بسم الله الرحمن الرحیم

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

ریاست جمهوری
معاونت علمی و فناوری

راهنمای جامع
تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری

نویسندگان:
محمود بهمنی، حمیدرضا پورعلی، ایوب یوسفی
محمدعلی یزدانی، ذبیح‌اله پژند، علیرضا شناور

۱۳۹۶

عنوان و نام پدیدآور	: راهنمای جامع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری/ نویسندگان محمود بهمنی ... [و دیگران]؛به سفارش معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری؛ تهیه شده در موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر؛ ویراستار فنی محسن مفیدی‌نیستانک، مصطفی شریف‌روحانی.
مشخصات نشر	: کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۳۲۰ ص.: مصور (رنگی).
شابک	: 978-964-520-320-5
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: نویسندگان محمود بهمنی، حمیدرضا پورعلی، ایوب یوسفی، محمدعلی یزدانی، ذبیح‌الله پژند، علیرضا شناور.
موضوع	: تاس‌ماهیان -- ایران -- پرورش و تکثیر
موضوع	: Sturgeons -- Iran -- Culture
شناسه افزوده	: بهمنی، محمود، ۱۳۴۵ -
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. انستیتو تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر
شناسه افزوده	: ایران. ریاست جمهوری. معاونت علمی و فناوری
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۶ ت۲ر۲/۱۶۷ SH
رده بندی دیویی	: ۳۳۳/۹۵۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۷۱۰۳۳۹

ISBN:978-964-520-320-5

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۳۲۰-۵

عنوان نشریه: راهنمای جامع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری

نویسندگان: محمود بهمنی، حمیدرضا پورعلی، ایوب یوسفی جوردهی محمدعلی یزدانی، ذبیح‌اله پژند و علیرضا شناور

ویراستاران فنی: محسن مفیدی نیستانک، مصطفی شریف روحانی

ویراستاران ترویجی: علیمراد سرافرازی، سید پوریا باقی

مدیر داخلی: شیوا پارسانیک

با همکاری: رضوان‌اله کاظمی، محمود محسنی، محمود شکوریان، محمد پوردهقانی، علی حلاجیان، میرحامد سید حسنی، نعمت پیکران، مرجان صادقی راد، کوروش حدادی مقدم، فروزان چوبیان، زهره رمضانپور، حسین پرندآور، مهدی علیزاده، سهیل بازاری مقدم، مهدی معصوم زاده، جلیل جلیل‌پور، حسن صالحی، محمدرضا نوروز فشخامی

تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر - دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۱۰۰۰جلد

نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۶

قیمت: رایگان

مسئولیت صحت مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی ۵۱۶۵۷ به تاریخ ۹۶/۲/۱۸ است.

نشانی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن، پلاک ۱و۲، معاونت ترویج، ص.پ.۱۱۱۳-۱۹۳۹۵

تلفکس: ۲۲۴۱۳۹۲۳-۰۲۱

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ۱۱

فصل اول: معرفی گونه‌های ماهیان خاویاری پرورشی در ایران ۱۵

مزایای پرورش ماهیان خاویاری در آب لب‌شور نسبت به آب شیرین ۱۷

تاریخچه پرورش ماهیان خاویاری در کشور ۱۸

تاریخچه پرورش ماهیان خاویاری در خارج از کشور ۲۱

معرفی و ویژگی‌های گونه‌های پرورشی ۲۲

فیل‌ماهی (*Huso huso*) ۲۳

رده‌بندی و مشخصات ظاهری فیل‌ماهی ۲۴

تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) ۲۸

رده‌بندی و مشخصات ظاهری تاسماهی ایرانی ۲۸

ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) ۳۱

تاسماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) ۳۲

تاسماهی روسی یا چالباش (*Acipenser geuldenstaedtii*) ۳۳

تاسماهی سیبری (*Acipenser baeri*) ۳۴

تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) ۳۵

ماهی خاویاری دورگه بستر ۳۶

فصل دوم: کمیت و کیفیت آب ۳۹

کیفیت منبع آب مورد استفاده ۴۱

درجه حرارت آب ۴۳

اکسیژن محلول آب ۴۴

اسیدیته (*pH*) آب پرورش ۴۵

سختی آب ۴۶

هدایت الکتریکی (*EC*) ۴۷

دبی مطلوب آب برای پرورش ماهیان خاویاری در سیستم آب‌رسانی باز ۴۷

فصل سوم: پرورش ماهیان خاویاری ۴۹

مراحل پرورش ماهیان خاویاری ۵۱

پرورش در سال اول ۵۱

سازگاری تدریجی لارو و بچه‌ماهیان خاویاری به غذای دستی ۵۳
تغذیه لارو به غذای دستی بدون برنامه سازگاری ۵۶
معرفی ماهیان خاویاری به استخرهای خاکی ۵۶
پرورش در سال دوم ۵۹
ویژگی غذای کنسانتره ماهیان خاویاری ۶۴
تراکم پرورش ۶۵
استخرهای مناسب پرورش ماهیان خاویاری ۶۷
مخازن فایبرگلاس ۶۷
استخر بتونی گرد ۶۸
روش‌های مختلف پرورش ماهیان خاویاری ۷۰
روش پرورش غیر متراکم ۷۰
روش پرورش نیمه متراکم ۷۱
روش پرورش متراکم ۷۲
معایب ۷۳
روش فوق متراکم ۷۳
فصل چهارم: تغذیه ماهیان خاویاری ۷۷
مقدار و دفعات غذادهی ۷۹
مرحله لاروی ۸۰
مرحله بچه‌ماهی انگشت قد ۸۴
فرمولاسیون غذایی براساس احتیاجات غذایی ماهیان خاویاری به منظـور تولید گوشت ۸۸
اقتصادی کردن جیره‌های غذایی ۹۱
آمینواسیدهای ضروری ۹۲
بهره‌برداری از اسیدهای آمینه کریستاله در جیره غذایی ماهیان خاویاری ۹۳
مواد معدنی ۹۴
کلسیم ۹۵
منیزیم ۹۶
فسفر ۹۷
پتاسیم ۹۸
سدیم ۹۸
احتیاجات غذایی تاسماهیان مولد ۹۹

اسیدهای چرب ضروری ۱۰۰
پروتئین‌ها ۱۰۵
فصل پنجم: مولدسازی گونه‌های مختلف تاسماهیان پرورشی ۱۰۹
تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری ۱۱۱
مروری بر مطالعات انجام شده ۱۱۸
بلوغ و عوامل مؤثر بر آن ۱۲۶
فیزیولوژی تولیدمثل تاسماهیان ۱۲۹
غدد جنسی تاسماهیان ۱۳۱
نمو غدد و سلول‌های جنسی در دوره زندگی تاسماهیان ۱۳۲
مواد مؤثر بر تسریع رشد گنادیک در تاسماهیان ۱۳۲
ویتامین C (اسید اسکوربیک) ۱۳۴
ویتامین E ۱۳۶
استروژن‌های گیاهی (فیتواستروژن‌ها) ۱۳۷
کارتنوئیدها (آستازانتین) ۱۳۹
مراحل مولدسازی تاسماهیان ۱۳۹
انتخاب و نگهداری ماهیان ۱۴۱
نحوه تهیه جیره غذایی ۱۴۲
زیست‌سنجی ۱۴۳
تعیین شرایط فیزیکی و شیمیایی آب ۱۴۶
تعیین جنسیت ۱۴۶
بیوپسی و مراحل انجام آن ۱۴۷
بیهوشی ماهیان ۱۴۶
نمونه‌برداری از گناد ۱۴۷
مطالعات بافت‌شناسی ۱۴۸
رنگ‌آمیزی (به روش هماتوکسیلین ـ ائوزین، $H \& E$) ۱۵۰
عکس‌برداری ۱۵۱
مراحل مختلف رسیدگی جنسی ۱۵۳
رسیدگی جنسی تخمدان مرحله II ۱۵۳
مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی) ۱۵۳
مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی) ۱۵۳

رسیدگی جنسی بیضه مرحله *II* ۱۵۴
مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی) ۱۵۴
مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی) ۱۵۴
رسیدگی جنسی تخمدان مرحله *III* ۱۵۵
مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی) ۱۵۵
مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی) ۱۵۵
رسیدگی جنسی بیضه مرحله *III* ۱۵۶
مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی) ۱۵۶
مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی) ۱۵۷
رسیدگی جنسی تخمدان مرحله *IV* ۱۵۸
مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی) ۱۵۸
مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی) ۱۵۸
رسیدگی جنسی بیضه مرحله *IV* ۱۵۹
مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی) ۱۵۹
مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی) ۱۶۰
روش لاپاراسکوپی ۱۶۲
مطالعات خون‌شناسی ۱۶۴
روش خون‌گیری ۱۶۴
جداسازی سازی سرم خون ۱۶۵
شاخص‌های تولیدمثلی ۱۶۵
هورمون‌های جنسی ۱۶۵
تعیین سطوح هورمون‌های استروئیدی ۱۶۷
بررسی کیفیت تخمک ۱۶۷
روش تعیین *GV* در تخمک ۱۶۷
نحوه تزریق هورمون‌های *GnRH* و *LHRH* ۱۶۹
تخمک گیری به روش ریز برش مجرای تخمبر ۱۷۰
اسپرم گیری به روش سوند ۱۷۱
نگهداری و تغذیه مولدین پس از انجام اوولاسیون (تخم‌ریزی) و اسپرمیشن (اسپرم‌گیری) ۱۷۲
بررسی کمیت و کیفیت اسپرم ۱۷۳
لقاح و رفع چسبندگی تخم‌ها ۱۷۴

انکوباسیون و تفریخ تخم‌ها ۱۷۴
پرورش اولیه لاروها و سازگاری غذایی آن‌ها ۱۷۶
تولید بچه‌ماهی از مولدین تاسماهیان پرورشی ۱۷۷
فصل ششم: غذای زنده ۱۷۹
غذای زنده ماهیان خاویاری ۱۸۱
نتایج تحقیقات انجام شده تغذیه ماهیان خاویاری از غذای زنده ۱۸۲
محاسن کاربرد غذای زنده در ماهیان خاویاری ۱۸۵
تقسیم‌بندی غذای زنده براساس اندازه ۱۸۶
مهم‌ترین غذاهای زنده مورد تغذیه ماهیان خاویاری ۱۸۶
الف- روتیفرها ۱۸۶
زیست‌شناسی و چرخه حیات ۱۸۷
شرایط عمومی پرورش روتیفرها ۱۹۰
۱- دما ۱۹۰
۲- اکسیژن محلول ۱۹۱
۳- pH ۱۹۱
۴- آمونیاک (NH_3) ۱۹۱
۵- باکتری‌ها ۱۹۲
۶- مژه‌داران ۱۹۲
ب- دافنی ۱۹۳
شناسایی و رده‌بندی دافنی ۱۹۳
مشخصات دافنی ۱۹۳
زیستگاه ۱۹۷
اهمیت و مشکلات دافنی به‌عنوان غذای زنده ۱۹۸
مضرات دافنی‌ها ۱۹۹
تکثیر و تولید دافنی ۲۰۰
ارزش غذایی دافنی ۲۰۱
تکثیر و پرورش آرتمیا ۲۰۱
زیستگاه آرتمیا ۲۰۲
ریخت‌شناسی و چرخه زندگی آرتمیا ۲۰۳
طبقه‌بندی ۲۰۳

ویژگی‌های مختص به سویه ۲۰۴
الف- ارگانیسم غذایی از منظر پرورش دهنده ۲۰۴
ب- ارگانیسم غذایی نیازهای لارو تاسماهیان ۲۰۶
ریخت‌شناسی سیست ۲۰۷
تأثیر عوامل محیطی بر متابولیسم سیست ۲۰۷
تولیدمثل ۲۰۸
روش‌های ضدعفونی ۲۰۹
نحوه برداشت ۲۰۹
غنی‌سازی آرتمیا ۲۱۰
تولید و پرورش آرتمیا ۲۱۰
پرورش آرتمیا در استخرها ۲۱۱
آماده‌سازی استخرها ۲۱۱
مزایای پرورش در تانک ۲۱۲
ذخیره‌سازی ۲۱۲
برداشت توده زنده آرتمیا ۲۱۲
فراوری بیوماس ۲۱۳
تکثیر و پرورش شیرونومیده (*Chironomidae*) ۲۱۳
طبقه‌بندی شیرونومیده ۲۱۴
زیستگاه شیرونومیده ۲۱۴
مراحل زندگی شیرونومیده ۲۱۵
دوره زندگی شیرونومیده ۲۱۵
مورفولوژی لارو شیرونومیده ۲۱۵
شناسایی گونه‌های شیرونومیده ۲۱۶
کپسول سر ۲۱۶
روش شناسایی ۲۱۶
شکل ظاهری شیرونومیده و خصوصیات رفتاری ۲۱۷
شرایط عمومی پرورش شیرونومیدها ۲۱۷
ارزش غذایی لارو شیرونومیده ۲۱۸
روش پرورش ۲۱۸
گونه پرورشی *Chironomus dorsalis* ۲۱۸
غذادهی به لاروها ۲۱۹

جداسازی لارو شیرونومیده از گل ۲۱۹
تجدید کشت ۲۲۰
کرم خاکی ۲۲۰
چرخه زندگی و بیولوژی تولیدمثل ۲۲۰
مصارف کرم خاکی ۲۲۱
جمع‌آوری کرم خاکی ۲۲۳
بررسی پیله‌های تولید شده ۲۲۴
کاربرد کرم خاکی در آبزی‌پروری ۲۲۴
بستر پرورش کرم خاکی ۲۲۴
پرورش با مواد آلی ۲۲۵
کاربرد کرم خاکی در آبزی‌پروری ۲۲۶
روش‌های پرورش و کاربردهای کرم نرئیس ۲۲۷
ویژگی‌های عمومی کرم نرئیس ۲۲۸
اهمیت تولید کرم نرئیس در آبزی‌پروری ۲۳۱
نگهداری مولدین کرم نرئیس تا مرحله تکثیر ۲۳۲
تکثیر ۲۳۲
آماده‌سازی مکان پرورش کرم نرئیس ۲۳۴
پرورش ۲۳۴
روش جمع‌آوری لاروهای کرم نرئیس ۲۳۵
تغذیه ۲۳۶
مناطق مستعد پرورش و تولید کرم نرئیس ۲۳۷
فصل هفتم: بهداشت و بیماری‌های ماهیان خاویاری ۲۳۹
بیماری‌های ماهیان خاویاری ۲۳۹
بیماری‌های عفونی ۲۴۱
بیماری‌های باکتریایی ۲۴۱
بیماری‌های قارچی ۲۴۳
بیماری‌های ویروسی ۲۴۵
بیماری‌های انگلی ۲۴۶
روش نمونه‌برداری، نگهداری و ارسال نمونه‌ها بـه آزمایشـگاه بهداشـت و بیماری‌ها ۲۴۹
مدیریت بهداشتی ۲۵۰

تهیه مولدین سالم ۲۵۰
توصیه‌هایی در خصوص پیشگیری از بروز بیماری‌ها در ماهیان ۲۵۱
قرنطینه و اهمیت آن ۲۵۴
احداث حوضچه‌های ضدعفونی و درمان ماهیان ۲۵۴
اصول درمان ماهیان بیمار ۲۵۵
روش‌های تجویز دارو ۲۵۶
اضافه کردن دارو به آب ۲۵۶
روش‌های اضافه کردن دارو به آب ۲۵۷
روش‌های تجویز خوراکی ۲۵۹
ضدعفونی‌کننده‌ها ۲۶۰
پرمنگنات پتاسیم ($KMnO_4$) ۲۶۰
سولفات مس (سنگ آبی‌رنگ *Blue stone*، سولفات مس پنتاهیدرات ($CuSO_4.\ 5H_2O$) ۲۶۲
درمان از طریق آب ۲۶۲
درمان از طریق آب‌نمک ۲۶۳
آنتی‌بیوتیک‌ها ۲۶۳
فصل هشتم: توجیه اقتصادی ۲۶۹
سودآوری، مهم‌ترین انگیزه آبزی‌پروری تجاری ۲۷۱
وضعیت توسعه آبزی‌پروری در ایران ۲۷۲
چشم‌انداز ۲۷۳
فصل نهم: بررسی‌های کروموزومی تاسماهیان ۲۷۵
تاریخچه بررسی‌های کروموزومی تاسماهیان ۲۷۸
خارج از کشور ۲۷۸
داخل کشور ۲۷۹
روش‌های تهیه گسترش‌های کروموزومی ۲۸۰
له کردن بافت ۲۸۱
کشت بافت ۲۸۲
روش کار ۲۸۵
رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها ۲۸۸
مفاد پیوست ۲۹۱

مقدمه

با توجه به نرخ روزافزون رشد جمعیت در جهان (۷/۴ میلیارد نفر در سال ۲۰۱۵)، آبزیان یکی از باارزش‌ترین منابع تولید پروتئین و مواد مغذی در رژیم غذایی بسیاری از کشورها محسوب می‌شوند. در سال ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ آبزیان به‌ترتیب ۱۶/۶ و ۱۶/۷ درصد از پروتئین حیوانی مصرفی جمعیت جهان و ۶/۵ درصد پروتئین را تأمین کردند. براساس گزارش‌های سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) در سال ۲۰۱۲، صید ماهی و آبزی‌پروری در حدود ۱۸۴/۱ میلیون تن ماهی باارزش بیش از ۲۲۰ میلیارد دلار امریکا فراهم آورده که از این مقدار ۱۳۰ میلیون تن برای مصارف انسانی بوده است. سهم تولیدات آبزی‌پروری در سال‌های اخیر به‌ترتیب ۵۵/۷، ۵۵/۹ و ۶۳/۶ و در سال ۲۰۱۲، ۹۰/۴ میلیون تن رسیده است. سرانه مصرف ماهی از متوسط ۹/۹ کیلوگرم در دهه ۱۹۶۰ (بهمنی، ۱۳۷۵)، به ۱۸/۴ کیلوگرم در سال ۲۰۰۹ و ۱۹/۲ درصد در سال ۲۰۱۲ رسیده است. مقایسه آمار صید و تولید در بخش آبزی‌پروری بیانگر سبقت رشد تولیدات آبزی‌پروری نسبت به صید است که این مهم در آسیا بیشتر از اروپا و امریکا است. دلیل آن تقاضای روزافزون غذاهایی با منشأ آبزیان در کشورهای تولیدکننده است. نرخ رشد تولیدات آبزی‌پروری تا سال ۲۰۱۲ رشد متوسط سالانه ۸/۶ درصد را نشان می‌دهد. براساس پیش‌بینی‌های فائو، آبزی‌پروری در آینده نقش مهمی را در تأمین غذا، درآمد، اشتغال، ارزآوری و توسعه پایدار روستایی در بیشتر کشورها ایفا

خواهد نمود. با این وجود، آبـزی‌پـروری علیـرغم سـابقه چنـدین هزارساله در آسیا، در بیشتر کشورهای جهان جدید است. قـدمت پرورش ماهیان خاویاری در دنیا به بـیش از دو دهـه نمـی‌رسـد. کشور روسیه از تاریخچه‌ای ۱۰۰ سـاله در امـر پـرورش ماهیـان خاویاری در منابع طبیعی برخوردار است، این در حالی است کـه این صنعت در اکثر کشورها طی چند سـال اخیـر توسـعه یافتـه است. در آینده انتظار می‌رود با کاهش بیش از ۵۰ درصد ذخـایر به دلیل صید و بهره‌برداری بی‌رویه، تولیدات آبزی‌پـروری شـتاب فزاینده‌ای داشته باشد. براساس گـزارش‌هـای سـازمان خواربـار و کشاورزی ملل متحد (فائو) در سال‌های اخیـر، از طریـق صـید و تولیدات حاصل از فعالیت‌هـای آبـزی‌پـروری بـرای بـیش از ۲/۶ میلیارد نفر جمعیت کره خاکی غذا تـأمین شـده اسـت کـه ایـن مقدار معادل حدود ۲۰ درصد از سهم گوشت سـایر حیوانـات در جیره غذایی انسـان اسـت. براسـاس گـزارش سـازمان خواربـار و کشاورزی برآورد شده است که تنها ۲۵ درصد از ذخـایر طبیعـی قابل برداشت است؛ بنابراین، آبزی‌پروری باید برای جبران کمبود و تأمین بخشی از نیاز پروتئینی جوامع توسـعه یابـد. دراین‌بـین پرورش ماهیان خاویاری یکی از اقتصادی‌تـرین فعالیـت‌هـا بـرای تأمین پروتئین و سایر مواد مغذی جوامع انسانی به شمار می‌رود. بهره‌برداری و استفاده بهینه از منـابع آب‌وخـاک بـا بـه‌کـارگیری فناوری و ترکیب روش‌هـای مختلـف میسـر اسـت. یکـی از ایـن روش‌های ترکیبی، اصلاح کمی و کیفی شرایط موجـود و سـپس بهره‌برداری از روش‌های نوین پرورش (نیمـه متـراکم و متـراکم) است. نیاز بازارهای جهانی و ورود انـواع گونـه‌هـای خاویـاری بـه کشورهای مختلف جهان از یک طرف، کـاهش ذخـایر طبیعـی و متعاقب آن ممنوعیت صید ماهی خاویاری دریـای خـزر از طـرف دیگر سبب شد تا آبزی‌پروری تاسماهیان رشـد فزاینـده‌ای در دو

دهه اخیر داشته باشد. در حال حاضر، ۲۲ گونه (۱۲ گونه اصلی و ۱۰ گونه هیبرید) در بیش از ۳۸ کشور جهان پرورش داده می‌شوند. براساس گزارش‌های سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، آمار سایت *FAO* در سال ۲۰۱۴، نرم‌افزار *FishState* پیش‌بینی اولیه تولید در سال ۱۳۹۲ حاکی از تولید جهانی بیش از ۶۶ هزار تن گوشت و حدود ۲۶۰ تن خاویار پرورشی داشت. علاوه بر آن، تولید خاویار پرورشی در سال ۲۰۱۶ را ۴۸۶ تن و طی ده سال آینده ۵۰۰ تا ۷۵۰ تن اعلام نمودند (*Bronzi and Rosenthal, 2014*). این در حالی است که طی دهه اخیر تولید ماهیان خاویاری پرورشی توسط بخش خصوصی با بیش از ۴۶ درصد رشد سالانه، به ۶۰۰ تن در سال ۱۳۹۲ رسید که براساس آمارنامه شیلات در مقایسه میزان رشد آبزی پروری کل آبزیان ۱۸/۷ درصد برآورد شد. در ادامه براساس مجوزهای صادره از سازمان شیلات ایران تا سال ۱۳۹۳ ظرفیت تولید مزارع فعلی با هدف ۳۰۰۰ تن گوشت و ۵۰ تن خاویار با روش پرورش متراکم در حوض‌های بتنی و جریان آب یک‌طرفه باز[1] برنامه‌ریزی شده بود.

1. Flow-through system

فصل اول

معرفی گونه‌های ماهیان خاویاری پرورشی در ایران

(محمود بهمنی، حمیدرضا پورعلی)

به دلیل معروفیت علامت تجاری خاویار ایران با خاویار تولید از آب لب‌شور دریای خزر انتظار می‌رود که بیش از ۹۰ درصد تولید ماهیان خاویاری در منابع آب دریای خزر تحقق یابد. تحقیقات علمی نشان می‌دهد نتایج پرورش در آب لب‌شور به‌مراتب بهتر از پرورش در آب شیرین است (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۳).

مزایای پرورش ماهیان خاویاری در آب لب‌شور نسبت به آب شیرین

۱. افزایش کیفیت گوشت ماهیان پرورشی در شرایط پرورشی در آب لب‌شور
۲. سرعت رشد مطلوب ماهیان خاویاری در آب لب‌شور در مراحل اولیه رشد
۳. برخورداری از گونه‌های بومی که تمامی دوره رشد را در آب لب‌شور زندگی می‌کنند.
۴. تأثیر املاح آب لب‌شور دریای خزر در کنترل آلودگی‌های احتمالی
۵. بالا بودن توان خودپالایی آب لب‌شور
۶. وجود تجربه و سابقه تحقیقاتی و اجرایی در خصوص پرورش ماهیان خاویاری در آب لب‌شور از سال ۱۳۷۷
۷. امکان بهره‌برداری از ۹۰۰ کیلومتر خط ساحلی با اراضی کم بازده ساحلی ماسه‌ای
۸. کاهش مصرف آب شیرین به دلیل اهمیت آن برای مصارف انسانی
۹. ایجاد فرصت‌های شغلی مناسب در مناطق ساحلی به‌ویژه برای ساحل‌نشینان و صیادان
۱۰. بهره‌برداری از استعداد گردشگری و جذب توریسم در سواحل جنوبی دریای خزر و مراکز پرورش و تولید خاویار

تاریخچه پرورش ماهیان خاویاری در کشور

پرورش ماهیان خاویاری برخلاف تکثیر انبوه آن‌ها از سال ۱۳۵۰ از سابقه کوتاهی در کشور برخوردار است. تا قبل از سال ۱۳۶۹ برنامه‌ای برای تولید گوشت ماهیان خاویاری در محیط‌های پرورشی وجود نداشت و اهم فعالیت‌های پرورش ماهیان خاویاری در صنعت شیلات کشور منحصر به تولید بچه ماهیان انگشت قد در اندازه‌های ۲ تا ۳ گرمی و رهاسازی آن‌ها به دریای خزر جهت حفظ و بازسازی ذخایر بود (آذری تاکامی، ۱۳۵۳).

برای مدت‌زمان طولانی گونه فیل‌ماهی به‌عنوان گزینه مناسب برای معرفی به صنعت آبزی‌پروری مورد توجه محققین شیلاتی بوده است. ماهیان خاویاری علاوه بر رشد سریع در آب شیرین و برتری رشد در آب لب‌شور دریای خزر، توانایی سازش با شرایط نامساعد زیستی و تحمل دامنه وسیع دمایی، دامنه محدوده وسیع رژیم غذایی و برخی از خصوصیات مورفولوژیک (درصد گوشت بیشتر) و سایر صفات بیولوژیک به‌عنوان گونه پرورشی اقتصادی در تولید گوشت معرفی شد.

اقدامات اجرایی و بررسی های تحقیقاتی با هدف تولید گوشت با پرورش آن در حوضچه‌های فایبرگلاس در سال ۱۳۶۹ آغاز شد (یوسف پور، ۱۳۷۰). شادروان دکتر حسین یوسف پور پیربازاری در مجتمع تکثیر و پرورش ماهی شهید دکتر بهشتی با استفاده از بچه‌ماهیان حاصل از تکثیر مصنوعی، اقدام به پرورش گونه‌های فیل‌ماهی، تاسماهی ایرانی و چالباش کرد. پس از حدود یک سال پرورش در مخازن فایبرگلاس در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۷۰ بچه‌ماهیان گونه فیل‌ماهی به تعداد ۷۳۸ عدد به وزن متوسط ۶۷۰

گرم با حداکثر وزن ۱۲۰۰ گرم رسیدند. فعالیت دیگری در بهار سال ۱۳۷۴ با انتقال ۲۱۰۰ عدد بچه فیل ماهی با وزن متوسط ۲/۲۸ گرم از مرکز تکثیر و پرورش ماهی شهید مرجانی به مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی آغاز شد. در پایان سال اول وزن متوسط فیل‌ماهیان به ۷۵۰ گرم (بیوماس ۱۴۴۶ کیلوگرم) و در پایان سال دوم به ۲۰۰۰ گرم رسید (عباس علیزاده، ۱۳۷۷). در خرداد سال ۱۳۷۷ در مجتمع شهید بهشتی از ۲۰۰۰ عدد بچه فیل‌ماهی ۲/۵ گرمی طی یک دوره ۳ ساله (پایان سال ۱۳۷۹) سه تن ماهی با وزن متوسط ۳۵۰۰ گرم حاصل شد. در شرایط فعلی وزن برخی از فیل‌ماهیان حاصل از تکثیر سال ۱۳۶۹ احتمالاً بالغ بر ۵۰ کیلوگرم است.

در سال ۱۳۷۸ در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، پرورش فیل ماهی با تراکم ۵ تا ۱۲ کیلوگرم در مترمربع در ۶ وان فایبرگلاس (۰/۵۳×۲×۲ متر) در آب شیرین (محسنی و همکاران، ۱۳۸۰) و آب لب‌شور (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۳ و ۱۳۸۵) و درصدهای مختلف غذادهی و تأثیر جاذب‌های غذایی در پرورش فیل‌ماهی و تاسماهی ایرانی زیر یک سال انجام شد (پورعلی فشتمی و محسنی، ۱۳۸۲؛ پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۹۲). بهترین تراکم پرورش در دامنه وزنی ۹۳ تا ۳۴۰ گرم برای پرورش گونه فیل ماهی در آب شیرین ۱/۶ کیلوگرم در مترمربع و در اوزان ۹۵۰ تا ۲۰۰۰ گرم، تراکم ۲/۵ کیلوگرم به دست آمد (محسنی و همکاران، ۱۳۸۵). بررسی اثر تراکم کشت بر شاخص‌های رشد بچه فیل‌ماهیان یک‌ساله توسط محسنی و همکاران در سال (۱۳۸۴) تا وزن ۹۵۰

گرم در محیط آب شیرین بررسی شد. براساس بررسی‌های انجام شده توسط صالحی و همکاران در سال ۱۳۸۵ حداکثر تراکم نهایی پرورش فیل‌ماهی در مزارع خصوصی پرورش ماهیان خاویاری ۴/۷ کیلوگرم در مترمربع و میانگین تراکم نهایی در ۷ مزرعه فعال ۳ کیلوگرم در مترمربع گزارش شد (صالحی، ۱۳۸۸).

با توجه به توسعه فناوری پرورش ماهیان خاویاری در جهان، همچنین وجود امکانات بالقوه فراوان در کشورمان به‌ویژه در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان و استقبال جهانی از مصرف گوشت تاسماهیان و نیز توجه خاص شیلات در برنامه پنج‌ساله ششم توسعه به تولید آبزیان پرورشی، عزم و اراده مسئولین و کارشناسان علوم شیلاتی برای تأمین نهاده‌های تولید ازجمله تولید بچه‌ماهیان خاویاری و تأمین خوراک مخصوص ماهیان خاویاری بر آن شد تا در سال ۱۳۹۳ در ادامه ۹ سال تکثیر و تولید خاویار پرورشی، با همکاری سازمان شیلات ایران (کارگاه تکثیر و بازسازی ذخایر شادروان یوسف پور) اقدام به تکثیر مولدین فیل‌ماهی پرورشی برای تأمین بچه‌ماهیان مورد نیاز مزارع خصوصی و واگذاری دانش فرمولاسیون غذایی ماهیان خاویاری از مرحله لاروی تا تولید خاویار به بخش خصوصی شد. هدف از ارائه دانش فنی فرمول جیره‌های ویژه ماهیان خاویاری کاهش وابستگی مزارع به واردات غذای خارجی، اقتصادی‌تر نمودن تولید و امکان بهره‌برداری از فرمول غذایی تأمین کننده احتیاجات غذایی ماهیان خاویاری پرورشی است.

به اعتقاد کلیه متخصصین و کارشناسان علوم شیلاتی، پرورش ماهیان خاویاری در ایران از امتیازهای ویژه‌ای از قبیل

شهرت نام خاویار ایران و نیم‌قرن تجربه در تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری (عباس علیزاده، ۱۳۷۷؛ بهمنی، ۱۳۸۴)، دستاوردهای متعدد پروژه‌های تحقیقاتی، وجود گونه‌های بومی سریع‌الرشد، پایین بودن هزینه‌های تولید در مقایسه با سایر کشورهای جهان، شرایط آب و هوایی مناسب و همچنین نام دریای خزر و غیره برخوردار است و معروف بودن برند تجاری خاویار ایران که ناشی از کیفیت برتر خاویار دریای خزر است، به اهمیت و ضرورت توسعه پرورش ماهیان خاویاری با استفاده از آب لب‌شور دریای خزر افزوده است.

تاریخچه پرورش ماهیان خاویاری در خارج از کشور

در روسیه پرورش تاسماهیان در سال ۱۸۶۹ میلادی توسط *Ovsjannikov* در خصوص تکثیر ماهی استرلیاد و پرورش لارو آن انجام شد (*Milshteyn, 1969* به نقل از *Chebanov & Billard, 2001*). بعدازآن، روسیه در سال‌های ۱۹۵۲ تا ۱۹۶۰ و ۱۹۶۷ تا ۱۹۶۹ اقدام به پرورش گونه فیل‌ماهی نمود (*Kozlov, 1993*). پس از آن کشورهای مجارستان، فرانسه، ژاپن و آمریکا اقدام به پرورش ماهیان خاویاری کردند (*Steffens et al., 1989*). در سال ۲۰۰۳ در مجموع ۱۳ کشور روسیه، چین، فرانسه، لهستان، آلمان، ایتالیا، بلژیک، هلند، اسپانیا، اوکراین، اروگوئه، مجارستان و آمریکا ۱۷۰۰ تن گوشت از گونه‌های تاسماهیان و ۴۴۰۰ تن از هیبریدهای مختلف تاسماهیان تولید کردند (*Bronzi et al.,1999*). امروزه کشورهای امارات متحده عربی، عربستان سعودی شیلی و آرژانتین هر یک با یک مزرعه فعال، اروگوئه (با ۳ مزرعه فعال) و رومانی (با

۱۰ مزرعه فعال) دارای مزارع پرورش تجاری ماهیان خاویـاری هستند (*Report on the base of FAO, 2014*).

تولید خاویار پرورشی از گونه‌های سیبری و تاسـماهی سـفید در کشورهای فرانسه (با ۱۰ مزرعه فعال) و ایتالیا (بـا ۲۵ مزرعـه فعال) ۳۰ تـن و در کشـورهای روسـیه (بـا ۳۴۰ مزرعـه فعـال)، آمریکا (با ۲۰ مزرعه فعال) حدود ۲۰ تن و آلمان (بـا ۱۰ مزرعـه فعال)، ۱۲ تن و سایر کشورهای تولیدکننده کمتر از ۱۰ تن است (*Bronzi & Rosenthal, 2014*).

پرورش این گونه بـاارزش در اسـتخرهای خلـیج تاگـانروگ[1] و در دریای آزوف با شوری ۴ تا ۸ گرم در لیتـر انجـام و درصـد تلفـات تـا ۲۰درصد گزارش شـد (*Kozlov, 1993*). پـرورش گونـه فیـل‌مـاهی در شوری ۱۳ قسمت در هزار از وزن ۷۰ تا ۳۵۰ گرم بـا موفقیـت انجـام شد (*Bugrov, 1999*). در دریای سیاه با پـرورش در قفـس از وزن ۳۵۲ گرم به بیش از ۱۱۸۹ گرم رسید (*Strautmen & Tolokonnikov, 1987*).

معرفی و ویژگی‌های گونه‌های پرورشی

مهم‌ترین ویژگی گونه‌های مناسب برای پرورش به شـرح زیـر است:

۱- سرعت رشد مطلوب
۲- مقاومت بیشتر در مقابل شرایط پرورش متراکم و نامساعد پرورشی
۳- سازگاری با غذای کنسانتره
۴- بلوغ جنسی کوتاه‌مدت
۵- امکان تأمین بچه‌ماهی به تعداد موردنیاز

1. Taganrog

۶- فراهم بودن زمینه‌های فروش و صنایع تبدیلی

گونه های بومی دریای خزر مانند فیل ماهی، تاسماهی ایرانی (قره‌برون)، ازون‌برون، شیپ و تاسماهی روسی (چالباش) مناسب‌ترین ماهیان خاویاری بومی موجود برای تولید گوشت و خاویار پرورشی هستند (شکل ۱). از سوی دیگر گونه ازون‌برون، تاسماهی ایرانی و شیپ به دلیل بلوغ جنسی سریع تر نسبت به فیل‌ماهی بهترین گزینه برای برگشت سرمایه تولید خاویار هستند. تمامی این گونه‌ها در آب لب‌شور دریای خزر زندگی می‌کنند و برای تخم‌ریزی به آب شیرین مهاجرت می‌کنند.

شکل ۱- تاسماهیان دریای خزر (*Bahmani, 2011*)

فیل‌ماهی (*Huso huso*)

محل زندگی فیل‌ماهی در دریای خزر، دریای سیاه، آزوف و شرق دریای مدیترانه است و به علت داشتن دهانی بزرگ و

هلالی شکل و سبیلک های فشرده از سایر ماهیان خاویاری متمایز می‌شود. عمر این ماهی به ۱۰۰ سال و وزن آن به ۲ تن می‌رسد. مولدین فیل‌ماهی در محیط و شرایط پرورشی در استخرهای بتنی طی ۱۴-۱۰ سال بالغ می شوند. این ماهیان به‌راحتی به غذای کنسانتره عادت می‌کنند و قابلیت رشد و پرورش در آب شیرین را دارند که پرورش آن‌ها با استفاده از آب رودخانه و چاه در بیشتر مناطق کشور میسر است. رشد این ماهی سریع‌تر از سایر ماهیان خاویاری است؛ به‌طوری‌که فیل‌ماهیان در یک‌سالگی به وزن یک تا ۱/۵ کیلوگرم، دوسالگی به میانگین وزن ۳ تا ۵ کیلوگرم و در سال سوم به ۸ تا ۱۲ کیلوگرم می‌رسند (شکل ۲). رشد طولی آن از سال چهارم زندگی کم می‌شود. این ماهی از نظر شیلاتی اهمیت فراوانی دارد و خاویار آن از نوع درجه یک محسوب می‌شود. گوشت این ماهی حاوی ۱۶/۶درصد پروتئین و ۶/۷درصد چربی است (محسنی و همکاران، ۱۳۸۴؛ پورعلی و همکاران، ۱۳۸۹). خاویار آن نیز ۲۵/۹درصد پروتئین و ۱۱/۸درصد چربی دارد. این گونه باارزش، درصد قابل توجهی از جمعیت مولدین پرورشی در مراکز تولیدی را شامل می‌شود.

رده‌بندی و مشخصات ظاهری فیل‌ماهی

فیل‌ماهی با نام علمی *Huso huso Linnaeus,1758* ماهی رود کوچ[1] است که در آب‌های شور و لب‌شور زندگی و رشد کرده اما برای تخم‌ریزی به آب شیرین مهاجرت می‌کند. فیل‌ماهی از رده ماهیان

1. Anadromous 2. Osteichthyes

استخوانی[1] و زیـرردہ *Teleostomi* و بالاراسـته ماهیـان غضـروفی ــ اسـتخوانی[2] و راسـته تاسـماهی شـکلان[3] اسـت. در تقسـیم‌بنـدی *Berg* (۱۹۴۸) و *Holcik* (۱۹۸۹) خـانواده *Acipenseridae* شـامل دو زیرخـانواده تاسـماهیان *Acipenserini* و *Scaphirhychini* اسـت کـه زیرخـانواده تاسـماهیان دارای دو جـنس *Acipenser* و *Huso* است. جنس فیل‌ماهی شامل دو گونه فیـل‌مـاهی دریـای خـزر و فیل‌ماهی آمور هستند (بهمنی، ۱۳۷۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۴).

زیستگاه اصلی این ماهیان در حوضه دریای خزر، سیاه و آزوف است و در حوضه دریای آدریاتیک نیز وجود دارنـد (*Holcik, 1989*) که قبل از مهاجرت برای تخم‌ریزی به رودخانه‌هـا، در آب لـب‌شـور در ناحیه میانی زیست می‌کنند. در دریای سیاه تا عمق ۱۶۰ متر و حتی تا عمق ۱۸۰ متر پایین می‌روند و در دریـای خـزر در اعمـاق ۱۰۰ تا ۱۴۰ متر زندگی می‌کنند (*Holcik, 1989*).

Kingdom	*Animalia*
Phylum	*Chordata*
Class	*Osteichthes*
Subclass	*Actinoptergii*
Order	*Acipenseriformes*
Family	*Acipenseridae*
Sub-Family	*Acipenserinae*
Genus	*Huso*
Species	*Huso huso*
Trinomial name	*Huso huso (Linne) 1758*

فرم بدن دوکی‌شکل قسمت پشـت تیـره‌رنـگ، ناحیـه شـکمی سفیدرنگ است. دهان بزرگ و نیمه هلالی است (شکل هـای ۲و۳) (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). تاکنون نمونه‌هایی از این گونه با طول عمـر

2. Chondrostes

2. Acipenseriformes

حدود ۱۰۰ سال و وزن تقریبی ۲ تن صیدشده است. جنس نر در سن ۱۴-۱۳ سالگی و جنس ماده در سن ۱۸-۱۶ سالگی در محیط طبیعی بالغ می‌شوند. البته این مدت در محیط پرورشی در استخرهای بتنی به ۱۲-۱۰ سال نیز می‌رسد. مولدین این ماهی پس از ورود به رودخانه برای تخم‌ریزی به قسمت‌های بالای رودخانه مهاجرت کرده و تعداد تخم آن‌ها به اندازه (وزن ماهی) بستگی دارد و بین ۷۰۰-۳۶۰ هزار عدد متغیر است. این ماهیان از بی‌مهرگان آبزی و سپس با افزایش سن از سایر ماهی‌ها نظیر ماهی کلمه، گاوماهی و غیره تغذیه می‌کنند. این ماهیان به‌راحتی به غذای کنسانتره عادت کرده و قابلیت رشد و پرورش در آب شیرین را دارند. پرورش آن‌ها با استفاده از آب رودخانه و چاه در استان‌های شمالی ایران میسر شده است. به‌نحوی‌که هم‌اکنون تعدادی از این ماهیان در آب شیرین بالغ شده و در مرحله ۴ رسیدگی جنسی قرار دارند. به دلیل قدرت تحمل دامنه وسیع دمایی[1]، شوری[2] و دامنه وسیع رژیم غذایی و استعداد فراوان برای رشد، از گونه‌های پرورشی در بین ماهیان خاویاری است. فیل‌ماهی حتی در مراحل اولیه آنتوژنز به‌راحتی از سایر گونه‌ها و جنس‌های تاسماهیان به دلیل دهان بزرگ نیمه هلالی متمایز می‌شوند. این نشانه به‌عنوان مشخصه مورفومتریک برای جنس فیل‌ماهی و همچنین برای نماینده دوم آن، یعنی کالوگای آمور است.

در ایران، گونه فیل‌ماهی به دلیل رشد سریع‌تر و قابلیت انطباق بهتر با شرایط پرورشی به عنوان گونه اصلی جهت فعالیت های پرورشی انتخاب و در دستور کار قرار گرفته است و

1. Eurotherm 2. Eurohalin

گونه‌های دیگر از قبیل تاسماهی ایرانی و ازون‌برون در حد بسیار محدود و تحقیقاتی پرورش داده می‌شوند. از محدودیت‌های اصلی توسعه پرورش فیل‌ماهی می‌توان کمبود بچه فیل ماهی، بلوغ دیرهنگام و طولانی بودن دوره پرورش تا مولدسازی، کاهش شدید ذخایر طبیعی این گونه ذکر کرد. با توجه به اهمیت تنوع گونه‌ای ضروری است: اولاً سایر گونه‌ها از قبیل تاسماهی ایرانی، تاسماهی روسی، شیپ و ازون‌برون در توسعه پرورشی قرار گیرند. ثانیاً دورگه مناسب نظیر ماهی بستر به مجموعه پرورش تجاری افزوده شود، ثالثاً گونه‌های غیربومی در استان‌های مرکزی واجد مزارع پرورش ماهیان خاویاری توسعه یابند و مطالعات جامع روی آن‌ها صورت پذیرد تا طبق اصول زیست‌محیطی توسعه آبزی‌پروری گونه‌های زودبازده انجام شود.

شکل ۲- فیل‌ماهیان پرورشی در آب شیرین

شکل ۳- فیل‌ماهی پرورشی در آب لب شور دریای خزر

تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)

رده‌بندی و مشخصات ظاهری تاسماهی ایرانی

تاسماهی ایرانی یکی از باارزش‌ترین گونه‌های ماهیان خاویاری حوضه جنوبی دریای خزر است که طی دهه اخیر به عنوان گونه مناسب پرورشی جهت تولید خاویار به مزارع پرورش ماهیان خاویاری معرفی شده است و حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد از گله‌های مولدین پرورشی در مزارع خصوصی را تشکیل می‌دهد (صالحی و همکاران، ۱۳۸۸).

تاسماهی ایرانی یا قره‌برون به معنی پوزه سیاه تقریباً شبیه چالباش است. با این تفاوت که رنگ آن تیره‌تر و اندازه آن نیز بزرگ‌تر و خاویار آن مرغوب‌تر و بیشتر است. در قسمت پشتی این ماهی ۵ تا ۱۳، پهلوها ۲۱ تا ۴۲ و در قسمت شکم بین ۷ تا ۱۴ پلاک سخت استخوانی شکل وجود دارد. بدن کشیده و باریک است و ارتفاع بدن ۱۶/۸ درصد طول بدن است.

باله سینه‌ای نسبتاً کوچک است و اندازه آن ۸ تا ۱۵ درصد طول کل بدن است و دارای یک شعاع استخوانی ضعیف است که از آن برای تعیین سن ماهی استفاده می‌شود (شکل ۴) (بهمنی، ۱۳۸۴). قره‌برون انتشار وسیعی در همه بخش‌های دریای خزر دارد؛ اما تغذیه و زمستان گذرانی آن اساساً در جنوب و مرکز دریای خزر است و برای تخم‌ریزی به رودخانه‌های کورا، سفیدرود، گرگان‌رود و بعضی از رودخانه‌های سواحل ایران و حتی ولگا و اورال مهاجرت می‌کند. تاسماهی ایرانی به هنگام مهاجرت به رودخانه نزدیک به بستر حرکت می‌کند و وقتی‌که ارتفاع آب رودخانه زیاد باشد، این ماهی در نزدیک سواحل رودخانه حرکت می‌کند. ماهی قره‌برون برای تخم‌ریزی مهاجرت طولانی را در رودخانه انجام می‌دهد. این گونه برای تخم‌ریزی طی سال به رودخانه کورا مهاجرت می‌کند. ولی بیشترین مهاجرت آن در اردیبهشت و خرداد ماه است. در رودخانه ولگا تاسماهی ایرانی در ماه‌های اردیبهشت و خرداد جهت تخم‌ریزی مهاجرت می‌کند که اکثر آن در اواخر ماه اردیبهشت صورت می‌گیرد (بهمنی، ۱۳۷۷).

Kingdom	*Animalia*
Phylum	*Chordata*
Class	*Osteichthyes*
Subclass	*Actinoptergii*
Order	*Acipenseriformes*
Family	*Acipenseridae*
Subfamily	*Acipenserinae*
Genus	*Acipenser*
Species	*Acipenser persicus*
Species	*Acipenser stellatus*
Species	*Acipenser nudiventris*
Species	*Acipenser geuldenstadti*

زمـان مهـاجرت تخـم‌ریـزی تاسـماهی ایرانـی تحـت تـأثیر هیدرولوژی رودخانه، خصوصیات جریان و دمای آب و خصوصیات بیولوژیک ماهی قرار دارد. درجه حرارت مناسب تخم‌ریزی مـاهی تاسماهی ایرانی به‌طور قابل توجهی بـالاتر از تاسـماهی روسـی و معمولاً ۲۰ تا ۲۲ درجه سلسیوس است و هم‌آوری مطلق آن بین ۸۵ هزار تـا ۸۴۰ هـزار عـدد تخـم در نوسـان اسـت (حلاجیـان، ۱۳۷۷). رژیم غذایی تاسماهی ایرانی با تغییر سـن مـاهی تغییـر می‌کند و در نخستین سال، بچه‌ماهیـان روی بسـتر رودخانـه در پناهگاه از گاماریـده‌هـا، لارو کـرم خـونی، کـم تـاران، کورفیـد و مایسـیدها تغذیـه مـی‌کننـد. در بخـش شـمالی دریـای خـزر بچه‌ماهیان کوچک‌تر از طول کلـی ۴۰ سـانتی‌متـر، مایسـیدها و گاوماهیان را به عنوان غذا مورد مصرف قرار می‌دهند. درحالی‌کـه در بخش مرکزی و جنوبی دریای خـزر از گاماریـده‌هـا، نـرئیس، خرچنـگ‌هـا، شـگ‌ماهیـان (*Clupeidae*) و گاوماهیـان تغذیـه می‌کنند. قسمت عمده غذای تاسماهیان ایرانی در گروه‌های سنی جوان‌تر در دریا از ماهی تشکیل می‌شود، درحالی‌کـه گـروه‌هـای کاملاً رشد یافته از نرم‌تنان، خرچنگ‌ها و ماهی تغذیه مـی‌کننـد. ماهیان نر در سن ۸ سالگی و ماده‌ها در ۱۲ سالگی بالغ می‌شوند (بهمنی، ۱۳۷۸).

در شرایط پرورش در مخازن فایبرگلاس و بتنی در سـال اول به میانگین وزنی ۳۰۰ گرم و در سال دوم ۶۰۰ گرم و سال سـوم تا ۲ کیلوگرم می‌رسند (حسـینی و همکـاران، ۱۳۸۸؛ پـورعلی و همکاران، ۱۳۹۰) (شکل ۳). سن بلوغ در شرایط پرورشی ۱۰ تـا ۱۲ سال است (محسنی و همکاران، ۱۳۸۹). وزن مولدین در این

سن ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم و به طور متوسط ۲ کیلوگرم خاویار می دهد. درجه حرارت مطلوب برای تکثیر این ماهی ۲۲-۲۰ درجه سلسیوس است. گوشت و خاویار این گونه ارزش زیادی دارد. به‌طوری‌که گوشت آن ۱۱ درصد چربی و ۱۵/۶ درصد پروتئین (محسنی و همکاران، ۱۳۸۹) و خاویار آن ۱۶-۱۱ درصد چربی و ۲۷-۲۳ درصد پروتئین دارد.

شکل ۴- تاسماهی ایرانی پرورشی در آب شیرین سه ساله

ازون‌برون (*Acipenser stellatus*)

ماهی ازون‌برون دارای پوزه بلندی است. به‌طوری‌که طول پوزه آن حدود ۶۰ درصد طول سر را تشکیل می‌دهد. این گونه در حوضه دریاهای خزر، آزوف و سیاه زندگی می‌کند و در تمامی طول سواحل جنوبی و شمالی دریای خزر وجود دارد. در شرایط پرورشی در ۶ سالگی بالغ می‌شود. وزن مولد ماده در این سن ۱۰ تا ۱۴ کیلوگرم می‌رسد و ۱/۵ کیلوگرم خاویار قابل استحصال

دارد. گوشت این ماهی حاوی ۱۹ درصد پروتئین، ۸/۶ درصد چربی و خاویار آن حاوی ۲۴ درصد پروتئین و ۱۰/۸ درصد چربی است (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴). این ماهی ازجمله ماهیان خاویاری باارزش شیلاتی به شمار می‌رود (شکل ۵).

شکل ۵- ازون‌برون پرورشی

تاسماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*)

این ماهی در دریای خزر، آرال و سیاه زندگی می‌کند. بلوغ جنسی در شرایط پرورشی ۱۲-۹ سال است و ماهیان ماده یک سال در میان تخم ریزی می‌کنند. در سن ۱۰ سالگی در شرایط پرورشی حداکثر طول و وزن آن‌ها به‌ترتیب ۱۲۰ سانتی‌متر و ۱۶ کیلوگرم است. در این وزن مقدار خاویار قابل استحصال در شرایط پرورشی ۲/۲ کیلوگرم است. گوشت این ماهی حاوی ۱۰/۲ درصد چربی و ۱۸/۷ درصد پروتئین است (محسنی و

همکاران، ۱۳۸۹، بهمنی و همکاران، ۱۳۹۲). این ماهی یکی از باارزش‌ترین ماهیان خاویاری دریای خزر است (شکل ۶).

شکل ۶- تاسماهی شیپ پرورشی دو ساله

تاسماهی روسی یا چالباش (*Acipenser geuldenstaedtii*)

تاسماهی روسی در حوضه دریای سیاه، آزوف و خزر زندگی می‌کند. این ماهی در دریای آزوف رشد خوبی دارد؛ اما رشد آن در دریای خزر به مراتب بیشتر است. پوزه این ماهی در مقایسه با تاسماهی ایرانی کوتاه‌تر و گردتر است و سبیلک‌های آن به نوک پوزه نزدیک‌تر است. لب پایینی این ماهی در وسط دارای بریدگی است. اوج تخم‌ریزی این ماهی در دمای ۲۵-۲۱ درجه سلسیوس است. سن بلوغ جنسی در نرها از ۱۲-۹ سالگی و در ماده‌ها از ۱۲-۸ سالگی شروع می‌شود (*Holcik, 1989*). در شرایط پرورشی طی دو سال به وزن ۱۰۰۰-۸۰۰ گرم می‌رسند (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰). حداکثر طول و وزن آن‌ها به‌ترتیب به ۱۷۵ سانتی‌متر و ۶۴ کیلوگرم می‌رسد (شکل ۷).

شکل ۷- تاسماهی روسی پرورشی

تاسماهی سیبری (*Acipenser baeri*)

پراکنش این ماهی در نیمه شمالی کشور روسیه در حوضه رودخانه‌های سیبری از اوب تا کولیما است. از این ماهی به طول ۲ متر و وزن ۲۰۰ کیلوگرم نیز صید شده است. این گونه دارای سه نژاد است، نژاد رودخانه لنا که این نژاد به‌عنوان نژاد پرورشی در دنیا معرفی شده است، نژاد رودخانه ینی سی ئی، نژاد دریاچه بایکال. تاسماهی سیبری از گونه‌های باارزش تجاری است که از استعداد قابل توجهی برای پرورش در شرایط محصور برخوردار است. سریع‌الرشد بودن، مقاومت در مقابل نوسانات حرارتی، گستردگی و تنوع در رژیم غذایی و به خصوص کوتاه بودن دوره رسیدگی بلوغ جنسی، باعث شد که این گونه به‌عنوان یکی از گونه های اصلی در پرورش گوشتی ماهیان خاویاری آب شیرین معرفی شود. در شرایط طبیعی این گونه در طی یک دوره طولانی‌مدت ۱۵ تا ۱۶ ساله به بلوغ جنسی و خاویاردهی می‌رسد، درحالی‌که پرورش آن در شرایط محصور و با استفاده از رژیم غذایی مناسب می‌تواند این دوره را به ۵ الی ۶ سال کاهش

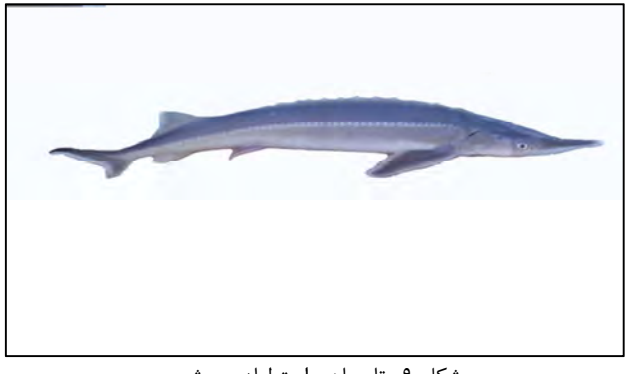
دهد. امروزه بسیاری از کشورهای اروپایی ازجمله فرانسه، چین، ایتالیا، روسیه، لهستان، اتریش و غیره مبادرت به پرورش گوشتی و استحصال خاویار از آن می‌کنند. ۱۰۰ درصد خاویار استحصالی کشور فرانسه در سال ۲۰۱۲ به میزان ۲۵ تن ازاین گونه بود (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ *Yazdani et al., 2016*)، (شکل ۸).

شکل ۸- تاسماهی سیبری پرورشی

تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*)

ماهی استرلیاد در سراسر حوضه‌های آبریز شمال دریای خزر و همچنین رودخانه‌های منتهی به دریای کارا و رودخانه دانوب شامل حوضه آبریز و زیرشاخه‌های آن زندگی می‌کند (*Holcik, 1989*). این ماهی در محیط طبیعی از لارو حشرات، سخت‌پوستان، اولیگوخت‌ها و نرم‌تنان و همچنین از زئوپلانکتون‌ها و تخم ماهیان تغذیه می‌کند. بلوغ جنسی در محیط‌های طبیعی در نرها ۵-۳ سالگی و در ماده ها ۸-۵ سالگی اتفاق می‌افتد. در این هنگام طول ماهی فقط ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر است و حداکثر طول آن به ۸۰ سانتی‌متر می‌رسد. با این وجود، در شرایط پرورشی زودتر بالغ می‌شود. کیفیت گوشت استرلیاد مطلوب است و در

کشور روسیه به قیمت خوبی بفروش می‌رسد. این ماهی مخصوص محیط آب شیرین است و در آبزی‌پروری کاربرد بسیار زیادی دارد. بخصوص در هیبریدگیری با گونه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد که مهم‌ترین آن هیبرید با فیل‌ماهی و تولید دورگه‌ای به نام بستر است. در سال ۱۳۸۳ گونه استرلیاد با وزن ۱ تا ۳ گرم از کشور مجارستان وارد کشور شد. پرورش در حوضچه های بتنی و استخرهای خاکی و با غذای دستی انجام شد و حتی به‌عنوان ماهی زینتی معرفی شد (پورعلی و همکاران،۱۳۹۱، تاتینا و همکاران، ۱۳۹۱). در بهار سال ۱۳۸۸، از ۱۸ مولد استرلیاد با وزن حدود ۸۰۰ گرم، خاویار استحصال شد (شکل ۹).



شکل ۹- تاسماهی استرلیاد پرورشی

ماهی خاویاری دورگه بستر

ماهی خاویاری بستر، دورگه‌ای به‌دست‌آمده از تلاقی تخمک فیل‌ماهی (*Huso huso*) ماده و اسپرم تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) نر است. این دورگه که برای نخستین بار در سال ۱۹۸۲ توسط *Nikoljukin* در روسیه تولید شد، به دلیل

برخورداری از رشد مناسب‌تر نسبت به والد نر خود (استرلیاد)، رسیدگی جنسی سریع‌تر نسبت به والد ماده خود (فیل‌ماهی)، توانایی زیستن در آب شیرین، قابلیت سازش با غذای دستی، سرعت رشد بالا و همچنین قدرت باروری مناسب، هم‌اکنون یکی از گزینه‌های اصلی پرورش تاسماهیان در آبزی‌پروری مونوکالچر و پلی‌کالچر جهان به شمار می‌آید. دامنه فعالیت‌های تولید و پرورش گونه‌های مختلف این ماهیان و دورگه‌های آن‌ها به کشورهایی ازجمله آلمان، فرانسه، ایتالیا، ژاپن، کشورهای اروپای شرقی، اسپانیا، چین، آمریکا و برخی کشورهای دیگر گسترش یافته است. حدود دو دهه است که دوره جدید پرورش این ماهیان در اروپا به منظور بهره‌برداری از گوشت و خاویار آن‌ها آغاز شده است (شکل ۱۰).

شکل ۱۰- دورگه بستر پرورشی

فصل دوم

کمیت و کیفیت آب

(حمیدرضا پورعلی، محمود بهمنی، محمود محسنی)

کیفیت منبع آب مورد استفاده

کیفیت آب تأثیر بسزایی در اقتصادی بودن پرورش فیل ماهیان دارد. اثرات سوء ناشی از کمبود اکسیژن در تاسماهیان، ۳ تا ۵ ساعت بعد از ایجاد شرایط مطلوب بهبود می‌یابد. حداقل شرایط فیزیکی و شیمیایی لازم برای رشد ماهیان خاویاری با تأکید بر گونه فیل‌ماهی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات کیفیت آب مناسب برای پرورش ماهیان خاویاری

مشخصات	دامنه مطلوب	مقایسه با منابع
درجه حرارت آب (سلسیوس)	۱۶ تا ۱۸	تا ۲۴ درجه سلسیوس نیز مناسب بود. ۱۶ تا ۲۱ درجه سلسیوس (کهنه شهری و آذری تاکامی، ۱۳۵۳) ۱۹ تا ۲۴ درجه سلسیوس (شفچنکو، ۱۹۹۸)
میزان اکسیژن محلول در آب برحسب (*mg/l*)	۷/۵ تا ۸/۳	۶ تا ۸ (کاکوزا، ۱۳۸۰)
میزان CO_2 محلول در آب برحسب (*mg/l*)	۱/۵ تا ۸	کمتر از ۱۰ (کاکوزا، ۱۳۸۰)
pH	۷/۲ تا ۸	۷ تا ۸ (کاکوزا، ۱۳۸۰)
سختی کل براساس کربنات کلسیم (*mg/l*)	تا ۵۰۰	در سختی آب ۱۸۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ مشکلی مشاهده نشد
آمونیاک (*mg/l*)	حداکثر ۰/۳	نباید وجود داشته باشد (کاکوزا، ۱۳۸۰)
نیترات (*mg/l*)	تا ۰/۸	—
نیتریت (*mg/l*)	صفر	صفر (کاکوزا، ۱۳۸۰)
فسفات (P_2O_5) (*mg/l*)	۰/۰۷۲	تا ۵۰ (کاکوزا، ۱۳۸۰)
سولفات‌ها (*mg/l*)	تا ۰/۲	تا ۵۰ (کاکوزا، ۱۳۸۰)
کلریدها (*mg/l*)	۰/۱	تا ۰/۱ (کاکوزا، ۱۳۸۰)
آهن (*mg/l*)	۰/۲	و یا حداکثر ۰/۰۱ (کاکوزا، ۱۳۸۰)

آب مورد استفاده در سیستم پرورش مراکز مورد بررسی محتوی نیترات (۰/۸ میلی‌گرم در لیتر در آب سفیدرود و مقدار ۶/۹ میلی‌گرم در لیتر در آب چاه) است که در pH بالا به آمونیاک تبدیل می‌شود. بهره‌برداری از سیستم هوادهی موجود 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، ۱۳۸۰). 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 (کهنه شهری و آذری تاکامی، ۱۳۵۳).

منابع تأمین آب می‌تواند آب های سطحی، آب زیرزمینی و آب لب‌شور دریای خزر 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. بهره‌برداری مستقیم از آب دریای خزر در صورت رعایت استانداردهای زیست‌محیطی امکان پذیر است. نکته مهم اینکه چون پساب این‌گونه مزارع مستقیماً به دریای خزر، بزرگ‌ترین زیستگاه تاسماهیان می‌ریزد، باید دقت کامل و جدیت لازم جهت رعایت استانداردهای زیست‌محیطی صورت پذیرد.

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 ساعات) بیشتر نشود، می‌تواند برای تأمین دبی آب مورد نیاز مفید باشد.

گل آلودگی 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 به اینکه 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 (نه هم‌زمان با پرورش) و استفاده از سیستم‌های هوادهی در این منبع آبی ضروری است و حتی در زمستان باید از هواده‌های مناسب استفاده شود. در هر صورت ضرورت دارد تا قبل از بهره‌برداری از آب در سیستم پرورش ماهی، نسبت به تهویه و افزایش اکسیژن آب اقدام کرد.

درجه حرارت آب

درجه حرارت مطلوب پرورش در رشد ماهیان تأثیر بسزایی دارد. دمای آب در بررسی‌های مختلف ۱۵ تا ۲۵ (کاکوزا، ۱۳۸۰)، ۱۹ تا ۲۴ (شفچنکو، ۱۹۹۸) و ۱۶ تا ۲۱ (کهنه شهری و آذری تاکامی، ۱۳۵۳) و درنهایت ۲۳ درجه سلسیوس با ۲ تا ۲/۵ درصد غذادهی (*Hung et al., 1993*) نتایج مطلوبی به‌دست آمده است. 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 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 به دنبال دارد. به‌طورکلی، ماهیان خاویاری به دلیل نیاز زیاد به اکسیژن، درجه حرارت‌های پایین‌تر را بهتر از درجه حرارت‌های بالاتر از حد مطلوب تحمل می‌کنند. دمای ۳۰ درجه سلسیوس، حداکثر دمایی است که ماهی می‌تواند برای مدت طولانی و بدون بروز تلفات زنده بماند؛ بنابراین، به‌طور خلاصه رشد ماهی خاویاری در حدفاصل دمای آب ۹ تا ۲۷ درجه سلسیوس انجام می‌شود.

اکسیژن محلول آب

اکسیژن محلول در آب ۸ میلی‌گرم در لیتر و میزان $CO2$ آن نباید از ۸ میلی‌گرم در لیتر بالاتر رود. حداقل میزان اکسیژن محلول آب برای ماهیان خاویاری حدود ۶-۵ میلی‌گرم در لیتر است و در سطح ۴ میلی‌گرم در لیتر باعث تأخیر در رشد و ایجاد شرایط مطلوب برای بروز بیماری‌های انگلی فرصت‌طلب، در ماهیان خاویاری می‌شود. میزان نیاز واقعی به اکسیژن در اولویت اول تحت تأثیر شدت سوخت‌وساز بدن است و میزان هوادهی به استخرهای پرورشی ماهیان خاویاری می‌تواند علاوه بر آن به شکل هندسی استخر، نوع سیستم پرورشی و نوع هوادهی بستگی داشته باشد. با افزایش درجه حرارت و سن ماهی نیاز اکسیژن نیز بیشتر می‌شود. افزایش سوخت‌وساز در درجه حرارت‌های بالاتر موجب

افزایش میزان دی اکسید 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 حوضچه های 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 یک واحد تجاری عوارض کمبود اکسیژن از زمانی شروع می‌شود که میزان اکسیژن آب به کمتر از ۶ میلی‌گرم در لیتر برسد. در شرایط بحرانی که عواملی از قبیل کاهش دبی آب و یا گرم شدن 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. میزان شوری رابطه معکوس با اکسیژن محلول دارد؛ یعنی آب های 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*) آب پرورش

کمیت *pH* آب بیانگر حالت اسیدی، قلیائی یا خنثی بودن آن است. کیفیت آب محیط پرورشی از لحاظ *pH* برابر ۸/۵-۷/۵ است. برای پرورش ماهیان خاویاری بهتر است آب مورد استفاده جهت پرورش خنثی تا کمی قلیائی باشد (*pH* = ۸-۷). *pH* بحرانی کمتر از ۶ و بیشتر از ۸/۵ است. این گونه‌ها نسبت به

تغییرات pH بسیار حساس هستند و محیط‌های اسیدی و یا قلیایی می‌تواند تأثیرات منفی بر میزان رشد و بقاء ماهیان پرورشی بر جای گذارد؛ اما شدت حساسیت نسبت به محیط های قلیایی به‌واسطه تبدیل یون آمونیم (NH_4^+) به آمونیاک بیشتر است. آمونیاک ماده اصلی حاصل از متابولیسم پروتئین‌ها است. وجود یون آمونیم اثرات منفی برای بقاء ماهی در برندارد. درصورتی‌که 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 و جداً باید از راکد ماندن آب و ورود فیتوپلانکتون‌ها و جلبک‌ها در محیط آب با تمیز کردن مداوم توری‌ها و صافی ورودی سیستم پمپاژ جلوگیری کرد (پورعلی و محسنی، ۱۳۸۶).

سختی آب

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 و در این حالت میزان شوری حدود ۹ گرم در لیتر خواهد بود. آب لب شور دریای خزر ممکن است تحت شرایط طبیعی سواحل دریا و جریانات دریایی دارای نوسانات ۴ تا ۱۳ گرم در لیتر شوری باشد (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۹).

دبی مطلوب آب برای پرورش ماهیان خاویاری در سیستم آب‌رسانی باز

در سیستم آب‌رسانی باز[1] تراکم پرورش فیل‌ماهی به نوع سیستم پرورش و برنامه تولید بستگی دارد. بررسی توجیه اقتصادی تراکم پرورش ماهیان خاویاری از مهم‌ترین شاخص‌ها برای طراحی برنامه تولید است. در جدول ۲ نتایج آماری حاصل از زیست‌سنجی‌های ماهانه فیل‌ماهیان پرورشی ملاک دبی مطلوب در کلاسه‌های وزنی متفاوت است (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۹).

1 Flow-through system

جدول ۲- دبی مطلوب آب برای فیل‌ماهی در کلاسه‌های وزنی متفاوت

کلاسه وزنی فیل‌ماهیان پرورشی	دبی (لیتر در ثانیه) در دو محیط آب لب‌شور و شیرین		مقایسه نتایج
۲۰-۳ گرم	۰/۲ تا ۰/۵	۰/۲ تا ۰/۵	در این دامنه از دبی آب بازدهی تولید در آب لب‌شور برتری دارد
۲۰۰-۲۰ گرم	۰/۴ تا ۰/۵	۰/۴ تا ۰/۵	بازدهی تولید در آب لب‌شور برتری دارد
۷۴۰-۳۲۵ گرم	۰/۵ تا ۱	۰/۵ تا ۱	بازدهی تولید در آب لب‌شور برتری دارد
۱۲۵۰-۶۵۰ گرم	۰/۵ تا ۱/۵	۰/۵ تا ۱/۵	بازدهی تولید در آب لب‌شور برتری دارد
۲۰۰۰-۱۰۰۰ گرم	۰/۵ تا ۱/۵	۰/۵ تا ۱/۵	در این دامنه دبی آب بازدهی تولید در دو محیط یکسان است.
۳۰۰۰-۲۰۰۰ گرم	۱ تا ۱/۵	۱ تا ۱/۵	در این دامنه دبی آب بازدهی تولید در دو محیط یکسان است.
۸۰۰۰-۳۰۰۰ گرم	۱ تا ۳	۱ تا ۳	در این دامنه دبی آب بازدهی تولید در دو محیط یکسان است.

فصل سوم

پرورش ماهیان خاویاری

(حمیدرضا پورعلی، محمود بهمنی، محمدعلی یزدانی،
ایوب یوسفی جوردهی، نعمت پیکران مانا، محمود
محسنی، محمود شکوریان، میرحامد سیدحسنی)

مراحل پرورش ماهیان خاویاری

پرورش در سال اول

سازگاری بچه‌ماهیان خاویاری به غذای دستی در اوزان پایین تر نتایج موفق‌تری در رشد خواهد داشت (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۲). برای پرورش بچه‌ماهیان خاویاری بعد از طی دوره سازگاری به غذای دستی، پرورش تا وزن ۶۰۰ تا ۹۰۰ گرم از مخازن فایبرگلاس با ابعاد ۰/۵۳ ×۲×۲ متر، استفاده می‌شود. این مخازن دارای حجم کل ۲ مترمکعب و حجم مفید آبگیری ۱/۴ مترمکعب هستند که طی دوره سازگاری میزان آبگیری نباید از ۸۰۰ لیتر بالاتر رود. شکل‌های ۱۴-۱۱ لارو و بچه‌ماهیان خاویاری را در مخازن فایبرگلاس در مرحله تغذیه فعال لاروی و بچه‌ماهیان سازگاری شده به غذای کنسانتره نشان می‌دهد.

شکل ۱۱- تراکم لارو ماهیان خاویاری

شکل ۱۲- پرورش لارو ماهیان خاویاری

شکل ۱۳- بچه تاسماهی ایرانی پرورشی

شکل ۱۴- بچه تاسماهی شیپ پرورشی

سازگاری تدریجی لارو و بچه‌ماهیان خاویاری به غذای دستی

برای پرورش متراکم ماهیان خاویاری عادت‌دهی آن‌ها به تغذیه با غذای دستی ضروری است. لارو ماهیان خاویاری در آغاز تغذیه فعال برای حداقل ۷ روز نیاز به تغذیه با غذای زنده ناپلی آرتمیا و سپس دافنی و یا کرم خونی (شیرونومیده) به میزان ۵۰ درصد وزن بدن دارند. تراکم غذای زنده در حوضچه‌ها نباید پس از تغذیه کامل لارو، از ۵۰ عدد ناپلی آرتمیا در هر لیتر کمتر باشد. از روز هشتم به همراه غذای زنده آرتمیا و دافنی و یا شیرونومیده به میزان ۳۰ درصد وزن بدن اقدام به معرفی غذای کنسانتره با سطوح پروتئین ۵۵-۵۲ درصد، چربی ۲۰-۱۸ درصد که با استفاده از ترکیبات غذایی نظیر پودر ماهی کیلکا، پروتئین هیدرولیز شده آبزیان، اسیدهای آمینه آزاد متیونین، لایزین و فیبر کمتر از ۳ درصد برای فراهم‌سازی زمینه سازگاری به غذای دستی مناسب

است. دفعات غذادهی بیشتر تأثیر معنی‌داری در میـزان بازمانـدگی لاروها دارد. بررسی‌ها نشان داده که ۱۲ بار غـذادهی بـه لاروهـا بـا جیره محتوی جاذب‌های غذایی باعث بهبودی درصد بازماندگی تـا ۷۵ درصد در لارو تاسماهی ایرانی و ۹۵ درصد در فیل ماهیان شده است (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۲) (جدول ۳).

جدول ۳- برنامه سازگارسازی غذایی لارو ماهیان خاویاری چهار روز پس از تغذیه فعال در آب لب‌شور و آب شیرین

ردیف	نوع غذا	اندازه غذا (میکرون)	وزن تر به درصد	روزهای تغذیه
۱	زنده (آرتمیا)	۴۰-۲۰	۵۰	روز نخست تا روز پنجم
۲	زنده (آرتمیا، دافنی)	۱۰۰-۵۰	۳۰	روز پنجم تا دهم
۳	زنده (شیرونومیده خردشده و دافنی) و کنسانتره لاروی	بیش از ۱۰۰	۲۰ و ۱۰	کاهش درصد غذای زنده و افزایش درصد غذای کنسانتره از روز دهم تا بیستم

از روز دهم با کاهش تدریجی غـذای زنـده و افـزایش غـذای کنسانتره از ۲ درصد تا ۱۰ درصد وزن بدن و همچنـین افـزایش اندازه غـذا از ۱۰۰ میکـرون بـه ۵۰۰ میکـرون، درنهایـت شـاهد افـزایش وزن لاروهـا بـه ۲۰۰ تـا ۵۰۰ میلـی‌گـرم یافـت کـه در گونه‌های مختلف متفاوت است.

بـرای سـازگاری بچـه‌ماهیـان خاویـاری بـه‌صـورت تـدریجی بچه‌ماهیان با غذای آغازگر با قطر ۰/۸ میلی‌متر و مشخصات ۵۲-۴۷ درصد پروتئین خام، ۲۰-۱۶ درصد چربی خام در حداقل ۵ نوبت در شبانه‌روز طی ساعات ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰ و ۲۴ به میـزان ۱۰-۵ درصـد وزن بدن در روز تغذیه می‌شوند. در روزهای آغازین تغذیه ۱۰ درصد

وزن بدن و به تدریج از مقدار آن کاسته می‌شود و در روزهای پایانی به ۵ درصد وزن بدن کاهش می‌یابد. تراکم پرورشی در این مرحله ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم در مترمربع و میزان دبی آب ۰/۰۶ تا ۰/۳ لیتر در ثانیه (با توجه به گونه پرورشی) است (محسنی و همکاران، ۱۳۸۹؛ پورعلی و همکاران، ۱۳۸۹) (جدول ۴ و شکل ۱۵).

جدول ۴- برنامه عادت‌دهی غذایی بچه فیل‌ماهی و تاسماهی ایرانی در آب لب‌شور و آب شیرین

ردیف	نوع غذا	وزنِ تَر به درصد	روزهای تغذیه
۱	توقف ۶ ساعته تغذیه به دلیل سازگاری به تغییرات محیطی و استرس‌های ناشی از انتقال		روز نخست
۲	زنده (آرتمیا)	۳۰ تا ۲۰	از روز ۲ تا ۴
۳	زنده (آرتمیا، شیرونومیده)	در مجموع تا ۳۰	از روز ۵ تا ۸
۴	مخلوط غذای زنده و مرطوب	هر کدام ۱۰	از روز ۸ تا ۱۰
۵	زنده و کنسانتره (خشک)	۵ و ۸	از روز ۱۱ تا ۱۵
۶	کنسانتره	۵	از روز ۱۶ تا ۲۰

شکل ۱۵- بچه تاسماهی ایرانی سازگار شده به غذای کنسانتره

تغذیه لارو به غذای دستی بدون برنامه سازگاری

در بررسی‌ها، برای دستیابی به غذای آغازین مناسب لارو فیل‌ماهی برای تغذیه، بدون دوره سازگاری به غذای دستی با برنامه تغذیه هشت بار در روز، غذای کنسانتره فرموله شده موسسه تاسماهیان طی ۲۸ ساعت اول غذادهی مورد استفاده کامل (۱۰۰ درصدی) توسط لاروها قرار گرفتند. عادت به گرفتن غذای گرانوله شده در سایر غذاها نظیر غذای بیومار در روز سوم مشاهده شد. میزان بقای لاروها در پایان دوره پرورش با استفاده از غذای فرموله شده موسسه که به‌صورت ۱۰۰ درصد کنسانتره در اختیار لاروها قرار می‌گرفت ۸۵ درصد بود. حداکثر آن مربوط به غذای زنده برابر ۹۸ درصد تعیین شد. میزان بقا با غذاهای اورفا و بیومار به ترتیب ۹۰ و ۴۵ درصد به دست آمد. غذای کنسانتره که به‌صورت خمیری مخلوط با ۱۰ درصد گاماروس استفاده شد، نسبت به سایر غذاهای وارداتی تأثیر بیشتری در روند رشد لاروها داشت. لارو فیل‌ماهی در اوزان متوسط ۴۸ تا ۵۰ میلی‌گرم می‌تواند به‌خوبی از غذای کنسانتره استفاده نماید (محسنی و همکاران، ۱۳۸۶؛ *Pourali et al., 2009*).

معرفی ماهیان خاویاری به استخرهای خاکی

استخر خاکی مناسب پرورش ماهیان خاویاری برای تولید گوشت است. مشروط بر اینکه دیواره استخرها دارای غشای پوشش عایق آبی (ژئوممبران) باشد. در شرایط بهره‌برداری از جریان آب یک‌طرفه باز استخرها باید دارای سیستم آب‌رسانی با قابلیت تعویض آب ۷ روزه باشند. در صورت استفاده از سیستم

مکانیزه مورد نیاز برای آب برگشتی می‌توان از روش پرورش متراکم برای مرحله پرواری بدون برنامه تولید مولد استفاده کرد. به‌طورکلی عمق استخرهای خاکی ۳ متر است.

در مقایسه رشد تعداد ۵۰۰ عدد فیل‌ماهی در ۶ استخر خاکی ۱۵۰۰ مترمربعی تحت تأثیر غذای ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین و مقدار چربی ۸، ۱۲ و ۱۶ درصد نشان داد که برای پرورش گونه فیل‌ماهی در شرایط استخر خاکی که از تولیدات غذایی طبیعی نیز استفاده می‌شود، نیاز به جیره غذایی با میزان پروتئین ۳۷ تا ۴۲ درصد و مقدار چربی ۱۲ تا ۱۶ درصد است. به‌طوری‌که در ماهیان با وزن متوسط ۷۷ گرم تا ۱۵۰ گرم، مقادیر پروتئین و چربی به‌ترتیب ۴۲ و ۱۲ درصد و در ماهیان با وزن متوسط ۱۵۰ گرم تا ۵۵۰ گرم مقادیر پروتئین و چربی به‌ترتیب ۴۰ و ۱۶ درصد تأثیر معنی‌دار بر رشد فیل ماهیان دارد (شکل ۱۶). این در حالی است که جیره‌های غذایی حاوی ۳۰ درصد پروتئین و ۸ درصد چربی حداقل میزان تأثیر را بر رشد ماهیان مورد مطالعه داشت. به همین دلیل پس از ۲۲ روز پرورش و ایجاد اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها این تیمار از بررسی حذف و تیمار سطح ۴۵ درصد پروتئین به آزمایش اضافه شد. براساس نتایج آماری غذا با پروتئین ۴۰ درصد و چربی ۱۲ درصد در روزهای ۳۴، ۴۸ و ۶۳ نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. از این رو جهت تغذیه ماهیان خاویاری پرورشی به ازای هر ۲۰ متر طول دیواره استخر یک ظرف غذا مورد نیاز است. مقدار غذای روزانه به طور دقیق در ساعات تغذیه و در تمامی ظروف غذادهی توزیع می‌شود. میزان غذادهی برای تغذیه ۵۵۰

عدد فیل‌ماهی ۳۵ گرمی با درصدهای ۴، ۸ و ۱۲ درصد وزن توده زنده نشان داد که مطلوب‌ترین درصد غذادهی ۴ درصد وزن بدن است. در بهترین شرایط پرورشی، غذادهی بیشتر از ۴ درصد وزن بدن توجیه اقتصادی ندارد. در این صورت ضریب تبدیل غذا حداقل و ضریب چاقی مقدار قابل قبولی دارد. درصد غذادهی برای وزن کمتر از ۳۵ گرم می‌تواند بیشتر از ۴ درصد باشد. نتایج درصدهای مختلف غذادهی نشان داد که در تیمار ۴ و ۸ درصد فیل‌ماهیان از رشد مناسبی برخوردارند. فیل‌ماهیان می‌توانند غذای در دسترس را تقریباً ۲ برابر بیشتر از حد نیاز مصرف کنند. ارائه غذا بیش از مقدار فوق‌الذکر باعث کاهش رشد و افزایش هزینه‌های پرورش می‌شود. نتایج بررسی تراکم در استخرهای خاکی با تیمارهای ۰/۵، ۱ و ۱/۵ کیلوگرم در مترمربع از وزن ۸۰۰ تا ۴۵۰۰ گرم نشان می‌دهد که مناسب‌ترین تراکم اولیه تا ۶۰۰ گرم در مترمربع است و با افزایش آن به یک کیلوگرم در مترمربع با غذای ۳۵ درصد پروتئین و ۱۲ درصد چربی و درنهایت ۳ درصد غذادهی براساس بیوماس، کاهش معنی‌داری در رشد فیل‌ماهیان به وجود می‌آید (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۶). ارائه یک طرح اقتصادی برای پرورش تاسماهیان در اولویت نخست در استخرهای خاکی مخصوص ماهیان خاویاری و سپس در حوضچه‌های بتنی نسبت به پرورش این گونه‌های باارزش در مخازن فایبرگلاس مقرون‌به‌صرفه‌تر است (شکل‌های ۱۶، ۱۷ و ۱۸) (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۲).

شکل ۱۶- پرورش گونه فیل‌ماهی در استخرهای خاکی با تراکم آغازین ۰/۵ کیلوگرم در مترمربع

شکل ۱۷- پرورش گونه فیل‌ماهی در استخرهای بتنی

پرورش در سال دوم

در سال دوم پرورش، فیل‌ماهیان در حوضچه بتنی مدور ۱۲ تا ۵۰ تنی با ارتفاع آبگیری یک متر و تراکم نگهداری ۱۰ تا ۱۵ کیلوگرم در مترمربع و میزان غذادهی ۴ تا ۵ درصد وزن بدن پرورش داده می‌شوند (پورعلی و همکاران،۱۳۹۰). گونه تاسماهی

ایرانی (محسنی و همکاران، ۱۳۸۹) و ازون‌برون (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴) با تراکم ۶ تا ۱۰ کیلوگرم در مترمربع پرورش می‌یابند (جدول‌های ۵و۶). مشخصات حوضچه‌های پرورش به شرح ذیل است:

۱- عمق آبگیری حوضچه‌ها بین ۰/۷ تا ۱/۲ متر
۲- مساحت حوضچه‌ها بین ۴ تا ۱۶ مترمربع
۳- درجه حرارت آب بین ۱۶ تا ۲۴ درجه سلسیوس
۴- تعویض آب حوضچه‌ها (تبادل آب حوضچه) ۰/۵ تا یک لیتر در ثانیه است.
۵- تراکم آغازین ماهیان ۱۰ تا ۱۵ کیلوگرم در مترمربع برای گونه فیل‌ماهی و ۶ تا ۱۰ کیلوگرم در مترمربع برای تاسماهی ایرانی و ازون‌برون (تراکم بستگی به اندازه ماهی دارد).
۶- ضریب تبدیل غذا برحسب ماده خشک ۱/۷-۱/۳ واحد
۷- درصد بازماندگی ماهیان دو تا سه سال ۹۵-۹۰ درصد (۱۰-۵ درصد تلفات) است.
۸- کاهش تراکم و رقم بندی ماهیان در تراکم نهایی ۳۰ کیلوگرم در مترمربع انجام می‌شود.

در سال دوم دو بار در روز به ماهیان غذادهی می‌شود. حداکثر مقدار غذای روزانه می‌تواند تا سه درصد وزن بدن افزایش یابد (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۹؛ یوسف‌پور، ۱۳۸۲). در پایان هر فصل پرورش و یا هر دوره رشد ماهیان با استفاده از دستگاه جداساز[1] سه تا چهار بار رقم‌بندی می‌شوند

1. Sorting

(یزدانی و همکاران، ۱۳۹۰). در سال اول پرورش رقم‌بندی در چند مرحله پایان فصل بهار قبل از افزایش دمای آب به ۲۸ درجه سلسیوس، پایان فصل پاییز قبل از کاهش دمای آب به ۱۲ درجه سلسیوس و درنهایت پایان سال انجام می‌شود. رقم‌بندی ماهیان در سال نخست پرورش براساس فاکتور وزن و طول کل است (شکل‌های ۱۹و۲۰).

جدول ۵- میزان تراکم ماهیان خاویاری
یک‌ساله (مخازن فایبرگلاس ۲ مترمکعبی) و دوساله (حوضچه بتنی)

وزن ماهی (گرم)	فیل‌ماهی (عدد)	تاسماهی ایرانی و ازون‌برون و شیپ (عدد)	ملاحظات
۳ تا ۲۰	۱۲۰۰ تا ۴۰۰	۷۰۰ تا ۲۰۰	تعداد در حوضچه فایبرگلاس ۲ مترمکعبی (در شرایط آب لب‌شور دریای خزر و آب شیرین)
۲۰ تا ۱۰۰	۴۰۰ تا ۲۰۰	۲۰۰ تا ۶۰	
۱۰۰ تا ۲۵۰	۴۰۰ تا ۲۰۰	۶۰ تا ۴۰	
۲۵۰ تا ۱۰۰۰	۲۰۰ تا ۵۰	۴۰ تا ۳۰	
۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰	۱۵ تا ۱۰	۸ تا ۶	تعداد در مترمربع در حوضچه بتنی گرد با مساحت ۱۲ مترمربع (در شرایط آب لب‌شور دریای خزر و آب شیرین)
۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰	۱۰ تا ۷	۶ تا ۳	
۵۰۰۰ تا ۸۰۰۰	۷ تا ۵	۳ تا ۲	

(محسنی و همکاران، ۱۳۸۴؛ پورعلی و همکاران، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۹)

جدول ۶- میزان دبی آب (لیتر در ثانیه) مورد نیاز پرورش ماهیان خاویاری یک‌ساله (در مخازن فایبرگلاس ۲ مترمکعبی) و دوساله (در حوضچه بتنی)

وزن ماهی (گرم)	فیل‌ماهی	تاسماهی ایرانی و ازون‌برون و شیپ	ملاحظات
۳ تا ۲۰	۰/۱ تا ۰/۵	۰/۰۶ تا ۰/۵	تعداد در مخازن فایبرگلاس ۲ مترمکعبی (در شرایط آب لب‌شور دریای خزر)
۲۰ تا ۱۰۰	۰/۵ تا ۱	تا ۰/۵	
۱۰۰ تا ۲۵۰	۰/۵ تا ۱	۰/۵ تا ۱	
۲۵۰ تا ۱۰۰۰	۰/۵ تا ۱/۵	۰/۵ تا ۱	
۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ و بالاتر	۰/۵ تا ۳	۰/۵ تا ۱/۵	تعداد در مترمربع در حوضچه بتنی گرد با مساحت ۱۲ مترمربع (در شرایط آب لب‌شور دریای خزر)

(پورعلی و همکاران، ۱۳۸۹)

شکل ۱۸- پرورش فیل‌ماهی در مخازن فایبرگلاس

شکل ۱۹- تاسماهی ایرانی پرورشی

شکل ۲۰- ازون‌برون پرورشی

ویژگی غذای کنسانتره ماهیان خاویاری

کنسانتره مناسب برای تغذیه ماهیان خاویاری پرورشی مخلوطی از پودر ماهی، کنجاله سویا، ضایعات گندم، پروتئین هیدرولیز شده آبزیان، پودر استخوان، مخمر، مکمل‌های معدنی و ویتامینه است که براساس نیازهای تاسماهیان با درصدهای مختلف مخلوط و پلیت می‌شوند. در مجموع غذای کنسانتره تمامی نیازمندی‌های غذایی نظیر اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب، ویتامین‌ها و مواد معدنی و آنزیم‌های مهم متابولیک و مکمل‌های محرک رشد و ایمنی و سایر ترکیبات مؤثر را به‌صورت هدفمند تأمین می‌کند. ارزش بیولوژیک و متابولیک این ترکیبات در فرایند غذاسازی حفظ می‌شود. بهترین روش تهیه غذا به‌صورت هیدرولیز شده در فرایند تدریجی پخت به دست می‌آید. از سایر نشانه‌های کیفی غذای تاسماهیان می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (محسنی و همکاران، ۱۳۸۶؛ حسینی و همکاران، ۱۳۸۸):

۱- غذای کنسانتره تاسماهیان باید در سطح بالای کیفیت (۳۷/۵ تا ۵۲ درصد پروتئین خام و ۱۲ تا ۲۰ درصد چربی خام) و عاری از بو و کپک‌زدگی باشد.
۲- رنگ غذا باید تیره باشد.
۳- رطوبت غذا از ۱۰ درصد تجاوز نکند.
۴- خرده‌های غذایی کمتر از ۵ درصد باشد.
۵- غذا در آب برای مدت ۲۰ دقیقه پایدار باشد.
۶- درصد وزنی چربی قبل از وارد نمودن روغن به جیره ۱۰ درصد و بعد از ورود چربی ۲۰-۱۵ درصد باشد.

۷- درصد کربوهیدرات‌ها حداکثر ۲۵ درصد باشد.
۸- درصد سلولزهای مرطوب ۳ درصد باشد.
۹- درصد خاکستر ۶-۱۰ درصد باشد.
۱۰- اندازه قطعات غذا باید متناسب با اندازه دهان ماهی باشد (شکل ۲۱).

شکل ۲۱- کنسانتره مخصوص ماهیان خاویاری

تراکم پرورش

تراکم پرورش فیل ماهی به سیستم پرورش و برنامه تولید بستگی دارد. بررسی توجیه اقتصادی تراکم مورد نظر از مهم‌ترین شاخص‌ها برای طراحی برنامه تولید است (بهمنی، ۱۳۹۵). در جدول ۷ نتایج آماری حاصل از زیست‌سنجی‌های ماهیانه فیل‌ماهیان پرورشی در سیستم جریان آب یک‌طرفه باز ملاک نرم تراکم در کلاسه‌های وزنی متفاوت است.

جدول ۷- میزان تراکم ماهیان خاویاری در کلاسه‌های وزنی مختلف در شرایط آب لب‌شور و شیرین

کلاسه وزنی فیل‌ماهیان پرورشی	تراکم کشت (کیلوگرم در مترمربع)		مقایسه نتایج
	آب لب‌شور	آب شیرین	
۲۰-۳ گرم	۲ تا ۵	۱ تا ۴	بررسی تراکم ۱۵۰۰ گرم در لیتر در آب لب‌شور برتری دارد.
۲۰۰-۲۰ گرم	۲ تا ۸	۲ تا ۸	تراکم ۱/۵ و ۲ کیلوگرم در مترمربع در آب لب‌شور برتری دارد.
۷۴۰- ۳۲۵ گرم	۵ تا ۱۰	۴ تا ۸	تمامی تراکم‌های آب لب‌شور برتری دارد.
۱۲۵۰-۶۵۰ گرم	۸ تا ۱۵	۵ تا ۱۰	تراکم‌های ۵، ۷/۵ و ۱۰ کیلوگرم در مترمربع در آب لب‌شور برتری دارد.
۲۰۰۰ -۱۰۰۰ گرم	۱۰ تا ۱۵	۸ تا ۱۵	-
۳۰۰۰-۲۰۰۰ گرم	۱۵ تا ۳۰	۱۰ تا ۲۵	-
۸۰۰۰-۳۰۰۰ گرم	۱۵ تا ۵۰	۱۵ تا ۴۰	-

بنابراین، در سیستم آب‌رسانی باز (یک‌طرفه) مناسب‌ترین تراکم کشت برای پرورش بچه فیل‌ماهی با وزن ۳ تا ۲۰ گرم، ۲-۱ کیلوگرم در مترمربع، برای فیل‌ماهیان ۲۰۰-۲۰ گرمی، ۲ کیلوگرم در مترمربع، برای فیل ماهیان ۱۲۵۰-۳۲۵ گرمی، ۴ تا ۵ کیلوگرم در مترمربع و برای فیل‌ماهیان ۳۰۰۰ -۱۰۰۰ گرمی، به‌ترتیب تراکم ۱۰-۸ کیلوگرم در مترمربع توصیه می‌شود (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۹).

استخرهای مناسب پرورش ماهیان خاویاری

استخرهای مناسب برای پرورش ماهیان خاویاری شامل حوضچه‌های فایبرگلاس، استخرهای بتنی گرد و هشت‌ضلعی و استخرهای خاکی با کف عایق است.

مخازن فایبرگلاس

حجم محدود این مخازن، چرخش کامل آب، تعویض سریع آب، شستشوی راحت، وزن سبک، سهولت در کنترل بیماری ها و مراقبت‌های بهداشتی شرایط مناسبی را برای بچه‌ماهی‌ها فراهم می‌کند. با استفاده از این حوضچه‌ها امکان رقم‌بندی برحسب نیاز به‌خوبی فراهم است. حوضچه‌های دو تنی به مساحت ۳/۹ مترمربع و عمق ۵۳ سانتی متر برای پرورش تا وزن ۹۰۰ گرم و ۴ تنی به مساحت ۴/۲ مترمربع و عمق ۱/۸ متر برای پرورش در وزن یک تا ۳ کیلوگرم و حوضچه های فایبرگلاس به مساحت ۱۲ مترمربع و عمق ۲ متر برای پرورش در اوزان بیش از ۳ کیلوگرم مناسب است. با توجه به قیمت آن در بازار بهتر است برای تولید در سال اول مورد استفاده قرار گیرد.

روند رشد فیل ماهی در وان فایبرگلاس با تراکم اولیه ۲۵ عدد در مترمربع معادل ۱/۳ کیلوگرم در مترمربع، پس از ۱۵۵ روز پرورش از ۵۰ گرم به ۳۲۴ گرم رسید. تراکم نهایی در این وزن ۸/۳ کیلوگرم در مترمربع به دست آمد. ضرایب تبدیل غذا، سرعت رشد ویژه و ضریب چاقی به ترتیب ۱/۴، ۱/۳ و ۰/۴۳ محاسبه شد. روند رشد فیل ماهی در مخازن فایبرگلاس با تراکم اولیه ۳۵ عدد در مترمربع معادل ۲/۲ کیلوگرم در مترمربع، پس از ۶۴ روز پرورش از وزن ۳۵ گرم به ۱۵۴ گرم رسید. تراکم نهایی در این

وزن ۹/۴ کیلوگرم در مترمربع به دست آمد. ضرایب تبدیل غذا، سرعت رشد ویژه و ضریب چاقی به‌ترتیب ۲/۵، ۳ و ۰/۳۷ محاسبه شد. تراکم ۳۵ عدد در متر مکعب در دریای سیاه در شوری ۴ تا ۸ گرم در لیتر برای پرورش گونه فیل‌ماهی مطلوب گزارش شد (*Kozolov, 1993*). در این رابطه تراکم، تأثیر محدودکننده‌ای بر رشد نداشت و با توجه به ۱/۳، ۲/۲ کیلوگرم ماهی در هر مترمربع در شروع و به‌ترتیب ۸/۳، ۹/۴ کیلوگرم در مترمربع در پایان طرح، رشد ماهیان مناسب بود. از سوی دیگر طبقات وزنی در بین تکرارها و حتی در داخل هر تکرار مشاهده نشد که بیانگر عدم وجود عامل منفی در ویژگی قلمرو طلبی گونه فیل‌ماهی است (*Sbikin & Budayev, 1991*). فیل‌ماهیان در تراکم ۵ تا ۱۲ کیلوگرم در حوضچه‌های فایبرگلاس طی یک دوره پرورش به وزن ۹۵۰ گرم رسیدند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۰).

استخر بتونی گرد

استخر بتنی گرد کاربرد وسیعی در پرورش ماهیان خاویاری دارند. در این حوضچه‌ها حالت چرخش جریان آب در طول یک دیواره مرکزی است. آب از یک‌سو وارد و از همان طرف به جهت مخالف یا از لوله تعبیه شده در وسط استخر خارج می‌شود. حد بهینه نسبت عمق به قطر از دیدگاه هیدرولیکی ۱ به ۳ تا ۵ است. جریان ورودی به‌وسیله یک لوله از حاشیه داخلی یا لوله‌های سوراخ‌دار در شعاع دایره که با افق زاویه ۲۰ تا ۵۰ درجه دارد، وارد می‌شود. این میزان زاویه، گردش افقی و عمودی را در تعادل نگه می‌دارد. از استخرهای گرد با قطر ۳ متر، می‌توان برای ماهیان تا وزن ۵ کیلوگرم و با قطر ۶ متر برای نگهداری ماهیان

تا وزن بازاری بالای ۷ کیلوگرم استفاده کرد. برای پرورش مولدین فیل‌ماهی نیاز به استخر بتنی با قطر ۱۰-۸ متر است. از مزیت‌های این استخرها می‌توان به نکات ذیل اشاره کرد:

۱- آب ورودی کمتری نسبت به حوضچه‌های مستطیل مورد نیاز است.

۲- فرصت شنا و حرکت در جهت جریان آب و یا خلاف آن را برای ماهیان ممکن می‌سازد.

۳- برای ساخت استخر گرد (فایبرگلاس، بتونی، چوب و غیره) نسبت به استخرهای دراز در صورت مساوی بودن سطح، نیاز به مصالح کمتری است (حدود ۲۲ درصد).

۴- به دلیل چرخش آب در استخر گرد، فضای حیاتی برای ماهیان به‌طور مناسب‌تری نسبت به حوضچه‌های دراز توزیع می‌شود که به دلیل دسترسی سریع ماهی به غذا و صرف کمتر مقدار انرژی، خود منجر به بهبود فرآیند رشد ماهیان و اصلاح ضریب تبدیل غذا می‌شود.

۵- فضولات و باقیمانده ذرات غذایی به دلیل چرخش آب داخل استخر و خروج آن از پایین‌ترین نقطه کف استخر خودبه‌خود تخلیه می‌شوند. مواد دفعی و باقیمانده غذا با سرعت بیشتری خارج می‌شود و شرایط محیطی از نظر متغیرهای مهم آب مطلوبیت دائمی می‌یابد.

۶- به دلیل تجمع ماهیان تلف شده در محل‌های خروجی آب، جمع‌آوری آن‌ها با سرعت و سهولت بیشتری انجام می‌گیرد و مانع انتشار عوامل بیماری زای دفع شده از بدن ماهی در محیط حوضچه می‌شود.

روش‌های مختلف پرورش ماهیان خاویاری

روش پرورش غیر متراکم

مدیریت و تولید در روش پرورش غیر متراکم یا گسترده[1] در پایین‌ترین سطح انجام می‌گیرد. در این روش، تولید رابطه مستقیم با توان تولید طبیعی استخر و شرایط فیزیکی و شیمیایی آب دارد. بنابراین، عامل تعیین کننده در تراکم کشت، شرایط طبیعی استخر است. در سیستم پرورش گسترده، ماهی در محیطی مشابه با زیستگاه طبیعی خود و بدون غذای دستی (از خارج)، یا هوادهی پرورش داده می‌شود. در این سیستم، آب به منظور ایفای چند نقش مورد نیاز است:

۱. فراهم آوردن فضای فیزیکی زنده برای ماهی
۲. تأمین اکسیژن کافی (DO) از اتمسفر
۳. رقیق کردن فرآورده‌های متابولیک سمی
۴. عمل کردن به‌عنوان یک واسط که در آن ارگانیسم‌های غذایی ماهی به‌طور طبیعی به تکثیر بپردازند.

در این سیستم ماهی به‌طور کامل به غذای مصنوعی وابستگی ندارد. معمولاً از این روش برای ماهی‌دار کردن آبگیرها و منابع طبیعی نظیر دریاچه‌های پشت سدها و غیره استفاده می‌شود. بسته به شرایط استخر می توان ۲۰ تا ۵۰۰ عدد بچه ماهی سه تا پنج گرمی در هر هکتار معرفی کرد و نهایتاً پس از هر سه سال، از ۵۰ کیلوگرم تا ۱/۵ تن در هکتار فیل‌ماهی یا ماهی بستر برداشت کرد (ایمانپور و نویری، ۱۳۷۶).

1. Extensive

روش پرورش نیمه متراکم

روش پرورش نیمه متراکم[1] مبتنی بر استفاده از خوراک‌های مختلف برای تغذیه و رشد و نمو ماهی‌هاست. کمیت و کیفیت آب ورودی از یک سو و کیفیت خوراک مصرفی از سوی دیگر از عوامل مهم و مؤثر بر میزان تولید در این سیستم است. در این روش محیط‌های پرورشی، مخازن فایبرگلاس یا بتنی، استخرهای خاکی و یا قفس‌های غوطه‌ور هستند. خوراک مصرفی می‌تواند خمیری شکل و یا خشک باشد. مقدار آب مصرفی در حدود ۱۰ لیتر در هکتار (۵۰۰ گرم تا ۱۰۰۰ گرم در مترمربع) و در قفس‌ها ۶ تا ۱۷ کیلوگرم در مترمربع می‌توان تولید کرد. در پرورش نیمه متراکم، فاکتورهای شیمیایی آب نظیر اکسیژن، گازکربنیک، *pH*، آمونیوم و غیره باید تحت کنترل باشند و حداقل هفته‌ای یک‌بار اندازه‌گیری شوند (شکل ۲۲).

شکل ۲۲- استخر خاکی جهت پرورش غیر متراکم ماهیان خاویاری

1. Semi-intensive

روش پرورش متراکم

در روش پرورش متراکم[1] سطح مدیریت، کیفیت خوراک و نهایتاً میزان تولید در واحد سطح به میزان قابل توجهی ارتقا می‌یابد. پرورش در این سیستم عمدتاً در استخرهای بتنی و یا در حوضچه‌های فایبرگلاس و سایر مواد عایق انجام می‌گیرد. خوراک مصرفی کنسانتره خشک است، که متناسب با سن ماهی به شکل گرانول یا پلت مصرف می‌شود. کیفیت خوراک از لحاظ ترکیبات مواد مغذی و همچنین سلامت و نیز استحکام اهمیت حیاتی دارد. با استفاده از این روش می‌توان تولید را تا ۳۵ کیلوگرم در مترمربع افزایش داد (شکل ۲۳).

شکل ۲۳- حوضچه‌های بتنی جهت پرورش متراکم ماهیان خاویاری و پرورش متراکم فیل‌ماهی

سیستم پرورش متراکم نسبت به سیستم گسترده از مزیت‌های متعددی برخوردار است:

۱. در پرورش متراکم، حجم آب فقط برای تأمین فضای فیزیکی مورد نیاز زیست ماهی است. عبور جریان آب از استخرها، کانال های دراز یا حوضچه ها اکسیژن محلول مورد نیاز را تأمین می‌کند.

1. Intensive

۲. فرآورده‌های دفعی متابولیک به‌سادگی از استخر شسته می‌شوند.
۳. فرمول جیره غذایی به نحوی است که نیازهای تغذیه ای اختصاصی ماهی را فراهم می‌کند. تحت شرایط کنترل شده به ماهی‌ها خورانده می‌شود.
۴. از فضای کمتری نسبت به روش‌های پرورش گسترده استفاده می‌شود و کنترل بیشتری می‌توان اعمال کرد.

معایب

هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی بیشتر می‌شود و موفقیت اقتصادی به میزان بقا و سرعت رشد بستگی دارد. بنابراین، با توجه به تراکم بالا اعمال مدیریت دقیق شرایط محیطی، تغذیه‌ای و غیره الزامی است.

روش فوق متراکم

در روش فوق متراکم[1] میزان مصرف آب به دلیل بهره‌برداری از سیستم‌های نوین هوادهی و تزریق اکسیژن مایع کاهش می‌یابد. به جای افزایش جریان آب، با هوادهی مطلوب، مصرف آب ۲/۵ تا ۶/۵ برابر از میزان استاندارد پرورش ماهی کمتر است. البته امروزه سیستم های فوق متراکم که به‌صورت مداربسته فعالیت می‌کنند، در پرورش ماهیان خاویاری مورد توجه قرار گرفته‌اند. سیستم‌های مدیریت، فنّاوری برتری را به خدمت می‌گیرند و بدین ترتیب می‌توانند تا ۸۰ کیلوگرم در مترمکعب

1. Superintensive

نیز ماهی تولید کنند. پرورش فوق متراکم تاسماهیان جوان در استخرهای خاکی، حتی در صورت فراوانی غذا منجر به کاهش چشمگیر رشد در نمودارهای فیزیولوژیک در بخشی از ماه‌های مناسب رشد می‌شود و حتی ادامه این روند را در پی خواهد داشت. بنابراین، در روش فوق متراکم مکان پرورش باید در حوضچه‌های بتونی و یا مخازن فایبرگلاس باشد تا کنترل کلیه عوامل مؤثر در رشد و تغییر آن‌ها به وضعیت دلخواه عملی باشد. در یک سیستم مداربسته که آب مورد استفاده ماهیان از نظر اکسیژن فقیر و مواد سمی و فضولات آن زیاد شده است، با حذف مواد معلق توسط میکروفیلتر و تبدیل آمونیوم تولید شده به نیتریت و نیترات زیر حد مجاز توسط بیوفیلترها و تزریق اکسیژن مایع خالص به وسیله راکتورهای مخلوط‌کن و ضدعفونی کردن، آب احیاء می‌شود و مجدداً مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تصفیه فیزیکی و شیمیایی دقت عمل و سرعت ضرورت دارد. به‌طوری‌که کوچک‌ترین اختلال در عمل تصفیه و احیا سبب مرگ‌ومیر شدید آبزیانی که از آب بازگشتی استفاده می‌کنند، می‌شود. چنین ظرافتی سبب می‌شود که کنترل کیفیت آب به‌طور دائمی صورت گیرد و عمل تصفیه بدون کوچک‌ترین توقفی انجام شود. به همین دلیل اتوماسیون نقش مهمی در صحت عمل چنین سیستمی ایفا می‌کند. اندازه‌گیری عوامل حیاتی در آب مورد استفاده ماهیان، اطلاعات به‌دست‌آمده را تجزیه و تحلیل می‌کنند. چنین نیازی سبب می‌شود که صنعت نقش مهمی در اندازه‌گیری عوامل و تجزیه و تحلیل و اصلاح آن‌ها داشته باشد.

تصفیه فیزیکی و شیمیایی و احیای مجدد آب در سیستم مداربسته در مصرف آب و ابعاد زمین مورد نظر مؤثر است و زمان رشد را به حداقل می‌رساند. به‌طوری‌که یک محصول در مدت یک سال چند بار قابل عرضه به بازار است. کنترل دما از عوامل مهم دیگری است که سبب کاهش دوره پرورش می‌شود. در این سیستم فاکتورهای مورد نیاز تغذیه ماهی در شرایط مطلوب است. درنتیجه در مصرف غذا صرفه‌جویی می‌شود و درنهایت هزینه‌های تمام شده نیز کاهش می‌یابد که خود یکی از مزایای این سیستم است (شکل ۲۴).

شکل ۲۴- سیستم مداربسته

فصل چهارم

تغذیه ماهیان خاویاری

(حمیدرضا پورعلی، محمود بهمنی، محمود محسنی،
ایوب یوسفی جوردهی، محمدعلی یزدانی
و میرحامد سیدحسنی)

مقدار و دفعات غذادهی

لارو ماهیان خاویاری در آغاز تغذیه خارجی و مراحل ابتدایی رشد از غذای زنده مانند نوزاد آرتمیا، دافنی و آرتمیا بالغ استفاده می‌کنند. تراکم غذای زنده در هر شرایطی نباید از ۵۰ عدد در لیتر کاهش یابد. پس از سازگاری بچه ماهیان به غذای دستی می‌توان از غذاده‌های خودکار برای غذادهی با کنسانتره استفاده کرد. به دلیل نتایج مطلوب‌تر غذادهی به‌دفعات زیاد استفاده از دستگاه‌های خودکار غذاده می‌تواند در تغذیه و رشد ماهیان خاویاری مؤثرتر باشد. دفعات غذادهی برای پرورش ماهیان خاویاری در جدول ۸ آمده است (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۲).

جدول ۸- میزان غذا و دفعات غذادهی برای پرورش ماهیان خاویاری در دمای مطلوب رشد

وزن ماهی (گرم)	فیل‌ماهی		تاسماهیان ایرانی و روسی ازون‌برون و شیپ	
	وزن بدن (درصد)	دفعات	وزن بدن (درصد)	دفعات
لارو تا ۱ گرم	۱۰	۸	۱۵	۱۰
۱ تا ۳	۸	۶	۱۲	۸
۳ تا ۲۰	۵	۵	۸	۶
۲۰ تا ۱۰۰	۴	۴	۶	۵
۱۰۰ تا ۵۰۰	۳	۳	۵	۴
۵۰۰ تا ۱۰۰۰	۳	۳	۴	۳
تا ۳۰۰۰ و بالاتر	۲	۲	۳	۲

دامنه حرارتی برای تغذیه گونه‌های پیشنهادی بین ۹ تا ۲۷ درجه سلسیوس است. خارج از دامنه حرارتی فوق غذا به‌صورت نیمه هضم دفع می‌شود. بنابراین، کمتر و بیشتر از دمای مطلوب

رشد باید مقدار غذادهی را در گونه فیل‌ماهی به نصف کاهش داد، برای تاسماهی ایرانی رشد مطلوب بین ۱۹ تا ۲۵ درجه سلسیوس، برای گونه ازون‌برون بین ۱۵ تا ۲۶ درجه سلسیوس و برای گونه فیل ماهی ۱۶ تا ۲۴ درجه سلسیوس و تا ۲۷ درجه سلسیوس نیز تغذیه می‌کنند (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۹).

مرحله لاروی

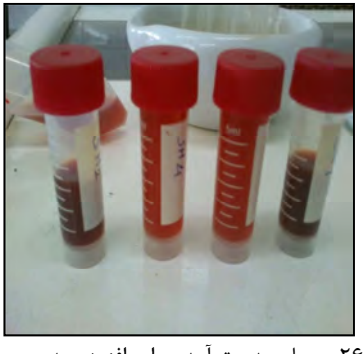
همان‌طوری‌که قبلاً بیان شد اگر نیاز لارو ماهیان خاویاری با غذای کنسانتره با سطوح پروتئین ۵۵-۵۲ درصد، چربی ۲۰-۱۸ درصد که با استفاده از ترکیبات غذایی نظیر پودر ماهی، پروتئین هیدرولیز شده آبزیان و با محتویات جاذب‌های غذایی نظیر اسیدهای آمینه آزاد متیونین، لایزین و میزان فیبر کمتر از ۳ درصد تهیه و ساخته شود، می‌تواند بخش اعظمی از نیازهای غذایی لاروها را رفع کند.

تغذیه لارو با وزن اولیه ۰/۴±۰/۰۹ (میانگین ± انحراف از معیار) طی دوره سازگاری به غذای دستی تحت شرایط پرورشی با ۹ جیره غذایی محتوی سطوح مختلف جاذب‌های غذایی نشان داد بالاترین وزن نهایی در لاروهای تغذیه شده با جیره حاوی سطوح ۳ درصد متیونین و آلانین و یک درصد لایزین (۷/۵±۰/۳ گرم) به دست می‌آید.

وزن نهایی بچه تاسماهی ایرانی در تیمار محتوی جاذب غذایی طبیعی (۲۵ درصد عصاره شیرونومیده) افزایش معنی‌داری را نسبت به سایر تیمارهای غذایی مورد بررسی نشان داد. تیمارهای محتوی ۵ درصد عصاره شیرونومیده و ۳ درصد اسیدهای آمینه آزاد در خصوص وزن نهایی و سایر شاخص‌های

تغذیه و رشد مشابه یکدیگر بود ولی نسبت به تیمارهای غذایی حاوی ۲۵ درصد عصاره شیرونومیده و سه درصد از اسیدهای آمینه متیونین لایزین و آلانین نتایج ضعیف‌تری نشان دادند؛ بنابراین، بهره‌برداری از عصاره‌های طبیعی و مصنوعی در جیره غذایی لارو ماهیان خاویاری ضروری است و استفاده توأم اثربخشی کافی را به همراه خواهد داشت (شکل‌های ۳۳-۲۵) (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳).

شکل ۲۵- نمونه‌برداری از عصاره شیرونومیده



شکل ۲۶- عصاره بدست آمده برای افزودن به جیره غذایی

شکل ۲۷- سانتریفوژ ۵۰۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۱۰ دقیقه

شکل ۲۸- مخلوط ترکیبات مختلف غذا برای تهیه جیره‌ها

شکل ۲۹- عملیات مخلوط کردن ترکیبات غذا برای همگن نمودن جیره

شکل ۳۰- اسیدهای آمینه مختلف برای افزودن به جیره‌های غذایی

شکل ۳۱- تهیه پلت مرطوب از فرمول غذایی مورد استفاده

شکل ۳۲- خشک کن ۵۵ درجه سانتی‌گراد

شکل ۳۳- نمونه‌برداری از لارو در آغاز بررسی

مرحله بچه‌ماهی انگشت قد

به منظور تعیین احتیاجات غذایی تاسماهی ایران با تأکید بر تأثیر مقادیر مختلف پروتئین، انرژی و روابط متقابل پروتئین به انرژی (*P/E*) بر روند رشد و ترکیب شیمیایی لاشه از مرحله بچه‌ماهی انگشت قد[1] و دوره رشد[2]، آزمایشی طی مطالعات متعدد انجام شد و دستاوردهای کاربردی زیر به دست آمد:

در مرحله انگشت قد بچه‌تاسماهیان ایرانی با وزن متوسط ۰/۱۱ ± ۱۰/۲۶ گرم، بهترین شاخص‌های رشد (وزن نهایی، درصد افزایش وزن و ضریب رشد ویژه) در سطوح پروتئین ۴۵ و ۵۰ درصد و انرژی ۲۲/۴ مگاژول در یک کیلوگرم غذا نشان دادند. در این دوره جهت تغذیه تاسماهی ایرانی جیره‌ای حاوی ۴۰ درصد پروتئین و ۲۲/۴ مگاژول انرژی در یک کیلوگرم غذا، با نسبت پروتئین به انرژی ۱۷/۸۶ میلی‌گرم در کیلوژول پیشنهاد می‌شود.

1. Fingerling
2. Grow-out

در مرحله ابتدایی دوران رشد، درحالی‌که بچه تاسماهیان ایرانی دارای وزن متوسط ۱/۱۸۷ ± ۱۱۲/۲۵ گرم بودند با تغذیه از جیره حاوی ۴۰ درصد پروتئین از روند رشد بالاتری نسبت به سطوح دیگر پروتئین بکار رفته (۴۵ و ۵۰ درصد) برخوردار بودند. با افزایش انرژی به سطوح ۲۱/۱ و ۲۲/۴ مگاژول شاخص‌های رشد به‌طور معنی‌داری بهبود یافتند. بالاترین مقدار شاخص‌های رشد در جیره حاوی ۴۰ درصد پروتئین و ۲۲/۴ مگاژول انرژی در یک کیلوگرم غذا، با نسبت پروتئین به انرژی ۱۷/۸۶ میلی‌گرم در کیلوژول مشاهده شد.

در مرحله رشد، وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه ماهیان تغذیه شده از جیره دارای ۴۰ درصد پروتئین از ماهیان جیره‌های دیگر (۳۵، ۴۵ و ۵۰ درصد پروتئین) بیشتر بود. همچنین با افزایش انرژی از سطح کم به سطح ۲۲/۴ مگاژول شاخص‌های رشد و نسبت بازده پروتئین به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند. در این فاز نیز بالاترین مقدار شاخص‌های رشد در جیره حاوی ۴۰ درصد پروتئین و ۲۲/۴ مگاژول انرژی در یک کیلوگرم غذا، با نسبت پروتئین به انرژی ۱۷/۸۶ میلی‌گرم در کیلوژول مشاهده شد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۹) (جدول ۹).

نتایج نشان می‌دهد که با افزایش رشد بچه‌تاسماهیان ایرانی، نیاز آن‌ها به اسیدهای آمینه متیونین بیشتر می‌شود. این در حالی است که اسیدهای آمینه لایزین و آلانین در سازگاری بچه‌تاسماهیان ایرانی به غذای دستی در سطوح یک و ۳ درصد اثرات رشدی یکسانی نشان دادند. ولی طی دوره سازگاری لارو تاسماهی ایرانی به غذای دستی در سطح ۳ درصد برتری آماری داشته‌اند؛ بنابراین، براساس یافته‌های این مطالعه در خصوص لارو

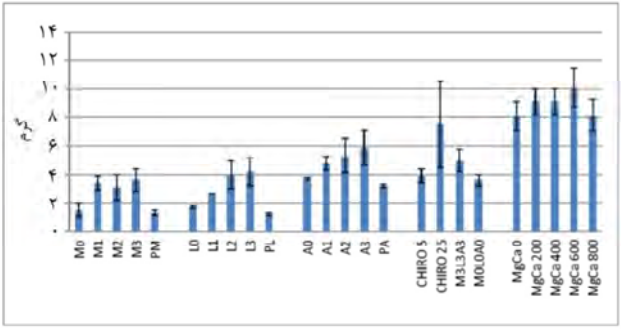
تاسماهیان ایرانی، نیاز لاروها طی دوره تغذیه از غـذای دسـتی بـه اسیدهای آمینه لایزین و آلانین حداقل بیشتر از یک درصد اسـت. اختلاف معنی‌داری در درصد بازماندگی در تاسماهیان تغذیه شـده در دو مرحله لاروی و بچه‌ماهی در کلیه تیمارهای غذایی مشـاهده نگردید (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۹۰). از سوی دیگر پورعلی و همکاران (۱۳۹۲)، نشان دادند که می‌توان بدون کـاهش کیفیـت غذای کنسانتره حاوی ۴۳ درصد پروتئین به‌ویژه با منابع پـروتئین گیاهی از اسیدآمینه متیونین، لایزین به میـزان ۳درصـد در جیـره غذایی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) استفاده نمود.

با مقایسـه رونـد رشـد و ترکیـب لاشـه تاسـماهی ایرانـی در مراحل مختلف رشد و تجزیه و تحلیل و آماری، جیره حاوی (۴۵ درصد پروتئین و ۲۲/۴ مگاژول انرژی در یـک کیلـوگرم غـذا، بـا نسبت پروتئین به انرژی ۱۷/۸۶ میلی‌گـرم در کیلـوژول) تـأمین شده از منـابعی بـا کیفیـت مناسـب آرد مـاهی مرغـوب، روغـن جانوری (ترجیحاً روغن ماهی) و روغن گیاهی (روغن آفتـابگردان یا سویا) جهت تغذیه این گونه در دوران انگشت قد و رشد از ۱۰ تا ۱۵۰۰ گرم توصیه می‌شود (نمودارهای ۱و۲).

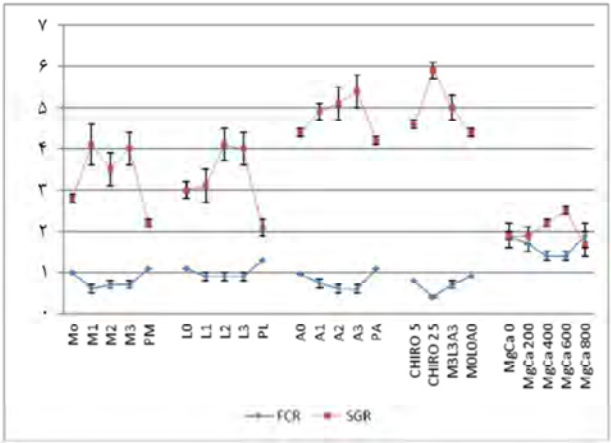
جدول ۹- حد بهینه پروتئین، چربی و نسبت پروتئین به انرژی در گونه تاسماهی ایرانی در دوره‌های مختلف رشد

نسبت پروتئین به انرژی (میلی‌گرم پروتئین/ کیلو کالری)	انرژی (مگاژول بر کیلوگرم)	پروتئین (درصد)	وزن پرورش یافته (گرم)
۱۷/۸۶	۲۲	۴۰	۱۰-۸۰
۱۷/۸۶	۲۰	۴۰	۱۱۰-۴۰۰
۱۷/۸۶	۲۰	۴۰	۸۰۰-۱۷۰۰

(حسینی و همکاران، ۱۳۸۹)



نمودار ۱- مقایسه رشد لارو و بچه تاسماهی ایرانی در تیمارهای عصاره‌های مصنوعی و طبیعی (وزن اولیه ۰/۴ گرم) و تیمار کلسیم و منیزیم (وزن اولیه ۴/۷ گرم). M، متیونین؛ L، لیزین؛ A، آرژنین؛ P، عصاره گیاهی



نمودار ۲- مقایسه برتری جیره‌های غذایی در منحنی حداکثر SGR و حداقل FCR M، متیونین؛ L، لیزین؛ A، آرژنین؛ P، عصاره گیاهی

فرمولاسیون غذایی براساس احتیاجات غذایی ماهیان خاویاری به منظور تولید گوشت

پروتئین مهم‌ترین و گران‌ترین ترکیب جیره غذایی ماهیان خاویاری را تشکیل می‌دهد. افزایش مازاد پروتئین در غذا سبب می‌شود تا مقادیر کمتری برای ساخت پروتئین جدید بکار رود و مابقی برای تولید انرژی استفاده گردد؛ بنابراین، افزایش پروتئین جیره مازاد نیاز ماهی، موجب تنش در موجود زنده، افزایش هزینه تولید و درنهایت کاهش رشد می‌گردد. به‌کارگیری پروتئین موجود در جیره توسط آبزی عمدتاً تحت تأثیر نوع اسیدهای آمینه موجود و میزان پروتئین مصرفی، میزان انرژی قابل متابولیسم یا قابل هضم جیره، میزان ترکیبات غیر پروتئینی موجود، حالت فیزیولوژیک و حتی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محیط پرورش است. تاسماهیان به دلیل رژیم گوشت‌خواری به درصد بالایی پروتئین در جیره غذایی نیاز دارد. پروتئین ماده اصلی تشکیل دهنده بافت‌های ماهیان است که حدود ۷۵-۶۵ درصد از کل ماده خشک بدن را شامل می‌شود. پروتئین در بدن هیدرولیز شده و اسیدهای آمینه را آزاد می‌کند. اسیدهای آمینه از روده جذب می‌شود و به‌وسیله خون بین بافت‌ها و اندام‌های بدن پخش می‌گردد، اما جذب و مصرف پروتئین در ماهیان به وجود منابع انرژی غیر پروتئینی و میزان پروتئین وابسته است. از سوی دیگر افزایش آن در جیره غذایی، موجب افزایش تصاعدی قیمت غذا می‌شود؛ اما می‌توان با افزودن موادی نظیر چربی و کربوهیدرات به‌عنوان منابع تولیدکننده انرژی در سطوح مشخص، کارایی پروتئین را در جهت افزایش رشد ماهیان بهبود بخشید و

در مصرف پروتئین صرفه‌جویی نمود. بدین‌جهت امروزه در صنعت آبزی‌پروری مدرن، تعیین نسبت مناسب پروتئین به انرژی (انرژی تأمین شده از منابع مختلف چربی و یا کربوهیدرات) به دلیل تأثیر مستقیم بر کارایی مصرف غذا، روند رشد و مقدار چربی ذخیره شده در بافت و امعاء و احشاء از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

شاخص‌های رشد در بچه فیل‌ماهی ۱۵۰-۳ گرمی تغذیه شده با غذای کنسانتره ۴۰درصد پروتئین، ۱۹درصد کربوهیدرات، ۱۷درصد چربی و نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱، مطلوب و برتری آماری نشان دادند. غذای فیل‌ماهیان از یک منبع با کیفیت مناسب تهیه می‌شود. این جیره تا وزن ۲۰۰ گرم برای دستیابی به حداکثر رشد از نظر فیزیولوژیک و اقتصادی ترجیح داده می‌شود.

فیل‌ماهی در محدوده وزنی ۷۵۰-۲۰۰ گرم با تغذیه از جیره محتوی پروتئین ۴۰ درصد به ترتیب با سطح انرژی ۵۰ کیلوکالری و با نسبت *P/E* (۱۵/۶۳ تا ۱۸/۹۲ میلی‌گرم پروتئین در کیلوکالری) برای رشد بهینه مناسب است. فیل‌ماهی با وزن ۲۰۰۰-۸۰۰ گرم با تغذیه از جیره (۴۰:۵۳۵۰درصد پروتئین) بیشترین رشد را نشان دادند (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۸۵؛ محسنی و همکاران، ۱۳۸۶).

در مرحله بعدی فیل‌ماهی با وزن متوسط ۶۰۰-۱۵۰ گرم با چهار بار تغذیه در روز تا حد سیری، بهترین رشد را با جیره محتوی ۴۰درصد پروتئین، ۱۹درصد کربوهیدرات و ۱۷درصد چربی و نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱ و سپس به فاصله اندکی در رشد فیل‌ماهیان، جیره ۳۵درصد پروتئین، ۲۲درصد کربوهیدرات،

۱۹درصد چربی و نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱ از روند رشد، شاخص رشد ویژه و ضریب تبدیل غذای مطلوبی برخوردار بودند.

فیل‌ماهی با وزن متوسط ۹۵۰-۶۰۰ گرم با تغذیه از جیره محتوی (۴۵درصد پروتئین، ۱۷درصد کربوهیدرات، ۱۵درصد چربی و نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱) و به فاصله کمی از آن جیره حاوی (۳۵درصد پروتئین، ۲۲درصد کربوهیدرات، ۱۹درصد چربی با نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱) بهترین شاخص‌های رشد و تغذیه را نشان دادند.

فیل‌ماهیان در دامنه وزنی ۲۰۰۰-۹۰۰ گرم با تغذیه از غذاهای محتوی (۱:۴۵/۱درصد)، (۱:۳۵/۷درصد) و (۱/۷: ۴۵درصد)، دارای شاخص‌های رشد و تغذیه یکسانی بودند و به دلیل کاهش هزینه تولید جیره غذایی حاوی (۳۵درصد پروتئین، ۲۹درصد کربوهیدرات، ۱۷درصد چربی با نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۷) نسبت به سایر جیره‌های غذایی برای این محدوده وزنی توصیه می‌شود.

فیل‌ماهی با محدوده وزنی ۳۰۰۰-۲۰۰۰ گرم جیره حاوی ۳۵درصد پروتئین، ۲۲درصد کربوهیدرات و ۱۹درصد چربی و نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱، از یک منبع با کیفیت خوب جهت دستیابی به حداکثر رشد از نظر فیزیولوژیک و اقتصادی ترجیح داده می‌شود (محسنی و همکاران، ۱۳۸۶). این در حالی است که امروزه دستیابی به بیوتکنیک تولید ماهیان خاویاری ارگانیک یکی از دستاوردهای مهم در صنعت پرورش تاسماهیان در سطح کشور و به‌عنوان فرآیندی پیشرو در جهان مطرح است (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۴؛ بهمنی و همکاران، ۱۳۹۵) (جدول‌های ۱۰و۱۱).

جدول ۱۰- حد بهینه پروتئین و انرژی و نسبت پروتئین به انرژی در فیل‌ماهی در دوره‌های مختلف رشد

وزن فیل‌ماهی (گرم)	پروتئین (درصد)	انرژی (مگا ژول بر کیلوگرم)	نسبت پروتئین به انرژی (میلی‌گرم پروتئین/ کیلوکالری)	چربی (درصد)	کربو هیدرات (درصد)
۳-۱۵۰	۴۰	۲۲	۲۰/۷۷	۱۷	۱۹
۲۰۰-۷۵۰	۴۰	۲۰	۱۸	۱۷	۱۹
۹۰۰-۲۰۰۰	۳۷	۱۸	۱۶/۵۹	۱۵	۱۷
۲۰۰۰-۳۰۰۰	۳۵	۱۸	۱۶/۵۹	۱۹	۲۲

جدول ۱۱- حد بهینه پروتئین، چربی، کربوهیدرات و نسبت کربوهیدرات به چربی در گونه فیل‌ماهی در دوره‌های مختلف رشد

وزن فیل‌ماهی (گرم)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	کربوهیدرات (درصد)	نسبت کربوهیدرات به چربی
۳-۱۵۰	۴۰	۱۷	۱۹	۱/۱
۲۰۰-۷۵۰	۳۵	۱۹	۲۲	۱/۱
۹۰۰-۲۰۰۰	۳۵	۱۸	۲۵	۱/۱
۲۰۰۰-۳۰۰۰	۳۵	۱۷	۲۵	۱/۱

اقتصادی کردن جیره‌های غذایی

در تغذیه فیل‌ماهیان در اوزان ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ گرم می‌توان از جایگزین نمودن ۲۰ درصد کنجاله سویا به‌جای پودر ماهی برای اقتصادی‌تر نمودن جیره استفاده نمود. در پرورش فیل‌ماهیان ۲۳ گرمی استفاده از ۳درصد اسیدآمینه لایزین و ۶۰۰ میلی‌گرم کاتالیزور شد. ال ـ کارنتین باعث ارتقای رشد، کارایی غذا و نسبت بازده پروتئین می‌شود. به‌طور مؤثر افزودن ۲/۵درصد لایزین و ۶۰۰ میلی‌گرم ال ـ کارنتین تأثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد و

شاخص‌های خونی فیل‌ماهیان حتی در اوزان کمتر (۳۰۰-۸ گرم) دارد. استفاده از جیره محتوی نسبت ۲:۲درصد متیونین/ بتافین در فیل‌ماهیان ۳۰۰-۳۰ گرمی، باعث ارتقای ضریب تبدیل غذایی می‌شود. به‌طورکلی، افزودن مخلوطی از متیونین و بتافین به نسبت مساوی به میزان ۱/۵درصد به جیره موجب بهبود معنی‌دار کارایی رشد، ضریب تبدیل غذا و پروتئین لاشه می‌گردد.

آمینواسیدهای ضروری

اجزاء اساسی تشکیل دهنده پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه هستند. مهره‌داران ازجمله ماهیان قادر به سنتز ۱۰ نوع از اسیدآمینه‌های ضروری نیستند که باید در جیره غذایی آن‌ها تأمین گردد. اسیدهای آمینه نظیر آرژینین، هیستدین، ایزولوسین، لیزین، متیونین، فنیل‌آلانین، ترئونین، تریپتوفان و والین از اسیدهای ضروری می‌باشند. ماهیان قادر به تولید سایر آمینواسیدها هستند. اسیدهای آمینه غیرضروری شامل آلانین، آسپاراژین، اسید آسپاراتیک، سیستئین، اسید گلوتامیک، گلوتامین، گلیسین، هیدروکسی پرولین، پرولین، سرین و تیروزین می‌باشند که با انتقال یک گروه آمینی به آلفا کتواسید سنتز می‌شوند و آلفا کتواسیدها هم از منابع غیر پروتئینی مثل گلوکز مشتق می‌شوند. جیره غذایی فاقد حتی یک اسیدآمینه ضروری باعث محدودیت تولید پروتئین در بدن ماهی می‌شود. برای تولید یک پروتئین تمام اسیدهای آمینه مورد نیاز بایستی در دسترس باشند، در غیر این صورت سنتزی صورت نمی‌گیرد. به همین علت کیفیت پروتئین در تغذیه ماهیان مهم است.

نیازمندی ماهیان خاویاری و مقایسه آن در جدول ۱۲ آورده شده است. کمبود هر یک از این آمینواسیدهای ضروری موجب کاهش اشتها و رشد می‌گردد. کمیت نیازمندی آمینواسیدها در ماهیان تاکنون در چهار گونه تعیین شده است.

جدول ۱۲- مقایسه نیازمندی چهار نمونه ماهی پرورشی با ماهی خاویاری در حال رشد به آمینواسیدهای ضروری (درصد در جیره *NRC, 1983*)

آمینو اسید (درصد/ جیره)	مارماهی ژاپنی *(Japanese Eel)*	کپور معمولی *(Cyprinus carpio)*	گربه‌ماهی کانالی *(Ichtaluruspunctatus)*	قزل‌آلای رنگین‌کمان	ماهیان خاویاری (فیل‌ماهی)	ماهیان خاویاری (تاسماهی ایرانی)
آرژینین	۴	۴/۲	۴/۳	۳/۵	-	-
هیستیدین	۱/۹	۱/۶	۱/۵	۱/۶	-	-
ایزولوسین	۳/۶	۲/۴	۲/۶	۲/۴	-	-
لوسین	۴/۸	۴/۴	۳/۵	۴/۴	-	-
لایزین	۴/۸	۵/۳	۵/۱	۵/۳	۳-۲/۲	۲/۴
متیونین	۲/۹	۱/۸	۲/۳	۱/۸	۱/۵	۲/۶
فنیل آلانین	۵/۲	۳/۱	۵	۳/۱	-	-
ترئونین	۳/۶	۳/۴	۲/۳	۳/۴	-	-
تریپتوفان	۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵	-	-
والین	۳/۶	۳/۱	۳	۳/۱	-	-

بهره‌برداری از اسیدهای آمینه کریستاله در جیره غذایی ماهیان خاویاری

شاخص افزایش وزن روزانه به منظور تخمین نیاز تاسماهی سیبری ۲۲ گرمی به آمینواسیدهای ضروری توسط *Kaushik* و همکاران (۱۹۹۱) ملاک قرار داده و مشخص گردید. آن‌ها نشان دادند که نیاز تاسماهی سیبری به اسیدآمینه آرژنین ۲/۸ میلی‌گرم، هیستدین ۱/۱ میلی‌گرم، ایزولوسین ۲/۱ میلی‌گرم، لوسین ۳/۲ میلی‌گرم، لایزین ۵/۴ میلی‌گرم، فنیل‌آلانین

۱/۵ میلی‌گرم، ترئونین ۲/۲ میلی‌گرم و والین ۳/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن بدن است.

پورعلی و همکاران (۱۳۹۲)، با استفاده از جیره‌های غذای نیمه خالص اسیدهای آمینه متیونین، لایزین و آلانین برای دستیابی به حداکثر رشد و بازماندگی بچه‌تاسماهیان ایرانی به ترتیب ۲/۶، ۲/۴ و آلانین ۱/۵ درصد تعیین نمود. با استفاده از جیره موازنه شده با ۴۳ درصد پروتئین به نسبت ۵۰ درصد پروتئین گیاهی و مکمل نمودن آن با اسیدهای آمینه متیونین، لایزین و آلانین به مقدار فوق کیفیت جیره با جیره پروتئین حیوانی یکسان حفظ شد. در خصوص گونه فیل‌ماهی بالاترین راندمان شاخص‌های رشد و تغذیه با ۲/۲۵ تا ۳ درصد لایزین در جیره خشک به دست آمد (محسنی و همکاران، ۱۳۸۸).

مواد معدنی

ماده معدنی ماده‌ای است که پس از سوزاندن غذا یا بافت بدن در خاکستر یافت می‌شود. مواد معدنی براساس مقادیر نسبی مورد نیاز در جیره به دو گروه اصلی طبقه‌بندی می‌شوند: ماکرومایینرال‌ها (عناصر پرنیاز) عناصری هستند که به مقادیر زیاد مورد نیاز می‌باشند. میکرومایینرال‌ها (عناصر نادر) عناصری هستند که به مقادیر بسیار کم مورد نیاز می‌باشند. به‌طورکلی، وظایف مواد معدنی شامل موارد زیر است: اجزای ساختمانی سیستم استخوانی هستند نظیر کلسیم (*Ca*)، فسفر (*P*)، منیزیوم (*Mg*)، سدیم (*Na*) و پتاسیم (*K*)، اجزای ترکیبات آلی نظیر پروتئین‌ها و لیپیدها، فعال کننده سیستم آنزیمی مانند روی (*Zn*) و مس (*Cu*)، نگه دارنده

بنیان‌های اسیدی[1] و تعادل اسیدی و بازی، انتقال الکترون‌ها و سنتز فیبرهای ماهیچه‌ای و متعادل کننده فشار اسمزی مانند سدیم، کلسیم، پتاسیم و کلرید می‌باشند.

باوجود نیاز فیزیولوژیک اکثر آبزیان به برخی از مواد معدنی، در شرایط پرورشی احتیاجات غذایی ماهیان تحت تأثیر عوامل مختلفی است. رفتار تغذیه‌ای گونه‌های پرورشی، نوع سیستم پرورشی، میزان رشد ماهی، کیفیت تغذیه، نوع سیستم تولید غذا و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب ازجمله عواملی هستند که در تعیین مقدار مورد نیاز ماده معدنی جیره غذایی دخالت دارند؛ بنابراین، به‌سختی می‌توان یک سطح ماده معدنی مناسب برای تمام گونه‌های ماهیان خاویاری توصیه کرد. برخی از مواد معدنی ممکن است در ضمن فرایند تهیه خوراک توسط حرارت، تغییر *pH*، وجود برخی فلزات و عوامل دیگر تخریب شوند و درنتیجه سطح مکمل‌های معدنی باید بیش از سطح مورد نیاز در نظر گرفته شود (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۹۳).

کلسیم

وظیفه اصلی کلسیم استحکام دادن به استخوان‌ها است. همچنین در تنظیم ضربان قلب نیز مهم است و در ارسال پالس‌های عصبی بکار رفته و در لخته شدن خون و کنترل آنزیم‌های گوناگون ضروری است. کلسیم در روده جذب شده و چندین عامل میزان جذب کلسیم را در بدن بالا می‌برد که شامل ویتامین *D*، پروتئین جیره و یک اسید متعادل است. ماهی‌ها

1. Base acid

نمی‌توانند ویتامین D را سنتز نمایند و به‌طور کامل وابسته به منابع رژیم غذایی برای پاسخگویی به نیاز خود هستند. ویتامین D جذب کلسیم را کاهش می‌دهد. در پرورش ماهیان خاویاری، تحت شرایط طبیعی ویتامین D در آبزیان به‌صورت شناور در زنجیره غذایی تجمع می‌یابد. لذا در شرایط پرورشی ضرورت دارد تا در جیره غذایی گنجانده شود. میزان کلسیم جیره‌های غذایی ماهیان خاویاری در هر کیلوگرم ماده خشک ۰/۵ گرم و میزان ویتامین D در حدود ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی است. این مقادیر در شرایط پرورشی در آب لب‌شور و شیرین متفاوت و دارای نوساناتی است. در هر صورت تعادل ویتامین D و میزان کلسیم، منیزیوم و سدیم حائز اهمیت است (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۹۳).

منیزیم

تقریباً ۷۰ درصد منیزیوم در بدن در استخوان‌ها جا گرفته است، درصورتی‌که تقریباً ۳۰ درصد آن در مایعات گوناگون و بافت‌های نرم مانند کبد و ماهیچه یافت می‌شود. برای متابولیسم سلولی ضروری است، اغلب به‌عنوان یک فعال کننده آنزیمی در انتقال فسفات پرانرژی آدنوزین دی فسفات (ADP) و ATP عمل می‌کند و در فعال‌سازی پپتیدازهای معین برای هضم پروتئین نیز دخالت دارد. اگر منیزیوم کافی به جیره اضافه نشود، کلسیم می‌تواند در بافت‌های نرم ذخیره و ضایعات آهکی را شکل دهد، اما منیزیوم اضافی ممکن است متابولیسم فسفر و کلسیم را مختل کند. کمبود منیزیم علائمی نظیر کاهش رشد، بی‌اشتهایی، بدشکلی، اسکلتی، رسوب کلسیم در کلیه و سختی عضلات را در

ماهیان به همراه دارد. ماهیان قادر به جذب منیزیم از محیط‌زیست آبی خود هستند. ولی چون آب شیرین دارای مقدار بسیار اندکی منیزیم است، ماهیان پرورشی در آب شیرین برای تأمین نیاز خود به منیزیم وابستگی زیادی به منابع موجود در جیره غذایی دارند. به‌طور عمومی میزان منیزیوم لازم برای تأمین نیاز ماهیان خاویاری در دامنه ۳۵۰ تا ۵۵۰ (با میانگین ۴۵۰) میلی‌گرم در کیلوگرم غذا به دست آمد (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۹۳).

فسفر

ازآنجاکه مقادیر فسفر موجود در آب‌های طبیعی پایین است و از سوی دیگر توسط گیاهان و جلبک‌ها مصرف می‌شود، لذا جیره منبع اصلی تأمین فسفر به شمار می‌آید. در بیشتر گونه‌ها فسفر از اجزایی با منشأ دامی (پودر ماهی، پودر میگو و غیره) بهتر جذب می‌شود. در برخی گونه‌ها مانند کپورماهیان نیز اصولاً جذب فسفر از طریق جیره به‌خوبی انجام نمی‌شود. فسفر موجود در منابع گیاهی هم به‌خوبی در دسترس نیست؛ زیرا به شکل متصل با کمپلکس فیتین یافت می‌شود. فسفر جهت تشکیل استخوان‌ها و استحکام و در اعمال بافت عضلانی به‌عنوان اجزای تشکیل دهنده اسید نوکلئیک، ابقاء تعادل اسمزی و اسید پایه، سنتز فسفولیپیدها، تشکیل پروتئین و سیستم‌های آنزیمی ضروری است. فسفر در چندین رابطه شیمیایی دخالت دارد. اگر جیره حاوی مقادیر اضافی کلسیم نسبت به فسفر باشد، کلسیم به شکل آزاد و فسفات با کلسیم سه‌ظرفیتی غیر محلول تشکیل خواهد شد. اگر در جیره مقدار فسفر بیش از کلسیم باشد جذب

کلسیم و فسفر کاهش خواهد یافت. علاوه بر آن مقادیر اضافه آهن، آلومینیوم و منیزیوم امکان دارد با فسفر پیوند یابد و به‌صورت نمک‌های غیر محلول درآید که مانع از جذب فسفر می‌شود. اکثر فسفر در بسیاری از منابع گیاهی پروتئینی (نظیر کنجاله سویا) و اجزای گیاهی به شکل فیتات است که به‌سختی مصرف می‌شود و امکان دارد که جذب آهن و کلسیم را کاهش دهند. منابع فسفر با قابلیت هضم بالا نظیر مونو و دی‌کلسیم فسفات که اغلب به جیره ماهی اضافه شوند می‌توانند نیازمندی ماهی به فسفر را تأمین کنند. حد بهینه فسفر در جیره غذایی ماهیان خاویاری تعیین نشده است.

پتاسیم

پتاسیم سومین ماده فراوان در بدن بعد از کلسیم و فسفر است. پتاسیم و سدیم ارتباط داخلی نزدیکی در ابقاء فشار اسمزی مناسب در داخل سلول دارند و این مواد معدنی در تعادل مناسب اسید پایه دخالت دارند. یون‌های پتاسیم موجب شل و آزاد شدن عضلات شده و در فعل‌وانفعالات آنزیمی بکار می‌روند. مقادیر اضافی پتاسیم در جذب منیزیوم دخالت دارند. حد بهینه پتاسیم در جیره غذایی ماهیان خاویاری تعیین نشده است.

سدیم

سدیم شارژ کننده عمده مثبت یون در مایعات خارج سلولی است (مایعات خارج سلولی)، جایی که ابقاء تعادل اسمزی و اسید پایه مشارکت می‌کند. سدیم همچنین در ارتباط با انقباض ماهیچه‌ای، فعالیت عصب و جذب کربوهیدرات است. سدیم،

پتاسیم و کلراین (کلراید) کنترل فشار اسمزی و تعادل اسید پایه را بر عهده دارند.

احتیاجات غذایی تاسماهیان مولد

در دهه گذشته توجه زیادی به نقش مؤلفه‌های غذایی در جیره‌ای غذایی مولدین شده است. تغذیه مولدین، شرایط پرورش و روش‌های مختلف پرورش ازجمله فاکتورهای مهم اثرگذار در کیفیت تخم ماهیان پرورشی است (*Bromage, 1995*). مطالعات غذایی در مولدین ماهیان دریایی به‌طور عمده روی گونه‌های استخوانی نظیر سیم دریایی[1] (*Sparus aurata*) انجام شده است. مؤلفه‌های اصلی غذایی که تا به حال روی ماهیان مولد مورد مطالعه قرار گرفته است، عبارتند از: اسیدهای چرب ضروری، پروتئین‌ها (*Watanabe, 1985*) و ویتامین‌های *E* (*Watanabe et al., 1991*) و *C* (*Sandnes et al., 1984; Blom & Dabrowski, 1995*) و رنگ‌دانه‌های کارتنوئیدی آستازانتین (*Watanabe & Kiron, 1995*).

اطلاعات کمی در خصوص تغذیه مولدین تاسماهی با توجه به اهمیت آن‌ها در آبزی‌پروری وجود دارد. مطالعات اندک انجام شده 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. علاوه بر این کیفیت مواد غذایی استفاده شده در جیره‌های مولدین و طول دوره

1. Gilthead

غذادهی توسط محققان بسیاری مورد توجه قرار گرفته است. تغذیه با جیره‌های با کیفیت در ماهیان مولد مانند ماهیان آزاد (سالمونید) که کیسه‌های تخمی را در فصل تخم‌ریزی یک‌باره به درون آب رها می‌کنند، می‌بایست چندین ماه قبل از فصل تخم‌ریزی برای بهبود عملکرد تولیدمثلی انجام شود (*Izquierdo et al., 2001*) اما در مولدینی که تخم‌ریزی آن‌ها در چندین مرحله صورت می‌گیرد، تغذیه می‌بایستی قبل و در طی دوره تخم‌ریزی انجام شود (*Watanabe, 1985*). به عنوان مثال برای مولدین سیم دریایی طی دوره غذادهی برای داشتن باروری مناسب سه ماه قبل از تخم‌ریزی و هم‌زمان با تخم‌ریزی است (*Almansa et al., 1999*).

اسیدهای چرب ضروری

اسیدهای چرب لینولئیک، لینولنیک و آراشیدونیک به‌عنوان اسیدهای چرب ضروری برای آبزیان شناخته شده‌اند. این اسیدهای چرب در ساختمان غشاها بکار رفته، در حمل‌ونقل چربی‌ها و برخی از آنزیم‌های لیپوپروتئین دخالت داشته و همچنین ماده اولیه سنتز پروستاگلاندین را تأمین می‌کنند. علائم کمبود اسیدهای چرب در ماهیان پرورشی، 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 (*n*-۳) بیشتر به‌عنوان منبع انرژی در آبزیان پرورشی استفاده می‌شوند. این

اسیدهای چرب کلسترول کمتری داشته و تخم‌های مولدینی که از چنین منابع چربی استفاده کرده‌اند، سریع‌تر تخم‌گشایی یا تفریخ[1] می‌شوند و لاروها از رشد و بازماندگی بهتری برخوردارند. عوامل تأثیرگذار بر نیاز اسیدهای چرب ضروری عبارتند از: دمای آب، میزان شوری آب و قابلیت هرگونه در به‌کارگیری اسیدهای چرب ضروری. اغلب ماهیان دریایی نیازمند انواع اسیدهای چرب (*n*-۳) بشدت غیراشباع هستند. گونه‌های سردآبی در مقایسه با گونه‌های گرم آبی نیاز بیشتری به اسیدهای چرب (*n*-۳) دارند. چربی‌ها نقش مهمی را در ذخیره انرژی در جنین ماهیان بازی می‌کنند و اسیدهای چرب به‌شدت غیراشباع (*HUFA*[2]) سری (*n*-۳) به‌ویژه اسید دکوزاهگزانوئیک (*DHA*)، برای تکامل لارو ضروری هستند (*Watanabe, 1993; Furuita, 1998; Furuita et al. 1996; Furuita et al., 2009*).

لاروهای مولدینی که با جیره بدون اسیدهای چرب به‌شدت غیراشباع تغذیه شده بودند در مقایسه با آن‌هایی که از جیره حاوی ۱۵ میلی‌گرم در هر گرم جیره اسیدهای چرب *HUFA* تغذیه شده بودند، ۳۴درصد کاهش رشد نشان دادند (*Tandler et al., 1995*). ترکیب اسیدهای چرب تخم به‌طور مستقیم از ترکیب اسید چرب مولدین تأثیر می‌پذیرد (*Mourente & Odriozola, 1990*).

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 همچنین می‌تواند به افزایش تدریجی مقدار اسیدهای چرب

1. Hatch
2. Highly unsaturated fatty acids

ضروری در جیره وابسته باشد. مقدار اسیدهای چرب ضروری در جیره مولدین به‌طور معنی‌داری بر روی عملکرد تولیدمثلی ماهی اثر می‌گذارد (*Watanabe et al., 1984a, b&c*). ذخایر چربی ماهیچه در طی بلوغ تخمدان مصرف می‌شود (*Lie et al., 1993*). 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 می‌گذارد. در ماهیان مولد نر، بلوغ گناد جنسی، تولید اسپرم و کیفیت آن نیز توسط جیره‌های غذایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (*Billard et al., 1995*). اثرات جیره‌هایی با کمبود اسیدهای چرب *HUFA* سری (*n*-۳) را روی تخم و اسپرم ماهیان خاویاری بررسی کردند و نشان دادند که کیفیت تخم‌ریزی در ماهیان ماده و اسپرم‌گیری در ماهیان نر تغذیه شده با چنین جیره‌هایی کاهش می‌یابد. در ماهیان مقدار بهینه اسیدهای چرب *HUFA* سری (*n*-۳) به منظور افزایش کیفیت گوشت تقریباً ۱۲ درصد (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۲) و ارتقای کیفیت تخمک‌ها تقریباً ۲۰ درصد کل اسیدهای چرب (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۶) پیشنهاد شده 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 در سال ۱۹۹۵ دریافتند که مقادیر بیش از حد اسیدهای چرب *HUFA* سری (*n*-۳) سبب کاهش باروری و هیپرتروفی کیسه زرده در لاروهای تازه باز شده *Sparus aurata* خواهند شد.

اسیدهای چرب در ترکیب شیمیایی غذای ماهیان خاویاری نقش حیاتی دارد و اغلب بین ۱۲ تا ۱۴ درصد جیره غذایی را شامل می‌شوند. اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره مانند اکوزاپنتانوئیک اسید (*EPA, 20: 5n-3*) و دکوزاهگزانوئیک اسید (*DHA, 22: 6n-3*) از دیگر اسیدهای چرب مهم‌تر بوده و در رژیم پایه غذایی تاسماهیان حدود ۴۰درصد ترکیب اسیدهای چرب غذا را تشکیل می‌دهند. بقیه ترکیبات چربی شامل اسیدهای چرب اشباع شده و منوانوئیک است (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). در فرمولاسیون غذایی جیره تاسماهیان توصیه می‌شود از چربی‌های اکسیدشده به دلیل 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؛ پورعلی و همکاران، ۱۳۷۹). در خصوص تأثیر معنی‌دار اسیدهای چرب *PUFA*[1] 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 حالی است که ماهیان خاویاری توانایی طویل نمودن زنجیره اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک و لینولنیک را دارند (سید حسنی، ۱۳۸۴).

اسیدهای چرب غیراشباع (*PUFA*) نیز تولید ایکوزانوئید به‌ویژه پروستاگلاندین‌ها را تنظیم می‌کنند که در چندین فرایند

1. Poly unsaturated fatty acids

تولیدمثلی مانند تولید هورمون‌های استروئید و تکامل گنادی مانند تخمک‌گذاری دخالت دارند (*Moore, 1995*). تخمدان‌های ماهیان ظرفیت بالایی برای تولید ایکوزانوئید دارند که از میان آن‌ها پروستاگلاندین *E* (*PGE*) از عمل آنزیم سیکلوکسیژناز[1] 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 بیش از حد این ترکیبات نیز اثرات بازدارنده‌ای در عملکرد تولیدمثلی ماهیان دارد، به عنوان مثال، سطوح بالای اسیدهای چرب به‌شدت غیراشباع سری (*n*-۳)، مقادیر تخم تولید شده در مولدین را باوجود افزایش غلظت این ماده در تخمک، کاهش می‌دهد (*Fernandez-Palacios et al., 1995*). سطوح بالای اسیدهای چرب به‌شدت غیراشباع سری (*n*-۳) می‌تواند بر محور مغز ـ هیپوفیز ـ گناد اثر کند از این رو اسیدهای اکوزاپنتانوئیک و دکوزاهگزانوئیک در شرایط آزمایشگاهی سبب کاهش عملکرد تولید استروئیدها از گنادوتروپین در تخمدان ماهیان استخوانی می‌شود (*Mercure & Van Der Kraak, 1995*). برخی مطالعات اخیر به اهمیت نسبت اسیدهای چرب *HUFA* سری (*n*-۳) به اسیدهای چرب سری (*n*-۶) در جیره غذایی مولدین اشاره دارد (*Bell et al., 1997*) و می‌بایستی مطالعات بیشتری در خصوص نسبت بهینه اسید دکوزاهگزانوئیک به اسید اکوزاپنتانوئیک در جیره مولدین انجام شود.

1. Cycloxygenase

پروتئین‌ها

پروتئین‌ها مهم‌ترین، گران‌ترین و باارزش‌ترین ترکیب جیره غذایی آبزیان محسوب می‌شوند. پروتئین‌ها منابع انرژی برای آبزیان بوده و اسیدهای آمینه مورد نیاز 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 تحت تأثیر نوع اسیدآمینه موجود و میزان پروتئین مصرفی، میران انرژی قابل متابولیزه یا قابل هضم 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 ۳۵درصد کاهش یابد دچار کاستی می‌گردد. سطح بهینه پروتئین در جیره غذایی مولدین ماهیان خاویاری در حدود ۴۵درصد 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 ۴۵-۴۰درصد پروتئین باشد.

موازنه پروتئین جیره، ساخت ویتلوژنین (زرده) 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 ۱۰درصد به ۳۲درصد 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 *GnRH* 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 & Vassallo-Agius, 2003*). چندین فاکتور ضدغذایی به همراه عدم توازن ترکیب اسیدهای چرب (بالا بودن اسیدهای چرب غیراشباع سری *n*-۶ و پایین بودن اسیدهای چرب سری *n*-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., 1984 a,b&c*). همچنین مشخص شده است که میزان اسیدآمینه تریپتوفان، پیش ماده انتقال‌دهنده عصبی سروتونین، به‌طور مثبتی بر روی بلوغ گنادهای جنسی در هر دو نوع مولد نر و ماده اثرگذار است. از این رو، مکمل شدن تریپتوفان به مقدار ۰/۱درصد 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 جوی غذا توسط حس بویایی و چشایی مؤثرند (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). کیفیت غذاهای مصرفی در لارو تاسماهی ایرانی با مقادیر ۳۷ تا ۴۳ درصد پروتئین با افزایش اسیدهای آمینه متیونین و لایزین تا سقف ۳ و ۲/۵درصد در جیره افزایش می‌یابد (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۰). مقدار پروتئین خام در غذای بچه‌ماهیان و ماهیان پرواری خاویاری به ترتیب ۵۰ و ۴۶درصد گزارش شده است (کیوان، ۱۳۷۳). ویتلوژنین پیش ماده اصلی زرده در ماهیان استخوانی است. نقش اسیدهای آمینه در ساخت زرده در بسیاری از تحقیقات به‌خوبی تشریح شده است (*Binu Varghese et al., 2009*). ویتلوژنین 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 نشان دهنده نقش اسیدهای آمینه غیرضروری در ساخت زرده و تشکیل تخم دارد. شکل ۳۴ پیش مولد فیل‌ماهی را نشان می‌دهد.

شکل ۳۴- پیش مولد فیل‌ماهی پرورشی

فصل پنجم

مولدسازی گونه‌های مختلف تاسماهیان پرورشی

(محمود بهمنی، ایوب یوسفی جوردهی
رضوان‌اله کاظمی، محمد پوردهقانی،
محمدعلی یزدانی، علی حلاجیان، محمود محسنی)

تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری

گونه‌های مختلف تاسماهیان از قبیل ازون‌برون، تاسماهی ایرانی، تاسماهی شیپ و تاسماهی سیبری به دلیل 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. یکی از مهم‌ترین راهکارهای مهم و اساسی دانشمندان در خصوص حفظ نسل و فراوانی انواع تاسماهیان در دریای خزر و بهره‌برداری تجاری آن، ابداع و توسعه تکثیر مصنوعی انواع ماهیان خاویاری و رهاسازی میلیون‌ها بچه‌ماهی خاویاری در دریای خزر است.

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 قابل تأملی در مطالعه چگونگی روند تکامل رسیدگی جنسی و تکامل ساختار دستگاه تولیدمثلی تاسماهیان، به دلیل 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* و بهمنی و همکاران، ۱۳۹۱). همان‌طوری که 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*).

پس از تحقیقات کاربردی اولیه در خصوص تکثیر و پروش مصنوعی ماهیان خاویاری در چهار دهه (اواخر دهه ۱۸۶۰ تا اوایل ۱۹۰۰ میلادی) (*Milshteyn, 1969; Borodin, 1898; Conte et al., 1988*) توسط دانشمندان روسی و آمریکایی تا اواخر دهه ۱۹۶۰ تحقیقات پراکنده جهت دستیابی به بیوتکنیک تکثیر مصنوعی این گروه از ماهیان ادامه داشت؛ اما از آغاز دهه ۱۹۷۰، پژوهش‌های کاربردی و پیشرفته پرورش تاسماهیان آغاز گردید (*Chebanov & Billard, 2001*). پس از فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی، پژوهش‌های گسترده‌ای در این زمینه توسط دانشمندان مختلف به انجام رسید که منجر به ارائه الگوهای اجرایی تکثیر و پرورش تاسماهیان در شرایط پرورشی شد.

در ایران نیز از سال ۱۳۴۴ خورشیدی تکثیر مصنوعی تاسماهیان براساس روش‌های ارائه شده توسط روس‌ها به انجام رسید (آذری تاکامی، ۱۳۴۴). از سال ۱۳۷۴ خورشیدی پس از تأسیس انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان و ایجاد بخش تخصصی فیزیولوژی و بیوشیمی و نیز همکاری دوجانبه کارشناسان خاویاری ایران و روسیه در

سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ و با سایر کشورها در سال‌های بعد و گسترش دانشکده‌ها و گروه‌های تخصصی شیلات و تحصیلات تکمیلی در دانشگاه‌های مختلف ایران، انقلاب نوین و بزرگی در تحقیقات علوم مختلف تاسماهیان به‌ویژه تولیدمثل و پرورش (تکثیر مصنوعی و طبیعی، پرورش در مراحل اولیه و تاسماهی‌پروری به منظور تولید گوشت و خاویار و نیز مولدسازی تاسماهیان و مباحث مربوط به آن چون اندوکرینولوژی، بیوتکنیک تولیدمثل و پرورش و غیره) به وجود آمد. به‌طوری‌که اکنون در ایران علاوه بر حل بسیاری از مشکلات تکثیر و پرورش مصنوعی گونه‌های مختلف، ده‌ها مزرعه پرورش ماهیان خاویاری نیز احداث شده است که در حال تولید گوشت و خاویار از تاسماهیان می‌باشند. افزایش راندمان و حل مشکل تکثیر مصنوعی تاسماهیان در ایران با جایگزینی هورمون سنتتیک *GnRH* با هورمون‌های هیپوفیز و دیگر هورمون‌های مشابه با تحقیقات کاربردی بهمنی و همکاران (۱۳۸۴ و ۱۳۸۴) روی گونه ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، آغاز و با کار روی گونه‌های شیپ (*Acipenser nudiventris*) و تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) ادامه یافت. پروژه "امکان تکثیر مصنوعی فیل‌ماهی پرورشی (*Huso huso*) با استفاده از هورمون سنتتیک *GnRH* به منظور تولید بچه فیل‌ماهی" با هدف تکمیل مطالعات قبلی و دستیابی به بیوتکنیک تکثیر مصنوعی براساس سطوح غلظت فاکتورهای بیوشیمیایی و هورمون‌های استروئیدی جنسی سرم خون به منظور گشایش گره تکثیر مصنوعی این گونه در سنین پایین‌تر از

شرایط طبیعی انجام شد. یکی از بزرگ‌ترین دلایل اجرای این طرح، کاهش سن زادآوری و نیز تکثیر آن از طریق دستیابی به پروفایل‌های هورمونی و بیوشیمیایی است (بهمنی، ۱۳۸۶؛ بهمنی و همکاران، ۱۳۹۱).

براساس مطالعات انجام شده از بین ترکیبات غذایی مؤثر بر دستگاه تولیدمثل ماهیان توجه بسیار زیادی به اسیدهای چرب غیراشباع (*HUFA*) با ۲۰ اتم کربن یا بیشتر شده است. به عنوان مثال، کمبود اسیدهای چرب سبب به تأخیر افتادن و طولانی شدن دوره زرده‌زایی در قزل‌آلای رنگین‌کمان[1] می‌شود (*Izquierdo et al., 2001*). از طرفی اسیدهای چرب غیراشباع *HUFA* نقش مؤثری در تنظیم تولید ایکوزانوئید[2] و پروستاگلندین‌ها دارند که این ترکیبات خود در تحریک جنسی جهت تولید هورمون‌های استروئیدی و تکامل گناد و پدیده تخمک‌گذاری نقش دارند (*Moore, 1995*).

نقش و اثر تغذیه‌ای ترکیبات *HUFA* بر بسیاری از نمونه‌های مولدین سبب افزایش درصد لقاح و درصد باروری و افزایش کیفیت و بقاء تخم و افزایش نرخ تفریخ می‌شود، از طرفی علاوه بر نقش *HUFA* اهمیت ترکیبات آنتی‌اکسیدان نظیر ویتامین‌های *C* (اسید اسکوربیک) و *E* (α- توکوفرول) طی مراحل مختلف رشد دستگاه تولیدمثل ماهیان به اثبات رسیده است (*Izquierdo et al., 2001*).

ویتامین *E* به‌عنوان یک ویتامین محلول در چربی و ترکیبی آنتی‌اکسیدان در ارتقاء و توسعه ساختارهای دستگاه تولیدمثل مهره‌داران مؤثر بوده، به‌طوری‌که کمبود آن سبب به تأخیر افتادن

1. Oncorhynchus mykiss 2. Eicosanoid

زمان بلوغ و رسیدگی گنادها، کاهش شاخص‌های تفریخ و همچنین کاهش درصد بقاء لاروها می‌شود (*Izquierdo et al., 2001*). از طرفی نقش ویتامین‌های *E* و *C* به‌عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدان در محافظت از اسپرم‌ها در طی پدیده اسپرماتوژنز و نیز محافظت از لیپیدهای ساختار غشاء اسپرم که نقش مهمی در تحرک و حرکت آن‌ها دارند، شناخته شده است (*Sandnes, 1991*).

نقش ویتامین‌های *E* و *C* در تخریب و از بین بردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن فعال و آزاد که در طی فرآیند تولید هورمون‌های استروئیدی تولید می‌شود، نیز بسیار مهم و مؤثر است. درواقع این عمل ویتامین‌های *E* و *C* جهت حفظ لیپیدهای غشاء سلول‌ها به‌ویژه سلول‌های جنینی و سلول تخم و حفظ بقاء آن‌ها بسیار مفید است (*Sandnes, 1991*). اهمیت و نقش ویتامین *E* در رسیدگی گناد و افزایش نرخ تفریخ در کپورماهیان نیز اثبات شده است (*Watanabe et al., 1991*).

اهمیت ویتامین *C* در عملکرد دستگاه تولیدمثل بیشتر در خانواده آزادماهیان[1] مطالعه شده (*Blom et al., 1995*) به‌طوری‌که نقش این ترکیب آنتی‌اکسیدان در فرآیند تولید استروئیدهای جنسی و ویتلوژنز نیز گزارش شده است (*Sandnes, 1991*). از اثرات دیگر ویتامین *C* در رشد دستگاه تولیدمثل ماهیان و نقش آن‌ها در بقاء و تکامل لاروها و اهمیت این ویتامین به‌عنوان یکی از عناصر مؤثر در تولید رشته‌های کلاژن در هنگام تکامل جنینی است (*Blom et al., 1995*).

1. Salmonidae

اثر و نقش ویتامین‌های *E* و *C* در محافظت از اسپرم‌ها در طی پدیده اسپرماتوژنزیز[1] نیز به اثبات رسیده است. این نقش به دلیل اثر این ویتامین به‌عنوان ترکیب آنتی‌اکسیدان در محافظت از چربی‌های غشاء اسپرم‌ها از تخریب و آسیب در برابر عوامل مضر نظیر رادیکال‌های آزاد است و به این دلیل آن‌ها نقش فراوانی در ماندگاری و توانایی حرکت اسپرم و میزان باروری دارند (*Izquierdo, 2001*).

اثرات ویتامین‌های *E* و *C* بر دستگاه تولیدمثل آبزیان در بیشتر موارد مشابه و در یک راستا است البته نقش ویتامین *C* در فرآیندی مانند زرده‌سازی در اکثر ماهیان نظیر قزل‌آلای رنگین‌کمان به اثبات رسیده است (*Waagb et al., 1989*). اثر ویتامین *C* در فرآیندهای *Steroidogenesis* و *Vitellogenesis* نیز بررسی شده است (*Sandes et al., 1984*). از سوی دیگر، غلظت ویتامین *C* در مایع سمینال منعکس کننده 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 & Dabrowski, 1995*).

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. 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

1. Spermatogenesis

زمینه جهت تسریع در فرآیند گنادو ـ گامتوژنز بسیار مهم است (*Bahmani et al., 2013*).

مطالعه و بررسی اثر جیره‌های غذایی حاوی کنجاله سویا جهت انجام تسریع و یا تحریک فرآیند رسیدگی جنسی در گونه‌های ازون‌برون، تاسماهی ایرانی[1] و تاسماهی شیپ[2] ماده پرورشی و بدون کنجاله سویا در ماهیان نر و یافتن یک رابطه مهم بین ترکیبات غذایی مؤثر در دستگاه تولیدمثل این گونه‌ها در کنار عواملی نظیر جنسیت، شرایط پرورشی و عوامل اکولوژیک از طریق بررسی ارتباط شاخص‌های خونی، اسمزی (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۱) و هورمون‌های جنسی در ماهیان نر و ماده در مراحل مختلف رسیدگی جنسی و در فصول مختلف و تعیین شاخص‌های مؤثر در تشخیص مولدین توسط بهمنی و همکاران (۱۳۹۰) انجام شد.

دستیابی به بیوتکنیک مولدسازی و تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری پرورشی و به‌ویژه گونه‌های ارزشمند تاسماهی شیپ و تاسماهی ایرانی که تاکنون در کشور سابقه نداشته، مسلماً تحولی اساسی را در راه‌اندازی و توسعه این صنعت استراتژیک در کشور ایجاد خواهد نمود.

از این رو، مراحل اجرایی به منظور اجرای عملیات مولدسازی در گونه‌های تاسماهی شیپ و تاسماهی ایرانی پرورشی شامل سه فاز اصلی به شرح زیر است (*Bahmani et al., 2013*):

۱- مولدسازی از طریق کنترل شرایط فیزیکی و شیمیایی و تغذیه با جیره‌های غذایی مختلف در هر دو جنس نر و ماده

1. Acipenser persicus
2. Acipenser nudiventris

۲- مطالعه شاخص‌های هیستولوژیک، خونی، اسمزی ـ یونی و هورمونی
۳- عملیات تکثیر و استحصال تخمک، اسپرم، خاویار و تولید بچه‌ماهی

مروری بر مطالعات انجام شده

پرورش ماهیان خاویاری در نیمکره شمالی هم‌زمان با ترویج پرورش سایر گونه‌ها بعد از دستیابی به تکنیک‌های مصنوعی تکثیر و پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در سال ۱۸۵۰ به‌وسیله *Remy* و *Gehain* در فرانسه مورد توجه بیشتری قرار گرفت. این در حالی است که مطالعات مربوط به بیوتکنیک پرورش ماهیان خاویاری از سال ۱۹۷۱ میلادی در مؤسسه تحقیقاتی سیمنوف روسیه آغاز و اولین نتایج در سال ۱۹۷۹ به دست آمد که شوروی سابق نقش بسیار مهمی را در این راستا ایفا نموده است (*Chebanov & Billard, 2001*). اگرچه برخی محققین معتقدند که تاریخچه مربوط به بیوتکنیک پرورش ماهیان خاویاری به اوایل قرن بیستم (حدود سال‌های ۱۹۱۰) توسط *Derzhavin* و *Gerbileskii* و غیره در روسیه برمی‌گردد.

پرورش ماهیان خاویاری در روسیه عملاً از سال ۱۸۶۹ میلادی زمانی که اوسجانیکوف[1] به لقاح مصنوعی تخم ماهیان استرلیاد[2] از رودخانه ولگا توفیق یافت و به کار پرورش لارو این ماهیان پرداخت، آغاز گردید (*Milshteyn, 1969*).

1. Ovsjannikov
2. Acipenser ruthenus

پرورش تاسماهیان با کار روی سایر گونه‌های تاسماهیان و با پیروی از تکنیک لقاح مصنوعی ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای و تحقیقات انجام شده توسط *Gehain* و *Remy* در سال ۱۸۵۰، در فرانسه ادامه پیدا کرد. پس از موفقیت اوسجانیکوف، دانشمندان روسی به‌طور متمرکز روی تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری با تأکید بر مولدین وحشی مطالعه نمودند. زیرا نگهداری ذخایر مولدین بزرگ در اسارت غیرممکن بود. تلاش‌هایی که در خصوص تخم‌ریزی ماهی استرلیاد در اسارت (که اندازه آن حداکثر از ۴-۲ کیلوگرم تجاوز نمی‌کرد) به انجام رسید نیز، ناکام ماند و ماهیان در اسارت بالغ نشدند. *Borodin* (۱۸۹۸) ماهیان ازون‌برون و تاسماهی سیبری متعلق به چندین رودخانه را مطالعه نمود و نخستین فرآیند برای تکثیر مصنوعی (شامل استفاده از گل رس برای زدودن لایه چسبنده دربرگیرنده تخم‌های تازه بارورشده) را نوآوری کرد. در سال ۱۹۱۲، درژاوین آزمایشگاه ماهی‌شناسی باکو را تأسیس کرد و فعالیت خود را در زمینه تکثیر ماهیان خاویاری آغاز نمود که بعدها دستاورد خود را در کتاب مشهورش خلاصه نمود (*Derzhavin, 1947*). یک گام روبه‌جلو زمانی صورت گرفت که *Gerbileskii* و همکاران، به‌ویژه *Barannikova* (۱۹۸۷) در القاء تخم‌ریزی با استفاده از روش تزریق هیپوفیز توفیق یافتند. توسعه فنّاوری تکثیر مصنوعی تاسماهیان پس از تحقیقات بنیادی روی رسیدگی تخمک‌ها (*Dettlaff & Skoblina, 1969*)، زیست‌شناسی اسپرم و بارورسازی تخمک (*Dettlaff et al. 1993*) تکمیل شد.

در اواسط قرن بیستم ساخت سدها روی رودخانه‌های اصلی شوروی سابق (ولگا، کورا، دون، کوبان و دنیپر) آغاز و مانع از مهاجرت ماهیان برای تخم‌ریزی به سمت بالادست رودخانه گردید. به همین علت، فنّاوری‌های نوینی برای تکثیر مصنوعی این ماهیان قبل از تخم‌ریزی القایی، لقاح مصنوعی، انکوباسیون، پرورش لارو با غذای زنده در استخرهای کوچک در محیط بسته و یا در استخرهای باز (۲ هکتاری) در تفریخ‌گاه‌های کنار رودخانه بکار گرفته شدند. نهایتاً تعداد تفریخ‌گاه‌ها به مقیاس قابل توجهی رسید، مقادیر عظیمی از بچه‌ماهیان خاویاری با وزن ۴-۱ گرمی برای بازسازی ذخایر تولید گردیدند.

در سال ۱۹۷۹ موفقیت در پرورش ماهیان خاویاری برای مصارف گوشتی با استفاده از گونه‌هایی با اندازه کوچک از قبیل ماهی استرلیاد و تاسماهی سیبری که همواره در آب شیرین زیست می‌نمودند حاصل شد و هر دو گونه به‌طور موفقیت‌آمیزی تکثیر شدند.

براساس مطالعات *Izquierdo* و *Fernandez - Palacois* (۱۹۹۷) و *Fernandez - Palacois* و همکاران (۱۹۹۸) یکی از ترکیبات غذایی مفید و مؤثر در باروری آبزیان به‌ویژه ماهیان، ویتامین *E* است.

براساس مطالعات انجام شده ماهیانی که غذای آن‌ها فاقد ویتامین *C* بود مقدار حجم چربی در کبد زیاد ولی در تخمدان آن‌ها کم بود، از سوی دیگر در انتهای دوره آزمایش دچار کم‌خونی (آنمی) شدند که این آنمی هم به دلیل کاهش تولید هموگلوبین و هم در مقدار هماتوکریت مشاهده شد که علت آنمی شاید به دلیل

نقش ویتامین *C* در تسهیل جذب آهن از سلول‌های دیواره روده باشد. از سوی دیگر سطح هورمون ۱۷ بتا ـ استرادیول در سرم خون و نیز مقدار ویتلوژنین در این ماهیان نیز کم بود (*Wagb et al., 1989*).

افزایش غلظت ویتامین *C* در تخمدان‌ها منعکس کننده فعالیت این غدد است. براساس مطالعات *Morita* و *Levine* (۱۹۸۵) شاید نقش اسید اسکوربیک به‌عنوان یک کوفاکتور یا تنظیم کننده در بیوسنتز *Oestrogens* در سلول‌های فولیکولی باشد. براساس مطالعات *Setmour* (۱۹۸۱) کاهش سطح اسید آسکوربیک در تخمدان‌ها در مراحل بلوغ ماهی کاراس[1] سبب تحریک غده هیپوفیز برای ترشح می‌شود. در خصوص اثر ویتامین *C* بر فرآیند مربوط به غدد آندوکرینی و تحریک ترشح آن‌ها در ماهیان اطلاعات اندکی در دسترس است، ولی در این زمینه فرضیاتی وجود دارد از آن جمله شاید ویتامین *C* در تولید و ترشح هورمون‌های استروئیدی و یا در محافظت و ثبات عمل آن‌ها و یا یک نقش افزاینده در سیستم اندوکرینی ماهیان داشته باشد (*Levine et al., 1985*).

تاتینا (۱۳۸۸)، تأثیر سطوح مختلف ویتامین‌های *C* و *E* جیره غذایی بر برخی از شاخص‌های خونی و رشد استرلیاد پرورشی را مورد مطالعه قرار داد و دریافت که در برخی از غلظت‌ها سطوح برخی شاخص‌های مورد مطالعه معنی‌دار بود. یکی از ترکیبات غذایی که نقش مؤثر آن‌ها در عملکرد دستگاه تولیدمثل آبزیان به اثبات رسیده پروتئین‌ها است. براساس مطالعات انجام شده

1. Carassius carassius

(*Rasonthi et al., 1995*) روی ماهی تیلاپیای گونـه *Oreochromis niloticus* با رژیم‌های غذایی مختلف پروتئینی، ثابت شـد کـه در کنار تأثیر مستقیم پروتئین روی رشد گنادی، پروتئین با تأثیر بر رشد سوماتیک و افـزایش شـاخص‌هـای بیومتریـک سـبب رشـد گنادی نیز می‌شوند.

درواقع چربی‌ها و پروتئین‌ها از عمده‌ترین ترکیبات موجود در تخم ماهیان می‌باشند که به نظر می‌رسد نقش آن‌ها در عملکـرد دستگاه تولیدمثل آبزیان بیشتر از سایر عوامل غذایی است و ایـن اثر را در کنار تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر رشد سوماتیک نیـز اعمال می‌کنند (*Watanabe et al., 1984 a,b&c, 1985*).

براساس مطالعات *Hoar* و همکاران (۱۹۹۳) عمـده نوسـانات هورمون‌های تولیدمثلی در مـاهی‌هـا، تـابع نوسـانات و تغییـرات شرایط زیست‌محیطی است که سبب بروز رفتارهـای تولیـدمثلی می‌گردد.

مطالعات مختلـف حـاکی از تـأثیر دمـا بـر آزادسـازی *GTH*، افزایش ویتلوژنز، ایجـاد حساسـیت‌هـای گیرنـده‌هـای *GnRH* در هیپوفیز و تأثیر آن بر وقایع هورمونی قبل از اوولاسیون است کـه هم‌زمان با تأثیر فتوپریود، زمـان تخـم‌ریـزی در مـاهی‌هـا را نیـز تعیین می‌کند (*Kjesbu, 1991*).

در سـه گونـه از ماهیـان خاویـاری شـامل *Huso huso*، *Acipenser gueldenstaedtii* و *A.stellatus*، *Barannikova* و همکـاران (۲۰۰۴) تغییـرات سـطوح هورمـون‌هـای ۱۷ بتـا ـ اسـترادیول، تستوسترون و ۱۱ کتو ـ تستوسترون را در طی رشـد و نمـو و بلـوغ نهایی گنادها در اثر تحریک تیمار هورمونی بررسی کردند.

در مطالعه روی نوسانات سطوح هورمون‌های ۱۷ آلفا ـ هیدروکسی پروژسترون و تستوسترون (*T*) در طی مهاجرت ماهی آزاد *Sockeye* [1]، بیانگر کاهش سطوح هورمون تستوسترون پس از تخم‌ریزی و افزایش معنی‌دار سطوح ۱۷ آلفا ـ هیدروکسی پروژسترون، قبل و بعد از تخم‌ریزی است (*Truscott et al., 1986*). همچنین غلظت هورمون‌های پروژسترون و تستوسترون ماهی آزاد [2]، در مرحله بلوغ هر دو جنس نر و ماده، توسط *Fitzpatrick* و همکاران (۱۹۸۶) مورد مطالعه قرار گرفت.

در زمینه بررسی سطوح کلسیم و ارتباط آن با سطوح ویتلوژنین پلاسمای خون می‌توان به مطالعات *Bjornosson* و همکاران (۱۹۸۵)، در قزل‌آلای رنگین‌کمان [3] و *Norberg* و همکاران (۱۹۸۹)، در قزل‌آلای قهوه‌ای ماده [4] در دو نژاد طبیعی و پرورشی، اشاره نمود که نتایج آن مبین ارتباط و نقش سطوح کلسیم پلاسما روی سنتز ویتلوژنین است.

همچنین مطالعه روی تغییرات فصلی غلظت‌های سطوح هورمون‌های ۱۷ بتا ـ استرادیول و تستوسترون ماهی ماده *Capoeta capoeta umbbla*، از خانواده کپورماهیان (*Erdogan et al., 2001*) و در جنس ماده ماهی *midshipman* [5]، از خانواده *Batrachoididae*، نشان دهنده حداکثر سطوح هورمون‌های ذکر شده در پلاسمای خون در زمان نزدیک شدن به تخم‌ریزی است (*Sisneros, 2003*).

بهمنی و همکاران (۱۳۷۷)، رابطه رشد غدد جنسی تاسماهیان در شرایط پرورشی و نیز بهمنی و همکاران (۱۳۸۱ و

1. Oncorhynchus nerka
2. Oncorhynchus kisutch
3. Oncorhynchus mykiss
4. Salmo trutta
5. Porichthys notatus

۱۳۸۴) وضعیت بافت‌شناسی اندام‌های مختلف تاسماهیان، به‌ویژه گناد را در شرایط طبیعی بررسی کرد.

بهمنی و همکاران (۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) نقش مطالعه شاخص‌های خونی در تاسماهیان پرورشی (تاسماهی ایرانی، تاسماهی روسی و فیل‌ماهی) را ارزیابی نمودند. نتایج مبین نقش هورمون‌هایی نظیر کورتیزول به‌عنوان شاخص استرس در کاهش سطوح هورمون‌های جنسی در زمان مهاجرت تولیدمثلی تاسماهی ایرانی به رودخانه‌های سفیدرود و گرگانرود بود (*Bahmani & Oryan, 2000; Bahmani et al., 2001*).

بهمنی و همکاران (۱۳۸۳)، در ارزیابی کیفی تاسماهیان پرورشی چندین ساله، جنبه‌های فیزیولوژی تولیدمثل آن‌ها را بررسی نمودند.

بهمنی و همکاران (۱۳۸۴)، در مطالعه فیزیولوژیک نارسائی‌ها در القای تکثیر مصنوعی ماهیان ازون‌برون صیدشده از حوضه جنوبی دریای خزر، نوسانات سطوح هورمون‌های جنسی و شاخص‌های خونی مؤثر در فرآیند تولیدمثلی آن‌ها را ارزیابی نمودند.

بهمنی و همکاران (۱۳۷۷)، مراحل رشد و نمو جنینی ماهی شانک زرد باله را بررسی کردند. بطوریکه نتایج حاصل مبین وجود الگوهای قابل قیاس تحلیلی در استخوانی دریایی و ماهیان خاویاری است.

بهمنی و همکاران (۱۳۹۱)، شاخص‌های فیزیولوژیک موثر در تکثیر مصنوعی و بیوتکنیک مولدسازی در تاسماهی شیپ و ماهیان ازون‌برون پرورشی را بررسی کرد.

نوروزی و همکاران (۱۳۸۴)، تأثیر تزریق هیپوفیز گلیسیرینه بر نوسانات هورمون‌های استروئیدی جنسی در مولدین ماده تاسماهی ایرانی در شرایط تکثیر مصنوعی را بررسی نمودند.

یلقی (۱۳۸۵)، در بررسی روند رسیدگی جنسی ماهیان ازون‌برون صید شده در سواحل جنوب شرقی دریای خزر در محدوده آب‌های ایران، شاخص نوسانات هورمون‌های جنسی و متابولیت‌های خونی مرتبط را مطالعه نمود.

بهمنی و همکاران (۱۳۸۶)، اثرات جیره‌های غذایی حاوی سویا و ویتامین‌های C و E بر ماهیان ماده و فاقد سویا بر ماهیان نر را در گونه ازون‌برون پرورشی مورد بررسی قرار دادند و موفق به مولدسازی و استحصال بچه‌ماهی از این ماهیان در شرایط پرورشی شدند.

یوسفی جوردهی (۱۳۸۵)، ارتباط برخی شاخص‌های خونی، یونی و هورمونی با روند رسیدگی جنسی را در ماهی ازون‌برون پرورشی مورد مطالعه قرار داد و دریافت که سطوح هورمون‌های استروئید جنسی می‌تواند به‌عنوان یک شاخص رسیدگی جنسی مطرح باشد.

تاتینا (۱۳۸۸) و تاتینا و همکاران (۱۳۹۱)، اثرات سطوح مختلف ویتامین‌های C و E را برای اولین بار در کشور بر روی شاخص‌های خونی، رشد و بقای ماهی استرلیاد پرورشی بررسی کردند.

یوسفی جوردهی و همکاران (۱۳۹۳)، اثرات فیتواستروژن‌ها بر روند رشد تولیدمثلی فیل‌ماهی ماده پرورشی را بررسی کردند و موفق به مولدسازی و تسریع روند بلوغ شدند.

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 علامت‌های قابل رؤیت همراه است، لیکن در ماهی‌ها بندرت بلوغ با تغییرات مورفولوژیک همراه بوده و عمده تغییرات در سطح فیزیولوژیک معطوف به تغییرات 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 تاسماهیان، فیل‌ماهی ماده در سن ۲۲ سالگی) به بلوغ جنسی می‌رسند. ازآنجایی‌که ماهی‌ها عمدتاً دارای رفتارهای تولیدمثلی زمان‌بندی شده 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 et al., 1983*).

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[1]، غشاء پایه[2] و لایه تکا[3] است. در طی مراحل رشد ثانویه اووسیت، کوریون مشتمل بر لایه ویتلینی است و منطقه شفاف[4] 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 (*Rankin et al., 1983*).

طی بلوغ اووسیت‌ها، ذرات زرده‌ای به‌تدریج به یکدیگر می‌چسبند و تشکیل وزیکول‌های زرده‌ای را می‌دهند. در سرم خون ماهی‌ها ترکیب فسفولیپوگلیکوپروتئینی به نام ویتلوژنین 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 *GTH-I* و ۱۷ بتا ـ 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 (*Rankin et al., 1983*). در عین حال در غشاء اووسیت‌ها، گیرنده‌هایی (پروتئینی) جهت جذب ویتلوژنین گزارش شده است (*Kumar, 1991*). هورمون‌هایی نظیر گنادوتروپین‌ها، تیروکسین، T_3، انسولین و هورمون رشد بر

1 Granolosa
2. Basement layer
3. Techa
4. Clarified region

روند جذب ذرات زرده‌ای اثر دارند. ارتباط متقابل بین تغییرات تیروکسین و مراحل ویتلوژنز به‌خوبی شناخته شده است (*Muraganat et al., 1994*).

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 منشأ خارجی نیز به اثبات رسیده است (*Hoar et al., 1993*).

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 ارگان‌ها که منجر به ترشحات هورمونی مختلف می‌شود، رفتارهای خاصی به نام رفتارهای تولیدمثلی به وقوع 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 به عنوان مثال 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 (تروسوف، ۱۹۷۵). پاسخ این پرسش که دقیقاً چه زمانی بافت چربی در گنادها آشکار می‌شود، دقیقاً معلوم نیست. اصولاً بیشتر اوقات وجود و مقدار بافت چربی نشان دهنده 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 از نظر 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 در 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 یاخته‌های اولیه جنسی و تبدیل یاخته‌های غیرجنسی به اووگونی و سپس تمایز اندام‌های نر و ماده از نظر 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).

مواد مؤثر بر تسریع رشد گنادیک در تاسماهیان

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 گولونواکسیداز 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 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 (*Sadnes, 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 نشان دهنده نقش مهم این ویتامین‌ها در تولیدمثل است (*Blom & Dabrowski 1996; Sandnes et al., 1998*) به عنوان مثال نیازهای غذایی مولدین ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به ویتامین *C* در حدود هشت برابر بیشتر از ماهیان نوجوان باشد (*Blom & 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 به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دمای ۱۵ درجه سلسیوس گزارش شده است (*Moreau et al., 1999*). غلظت ویتامین *C* در بافت‌های مختلف بدن ماهیان به میزان ویتامین جذب شده جیره بستگی دارد. این امر به‌خوبی درک شده است ویتامین *C* ذخیره شده در بافت‌های مختلف در زمان مورد نیاز توسط ماهی قابل استفاده 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 انجام شده 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 به همراه 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). ازآنجاکه ویتامین *E* نمی‌تواند توسط ماهیان سنتز شود، لذا می‌بایستی به جیره‌های غذایی ماهیان به‌ویژه مولدین اضافه شود (*Sawanboonchun, 2009*).

کمبود ویتامین *E* روی عملکرد تولیدمثلی ماهیان تأثیر می‌گذارد و سبب ایجاد گنادهای نارس و کاهش نرخ تخم‌گشایی می‌شود. به عنوان مثال، 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. مقدار ویتامین *E* تا سقف ۱۲۷ میلی‌گرم در هر کیلوگرم هیچ اثری بر روی مقدار این ویتامین در تخم‌ها نداشت، اگرچه با افزایش بیشتر از این حد، میزان *α*- توکوفرول موجود در تخم‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (*Izquierdo et al., 2001*).

پاولف و همکاران، به اثرات مثبت و معنی‌دار حضور ویتامین *E* بر روی تخم‌گشایی و تولید لارو اشاره کرده‌اند (*Pavlov et al., 2001*). مقدار ویتامین دی ال ـ آلفا توکوفریل استات در جیره ماهیان خاویاری ۷۵*mg/kg* گزارش شده است (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). بالاترین شاخص گنادوسوماتیک در مولدین نر تاسماهی ایرانی تغذیه شده با جیره حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم ویتامین *C* و ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین *E* اندازه‌گیری شد (*Mohseni et al., 2012*).

استروژن‌های گیاهی (فیتواستروژن‌ها)

به ترکیبات مشابه استروژن موجود در گیاهان گفته می‌شود که از فیتو به معنای 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[1] هستند؛ اما برخی از آن‌ها حاوی مقادیر جزئی از استروژن‌های استروئیدال[2] هستند که با استروئیدهای تولید شده 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[3] 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) (شکل ۳۵). *Pelissero* و همکاران در سال ۱۹۹۱ به نقش ترکیبات فیتواستروژن در فرآیند زرده‌سازی و رشد تخمک تاسماهیان سیبری اشاره کردند.

1. None-esteroid 2. Esteroidal 3. Estrogenic activity

شکل ۳۵- مولد فیل ماهی ماده پرورشی تغذیه شده با فیتواستروژن‌ها

کارتنوئیدها (آستازانتین)

آستازانتین رنگ‌دانه اصلی کارتنوئیدی در محیط‌های دریایی محسوب می‌شود که نمی‌تواند توسط ماهیان ساخته شود و می‌بایستی کاملاً از جیره‌های غذایی تأمین شود (*Davies, 1985*). کارتنوئیدها 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 & Torrissen, 1997*). آستازانتین ممکن است به بهبود کیفیت تخم طی دوران تکامل جنینی کمک کند و همچنین پیشنهاد شده 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 غذایی را با آستازانتین برای پاره‌ای از ماهیان مولد به

اثبات 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. در خصوص کیفیت تخم‌ها *Watabane* و همکاران (۱۹۹۱)، به این نتیجه رسیدند که ترکیبات فسفاتدیل کولین، آستازانتین و ویتامین *E* اثر معنی‌دار بیشتری در مقایسه با بلوغ گنادهای جنسی در ماهیان دارد و مانع تولید رادیکال‌های آزاد مخرب در روند زرده‌سازی می‌شود. همچنین مشخص شده است که کارتنوئیدها بر عملکرد سیستم ایمنی ماهیان اثر می‌کنند (*Thompson et al., 1994*). افزایش بقای لاروها ممکن است به دلیل فعالیت ویتامین *A* کارتنوئیدها باشد (*Torrissen & Christiansen, 1995*). ویتامین‌های *C* و *E* در تخریب و از بین بردن رادیکال‌های آزاد مانند رادیکال‌های اکسیژن فعال و آزاد که در طی فرایند تولید هورمون‌های استروئیدی تولید می‌شوند بسیار مهم و مؤثر هستند. این عملکرد ویتامین‌ها سبب حفظ چربی‌های غشاء سلول‌ها به‌ویژه سلول‌های جنینی و سلول تخم و حفظ و بقا آن‌ها می‌شود (*Sandness, 1991*). 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).

علاوه بر مواد غذایی مؤثر فوق در عملکرد تولیدمثلی ماهیان، ترکیبات فیتواستروژن که در مواد غذایی مانند کنجاله سویا یافت می‌شود نیز در فرایند زرده‌سازی و تسریع تکامل تخمک‌های ماهیان دخالت دارند (*Yousefi Jourdehi et al., 2014*) و خوش‌نیت،

۱۳۸۴). اثر *Genistein* به‌عنوان یک ترکیب فیتواستروژن در عملکرد غدد درون‌ریز و گامتوژنز در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد مطالعه قرار گرفته است (*Bernard et al., 2001*). اثر ایزوفلاوان‌های *Genestein* و *Equol* 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 *Daidzein* نیز در فرایند زرده‌سازی و رشد تخمک‌ها در تاسماهی سیبری تأثیرگذار است. این ترکیبات درواقع با بند شدن به گیرنده‌های هورمونی استروئیدی در سلول‌های کبد سبب القای پدیده تولید زرده می‌شوند (*Izquierdo et al., 2001*).

مراحل مولدسازی تاسماهیان

انتخاب و نگهداری ماهیان

ماهیان نر و ماده پس از بررسی ظاهری، بیوپسی و تعیین جنسیت انتخاب گردیده، پلاک‌گذاری شده و در مخازن فایبرگلاس و یا حوضچه‌های بتنی گرد و چهارگوش با استفاده از جیره غذایی حاوی ویتامین C و E مورد تغذیه قرار می‌گیرند. ماهیان نر از ماده جداگانه نگهداری می‌شوند. روی هر یک از وان‌ها با توری‌های مخصوص جهت جلوگیری از بیرون پریدن ماهیان پوشانده می‌شود. مبنای تقسیم‌بندی براساس جنسیت (نر ـ ماده) و مرحله رسیدگی جنسی آن‌ها است. از مخلوط آب چاه و رودخانه جهت آبگیری استفاده می‌شود. سیستم هوادهی از نوع دستگاه ایربلوئر[1] مرکزی اکسیژن مورد نیاز وان‌ها را تأمین می‌کند. دما و اکسیژن آب حاوی

1. Air blower

وان‌ها در طی مدت آزمایش ثبت و محاسبه می‌شود. غذای مورد نیاز ماهیان براساس بیومس (توده زنده) هر مخزن تعیین و محاسبه می‌گردد. غذادهی درصد غذادهی نیز در طی مدت آزمایش در حدود ۲ الی ۳ درصد بیومس تعیین و محاسبه می‌شود. ماهیان طی ۲۴ ساعت ۲ بار در روز غذادهی می‌شوند.

نحوه تهیه جیره غذایی

آنالیز ترکیب تقریبی جیره‌های غذایی جهت تعیین اجزای آن‌ها براساس روش استاندارد تعیین می‌گردد (*AOAC*[1]). جهت ساخت غذا ابتدا ترکیبات (آرد ماهی، کنجاله سویا، پودر گوشت و استخوان، ملاس و غیره) با استفاده از دستگاه آسیاب به‌صورت کاملاً پودر درآمده به مدت ۲۰ دقیقه با استفاده از دستگاه همزن با یکدیگر مخلوط می‌شوند. سپس به مخلوط حاصل ترکیبات با مقادیر کم از قبیل نمک، ویتامین پریمکس، مکمل معدنی، ویتامین‌ها، کولین و غیره اضافه شده و به مدت ۱۵ دقیقه با یکدیگر مخلوط می‌گردند. در این مرحله روغن گیاهی و جانوری به مخلوط جدید افزوده شده و به مدت ۱۵ دقیقه با یکدیگر مجدداً مخلوط و با استفاده از دستگاه چرخ‌گوشت به‌صورت گرانول با قطر ۲ میلی‌متر (با توجه به سایز دهانی ماهی) تهیه می‌شود. گرانول‌ها در دستگاه خشک‌کن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سلسیوس خشک می‌شوند. پس از خشک شدن بسته‌بندی و شماره‌گذاری شده و در فریزر در دمای ۲۰ درجه زیر صفر تا زمان مصرف نگهداری شد. قبل از توزیع غذا در وان‌ها جیره‌های ساخته

1. Association of Analytical Communities

شده از فریزر خارج و در دمای اتاق نگهداری می‌شوند. پس از متعادل شدن درجه حرارت غذای کنسانتره، با استفاده از ترازوی دیجیتالی توزین شده و به ماهیان داده می‌شود. ترکیب شیمیایی غذا شامل: ۴۰-۳۸ درصد پروتئین، ۱۵-۱۳ درصد چربی، ۲۰-۱۹/۵ مگاژول بر کیلوگرم انرژی است (جدول ۱۳)، (شکل ۳۶).

جدول ۱۳- تیمارهای غذایی مورد استفاده در ازون‌برون

جیره	ترکیبات	جنسیت	مرحله رسیدگی	شماره گروه
A	جیره پایه + سویا	ماده	انتهای *II*	*E5* و *D5*
B	جیره پایه + سویا + ویتامین *E* و *C*	ماده	*III*	*E7* و *D6*
C	جیره پایه + ویتامین *E* و *C*	نر	*III-IV*	*E6* و *D7*
D	جیره پایه	نر	*I* و *II*	*E4* و *D4*

شکل ۳۶- مراحل نگهداری مولدسازی در تاسماهی شیپ و تاسماهی ایرانی

زیست‌سنجی

پس از خون‌گیری، ماهی‌ها مورد زیست‌سنجی واقع شده اندازه طول کل به‌وسیله متر نواری با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و وزن کل توسط ترازوهای پاندولی (قپان) با دقت ۱۰۰ گرم محاسبه می‌گردد.

تعیین شرایط فیزیکی و شیمیایی آب

اندازه‌گیری و تعیین روزانه دما، اکسیژن و *pH* با استفاده از دستگاه‌های دیجیتال با دقت بالا صورت می‌پذیرد. برای یک سیستم پرورشی که منبع تأمین آب آن رودخانه است، حداقل دما معادل ۸±۱/۵ و حداکثر آن معادل ۲۷/۵±۱/۶ درجه سانتی‌گراد است که به‌ترتیب در فصول زمستان و تابستان مشاهده می‌شود که با استفاده از مخلوط آب رودخانه و چاه می‌توان این دما را متناسب با فصول تعدیل کرد. حداقل و حداکثر اکسیژن ۷/۲±۰/۶ و ۸/۹±۰/۶ میلی‌گرم در لیتر است که به‌ترتیب در فصول تابستان و زمستان مشاهده می‌گردد. حداقل و حداکثر *pH* ۷/۷±۰/۲ و ۷/۹±۰/۵ است که به‌ترتیب در فصول زمستان و پاییز دیده می‌شود (جدول ۱۴).

جدول ۱۴- میانگین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب مورد استفاده جهت پرورش مولد در ماه‌های مختلف

ردیف	ماه	دما (^oC)	اکسیژن (*mg/lit*)	*pH*
۱	فروردین	۱۵/۸±۱/۵	۸/۴±۰/۶	۷/۸±۰/۱
۲	اردیبهشت	۱۶/۵±۱/۴	۸/۲±۰/۵	۷/۸±۰/۴
۳	خرداد	۲۰/۱±۱/۳	۸/۱±۰/۵	۷/۹±۰/۲
۴	تیر	۲۴/۲±۱/۱	۷/۲±۰/۶	۷/۸±۰/۱
۵	مرداد	۲۷/۴±۱/۷	۷/۴±۱/۱	۷/۸±۰/۳
۶	شهریور	۲۴±۱/۱	۷/۹±۰/۸	۷/۸±۰/۳
۷	مهر	۲۳±۱/۵	۷/۸±۰/۴	۷/۹±۰/۵
۸	آبان	۱۸/۲±۱/۱	۸/۲±۰/۳	۷/۵±۰/۵
۹	آذر	۱۲/۶±۱/۲	۸/۱±۰/۵	۷/۸±۰/۳
۱۰	دی	۸/۷±۱	۸/۵±۰/۲	۷/۹±۰/۶
۱۱	بهمن	۸±۱/۵	۸/۹±۰/۶	۷/۷±۰/۲
۱۲	اسفند	۱۱/۵±۱/۳	۸/۷±۰/۴	۸/۲±۰/۵

تعیین جنسیت

مطالعات ریخت‌شناسی همیشه نمی‌تواند به‌طور دقیق اطلاعات مطلوب و معقول درباره اختلال و تغییرات قابل تطبیق دوره گامتوژنز را در بررسی‌های ماهی‌شناسی نشان دهند. با این وجود، بهترین و آسان‌ترین راه تشخیص جنسیت تاسماهیان بهره‌گیری از نشانه‌های بافت‌شناسی شیار بخش میانی گناد و برای پیش‌بینی مراحل رسیدگی جنسی، حضور انواع یاخته‌های گامتوژنیک که به‌طور غالب در گناد ماهیان یافت می‌گردد، است (*Crime & Glebe, 1990*).

مولدین ماده و نر دارای نسبت‌های مشخص و متفاوتی از مراحل مختلف رسیدگی جنسی می‌باشند. عدم همسانی مراحل رشد و نمو غدد جنسی دقیقاً به شرایط اقلیمی و وضعیت تغذیه‌ای و سایر عوامل شاخص وابسته است، اما از دیدگاه بافت‌شناسی اگر گونه‌های مختلف تاسماهی در شرایط یکسان محیطی پرورش یافته باشند، هم‌زمانی در مراحل مختلف رشد و نمو غدد جنسی کاملاً مشهود است (آلتوفو و همکاران، ۱۹۸۶). پس از تکمیل تقسیمات میتوزی سلول‌های اووگونیا، اووسیت‌های مراحل اولیه رشد ظاهر شده و به‌وسیله چند سلول گرانولوزا احاطه شده و به‌شدت بازوفیل هستند. مقدار زیادی بافت چربی تخمک‌ها و گنادها را در بر گرفته و در آن‌ها ذخیره می‌شوند، زیرا چربی‌ها مواد انرژی‌زایی هستند که برای آغاز رشد تخمک‌ها لازم می‌باشند. در تخمک‌های مرحله سوم اسلایدهای بافتی نمونه‌های مورد مطالعه، لایه سلولی گرانولوزا را می‌توان کاملاً متمایز مشاهده نمود. چنین نشانه‌های ریختی درون‌سلولی

در مرحله مشابه فیل‌ماهی (کاظمی و بهمنی، ۱۳۸۳) نیز که حاکی از آغاز جذب زرده توسط تخمک است، گزارش شده است. در سلول‌های جنسی مرحله چهارم ماهیان ماده، روند رشد و حضور تخمک‌ها به‌عنوان شاخص تولیدمثلی قابل ارزیابی است. رشد مواد زرده‌ای و اندازه مناسب قطر تخمک نشانه کیفیت بالا و تجمع ذرات چربی نشانه کیفیت پایین تخمک‌هاست (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۲).

در تخمک مرحله چهارم رسیدگی جنسی می‌توان لایه ژله‌ای، منطقه شعاعی خارجی و داخلی، لایه چربی، رنگ‌دانه‌ها، سیتوپلاسم، هسته، هستک‌ها و میکروپیل را به‌طور وضوح مشاهده نمود. چنین ساختاری را *Dettlaff* و همکاران (۱۹۹۳) در تاسماهی روسی و کاظمی و همکاران (۱۳۸۲)، در ازون‌برون‌های طبیعی قبلاً گزارش کرده‌اند.

ریخت‌شناسی تخمدان مولدین شیپ در وزن‌های مختلف متفاوت بوده، این تغییرات افزایش تعداد وزیکول‌ها، رشد حجمی و رنگ تخمدان را شامل می‌شود (البته این تغییرات همواره با افزایش وزن هماهنگ نیست).

در یک مطالعه تکامل تولیدمثلی در بین تعدادی از مولدین شیپ ماده از طریق اندازه‌گیری موقعیت هسته سلول تخمک[1] مورد بررسی قرار گرفت. مولدینی که شاخص رسیدگی جنسی آن‌ها کمتر از ۰/۰۷ بود در مرحله چهارم رسیدگی جنسی قرار داشتند؛ و مولدینی که شاخص رسیدگی جنسی آن‌ها بیشتر از ۰/۰۷ بود به میزان مطلوب تکامل نیافته بودند. بهمنی و

1. Germinal vesicle

همکاران، ۱۳۸۶؛ تاکامی و همکاران در سال ۱۳۷۶ نیز در مورد ازون‌برون پرورشی به نتایج مشابهی دست یافتند. از این روش هم‌اکنون روس‌ها به منظور انتخاب مولدین ازون‌برون مناسب جهت تکثیر مصنوعی در رودخانه ولگا استفاده می‌کنند. با این تفاوت که آن‌ها شاخص رسیدگی جنسی را حدود ۰/۰۸ در نظر گرفته‌اند (آذری تاکامی و همکاران، ۱۳۷۶). تحقیقات دیگری نیز در سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۶ توسط *Doroshov* در دانشگاه کالیفرنیا بر روی تاسماهی سفید[1] نتایج مشابهی را نشان داد.

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 به نظر می‌رسد با مدیریت صحیح دمایی و تغذیه‌ای پرورش و به‌گزینی ماهیان جهت مولدسازی بتوان دوره رسیدگی جنسی در این ماهیان را کوتاه‌تر از مدت ذکر شده فوق رساند (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۰).

در طبیعت اولین رسیدگی جنسی بیشتر گونه‌های ماهیان 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.

1. Acipenser transmontanus

تجزیه و تحلیل وضعیت غدد جنسی فیل‌ماهیان پرورشی مورد آزمون طی ۲ تا ۴ سال در شرایط پرورشی و مقایسه آن‌ها با ماهیان هم سن در محیط طبیعی (الیاسوف، ۱۹۹۶) و شرایط پرورشی دیگر (*Doroshova et al., 1997*، بهمنی و کاظمی، ۱۳۷۷. کاظمی و همکاران، ۱۳۸۳). بیانگر عدم همسانی مراحل رشد غدد جنسی از دیدگاه بافت‌شناسی است. عدم یکسان بودن مراحل رشد و نمو غدد جنسی به شرایط بومی و اقلیمی و وضعیت پرورش ماهیان اعم از تغذیه و سایر عوامل شاخص وابسته است.

بیوپسی و مراحل انجام آن

بیهوشی ماهیان

برای تشخیص جنسیت و تعیین مراحل رسیدگی جنسی به روش بیوپسی، ماهیان نخست با استفاده از پودر گل میخک با غلظت ۲۵۰ *ppm* و به مدت ۱۰-۵ دقیقه بی‌هوش می‌شوند (شکل ۳۷).

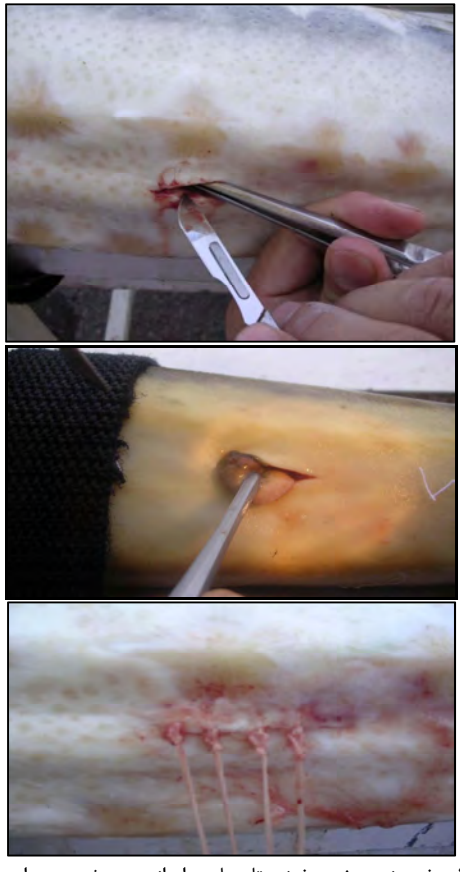
شکل ۳۷- بیهوشی ماهیان

نمونه‌برداری از گناد

با استفاده از سوک (تایگون) و بیوپسی از گناد این ماهیان نمونه‌برداری بافت انجام گرفته و مراحل رسیدگی ماهیان ماده و نر از طریق مطالعات بافتی میکروسکوپی مشخص می‌گردد (پوستی، ۱۳۷۳؛ بهمنی و کاظمی، ۱۳۷۷؛ کاظمی و همکاران، ۱۳۸۳ و *Bahmani et al., 1999*).

در روش سوک از ابزاری که متشکل از یک میله فولادی با شیار سرتاسری یک‌طرفه نوک‌تیز به قطر نیم سانتی‌متر و به طول ۳۵ سانتی‌متر با دسته‌ای چوبی است و به‌اصطلاح سوک یا لوله تایگون نامیده می‌شود، استفاده می‌شود (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴). ماهیانی که با استفاده از روش سوک‌زنی قابل تشخیص نباشند، بیوپسی می‌گردند. جهت انجام بیوپسی ابتدا ماهیان مورد بررسی با استفاده از پودر گل میخک با غلظت *ppm 250* به مدت ۱۰-۵ دقیقه بی‌هوش می‌شوند.

پس از بیهوشی، در ناحیه چهارمین صفحه استخوانی شکمی از سمت دم به‌طرف سر، شکافی به طول ۴ تا ۵ سانتی‌متر ایجاد و قطعه کوچکی از بافت گناد (به ضخامت چند میلی‌متر و به وسعت کمتر از یک سانتی‌متر) از حفره شکمی خارج می‌گردد (شکل ۳۸). پس از تکه‌برداری از گناد، محل شکاف بخیه زده می‌شود. محل بخیه شده با محلول بتادین و اسپری آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل ۵ درصد ضدعفونی می‌گردد. جهت جلوگیری از عفونت ماهیان ازون‌برون جراحی شده ۳ تا ۴ میلی‌لیتر از محلول تتراسایکلین ۵ درصد بین دومین و چهارمین صفحه استخوانی پشتی از قسمت باله پشتی تزریق می‌گردد.



شکل ۳۸- بخیه‌زنی و ضد عفونی تاسماهی ایرانی پرورشی پس از بیوپسی و نمونه‌برداری از گناد

مطالعات بافت‌شناسی

پس از تثبیت نمونه‌های گناد در محلول بوئن جهت مراحل آماده‌سازی بافت، مراحل آبگیری، شفاف‌سازی، پارافینه نمودن، قالب‌گیری، تهیه برش و رنگ‌آمیزی به شرح ذیل انجام می‌پذیرد

(بهمنی و کاظمی، ۱۳۷۷؛ *Bahmani et al., 2005*). سپس مراحل زیر طی می‌شود:

۱- تثبیت نمونه‌ها در محلول بوئن به مدت ۴۸ ساعت (شامل ۱*ml* اسید استیک گلاسیال + ۱۵ *ml* اسید پیکریک + *ml* ۵ فرمالین ۳۷ درصد تجاری).

۲- پس از شستشوی بافت تثبیت شده با آب مقطر، نمونه بافت‌ها جهت آبگیری از الکل‌های ۵۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۶ درجه و الکل ۱- بوتانل عبور داده شد.

۳- مرحله شفاف‌سازی بافت از طریق عبور دو مرحله نمونه‌های بافتی از کلروفرم.

۴- مرحله پارافینه کردن بافت در مخلوط کلروفرم و پارافین خالص به نسبت ۱:۱ در دمای ۳۷^{o}c به مدت ۱۲-۱۰ ساعت.

۵- عبور نمونه بافت‌ها از پارافین خالص در دو مرحله به مدت یک ساعت در دمای ۵۶^{o}C.

۶- مرحله قالب‌گیری بافت‌ها در قالب‌های پرشده توسط پارافین مذاب، سپس سرد نمودن قالب‌ها در آب معمولی جهت سفت شدن.

۷- سوار کردن روی پایه‌های چوبی جهت برش.

۸- تهیه برش با استفاده از دستگاه میکروتوم با ضخامت ۵ الی ۷ میکرون.

۹- قرار دادن در حمام آب گرم ۳۷^{o}C به منظور رفع چین چروک‌ها و تهیه بافت‌های صاف.

۱۰-مونته کردن بافت‌ها روی لام.

۱۱-رنگ‌آمیزی اسلایدهای بافتی با روش هماتوکسیلن ـ ائوزین (*H & E*).

۱۲-نصب لامل روی لام با استفاده از چسب بالزام بـه منظـور شفاف‌سازی بافت و نگهداری طولانی‌مدت.
۱۳-انجام مطالعات میکروسکوپی مورد نظر و عکس‌برداری.

رنگ‌آمیزی (به روش هماتوکسیلین ـ ائوزین، *H & E*)

در این مرحله لام حاوی بافت به‌ترتیب از مراحل و مواد زیـر بـا زمان مشخص عبور داده می‌شود. عبـور لام حـاوی نمونـه بافـت از گزیلول در دو مرحله و هر مرحله به مـدت ۵-۳ دقیقـه، عبـور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۱۰۰ درجه به مدت ۱۰ ثانیـه، عبـور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۱۰۰ درجه به مـدت ۵-۳ دقیقـه، عبـور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۹۶ درجه به مدت ۱۰ ثانیه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۸۰ درجه بـه مـدت ۱۰ ثانیـه، عبـور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۷۰ درجه به مدت ۱۰ ثانیـه، شستشـوی لام حاوی نمونه بافت با آب جاری به مـدت ۲-۱ دقیقـه، عبـور لام حاوی نمونـه بافـت از رنـگ هماتوکسـیلن بـه مـدت ۷-۵ دقیقـه، شستشوی لام حاوی نمونه بافت با آب جاری به مدت ۲-۱ دقیقـه، عبور لام حاوی نمونه بافت از اسیدکلریدریک ۱درصد بـه مـدت ۱ ثانیه، شستشوی لام حاوی نمونه بافت با آب جاری بـه مـدت ۲-۱ دقیقه، عبور لام حاوی نمونه بافت از کربنات لیتیم بـه مـدت ۴-۳ ثانیه، شستشوی لام حاوی نمونه بافت با آب جاری بـه مـدت ۲-۱ دقیقه، عبور لام حاوی نمونه بافت از رنگ ائوزین به مدت ۱۰ ثانیه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۷۰ درجـه بـه مـدت ۱۰ ثانیـه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۸۰ درجـه بـه مـدت ۱۰ ثانیـه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۹۶ درجـه بـه مـدت ۱۰ ثانیـه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۱۰۰ درجه به مـدت ۱۰ ثانیـه،

عبور لام حاوی نمونه بافت از گزیلول به مدت ۱ دقیقه و عبور لام حاوی نمونه بافت از گزیلول به مدت ۵ دقیقه. پس از عبور لام حاوی نمونه بافت از مراحل فوق و خشک شدن در هوای آزاد، کاملاً تمیز و سپس با چسب کانادا بالزام، لامل روی لام چسبانده می‌شود (شکل ۳۹).

شکل ۳۹- دستگاه عمل‌آوری بافت

عکس‌برداری

پس از رنگ‌آمیزی لام‌های حاوی نمونه بافت، اسلایدهای بافتی به کمک میکروسکوپ نوری مجهز به مانیتور و دوربین عکاسی ـ فیلم‌برداری مورد مطالعه قرار می‌گیرد (شکل‌های ۳۹، ۴۰ و ۴۱). از هر اسلاید ۱۰ میدان بافتی مطالعه شد و از یاخته‌های جنسی گناد در مراحل مختلف رسیدگی جنسی با بزرگ‌نمایی‌های مختلف عکس‌برداری گردید.

شکل ۴۰- دستگاه میکروتوم

شکل ۴۱- میکروسکوپ نوری *E600*

مراحل مختلف رسیدگی جنسی (بهمنی و کاظمی، ۱۳۷۷؛ بهمنی و همکاران، ۱۳۹۱)

رسیدگی جنسی تخمدان مرحله *II*

مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی)

مرحله دوم تخمدان شبیه مرحله ششم و در حال بهبودی و یا استراحت بعد از یک مرحله تخم‌ریزی است. میزان بافت چربی غدد جنسی در این مرحله کم اما در اواخر این مرحله بر میزان بافت چربی افزوده خواهد شد. غدد جنسی به شکل مکعب مستطیل و به رنگ زرد متمایل به گلی با چین‌های عرضی مشخص در بخش‌های جانبی است. به هنگام کنار زدن چین‌ها محور تخمک‌بر که تخمک‌های سفیدرنگ نقطه‌ای را در خود جای داده‌اند، به‌خوبی مشخص است. طول این دوره بسیار طولانی است و بستگی تام به شرایط خارجی محیط زندگی ماهیان (شرایط هیدرولوژی، منابع غذایی آبگیرها و غیره) دارد.

مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی)

تخمک‌ها به‌صورت چندوجهی مشاهده می‌شوند. بخش بزرگی از اووسیت را هسته سلول تشکیل داده، رشد پروتوپلاسمی و افزایش قطر تخمک به‌روشنی محسوس است. هستک‌ها کاملاً به غشاء هسته چسبیده، در مرکز هسته شبکه کروماتینی وجود دارد. تعداد هستک‌ها در مجاورت غشاء هسته افزایش یافته و ظهور واکوئل‌ها به دور هسته در سیتوپلاسم دیده می‌شود. وجود هسته زرده کروی شکل ابتدا در قسمت داخلی غشاء و سپس در سیتوپلاسم از مشخصات نهایی این مرحله است. در این مرحله قطب حیوانی از قطب گیاهی متمایز نبوده، اندازه تخمک بین ۰/۵ تا ۱ میلی‌متر متغیر است (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۲).

رسیدگی جنسی بیضه مرحله *II*

مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی)

غدد جنسی نرها در مرحله دوم رسیدگی جنسی از رشد خوبی برخوردار بوده، به‌صورت نواری شکل درمی‌آیند، اما بخشی از گناد که به رنگ خاکستری یا زرد متمایل به گلی است بافت چربی را تشکیل می‌دهد که به‌صورت یک لایه اطراف غدد جنسی را می‌پوشاند. در غدد جنسی نر تعداد زیادی وزیکول که از عروق خونی به شکل سلول‌های خونی انباشته شده‌اند، یافت می‌گردد. طولانی‌ترین مرحله رسیدگی جنسی تاسماهیان مربوط به این مرحله است.

مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی)

در این مرحله حفره غدد جنسی نر فاقد شیار بوده، حاوی سلول‌های اسپرماتوگونی غیرفعال است و سلول‌های جنسی تنها به‌صورت اسپرماتوگونی به شکل تک ردیفی در دیواره کانال‌های غدد جنسی قرار می‌گیرند. همچنین در این مرحله کپسول‌ها سخت بوده و به‌وسیله بافت‌های پیوندی به یکدیگر اتصال دارند. قطر سلول‌های اسپرماتوگونی گونه‌های مختلف تاسماهیان در مرحله دوم رسیدگی جنسی متفاوت و بین ۱۰ تا ۱۷ میکرون در نوسان است. هسته و هستک‌ها به کمک ماده رنگی هماتوکسیلن به‌خوبی رنگ‌آمیزی می‌شوند؛ اما سیتوپلاسم سلول‌های اسپرماتوگونی تقریباً رنگ نمی‌پذیرند. در این مرحله سلول‌های اسپرماتوگونی و آغاز روند مراحل اسپرم‌زایی در بخش مرکزی کانال‌های غدد جنسی قابل مشاهده است. در بعضی از این کانال‌ها نه‌تنها سلول‌های اسپرماتوگونی بلکه اسپرماتوسیت‌های اولیه را نیز می‌توان دید.

رسیدگی جنسی تخمدان مرحله *III*

مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی)

در مرحله سوم رسیدگی جنسی، رشد تخمک‌ها با کاهش ذخایر چربی همراه است. در این مرحله ضمن ضخیم شدن تخمک‌ها، در بخش‌های جانبی و میانی گناد رنگ‌دانه و بافت چربی نیز دیده می‌شود ولی هنوز حفره شکمی را پر نمی‌کند. رنگ‌دانه‌ها در زیر پوسته سلول به رنگ خاکستری تیره تشکیل می‌گردند و تخمک‌ها محکم به لایه چربی تخمدان می‌چسبند. اگر تخمدان به‌وسیله چاقو بریده شود تخمک‌ها به‌صورت یک توده به هم چسبیده به چاقو می‌چسبند و جدا نمی‌شوند. حجم تخمدان کاملاً بزرگ شده، با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند ولی قابل تمیز از هم نیستند و پراکنش رگ‌های خونی مشخص است. وزن تخمک در این مرحله بین ۹ تا ۱۳ میلی‌گرم در نوسان است.

مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی)

تخمک‌ها دارای رنگ‌دانه شده و به رنگ خاکستری درمی‌آیند و لایه‌نازکی به نام فولیکول دور آن‌ها را می‌پوشاند. فرآیند تولید واکوئل و زرده‌سازی اولیه و وجود واکوئل‌های بیشتر به دور هسته از مشخصات این مرحله است. واکوئل‌های کوچک دور هسته یکی شده و واکوئل‌های بزرگ‌تری را ایجاد می‌کنند و واکوئل‌های کوچک‌تر نزدیک حاشیه غشاء سلولی قرار می‌گیرند. در این مرحله قطب‌های حیوانی و گیاهی تخمک‌ها هنوز غیرقابل تشخیص هستند، اما زرده‌های دانه‌ریز و مقدار کمی قطرات چربی قابل مشاهده می‌باشند، همچنین میکروپیل را می‌توان در تخمک دید.

زرده تخمک در حال تشکیل شدن است. هسته‌ها معمولاً در مرکز و بندرت در حاشیه تخمک‌ها قرار می‌گیرند و هسته‌ها از نظر شکل سلول شبیه تخمک یا نامنظم هستند در حاشیه هسته، هستک‌های کوچک به فراوانی یافت می‌شوند و قسمت کوچکی از هستک‌ها در مرکز هسته پراکنده شده‌اند.

رسیدگی جنسی بیضه مرحله *III*

مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی)

شکل ۴۲- ماده مرحله *III* (ماکروسکوپی)

در این مرحله بیضه‌ها طنابی شکل و به رنگ قرمز روشن می‌باشند. از شاخص‌های اندام‌شناسی این مرحله می‌توان به شروع تقسیمات توده‌ای سلول‌های جنسی، محو شدن چربی از بخش‌های جانبی و پدیدار شدن بعضی از سلول‌های خونی اشاره نمود. در این مرحله غدد جنسی نر به‌خوبی رشد نموده و حجیم می‌شود، رنگ آن در بخش خونریزی کرده سفید متمایل به قرمز یا زرد متمایل به قرمز است و چربی به‌صورت یک لایه ضخیم

ولی ناقص غدد جنسی را می‌پوشاند. در برش غدد جنسی نر قطرات چربی به‌صورت نرم و ژله‌ای بوده و به همان وضعیتی که برش داده شده‌اند، باقی می‌مانند. بیضه در قسمت پیشین ضخیم و در قسمت انتهایی نازک است. بیضه حالت ارتجاعی داشته و دارای رگ‌های خونی مشخص و پراکنده‌اند (شکل ۴۲).

مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی)

در این مرحله کانال‌های غدد جنسی از اسپرماتوسیت‌های اولیه و ثانویه انباشته می‌شوند. به‌طوری‌که، ممکن است تعداد اسپرماتوسیت‌ها بسیار زیاد باشد. از شاخص‌های ظاهری این مرحله می‌توان به تقسیم توده‌های اسپرماتوگونی، تشکیل اسپرماتوسیت‌های اولیه، ثانویه و تقسیمات آن‌ها اشاره نمود. در سطح برش غدد جنسی نر و کانال‌های خروجی اسپرمی مشاهده نمی‌شود و غالباً روی سطح بریده شده قطرات خون ظاهر می‌گردد. در کانال‌های جنسی نر، سلول‌های اسپرماتوگونی فعال شده، سلول‌های بزرگ اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت‌ها را پدید می‌آورند. در این مرحله رشد حفره‌های غدد جنسی نرها تا تشکیل اسپرماتوزوئیدها ادامه می‌یابد و تمام مراحل چرخه اسپرم‌زایی قابل تشخیص است. چرخه اسپرم‌زایی شروع به فعالیت می‌کند که به دنبال خود اسپرماتوزوئیدها را تشکیل می‌دهند. در این مرحله خونریزی در تمام سطح غدد جنسی شدت می‌یابد. در انتهای حفره جنسی و در برخی از قسمت‌های دیگر نیز، مقداری ذخایر غذایی تجمع می‌یابد.

رسیدگی جنسی تخمدان مرحله *IV*

مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی)

تخمدان به اندازه‌ای بزرگ است که تقریباً تمام حفره شکمی را پر می‌کند، تخمک‌ها به اندازه کافی ضخیم هستند. هنگامی‌که تخمدان به‌وسیله چاقو برش داده می‌شود تخمک‌ها به‌صورت مجزا از هم جدا می‌گردند. پراکنش رگ‌های خونی در سطح بیرونی و داخلی تخمدان دیده می‌شود. در مرحله چهارم رسیدگی جنسی کامل، بافت چربی در تخمدان را نمی‌توان با چشم غیرمسلح مشاهده نمود. وزن هر تخمک ۱۷ تا ۲۵ میلی‌گرم در نوسان است.

مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی)

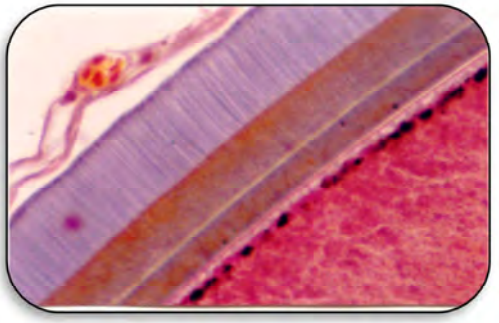
گرانول‌های زرده تخمک تقریباً تمام فضای خارج هسته را پر کرده و فقط مقدار کمی سیتوپلاسم در جوار غشاء هسته و دیواره تخمک پراکنده است، به‌طوری‌که زرده‌های دانه‌ریز و هسته در قطب حیوانی و زرده‌های دانه‌درشت به همراه قطرات چربی در قطب گیاهی متمرکز می‌شوند. هسته از مرکز سلول به‌سوی قطب حیوانی و به سمت میکروپیل تغییر وضعیت می‌دهد. هستک‌ها به تعداد کمتر در مناطق مختلف هسته مشاهده می‌شوند و بیشتر هستک‌ها به سمت مرکز هسته حرکت می‌نمایند.

در مرحله چهارم رسیدگی جنسی کامل، قطب‌های جانوری و گیاهی تخمک‌ها به‌راحتی و به‌وضوح قابل مشاهده می‌باشند و زرده‌های دانه‌ریز از زرده‌های دانه‌درشت به‌خوبی تمیز داده می‌شوند. در این مرحله هسته‌ها در ناحیه زرده‌های

دانه‌ریز قطب جانوری، نزدیک به پوسته تخمک‌ها قرار می‌گیرند. هستک‌ها در بخش مرکزی هسته قرار داشته و تعداد آن‌ها بسیار کم است (*Kazemi et al., 2014*).

در مرحله چهارم رسیدگی، وجود ۹ لایه اصلی و قابل تفکیک از خارج به داخل:

۱- لایه اپی‌تلیال فولیکول (*Follicole*) ۲- لایه ژله‌ای (*Jelly Coat*)، ۳- منطقه شعاعی خارجی (*External Zona Radiata*)، ۴- منطقه شعاعی داخلی (*Internal Zona Radiata*)، ۵- لایه چربی (*Fat Layer*)، ۶- رنگ‌دانه‌ها (*Pigments*)، ۷- سیتوپلاسم (*Cytoplasm*)، ۸- هسته (*Nucleus*) و ۹- هستک‌ها (*Nucleoli*) قابل مشاهده می‌باشند (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۲) (شکل ۴۳).



شکل ۴۳- نمایش لایه‌های تخمک تاسماهیان

رسیدگی جنسی بیضه مرحله *IV*

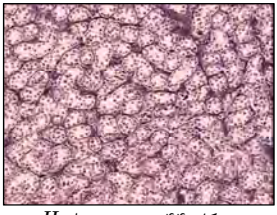
مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی)

بیضه‌ها در مرحله چهارم رسیدگی جنسی به‌خوبی رشد کرده و رنگ آن از سفید به قرمز تا سفید متمایل به صورتی تغییر می‌کند و سطح غدد جنسی شفافیت خود را از دست می‌دهد.

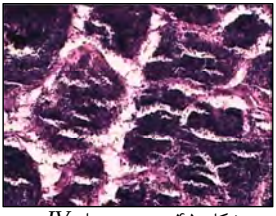
بیضه‌ها حفره شکمی بدن را در این مرحله اشغال می‌کنند. بیضه هنگامی‌که به‌وسیله چاقو برش داده می‌شود ایجاد چین‌خوردگی می‌کند. در برش عرضی سطح غدد جنسی مایع اسپرمی خارج می‌گردد؛ اما نمی‌توان آن‌ها را با چاقو برداشت، در این مرحله ممکن است قطرات اسپرم از حفره جنسی خارج شوند. بیضه در مرحله چهارم رسیدگی جنسی کامل سفید تا سفید متمایل به صورتی است و در برش عرضی سطح غدد جنسی و همچنین در مجرای اسپرم‌ریز، اسپرم‌ها آزادانه به بیرون راه می‌یابند.

مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی)

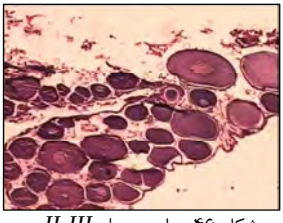
مشاهده روند فعال چرخه اسپرم‌زایی بیانگر آغاز مرحله چهارم رسیدگی ناقص و کامل غدد جنسی نر است. در ماهیان مختلف مقدار چربی متفاوت است و این چربی بیشتر در بخش میانی غدد جنسی وجود دارد، اگرچه حفره غدد جنسی نر در مرحله چهارم رسیدگی جنسی ناقص از اسپرماتوزوئیدها انباشته شده است اما مراحل مختلف چرخه اسپرم‌زایی مانند اسپرماتوسیت‌های اولیه و ثانویه و اسپرماتیدها نیز در آن دیده می‌شوند. در مرحله چهارم رسیدگی جنسی کامل علاوه بر انباشته شدن اسپرماتوزوئیدها در حفره جنسی، بیضه‌ها از شکل عادی خود خارج می‌شوند. در شکل‌های بافت‌شناسی دیواره تخریب شده حفره جنسی و فراوانی اسپرم‌ها در کانال‌های اسپرم‌ساز از ویژگی‌های بارز این مرحله است، اما مراحل چرخه اسپرم‌زایی هنوز کامل نیست (شکل‌های ۴۴ تا ۵۱).



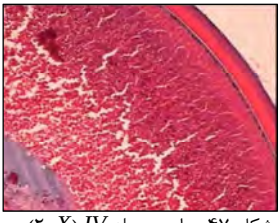
شکل ۴۴- نر در مرحله *II*
رسیدگی (۲۰*X*)



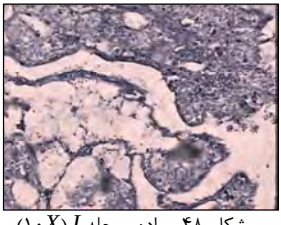
شکل ۴۵- نر در مرحله *IV*
رسیدگی (۲۰*X*)



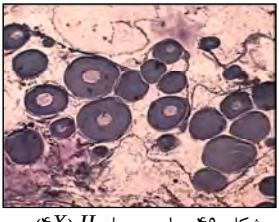
شکل ۴۶- ماده مرحله *II-III*
رسیدگی (۲۰*X*)



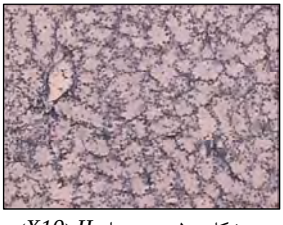
شکل ۴۷- ماده مرحله *IV* (۲۰*X*)



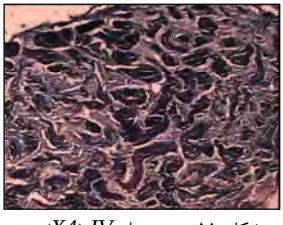
شکل ۴۸- ماده مرحله *I* (۱۰*X*)



شکل ۴۹- ماده مرحله *II* (۴*X*)



شکل ۵۰- نر مرحله *II* (*X10*)



شکل ۵۱- نر مرحله *IV* (*X4*)

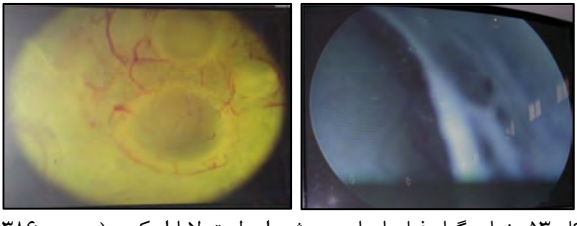
نمای میکروسکوپی مراحل مختلف رسیدگی جنسی در مولدین نر و ماده تاسماهیان

روش لاپاراسکوپی

راه‌اندازی روش لاپاراسکوپی برای تعیین جنسیت ماهیان خاویاری برای اولین بار در کشور، در مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر انجام شد (بهمنی، ۱۳۸۶). به‌طوری‌که این روش در گونه *Carassius auratus* نیز به انجام رسیده بود (*Bahmani, 2002*). در این روش با استفاده از دستگاه لاپاراسکوپ *CAM1700* و تلسکوپ ۳۰ درجه، ۴ میلی‌متری، به طول ۱۷/۵ سانتی‌متر، منبع تولید نور سرد هالوژن ۲۵۰ *W* و مانیتور ۲۰ اینچ نسبت به تعیین جنسیت و مراحل رسیدگی جنسی ماهیان بررسی شد (شکل‌های ۵۴-۵۲).

در این روش نیز همانند روش بیوپسی، نخست ماهیان مورد بررسی در وان حاوی محلول ۲۵۰*ppm* پودر گل میخک بی‌هوش و سپس از پهلو روی میز جراحی با تسمه‌های ویژه بسته شدند. پس از ضدعفونی ناحیه بین پلاک استخوانی دوم و سوم از طرف باله شکمی با محلول بتادین، به‌وسیله تیغ جراحی نوک‌تیز محل مورد نظر به اندازه حدود نیم سانتی‌متر سوراخ گردید. از طریق سوراخ ایجادشده نوک تلسکوپ به سمت داخلی و کناری محوطه شکمی هدایت شد و هم‌زمان تزریق سرم فیزیولوژی با سرنگ نیز جهت ایجاد میدان دید کافی، انجام می‌گردد.

شکل ۵۲- نحوه کاربرد لاپاراسکوپ جهت تعیین جنسیت و مراحل رسیدگی جنسی (بهمنی، ۱۳۸۶)



شکل ۵۳- نمای گناد فیل‌ماهیان پرورشی از طریق لاپاراسکوپ (بهمنی، ۱۳۸۶)

شکل ۵۴- نمای لاپاراسکوپی تخمک فیل‌ماهی در مرحله *IV* (بهمنی، ۱۳۸۶)

با مشاهده مانیتور و حرکت آرام نوک تلسکوپ به سمت کناری محوطه شکمی، گناد مشاهده می‌شود. بزرگ‌نمایی دستگاه روی مانیتور ۲۰ اینچ، ۱۰۰ برابر است. در ماهیانی که مرحله رسیدگی جنسی نامشخص بود، با استفاده از پنس ویژه، نسبت به برداشت قطعه کوچک از بافت گناد جهت مطالعات بافت‌شناسی اقدام می‌شود. پس از بررسی، تلسکوپ از محوطه شکمی خارج و محل جراحت مجدداً با محلول بتادین ضدعفونی و تزریق محلول آنتی‌بیوتیک اکسی تتراسایکلین به کمک سرنگ در عضله پشتی انجام می‌گردد.

مطالعات خون‌شناسی

روش خون‌گیری

عملیات خون‌گیری از سیاهرگ دمی[1] واقع در پشت باله مخرجی ماهیان صورت می‌پذیرد (شکل ۵۵). به منظور انجام مطالعات خون‌شناسی به میزان ۵ سی‌سی خون از ساقه دمی گرفته و پس از نمونه‌برداری‌های خونی تعیین فاکتورهای مورد نظر به انجام می‌رسد (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۳؛ یوسفی و همکاران، ۱۳۹۰؛ یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱).

شکل ۵۵- نحوه خون‌گیری از سیاهرگ دمی

1. Caudal vein

جداسازی سرم خون

پس از انتقال لوله‌های آزمایش درب‌دار حاوی خون به آزمایشگاه، جداسازی سرم از سلول‌های خونی توسط سانتریفیوژ به مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور انجام می‌پذیرد (بهمنی، ۱۳۸۲؛ کاظمی و همکاران، ۱۳۸۹). سپس با استفاده از میکروسمپلر سرم به ظروف پلاستیکی ۱/۵ *cc* اپندورف‌های شماره‌گذاری شده و با مشخصات کامل منتقل و تا زمان سنجش پارامترهای مورد نظر در دمای ۲۰°*C*- نگهداری می‌گردد (*Pottinger & Carrik, 2001*، *Bahmani et al., 2001*).

شاخص‌های تولیدمثلی

هورمون‌های جنسی

مطالعه و شناخت پروفایل‌های هورمونی در ماهیان یکی از مهم‌ترین عوامل تشخیص مکانیسم‌های درگیر و تنظیم کننده فرآیند تولیدمثل در آن‌ها بوده که دستیابی به سطوح این تغییرات در ماهیان وحشی و پرورشی حائز اهمیت است. محیط‌زیست ماهیان یک سیستم پیچیده بوده که تحت تأثیر عواملی نظیر درجه حرارت، فتوپریود، غذای قابل دسترس، کیفیت آب، آلاینده‌ها و غیره قرار دارد، که هریک از این عوامل قادرند به‌عنوان یک عامل استرس‌زا به‌ویژه در مولدین ماده ایفاء نمایند و موجب توقف چندین مرحله از سیکل تولیدمثلی ازجمله گامتوژنز (شامل مراحل آغازین یا تکمیلی، کمیت و کیفیت تخمک‌ها)، بلوغ اووسیت‌ها و اوولاسیون و در نرها بلوغ اسپرم، رفتارهای جنسی و اسپرم‌ریزی گردد (بهمنی، ۱۳۷۸).

براساس نتایج به‌دست‌آمده میـزان هورمـون تستوسـترون در مولدین تاسماهی شیپ نر اسپرم گیری شده نسبت به ماهیان نر فاقد اسپرم بیشتر بود و در ماده‌ها نیز هم‌زمان با تکامل رسیدگی جنسی میزان تستوسترون افزایش یافتـه و در مولـدین تکثیـری بیشتر از ماهیان نابالغ بود. به‌طورکلی میانگین میزان این هورمون در نرها در مقایسه با ماده‌ها بیشـتر اسـت. ولـی میـزان هورمـون پروژسترون کاهش یافت. میانگین میزان هورمون تستوسترون در مولدین تاسماهی ایرانی پرورشـی نـر و مـاده مرحلـه *IV* بـه‌طـور معنی‌داری بیشتر از ماهیان مرحله *III* بود، ولی در ماهیان مرحله *III* علی‌رغم بیشتر بودن نسبت بـه مرحلـه *II* اخـتلاف معنـی‌دار مشاهده نگردید. افزایش تستوسترون می‌توانـد بـه دلیـل کـاهش فعالیت آنزیم آروماتاز و کاهش نیاز به استرادیول و درنتیجه عدم مصرف تستوسترون باشد. افزایش تولیـد *DHP* در مراحـل نهـایی رسیدگی منجر به افـزایش مصـرف پروژسـترون و کـاهش آن در سرم خون می‌شود (*Bahmani et al., 2013*).

میانگین میزان هورمون ۱۷ آلفا ـ هیدروکسی پروژسـترون و ۱۷ بتا ـ استرادیول در مولدین شیپ اسپرم‌گیری شده بیشـتر از ماهیان فاقد اسپرم بـود، ولـی اخـتلاف معنـی‌داری نشـان نـداد. درحالی‌که میانگین میزان این هورمون‌ها در مولدین ماده تکثیـر شده در مقایسه با ماهیان نابالغ بیشتر بوده و اختلاف معنی‌داری نشـان داد (*Bahmani et al., 2013*). ایـن اخـتلاف را مـی‌تـوان در ارتباط با نقش مهـم و کلیـدی ایـن دو هورمـون در فراینـد زرده سازی و بلوغ نهایی در ماهیان مـاده و قابلیـت تبـدیل آن‌هـا بـه یکدیگر از طریق آروماتیزه شدن دانست که به‌تناسب نیاز صـورت

می‌پذیرد. به‌طورکلی، میانگین میزان این هورمون‌ها در ماده‌ها بسیار بیشتر از نرها بود. این نتایج با بسیاری از یافته‌های مطرح شده در ذیل مطابقت دارد. بهمنی و همکاران (۱۳۸۶)، در مطالعه‌ای که روی ازون‌برون پرورشی انجام دادند به نتایج مشابهی در این خصوص دست یافتند.

استروئیدهای سلول‌های تکای تخمدان (مانند تستوسترون) قادرند به درون سلول‌های گرانولوزا[1] نفوذ کرده و موجب بیان ژن آنزیم آروماتاز (*P450 aro*) شده و سرانجام تستوسترون به استرادیول ـ ۱۷*ß* تبدیل می‌گردد. سپس استروئید مورد نیاز برای رشد اووسیت فراهم می‌شود (نجفی‌پور، ۱۳۸۴).

تعیین سطوح هورمون‌های استروئیدی

سنجش سطوح هورمون‌های تستوسترون، ۱۷ آلفا ـ هیدروکسی پروژسترون، ۱۷ بتا ـ استرادیول و کورتیزول با استفاده از کیت *Immunotech* و ردیاب I^{125} به روش رادیو ایمنواسی (*RIA*)، با دستگاه گاماکانتر *LKB* انجام می‌شود. واحد اندازه‌گیری این هورمون، نانوگرم در میلی‌لیتر (*ng/ml*) است (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۷).

بررسی کیفیت تخمک

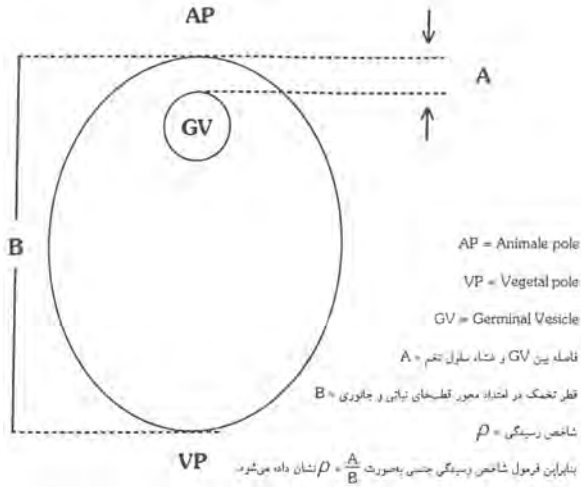
روش تعیین *GV* در تخمک

جهت تعیین موقعیت هسته سلول (*DV*[2])، تخمک‌ها برش داده شده و در زیر میکروسکوپ مورد مطالعه قرار می‌گیرد. این کار به‌وسیله یک برش در طول محور قطب حیوانی ـ گیاهی

1. Granullosa
2. Germinal vesicle

تخمک با چاقوی جراحی یا تیغ یک لبه انجام می‌شود. تغییرات موقعیت هسته سلول مشاهده شده (شکل‌های ۵۶ و ۵۷) به‌وسیله شاخص رسیدگی جنسی اندازه‌گیری می‌گردد (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴؛ آذری تاکامی، ۱۳۷۶).

شکل ۵۶- تعیین موقعیت GV در تخمک تاسماهیان



شکل ۵۷- روش تعیین GV

نحوه تزریق هورمون‌های *GnRH* و *LHRH*

پس از تعیین موقعیت هسته زایشی و مناسب بودن وضعیت آن و بررسی سطوح هورمون‌های جنسی و دمای آب، نسبت به تزریق هورمون اقدام شد. هورمون‌تراپی به‌وسیله *GnRH* سنتتیک (*ova-fact III* آنالوگ ویژه تاسماهیان، ماده مؤثره *GnRH* مصرف شده تولیدی مرکز ملی تحقیقات مهندسی ژنتیک و فنّاوری زیستی که در شرکت داروسازی ثامن در خط تولید قرار گرفت) طی دو مرحله به فاصله ۱۲ ساعت از یکدیگر صورت گرفت. همه مولدین ماده در دو مرحله با فاصله ۶ ساعت و به نسبت ۲۰درصد به ۸۰درصد و دوز ۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن ماهی مورد تزریق هورمون *GnRH* قرار می‌گیرد. مولدین نر نیز در یک مرحله و هم‌زمان با تزریق مرحله دوم هورمون‌تراپی مولدین ماده با دوز ۲۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن ماهی تحت تزریق هورمون *GnRH* قرار می‌گیرند (شکل ۵۸). این روند براساس شاخص قطبیت (*PI*)[1] تخمک صورت می‌پذیرد. اخیراً جهت القاء اوولاسیون از هورمون سنتتیک *LHRH* استفاده می‌شود (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴، ۱۳۸۵، ۱۳۸۷، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰).

1. Polarization Index

شکل ۵۸- هورمون *GnRH* و نحوه تزریق آن براساس شاخص قطبیت (*Bahmani, 2011*)

تخمک‌گیری به روش ریز برش مجرای تخم‌بر

پس از اطمینان از آماده بودن مولدین جهت تکثیر، با دقت و احتیاط، بدون وارد کردن صدمه و بدون بی‌هوش کردن ماهیان، مولدین را با برانکارد از حوضچه‌های نگهداری به روی میز جراحی مخصوص شیب‌دار منتقل می‌شوند تا از روش ریز برش و با استفاده از تیغ اسکالپل برشی به میزان ۳-۱/۵ سانتی‌متر در ناحیه مجرای لوله تخم‌بر[1] شکافی ایجاد نموده، با قرار دادن تشتک در زیر منفذ تناسلی و با مالش نرم از ناحیه سر ماهی به دم عملیات تخم‌کشی صورت پذیرد (شکل‌های ۵۹ و ۶۰) (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۹؛ فیض‌بخش و همکاران، ۱۳۸۵).

1. oviduct

شکل ۵۹- روش ریزبرش مجرای تخمک‌بر

شکل ۶۰- استحصال تخمک به روش ریز برش مجرای تخمک‌بر

اسپرم‌گیری به روش سوند

در این روش پس از کنترل مولدین نر آماده به اسپرم دهی، ناحیه تناسلی ماهی با استفاده از یک پارچه نرم و تمیز خشک می‌شود. سپس یک شیلنگ پلاستیکی نرم به طول تقریبی ۵۰ سانتی‌متر و به قطر ۰/۵ میلی‌متر که قبلاً خشک و استریل شده و به یک سرنگ ۵۰ سی‌سی متصل است، از ناحیه تناسلی وارد مجرای اسپرم‌بر شده و با ایجاد مکش و فشار منفی اسپرم وارد سرنگ شده و پس از جدا نمودن شیلنگ به درون یک ظرف تمیز و خشک مخصوص ریخته می‌شود و دور از گرمای دست و

نـور مسـتقیم در آزمایشـگاه مـورد بررسـی کمـی و کیفـی قـرار می‌گیرد (شکل‌های ۶۱و۶۲) (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۹).

شکل ۶۱- اسپرم استحصال شده و انجماد آن

شکل ۶۲- روش استحصال اسپرم

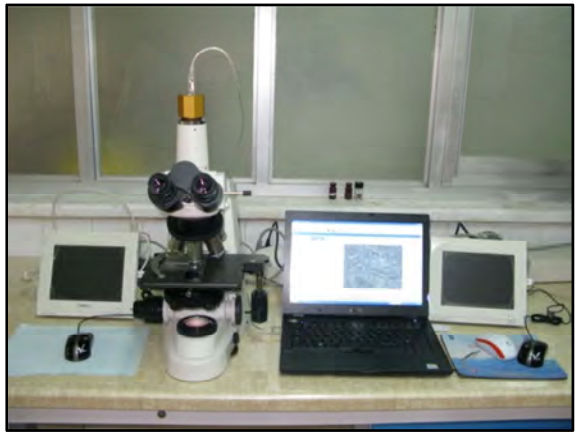
نگهداری و تغذیه مولدین پس از انجام اوولاسیون (تخم‌ریزی) و اسپرمیشن (اسپرم‌گیری)

پـس از استحصـال مـواد تناسـلی و انجـام عملیـات تکثیـر مصـنوعی، مولـدین (نـر و مـاده) ازون‌بـرون پرورشـی ابتـدا بـه حوضچه‌های بتونی انتقال و سپس جهت نگهداری طـولانی‌مـدت

در حوضچه‌های فایبرگلاس، پس از ۴۸ ساعت مورد تغذیه واقع شدند. به منظور جلوگیری از بروز هرگونه عفونت احتمالی، مولدین تکثیرشده به مدت یک هفته و به‌طور روزانه، هر بار به میزان ۲ سی‌سی تحت تزریق آنتی‌بیوتیک اکسی وت قرار گرفته و وضعیت عمومی آن‌ها تحت نظر قرار می‌گیرد.

بررسی کمیت و کیفیت اسپرم

کلیه فاکتورهای زیستی و بیوشیمیایی اسپرم قبل از لقاح اندازه‌گیری و بررسی شدند. اسمولاریته اسپرم و پلاسمای اسپرم با استفاده از اسمومتر انجمادی دیجیتالی و برحسب میلی اسمول بر لیتر، مدت‌زمان تحرک (ثانیه)، درصد تحرک، کیفیت تحرک (سرعت چرخش اسپرم) و تراکم اسپرم (در میلی‌متر مکعب) با لام توما و عدسی ۴۰ میکروسکوپ نوری نیکون و رقت ۱۰ درصد (شکل ۶۳)، *pH* مایع اسپرمی با استفاده از دستگاه اکسی ـ پی اچ متر دیجیتال و درصد اسپرماتوکریت با استفاده از میکروهماتوکریت (با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۵ دقیقه) اندازه‌گیری شدند و پس از آنالیز آن‌ها و در صورت مناسب بودن برای عمل لقاح، مورد استفاده قرار می‌گیرند (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴، ۱۳۸۵، ۱۳۸۷، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰).



شکل ۶۳- لام توما و میکروسکوپ نوری نیکون

لقاح و رفع چسبندگی تخم‌ها

پس از استحصال تخمک و اسپرم از مولدین فیل‌ماهی پرورشی، به ازای هر کیلو تخمک، ۱۰ سی‌سی اسپرم اضافه می‌شود. پس از اختلاط کامل تخمک با اسپرم به مدت ۵ دقیقه و انجام عمل لقاح به روش نیمه‌خشک، به منظور زدودن چسبندگی تخم‌های لقاح یافته، از مخلوط گل رس و آب (با غلظت ۱۰ درصد) با هم‌زدن مداوم به مدت ۴۵ دقیقه استفاده شد. پس از رفع چسبندگی، تخم‌های آب‌کشیده به جعبه‌های انکوباتور انتقال یافت (شکل ۶۳).

انکوباسیون و تفریخ تخم‌ها

تخم‌های لقاح یافته (با تراکم ۷۵۰ گرم به ازای هر پاکت انکوباتور یوشچنکو) با حجم آب مفید ۱۵ لیتر و عمق آب ۱۰ سانتی‌متر و دبی مستمر ۰/۵-۰/۴ لیتر در ثانیه به انکوباتور یوشچنکو مستقر در سالن انکوباسیون بخش تکثیر مجتمع،

معرفی می‌شوند (شکل ۶۴). منبع تأمین آب مورد نیاز انکوباتورها (که پس از ته‌نشست در استخر مادر و فیلتراسیون با فیلترهای شنی وارد انکوباتورها می‌شود) نیز آب رودخانه است.

برای تعیین درصد لقاح، در دومین تقسیم گاسترولایی (حدود ۳:۳۰ ساعت پس از لقاح) تعداد ۱۰۰ عدد تخم به‌صورت کاملاً تصادفی از پاکت‌های مختلف انکوباتور برداشته شد و در فرمالین ۵درصد تثبیت می‌شود. درصد لقاح تخم‌ها با استفاده از لوپ مدرج نیکون مدل *MST800*، محاسبه می‌گردد.

پس از تفریخ تخم‌ها، برای محاسبه دقیق تعداد لارو و میانگین وزن یک لارو از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم و به روش وزنی (تعداد در گرم) استفاده می‌شود. برآورد وزن لاروها در اوج تفریخ تخم‌ها صورت می‌پذیرد.

شکل ۶۴- فرایند لقاح، رفع چسبندگی و انکوباسیون

پرورش اولیه لاروها و سازگاری غذایی آن‌ها

پس از تفریخ تخم‌ها، لاروهای حاوی کیسه زرده به حوضچه‌های پرورش لارو[1] با حجم ۱۰۰۰ لیتر و دبی ۰/۵ لیتر در ثانیه بخش ونیروی می‌شوند. لاروها پس از جذب کیسه زرده و با آغاز تغذیه فعال (از ۳۰ تا ۵۰ میلی‌گرم)، روزانه در ۴ مرحله با آرتمیا به میزان ۱۰ درصد وزن بدن تغذیه می‌شوند. از وزن ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرمی روزانه در ۴ مرحله به میزان ۹ درصد وزن بدن با آرتمیا (۳درصد) و دافنی (۶درصد) مورد تغذیه قرار می‌گیرند. پس از تغذیه با غذای زنده، به منظور آداپتاسیون غذایی، لاروها از وزن ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرمی به میزان ۶ درصد وزن بدن (۳درصد دافنی و ۳درصد غذای کنسانتره بیومار به قطر ۰/۲ و ۰/۵ میلی‌متر) و ۳ بار در روز تغذیه می‌شوند. از وزن ۱ گرم به بالا با غذای کنسانتره بیومار با قطرهای بیشتر (۰/۸، ۱، ۱/۵ و ۱/۹) غذادهی می‌شوند (شکل‌های ۶۷-۶۵).

شکل ۶۵- لاروهای تازه تفریخ شده

1. Veniro

شکل ۶۶- معرفی لاروهای تفریخ شده به حوضچه‌های ونیرو

شکل ۶۷- لاروهای مرحله جذب کامل کیسه زرده

تولید بچه‌ماهی از مولدین تاسماهیان پرورشی

لارو تاسماهیان پس از طی مراحل مختلف لاروی وارد مرحله بچه‌ماهی می‌شوند. در شکل ۶۸ بچه‌ماهی حاصل از مولدسازی و تکثیر مصنوعی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) پرورشی و در شکل ۶۹ بچه ماهی حاصل از تکثیر مصنوعی مولدین فیل‌ماهی (*Huso huso*) پرورشی تغذیه شده با فیتواستروژن‌ها مشاهده می‌گردد.

شکل ۶۸- تولید بچه‌ماهی از مولدین تاسماهی ایرانی پرورشی (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۰)

شکل ۶۹- تولید بچه‌ماهی از مولدین فیل‌ماهی پرورشی (یوسفی جوردهی و همکاران، ۱۳۹۲)

فصل ششم

غذای زنده

(ذبیح‌اله پژند، مرجان صادقی‌راد،کوروش حدادی مقدم،
فروزان چوبیان، زهره رمضان‌پور، حسین پرندآور
و حمیدرضا پورعلی)

غذای زنده ماهیان خاویاری

تغذیه رکن اساسی در پرورش آبزیان است و غذا نقش مهمی در رشد و نگهداری و تولیدمثل و مقاومت و سلامت موجود زنده ایفا می‌کند به‌طوری‌که دانشمندان معتقدند اگر یک موجود زنده تغذیه خوبی داشته و شرایط زندگی خود را داشته باشد و شرایط محیطی پرورش آن مناسب باشد، مشکلاتی از قبیل عدم رشد و بیماری و کمبود رشد اتفاق نمی‌افتد.

آبزیان قبل از اینکه به غذای کنسانتره عادت نمایند، دارای غریزه طبیعی جستجو و شکار موجودات زنده ریز دارند و با شکار آن‌ها میکروالمنت‌ها و مواد مغذی مورد نیاز خود را به دست می‌آورند. پرورش ماهی‌ها زمانی موفقیت‌آمیز خواهد بود که با غذاهای طبیعی زنده توأم گردد. به‌طوری‌که پرورش بسیاری از آبزیان بدون غذای زنده عملاً امکان‌پذیر نیست؛ مثلاً مشاهده شده است که اگر ماهی کپور فقط غذای کنسانتره بخورد بیش از ۵۰درصد غذای خورده شده را به‌صورت هضم نشده دفع می‌کند.

نبود تغذیه مناسب و عدم مدیریت صحیح تغذیه در مزارع باعث ضرر و زیان جدی مزارع پرورش آبزیان می‌شود. با توجه به اهمیت تغذیه در صنعت آبزی پروری جا دارد بهای لازم به این بخش مهم از آبزی‌پروری داده شود.

لارو ماهیان در مراحل اولیه بسیار حساس بوده و کمیت، کیفیت غذا و اندازه غذا بر روی رشد و نمو آن‌ها تأثیر بسزایی دارد و ضروری است در هر مرحله از رشد غذای خاصی مطابق گونه مورد نظر در اختیار لارو قرار گیرد. اگرچه غذاهای خشک تجاری برای تغذیه ماهیان آب شور و شیرین استفاده می‌شوند.

ولی منابع غذای زنده، با توجه به اهمیت و کاربرد آن‌ها بیشتر مورد توجه هستند.

قبل از راه‌اندازی و بهره‌برداری از سایت‌های مختلف آبزی پروری و توسعه صنعت آبزی پروری باید با تشکیلات قوی، منسجم و دارای نیروهای متخصص زمینه مناسب را برای مطالعه و بررسی تغذیه آبزیان پرورشی فراهم نمود و شرایط را برای تولید خوراک با کیفیت و مناسب برای آبزیان پرورشی آماده ساخت.

نبود تشکیلات منسجم و قوی در امر تغذیه آبزیان پرورشی به صنعت آبزی پروری خسارات بسیار سنگینی وارد خواهد نمود. تشکیلات موجود در زمینه تغذیه آبزیان پرورشی تناسبی با صنعت آبزی پروری و توسعه این صنعت ندارد تغذیه آبزیان پرورشی در کشورهای پیشرفته رشد زیادی کرده است درحالی‌که ما هنوز در ابتدای راه هستیم. ما متناسب با توسعه صنعت آبزی پروری نیازمند مطالعات جدی در زمینه تغذیه گونه‌های مختلف آبزیان پرورشی در سنین مختلف هستیم.

نتایج تحقیقات انجام شده تغذیه ماهیان خاویاری از غذای زنده

نتایج حاصل از معرفی لارو شیرونومیده به‌عنوان غذای زنده به بچه تاسماهی ایرانی پرورشی نشان داد که دوره سازگاری لارو تاسماهی ایرانی با افزودن ۲۵ درصد شفیره شیرونومیده بازماندگی مطلوب ۷۵ درصد به دست می‌آید (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۳).

نتایج حاصل بر روی تغذیه تاسماهی سفید نشان داد که خرچنگ *Corophium* و نرم‌تن *Corbicula* برای تاسماهیان سفید کمتر از ۸۰ سانتی‌متر مهم است (*Muir, Emmett & McConeell, 1998*).

هلچیک (*Holcik*) در سال ۱۹۸۹ بیان داشت که درنتیجه معرفی و یا ورود کرم نرئیس به‌عنوان غذای زنده به دریای خزر، ماهی ازون‌برون تغذیه از این کفزی را شروع نمود. همچنین کازانچف در سال ۱۹۷۱ اساس غذایی ماهی ازون‌برون را کرم *Nereis* و نرم‌تن *Abra* اعلام نمود. براساس اطلاعات داده شده توسط هولچیک در سال ۱۹۸۹، در ماه اکتبر، ۱۲/۳ درصد از محتویات معده چالباش را نرئیس تشکیل داد.

کمبودهای ناشی از تغذیه بعد از غذادهی با موجودات زنده به‌طور مداوم بخصوص زمانی که از یک‌گونه به‌عنوان جیره غذایی آن استفاده شود مشاهده می‌گردد (*Hung, 1991 a,b*). بنابراین، معرفی گونه‌های جدید و باارزش در تغذیه ماهیان خاویاری بخصوص در مراحل اولیه زندگی آن‌ها نقش بسزایی دارد.

نتایج حاصل از تغذیه *Acipenser oxyrinchus Mitchill, 1815* نشان داد که عمده غذای زنده مصرف شده توسط این گونه در میانگین طولی بالای ۱۰۰ سانتی‌متر را پرتاران و ایزوپودها (*Johnson et al., 1997*) تشکیل دادند و این گونه در سنین نوجوانی عمدتاً از آرتروپودا، آنلیدها و مولوسکا تغذیه می‌کنند (*Mason & Clugston, 1993*).

Vedrasco و همکاران (۲۰۰۲)، مطالعاتی روی طعمه‌های غذایی ماهیان خاویاری جوان انجام داد و نتایج حاصل از این تحقیقات نشان داد که عمده‌ترین طعمه‌های غذایی پرورش‌یافته در مقیاس‌های بزرگ در هچری‌های[1] تولید ذخایر ماهیان خاویاری جوان را موجودات پلانکتونی (*Moina, Daphnia, Artemia*)

1. Hatchery

کایرونومیـدها و الیگوکیـت‌هـا تشـکیل مـی‌دهنـد. تولیـد روزانـه شـیرونومیدها ۱۰ گـرم در مترمربـع، الیگوکیـت‌هـا ۵۵ گـرم در مترمربع و تولید دافنی‌هـا بسـته بـه شـرایط بهینـه از نظـر دمـا و کیفیت آب ۲۰ تا ۳۰ گرم در مترمکعب است.

همچنین نتایج حاصـل نشـان داد کـه در ۲۰ روز اول تغذیـه براساس ۲۰ درصد وزن بدن و در ۳۰ تا ۴۰ روز بعـدی براسـاس ۱۵ درصد بیوماس بدن طعمه‌های غذایی شامل زئوپلانکتون‌هـا و الیگوکیت‌ها به ماهیان خاویاری معرفی می‌گردند.

Lietz در سال ۲۰۰۴ اهمیت کرم‌های الیگوکیت را بـه‌عنـوان غذای زنده ماهیان خاویاری در آبزی‌پروری تجاری مـورد بررسـی قرار داد و نتایج حاصل نشان داد که کم تاران از خانواده آنلیـدها از قبیـل گونـه‌هـای *Tubifex tubifex*، *Limnodrilus*، *Branchiura sowerbyi* و *lumbriculid Lumbriculus variegates* از نظر تجاری به شـکل انبـوه بـا میـزان ۱۵ کیلـوگرم در مترمربـع پـرورش داده می‌شوند. افزایش سرعت رشد و بازمانـدگی ماهیـان خاویـاری از نتایج این تحقیق در استفاده از این منابع غذایی حاصل گردید.

Ceskleba در سـال ۲۰۰۶ بـا تکثیـر مصـنوعی و پـرورش تاسماهی دریاچـه‌ای *Acipenser fulvescens* در هچـری بـه نقـش ناپلیوس آرتمیا و به دنبال آن زئوپلانکتون‌های بـزرگ‌تـر، عمـدتاً دافنی به‌عنوان غذای زنده اشاره نمود. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تاسماهیان دریاچه‌ای جوان از رشد خوبی در تغذیـه از *Tubifex Sp.* زنده و کرم خاکی خردشده برخوردار بوده‌اند.

محاسن کاربرد غذای زنده در ماهیان خاویاری

۱- هضم و جذب آسان
۲- تأمین میکروالمان‌ها، اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای چرب و سایر فاکتورهای ضروری تغذیه.
۳- ایجاد مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا و استرس‌های محیطی و افزایش سیستم ایمنی
۴- رشد کافی گنادهای تناسلی و قابلیت تولید نسل بیشتر و بهتر
۵- کمک به هضم و جذب غذای کنسانتره
۶- تولید آسان با قیمت نسبتاً مناسب و ارزان

غذاهای زنده در عین حال که از تنوع مختلفی برخوردارند، دارای کیفیت‌های متفاوتی نیز است. در این مجموعه به غذاهای زنده مهمی که می‌توانند در تغذیه آغازین و در زمان عادت‌دهی به غذای کنسانتره ماهیان خاویاری مورد استفاده قرار بگیرند اشاره گردید و براساس اندازه دهانی لارو و بچه‌ماهیان خاویاری به‌ترتیب به معرفی و اهمیت و همچنین به روش‌ها و تکنیک‌های تکثیر و پرورش آن‌ها پرداخته شد. فیتوپلانکتون‌ها به‌طور مستقیم مورد استفاده لارو ماهیان خاویاری قرار نمی‌گیرند؛ اما غذای پلانکتون‌های جانوری که وسیع‌ترین نوع غذای زنده آغازین ماهیان خاویاری به شمار می‌روند را تشکیل می‌دهند.

تقسیم‌بندی غذای زنده براساس اندازه

۱- فیتوپلانکتون‌ها: اندازه ۲ تا ۲۰ میکرون بوده و مورد تغذیه دوکفه‌ای‌ها[1] که در تمام عمرشان فیتوپلانکتون خوارند، میگوهای پنائیده در مرحله زوآ، روتیفر، کوپه پودا، آرتمیا، ماهی و غیره قرار می‌گیرند.

۲- روتیفرها: اندازه آن‌ها ۲۰ تا ۵۰ میکرون بوده که مورد تغذیه سخت‌پوستان، میگوها در مرحله مایسیس و ماهیان دریایی قرار می‌گیرد.

۳- آرتمیا: دارای اندازه ۴۰۰ تا ۸۰۰ میکرون باشند و سخت‌پوستان و ماهی‌ها به‌صورت ناپلی و متا ناپلی از آن مصرف می‌کنند.

۴- لارو شیرونومیده و کرم‌ها: غذاهای زنده بزرگ‌تر از ۴۰۰ میکرون

مهم‌ترین غذاهای زنده مورد تغذیه ماهیان خاویاری

الف- روتیفرها (*Fukusho, 1989*)

شاخه:	*Aschelminthes* کرم‌سانان
رده:	*Rotatoria*
راسته:	*Eutatoria*
زیرراسته:	*Brachionidae*
خانواده:	*Brachionidae*
جنس:	*Brachionus*
گونه:	*calyciflorus*

1. Bivalves

روتیفر گونه *Brachionus calyciflorus* در ابتدا در دهه ۵۰ تا ۶۰ میلادی به‌عنوان یک آفت در حوضچه پرورش مارماهیان شناخته شد. محققین ژاپنی دریافتند روتیفر به‌عنوان یک غذای مؤثر مناسب برای مراحل لاروی ماهیان دریایی است. دسترسی به مقادیر زیادی از منبع غذایی سبب موفقیت در تکثیر بیش از ۶۰ گونه ماهی دریایی و ۱۸ گونه از سخت‌پوستان شده است.

زیست‌شناسی و چرخه حیات

عمر روتیفرها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بین ۴/۴-۳/۴ روز تخمین زده شده است. لارو آن‌ها عموماً بعد از ۱/۵-۰/۵ روز به بلوغ رسیده سپس ماده‌ها شروع به تخمک‌گذاری می‌کنند. تخمک‌گذاری معمولاً هر ۴ ساعت یک‌بار انجام می‌شود. هر روتیفر ماده طی حیات خود ۱۰ عدد تخم می‌گذارد. فعالیت تولیدمثلی روتیفر به دمای روز بستگی دارد.

روتیفرها به دو روش تولیدمثل می‌کنند. اگر شرایط مناسب باشد به روش غیرجنسی و اگر شرایط نامناسب باشد به روش جنسی تولیدمثل می‌کنند.

دو روش تولیدمثل در چرخه زندگی *Brachionus calyciflorus* وجود دارد که عبارتند از:

۱- روش غیرجنسی (پارتنوژنر یا بکرزایی) یا آمیکتیک[1]

۲- روش جنسی یا میکتیک[2]

در تولیدمثل به طریق بکرزایی ماده‌ها تولید تخم‌های دیپلوئید می‌کنند. این تخم‌ها پس از تکامل و تفریخ به ماده‌های

1 Amictic 2. Mictic

آمیکتیک تبدیل می‌شوند. در اثر شرایط خاص محیطی روتیفرهای ماده به روش جنسی و به طریق پیچیده‌تری تولیدمثل می‌نمایند که نتیجه آن تولید ماده‌های آمیکتیک و میکتیک است. اگرچه این دو نوع روتیفر از لحاظ شکل ظاهری تفاوتی با هم ندارد اما ماده‌های میکتیک تخم‌های هاپلوئید یا n کروموزومی تولید می‌کنند. لاروهای حاصل از تفریخ تخم‌های میکتیک بارورشده پس از تکامل به نرهای هاپلوئید تبدیل می‌شوند. اندازه این روتیفر نر حدوداً ۱/۴ روتیفرهای ماده است.

روتیفرهای نر دستگاه گوارش و کیسه مثانه ندارند. ولی در عوض بیضه‌ای واحد و چندقسمتی دارند که از اسپرم پر است. تخم‌های میکتیک که پس از تفریخ به نر تبدیل می‌شوند. به‌طور هنگفتی کوچک‌ترند.

تخم‌های لقاح یافته میکتیک بزرگ‌تر بوده و لایه خارجی آن‌ها ضخیم‌تر و کمی دانه‌دانه است. در اثر ترکیب تخم میکتیک با اسپرم حاصل از روتیفر نر تخم زمستانه یا نهفته[1] به‌وجود می‌آید. تخم‌های زمستانه تنها بعدازاینکه تحت شرایط محیطی ویژه‌ای قرار گرفتند، تفریخ شده و پس از تکامل به ماده‌های آمیکتیک تبدیل می‌شوند.

تنها چند گونه از روتیفرها که متعلق به جنس براکینوس می‌باشند در آبزی‌پروری مورد استفاده قرار می‌گیرد. گونه‌ای که در سطح جهان بیشتر از آن استفاده می‌شود، *Brachionus plicatilis* است. دو نوع روتیفر قابل تشخیص است:

1. Resting

الف- روتیفر کوچک *S-type (small)*:

Branchionus rotundiformis (لوریکا در این گونه ۲۱۰-۱۰۰ میکرون است).

ب- روتیفرهای بزرگ *L-type larg*:

Brachionus plicatilis (لوریکا این گونه بین ۳۴۰-۱۳۰ میکرون است).

تفاوت‌های بین این دو نوع روتیفر به‌آسانی براساس ویژگی ظاهری‌شان قابل تشخیص است. به‌طوری‌که طول لوریکا در روتیفر *L-type* دامنه‌ای بین ۳۴۰-۱۳۰ میکرون ولی در روتیفر *S-type* در دامنه‌ای بین ۲۱۰-۱۰۰ میکرون است. بعلاوه لوریکا در *S-type* دارای خارهای نوک مانند است درحالی‌که در *L-type* خارهای قلاب‌دار بلند با زاویه منفرجه دارند.

در نواحی گرمسیری روتیفرهایی موسوم به *SS-type* [1] وجود دارند که این روتیفرها از لحاظ ژنتیکی تفاوتی با گونه *S-type* ندارند اما اندازه آن‌ها کوچک‌تر از نوع *S-type* است.

روتیفرهای *S-type* از لحاظ دمای بهینه و رو به رشد با یکدیگر تفاوت دارند. دمای بهینه برای رشد نوع *S-type* برابر با ۳۵-۲۸ درجه سلسیوس است درحالی‌که این دما برای روتیفر *L-type* برابر با ۲۵-۱۸ درجه سلسیوس است. ازآنجایی‌که این دو نوع روتیفر در بسیاری از اوقات با هم مشاهده می‌شوند با استفاده از بالا بردن یا پایین آوردن دمای محیط می‌توان سویه خالص روتیفر را به دست آورد.

1. Super Small type

روتیفرها در دماهای پایین‌تر از حد معمول خود قادر به زادوولد نیستند و به این روش می‌توان تیپ مورد نظر را از گردونه رقابت خارج نمود.

در کنار بروز تفاوت‌های بین سویه‌ای از لحاظ اندازه روتیفر تفاوت‌های مهم درون سویه‌ای هم ممکن است در اثر تفاوت در میزان شوری محیط زندگی و یا نوع رژیم غذایی پدیدار گردد. چنین حالت چندشکلی پلی‌مورفیسم حداکثر در ۱۵ درصد جمعیت رخ می‌دهد. روتیفرهایی که از مخمر نانوایی تغذیه می‌کنند غالباً بزرگ‌تر از انواعی هستند که جلبک‌های زنده را مصرف می‌نمایند.

متداول‌ترین روتیفرهای آب شیرین که به طریق انبوه کشت می‌شوند عبارتند از:

۱- *Brachionus rubens*

۲- *Brachionus calyciflorus*

این روتیفرها دمای ۳۱-۲۵ درجه سلسیوس را تحمل می‌کنند و در طبیعت در آب‌های با ترکیب‌های یونی مختلف تکثیر می‌یابند. این روتیفرها را می‌توان به‌طور موفقیت‌آمیز با ریز جلبک‌های سندسموس[1] و کلرلا[2] و همچنین مخمر پرورش داد.

شرایط عمومی پرورش روتیفرها

۱- دما

در محدوده دمای بهینه غالباً افزایش دما منجر به افزایش قدرت تولیدمثلی خواهد شد؛ اما پرورش روتیفر در دمای بالاتر با

1 Scendesmus 2. Chlorella

افزایش هزینه غذا توأم خواهد بود. صرف‌نظر از افزایش هزینه غذا باید به مسئله افزایش تعداد دفعات غذادهی روزانه و کاهش میزان غذای داده شده در هر وعده توجه ویژه‌ای نمود. رعایت این نکته برای حفظ کیفیت خوب آب و پیشگیری از دوره‌های پرخوری و گرسنگی ضروری است.

در دماهای بالا روتیفرهایی که گرسنه مانده باشند خیلی سریع‌تر ذخایر کربوهیدرات و چربی بدن خود را به صفر می‌رسانند. در دماهای پایین‌تر از حد بهینه نیز نرخ رشد جمعیت روتیفر به‌طور فراوانی کاهش می‌یابد.

۲- اکسیژن محلول

روتیفرها در آبی که میزان اکسیژن محلول کم و حداقل ۲*mg/lit* باشد می‌توانند زنده بمانند. میزان اکسیژن در آب به دما، تراکم روتیفر و نوع غذا بستگی دارد. به منظور پیشگیری از آسیب رساندن فیزیکی به جمعیت روتیفر شدت هوادهی نباید خیلی زیاد باشد.

۳- pH

روتیفرها در طبیعت در pH بالای ۶/۶ زندگی می‌کنند؛ اما در شرایط پرورشی بهترین نتایج در pH بالای ۷/۵ است.

۴- آمونیاک (NH_3)

نسبت NH_3 به NH_4 تحت تأثیر دما و pH آب است. مقادیر زیاد آمونیاک غیر یونیزه (آمونیوم) برای روتیفرها سمی است اما به نظر می‌رسد که پرورش روتیفر در غلظت‌های آمونیاکی کمتر از میلی‌گرم در لیتر بی‌خطر باشد.

۵- باکتری‌ها

گونه‌های متعلق به جنس‌های *Pseudomonas* و *Acinetobacter* باکتری‌های فرصت‌طلبی هستند که عموماً در محیط‌های کشت روتیفر وجود داشته و به‌عنوان منابع غذایی مهمی برای روتیفر بشمار می‌روند؛ مثلاً تعدادی از گونه‌های *Pseudomonas* ویتامین B_{12} تولید می‌کنند که این در حالی است که کمبود ویتامین مزبور ممکن است عاملی محدودکننده در رشد روتیفرها باشد. اگرچه اغلب باکتری‌ها برای روتیفرها بیماری‌زا نیستند، اما از تکثیر آن‌ها باید پیشگیری نمود زیرا خطر تجمع و انتقال آن‌ها از طریق زنجیره غذایی ممکن است ضرری بر موجودات شکارچی داشته باشد.

۶- مژه‌داران

حضور مژه‌داران *Hypotricha* و *Halotricha* در محیط‌های کشت متراکم روتیفر مطلوب نیست زیرا رقیب غذایی روتیفرها هستند. عموماً زمانی چنین مژه‌دارانی در محیط کشت روتیفر پیدا می‌شوند که شرایط پرورش روتیفر از حد بهینه خارج می‌گردد. ضایعات متابولیکی تولید شده مژه‌داران سبب افزایش میزان نیتریت NO_2 در آب و درنتیجه کاهش pH می‌گردد. مژه‌داران اثر مثبتی بر تمیز شدن مخزن پرورش نیز دارند؛ زیرا باکتری‌ها و دتریت‌های موجود در محیط را مصرف می‌کنند.

با افزودن فرمالین با غلظت کم و به میزان ۲۰ میلی‌گرم در لیتر به مخزن کشت جلبک می‌توان به‌طور معنی‌داری آلودگی پروتوزوایی را کاهش داد. البته این کار باید ۲۴ ساعت قبل از معرفی جلبک به محیط کشت روتیفر انجام شود. غربال کردن و تمیز کردن روتیفرها با استفاده از فیلترهای فیتوپلانکتونی با

چشمه ریزتر از ۵۰ میکرون سبب کاهش تعداد مژه‌داران یا سایر آلودگی‌های ریز می‌گردد.

ب- دافنی

شناسایی و رده‌بندی دافنی[1]

حدود ۵۰ گونه در جنس دافنی طبقه‌بندی شده است که از متداول‌ترین آن‌ها می‌توان گونه‌های زیر را نام برد:

۱- دافنی ماگنا (*D. magna*)

۲- دافنی پولکس (*D. pulex*)

۳- دافنی لینجیسپینا (*D. lingispina*)

۴- دافنی بوسمینا (*D. bosmina*)

رده‌بندی دافنی ماگنا

شاخه	*Arthropoda* بندپایان
رده	*Crustacea* سخت‌پوستان
زیررده	*Branchiopoda* آب‌شش‌پایان
راسته	*Diplostracha*
زیرراسته	*Cladocera* آنتن‌منشعب‌ها
خانواده	*Daphnidae* دافنی
جنس	*Daphnia* دافنی
گونه	*D. magna* دافنی ماگنا

مشخصات دافنی

دافنی از شاخه بندپایان و رده آب‌شش‌پایان، خانواده دافنیده[2] است که از سر، دهان، روده و عضو زیر شکم و مخرج،

1. Daphnia
2. Daphniidae

دستگاه گردش خون، سینه، کاراپاس و کیسه جنینی تشکیل شده است. (شکل۷۰) دافنی نر معمولاً کوچک‌تر از ماده بوده (حدود ۲/۵ برابر) و عضو زیر شکم در نرها تغییر شکل داده و درازتر است.

شرایط محیطی مورد نیاز آن‌ها شوری ۱/۵ تا ۳ قسمت در هزار بوده و نسبت به کمبود اکسیژن مقاوم می‌باشند و می‌توانند در محیط‌هایی با میزان اکسیژن صفر تا حد اشباع زیست نمایند. بهترین دامنه *pH* برای رشد دافنی ۹/۵-۶/۵ است. دافنی‌ها می‌توانند دامنه وسیعی از تغییرات درجه حرارت آب را تحمل کنند. درجه حرارت بهینه برای رشد دافنی ماگنا ۲۲-۱۸ درجه سلسیوس است. این موجودات نسبت به کاهش املاح موجود در آب تحرک خود را از دست داده و تلف خواهند شد. این املاح جهت تنظیم اسمزی دافنی اهمیت دارند. رشد دافنی‌ها مانند سایر سخت‌پوستان پس از پوست‌اندازی امکان‌پذیر است به‌طوری‌که دافنی‌ها پس از هر بار پوست‌اندازی افزایش طول و وزن دارند. آن‌ها در ۵ الی ۶ روزگی با دارا بودن طول بدن ۲/۱-۱/۸ میلی‌متر به بلوغ جنسی می‌رسند. اولین مرحله تکامل دافنی پس از دومین مرحله پوست‌اندازی است که اندازه آن به ۰/۸-۰/۷ میلی‌متر می‌رسد. دومین مرحله تکامل پس از سومین پوست‌اندازی که حفره بینی در آن ظاهر می‌شود، صورت می‌گیرد. سومین مرحله تکاملی در دافنی پس از پوست‌اندازی چهارم و پنجم است که به بلوغ جنسی می‌رسد. دافنی ماگنا تا ۲۰ بار پوست‌اندازی نیز انجام می‌دهد. تولیدمثل و تکثیر به دو روش تکثیر جنسی و غیرجنسی انجام می‌شود که تکثیر

غیرجنسی زمانی قابل مشاهده است که دافنی‌ها بخواهند نسل خود را سریعاً ازدیاد ببخشند که در این حالت شرایط محیطی باید ایده‌آل باشد که ماده بکرزا یا پارتنوژنیک[1] ۲ تا ۲۰ تخم پارتنوژنیک بدون آنکه عمل لقاح با جنس نر صورت بگیرد تشکیل می‌شود. این تخم‌ها به‌صورت نارس در جنس ماده وجود داشته که پس از پوست‌اندازی بعدی به محیط رها می‌شوند به این جنین‌ها، جنین‌های تابستانه هم می‌گویند.

تخم‌های تابستانه گرد، متمایل به بیضی هستند و قطر آن در دافنی ماگنا ۳۵۰-۷۷۰ میکرون است که هر چه جنس ماده بزرگ‌تر باشد تخم نیز بزرگ‌تر است. دوره تکامل تخم در دافنی ماگنا ۲/۵ تا ۳ روز گزارش گردیده است. تحقیقات نشان داده که دافنی ماگنا در طول زندگی خود تا ۱۲۰۰ عدد هم تخم می‌گذارد که در شرایط بهینه محیطی یک دافنی ماده ممکن است هر سه روز یک‌بار تخم دهد و در طول زندگی قادر خواهد بود تا ۲۵ بار تخم دهی کند اما میانگین تخم دهی در دافنی‌ها تا ۶ بار است. تکثیر به روش جنسی زمانی اتفاق می‌افتد که شرایط محیطی نامناسب باشد و بیشتر در زمستان دیده می‌شود. ابتدا تعدادی از تخم پارتنوژنتیک به نر تبدیل می‌شود و سپس نرها با ماده‌ها جفت‌گیری کرده و تولید افی‌پیوم می‌کنند. این تخم‌ها دارای لایه محافظ بوده و در کف محیط آبی تا ۲ سال هم با این شرایط زنده بمانند تخم افی‌پیوم دافنی پولکس در روی آب شناور درحالی‌که در دافنی ماگنا در کف محیط رسوب می‌کند. در دمای ۲۵ درجه سلسیوس دافنی ماگنا ۴۰ روز عمر می‌کند و در دمای ۲۰ درجه

1. parthenogenetic

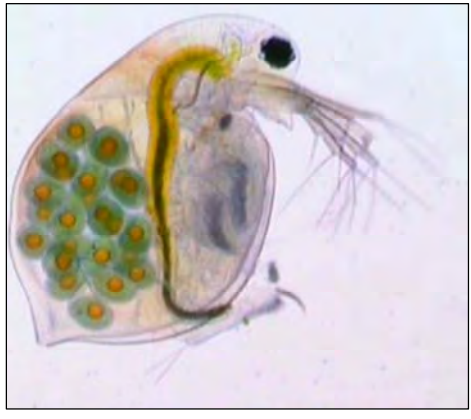
به ۵۶ روز هم می‌رسد. رنگ دافنی‌ها قرمز، سبز یا خاکستری است، ولی نوع قرمز آن مرغوب‌تر است. دافنی از نظر ظاهری به شکل تخم‌مرغی بوده که از طرفین باریک و به حلقه‌های جدا تقسیم می‌گردد. دارای ۵ جفت دست و پای برگ مانند است.

گاهی توده آن‌ها به‌قدری بزرگ و متراکم است که از فاصله دور قابل تشخیص است. عمق توده ممکن است از ۵ تا ۵۰ سانتی‌متر تفاوت نماید. توده دافنی در اثر حرکاتی که دارد از دور به صورت ابر متحرک دیده می‌شود. جمع‌آوری دافنی از محیط طبِیعی پس از شناختن دافنی‌ها و محله‌ای زیست آن‌ها، می‌توان با تورهای دستی خاصی که دارای چشمه های بسیار ریز است به صید اقدام نمود. قطر تور دستی باید حدود ۲۵ سانتی‌متر و عمق آن ۳۵ سانتی‌متر باشد. توری‌های مخروطی زیاد مناسب نیستند چون باعث مرگ‌ومیر بیشتر دافنی‌ها می‌شوند. روی پیشانی سر یک چشم مرکب منفرد وجود دارد که درنتیجه به هم پیوستن دو چشم پهلویی تشکیل شده است. در جلوی آن چشم ساده قرار دارد. توده دافنی در اثر حرکاتی که دارد از دور به‌صورت ابر متحرک دیده می‌شود. دافنی ها احتیاج به مصرف اکسیژن زیاد دارند و اگر اکسیژن محلول در آب کم شود، دافنی ها به سطح آب می‌آیند. صیادان حرفه‌ای دافنی‌ها، معمولاً صبح زود که دافنی‌ها در سطح آب تجمع می‌نمایند آن ها را صید می‌نمایند. پس از شروع وزش باد و بالا آمدن آفتاب، دافنی ها معمولاً به عمق آب می‌روند ولی در مواقعی که تراکم آن ها زیاد است در سطح آب می‌مانند. اگر سایه‌بانی روی آب درست شود، می‌توان تراکم دافنی‌ها را در زیر آب مشاهده نمود. در مناطق معتدل حداکثر تراکم دافنی‌ها در ماه

اردیبهشت است. پس از آن با شروع فصل گرما به‌تدریج تراکم آن‌ها کم شده و مجدداً در اوایل پاییز افزایش می‌یابد. اگر سرما زیاد نباشد، در فصل زمستان نیز می‌توان تراکم کمی از آن‌ها را در آب‌ها مشاهده نمود. بهترین آب مناسب برای رشد و نمو زیاد آن‌ها آبی است که pH آن خنثی و یا کمی قلیایی باشد. نگهداری دافنی‌ها به‌طور زنده اگر اکسیژن کافی در دسترس دافنی‌ها باشد، در شرایط مساعد می‌توان تابستان ها تا ۳ روز و در بهار یا پاییز تا یک هفته آن‌ها را در یک سطل آب به‌طور زنده نگهداری نمود؛ بنابراین اگر در بهار و پاییز هفته‌ای یک‌بار و در تابستان هفته‌ای دو بار در مواقع لزوم اقدام به جمع‌آوری آن‌ها شود، کافی است.

زیستگاه

دافنی‌ها جزء سخت‌پوستان ریزی هستند که در بیشتر آبگیرهای آب شیرین یافت می‌شوند. دافنی‌ها به‌عنوان یکی از غذاهای زنده در همه‌جا یافت می‌شوند. البته نباید انتظار داشت که در هر برکه یا آبگیر بتوان آن‌ها را پیدا کرد. معمولاً در طبیعت بیشتر می‌توان توده‌های ابر مانند آن‌ها را در برکه‌هایی که کنار محل ریزش زباله‌های شهری قرار دارند و نیز در آبگیرهایی که آب آن‌ها چندان تمیز نیست، مشاهده نمود. دافنی‌ها تقریباً در تمام مخازن آب شیرین، اعم از دریاچه‌های بزرگ و عمیق و استخرهای کوچک دیده می‌شوند. از نظر پراکندگی می‌توان دافنی‌ها را در آب‌های شیرین نیمکره شمالی و جنوبی، آسیا، آمریکای جنوبی و شمالی، آفریقا، استرالیا، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، آب‌بندها، استخرهای خاکی و آب‌های راکد و موقتی مشاهده نمود. پاره‌ای از آن‌ها در دریای خزر نیز بومی شده‌اند.



شکل ۷۰- نمایی از دافنی

اهمیت و مشکلات دافنی به‌عنوان غذای زنده

یکی از مهم‌ترین غذاهای زنده در آبزی‌پروری دافنی است؛ به‌طوری‌که امروزه در اکثر کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهی، قسمتی از کارگاه به پرورش غذای زنده اختصاص دارد. دافنی‌ها غذای مناسبی برای تغذیه بسیاری از ماهیان هم در مرحله نوزادی و هم در بلوغ هستند. حرکت زیگزاگی و مداوم این موجود دارای جاذبه خوبی برای بچه‌ماهیان است. به‌طورکلی دافنی‌ها از لحاظ دارا بودن اسیدهای آمینه منبع پروتئینی خوبی برای لاروها می‌باشند ولی از نظر داشتن اسیدهای چرب غیراشباع و نوع تغذیه انتخابی با آرتمیا قابل مقایسه نیستند. ارزش غذایی دافنی تا حد زیادی بستگی به ترکیبات شیمیایی منبع غذایی آن‌ها دارد. دافنی برای آبزیان آب‌های شور مناسب نیست که این به دلیل پایین بودن اسیدهای چرب ضروری مثل *HUFA* (*n*-۳) است. آنزیم‌های هضمی موجود در دافنی نظیر

آمیلاز، لیپاز و حتی سلولاز می‌توانند در دوره لاروی ماهی به‌عنوان آنزیم‌های خارجی عمل نمایند. البته ارزش غذایی دافنی با توجه به غذایی که می‌خورد متفاوت خواهد بود. بسیاری از ماهیان دریایی به مقدار زیاد از دافنی‌ها تغذیه می‌کنند. همچنین در پرورش تاسماهیان و ماهی آزاد به مقدار زیاد از دافنی استفاده می‌شود و آن‌ها را در کارگاه‌ها کشت می‌دهند. ازآنجاکه پوسته آن‌ها نرم و غیرقابل نفوذ است چنانچه غذای اصلی ماهی‌ها را تشکیل دهند، ماهیان به اندازه کافی چاق نخواهند شد. به همراه دافنی‌ها ممکن است نوزاد برخی از انگل‌ها یا سایر جانوران آبزی بیماری‌زا به داخل محیط پرورشی انتقال داده شود که معمولاً جداسازی آن‌ها به علت ریزی و یا بی‌رنگی امکان‌پذیر نیست. گاهی نیز دافنی‌ها با آرواره‌های خود به بدن و برانشی بچه‌ماهی‌ها چسبیده و باعث مرگ‌ومیر آن‌ها می‌شوند.

مضرات دافنی‌ها

ازآنجاکه پوسته آن‌ها نرم و غیرقابل جذب است. گاهی ماهی‌ها که علاقه زیادی به خوردن دافنی دارند ممکن است در اثر پرخوری از آن بمیرند. همواره با دافنی‌ها ممکن است نوزاد برخی از انگل‌ها یا سایر جانوران آبزی بیماری‌زا به داخل محل پرورش ماهیان خاویاری انتقال داده شود که معمولاً جداسازی آن‌ها به علت ریزی و یا بی‌رنگی امکان‌پذیر نیست. گاهی نیز دافنی‌ها با آرواره‌های خود به بدن و برانشی بچه‌ماهی‌ها چسبیده و اکثراً باعث مرگ‌ومیر آن‌ها می‌شوند.

تکثیر و تولید دافنی

اگرچه احتمالاً با ایجاد شرایط مساعد مانند *pH* با کمی قلیایی، نور کافی و کمی کود گوسفندی می‌توان اقدام به تولید دافنی نمود. برای این کار باید صید دافنی کم‌کم صورت گیرد و به‌تدریج کود به اندازه کافی به استخرها اضافه گردد. خاک خشک مخلوط به محلول پهن گوسفندی و کمی آرد سویا بهترین کود به حساب می‌آید. قبلاً بهتر است این مخلوط در مجاورت نور آفتاب به‌خوبی خشک شود تا تخم و نوزاد جانوران مضری که احتمالاً در داخل آن وجود دارد از بین بروند. پس از پر کردن استخرها از آب و افزودن کود با ریختن مقداری دافنی مولد، بعد از چند روز تولیدمثل و افزایش آن‌ها شروع خواهد شد. در استخرهای پرورش دافنی بهتر است در قسمتی از آن سایه‌بانی برای جمع شدن دافنی‌ها درست شود. کمی از آب استخر نیز باید هفته‌ای یک‌بار تعویض شود تا از غلیظ شدن آن جلوگیری شود.

در شرایط نامناسب دافنی‌ها فقط در سن ۷-۴ روزگی با تعداد ۲۲-۴ نوزاد در هر ماده تولیدمثل می‌کنند. تخم‌ها هر ۲-۱/۵ روز تولید می‌شوند، ماده‌ها ۶-۲ کیسه تخم در طول عمرشان تولید می‌کنند. در شرایط محیطی ناسازگار، نرهای تولید شده و تولیدمثل جنسی منتج به تخم‌های در حال استراحت[1] شبیه میگوی آب شور می‌شود. انگیزه تحریک برای تغییر از روش غیرجنسی به جنسی در جمعیت دافنی‌ها یک کاهش ناگهانی در تهیه غذا است که منجر به افزایش تولید تخم در حال استراحت می‌شود. تراکم‌های جمعیتی زیاد دافنی به کاهش شگرف

1. Ephipia

تولیدمثل منجر می‌شود اما این در مورد موینا به‌صورت آشکار نیست. بیشینه تراکم نگهداری کشت‌های دافنی ۵۰۰ عدد در هر لیتر گزارش شده است.

ارزش غذایی دافنی

بالغین به‌طورمعمول یک ترکیب چربی بیشتری از جوان‌ها دارند. میزان کل چربی در وزن خشک ۲۷-۲۰درصد برای ماده‌های بالغ و ۶-۴درصد برای جوان‌ها است.

تکثیر و پرورش آرتمیا

با گسترش صنعت آبزی‌پروری و اهمیت فنّاوری در دنیا، بخصوص در ایران و توسعه روزافزون پرورش انواع ماهی و میگو در کشور و با توجه به اینکه آرتمیا یکی از غذاهای مهم در امر پرورش و تغذیه آبزیان است و از نظر اقتصادی قیمت آن در بازارهای جهانی رو به افزایش است می‌توان با بهره‌برداری اصولی و علمی از این موجود آبزی چه به‌صورت پرورش مصنوعی و چه به‌صورت جمع‌آوری از زیستگاه‌های طبیعی علاوه بر تأمین احتیاجات داخلی با صادرات مقادیر مازاد این محصول به‌صورت قابل توجهی برای کشور ارزآوری نمود.

در این میان دریاچه ارومیه با حدود ۵۰۰۰ کیلومترمربع مساحت، علاوه بر غنی بودن از نظر املاح و مواد معدنی زیستگاه گونه آرتمیا ارومیانا[1] است. آرتمیا ارومیانا یکی از هفت گونه آرتمیای شناخته شده در جهان است و در حالت طبیعی ۵۲درصد پروتئین و ۴درصد چربی

1. Artemia urmiana Günther

دارد که می‌توان میزان چربی آن را در پرورش مصنوعی و غذادهی دستی به میزان ۱۴ درصد افزایش داد. همچنین از این محصول پس از انجام اعمال غنی‌سازی به‌عنوان حامل در انتقال انواع مواد غذایی، ویتامین‌ها، واکسن‌ها و آنتی‌بیوتیک‌ها در تغذیه انواع آبزیان می‌توان استفاده نمود. این محصول می‌تواند مستقیماً یا پس از منجمد کردن و یا خشک شدن به‌عنوان یک خوراک پروتئینی مغذی برای پرورش انواع ماهیان، میگوها و خرچنگ‌های آب شیرین مورد استفاده قرارگیرد. تخم‌های مقاوم آرتمیا را می‌توان پس از صید خالص‌سازی، خشک و بسته‌بندی نمود و جهت مصارف آتی و یا فروش آماده نمود. تخم آرتمیا را در هر زمان که لازم باشد در طی ۲۴ ساعت می‌توان تخم‌گشایی و به‌عنوان غذای زنده در اختیار لارو ماهی و میگو قرار داد.

در ابتدا از این موجود به‌عنوان غذای ماهیان آکواریومی استفاده می‌شد ولی با پی بردن به اهمیت آن در تغذیه لارو تازه تفریخ یافته انواع آبزیان، کاربرد آن به‌عنوان غذای زنده به طور جدی مورد توجه قرار گرفت. به‌طوری‌که امروزه در صنعت آبزی‌پروری خصوصاً پرورش لارو ماهیان خاویاری و میگو به‌صورت اجتناب‌ناپذیری با آرتمیا پیوند خورده است و آرتمیا علاوه بر اینکه یک منبع غذایی باارزش است دارای خصوصیات و ویژگی‌های فراوانی است که هم برای پرورش‌دهنده و هم برای آبزیان مهم است.

زیستگاه آرتمیا

آرتمیا سخت‌پوستانی فیلترکننده غیرانتخابی‌اند که کلیه ذرات کمتر از ۵۰ میکرون را تغذیه می‌کنند، در آب‌های بسیار شور زندگی می‌کنند و هیچ‌گونه وسیله دفاعی ندارند. در ایران در

دریاچه‌های ارومیه، مهارلو، طشک، بختگان و آبگیرهایی نظیر نوق رفسنجان، کال شور گناباد و حوض سلطان قم وجود دارند.

ریخت‌شناسی و چرخه زندگی آرتمیا

آرتمیای بالغ در شرایط سخت تولید سیست در حالت خواب (دیاپوز) می‌نماید که تا زمانی که خشک نگه‌داشته شوند، مراحل رشد و تکامل جنینی را طی نمی‌کند. به‌محض غوطه‌ور شدن در آب دریا، فرم پیاله مانند به خود گرفته و سیست‌ها تبدیل به کره کامل می‌گردد و پس از شروع متابولیسم و بعد از گذشت ۲۰ ساعت پوسته خارجی شکسته می‌شود. نمو جنین پس از خروج از پوسته کامل شده و پس از مدت کوتاهی ناپلیوس (اینستار *I* [1]) با شنای آزاد تولید می‌شود. طول اولین مرحله لاروی و اینستار *I*، حدود ۵۰۰-۴۰۰ میکرومتر است. آرتمیا در شرایط مطلوب طی مدت ۱۴ روز به بلوغ می‌رسند.

طبقه‌بندی

اولین بار لینه آرتمیا را در سال ۱۹۵۸ در آبگیر شور لمینگتون انگلستان شناسایی و به نام *Artemia salina L.* نام‌گذاری نمود. در ادامه تحقیقات دانشمندان، گونه‌های مختلفی از آرتمیا شناسایی و ثبت شدند به‌طوری‌که می‌توان به آرتمیا ارومیانا، آرتمیا پارتنوجنتیکا، آرتمیا سینیکا، آرتمیا پرسیمیلیس، آرتمیا فرانسیسکانا، آرتمیا مونیکا، آرتمیا تونیسیانا، آرتمیا قزاقستان اشاره نمود.

1. Nauplii (Instar I)

ویژگی‌های مختص به سویه

محیط‌های مختلف بر پاره‌ای از ویژگی‌های آرتمیا تأثیرگذار می‌باشند، ویژگی فنوتیپی نظیر ارزش غذایی از آن جمله‌اند که از فصلی به فصلی و سالی به سالی متفاوت است. خصوصیاتی نظیر قطر سیست، سرعت رشد، مقاومت در مقابل دمای بالا، خصوصیات مشخصه سویه‌ها هستند و تقریباً ثابت می‌باشند. به‌هرحال شناخت ویژگی‌های ژنوتیپی و فنوتیپی سیست‌ها می‌تواند کارایی فعالیت تولید در مراکز تکثیر میگو و ماهی را افزایش دهد. به‌هرحال یک ارگانیسم غذایی از دو منظر قابل ارزیابی است:

الف- از منظر پرورش دهنده ب- از منظر لارو میگو و ماهی و سایر آبزیان قابل پرورش

الف- ارگانیسم غذایی از منظر پرورش دهنده

به‌طورکلی پرورش دهنده معیارهای ذیل را برای انتخاب غذا مدنظر قرار می‌دهد:

قابل دسترس بودن آسان: دسترسی آسان به غذا برای یک تولید باثبات ضروری است، استفاده از غذاهای طبیعی (جمع‌آوری‌شده) در یک واحد تولیدی تجاری قابل اعتماد نبوده و با خطر زیادی همراه است. راهکار عملی برای چنین واحدهایی، تولید انبوه انواع غذاها نظیر فیتوپلانکتون‌ها (کیتو سروس، اسکلتونما، کلرلا)، آرتمیا و روتیفر و سایر غذاهای زنده در محیط کنترل شده است.

اقتصادی بودن غذا: دومین معیار برای انتخاب غذای لاروی توسط پرورش دهنده، مقرون‌به‌صرفه بودن غذا است. به عنوان مثال اثرات قیمت غذا بر قیمت تمام شده لارو ماهی و میگو، زمانی که می‌خواهیم قیمت لارو کاهش یابد، ضروری است که کلیه هزینه‌های تولید ازجمله غذا کنترل شود (*Sorgeloos et al.,1986*). می‌بایست سیستی با تفریخ مؤثره بالا انتخاب شود، چون به‌طور عمده‌ای بر قیمت تمام شده لارو تأثیرگذار است، وجود اختلاف بین سیست‌های مختلف به اثبات رسیده است (*Sorgeloos et al., 1986*).

سازش‌پذیری غذا: آخرین معیاری که پرورش دهنده برای انتخاب غذا در نظر می‌گیرد، سازش‌پذیری غذا است. ارگانیسم غذایی می‌بایست تغییرات شوری و حرارت و جابه‌جایی را تحمل کند. این معیار به‌وسیله آرتمیا که می‌تواند فشارهای محیطی و جابه‌جایی‌ها را تحمل کنند، تأمین می‌گردد. آرتمیا می‌تواند در اندازه‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد. کوچک‌ترین شکل آرتمیا به‌صورت سیست کپسول‌زدایی شده با قطر ۲۰۰ میکرون است که برای *ZoeaII-ZoeaIII* میگو بسیار مناسب است (*Wilkenfeld et al., 1984*). اندازه ناپلیوس آرتمیا بین ۵۲۰-۴۲۰ میکرون است که برای مایسیس تا پست لارو میگو مورد استفاده است. آرتمیای بالغ نیز به‌طور موفقیت‌آمیزی در تغذیه مولدین میگو مورد استفاده قرار می‌گیرد (*Flores Tom, 1987., Salgado, 1988, Broody et al., 1986*).

ب- ارگانیسم غذایی نیازهای لارو تاسماهیان

برای لارو ماهیان خاویاری یکسری نیازها می‌بایست فراهم گردد. نیازهای فیزیکی و تغذیه‌ای از آن جمله‌اند. به‌طوری‌که نیازهای فیزیکی شامل تمیز بودن و خالص بودن غذا، قابل دسترس بودن و قابل پذیرش بودن غذایی بوده و نیازهای تغذیه‌ای شامل قابلیت هضم و جذب بودن غذا، نیازهای انرژی و نیازمندی‌ها به مواد مغذی می‌باشند.

آرتمیا از نظر پروفیل اسیدهای چرب و میزان وجود اسیدهای چرب با زنجیره بلند به دو دسته شامل آرتمیای تیپ آب شیرین با مقدار کم اسیدهای چرب با زنجیره بلند و تیپ آرتمیای آب شور با مقدار زیاد اسیدهای چرب با زنجیره بلند تقسیم می‌شود که نوع اول برای ماهیان آب شیرین و نوع دوم برای ماهیان آب شور مناسب است. انتخاب یک‌سویه با استعداد رشد بالا، تأثیر مثبتی بر تولید خواهد داشت. سرعت رشد ناپلیوس آرتمیاهای مناطق مختلف جغرافیایی، متفاوت است.

همچنین دو عامل مهم و اصلی در رشد آرتمیا دما و شوری است. دامنه دمایی مناسب برای رشد آرتمیا ۳۰-۲۰ درجه سلسیوس و دمای مطلوب ۲۵-۲۸ درجه سلسیوس است. در این شرایط حداقل مرگ‌ومیر در جمعیت آرتمیا مشاهده می‌شود. شوری مناسب برای آرتمیا، شوری است که هیچ شکارچی در آن زیست نمی‌کند. بازماندگی سویه آرتمیای فرانسیسکانای دریاچه بزرگ نمک بیشتر از دیگر سویه‌ها است. عوامل دیگری نظیر طول مدت زندگی و ظرفیت تولیدمثل، از فاکتورهای مهم است که می‌بایست مدنظر قرار گیرد.

ریخت‌شناسی سیست

پوسته سیست از سه لایه به شرح ذیل تشکیل شده است:

- لایه حبابچه‌ای[1]: لایه سخت شامل لیپوپروتئین‌های حاوی کتیین و هماتین.
- غشای کوتیکول خارجی: این لایه جنین را در مقابل نفوذ مولکول‌های بزرگ‌تر از مولکول دی‌اکسید کربن محافظت می‌نماید.
- کوتیکول جنینی: یک لایه شفاف و بسیار کشسان که با غشای کوتیکولی داخلی از جنین جدا می‌شود و در تفریخ به غشاء تخمه گشایی تبدیل می‌شود.

تأثیر عوامل محیطی بر متابولیسم سیست

دما: سیست خشک (۵-۲درصد) در مقابل دما فوق‌العاده مقاوم‌اند ولی در سیست‌های آبگیری شده توان تحمل محدودتری دارند و جنین در کمتر از ۱۸- درجه سلسیوس و بالاتر از ۴۰ درجه سلسیوس می‌میرد.

pH: محدوده مناسب بین ۸/۵-۸ است. لذا افزودن ۲ گرم در لیتر $NaHCO_3$ موجب بهبود وضعیت تفریخ می‌گردد.

اکسیژن: ۵ میلی‌گرم در لیتر، میزان مناسب برای حداکثر میزان تفریخ است.

شوری: بهترین شوری برای تفریخ ۳۳-۳۰ قسمت در هزار است و در شوری‌های بالاتر، جنین انرژی بیشتری را صرف می‌کند. بالاترین حد تحمل شوری برای سویه‌های مختلف

1. Alveolar layer

متفاوت بوده ولـی معمـولاً در محـدوده ۹۰ گـرم در لیتـر اسـت. شوری بهینه از اختصاصات هر سویه است. ولی بین ۷۰-۱۵ گرم در لیتر است.

نور: سیست پس از آبگیری، در شرایط هوازی به حداقل نـور نیاز دارد.

به‌هرحال بـا توجـه بـه ویژگـی‌هـای سیسـت‌هـای هیدراتـه، توصیه‌های قابل ارائه است که عبارتند از:

برداشت به‌موقع، تمیز کردن، خشک‌کردن، چگونگی نگهداری سیست خام، در هر حال توصیه می‌شود سیست‌های خشـک نیـز در دمای پایین (کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس) نگهداری شود.

تولیدمثل

آرتمیا با توجه بـه شـرایط محیطـی بـه دو شـیوه مـی‌توانـد تولیدمثل نماید. آرتمیا در شرایط سخت (اکسیژن پایین، حـرارت بالا یا پایین، شوری بالا و غیره) به روش سیست‌گذاری تولیدمثل می‌کند. درحالی‌که در شرایط مناسب (حـرارت مطلـوب، شـوری مناسـب، غـذا) بـه شـیوه زنـده‌زایـی تولیـدمثل مـی‌نمایـد. در محیط‌های طبیعی و استخرهای تولید نمـک، آرتمیـا در شـرایط سخت، تولید سیست در حالت خـواب (دیـاپوز) مـی‌نمایـد. ایـن سیست‌ها، پس از تجمع، به‌وسیله باد در یک مکان جمـع شـده و درنهایت با توری جمع‌آوری می‌شود.

روش‌های متعددی برای رفع دیاپوز وجود دارد که مهم‌تـرین آن‌هـا شـامل نگهـداری در شـرایط سـرد، اسـتفاده از پراکسـید هیدروژن، استفاده از آبگیری و آبدهی مکرر، کپسول‌زدایی است.

روش‌های ضدعفونی

یکی از مشکلات اصلی در آغاز پرورش لارو ماهیان و میگو، استعداد لارو در ابتلا به عفونت‌های میکروبی است. گونه‌های ویبریو اصلی‌ترین تشکیل دهنده فلور باکتریایی در محلول‌های تفریخ است. این باکتری قادر به ایجاد بیماری در آبزیان است، در قشر سیست انواع باکتری و قارچ‌ها و مواد آلی وجود دارد که می‌بایست با شیوه‌های مناسب از بین برود که شامل ضدعفونی با هیپو کلریت سدیم، کپسول زدایی و ضدعفونی با کلر است.

مزایای سیست کپسول‌زدایی شده باعث می‌گردد تا پوسته‌های سیست به تانک پرورشی وارد نشوند و ناپلیوس‌هایی که از سیست پوسته‌زدایی شده حاصل می‌شود، محتوی انرژی و وزن فردی بالاتری نسبت به ناپلی اینستار I معمولی باشد. همچنین سبب ضدعفونی سیست شده و به‌صورت مستقیم استفاده شود. احتیاج به نور کمتر و اندازه کوچک‌تر آن از مزایای دیگر سیست کپسول‌زدایی شده است.

نحوه برداشت

پس از تفریخ و قبل از ارائه ناپلیوس‌ها به لارو ماهی و میگو، ضروری است ناپلیوس‌ها از کلیه مواد اضافه جدا و تمیز گردد، به همین منظور ابتدا هوادهی را قطع (۱۰-۵ دقیقه) نموده و نسبت به جمع‌آوری ناپلیوس‌ها اقدام می‌شود. ناپلیوس‌های برداشت شده را بلافاصله می‌توان استفاده نمود و یا اینکه در حرارت پایین برای مدت بیش از ۲۴ ساعت نگهداری نمود. ناپلیوس‌های تازه تفریخ شده در همه موارد نمی‌تواند نیازهای تغذیه‌ای لارو آبزیان

را تأمین نمایند. لـذا بـه منظـور تـأمین نیازهـا و ارتقـاء کیفیـت ناپلیوس آرتمیا می‌توان از تکنیک غنی‌سازی استفاده نمود.

غنی‌سازی آرتمیا

بـه‌طـورکلی غنـی‌سـازی بـه دو منظـور تغذیـه‌ای و کنتـرل بیماری‌ها صورت می‌گیرد. نقش اسیدهای چـرب ضـروری، نظیـر ایکوزا پنتانوییک اسید و دوکـوزا هگزانوییـک اسـید در آرتمیـا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بیشتر گونـه‌هـای دریـایی، امکـان سنتز اسیدهای چرب ضروری از اسیدهای غیراشـباع بـا زنجیـره کوتاه را ندارند. لذا ضروری است در صورت کمبـود ایـن مـواد در آرتمیا با استفاده از تکنیک غنی‌سازی این مواد در آرتمیا افزایش یابد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که سیسـت آرتمیـا نیـاز آبزیان را به ویتامین‌ها برآورده می‌کند. غنی‌سازی دامنه کـاربری وسیعی در مراکز تکثیر ماهی و میگو دارند.

تولید و پرورش آرتمیا

با توجه به نیاز صنعت آبزی‌پروری به سیست آرتمیا، بسیاری از کشورهای پیشرو در امر آبزی‌پروری مجبور به واردات از کشـور آمریکا شدند، نوسانات قیمت سیست در بازار جهانی و وابسـتگی شدید به سیست، موجب گردیـد فراینـد تولیـد در مـزارع تولیـد نمک، آبگیرهای دست‌ساز و غیره طراحی و انجام گردد. بسـیاری از کشورهای آسیای جنوب شرقی نظیر چین، ویتنـام، فیلیپـین، تایلند و سریلانکا در این خصـوص از پیشـرفت زیـادی برخـوردار بوده و نتایج قابل قبولی در طی سال‌های اخیر به دست آورده‌اند. میزان برداشت در کشورهای مختلف با توجه به سیستم پـرورش،

نوع مدیریت، شرایط اقلیمی و اهداف نهایی (تولید نمک مصرفی یا صنعتی) متفاوت است. به عبارتی مدیریت برداشت، تولید و فراوری سیست و بیوماس آرتمیا بستگی به نوع منبع، میزان تولید و حجم عملیات دارد. هم‌اکنون در دنیا برداشت و تولید سیست و بیوماس آرتمیا از چندین منبع شامل دریاچه‌های طبیعی نظیر ارومیه، مزارع تولید نمک دائمی نظیر پتروشیمی بندر امام و سایر مزارع تولید نمک در دنیا، واحدهای فصلی که در فصل خشک در اکثر کشورهای آسیای جنوب شرقی وجود دارند انجام می‌گردد. بدیهی است تولید آرتمیا در استخرهای ماهی و میگو و مزارع دائمی تولید نمک اقتصادی خواهند بود.

پرورش آرتمیا در استخرها

برای پرورش آرتمیا لازم است ابتدا محل مناسب برای پرورش انتخاب گردد. در انتخاب محل برای طراحی و ساخت مزارع و استخرهای پرورش آرتمیا شرایط اقلیمی، توپوگرافی و شرایط خاک باید مدنظر قرار گیرد.

آماده‌سازی استخرها

آماده‌سازی استخرها در دو مرحله قبل از آبگیری با آهک پاشی و ریختن کود پایه و مرحله آبگیری انجام می‌شود. برای کود دهی از شیرابه کود مرغی استفاده می‌شود و کود دهی در روزهای ابری نباید انجام شود. از کود شیمیایی (به‌ویژه کودهای فسفره در استخرهای کم‌عمق) در استخرهای پرورش باید پرهیز نمود.

مزایای پرورش در تانک

قابلیت دسترسی به آرتمیای پرورشی در تمام طول سال، قابلیت انتخاب اندازه‌های مختلف آرتمیا و قابل کنترل بودن کیفیت آرتمیا از مزایای پرورش در تانک است. تراکم ناپلیوس آرتمیا در سیستم جریان دار باز تا ۱۸۰۰۰ ناپلیوس در لیتر، در سیستم جریان دار بسته تا ۱۰۰۰۰ ناپلیوس در لیتر و پرورش دوره‌ای آن تا ۵۰۰۰ ناپلیوس در لیتر است.

ذخیره‌سازی

ذخیره‌سازی با ناپلیوس مرحله اول انجام می‌شود. ذخیره‌سازی با مراحل بالاتر آرتمیا، درصد بازماندگی را به مقدار زیادی کاهش می‌دهد تراکم ذخیره‌سازی نیز با میزان مواد غذایی و دمای موجود در استخرهای پرورشی معین می‌گردد. در استخرهای تبخیر نمک بزرگ، تراکم ذخیره‌سازی بین ۱۰-۵ ناپلیوس در لیتر توصیه می‌شود. در استخرهای کوچک تراکم اولیه ذخیره‌سازی در استخرهای با شفافیت بین ۲۵-۱۵ سانتی‌متر،۱۰۰ ناپلیوس در لیتر خواهد بود.

برداشت توده زنده آرتمیا

در استخرها برای برداشت بیوماس آرتمیا از ساچوک با اندازه چشمه ۱۵۰ میکرون استفاده می‌شود. تورها می‌بایست تا حدی که ممکن است بزرگ باشد. جهت برداشت انتخابی بالغ‌ها و جوان‌ها از تور با اندازه چشمه ۲-۱ میلی‌متر استفاده می‌شود. بهتر است انتهای تور، ۱۰۰ میکرون باشد. سیست آرتمیا پس از تجمع به‌وسیله باد و موج در سطح دریاچه به‌وسیله تورهای مخصوص و یا

ساچوک با اندازه چشمه ۱۰۰ میکرون برداشت می‌شود و پس از انتقال به ساحل توسط آب‌نمک اشباع جداسازی صورت می‌گیرد. در این مرحله کلیه نخاله‌ها و مواد سبک‌تر از سیست با کمک الک‌های چند جداره از سیست جدا می‌شود. پس از جداسازی مقدماتی سیست آرتمیا، آزمایش و کنترل کیفی سیست ها انجام می‌شود. در صورت وجود حالت خواب (دیاپوز) در سیست‌ها، برای رفع حالت خواب یک دوره سرما را می‌بایست طی نمایند که این مرحله در سردخانه زیر صفر انجام می‌گردد.

فراوری بیوماس

بیوماس آرتمیا را می‌توان به صورت‌های منجمد و پودر خشک فرآوری و نگهداری نمود. جهت فرآوری در آب شیرین باید آب‌نمک اضافی حذف، جداسازی با توجه به چگالی و ضدعفونی صورت بگیرد. در مرحله بعد خشک نمودن و بسته‌بندی از دیگر اقدامات فرآوری است.

تکثیر و پرورش شیرونومیده (*Chironomidae*)

مطالعات بیولوژیک و اکولوژیک منابع آب اساسی‌ترین مبحث در تحقیقات و بررسی‌های علمی محسوب می‌شود. شناسایی هر اکوسیستم، موجودات زنده و فاکتورهای زیست‌محیطی حاکم بر آن، گام نخست این تحقیقات علمی است. در جهان پیشرفته کنونی، برای بهره‌وری مناسب از یک محیط آبی و حفظ و حمایت محیط‌زیست طبیعی، ابتدا تحقیقات بنیادی انجام می‌شود، سپس برنامه‌ریزی جامع ارائه و درنهایت مدیریت شایسته اعمال می‌گردد. با مطالعهٔ زنجیره غذایی در اکوسیستم

آبی دریایی درمی‌یابیم که از بین بی‌مهرگان مورد تغذیه ماهیان بخصوص در ماهیان نابالغ و جوان، لاروهای خانواده شیرونومیده بخش مهمی از غذای این ماهیان را تشکیل می‌دهند. لاروهای از راستهٔ دوبالان (*Diptera*) پشه‌های شیرونومیده (*Chironomidae*) مهم‌ترین گروه از حشرات آبزی می‌باشند که در همه انواع محیط‌های آبی گسترش و پراکندگی دارند. اگرچه حضور آن‌ها در آب‌های دریایی کمتر است؛ اما حضور و پراکنش گسترده شیرونومیده در محیط‌های آبی قابل توجه است.

طبقه‌بندی شیرونومیده

Kingdom	*Animalia*
Phylum	*Arthropoda*
Subphylum	*Hexapoda*
Class	*Insecta*
Subclass	*Pterygota*
Superorder	*Endopterygota*
Order	*Diptera*
Infraorder	*Culicomorpha*
Family	*Chironomidae*

خانواده شیرونومیده (*Chironomidae*) از راسته دوبالان (*Diptera*) در اغلب اکوسیستم‌های آبی حضور دارند. خانوادهٔ شیرونومیده دارای ۱۰ زیرخانواده و بیش از ۴۰۰۰ گونه است.

زیستگاه شیرونومیده

پشه‌های خانواده شیرونومیده فراوان‌ترین گروه از حشرات می‌باشند که در آب‌های شیرین، لب‌شور و شور وجود دارند. لاروهای شیرونومیده با انواع محیط‌های آبی و نیمه آبی سازگاری یافته و در بیشتر محیط‌های آبزی بیش از نصف مجموع گونه‌های بی‌مهرگان را

تشکیل می‌دهند. این لاروها در جویبارهای کوهستانی، مناطق یخبندان قطبی، آب‌های گرم رودخانه‌ها، باتلاق‌ها، حوضچه‌ها، اعماق دریاچه‌ها، گیاهان آبزی، در بافت آوندی گیاهان، مناطق نیمه مرطوب و حتی در کودهای حیوانی وجود دارند.

مراحل زندگی شیرونومیده

شیرونومیده همانند دیگر حشراتی که دگردیسی کامل دارند، چهار مرحله زندگی شامل تخم، لارو، شفیره و حشره بالغ دارند. شکل ظاهری لاروها به‌صورت لوله‌های بلند و ظریف است. این پشه‌ها در روز عموماً به‌صورت گروهی بخصوص در سطوح آبی و کنار آبگیرها و شب‌هنگام نزدیک نور به فراوانی یافت می‌شوند.

دوره زندگی شیرونومیده

این حشرات تا حدود ۴۸ ساعت به‌صورت پشه بالغ زندگی می‌کنند. پشه‌ها پس از تخم‌ریزی می‌میرند. پس از تخم‌ریزی، در داخل کیسه‌هایی که به رنگ سبز هستند در صورت وجود شرایط مساعد، لارو سن یک از تخم خارج می‌شوند. معمولاً دوره زندگی لاروها ۱۴ روز است. ۵-۴ روز شفیره هستند. تکامل جنینی ۵۹ تا ۱۴۰ ساعت طول می‌کشد. دوره شفیرگی لارو ۳ تا ۵ روز و همچنین پوست‌اندازی آن در سه مرحله طی ۱۰ تا ۱۲ روز به طول می‌انجامد.

مورفولوژی لارو شیرونومیده

بدن لارو، لوله‌ای ظریف و کشیده است. از ۱۲ بند تشکیل شده است. ۳ بند اولیه پس از کپسول را بندهای سینه‌ای و ۹ بند بعدی را بندهای شکمی تشکیل می‌دهند. لارو در سطح شکمی

اولین و آخرین بند بدن، دارای یک جفت پای کاذب کوچک است. در آخرین بند بدن در قسمت عقب ۲ جفت آب‌شش یا پاپیل‌های مخرجی یا لوله‌های مخرجی قرار دارند.

پاهای کاذب پیشین و پسین دارای چنگال‌هایی در قسمت انتهایی می‌باشند که بیشتر به رنگ زرد و قهوه‌ای دیده می‌شود. دو جفت لوله یا پاپیل‌های مخرجی در انتهای بدن در اطراف منفذ مخرجی واقع شده‌اند؛ بنابراین، وظیفه تنفس نیز به عهده پاپیل‌ها است.

شناسایی گونه‌های شیرونومیده

لاروهای شیرونومیده به شکل لوله‌های ظریف استوانه‌ای مشابه همدیگر می‌باشند، اما با اندکی تعمق در قسمت‌های داخلی بخصوص کپسول سر تفاوت‌های گونه‌ای قابل تشخیص است.

کپسول سر

اصلی‌ترین وجه افتراق جنس‌های شیرونومیده چانه و آنتن است. در تفکیک گونه‌های جنس شیرونومیده از شکل پیش آرواره و دندان‌ها استفاده می‌شود.

روش شناسایی

در پشه‌های خرطوم[1] کوتاه است و برای سوراخ کردن سازگار نشده است. شاخک‌ها در نرها پر مانند و در ماده‌ها پرزدار و پراکنده هستند. اغلب ممکن است به مقدار زیادی در آب‌های

1. Proboscis

راکد جمع شوند. گهگاه دسته‌های عظیمی از این پشه‌ها در نزدیکی غروب در یک جا پرواز می‌کنند.

شکل ظاهری شیرونومیده و خصوصیات رفتاری

بسیاری از لاروها قرمزرنگ هستند و به همین علت معروف به کرم خونی می‌باشند. لاروها با پیچ خوردن حرکت می‌کنند. لاروها دارای سیستم تنفسی بسته[1] هستند و به این دلیل نیازی به بالا آمدن روی سطح آب ندارند. لاروها از کف تغذیه می‌کنند.

شرایط عمومی پرورش شیرونومیدها

اکسیژن: لاروها کاهش اکسیژن ۰/۱ تا ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر را تحمل می‌کنند و در این شرایط به‌صورت توده‌ای در سطح لجن دیده می‌شوند. در صورت فقدان اکسیژن به خواب زمستانی می‌روند. بهینه اکسیژن ۳ تا ۱۰ میلی‌گرم در لیتر است.

روشنایی: در مراحل اولیه لاروی به سمت نور گرایش دارد؛ اما با ظهور هموگلوبین واکنش منفی به نور پیدا می‌کند. لاروهای بالغ از نور گریزان‌اند.

دما: دمای ۰ تا ۳۵ درجه را تحمل می‌کند. دمای مناسب رشد ۱۷ تا ۱۸ درجه سلسیوس و در این دما ۴ تا ۵ نسل تولید می‌کند. دمای مورد نیاز تبدیل‌شدن لارو به شفیره ۷ درجه، دمای مورد نیاز خروج پشه ۹ تا ۱۰ درجه و دمای مورد نیاز برای پشه فعال ۱۰ تا ۱۵ درجه سلسیوس است.

1. Apneustic

ارزش غذایی لارو شیرونومیده

رطوبت ۸۶درصد کربوهیدرات ۲۳درصد پروتئین ۴۸درصد
کیتین ۴درصد خاکستر ۹درصد چربی ۱۴درصد

روش پرورش

برای شروع به کار نیاز به تهیه تخم از محیط‌های بیرون است. برای این منظور چند ظرف به ارتفاع ۵-۴ سانتی‌متر و به مساحت ۰/۱ مترمربع آماده می‌گردد. در این ظروف آب به ارتفاع ۳-۲ سانتی‌متر ریخته می‌شود و پشه‌ها روی آب این ظروف تخمک‌گذاری کرده و در هر ۲۴ ساعت می‌توان ۸۰۰-۵۰۰ تخم را برداشت نمود.

گونه پرورشی *Chironomus dorsalis*

کارهای مربوط به پروش و نگهداری لاروهای پشه شیرونومید در محیط‌های سرپوشیده انجام می‌گیرد. این عمل امکان ایجاد شرایط لازم پروش لاروها را در طول سال فراهم می‌کند. پرورش لارو در اماکن محدود و مجزا از هم انجام می‌گیرد. برای پرورش لارو از ناودان یا سینی‌های فلزی به ارتفاع ۲/۵ تا ۳ سانتی‌متر به مساحت ۰/۲ تا ۰/۲۵ مترمربع استفاده می‌گردد. سینی‌های فلزی را یکی بالای دیگری به فاصله ۳-۴ سانتی‌متر در داربست مخصوص پرورش قرار می‌دهند. تعداد طبقات بسته به ارتفاع جایگاه دارد.

در این روش ابتدا گل در سینی‌ها به ارتفاع ۱۲ تا ۱۵ میلی‌متر پخش می‌گردد. در همان زمان گل را با آب به هم زده تا گل شکل خامه‌ای بگیرد سپس مواد غذایی مغذی که شامل مخمر (۵۰درصد) و آلبومین خشک (۵۰درصد)، به میزان ۱درصد وزن توده یا حدود

۱۰۰ گرم در یک مترمربع از سطح سینی است، اضافه می‌گردد. ضریب تبدیل غذایی فوق ۰/۵ تا ۰/۷ است. پس از ۴ تا ۵ ساعت بعد از اضافه کردن مواد غذایی حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ چین یا ۵۰ تا ۶۰ هزار عدد تخم در هر مترمربع از خاک اضافه می‌شود.

غذادهی به لاروها

غذا در درجه حرارت ۲۲-۲۰ درجه سلسیوس یک‌بار در سه تا چهار شبانه‌روز به میزان ۵ میلی‌گرم (مخمر + آلبومین) برای یک عدد لارو در تمام طول مدت پرورش داخل گل اضافه می‌شود. غذا ابتدا با آب مخلوط می‌گردد و به‌صورت خمیری به گل اضافه می‌شود. درصورتی‌که مقدار غذا زیاد در سینی‌ها ریخته شود سبب ایجاد گاز متان و هیدروژن‌سولفوره می‌گردد که علاوه بر آلودگی و تعفن در محیط خطرناک بوده و سبب تلفات در لاروها می‌شود (جدول ۱۵).

جدول ۱۵- مقدار غذای لاروی در حرارت ۲۰ درجه سلسیوس

روز بعد از درآمدن تخم	مقدار مخمر و آلبومین برحسب g/m^2
۱	۵
۴	۱۵
۷	۳۰
۱۰	۴۵
۱۳	۴۵

جداسازی لارو شیرونومیده از گل

جداسازی لاروها زمانی صورت می‌گیرد که لاروها به حالت نزدیک به پیله بستن برسند (روزهای ۱۱-۱۰-۹). برای این

منظور از استوانه‌های مخصوص مشبک در داخل یک مخزن محتوی آب استفاده می‌کنند. گل محتوی لارو باید در داخل استوانه مشبک که چشمه‌های آن ۰/۷ تا ۰/۸ میلی‌متر است ریخته شود. سپس استوانه در داخل مخزن آب به حرکت درمی‌آید. معمولاً این استوانه به‌وسیله تسمه‌ای با موتور به چرخش درمی‌آید. در هنگام چرخش اجزای ریز گل از شبکه‌های توری عبور می‌کنند و لاروها در داخل توری باقی می‌ماند. با کمک این دستگاه در طی مدت ۸ ساعت ۱۰ کیلو لارو شستشو می‌گردد که این لاروها بسیار مغذی و عالی برای بچه‌ماهیان خاویاری می‌باشند. از یک مترمربع گل همه‌روزه ممکن است ۱۵-۱۰ گرم لارو برداشت شود.

تجدید کشت

برای تجدید تولید انبوه پشه‌های مادر عین روشی را که برای پرورش لاروها اعمال می‌کنند، در قسمت پشه‌های مادر نیز بکار می‌برند؛ اما تفاوت آن فقط در این است که لاروها را از گل جدا نمی‌کنند بلکه به آن‌ها امکان می‌دهند مرحله دگردیسی خود را به پایان برسانند.

کرم خاکی

چرخه زندگی و بیولوژی تولیدمثل

کرم خاکی جانوری است دوجنسی؛ یعنی هم به‌تنهایی نر است و هم ماده و اندام‌های تناسلی همه در ناحیه شکم قرار گرفته‌اند. روش‌های جفت‌گیری برای همه گونه‌ها یکسان نیست. کرم‌های خاکی در اکثر ماه‌های سال می‌توانند تولیدمثل کنند و

مخصوصاً در ماه‌هایی که رطوبت هوا زیادتر است، تولیدمثل افزایش می‌یابد. لقاح از نوع تقاطعی بوده و معمولاً ۲ تا ۳ ساعت طول می‌کشد. در هنگام جفت‌گیری دو کرم طوری به یکدیگر می‌چسبند که سر هر یک مقابل دم دیگری و در جهت مخالف هم قرار می‌گیرد.

هر کرم سپس تشکیل تعدادی پیله[1] را می‌دهد که در داخل آن‌ها تخم‌ها قرار دارند گونه *E. Foetida* در عرض ۳ تا ۵ روز می‌تواند ۲ تا ۱۰ عدد پیله که هرکدام دارای تعدادی تخم از ۱ تا ۲۸ عدد است را به وجود آورد اما اغلب فقط یک یا ۲ کرم زنده مانده و به دنیا می‌آید، اندازه و شکل پیله کرم‌های خاکی با یکدیگر متفاوت است و در هنگام رده‌بندی یکی از معیارهای مورد استفاده است. یک کرم بالغ از گونه *L. rubelus* در هر ۷ تا ۱۰ روز یک تخم می‌گذارد که در حدود ۲ تا ۲۰ جنین در آن وجود دارد.

مصارف کرم خاکی

در سطح کشورهای توسعه‌یافته از این کرم به دلیل داشتن پروتئین ۷۰ درصدی در موارد زیر استفاده می‌شود:

۱. **مصرف پروتئینی انسانی:** در سایر کشورها ازجمله در کشور آمریکا غذای مصرفی مردم است همانند انواع کنسرو جهت سالاد، غذاهای پختنی، انواع نوشیدنی و ... به عنوان مثال از گران‌ترین غذاهای فروشگاه‌های زنجیره‌ای مک‌دونالد است، با توجه به فرهنگ کشور استفاده از خود کرم به‌عنوان پروتئین فعلاً هدف نیست.

1. Cocoon

۲. **مصرف پروتئینی حیوانی:** با توجه به ازدیاد جمعیت و نیاز مردم به مواد پروتئینی سالم، تولید و پرورش دام، طیور و آبزیان، نقش اساسی در تأمین نیازهای مردم و تقویت بنیه اقتصادی روستاییان و کشاورزان دارد. در این میان تغذیه دام، طیور و آبزیان با کرم خاکی به‌عنوان ماده غذایی دارای پروتئین زیاد باعث افزایش کیفیت محصولات شده و نیاز کشور به واردات محصولاتی چون دان مرغ، انواع مکمل‌های غذایی دام و آرد ماهی را کاهش می‌دهد. ازاین‌گونه برای اولین بار در قرن ۱۸ میلادی برای تغذیه دام و طیور استفاده شد. امروزه در تغذیه مرحله لاروی آبزیان، تمایل به استفاده از غذای زنده وجود دارد، زیرا در بسیاری از موارد، دانش بشری هنوز قادر به تأمین مصنوعی کلیه نیازهای غذایی لارو نبوده و پوشش این نیاز با غذای زنده راه‌حل مطلوب و مطمئنی است.

۳. **به‌عنوان مواد اولیه در تولید لوازم‌آرایشی و بهداشتی:** همان‌طور که قبلاً هم گفته شد این کرم به دلیل داشتن پروتئین و امگا ۳ فراوان به‌عنوان یکی از مواد اصلی تشکیل دهنده محصولات آرایشی و بهداشتی است.

۴. **به‌عنوان مواد اولیه در تولید دارو:** ازجمله یکی از مهم‌ترین مصارف جدید این کرم که به کمک صنعت داروسازی و پزشکی آمده تولید محصولات دارویی و پزشکی است که داروهای مکمل غذایی، انواع آرامش‌بخش‌ها، داروهای ضد سرطان را شامل است.

جمع‌آوری کرم خاکی

برای پرورش و تکثیر کرم خاکی ابتدا باید آن را جمع‌آوری یا شکار نمود. این کرم‌ها در شب از سوراخ‌های خود خارج می‌شوند و به گردش می‌پردازند، برای همین به آن‌ها شب‌خیز یا شبگرد[1] می‌گویند. با داشتن یک چراغ‌قوه و با رعایت سکوت می‌توان شب‌هنگام، کرم‌ها را در باغچه، بر روی زمین یا در لایه‌های نزدیک به سطح جستجو کرد.

۱. ساده‌ترین روش این است که بخشی از زمینی را که می‌دانیم دارای کرم خاکی است آب‌پاشی نموده و پس از کم‌وبیش ۱۵ دقیقه کرم‌ها به سطح زمین می‌آیند. این کار معمولاً به هنگام غروب جواب بهتری می‌دهد. چون به علت خنکی هوا کرم‌ها در لایه‌های نزدیک سطح به سر می‌برند و با خیس شدن زمین، سریع‌تر بیرون می‌آیند.
۲. زمینی که دارای کرم خاکی است را مرطوب می‌کنند و سپس یک پارچه متقال پهن می‌کنند و تفاله چایی روی پارچه می‌ریزند. کرم‌ها پس از مدتی روی پارچه جمع می‌شوند.
۳. آب را با غلظت ۵۵درصد فرمالین مخلوط کرده و روی زمین می‌ریزیم. بوی فرمالین سبب می‌شود که کرم‌ها زودتر از زمین خارج شوند.
۴. با یک میله فولادی به قطر ۵ میلی‌متر و با دسته عایق زمانی که این میله به برق با ولتاژ ۲۲۰ و شدت‌جریان ۳ تا ۵ آمپر وصل شد به زمینی که مرطوب است داخل نموده و با اتصال جریان، کرم‌ها از خاک بیرون می‌آیند.

1. nocturnal

بررسی پیله‌های تولید شده

تعـدادی از تخم‌هـای کـرم خـاکی بایـد از محیــط پـرورش کرم‌های خـاکی جداسازی گردد. سپس کاملاً شسته و رنـگ هـر یــک از تخـم‌هـا یادداشـت شـود. شـکل هرکـدام از تخـم‌هـای جمع‌آوری شده بر روی یک کاغذ کشـیده مـی‌شـود و سـپس بـا اشکال مختلف تخم‌ها مقایسه خواهد شد.

کاربرد کرم خاکی در آبزی‌پروری

پودر کرم خاکی منبع خوبی جهت جایگزینی پودر مـاهی در صـنعت تولیـد غـذای مصـنوعی اسـت. از ایـن رو کارخانـه‌هـای تولیدکننده غذای دام و آبزیان می‌توانند یکی از مصرف‌کننده‌های اصلی این فرآورده باشند، پـروتئین اسـتخراج شـده از کـرم‌هـای خاکی نیز در صنایع آرایشی و بهداشـتی کـاربرد فراوانـی دارد. از کرم زنده نیز جهت تغذیه مستقیم آبزیان بخصوص ماهی قـزل‌آلا می‌توان استفاده نمود.

بستر پرورش کرم خاکی

معمـولاً بهتـرین گزینـه بـرای یـک تولیـد خـانگی، مخلـوط خاک‌برگ و شن ریز است. از خـاک رس در بسـتر پـرورش کـرم خاکی نباید استفاده گردد. خاک مورد استفاده باید نرم باشـد تـا کرم‌ها به‌آسانی بتوانند در آن رفت‌وآمد کننـد و هـوا نیـز بتوانـد به‌سادگی به آن نفوذ کند.

برای تهیه چنین خاکی، باید آن را الک نمود و رطوبت خاک بایـد تنظیم گردد. رطوبت خاک باید حدود ۲۵ تا ۳۰درصد باشـد. رطوبـت بیش از ۳۵درصد و کمتر از ۱۳درصد باعث توقف تخم‌گذاری کـرم‌هـا

می‌گردد. *pH* خاک هم در محدوده ۵/۶ تا ۸/۳ مناسب است. دمای مناسب پرورش کرم خاکی ۱۸ درجه سلسیوس است که تا دمای ۲۶ درجه سلسیوس هم برای کرم‌ها قابل تحمل است.

پرورش با مواد آلی

به‌کارگیری بسترهای مختلف پرورشی به نوع محیطی که کرم‌ها ازآنجا تهیه می‌شوند، ارتباط زیادی دارد. ولی اکثر کرم‌هایی که در خاک زندگی می‌کنند، برای تغذیه به سطح خاک آمده و از مواد معدنی خاک و یا سایر مواد آلی موجود آن استفاده می‌کنند (*Lee, 1959 & Bouche, 1971*). خاک‌هایی که با درصدی از مواد آلی مخلوط شده باشند، می‌توانند به‌عنوان محیط کشت و پرورش کرم خاکی محسوب گردند. در طریقه پرورش صنعتی از خاک استفاده نمی‌گردد، بلکه از غذاهای تمیز شده هوموسی که کرم‌ها می‌توانند در آن زندگی کنند، بهره می‌گیرند (فرمحمدی، ۱۳۷۴). برای اقتصادی بودن پرورش کرم خاکی معمولاً پرورش‌دهندگان از مواد آلی ارزان‌قیمت استفاده می‌نمایند (*Lee, 1985; Wool, 1984*). یکی از ساده‌ترین روش‌های ممکن، استفاده از زباله‌های شهری بوده تا پس از اضافه نمودن کرم‌ها جهت پرورش آن‌ها به‌عنوان پناهگاه و تکیه‌گاه استفاده می‌نمایند. این روش به مراقبت‌های ویژه و خاص دیگری احتیاج ندارد، زیرا کرم‌ها با زیرورو کردن زباله‌ها و استفاده از مواد عالی آن‌ها، ضمن تغذیه و پرورش، مواد زائد را به کود بسیار مفیدی تبدیل می‌نمایند. اگر زباله‌ها به‌طور مداوم هوادهی شوند بوی بد و نامطبوع خود را از دست می‌دهند.

کاربرد کرم خاکی در آبزی‌پروری

استفاده از کرم خاکی در تغذیه آبزیان مختلف مانند ماهی و سخت‌پوستانی که رژیم گوشت‌خواری دارند، از اهمیت بالایی برخوردار است. اندازه کرم خاکی نیز عامل بسیار مهمی جهت استفاده مستقیم از کرم در تغذیه ماهیان خاویاری است. همچنین چون کرم تا مدت ها در آب قدرت حرکت دارد، می توان از آن به‌صورت زنده در تغذیه آبزیانی که با تأخیر به سمت غذا می‌روند نیز استفاده نمود. درصد پروتئین کرم خاکی بیشترین میزان پروتئین و خاکستر و درصد متعادل چربی را نسبت به سایر غذاهای زنده است.

کرم خاکی بالغ، جوان، نوزاد و حتی کوکون (تخم) کرم می‌تواند مورد استفاده ماهیان قرار بگیرد. با رشد آبزی، به علت اینکه موجود به دنبال غذاهای بزرگ تر و متناسب با اندازه دهان خود می‌گردد، استفاده از کرم سفید منطقی و کاربردی نیست.

ضریب تبدیل غذایی کرم سفید ۳ (آذری تاکامی، ۱۳۷۸) و ضریب تبدیل غذایی کرم خاکی ۲ (صفر خانلو و همکاران، ۱۳۸۳) است. از این رو استفاده از کرم خاکی در آبزی‌پروری می‌تواند در مقایسه با سایر غذاهای زنده، مفیدتر نسبت به پرورش و نیز ارزان‌تر باشد.

افزایش رشد ماهیان پرورشی قزل آلای رنگین‌کمان، ماهی خاویاری سیبری (*Acipenser baeri*)، مارماهیان *Seriala quinquerdiate, Anguilla anguilla, Angullia japonica* در ژاپن و تایلند در تغذیه با انواع مختلف کرم خاکی نیز مشاهده گردید (*Apolinario et al., 1998*؛ *Hayashi et al., 1998*؛ *Bross et al., 2002*؛ *Knights, 1996*).

از کرم خاکی در تغذیه پست لارو میگو جهت افزایش رشد و نیز تسریع تخم ریزی در میگوهای مولد استفاده شده است. از آن جمله می‌توان به تغذیه پست لارو میگوی پا سفید غربی (*Penaeus vannamei*) و میگوی بزرگ آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergi*) از کرم خاکی اشاره نمود. در این موارد، اشتیاق بالای پست لارو به تغذیه از کرم و نیز افزایش نرخ رشد میگوها، قابل توجه بود (*Apolinario et al., 1998 & Correia et al., 2002*).

روش‌های پرورش و کاربردهای کرم نرئیس

کرم نرئیس از شاخه کرم‌های حلقوی[1] و ازجمله پرتارانی[2] است که روس‌ها در سال ۱۳۴۹ از دریای آزوف به دریای خزر معرفی نمودند و گسترش این کرم در این دریا موجب حضور آن در سواحل ایرانی دریای خزر و همچنین تالاب انزلی شد.

غذای زنده در تکثیر و پرورش لارو ماهیان و آبزیان باارزش شیلاتی به منظور بازسازی ذخایر و تولید گوشت در زمان شروع تغذیه فعال نقش مهمی در رشد و بازماندگی آن‌ها دارد. در روند رو به توسعه آبزی‌پروری هرروزه شاهد استفاده از منابع جدید غذایی هستیم. اکنون شناسایی و دستیابی به منابع جدید و قابل استفاده جهت ارتقاء ارزش افزوده محصولات شیلاتی با کندی صورت می‌گیرد و این در حالی است که تنوع غذایی در سنین مختلف دوران لاروی آبزیان و با توجه به اندازه دهان باید مدنظر قرار گیرد (پژند و همکاران، ۱۳۸۲).

1. Annelida
2. Polychaeta

کرم دریایی نرئیس برای اولین بار در کشور در قالب پروژه تحقیقاتی با استفاده از کرم‌های موجود در تالاب انزلی در شرایط کنترل شده تولید شد. با این فرض که این گونه به‌عنوان غذای زنده در رشد و بازماندگی لارو ماهیان خاویاری تأثیر بسزایی خواهد داشت مورد بررسی و در قدم اول تکثیر کرم‌ها به شکل انبوه و در قدم‌های بعدی تأثیر آن در رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی موردتحقیق قرار گرفت.

تقاضای خرید زیادی از سوی پرورش‌دهندگان میگو جهت استفاده کرم نرئیس در مزارع تکثیر و پرورش میگوی کشور وجود دارد و پرورش‌دهندگان میگو از دو مسیر نسبت به تهیه کرم‌های نرئیس مورد نیاز خود اقدام می‌کنند که یکی خرید از صیادان محلی است که از سواحل دریا جمع‌آوری می‌کنند که این موضوع به دلیل وجود آلودگی‌ها و انتشار بیماری مشکلات و ریسک زیادی را به همراه دارد و دیگری واردات این کفزی از کشورهای اروپایی است.

پرورش این موجود در داخل کشور به‌ویژه در مناطق سردسیر و معتدله کشور می‌تواند نیاز داخلی مراکز تکثیر و پرورش ماهیان و آبزیان اقتصادی بخش‌های خصوصی و دولتی را از یک طرف و صادرات آن را به خارج از کشور از طرف دیگر تأمین نماید.

ویژگی‌های عمومی کرم نرئیس

نرئیس[1] یک کرم پرتار از خانواده *Nereididae* است که در سراسر دنیا معمولاً در سواحل شنی بین مناطق جزر و مدی

1. Nereis

یافت می‌شود. اغلب اوقات در پناهگاه‌هایی که با کمک آرواره‌های خودش می‌سازد، زندگی می‌کند. پناهگاه آن *U* شکل است و عمق نفوذ آن در رسوبات تا ۶۰ سانتی‌متر بوده و با مخاطی که از بدنش ترشح می‌شود ذرات ریز شن را به هم متصل می‌کند. کرم در پناهگاه خود جریان ثابتی از آب را ایجاد می‌کند و اکسیژن مورد نیاز برای تنفس کرم از طریق جریان آب تأمین می‌گردد. این کرم شب‌فعال بوده و همه‌چیزخوار است. هنگام شب به جستجوی طعمه سرش را بیرون از پناهگاه نگاه می‌دارد و با بیرون دادن حلق که دارای دندان‌های کیتینی و آرواره است، طعمه را صید می‌کند، سپس طعمه را به‌طرف پناهگاه کشیده و می‌بلعد.

از این کرم‌های حلزونی[1] به‌عنوان طعمه‌ای برای شکار ماهیان استفاده می‌شود. در افسانه یونان، نرئیدها[2] حوریان دریایی یا شکل‌های زیبای انسانی بودند که در بعضی مواقع قایق‌سواران را به دام می‌انداختند.

بدن این جانوران دراز، باریک و از دو طرف متقارن است. گونه‌های مختلف در دوره‌های زیستی خود رنگ‌های گوناگونی دارند. مثلاً گونه *Nereis diversicolor* در حالت لاروی شیری‌رنگ، در زمان بزرگ‌سالی قرمز و در زمان بلوغ جنسی نرها سبز روشن و ماده‌های سبز زیتونی می‌باشند (شکل‌های ۷۱ و ۷۲).

1. Clamworms 2. Nereids

شکل ۷۱- کرم‌های نرئیس در مرحله جوانی

شکل ۷۲- کرم‌های نرئیس در مرحله بلوغ

کرم نرئیس می‌تواند در لایه‌های زیرین گل‌ولای بخزد و همچنین فعالانه شنا کند. اغلب گونه‌های نرئیس تک‌جنسی و گنادها (بیضه‌ها و تخمدان‌ها) مجزا بوده و انبوهی از گامت‌های در حال رشد فقط در طول فصل تولیدمثل تشکیل می‌شود.

رفتار تولیدمثلی این گونه جالب است. به‌طوری‌که کرم‌های نر بالغ با شنا در سطح رسوبات و پس از جستجوی یک ماده بالغ، اسپرم‌ها را روی بستر رسوبات آزاد می‌نمایند و پس از آن می‌میرند. سپس فعالیت کرم‌های مولد ماده افزایش یافته و هم‌زمان با

آزادسازی اسپرم، تخمک‌ها را آزاد و با حرکات موجی شکل بدن خود اسپرم‌ها را از سطح بستر به درون منافذی که در آن زیست می‌کنند، هدایت و از تخم‌های لقاح یافته محافظت می‌نمایند. لاروهای ایجادشده از موکوس مترشحه از بدن کرم مولد ماده که می‌تواند حاوی باکتری‌ها باشد تغذیه می‌کنند و پس از مدت‌زمان ۱۰ تا ۱۴ روز، لاروها به سطح رسوبات مهاجرت می‌نمایند و کرم‌های مولد ماده پس از چند روز بعد نیز می‌میرند (پژند، ۱۳۸۳).

اهمیت تولید کرم نرئیس در آبزی‌پروری

۱- بالا بودن ارزش غذایی کرم‌های نرئیس از نظر میزان پروتئین و اسیدهای چرب غیراشباع (*EPA, DHA*)

۲- تغذیه از مواد آلی پوسیده و یا مواد دفعی آبزیان و کاهش هزینه تولید آن و همچنین کاهش اثرات و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از ورود فضولات آبزیان به اکوسیستم طبیعی

۳- یکی از عوامل مؤثر در بلوغ زودرس میگو جهت استفاده در مراکز تکثیر میگو

۴- افزایش رشد و بازماندگی لارو ماهیان خاویاری در مراکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری

۵- سازگاری با شرایط زیستی آبزیان به دلیل آبزی بودن آن‌ها (برخلاف کرم‌های خاکزی مانند کرم سفید و کرم خاکی)

۶- بالا بودن قیمت آن‌ها در بازارهای جهانی

۷- ایجاد اشتغال‌زایی با توسعه تولید انبوه کرم‌های نرئیس جهت صادرات و همچنین عرضه به مراکز تولید میگو و ماهیان خاویاری کشور

نگهداری مولدین کرم نرئیس تا مرحله تکثیر

کرم‌ها درون مخازن فایبرگلاس ۰/۵ تنی که حاوی رسوبات ماسه‌ای در کف آن به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر با ورودی و خروجی آب با شوری ۵ تا ۱۵ در هزار و دبی ۱ لیتر در ثانیه انتقال داده شوند. کرم‌ها تا رسیدن به وزن ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم باید نگهداری شوند. با توجه به اینکه کرم‌ها پس از گذراندن یک یا دو دوره زمانی در فصل زمستان و زندگی در شرایط سرد به رسیدگی جنسی می‌رسند. بنابراین، نگهداری آن‌ها تا زمان رسیدن به بلوغ باید انجام شود (شکل ۷۳).

شکل ۷۳- مخازن نگهداری کرم نرئیس برای رسیدن به بلوغ جنسی

تکثیر

در این مرحله کرم‌ها در مخازن بتونی (۱ متر×۱ متر) و به ارتفاع ۱ متر و حاوی رسوبات ماسه‌ای در کف و گل به قطر ۵ سانتی‌متر روی ماسه با ورودی و خروجی آب با شوری

۵ تا ۱۵ در هزار و دبی ۱ لیتر در ثانیه و با تراکم ۵۰۰ عدد در مترمربع جهت تکثیر آن‌ها باید در نظر گرفته شود. کرم‌ها داخل منافذ زیستی خود بدون هیچ‌گونه اقدامات عملی از سوی پرورش‌دهنده تکثیر می‌نمایند؛ اما زمانی که لاروها با مراقبت‌های والدین به دنیا آمدند به سمت سطح رسوبات گلی مهاجرت می‌نمایند و در این زمان باید نسبت به جمع‌آوری آن‌ها اقدام نمود؛ بنابراین، لازم است پرورش دهنده پس از گذشت یک هفته از اولین مشاهده کرم‌های مولد نر یا ماده مرده روی سطح رسوبات نسبت به نمونه‌برداری از رسوبات جهت مشاهده لاروهای کرم نرئیس اقدام نماید (شکل‌های ۷۴ و ۷۵). پس از جمع‌آوری لاروها از سطح رسوبات باید آن‌ها را به مکان‌های پرورش با تراکم ۲۵۰۰ عدد در هر مترمربع انتقال داد (پژند، ۱۳۸۳).

شکل ۷۴- نمایی از لاروهای تولید شده از مولدین کرم نرئیس

شکل ۷۵- نمایی از لارو تولید شده

آماده‌سازی مکان پرورش کرم نرئیس

مکان‌های پرورش کرم نرئیس در مخازن پلاستیکی ۶۰ لیتری یا حوضچه‌های فایبرگلاس نیم تنی یا ۲ تنی و یا حوضچه‌های بتونی ۱۰ مترمربعی به طول ۱۰ متر، عرض یک متر و ارتفاع ۱/۵ متر حاوی رسوبات ماسه‌ای در کف آن به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر با ورودی و خروجی آب با شوری ۵ قسمت در هزار و دبی ۱ لیتر در ثانیه باید در نظر گرفته شود. در صورت کاهش میزان اکسیژن، کرم‌ها به سطح رسوبات مهاجرت می‌کنند و در این زمان هوادهی مخازن و تعویض آب باید انجام گردد.

پرورش

لارو کرم‌ها در وزن ۱۰ میلی‌گرم و طول ۳-۱ میلی‌متر با تراکم ۲۵۰۰ عدد در مترمربع در مکان‌های پرورشی باید به‌طور یکسان در تمامی سطح رسوب پخش گردد. دمای ۲۰-۱۸ درجه سلسیوس و pH کمی قلیایی و شوری ۵ قسمت در هزار و

اکسیژن ۳ میلی‌گرم به بالا مناسب‌ترین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی پرورش کرم‌ها محسوب می‌گردند (شکل ۷۶).

شکل ۷۶- ایجاد قفسه‌های چندطبقه جهت نصب سیستم پرورش کرم نرئیس در مخازن ۶۰ لیتری

روش جمع‌آوری لاروهای کرم نرئیس

دو راه جهت جمع‌آوری راحت کرم‌ها پیشنهاد می‌گردد. راه اول استفاده از لجن‌کش است؛ به‌طوری‌که قسمت مکنده آن رسوبات کف حوضچه‌ها را برداشت نموده و پس از عبور از داخل الک با چشمه ۱ میلی‌متر مجدداً به داخل خود حوضچه هدایت می‌کند و با پیمودن تمامی مسیر از کف حوضچه، برداشت رسوب انجام و کرم‌ها داخل الک باقی می‌مانند. راه دوم استفاده از الک‌های بزرگ مستطیل شکل با چشمه ۱ میلی‌متر است که در کف بستر نفوذ نموده و از یک مسیر حرکت و تا پایان مسیر ادامه می‌یابد و به

منظور حرکت راحت الک داخل رسوبات باید آب با فشارقوی، رسوبات شنی را به سمت دیگر الک هدایت نماید. کرم‌ها پس از عبور شن از الک داخل آن باقی‌مانده و بدین ترتیب کرم‌ها جمع‌آوری می‌گردند و این روش راحت‌تر از روش اول خواهد بود. پس از رسیدن کرم‌ها به وزن ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم از داخل رسوبات جمع‌آوری و آماده عرضه به بازار خواهند بود (شکل ۷۷).

شکل ۷۷- کرم‌های نرئیس جمع‌آوری شده روی الک

تغذیه

عادات غذایی این موجود از طریق گوشت‌خواری، گیاهخواری، دیتریت خواری و فیلتر فیدر انجام می‌گردد و نقش مهمی در تجزیه مواد غذائی در رسوبات دارد. لاروها با تغذیه از غذاهای کنسانتره با اقلام غذایی حیوانی ارزان‌قیمت و حتی گیاهی شامل سیب‌زمینی، هویج و غیره به‌صورت پخته و خاک‌برگ رشد می‌یابند.

مناطق مستعد پرورش و تولید کرم نرئیس

در کلیه مناطق ساحلی دریای خزر و همچنین در مناطقی از کشور که از آب‌های زیرزمینی شور و فاقد آهن برخوردار باشند مناطق مستعد پرورش این کفزی است. همچنین با توجه به بیولوژی کرم نرئیس، مناطق معتدله و سرد و دارای آب چاه لب‌شور (۱۵-۵ در هزار) در تکثیر و پرورش آن پیشنهاد می‌گردد.

فصل هفتم

بهداشت و بیماری‌های ماهیان خاویاری

(علیرضا شناور ماسوله، مهدی علیزاده،
سهیل بازاری‌مقدم، مهدی معصوم‌زاده و جلیل جلیل‌پور)

بیماری‌های ماهیان خاویاری

بیماری‌های ماهیان خاویاری را مانند سایر ماهیان می‌توان به دو دسته بیماری‌های عفونی و غیر عفونی تقسیم نمود. منشأ بیماری‌های عفونی عوامل باکتریایی، ویروسی، انگلی و قارچی می‌باشند. بیماری‌های با منشأ غیر عفونی ممکن است در اثر علل متعدد محیطی، تغذیه‌ای و حتی با منشأ ژنتیکی اتفاق بیفتد.

بیماری‌های عفونی

بیماری‌های باکتریایی

باکتری‌های بیماری‌زای ماهی هوازی اختیاری و گرم منفی می‌باشند. تنها باکتری‌های محدودی گرم مثبت هستند. محدوده دمایی مناسب برای فعالیت باکتری‌های بیماری‌زا ۴ تا ۳۵ درجه است؛ اما دمای مطلوب برای بسیاری از آن‌ها ۱۰ درجه سلسیوس است. در بررسی آلودگی‌های باکتریایی تخم تاسماهیان، انواع فلور باکتریایی شامل آئروموناس، ویبریو، سودوموناس، اسینه توباکتر، موراکسلا، ادواردزیلا، سراشیا، سیتروباکتر گزارش شده است. مطالعات فلور باکتریایی مرحله لاروی این ماهیان آلودگی به باکتری‌های آئروموناس، ویبریو، سودوموناس، موراکسلا، اسینه توباکتر، ادواردزیلا، سراشیا، یرسینیا، هافنیا و پرووید‌نسیا نشان داده است. همچنین بررسی فلور باکتریایی بچه‌تاسماهیان حاکی از وجود باکتری‌های آئروموناس، موراکسلا، ویبریو، سودوموناس، اسینه توباکتر، ادواردزیلا، سراشیا، هافنیا، سیتروباکتر، کلبسیلا و سالمونلا در پوست، آب‌شش و دستگاه گوارش است (شکل‌های ۷۸ و ۷۹) (جدول ۱۶).

شکل ۷۸- کشت‌های میکروبی به منظور تشخیص عامل بیماری‌زا

شکل ۷۹- عارضه تورم کیسه شنا در بچه ماهیان خاویاری

جدول ۱۶- عفونت‌های باکتریایی گزارش شده از تاسماهیان

ردیف	نام بیماری	عامل مولد	گونه مبتلا	مرحله ابتلا	درصد ابتلا	درصد تلفات
۱	کولومناریس (آب شیرین)	فلاوباکتروکولومنار	همه گونه‌ها	از مرحله نوزادی تا انتهای پرورشی	متغیر	بسته به حدت باکتری (تا ۵۰درصد)
۲	یرسینیوزیس (در محیط‌های شیرین و شور)	یرسینیا راکری	همه گونه‌ها	بیشتر در مراحل اولیه لاروی	متغیر	بسته به حدت باکتری (تا ۸۰درصد)
۳	ویبریوزیس (عمدتاً آب شور)	انواعی از ویبریوها به‌ویژه آنگوئیلاروم	همه گونه‌ها	در همه مراحل	متغیر	بسته به حدت باکتری (تا ۸۰درصد)
۴	سپتی سمی آئروموناس (آب شیرین)	آئروموناس هیدروفیلا	همه گونه‌ها به‌ویژه گونه قره برون	در همه مراحل به‌ویژه مراحل لاروی	متغیر	بسته به حدت باکتری (تا ۵۰درصد)

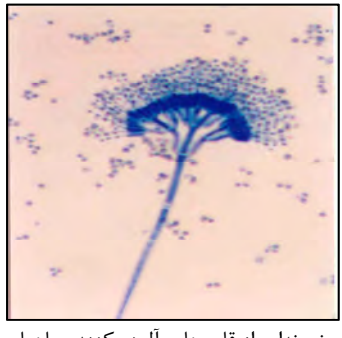
بیماری‌های قارچی

قارچ‌ها به دو دسته گندیده‌خوارها و قارچ‌های انگلی تقسیم می‌شوند. مهم‌ترین بیماری قارچی که در ماهیان خاویاری و تخم آن‌ها ایجاد ضایعه می‌کند، بیماری ساپرولگنیازیس[1] است که عامل آن قارچ ساپرولگنیا پارازیتیکا (*Saprolegnia parasitica*) است.

این قارچ عامل اولیه بیماری به حساب نمی‌آید. سوءتغذیه، مواد سمی در آب و غذا و آسیب‌های وارده به پوست و آب‌شش و باله‌ها در اثر انگل‌های خارجی، استرس‌های فیزیکی مثل کاهش درجه حرارت، نوسان *pH* و بالا بودن میزان شوری آب و همچنین، سایر عفونت‌های باکتریایی مثل پوسیدگی باله و غیره شرایط را برای رشد قارچ فراهم می‌کنند. ضمناً ماهیان مرده نیز

1. Saprolegniasis

محیط کشت مناسبی برای گسترش قارچ بوده و می‌تواند باعث انتقال به ماهیان سالم شوند. سرعت رشد قارچ بستگی به دمای محیط دارد. دمای مناسب بین ۱۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس است. علائم بیماری به‌صورت کرک یا توده پنبه‌ای به رنگ سفید تا سفید خاکستری یا خاکستری متمایل به قهوه‌ای دیده می‌شود. در بررسی آلودگی‌های قارچی لارو تاسماهیان، قارچهای آسپرژیلوس فلاووس، آسپرژیلوس نایجر، آلترناریا، پنی‌سیلیوم، فوزاریوم، کلادوسپوریوم، ساپرولیگنا، فوزاریوم، موکور و مخمر گزارش شده است (شکل‌های ۸۰و۸۱).



شکل ۸۰- نمونه‌ای از قارچهای آلوده کننده ماهیان خاویاری

شکل ۸۱- قارچزدگی ساقه دمی

بیماری‌های ویروسی

عفونت‌های ویروسی جزء بیماری‌های مهم به حساب می‌آیند. بیماری‌زایی ویروس‌ها غالباً وابسته به درجه حرارت است. جهت درمان بیماری‌های ویروسی هیچ درمان دارویی در دسترس نیست و فقط ضدعفونی و قرنطینه می‌توان انجام داد. اجتناب از بروز بیماری بهترین روش کنترل بیماری‌های ویروسی است این امر شامل موارد زیر می‌شود:

تهیه ماهی از جمعیت‌های فاقد ویروس و شناسنامه‌دار، پرورش ماهی در آب‌های فاقد ویروس (چشمه، چاه یا آب‌های ضدعفونی شده). زمانی که اجتناب از آب‌های آلوده به ویروس (برای مثال، آب‌های سطحی) امکان‌پذیر نیست، بهتر است ماهیانی را برای پرورش انتخاب کنیم که سن حساسیت را پشت سر گذاشته باشند. زیرا مهم‌ترین بیماری‌های ویروسی به ماهیان جوان آسیب می‌رسانند. تاکنون تعداد ۸ عامل ویروسی بیماری‌زا از تاسماهیان گزارش شده است که متعلق به چهار خانواده *Enoviridae* ، *Herpesviridae* ، *Iridoviridae* و *Papovaridae* می‌باشند (جدول ۱۷).

از این بین، ویروس‌های متعلق به هرپس ویریده و اریدوویریده‌ها بیشترین تلفات را در تاسماهیان وحشی و پرورشی ایجاد می‌کنند. نکته قابل توجه در توسعه پرورش تاسماهیان این است که ویروس‌های بیماری‌زای مذکور قابل انتقال و سرایت به همه گونه‌های تاسماهیان بوده، لذا رعایت شرایط بهداشتی و پیشگیری به‌ویژه اعمال مقررات قرنطینه برای جلوگیری از انتقال عوامل ویروسی امری بدیهی و ضروری است. نکته دیگر اینکه احتمال وجود و بروز سایر عفونت‌های ویروسی در تاسماهیان

وجود دارد، به‌ویژه برخی عفونت‌های ویروسی با دوره کمون طولانی و سیر مزمن در مولدین وجود دارد.

جدول ۱۷- مهم‌ترین عفونت‌های ویروسی شناسایی شده در ماهیان خاویاری

نام بیماری	عامل مولد	گونه مبتلا	مرحله ابتلا	درصد ابتلا	درصد تلفات
عفونت‌های آدنو ویروس	نوعی آدنو ویروس	تاسماهی سفید	لاروی	تا ۱۰۰درصد	تا ۱۰۰درصد
عفونت هرپس ویروس	هرپس ویروس تیپ I	تاسماهی سفید	لاروی تا انگشت قد	تا ۱۰۰درصد	تا ۱۰۰درصد
عفونت هرپس ویروس	هرپس ویروس تیپ II	تاسماهی سفید	لاروی تا مولدین	متغیر	متغیر (تا ۸۰درصد)
عفونت ایریدو ویروس	نوعی ایریدوویروس	تاسماهی سفید	۲۵-۱۵ سانتی‌متری	تا ۱۰۰درصد	تا ۹۰درصد
عفونت ایریدو ویروس	نوعی ایریدوویروس	تاسماهی روسی	۶-۴ سانتی‌متری	متغیر	متغیر

بیماری‌های انگلی

انگل‌ها به دو زیرسلسله تک‌یاخته‌ها[1] و پریاخته‌ها[2] تقسیم می‌شوند. مهم‌ترین انگل‌های بیماری‌زای تک‌یاخته‌ای در ماهیان خاویاری شامل تریکودینا، هگزامیتا و ایکتیوفیتریوس می‌باشند. ضمناً سایر انواع تک‌یاخته‌ای‌ها نیز به دنبال شرایط بد پرورشی و استرس‌های وارده می‌توانند بر میزان تلفات و خسارات بیفزایند. انگل‌های پریاخته‌ای مهم در ماهیان خاویاری نیز عمدتاً نظیر نیتشیا استوریونیس و دیکلوبوتریوم آرماتوم (منوژن)، دیپلوستوموم اسپاتاسه اوم (دیژن)، اسکریابینوپولوس (دیژن)، اویوتریوم آسیپنزرینوم

1. Protozoa 2. Metazoa

(سستد)، بوتریمونوس استوریونیس (سستد)، آمفیلینا فولیاسهآ (سستداریا)، استرونژیلیدس اکزیسوس (نماتد)، کوکولانوس اسفروسفالوس (نماتد)، سیکلوزون آسیپنزرینا (نماتد)، آنیزاکیس شوپاکووی (نماتد)، کورینوزوما استروموزوم و لپتورینکوئیدس پلاژی سفالوس (آکانتوسفال)، پلی‌پودیوم هیدریفورم (انگل مرجانی شکل) و سخت‌پوستانی نظیر لرنهآ، آرگولوس، سودوتریاکلیاسه و نیز زالوها می‌باشند (جدول ۱۸). همه این عوامل انگلی تک‌یاخته‌ای و پریاخته‌ای به روش افقی (انتقال مستقیم) منتقل می‌شوند (شکل‌های ۸۲و۸۳).

شکل ۸۲- انگل مشاهده شده در چشم ماهیان خاویاری

شکل ۸۳- انگل مشاهده شده در لوله گوارش ماهیان خاویاری

جدول ۱۸- شایع‌ترین عوامل انگلی تک‌یاخته‌ای و پریاخته‌ای گزارش شده از تاسماهیان

عفونت انگلی	نام انگل (عامل مولد)	گونه مبتلا (میزبان)	مرحله ابتلا	درصد ابتلا	درصد تلفات
تریکودینازیس	تریکودینا	همه گونه‌ها	به‌ویژه لاروها و انگشت قدها	متغیر	متغیر
هگزامیتوزیس	هگزامیتا	همه گونه‌ها	پرورشی	متغیر	متغیر
ایکتوفیتریوزیس	ایکتوفیتریوس مولتی فیلیئس	همه گونه‌ها	لاروی تا پرورش	متغیر	متغیر
منوژینازیس	نیچیا (انگل آب‌شش) *Nitschia stutionis*	همه گونه‌ها	لاروی تا پرورش	متغیر	متغیر
منوژینازیس	*Dichlobathtium armatum*	همه گونه‌ها در مرحله آب شیرین	لاروی تا پرورش	متغیر	متغیر
دیژینازیس	اسکریابینوپسولوس[1]	گونه آب آسیپنزریس در روده فیل‌ماهی و گونه اسکریابین در روده ازون‌برون	لاروی تا پرورش	متغیر	متغیر
آلودگی به سستد اوبوتریوم	اوبوتریوم آسیپنزریوم	همه گونه‌ها	لاروی تا پرورش (دستگاه گوارش)	متغیر	متغیر
آلودگی به سستد بوتریمونوس استوریونیس	بوتریمونوس استوریونیس	همه گونه‌ها	همه مراحل (دستگاه گوارش)	متغیر	متغیر
آمفیلینافولیاسه آ	آمفیلینافولیاسه آ	همه گونه‌ها	همه مراحل (دستگاه گوارش)	متغیر	کم (بندرت)
استرونژیلیدوزیس	استرونژیلیدس	همه گونه در آب لب‌شور	همه مراحل	متغیر	کم (بندرت)
آسکاروفیس اووتریشوریا	آسکاروفیس اووتریشوریا	فیل‌ماهی و تاسماهی ایرانی (روده)	همه مراحل	متغیر	کم (بندرت)
کوکولانوس اسفروسفالوس	کوکولانوس اسفروسفالوس	تاسماهی خزر (روده)	همه مراحل	متغیر	کم (بندرت)
کنزاسکوم	کنزاسکوم اسکوالی	ازون‌برون (کبد)	همه مراحل	متغیر	کم (بندرت)
آنیزاکیس	آنیزاکیس شوپاکروی	همه گونه‌ها	همه مراحل	متغیر	کم (بندرت)
سیکلوزون	سیکلوزون آسیپنزرینا	فیل‌ماهی و تاسماهی ایرانی	همه مراحل	متغیر	کم (بندرت)
آکانتوسفالوزیس	پمنوزینکوس و	تاسماهی، فیل‌ماهی	همه مراحل	متغیر	کم

1. Skriabinopsolus

عفونت انگلی	نام انگل (عامل مولد)	گونه مبتلا (میزبان)	مرحله ابتلا	درصد ابتلا	درصد تلفات
	کورینوزوم کاسپیکوم	و ازون‌برون (روده)			(بندرت)
ارنئوزیس	سودوتراکلیاتس اسکاتوس	همه گونه‌ها	همه مراحل	متغیر	کم (بندرت)
عفونت زالو	آسیپنزربدلا	همه گونه‌ها به‌ویژه تاسماهی روسی	همه مراحل	متغیر	کم (بندرت)

روش نمونه‌برداری، نگهداری و ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه بهداشت و بیماری‌ها

۱- نمونه‌برداری از استخرها با استفاده از ترال و از وان‌ها با استفاده از ساچوک‌های مناسب صورت گیرد.

۲- در هنگام گرفتن ماهی با دست باید علاوه بر استفاده از دستکش‌های مناسب از وارد فشار به ماهی که سبب ایجاد استرس، جراحت و ترشح زیاد موکوس و غیره می‌گردد، اجتناب نمود.

۳- بهترین روش ارسال نمونه ماهی به منظور بررسی بهداشتی ارسال به‌صورت زنده بوده و نمونه‌های هر استخر باید به همراه آب پرورشی در ظروف جداگانه ارسال گردد.

۴- ماهیانی که بیش از یک ساعت از زمان مرگ آن‌ها نگذشته است در صورت عدم دسترسی به کارشناسان بخش بهداشت و بیماری‌ها باید بلافاصله در داخل کاغذ زرورق قرار داده و فریز نمود و در اولین فرصت به بخش بیماری‌ها انتقال داد. باید توجه داشت در این گونه ارسال با توجه به یخ زدن سلول‌ها به منظور مطالعات آسیب‌شناسی مناسب نیست.

۵- می‌توان از محلول فرمالین ۱۰ درصد به منظور نگهداری نمونه‌ها جهت انجام مطالعات آسیب‌شناسی استفاده کرد.

مدیریت بهداشتی

بیماری حاصل تأثیر عوامل بیماری‌زا بر میزبان مناسب (ماهی) در شرایط محیطی مناسب مانند فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی مناسب برای فعالیت عوامل بیماری‌زا در کنار تضعیف سیستم ایمنی ماهی از طریق عواملی چون عدم تغذیه نامناسب و بروز استرس‌های ناشی از دست‌کاری و استرس‌های فیزیکی و شیمیایی آب استخرها و حوضچه‌های پرورشی است. با توجه به مطالب ذکر شده مدیریت بهداشتی شامل جلوگیری از آلوده شدن ماهیان در مراکز تکثیر و پرورش به عوامل بیماری‌زا، تقویت سیستم ایمنی ماهیان و عدم ایجاد تغییرات نامناسب محیطی مانند تغییرات فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و بروز استرس در ماهیان است. برای پیشگیری از بروز این‌گونه بیماری‌های عفونی باید اقدامات بهداشتی وسیعی انجام شود که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

تهیه مولدین سالم

- استفاده از تخم عاری از عوامل بیماری‌زا
- کنترل واردات و صادرات مواد بیولوژیک و اجرام پاتوژنیک به داخل کشور و مناطق تحت پرورش
- نمونه‌برداری‌های روتین و به‌موقع
- در صورت مشاهده بیماری اقدام به کنترل و سپس ریشه‌کنی آن.

توصیه‌هایی در خصوص پیشگیری از بروز بیماری‌ها در ماهیان

۱- طراحی و ساخت حوضچه‌ها و استخرهای پرورشی می‌بایست به‌گونه‌ای باشد که:

الف- امکان ورود آب خروجی از یک استخر به استخرهای دیگر امکان‌پذیر نباشد.

تخلیه آب استخرها به‌صورت کامل صورت پذیرد.

دیواره و کف استخرهای بتنی به منظور جلوگیری از ایجاد جراحت‌های جلدی با پوشش‌های مناسب قابل شستشو پوشانده شوند.

ب- بر روی حوضچه‌ها و استخرهای پرورشی سایبان مناسب طراحی گردد.

ج- نصب فیلترهای مناسب در محل ورودی آب به مرکز پرورش صورت گیرد.

د- کنترل مداوم فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب استخرها و حوضچه‌های پرورشی صورت پذیرد.

هـ- پایش کیفی ماهیان پرورشی در فواصل زمانی مناسب انجام گردد.

و- نصب حوضچه‌های ضدعفونی در ورودی مرکز پرورش، انبار و سالن غذاسازی ضروری است.

بعضی از عوامل بیماری‌زا ممکن است جزء عوامل اصلی (اولیه) ایجاد بیماری در بین ماهیان حساس باشند. لذا باید کوشش کنیم تا با کنترل نقل و انتقال ماهی و تخم، گسترش این عوامل محدود شود.

باید ماهیان مورد نیاز از تأسیسات تخم‌پروری عاری از عوامل بیماری‌زای اصلی تهیه شوند و تخم‌ها را قبل از واردکردن، به‌طور کامل ضدعفونی کرد. تمام جمعیت‌هایی را که وارد مزرعه می‌شوند، باید در استخرهای قرنطینه نگهداری کرد تا اینکه دوباره آزمایش شوند و مشخص شود که عاری از عوامل عفونی هستند.

باید از ورود ماهیان وحشی و پرندگان ماهی‌خوار به داخل منابع آب جلوگیری کرد. زیرا این موجودات عوامل عفونی را در خود پناه می‌دهند یا اینکه به کامل شدن چرخه زندگی انگل‌ها کمک می‌کنند.

باید حمام ضدعفونی کفش‌ها در محل ورود به سالن انکوباسیون قرار گیرد. همچنین باید ماهیانی را که دارای سنین متفاوت هستند، از هم جدا کرد و وسایل و تجهیزات را نیز قبل از استفاده برای گروه‌های سنی مختلف ضدعفونی کرد.

تمام استخرها را باید پس از تخلیه یا حداقل هر سال یک‌بار خشک و ضدعفونی کرد.

جزئیات مربوط به دما، میزان جریان آب، اکسیژن محلول، وزن ماهیان، میزان مصرف غذا، تلفات روزانه و سایر اطلاعات را باید ثبت کرد. این امر در مورد درمان‌هایی هم که اعمال می‌شود، صادق است و آزمایش‌های میکروسکوپی ساده از پوست و آب‌شش ماهیان، کمک مؤثری در زمینه اطلاع از وضعیت بهداشتی کارگاه به حساب می‌آید.

میزان جریان آب و تراکم جمعیت باید به‌طور مداوم تعیین شود تا کیفیت آب در محدوده‌ای قرار گیرد که برای انجام فعالیت‌های پرورش ماهی مناسب باشد و از دست بیماری‌های خارجی پوست و آب‌شش رهایی یابیم.

دست‌کاری ماهیان را باید به حداقل رساند و فقط هنگامی به این امر اقدام کنیم که قبل از آن، برای مدتی ماهیان غذا نخورده باشند و درجه حرارت آب در پایین‌ترین حد خود قرار داشته باشد. وسایل و تجهیزات درجه‌بندی ماهیان را باید به نحوی طراحی کرد که باعث آسیب به پوست نشوند. استفاده از مواد بیهوشی نیز استرس دست‌کاری را کاهش می‌دهد.

فرمول جیره ماهیان باید به‌دقت و براساس اصول علمی تنظیم شود و در این زمینه، جیره‌های پلت از نظر بهداشتی، فواید بیشتری دارند. این غذاها باید به‌درستی ذخیره و نگهداری شوند و پس از ساخته‌شدن، سریعاً به مصرف برسند.

باید بر روی پیشگیری از بیماری‌ها، نسبت به درمان آن‌ها، تأکید بیشتری ورزید.

باید تا آنجا که ممکن است، درمان هر بیماری پس از تشخیص قطعی آن انجام شود تا بتوان داروی مناسب برای این منظور انتخاب کرد. معمولاً عفونت‌های خارجی از طریق افزودن داروهای شیمیایی به آب درمان می‌شوند و در مورد عفونت‌های عمومی، این امر از طریق افزودن دارو به غذا صورت می‌گیرد.

محاسبه دقیق مقدار دارویی که باید به آب اضافه شود، ضروری است و جهت احتیاط، بهتر است که ابتدا درمان آزمایشی انجام شود. در مورد افزودن دارو به غذا، باید کاهش اشتهای ماهیان را مدنظر قرار داد و مدت‌زمان خارج شدن دارو از بافت‌های ماهی را تعیین کرد تا در هنگام جمع‌آوری ماهیان جهت مصرف، باقیمانده‌های دارویی در بافت‌های آن‌ها وجود نداشته باشد.

قرنطینه و اهمیت آن

هدف از اجرای قرنطینه اطمینان از سلامتی و عدم انتقال بیماری توسط ماهیان معرفی شده به بخش پرورش است. قرنطینه در استخرها و وان‌های ویژه‌ای صورت می‌گیرد. در طی مدت قرنطینه ضمن سپری شدن دوره (نهفتگی) کمون بیماری‌های احتمالی، نمونه‌برداری‌های لازم برای بررسی و جدا کردن عوامل بیماری‌زا احتمالی در آزمایشگاه بهداشت و بیماری‌های آبزیان صورت می‌گیرد. همچنین انجام ضدعفونی‌های مورد نیاز و نیز عادت‌دهی ماهیان معرفی شده صورت می‌گیرد.

احداث حوضچه‌های ضدعفونی و درمان ماهیان

نظر به اهمیت کنترل عوامل بیماری‌زا و جلوگیری از شیوع بیماری در بین تمامی ماهیان پرورشی در هر مرکز ضروری است علاوه بر حوضچه‌های قرنطینه، حوضچه‌های جداگانه‌ای برای درمان ماهیان بیمار در نظر گرفته شود. تعداد این حوضچه‌ها براساس میزان تولید هر مرکز متغیر بوده به‌طوری‌که تعداد این حوضچه‌ها در صیدگاه گهرباران شامل دو عدد حوضچه بتنی ۴×۴ مترمربع و یک عدد حوضچه بتنی ۸×۸ مترمربع برای درمان ماهیان بیمار در نظر گرفته می‌شود. آب خروجی از حوضچه‌های درمانی توسط کانالی به یک استخر ترسیب جداگانه به مساحت ۲۵ مترمربع منتقل و پس از ضدعفونی کامل و اطمینان از حذف عوامل بیماری‌زا از طریق انجام آزمایش‌های مربوطه از مرکز پرورش خارج می‌گردد. لازم به ذکر است که آب جمع‌آوری شده از حوضچه‌های درمانی حتی پس از ضدعفونی کامل نیز نباید مجدداً در استخرهای پرورشی مورد استفاده قرار گیرد.

اصول درمان ماهیان بیمار

استفاده از داروها و مواد ضدعفونی کننده در ماهیان پرورشی:

در خصوص استفاده از داروها در ماهیان پرورشی توجه به نکات زیر توصیه می‌گردد.

۱- استفاده از انواع داروها پس از تشخیص نوع بیماری و تعیین داروی مؤثر علیه عامل بیماری‌زا و میزان دز مصرفی و روش استفاده از آن‌ها توسط کارشناسان بهداشت و بیماری‌ها مجاز است.

۲- قبل از استفاده از دارو باید نسبت به اصلاح شرایط موجود مانند جداسازی ماهیان دارای علائم بیماری، تعویض آب، کاهش تراکم ماهیان و حذف عوامل استرس‌زا اقدام نمود.

۳- عدم تغذیه ماهیان تحت درمان ۲۴ ساعت قبل از استفاده از داروها ضروری است.

۴- استفاده از داروهای جدید ابتدا بر روی ماهیان تحت درمان بایستی مورد آزمایش قرار گیرد.

۵- مناسب‌ترین زمان برای استفاده از داروها اوایل صبح که درجه حرارت آب پایین است.

۶- استفاده غیراصولی و بیش‌ازاندازه از آنتی‌بیوتیک‌ها باعث ایجاد مقاومت دارویی و ایجاد باکتری‌هایی مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک‌های موجود خواهد گردید. مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها بایستی به‌طور متنوع و با نظر دامپزشک متخصص بایستی مورد استفاده قرار گیرد.

۷- اکثر داروها در طی مدت یک ماه از بافت ماهی حذف می‌گردند. لذا ضروری است زمان اولین و آخرین زمان استفاده از دارو یادداشت گردد.

۸- ضدعفونی صحیح در حذف عوامل بیماری‌زا و پیشگیری از بروز بیماری نقش اساسی دارد. لذا ضدعفونی منظم استخرها، وان‌ها، وسایل شستشو مانند جاروها و برس‌ها، ابزار بیومتری، کف و دیوارهای سالن پرورش ضروری است.

۹- قبل از ضدعفونی کامل سالن پرورش و وان‌های ماهیان پرورشی باید کلیه ماهیان از سالن پرورش خارج گردند.

روش‌های تجویز دارو

تجویز دارو از طریق اضافه کردن دارو به آب، اضافه کردن دارو به غذا و تزریق صورت می‌گیرد. نکته مهم در تجویز دارو عدم تغذیه ماهیان تا ۲۴ ساعت قبل از درمان است.

اضافه کردن دارو به آب

این روش، متداول‌ترین روشی است که نسبتاً، استرس‌زا نیست و به‌راحتی می‌توان آن را انجام داد، اما معایبی نیز دارد:

مقدار دارو غالباً غیردقیق است.

بسیاری از داروها ثبات ندارند و به‌سرعت در آب تجزیه می‌شوند.

ممکن است نیاز به تکرار درمان داشته باشد.

ممکن است دفع فرآورده‌های غیرفعال (و احتمالاً سمی) دارو، نیازمند به تعویض آب باشد.

این روش، برای عوامل بیماری‌زای سطح خارجی بدن (پوست و آب‌شش‌ها) ازجمله انگل‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها استفاده می‌شود. درواقع، همه مواد شیمیایی به‌استثنای آنتی‌بیوتیک‌ها و تعدادی از داروهای ضد کرم، به‌عنوان ضدعفونی کننده عمل می‌کنند و

به‌طور غیراختصاصی عوامل بیماری‌زا را می‌کشند. در هنگام درمان، باید ایجاد مسمومیت در ماهیان را از نزدیک کنترل کرد.

توصیه می‌شود که از روش‌های کوتاه‌مدت (در صورت امکان) استفاده شود، زیرا مقدار کمتری دارو مورد نیاز است و غالباً ارزان‌تر تمام می‌شود. ثانیاً ناچار نیستیم دارو را به حوضچه یا استخر نگهداری ماهی اضافه کنیم، لذا عوارض جانبی مانند تشکیل باقیمانده‌های دارویی یا متابولیت‌ها در محیط و یا رشد عوامل بیماری‌زا مقاوم، کمتر خواهد بود. باید قبل از درمان برنامه‌ریزی برای از بین بردن سمیت، دفع و خارج کردن ترکیبات درمانی انجام شود.

روش‌های اضافه کردن دارو به آب

حمام: در این روش، ماهی در معرض یک محلول دارویی غلیظ برای مدت کوتاه قرار می‌گیرد و به این طریق، می‌توان یک یا چند ماهی را به‌طور هم‌زمان درمان کرد. همه داروها را باید قبل از اضافه کردن به محیط ماهی، در داخل آب حل و سپس اضافه کرد. در مورد ماهیانی که ضعیف یا حساس هستند، بهتر است به‌جای استفاده از یک‌دفعه درمان با مقدار زیاد، از چندین دفعه درمان با مقادیر کمتر استفاده کرد. در زمان استفاده از این روش اگر ماهیان دچار استرس شوند و تعادل خود را از دست دادند باید فوراً آن‌ها را به داخل آب فاقد دارو منتقل کرد حتی اگر دوره درمانی تکمیل نشده باشد. بعد از انجام حمام، باید ماهیان را به داخل آب فاقد دارو و هوادهی شده برگردانید و به مدت چند روز از نزدیک آن‌ها را کنترل کرد.

روش شستشو[1]: روش شستشو، همان روش اصلاح شده حمام است که برای سیستم‌های واجد جریان مداوم[2] استفاده می‌شود. در این روش، جریان آب قطع نمی‌شود؛ اما غلظت بالایی از ماده شیمیایی در محل ورود آب به آن اضافه می‌شود و به‌صورت یک پالس[3] از درون سیستم عبور می‌کند. کل دارو باید در عرض یک تا دو دقیقه افزوده شود. مقدار اندازه‌گیری شده دارو را به قسمت ابتدای سیستم می‌افزایند و اجازه می‌دهند که شستشو در کل جریان صورت گیرد. روش شستشو برای سیستم‌هایی عملی است که دارای جریان آب کافی هستند و دارو می‌تواند در زمان از پیش تعیین شده کاملاً شسته و خارج شود. ترکیبات دارویی بسیار سمی را نمی‌توان از روش شستشو استفاده کرد. زیرا نمی‌توان مطمئن شد که توزیع دارو در آب به‌صورت یکنواخت و یک‌شکل صورت خواهد گرفت.

روش جریان مداوم[4]: این روش هنگامی استفاده می‌شود که در سیستم‌های واجد آب جاری، امکان قطع جریان آب برای یک دوره طولانی، به منظور استفاده از روش حمام وجود نداشته باشد (بدین معنی که حتی یک ایست موقت در جریان آب، ممکن است به لحاظ تخلیه اکسیژن یا تجمع مواد زائد، سبب تلفات شود).

داروهایی که به روش جریان مداوم استفاده می‌شوند، شامل فرمالین، سبز مالاشیت، ترکیبات آمونیوم چهار ظرفیتی و پرمنگنات پتاسیم هستند. روش جریان مداوم، خصوصاً برای کنترل قارچ بر روی تخم‌ها و درمان ماهیان در کانال‌های پرورش ماهی و استخرهای خاکی کوچک مناسب است. خصوصاً جایی که

1. Flush 2. Flow through 3. Pulse 4. Constant flow

میزان تعویض آب ورودی کمتر از یک‌بار تعویض آب به ازای یک ساعت است. این درمان‌ها فقط به مدت یک ساعت انجام می‌شوند.

روش غوطه‌وری طولانی[1]: در این روش، ماهیان را حداقل به مدت ۲۴ ساعت در داخل آبی که حاوی غلظت کم داروست، نگه‌می‌دارند. دارو در اثر تجزیه طبیعی در داخل آب پراکنده و محو می‌شود. یکی از فواید این روش این است که تعویض آب پس از درمان ضروری نیست و همچنین، به فیلترهای بیولوژیک آسیبی وارد نمی‌شود.

تجویز خوراکی: این روش، یکی از مهم‌ترین راه‌های تجویز داروها به ماهی است، زیرا حداقل استرس را ایجاد می‌کند. اگر داروها در مقادیر صحیح مصرف شوند و از طریق دستگاه گوارش جذب شوند، می‌توانند بسیار مؤثر باشند. از مشکلات این روش کم‌اشتهایی و عدم تمایل ماهیان بیمار به تغذیه است. ندادن غذا به ماهی به مدت ۱۲ تا ۲۴ ساعت، باعث افزایش پذیرش غذای دارودار توسط ماهی می‌شود و حتی می‌توان درصورتی‌که سلامت ماهی اجازه دهد، مدت طولانی‌تری به ماهی غذا نداد.

روش‌های تجویز خوراکی

ترکیب غذا با دارو: آیتم‌های غذایی کوچک را می‌توان با مقادیر درمانی دارو آمیخته کرد و این کار را با خیساندن آیتم غذایی به داخل محلول دارویی انجام داد.

آماده کردن جیره مصنوعی دارودار: متداول‌ترین راه برای آماده‌سازی جیره دارودار برای ماهیان این است که غذا را با ژلاتین

1. Prolonged immersion

مخلوط کرده و سپس مقدار صحیح دارو را درست قبل از سفت شدن ژلاتین در اثر سرمای یخچال، به آن اضافه کنند. البته باید غذا اشتهاآور باشد. ژلاتین دارای مقادیر زیادی کلسیم است که با بعضی از آنتی‌بیوتیک‌ها مثل تتراسایکلین‌ها و کینولون‌ها متصل شده و آن‌ها را بی‌اثر می‌کند. از روغن‌های گیاهی نیز می‌تواند برای پوشاندن و حفظ آنتی‌بیوتیک‌ها استفاده کرد.

تزریق دارو: مزیت تزریق دارو این است که مقدار کامل دارو را می‌توان به ماهی رساند، اما از معایب این روش این است که ماهی در اثر گرفتن دچار استرس می‌شود و همچنین لازم است برای هر تزریق، ماهی را به درمانگاه منتقل کرد. در این روش، باید وزن ماهی را نزدیک به اندازه واقعی تخمین زد و برای این کار باید ماهی را توسط آرام‌بخش، آرام کرد. داروها را نیز توسط رقیق‌کننده‌های استری (آب یا محلول نمکی) رقیق کنند.

ضدعفونی‌کننده‌ها

پرمنگنات پتاسیم ($KMnO_4$)

مورد استعمال این ترکیب در درمان انگل‌های سطح خارجی و عفونت‌های باکتریایی پوست و آبشش در آب شیرین است. پرمنگنات پتاسیم از طرف *FDA (U.S)* به‌عنوان یک دارو مورد تأیید قرار نگرفته است، اما یک انگل‌کش و باکتری‌کش مؤثر سطح خارجی بدن ماهی به حساب می‌آید. این ماده همچنین برای درمان کپک‌های آبی مورد استفاده قرار گرفته است. پرمنگنات پتاسیم عوامل بیماری‌زای پوست و آبشش را از طریق خاصیت اکسیدکنندگی قوی خود می‌کشد. درمان مؤثر، نیازمند

دو میلی‌گرم در لیتر ماده شیمیایی فعال است: یون پرمنگنات (MnO_4) آب را به رنگ صورتی روشن درمی‌آورد. این یون به دی‌اکسید منگنز (MnO_2) تبدیل می‌شود که نسبتاً غیر سمی و بی‌رنگ است. بنابراین، هنگامی‌که پرمنگنات غیرفعال می‌شود، آب بی‌رنگ می‌شود یا به رنگ قهوه‌ای روشن درمی‌آید. ازآنجاکه پرمنگنات با مواد آلی واکنش نشان می‌دهد، مقدار مورد نیاز برای انجام درمان مؤثر در استخرهایی که غنی از مواد آلی هستند، زیادتر است. اگر رنگ صورتی روشن قبل از ۸ تا ۱۲ ساعت شروع به از بین رفتن کند، باید فوراً مقادیر بیشتری پرمنگنات پتاسیم اضافه کرد تا دوباره رنگ آن به صورتی روشن تبدیل شود و هر بار، ۲ میلی‌گرم در لیتر اضافه می‌کنند. نباید در مجموع، بیش از ۶ تا ۸ میلی‌گرم در لیتر پرمنگنات پتاسیم به آب استخر اضافه کرد. تنظیم مجدد غلظت پرمنگنات باید همگی یک‌بار صورت گیرد تا از افزایش مقدار[1] برای ماهی اجتناب شود. مقادیری از پرمنگنات پتاسیم که معادل فعال آن از تقریباً ۲ میلی‌گرم در لیتر تجاوز می‌کند، برای ماهی خطرناک است. روش دیگری جهت تعیین مقدار درمانی این است که ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ میلی‌گرم در لیتر پرمنگنات پتاسیم را به ظروف جداگانه‌ای که هر یک از آن‌ها یک لیتر آب دارد، اضافه می‌کنیم. پایین‌ترین غلظتی که در آن، رنگ صورتی پس از ۱۵ دقیقه باقی می‌ماند، به‌عنوان نقطه پایانی در نظر گرفته می‌شود. نقطه پایانی را که در این آزمایش به دست می‌آید، در عدد ۲/۵ ضرب می‌کنند تا مقدار درمانی قابل اطمینان برای بیماری‌های باکتریایی به دست آید.

1. Overdosing

پرمنگنات پتاسیم در آب‌هایی که pH بالا دارد، سمی است زیرا دی‌اکسید منگنز بر روی آب‌شش‌ها رسوب می‌کند. بنابراین، نباید آن را در آب دریا مورد استفاده قرار داد. پرمنگنات پتاسیم را نباید با فرمالین مخلوط کرد. اگرچه پرمنگنات پتاسیم از فرمالین ارزان‌تر است اما هنوز برای استفاده در استخرها بزرگ یا در استخرهایی که مواد آلی زیاد دارند، گران تمام می‌شود.

سولفات مس (سنگ آبی‌رنگ *Blue stone*، سولفات مس پنتاهیدرات $(CuSO_4 . 5H_2O)$

درمان از طریق آب

روش غوطه‌وری طولانی: روش غوطه‌وری طولانی مس، متداول‌ترین و شناخته‌شده‌ترین روش برای کنترل تک‌یاخته‌های انگل خارجی است. قابلیت حل مس، به میزان زیادی به pH نیز بستگی دارد. این ماده مرحله باثبات و جامد مس در pH بالای ۷ است. غلظت یون‌های مس با افزایش pH به‌شدت افت می‌کند (با افزایش یک واحد pH تا ۱۰۰ برابر کاهش می‌یابد). مس همچنین با مواد آلی اتصال یافته و غیرفعال می‌شود. مقادیر یون مس آزاد باید بین ۰/۱۵ تا ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر باقی بماند. غلظت‌های ضعیف‌تر انگل‌ها را نمی‌تواند از بین ببرد درحالی‌که غلظت‌های بیشتر باعث مرگ خود ماهی می‌شود.

نمک: اشکال مختلفی از نمک را می‌توان برای درمان انگل‌های خارجی به‌طور مؤثر استفاده کرد. کلرید سدیم خالص به‌صورت ذرات درشت (نمک مورد استفاده برای نمک‌سود کردن گوشت یا سنگ نمک) یا دانه‌های ریز (نمک آشپزخانه) در دسترس است. برای

حجم‌های کم آب می‌توان از نمک آشپزخانه استفاده کرد. نمک آشپزخانه غیر یونیزه را باید برای روش غوطه‌وری طولانی استفاده کرد. برای روش غوطه‌وری طولانی بهتر است که از مخلوط نمک متعادل استفاده شود زیرا سایر مواد معدنی مهم (برای مثال، کلسیم و منیزیوم) در پی آن افزوده می‌شوند. یکی از قابل اعتمادترین منابع نمک متعادل، آب دریای مصنوعی و خشک شده است.

درمان از طریق آب‌نمک

۱۰ تا ۳۰ گرم نمک را به ازای هر لیتر اضافه کنید و به مدت ۳۰ دقیقه درمان را ادامه دهید. ماهی مقادیر بیشتری را فقط برای چند دقیقه ممکن است تحمل کند. ماهیان ممکن است هنگامی‌که برای اولین بار در معرض غلظت‌های بالای نمک قرار می‌گیرند، حالت هیجان‌زده داشته باشند. هنگامی‌که ماهیان ضعیف هستند یا اینکه نسبت به نمک حساسیت دارند، از مقادیر کمتر استفاده کنید و درمان را روز بعد تکرار نمایید. یک حمام نمک می‌تواند باعث از بین رفتن موکوس اضافی و ترشحاتی که در اثر آلودگی با انگل‌های خارجی و بیماری آب‌شش باکتریایی ایجاد می‌شوند، می‌گردد و کارایی سایر داروهای شیمیایی علیه این عوامل را بالا می‌برد.

آنتی‌بیوتیک‌ها

آنتی‌بیوتیک‌ها در درمان عفونت‌های باکتریایی خصوصاً باکتری‌های گرم مثبت مؤثر هستند. بهتر است که آنتی‌بیوتیک‌ها به‌صورت خوراکی یا تزریقی مصرف شوند (جدول ۱۹). در مورد آنتی‌بیوتیک‌هایی که از طریق آب به‌خوبی جذب می‌شوند، بهترین روش، روش حمام است. روش غوطه‌وری طولانی، حداقل مطلوبیت

را داشته و از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نیست مگر اینکه در حجم‌های کم آب مورد استفاده قرار گیرد. بسیاری از آنتی‌بیوتیک‌هایی که برای بیماری‌های ماهی استفاده می‌شوند، اسیدی ضعیف یا قلیایی ضعیف هستند. بنابراین، *pH* تأثیر مهمی بر روی جذب دارو از طریق آب دارد. میزان خروج آنتی‌بیوتیک‌ها از بافت‌های ماهی، براساس دمای آب، بسیار متغیر است. هر زمان که آنتی‌بیوتیک‌ها مصرف می‌شوند، توصیه می‌شود که درمان دقیقاً در همان دوره زمانی خاص صورت گیرد. درصورتی‌که درمان در دوره زمانی کوتاه‌تر یا طولانی‌تر از زمان توصیه شده صورت گیرد، منجر به عدم تأثیر[1] و یا رشد سویه‌های باکتریایی مقاوم در مقابل آنتی‌بیوتیک خواهد شد. استفاده زیاد و مکرر یک آنتی‌بیوتیک، به‌صورت نامتعادل، منجر به باکتری‌های مقاوم خواهد شد. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها جهت پیشگیری توصیه نمی‌شود. تجویز نوع آنتی‌بیوتیک می‌بایستی حتماً توسط متخصصین بهداشت و بیماری‌های آبزیان صورت پذیرد. لذا در صورت مشاهده علائم بیماری، ضروری است نمونه‌برداری‌های لازم صورت گیرد.

اکسی تتراسایکلین هیدرو کلراید: تتراسایکلین‌ها، عواملی هستند که از سنتز پروتئین باکتری‌ها ممانعت به عمل می‌آورند و باکتریواستاتیک هستند. بروز مقاومت در مقابل این دارو توسط آئروموناس‌ها، ویبریوها و سایر باکتری‌ها، امری متداول است. همه تتراسایکلین‌ها دارای طیف یکسانی از نظر فعالیت‌های ضدباکتریایی هستند. شواهد زیادی در خصوص بروز مقاومت به‌واسطه پلاسمید قابل انتقال وجود دارد.

1. Failure

اکسی تتراسایکلین حساس به نور است و هنگام تغییر و تجزیه، به رنگ قهوه‌ای تیره درمی‌آید. در صورت بروز این واقعه در هنگام انجام روش غوطه‌وری طولانی، باید فوراً نیمی از آب را عوض کرد. تتراسایکلین‌های تجزیه شده برای انسان سمیت کلیوی ایجاد می‌کند سندرم *Fanconi*. باید با استفاده از دستکش، از تماس با داروی تجزیه شده اجتناب کرد. برای انجام روش غوطه‌وری طولانی، باید از فرآورده‌های خالص اکسی تتراسایکلین استفاده کرد. از فرآورده‌هایی که مقدار کمی داروی فعال دارند، استفاده نکنید (برای مثال، فرآورده‌ای که فقط ۵درصد اکسی تتراسایکلین دارد). زیرا وجود مقادیر زیادی شکر در این فرآورده‌ها، باعث شکوفایی وسیع باکتریایی در محیط می‌شود. اکسی تتراسایکلین در آب نسبتاً باثبات است. به همین خاطر برای استفاده در روش غوطه‌وری طولانی مناسب است، همه تتراسایکلین‌ها با کاتیون‌های دو ظرفیتی شلات می‌شوند ازجمله با *Mg, Ca* و همین امر باعث غیرفعال شدن آن‌ها می‌شود. بنابراین، باید در آب‌های سخت مقادیر بیشتری از این داروها مورد استفاده قرار گیرد.

آمپلی‌سیلین سدیم: یک آنتی‌بیوتیک بتا ـ لاکتام است.

کلرامفنیکل (کلرومایسین سدیم سوکینسات): این آنتی‌بیوتیک پس از توزیع در آب به مقدار خیلی کم جذب می‌شود. کلرامفنیکل وقتی‌که تزریق شود مؤثر است. درصد ناچیزی از کلرامفنیکل برای انسان خطرناک است در طول استفاده از دارو باید دستکش پوشیده شود و از تماس با دارو اجتناب گردد.

انروفلاکسین: انروفلاکسین یک کونیولون است که در مقابل آئروموناس سالمونسیدا فعال است.

نئومایسین سولفات: یک آمینوگلیکوزیدی است که معمولاً به‌عنوان یک ضد باکتری بوده، اما استفاده آن در غوطه‌وری طولانی مشکل است. زیرا برای فیلترهای بیولوژیک سمی است. فیلترهای بیولوژیکی باید در طول درمان برای جلوگیری از مرگ نیتریفرها برداشت شود، باید تراکم ماهیان به منظور جلوگیری از رسیدن آمونیاک به ترازهای سمی در طول درمان تا حد کافی کم شود.

سولفادیازین ــ تری متو پریم: این یک‌سولفانامید قوی است که شامل یک قسمت تری متو پریم و ۵ قسمت سولفادیازین است. مقدار باقیمانده سولفاز داخل آبی، در آب‌های شور خیلی بیشتر از آب شیرین است.

جدول ۱۹- مواد ضدعفونی‌کننده‌ای که برای کنترل عوامل بیماری‌زای سطح خارجی بدن ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ماده ضدعفونی کننده	نوع ماده ضدعفونی کننده	مورد مصرف
اسید استیک	ترکیب آلی	قارچ‌کش و باکتری‌کش
اکریفلاوین	ماده رنگی آلی	باکتری‌کش (برای ضدعفونی تخم‌ها)
کلرامین	ترکیب آلی	ضدعفونی کننده عمومی
کلر	گاز غیر آلی	ضدعفونی کننده کامل
سولفات مس	ترکیب غیر آلی	باکتری‌کش ـ انگل‌کش
کریستال ویوله	ماده رنگی آلی	قارچ‌کش
فسفات اریترومایسین	آنتی‌بیوتیک	باکتریو استات برای کنترل بیماری باکتریایی کلیه در تخم‌های آزادماهیان
فرمالین (گاز فرمالدئید ۳۷-۴۰ درصد آب)	گاز آلی در آب	تک‌یاخته‌کش ـ انگل‌کش و قارچ‌کش
هیامین ۳۵۰۰ (محلول ۱۰درصد)	ترکیب آمونیوم چهار ظرفیتی	باکتری‌کش عمومی

ماده ضدعفونی کننده	نوع ماده ضدعفونی کننده	مورد مصرف
هیامین ۲۳۸۹ (محلول ۵۰درصد)	ترکیب آمونیوم چهار ۲ ظرفیتی	باکتری‌کش عمومی
هیامین ۱۶۲۲ (با قدرت ۱۰۰درصد)	ترکیب آمونیوم چهار ظرفیتی	باکتری‌کش عمومی
متیلن بلو	ماده رنگی آلی	برای کشتن انگل ایکتیوفتیریوس
مترونیدازول	ترکیب آلی	تک‌یاخته‌کش (تاژک‌داران)
نیتروفورازون (فوراسین)	ترکیب آلی	برای کشتن میکسوباکتری‌ها
پلی وینیل پیرولیدون آیوداین	ترکیب کمپلکس ید آلی	باکتری‌کش (برای ضدعفونی تخم‌ها)
پرمنگنات پتاسیم	ترکیب غیر آلی	باکتری‌کش
ماده ضدعفونی کننده پورین *1X*	ترکیب آمونیوم چهار ظرفیتی	باکتری‌کش عمومی
ماده ضدعفونی کننده پورین *2X*	ترکیب آمونیوم چهار ظرفیتی	باکتری‌کش عمومی
ماده ضدعفونی کننده پورین *4X*	ترکیب آمونیوم هار ظرفیتی	باکتری‌کش عمومی
ماده ضدعفونی کننده پورین *8X*	ترکیب آمونیوم چهارتایی	باکتری‌کش عمومی
هیدروکلرید کینین	آلکالوئید طبیعی	برای اکتیوفتیریاز
روکال (محلول ۱۰ درصد)	ترکیب آمونیوم چهار ظرفیتی	باکتری‌کش عمومی
روکال (محلول ۵۰ درصد)	ترکیب آمونیوم چهار ظرفیتی	باکتری‌کش عمومی
کلرید سدیم	ترکیب طبیعی	باکتری‌کش انتخابی قارچ‌کش و انگل‌کش
آویشیت باریج	ترکیب گیاهی محتوی عصاره آویشن	قارچ‌کش و باکتری‌کش (۵۰-۱۰۰ پی پی ام)

فصل هشتم

توجیه اقتصادی

(حسن صالحی، حمیدرضا پورعلی، محمود بهمنی)

سودآوری، مهم‌ترین انگیزه آبزی‌پروری تجاری

سودآوری مهم‌ترین انگیزه آبزی‌پروری تجاری است. هزینه‌های تولید، بازار مصرف، انتخاب گونه پرورشی، روش پرورش، مقیاس مزرعه تولیدی، قیمت فروش عوامل مهم تأثیرگذار بر سودآوری می‌باشند. با توجه به نیاز بازار داخلی به گوشت ماهی خاویاری و بازار صادراتی برای خاویار می‌توان آینده اقتصادی قابل قبولی برای پرورش ماهیان خاویاری در کشور انتظار داشت. به دلیل امکان جایگزین خاویار پرورشی تولید شده با استفاده از آب دریای خزر به‌جای خاویار کاسپین و حفظ برند خاویار ایران این مهم در استان‌های شمالی مشخص‌تر خواهد بود. کاهش روند صید ماهیان خاویاری و ممنوعیت صید در دریای خزر توجه پرورش دهندگان را به توسعه آبزی‌پروری برای تولید خاویار افزایش خواهد داد. از سوی دیگر هزینه تولید ماهیان خاویاری در مقایسه با سایر گونه‌های اقتصادی آبزیان بسیار زیاد و برگشت سرمایه طولانی است. در مجموع منفی و مثبت تأثیرگذار، توسعه بسیار سریع مزارع ماهیان خاویاری در جهان در حال وقوع است. طی دهه اخیر در اروپا با رقم ۵۰ درصد افزایش مزارع روسیه دارای ۳۴۰، چین ۱۳۵، ایتالیا ۲۵ و آمریکا ۲۰ مزرعه شده است. به‌طوری‌که میزان خاویار پرورشی تولیدی این کشورها برخلاف پیش‌بینی ۱۲۰ تن در سال ۲۰۱۲ (*Ercan, 2011*) به مقدار ۲۶۰ تن رسید و پیش‌بینی می‌شود تا ده سال آینده به ۷۵۰-۵۰۰ تن افزایش یابد (*Bronzi & Rosenthal, 2014*).

وضعیت توسعه آبزی‌پروری در ایران

در کشور ما نیز برنامه توسعه آبزی‌پروری ماهیان برای تحقق تولید ۱۰ هزار تن گوشت و ۱۰۰ تن خاویار در حال اجرا است. مهم‌ترین عوامل بازدارنده در تحقق این برنامه تولید می‌تواند عدم بهره‌مندی از دانش پیشرفته، عدم تأمین مستمر نهاده‌های تولید نظیر خوراک ویژه ماهیان خاویاری و بچه‌ماهی مناسب و عدم توجه به صنایع تبدیلی اشاره نمود. انتظار می‌رود علاوه بر تأمین نهاده‌های اولیه تولید، حمایت‌های مالی دولتی و تسهیلات بانکی کم‌بهره متناسب با دوره بازدهی ماهیان خاویاری در برنامه کار حمایت از تولیدکننده قرار گیرد.

به‌طورکلی، می‌توان گفت سودآوری یک مزرعه تابعی از هزینه‌ها و درآمدها است. اصولاً هزینه تولید محصولات به چگونگی استفاده از دانش فنی پرورش و قیمت نهاده‌های تولید بستگی دارد درحالی‌که درآمدها به سطوح تولید و ارزش بازاری گونه‌ها وابسته است. در این جهت انتخاب محل پرورش، امکانات و روش‌های طراحی و ساخت مزارع، دانش فنی مورد استفاده در پرورش و ساختار مدیریت مزرعه اصلی‌ترین عوامل مؤثر در اثربخشی عملیات تولیدی پرورش آبزیان و ماهیان خاویاری می‌باشند. لذا عوامل فوق بر هزینه‌های اولیه سرمایه‌گذاری، هزینه‌های جاری و همچنین مقدار و کیفیت تولید اثر می‌گذارند.

هزینه تأمین بچه‌ماهی حدود ۱۰ درصد کل هزینه و ۱۷ درصد هزینه پرورش را شامل می‌شود (صالحی و همکاران، ۱۳۸۸) و این در حالی است که تأمین بچه‌ماهی در شرایط فعلی براساس اصول تولید پایدار نیست و ضرورت دارد تا پرورش‌دهندگان فعال نسبت

به تولید بچه‌ماهی به‌طور مستقل با حفظ اصول اختلاف نژادی مولدین اقدام نمایند. یک از عوامل محدودکننده تولید در دهه آتی می‌تواند وابستگی به منابع دولتی برای تأمین بچه‌ماهی باشد.

هزینه تأمین نیروی انسانی از پرهزینه‌ترین عوامل تولید در پرورش ماهیان خاویاری است. به‌طور متوسط حدود ۲۲ درصد هزینه کل پرورش و ۴۳ درصد هزینه جاری (صالحی و همکاران، ۱۳۸۸) و در سال ۱۳۹۲ از ۱۶ تا ۳۴ درصد (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۹۳) هزینه جاری را شامل می‌شود این در حالی است هزینه نیروی انسانی در شرایط پرورش گوشتی نباید از ۱۲ درصد بیشتر افزایش یابد و این مهم جز با بهره‌برداری از تجهیزات پیشرفته و مکانیزه نمودن سیستم پرورش میسر است.

متوسط هزینه تأمین خوراک ماهیان خاویاری حدود ۱۷/۴ درصد هزینه کل پرورش و ۳۰ درصد هزینه جاری را شامل می‌شود. به‌طورکلی سهم غذا در مزارع از ۸ تا ۳۸ درصد (صالحی و همکاران، ۱۳۸۸) و در سال ۱۳۹۲ از ۱۳ تا ۶۲ درصد هزینه کل را شامل می‌شود (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۹۳). موفقیت پرورش ماهیان خاویاری در تأمین غذای مناسب برای تولید با کیفیت و قابل صادرات است. باوجود درصد بالای هزینه غذا در پرورش ولی غذای مناسب برای تولید در دسترس نیست.

چشم‌انداز

با تحقق واگذاری فرمولاسیون خوراک ویژه ماهیان خاویاری به بخش خصوصی و تولید انبوه جیره مخصوص ماهیان خاویاری پرورشی در آینده نزدیک این مشکل تا حد زیادی مرتفع خواهد

شد. کاهش هزینه تأمین غذای کنسانتره می‌تواند در افزایش سود مزرعه تأثیر مستقیم و چشم‌گیری داشته باشد.

برای تولید ۱۰۰ تن ماهی خاویاری پرورشی در سیستم نیمه‌متراکم، هزینه سرمایه‌ای و جاری حدود ۲۵۰۰۰ میلیون ریال است که این مبلغ با درآمد ۱۵۰۰۰ میلیون ریالی در سال سوم پرورش سودی معادل ۴۰۰۰ میلیون ریال خواهد داشت. برگشت سرمایه در ۳ سال پس از اولین تولید است و می‌تواند به‌طور مستقیم برای ۸ تا ۱۰ نفر اشتغال به همراه داشته باشد.

به منظور تولید ۱۰۰۰ تن گوشت ماهیان خاویاری پرورشی برای اجرا در استان‌های مستعد کشور میزان سرمایه‌گذاری ثابت طرح برابر با مبلغ ۳۵۳ میلیارد ریال شامل سرمایه احداث ابنیه (۲۹۵ میلیارد ریال) و تجهیزات (۵۸ میلیارد ریال) و کل هزینه‌های جاری ۱۸۶/۴ میلیارد ریال شامل ۱۴۲ میلیارد ریال هزینه جاری پرورش و ۴۴/۴ میلیارد ریال هزینه‌های پیمانکاری و پرسنلی برآورد شد. ۱۰۰ درصد سرمایه اولیه تا سال چهارم برگشت می‌نماید. با اجرای این طرح زمینه اشتغال مستقیم ۱۰۰ نفر به‌طور مستقل و در صورت اجرا در قالب شرکت‌های مجتمع تولیدی با ماهیت تعاونی و خودگردان برای ۵۷ نفر اشتغال مستقیم و ۵ شرکت پیمانکاری با زمینه‌های تخصصی متفاوت فراهم می‌گردد. میزان سود ثابت سالیانه با احتساب قیمت هر کیلوگرم گوشت ۴۰۰ هزار ریال از سال سوم به‌طور متناوب به مبلغ ۳۳۵ میلیارد ریال برآورد می‌شود. در این طرح بازار هدف برای عرضه گوشت تولید شده در داخل کشور پیش‌بینی شده است.

فصل نهم

بررسی کروموزومی تاسماهیان

(محمدرضا نوروز فشخامی)

کاهش شدید ذخایر ماهیان خاویاری طی سال‌های اخیر اهمیت تکثیر مصنوعی تاسماهیان را که به منظور افزایش تولید گوشت و خاویار، همچنین بازسازی ذخایر طبیعی ماهیان مذکور انجام می‌شود را بیش‌ازپیش آشکار می‌نماید. به‌موازات انجام تکثیر مصنوعی همواره تلاش می‌گردد با انجام دست‌کاری کروموزومی تاسماهیان نظیر دورگه‌گیری، تولید ماهیان تمام ماده (ژینوژن)، عقیم (تریپلویید)، تتراپلویید و غیره بتوان تاسماهیانی با صفات مطلوب نظیر رشد مناسب، مقاوم و ... تولید نمود؛ زیرا در صورت تولید تاسماهیانی با صفات مطلوب، ماهیان مذکور می‌توانند گزینه مناسبی برای پرورش و درنتیجه معرفی به پرورش‌دهندگان باشند که این موضوع به‌نوبه خود کمک زیادی به افزایش میزان تولید تاسماهیان خواهد نمود.

قبل از انجام هرگونه دست‌کاری کروموزومی ماهیان، در اختیار داشتن روش‌هایی برای بررسی انجام‌پذیر بودن، پیش‌بینی نتیجه، بررسی نتایج حاصل و میزان موفقیت‌آمیز بودن دست‌کاری‌های کروموزومی انجام شده و دستیابی به هدف مورد نظر ضروری است. دراین‌ارتباط بررسی کروموزوم‌های والدین و ماهیان تولید شده و در صورت نیاز تهیه کاریوتیپ (مجموعه کروموزومی) آن‌ها بدون شک روشی مناسب، دقیق و سودمند است. با توجه به مطالب ذکر شده، در این فصل مطالبی در مورد خصوصیات کروموزومی روش‌های تهیه گسترش‌های کروموزومی تاسماهیان بیان گردیده است.

تاریخچه بررسی‌های کروموزومی تاسماهیان

خارج از کشور

شروع مطالعات کروموزومی تاسماهیان بـه دهـه ۱۹۶۰ مربـوط می‌شود. اولین اطلاعات مربوط به تعداد کروموزوم‌هـای تاسـماهیان مربوط به متافازهـای بـه‌دسـت آمـده از بلاسـتومرهای سـلول‌هـای موکوسی برانش فیل‌ماهی *Huso huso* و مـاهی اسـترلیاد *Acipenser ruthenus* (۲*n*=۶۰) در سال‌هـای آغـازین دهـه ۱۹۶۰ اسـت (*Fontana, 2002*). در ابتـدا محققـین از نظـر تکنیـک تهیـه گسـترش کروموزومی در مضیقه بودند. اولین اطلاعات قابل اعتمـاد در ارتبـاط با تعداد کروموزوم‌هـای تاسـماهیان مربـوط بـه یافتـه‌هـای *Ohno* و همکارانش (۱۹۶۹) است که از طریق له کردن تکه‌های بافتی ماهی پاروپوزه رنگ‌پریده *Scaphirhynchus platorynchus* به دست آمـد. در گسترش‌های کروموزومی تهیه شده از این مـاهی وجـود ۱۱۲ عـدد کروموزوم گزارش شد که ۴۸ عدد آن کروموزوم‌های خیلی کوچـک تحت عنوان میکروکروموزوم بودند. با توجه به تعداد کرومـوزوم‌هـای ماهی پاروپوزه رنگ‌پریده، آن‌ها این فرضیه را ارائه نمودنـد کـه ایـن ماهی احتمالاً تتراپلویید اسـت. بعـدها مطالعـات کرومـوزومی سـایر تاسماهیان نیز توسط محققین مختلف انجام شد که عمـدتاً مربـوط به دهه ۱۹۷۰ به بعد است. با تکمیل تکنیـک‌هـای تهیـه گسـترش کرومـوزومی نظیـر روش کشـت بافـت و پیـدایش روش‌هـای رنگ‌آمیزی‌های اختصاصـی کرومـوزوم‌هـا ازجملـه انـواع روش‌هـای باندینگ کروموزومی و *FISH*[1] که تلفیقی از تکنیک‌های سیتوژنتیک و ژنتیک مولکولی است این مطالعات شکل مطلوب‌تری یافت و منجر

1. Fluorescent in situ Hybridization

به دستیابی محققین به یافته‌های جدید شد تا جایی که بعضاً عدم صحت تعداد و مورفولوژی کروموزوم‌های برخی از ماهیان که قبلاً توسط محققین اعلام شده بود به اثبات رسید.

داخل کشور

بررسی‌های کروموزومی تاسماهیان در کشورمان از سال ۱۳۷۰ با بررسی کروموزومی فیل‌ماهی و ماهی ازون‌برون *Acipenser stellatus* آغاز شد. درنتیجه انجام این بررسی تعداد کروموزوم‌های ماهی ازون‌برون و فیل‌ماهی صید شده از سواحل کشور به ترتیب ۲*n*=۱۱۴±۱ (شکل ۸۳) و ۲*n*=۱۱۶±۱ گزارش شد (*Nowruzfashkhami et al., 1999*). این مطالعات با تهیه گسترش‌های کروموزومی تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus* و گزارش تعداد کروموزوم‌ها (۲*n*=۲۵۸±۴) و کاریوتیپ آن برای اولین بار در جهان (*Nowruzfashkhami et al., 2000*) ادامه یافت. بعدها تهیه گسترش‌های کروموزومی ماهی شیپ *Acipenser nudiventris* و تعیین تعداد کروموزوم‌ها (۲*n*=۱۱۶±۴) و کاریوتیپ این ماهی (*Nowruzfashkhami et al., 2006*)، ماهیان حاصل از تلاقی‌های انجام شده بین تاسماهی ایرانی و فیل‌ماهی (پورکاظمی و همکاران، ۱۳۸۵) انجام شد که نتیجه این بررسی حاکی از موفقیت‌آمیز بودن دورگه‌گیری انجام شده و تولید ماهیان حد واسط بین والدین (۲*n*=۱۸۰±۱۰) بود. اثبات موفقیت‌آمیز بودن ایجاد تریپلوییدی در فیل‌ماهی از طریق تهیه گسترش‌های کروموزومی مناسب از بافت‌های کلیه و آبشش ماهیان تولید شده (معصوم زاده، ۱۳۸۰) نیز از دیگر مطالعات انجام شده است.

تاکنون از بین ۲۵ گونه تاسماهی، مطالعات کروموزومی و تهیه کاریوتایپ ۱۷ گونه از این ماهیان انجام شده است. از مشخصات کروموزوم‌های تاسماهیان وجود تعداد زیادی کروموزوم و نیز میکروکروموزوم است که میکروکروموزوم‌ها تقریباً ۴۰ درصد تعداد کل کروموزوم‌ها را تشکیل می‌دهند. تاسماهیان از نظر تعداد کروموزوم‌ها به سه گروه ماهیان تقریباً ۱۲۰ کروموزومی، ۲۴۰ کروموزومی و ۴۸۰ کروموزومی تقسیم‌بندی می‌شوند که گروه اول شامل ماهی استرلیاد *Acipenser ruthenus*، تاسماهی اروپا *Acipenser sturio*، ماهی ازون‌برون، ماهی شیپ، ماهی پاروپوزه رنگ‌پریده، فیل‌ماهی و گروه دوم شامل تاسماهی روسی *Acipenser gueldenstaedtii*، تاسماهی مدیترانه *Acipenser naccari*، تاسماهی سیبری *Acipenser baerii*، تاسماهی چینی *Acipenser sinensis* و تاسماهی ایرانی است. تاسماهی سبز *Acipenser mikadoi* ($2n$=۵۰۰) نیز در گروه سوم قرار می‌گیرد (*Fontana, 1996*). جدیدترین یافته‌ها که با استفاده از روش‌های سیتوژنتیک مولکولی حاصل شده حاکی از آن است که تاسماهیان ۱۲۰ کروموزومی دیپلویید، تاسماهیان ۲۴۰ کروموزومی تتراپلویید و ماهیان متعلق به گروه سوم اکتاپلویید هستند (*Lanfredi et al., 2001*).

روش‌های تهیه گسترش‌های کروموزومی

اساس دستیابی به کروموزوم‌های ماهی، متوقف نمودن تقسیمات سلولی در مرحله متافاز تقسیم میتوزی، تثبیت این سلول‌ها و تهیه گسترش‌های کروموزومی آن‌ها بر روی لام است؛ زیرا کروموزوم‌ها در مرحله متافاز تقسیم میتوزی یعنی زمانی که

بیشترین انقباض را دارند به‌وسیله میکروسکوپ نوری به‌آسانی قابل رؤیت هستند. بر این اساس تهیه گسترش‌های کروموزومی ماهیان به دو روش له کردن بافت و یا کشت بافت مورد نظر پس از خارج نمودن آن از بدن انجام می‌شود و همان اصولی که برای مطالعات کروموزومی سایر جانوران استفاده می‌شود برای ماهی‌ها نیز بکار می‌رود *(Macgregor & Varley, 1983)*.

له کردن بافت

در این روش بافت‌هایی که دارای تقسیمات فعال میتوزی هستند برای تهیه گسترش‌های کروموزومی استفاده می‌شوند زیرا این بافت‌ها منبع مناسبی از سلول‌های متافازی هستند. ازجمله این بافت‌ها در ماهیان بالغ، بخش پیشین کلیه، آبشش، روده و باله در حال رشد را می‌توان نام برد. به‌طورکلی بافت‌های متعلق به ماهیان سالم و با رشد سریع بهترین نتایج را به دنبال دارد زیرا این ماهیان دارای بیشترین سلول‌های در حال تقسیم هستند. لارو و بچه‌ماهی نیز با توجه به اینکه دارای تقسیمات فعال میتوزی هستند منبع عالی برای به دست آوردن سلول‌های میتوزی و کروموزوم‌ها هستند. برخی مواد شیمیایی برای متوقف نمودن سلول‌های در حال تقسیم در مرحله متافاز بکار می‌روند که ازجمله این مواد کلشی‌سین، کلسمید (دموکلسین) هستند. این مواد را می‌توان مستقیماً به ماهی مورد آزمایش تزریق نمود و در صورت استفاده از لارو می‌توان لاروها را در محلول تهیه شده از مواد مذکور قرار داد. البته غلظت و مدت‌زمان تیمار با این مواد شیمیایی متغیر است.

پس از خارج نمودن بافت و لـه نمـودن آن و تبـدیل آن بـه سلول‌های انفرادی بـه منظـور تهیـه گسـترش‌هـای کرومـوزومی مناسب باید به این سلول‌ها محلـول هیپوتونیـک نظیـر سـیترات سدیم ۱۰درصد یـا کلریدپتاسـیم ۰/۰۷۵ مـولار اضـافه شـود تـا سلول‌ها در یک محلول بـا فشـار اسـمزی کمتـر از خـود سـلول قرارگیرند. در این حالت آب وارد سلول می‌شود و باعث تـورم آن می‌گردد، درنتیجه کروموزوم‌ها از یکدیگر فاصله می‌گیرند. متورم شدن سلول‌ها، نازک شدن غشای سلول و سهولت پاره شـدن آن را نیز به دنبال دارد (*Klinkhadart, 1991*).

پس از این مرحله به منظور حفظ نمودن سلول‌ها با کمتـرین تغییر شکل در ترکیب و سـاختار آن‌هـا و حفـظ محتـوای آن‌هـا ازجمله کروموزوم‌ها برای رنگ‌آمیزی، سلول‌های مورد آزمـایش را باید ثابت نمود که برای این کـار اغلـب از محلـول ثابـت کننـده کارنوی تازه تهیه شده از یک قسمت اسید استیک خـالص و سـه قسمت اتانول یا متانول خالص استفاده می‌شود. سپس سلول‌های فیکس شده بر روی یک لام میکروسکوپی پرتـاب مـی‌گردنـد تـا غشای سلولی پاره شود و کروموزوم‌ها بـر روی لام پخـش شـوند. البته برای دستیابی به گسترش‌های کروموزومی مناسـب، ارتفـاع پرتاب سوسپانسیون سلولی بر روی لام را می‌توان تغییر داد.

کشت بافت

جدا نمودن بافت از بدن یک جانور یا گیاه و رشد دادن آن در محیط کشت، کشت اولیـه[1] نامیـده مـی‌شـود (*Freshney, 2005*).

1. Primary culture

کشت سلول‌ها ممکن است به‌صورت تک لایه[1] و یا تعلیق[2] انجام شود (*Freshney, 2005*). سلول‌های ماهی را نیز می‌توان در محیط خارج از بدن کشت داد و روش کار خیلی شبیه روش کار مورد استفاده برای کشت سلول‌های پستانداران و دوزیستان است (*Wolf & Ahne, 1982*). کشت بافت منبع خوبی را برای دستیابی به سلول‌های در حال تقسیم فراهم می‌کند. با استفاده از این روش می‌توان به تعداد زیادی سلول‌های در حال تقسیم برای تهیه گسترش کروموزومی دست یافت. همچنین گسترش‌های کروموزومی خوب و با تراکم کروموزومی مناسب را می‌توان از طریق کشت بافت به دست آورد. در گسترش‌های کروموزومی تهیه شده از طریق کشت بافت معمولاً کروموزوم‌ها به‌خوبی از هم فاصله گرفته، از نظر شکل ظاهری نیز دارای کیفیت مناسب می‌باشند. با توجه به اینکه در رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها به روش *FISH* و روش‌های نواربندی[3] که روش مناسبی برای تشخیص کروموزوم‌های ماهیان است کسب نتیجه مطلوب منوط بر به دست آوردن گسترش‌های کروموزومی با کیفیت عالی است لذا اغلب محققین روش کشت سلولی را برای به‌دست آوردن گسترش‌های کروموزومی خوب از ماهی‌ها توصیه می‌کنند. البته به منظور تهیه گسترش‌های کروموزومی، سلول‌های ماهیان را بیش از سه بار نباید کشت داد زیرا باعث به دست آوردن گسترش‌های کروموزومی با تعداد غیرواقعی کروموزوم‌ها می‌شود (*Amemiya et al., 1984*).

1. Monolayer 2. Suspension 3. Banding

بافت‌های مختلفی را می‌توان برای کشت دادن انتخاب نمود که ازجمله آن‌ها بافت خون، طحال، کلیه، تخمدان، کبد، قلب، آبشش و باله می‌باشند. برخی از بافت‌های ماهی راحت‌تر از سایر بافت‌ها کشت می‌یابند. سلول‌های جنین و لارو ماهی به خاطر تقسیمات فعال میتوزی بهترین انتخاب برای کشت دادن هستند (*Wolf & Quimby, 1969*). به منظور کشت برخی از بافت‌ها نظیر باله و خون نیازی به کشتن ماهی نیست و بدون آسیب رساندن به ماهی می‌توان بافت‌های مذکور را از بدن ماهی جدا نمود و کشت داد. گاهی خارج نمودن بافت از بدن بدون کشتن و یا وارد نمودن آسیب جدی به ماهی مهم است و زمانی که ماهی مورد نظر کمیاب و یا دارای ارزش اقتصادی زیادی باشد اهمیت این موضوع به‌مراتب بیشتر است.

سلول‌ها برای بقا، رشد و تکثیر در محیط خارج از بدن[1] نیازمند مواد غذایی هستند که بدین منظور از محیط کشت استفاده می‌شود. محیط کشت ممکن است طبیعی و یا مصنوعی (سنتتیک) باشد. محیط کشت باید دارای تمامی ترکیباتی که سلول‌ها نمی‌توانند طی مدت کشت بسازند باشد. گرچه محتویات محیط کشت بستگی به نوع سلول دارد ولی به‌طورکلی باید دارای کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها، انواع نمک‌های معدنی، اسیدهای چرب، لیپیدها، پروتئین‌ها، پپتیدها، برخی از فاکتورهای رشد، هورمون‌ها و سایر ترکیبات باشد. تفاوت عمده محیط کشت‌ها میزان نمک‌ها، نوع و مقدار اسیدهای آمینه است. چندین نوع محیط کشت ازجمله *DMEM/F12*، *MEM*، *M199*

1. in vitro

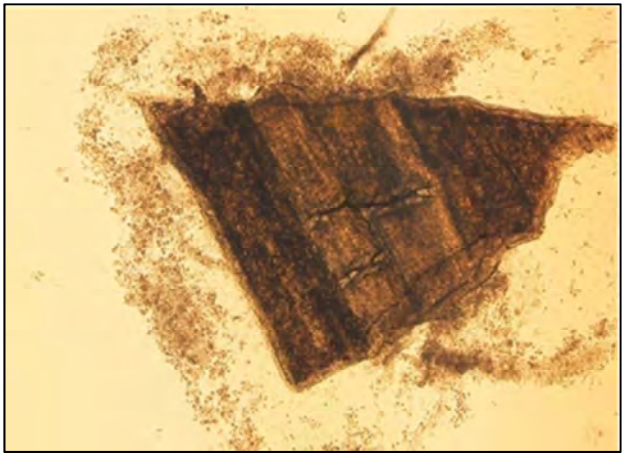
و *L-15* توسط محققین برای کشت سلول‌های مختلف ماهی‌ها استفاده شده است. محیط کشت پایه وقتی با سرم ترکیب شود برای کشت بسیاری از سلول‌ها مناسب‌تر خواهد بود. سرم جنین گاو (*FBS*[1]) مکملی است که توسط اکثر محققین برای غنی‌تر نمودن محیط کشت استفاده می‌شود. آنتی‌بیوتیک‌ها برای پیشگیری از بروز آلودگی‌های باکتریایی و قارچی به محیط کشت اضافه می‌شوند. ازجمله این مواد پنی‌سیلین پتاسیم *G*، استرپتومایسین سولفات و آمفوتریسین *B* را می‌توان نام برد.

روش کار

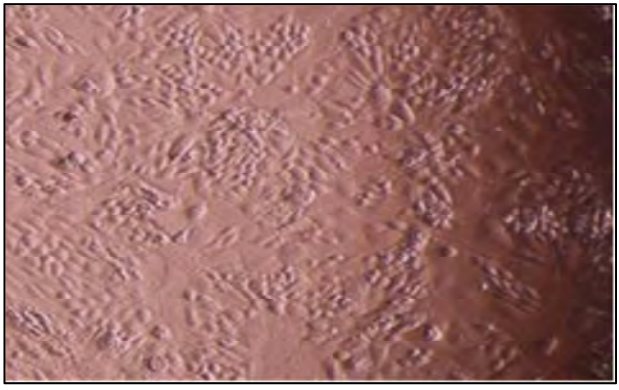
به منظور کشت بافت، بافت مورد نظر را پس جدا نمودن از بدن می‌توان با اسکالپل استریل به تکه‌های تقریباً یک میلی‌متری برید، سپس این تکه‌های بافت[2] را کشت داد. در روش کشت بافت، در اختیار داشتن سلول‌های مجزا از هم در کسب موفقیت می‌تواند بسیار سودمند باشد، لذا در بسیاری موارد بافت پس از خارج نمودن از بدن باید تبدیل به سلول‌های مجزا از هم یا سوسپانسیون سلولی شوند. برای این کار می‌توان از روش‌های مکانیکی یا آنزیم‌ها استفاده نمود. در روش مکانیکی بافت به‌دقت تکه‌تکه می‌شود تا به تکه‌های کوچک‌تر تبدیل شود. سپس از الک‌های مختلف که به‌تدریج اندازه چشمه‌های آن ریزتر می‌شود عبور داده می‌شوند. پس از این مرحله می‌توان از سرنگ یا چندین بار پیپت کردن استفاده نمود. در این روش طی مدت کوتاهی می‌توان سلول‌های انفرادی زیادی به دست آورد.

1. Fetal Bovine Serun
2. Explant

جدا نمودن سلول‌های یک بافت از هم با استفاده از آنزیم کار مشکلی است و در صورت عدم دقت ممکن است باعث آسیب دیدن سلول‌ها گردد. همچنین در برخی موارد بافت شکننده می‌شود و ممکن است قسمت زیادی از بافت به هنگام تیمار آنزیمی تخریب شود که در آن صورت به دست آوردن سلول‌های زنده به‌زحمت امکان‌پذیر است. دز و مدت‌زمان تأثیر آنزیم بسیار مهم است. در صورت استفاده از آنزیم باید پس از سانتریفیوژ نمودن نمونه‌ها و ته‌نشین شدن تکه‌های بافت، محلول حاوی آنزیم دور ریخته شود و فعالیت آنزیم استفاده شده نیز متوقف شود. تریپسین طبیعی متداول‌ترین آنزیم مورد استفاده برای جدا ساختن سلول‌ها است زیرا تریپسین طبیعی اغلب مؤثرتر و برای سلول‌ها قابل تحمل‌تر است. همچنین اثر آن نیز با افزودن سرم خون خنثی می‌شود. در بسیاری موارد به‌جای تریپسین از آنزیم‌هایی نظیر کلاژناز، هیالورونیداز و *DNase* استفاده می‌شود. در صورت مطلوب بودن شرایط فراهم شده برای بافت کشت داده شده معمولاً پس از گذشت یک هفته سلول‌های بافت به اندازه کافی تکثیر خواهند یافت (شکل‌های ۸۴ و ۸۵).



شکل ۸۴- تکثیر سلول‌های بافت باله کشت داده شده تاسماهی ایرانی (۱۲۰×) (نوروزفشخامی و همکاران، ۱۳۹۴)



شکل ۸۵- تکثیر سلول‌های فولیکولی تخمک ماهی استرلیاد (۱۲۰×) (نوروزفشخامی و همکاران، ۱۳۹۴)

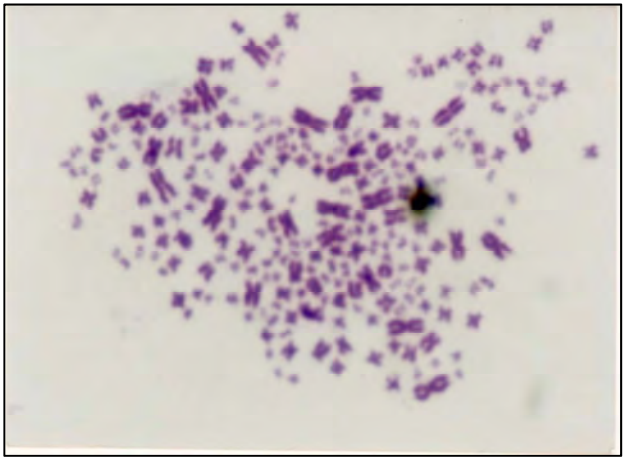
پس از کشت بافت مورد نظر و تکثیر یافتن سلول‌های بافت مورد آزمایش به اندازه کافی، برای به دست آوردن گسترش‌های کروموزومی سلول‌های چسبیده به کف ظرف کشت را با استفاده از آنزیم تریپسین از کف ظرف کشت جدا نموده، سپس بقیه مراحل آزمایش که مشابه روش له کردن بافت یعنی افزودن ماده کلشی سین، هیپوتونیز کردن، فیکس نمودن سلول‌ها و تهیه لام از سلول‌های فیکس شده انجام می‌شود.

رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها

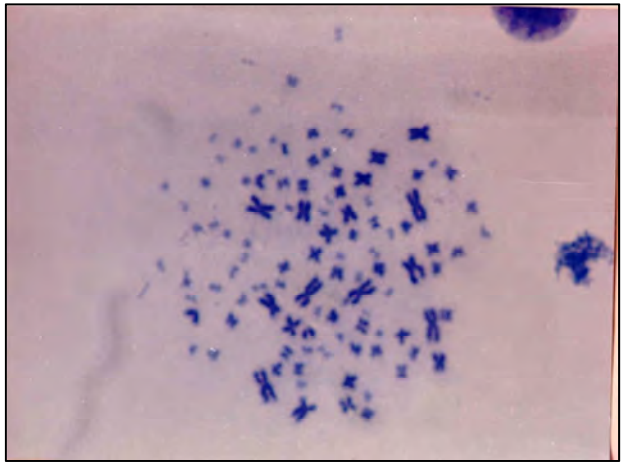
کروموزوم‌های رنگ‌آمیزی نشده، با میکروسکوپ‌های فازکنتراست[1] و زمینه تاریک[2] قابل رؤیت هستند و این موضوع امکان بررسی کیفیت گسترش‌های کروموزومی تهیه شده و تراکم کروموزوم‌ها را بر روی لام امکان‌پذیر می‌سازد؛ اما رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها سبب می‌گردد تا مرفولوژی آن‌ها به بهترین وجه مورد بررسی قرار گیرد. لذا پس از تهیه لام میکروسکوپی از کروموزوم‌ها و خشک نمودن لام‌های تهیه شده در دمای آزمایشگاه، لام‌ها مذکور باید رنگ‌آمیزی شوند. گیمسا متداول‌ترین رنگ برای رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها است. غلظت گیمسا و مدت‌زمان رنگ‌آمیزی لام‌های کروموزومی را برحسب تجربه می‌توان تغییر داد. بدیهی است در صورت رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها با گیمسای غلیظ‌تر مدت‌زمان رنگ‌آمیزی کوتاه‌تر خواهد بود. برای شناسایی بهتر ساختمان کروموزوم‌ها می‌توان از روش‌های باندینگ (نواربندی) کروموزومی و روش *FISH* استفاده

1. Phase contrast
2. Dark field

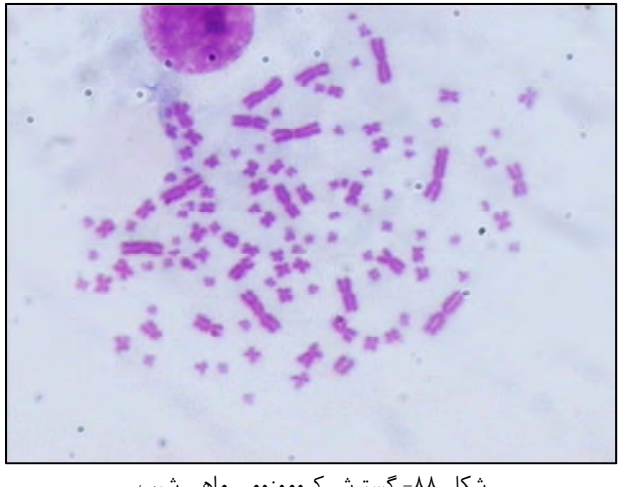
نمود. با بکار بردن تکنیک باندینگ، کروموزوم‌های ماهی به‌صورت نوارهای تاریک و روشن دیده می‌شود. متداول‌ترین روش باندینگ کروموزومی که با استفاده از رنگ گیسما انجام می‌شود روش‌های G، C و R باندینگ هستند. پس از رنگ‌آمیزی لام تهیه‌شده، لام‌ها با آب مقطر شستشو داده می‌شوند و پس از خشک نمودن لام‌ها در دمای آزمایشگاه، گسترش‌های کروموزومی به‌وسیله یک میکروسکوپ نوری مجهز به سیستم عکس‌برداری مورد بررسی قرار می‌گیرند و از نمونه‌های مناسب می‌توان عکس‌برداری نمود. چنانچه تمام مراحل کار به‌خوبی انجام شود کروموزوم‌ها در زیر میکروسکوپ به‌وضوح قابل مشاهده می‌باشند (شکل‌های ۸۶، ۸۷ و ۸۸).



شکل ۸۶- گسترش کروموزومی تاسماهی ایرانی
(*Nowruzfashkhami et al., 2000*)



شکل ۸۷- گسترش کروموزومی فیل‌ماهی
(*Nowruzfashkhami et al., 1999*)



شکل ۸۸- گسترش کروموزومی ماهی شیپ
(*Nowruzfashkhami et al., 2006*)

مفاد پیوست

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

امیرخانی سرارودی، ۱.، ۱۳۸۲. اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره غذایی بر رشد فیل‌ماهی جوان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه گیلان. ۵۲ ص.

بهمنی، م. ۱۳۷۵. ارزیابی تولید ماهیان خاویاری دریای خزر. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۳۰ ص.

بهمنی، م. ۱۳۷۶. مطالعه مسیر فیلوژنی و رده‌بندی در ماهیان خاویاری. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۲۸ ص.

بهمنی، م. ۱۳۷۷. بررسی فیلوژنی و سیستماتیک تاسماهیان. مجله علمی شیلات ایران. شمارهٔ ۲، سال هفتم. ص ص. ۹-۳۰.

بهمنی، م. ۱۳۷۸. بررسی اکوفیزیولوژیک استرس از طریق اثر بر محورهای *HPI* و *HPG*، سیستم ایمنی و فرآیند تولیدمثل در تاسماهی ایرانی (*persicus Acipenser*). رساله دکترای تخصصی. ۲۷۴ ص.

بهمنی، م. ۱۳۸۲. چالشی بر چشم‌انداز و ضرورت‌های توسعه علوم بیوتکنولوژی در کشور با نگرشی بر فناوری زیستی دریایی. گردآوری. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۳۲ ص.

بهمنی، م. ۱۳۸۲. ضرورت کالیبراسیون و استاندارسازی مدیریت کیفیت آزمایشگاه‌ها، *ISO/IEC 17025*. انتشارات موج سبز. ۹۴ ص.

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

بهمنی، م. ۱۳۸۴. گواهینامه ثبت اختراع به شماره ۳۲۲۵۷ مورخ ۱۳۸۴/۵/۱۵: فرمولاسیون ترکیب تلفیقی *GnRH* و بیوتکنیک

کاربرد آن در تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری. سازمان ثبت اسناد و املاک کشور. اداره کل ثبت شرکت‌ها و مالکیت صنعتی.
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. ۱۳۸۵. گواهینامه ثبت اختراع به شماره ۳۷۲۰۰ مورخ ۱۳۸۵/۹/۱: بیوتکنیک تکثیر مصنوعی و تولید بچه ماهی از ماهیان خاویاری پرورشی با استفاده از ترکیب تلفیقی *GnRH*. سازمان ثبت اسناد و املاک کشور. اداره کل ثبت شرکت‌ها و مالکیت صنعتی.
بهمنی، م. ۱۳۸۵. گواهینامه ثبت اختراع به شماره 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. ۱۳۸۵. گواهینامه ثبت اختراع به شماره ۳۷۳۲۸ مورخ ۱۳۸۵/۹/۱: بیوتکنیک استحصال تخمک به روش زنده از طریق ریزبرش مجرای تخمک‌بر بدون ایجاد جراحت و کشتن مولدین ماهیان خاویاری پرورشی. سازمان ثبت اسناد و املاک کشور. اداره کل ثبت شرکت‌ها و مالکیت صنعتی.
بهمنی، م. ۱۳۸۶. امکان کاربرد *Endoscopy* در مطالعه آناتومی و فیزیولوژی ماهیان خاویاری در کشور. مجله دنیای آبزیان. پائیز (۸۶). ۵ ص.
بهمنی، م. ۱۳۸۶. مولدسازی و تولید خاویار پرورشی تکثیر مصنوعی ازون‌برون پرورشی. مجله دنیای آبزیان. ۵ (۱۱): ۸-۳.
بهمنی، م. ۱۳۹۵. گزارش طرح توجیهی، فنی ــ اقتصادی، زیست محیطی و امکان سنجی، ایجاد خوشه سرمایه‌گذاری بین‌المللی ماهیان خاویاری در روستای کشلی خطبه‌سرای تالش. اداره کل امور اقتصادی و دارایی استان گیلان. ۹۳ ص.
بهمنی، م. کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، شریف‌پور، ع؛ و مجازی امیری، ب. ۱۳۸۱. گزارش نهایی بررسی بافت‌شناسی اندام‌های آبشش، کبد، گناد، کلیه و دستگاه گوارش در تاسماهیان ایرانی. انستیتو

تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۸۵ ص.
بهمنی، م؛ و کاظمی، ر. ۱۳۸۲. مطالعه برخی عوامل بیوشیمیایی و خونی در تاسماهیان پرورشی قره برون (*Acipenser persicus*) و فیل‌ماهی (*Huso huso*). مجله علمی شیلات ایران. ۳۴-۲۳.
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؛ و همکاران. ۱۳۸۲. آنزیم *Caspase-3* شاخص زیستی تستیکولار آپوپتوسیس در *Carassius auratus* در شرایط *In-vitro* . شانزدهمین کنگره فیزیولوژی و فارماکولوژی ایران. ۵ ص.
بهمنی، م؛ و یوسفی جوردهی، ا.۱۳۹۰. قابلیت سازگاری لاروهای ۲۰ روزه تاسماهی ایرانی در شوری‌های مختلف. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۴، شماره، ۵. ص.ص: ۶۶۹-۶۷۸.
بهمنی، م.، توکلی، م.، بهروز خوش‌قلب، م.، حلاجیان، ع؛ و چکمه دوز، ف. ۱۳۹۴. گزارش نهایی طرح جامع بررسی تغییرات جمعیت ماهیان خاویاری به منظور بهره‌برداری بهینه در حوضه جنوبی دریای خزر (استان‌های گیلان، مازندران و گلستان). انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۴۹۴ 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.، قاسمی، ر؛ و یوسفی جوردهی، ا. ۱۳۹۲. تأثیر ایزوفلاوان جنیستین بر شاخص‌های ایمنی فیل‌ماهی پرورشی. مجله علمی ــ پژوهشی زیست‌شناسی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال پنجم، شماره نوزدهم. ۶۸-۵۷.
بهمنی، م.، کاظمی، ر.، امینی، ک.، محسنی، م. دونسکایا، پ؛ و پیسکوناوا. ل.۱۳۷۷. گزارش مقدماتی پروژه ارزیابی کیفی تاسماهیان چندین ساله در شرایط پرورش مصنوعی. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری.۱۷ ص.

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.، 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.، 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.، کاظمی، ر.، امینی، ک.، محسنی، م.، دونسکایا، پ؛ و پیسکونووا، ل.ن. ۱۳۸۳. گزارش نهایی پروژه ارزیابی کیفی تاسماهیان چندین ساله در شرایط پرورش مصنوعی. پروژه مشترک با انستیتو *KaspNIRKH* روسیه. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۷۷ 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.

بهمنی، م.، کاظمی، ر.، وهابی، ی.، حلاجیان، ع.، ملک زاده، ر.، محسنی، م؛ و مجازی امیری. ۱۳۸۴. گزارش نهایی پروژه مطالعات فیزیولوژیک جهت بررسی نارسائی‌ها در القای تکثیر مصنوعی ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*). انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۶ ص.

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 (مولدساز ی، 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.، 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 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.، یوسفی جوردهی، ا.، پوردهقانی، م.، حلاجیان، ع.، مرادی، ی؛ و مصدق، م. ۱۳۹۴. سطوح باقیمانده هورمون‌ها در خاویار پرورشی تاسماهیان ایرانی و تاسماهی سیبری پرورشی. انتشارات مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر. ۵۵ ص.

بهمنی، م.، یوسفی جوردهی، ا.، چرمی، ا.، کاظمی، ر؛ و حلاجیان، ع. ۱۳۹۲. گزارش نهایی مطالعه بافت‌شناسی، ایمونوهیستوشیمی و فراریزبینی غده اینترنال و بافت کرومافین در مراحل جنینی، لاروی، جوان و بالغ در تاس‌ماهی. طرح مشترک موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر با دانشگاه رازی کرمانشاه. ۵۸ ص.

بهمنی، م.، یوسفی جوردهی، ا.، حلاجیان، ا.، پوردهقانی، م. مرادی، ی؛ و مصدق، م. ۱۳۹۵. سطوح باقیمانده هورمونها در تخمک تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پرورشی. نشریه توسعه آبزی پروری. سال دهم . شماره دوم. ص.ص.: ۴۷-۴۱.

بهمنی، م.، یوسفی جوردهی، ا.، کاظمی، ا.، پوردهقانی، م.، حلاجیان، ع.، دژندیان، س؛ و جلیل‌پور، ج. ۱۳۸۷. نوسانات فصلی هورمون‌های تستوسترون (*T*)، 17 آلفاهیدروکسی پروژسترون (*a-OHP*۱۷) و ۱۷- بتا استرادیول (E_2) طی رسیدگی جنسی ماهی ازون‌برون پرورشی (*Acipenser stellatus*). مجله علمی شیلات ایران. سال هفدهم. شماره ۴. ص.ص: ۱۶-۷.

بهمنی، م.، یوسفی جوردهی، ا.، یزدانی، م.، یگانه، ه.، حلاجیان، ع.، پوردهقانی، م.، قدیری ابیانه، م.، محسنی، م.، شناور، ع.، هاشمی، ر.، حقیقی، ه.، فرهبد رودبارکی، ا؛ و علیپور، ع. ۱۳۹۴. گزارش

نهایی طرح الگوی نوین پرورش ارگانیک ماهیان خاویاری پرورشی با استفاده از سوپر مکمل‌ها (فاز اول: تاسماهی سیبری عاری از آنتی‌بیوتیک). انتشارات مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر. ۱۰۵ ص.

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

پژند، ذ. ۱۳۸۳. نرئیس، غذایی باارزش در صنعت آبزی‌پروری. دنیای آبزیان. (۴): ۳۱-۳۰.

پژند، ذ.، عمادی، ح.، نگارستان، ح.، پرندآور، ح.، چوبیان، ف؛ و حدادی مقدم، ک.۱۳۸۲. بررسی امکان دستیابی به بیوتکنیک پرورش کرم نرئیس (*Nereis diversicolor*). تهران: مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۰۱-۰۷۱۰۱۴۱۰۰۰-۷۸

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.، بهمنی، م.، صادقی‌راد، م.، حسین نیا، ا.، عاشوری، ع؛ و ارشد، ع. ۱۳۹۰. مطالعه اثرات تراکم پرورش فیل‌ماهی طی دوره سازگاری به غذای کنسانتره در محیط آب لب‌شور و شیرین. مجله علوم زیستی واحد لاهیجان. سال پنجم. شماره دوم. ص.ص: ۳۲-۱۷.

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 فشتمی، ح. ر.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، یگانه، ه؛ و نظامی، ا. ۱۳۹۰. بررسی مقایسه‌ای وضعیت رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) تحت تأثیر غذای کنسانتره و غذای زنده. مجله اقیانوس شناسی، سال دوم. شماره ۶. ص.ص: ۴۲-۳۱.

پورعلی فشتمی، ح. ر.، صالحی، ح.، بهمنی، م.، یزدانی، م.ع.، محسنی، م.، فلاح شمالی، ع.، تقی نصیری، ح.ر.، عباس علیزاده، ع.، پوردهقانی، م؛ و پورغلام، م. ۱۳۹۳. بررسی اقتصادی پرورش ماهیان خاویاری در کشور. گزارش نهایی پروژه مصوب در دست چاپ. ۶۰ ص.

پورعلی فشتمی، ح. ر.، محسنی، م؛ و عاشوری، ع. ۱۳۹۰. پرورش گوشتی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstadti*) در وان فایبرگلاس. مجموعه مقالات همایش ارمنستان در سال ۲۰۱۱. ۱۴۱ ص.

پورعلی فشتمی، ح. ر.، محسنی، م.، صادقی، م.، ارشد، ع؛ و علیزاده، م. ۱۳۸۳. پرورش بچه فیل‌ماهیان با استفاده از آب لب‌شور در سواحل جنوبی دریای خزر. گزارش نهایی پروژه مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۰ ص.

پورعلی فشتمی، ح. ر.، محسنی، م.، علیزاده، م. ۱۳۷۹. مطالعه تأثیر درصدهای مختلف پروتئین و چربی در رشد فیل‌ماهی. مقاله کامل در مجموعه مقالات سمپوزیوم بین‌المللی ماهیان خاویاری روسیه ـ آستراخان.

پورعلی فشتمی، ح.ر.، سهیل نقشی، س.، یزدانی، م. ع.، پژند، ذ؛ و پیکران مانا، ن. ۱۳۹۲. بررسی اثر لستین سویا بر شاخص‌های رشد، درصد بازماندگی و ترکیب شیمیایی لاشه بچه‌تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله توسعه آبزی‌پروری. سال هفتم. شماره اول. ص.ص: ۲۱-۹.

پورعلی فشتمی، ح.ر.، یزدانی، م. ع.، پیکران مانا، ن.، حسنی، ح.، محسنی، م؛ و سهل نقشی، س. ۱۳۹۱. معرفی و مقایسه روند رشد و تغذیه استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) و تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) به‌عنوان ماهی تزئینی در محیط آکواریوم. علمی پژوهشی توسعه آبزی‌پروری. سال ششم. شماره ۲.

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 بچه‌تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله اقیانوس شناسی، سال چهارم. شماره ۱۶. ص.ص: ۷۶-۶۳.

پورعلی فشتمی، ح.ر.، یزدانی، م.، شکوریان، م.، نظامی، ا.، یگانه، ه.، سیدحسنی، م.، پژند، ذ.، پیکران مانا، ن.، صادقی‌راد، م.، پوردهقانی، م؛ و یارمحمدی، م. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر جاذب‌های غذایی (متیونین، لایزین و آلانین) در تغذیه لارو و بچه‌ماهی انگشت قد تاسماهی ایرانی. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. 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، ح. ر.، محسنی، م.، آق تومان و؛ و توکلی، م. ۱۳۸۲. پرورش بچه‌فیل‌ماهیان با درصدهای مختلف غذای کنسانتره فرموله شده. مجله علمی شیلات ایران، ویژه نامه اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری، ص.ص: ۴۸-۳۷.

پورکاظمی، م.؛ محسنی، م.؛ نوروزفشخامی، م. ر.؛ طاهری، س. ع.؛ چکمه دوز، ف.؛ برادران نویری، ش.؛ یارمحمدی، م.؛ حسن زاده، م.؛ حلاجیان، ع.؛ کاظمی، ر؛ و بهمنی، م. ۱۳۸۵. مقایسه صفات مورفومتریک، مریستیک و رشد دورگه‌های حاصل از تلاقی فیل‌ماهی *Huso huso* و تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus* . مجله علمی شیلات ایران، بهار ۱۳۸۵.

تاتینا، م. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر سطح مختلف ویتامین *C* و *E* جیره غذایی بر برخی از شاخص‌های خونی و رشد استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) پرورشی. پایان‌نامه دکتری تخصصی (*PhD*) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات. به راهنمایی دکتر محمود بهمنی و دکتر مهدی سلطانی. ۲۵۲ ص.

تاتینا، م.، طاعتی، ر.، بهمنی، م.، سلطانی، م؛ و قریب‌خانی، م. ۱۳۹۱. اثر سطوح متفاوت ویتامین‌های C و E بر شاخص‌های رشد و بقای ماهی استرلیاد پرورشی (*Acipenser ruthenus*). مجله علمی شیلات ایران. ۲۱ (۱):۱-۱۲.

حسینی، م.، محسنی، م.، زاهدفر، م.، پورعلی، ح.ر.، علیزاده، م؛ و شاهی‌فر، ر. ۱۳۸۸. تعیین احتیاجات غذایی تاسماهی ایرانی از مرحله لاروی تا عرضه به بازار. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۵ ص.

حلاجیان، ع. ۱۳۷۷. بررسی تعداد و وضعیت میکروپیل در تخمک تاسماهیان دریای خزر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ص.ص: ۲۴-۴.

حیدرپور، ف؛ و بهمنی، م. ۱۳۸۰. کاربرد فیزیولوژی ماهی در آبزی‌پروری. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. کتاب. 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 دکتر محمود 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.

شفچنکو و. ۱۹۹۸. بیوتکنیک پرورش گوشتی ماهیان خاویاری. کارشناس علمی کاسپنیرخ روسیه. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۱۵ ص.

صالحی، ح.، رحمتی، م.، ایران، ع.، پورعلی فشتمی، ح.، حسینی، م. ر.، قهرمان زاده، م.، طلوعی، م. ح.، گنجی، ک.، بهمنی، م؛ و کریمی، د. ۱۳۸۸. بررسی اقتصادی پرورش ماهیان خاویاری. گزارش نهایی پروژه مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۶۷ ص.

عباس علی‌زاده، ع. ۱۳۷۷. مروری بر پرورش ماهیان خاویاری. مجتمع تکثیر و پرورش و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری. ۲۰ ص.
فلاحتکار، ب. ۱۳۸۴. اثرات ویتامین *C* جیره بر برخی شاخص‌های هماتولوژیک، بیوشیمیایی و رشد در فیل‌ماهی. پایان‌نامه دکترا. ۸۴ ص.
فیض‌بخش، ح.، نظری، ح.، قربانی، ر.، حسینی، س. ع؛ و طاهری، ع. ۱۳۸۵. امکان تخم‌گیری از مولدین تاسماهی ایرانی با استفاده از برش مجرای تخم بر و مقایسه آن با روش مرسوم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد سیزدهم. شماره پنجم. ص ص. ۱۸۳-۱۸۹.
کاظمی، ر. بهمنی، م. پورکاظمی، م؛ و مجازی امیری، ب. ۱۳۸۱. گزارش نهایی بررسی سیستم اسمزی در تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۷۷ ص.
کاظمی، ر.، بهمنی، م؛ و رومانف، ا. ۱۳۸۲. بافت‌شناسی لایه‌های مختلف تخمک ماهی ازون‌برون. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۲، شماره ۱، ص.ص: ۱۰۲-۹۳.
کاظمی، ر.، بهمنی، م؛ پوردهقانی، م.، دژندیان، س.، حلاجیان، ع.، یوسفی جوردهی، ا.، یارمحمدی، م.، یزدانی، م.ع.، محسنی، م.، محمدی پرشکوه، ح؛ و یگانه، ه. ۱۳۹۱. مطالعه امکان تکثیر در فیل‌ماهی با استفاده از هورمون سنتتیک *GnRH* جهت تولید بچه‌ماهی. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۸۰ ص.
کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، بهمنی، م.، پرندآور، ح.، دژندیان، س.، پوردهقانی، م.، دژندیان، س؛ و یوسفی، ا. ۱۳۸۳. گزارش تعیین جنسیت فیل‌ماهیان پرورشی کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری از طریق بیوپسی. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۷۸ ص.
کهنه‌شهری، م؛ و آذری تاکامی، ق. ۱۳۵۳. تکثیر مصنوعی و پرورش ماهیان خاویاری. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۷۷ ص.
کاظمی، ر.، یوسفی جوردهی، ا.، پوردهقانی، م.، یارمحمدی، م؛ و نصری تجن، م. ۱۳۸۹. دستگاه گردش خون آبزیان و فنون کاربردی خونشناسی ماهی. انتشارات شابک. ۱۹۷ ص.
کیوان، ا. ۱۳۷۳. گزارش‌های فنی ـ کاربردی از دومین سمپوزیوم بین‌المللی ماهیان خاویاری، مسکو، شهریور ۱۳۷۳، ص.ص: ۱۳۰-۱۲۹.

محسنی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی، ر.، آق تومان و؛ و پورکاظمی، م، ۱۳۸۴. تشکیل گله‌های مولد از مولدین پرورش یافته در کارگاه‌های پرورش ماهی (فاز اول ـ بیوتکنیک پرورش گوشتی فیل‌ماهی در آب شیرین). موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۳۵ ص.

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.

محسنی، م.، پورعلی، ح.ر.، سجادی، م.، آق تومان و. ۱۳۸۵. تعیین مناسب‌ترین تراکم کشت در فیل‌ماهی پرورشی (*Huso huso*). مجله علمی شیلات ایران. سال پانزدهم، شماره ۳. ص.ص: ۱۳۸-۱۲۹.

محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، صالح پور، م.، پورعلی، پ. ر؛ و حدادی مقدم، ک. ۱۳۸۰. مقایسه پرورش گوشتی فیل‌ماهی در مخزن فایبر گلاس و استخر خاکی. مجله علمی شیلات ایران. ص.ص: ۱۱۹-۱۳۱.

محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.ر؛ و سجادی، م. ۱۳۸۶. اثرات سطوح متفاوت نسبت پروتئین به انرژی (*P/E*) جیره غذایی بر روی رشد و ترکیب بدن تاسماهی ایرانی پرورشی (*Acipenser persicus*). مجله علمی شیلات ایران. سال شانزدهم، شماره ۱. ص.ص: ۱۴۰-۱۲۹.

معصوم‌زاده، م.، ۱۳۸۰. القای تریپلوئیدی در فیل‌ماهی. پایان نامه دانشجویی دکترای حرفه‌ای دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی. ۱۳۳ صفحه.

نجفی‌پور، ش. ۱۳۸۴. تعیین سطوح هورمون‌های استروئیدی جنسی و ارتباط آن‌ها با رسیدگی جنسی و برخی شاخص‌های تولیدمثلی در مولدین ماده ماهی سفید غرب گیلان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال به راهنمایی دکتر محمود بهمنی. ۱۷۷ ص.

نظامی، ا. ۳۸۹. پرورش لارو شیرونومیده در بسترهای مختلف غذایی جهت تغذیه بچه ماهیان خاویاری. پایان نامه کارشناسی رشته تکثیر و پرورش

آبزیان (استاد راهنما، حمیدرضا پورعلی)، مرکز آموزش عالی علمی کاربردی علوم و صنایع شیلاتی میرزا کوچک‌خان. ۴۷ ص.
نوروزفشخامی، م. ر؛ سوداگر، م.، بهمنی، م.؛ سلامات، ن.؛ مازندرانی، م؛ و یزدانی ساداتی، م. ع. ۱۳۹۴. کشت اولیه سلول‌های فولیکولی تخمدان تاسماهی استرلیاد *Acipenser ruthenus* در شرایط آزمایشگاهی (*in vitro*). پایان نامه دانشجویی دکترای تخصصی (*Ph. D*) شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۰۸ ص.
نوروزفشخامی،م. ر؛ پورکاظمی، م.، بهمنی، م.؛ حسن زاده صابر، م.؛ برادران نویری، ش.؛ دلیری، م؛ و غروقی، احمد. ۱۳۹۴. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی "کشت اولیه بافت باله تاسماهی ایرانی و ذخیره‌سازی سلول‌های کشت یافته جهت تهیه تیره‌های سلولی (*Cell line*) و شناسایی سلول‌های بنیادی در آینده"، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۷۶ ص.
نوروزی، م.، عریان، ش.، بهمنی، م. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر تزریق هیپوفیز گلیسرینه بر نوسانات هورمون‌های استروئیدی جنسی در مولدین ماده تاسماهی ایرانی. مجله علمی شیلات ایران.
الیاسوف، ر. ۱۹۹۶. کنترل مراحل رسیدگی غدد جنسی تاسماهیان. انستیتو وینپر روسیه، مسکو ترجمه سید هادی صدرایی، رضوان‌اله کاظمی و محمود بهمنی. انستیتو تحقیقات ماهیان خاویاری. ۶ ص.
یزدانی، م. ع.، بهمنی، م.، کاظمی، ر.، محسنی، م.، پورعلی، ح.ر.، شکوریان، م.، پوراسدی، م.، یوسفی، ا.، حلاجیان، ع.، سیدحسنی، ح؛ و پوردهقانی،. م. ۱۳۹۲. بررسی امکان تولید مولدین تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) در شرایط آب و هوایی ایران. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۱۰۰ ص.
یزدانی، م. ع.، پورکاظمی، م.، شکوریان، م.، پورعلی، م.ح.، پیکران مانا، ن.، حسنی، ح.، یگانه، ه؛ و نظامی، ا. ۱۳۹۰. ترویج پرورش فیل‌ماهی تا وزن ۱۰ کیلوگرم. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۳۰ ص.

یلقی، س. ۱۳۸۵. بررسی روند رسیدگی جنسی ماهی ازون‌برون در سواحل جنوب شرقی دریای خزر (ایران). رساله دکترای تخصصی. ۹۱ ص.
یلقی، س. ۱۳۸۹. مطالعه سیکل سالیانه تکامل غدد و هورمون‌های جنسی استروئیدی ماهی کفال خاکستری در استان گلستان. ۶۲ ص.
یوسف‌پور، ح. ۱۳۷۰. پرورش ماهیان خاویاری در آب شیرین. کنفرانس ملی تکثیر و پرورش آبزیان. شرکت سهامی شیلات ایران. ص.ص: ۸۴-۶۸.
یوسف‌پور، ح. ۱۳۷۷. مطالعه تعیین بهترین درصد غذا نسبت به وزن توده زنده در تاسماهی ایران. مجله علمی شیلات ایران. ویژه‌نامه اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری. ص.ص: ۱۸۰-۱۶۹.
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.، 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.
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 ـ ایران. صفحات 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 ــ پژوهشی محیط زیست جانوری. سال پنجم، شماره ۲. ۵۷-۵۱.

Akiyama, T., Shiraaishi, M., Yamamoto, T. & Unuma, T. 1996. Effect of dietary tryptophan on maturation of Ayu, Plecoglossus altivelis. Fish. Sci. 62 (5): 776-782.

Almansa, E., Perez, M. J., Cejas, J. R., Badia, P., Villamandos, J. E. & Lorenzo, A. 1999. Influence of broodstock gilthead seabream (Sparus aurata L.) dietary fatty acids on egg quality and egg fatty acid composition throughout the spawning season, Aquaculture, 170) 3-4(: 23-336.

Amemiya, C. T.; Bickham, J. W. & Gold, J. R., 1984. A cell culture for chromosome preparation in cyprinid fishes. Copeia, 1984: 230-235.

Bahmani, M. 1999. Application of reproduction physiology in broodstocks aquaculture. World Aquaculture Conf. Australia. 4p.

Bahmani, M. 1999. Histological studies on gonads in juvenile reared sturgeons. World Aquaculture Conf. Australia. 5p.

Bahmani, M. 2002. Study of stress hormone effects on ovarian follicular and testis apoptosis in goldfish, Carassius auratus. A thesis submitted to the University of Calgary in degree of: Postdoctoral Research Fellow (PDF) in: Comparative Reproductive Endocrinology. Biological Sciences Department. University of Calgary. Calgary, Alberta, Canada. 486p.

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

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

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

Bahmani, M., Kazemi, R. & Hallajian, A. 2005. Workshop on: Sturgeon Sexing and Gonad Staging. Including Microscopic & Macroscopic Observation. 5th International Symposium on Sturgen Publication. May 9-13, 2005, Ramsar. 20p.

Bahmani, M., Kazemi, R. & Donskaya, P. 1999. Comparative study of biochemical and hematological features in reared sturgeons. Iranian Journal of Fisheries Science. 1(2): 61-73.

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

Bahmani, M., Kazemi, R., Hallajian, A., Dejandian, S., Yousefi, A. & Charmi, A. 2013. Gonad development in Acipenser persicus and Huso huso sturgeon fish. O. Journal of Veterinary Research,. 17 (12): 630- 637.

Bahmani, M., Yousefi Jourdehi, A., Pourdehghani, M., Kazemi, R., Hallajian A. & 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.

Bell, J. G., Farndale, M. & 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. & 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. & Suquet, M. 1995. Sperm physiology and quality. In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. (Eds.), Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Blackwell, Oxford, pp. 25-52.

Binu Varghese, R., Paulraj, G., Gopakumar, G. & 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.

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

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

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.

Bronzi, P. & Rosenthal, H. 2014. Present and future sturgeon and caviar production and marketing: Aglobal market overview. Applied Ichthyology. 30: 1536-1546.

Bronzi, P., Rosenthal, H., Arlati, G. & Williot, P. 1999. A brief over view on the status and prospects of sturgeon farming in

western and central Europe. J. Appl. Ichthyol. 15, Proceeding of the 3th Symp. On Sturgeon. Pp. 224-227

Bruce. M., F Oyen, G., Bell, J., Asturiano, F., Farndale, B., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J. & 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.

Bugrov, L. 1999. Marine culture of white sturgeon in underwater cage: Result of experiments at the Caspian Sea and off-shore prospects. Journal of Applied Ichthyology. 15: 324-325.

Charmi, A.,Bahmani, M., Parto, P., Sajjadi, M. & Kazemi, R. 2013. Histology of adrenocortical- medullary homolog of sturgeon fish Huso huso and Acipenser persicus. O. Journal of Veterinary Research. Australia. 17 (11): 655- 668.

Chebanov, M. & 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. & 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.

Ciereszco, A. & 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.

Craik, J. C. A. 1985. 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.

Doroshov, S.I. Moberg, G.P. & 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. & 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.

Fernandez-Palacios, H., Izquierdo, M., Robaina, L., Valencia, A., Salhi, M. & 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.

Fernandez-Palacios, H., Izquierdo, M. S., Robaina, L., Valencia, A., Salhi, M. & Montero, D. 1997. The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on egg quality of broodstock for gilthead seabream (Sparus aurata). Aquaculture, 148: 233-246.

Fernandez-Palacios, H., Izquierdo, M., Gonzalez, M., Robaina, L. & Valencia, A. 1996. Combined effect of dietary quality tocopherol and n-3 HUFA on egg quality of gilthead sea bream broodstock (Sparus aurata). Abstract. Int. Symp. Nutr. Feed. Fish, College Station. TX.

Fontana, F. 2002. A cytogenetics approach to the study taxonomy and evolution in sturgeons. J.Appl. Ichthyol. 18: 226-233.

Fontana, F.; Lanfredi, M.; Rossi, R.; Bronzi, P. & Arlati, G., 1996. Karyotypic characterization of Acipenser gueldenstaedtii with C-AgNO3, and fluorescence banding techniques. Ital. J. Zool. 63, 113-118.

Freshney, R.I., 2005. Culture of Animal Cells, A Manual of BasicTechnique. 5th Edition, New York, Wiley- Blackwell. 566 p.

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

Furuita, H., Ishida, T., Suzuki, T., Unuma, T., Kurokawa, T., Sugita, T. & 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., Takeuch. T., Toyota, M. & Watanabe, T. 1996. EPA and DHA requirements in early juvenile red sea bream using HUFA enriched Artemia nauplii. Fish. Sci. 62: 246-251.

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

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

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

Holcik J. 1989. The freshwater fishes of Europe. Wiesbaden. AULA-Verlag. pp. 263-284.

Holcik, G. 1989. The freshwater fishes of Europe. Vol. I Part II. Alula-Verlg Wiesbaden. 437 P.

Hung S. O., Lutes, P. B., Shqueir, A. & Conte, F. 1993. Effect of feeding rate and water temperature on growth of juvenile white sturgeon (Acipenser transmontanus). Aquaculture, 115: 297-303.

Hung, S.S.O., Lutes, P., Cote, F. & Storebakken, T. 1989. Growth and feed efficiency of white sturgeon (Acipenser transmontanus) sub-yearling at different feeding rates. Published in Aquaculture, 80: 147-153.

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

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

Kazemi, R., Yousefi Jourdehi, A., Pourdehghani, M., Dejhandian, S., Hallaijan, A., Bahmani, M., Mohammadi Parashkohi, H. & Yarmohammadi, M. 2014. Classification of sex and maturity stages of farmed great sturgeon (Huso huso) using blood plasma steroid hormone and calcium ion levels. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 13(3) 597-607.

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.

Klinkhardt, M. B., 1991. A brief comparison of methods for preparing fish chromosomes: an overview. Cytobios, 67:193-208.

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

Lanfredi, M; Congiu, L; Garrido-Ramos, M. A.; Herran, R.de la; Leis, M. Chicca, M; Rossi, R.; Tagliavini, J; Ruiz Rejon, C; Ruiz Rejon, M & Fontana, F. 2001. Chromosomal location and evolution of a satellite DnNA family in seven stutrgeon species. Chromoosme Research 9: 47-52.

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

Lietz, D. M. 2004. Potential for aquatic oligochaetes as live food in commercial aquaculture. Hydrobiology, Volume 155: 309-310.

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

Macgregor, H. & Varley, J. 1983. Working with animal chromosomes. Wiley, New york.

Mercure, F. & 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. & 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 Relevance. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

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

Mourente, G. & 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.

Nowruzfashkhami, M. R; Pourkazemi, M & Baradarannoveiri, S., 2000.Chromosome study of Persian Sturgeon. Acipenser persicus B. Cytologia, 65, 197-202

Nowruzfashkhami, M. R; Safaiian, S.; Bahmani, M.; Chubian, F., 2006. Karyotype analysis in ship sturgeon Acipenser nudiventris in the south Caspian Sea using leukocyte culture. J. Appl. Ichthyol. 22, 97-98.

Nowruzfashkhami. M. R.; khosroshahi, M., 1999. Karyotype study on stellate and great sturgeon by leukocyte culture. J. Appl. Ichthyol. 15, 283.

Ohno, S.; Muramoto, J.; Stenius, C.; Christian, L.; Kitterell, W. A., 1969: Microchromosomes in holocephalian, chondrostean and holostean fishes. Chromosoma 226, 35-40.

Pavlov, D., Kjorsvik, E., Refsti, T. & 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. & Dunogues, J. 1991. The estrogenic activity of certain phytoestrogens in the Siberian sturgeon. Journal of steroid biochemistry and molecular biology. 38(3): 293-299.

Pourali Foshtomi. H.R., Yazdani, M., Yeganeh, H., Shakourian, M., Mohseni, M., Bahmani, M. & Poorkazemi, M. 2009. Larval growth in Persian sturgeon (Acipenser persicus) during adaptation period to artificial feed. 6th International Symposium on Sturgeon. Wuhan, Hubei province, China.

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

Sandnes, K., Ulgenes, Y., Braekkan, O.R. & 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.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.

Sbikin, Y.N. & Budayev S.V. 1991. Some aspects of the development of feeding relationship in groups of young sturgeon (Acipeneridae) during artificial rearing. Voprosy Ichthyology 31: 153-158.

Steffens, W. 1989. Principles of fish Nutrition. Ellis Horwood Ltd, Chichester, UK, p.384.

Strautmen, I.F. & Tolokonnikov, G. Yu. 1987. Results of experimental rearing of marketable sized Beluga sturgeon at the Yegorlytsk Farm. VNIRO, Moscow, pp. 96-100.

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

Tandler, A., Harel, M., Koven, W.M. & 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. & 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.

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

Vassallo-Agius, R., Watanabe, T., Yoshizaki, G., Satoh, S. & Takeuchi, Y. 2003. Quality of eggs and spermatozoa of rainbow trout fed an n-3 EFA deficient diet and its effects on the lipid and fatty acid components of eggs, semen and livers. Fish. Sci. 67: 818-827.

Vedrasco, A., Lobchenko V., Pirtu L. & Billard, R. 2002. The Culture of Live Food for Sturgeon Juveniles, a Mini Review of the Russian Literature. International Review of Hydrobiology, Ceskleba, D.G., Ave Lallemant, S. & Thuemler, T. F. 2006. Artificial spawning and rearing of lake sturgeon, Acipenser fulvescens, in Wild. Environmental Biology of Fishes. Volume 14: 569-575.

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

Watanabe, T. 1993. Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. J. World aquacult.Soc. 24: 152-161.

Watanabe, T. & Kiron, V. 1995. Broodstock management and nutritional approaches for quality offsprings in the Red Sea Bream. In: Bromage N.R. & Roberts, R. J. (Eds), Broodstock management and egg and larval quality. University Press, Cambridge, 424p.

Watanabe, T. & Vassallo-Agius, R. 2003. Broodstock nutrition research on marine finfish in Japan. Aquaculture, 227: 35-61.

Watanabe, T., Arakawa, T., Kitajima, C. & Fujita, S. 1984a. Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of red sea bream. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 50: 495-501.

Watanabe, T., Itoh, A., Murakami, A., Tsukashima, Y. 1984b. Effect of nutritional quality of diets given to broodstocks on the verge of spawning on reproduction of red sea bream. Nippon Suisan Gakkaishi, 50 (6): 1023-1028.

Watanabe, T., Ohhashi, S., Itoh, A., Kitajima, C. & Fujita, S. 1984c. Effect of nutritional composition of diets on chemical components of red sea bream broodstock and eggs produced. Nippon Suisan Gakkaishi, 50 (3): 503-515.

Watanabe, T., Fujimura, T., Lee, M., Fukusho, K., Satoh, S. & Takeuchi, T. 1991. Effect of polar and nonpolar lipids from krill on quality of eggs of red seabream, Pagrus major. Nippon Suisan Gakkaishi, 57: 695-698.

Watanabe, T., Koizumi, T., Suzuki, H., Satoh, S., Takeuchi, T., Yoshida, N., Kitada, T. & Tsukashima, Y. 1985. Improvement of quality of red sea bream eggs by feeding

broodstock on a diet containing cuttlefish meal or on raw krill shortly before spawning. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 51: 1511-1521.

Watanabe, T., Lee, M., Mizutani, J.,Yamada, T., Satoh, S., Takeuchi, T., Yoshida, N. Kitada, T. & Arakawa, T. 1991. 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.

Wolf, K. & Ahne, W., 1982. Fish Cell culture. In Advances in cell culture Vol. 2 (Ed. Maramorosch K), New York, Academic Press, pp 305-328.

Wolf, K. & Quimby, M. C., 1969. Fish Cell and Tissue Culture In: Hoar WS, Randall D. J. (Eds). Fish Physiology, volume III., New York, Academic Press, pp253-305.

Yazdani Sadati, M. Yousefi Jourdehi, A. & Kazemi, R. 2016. Extended abstract book of international conference on the future of sturgeon aquaculture. International Sturgeon Research Institute. Rasht, Iran. 345P.

Yousefi Jourdehi, A. 2006. The relationship between some blood indices, ionic and sex hormones with sexual maturation stages in farmed stellet (Acipenser stellatus). MS.c thesis. 98 P.

Yousefi Jourdehi, A., Sudagar, M., Bahmani, M., Dehghani, A., Hosseini A. & Yazdani, M. 2013. Effects of phytoestrogens on growth, sexual maturation stages in female beluga (Huso huso). Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 85P.

Yousefi Jourdehi, A., Sudagar, M., Bahmani, M., Hoseini, S.A., Dehghani, M.A. & 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.

Yousefi Jourdehi, A., Sudagar, M., Bahmani, M., Hoseini, S.A., Dehghani, M.A. & Yazdani, M. A. 2014. Reproductive effects of dietary soy phytoestrogens, genistein and equol on farmed female beluga, Huso huso. 15(3): 266-271.

Zhigang, X., Cuijuan, N., Zuobing, Z. & 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.