روش‌های کاهش دوره بلوغ در ماهیان خاویاری پرورشی

ایوب یوسفی جوردهی[1*]، محمود بهمنی[1]، علی حلاجیان[1]، محمد پوردهقانی[1]، رضوان‌اله کاظمی[1]، مهتاب یارمحمدی[1]، مریم منصف شکری[1] و امین فرهبد رودبارکی[1]

[1] مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

چکیده

نظر به روند طولانی بلوغ در ماهیان خاویاری، امروزه از راهکارهای مختلف مدیریت شرایط محیطی، تغذیه‌ای و دستکاری محور تولیدمثلی برای تحریک رسیدگی جنسی در داخل و خارج کشور استفاده می‌شود، که از جمله آنها می‌توان به بکارگیری سیستم گرمایشی و سرمایشی متناسب با فصول، استفاده همزمان از آب چاه و رودخانه، مکمل‌های آلی و معدنی به جیره، استفاده از ویتامین‌های C و E در جیره‌های غذایی ماهیان، استفاده از منابع غذایی حاوی اسیدهای آمیه و چرب غیر اشباع، استفاده از سویا در جیره‌های غذایی ماهیان ماده، تولید هیبرید، بکارگیری هورمون‌های استرادیول در جیره، و اخیراً، استفاده از فیتواستروژن‌ها[1](شبه‌هورمون‌های گیاهی) در جیره غذایی تاسماهیان و غیره اشاره کرد. با توجه به مقایسه‌ها و تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته در خصوص نتایج مطالعات انجام شده، بکارگیری هم‌زمان راهکارهای مدیریت شرایط محیطی و تغذیه‌ای با استفاده از مواد افزودنی محرک رشد تولیدمثلی برای تسریع روند بلوغ جنسی در گونه‌های مختلف تاسماهیان پرورشی توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: کاهش دوره بلوغ، فیتواستروژن‌ها، مراحل رسیدگی جنسی، تاسماهیان پرورشی

* نویسنده مسئول: ayoub2222002@yahoo.com

مقدمه

گونه‌های مختلف تاسماهیان از قبیل ازون‌برون، تاسماهی ایرانی، تاسماهی شیپ و تاسماهی سیبری به‌دلیل داشتن شرایط فیزیولوژیک خاص و کوتاه بودن دوره بلوغ جنسی و استرس‌پذیری بالاتر آن نسبت به سایر گونه‌ها، اهمیت خاصی در موضوع پرورش داشته و جهت توسعه صنعت تاسماهی‌پروری و دستیابی به بیوتکنیک مولدسازی این گونه نیاز به بررسی‌های تخصصی است. طی سال‌های اخیر از روش‌های مختلفی جهت تسریع روند بلوغ جنسی در ماهیان خاویاری استفاده شده است. با این‌وجود، داده‌های موجود در خصوص تحقیقات انجام شده روی تاسماهیان پراکنده بوده و اغلب در قالب مقالات و گزارش‌های طرح-های تحقیقاتی است. در دهه گذشته توجه زیادی به نقش مواد غذایی در جیره‌های غذایی مولدین شده است. تغذیه مولدین، شرایط پرورش و روش‌های مختلف پرورش ازجمله فاکتورهای مهم اثرگذار در کیفیت تخم ماهیان پرورشی است (Bromage, 1995). از مؤلفه‌های اصلی غذایی که تابه‌حال روی ماهیان مولد موردمطالعه قرار گرفته است، می‌توان به اسیدهای چرب ضروری و پروتئین‌ها (Watanabe, 1985a)، ویتامین‌های E (Watanabe *et al*., 1991a)، C (Sandnes *et al*., 1984; Blom and Dabrowski, 1998)، رنگ‌دانه‌های کارتنوئیدی آستازانتین (Watanabe and Kiron, 1995)، مانند ایزوفلاون‌ها[2] مانند فیتواستروژن‌ها (Yousefi Jourdehi *et al*., 2014) اشاره کرد.

یکی از دلایل اصلی انقراض نسل تاسماهیان، بویژه تاسماهیان دریای خزر طولانی بودن چرخه تولیدمثلی آنها در طبیعت می‌باشد. کاهش سن بلوغ جنسی در ماهیان و به‌ویژه تاسماهیان به‌دلیل طولانی‌بودن سن رسیدگی جنسی آنها در طبیعت، و از طرفی به‌دلیل اینکه حدود ۷۰ – ۳۰ درصد هزینه پرورش ماهیان را غذا به‌خود اختصاص می‌دهد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به‌اینکه طولانی‌ترین مرحله رسیدگی جنسی، مرحله پیش زرده-سازی و زرده‌سازی (مرحله II و III رسیدگی جنسی) در گونه‌های مختلف ماهیان و به‌ویژه تاسماهیان می‌باشد (در برخی از گونه‌ها تا ۱۰ سال نیز طول می‌کشد)، بنابراین، جهت کاهش دوره رسیدگی جنسی بایستی این مراحل را هدف قرار داد. با توجه به ذخایر طبیعی بسیاری از گونه-های ماهیان بویژه تاسماهیان دریای خزر طی سال‌های اخیر به‌دلایل متعدد از قبیل صید بی‌رویه و قاچاق، از بین-رفتن بسترهای تخم‌ریزی و انواع آلودگی ها به‌شدت کاهش یافته است، و از سویی دیگر روند روبه رشد تقاضای جامعه به محصولات پروتئینی با ارزش این ماهیان بویژه خاویار، ضرورت پرورش آنها اجتناب‌ناپذیر می‌نماید.پیروی صنعت نوپای پرورش تاسماهیان در کشور از روش‌های سنتی تغذیه و مدیریت پرورش به‌دلیل طولانی بودن دوره بلوغ تاسماهیان منجر به تحمیل هزینه های زیاد برای پرورش دهندگان می شود. در این راستا مطالعات معدودی صورت گرفته است که نتایج آنها پراکنده بوده و به‌تنهایی کارایی مطلوب را در جهت برآورده کردن نیازهای موجود ندارد. بنابراین، با مقایسه نتایج تحقیقات صورت گرفته می‌توان به نواقص موجود پی برد و با جمع‌بندی آنها دستورالعمل جامع‌تر و کارآمدتر در خصوص کاهش دوره بلوغ تاسماهیان ارائه به بخش‌های مختلف تحقیقاتی و اجرایی معرفی نمود.

بلوغ و عوامل مؤثر بر آن

بلوغ فرآیندی است مشتمل بر کلیه تغییرات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و رفتاری که به‌طور هم‌زمان با تغییر ماهیت و فعالیت گنادها همراه است. گرچه این فرآیند در مهره‌داران عالی به‌ویژه پستانداران با تغییرات مورفولوژیک و علامت-های قابل‌رویت همراه است، لیکن در ماهی‌ها بندرت بلوغ با تغییرات مورفولوژیک همراه بوده و عمده تغییرات در سطح فیزیولوژیک معطوف به‌تغییرات هورمون‌ها و رشد گنادها است. در رابطه با این امر در جنس ماده طول تخمدان‌ها به‌تدریج افزایش یافته و تغییرات دوره‌ای در قطر تخمک‌ها مشاهده می‌گردد (Rankin *et al*., 1983).

برخی از ماهی‌ها مانند ماهیان آکواریومی ریز در سن کم (چندماهگی بالغ شده) و برخی تا سن چندسالگی (مثلاً در

[2] Isoflavones

تاسماهیان، فیل‌ماهی ماده در سن ۲۲ سالگی) به بلوغ جنسی می‌رسند. ازآنجایی‌که ماهی‌ها عمدتاً دارای رفتارهای تولیدمثلی زمان‌بندی‌شده می‌باشند، مطالعه روند بلوغ با بررسی‌های هیستولوژیک و مورفولوژیک مرتبط با این روند در سطح گنادها قابل پیگیری است. معمولاً تغییرات ساختمانی و مورفولوژیک در گنادها می‌تواند معرف مراحل مختلف بلوغ باشد (Biswass, 1993). مراحل رسیدگی تخمدان‌ها و بیضه‌ها در ماهی‌ها معمولاً مراحل بلوغ نامیده می‌شود. تکمیل مراحل مختلف اووژنز و اسپرماتوژنز و مشاهده سلول‌های بالغ جنسی ازجمله شواهد هیستولوژیک بلوغ محسوب می‌شوند (Hoar *et al.*, 1993). طی مراحل اولیه رشد اووگونی‌ها جهت رسیدگی جنسی با افزایش حجم اووسیت‌ها، نسبت هسته به سیتوپلاسم کاهش یافته و هستک‌های متعدد ایجاد می‌شود. در طی مراحل رشد، دیواره اووسیت شامل کوریون، لایه گرانولوزار (Granolosa)، غشاء پایه (Basement layer) و لایه تکا (Techa) است. در طی مراحل رشد ثانویه اووسیت، کوریون مشتمل بر لایه ویتلینی است و منطقه شفاف[3] اووسیت‌ها به سمت سلول‌های لایه گرانولوزا کشیده می‌شود که ارتباط بین این دو را میسر می‌نماید. مرحله دوم رشد تخمک‌ها که عمدتاً با ترشح گنادوتروپین‌ها از هیپوفیز همراه است، شامل تشکیل موکوپلی‌ساکاریدها و گلیکوپروتئین‌هایی است که در داخل سیتوپلاسم اووسیت تشکیل ذرات زرده‌ای را می‌دهند. طی بلوغ اووسیت‌ها، ذرات زرده‌ای به‌تدریج به یکدیگر می‌چسبند و تشکیل وزیکول‌های زرده‌ای را می‌دهند. در سرم خون ماهی‌ها ترکیب فسفولیپوگلیکوپروتئینی به نام ویتلوژنین[4] است که به‌عنوان پیش‌ساز زرده تخمک شناخته شده است. این ترکیب توسط کبد و تحت تأثیر هورمون‌های هیپوفیزی و گنادی ساخته می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها هورمون گنادوتروپین –۴ (GTH-I) و ۱۷ بتا- استرادیول است. ذرات ویتلوژنین به‌طور انتخابی در طی جریان خون توسط اووسیت‌ها جذب می‌شود که از طریق کانال‌های غشائی و میکروپینوسیتوز این عمل انجام می‌گردد. درعین‌حال، در غشاء اووسیت‌ها، گیرنده‌هایی (پروتئینی) جهت جذب ویتلوژنین گزارش شده است (Kumar, 1991). هورمون‌های گنادوتروپینی در جذب پیش‌ساز زرده‌ای توسط اووسیت نقش داشته و همچنین با تحریک ترشح هورمون‌های تخمدانی (استرادیول) روند زرده‌سازی را در سلول‌های کبدی تسریع می‌نمایند. در اینجا لازم به توضیح است که علاوه بر فاکتورهای داخلی مؤثر بر بلوغ که مهم‌ترین آن‌ها هورمون‌ها و عوامل آندوکرینی می‌باشند، عوامل خارجی و محیطی نیز بر روند بلوغ و تسریع آن‌ها مؤثر است. عوامل و پارامترهای محیطی متعدد بر روند بلوغ در ماهیان مؤثر است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به دما، فتوپریود و تغذیه فعال اشاره نمود. عوامل خارجی و محیطی عمدتاً از طریق گیرنده‌های پوست، غده بویایی، غده پینه‌آل و چشم بر هیپوتالاموس اثر می‌گذارند. حاصل این تأثیر تحریک و یا مهار ترشح نوروترانسمیترها در سطح هیپوتالاموس و درنهایت تأثیر بر ترشح گنادوتروپین‌ها از هیپوفیز است. در گونه‌هایی که در مناطق گرم زندگی می‌نمایند، نقش فتوپریود در شروع فرآیند تمایز و بلوغ جنسی تائید گردیده است. شدت نور نیز بر زمان بلوغ تأثیر می‌گذارد چراکه نورهای با شدت بسیار بالا و بسیار کم قادر به تأثیر بر روند بلوغ و تولیدمثل ماهی‌ها می‌باشند. نقش دما و حرارت در تمایز جنسی و بلوغ کاملاً شناخته شده است. در برخی از گونه‌ها دما در روند اووژنز نقش دارد، به‌طوری‌که، فاز اولیه رشد اووسیت‌ها را تسریع می‌نماید. این اثر حتی در روند ساخته‌شدن ذرات پیش‌ساز زرده‌ای با منشاء خارجی نیز به‌اثبات رسیده است (Hoar *et al.*, 1993).

[3] Clarified region
[4] Vitellogenin
[5] Gonadotropin hormone-I

فیزیولوژی تولیدمثل تاسماهیان

سیستم درون‌ریز (اندوکرینی) و درون‌ریز عصبی (نوروآندوکرینی) در تاسماهیان

فیزیولوژی تولیدمثل عبارت است از اعمالی که تحت عوامل محرک مختلف داخلی و یا خارجی بوده، به‌طوری‌که وقوع این دسته از عوامل و تأثیر آن‌ها می‌تواند سبب رشد و باروری گنادها و تولیدمثل موفق شود. در روند تولیدمثل علاوه بر رشد و توسعه بعضی از اندام‌ها که منجر به ترشحات هورمونی مختلف می‌شود، رفتارهای خاصی به نام رفتارهای تولیدمثلی به‌وقوع می‌پیوندد که ناشی از فعالیت‌های فیزیولوژیک درونی است. از مهم‌ترین عوامل درونی می‌توان به هیپوتالاموس، هیپوفیز و غدد درون‌ریز اشاره کرد (بهمنی، ۱۳۸۰).

غدد جنسی تاسماهیان

پیش از تمایز جنس‌های نر و ماده، تغییراتی در لایه زاینده اپی‌تلیال رخ می‌دهد که این امر باعث افزایش تقسیمات یاخته‌ای و ازدیاد تعداد یاخته‌ها می‌شود. قبل از پیدایش بافت چربی در گناد تاسماهیان که زمان آن برای گونه‌های مختلف متفاوت است، می‌توان گناد نر را از ماده تشخیص داد. پیش از تمایز جنس‌های نر و ماده، تغییراتی در لایه زاینده اپی‌تلیال رخ می‌دهد که این امر باعث افزایش تقسیمات یاخته‌ای و ازدیاد تعداد یاخته‌ها می‌شود. پیدایش بافت چربی به‌عنوان‌مثال در ماهی استرلیاد (*A. ruthenus*) زمانی که وزن ماهی ۱/۱ گرم است و در ازون‌برون (*A. stellatus*) در وزن ۴/۸ گرم و در فیل‌ماهی (*H. huso*) در وزن ۴ تا ۱۰ گرم اتفاق می‌افتد. پاسخ این پرسش که دقیقاً چه زمانی بافت چربی در گنادها آشکار می‌شود، دقیقاً معلوم نیست. اصولاً بیشتر اوقات وجود و مقدار بافت چربی نشان‌دهنده شرایط اکولوژیک و وضعیت تغذیه‌ای موجود است. بیشترین مقدار و رشد بافت چربی در بخش ابتدایی غدد جنسی و نزدیک به رأس غدد صورت می‌گیرد. استفاده از بافت چربی برای تشخیص رسیدگی جنسی و وضعیت گناد اهمیت بسزایی دارد، زیرا مقادیر بافت چربی در مراحل مختلف رشد گنادها متفاوت است. اگرچه ماهیان نر و ماده پس از تمایز از یکدیگر وارد مرحله‌ای به نام مرحله رسیدگی جنسی می‌شوند، اما رشد غدد جنسی نرها و ماده‌ها با یکدیگر تفاوت بسیار داشته و هر یک مسیر خاص خود را طی می‌کنند (تروسوف، ۱۹۷۵). توده جنسی اولیه در تاسماهیان در دو طرف ستون فقرات و به‌طور متقارن نزدیک کلیه قرار گرفته‌اند. این توده جنسی اولیه ازنظر طولی به سه بخش تقسیم می‌شود: پیشین، میانی و پسین. این بخش‌ها در ماهیان نر به کمک چین مزانشیم شکمی (بافت پیوندی که باعث اتصال بیضه در حالت جنینی در مهره‌داران به دیواره دیافراگم می‌شود) و در نمونه‌های ماده به کمک مزانشیم شکمی (لایه‌ای که باعث پیوند تخمدان به دیواره دیافراگم می‌شود) به سطح داخلی بدن چسبیده‌اند. در روند طبیعی گنادها فقط چین‌های بخش میانی رشد کرده و دو بخش دیگر یا تغییر شکل می‌دهند و یا از بین می‌روند (آلتوفو و همکاران، ۱۹۸۶).

نمو غدد و سلول‌های جنسی در دوره زندگی تاسماهیان

خصوصیات و ویژگی‌های غدد جنسی تاسماهیان در طی یک دوره طولانی و نامشخص ظاهر می‌شود. به‌طوری‌که، این دوره برای گونه‌های مختلف یکسان نیست و درواقع این امر بیانگر نوع سازگاری و روند رشد دستگاه تولیدمثلی در این ماهیان است. هم‌زمان با شروع فرآیند گنادوژنز، پی‌ریزی و تشکیل گنادها و ساختمان یاخته‌های جنسی تغییر نموده و طی این دوره مراحل پیش‌گنادی یا جدا شدن یاخته‌های اولیه جنسی از یکدیگر، تشکیل گناد شامل ایجاد توده غدد جنسی، اشکال مختلف وضعیت هسته در یاخته‌های اولیه جنسی، تقسیم میتوزی یاخته-های اولیه جنسی و تبدیل یاخته‌های غیرجنسی به اووگونی و سپس تمایز اندام‌های نر و ماده ازنظر آناتومیک و هیستولوژیک است (آلتوفو و همکاران، ۱۹۸۶). زمان تشکیل غدد جنسی در تاسماهیان ۴ -۳ هفته پس از تفریخ آغاز می‌شود. ساختمان گناد گونه‌های مختلف

تاسماهیان تشابه بسیاری به هم داشته و تفاوت عمده در سرعت و مدت‌زمان تشکیل گناد و طی شدن مراحل گامتوژنز است. ساختمان غدد جنسی گونه‌های مختلف تاسماهیان وابسته به مراحل مختلف رشد و چگونگی تشکیل آن‌ها است. لذا مراحل گامتوژنز ممکن است به‌عنوان یک شاخص کلی برای تمامی گونه‌های ماهیان خاویاری محسوب شود. این بدان معنا است که مراحل گامتوژنز در تمام گونه‌های تاسماهیان مسیر تقریباً یکسانی را طی می‌کند (آلتوفو و همکاران، ۱۹۸۶).

برخی خصوصیات فیزیکی و شمیایی آب

کیفیت آب تأثیر بسزایی در اقتصادی‌بودن پرورش ماهیان خاویاری دارد. بهره‌برداری از سیستم هوادهی باعث تأمین اکسیژن محلول در آب و اکسیژن اشباع می‌شود و در کاهش سمیت گازهای مضر مؤثر است. سمیت NH_3 با کاهش اکسیژن افزایش می‌یابد (آذری تاکامی، ۱۳۸۶). کاهش اکسیژن به ۳/۶ میلی‌گرم در لیتر برای حیات تاسماهیان خطرناک است و در خصوص گونه ازون‌برون حتی کاهش ۲/۵-۲/۲ میلی‌گرم در لیتر نیز بسیار خطرناک است (کهنه‌شهری و آذری تاکامی، ۱۳۵۳).

منابع تأمین آب می‌تواند آب‌های سطحی، آب زیرزمینی و آب لب‌شور دریا باشد. در صورت تأمین منبع آبی علاوه بر نیاز اکسیژنی، درجه حرارت آب محیط پرورش باید در دامنه دمایی ۱۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس فراهم شود. از مزایای آب رودخانه دبی زیاد، قدرت خودپالایی مناسب و میزان بالای اکسیژن محلول است. آب رودخانه که حداقل ۲۷۰ روز از سال دارای دمای ۱۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس باشد و از حداقل ۹ و حداکثر ۳۰ درجه سلسیوس (جز برای چند ساعت) بیشتر نشود، می‌تواند برای تأمین دبی آب موردنیاز مفید باشد. گل‌آلودگی آب رودخانه که در فصول بارانی اتفاق می‌افتد از عوامل محدودکننده تولید است. مزرعه پرورشی باید مجهز به استخر رسوب‌گیر باشد. مهم‌ترین ویژگی آب چاه درجه حرارت نسبتاً ثابت ۱۶ تا ۱۷ درجه سلسیوس و شفافیت بالا است. با توجه به‌اینکه دمای محیط پرورش ممکن است افزایش یا کاهش یابد، می‌توان در صورت لزوم با تنظیم فاصله انتقال آب چاه دمای آن را تا حدی تعدیل کرد. فرآوری آب قبل از ورود به سیستم پرورش و استفاده از سیستم‌های هوادهی در منابع آبی ضروری است و حتی در زمستان باید از هواده های مناسب استفاده شود. درهرصورت ضرورت دارد تا قبل از بهره-برداری از آب در سیستم پرورش ماهی، نسبت به تهویه و افزایش اکسیژن آب اقدام کرد.

درجه حرارت

دامنه نوسانات درجه حرارت آب برای پرورش ماهیان خاویاری ۱۲ تا ۲۶ درجه سلسیوس است و گونه‌های مختلف پرورشی ماهیان خاویاری حداکثر میزان تغذیه و رشد را در دمای ۱۶ تا ۲۴ درجه سلسیوس بروز می‌دهند (پورعلی فشتمی و محسنی، ۱۳۸۶). در دماهای کمتر از ۱۲ درجه سلسیوس متابولیسم و سوخت و ساز بدن کاهش می‌یابد و درنتیجه از میزان رشد کاسته می‌شود. همچنین در حرارت‌های بالای ۲۷ درجه سلسیوس غذادهی مقرون‌به‌صرفه نیست و علاوه بر کاهش رشد، خطراتی را نیز برای ماهی به‌دنبال دارد. به‌طورکلی، ماهیان خاویاری به‌دلیل نیاز زیاد به اکسیژن، درجه حرارت‌های پایین‌تر را بهتر از درجه حرارت‌های بالاتر از حد مطلوب تحمل می‌کنند. بنابراین، به‌طور خلاصه رشد ماهی خاویاری در حدفاصل دمای آب ۹ تا ۲۷ درجه سلسیوس انجام می‌شود.

اکسیژن محلول

اکسیژن محلول در آب ۸ میلی‌گرم در لیتر و میزان CO_2 آن نباید از ۸ میلی‌گرم در لیتر بالاتر رود. حداقل میزان اکسیژن محلول آب برای ماهیان خاویاری حدود ۶-۵ میلی‌گرم در لیتر است. میزان نیاز واقعی به اکسیژن در وهله اول تحت‌تأثیر شدت سوخت‌وساز بدن است و میزان هوادهی به استخرهای پرورشی ماهیان خاویاری می‌تواند علاوه بر آن به‌شکل هندسی استخر، نوع سیستم پرورشی و نوع هوادهی بستگی داشته باشد. با افزایش درجه حرارت و سن ماهی نیاز اکسیژن نیز بیشتر می‌شود. افزایش

سوخت و ساز در درجه حرارت‌های بالاتر موجب افزایش میزان دی‌اکسید کربن می‌شود که درنتیجه ظرفیت حمل اکسیژن توسط هموگلوبین خون ماهی کاهش می‌یابد و نتیجه نهایی آن کاهش ضریب تبدیل غذا و میزان رشد است. بنابراین، در حوضچه‌های پرورش مولدین نیاز به سیستم هوادهی متراکم است. میزان اکسیژن آب ورودی برای پرورش ماهیان خاویاری باید در حد اشباع باشد و میزان اکسیژن آب خروجی نباید کمتر از ۵ میلی‌گرم در لیتر باشد. در شرایط بحرانی که عواملی از قبیل کاهش دبی آب و یا گرم‌شدن هوا موجب کاهش میزان اکسیژن محلول در آب می‌شود، می‌توان از سیستم‌های هوادهی مثل الکتروپمپ هوادهی با ظرفیت مناسب استفاده کرد. شوری نیز ازجمله عواملی است که بر اکسیژن محلول در آب اثر دارد. آب‌های شورتر ظرفیت حلالیت اکسیژن کمتر دارند؛ بنابراین، ثبت روزانه میزان شوری آب ورودی در برنامه هوادهی روزانه سیستم پرورش ضروری است (پورعلی و محسنی، ۱۳۸۶).

اسیدیته (pH)

کمیت pH آب بیانگر حالت اسیدی، قلیائی یا خنثی بودن آن است. کیفیت آب محیط پرورشی ازلحاظ pH برابر ۸/۵-۷/۵ است. برای پرورش ماهیان خاویاری بهتر است آب مورداستفاده جهت پرورش خنثی تا کمی قلیائی باشد (pH = ۸-۷). pH بحرانی کمتر از ۶ و بیشتر از ۸/۵ است. این گونه‌ها نسبت به‌تغییرات pH بسیار حساس هستند. شدت حساسیت نسبت به محیط‌های قلیایی به‌واسطه تبدیل یون آمونیم (NH_4^+) به آمونیاک بیشتر است. آمونیاک ماده اصلی حاصل از متابولیسم پروتئین‌ها است. افزایش آمونیاک که یک ماده سمی و مهلک است، می‌تواند موجب ایجاد تلفات در ماهیان پرورشی شود. لذا تعویض حداقل ۳۰ درصد از حجم آب در هر حوضچه پرورشی در ۲ نوبت از روز ضروری است. شرایط بحرانی ازجمله افزایش pH و دمای آب ممکن است سرعت تبدیل یون آمونیم به آمونیاک را فراهم کند. با افزایش درجه حرارت پدیده تبدیل یون آمونیم به آمونیاک با سرعت بیشتری انجام می‌شود؛ بنابراین، در درجه حرارت‌های بالاتر، افزایش pH آب خارج از دامنه فوق به‌شدت برای پرورش ماهی خاویاری خطرناک است (پورعلی و محسنی، ۱۳۸۶).

سختی

میزان سختی آب جهت پرورش ماهی در آب شیرین تا حداکثر ۵۰۰ و در آب لب‌شور تا ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر برحسب کربنات کلسیم است (پورعلی و محسنی، ۱۳۸۹).

هدایت الکتریکی (EC)

هدایت الکتریکی آب بیانگر میزان املاح محلول آن است. EC حدود ۱۲۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر مربع برای پروش ماهیان خاویاری مناسب است (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۹).

نیازمندی‌های غذایی مولدین تاسماهیان

اطلاعات کمی در خصوص تغذیه مولدین تاسماهی با توجه به اهمیت آن‌ها در آبزی‌پروری وجود دارد. مطالعات اندک انجام‌شده در خصوص تغذیه مولدین تاسماهی به درصدهای بالایی از آرد ماهی با کیفیت و موازنه مناسبی از اسیدهای آمینه، ویتامین، اسیدهای چرب امگا ۳ و فیبر خام اشاره دارد. همچنین توصیه شده است جیره‌های غذایی مولدین با محرک‌های ایمنی جهت تحریک و تقویت سیستم ایمنی غنی‌سازی شود. تغذیه با جیره‌های با کیفیت در ماهیان مولد مانند ماهیان سالمونید که کیسه های تخمی را در فصل تخم‌ریزی یک‌باره به درون آب رها می‌کنند، می‌بایستی چندین ماه قبل از فصل تخم‌ریزی برای بهبود عملکرد تولیدمثلی انجام شود (Izquierdo *et al.*, 2001).

اسیدهای چرب ضروری

اسیدهای چرب لینولئیک، لینولنیک و آراشیدونیک به‌عنوان اسیدهای چرب ضروری برای آبزیان شناخته شده اند. این اسیدهای چرب در ساختمان غشاها بکار رفته، در انتقال چربی‌ها و برخی از آنزیم‌های لیپوپروتئین دخالت

داشته و همچنین ماده اولیه سنتز پروستاگلاندین را تأمین می‌کنند. علائم کمبود اسیدهای چرب در ماهیان پرورشی شامل افزایش مرگ‌ومیر، افزایش آب بافت‌های ماهیچه‌ای، کاهش تحمل درجه حرارت آب و کاهش توانایی سازگاری، سندرم شوک، کاهش رشد، کبد کمرنگ و متورم، انحراف ستون فقرات، کاهش هموگلوبین، افزایش حساسیت به باکتری می‌باشند (سالک یوسفی، ۱۳۷۹). اسیدهای چرب اشباع امگا ۳ بیشتر به‌عنوان منبع انرژی در آبزیان پرورشی استفاده می‌شوند. تخم‌های مولدینی که از چنین منابع چربی استفاده کرده‌اند، سریع‌تر شکوفا شدن یا تفریخ[۶] می‌شوند و لاروها از رشد و بازماندگی بهتری برخوردارند. عوامل تأثیرگذار بر نیاز اسیدهای چرب ضروری عبارت‌اند از: دمای آب، میزان شوری آب و قابلیت هرگونه در بکارگیری اسیدهای چرب ضروری. اغلب ماهیان دریایی نیازمند انواع اسیدهای چرب بشدت غیر اشباع[۷] (HUFA) امگا ۳ هستند. گونه‌های سردآبی در مقایسه با گونه‌های گرم آبی نیاز بیشتری به اسیدهای چرب امگا ۳ دارند. بعضی از ماهی‌ها مثل قزل‌آلا ی رنگین کمان، قادر به طویل کردن و غیراشباع کردن اسیدهای چرب ۱۸ کربنه خصوصا اسید لینولنیک (18:3 n-3) و تبدیل آن به اسیدهای چرب به شدت غیر اشباع با ۲۰ و ۲۲ کربن از گروه امگا ۳ به خصوص اسید اکوزاپنتانوئیک[۸] (EPA; 20: 5n-3) و اسید دکوزاهگزانوئیک[۹] (DHA; 22: 6n-3) می‌باشند (Webster *et al.*, 2002). چربی‌ها نقش مهمی را در ذخیره انرژی در جنین ماهیان بازی می کنند و اسیدهای چرب بشدت فوق غیراشباع از گروه امگا ۳ به‌ویژه DHA، برای تکامل لارو ضروری هستند (Furuita *et al.*, 1998; Furuita *et al.* 1996; Furuita *et al.*, 2009). نقش و اثر تغذیه‌ای ترکیبات HUFA در بسیاری از مولدین سبب افزایش درصد لقاح، باروری و افزایش کیفیت و بقاء تخم و افزایش نرخ شکوفایی تخم می‌شود.

با افزایش اسیدهای چرب به‌شدت اشباع تا سطح ۱/۶درصد و یا افزایش سطوح چربی از ۱۲ تا ۱۸درصد در جیره مولدین منجر به افزایش باروری و نرخ تخم‌گشایی می‌شود، هرچند که این اثر می‌تواند به افزایش تدریجی مقدار اسیدهای چرب ضروری در جیره وابسته باشد. مقدار اسیدهای چرب ضروری در جیره مولدین به‌طور معنی داری بر عملکرد تولیدمثلی ماهی اثر می‌گذارد (Watanabe *et al.*, 1984a). ذخایر چربی ماهیچه در طی بلوغ تخمدان مصرف می‌شود (Lie *et al.*, 1993). کمبود اسیدهای چرب سبب به تأخیر افتادن و طولانی-شدن دوره زرده‌زایی در قزل‌آلای رنگین‌کمان[۱۰] می‌شود (Izquierdo *et al.*, 2001). در گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری، ترکیب اسیدهای چرب گناد ماده به‌طور مستقیم توسط اسیدهای چرب جیره تحت تأثیر قرار می‌گیرد که درنهایت طی مدت بسیار کوتاهی بر کیفیت تخم اثر می گذارد. در ماهیان مولد نر، بلوغ گناد جنسی، تولید اسپرم و کیفیت آن نیز توسط جیره‌های غذایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Billard *et al.*, 1995). بررسی اثرات جیره هایی با کمبود اسیدهای چرب امگا ۳ HUFA بر تخم و اسپرم ماهیان خاویاری نشان داده است که کیفیت تخم‌ریزی در ماهیان ماده و اسپرم‌گیری در ماهیان نر تغذیه‌شده با چنین جیره‌هایی کاهش می‌یابد. در ماهیان مقدار بهینه اسیدهای چرب امگا ۳ HUFA به‌منظور افزایش کیفیت گوشت تقریباً ۱۲ درصد (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۲) و ارتقای کیفیت تخمک‌ها تقریباً ۲۰ درصد کل اسیدهای چرب (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۶) پیشنهادشده است. از طرفی نسبت‌های اسید اکوزاپنتانویک/دکوزاهگزانوئیک در جیره غذایی مولدین برای بالا بردن کیفیت تخم بسیار مهم است (Bruce *et al.*, 1999). Fernandez-Palacios و همکاران (۱۹۹۵) دریافتند که مقادیر بیش‌ازحد اسیدهای چرب امگا ۳ HUFAسبب کاهش باروری و هیپرتروفی کیسه زرده در لاروهای تازه بازشده ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) خواهند شد.

[6] Hatch
[7] Highly unsaturated fatty acids
[8] Ecosapentaenoic acid
[9] Docosahexaenoic acid
[1] *Oncorhynchus mykiss* [0]

اسیدهای چرب در ترکیب شیمیایی غذای ماهیان خاویاری نقش حیاتی دارد و اغلب بین ۱۲ تا ۱۴ درصد جیره غذایی را شامل می‌شوند. (EPA و DHA) از دیگر اسیدهای چرب مهم‌تر بوده و در رژیم پایه غذایی تاسماهیان حدود ۴۰٪ ترکیب اسیدهای چرب غذا را تشکیل می‌دهند. بقیه ترکیبات چربی شامل اسیدهای چرب اشباع‌شده است. در فرمولاسیون غذایی جیره تاسماهیان توصیه می‌شود از چربی‌های اکسیدشده به‌دلیل زیان‌آور بودن آن‌ها استفاده نگردد و می‌بایستی آنتی‌اکسیدان‌های مناسب با چربی مصرفی به آن اضافه شود. درصد چربی خام در غذای بچه‌ماهیان و ماهیان پرواری خاویاری به‌ترتیب ۱۴ و ۱۲ گزارش شده است (کیوان، ۱۳۷۳). در خصوص تأثیر معنی‌دار اسیدهای چرب چندغیر اشباع[1](PUFA) با غالبیت امگا ۶ در روند رشد ماهیان جوان مطالعاتی انجام شد (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۲) و همچنین توصیه شده در ماهیان خاویاری به هر دو سری از اسیدهای چرب امگا ۳ و ۶ احتیاج است (امیرخانی، ۱۳۸۲؛ سید حسنی، ۱۳۸۴) و این در حالی‌است که ماهیان خاویاری توانایی طویل نمودن زنجیره اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک و لینولنیک را دارند (سید حسنی، ۱۳۸۴).

PUFA نیز تولید ایکوزانوئید به‌ویژه پروستاگلاندین‌ها را تنظیم می‌کنند که در چندین فرایند تولیدمثلی مانند تولید هورمون‌های استروئید و تکامل گنادی مانند تخمک گذاری دخالت دارند (Moore, 1995). تخمدان‌های ماهیان ظرفیت بالایی برای تولید ایکوزانوئید دارند که از میان آن‌ها پروستاگلاندین E (PGE) از عمل آنزیم سیکلوکسیژناز[2]و لوکوترینازهای LTB_4 و LTB_5 از آنزیم لیپوکسیژناز مشتق می‌شوند. صرف‌نظر از کمبودهای اسیدهای چرب ضروری در جیره غذایی ماهیان که سبب اثرات زیان‌آوری در ماهیان می‌شود، افزایش بیش‌ازحد این ترکیبات نیز اثرات بازدارنده‌ای در عملکرد تولیدمثلی ماهیان دارد، به‌عنوان‌مثال، سطوح بالای HUFA، مقادیر تخم تولیدشده در مولدین را باوجود افزایش غلظت این ماده در تخمک، کاهش می‌دهد (Fernandez-Palacios *et al.*, 1995). همچنین HUFA می‌تواند بر محور مغز-هیپوفیز- گناد اثر کند ازاین‌رو DHA و EPA در شرایط آزمایشگاهی سبب کاهش عملکرد تولید استروئیدها از گنادوتروپین در تخمدان ماهیان استخوانی می‌شود (Mercure and Van Der Krak, 1995). برخی مطالعات اخیر به اهمیت نسبت اسیدهای چرب امگا ۳ HUFAبه اسیدهای چرب امگا ۶ در جیره غذایی مولدین اشاره دارد (Bell *et al.*, 1997) و می‌بایستی مطالعات بیشتری در خصوص نسبت بهینه DHA به EPA در جیره مولدین انجام شود

پروتئین‌ها

پروتئین‌ها مهم‌ترین، گران‌ترین و باارزش‌ترین ترکیب جیره غذایی آبزیان محسوب می‌شوند. پروتئین‌ها منابع انرژی برای آبزیان بوده و اسیدهای آمینه موردنیاز برای ساخت انواع پروتئین‌ها را فراهم می‌کنند. به‌صورت خالص یا در ترکیب با چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی در انتقال سوبستراهای متابولیسمی نقش دارند. پیش‌ساز تولید هورمون و آنزیم بوده و پاره‌ای از آن‌ها در شکل اسیدآمینه به‌عنوان مواد جاذب غذایی و مواد اسمولیت (نگه‌دارنده تنظیم اسمزی) ایفای نقش می‌کنند. به‌کارگیری پروتئین موجود در جیره توسط آبزیان عمدتاً تحت‌تأثیر نوع اسیدآمینه موجود و میزان پروتئین مصرفی، میران انرژی قابل متابولیزه یا قابل‌هضم در جیره، میزان ترکیبات غیر پروتئینی موجود، حالت فیزیولوژیک و سلامتی آبزی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محیط پرورش دارد (حیدرپور و بهمنی، ۱۳۸۰). سطح و کیفیت پروتئین در جیره‌های غذایی مولدین ماهی بر عملکرد تولیدمثلی آن‌ها نقش دارد. میزان تولید تخم در ماهیان مولد درصورتی‌که میزان پروتئین جیره از ۵۰ به ۳۵ درصد کاهش یابد دچار کاستی می‌گردد. سطح بهینه پروتئین در جیره غذایی مولدین ماهیان خاویاری در حدود ۴۵ درصد

11- Poly unsaturated fatty acids
[1] Cycloxygenase [2]

برآورد شده است (یوسفی جوردهی و همکاران، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۲؛ محسنی و همکاران، ۱۳۸۹).

برای بهبود عملکرد کیفی تخم و لارو، پروتئین می‌بایستی ترکیب اسیدهای آمینه ضروری مشابهی با پروتئین تخم داشته باشد و جیره مولدین باید حاوی ۴۵-۴۰ درصد پروتئین باشد. موازنه پروتئین جیره، ساخت ویتلوژنین و جذب را در ماهیان افزایش می‌دهد که درنهایت منجر به باروری بالاتر و کیفیت بهتر تخم می‌شود (Tandler *et al*., 1995). علاوه بر این، کاهش سطوح پروتئین از ۵۱ به ۳۴ درصد و افزایش میزان کربوهیدرات از ۱۰ به ۳۲ درصد در جیره ماهی خاویاری و یا عدم استفاده از سیستم‌های مناسب تولید غذا منجر به کاهش بقای تخم می‌شود. این جیره‌ها همچنین می‌توانند سبب تغییر در رهاسازی هورمون آزاد کننده گنادوتروپین GnRH[1] در مولدین در زمان تخم‌ریزی و سطوح هورمونی پلاسمای گنادوتروپین II شود که نقش مهمی در بلوغ تخمک و تخمک‌گذاری ایفا می‌نماید.

جیره‌هایی با کمبود پروتئین، فسفر و اسیدهای چرب ضروری منجر به تولید تخم‌های غیرطبیعی با قابلیت تخم‌گشایی پایین و سطوح بالای ناهنجاری‌های ریختی در ماهیان می‌شود (Watanabe and Vassallo-Agius, 2003). چندین فاکتور ضدغذایی به‌همراه عدم توازن ترکیب اسیدهای چرب (بالا بودن اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۶ و پایین بودن اسیدهای چربامگا ۳) ممکن است استفاده از پروتئین گیاهی سویا را در سطوح بالا برای مولدین ماهیان خاویاری محدود کند (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴) و درنتیجه کیفیت تخم‌ریزی را تحت شعاع قرار دهد (Watanabe *et al*., 1984a). همچنین مشخص شده است که میزان اسیدآمینه تریپتوفان، پیش ماده انتقال‌دهنده عصبی سروتونین، به‌طور مثبتی بر بلوغ گنادهای جنسی در هر دو نوع مولد نر و ماده اثرگذار است. ازاین‌رو، مکمل شدن تریپتوفان به‌مقدار ۰/۱ درصد در جیره مولدین سبب افزایش سطوح تستوسترون سرم و بنابراین، کاهش زمان اسپرم‌گیری در مولدین نر و القای بلوغ جنسی در مولدین ماده می‌شود (Akiyama *et al*., 1996؛ بهمنی و همکاران، ۱۳۸۹). در ترکیب شیمیایی غذای تاسماهیان، پروتئین‌های حیوانی نقش مهمی دارند. حضور اسیدهای آمینه مانند متیونین، لایزین، آلانین، فنیل‌آلانین، گلیسین، لوسین و ایزولوسین در تغذیه، تحریک اشتها و کمک به جست و جوی غذا توسط حس بویایی و چشایی مؤثرند (آذری تاکامی، ۱۳۸۶). زرده در ماهیان حاوی مقادیر بالایی از اسیدهای آمینه آلانین، گلوتامیک اسید و لوسین با مقادیر پایینی از سرین است و همین‌طور مقادیر بالایی از پرولین و اسید گلوتامیک و مقدار نسبتاً کمی از سیستئین را دارد. این مسئله نشان‌دهنده نقش اسیدهای آمینه غیرضروری در ساخت زرده و تشکیل تخم دارد.

ویتامین C (اسید اسکوربیک)

ویتامین C ترکیبی بی‌رنگ، کریستاله و محلول در آب است. اکثر ماهیان قادر به سنتز این ویتامین نمی‌باشند، زیرا که آنزیم سازنده این ویتامین یعنی گولونولاکتون اکسیداز[2] در ماهیان وجود ندارد. تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) یکی از گونه‌های نادر در میان ماهیان است که قادر به ساخت اسید اسکوربیک است (Zhigang *et al*., 2006). این ویتامین یکی از عوامل مهم اکسیداسیون و احیای سلولی است و در نقل و انتقال هیدروژن با سیستم سیتوکروم C برای ثابت ماندن ترکیب شیمیایی بافت غضروفی و استخوانی ضروری است (سالک یوسفی، ۱۳۷۹). ویتامین C در عمل ساخته‌شدن هورمون‌های استروئیدی مؤثر بوده (Sadnes, 1984) و مقاومت بدن را در مقابل عفونت‌ها و مسمومیت‌ها افزایش می‌دهد. عواملی مانند سن، اندازه، نرخ رشد، شرایط زیست‌محیطی و فرایند غذاسازی بر نیازمندی ویتامین C اثرگذار است (Halver, 1995).

علائم کمبود ویتامین C در ماهی شامل تغییر شکل یافتن اسکلت، زیادشدن تحدب انحنای ستون فقرات، غیرعادی

[1] Gonadotropin-releasing hormone

[2] Gulonolactone oxidase

شدن غضروف نگه‌دارنده چشم، ناهنجاری شکلی در برانش، کوتاه شدن سر، بی‌حالی، کاهش رشد، آب‌آوردگی شکم، اگزوفتالمی توأم با خونریزی، کم‌خونی و مرگ‌ومیر بالا است. ویتامین C در پیشرفت بلوغ جنسی نقش مهمی دارد و برای ساخت کلاژن در بافت‌های پیوندی ضروری است (Sandnes, 1984). مقدار ویتامین C در تخم قبل از تخم‌ریزی برای تکامل طبیعی لاروهای تازه تفریخ شده فاکتور بسیار حیاتی است (Ikeda, 1985). برخی محققان غلظت‌های بالایی از ویتامین C، ویتامین E و برخی ویتامین‌های گروه B را در بافت گناد ماهیان اندازه‌گیری کردند که نشان‌دهنده نقش مهم این ویتامین‌ها در تولیدمثل است (Blom and Dabrowski 1996; Sandnes *et al*., 1998) به‌عنوان مثال نیازهای غذایی مولدین ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به ویتامین C در حدود هشت برابر بیشتر از ماهیان نوجوان باشد (Blom and Dabrowski, 1995). تغذیه مولدین نر و ماده تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با جیره‌های حاوی سویا، ویتامین E و C نشان از برتری و ضرورت استفاده از این ترکیبات در بهبود عملکرد رشد و سیستم جنسی دارد (Mohseni *et al*., 2012). ویتامین‌ها در جیره غذایی ماهیان خاویاری اغلب به‌عنوان مکمل‌های ویتامینی تا ۴ درصد جیره را شامل می‌شوند (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). در برخی از گونه‌های تاسماهیان مانند تاسماهی دریاچه‌ای (*Acipenser fulvescens*) قابلیت سنتز ویتامین C، به میزان ۳ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دمای ۱۵ درجه سلسیوس گزارش شده است (Moreau *et al*., 1999). غلظت ویتامین C در بافت‌های مختلف بدن ماهیان به‌میزان ویتامین جذب‌شده جیره بستگی دارد. این امر به‌خوبی درک شده است ویتامین C ذخیره‌شده در بافت‌های مختلف در زمان موردنیاز توسط ماهی قابل‌استفاده است (فلاحتکار، ۱۳۸۴). نشان داده شده که اشباع شدن بافتی اسکوربیک اسید ممکن است اثر آلاینده‌های زیست‌محیطی را کاهش دهد (Halver, 1985) و ماهی را در برابر بیماری‌های عفونی مصون دارد (Lovell, 1989). با توجه به تحقیق انجام‌شده توسط خوش‌نیت (۱۳۸۴)، مشخص گردید که اثر ترکیبات غذایی بر دستگاه تولیدمثل ماهیان ازون‌برون پرورشی ماده (سویا و ویتامین‌های E و C) مهم و مثبت است. از طرفی مطالعه تغییرات در مراحل رسیدگی جنسی به‌واسطه تغییرات مساحت هسته، مساحت تخمک و نسبت قطر هسته به قطر تخمک در ازون‌برون‌های ماده با جیره سویا و ویتامین معنی‌دار و نشانه پیشرفت در مراحل رسیدگی جنسی آن‌ها است. از سوی دیگر تحقیقات Sandnes در سال ۱۹۹۱ به اثر مهم ویتامین C در فرآیند زرده سازی و رشد تخمک در ماهیان اشاره دارد. با توجه به اهمیت وجود ویتامین C در جیره غذایی مولدین به‌ویژه تاسماهیان پیشنهاد می‌گردد در فرمولاسیون غذایی مولدین این ترکیب لحاظ گردد.

ویتامین E

ویتامین E از ویتامین‌های محلول در چربی بوده و به‌عنوان یک ماده آنتی‌اکسیدان خارج و داخل سلولی از اهمیت بالایی برخوردار است. ویتامین E به همراه سلنیوم و ویتامین C از دیستروفی عضلانی جلوگیری نموده و در حفظ فعالیت تولیدمثلی در ماهیان دخالت دارد. کمبود این ویتامین به کاهش رشد، بیرون‌زدگی چشم‌ها، چسبیدگی آب‌شش‌ها، دیستروفی عضلانی و از دست رفتن رنگ‌دانه‌ها می‌انجامد. علائم کمبود ویتامین C در ماهیان به‌همراه سلنیوم یا بدون آن عبارت است از: تولید ناقص گلبول قرمز، کم‌خونی شدید، حساسیت بالا در برابر استرس، آب‌آوردگی شکم، افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها و از دست رفتن رنگ (سالک یوسفی، ۱۳۷۹). ازآنجائی‌که ویتامین E نمی‌تواند توسط ماهیان سنتز شود، لذا می‌بایستی به جیره‌های غذایی ماهیان به‌ویژه مولدین اضافه شود (Sawanboonchun, 2009).

کمبود ویتامین E بر عملکرد تولیدمثلی ماهیان تأثیر می‌گذارد و سبب ایجاد گنادهای نارس و کاهش نرخ تخم‌گشایی می‌شود. به‌عنوان‌مثال، افزایش سطوح α-توکوفرول از ۲۲ تا ۲۰۷ میلی‌گرم در هر کیلوگرم، سبب کاهش درصد تخم‌های غیرطبیعی و افزایش باروری در بیشتر ماهیان استخوانی می‌گردد. Pavlov و همکاران

(۲۰۰۴)، به اثرات مثبت و معنی‌دار حضور ویتامین E بر روی تخم‌گشایی و تولید لارو اشاره کرده‌اند. مقدار ویتامین دی ال- آلفا توکوفریل استات در جیره ماهیان خاویاری ۷۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن گزارش شده است (آذری تاکامی، ۱۳۸۸).

استروژن‌های گیاهی (فیتواستروژن‌ها)

به ترکیبات مشابه استروژن موجود در گیاهان گفته می‌شود که از فیتو به‌معنای گیاه و استروژن به‌واسطه اثرگذاری آن‌ها بر فعالیت‌های استروژنیک بدن گرفته شده است. این ترکیبات گرچه می‌تواند واکنش‌های شبیه استروژن داشته باشد، ولی استروژن‌های واقعی مشابه آنچه در بدن تولید می‌شود، نیستند. قوی‌ترین استروژن استرادیول است. بیشتر فیتواستروژن‌هایی که در گیاه یافت شده‌اند، غیراستروئیدی[۱۵]هستند؛ اما برخی از آن‌ها حاوی مقادیر جزئی از استروژن‌های استروئیدال[۱۶]هستند که با استروئیدهای تولیدشده در بدن مشابه هستند.

فیتواستروژن‌ها که آگونیست‌های ضعیف استروژن می‌باشند، زمانی که میزان استروژن در محیط کم است می‌توانند اثرات خود را قوی‌تر ارائه نمایند و به دلیل اثرات مفید ناشی از فعالیت استروژنیک[۱۷]آن‌ها روی رسیدگی جنسی موضوع مطالعات مختلفی در ماهیان و سایر حیوانات هستند (Dixon, 2004). در مطالعه‌ای که یوسفی جوردهی و همکاران (۱۳۹۳)، در خصوص اثرات فیتواستروژن‌ها بر روند رشد تولیدمثلی فیل‌ماهی ماده انجام دادند، دریافتند که در برخی غلظت‌ها تسریع در بلوغ رخ داد (یوسفی جوردهی و همکاران، ۱۳۹۲). Pelissero و همکاران در سال ۱۹۹۱ به نقش ترکیبات فیتواستروژن در فرآیند زردەسازی و رشد تخمک تاسماهیان سیبری اشاره کردند.

علاوه بر مواد غذایی مؤثر فوق در عملکرد تولیدمثلی ماهیان، ترکیبات فیتواستروژن که در مواد غذایی مانند کنجاله سویا یافت می‌شود نیز در فرایند زردەسازی و تسریع تکامل تخمک‌های ماهیان دخالت دارند (Yousefi Jourdehi *et al*., 2014). اثر Genistein به‌عنوان یک ترکیب فیتواستروژن در عملکرد غدد درون‌ریز و گامتوژنز در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان موردمطالعه قرار گرفته است (Bernard *et al*., 2001). اثر ایزوفلاوان‌های جنستین[۱۸]و اکول[۱۹]به‌عنوان ترکیبات فیتواستروژن در تسریع روند تکامل گناد ماهیان خاویاری به‌ویژه گونه فیل‌ماهی ماده به اثبات رسیده است (Yousefi Jourdehi *et al*., 2014). ترکیب فیتواستروژن داید دزیین[۲۰]نیز در فرایند زردەسازی و رشد تخمک‌ها در تاسماهی سیبری تأثیرگذار است. این ترکیبات درواقع با اتصال به گیرنده‌های هورمونی استروئیدی در سلول‌های کبد سبب القای فرایند زردەسازی می‌شوند (Izquierdo *et al*., 2001).

کاروتنوئیدها (آستازانتین)

آستازانتین[۲۱]رنگ‌دانه اصلی کاروتنوئیدی در محیط‌های دریایی محسوب می‌شود که نمی‌تواند توسط ماهیان ساخته شود و می‌بایستی کاملاً از جیره‌های غذایی تأمین شود (Davies, 1985). کاروتنوئیدها دامنه وسیعی از عملکرد مانند شرکت در تولیدمثل، تنفس تخم و رشد و تکثیر سلول در ماهیان دارند. به‌عنوان پیش‌ساز ویتامین A در بینایی، منبع رنگ‌دانه و آنتی‌اکسیدان (Pavlov *et al*. 2004; Tacon, 1981). نقش آن در تولیدمثل ممکن است به‌صورت افزایش نرخ‌های لقاح باشد (Christiansen and Torrissen, 1997). آستازانتین ممکن است، به‌بهبود کیفیت تخم طی دوران تکامل جنینی کمک کند و همچنین پیشنهادشده است که عملکرد آنتی‌اکسیدانی آستازانتین از اثرات زیان‌بار احتمالی ناشی از تولید رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌کند (Pavlov *et al*., 2004). بسیاری از تحقیقات اهمیت تکمیل جیره‌های

[1] -None- esteroid
[1] -Esteroidal
[1] - Estrogenic activity
[1] Genestein
[1] Equol
[2] Daidzein
[2] Astaxantin

غذایی را با آستازانتین برای پاره‌ای از ماهیان مولد به‌اثبات رساندند. اگرچه هیچ رابطه‌ای بین سطوح کارتنوئید جیره و مرگ‌ومیر در تخم‌ها، نرخ تخم‌گشایی و بقای بچه‌ماهیان در تحقیقات Torrissen در سال (۱۹۸۴) و Craik در سال (۱۹۸۵) دیده نشده است. همچنین مشخص شده است که کارتنوئیدها بر عملکرد سیستم ایمنی ماهیان اثر می‌کنند (Thompson *et al*., 1994). افزایش بقای لاروها ممکن است به‌دلیل فعالیت ویتامین A کارتنوئیدها باشد (Torrissen and Christiansen, 1995). اختلافات بین مقدار آستازانتین در تخم گونه‌های مختلف ماهیان وحشی احتمالاً به جیره‌های غذایی و موقعیت جغرافیایی آن بستگی دارد (Sawanboonchun, 2009؛ بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴).

بحث

یکی از بهترین و مؤثرترین روش‌ها برای حفظ ذخایر ماهیان خاویاری تحقیق و مطالعه در زمینه کارکرد دستگاه تولیدمثلی آن‌ها و شناسایی تمام فاکتورهای مؤثر در ارتقاء و توسعه ساختارهای فوق است (آلتوفو و همکاران، ۱۹۸۶)؛ اما در این میان دشواری قابل‌تأملی در مطالعه چگونگی روند تکامل رسیدگی جنسی و تکامل ساختار دستگاه تولیدمثلی تاسماهیان، به‌دلیل ویژگی خاص گنادها و مهم‌تر از آن، طولانی بودن زمان رسیدگی جنسی و بلوغ در آن‌ها وجود دارد. به‌طورکلی، عوامل دخیل و مؤثر بر رشد و رسیدگی دستگاه تولیدمثل ماهیان ازجمله تاسماهیان را می‌توان به دو دسته عمده شامل عوامل داخلی و خارجی تقسیم‌بندی نمود. عوامل داخلی عمدتاً شامل عوامل ژنتیکی، فیزیولوژیک و کلیه فرآیندهای مربوط به غدد درون‌ریز می‌باشند. از فاکتورهای خارجی مؤثر بر عملکرد دستگاه تولیدمثل آبزیان، طیف وسیعی از عوامل اکولوژیک شامل نور، حرارت، شوری، pH، تغذیه و نیز برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب دخیل می‌باشند (Bahmani *et al*., 1999؛ بهمنی و همکاران، ۱۳۹۱). همان‌طوری‌که، اشاره شد یکی از مهم‌ترین عوامل خارجی مؤثر بر دستگاه تولیدمثل آبزیان، ترکیبات مرتبط موجود در رژیم غذایی بر گناد آن‌ها است (Duray *et al*., 1994).

علاوه بر نقش اسیدهای چرب HUFA، اهمیت ترکیبات آنتی‌اکسیدان نظیر ویتامین‌های C و E (α – توکوفرول) طی مراحل مختلف رشد دستگاه تولیدمثل ماهیان به اثبات رسیده است (Izquierdo *et al*., 2001). اثرات ویتامین‌های E و C بر دستگاه تولیدمثل آبزیان در بیشتر موارد مشابه و در یک راستا است. از سوی دیگر، غلظت ویتامین C در مایع سمینال منعکس‌کننده میزان ویتامین C موجود در جیره غذایی و نقش مؤثر آن در کیفیت و بقاء اسپرم قبل از شروع تخم‌ریزی است. به‌طوری‌که، کمبود آن سبب کاهش اسپرم و کاهش میزان بقاء آن می‌شود (Ciereszco and Dabrowski, 1995). با توجه به طولانی بودن دوره بلوغ جنسی و اهمیت دستیابی به اسپرم و تخمک در ماهیان خاویاری استفاده از ترکیبات غذایی مفید و مؤثر در این زمینه جهت تسریع در فرآیند گامتوژنز بسیار مهم است (Bahmani *et al*., 2013).

یکی از ترکیبات غذایی که نقش مؤثر آن‌ها در عملکرد دستگاه تولیدمثل آبزیان به اثبات رسیده پروتئین‌ها است. چربی‌ها و پروتئین‌ها از عمده‌ترین ترکیبات موجود در تخم ماهیان می‌باشند که به نظر می‌رسد نقش آن‌ها در عملکرد دستگاه تولیدمثل آبزیان بیشتر از سایر عوامل غذایی است و این اثر را در کنار تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر رشد سوماتیک نیز اعمال می‌کنند (Watanabe *et al*., 1984, 1985).

براساس مطالعات Hoar و همکاران (۱۹۹۳)، عمده نوسانات هورمون‌های تولیدمثلی در ماهی‌ها، تابع نوسانات و تغییرات شرایط زیست‌محیطی است که سبب بروز رفتارهای تولیدمثلی می‌گردد. مطالعات مختلف حاکی از تأثیر دما بر آزادسازی هورمون گنادوتروپین[۲] افزایش زرده‌سازی، ایجاد حساسیت‌های گیرنده‌های GnRH در هیپوفیز و تأثیر آن بر وقایع هورمونی قبل از اوولاسیون است که هم‌زمان با تأثیر فتوپریود، زمان تخم‌ریزی در ماهی‌ها را نیز تعیین می‌کند (Kjesbu, 1991). در طبیعت اولین رسیدگی جنسی بیشتر گونه‌های ماهیان

[2] Gonadotropin hormone [2]

خاویاری در سنین ۵ تا ۲۰ سالگی (Doroshov *et al.*, 1997) رخ می‌دهد درحالی‌که اولین سن رسیدگی جنسی گونه‌های پرورشی در مطالعات مختلف در فاصله ۱۰ - ۳ سالگی گزارش شده است. بهمنی و کاظمی (۱۳۷۷) بلوغ جنسی فیل‌ماهی نر و ازون‌برون نر (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۶) را شش سال اعلام کرده‌اند. در تاسماهی ایرانی و شیپ تحت شرایط پرورشی، امکان تولید مولد وجود داشته و زودتر از مناطق طبیعی به سن بلوغ می‌رسند. به‌طوری‌که، مولدین ماده شیپ در شرایط طبیعی در سن ۱۲ - ۱۰ و تاسماهی ایرانی در سن ۱۴-۱۲ سالگی بالغ می‌شوند. درحالی‌که ماهیان شیپ ماده در شرایط پرورشی در سن ۷ سالگی و زودتر از مولدین طبیعی به سن بلوغ رسیدند و به‌نظر می‌رسد با مدیریت صحیح دمایی و تغذیه‌ای پرورش و به‌گزینی ماهیان جهت مولدسازی بتوان دوره رسیدگی جنسی در این ماهیان را کوتاه‌تر از مدت ذکرشده فوق رساند (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۰).

فیتواستروژن‌های ایزوفلاونوئید به‌دلیل تشابهات مولکولی با ۱۷ بتا- استرادیول (E_2) در متابولیسم هورمون‌های استروئیدی دخالت می‌کنند. همچنین ایزوفلاونها قادر به تغییر الگوی سنتز و یا متابولسیم هورمون‌های درون‌ریز هستند (Yildiz, 2005 and Pilsakova *et al*., 2009) .اثرات E_2 و بسیاری از فیتواستروژنها بعنوان یک میانجی گیرنده‌های استروژن عمل می‌کنند و ارتباط مثبتی بین گیرنده‌های استروژن کبد و ژن‌های مسئول زرده‌سازی در بسیاری از گونه‌های ماهیان به‌خوبی ثابت شده است (Andreassen *et al*., 2005). مقادیر قابل توجهی از فیتواستروژنهای مشتق شده از گیاهان در بسیاری از غذاهای ماهیان وجود دارد (Kobayashi *et al*., 2006). در تاسماهی سیبری نابالغ تغذیه شده با جیره‌های تجاری حاوی سویا سطوح معنی‌داری از ویتلوژنین پلاسما مشاهده گردید (Pelissero *et al*., 1991). مواد مغذی موجود در سویا دارای مقادیر قابل توجهی از ایزوفلاون‌هایی نظیر جنیستین، اکوال و دایدزیین می‌باشند که از نظر ساختاری مشابه با هورمون E_2 هستند و دارای تأثیرات استروژنیک می‌باشند (Paul *et al*., 2006). علی‌رغم ظرفیت استروژنی محدود این ترکیبات، سطوح بالای این مواد در برخی از جانوران در شرایط تغذیه‌ای معین باعث القای تأثیرات زیستی قابل توجهی می‌گردد. با توجه به اینکه ایزوفلاوون‌ها به‌عنوان زیرمجموعه‌ای از استروژن‌های گیاهی می‌باشند، می‌توانند بر شاخص‌های زیست‌شناختی ماهیان مؤثر باشند (Peeters *et al*., 2003). مجاورت با استروژنها و آندروژن‌های خارجی می تواند در فرآیندهای رشد و نمو تولید مثل طبیعی ماهیان دخالت کند. محصولات تجاری سویا معمولاً در غلظت‌های بین ۲ تا ۶ گرم در کیلوگرم از فعالیت تریپسین جلوگیری می‌کند (Francis *et al*., 2001).

یوسفی جوردهی و همکاران (۱۳۹۳)، فعالیت استروژنی فیتواستروژن‌های جنیستین و اکوال مشتق شده از سویا در غلظت‌های ۰/۲، ۰/۴، ۰/۸ و ۱/۶ گرم در کیلوگرم جیره مورد بررسی قرار دادند. اختلاف معنی‌داری در وزن فیل‌ماهیان در غلظت‌های مختلف جنیستین و اکول در انتهای دوره نسبت به ابتدای دوره مشاهده گردید. در حالیکه بین غلظت‌ها اختلاف معنی‌دار نبود. فیتواستروژن‌های جنیستین و اکوال در برخی از غلظت‌ها روند رسیدگی جنسی در فیل‌ماهیان ماده را تسریع نمودند که بروز تغییرات معنی‌دار در قطر اووسیت‌ها و سطوح هورمونهای تستوسترون و استرادیول بیانگر این امر می‌باشد. در برخی از غلظت‌های مورد مطالعه سطوح برخی از شاخص‌های تولیدمثلی در فیل‌ماهیان ماده تغییر کرد که وابسته به غلظت و گذشت زمان بود. Wisniewski و همکاران (۲۰۰۳)، بیان داشتند که قابلیت اثرگذاری فیتواستروژنها می‌تواند بسته به سن موجودات و یا زمان مجاورت متفاوت باشد. همچنین مشاهده شده است که فیتواستروژن‌ها می‌توانند وزن اندام‌های جنسی را بسته به جنس تغییر دهند (Fielden و همکاران، ۲۰۰۳). در مطالعه‌ای که Pelissero و همکاران (۲۰۰۱)، روی قزل-آلای رنگین کمان در مرحله گامتوژنز تا تخمریزی انجام دادند دریافتند که غلظت‌های ۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جنیستین سبب ایجاد تغییر معنی‌دار در عملکرد رشد نگردید که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. سطوح کلسترول پلاسما نیز در بین تیمارها برابر

بود. Pelissero و همکاران (۱۹۹۱)، فعالیت استروژنیک جنیستین، دایدزئین، اکوال و کومسترول[۲۳]را از نظر بیولوژیکی از طریق تولید ویتلوژنین در تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) در مقایسه با فعالیت استرادیول ارزیابی کردند و دریافتند که همه آنها دارای فعالیت استروژنی از طریق القای سنتز زرده‌سازی هستند که در کومسترول بیشتر از بقیه بود که ممکن است فعالسازی فعالیت هورمونی حتی در غلظت‌های پایین عامل القای اثرات استروژنیک باشد. اعتقاد بر این است که فیتواستروژنها این عمل را از طریق مسیر آروماتاز انجام می‌دهند. جنیستین بیان ژن آروماتاز در مغز که یک گیرنده استروژن می‌باشد را تنظیم می‌کند (*et al.*, 2005 Pellegrini). با توجه به مقایسه‌ها و تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته در خصوص نتایج مطالعات انجام شده، به‌کارگیری هم‌زمان راهکارهای مدیریت محیطی و تغذیه‌ای با استفاده از مواد افزودنی محرک رشد تولیدمثلی برای تسریع روند زرده‌سازی و بلوغ جنسی در گونه‌های مختلف تاسماهیان پرورشی توصیه می‌گردد.

توصیه ترویجی

- به‌کارگیری هم‌زمان راهکارهای مدیریت محیطی و تغذیه‌ای با استفاده از مواد افزودنی محرک رشد تولیدمثلی برای تسریع روند بلوغ جنسی در گونه‌های مختلف تاسماهیان پرورشی توصیه می‌گردد.

– استفاده از فیتواستروژن‌ها در سطوح مناسب جهت تهیه جیره مولدین ماهیان با دوره رسیدگی جنسی طولانی از جمله تاسماهیان در کشور.

- پیشنهاد می‌شود به‌منظور حذف اثرات ضدتغذیه‌ای سویا، به‌جای استفاده از آن در جیره غذایی ماهیان، از مواد مؤثره آنها یعنی فیتواستروژن‌ها در جیره غذایی مولدین استفاده شود.

- ویتامین‌های C و E جهت تسریع رشد گناد به جیره غذایی مولدین و پیش مولدین تاسماهیان افزوده گردد.

- از منابع غذایی حاوی منابع پروتئینی مطلوب، اسیدهای آمینه ضروری و اسیدهای چرب غیر اشباع و در جیره غذایی مولدین استفاده شود.

- استفاده همزمان آب چاه و رودخانه جهت پرورش تاسماهیان به‌منظور تعدیل دمای آب و فراهم‌سازی امکان تغذیه و رشد در همه فصول سال.

منابع

کهنه‌شهری، م. و آذری تاکامی، ق. ۱۳۵۳. تکثیر مصنوعی و پرورش ماهیان خاویاری. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۷۷ ص.

آذری تاکامی، ق. ۱۳۸۶. تکثیر و پرورش تاسماهیان. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۱ ص.

آذری تاکامی، ق.، ۱۳۸۸. تکثیر و پرورش تاسماهیان. انتشارات دانشگاه تهران.۴۰۱ ص.

امیرخانی سرارودی، ا. ۱۳۸۲. اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره غذایی بر رشد فیل‌ماهی جوان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه گیلان. ۵۲ ص.

آلتوفو، یو. وی.، رومانف آ.آ. و داکویل، آ. پ. ۱۹۸۶. روش‌های مطالعه غدد جنسی گونه‌های مختلف تاسماهیان Acipenseridae. انستیتو اقتصادی ماهی آستراخان، روسیه. ترجمه صدرایی، س.ه.، کاظمی، ر. و بهمنی، م. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری.، ۳۵ ص.

بهمنی، م. و کاظمی، ر. ۱۳۷۷. مطالعه بافت‌شناسی غدد جنسی در تاسماهیان جوان پرورشی. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۱، سال هفتم. ص.ص. ۱ – ۱۶.

بهمنی، م.۱۳۸۰. تحلیلی برگزینه‌های شاخص در ساختار زیستی ماهیان خاویاری دریای خزر. ارائه شده در سمینار زیست‌محیطی دریای خزر، گرگان. ۲۸ ص.

بهمنی، م.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، شریف پور، ع. و مجازی امیری. ۱۳۸۴. گزارش نهایی پروژه بررسی بافت‌شناسی آبشش، گناد، کلیه و دستگاه گوارش در تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۷۶ ص.

[2] Coumestrol [3]

بهمنی، م.، کاظمی. ر.، پوردهقانی، م.، حلاجیان، ع.، وهابی، ی.، محسنی، م.، ملک‌زاده، ر.، دژندیان، س. و محمدی پرشکوهی، ح. ۱۳۸۴. بیوتکنیک نوین تکثیر مصنوعی ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) در ایران. مجله علمی شیلات ایران. سال چهاردهم. شماره ۴. زمستان ۱۳۸۴. ص ص. ۳۱ – ۴۸.

بهمنی، م. ۱۳۸۴. خاویار ایران. کتاب - انتشارات موج سبز، نشر آموزش کشاورزی. ۱۰۰ ص.

بهمنی، م.، کاظمی. ر.، پوردهقانی، م.، حلاجیان، ع.، وهابی، ی.، محسنی، م.، ملکزاده، ر.، دژندیان، س. و محمدی پرشکوه، ح. ۱۳۸۴ ب. بیوتکنیک نوین تکثیر مصنوعی ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) در ایران. مجله علمی شیلات ایران. سال چهاردهم. شماره ۴. زمستان ۱۳۸۴. ص.ص. ۳۱ – ۴۸.

بهمنی، م. ۱۳۸۵. گزارش مقدماتی پروژه تحقیقاتی امکان تکثیر مصنوعی ازون‌برون پرورشی (اولین مولدسازی، تولید خاویار پرورشی، تکثیر مصنوعی و تولید بچه‌ماهی از مولدین ازون‌برون پرورشی در کشور). انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری.۲۰ ص.

بهمنی، م. و محسنی، م. ۱۳۸۵. گواهینامه ثبت اختراع به-شماره ۳۷۳۲۷ مورخ ۱۳۸۵/۹/۱ : تولید خاویار پرورشی از طریق مولدسازی ماهیان خاویاری ماده پرورشی. سازمان ثبت اسناد و املاک کشور. اداره کل ثبت شرکت‌ها و مالکیت صنعتی .

بهمنی، م. ۱۳۸۵. گواهینامه ثبت اختراع به‌شماره ۳۷۳۲۶ مورخ ۱۳۸۵/۹/۱ : مولدسازی و استحصال اسپرم از ماهیان خاویاری پرورشی. سازمان ثبت اسناد و املاک کشور. اداره کل ثبت شرکت‌ها و مالکیت صنعتی.

- بهمنی، م.، کاظمی، ر.، یوسفی جوردهی، ا.، حلاجیان، ع.، پوردهقانی، م. و دژندیان، س. ۱۳۸۶. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی امکان تکثیر مصنوعی ماهی ازون‌برون پرورشی (مولدسازی، تکثیر مصنوعی و تولید بچه‌ماهی از مولدین تاسماهیان پرورشی). وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۱۷۶ ص.

بهمنی، م. ۱۳۸۶. مولدسازی و تولید خاویار پرورشی تکثیر مصنوعی ازون برون پرورشی. مجله دنیای آبزیان. ۵ (۱۱) : ۸- ۳.

بهمنی، م.، یوسفی جوردهی، ا.، کاظمی، ا.، پوردهقانی، م.، حلاجیان، ع.، دژندیان، س. و جلیل‌پور، ج. ۱۳۸۷. نوسانات فصلی هورمون‌های تستوسترون (T)، ۱۷ آلفاهیدروکسی پروژسترون (17α-OHP) و ۱۷بتا-استرادیول (E2) طی رسیدگی جنسی ماهی ازون‌برون پرورشی (*Acipenser stellatus*). مجله علمی شیلات ایران. سال هفدهم. شماره ۴. ص.ص: ۱۶– ۷.

بهمنی، م.، کاظمی. ر.، یوسفی جوردهی، ا. یزدانی ساداتی، م.ع. پوردهقانی، م.، حلاجیان، ع.، دژندیان، س. و محسنی، م. ۱۳۸۹. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی "بررسی امکان تکثیر مصنوعی شیپ و تاسماهی ایرانی پرورشی". مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۱۸ ص.

بهمنی، م.، ظریف فرد، ا.، خدادادی، م.، محمودی، ن. و اوجی فرد، ا. ۱۳۸۹. تأثیر نوکلئوتید جیره بر ترکیب لاشه ماهی هامور معمولی. مجله علمی شیلات ایران. سال نوزدهم، شماره ۴. ص.ص: ۲۰ - ۱۱.

بهمنی، م.، کاظمی، ر.، یوسفی جوردهی، ا.، حلاجیان، ع.، پوردهقانی، م. و دژندیان، س. ۱۳۹۰ الف. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مولدسازی و امکان تکثیر مصنوعی فیل‌ماهیان (*Huso huso*) پرورشی. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۲ ص.

بهمنی، م. و یوسفی جوردهی، ا.۱۳۹۰. قابلیت سازگاری لاروهای ۲۰ روزه تاسماهی ایرانی در شوریهای مختلف. مجله زیست شناسی ایران. جلد ۲۴، شماره، ۵. ص.ص: ۶۶۹ - ۶۷۸.

بهمنی، م.، یوسفی، ا.، کاظمی، ر.، پوردهقانی، م.، حلاجیان، ع.، دژندیان، س. و جلیل‌پور، ج. ۱۳۹۱. بیوتکنیک مولد سازی، تکثیر مصنوعی و مطالعه برخی شاخص‌های فیزیولوژیک تاسماهی شیپ (*Acipenser*

nudiventris). مجله علمی شیلات ایران. ۲۱ (۳) : ۱۲ – ۱.

بهمنی، م.، قاسمی، ر. و یوسفی جوردهی، ا. ۱۳۹۲. تأثیر ایزوفلاوان جنیستین بر شاخص‌های ایمنی فیل‌ماهی پرورشی. مجله علمی - پژوهشی زیست‌شناسی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال پنجم، شماره نوزدهم. ۶۸ - ۵۷.

پورعلی فشتمی، ح. ر.، پورکاظمی، م.، ارشد، ع. و محسنی، م. ۱۳۸۵. پرورش تاسماهیان در مناطق ساحلی. گزارش نهایی پروژه مشترک با محیط‌زیست دریای خزر (حمایت مالی کوچک CEP). انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۱۰۰ ص.

پورعلی، ح. ر. و محسنی، م. ۱۳۸۶. بررسی کمی و کیفی تراکم، تغذیه و آب در پرورش ماهیان خاویاری. فصلنامه علمی، پژوهشی و آموزشی آبزیان. سال ۵. شماره ۱۱. ص.ص: ۴۸-۳۷.

پورعلی فشتمی، ح. ر.، بهمنی، م.، جمالزاد، ف.، محسنی، م.، عاشوری، ع.، حسین نیا، ا.، ارشد، ع. و صادقی‌راد، م. ۱۳۸۹. بیوتکنیک پرورش گونه فیل‌ماهی با استفاده از آب دریای خزر (فازیک: تراکم‌ها و دبی‌های مختلف). موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۶ ص.

پورعلی فشتمی، ح.ر.، یزدانی، م. ع.، پیکران مانا، ن.، حسنی، ح.، محسنی، م. و نظامی، ا. ۱۳۹۱. بیوتکنیک پرورش ماهیان خاویاری در آب شیرین و لب‌شور. دنیای آبزیان. شماره ۲۵. سال نهم. ص.ص: ۳۰-۲۱.

پورعلی فشتمی، ح.ر.، یزدانی، م. ع.، پیکران مانا، ن.، نظامی، ا.، حسنی، ح.، سهیل نقشی، س.، پژند، ذ.، صادقی راد، م. و دروی قاضیانی، س. ۱۳۹۲. اثرات سطوح مختلف اسیدهای آمینه متیونین و لایزین بر شاخص‌های رشد، تغذیه و بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله اقیانوس شناسی، سال چهارم. شماره ۱۶. ص.ص: ۷۶-۶۳.

تروسوف، و .ز. ۱۹۷۵. برخی از ویژگیهای رسیدگی جنسی در تاسماهی روسی. انستیتو تحقیقات شیلاتی و اقیانوس شناسی ونیرو روسیه.

حیدرپور، ف. و بهمنی، م. ۱۳۸۰. کاربرد فیزیولوژی ماهی در آبزی‌پروری. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۷۲ ص.

خوش‌نیت، ا. ب. ۱۳۸۴. مطالعه روند گنادوژنزیز ماهیان ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی در شرایط تغذیه به جیره‌های مختلف غذایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زیست‌شناسی دریا، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم پایه. به راهنمایی بهمنی، م. ۷۷ ص.

سالک یوسفی، م. ۱۳۷۹. تغذیه آبزیان پرورشی (ماهیان سردآبی، ماهیان گرمابی و میگو). انتشارات اصلانی. ۳۱۸ ص.

سید حسنی، م. ۱۳۸۴. تأثیر نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی در دو سطح پروتئین جیره بر روند رشد، ترکیب بیوشیمیایی لاشه و شاخص هپاتوسوماتیک فیل‌ماهی‌های جوان پرورشی (*Huso huso*)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان. ۶۵ ص.

فلاحتکار، ب. ۱۳۸۴. اثرات ویتامین C جیره بر برخی شاخص‌های هماتولوژیک، بیوشیمیایی و رشد در فیل‌ماهی (*Huso huso*). پایان‌نامه دکترا. دانشگاه تربیت مدرس. ۸۴ ص.

کیوان، ا. ۱۳۷۳. گزارش های فنی- کاربردی از دومین سمپوزیوم بین‌المللی ماهیان خاویاری، مسکو، شهریور ۱۳۷۳، ص.ص: ۱۳۰-۱۲۹.

کیوان ، ا. ۱۳۸۲. ماهیان خاویاری ایران. شرکت سهامی شیلات ایران – تهران.

محسنی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، صالح پور، م. و جعفری، ع. ۱۳۸۹. مطالعه امکان تولید گوشت، خاویار و بچه‌ماهی از تاسماهیان پرورشی (تاسماهی ایرانی، فیل‌ماهی، تاسماهی شیپ و ازون‌برون). گزارش نهایی پروژه مصوب مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۳۱ ص.

یوسفی جوردهی، ا. ۱۳۸۵. تعیین ارتباط برخی شاخص‌های خونی و اسمزی در روند تکامل جنسی ماهی ازون‌برون پرورشی (*Acipenser stellatus*)

پرورشی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان. به راهنمایی دکتر محمود بهمنی. ۱۵۲ ص.

یوسفی جوردهی، ا.، بهمنی، م.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، پوردهقانی، م.، یزدانی، م.ع.، دژندیان، س. و مرادی، غ. ۱۳۹۰. مقایسه افتراقی لکوسیت‌های مولدین ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی. دومین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان. دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان- ایران. ص. ص: ۴۳۸-۴۳۲.

یوسفی جوردهی، ا.، سوداگر، م.، بهمنی، م.، حسینی، ع.، دهقانی، ا.ا. و یزدانی ساداتی، م. ۱۳۹۲. مقایسه اثرات فیتواستروژن‌های جنیستین و اکوال بر سطوح هورمون‌های استروئید جنسی در فیل‌ماهی (*Huso huso*) ماده پرورشی. فصلنامه علمی - پژوهشی محیط زیست جانوری. سال پنجم، شماره ۲. ۵۷ - ۵۱.

یوسفی جوردهی، ا.، بهمنی، م.، سوداگر، م.، کاظمی، ر.، یزدانی ساداتی، م.، حسین‌زاده صحافی، ه.، پوردهقانی، م.، حلاجیان، ع.، یگانه، ه.، محمدی‌ها، م.، یارمحمدی، م. و صالحی، م. ۱۳۹۳. مطالعه اثرات فیتواستروژن‌های جنیستین و اکوآل بر روند رشد تولیدمثلی فیل‌ماهی (*Huso huso*) پرورشی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. ۱۱۹ ص.

Akiyama, T., Shiraaishi, M., Yamamoto, T. and Unuma, T. 1996. Effect of dietary tryptophan on maturation of ayu, *Plecoglossus altivelis*. Fish. Sci. 62 (5): 776 –782.

Andreassen T.K., Skjoedt, K., Korsgaard, B. 2005. Upregulation of estrogen receptor and vitellogenin in eelpout (Zoarces viviparous) by waterborne exposure to 4 – tert-octylphenol and 17β – estradiol. Comp. Biochem. Physiol, C. 140: 340 – 346.

Bahmani, M. and Oryan, S. 2000. Ecophysiological effects of stress (HPI axis) on levels if sex steriod (HPG axis) during artificial breeding Acipenser persicus. 34th Int. Congress of Physiol. Sci. Christchurch. New Zealand. 7p.

Bahmani, M., Kazemi, R. and Donskaya, P. 2001. A comparative study of some hematological features in young reared sturgeon. Fish Physiology and Biochemistry. 24: 135-140.

Bahmani, M. 2011. Method for Artificial Breeding of Farmed Sturgeon. US-patent. International Register Code in Unitaed States of America: 7958848. 28 p.

Bahmani, M., Yousefi Jourdehi, A., Pourdehghani, M., Kazemi, R., Hallajian A. and Dejhandian, S. 2013. Maturation, artificial propagation and some physiological indices in farmed Ship sturgeon, Acipenser nudiventris. World Journal of Fish and Marine Sciences 6 (3): 219-226.

Bahmani, M., Ghasemi, R. and Yousefi Jourdehi, A. 2013. The effect of isoflavone-genistein on some immunological parameters of farmed beluga, Huso huso. Journal of marine biology. 8P.

Bell, J. G., Farndale, M. and Bruce, M. P. 1997. Effects of broodstock dietary lipid on fatty acid compositions of eggs from sea bass (Dicentrarchus labrax). Aquaculture 149: 107-119.

Bernard, B.B., Catherine, B.P., Bernard, B.S., Genevieve, C., Francoise, L., Blandine, D.C., Chantal, H. and Sadasivam, J.K. 2001. Effect of Genistein enriched dietson on the endocrine process of gametogenesis and on reproduction efficiency of the rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). General and Comparative. Endocrinology, 121: 173-187.

Billard, R., Cosson, J., Crim, L.W. and Suquet, M. 1995. Sperm physiology and quality. In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. (Eds.), Broodstock Management and Egg and

Chebanov, M. and Billard, R. 2001. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. Aqua. Living resource. 14: 375-381.

Christiansen, R. and Torrissen, O. J. 1997. Effects of dietary astaxanthin supplementation on fertilization and egg survival in Atlantic salmon (Salmo salar L.), Aquaculture, vol. 153, no. 1-2: 51-62.

Craik, J. C. A. 1984. Egg quality and egg pigment content in salmonid fishes, Aquaculture. 47(1): 61-88.

Davies, B.H. 1985. Carotenoid metabolism in animals: a biochemist's view, Pure Appl.Chem, 57: 679-684.

Dixon, R.A. 2004. Phytoestrogens. Annual Review of Plant Biology, 55: 225-261.

Doroshov, S.I. Moberg, G.P. and Van Eenennaam, J.P. 1997. Observations on the reproductive cycle of cultured white sturgeon, Acipenser transmontanus. Environ. Biol. Fish., 48: 265 - 278.

Duray, M., Kohno, H. and Pascual, F. 1994. The effect of lipid enriched broodstock diets on spawning and on egg and larval quality of hatchery-bred rabbitfish (Siganus guttatus). Philipp. Sci. 31: 42–57.

Fielden, M.R., Samy, S.M., Cho, K.C., Zacharewski, T. R. 2003. Effect of human dietary exposure levels of genistein during gestation and lactation on long – term reproductive development and sperm quality in mice. Food chem. Toxicol. 41: 447-454.

Fernandez- Palacios, H., Izquierdo, M., Robaina, L., Valencia, A., Salhi, M. and Vergara, J.M. 1995. Effect of n-3 HUFA level in broostock diets on egg quality of gilthead sea bream (Sparus aurata). Aquaculture, 132: 325-337.

Larval Quality. Blackwell, Oxford, pp. 25–52.

Binu Varghese, R., Paulraj, G., Gopakumar, G. and Chakraborty, K. 2009. Dietary influence on the egg production and larval viability in True Sebae Clownfish Amphiprion sebae Bleeker 1853. Asian Fisheries Science, 22: 7-20.

Biswas, S.P. 1993. Manual of methods in fish biology. South Asian Publisher, New Delhi. pp. 79-91.

Blom, J.H. and Dabrowski, K. 1995. Reproductive success of female rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) in response to graded dietary ascorbyl monophosphate levels. Biol. Reprod. 52: 1073-l080.

Blom, J. H. and Dabrowski, K. 1996. Ascorbic acid metabolism in fish: is there a maternal effect on the progeny, Aquaculture. 147(3-4): 215-224.

Bromage, N. 1995. Broodstock management and seed quality-general considerations. In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. (Eds.), Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Blackwell, Oxford, pp. 1-24.

Bruce. M., F Oyen, G., Bell, J., Asturiano, F., Farndale, B., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J. and Bromage, N. 1999. Development of broodstock diets for the European seabass (Dicentrarchus labrax) with special emphasis on the importance of n-3 and n-6 highly unsaturated fatty acids to reproductive performance. Aquaculture, 177: 85-97.

Ciereszco, A. and Dabrowski, K. 1995. Sperm quality and ascorbic acid concentration in rainbow trout semen are affected by dietary vitamin C: an across season study. Biol Reprod. 52: 982 - 988.

Kjesbu, A. 1991. A simple method for determiining the maturity stages of the northeast arctic cod (Gadus morhua L) by invitro eamination of oocytes. Sarsia 75: 335 - 338.

Kobayashi, M., Ishibashi, H., Moriwaki, T., Koshiishi, T., Ogawa, S., Matsumono, T., Arizono, K., Watabe, S. 2006. Production of low–estrogen gold fish diet for in vivo endocrine disrupter test. Environ. Sci. 13: 125-136.

Kozlov, V.I. 1993. Sturgeon farming. Moscow. VNIRO. 64P.

Lie, O., Mangor-Jensen, A. and Hemre, G.I. 1993. Broodstock nutrition in cod Gadus morhua. effect of dietary fatty acids. Fiskeridir. Skr., Ser. Ernaer. 6: 11-19.

Latonelle, K., Lemenn, F., Kaushik, S.J and Pelissero, B. 2001. Effects of dietary phytoestrogens In Vivo and In Vitro in Rainbow trout and Siberian sturgeon: interests and limits of the in vitro studies of interspecies differences general comparative endocrinology, 126: 39-51.

Lovell, T. 1989. Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold, New York.

Mercure, F. and Van Der Kraak, G. 1995. Inhibition of gonadotropin-stimulated ovarian steroid production by polyunsaturated fatty acids in teleost fish. Lipids 30: 547–554.

Milshteyn, V.V. 1969. 100th anniversary of sturgeon farming. J. Ichthyol. 9: 271–273.

Mohseni, M., Bahmani, M., Pourkazemi, M., Pourali, H., Hallajian, A., Kazemi, R. Hassani, H., Pourdahghan, M. and Bai, C. 2012. Effect of dietary Vitamin C and E supplementation on growth and maturation of Persian sturgeon (Acipenser persicus, Borodin, 1897). www.was.org.

Moore, P.K. 1995. Prostanoids: Pharmacological, Physiological and Clinical

Francis G., Makkar H.P.S. & Becker K. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture, 199: 197-227.

Furuita, H., Ishida, T., Suzuki, T., Unuma, T., Kurokawa, T., Sugita, T. and Yamamoto, T. 2009. Vitamin content and quality of eggs produced by broodstock injected with vitamins C and E during artificial maturation in Japanese eel Anguilla japonica. Aquaculture, 289: 334 – 339.

Furuita, H. 1998. Nutrition requirements in broostocks of marine fishes. National Research Institute of Aquaculture. Tamaki, Mie 519-0423, Japan. 26: 53-66.

Green, C. and Kelly, A. 2009. Effects of the estrogen mimic genistein as a dietary component on sex differentiation and ethoxyresorufin-Odeethylase (EROD) activity in channel catfish (Ictalurus punctatus). Fish Physiol Biochem, 35: 377-384.

Halver, J.E. 1985. Recent advances in vitamin nutruion and metabolism. In: Nutrion and feeding in fish. Cowey, C.B., Mackie, A.M., Bell, J.G., (Eds). Academic Press, New York, 415-429.

Halver, J. E. 1995. Vitamin requirement study techniques. J.Appl. Ichthyol. 11: 215-224.

Hoar, W.S., Randal, D.J. and Donaldson, E.M. 1993. Development of egg and Larvae. Fish physiology. Vol.IX, Part B. Academic Press London, 477 P.

Ikeda, S. 1985. Vitamins, In: Y. Yone (ed.), Fish Nutrition and Diets. Koseisha Koseikaku, Tokyo. [In Japenese]. pp: 45-53.

zquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H. and Tacon, A. G. J. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. Aquaculture: 197: 25-42.

Review of the epidemiological evidence. Breast Cancer Res. Treat, 77: 171-183.

Pilsakova, L., Riecansky, I., Jagla, F. 2009. The physiological actions of isoflavone phytoestrogens. Physiological research re-presses article/ 32 P.

Pellegrini, E., Menuet, A., Lethimonier, C., Adrio, F., Gueguen, M.M. 2005. Relationships between aromatase and estrogen receptors in the brain of teleost fish. Gen Comp Endocrinol, 142: 60-66.

Polkowski, K. and Mazurek, A.P. 2000. Biological properties of genistein. A review of in vitro and in vivo data. Acta Pol Pharm, 57: 135-155.

Sandnes, K., Ulgenes, Y., Braekkan, O.R. and Utne, F. 1984. The effect of ascorbic acid supplementation in broodstock feed on reproduction of rainbow trout (Salmo gairdneri). Aquaculture, 43:167-177.

Sandnes, K., Rosenlund, G., Mangor-Jensen, A. and Lie, O. 1998. Contents and organ distribution of pantothenic acid in maturing turbot (Psetta maxima), Aquaculture Nutrition, 4: 285-286.

Sandnes, K.U. 1991. Vitamin C in fish nutrition. A rewiew. Fiskeridir.Skr Ser. Ernaer, 4: 3-32.

Sawanboonchun, J. 2009. Atlantic Cod (Gadus morhua L.) broodstock nutrition: The role of Arachidonic Acid and Astaxanthin as determinants of egg quality. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland. M.Sc. thesis. 196 p.

Sevier, H., Kuamme, B.O. & Raae, A.J. 2001. Growth and protein utilization in Atlantic salmon (Salmo salar L.) given a protease inhibitor in diet. Aquaculture, 7: 255-264.

Tacon, A. G. J. 1981. Speculative review of possible carotenoid function in fish, Fish-Cult., 43: 205-208.

Relevance. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Moreau, R., Dabrowski, K. and Sato, P. H. 1999. Renal L-gulono-1, 4-lactone oxidase activity as affected by dietrary ascorbic acid in lake sturgeon (Acipenser fulvescens). Aquaculture 180: 359-372.

Mourente, G. and Odriozola, M. 1990. Effect of brood stock diets on lipid classes and their fatty acid composition in eggs of gilthead sea bream (Sparua aurata). Fish Physiol. Biochem. 8: 93-101.

Paul, S., Cooke, Y., Vimal, S., and Yellayi, S. 2006. Genistein, Estrogen Receptors, and the Acquired Immune Response Symposium: Nutrients, Nuclear Receptors, 708-Inflammation, and Immunity American Society for Nutrition, 704-708.

Pavlov, D., Kjorsvik, E., Refsti, T. and Andersen, O. 2004. Brood stock and egg production, in culture of cold-water marine fish, Moksness, E., Kjørsvik, E., Olsen, Y edn, Blackwell Publishing Ltd., Oxford, pp. 129-203.

Pelissero, C., Bennetau, B., Babin, P., Le Menn, F. and Dunogues, J. 1991. The estrogenic activity of certain phytoestrogens in the Siberian sturgeon. Journal of steroid biochemistry and molecular biology. 38(3): 293-299.

Pelissero, C., Breton, B., Corraze, G., Le Menn, F., Cuisset, B., Helou, C., Kaushik, S.J. 2001. Effect of genistein enriched diets on the endocrine process of gametogenesis and on reproduction efficiency of the rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). General and Comparative Endocrinology, 121: 173-187.

Peeters, P.H., Keinan-Boker, L. Schouw, Y.T.V. and Grobbee, D.E. 2003. Phytoestrogens and breast cancer risk.

Broodstock management and egg and larval quality. University Press, Cambridge, 424p.

Wisniewski, A.B., Klein, S.L., Lakshaman, Y., Grearhart, J.P. 2003. Exposure to genistein during gestation and lactation demasculinizes the reproductive system in rats. J. Urol. 169: 1582-1586.

Yildiz, F. 2005. Phytoestrogens in Functional Foods. Taylor and Francis Ltd. pp. 3–5: 210 – 211- ISBN 978-1574445084.

Yousefi Jourdehi, A., Sudagar, M., Bahmani, M., Hoseini, S.A., Dehghani, M.A. and Yazdani, M.A. 2014. Comparative study of dietary soy phytoestrogens genistein and equol effects on growth parameters and ovarian development in farmed female beluga sturgeon, Huso huso. Fish Physiol.Biochem. DOI10.1007/s10695-013-9829-z.

Zhigang, X., Cuijuan, N., Zuobing, Z. and Bao, L. 2006. Dietary ascorbic acid may be necessary for enhancing the immune response in Siberian sturgeon (Acipenser baerii), a species capable of ascorbic acid biosynthesis. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, 145: 152–157.

Tandler, A., Harel, M., Koven, W.M. and Kolkovski, S. 1995. Broodstock and larval nutrition in gilthead seabream Sparua aurata–new findings on its mode of involvement in improving growth, survival and swimbladder inflation. Isr. J. Aquacult. 47: 95-111.

Thompson, I., Fletcher, T. C., Houlihan, D. F. and Secombes, C. J. 1994. Effect of dietary vitamin A intake on the immunocompetence of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Fish Physiology and Biochemistry, 12: 513-523.

Rankin, Y.C., Pitcher, T.S., Duggan, P.T. 1983. Control Processes in fish physiology. Croom helm. London, PP.298.

Torrissen, O. J. 1984. Pigmentation of salmonids-Effect of carotenoids in eggs and start-feeding diet on survival and growth rate, Aquaculture, 43 (1-3) : 185-193.

Torrissen, O. J. and Christiansen, R. 1995. Requirements for carotenoids in fish diets. Journal of Applied Ichthyology, 11: 225-230.

Watanabe, T. 1985a. Importance of the study of broodstock nutrition for further development of aquaculture. In: Nutrition and Feeding in Fish. C.B. Cowey, A.M. Mackie and J.G. Bell (Eds.) Academic Press, London. pp: 395-414.

Watanabe, T., Lee, M., Mizutani, J., Yamada, T., Satoh, S., Takeuchi, T., Yoshida, N. Kitada, T. and Arakawa, T. 1991a. Effective components in cuttlefish meal and raw krill for improvement of quality of red sea bream, Pagrus major eggs. Nippon Suisan Gakkaishi, 57(4): 681-694.

Watanabe, T. and Kiron, V. 1995. Broodstock management and nutritional approaches for quality offsprings in the Red Sea Bream. In: Bromage N.R. and Roberts, R. J. (Eds),

Methods for reducing sexual maturity in farmed sturgeon

Ayoub Yousefi Jourdehi*[1], Mahmoud Bahmani[1], Ali Hallajian[1], Mohammad Pourehghani[1], Rezvanollah Kazemi[1], Mahtab Yarmohammadi[1], Maryam Monsef Shokri[1] and Amin Farahbod Roudbaraki[1]

[1]International Sturgeon Research Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

Abstract

Considering longing term oocyte maturation in sturgeon; therefore, several managements, nutritional strategies and endocrine manipulation of the reproductive system are used to induce sexual maturity. Several studies have been carried out regarding to the reduction of sturgeon sexual maturity under culture conditions in terms of environmental, physiological and nutritional in inside and outside of Iran in recent years. Some of them could be the use of heating systems, using water holes and rivers at the same time, the addition of organic and inorganic minerals and supplements in diet, the use of vitamins C and E in fish diets, using food sources containing unsaturated fatty acids and essential amino acids, using of soybean meal in diets female, hybrid, use of hormones estradiol in the diet, the use of phytoestrogens (plant like - hormones) in the diet sturgeon and so on. According to analysis conducted to compare and analyzing the results of the studies, using environmental management and nutritional strategies and simultaneously using some additives in diet to accelerate growth promoting reproductive and sexual maturity in various species farmed sturgeon is suggested.

Keywords: Sex maturity acceleration, Sexual maturity stages, Farmed sturgeon

*Corresponding author: ayoub2222002@yahoo.com