با خط‌کش معمولی با دقت ١ میلی‌متر و وزن آن‌ها به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ٠/٠١ گرم اندازه‌گیری می‌شد. در پایان آزمایش‌ها، فاکتورهای درصد بازماندگی (SR) و شاخص‌های رشد مانند ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب چاقی به روش‌های زیر محاسبه شد و مناسب‌ترین جیره برای رسیدن به بیش‌ترین میزان بازماندگی و رشد تعیین شد (EIFAC، UINS و ICES، ١٩٨٢).

درصد بازماندگی $SR = N_f - N_i / N_i \times ١٠٠$

ضریب چاقی $CF = (BW / Tl^٣) \times ١٠٠$

نرخ رشد ویژه $SGR(\%) = (LnW_f - LnW_i / D) \times ١٠٠$

ضریب تبدیل غذایی $FCR = F / W_f - W_i$

برای اندازه‌گیری رطوبت مقداری از بافت را در پلیت‌های شیشه‌ای قرار داده و در دمای ١٠٥ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت خشک گردید، برای گرفتن خاکستر از نمونه‌های خشک استفاده شد. این نمونه‌ها را در بوته چینی قرار داده و به‌مدت ٨ ساعت در کوره الکتریکی در دمای ٥٤٦ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پروتئین با استفاده از روش کجلدال و چربی با استفاده از روش سوکسله اندازه‌گیری شد. از نرم‌افزار SPSS-١٣ برای انجام کارهای آماری استفاده شد. به‌طوری‌که تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه On-Way ANOVA انجام گرفت. از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها و تعیین اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ٥ درصد استفاده شد. از نرم‌افزار Excel برای رسم نمودار استفاده گردید.

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج

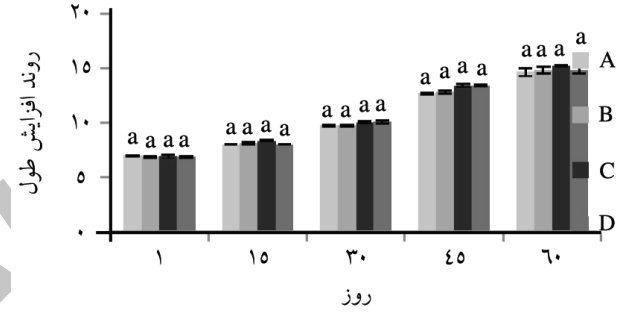
نتایج به‌دست آمده از آنالیز ترکیبات لاشه بدن بچه‌ماهیان شیپ در بین تیمارها در پایان آزمایش نشان می‌دهد که که به‌جز پروتئین سایر پارامترها (رطوبت، چربی و خاکستر) دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نمی‌باشند (P>۰/۰۵). در بررسی ترکیب پروتئین لاشه، تیمار ٦ درصد دارای بهترین نتیجه (۰/۰۵±۳٤/٦۷ درصد) می‌باشد که با سایر تیمارهای دارای اختلاف معنی‌داری است (P<۰/۰۵). تیمار شاهد کم‌ترین مقدار پروتئین (۰/۰۲٦±۳٤/۳۳۸ درصد) نشان داده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیبات شیمیایی بدن بچه‌ماهی شیپ در تیمارهای مختلف در طول دوره ٦۰ روزه.

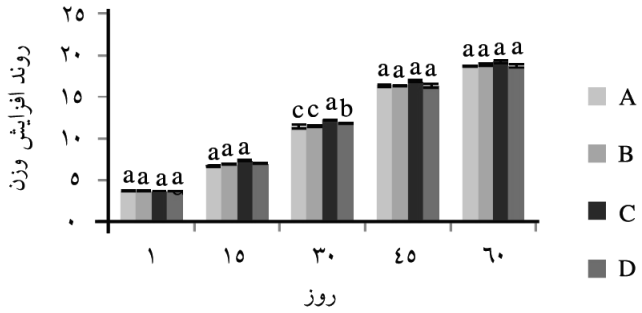
تیمار / شاخص	تیمار شاهد	جیره شامل ۳ درصد لارو سوسک	جیره شامل ٦ درصد لارو سوسک	جیره شامل ۹ درصد لارو سوسک
پروتئین (درصد)	۳٤/۳٤±۰/۰۲٦^{c}	۳٤/٤۹±۰/۰٤۷^{b}	۳٤/٦۷±۰/۰۵^{a}	۳٤/٤۷±۰/۰۳^{b}
چربی (درصد)	۱٦/٦±۰/۱۷^{a}	۱٦/۵٦±۰/۱۵^{a}	۱٦/۵۳±۰/۲^{a}	۱٦/۵±۰/۲۱^{a}
خاکستر (درصد)	۱/۲٦±۰/۰۵^{a}	۱/۲۷±۰/۰٦۸^{a}	۱/۲±۰/۰۱^{a}	۱/۲۵±۰/۰۵^{a}
رطوبت (درصد)	٤۵/٦٦±۰/۵۷^{a}	٤۵/٦٦±۰/۰۵۷^{a}	٤٦±۰/۱^{a}	٤۵±۰/۰۰^{a}

اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (Mean±S.D).

نتایج آزمون دانکن صفات مختلف طی دوره‌های زمانی ۱۵ روزه و نیز طی کل دوره آزمایشی (دوره دوماهه) برای معرفی بهترین تیمار غذایی اثرگذار بر صفات مورد بررسی، در شکل‌های ۱ تا ٦ آورده شده است.

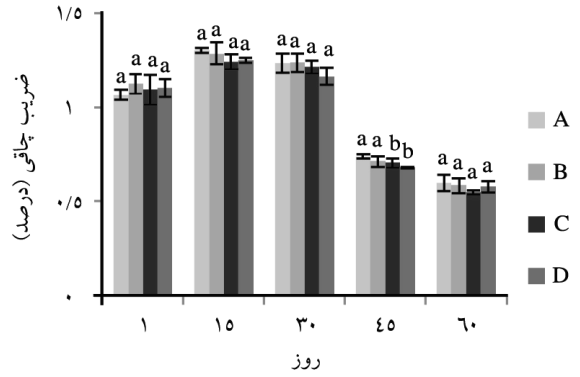


شکل ۱- تغییرات طول بچه‌ماهی شیپ در تیمارهای مختلف در طول دوره ٦۰ روز.

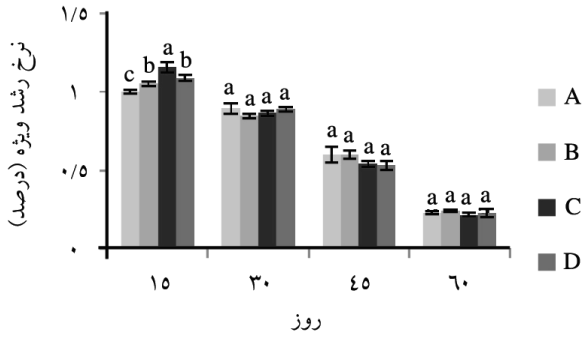


شکل ۲- تغییرات وزن بچه‌ماهی شیپ در تیمارهای مختلف در طول دوره ٦۰ روز.

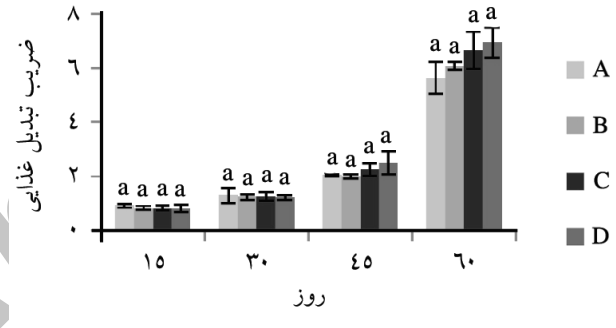
Archive of SID
www.SID.ir



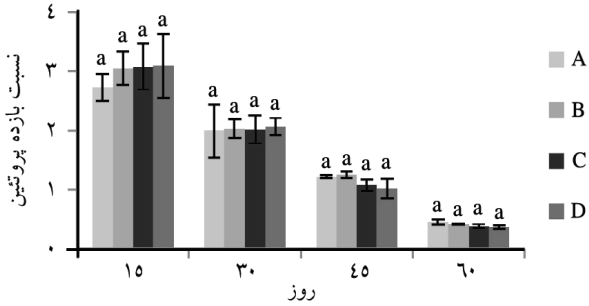
شکل ۳- تغییرات نرخ رشد ویژه بچه‌ماهی شیپ در تیمارهای مختلف در طول دوره ۶۰ روز.



شکل ٤- تغییرات ضریب چاقی ماهی شیپ در تیمارهای مختلف در طول دوره ۶۰ روز.

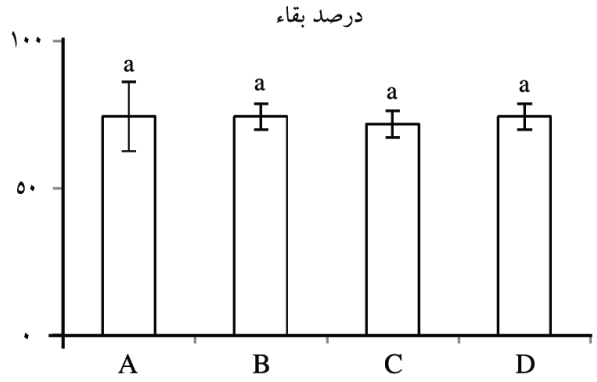


شکل ۵- روند تغییرات ضریب تبدیل غذایی ماهی شیپ در تیمارهای مختلف در طول دوره ۶۰ روز.



شکل ٦- روند تغییرات نسبت بازده پروتئین بچه‌ماهی شیپ در تیمارهای مختلف در طول دوره ۶۰ روز.

www.SID.ir



شکل ۷- تغییرات درصد بقاء ماهی شیپ در تیمارهای مختلف در طول دوره ۶۰ روز.

جدول ٤- مقایسه میانگین داده‌های بچه‌ماهی شیپ در تیمارهای مختلف در طول دوره ۶۰ روزه.

تیمار / شاخص	A (۰ درصد)	B (۳ درصد)	C (٦ درصد)	D (۹ درصد)
وزن اولیه (گرم)	۳/٦٥±۰/۰۷^{a}	۳/٦٥±۰/۰۳^{a}	۳/٦۳±۰/۰۳۱^{a}	۳/٦۱±۰/۰۲۷^{a}
وزن نهایی (گرم)	۱۸/۷٤±۰/۰۳٥^{b}	۱۸/۹۲±۰/۰۱۰^{ab}	۱۹/۲۲±۰/۲۰^{a}	۱۸/٦۹±۰/۰۲۳^{b}
طول اولیه (سانتی‌متر)	۷/۰۱±۰/۰۲^{a}	٦/۸۸±۰/۰۹٥^{a}	٦/۹۳±۰/۱٥^{a}	٦/۹±۰/۰۷^{a}
طول نهایی (سانتی‌متر)	۱٤/٦۳±۰/۳٤^{a}	۱٤/۸۰±۰/۲۹^{a}	۱٥/۱۸±۰/۰۷۷^{a}	۱٤/۸۰±۰/۲٤^{a}
ضریب رشد ویژه	۲/۷۲±۰/۰۳٤^{a}	۲/۷٤±۰/۰۲۲^{a}	۲/۷۷±۰/۰۰٦^{a}	۲/۷۳±۰/۰۲٥^{a}
افزایش وزن روزانه درصد	٤۱۲/٦±۱۰/۷۹^{b}	٤۱۷/٦۱±۷/۱^{b}	٤۲۹/۱٦±۲/۱۸^{a}	٤۱٦/۷۹±۸/۰۱^{b}
نسبت بازده پروتئین	۱/۱۰۸±۰/۰۷^{a}	۱/۰٥±۰/۰۱^{a}	۱/۰٦±۰/۰٦۳^{a}	۰/۹٦±۰/۰٤٦^{a}
ضریب تبدیل	۲/۲٦±۰/۱٤^{b}	۲/۳۷±۰/۰۲^{ab}	۲/۳٥±۰/۱۳^{ab}	۲/٥۸±۰/۱۲^{a}
ضریب چاقی	۰/٥۹±۰/۰٤^{a}	۰/٥۸±۰/۰۳^{a}	۰/٥٤±۰/۰۱۲^{a}	۰/٥۷±۰/۰۲^{a}
درصد بقا	۷٤/۳٥±۱۱/۷^{a}	۷٤/۳٥±٤/۰٤٤^{a}	۷۱/۷۹±٤/٤٤^{a}	۷٤/۳٥±۰/۰۲۷^{a}

بررسی میانگین تغییرات طول بچه‌ماهی شیپ در طول دوره آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است، گرچه تیمار ٦ درصد (c) از رشد بهتری برخوردار بوده ولی در خصوص افزایش طول اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نگردید (P>۰/۰٥). حداقل میانگین طولی متعلق به تیمار شاهد و حداکثر میانگین طولی متعلق به تیمار ٦ درصد می‌باشد. شکل ۲ مربوط به میانگین تغییرات وزن بچه‌ماهی شیپ در طول دوره پرورش می‌باشد که در آن تیمار ٦ درصد رشد بهتری نسبت به سایر تیمارها داشته ولی روند افزایش وزن اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای مختلف نشان نداده است (P>۰/۰٥). بیش‌ترین مقدار عددی افزایش وزن مربوط به تیمار ٦ درصد و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. در شکل ۳ نیز میانگین تغییرات نرخ رشد ویژه بچه‌ماهیان طی دوره‌های مختلف زیست‌سنجی (به غیر از ۱۵روز اول) زیست‌سنجی، تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (P>۰/۰٥). بررسی روند تغییرات ضریب چاقی در تیمارهای مختلف، در ۶۰ روز اختلاف معنی‌داری را در شکل ٤ نداشته است (P>۰/۰٥). اگرچه ضریب چاقی در تیمار ٦ درصد از بقیه تیمارها کم‌تر است ولی این تفاوت معنی‌دار نبوده

Archive of SID
www.SID.ir

است. تیمار ٦ درصد در رتبه آخر و تیمار شاهد در رتبه نخست قرار گرفت. در شکل ۵، میانگین تغییرات ضریب تبدیل غذا در تیمارهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. تیمار شاهد کم‌ترین میانگین را در تیمارها کسب نموده و بیش‌ترین میانگین نیز از آن تیمار ۹ درصد بوده است ولی به‌طورکلی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). در شکل ٦، نسبت بازده پروتئین در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشته است (P>۰/۰۵). مقدار این شاخص در تیمار ۹ درصد دارای کم‌ترین مقدار و در تیمار شاهد دارای بیش‌ترین مقدار می‌باشد. بررسی میانگین تغییرات درصد بقا در تیمارهای واجد لارو گوشت‌خوار سوسک با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری ندارد (P>۰/۰۵).

بحث

بررسی نتایج صفات مختلف بچه‌ماهیان طی ۱۵ روز اول آزمایش، تمامی تیمارها را در ایجاد میانگین‌های شاخص‌های وزن، طول کل، نرخ رشد ویژه، نرخ تبدیل غذا، ضریب چاقی، بازده پروتئین و مرگ و میر بچه‌ماهیان، هم‌رتبه نشان داده است که این نتایج را می‌توان مربوط به نبود توسعه سامانه بویایی در بچه‌ماهیان شیپ دانست (Comeze، ۲۰۰۹). ماهیان خاویاری برای تغذیه از حس بویایی بهره می‌برند و طعمه را می‌یابند. براساس مطالعات Kasumyan و Deritsina (۱۹۹۷)، سامانه بویایی تاس‌ماهیان در سن ۳ ماهگی، از ماه سوم رو به تکامل می‌رود بنابراین با بررسی نتایج به‌دست آمده در پایان دوره آزمایش تأثیر افزایش سن را در تکامل سامانه بویایی تاس‌ماهیان را عامل مثبتی در افزایش وزن و طول بچه‌ماهیان دانست. افزایش میزان درصد لارو سوسک در تیمارهای ٦ و ۹ درصد با توجه به تحریک حس بویایی بچه‌ماهیان شیب باعث بهبود شاخص وزن و طول در این تیمارها در انتهای دوره گشت (Liewe و همکاران، ۲۰۰۱). از طرفی، مقایسه رشد و روند بازماندگی بچه‌ماهیان با جیره‌های مختلف در طی این ۱۵ روز نشان داد که این لاروها توانایی سازگاری با سطح‌های مختلف این جیره را دارا می‌باشد. نتایج به‌دست آمده در ۱۵ روز دوم نیز تا حدود زیادی شبیه ۱۵ روز اول است با این تفاوت که نسبت بازده پروتئین به اندازه سه‌چهارم ۱۵ روز اول کاهش یافته (شکل ٦) و در خصوص شاخص ضریب تبدیل غذایی تفاوتی به‌دست نیامده است. بررسی روند افزایش وزن و افزایش طول نیز نشان می‌دهند که در تیمار شامل ٦ درصد و ۹ درصد لارو سوسک، رشد بهتری نسبت به سایر تیمارها ایجاد شده است که این موضوع می‌تواند در تأیید مطلب بالا باشد و تأثیر افزایش سن را در تکامل سامانه بویایی تاس‌ماهیان نشان می‌دهد. شاید عامل دیگر در افزایش رشد در این تیمار مربوط به عادت غذایی بچه‌ماهیان باشد که با گذشت زمان با طعم و بوی این مکمل سازگاری پیدا کرده‌اند (Kasumyan، ۱۹۹۹). Nikonov و Caprio (۲۰۰٤) نشان دادند که محدوده بویایی در غلظت‌های بالاتر، گسترده‌تر شده و هرچه میزان اسیدآمینه در غذا بیش‌تر باشد، فعالیت پایانه‌های عصبی افزایش می‌یابد. اما این‌که چرا تیمار واجد ۹ درصد لارو سوسک گوشت‌خوار در خصوص شاخص افزایش وزن در الویت دوم قرار گرفته است را شاید بتوان مربوط به وجود کیتین بیش از حد در این تیمار دانست. با توجه به این‌که Shiau و YU (۲۰۰۰) افزایش کیتین را تا ۲ درصد باعث کم‌شدن کارایی پروتئین دانسته است و از آن‌جا که میزان کیتین موجود در (*Tenebrio molitor*) در حدود ٤/۵ درصد وزن توده خشک لارو می‌باشد، می‌تواند در کاهش روند رشد تأثیرگذار باشد البته در آزمایش‌هایی که از کیتین به‌عنوان مکمل در غذای ماهی استفاده

Archive of SID

www.SID.ir

شده بود، تأثیری چندانی بر روی بقاء و شاخص‌های رشد دیده نشد (Powell و Rowley، ۲۰۰۶). به‌طورکلی یافته‌های به‌دست آمده از اثر کیتین در ارگانیسم‌های آبی متفاوت است. علاوه‌بر کیتین، این لارو دارای سلولز و همی‌سلولز فراوان در پوسته خود می‌باشد که جذب غذا را در دستگاه گوارش دچار مشکل می‌سازد (Weihart و Nicolson، ۲۰۰۲). علت دیگر را می‌توان میزان ٦/۳۵ درصد ازت کل در این لارو دانست (Elpidina و همکاران، ۲۰۰۵). بررسی نتایج زیست‌سنجی در طی ۱۵ روز سوم نشان‌دهنده این مطلب است که میزان بازده پروتئین نسبت به ۱۵ روز دوم به نصف کاهش یافته است (شکل ٦) در حالی‌که مقدار ضریب تبدیل غذا دو برابر ۱۵ روز دوم شده است (شکل ۵) که این همبستگی بین این دو شاخص را نشان می‌دهد زیرا هرچه نسبت بازده پروتئین زیاد شود، ضریب تبدیل غذا کاهش می‌یابد. در مورد شاخص افزایش وزن و افزایش طول یک جهش رشدی در زیست‌سنجی سوم نسبت به ۱۵ روز دوم دیده می‌شود که علت بروز آن را می‌توان قرار گرفتن بچه‌ماهیان در مرحله‌ای از رشد باشد که بیش‌ترین درصد افزایش وزن و طول در آن مرحله رخ می‌دهد. مسأله دیگر که در زیست‌سنجی سوم دارای اهمیت است، عملکرد بهتر شاخص‌های میانگین وزن و طول در تیمارهای ٦ و ۹ درصد می‌باشد که دارای سیر صعودی بودند. نتایج پارامترهای رشد طی ۱۵ روز چهارم آزمایش نشان داد که در تمامی تیمارها میانگین‌های وزن، طول، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذا، درصد نرخ بقاء، ضریب چاقی دارای روند یکسانی می‌باشند که علت آن را می‌توان طبق نتایج پژوهش Vinokurov و همکاران (۲۰۰٦) اثرات منفی کیتین بر روی گوارش در درازمدت دانست. البته یکی از دلایل دیگر در کاهش رشد دو تیمار ذکر شده را می‌توان وجود مقادیر زیاد آب (۸٦ درصد) در بدن لارو دانست که طی مراحل خشک شدن و تبدیل شدن آن به پودر کیفیت آن از نظر تغذیه‌ای در مقایسه با شکل زنده به‌طور چشم‌گیری کاهش پیدا می‌کند (Ljunggren، ۲۰۰۲). نکته قابل تأمل در بیومتری چهارم ۳ تا ٤ برابر شدن ضریب تبدیل غذا نسبت به دوره‌های قبل می‌باشد که شاید مربوط به استفاده مداوم غذاهای تجاری در شرایط آکواریومی باشد زیرا کلسیم و فسفر موجود در غذاهای تجاری باعث اختلال در جذب چربی شده و تولید انرژی را به حداقل می‌رسد، در نتیجه آبزی به ناچار غذای بیش‌تری مصرف می‌کند تا نیازهای انرژی خود را تامین کند (Golvin و همکاران، ۲۰۰۱). به‌طورکلی مطالعه نتایج صفات بچه‌ماهیان تیمارهای مختلف، طی تمامی هفته‌های آزمایش نشان‌دهنده این مطلب است که استفاده از پودر (*Tenebrio molitor*) به‌صورت مخلوط با غذای تجاری اثر چندانی در بین تیمارهای مورد بررسی نداشته است، گرچه در ۱۵ روز دوم و سوم توانسته است رشد بهتری را در افزایش روند شاخص‌های وزن و طول، در تیمارهای ٦ و ۹ درصد ایجاد کند که این اختلاف می‌تواند، مربوط به تفاوت گونه پرورشی و نوع کرم اضافه شده به غذای تجاری باشد. چرا که Rawling (۲۰۱۲)، میزان بالای آهن (۹/۵۷±۰/۲٤) و لوکوسیت (MCH؛ pg ۷٦/۱۳±٤/۵۹) در کرم خاکی را دلیل افزایش اشتها و مقاومت بدن در کپور آینه‌ای (*Cyprinus carpio*) دانسته است که به‌دنبال آن نرخ بقاء نیز افزایش یافت. از طرف دیگر، فیبر موجود در بدن کرم خاکی (۳/۷ درصد) کم‌تر از فیبر موجود در بدن لارو سوسک گوشت‌خوار (٤/۵ درصد) می‌باشد که باعث اختلال کم‌تری در سیستم گوارش کپور ماهی آینه‌ای شده است (Tuan و Focken، ۲۰۰۹؛ Blanchard، ۲۰۰۸). نتایج به‌دست آمده از آزمایش Liewe و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد

Archive of SID
www.SID.ir

که استفاده از این کرم باعث کاهش رشد در تیمارهای شامل درصدهای بالای ٤٠ درصدی این لارو به‌دلیل وجود کیتین موجود در آن شده است و علت دیگر را میزان ٦/٣٥ درصد ازت کل در این لارو دانسته است. ماهیان آب شیرین نیازمند اسیدهای چرب n-٣ و n-٦ در غذای دریافتی خود می‌باشند، بنابراین باید اسیدهای چرب ضروری در جیره غذایی آن‌ها وارد شود (Yousefian و Najafpour، ٢٠١١). استفاده از شفیره مگس Pupae fly و مگس black soldir نیز تفاوتی در شاخص‌های رشد با تیمار شاهد ماهی قزل‌آلا دیده نشد (Hilaire و همکاران، ٢٠٠٧). همچنین استفاده از لارو مگس سرباز (*Hermetia illucens* L.) در جیره غذایی گربه‌ماهی کانال *Ictalurus punctatus* منجر به کندی رشد در طی یک دوره ١٥ هفته (*Clarias gariepinus*) گردید (Bondari، ٢٠٠٨). در پایان می‌توان بیان نمود، استفاده از لارو سوسک گوشت‌خوار به‌میزان ٦ درصد در جیره غذایی، منجر به بهبود شاخص‌های رشد بچه‌ماهی شیپ شده است اگرچه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید.

سپاسگزاری

کمال تشکر و قدردانی خود را نسبت به زحمات فراوان کارکنان انستیتو تحقیقات دکتر دادمان رشت و همچنین تشکر ویژه از جناب آقای مهندس محمود شکوریان به سبب کمک‌های بی‌دریغش ابراز می‌دارم.

منابع

١- آذری‌تاکامی، ق.، و کهن‌شهری، ق.، ١٣٨٨. تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری. انتشارات دانشگاه تهران. ٢٨١ صفحه.

٢- ابطحی، ب.، و زحمتکش‌کومله، ع.، ١٣٩٠. غذا و تغذیه در صنعت پرورش گوشتی ماهیان خاویاری. انتشارات حق‌شناس. ٨٨ صفحه.

3.Blanchard, G., Makombu, J.G., and Kestemonte, P., 2008. Influence of different dietary 18:3n-3/18:2n-6 on growth performance, fatty acid composition and hepatic ultrastructure in Eurasian perch, Percafluviatilis L. J. Aqua. 15, 144-150.

4.Bondari, K., 2008. Soldier fly, *Hermetia illucens* L., larvae as feed for channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque) and blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner). J. Aqua. Res. 18, 209-220.

5.Cristofoletti, P.T., Ribeiro, A.F., and Terra, W.R., 2005. The cathepsin L-like proteinases from the midgut of *Tenebrio molitor* larvae: sequence, properties, immunocytochemical localization and function. J. Insect Biochem. Mol. Biol. 35, 883-901.

6.Denga, D.F., Shunsuke Koshiob, S., Yokoyamab, S., Sungchul, C., Qingjun Shaod, B., Yibo Cuie, C., and Hunga, S.O., 2003. Effects of feeding rate on growth performance of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) larvae. J. Aqua. 217, 589-598.

7.DiLauro, M.N., Krise, W.F., and Fynn-Aikins, K., 1998. Growth and survival of lake sturgeon larvae fed formulated diets. J. Prog. Fish-Cult. 60, 293-296.

8.Doeringa, J.A., Wisemana, S., Shawn, C., Beitel, A., Brett, J., and Heckera, M., 2012. Tissue specificity of aryl hydrocarbon receptor (AhR) mediated responses and relative sensitivity of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to an AhR agonist. J. Aqua. Toxicol. 114-115, 125-133.

9.EIFAC, UINS and ICES, 1982. European Inland Fisheries Advisory Commission Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome International Council for the Exploration of the Sea Copenhagen.

Archive of SID

www.SID.ir

10.Elpidina, E.N., Tsybina, T.A., Dunaevsky, Y.E., Belozersky, M.A., Zhuzhikov, D.P., and Oppert, B., 2005. A chymotrypsin-like proteinase from the midgut of *Tenebrio molitor* larvae. J. Biochem. 87, 771-779.
11.Espinoza-Fuentes, F.P., and Terra, W.R., 1987. Physiological adaptations fordigesting bacteria. Water fluxes and distribution of digestive enzymes in *Musca domestica* larval dgut. J. Insect Biochem. 17, 809-817.
12.Gómez, A., Durán, E., Ocaña, E.M., Jiménez-Moya, F., Broglio, C., Domezain, A., Salas, C., and Rodríguez, F., 2009. Observations on the Brain Development of the Sturgeon *Acipenser naccarii*. J. Fish Fish. Series. 29, 155-174.
13.Hilarire, S., Sheppard, D.C., Tomberlin, J.K., Irving, S., Newton, G.L., and Mcguir, 2007. Fly prepupae as a feed stuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. J. World Aqua. Soc. 38, 59-67.
14.Kasumyan, A.O., 1999. Olfaction and taste in sturgeon behavior. J. Appl. Ichth. 15, 228-232.
15.Kasumyan, A.O., and Devitsina, G.V., 1997. The effect of olfactory deprivation on chemosensory sensitivity and the state of taste receptors of Acipenserids. J. Ichth. 32, 786-798.
16.Liew, F.L., Ang, L.P., and Wong, K.W., 2001. Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*. J. Aqua. Res. 32, 273-280.
17.Ljunggren, L., 2002. Growth response of pick-perch larvae in relation to body size and zooplankton abundance. J. Fish Biol. 60, 405-414.
18.Mohseni, M., Sajjadi, M., and Pourkazemi, M., 2007. Growth performance and composition of sub-yearling Persian sturgeon, (*Acipenser persicus*, Borodin, 1897), fed different dietary protein and lipid levels. J. Appl. Ichth. 23, 204-208.
19.Molly, L., Webba, A.H., and Doroshov, S.I., 2011. Importance of environmental endocrinology in fisheries management and aquaculture of sturgeon general and comparative docrinology, J. Fish Biol. 170, 313-321.
20.Nelson, M.M., 2006. Hematology and stress physiology of juvenile Diploid and Triploid short-nose sturgeon (*Acipenser brevirostrum*). J. Fish Physiol. Biochem. 31, 303-313.
21.Nikonov, A.A., and Caprio, J., 2004. Odorant specificity of single olfactory bulb neurons to amino acids in the channel catfish. J. Neurophysiol. 92, 123-134.
22.Oppert, B., Morgan, T.D., Hartzer, K., and Kramer, K.J., 2005. Compensatoryproteolytic responses to dietary proteinase inhibitors in the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Comp. J. Biochem. Physiol. 140, 53-58.
23.Powell, A., and Rowley, A.F., 2007. The effect of dietary chitin supplementation on the survival and immune reactivity of the shore crab, *Carcinus maenas*. J. Comp. Biochem. Physiol. J. Mol. Int. Physiol. 147, 122-128.
24.Rawling, M.D., Merrifield, D.L., Snellgrove, D.L., Kühlwein, H., and Adams, S.J., 2012. Haemato-immunological and growth response of mirror carp (*Cyprinus carpio*) fed a tropical earthworm meal in experimental diets. J. Fish Shell Fish Imm. 32 (6), 1002-1007.
25.Shiau, S.Y, and Yu, Y.P., 2000. Dietary supplementation of chitin and chitosan depresses growth in tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureaus*. J. Aqua. 179, 279-285.
26.Stuart, J.S., and Hung, S.S.O., 1989. Growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) fed different proteins. J. Aqua. 76, 303-316.
27.Tsybina, T.A., Dunaevsky, Y.E., Belozersky, M.A., Zhuzhikov, D.P., Oppert, B., and Elpidina, E.N., 2005. Digestive proteinases of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae: purification and characterization of trypsin-like proteinase. Biochemistry (Moscow), 70, 300-305.
28.Tuan, N.N., and Focken, U., 2009. Earthworm powder as potential protein source in diets for common carp (*Cyprinus carpio* L.). In: Biophysical and socio-economic frame conditions for the sustainable management of natural resources. Hamburg: Tropentag.

Archive of SID
www.SID.ir

29. Vinokurov, K., Elpidina, E.N., Oppert, B., Prabhakar, S., Zhuzhikov, D.P., Dunaevsky, Y.E., and Belozersky, M.A., 2006. Diversity of digestive proteinases in *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae. J. Com. Biochem. Physiol. 145, 126-137.
30. Wiehart, U.I.M., and Nicolson, A., 2002. Antagonistic control of fluid secretion by the Malpighiantubules of *Tenebrio molitor*: effects of diuretic and antidiuretic peptides and their second messengers. J. Exp. Biol. 205, 493-501.
31. Yousefian, M., and Mand Najafpour, S.H., 2011. Enrichment of *Artemia* using highly nsaturated fatty acid and vitamin C in larval culture of *Acipenser persicus*. J. World Appl. Sci. 12, 1266-1268.

Archive of SID

www.SID.ir