Archive of SID

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۶

ص۳۱۳-۳۲۸

تأثیر جایگزینی زودهنگام غذای زنده با غذای خشک در عملکرد لارو ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*)

❖ **سمیرا ناظم‌رعایا:** دانشجوی گروه شیلات دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران
❖ **محمدعلی نعمت‌اللهی*:** دانشیارگروه شیلات دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران
❖ **راضیه یزدان‌پرست:** استاد گروه بیوشیمی مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران
❖ **حمید فرحمند:** دانشیارگروه شیلات دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران
❖ **قدرت میرزاده:** دکتری شیلات سازمان شیلات استان هرمزگان، بندرعباس

چکیده

در این مطالعه امکان جایگزینی زودهنگام غذای زنده با خشک از روز ۲۵ (تیمار شاهد) به روز ۱۸ (تیمار زودهنگام) پس از تفریخ و تأثیر آن در شاخص‌های رشد، نرخ بقا و کیفیت لارو ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) بررسی شده است. برای اندازه‌گیری نرخ رشد تا پیش از آغاز آزمایش، نمونه‌برداری از لاروها در روزهای ۰، ۲، ۴، ۱۰، ۱۴، ۱۶ و ۱۸ و بعد از آن در روزهای ۲۵، ۳۲ و ۳۹ و برای نرخ بقا و هم‌جنس‌خواری و کیفیت لارو در روز ۳۹ پس از تفریخ صورت گرفت. نتایج نشان داد با آن‌که نرخ رشد ویژه در فاصلهٔ آغاز جایگزینی غذا تا انتهای دورهٔ پرورش در تیمار شاهد نسبت به زودهنگام به شکل معنی‌داری ($p <$ ۰/۰۵) بیشتر است، اما در کل دورهٔ پرورش بین دو تیمار تفاوت معنی‌داری ($p >$ ۰/۰۵) ندارد. نرخ رشد نسبی در تیمار شاهد با روندی یکسان، ولی در تیمار زودهنگام با روند افزایشی معنی‌دار ($p <$ ۰/۰۵) پیش می‌رود. جایگزینی زودهنگام تأثیر معنی‌داری در نرخ بقا و هم‌جنس‌خواری و کیفیت لاروها نداشت ($p >$ ۰/۰۵). این نتایج بیان‌گر امکان جایگزینی غذای زنده با خشک در لارو ماهی صبیتی از روز هجدهم پس از تفریخ بدون کاهش در نرخ رشد ویژه، نرخ بقا و کیفیت لارو است که برای پرورش‌دهنده نیز اقتصادی‌تر است.

واژگان کلیدی: صبیتی، *Sparidentex hasta*، جایگزینی غذا، رشد، بقا.

* نویسندهٔ مسئول تلفکس: ۰۲۶-۳۲۲۴۵۹۰۹
Email: malahi@ut.ac

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

موجودات زندهٔ غذایی مانند روتیفر[1] و آرتمیا[2] در صنعت پرورش لارو بیشتر گونه‌های ماهیان دریایی به کار می‌روند و برای تولید موفقیت‌آمیز لارو اهمیت بسیاری دارند (Baskerville-Bridges and Kling, 2000)، اما کاربرد غذای زنده در پرورش لارو دربرگیرندهٔ هزینه‌های بالاتر تولید، ارزش غذایی نامطمئن (Hamlin and Kling, 2001) و بار باکتریایی بالاست (Kim *et al.*, 2004). بر اساس برآوردهای پیشین تولید آرتمیا بخش اعظم هزینه‌های تولید و پرورش لارو حدود ۸۰٪ هزینه‌های تولید غذای زنده یا ۴۰٪ کل هزینه‌های غذا را طی سه ماه اول پرورش دربر می‌گیرد (Baskerville-Bridges and Kling, 2000). کاهش وابستگی به غذاهای زنده، هزینه‌ها و مشکلات مربوط به پرورش لارو را کاهش می‌دهد و سرمایه‌گذاری پرسودتری را در آبزی‌پروری فراهم می‌کند (Hamlin and Kling, 2001). همچنین، غذاهای تجاری خشک می‌توانند نگرانی‌های مربوط به هزینه و ارزش غذایی ضعیف غذای زنده را برطرف کنند (Puvanendran *et al.*, 2006).

در تولید انبوه بیشتر ماهیان دریایی، «جایگزینی غذای زنده با غذای خشک»[3] دوره‌ای حیاتی است (Rosenlund *et al.*, 1997). شکلی از این جایگزینی تغذیهٔ هم‌زمان است، به صورتی که غذای زنده به‌تدریج با مقادیر رو به افزایش غذای خشک جایگزین می‌شود. این جایگزینی موجب رشد و بقای بهتر لارو ماهیان دریایی در مقایسه با زمانی می‌شود که غذای زنده به تنهایی به کار می‌رود (Chang *et al.*, 2006). جیره‌های خشک می‌توانند تعادل ترکیبات غذایی غذای زنده را به‌ویژه در مورد اسیدهای آمینه متعادل کنند، چون اسیدهای آمینه به‌آسانی در غذای زنده تغییر می‌کنند (Rønnestad *et al.*, 1999). همچنین، مشخص شده که تغذیه با جیره‌های غذایی خشک در تغییر اندازهٔ لارو در مخزن پرورش و در نتیجه در نرخ هم‌جنس‌خواری مؤثر است (Curnow *et al.*, 2006). از سوی دیگر، غذای زنده می‌تواند در هضم و جذب غذاهای خشک مؤثر باشد (Kolkovski *et al.*, 1997)، به طوری که هضم را از راه تحریک پاسخ‌های درون‌ریز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Kowen *et al.*, 2001). همچنین، تغذیهٔ هم‌زمان عملکرد تغذیه‌ای لارو را بهبود می‌بخشد و باعث سهولت در انتقال زودهنگام به سوی غذاهای خشک به تنهایی می‌شود (Chang *et al.*, 2006).

به طور معمول در ماهیان دریایی، جایگزینی غذای زنده با غذای خشک، به طور موفقیت‌آمیزی پس از چندین هفته خروج از تخم و در برخی از گونه‌های ماهی آب شیرین زودتر انجام می‌گیرد. بیشتر مواقع، جایگزینی غذای زنده با غذای خشک در لارو ماهیان دریایی تا زمانی که دگردیسی آغاز یا حتی کامل نشود، صورت نمی‌گیرد. اگر میزان رشد و بقا ثابت بماند یا حتی بهتر هم نشود، کاهش زمان آغاز جایگزینی غذای زنده با غذای خشک از نظر اقتصادی دارای برتری خواهد بود (Félix and Ryckeghem, 1999; Puvanendran *et al.*, 2006). پیش از این نیز، امکان موفقیت تغذیهٔ زودهنگام در

1. *Branchionus sp*
2. *Artemia sp*
3. weaning

www.SID.ir

Archive of SID

گونه‌های مختلفی مانند باس مخطط، *Morone saxatilis* (Chu and Ozkizilcik, 1999)؛ درام قرمز، *Sciaenops ocellatus* (Lazo *et al.*, 2000)؛ سیم دریایی سرطلایی، *Sparus aurata* (Yúfera *et al.*, 2000)؛ هالیبوت اطلس، *Hippoglossus hippoglossus* (Næss *et al.*, 2001)؛ کفشک زمستانی *Pseudopleuronectes americanus* (Ben Khemis *et al.*, 2003)؛ کفشک زبان‌گاوی، *Cynoglosssus semilaevis* (Chang *et al.*, 2006)؛ بارامونـدی، *L. calcarifer* (Curnow *et al.*, 2006)؛ سیم سفید، *Diplodus sargus* (Guerreiro *et al.*, 2010) و کوبیا، *Rachycentron canadum* (Nhu *et al.*, 2010) بررسی شده است. گرچه زمان آغاز آن مختص هر گونه بر اساس بلوغ سیستم هضمی آن است (Zambonino Infante and Cahu, 2001).

با توجه به مشکلات مربوط به صید بی‌رویه و واردآمدن فشار بر گونه‌های مهم و تجاری خلیج فارس و خطر کاهش جمعیت‌های آن‌ها از یک سو، و افزایش قیمت و نیاز بالا از سوی دیگر، چند سالی است که به تکثیر و پرورش ماهیان دریایی در خط ساحلی جنوب کشور روی آورده شده است. صبیتی، ماهی بسترزی متعلق به مناطق گرمسیری با نام علمی *Sparidentex hasta* (Valenciennes,1820) از خانوادهٔ شانک‌ماهیان[1] و راستهٔ سوف‌ماهی شکلان[2] (Bauchot and Smith, 1984) است که بومی خورهای بندر امام و ماهشهر بوده و در استان خوزستان و کشور کویت از بازارپسندی بسیار بالایی برخوردار است و در شرایط پرورشی رشد به نسبت سریعی دارد (Teng *et al.*, 1999). بدین منظور در دهه‌های اخیر، تولید این گونه در سواحل جنوبی ایران و کشورهای عربی خلیج فارس (Hussain *et al.*, 1981) افزایش قابل توجهی داشته است، به طوری که از ۱۱/۵ تن در سال ۲۰۰۰ به ۱۳۰۰ تن در سال ۲۰۱۲ رسیده است (RAIS). با افزایش تولید این گونه، مشکلات مربوط به مراحل اولیهٔ پرورش (مرحلهٔ لاروی) و هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری مربوط به پرورش غذای زنده و غنی‌سازی آن در این بخش همچنان پابرجاست. هدف این مقاله بررسی تأثیر کاهش دورهٔ مصرف غذای زنده و کاهش زمان آغاز جایگزینی غذای زنده با غذای خشک در عملکرد لارو ماهی صبیتی از نظر شاخص‌های نرخ رشد، بقا، هم‌جنس‌خواری و کیفیت آن برای بهبود روش پرورش و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. پرورش لارو و طرح آزمایش

نمونه‌های لارو مورد استفاده در این مطالعه از کارگاه تکثیر ماهیان دریایی واقع در روستای بندر معلم از توابع بندر لنگه در استان هرمزگان تأمین شدند. مولدان صبیتی با روش صید گوشگیر در مناطق جنگل‌های حرا واقع در بندر خمیر در فاصلهٔ توراندازی یک‌ساعته صید شدند. هر ۸-۷ قطعه مولد در مخازن ۳۰۰ لیتری حاوی آب دریا قرار داده شد و با قایق به ساحل منتقل شد. سپس، این مولدان به‌سرعت درون مخازن یک‌تنی همراه با هوادهی به محل کارگاه ذکرشده در بالا منتقل شدند و بعد از انتقال به کارگاه، در استخرهای بتنی گرد با قطر چهار متر نگهداری شدند. برای تکثیر نیمهٔ طبیعی لاروها،

1. Sparidae
2. Perciformes

www.SID.ir

Archive of SID

غذای مناسب و شرایط جزرومدی در استخر برای مولدان فراهم شد. جفت‌گیری در اوایل شب صورت گرفت و تخمک و اسپرم در آب رها شدند. پس از انجام‌دادن عمل لقاح در استخر، صبح روز بعد تخم‌های لقاح‌یافته به وسیلهٔ توری جمع‌کننده (۱۵۰ µ) جمع‌آوری شدند و پس از ضدعفونی و شمارش به مخزن‌های ۳۰۰ لیتری استوانه‌ای از پیش آب‌گیری‌شده انتقال یافتند. تا زمان تخم‌گشایی، که حدود ۲۴ ساعت پس از انتقال تخم‌ها به مخازن بود، دما و اکسیژن محلول مخزن‌ها به طور مرتب بازرسی می‌شد. دما در دورهٔ زمانی انکوباسیون ۲۰ ±۰/۵ °C و اکسیژن ۵ ppm بود. هیچ تعویض آبی در این زمان صورت نگرفت و هوادهی ملایم با قرارگیری سنگ هوا در مرکز مخزن برای جلوگیری از اصابت لاروها به دیوارهٔ مخزن انجام شد.

روش پرورش لاروها بر اساس روش توصیه‌شدهٔ پیشین برای ماهی صبیتی (Teng *et al.*, 1999) با اندکی تغییر صورت گرفت. تعداد ۲۴۰۰۰ قطعه لارو با تراکم ۸۰ عدد در لیتر در هر مخزن ۵۰۰ لیتری فایبرگلاس (حاوی ۳۰۰ لیتر آب) ذخیره‌سازی شد. لاروها به مدت دو روز با کیسهٔ زرده تغذیه کردند. نانوکلروپسیس با غلظت $۰/۵–۱\times۱۰^{۶}$ سلول در میلی‌لیتر از روز اول تا روز شانزدهم پس از تفریخ به مخزن پرورش لارو افزوده شد. روتیفر از روز دوم تا روز دهم پس از تفریخ (S-type، به مقدار ۱۰–۵ عدد در میلی‌لیتر) و از روز دهم تا روز شانزدهم پس از تفریخ (L-type به مقدار ۱۶–۱۰ عدد در میلی‌لیتر)، و ناپلی آرتمیای غنی‌شده با DHA Selco (INVE Aquaculture NV, Belgium) از روز سیزدهم (۷–۲ عدد در میلی‌لیتر) تا آخرین روز دورهٔ انتقال تدریجی غذای زنده با غذای خشک، بسته به تیمار شاهد یا زودهنگام، به لاروها داده شد. زمان آغاز جایگزینی تدریجی غذای زنده با غذای دستی با اندازهٔ ۱۰۰ میکرون (Coppens Feeds for Aquaculture, Helmond, Netherlands) در سه مخزنِ تیمار شاهد و سه مخزنِ تیمار زودهنگام به ترتیب روزهای ۲۵ و ۱۸ پس از تفریخ در نظر گرفته شد، که این دورهٔ انتقالی تدریجی از غذای زنده به غذای خشک به مدت هفت روز با مقدار رو به کاهش آرتمیا (کاهش ۲۰ درصد روزانه از پنج روز پیش از تکمیل زمان جایگزینی غذای زنده با غذای خشک) و رو به افزایش غذای خشک (به‌تدریج از g ۵–۲ برای هر مخزن در هر روز) همراه بود و پس از گذشتن این دوره در هر دو تیمار شاهد و زودهنگام لاروها تا انتهای دورهٔ پرورش (۳۹ روزگی) فقط با غذای خشک تغذیه شدند. روز ۲۵ پس از تفریخ به‌منزلهٔ شاهد روزی است که در مطالعهٔ پیشین دربارهٔ این گونه به‌مثابهٔ زمان آغاز جایگزینی غذای زنده با خشک (Teng *et al.*, 1999) در کارگاه محل پژوهش در نظر گرفته می‌شد.

نوردهی با استفاده از لامپ‌های فلورسنت در بالای سر مخزن‌ها صورت می‌گرفت و دورهٔ نوری ۱۲:۱۲ ساعت (روشنایی: تاریکی) در نظر گرفته شد. مقدار غذای زنده در مخازن پرورشی در هر چهار ساعت دورهٔ نوری با نمونه‌برداری از مخازن کنترل می‌شد و به طور یکنواخت اضافه می‌شد. مقدار مورد نیاز غذای خشک در دو نوبت پیش از ارائهٔ غذای زنده با قراردادن آن بین دو انگشت شست و اشاره به مخزن اضافه می‌شد. در ساعت‌های شبانه هیچ غذادهی صورت نمی‌گرفت. مواد پوسیده و زائد کف

www.SID.ir

Archive of SID

مخزن همچنین، لاروهای مرده با سیفون‌کردن روزانه خارج می‌شدند. لاروهای مرده شمارش و ثبت می‌شدند. پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب مانند اکسیژن (۶ ± ۰/۵ ppm)، شوری (۳۴ ± ۰/۵ ppt)، PH (۷/۷–۸/۱) و دما (۲۱ ±۱ ºC) روزانه کنترل و ثبت می‌شد.

۲.۲ ارزیابی رشد، درصد بقا و کیفیت لارو

نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری طول کل و وزن تر لاروها در روزهای ۰، ۲، ۴، ۱۰، ۱۴ و ۱۸ پس از تفریخ برای تعیین وضعیت رشد لاروها پیش از آغاز جایگزینی غذای زنده با خشک صورت پذیرفت. همچنین، درصد نرخ بقا تا پیش از آغاز آزمایش در روز هجدهم پس از تفریخ بر اساس معادلهٔ ۱ محاسبه شد (Nhu *et al.*, 2010).

$$Su\,(\%) = \frac{F+S}{I} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

که در این معادله، Su نرخ بقا، F تعداد لارو زنده در انتهای دوره، S مجموع تعداد لارو نمونه‌برداری‌شده در دورهٔ پرورش و I تعداد لارو اولیه است. به منظور بررسی تأثیر زمان آغاز جایگزینی غذای زنده با غذای خشک، نمونه‌برداری‌ها از زمان آغاز آن در تیمار شاهد تا دو هفته بعد یعنی در روزهای ۲۵، ۳۲ و ۳۹ پس از تفریخ برای هر دو تیمار شاهد و زودهنگام صورت گرفت.

پس از نمونه‌برداری تصادفی ۳۰ عدد لارو، به وسیلهٔ دوربین عکاسی دیجیتال (Canon, 14 X Power shot SX210IS) متصل به لوپ از آن‌ها عکس‌برداری شد و با استفاده از نرم‌افزار آنالیز عکس ImageJ (نسخهٔ ۱/۲۹، کشور آمریکا) طول کل آن‌ها بر حسب میلی‌متر محاسبه شد (Schneider *et al.*, 2012). همچنین، برای اندازه‌گیری وزن، تعداد ۲۰ عدد لارو به طور تصادفی نمونه‌برداری شدند. پس از بی‌حس‌کردن لاروها با آب یخ و شست‌وشوی آن‌ها با آب مقطر، روی توری با قطر ۱۵۰ µ قرار داده شدند و با کاغذ خشک‌کن از زیر رطوبت اضافی آن‌ها گرفته شد و درنهایت با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌گرم (HTR, ViBRA Japan) وزن آن‌ها محاسبه شد. از داده‌های وزن برای تعیین «نرخ رشد نسبی»[1] (RGR) (درصد در روز) برای هر فاصلهٔ زمانی بعد از آغاز جایگزینی غذای زنده با غذای ساختگی بر اساس معادلهٔ ۲ استفاده شد:

$$RGR = \left(e^{g} - ۱\right) \times ۱۰۰ \qquad (۲)$$

که «g» در این معادله «نرخ رشد آنی»[2] است که خود آن از معادلهٔ ۳ به دست می‌آید.

$$g = {lnw_t - lnw_۰}\Big/{t - t_۰} \qquad (۳)$$

همچنین، نرخ رشد ویژه (SGR) در انتهای دورهٔ پرورش (۳۹روزگی) برای هر دو تیمار بر اساس معادلهٔ ۴ تعیین شد:

$$SGR = \left(\left(lnw_t\right) - \left(lnw_۰\right) \Big/ {t - t_۰} \right) \times ۱۰۰ \qquad (۴)$$

در این معادله w_t و w_0 به ترتیب وزن نهایی و وزن اولیه و $t - t_۰$ فاصلهٔ زمانی بین دو وزن است (Ricker, 1968). درصد نرخ بقا در هر دو تیمار شاهد و زودهنگام در انتهای دورهٔ پرورش نیز محاسبه شد.

کیفیت لارو صبیتی در انتهای دورهٔ لاروی با استفاده از «شاخص تجمعی استرس»[3] (CSI) و «نرخ مرگ‌ومیر» با کمی اصلاح در روش پیشین قراردادن

1. Relative growth rate
2. Instantaneous growth rate
3. Cumulative Stress Index

www.SID.ir

Archive of SID

لاروهـا در معـرض شـوک (Dhert *et al.*, 1992) ارزیابی شد. شاخص تجمعی استرس بیان‌گـر شـرایط فیزیولوژیک لاروها و حساسیتشان به اسـترس اسـت. مزیـت اسـتفاده از آن در ایـن اسـت کـه رونـد نـرخ مرگ‌ومیر را در نظر می‌گیرد و می‌تواند شرایط لاروها را بهتر انعکاس دهد. هرچه تعداد لاروهـای مـرده در یک فاصلهٔ زمانی مشـخص بیشـتر باشـد، نسـبت بـه زمانی که همین تعداد مـرگ‌ومیـر در فواصـل زمـانی بیشتری پخش شود، شاخص تجمعی اسـترس بیشـتر می‌شود، که بیان‌گر کیفیت ضعیف‌تـر لاروهاسـت. در این آزمایش لاروهای ۳۹روزه در آب با شـوری g/lit ۶۰ بـه مـدت یـک سـاعت قـرار داده شـدند. بـرای جلوگیری از تغییـر دمـای آب و جلـوگیری از ایجـاد استرس اضافی، از همـان آب مخـزن اسـتفاده شـد و نمک NaCl برای ایجاد شوری مورد نظر افزوده شـد. از هر مخـزن تعـداد ده عـدد لارو بـه طـور تصـادفی نمونه‌برداری شدند و در ظرفی با حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر از آب شور قرار داده شدند. تعداد لاروهای مرده هـر سـه دقیقـه تـا دقیقـهٔ ۶۰ شـمارش شـدند. شـاخص تجمعی استرس از «مجموع نرخ‌های مـرگ‌ومیـر»[1] در هر فاصلهٔ زمانی سه دقیقه‌ای به دست مـی‌آیـد. نـرخ مرگ‌ومیر با توجه به معادلهٔ ۵ محاسبه می‌شود. بـرای فواصل زمانی بعدی به جای تعداد اولیـهٔ لارو، تعـداد لارو زندهٔ باقی‌مانده پس از هر سـه دقیقـه در معادلـه جایگزین می‌شود.

$$M\ (\%) = \frac{D}{I} \times ۱۰۰ \qquad (۵)$$

کـه در ایـن معادلـه M نـرخ مـرگ‌ومیـر، D تعـداد لاروهای مرده و I تعداد اولیهٔ لارو است. هـر چقـدر شاخص تجمعی استرس و مـرگ‌ومیـر بیشـتر باشـد، کیفیت لاروها پایین‌تر است. نرخ هم‌جنس‌خواری نیز با توجه به معادلهٔ ۶ مشخص مـی‌شـود (Nhu *et al.*, 2009).

$$C\ (\%) = \frac{۱۰۰ \times (I - S - F - M)}{I} \qquad (۶)$$

که در این معادله C نرخ هـم‌جـنس‌خـواری، I تعـداد اولیـهٔ لارو، S تعـداد نمونـه‌بـرداری‌شـده در دورهٔ پـرورش، F تعـداد نهـایی و M تعـداد لارو مـرده بـا مرگ‌ومیر طبیعی است.

۳.۲. تجزیهٔ آماری

نخست، بـرای بررسـی توزیـع یکنواخـت و همگنـی واریـانسِ داده‌هـا بـه ترتیـب از آزمـون‌هـای کولموگروف- اسمیرنوف و لِوِن استفاده شد. سـپس، برای تعیین تفاوت معنی‌دار در داده‌های طـول کـل و وزن تر بین هفته‌های نمونه‌بـرداری آزمـون واریـانس یـک‌طرفـه (one-way ANOVA) و روش مقایسـهٔ میانگین Tukey در سـطح معنـی‌داری (٪ ۵ = α) بـه کار برده شد. همچنین، برای مقایسهٔ پارامترهای طـول کل، وزن تر، نرخ رشد نسبی و ویژه، نرخ مـرگ‌ومیـر و نـرخ بقـا از روز ۱۸ تـا ۳۹ پـس از تفـریخ، نـرخ هم‌جنس‌خواری، شـاخص تجمعـی اسـترس و نـرخ مرگ‌ومیر در آزمون شـوری بـین دو تیمـار شـاهد و زودهنگـام در هـر زمـان نمونـه‌بـرداری از آزمـون t-student در سطح معنی‌داری (٪ ۵ = α) استفاده شـد. همهٔ این آزمون‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخهٔ ۱۵، کشور امریکا) صورت پذیرفت. همهٔ آزمـایش‌هـا در سه تکرار انجام شـدند و بـه صـورت میـانگین ± انحراف معیار (SD) نشان داده شده‌اند.

1 .Σ (Mortality)

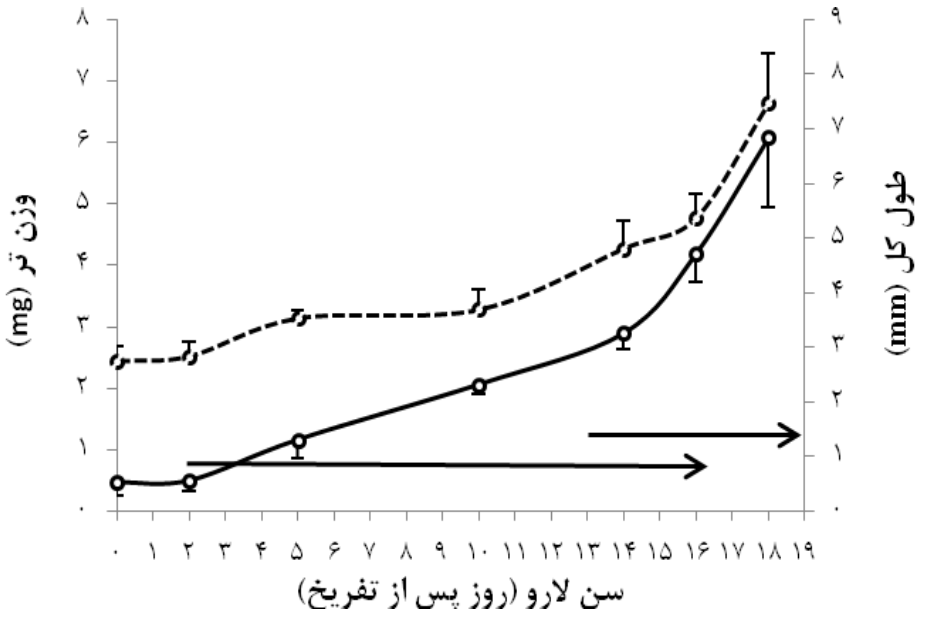
www.SID.ir

Archive of SID

۳. نتایج

رشد طولی و وزنی لارو ماهی صبیتی تا روز هجدهم پس از تفریخ در نمودار ۱ نشان داده شده است. دو دورهٔ رشدی مشخص طولی و وزنی یکی با افزایش ملایم تا پیش از روز چهاردهم پس از تفریخ و دیگری پس از این روز با افزایش قابل توجه تا روز هجدهم پس از تفریخ دیده می‌شود. این موضوع منطبق با زمان ارائهٔ آرتمیا به‌منزلهٔ غذای زنده در مخزن‌هاست. میانگین نرخ بقا در شش مخزن اولیهٔ نگهداری لاروها از زمان تفریخ تا روز هجدهم پس از آن ٪ ۰/۷۸ ± ۹/۳۷ بود.

همان طور که در جدول ۱ دیده می‌شود، از روز هجدهم به بعد و در دورهٔ آغاز جایگزینی غذای زنده با غذای خشک نیز افزایش معنی‌دار ($p < ۰/۰۵$) رشد طولی و وزنی در لارو صبیتی در هر دو تیمار شاهد و زودهنگام دیده می‌شود. به طوری که، در روز اول پس از تفریخ از مقدار ۲/۷۵ mm در شاخص رشد طولی و از مقدار ۰/۵ mg در شاخص رشد وزنی به مقادیر ۱۷/۹۸ mm، ۱۴/۶۷ mm و ۳۲/۹۴ mg، ۲۰/۵۷ mg به ترتیب در تیمارهای شاهد و زودهنگام رسید. نرخ رشد نسبی، که نشان‌دهندهٔ مقدار رشد در پایان هر هفته است، بین هفته‌های نمونه‌برداری در تیمار شاهد معنی‌دار نیست ($p > ۰/۰۵$) و تقریباً بین همهٔ هفته‌ها نرخ یکسانی دارد، ولی در تیمار زودهنگام با افزایش زمان افزایش معنی‌دار ($p < ۰/۰۵$) نشان می‌دهد؛ به طوری که در روز ۳۹ مقدار آن سه برابر روز ۲۵ است و در واقع کمبود رشد در هفتهٔ آخر جبران شده است.



نمودار ۱. نمودار رشد طولی (نقطه‌چین) و رشد وزنی (ساده) (میانگین ± انحراف معیار) لارو ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) تا روز هجدهم پس از تفریخ. پیکان‌های روی نمودار از پایین به بالا به ترتیب نشان‌دهندهٔ زمان آغاز و روند تغذیه با غذای زندهٔ روتیفر و آرتمیاست.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. مقایسهٔ رشد لارو صیبتی (*S. hasta*) از زمان جایگزینی غذای زنده با غذای خشک تا دو هفته پس آن

زمان	شاخص	تیمار شاهد	تیمار زودهنگام
۲۵ روز پس از تفریخ (هفته ۰) *	طول کل (mm)	۱۱/۴۱ ± ۰/۳۳ [a]	۷/۶۳ ± ۰/۳۲ [b]
	وزن تر (mg)	۹/۸۳ ± ۱/۵۳ [a]	۵/۵۳± ۰/۴۵ [b]
	نرخ رشد نسبی (٪ در روز)	۱۲/۸۷ ± ۲/۱ [a]	۴/۰۶ ± ۲/۲۸ [b,B]
۳۲روز پس از تفریخ (هفتهٔ ۱) **	طول کل (mm)	۱۵/۳۴ ± ۰/۴۸ [a]	۱۱/۶۹ ± ۰/۲۵ [b]
	وزن تر (mg)	۱۷/۸۳ ± ۱/۳۶ [a]	۸/۸۷ ± ۰/۴۷ [b]
	نرخ رشد نسبی (٪ در روز)	۸/۹۸ ± ۲/۲ [a]	۷ ± ۱/۶۴ [a,B]
۳۹ روز پس از تفریخ (هفتهٔ ۲) ***	طول کل (mm)	۱۷/۹۸ ± ۰/۱۴ [a]	۱۴/۶۷ ± ۰/۱۳ [b]
	وزن تر (mg)	۳۲/۹۴ ± ۱/۳۴ [a]	۲۰/۵۷ ± ۰/۳۵ [b]
	نرخ رشد نسبی (٪ در روز)	۹/۲ ±۱/۷۳ [b]	۱۲/۸۷ ± ۱/۰۸ [a,A]
	نرخ رشد ویژه (٪ در روز)	۹/۸۲± ۰/۳۵ [a]	۷/۶ ± ۰/۴۵ [b]

یکسان‌نبودن تعداد * به طور جداگانه در هر یک از تیمارهای شاهد و زودهنگام به معنای تفاوت معنی‌دار در شاخص‌های طول کل و وزن تر (رشد طولی و وزنی) بین هفته‌های ۲-۰ است ($p < ۰/۰۵$).

[A,B] حروف بزرگ متفاوت لاتین در تیمار زودهنگام بیان‌گر تفاوت معنی‌دار در شاخص نرخ رشد نسبی بین هفته‌های ۲-۰ است ($p < ۰/۰۵$).

[a,b] حروف کوچک متفاوت لاتین در هر زمان نمونه‌برداری به معنای تفاوت معنی‌دار بین دو تیمار شاهد و زودهنگام در هر شاخص است ($p < ۰/۰۵$).

در دو هفتهٔ اول پس از جایگزینی غذای زنده با غذای خشک، لاروهای تیمار شاهد وزنی حدود دو برابر تیمار زودهنگام دارند؛ هرچند در هفتهٔ آخر این تفاوت کاهش می‌یابد (۱/۵ برابر)، ولی همچنان تا پایان دوره لاروهای تیمار شاهد به طور معنی‌داری ($p <۰/۰۵$) از لاروهای تیمار زودهنگام سنگین‌ترند. در همهٔ زمان‌ها لاروهای تیمار شاهد به طور معنی‌داری ($p <۰/۰۵$) رشد طولی بیشتری نسبت به تیمار زودهنگام دارند. نرخ رشد نسبی در هفتهٔ اول در تیمار شاهد سه برابر تیمار زودهنگام است ($p <۰/۰۵$)، ولی در هفتهٔ دوم مقدار آن بین دو تیمار تفاوت معنی‌داری ندارد ($p >۰/۰۵$) و در نهایت در هفتهٔ سوم مقدار آن در تیمار زودهنگام به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد می‌شود ($p <۰/۰۵$). نرخ رشد ویژه در فاصلهٔ زمانی روز ۳۹-۱۸ پس از تفریخ در تیمار شاهد نسبت به زودهنگام به شکل معنی‌داری ($p <۰/۰۵$) بیشتر است (جدول ۱).

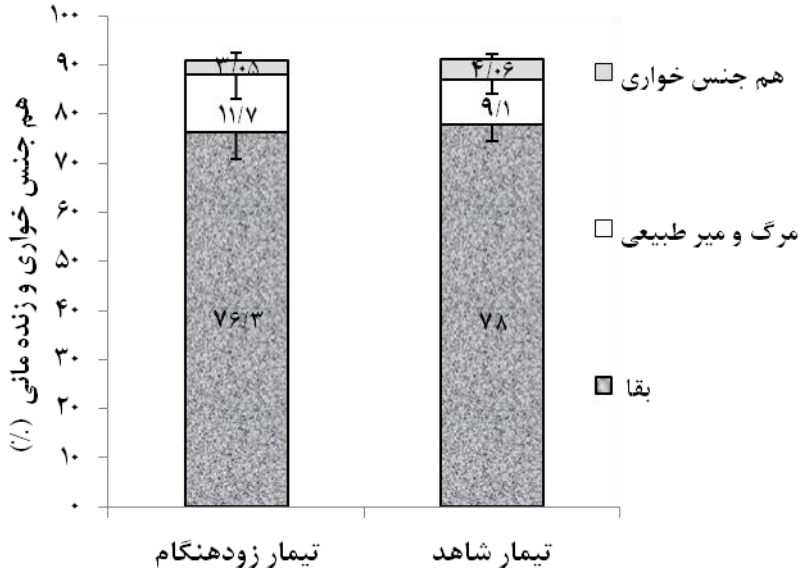
نتایج عملکرد و کیفیت لارو در پایان دورهٔ پرورش با دو تیمار شاهد و زودهنگام در جدول ۲ نشان داده شده است. جایگزینی زودهنگام غذای زنده با خشک در نرخ بقا مؤثر نبوده است به طوری که، تفاوت معنی‌داری در نرخ بقا بین دو تیمار دیده نمی‌شود ($p > ۰/۰۵$). مقدار نرخ رشد ویژه از روز اول تا روز ۳۹ پس از تفریخ نشان داده شده است. با وجود آن‌که مقدار آن در تیمار شاهد بیشتر از تیمار زودهنگام است، ولی این تفاوت معنی‌دار نیست ($p > ۰/۰۵$). در تعیین کیفیت لاروها با آزمون شوری، تفاوت معنی‌داری در نرخ مرگ‌ومیر و شاخص تجمعی استرس بین دو تیمار مشاهده نشد ($p > ۰/۰۵$).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. عملکرد و کیفیت لارو ماهی صبیتی در آزمایش استرس شوری (۶۰ g/l/h) در پایان دورهٔ پرورش (روز ۳۹ پس از تفریخ)

تیمار	نرخ بقا در پایان دورهٔ پرورش (٪)	نرخ رشد ویژه (٪ در روز)	زنده‌مانی لارو در آزمون شوری	
			نرخ مرگ‌ومیر (٪)	شاخص تجمعی استرس
شاهد	۸/۱۹±۰/۸۷	۱۱/۰۷±۱/۰۳	۳۶/۶۷±۵/۷۷	۴۵/۱±۸/۵۶
زودهنگام	۷/۹۲±۰/۴۲	۹/۹±۱/۰۷	۳۶/۶۷±۵/۷۷	۵۲/۲۵±۱۱/۱۸



نمودار ۲. مقایسهٔ نرخ مرگ‌ومیر طبیعی، بقا و هم‌جنس‌خواری (میانگین ± انحراف معیار) بین دو تیمار شاهد و زودهنگام از روز ۳۹-۱۸ پس از تفریخ.

برای تعیین نرخ هم‌جنس‌خواری در روز ۳۹، نرخ مرگ‌ومیر طبیعی و بقا در فاصلهٔ زمانی روز ۳۹-۱۸ محاسبه شد (نمودار ۲). از تعداد لاروهای باقی‌مانده از روز اول تا روز هجدهم پس از تفریخ، غیر از لاروهایی که طی زمان نمونه‌برداری شدند یا مردند، بیش از ٪۷۵ آن‌ها تا پایان آزمایش زنده ماندند و تعدادی که ناپدید شدند طعمهٔ دیگر لاروها شده بودند. تیمار غذادهی تأثیر معنی‌داری در نرخ مرگ‌ومیر طبیعی، بقا و هم‌جنس‌خواری نداشت ($p > ۰/۰۵$).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

رشد لارو ماهی صبیتی (*S. hasta*) همچون دیگر گونه‌های شانک‌ماهیان مطالعه‌شده مانند شانک قرمز، *Pagrus pagrus* (Suzer *et al.*, 2007)؛ پاندورای معمولی، *Pagellus erythrinus* (Suzer *et al.*, 2006)؛ سیم دریایی پوزه‌باریک، *Diplodus puntazzo* (Suzer *et al.*, 2007)؛ سیم دریایی خال مشکی، *Pagellus bogaraveo* (Ribeiro *et al.*, 2008)؛ دنتکس معمولی، *Dentex dentex* (Gisbert *et al.*, 2009) و سیم دریایی سفید، *Diplodus sargus* (Guerreiro *et al.*, 2010) به شکل نمایی است. این گونه به نظر می‌رسد که پس از معرفی

www.SID.ir

Archive of SID

آرتمیا در رژیم غذایی لارو صبیتی افزایش مشخص‌تری در شاخص‌های طول کل و وزن تر مشاهده می‌شود در مقایسه با دورهٔ زمانی که فقط روتیفر ارائه می‌شود. در واقع این تفاوت در مقدار رشد می‌تواند بیشتر به اولویت تخصیص منابع انرژی در دسترس به تغییرات فیزیولوژیکی و تکوینی نسبت به افزایش اندازه در مراحل اولیهٔ تکاملی لاروی (Zouiten *et al.*, 2008) تا تغییر نوع غذا مربوط باشد. هرچند در مراحل پیشرفته‌تر لاروی با تکوین دستگاه گوارش تغییر نوع غذا از زنده به خشک منجر به افزایش رشد در لاروها شده است.

در این مطالعه، لاروهای ۳۹روزهٔ تیمار شاهد از نظر رشد طولی بزرگ‌تر از لاروهای هم‌سن در مطالعهٔ پیشین (۱۷ mm) (Teng *et al.*, 1999) بودند. آنچه باعث تعجب شده این است که هر دو دسته لارو در شرایط یکسانی از نظر روش تغذیه‌ای قرار داشتند و دما در مطالعهٔ پیشین (۲۶ °C) بالاتر از این مطالعه بود. به نظر می‌رسد که این تفاوت اندازه می‌تواند به ویژگی‌های ژنتیکی لاروها مربوط باشد.

همان طور که مشاهده شد، از زمان جایگزینی غذای زنده با غذای خشک تا دو هفته پس آن لاروهای تیمار شاهد نرخ رشد بهتری را در مقایسه با لاروهای تیمار زودهنگام نشان دادند. تأثیر آغاز جایگزینی غذای زنده با غذای خشک الگوی رشد یکسانی را در هر دو تیمار شاهد و زودهنگام به همراه دارد، به طوری که در هفتهٔ پس از آغاز آن در هر یک از دو تیمار مقدار رشد نسبی کاهش می‌یابد. این الگو در لارو سیم دریایی سفید نیز مشاهده شده است (Guerreiro *et al.*, 2010). هرچند این کاهش در تیمار شاهد بین هفته‌های نمونه‌برداری معنی‌دار نیست، اما در تیمار زودهنگام آغاز جایگزینی غذای زنده با غذای خشک در سن کمتر لاروها نقش مهم‌تری در کاهش مقدار رشد نسبی بازی می‌کند. از سویی، قابلیت رشد جبرانی در لارویی که زودتر با غذای خشک تغذیه شده است وجود دارد؛ به طوری که مقدار رشد نسبی در هفتهٔ آخر در تیمار زودهنگام از تیمار شاهد پیشی می‌گیرد. گرچه الگوی افزایشی و معنی‌دار نرخ رشد نسبی در تیمار زودهنگام در هفتهٔ آخر توانایی رشد جبرانی لاروهای جوان را نشان می‌دهد، اما به دلیل پایین‌بودنِ بسیار نرخ رشد نسبی در هفتهٔ اول، همچنان نرخ رشد ویژه در فاصلهٔ آغاز جایگزینی غذای زنده با غذای خشک تا انتهای دورهٔ پرورش در این تیمار در مقایسه با تیمار شاهد کمتر است.

همان طور که نشان داده شد، نرخ رشد ویژه در این گونه ۱۱/۰۷ درصد در روز است که در مقایسه با گونه‌های مشابه از این خانواده مانند ۴/۲ درصد در روز در سیم دریایی سفید (Guerreiro *et al.*, 2010) و ۵/۹ درصد در روز در سیم دریایی پوزه باریک (Suzer *et al.*, 2007) بسیار بیشتر است؛ با توجه به آن‌که پیش از این سیم دریایی پوزه‌باریک با این نرخ رشد ویژه جزء گونه‌های با رشد سریع مطرح شده است، صبیتی را می‌توان جزء گونه‌های با رشد سریع در نظر گرفت. هرچند نرخ رشد ویژه در پایان دورهٔ پرورش در تیمار شاهد بیشتر از تیمار زودهنگام است، اما این اختلاف بین دو تیمار معنی‌دار نیست و ارائهٔ زودتر غذای خشک در جیره تأثیر منفی در آن نداشته است. در مطالعات پیشین نتایج متفاوت است، چنانکه در کاد اطلس *Gadus morhua* (Baskerville-Bridges and Kling, 2000)، سیم دریایی سفید

www.SID.ir

Archive of SID

(Guerreiro *et al.*, 2010) و فلانـــدر جنـــوبی (*Paralichthys lethostigma* Faulk and Holt, 2009) کاهش زمان آغاز جـایگزینی غـذای زنـده بـا غذای خشک اثر منفی در نـرخ رشـد ویـژه داشـته و باعـث کـاهش آن شـده اسـت، امـا در سـوف شـنی (*Sander lucioperca* Kestemont *et al.*, 2007) و اسنوک چرب (*Centropomus parallelus* Alves Jr *et al.*, 2006) هماننـد صـبیتی تـأثیری منفـی نداشـته است.

نرخ بقا در این مطالعـه تـا روز هجـدهم پـس از تفریخ ۹/۴ درصد و در پایان دورهٔ پـرورش حـدود ۸ درصد بـود کـه نسـبت بـه برخـی گونـه‌هـای دیگـر شانک‌ماهیان مانند پاندورای معمـولی (۲۱/۲ درصـد) (Suzer *et al.*, 2006) و سـیم دریـایی پـوزه‌باریـک (۲۱/۷ درصـد) (Suzer *et al.*, 2007) انـدک بـود. از طرفی مقـدار آن بـا سـیم دریـایی سـفید (۶ درصـد) (Guerreiro *et al.*, 2010) تفاوت چنـدانی نداشـت. هرچند در دنتکس معمولی مقدار آن تـا روز هفـدهم پس از تفریخ ۱۵/۴۳– ۴/۷۸ درصد و تا روز ۳۶ پس از تفـریخ ۱/۵۵– ۰/۵ درصـد گـزارش شـده اسـت (Crespo *et al.*, 2001). در مطالعهٔ پیشین دربارهٔ ایـن گونه و فقط تغذیه با غذای زنده نرخ بقا در لاروهـای ۶۰ روزه ۱۲/۳–۸/۹ درصد گزارش شده است (Teng *et al.*, 1999). نرخ بقای اندک معمولاً در گونـه‌هـای جدید دیـده مـی‌شـود کـه ضـرورت تحقیـق دربـارهٔ نیازهای پرورش، کیفیت تخم، شرایط مولدان و دیگر عوامل را می‌طلبد (Guerreiro *et al.*, 2010). در ایـن مطالعه تلاش بسـیاری بـرای برقـراری شـرایط بهینـهٔ پرورش صورت گرفت. بالابودن نـرخ بقـا در فاصـلهٔ زمانی جایگزینی غذای زنده با غذای خشک حاکی از این واقعیت است که تغییر رژیم غذایی از غذای زنده به خشک عامل مرگ‌ومیر و کاهش نرخ بقا نیست. بـا توجه به ثبت روزانهٔ تعداد لاروهای مرده، مـرگ‌ومیـر در دو زمان بیشـتر بـود: یکـی در زمـان تغییـر رژیـم غذایی از روتیفر به آرتمیا و دیگری با بیشترین مقدار مربوط بـه روزهـای اولیـهٔ تکامـل لاروی در فاصـلهٔ روزهای ۱۰–۷ پس از تفریخ بود. این زمانی است که لاروها به کف مخزن می‌روند و پس از آن برای تورم کیسهٔ شنا به سطح آب می‌آیند. به نظر می‌رسـد دلیـل افزایش نرخ مرگ‌ومیـر و تـأثیر در نـرخ بقـا بـه ایـن مرحلهٔ تکاملی وابسته اسـت و بایـد بـرای بهبـود آن مطالعات بیشتری انجام گیرد. دلیلی که می‌توان بـرای نرخ پایین‌تر بقا در این مطالعه نسبت به مطالعهٔ پیشین (Teng *et al.*, 1999) ذکـر کـرد، احتمـالاً کیفیـت ضعیف تخم (تخم‌گیری از مولدان در انتهـای فصـل) یا بیماری‌های محیطی است. همچنین، در این مطالعـه تفاوتی در نرخ بقا در انتهـای دورهٔ پـرورش بـین دو تیمار شاهد و زودهنگام مشاهده نشد. آغاز زودهنگام جایگزینی غذای زنده با غذای خشک در گونـه‌هـای دیگـری ماننـد فلانـدر جنـوبی (Faulk and Holt, 2009) و کفشـک معمـولی (Bonaldo *et al.*, 2011) نیز تأثیر زیان‌باری در نرخ بقا نداشته است. به علاوه، در فاصلهٔ آغاز جایگزینی غذای زنده با غـذای خشـک تـا پایان دورهٔ پرورش، نرخ بقـا در هـر دو تیمـار تفـاوت معنی‌داری از هم نـدارد. بقـای نسـبتاً بـالا (بـیش از ۷۵ درصد) در این فاصله در هر دو تیمار زودهنگام و شاهد بیان‌گر توانایی تطبیق‌پذیری مناسب لارو صبیتی با جیرهٔ خشک است. پیش از این نیز سازگاری سریع به غـذای خشک دلیلی برای نرخ بقای بالا در تیمار زودهنگـام در سـیم دریـایی سـفید (Guerreiro *et al.*, 2010) و

www.SID.ir

Archive of SID

سازگاری دیرهنگام به غذای خشک عامل مرگ‌ومیر بالا در پاندورای معمولی (Suzer *et al.*, 2006) بیان شده است.

همان طور که مشاهده شد با وجود آن‌که نرخ مرگ‌ومیر در هر دو تیمار یکسان است، اما مقدار شاخص تجمعی استرس در تیمار زودهنگام بیشتر از تیمار شاهد است؛ البته تفاوت معنی‌داری از هم ندارند. بدین معنا که نه تنها جایگزینی زودهنگام غذای خشک با غذای زنده تأثیری در افزایش نرخ مرگ‌ومیر لاروها نداشته است، بلکه لاروهای تیمار زودهنگام از نظر کیفیت تفاوتی با لاروهای تیمار شاهد ندارند. پیش از این نیز کاهش زمان آغاز جایگزینی غذای زنده با خشک در کوبیا تا روز هشتم پس از تفریخ (Nhu *et al.*, 2010) و در کفشک معمولی تا روز ۲۴ پس از تفریخ (Bonaldo *et al.*, 2011) تأثیری در نرخ مرگ‌ومیر، شاخص تجمعی استرس و در نتیجه کیفیت لاروها نداشته است.

تفاوت اندازهٔ لاروها در مخزن مهم‌ترین عامل ایجاد هم‌جنس‌خواری است (Nhu *et al.*, 2010). در مطالعهٔ پیشین دربارهٔ این گونه نرخ هم‌جنس‌خواری در روز ۴۰ پس از تفریخ ۲۱ درصد با روش مشاهدهٔ بالهٔ دمی آسیب‌دیده برآورد شده است (Teng *et al.*, 1999). در این مطالعه نوع غذای خشک ارائه‌شده باعث کاهش نرخ هم‌جنس‌خواری در هر دو تیمار نسبت به مطالعهٔ پیشین شده است، اما توانایی غذای خشک برای کاهش تفاوت اندازه بین لاروها در تیمار زودهنگام چندان مؤثر نبوده است، چون با وجود آن‌که نرخ هم‌جنس‌خواری را در آن تا حدی کاهش داده است، اما نتوانسته تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد ایجاد کند؛ اگرچه تغذیهٔ زودهنگام با غذای خشک در بارامونده نرخ هم‌جنس‌خواری را به شکل معنی‌داری کاهش داده است (Curnow *et al.*, 2006).

یکی از اهداف اصلی آبزی‌پروری جایگزینی زودهنگام غذای زنده با غذای خشک است و این موضوع در مورد لارو برخی از ماهیان دریایی به طور موفقیت‌آمیزی محقق شده است (Zambonino-Infante *et al.*, 2008). زمان‌بندی تغذیهٔ هم‌زمان و نسبت غذایی آن از یک سو و خوش‌خوراکی و هضم‌پذیری جیره‌های ساختگی از سویی دیگر، نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت جایگزینی غذای زنده با غذای خشک دارد (Chu and Ozkizilcik, 1999; Faulk *et al.*, 2007). همچنین، پذیرش غذای خشک در تغذیهٔ هم‌زمان زودهنگام به تکامل سیستم هضمی لارو بستگی دارد. الگوی فعالیت آنزیمی هم وابسته به سن است که می‌تواند با نوع جیره تغییر کند (Cahu and Zambonino Infante, 2001). در این مطالعه از غذای خشکی استفاده شد که برای شانک‌ماهیان طراحی و ساخته شده است و این دلیلی برای موفقیت در جایگزینی زودهنگام غذای زنده با غذای خشک‌شده در این گونه است. همان طور که پیش از این گفته شد، اگر میزان رشد و بقا ثابت بماند یا حتی بهتر هم نشود، کاهش زمان آغاز جایگزینی غذای زنده با غذای خشک از نظر اقتصادی دارای برتری خواهد بود. روی‌هم‌رفته نتایج موفقیت‌آمیز مربوط به نبود تفاوت معنی‌دار بین دو تیمار بیان‌گر آن است که امکان تغذیهٔ هم‌زمان زودهنگام لارو ماهی صبیتی تا روز هجدهم پس از تفریخ بدون آسیب‌رساندن به نرخ رشد ویژه، نرخ بقا و کیفیت لارو در پایان دورهٔ پرورش وجود دارد. این مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

بدون درنظرگرفتن الگوی آنزیمی در این گونه انجام شده است. چه بسا با آگاهی از سیر تکامل آنزیمی در این گونه امکان جایگزینی زودهنگام غذای زنده با غذای خشک در زمانی کمتر از هجده روز پس از تفریخ نیز فراهم آید.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله از مؤسس و مدیر کارگاه تکثیر ماهیان دریایی بندر معلم، جناب آقایان مهندس ذبایح نجف‌آبادی و مهندس صداقت برای همکاری فراوان و فراهم‌کردن بستر این پژوهش همچنین، جناب آقای دکتر ایگدری برای استفاده از امکانات آزمایشگاه تکوین و بیوسیستماتیک تشکر و قدردانی می‌کنند.

www.SID.ir

Archive of SID

References

[1]. Alves Jr, T.T., Cerqueira, V.R., Brown, J.A., 2006. Early weaning of fat snook (Centropomus parallelus Poey 1864) larvae. Aquaculture 253, 334-342.

[2]. Baskerville-Bridges, B., Kling, L.J., 2000. Early weaning of Atlantic cod (Gadus morhua) larvae onto a microparticulate diet. Aquaculture 189, 109-117.

[3]. Bauchot, M.L., Smith, M.M., 1984. FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51). In: Fischer, W., Bianchi, G. (Eds.), Rome, pp.

[4]. Ben Khemis, I., Audet, C., Fournier, R., De La Noüe, J., 2003. Early weaning of winter flounder (Pseudopleuronectes americanus Walbaum) larvae on a commercial microencapsulated diet. Aquaculture Research 34, 445-452.

[5]. Bonaldo, A., Parma, L., Badiani, A., Serratore, P., Gatta, P.P., 2011. Very early weaning of common sole (Solea solea L.) larvae by means of different feeding regimes and three commercial microdiets: Influence on performances, metamorphosis development and tank hygiene. Aquaculture 321, 237-244.

[6]. Cahu, C., Zambonino Infante, J., 2001. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. Aquaculture 200, 161-180.

[7]. Chang, Q., Liang, M., Wang, J., Chen, S., Zhang, X., Liu, X., 2006. Influence of larval co-feeding with live and inert diets on weaning the tongue sole Cynoglossus semilaevis. Aquaculture Nutrition 12, 135-139.

[8]. Chu, F.-L.E., Ozkizilcik, S., 1999. Acceptability of complex microencapsulated diets by striped bass (Morone saxatilis) larvae. Journal of experimental marine biology and ecology 237, 1-9.

[9]. Crespo, S., Marín de Mateo, M., Santamaría, C.A., Sala, R., Grau, A., Pastor, E., 2001. Histopathological observations during larval rearing of common dentex Dentex dentex L. (Sparidae). Aquaculture 192, 121-132.

[10]. Curnow, J., King, J., Bosmans, J., Kolkovski, S., 2006. The effect of reduced Artemia and rotifer use facilitated by a new microdiet in the rearing of barramundi Lates calcarifer (BLOCH) larvae. Aquaculture 257, 204-213.

[11]. Curnow, J., King, J., Partridge, G., Kolkovski, S., 2006. Effects of two commercial microdiets on growth and survival of barramundi (Lates calcarifer Bloch) larvae within various early weaning protocols. Aquaculture Nutrition 12, 247-255.

[12]. Faulk, C.K., Holt, G.J., 2009. Early weaning of southern flounder, Paralichthys lethostigma, larvae and ontogeny of selected digestive enzymes. Aquaculture 296, 213-218.

[13]. Félix, M.G., Ryckeghem, V., 1999. Cofeeding of phospholipids to turbot Scophthalmus maximus L. larvae as a tool to reduce live food consumption. Aquaculture Nutrition 5, 237-245.

[14]. Gisbert, E., Giménez, G., Fernández, I., Kotzamanis, Y., Estévez, A., 2009. Development of digestive enzymes in common dentex Dentex dentex during early ontogeny. Aquaculture 287, 381-387.

[15]. Guerreiro, I., de Vareilles, M., Pousão-Ferreira, P., Rodrigues, V., Dinis, M.T., Ribeiro, L., 2010. Effect of age-at-weaning on digestive capacity of white seabream (Diplodus sargus). Aquaculture 300, 194-205.

www.SID.ir

Archive of SID

[16]. Hamlin, H., Kling, L., 2001. The culture and early weaning of larval haddock (Melanogrammus aeglefinus using a microparticulate diet. Aquaculture 201, 61-72.

[17]. Hussain, N., Akatsu, S., El-Zahr, C., 1981. Spawning, egg and early larval development, and growth of Acanthopagrus cuvieri (Sparidae). Aquaculture 22, 125-136.

[18]. Kestemont, P., Xueliang, X., Hamza, N., Maboudou, J., Imorou Toko, I., 2007. Effect of weaning age and diet on pikeperch larviculture. Aquaculture 264, 197-204.

[19]. Kim, D.H., Han, H.J., Kim, S.M., Lee, D.C., Park, S.I., 2004. Bacterial enteritis and the development of the larval digestive tract in olive flounder, Paralichthys olivaceus (Temminck & Schlegel). Journal of fish diseases 27, 497-505.

[20]. Kolkovski, S., Tandler, A., Izquierdo, M., 1997. Effects of live food and dietary digestive enzymes on the efficiency of microdiets for seabass (Dicentrarchus labrax) larvae. Aquaculture 148, 313-322.

[21]. Kowen, W., Kolkovski, S., Hadas, E., Gamsiz, K., Tandler, A., 2001. Advances and development of micro diets for gilthead sea bream, Sparus aurata: a review. Aquaculture 197, 107-121.

[22]. Lazo, J.P., Dinis, M.T., Holt, G.J., Faulk, C., Arnold, C.R., 2000. Co-feeding microparticulate diets with algae: toward eliminating the need of zooplankton at first feeding in larval red drum (Sciaenops ocellatus). Aquaculture 188, 339-351.

[23]. Næss, T., Hamre, K., Holm, J., 2001. Successful early weaning of Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus L.) in small shallow raceway systems. Aquaculture Research 32, 163-168.

[24]. Nhu, V.C., Dierckens, K., Nguyen, H.T., Hoang, T.M.T., Le, T.L., Tran, M.T., Nys, C., Sorgeloos, P., 2010. Effect of early co-feeding and different weaning diets on the performance of cobia (Rachycentron canadum) larvae and juveniles. Aquaculture 305, 52-58.

[25]. Nhu, V.C., Dierckens, K., Nguyen, T.H., Tran, M.T., Sorgeloos, P., 2009. Can umbrella-stage Artemia franciscana substitute enriched rotifers for Cobia (Rachycentron canadum) fish larvae? Aquaculture 289, 64-69.

[26]. Puvanendran, V., Burt, A.L., Brown, J.A., 2006. Can Atlantic cod (Gadus morhua) larvae be weaned faster onto dry feed at higher temperatures? Aquaculture 255, 334-340.

[27]. RAIS, Annual Aquaculture Statistics. http://www.raisaquaculture.net/index.php?id=344&L=txewlpzrnil. Accessed 25 Jul, 2014.

[28]. Ribeiro, L., Couto, A., Olmedo, M., Álvarez-Blázquez, B., Linares, F., Valente, L.M., 2008. Digestive enzyme activity at different developmental stages of blackspot seabream, Pagellus bogaraveo (Brunnich 1768). Aquaculture Research 39, 339-346.

[29]. Rønnestad, I., Thorsen, A., Finn, R.N., 1999. Fish larval nutrition: a review of recent advances in the roles of amino acids. Aquaculture 177, 201-216.

[30]. Rosenlund, G., Stoss, J., Talbot, C., 1997. Co-feeding marine fish larvae with inert and live diets. Aquaculture 155, 183-191.

[31]. Schneider, C.A., Rasband, W.S., Eliceiri, K.W., 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. Nat Meth 9, 671-675.

[32]. Suzer, C., Aktülün, S., Çoban, D., Okan Kamacı, H., Saka, Ş., Fırat, K., Alpbaz, A., 2007. Digestive enzyme activities in larvae of sharpsnout seabream (Diplodus puntazzo). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology 148, 470-477.

www.SID.ir

Archive of SID

[33]. Suzer, C., Fırat, K., Saka, Ş., 2006. Ontogenic development of the digestive enzymes in common pandora, Pagellus erythrinus, L. larvae. Aquaculture Research 37, 1565-1571.

[34]. Suzer, C., Kamaci, H.O., Çoban, D., Saka, Ş., Firat, K., Özkara, B., Özkara, A., 2007. Digestive enzyme activity of the red porgy (Pagrus pagrus, L.) during larval development under culture conditions. Aquaculture Research 38, 1778-1785.

[35]. Teng, S.-K., El-Zahr, C., Al-Abdul-Elah, K., Almatar, S., 1999. Pilot-scale spawning and fry production of blue-fin porgy, Sparidentex hasta (Valenciennes), in Kuwait. Aquaculture 178, 27-41.

[36]. Yúfera, Fernández, D., Pascual, Sarasquete, Moyano, Díaz, Alarcón, García, G., Parra, 2000. Towards an inert diet for first-feeding gilthead seabream Sparus aurata L. larvae. Aquaculture Nutrition 6, 143-152.

[37]. Zambonino Infante, J., Cahu, C., 2001. Ontogeny of the gastrointestinal tract of marine fish larvae. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology 130, 477-487.

[38]. Zouiten, D., Khemis, I.B., Besbes, R., Cahu, C., 2008. Ontogeny of the digestive tract of thick lipped grey mullet (Chelon labrosus) larvae reared in “mesocosms”. Aquaculture 279, 166-172.

www.SID.ir