

## نکات مهم برای کاهش تلفات لارو در مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله»

سمیرا ناظم رعایا\*، مینا آهنگرزاده، الهام جرفی

پژوهشکده آبی پروری جنوب کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج

کشاورزی، اهواز، ایران

\* نویسنده مسئول: s.nazem@areeo.ac.ir

### چکیده

یکی از مشکلات برجسته در پرورش لارو ماهیان دریایی که دربرگیرنده ضرر مالی فراوان می‌باشد مرگومیر زیاد در مرحله‌ای است که لارو برای تغذیه مجبور به تغییر رژیم غذایی از غذای زنده به سوی غذای فرموله است. دلیل جایگزینی غذای زنده با فرموله هزینه‌های بالاتر تولید، بار باکتریایی بالا و ارزش غذایی غیرقابل اطمینان در غذاهای زنده می‌باشد. غذاهای تجاری فرموله، این نگرانی‌ها را برطرف کرده و هزینه‌های مربوط به پرورش لارو را کاهش می‌دهد و در نتیجه سرمایه‌گذاری پرسودتری را در آبی‌پروری فراهم می‌سازند. در این مقاله سعی بر آن شده است تا توصیه‌هایی در نظر گرفته شود که می‌تواند به پرورش دهندگان در گذراندن موفقیت‌آمیز این مرحله لاروی کمک کند. توجه به مرحله تکاملی لارو، رفتار لارو، راهکارهای تغذیه‌ای و در نظر گرفتن عواملی مانند مدیریت بهداشتی مؤثر و پایش شرایط محیطی که در موفقیت این تغییر اثرگذار هستند به بحث گذاشته می‌شود.

واژگان کلیدی: لارو، تغذیه، ماهیان دریایی، جایگزینی غذای زنده با فرموله.

## مقدمه

طبیعی به رژیم غذایی ساخته شده یا فرموله می‌باشد. زین پس در این مقاله به جای «weaning» عبارت «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» به کار می‌رود. بیشتر مواقع، «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» در لارو ماهیان دریایی تا زمانی که دگردیسی آغاز یا حتی کامل نشود، صورت نمی‌گیرد. اگر میزان رشد و بازماندگی ثابت بماند و یا حتی بهتر هم نشود، کاهش زمان آغاز جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله از نظر اقتصادی دارای برتری خواهد بود (Puvanendran et al., 2006). زمان مناسب برای انتقال از جیره غذایی زنده به جیره ساختگی اهمیت زیادی دارد. در ماهیان پهن مانند کفشک ماهیان پایان مرحله دگردیسی به-راحتی با تغییر موقعیت و مهاجرت چشم، پهن شدن بدن و کفزی شدن مشاهده می‌شود (Cañavate and Fernández-Díaz, 1999) و در بیشتر ماهیان نظیر ماهی کاد اطلس زمانیکه معده به یک عضو عملکردی تبدیل می‌شود به عنوان پایان مرحله دگردیسی به شمار می‌رود. در این زمان ماهیان جیره غذایی ساختگی را به راحتی مصرف می‌کنند و تغذیه با غذای زنده متوقف می‌شود. به طور کلی هرچه ماهیان در این زمان بزرگتر باشند راحت تر روند جایگزینی را طی کرده و در نتیجه تلفات کمتری دارند (Puvanendran et al., 2006).

پیش از این به نظر می‌رسید که برای غذاهای زنده در مراحل اولیه پرورش لارو جایگزینی وجود ندارد، اما در حال حاضر می‌توان با پیشرفت فناوری و دانش در مقوله تولید غذاهای خشک، برای برخی از ماهیان مانند ماهی باس دریایی اروپایی (*Disentarchus labrax*) به تنهایی از «ریزجیره» استفاده نمود و رشد و بازماندگی مناسبی را فراهم آورد (Hamre et al., 2013). همچنین مشخص شده است که در لارو ماهی سیم سرطلایی (*Sparus aurata*) که به مدت کوتاهی از روتیفر و سپس از ریزجیره میکروکپسوله

گفتنی است که نقطه کانونی و حیاتی در پرورش ماهیان دریایی به‌ویژه در مورد گونه‌هایی که تازه به چرخه تکثیر و پرورش وارد می‌شوند، تولید موفقیت-آمیز لارو می‌باشد (Alvarez-González et al., 2010). آشنایی با مراحل اولیه تکاملی در لاروها بسیار حیاتی می‌باشند، چون لاروها به شرایط متغیر محیطی بسیار حساس هستند. این مراحل با رشد اندک لارو، وقوع بالای بدریختی‌های اسکلتی، اختلال‌های تغذیه-ای، حساسیت زیاد به استرس و بروز آسیب‌های متعدد مشخص می‌گردد (Tong et al., 2012).

یکی از عوامل اصلی مؤثر بر بازماندگی لاروی، تغذیه مناسب است که به بلع، هضم و جذب جیره‌های حاوی مواد غذایی مورد نیاز بستگی دارد (Lazo et al., 2007). در صنعت پرورش لارو بیشتر گونه‌های ماهیان دریایی، از موجودات زنده غذایی مانند «روتیفرها» و «آرتمیا»<sup>۱</sup> استفاده می‌گردد که برای تولید موفقیت‌آمیز لارو اهمیت بسیاری دارند. اما، کاربرد غذاهای زنده در پرورش لارو دربرگیرنده‌ی هزینه‌های بالاتر تولید، ارزش غذایی غیرقابل اطمینان (Hamlin and Kling, 2001) و بار باکتریایی بالا (Kim et al., 2004) می‌باشد. با کاربرد غذاهای تجاری فرموله، می‌توان نگرانی مربوط به هزینه و ارزش غذایی ضعیف غذای زنده در تولید ماهیان دریایی را برطرف کرد و هزینه‌های مربوط به پرورش لارو را کاهش داد؛ و بالطبع سرمایه‌گذاری پرسودتری را در آبی‌پروری فراهم ساخت. یکی از مهمترین مراحل چالش برانگیز در دوران لاروی ماهیان دریایی، مرحله «weaning» در معنای لغوی «از شیر گرفتن» می‌باشد که در لارو ماهیان به‌ویژه ماهیان پلاژیک دریایی به تغییر رژیم غذایی از غذاهای زنده نظیر روتیفر، آرتمیا و یا هر زئوپلانکتون کشت شده در سیستم‌های مصنوعی و یا برداشت شده از محیط‌های

<sup>1</sup> Branchionus sp<sup>2</sup> Artemia sp<sup>3</sup> Microdiet

## یافته‌های قابل ترویج

## ۱- در نظر گرفتن مرحله تکاملی لارو

یکی از مهمترین مواردی که در موفقیت «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» تأثیر بسزایی دارد، توجه به مرحله تکاملی دستگاه گوارش هر گروه خاصی از لارو ماهیان می‌باشد، که از این منظر لارو ماهیان به سه گروه دسته‌بندی می‌گردند: لارو ماهیان دارای معده مشخص (سیچلیدها)، لارو ماهیان بدون معده با الگوی روده‌ای مارپیچی (کپورماهیان) و لارو ماهیان بدون معده (گره ماهیان) که به تدریج معده در آنها پس از بلع اولیه غذا تکامل می‌یابد (Lazo et al., 2011). بسیاری از ماهیان دریایی استخوانی در زمان تخم-گشایی معده ندارند و عملکرد معده را در پایان دوره لاروی به دست می‌آورند (Feng et al., 2008). به نظر می‌رسد که هماهنگی بین فعالیت تمام آنزیم‌های گوارشی (به ویژه پروتئازها) در خلال تکامل لاروی، شکل هضم را به‌طور پیشرونده‌ای از شکل درون سلولی به برون سلولی تغییر می‌دهد (Zambonino-Infante et al., 2008). موفقیت این تغییر با حضور فعالیت آنزیم پپسین در معده مشخص می‌گردد (Salze et al., 2012) که در ماهیان استخوانی به‌طور چشمگیری پس از زمان تغذیه با غذای خشک آغاز می‌گردد (Darias et al., 2007). معده کاملاً تکامل یافته به عنوان اندامی کمک‌کننده و مهم برای هضم اسیدی برای سازگاری به جیره‌های غذایی فرموله در لارو و بچه ماهی پس از دگردیسی در نظر گرفته می‌شود (Wu et al., 2011). اندازه غذا متناسب با اندازه و شکل دهان لارو در هر مرحله تکاملی نیز از اهمیت بسیاری برخوردار است (Cahu and Zambonino-Infante, 2001). بنابراین آغاز زمان «جایگزینی غذای زنده با فرموله» وابستگی بسیاری به مرحله تکاملی لارو دارد، هرچند ترفندهای تغذیه‌ای که در زیر به آنها اشاره خواهد شد در تکوین سریعتر دستگاه گوارش کمک شایانی خواهند کرد.

برای تغذیه آنها استفاده شود، رشد و بازماندگی بیشتری را نسبت به لاروهایی دارند که فقط با غذای زنده تغذیه می‌شوند (Longdon and Barrows, 2011, Holt et al., 2011). این نتایج بیانگر آن است که جیره‌های ساخته شده می‌تواند پس از دوره کوتاهی از تغذیه با غذای زنده و یا در ابتدای شروع تغذیه برای پرورش لارو ماهیان دریایی به‌کار رود. در حال حاضر جیره‌های غذایی فرموله به صورت تجاری برای هر خانواده از ماهیان دریایی در حال ساخت هستند که می‌توانند جایگزین بسیار خوبی برای غذاهای زنده باشند. به‌کارگیری همزمان جیره‌های غذایی ساختگی و غذای زنده نتایج بسیار خوبی داشته است و از این روش می‌توان برای پرورش بسیاری از گونه‌های دریایی استفاده نمود تا وابستگی به غذاهای زنده را کاهش داد. یک ماهی که در شرایط مناسب پرورشی در مراحل اولیه تکامل خود قرار دارد، در مراحل بعدی رشد قویتر بوده، تلفات کمتری خواهد داشت و مشکلات کمتری را برای پرورش دهنده فراهم می‌سازد. برای نیل به این هدف، موفقیت در مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» و بعد از آن مرحله نرسری برای تولید بچه ماهیان مناسب، نیازمند دانستن مجموعه‌ای از ترفندهای پرورشی است که مختص هر گونه می‌باشد. همچنین به شرایط ویژه در هر کارگاه بستگی دارد. توصیه‌های عملی برای گونه‌های مختلف در شرایط و مراحل مختلف پرورشی وجود دارد، با این حال نکات مشترکی بین بیشتر ماهیان دریایی برای گذراندن بهتر و با تلفات کمتر دوره لاروی وجود دارد. بدین منظور هدف این مقاله ارائه راهکارهای ترویجی مهم برای پرورش دهندگان و محققان در راستای فائق آمدن بر مشکلات در حین انتقال از غذای زنده به غذای فرموله و بهینه کردن پرورش لارو ماهیان دریایی می‌باشد.

۲- «شروع زود هنگام تغذیه»<sup>۴</sup>

یکی از استراتژی‌هایی که در تفریخگاه‌های ماهیان دریایی به کار می‌رود «جایگزینی زود هنگام غذای زنده با غذای فرموله» می‌باشد و به دوره‌ای اطلاق می‌شود که جیره فرموله قبل از کامل شدن دستگاه گوارش به لارو ماهیان عرضه شود. دلایل مختلفی برای انجام این عمل وجود دارد:

- تولید و یا صید غذاهای زنده یک فرآیند هزینه‌بر است که باعث پیچیده‌تر شدن مدیریت تفریخگاه می‌گردد.
- دسترسی به زئوپلانکتون‌ها از طریق صید به شدت وابسته به فصل است، از این رو یک منبع غیرقابل اعتماد از نظر مقدار و محتوای غذایی می‌باشد.
- مشکلات بهداشتی در استفاده از زئوپلانکتون‌ها به-ویژه در زمانی که از صید به عنوان منبع تهیه آنها استفاده می‌گردد می‌تواند برای لارو ماهیان خطرناک باشد.
- زمانی که از غذاهای زنده پرورشی نظیر روتیفر و آرتمیا برای تغذیه لارو ماهیان استفاده می‌شود، کنترل ارزش غذایی آنها دارای محدودیت‌هایی بوده و ممکن است نتواند به طور کامل نیازهای غذایی لارو ماهیان پرورشی را پوشش دهد.
- در پرورش لارو ماهیان دریایی، تغییر جیره غذایی از مرحله غذای زنده به غذای فرموله یک مرحله حساس می‌باشد که می‌تواند بر مراحل بعدی زندگی ماهی تأثیر زیادی داشته باشد. لاروهایی که رشد و بازماندگی مناسبی را در مرحله اول پرورش داشته‌اند معمولاً مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» را با دستگاه گوارش نسبتاً کامل به آسانی طی می‌کنند، بنابراین هرگونه آشفتگی در مراحل اولیه پرورشی می‌تواند منجر به کاهش موفقیت در این مرحله گردد. به طور مثال لارو ماهی توربوت (*Scophthalmus*)

*maximus*) که با آرتمیا تازه تفریخ شده و غنی نشده پرورش داده شده است در مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» تمایل کمی به جیره غذایی فرموله نشان می‌دهد. علت این امر ضعیف بودن آرتمیا از نظر سطوح «EPA»<sup>۶</sup> و «DHA»<sup>۷</sup> می‌باشد. EPA نقش مهمی در توسعه سیستم عصبی و مقاومت به استرس در لارو ماهیان دارد و کمبود این اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره ضروری در مراحل اولیه پرورش می‌تواند در موفقیت در مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» اثر منفی بگذارد (Tocher, 2010). کمبود مواد غذایی، شرایط محیطی ضعیف، بیماری یا گرسنگی در مراحل اولیه پرورش باعث ضعف لاروها و افزایش تلفات در دوره «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» می‌گردد. جهت تخمین موفقیت در مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» لازم است که مراحل اولیه پرورشی را به خوبی به انجام رساند.

پیش از این نیز، امکان موفقیت تغذیه زود هنگام در گونه‌های مختلفی مانند سیم دریایی سرطلابی، *Sparus aurata* (Yúfera et al., 2000)؛ هالیبوت اطلس، *Hippoglossus hippoglossus* (Næss et al., 2001)؛ کفشک زمستانی *Pseudopleuronectes americanus* (Ben et al., 2003)؛ کفشک زبان گاوی، *Cynoglossus semilaevis* (Chang et al., 2006)؛ باراموندی، *L. calcarifer* (Curnow et al., 2006)؛ سیم سفید، *Diplodus sargus* (Guerreiro et al., 2010)؛ کویبا، *Rachycentron canadum* (Nhu et al., 2010)؛ و صیبتی، *Sparidentex hasta* (ناظم رعایا و همکاران، ۱۳۹۴) بررسی شده است. گرچه زمان آغاز آن مختص هر گونه بر اساس بلوغ سیستم هضمی آن می‌باشد (Zambonino-Infante)

<sup>4</sup> Early start feeding

<sup>5</sup> Early weaning

<sup>6</sup> Eicosapentaenoic acid

<sup>7</sup> Docosahexaenoic acid

## ۳- «جایگزینی زود هنگام غذای خشک با

غذای زنده و تغذیه همزمان»<sup>۸</sup>

شکلی از این جایگزینی، تغذیه همزمان یا استفاده همزمان از غذای ساختگی و غذای زنده در مراحل اولیه لاروی می‌باشد. به صورتی که غذای زنده به تدریج با مقادیر رو به افزایش غذای فرموله جایگزین می‌شود. این جایگزینی موجب رشد و بازماندگی بهتر لارو ماهیان دریایی در مقایسه با زمانی می‌شود که غذای زنده به تنهایی به کار می‌رود (Chang et al., 2006). جیره‌های فرموله می‌توانند تعادل ترکیبات غذایی غذای زنده را به ویژه در مورد اسیدهای آمینه متعادل کنند، چون اسیدهای آمینه به آسانی در غذای زنده تغییر می‌کنند (Rønnestad et al., 1999). همچنین مشخص شده که تغذیه با جیره‌های غذایی فرموله بر تغییر اندازه لارو در مخزن پرورش و در نتیجه بر نرخ هم‌جنس‌خواری مؤثر است (Curnow et al., 2006). از سویی دیگر آنزیم‌های موجود در ساختار غذای زنده می‌تواند بر هضم و جذب غذاهای فرموله مؤثر باشد، به‌طوریکه هضم را از راه تحریک پاسخ‌های درون ریز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Kowen et al., 2001). همچنین، تغذیه همزمان عملکرد تغذیه‌ای لارو را بهبود می‌بخشد و باعث سهولت در انتقال زود هنگام به سوی غذاهای فرموله به تنهایی می‌شود (Chang et al., 2006). استفاده از برخی ترفندها می‌تواند میزان نیاز به غذای زنده را کم کند. آزمایش‌های جدید در لارو ماهی کاد منجر به ایجاد روشی از پرورش شده است که در آن تغذیه لاروها تنها با روتیفر و ریزجیره‌های ساختگی صورت پذیرفته و نیاز به آرتمیا در مرحله لاروی حذف شده است (Zambonino-Infante and Cahu, 2001).

دلیل اصلی برخی گزارش‌ها مبنی بر کاهش رشد و افزایش مرگ‌ومیر در طی مرحله «تغذیه همزمان»، کاهش جذب لارو به غذاهای ساختگی به همراه

(and Cahu, 2001). بیشتر تلاش‌ها و مطالعه‌ها در مرحله «جایگزینی زود هنگام غذای زنده با غذای فرموله» به افزایش میزان بازماندگی پرداخته است. رشد به دست آمده بعد از یک دوره مصرف غذای زنده بسیار خوب و مناسب بوده، اما متأسفانه در مورد توسعه و تکامل لاروها در این مرحله اطلاعات کمی در دسترس است. اطلاعاتی که تأثیر درازمدت مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» را برای پرورش دهندگان قابل پیش‌بینی سازد از اهمیت بیشتری برخوردار است. به طور مثال، در لارو ماهی صبیتی (S. hasta) به راحتی می‌توان «جایگزینی زود هنگام غذای زنده با فرموله» را از روز ۱۸ پس از تفریح داشت بدون آنکه باعث کاهش بازماندگی، کیفیت و رشد لاروها بشود (ناظم رعایا و همکاران، ۱۳۹۴). در لارو ماهیان پهن نیز اگر در مرحله «جایگزینی زود هنگام غذای زنده با غذای فرموله» رشد کم باشد، در مراحل بعدی پرورش مشکلی ایجاد نمی‌شود و این کاهش رشد قابل جبران است. در واقع آنچه که مهم است دگرذیسی است. اگر در لارو این دسته از ماهیان دگرذیسی ناقص باشد (مانند نقص در اسکلت و مهاجرت چشم‌ها)، در مراحل بعدی رشد کمتری را نسبت به لاروهایی نشان می‌دهند که دگرذیسی در آنها کامل ولی رشد اولیه کم است. چندین ماه بعد از تغذیه آغازین، لارو ماهیان دارای دگرذیسی کامل (مهاجرت طبیعی چشم) وزن بالاتری را نسبت به لاروهای دارای دگرذیسی ناقص (مهاجرت ناقص چشم) پیدا خواهند کرد (Næss et al., 2001).

رشد نشان دهنده موفقیت اقتصادی در تولید است و هرگونه اشتباه در مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای خشک» می‌تواند حیاتی باشد. بنابراین، رشد و بازماندگی حداکثر در این مرحله باید مورد تأکید باشد.

<sup>8</sup> Early weaning & Co-feeding

وابسته می‌باشد. به طور مثال، برای یک گونه مانند کفشک زبان (*Cynoglossus semilaevis*) به راحتی امکان «جایگزینی زود هنگام غذای زنده با غذای فرموله» از روز ششم پس از تفریح بدون تأثیر بر رشد و بازماندگی فراهم می‌باشد و نتایج مشابه زمانی است که لاروها به تنهایی با غذای زنده تغذیه شده باشند. اما، نرخ رشد در لارو اسنوک چرب (*Centropomus parallelus*) زمانی که «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» از روز ۴۰ پس از تفریح آغاز شده باشد بیشتر از زمانی است که این جایگزینی از روز ۳۵ باشد. همچنین نوع و مقدار «اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره»<sup>۱</sup> اسیدهای آمینه ضروری و مواد معدنی اجزای بسیار مهمی در ترکیب غنی‌سازی غذای زنده و جیره فرموله هستند که بر کیفیت لارو و موفقیت «جایگزینی زود هنگام غذای زنده با غذای فرموله» تأثیر فراوان دارند (Phelps, 2010).

#### ۵- پایش عوامل زیستی و غیرزیستی (محیطی)

چالش «جایگزینی غذای زنده با فرموله» وابستگی بسیاری به پایش مرتب عوامل زیستی (مربوط به توده خود لارو) و غیرزیستی (شرایط محیطی) دربرگیرنده مخزن پرورش لارو دارد. شرایط محیطی مانند میزان اکسیژن، دما، نور، اسیدیته باید به شکل روزانه بررسی شوند و در صورت ایجاد شرایط ناپایدار یا نامناسب، عامل ایجاد کننده برطرف گردد. پارامترهای زیستی مورد توجه شامل رفتار ماهی، بررسی نرخ رشد و تبدیل غذا، بررسی نرخ بدریختی اسکلتی، وجود کیسه شنا و بررسی نرخ مرگ و میر و بازماندگی لاروی می‌باشد. طبق یک قاعده کلی، هر مشکلی مربوط به شرایط محیطی در مخزن پرورش مستقیماً بر رفتار لارو پیش از آغاز علایم استرس مانند مرگ‌ومیر فراوان تأثیرگذار است. اگر مشکلی در حال به وجود آمدن باشد،

محدودیت‌های تغذیه‌ای غذاهای زنده عنوان شده است. با این حال همان‌طور که در مورد ماهی توربوت نشان داده شده است لاروها زمانی که دسترسی نامحدودی به غذای زنده داشته باشند، قادر به هضم غذاهای ساختگی نیز می‌باشند. این «تغذیه مکمل»<sup>۹</sup> می‌تواند باعث تأثیر بر ترکیبات بدن لارو شود به طور مثال می‌تواند کمبود DHA ناشی از تغذیه با آرتمیا را جبران کند (Dhert et al., 1999). «تغذیه همزمان» در کل باعث بهبود جذب و محرک رشد نسبت به تغذیه منحصر به غذاهای زنده در لارو ماهیان سیم دریایی، توربوت و هالیبوت شده است. در ماهی کفشک سنگال (*Solea senegalensis*) استفاده از یک دوره «تغذیه همزمان» برای موفقیت در مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» ضروری است (Engrola et al., 2009).

این امر نشان دهنده این است که هر کدام از غذاهای زنده یا فرموله به تنهایی قادر به تأمین نیازهای غذایی لاروها نبوده و از این رو «تغذیه همزمان» برای بهبود وضعیت در مراحل بعدی رشد لاروی لازم و ضروری است.

#### ۴- کیفیت غذای زنده و فرموله

برای اینکه «جایگزینی زود هنگام غذای زنده با غذای فرموله» با موفقیت صورت پذیرد، باید هم کیفیت غذای زنده را از نظر محتویات غنی‌سازی بالا برد و هم به اندازه، خوشخوراکی و کیفیت مواد مغذی ریزجیره اهمیت داد. نشان‌های تجاری گوناگون برای غنی‌سازی غذاهای زنده و تهیه جیره فرموله در سراسر دنیا وجود دارند. آنچه که متضمن موفقیت در «جایگزینی زود هنگام غذای زنده با غذای فرموله» در پرورش لارو ماهیان دریایی مختلف می‌باشد این است که بدانیم برای همه گونه‌ها روش یکسانی به کار نمی‌رود و به نحوه جایگزینی و نوع جیره غذایی فرموله شده

<sup>1</sup> Long chain polyunsaturated fatty acid<sup>9</sup>(LC-PUFA)

<sup>9</sup> Supplementary feeding

روی ماهی کفشک نیز مشخص شده است که مزه غذا در بلعیدن و یا پس دادن غذا دارای نقش تعیین کننده می باشد. (Morretti, 1999, Olsen, 1997). محرک-ها و جاذبه های غذایی مختلفی شناخته شده اند که امروزه می توان با به کار بردن آنها در جیره های غذایی ساختگی، سبب تحریک لاروها به این جیره ها شد. اضافه کردن یک جیره غذایی مناسب در مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» به مخزن های پرورشی می تواند رفتار جستجوگری را در لارو ماهیان تحریک کند. مشاهده رفتار ماهیان در برابر جیره های غذایی فرموله جدید می تواند به عنوان یک عامل در تعیین کیفیت جیره به کار رود

#### ۷- دسترسی به ذرات غذایی

لاروها توانایی محدودی برای جستجوی غذا در یک حجم معین آب در زمان خاص را دارند، بنابراین باید اطمینان حاصل شود که پراکنش ذرات غذایی برای برخورد تصادفی لاروها به آنها به اندازه کافی باشد. باید توجه کرد که هم شناوری و اندازه غذا با توجه به گونه و سن لاروها تغییر پیدا می کند، به طور مثال، لارو ماهی کاد دارای شنای فعال بوده و جستجوگر است، درحالی که لاروهای ماهی هالیبوت شنای غیرفعال دارد و در بدنه آبی منتظر رسیدن ذرات غذایی می باشد. اما، لارو ماهی توربوت حد واسط بین این دو ماهی قرار دارد. بنابراین در زمان تغذیه این لاروها در شرایط پرورشی باید مطمئن بود که مقدار ذرات غذایی به اندازه کافی باشد و قبل از اینکه مواد مغذی خود را از طریق فرآیند «آبشویی»<sup>۱</sup> از دست بدهند رسوب کنند. شرایط محیط پرورشی نظیر عمق آب و سرعت تعویض آب بر روند تغذیه لاروها تأثیرگذار است. در مرحله «جایگزینی زودهنگام غذای زنده با غذای فرموله» سرعت صید ذرات غذایی غوطه ور توسط لارو معمولاً پایین بوده و به کارگیری روش «تغذیه همزمان»

مشاهده روزانه رفتار لاروها توسط کارشناس مجرب می تواند به راحتی آن را آشکار می سازد. لاروهای سالم علائم رفتاری طبیعی مانند داشتن کنترل کامل بر فعالیت شنا، تغذیه خوب یا رفتار شکارگری موفقیت آمیز (حتی همجنس خواری)، پاسخ سریع به محرک های ناگهانی (مانند حرکت سریع موج آب مخزن پرورش)، رنگ مناسب، تجمع توده های اطراف غذا یا در محل ریختن غذای زنده، اشغال همه حجم آب توسط لاروهای با شنای فعال، عدم تجمع در ورودی آب (که این خود بیانگر کمبود اکسیژن می باشد) را نشان می دهند (Morretti, 1999).

#### ۶- گرفتن و مصرف جیره غذایی فرموله

لاروهای اغلب ماهیان دریایی دارای «وابستگی زیاد به حس بینایی برای تغذیه»<sup>۱</sup> هستند. آنها به ذرات غذایی موجود در آب حتی ذرات کاملاً غیرقابل هضم و کشنده مثل سیستم آرتیمیای تفریح نشده نیز جذب می شوند. نحوه حرکت ذرات محرک اصلی حمله لاروها به آنها می باشد. این امر به خوبی در زمانی که لاروها با غذای زنده و یا آرتیمیای مرده تغذیه می شوند قابل مشاهده است (Naas et al., 1996). ذرات بی حرکت اگر دارای اندازه صحیح و مناسب باشند و به سرعت ته نشین نشوند و نیز موادی را برای تحریک سیستم بویایی ماهی به آب رها سازند، می توانند باعث تحریک لاروها شوند و طعمه خوبی برای آنها به حساب بیایند. سیستم بویایی لاروهای ماهیان بسیار حساس است و گیرنده های شیمیایی آنها برای تشخیص غذا اهمیت زیادی دارد. زمانی که لاروها به یک ذره غذایی حمله کرده و آنها را صید می کنند این ذره غذایی باید از نظر ساختار و مزه مناسب باشد تا لارو آن را پس نزنند. لاروهای برخی از ماهیان مانند کاد و توربوت به دفعات به ذرات غذایی حمله برده ولی بعد یک چشیدن مختصر آنها را به بیرون پرت می کنند. با مطالعه بر

<sup>1</sup> Leaching

<sup>1</sup> Visual feeder

یک امر بسیار ضروری در بازماندگی لاروها محسوب می‌گردد.

به طور عملی تغذیه با غذاهای زنده به علت باقی ماندن بیشتر آنها در ستون آب باعث فراهم ساختن شرایط بهداشتی مناسب‌تر در مخزن‌ها می‌گردد. بنابراین بر اهمیت استفاده از مخزن‌های خودپالا در مرحله «جایگزینی زودهنگام غذای زنده با غذای فرموله» تأکید می‌شود. به همین علت در ماهیان پهن در مرحله «جایگزینی زودهنگام غذای زنده با غذای فرموله» از مخزن‌های با عمق نسبتاً کم استفاده می‌شود، چونکه اجازه تعویض آب بالا و خود پالایی مناسب را به مخزن می‌دهد. ماهیانی که در کف مخزن قرار می‌گیرند، به طور پیوسته ذرات موجود در کف را به هم زده و به حذف آنها از سیستم کمک می‌کنند (Morretti, Olsen, 1999). البته واضح است که مخزن‌های خودپالا که اساس آنها بر تعویض آب زیاد و سرعت بالای آب در کف می‌باشد بیشتر برای ماهیان بزرگتر و قویتر مناسب هستند و کاربرد آنها در مرحله «جایگزینی زودهنگام غذای زنده با غذای فرموله» محدود است. تجهیزات خاصی برای تمیز کردن مداوم کف استخرها در دسترس پرورش دهندگان قرار گرفته است. مخزن‌های پرورش ساخته شده‌اند که دارای بازوی تمیز کننده می‌باشند. این بازو دارای سوراخی در کف مخزن است که به طور مداوم حرکت کرده و به تمیز کردن آن کمک می‌کند

#### ۹- دما و نور

رژیم حرارتی و پایداری آن در مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» و نرسری اهمیت زیادی دارد. ماهیان دریایی با توجه به اندازه ماهی دارای دمای بهینه خاصی برای پرورش هستند، ماهیان کوچکتر نیازمند درجه حرارت بالاتری برای رشد می‌باشند.

ضروری است. در سیستم‌های پرورشی بزرگ محدودیتی در اضافه کردن ذرات غذایی به سیستم به علت بارگیری بیش از حد در آنها وجود دارد. به عبارت دیگر مخزن‌هایی با حجم بزرگ نیازمند پایداری بیشتر ذرات غذایی می‌باشند چون نیاز به غذاهای زنده نظیر جلبک‌ها و روتیفر و آرتمیا در این سیستم‌ها بیشتر می‌باشد. در بیشتر کارگاه‌های تکثیر و پرورش تجاری و تحقیقاتی لارو ماهیان دریایی، تغذیه با زیر جیره‌ها معمولاً با تلفیق روش مکانیزه توسط غذادهای تسمه-ای و روش دستی چندین بار در روز صورت می‌گیرد. در روش دستی به نیروی کار زیاد نیاز است. هر دو روش مزایای خودشان را دارند. در شرایطی که رطوبت هوا بالا باشد (که بیشتر در نزدیک مخزن پرورش این شرایط وجود دارد) ریزجیره‌ها تمایل به چسبیدن به تسمه را دارند، درحالی‌که در روش دستی، غذادهی فرآیندی پرزحمت است و باعث توزیع ناهمگون غذا در مخزن می‌شود؛ در نتیجه باعث می‌شود سهم زیادی از اجزای ریز جیره خورده نشده به کف مخزن ته نشین شود. غذادهی بیش از اندازه، رشد باکتری‌ها را تقویت کرده و منجر به کاهش سطح اکسیژن آب می‌گردد و در نهایت استرس را در لاروها بالا برده و خطر عفونت را در آنها به همراه دارد (Kolkovski et al., 2010).

#### ۸- نظافت مخزن‌های پرورش

برای اینکه لارو ماهیان بتوانند میزان بالاتری از جیره غذایی را در مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» دریافت کنند، باید میزان تراکم ذرات غذایی در مخزن‌ها بالا باشد. این موضوع به‌ویژه در مراحل اولیه زندگی لاروها رخ می‌دهد. در سیستم‌های بزرگ که تعویض آب در آنها کم است، تجمع و رسوب ذرات غذایی می‌تواند باعث افزایش رشد باکتری‌ها و یا موجودات بزرگتر مثل مژک‌داران باشد، این امر سبب کاهش کیفیت آب و افزایش احتمال بروز عفونت در لاروها می‌گردد. بنابراین بهداشت مخزن‌های پرورش،



دوره نوری نیز می‌توانند بر ماهی قبل از شروع تغذیه خارجی تأثیر داشته باشد. به طور مثال لارو باس دریایی اروپایی (*Disentrachus labrax*) که پنج روز پس از تفریح در شرایط نور مداوم (LL) و دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی : ۱۲ ساعت تاریکی (D ۱۲: ۱۲L) پرورش داده شد، رشد طولی بهتری را نسبت به نمونه های پرورش داده شده در تاریکی دائم (DD) نشان می‌دهد. اما در پرورش لارو باراموندی (*Lates calcacifer*) زمانیکه دوره نوری با روشنایی طولانی مدت به کار برده شد، با وجود آنکه لارو در شرایط نوری مداوم (LL) ۴۰٪ بیشتر از شرایط رژیم ۱۲ ساعت روشنایی : ۱۲ ساعت تاریکی (D ۱۲: ۱۲L) غذا مصرف می‌کند نرخ رشد بهبود نمی‌یابد. این موضوع به دلیل افزایش فعالیت شناگری لارو در نور مداوم و در نتیجه مصرف انرژی می‌باشد. در حقیقت لارو باس دریایی که در معرض نور مداوم قرار داده شود، ذخایر کیسه زرده را دو روز زودتر از لارو پرورش داده شده در شرایط تاریکی دائم DD به اتمام می‌رساند (Villamizar et al., 2011).

تأثیر نور بر روی رشد، به طور واضح با تأثیر بر افزایش هورمون رشد در خون و بهبود رژیم تغذیه‌ای در ماهیان در ارتباط می‌باشد و تنها افزایش دوره صید عامل افزایش رشد نمی‌باشد. بنابراین استفاده صحیح از نور در مراحل لاروی و جوانایی می‌تواند از طریق بهبود رژیم تغذیه‌ای و بهینه‌سازی رشد و ضریب تبدیل غذایی و تأثیر بر موفقیت «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» باعث بهبود تولید گردد. بنابراین به نظر می‌رسد وجود یک دوره تاریکی در ماهیان برای رشد بهتر ضروری است. این موضوع در مورد بسیاری از ماهیان به خوبی مشخص شده است.

#### ۱۰- مدیریت بهداشتی

رشد سریع در پرورش متراکم ماهیان دریایی منجر به وقوع بیماری‌های عفونی از طریق باکتری‌ها، ویروس‌ها

«تکوین» دوره لاروی در مورد ماهیان زیادی بررسی شده است. با تغییر اندکی در رشد و افزایش وزن لارو ماهیان، درجه حرارت ترجیحی آنها افزایش می‌یابد این امر به تفاوت‌های فردی از لحاظ ژنتیکی و تفاوت بین جمعیت‌ها و نیز تأثیر دوره «سازگاری» وابستگی دارد. حساسیت به تغییر درجه حرارت نیز بسیار بااهمیت است. تغییر ۱ تا ۲ درجه سانتیگراد باعث تأثیر فوری در اشتها ماهی می‌گردد. باید به این نکته نیز توجه کرد که در شرایط دمایی ناپایدار شیوع بیماری افزایش می‌یابد بنابراین شرایط پایدار دمایی همواره بهترین شرایط پرورشی را ایجاد می‌کند. مکانیسم تأثیر نور بر رشد در مرحله لاروی هنوز به طور کامل شناسایی نشده است با این حال مشاهده شده که نور بر رشد در ماهیان تأثیرگذار است. با مطالعه رابطه بین دوره نوری و رشد در لارو تعدادی از گونه‌های ماهیان مشخص شده است که افزایش طول دوره روشنایی نرخ رشد را در گونه‌هایی مانند کاد اطلس (*Gadus morhua*)، شانک سیاه (*Mylio macrocephalus*)، خرگوش ماهی (*Siganus guttatus*)، سیم دریایی سرطلایی (*Sparus autata*)، فلاندر پشت سبز (*Rhombosolea tapirina*) و سیم دریایی نقره‌ای (*Pagrus auratus*) بهبود بخشیده است. نتایج بدست آمده در این مطالعات اشاره بر آن دارد که نور علاوه بر تغذیه، بر دیگر جنبه‌های تکامل ماهی در مراحل اولیه لاروی مؤثر است. گونه‌هایی از ماهیان که دارای «وابستگی زیاد به حس بینایی برای تغذیه» هستند، قادر به تغذیه در شرایط تاریکی نخواهند بود. افزایش دوره تاریکی می‌تواند با افزایش سرعت تخلیه دستگاه گوارش در ماهیان باعث افزایش میزان گرسنگی و کاهش رشد شود. اینطور به نظر می‌رسد که تأثیر همکاری کننده دوره نوری و تغذیه بر رشد در مراحل لاروی حیاتی باشد. برخی از شواهد بیانگر آنست که

استفاده می‌شود که برای ماهیان آزاد (سالمون‌ها) تولید شده است.

بیماری‌های باکتریایی مختلفی ممکن است در مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» و نرسری در ماهیان دریایی رخ دهد، در این ماهیان عفونت به سرعت در یک تا چند روز توسعه پیدا کرده و منجر به افزایش شدید مرگ‌ومیر می‌گردد. به طور معمول در زمان بروز بیماری مصرف غذا توسط ماهیان کاهش پیدا می‌کند و یا متوقف می‌شود و این امر مانع به-کارگیری روش‌های مناسب تغذیه‌ای برای درمان ماهیان می‌شود. برای پیشگیری از بیماری ویبریوز، واکسیناسون در ماهیانی که در وزن‌های حدود ۰/۵ گرم پاسخ‌های ایمنی خیلی خوبی ایجاد خواهد کرد، اما این پاسخ ایمنی معمولاً به شکل طولانی مدت ادامه نمی‌یابد و واکسن باید بعد از چند هفته تکرار شود. به-غیر از به-کارگیری واکسن‌های باکتریایی، ویروسی و انگلی، از محرک‌های ایمنی تجاری، بتاگلوکان و چربی-ها، دوکوزاهگزانوئیک اسید و ایکوزاپنتانوئیک اسید، ترکیبات شیمیایی محرک ایمنی، پروبیوتیک‌ها و محرک‌های ایمنی گیاهی برای افزایش سطح ایمنی بدن لارو و بچه ماهیان استفاده می‌شود. مدیریت پیشگیری از بیماری در لارو از طریق تیمار غذای زنده نیز امکان پذیر است: (۱) حمام غذای زنده توسط مشتقات «نیتروفوران»<sup>۵</sup> و «سدیم نیفوراستیرنات»<sup>۶</sup> به منظور کاهش بار باکتریایی آن و (۲) استفاده از مکمل‌های محرک ایمنی در محلول غنی‌ساز (Harikrishnan et al., 2011).

### ۱۱- دستکاری ماهیان

دستکاری ماهیان در مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» با رقم‌بندی (درجه‌بندی و جداسازی ماهیان بر اساس اندازه)، واکسیناسیون و حمل‌ونقل آنها

و انگل‌ها شده است که با ضررهای اقتصادی در مزارع و تفریخگاه‌ها همراه هستند. در بیشتر ماهیان دریایی بیماری «ویبریوزیس»<sup>۱</sup> که به وسیله باکتری جنس *Vibrio sp.* رخ می‌دهد یکی از معمولترین و مخرب-ترین بیماری‌هاست. دیگر باکتری‌های بیماریزا از جنس‌های *Pseudomonas sp.* و *Flexibacter sp.* می‌باشند که به ویژه در آبی‌پروری جنوب شرق آسیا مشکلاتی را فراهم ساخته‌اند. جنس *Streptococcus sp.* نیز به شکل اتفاقی بیماریزایی ایجاد کرده است. از انگل‌های مهم در منطقه هند و آرام، اطلس، خلیج فارس، دریای سرخ و کارائیب که پوست، چشم‌ها و آبشش را درگیر می‌کند و علائمی همچون لکه سفید در ماهیان دریایی دارد می‌توان به *Cryptocaryon irritans* اشاره نمود. بیماری نکروز عصبی ویروسی (VNN)<sup>۲</sup> از یک «ایریدوویروس»<sup>۳</sup> گزارش شده است که مرگ‌ومیر بالایی را حتی تا ۱۰۰٪ تلفات در دوره لاری بیش از ۳۹ گونه ماهی دریایی از ده خانواده ایجاد کرده است.

در مطالعات انجام شده بر روی لارو بیشتر ماهیان دریایی مشخص شده است که پیشگیری از بیماری در مدیریت آسیب پذیری ماهیان در مراحل اولیه زندگی اهمیت بسیار دارد. واکسیناسیون در مراحل اولیه پرورشی و مدیریت بهداشتی تولید و توجه به استانداردهای بهداشتی و درمان از مهمترین موارد در پرورش لارو ماهیان دریایی به شمار می‌روند. «واکسن-هایی که از خود بیماری موجود در کارگاه پرورشی تهیه می‌شوند»<sup>۴</sup> تأثیر خوبی دارند. برخلاف آنکه صنعت پرورش ماهیان دریایی رو به رشد است، اما متأسفانه واکسن‌های خاص گونه‌های دریایی کمتر در دسترس قرار دارند و بیشتر از محصولات مشابهی

<sup>1</sup> Vibriosis

<sup>2</sup> Viral nervous necrosis

<sup>3</sup> Iridovirus

<sup>4</sup> Autogenic vaccines

<sup>5</sup> Nitrofurantoin

<sup>6</sup> Sodium nifurstyrenate

از راهکارهای دیگر برای کاهش نرخ همجنس‌خواری در لاروهای گونه‌های مختلف از طریق تهیه غذای زنده محرک، تغذیه توأم غذای زنده و فرموله به مقدار مناسب و ذخیره‌سازی لارو در تراکم مناسب همراه با فراهم کردن شرایط نوری و رنگی مناسب در مخزن پرورش لارو می‌باشد (Yakupitiyage, 2013). در صورتی که با فراهم کردن شرایط فوق باز همجنس‌خواری وجود داشت، باید رقم‌بندی را انجام داد.

برای انجام عمل رقم‌بندی می‌توان با دقت از روش «غوطه‌وری در آب» استفاده نمود. استفاده از ماشین درجه‌بندی برای ماهیان پهن در همین وزن نیز امکان‌پذیر است، به این شرط که آب به طور مداوم بر روی ماشین درجه‌بندی افشانه شود. ماهیان کاد در این وزن هنوز هم باید در زیر آب جابجا شوند و این ماهیان همچنان در برابر دستکاری حساس می‌باشند و به علت فعالیت بیش از حد احتمال زخمی شدن آنها بالا است. می‌توان ماهیان کوچک را قبل از دستکاری با بی‌هوشی خفیف آرام کرد. ماهیان پهن را می‌توان در وزن پنج گرمی در مدت کوتاهی در سبدهای بدون آب نگهداری و جابجا کرد. می‌توان از سطوح مرطوب نیز برای درجه‌بندی ماهیان استفاده نمود. ماهیان پهن معمولاً روی سطوح مرطوب به آرامی باقی می‌مانند و به راحتی می‌توان آنها را بر روی سطوح لغزنده حرکت داد بدون اینکه به موکوس آنها آسیبی وارد شود (Gabriel et al., 2016). همچنین می‌توان از شمارش‌گرهای صنعتی ماهی که در مورد قزل‌آلاها و ماهیان آزاد به کار می‌روند برای ماهیان کاد و ماهی پهن استفاده کرد، البته باید توجه نمود که ماهیان پهن به همدیگر می‌چسبند و این موضوع ممکن در شمارش ایجاد اشکال کند. بنابراین باید قبل از به‌کارگیری هر نوع شمارش‌گر از کاربردی بودن آن اطمینان حاصل کرد.

اگر ماهیان زیر یک گرم باشند، باید قبل از هر جابجایی و دستکاری چند دقیقه گرسنه نگهداری شوند. ماهیان

ارتباط دارد (Zakêe et al., 2004). قبل از اتمام دوره دگرذیسی، لارو برخی از ماهیان مانند ماهیان پهن و کاد به شدت به دستکاری و استفاده از تور حساس می‌باشد. باله‌های شکننده آنها به راحتی در اثر دستکاری زخمی شده و عوامل عفونی باکتریایی ثانویه به سرعت رشد می‌کنند. بنابراین تا جایی که امکان دارد باید از رقم‌بندی آنها اجتناب کرد و در صورتی که نیاز به هر گونه دستکاری باشد باید رقم‌بندی لاروهای شکننده و حساس از طریق آب صورت بگیرد. لاروها به راحتی می‌توانند سیفون شدن به وسیله شیلنگ و لوله را تحمل کنند. همچنین لاروها را می‌توان با استفاده از سبدهای درجه‌بندی شده درحالی که در آب هستند رقم‌بندی کرد. تجهیزات استاندارد برای درجه‌بندی ماهیان وجود ندارد و هر کارگاه پرورشی به روش خود این عمل را انجام می‌دهد. در صورتیکه کیفیت آب پایین باشد، مقدار اکسیژن محلول کم و یا دمای آب بالا باشد، رقم‌بندی لاروها پیشنهاد نمی‌گردد. فرآیند رقم‌بندی عملیاتی استرس زاست و ماهیان دچار استرس اکسیژن بیشتری مصرف می‌کنند. بنابراین در دماهای بالا این کار باعث افزایش تلفات می‌گردد. همچنین در صورتی که لاروها دچار بیماری شده باشند تا زمانی که بهبودی حاصل نگردد از انجام رقم‌بندی باید خودداری کرد (Kelly and Heikes, 2013).

یکی از دلایل رقم‌بندی، یکنواخت کردن توده لاروها به منظور شروع مرحله «جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله» می‌باشد. رقم‌بندی‌های بعدی براساس اندازه و میزان رشد ماهیان صورت می‌گیرد. دلیل اصلی دیگر جداکردن ماهیان از نظر اندازه برای جلوگیری از «هم‌جنس‌خواری» است. لارو ماهیانی همچون باس دهان گشاد، باس مخطط، سوکلا و صبیتی به شدت هم‌جنس‌خوار هستند. هم‌جنس‌خواری یکی از مشکلات بزرگ در حین «جایگزینی غذای زنده با غذای خشک» می‌باشد چون نرخ بازماندگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

<sup>2</sup> Dip netting

<sup>1</sup> Cannibalism

گوارشی)، دگردیسی، تغییرات شکل بدن، شکل‌گیری باله‌ها، اندازه دهان، تکامل سیستم بینایی و رفتار لارو (شناگری، شکارگری و تغذیه‌ای) از مهمترین عوامل درونی مربوط به خود لارو می‌باشند. عوامل بیرونی دیگری نیز در این موفقیت اثرگذار هستند. توجه به مدیریت پرورش و بهداشتی با پایش شرایط محیطی و بررسی مخزن‌های پرورشی در این دوران بسیار ضروری می‌باشد. به کار بردن روش‌های تلفیقی تغذیه‌ای زود هنگام از طریق استفاده همزمان غذای زنده و فرموله و جابجایی سهم هریک از آنها در طول دوره جایگزینی غذای زنده با فرموله، کیفیت غذای زنده (استفاده از امولسیون‌های غنی‌ساز مناسب) و غذای فرموله (گنجانیدن مواد غذایی خاص در جیره با هضم آسان و اندازه متناسب با دهان لارو) بسیار حیاتی هستند.

گرسنه سوخت‌وساز کمتری دارند که سبب کاهش برخی تنش‌ها در زمان دستکاری می‌گردد، با این حال باید توجه کرد که رفتارهای پرخاشگرانه در ماهیان گرسنه بیشتر دیده می‌شود. به‌علاوه قبل از هر جابجایی باید دستگاه گوارش ماهیان به طور کامل از مدفوع تخلیه شود چون مدفوع کیفیت آب و کارایی رقم‌بندی را به شدت کاهش می‌دهد (Morretti, 1999).

### نتیجه‌گیری و توصیه ترویجی

در نهایت چنین می‌توان نتیجه گرفت که عوامل متعددی در موفقیت مرحله جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله با کمترین میزان تلفات و رشد مناسب دخیل هستند. مرحله تکوینی لارو از دیدگاه تکامل دستگاه گوارش (شکل‌گیری اندام‌ها و ترشح آنزیم‌های

## فهرست منابع

- ناظم‌رعایا، س.، نعمت‌اللهی، م. ع.، یزدان‌پرست، ر.، فرحمن‌د، ح و میرزاده، ق. ۱۳۹۴. تأثیر جایگزینی زودهنگام غذای زنده با غذای خشک در عملکرد لارو ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*). *مجله شیلات دانشگاه تهران*. مقاله ۱۲. دوره ۶۸ (۲): ۳۱۳-۳۲۸.
- ALVAREZ-GONZÁLEZ, C., MOYANO-LÓPEZ, F., CIVERA-CERECEDO, R., CARRASCO-CHÁVEZ, V., ORTÍZ-GALINDO, J. L., NOLASCO-SORIA, H., TOVAR-RAMÍREZ, D. & DUMAS, S. 2010. Development of digestive enzyme activity in larvae of spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* II: Electrophoretic analysis. *Fish physiology and biochemistry*, 36, 29-37.
- BEN KHEMIS, I., AUDET, C., FOURNIER, R. & DE LA NOÛE, J. 2003. Early weaning of winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus* Walbaum) larvae on a commercial microencapsulated diet. *Aquaculture Research*, 34, 445-452.
- CAHU, C. & ZAMBONINO-INFANTE, J. 2001. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. *Aquaculture*, 200, 161-180.
- CAÑAVATE, J. P. & FERNÁNDEZ-DÍAZ, C. 1999. Influence of co-feeding larvae with live and inert diets on weaning the sole *Solea senegalensis* onto commercial dry feeds. *Aquaculture*, 174, 255-263.
- 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.
- 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.
- DARIAS, M. J., MURRAY, H. M., GALLANT, J. W., DOUGLAS, S. E., YÚFERA, M. & MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, G. 2007. Ontogeny of pepsinogen and gastric proton pump expression in red porgy (*Pagrus pagrus*): Determination of stomach functionality. *Aquaculture*, 270, 369-378.
- DHERT, FÉLIX, M. G., VAN, R., GEURDEN, THYSEN, LEBEGUE, LAVENS & SORGELOOS 1999. Cofeeding of phospholipids to turbot *Scophthalmus maximus* L. larvae as a tool to reduce live food consumption. *Aquaculture Nutrition*, 5, 237-245.
- ENGROLA, S., FIGUEIRA, L., CONCEIÇÃO, L. E. C., GAVAIA, P. J., RIBEIRO, L. & DINIS, M. T. 2009. Co-feeding in Senegalese sole larvae with inert diet from mouth opening promotes growth at weaning. *Aquaculture*, 288, 264-272.
- FENG, S., LI, W & LIN, H. 2008. Characterization and expression of the pepsinogen C gene and determination of pepsin-like enzyme activity from orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 149, 275-284.
- GABRIEL, U., AKINROTIMI, O. & MOMOH, Y. 2016. COMPARISON OF SOME FISH SORTING TOOLS FOR GRADING *Clarias gariepinus* FINGERLINGS. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 2, 109-118.

- GUERREIRO, I., DE VAREILLES, M., POUSSÃO-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.
- HAMLIN, H. & KLING, L. 2001. The culture and early weaning of larval haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) using a microparticulate diet. *Aquaculture*, 201, 61-72.
- HAMRE, K., YÚFERA, M., RØNNESTAD, I., BOGLIONE, C., CONCEIÇÃO, L. E. C. & IZQUIERDO, M. 2013. Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. *Reviews in Aquaculture*, 5, S26-S58.
- HARIKRISHNAN, R., BALASUNDARAM, C. & HEO, M.-S. 2011. Fish health aspects in grouper aquaculture. *Aquaculture*, 320, 1-21.
- HOLT, G. J., WEBB, K. A. & RUST, M. B. 2011. Microparticulate diets: testing and evaluating success. In: HOLT, G. J. (ed.) *Larval fish nutrition*. Oxford, UK: Wiley Blackwell.
- KELLY, A. M. & HEIKES, D. 2013. *Sorting and grading warmwater fish*, Southern Regional Aquaculture Center.
- 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.
- KOLKOVSKI, S., CURNOW, J. & KING, J. 2010. Development towards commercialization of marine fish larvae feeds – Microdiets. Project No. 2004/258. .
- 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.
- LAZO, J. P., DARIAS, M. J. & GISBERT, E. 2011. Ontogeny of the digestive tract. In: HOLT, G. J. (ed.) *larval Fish Nutrition*. Oxford, UK: Wiley Blackwell.
- LAZO, J. P., MENDOZA, R., HOLT, G. J., AGUILERA, C. & ARNOLD, C. R. 2007. Characterization of digestive enzymes during larval development of red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 265, 194-205.
- LONGDON, C. & BARROWS, R. 2011. Microparticulate Diets: Technology. In: HOLT, G. J. (ed.) *Larval Fish Nutrition*. Oxford, UK: Wiley Blackwell.
- MORRETTI, A. 1999. *Manual on hatchery production of seabass and gilthead seabream*, Food & Agriculture Org.
- NAAS, K., HUSE, I. & IGLESIAS, J. 1996. Illumination in first feeding tanks for marine fish larvae. *Aquacultural Engineering*, 15, 291-300.
- 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.
- 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.

- OLSEN, Y. 1997. Larval-rearing technology of marine species in Norway. *Live Food in Aquaculture*. Springer.
- PHELPS, R. P. 2010. Recent advances in fish hatchery management. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 95-101.
- 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.
- 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.
- SALZE, G., MCLEAN, E. & CRAIG, S. R. 2012. Pepsin ontogeny and stomach development in larval coho. *Aquaculture*, 324, 315-318.
- TOCHER, D. R. 2010. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. *Aquaculture Research*, 41, 717-732.
- TONG, X. H., XU, S. H., LIU, Q. H., LI, J., XIAO, Z. Z. & MA, D. Y. 2012. Digestive enzyme activities of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) during early developmental stages under culture condition. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38, 715-724.
- VILLAMIZAR, N., BLANCO-VIVES, B., MIGAUD, H., DAVIE, A., CARBONI, S. & SANCHEZ-VAZQUEZ, F. J. 2011. Effects of light during early larval development of some aquacultured teleosts: a review. *Aquaculture*, 315, 86-94.
- WU, X., WASHIO, Y., ARITAKI, M., FUJINAMI, Y., SHIMIZU, D., HASHIMOTO, H., IWASAKI, T., UJI, S. & SUZUKI, T. 2011. Staging of initial pepsinogen and chitinase expression and complete gastric gland development within the larval stomach of Japanese flounder, spotted halibut, seven-band grouper and greater amberjack. *Aquaculture*, 314, 165-172.
- YAKUPITIYAGE, A. 2013. On-Farm Feeding and Feed Management Strategies in Tropical Aquaculture. *On-Farm Feeding and Feed Management in Aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 361-376.
- 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.
- ZAKÊŁE, Z. A., KOWALSKA, A. & CZERNIAK, S. A. 2004. Effect of sorting on selected rearing factors of pikeperch *Sander lucioperca* (L.). *Archives of Polish Fisheries*, 12, 71-79.
- ZAMBONINO-INFANTE, J. & CAHU, C. 2001. Ontogeny of the gastrointestinal tract of marine fish larvae. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 130, ۴۸۷-۴۷۷ ,
- ZAMBONINO-INFANTE, J., GISBERT, E., SARASQUETE, C., NAVARRO, I., GUTIÉRREZ, J. & CAHU, C. L. 2008. Ontogeny and physiology of the digestive system of marine fish larvae. In: CYRINO, J. E. P. (ed.) *Feeding and Digestive Functions of Fish*. Enfield , USA: Science Publishers.

## Important tips for reducing larvae loss in the weaning stage

Samira nazemroaya\*<sup>1</sup>, Mina Ahangarzadeh<sup>1</sup>, Elham Jorfi<sup>1</sup>

South Iran Aquaculture Research Institute, Iran Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahwaz, Iran

\*Corresponding Author: s.nazem@areeo.ac.ir

### Abstract

One of the principal problems in marine fish larval rearing which includes financial loss is related to increased mortality in the stage while larvae have to shift feeding on formulated from live food. The reasons for applying weaning are high production costs, increased bacterial load and unreliable nutritional value of live foods. The commercial dry feeds can address this concern and decrease the larval production costs and consequently generate a highly profitable investment. In this paper, it was tried to consider recommendation which helps the aquaculturists to pass this larval stage successfully. Attention to the larval development stage, larval behavior, feeding strategies and considering the factors such as effective health management and monitoring the environmental conditions which affect the success of this change are met to discuss.

**Key words:** Larvae, Feeding, Marine fish, Weaning.