

دستیابی به بیوتکنیک تکثیر مصنوعی، مولدسازی و تولید خاویار ۸ گونه خاویاری پرورشی و فرمولاسیون بومی جیره اختصاصی

مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر

۱۳۹۴

عنوان: دستیابی به بیوتکنیک تکثیر مصنوعی، مولدسازی و تولید خاویار ۸ گونه خاویاری پرورشی و فرمولاسیون بومی جیره اختصاصی
تهیه و تنظیم: موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر

ناشر: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

سال انتشار: ۱۳۹۴

شمارگان: محدود

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی: ۳۹-۹۴ ک

آدرس و تلفن: موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر: رشت - صندوق پستی: ۴۱۶۳۵-۳۴۶۴ - تلفن: ۰۱۳-۳۴۵۳۳۷۲۱
نمابر: ۰۱۳-۳۴۵۳۳۲۲

سامانه الکترونیک: www.sturgeon.ir

پست الکترونیک: info@sturgeon.ir

فهرست مطالب

ردیف	عنوان	شماره صفحه
	فصل اول: دستیابی به بیوتکنیک تکثیر مصنوعی، مولدسازی و تولید خاویار ۸ گونه ماهیان خاویاری پرورشی	۱
۱	مقدمه	۲
۲	مروری بر مطالعات اولیه	۳
۳	فیزیولوژی تولیدمثل تاسماهیان	۷
۴	مراحل مولدسازی تاسماهیان	۱۱
۵	مراحل مختلف رسیدگی جنسی	۱۸
۶	بیوتکنیک تکثیر مصنوعی مولدین تاسماهیان پرورشی	۲۲
۷	شاخص‌های تولیدمثلی	۲۴
۸	استحصال و تولید خاویار	۳۱
	فصل دوم: فرمولاسیون بومی جیره ویژه ماهیان خاویاری پرورشی در مراحل مختلف رشد	۳۲
۹	مقدمه	۳۳
۱۰	اهمیت تجاری ماهیان خاویاری	۳۴
۱۱	معرفی و اهمیت شیلاتی گونه‌های تاسماهیان پرورشی	۳۸
۱۲	پیشینه تحقیقات فرمولاسیون خوراک ماهیان خاویاری	۵۰
۱۳	نیازمندی‌های غذایی ماهیان خاویاری	۶۸
۱۴	جیره فرموله شده در موسسه	۷۸
۱۵	بررسی اثرات زیست‌محیطی جیره بومی ماهیان خاویاری	۸۳
۱۶	اثر سیستم آرام‌پز بر افزایش کیفیت جیره	۸۴
۱۷	منابع	۹۰

فصل اول

دستیابی به بیوتکنیک تکثیر

مصنوعی، مولدسازی و

تولید خاویار ۸ گونه

ماهیان خاویاری پرورشی

گونه‌های مختلف تاسماهیان از قبیل ازون برون، تاسماهی ایرانی، تاسماهی شیپ، فیل ماهی و تاسماهی سبیری، تاسماهی استرلیاد و بستر به دلیل داشتن شرایط فیزیولوژیک خاص و استرس پذیری 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 بچه ماهی خاویاری در دریای خزر بود.

یکی از بهترین و مؤثرترین روش‌ها برای حفظ ذخایر ماهیان خاویاری تحقیق و مطالعه در زمینه کارکرد دستگاه تولیدمثلی آن‌ها و شناسایی تمام فاکتورهای مؤثر در ارتقاء و توسعه ساختارهای فوق است (آلتوفو و همکاران، ۱۹۸۶). اما در این میان دشواری قابل‌تأملی در مطالعه چگونگی روند تکامل رسیدگی جنسی و تکامل ساختار دستگاه تولیدمثلی تاسماهیان، به دلیل ویژگی خاص گنادها و مهم‌تر از آن، طولانی بودن زمان رسیدگی جنسی و بلوغ در آن‌ها وجود دارد. به‌طور کلی عوامل دخیل و مؤثر بر رشد و رسیدگی دستگاه تولیدمثلی ماهیان از جمله 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 تولیدمثلی آبزیان، طیف وسیعی از عوامل اکولوژیک شامل نور، حرارت، شوری، pH، تغذیه و نیز برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب دخیل می‌باشند (Hoar et al., ۱۹۶۹). همان‌طوری که اشاره شد یکی از مهم‌ترین عوامل خارجی مؤثر بر دستگاه تولیدمثلی آبزیان، ترکیبات مرتبط موجود در رژیم غذایی بر گناد آن‌ها است (Duray et al., ۱۹۹۴).

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 تولیدمثلی ماهیان به اثبات رسیده است (Izquiedo et al., ۲۰۰۱). ویتامین E به‌عنوان یک ویتامین محلول در چربی و ترکیبی آنتی‌اکسیدان در ارتقاء و توسعه ساختارهای دستگاه تولیدمثلی مهره‌داران مؤثر بوده، بطوریکه کمبود آن سبب به تأخیر افتادن زمان بلوغ و رسیدگی گنادها، کاهش شاخص‌های تفریخ و همچنین کاهش درصد بقاء لاروها می‌شود (Izquiedo et al., ۲۰۰۱). از طرفی نقش ویتامین‌های E و C به‌عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدان در محافظت از اسپرم‌ها طی پدیده اسپرماتوژنز و نیز محافظت از لپیدهای ساختار غشاء اسپرم که نقش مهمی در تحرک و حرکت آن‌ها دارند، شناخته‌شده است (Sandnes, ۱۹۹۱).

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, ۱۹۹۱). اهمیت و نقش ویتامین E در رسیدگی گناد و افزایش نرخ تفریخ در کپور ماهیان نیز اثبات‌شده است (Watanabe et al., ۱۹۹۱b).

ساختمان غدد جنسی گونه‌های مختلف تاسماهیان وابسته به مراحل مختلف رشد و چگونگی تشکیل آن‌ها است. لذا مراحل گام‌توزنر 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 زمینه جهت تسریع در فرآیند گنادو-گام‌توزنر بسیار مهم است. دستیابی به بیوتکنیک مولدسازی و تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری پرورشی تحولی اساسی را در راه‌اندازی و توسعه این صنعت استراتژیک در کشور ایجاد خواهد نمود.

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 به وسیله 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 سیمونوف 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 and Billard, ۲۰۰۱). 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^۱ به لقاح مصنوعی تخم ماهیان استرلیاد^۲ از رودخانه ولگا توفیق یافت و به کار پرورش لارو این ماهیان پرداخت، آغاز گردید (Milshtein, ۱۹۶۹).

پرورش تاسماهیان با کار روی سایر گونه‌های تاسماهیان و با پیروی از تکنیک لقاح مصنوعی ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای و تحقیقات انجام شده توسط Remy و Gehain 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 ۲-۴ کیلوگرم تجاوز نمی‌کرد) به انجام رسید نیز، ناکام ماند و ماهیان در اسارت بالغ نشدند. Borodin (۱۸۹۸) ماهیان ازون برون 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 بارور شده) را نوآوری کرد. یک گام روبه‌جلو زمانی صورت گرفت که Gerbileskii و همکاران، به‌ویژه Barannikova (۱۹۹۷) در القاء تخم‌ریزی با استفاده از روش تزریق هیپوفیز توفیق یافتند. توسعه فناوری تکثیر مصنوعی تاسماهیان پس از تحقیقات بنیادی روی رسیدگی تخمک‌ها، زیست‌شناسی اسپرم و بارورسازی تخمک (Dettlaff et al., ۱۹۹۳) تکمیل شد.

پس از تحقیقات کاربردی اولیه در خصوص تکثیر و پرورش مصنوعی ماهیان خاویاری در چهار دهه (اواخر دهه ۱۸۶۰ تا اوایل ۱۹۰۰ میلادی) (Conte et al., ۱۹۸۸) 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 and Billard, ۲۰۰۱). 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 بر اساس روش‌های ارائه شده توسط روس‌ها به انجام رسید (آذری تاکامی، ۱۳۴۴). از سال ۱۳۷۴ خورشیدی پس از تأسیس انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری (موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر) 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 تاسماهی پروری به‌منظور 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 شد که در حال پرورش گوشتی و تولید 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 (۱۳۸۴a و ۱۳۸۴b) روی گونه ازون برون (Acipenser stellatus) در موسسه 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 به‌منظور تولید بچه فیل‌ماهی" باهدف تکمیل مطالعات قبلی و دستیابی به بیوتکنیک تکثیر مصنوعی بر اساس سطوح غلظت فاکتورهای بیوشیمیایی و هورمون‌های استروئیدی جنسی سرم خون به‌منظور گشایش گره تکثیر مصنوعی این گونه در سنین پایین‌تر از شرایط طبیعی به انجام رسید. یکی از بزرگ‌ترین دلایل اجرای این طرح، کاهش سن زادآوری و نیز تکثیر آن از طریق دستیابی به پروفیل‌های هورمونی و بیوشیمیایی بود.

^۱ - Ovsjannikov

^۲ - Acipenser ruthenus

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، فناوری‌های 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 تفریح‌گاه‌های کنار رودخانه بکار گرفته شدند. نهایتاً تعداد تفریح‌گاهها به مقیاس قابل توجهی رسید، مقادیر عظیمی از بچه ماهیان 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 سبیری که همواره در آب شیرین زیست می‌نمودند، حاصل شد و هر دو گونه به‌طور موفقیت‌آمیزی تکثیر شدند. بر اساس مطالعات Izquierdo و Fernandez – Palacois (۱۹۹۷) و Fernandez – Palacois و همکاران (۱۹۹۶) یکی از ترکیبات غذایی مفید و مؤثر در باروری آبزیان به‌ویژه ماهیان، ویتامین E است.

بر اساس مطالعات انجام‌شده 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 همتوکریت 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 – استرادیول در سرم خون و نیز مقدار ویتلوزین در این ماهیان نیز کم بود (Waagb et al., ۱۹۸۹).

افزایش غلظت ویتامین C در تخمدان‌ها منعکس‌کننده فعالیت این غدد است. بر اساس مطالعات Levine (۱۹۸۵) شاید نقش اسیداسکوربیک به‌عنوان یک کوفاکتور یا تنظیم‌کننده در بیوسنتز Oestrogens در سلول‌های فولیکولی باشد. کاهش سطح اسید اسکوربیک در تخمدان‌ها در مراحل بلوغ ماهی کاراس^۳ 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 افزایشنده در سیستم آندوکرینی ماهیان داشته باشد (Levine et al., ۱۹۸۵).

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. بر اساس مطالعات انجام‌شده (Rasonthi et al., ۱۹۹۵) روی ماهی تیلاپای گونه *Oreochromis niloticus* با رژیم‌های غذایی مختلف پروتئینی، ثابت شد که در کنار تأثیر مستقیم پروتئین روی رشد گنادی، پروتئین با تأثیر بر رشد سوماتیک و افزایش شاخص‌های بیومتریکی سبب رشد گنادی نیز می‌شوند.

درواقع چربی‌ها و پروتئین‌ها از عمده‌ترین ترکیبات موجود در تخم ماهیان می‌باشند که به نظر می‌رسد نقش آن‌ها در عملکرد دستگاه تولیدمثل آبزیان بیشتر از سایر عوامل غذایی است و این اثر را در کنار تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر رشد سوماتیک نیز اعمال می‌کنند (Watanabe et al., ۱۹۸۴, ۱۹۸۵).

بر اساس مطالعات Hoar و همکاران (۱۹۸۳)، عمده نوسانات هورمون‌های تولیدمثلی در ماهی‌ها، تابع نوسانات و تغییرات شرایط زیست‌محیطی است که سبب بروز رفتارهای تولیدمثلی می‌گردد.

مطالعات مختلف حاکی از تأثیر دما بر آزادسازی GTH، افزایش ویتلوزن، ایجاد حساسیت‌های گیرنده‌های GnRH در هیپوفیز و تأثیر آن بر وقایع هورمونی قبل از اوولاسیون است که هم‌زمان با تأثیر فتوپریود، زمان تخم‌ریزی در ماهی‌ها را نیز تعیین می‌کند (Kjesbu, ۱۹۹۴).

Barannikova و همکاران (۲۰۰۴)، تغییرات سطوح هورمون‌های ۱۷ بتا- استرادیول، تستوسترون و ۱۱ کتو- تستوسترون را در سه گونه از ماهیان خاویاری شامل *Huso huso*, *Acipenser gueldenstaedtii* و *A. stellatus* در طی رشد و نمو و بلوغ نهایی گنادها در اثر تحریک تیمار هورمونی بررسی کردند.

در مطالعه روی نوسانات سطوح هورمون‌های ۱۷ آلفا – هیدروکسی پروژسترون و تستوسترون (T) در طی مهاجرت ماهی آزاد Sockeye^۴، بیانگر کاهش سطوح هورمون تستوسترون پس از تخم‌ریزی و افزایش معنی‌دار سطوح ۱۷ آلفا- هیدروکسی پروژسترون، قبل و بعد از تخم‌ریزی است (Truscott et al., ۱۹۸۶). در زمینه بررسی سطوح کلسیم و ارتباط آن با سطوح ویتلوزین پلاسمای خون می-

^۳ - *Carassius carassius*

^۴ - *Oncorhynchus nerka*

توان به مطالعات Bjornosson و همکاران (۱۹۸۵)، در قزل‌آلای رنگین‌کمان^۵ و Norberg و همکاران (۱۹۸۹)، در قزل‌آلای قهوه‌ای ماده^۶ در دو نژاد طبیعی و پرورشی، اشاره نمود که نتایج آن مبین ارتباط و نقش سطوح کلسیم پلاسما روی سنتر ویتلوزین است.

بر اساس مطالعات انجام‌شده 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. به‌عنوان مثال کمبود اسیدهای چرب سبب به تأخیر افتادن و طولانی شدن دوره زرده زایی در قزل‌آلای رنگین‌کمان^۷ می‌شود (Izquierdo et al., ۲۰۰۱). از طرفی اسیدهای چرب غیراشباع HUFA نقش مؤثری در تنظیم تولید ایکوزانوئید^۸ و پروستاگلندین‌ها دارند که این ترکیبات خود در تحریک جنسی جهت تولید هورمون‌های استروئیدی و تکامل گناد و پدیده تخمک‌گذاری نقش دارند (Moore, ۱۹۹۵).

بهمنی و همکاران (۱۳۷۷)، رابطه رشد غدد جنسی تاسماهیان در شرایط پرورشی و نیز بهمنی و همکاران (۱۳۸۴)، وضعیت بافت‌شناسی اندام‌های مختلف تاسماهیان، به‌ویژه گناد را در شرایط طبیعی مورد مطالعه قرار دادند.

بهمنی و همکاران (۲۰۰۱)، نقش مطالعه شاخص‌های خونی در تاسماهیان پرورشی (تاسماهی ایرانی، تاسماهی روسی و فیل‌ماهی) را مطالعه نمودند. به‌طوری‌که نتایج مطالعات Bahmani و همکاران (۲۰۰۰) مبین نقش هورمون‌هایی نظیر کورتیزول به‌عنوان شاخص استرس در کاهش سطوح هورمون‌های جنسی در زمان مهاجرت تولیدمثلی تاسماهی ایرانی به رودخانه‌های سفیدرود و گرگان رود است.

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 ازون برون صیدشده از حوضه جنوبی دریای خزر، نوسانات سطوح هورمون‌های جنسی و شاخص‌های خونی مؤثر در فرآیند تولیدمثلی آن‌ها را مورد مطالعه قرار دادند.

مطالعه و بررسی اثر جیره‌های غذایی حاوی کنجاله سویا جهت انجام سریع و یا تحریک فرآیند رسیدگی جنسی در گونه‌های ازون برون، تاسماهی ایرانی^۹ و تاسماهی شیپ^{۱۰} 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 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) به انجام رسید.

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.

یزدانی و همکاران (۱۳۹۱)، امکان تولید مولدین تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) در شرایط آب و هوایی ایران را مورد مطالعه قرار دادند و موفق به مولدسازی این گونه شدند.

یلقی (۱۳۸۵)، در بررسی روند رسیدگی جنسی ماهیان ازون برون صیدشده 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 ویتامین C و E بر ماهیان ماده و فاقد سویا بر ماهیان نر را در گونه ازون برون پرورشی مورد بررسی قرار دادند و موفق به مولدسازی و استحصال بچه ماهی از این ماهیان در شرایط پرورشی شدند.

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

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

^۵ - *Oncorhynchus mykiss*

^۶ - *Salmo trutta*

^۷ - *Oncorhynchus mykiss*

^۸ - Eicosanoid

^۹ - *Acipenser persicus*

^{۱۰} - *Acipenser nudiventris*

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 قابل‌رؤیت همراه است، لیکن در ماهی - ها بندرت بلوغ با تغییرات مورفولوژیک همراه بوده و عمدتاً 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.*, ۱۹۸۳).

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. از آنجایی که ماهی‌ها عمدتاً دارای رفتارهای تولیدمثلی زمان‌بندی‌شده می‌باشند، مطالعه روند بلوغ با بررسی‌های هیستولوژیک و مورفولوژیک مرتبط با این روند در سطح گنادها قابل‌پیگیری است. معمولاً تغییرات ساختمانی و مورفولوژیکی در گنادها می‌تواند معرف مراحل مختلف بلوغ باشد (Biswass *et al.*, ۱۹۸۳).

مراحل رسیدگی تخمدان‌ها و بیضه‌ها در ماهی‌ها معمولاً مراحل بلوغ نامیده می‌شود. تکمیل مراحل مختلف اووژن و اسپرماتوژن و مشاهده سلول‌های بالغ جنسی از جمله شواهد هیستولوژیک بلوغ محسوب می‌شوند (Hoar *et al.*, ۱۹۹۳). 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 گرانولوزا، غشاء پایه و لایه تکا ۵ است. در طی مراحل رشد ثانویه اووسیت، کوریون مشتمل بر لایه ویتلینی است و منطقه شفاف^{۱۱} 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 موکو پلی‌ساکاریدها و گلیکوپروتئین‌هایی است که در داخل سیتوپلاسم اووسیت تشکیل ذرات زرده‌ای را می‌دهند (Rankin *et al.*, ۱۹۸۳).

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 پیش ساز 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-استرادیول است. ذرات ویتلوژنین به‌طور انتخابی در طی جریان خون توسط اووسیت‌ها جذب می‌شود که از طریق کانال‌های غشائی و میکرو پینوسیتوز این عمل انجام می‌گردد (Rankin *et al.*, ۱۹۸۳). در عین حال در غشاء اووسیت‌ها، گیرنده‌هایی (پروتئینی) جهت جذب ویتلوژنین گزارش شده است (Kumar, ۱۹۹۱).

هورمون‌هایی نظیر گنادوتروپین‌ها، تیروکسین، T₃، انسولین و هورمون رشد بر روند جذب ذرات زرده‌ای اثر دارند. ارتباط متقابل بین تغییرات تیروکسین و مراحل ویتلوژنز به‌خوبی شناخته شده است (Muraganat *et al.*, ۱۹۹۴).

هورمون‌های گنادوتروپینی در جذب پیش ساز زرده‌ای توسط اووسیت نقش داشته و همچنین با تحریک ترشح هورمون‌های تخمدانی (استرادیول) روند زرده سازی 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 در نهایت تأثیر بر ترشح گنادوتروپین‌ها از هیپوفیز است. در گونه‌هایی که در مناطق گرم زندگی می‌نمایند، نقش فتوپریود در شروع فرآیند تمایز و بلوغ جنسی تأیید گردیده است. شدت نور نیز بر زمان بلوغ تأثیر می‌گذارد چرا که 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 اووژنیز نقش دارد، به‌طوری‌که فاز اولیه رشد اووسیت - ها را تسریع می‌نماید. این اثر حتی در روند ساخته شدن ذرات پیش ساز زرده‌ای با منشأ خارجی نیز به اثبات رسیده است (Hoar *et al.*, ۱۹۹۳).

^{۱۱} - Clarified region

سیستم درون ریز (اندوکرینی) و درون ریز عصبی (نورواندوکرینی) در تاسماهیان

فیزیولوژی تولیدمثل عبارت است از اعمالی که تحت عوامل محرک مختلف داخلی و یا خارجی بوده، به طوری که 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 ازون برون (*A. stellatus*) در وزن ۴/۸ گرم و در فیل ماهی (*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 به طور 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. به طوری که این دوره برای گونه‌های مختلف یکسان نیست و در واقع 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 به عنوان 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).

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.*, ۲۰۰۶). 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, ۱۹۸۴) و مقاومت بدن را در مقابل عفونت‌ها و مسمومیت‌ها افزایش می‌دهد. عواملی مانند سن، اندازه، نرخ رشد، شرایط زیست‌محیطی و فرایند غذا سازی بر نیازمندی ویتامین C اثرگذار است (Halver, ۱۹۹۵).

علائم کمبود ویتامین C در ماهی شامل تغییر شکل یافتن اسکلت، زیادشدن تحذب 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, ۱۹۸۴). مقدار ویتامین C در تخم قبل از تخم‌ریزی برای تکامل طبیعی لاروهای تازه هچ شده فاکتور بسیار حیاتی است (Ikeda, ۱۹۸۵). جیره‌های غذایی با سطوح پایین ویتامین C اثرات منفی بر روی نشان داند.

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 and Dabrowski, ۱۹۹۶; Sandnes *et al.*, ۱۹۹۸). به‌عنوان مثال نیازهای غذایی مولدین ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به ویتامین C در حدود هشت برابر بیشتر از ماهیان نوجوان باشد (Blom and Dabrowski, ۱۹۹۵).

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.*, ۲۰۱۲). 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 سانتی‌گراد گزارش شده است (Moreau *et al.*, ۱۹۹۹). غلظت ویتامین C در بافت‌های مختلف بدن ماهیان به میزان ویتامین جذب‌شده جیره بستگی دارد. این امر به‌خوبی درک شده است ویتامین C ذخیره‌شده در بافت‌های مختلف در زمان موردنیاز توسط ماهی قابل‌استفاده است (فلاحکار، ۱۳۸۴). Halver در سال ۱۹۸۵ نشان داد که اشباعیت بافتی اسکوربیک اسید ممکن است اثر آلاینده‌های زیست‌محیطی را کاهش دهد (Halver, ۱۹۸۵) و ماهی را در برابر بیماری‌های عفونی مصون دارد (Lovell, ۱۹۸۹).

با توجه به تحقیق انجام‌شده توسط خوش‌نیت (۱۳۸۴)، مشخص گردید که اثر ترکیبات غذایی بر دستگاه تولیدمثل ماهیان ازون برون 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 ازون برون‌های 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.

اهمیت ویتامین C در عملکرد دستگاه تولیدمثل بیشتر در خانواده آزادماهیان^{۱۲} مطالعه شده (Blom *et al.*, ۱۹۹۵) بطوریکه نقش این ترکیب آنتی‌اکسیدان در فرآیند تولید استروئیدهای جنسی و ویتلوزن نیز گزارش شده است (Sandnes, ۱۹۹۱). 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.*, ۱۹۹۵).

^{۱۲} - Salmonidae

اثر و نقش ویتامین‌های E و C در محافظت از اسپرم‌ها در طی پدیده اسپرماتوژنز^{۱۳} نیز به اثبات رسیده است. این نقش به دلیل اثر این ویتامین به عنوان 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, ۲۰۰۱).

ویتامین E

ویتامین E از ویتامین‌های محلول در چربی بوده و به عنوان یک ماده آنتی‌اکسیدان خارج و داخل سلولی از اهمیت بالایی برخوردار است. ویتامین E به همراه سلنیوم و ویتامین C از دیستروفي عضلانی جلوگیری نموده و در حفظ فعالیت تولیدمثلی در ماهیان دخالت دارد. کمبود این ویتامین به کاهش رشد، بیرون‌زدگی چشم‌ها، چسبیدگی آبشش‌ها، دیستروفي 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). از آنجائی که ویتامین E نمی‌تواند توسط ماهیان سنتز شود، لذا می‌بایستی به جیره‌های غذایی ماهیان به‌ویژه مولدین اضافه شود (Sawanboonchun, ۲۰۰۹). کمبود ویتامین E روی عملکرد تولیدمثلی ماهیان تأثیر می‌گذارد و سبب ایجاد گنادهای نارس و کاهش نرخ تخم‌گذاری 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., ۲۰۰۱).

Pavlov و همکاران (۲۰۰۴)، به اثرات مثبت و معنی‌دار حضور ویتامین E بر روی تخم‌گذاری و تولید لارو اشاره کرده‌اند. مقدار ویتامین دی آل - آلفا توکوفرل استات در جیره ماهیان خاویاری ۷۵ mg/kg گزارش شده است (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). بالاترین شاخص گنادوسوماتیک در مولدین نر تاسماهی ایرانی تغذیه‌شده با جیره حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم ویتامین C و ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین E اندازه‌گیری شد (Mohseni et al., ۲۰۱۲). در تصویر ۳۲ مولد آماده برای استحصال تخمک نشان داده شده است. اثرات ویتامین‌های E و C بر دستگاه تولیدمثل آبیان در بیشتر موارد مشابه و در یک راستا است. البته نقش ویتامین C در فرآیندی مانند زرده سازی در اکثر ماهیان نظیر قزل‌آلای رنگین‌کمان به اثبات رسیده است (Waagb et al., ۱۹۸۹). اثر ویتامین C در فرآیندهای Steroidogenesis و Vitellogenesis نیز بررسی شده است (Sandes et al., ۱۹۸۴). از سوی دیگر، غلظت ویتامین C در مایع سمینال منعکس‌کننده میزان ویتامین C موجود در جیره غذایی و نقش مؤثر آن در کیفیت و بقاء اسپرم قبل از شروع تخم‌ریزی است. به‌طوری‌که کمبود آن سبب کاهش اسپرم و کاهش میزان بقاء آن می‌شود (Ciereszco et al., ۱۹۹۵).

استروژن‌های گیاهی (فیتواستروژن‌ها)

به ترکیبات مشابه استروژن موجود در گیاهان گفته می‌شود که از فیتو به معنای گیاه و استروژن به واسطه 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، غیر استروئیدی^{۱۴} هستند. اما برخی از آن‌ها حاوی مقادیر جزئی از استروژن‌های استروئیدال^{۱۵} هستند که با استروئیدهای تولیدشده در بدن مشابه هستند (Yousefi et al., ۲۰۱۴).

فیتواستروژن‌ها که آگونیست‌های ضعیف استروژن می‌باشند، در موقعی که میزان استروژن در محیط کم است می‌توانند اثرات خود را قوی‌تر ارائه نمایند و به دلیل اثرات مفید ناشی از فعالیت استروژنیک^{۱۶} آن‌ها روی رسیدگی جنسی موضوع مطالعات مختلفی در ماهیان و سایر حیوانات هستند (Dixon, ۲۰۰۴).

^{۱۳} - Spermatogenesis

^{۱۴} - None- steroid

^{۱۵} - Steroidal

^{۱۶} - Estrogenic activity

Pelissero و همکاران (۱۹۹۱) به نقش ترکیبات فایتواستروژن در فرآیند زرده سازی و رشد تخمک تاسماهیان سیبری اشاره کردند. در مطالعه‌ای که یوسفی جوردی و همکاران (۱۳۹۳)، در خصوص اثرات فیتواستروژنها بر روند رشد تولیدمثلی فیل ماهی ماده انجام دادند، دریافتند که در برخی غلظت‌ها تسریع در بلوغ رخ داد.



تصویر ۱ - مولد فیل ماهی ماده پرورشی تغذیه شده با فیتواستروژنها

کاروتنوئیدها (آستازانتین)

آستازانتین رنگ‌دانه اصلی کاروتنوئیدی در محیط‌های دریایی محسوب می‌شود که نمی‌تواند توسط ماهیان ساخته شود و می‌بایستی کاملاً از جیره‌های غذایی تأمین شود (Davies, ۱۹۸۵). کاروتنوئیدها دامنه وسیعی از عملکرد مانند شرکت در تولیدمثل، تنفس تخم و رشد و تکثیر سلول در ماهیان دارند. به‌عنوان پیش ساز ویتامین A در بینایی، منبع رنگ‌دانه و آنتی‌اکسیدانت (Pavlov *et al.*, ۲۰۰۴; Tacon, ۱۹۸۱). نقش آن در تولیدمثل ممکن است به‌صورت افزایش نرخ‌های لقاح باشد (Christiansen and Torrissen, ۱۹۹۷). آستازانتین ممکن است به بهبود کیفیت تخم طی دوران تکامل جنینی کمک کند و همچنین پیشنهاد شده است که عملکرد آنتی‌اکسیدانتی آستازانتین از اثرات زیان‌بار احتمالی ناشی از تولید رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌کند (Pavlov *et al.*, ۲۰۰۴). بسیاری از تحقیقات اهمیت تکمیل جیره‌های غذایی را با آستازانتین برای پاره‌ای از ماهیان مولد به اثبات رساندند. اگرچه هیچ رابطه‌ای بین سطوح کاروتنوئید جیره و مرگ‌ومیر در تخم‌ها، نرخ تخم‌گذاری و بقای بچه ماهیان در تحقیقات Torrissen در سال (۱۹۸۴) و Craik در سال (۱۹۸۵) دیده نشده است. Watabane و همکاران (۱۹۹۱)، به این نتیجه رسیدند که ترکیبات فسفات‌دیل کولین، آستازانتین و ویتامین E در خصوص کیفیت تخم‌ها اثر معنی‌دار بیشتری در مقایسه با بلوغ گندهای جنسی در ماهیان دارد و مانع تولید رادیکال‌های آزاد مخرب در روند زرده سازی می‌شود. همچنین مشخص شده است که کاروتنوئیدها بر عملکرد سیستم ایمنی ماهیان اثر می‌کنند (Thompson *et al.*, ۱۹۹۴). افزایش بقای لاروها ممکن است به دلیل فعالیت ویتامین A کاروتنوئیدها باشد (Torrissen and Christiansen, ۱۹۹۵). 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 (Sandnes, ۱۹۹۱). اختلافات بین مقدار آستازانتین در تخم گونه‌های مختلف ماهیان وحشی احتمالاً به جیره‌های غذایی و موقعیت جغرافیایی آن بستگی دارد (Sawanboonchun, ۲۰۰۹؛ بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴).

علاوه بر مواد غذایی مؤثر فوق در عملکرد تولیدمثلی ماهیان، ترکیبات فایتواستروژن که در مواد غذایی مانند کنجاله سویا یافت می‌شود نیز در فرایند زرده سازی و تسریع تکامل تخمک‌های ماهیان دخالت دارند (Yousefi Jourdehi *et al.*, ۲۰۱۴) و خوش‌نیت، (۱۳۸۴). اثر Genistein به‌عنوان یک ترکیب فایتواستروژن در عملکرد غدد درون‌ریز و گاموتوزن در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد مطالعه قرار گرفته است (Bernard *et al.*, ۲۰۰۱). اثر ایزوفلاوان‌های Genestein و Equol به‌عنوان ترکیبات فایتواستروژن در تسریع روند تکامل گناد ماهیان خاویاری به‌ویژه گونه فیل‌ماهی ماده به اثبات رسیده است (Yousefi Jourdehi *et al.*, ۲۰۱۴). ترکیب فایتواستروژن Daidzein نیز در فرایند زرده سازی 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.*, ۲۰۰۱).

مراحل مولدسازی تاسماهیان

انتخاب و نگهداری ماهیان

ماهیان نر و ماده پس از بررسی ظاهری، بیوپسی و تعیین جنسیت انتخاب گردیده، پلاک گذاری می‌شوند. سپس در مخازن فایبرگلاس و یا حوضچه‌های بتنی گرد و چهارگوش با استفاده از جیره غذایی حاوی ویتامین C و E مورد تغذیه قرار می‌گیرند. به‌طوری‌که ماهیان نر از ماده جداگانه نگهداری می‌شوند. روی هر یک از وان‌ها با توری‌های مخصوص جهت جلوگیری از بیرون پریدن ماهیان پوشانده می‌شود.

این تقسیم‌بندی جهت تعیین اثر جیره‌های غذایی بر روند رشد گنادپک (گنادو – گامتوژنز) آن‌ها صورت می‌گیرد، مبنای تقسیم‌بندی بر اساس جنسیت (نر – ماده) و مرحله رسیدگی جنسی آن‌ها است.

مخازن با آب رودخانه و چاه و یا مخلوطی از هر دو آبگیری می‌شوند. سیستم هوادهی از نوع دستگاه ایربلوئر^{۱۷} مرکزی است که اکسیژن موردنیاز وانها را تأمین می‌کند. دما و اکسیژن آب حاوی وانها در طول مدت آزمایش ثبت و محاسبه می‌گردد. غذای موردنیاز ماهیان مورد مطالعه برای هر وان بر اساس بیومس (توده زنده) هر وان تعیین و محاسبه می‌گردد.

درصد غذادهی نیز در طی مدت آزمایش در حدود ۲ الی ۳ درصد بیومس هر وان تعیین و محاسبه می‌شود. وانها در طی ۲۴ ساعت ۲ بار در روز غذادهی می‌شوند.

نحوه تهیه جیره غذایی

آنالیز ترکیب تقریبی جیره‌های غذایی جهت تعیین اجزای آن‌ها بر اساس روش استاندارد تعیین می‌گردد (AOAC^{۱۸}). 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 میکسر 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 (جدول ۱۳). 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 سانتی‌گراد 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 ساخته‌شده 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 ۱ – تیمارهای غذایی مورد استفاده در ازون برون

جیره	ترکیبات	جنسیت	مرحله رسیدگی	گروه
A	جیره پایه + سویا	ماده	II	D۵ و E۵
B	جیره پایه + سویا + ویتامین E و C	ماده	III	D۷ و E۶
C	جیره پایه + ویتامین E و C	نر	III – IV	D۷ و E۶
D	جیره پایه	نر	II و I	D۴ و E۴

^{۱۷} Air blower

^{۱۸} AOAC= Association of Analytical Communities



تصویر ۲ - مراحل نگهداری مولدسازی در ماهیان شیپ و تاسماهی ایرانی

زیست‌سنجی

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

تعیین شرایط فیزیکی و شیمیایی آب

جدول ۲- میانگین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب مورد استفاده جهت پرورش مولدین در ماه‌های مختلف

ردیف	ماه	دما (°C)	اکسیژن (mg/lit)	pH
۱	فروردین	$15/8 \pm 1/5$	$8/4 \pm 0/6$	$7/8 \pm 0/1$
۲	اردیبهشت	$16/5 \pm 1/4$	$8/2 \pm 0/5$	$7/8 \pm 0/4$
۳	خرداد	$20/1 \pm 1/3$	$8/1 \pm 0/5$	$7/9 \pm 0/2$
۴	تیر	$24/2 \pm 1/1$	$7/2 \pm 0/6$	$7/8 \pm 0/1$
۵	مرداد	$27/4 \pm 1/7$	$7/4 \pm 1/1$	$7/8 \pm 0/3$
۶	شهریور	$24 \pm 1/1$	$7/9 \pm 0/8$	$7/8 \pm 0/3$
۷	مهر	$23 \pm 1/5$	$7/8 \pm 0/4$	$7/9 \pm 0/5$
۸	آبان	$18/2 \pm 1/1$	$8/2 \pm 0/3$	$7/5 \pm 0/5$
۹	آذر	$12/6 \pm 1/2$	$8/1 \pm 0/5$	$7/8 \pm 0/3$
۱۰	دی	$8/7 \pm 1$	$8/5 \pm 0/2$	$7/9 \pm 0/6$
۱۱	بهمن	$8 \pm 1/5$	$8/9 \pm 0/6$	$7/7 \pm 0/2$
۱۲	اسفند	$11/5 \pm 1/3$	$8/7 \pm 0/4$	$8/2 \pm 0/5$

تعیین جنسیت

اصول توصیفی تشابهات 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, ۱۹۹۰).

در این پژوهش مولدین ازون برون ماده و نر مورد مطالعه دارای نسبت‌های مشخص و متفاوتی از مراحل مختلف رسیدگی جنسی بودند. 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 پرورش‌یافته باشند، هم‌زمانی در مراحل مختلف رشد و نمو غدد جنسی کاملاً مشهود است (آلتوفو و همکاران، ۱۹۸۶). همچنین در این مطالعه مشخص شد که 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 درون سلولی در مرحله مشابه در تاسماهی سفید (Doroshov *et al.*, ۱۹۹۷) و 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 بود. رشد مواد زرده‌ای و اندازه مناسب قطر تخمک نشانه کیفیت بالا و تجمع ذرات چربی نشانه کیفیت پائین تخمک‌ها است (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 ازون برون‌های طبیعی قبلاً گزارش کرده‌اند که با مطالعه حاضر مطابقت دارد.

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که ریخت‌شناسی تخمدان مولدین شپ در وزن‌های مختلف متفاوت بوده این تغییرات افزایش تعداد وزیکول‌ها، رشد حجمی و رنگ تخمدان را شامل می‌شد (البته این تغییرات همواره با افزایش وزن هماهنگ نبود).

تکامل تولیدمثلی در بین تعدادی از مولدین شپ ماده از طریق اندازه‌گیری موقعیت هسته سلول تخمک^{۱۹} 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 همکاران، ۱۳۸۶ نیز در مورد ازون برون پرورشی به نتایج مشابهی دست یافتند. از این‌روش هم‌اکنون روس‌ها به‌منظور انتخاب مولدین ازون برون 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، ۱۳۸۸). تحقیقات دیگری نیز در سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۶ توسط Doroshov در دانشگاه کالیفرنیا بر روی تاسماهی سفید^{۲۰} نتایج مشابهی را نشان داد.

در تاسماهی ایرانی و شپ تحت شرایط پرورشی، امکان تولید مولد وجود داشته و زودتر از مناطق طبیعی به سن بلوغ می‌رسند. بطوریکه مولدین ماده شپ در شرایط طبیعی در سن ۱۲ - ۱۰ و تاسماهی ایرانی در سن ۱۴ - ۱۲ سالگی بالغ می‌شوند درحالی‌که بر اساس نتایج این تحقیق ماهیان شپ 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.*, ۱۹۹۷) 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 ازون برون نر (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۶) را شش سال اعلام کرده‌اند.

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 (Doroshov *et al.*, ۱۹۹۷)، 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.

^{۱۹} - Germinal vesicle

^{۲۰} - *Acipenser transmontanus*

بیوپسی و مراحل انجام آن

بیپهوشی ماهیان

برای تعیین جنسیت و مراحل رسیدگی جنسی به روش بیوپسی، فیل ماهیان نخست با استفاده از پودر گل میخک با غلظت ۳۰۰ ppm و به مدت ۷-۱۰ دقیقه بی‌هوش گردیدند (تصویر ۳).



تصویر ۳- بیپهوشی ماهیان

نمونه‌برداری از گناد

با استفاده از سوک و بیوپسی از گناد این ماهیان نمونه‌برداری بافت انجام گرفته و مراحل رسیدگی ماهیان ماده و نر از طریق مطالعات بافتی میکروسکوپی مشخص می‌گردد (بهمنی و کاظمی، ۱۳۷۷؛ کاظمی و همکاران، ۱۳۸۳).

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 به اصطلاح 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 موردبررسی با استفاده از پودر گل میخک با غلظت ۲۵۰ ppm به مدت ۵-۱۰ دقیقه بی‌هوش می‌شوند.

پس از بیپهوشی، در ناحیه چهارمین صفحه استخوانی شکمی از سمت دم به طرف 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 خفره شکمی خارج می‌گردد (تصویر ۴). 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 ازون برون جراحی‌شده ۳ تا ۴ میلی‌لیتر از محلول تتراسایکلین ۵ درصد بین دومین و چهارمین صفحه استخوانی پشتی از قسمت باله پشتی تزریق می‌گردد.





تصویر ۴- بیوپسی و نمونه برداری از گناد



تصویر ۵- بخیه زنی و ضد عفونی تاسماهی ایرانی پرورشی پس از بیوپسی

مطالعات بافت‌شناسی

پس از تثبیت نمونه‌های گناد در محلول بوئن جهت مراحل آماده‌سازی بافت، مراحل آگیری، شفاف‌سازی، پارافینه نمودن، قالب‌گیری، تهیه برش و رنگ‌آمیزی به شرح ذیل انجام می‌پذیرد (بهمنی و کاظمی، ۱۳۷۷).

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

(۲) پس از شستشوی بافت تثبیت‌شده با آب مقطر، نمونه بافت‌ها جهت آگیری از الکل‌های ۵۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۶ درجه و الکل ۱ - بوتانل عبور داده شدند.

(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 37°C به مدت ۱۲-۱۰ ساعت.

(۵) عبور نمونه بافت‌ها از پارافین خالص در دو مرحله به مدت یک ساعت در دمای 56°C

(۶) مرحله قالب‌گیری بافت‌ها در قالب‌های پر شده 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 (Letiz مدل ۱۵۱۲ ساخت آلمان) با ضخامت ۵ الی ۷ میکرون.

(۹) قرار دادن در حمام آب گرم 37°C به منظور رفع چین چروک‌ها و تهیه بافت‌های صاف.

(۱۰) مونته کردن بافت‌ها روی لام.

(۱۱) رنگ‌آمیزی اسلایدهای بافتی با روش هماتوکسیلین - ائوزین (H & E).

(۱۲) نصب لامل روی لام با استفاده از چسب بالزام به منظور شفاف‌سازی بافت و نگهداری طولانی مدت.

(۱۳) انجام مطالعات میکروسکوپی مورد نظر و عکس برداری با میکروسکوپ نیکون ۶۰۰ - E متصل به رایانه.

رنگ‌آمیزی (به روش هماتوکسیلین - ائوزین، H & E)

در این مرحله لام حاوی بافت به ترتیب از مراحل و مواد زیر بازمان مشخص عبور کرد. عبور لام حاوی نمونه بافت از گزیرول در دو مرحله و هر مرحله به مدت ۵-۳ دقیقه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۱۰۰ درجه به مدت ۱۰ ثانیه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۱۰۰ درجه به مدت ۵-۳ دقیقه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۹۶ درجه به مدت ۱۰ ثانیه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۸۰ درجه به مدت ۱۰ ثانیه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۷۰ درجه به مدت ۱۰ ثانیه، شستشوی لام حاوی نمونه بافت با آب جاری به مدت ۲-۱ دقیقه، عبور لام حاوی نمونه بافت از رنگ هماتوکسیلین به مدت ۷-۵ دقیقه، شستشوی لام حاوی نمونه بافت با آب جاری به مدت ۲-۱ دقیقه، عبور لام حاوی نمونه بافت از اسید کلریدریک ۱٪ به مدت ۱ ثانیه، شستشوی لام حاوی نمونه بافت با آب جاری به مدت ۲-۱ دقیقه، عبور لام حاوی نمونه بافت از کربنات لیتیم به مدت ۴-۳ ثانیه، شستشوی لام حاوی نمونه بافت با آب جاری به مدت ۲-۱ دقیقه، عبور لام حاوی نمونه بافت از رنگ ائوزین به مدت ۱۰ ثانیه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۷۰ درجه به مدت ۱۰ ثانیه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۸۰ درجه به مدت ۱۰ ثانیه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۹۶ درجه به مدت ۱۰ ثانیه، عبور لام حاوی نمونه بافت از الکل ۱۰۰ درجه به مدت ۱۰ ثانیه، عبور لام حاوی نمونه بافت از گزیرول به مدت ۱ دقیقه و عبور لام حاوی نمونه بافت از گزیرول 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.

عکس برداری

پس از رنگ آمیزی لام های حاوی نمونه بافت، اسلایدهای بافتی به کمک میکروسکوپ نوری نیکون مدل E_{۶۰۰} مجهز به مانیتور و دوربین عکاسی- فیلم برداری مورد مطالعه قرار می گیرد (تصاویر ۸ - ۶). از هر اسلاید ۱۰ میدان بافتی مطالعه شده و از یاخته های جنسی گناد در مراحل مختلف رسیدگی جنسی با بزرگنمایی های مختلف عکس برداری می گردد.



تصویر ۶- دستگاه عمل آوری بافت



تصویر ۷- دستگاه میکروتوم (Leitz, ۱۵۱۲)



تصویر ۸ - میکروسکوپ نوری E_{۶۰۰}

مراحل مختلف رسیدگی جنسی

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 به خوبی 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 به صورت چندوجهی مشاهده می‌شوند. بخش بزرگی از اووسیت را هسته سلول تشکیل داده، رشد پروتوپلاسمی و افزایش قطر تخمک به روشنی 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.

رسیدگی جنسی بیضه مرحله II

مشاهدات ماکروسکوپی (چشمی)

غدد جنسی نرها در مرحله دوم رسیدگی جنسی از رشد خوبی برخوردار بوده، به صورت نواری شکل درمی‌آیند، اما بخشی از گناد که به رنگ خاکستری یا زرد متمایل به گلی است بافت چربی را تشکیل می‌دهد که به صورت 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 به صورت اسپرماتوگونی به شکل تک ردیفی در دیواره کانال‌های غدد جنسی قرار می‌گیرند. همچنین در این مرحله کپسول‌ها سخت بوده و به وسیله چینی‌جای 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 همتاکسیلین به خوبی رنگ‌آمیزی می‌شوند. اما سیتوپلاسم سلول‌های اسپرماتوگونی تقریباً رنگ نمی‌پذیرند. در این مرحله سلول‌های اسپرماتوگونی و آغاز روند مراحل اسپرم زایی در بخش مرکزی کانال‌های غدد جنسی قابل مشاهده است. در بعضی از این کانال‌ها نه تنها 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 زیرپوسته سلول به رنگ خاکستری تیره تشکیل می‌گردند و تخمک‌ها محکم به لایه چربی تخمدان می‌چسبند. اگر تخمدان به وسیله چاقو بریده شود تخمک‌ها به صورت 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 زرده سازی 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 تشخیص‌اند، اما زرده‌های دانه‌ریز و مقدار کمی قطرات چربی قابل‌مشاهده 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)

در این مرحله بیضه‌ها طنابی شکل و به رنگ قرمز روشن می‌باشند. از شاخص‌های اندام شناسی 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 یک‌لایه 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 داده‌شده‌اند، باقی می‌مانند. بیضه در قسمت پیشین ضخیم و در قسمت انتهایی نازک است. بیضه حالت ارتجاعی داشته و دارای رگ‌های خونی مشخص و پراکنده‌اند.

مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی)

در این مرحله کانال‌های غدد جنسی از اسپرماتوسیت‌های اولیه و ثانویه انباشته می‌شوند، بطوریکه 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 بریده‌شده قطرات خون ظاهر می‌گردد. در کانال‌های جنسی نر، سلول‌های اسپرماتوگونی فعال‌شده، 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 اسپرم زایی قابل‌تشخیص است. چرخه اسپرم زایی 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)

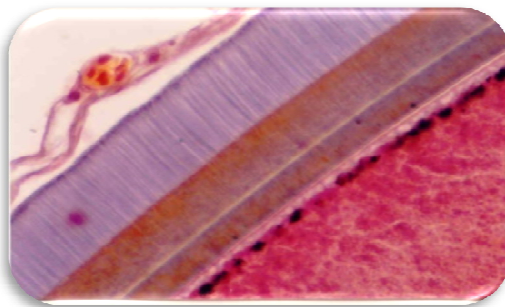
تخمدان به‌اندازه‌ای بزرگ است که تقریباً تمام حفره شکمی را پر می‌کند، تخمک‌ها به‌اندازه کافی ضخیم هستند. هنگامی که تخمدان به‌وسیله چاقو برش داده می‌شود تخمک‌ها به‌صورت مجزا از هم جدا می‌گردند. پراکنش رگ‌های خونی در سطح بیرونی و داخلی تخمدان دیده می‌شود. در مرحله چهارم رسیدگی جنسی کامل، بافت چربی در تخمدان 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، بطوریکه 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 قابل‌مشاهده 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.

در مرحله چهارم رسیدگی، وجود ۹ لایه اصلی و قابل‌تفکیک از خارج به داخل: ۱- لایه اپی‌تلیال فولیکول (Follicle) 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) قابل‌مشاهده می‌باشند.



تصویر ۹ - نمایش لایه‌های مختلف 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 هنگامی که به‌وسیله چاقو برش داده می‌شود ایجاد چین‌خوردگی می‌کند. دربرش 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 اسپرم ریز، اسپرم‌ها آزادانه به بیرون راه می‌یابند.

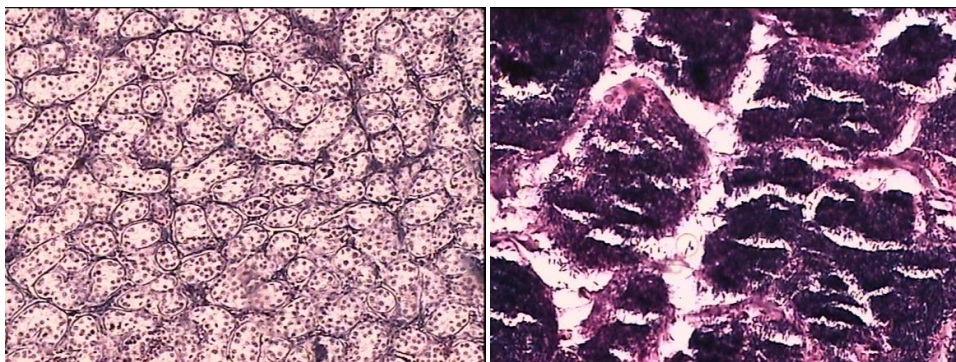


تصویر ۱۰ - ماده مرحله III (ماکروسکوپی)

مشاهدات میکروسکوپی (بافت‌شناسی)

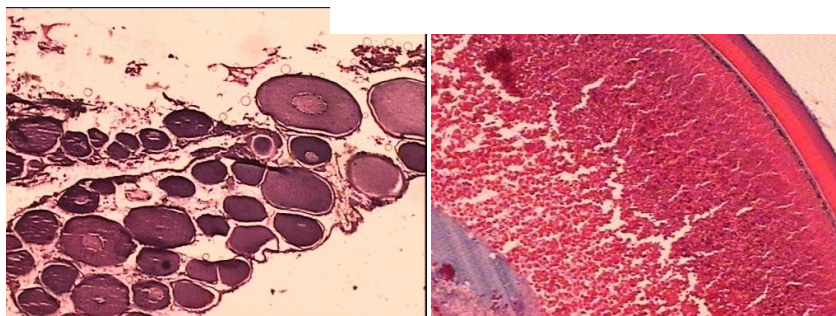
مشاهده روند فعال چرخه اسپرم زایی بیانگر آغاز مرحله چهارم رسیدگی ناقص و کامل غدد جنسی نر است. در ماهیان مختلف مقدار چربی متفاوت است و این چربی بیشتر در بخش میانی غدد جنسی وجود دارد، اگرچه حفره غدد جنسی نر در مرحله چهارم رسیدگی جنسی ناقص از اسپرماتوزوئیدها انباشته‌شده است اما مراحل مختلف چرخه اسپرم زایی 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 تصاویر بافت‌شناسی دیواره تخریب‌شده حفره جنسی و فراوانی اسپرم‌ها در کانال‌های اسپرم‌ساز از ویژگی‌های بارز این مرحله است، اما مراحل چرخه اسپرم زایی هنوز کامل نمی‌باشد.

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



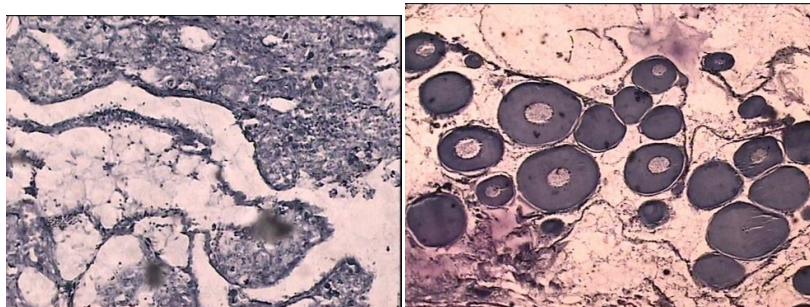
تصویر ۱۲ - نر در مرحله IV رسیدگی (۲۰ X)

تصویر ۱۱ - نر در مرحله II رسیدگی (۲۰ X)



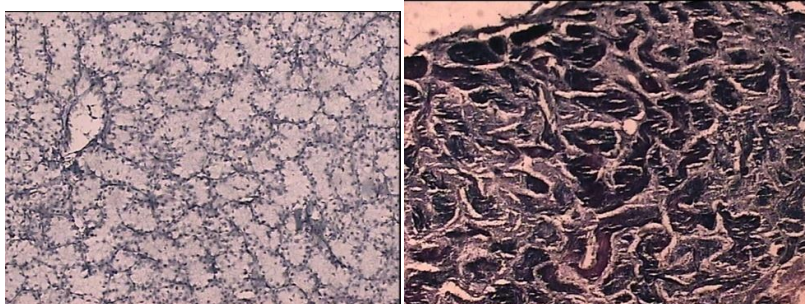
تصویر ۱۴ - ماده مرحله IV (۲۰ X)

تصویر ۱۳ - ماده مرحله II - III رسیدگی (۲۰ X)



تصویر ۱۶ - ماده مرحله II (۴X)

تصویر ۱۵ - ماده مرحله I (۱۰X)



تصویر ۱۸ - نر مرحله IV (۴X)

تصویر ۱۷ - نر مرحله II (۱۰X)

بیوتکنیک تکثیر مصنوعی مولدین پرورشی

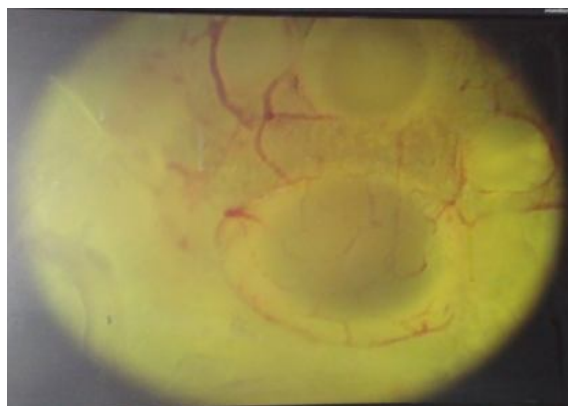
روش لاپراسکوپ

در این روش با استفاده از دستگاه لاپاراسکوپ کمپانی STEMA، DIGITAL VIDEO CAMERA مدل M-CAM1700 و تلسکوپ ۳۰ درجه، ۴ میلی متری، به طول ۱۷/۵ سانتی متر، منبع تولید نور سرد هالوژن W ۲۵۰ و مانیتور ۲۰ اینچ ساخت آلمان نسبت به تعیین جنسیت و مراحل رسیدگی جنسی ماهیان مورد مطالعه اقدام گردید (تصاویر ۱۹-۲۱).

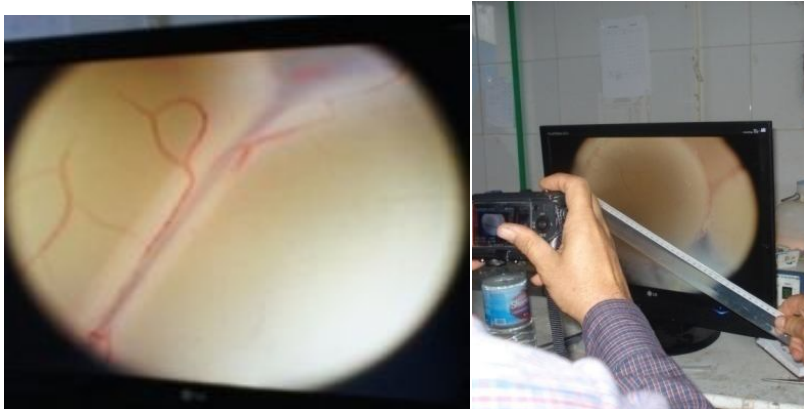
در این روش نیز همانند روش بیوپسی، نخست ماهیان مورد بررسی در وان حاوی محلول ۳۰۰ppm پودر گل میخک بی هوش و سپس از پهلو روی میز جراحی با تسمه های ویژه بسته شدند. پس از ضدعفونی ناحیه بین پلاک استخوانی دوم و سوم از طرف باله شکمی با محلول بتادین، به وسیله تیغ جراحی نوک تیز محل مورد نظر به اندازه حدود نیم سانتی متر سوراخ گردید. از طریق سوراخ ایجاد شده 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 می گردد.



تصویر ۱۹- نحوه کاربرد لاپاراسکوپ جهت تعیین جنسیت و مراحل رسیدگی جنسی



تصویر ۲۰- تصویر گناد فیل ماهیان پرورشی از طریق لاپاراسکوپ



تصویر ۲۱ - نمای لاپراسکوپي تخمک فیل ماهی در مرحله IV

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 جراحی 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^{۲۱} واقع در پشت باله مخرجی ماهیان صورت می‌پذیرد (تصویر ۲۲). به‌منظور انجام مطالعات خون‌شناسی به میزان ۵ سی‌سی خون از ساقه دمی گرفته، و پس از نمونه‌برداری‌های خونی تعیین فاکتورهای موردنظر به انجام می‌رسد (Bahmani et al., ۲۰۰۱؛ یوسفی و همکاران، ۱۳۹۰).



تصویر ۲۲ - نحوه خون‌گیری از سیاهرگ دمی

^{۲۱} - Caudal vein

جداسازی سازی سرم خون

پس از انتقال لوله‌های آزمایش درب دار حاوی خون به آزمایشگاه، جداسازی سرم از سلول‌های خونی توسط سانتریفیوژ (مدل ۲۰۰ Labofuge ساخت شرکت Heraeus sepatech، کشور آلمان) به مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور انجام می‌پذیرد. سپس با استفاده از میکروسپلر سرم به ظروف پلاستیکی ۱/۵ cc اپندورفهای شماره‌گذاری شده و با مشخصات کامل منتقل و تا زمان سنجش پارامترهای موردنظر در دمای 20°C - نگهداری می‌گردد (Pottinger and Carrik, ۲۰۰۱)

شاخص‌های تولیدمثلی

هورمون‌های جنسی

مطالعه و شناخت پروفایل‌های هورمونی در ماهیان یکی از مهم‌ترین عوامل تشخیص مکانیسم‌های درگیر و تنظیم‌کننده 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 قابل‌دسترس، 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 از جمله گامتوژن (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).

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میزان هورمون تستوسترون در مولدین تاسماهی شپ نر اسپرم‌گیری شده نسبت به ماهیان نر فاقد اسپرم بیشتر بود و در ماده‌ها نیز هم‌زمان با تکامل رسیدگی جنسی میزان تستوسترون افزایش‌یافته و در مولدین تکثیری بیشتر از ماهیان نابالغ بود. به‌طور کلی میانگین میزان این هورمون در نرها در مقایسه با ماده‌ها بیشتر است. ولی میزان هورمون پروژسترون کاهش یافت. میانگین میزان هورمون تستوسترون در مولدین تاسماهی ایرانی پرورشی نر و ماده مرحله IV به‌طور معنی‌داری بیشتر از ماهیان مرحله III بود، ولی در ماهیان مرحله III علی‌رغم بیشتر بودن نسبت به مرحله II اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید. افزایش تستوسترون می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت آنزیم آروماتاز و کاهش نیاز به استرادیول و در نتیجه عدم مصرف تستوسترون باشد. افزایش تولید DHP در مراحل نهایی رسیدگی منجر به افزایش مصرف پروژسترون و کاهش آن در سرم خون می‌شود.

میانگین میزان هورمون ۱۷ آلفا - هیدروکسی پروژسترون و ۱۷ بتا - استرادیول در مولدین شپ اسپرم‌گیری شده بیشتر از ماهیان فاقد اسپرم بود، ولی اختلاف معنی‌دار نشان نداد، درحالی‌که میانگین میزان این هورمون‌ها در مولدین ماده تکثیرشده در مقایسه با ماهیان نابالغ بیشتر بوده و اختلاف معنی‌داری نشان داد. این اختلاف را می‌توان در ارتباط با نقش مهم و کلیدی این دو هورمون در فرایند زرده سازی و بلوغ نهایی در ماهیان ماده و قابلیت تبدیل آن‌ها به یکدیگر از طریق آروماتیزه شدن دانست که به‌تناسب نیاز صورت می‌پذیرد. به‌طور کلی میانگین میزان این هورمون‌ها در ماده‌ها بسیار بیشتر از نرها بود. این نتایج با بسیاری از یافته‌های مطرح‌شده در ذیل مطابقت دارد. بهمنی و همکاران (۱۳۸۶)، در مطالعه‌ای که روی ازون برون پرورشی انجام دادند به نتایج مشابهی در این خصوص دست یافتند.

استروئیدهای سلول‌های تکای تخمدان (مانند تستوسترون) قادرند به درون سلول‌های گرانولوزا^{۲۲} نفوذ کرده و موجب بیان ژن آنزیم آروماتاز (P450 aro) شده و سرانجام تستوسترون به استرادیول - ۱۷ B تبدیل می‌گردد، سپس استروئید موردنیاز برای رشد اووسیت فراهم می‌شود (نجفی‌پور، ۱۳۸۴).

تعیین سطوح هورمون‌های استروئیدی

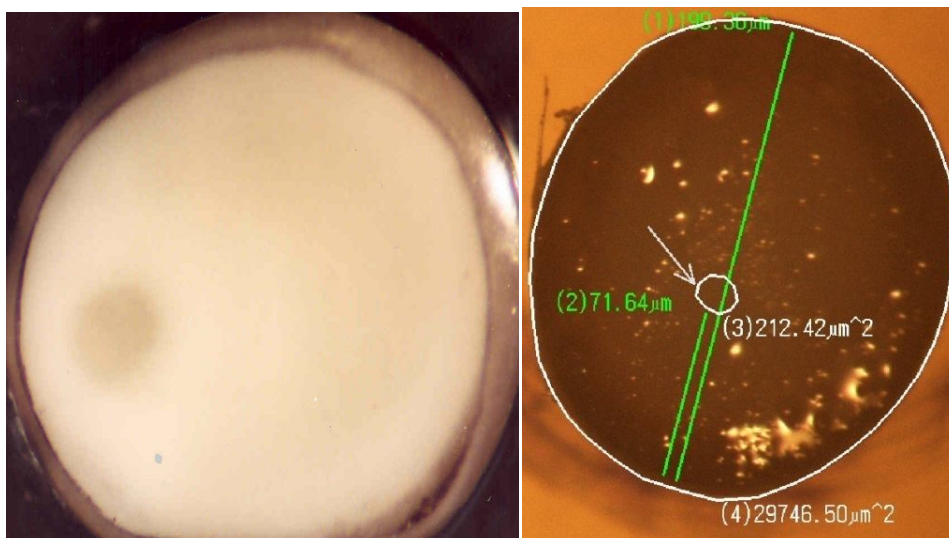
سنجش سطوح هورمون‌های تستوسترون، ۱۷ آلفا - هیدروکسی پروژسترون، ۱۷ بتا - استرادیول و کورتیزول با استفاده از کیت Immunotech ساخت کشور فرانسه و ردیاب I^{125} به روش رادیو ایمنواسی (RIA)، با دستگاه گاما کانتر LKB انجام می‌شود. واحد اندازه‌گیری این هورمون، نانوگرم در میلی‌لیتر (ng/ml) است (بهمنی و همکاران،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

^{۲۲} - Granulosa

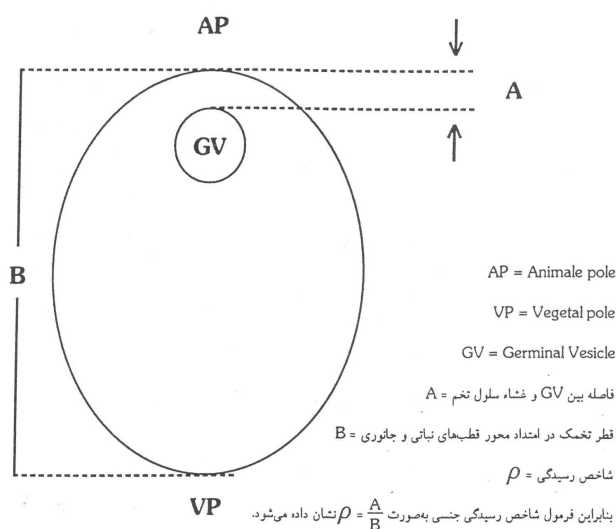
بررسی کیفیت تخمک

روش تعیین GV^{۲۳} در تخمک

جهت تعیین موقعیت هسته سلول، تخمک‌ها برش داده شده و در زیر میکروسکوپ مورد مطالعه قرار می‌گیرد. این کار به وسیله یک برش در طول محور قطب حیوانی - گیاهی تخمک با چاقوی جراحی یا تیغ یک لبه انجام می‌شود. تغییرات موقعیت هسته سلول مشاهده شده (تصاویر ۲۳ و ۲۴) به وسیله شاخص رسیدگی جنسی اندازه‌گیری می‌گردد (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴؛ آذری تاکامی، ۱۳۸۸).



تصویر ۲۳ - تعیین موقعیت GV در تخمک



تصویر ۲۴ - 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-factIII) آنالوگ ویژه تاسماهیان، ماده مؤثره GnRH مصرف‌شده تولیدی مرکز ملی تحقیقات مهندسی ژنتیک و فناوری زیستی که در شرکت داروسازی ثامن مشهد در خط تولید قرار گرفت) طی دو مرحله به فاصله ۱۲ ساعت از یکدیگر صورت گرفت. همه مولدین ماده در دو مرحله بافاصله ۶ ساعت و به نسبت ۲۰٪ به ۸۰٪ 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 به‌وسیله هورمون مولدین ماده با دوز ۲۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن ماهی مورد تزریق هورمون GnRH قرار می‌گیرند (تصویر ۲۵). اخیراً جهت القاء اوولاسیون از هورمون سنتتیک LHRH استفاده می‌شود (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴، ۱۳۸۵، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۰).



تصویر ۲۵ - هورمون GnRH و نحوه تزریق آن



تخمک‌گیری به روش ریز برش مجرای تخمک‌بر

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 اویدکت (لوله تخم‌بر) شکافی ایجاد نموده، با قرار دادن تشتک در زیر منفذ تناسلی و با مالش نرم از ناحیه سر ماهی به دم عملیات تخمک‌کشی صورت پذیرد (تصاویر ۲۶ و ۲۷) (پادوشکا، ۱۹۹۹؛ بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴b و ۱۳۸۹).

اسپرم‌گیری به روش سوند

در این روش پس از کنترل مولدین نر آماده به اسپرم دهی، ناحیه تناسلی ماهی با استفاده از یکپارچه 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 نور مستقیم در آزمایشگاه مورد بررسی کمی و کیفی قرار می‌گیرد (تصاویر ۲۸ و ۲۹) (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۹).



تصویر ۲۷ - استحصال اسپرم از مولدین



تصویر ۲۶ - استحصال تخمک به روش ریز برش مجرای



تصویر ۲۸ - روش ریز برش مجرای تخم بر تصویر ۲۹- اسپرم استحصال شده از مولدین نر

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

پس از استحصال مواد تناسلی و انجام عملیات تکثیر مصنوعی، مولدین (نر و ماده) ابتدا به حوضچه‌های بتونی انتقال و سپس جهت نگهداری طولانی‌مدت در حوضچه‌های فایبرگلاس، پس از ۴۸ ساعت مورد تغذیه واقع می‌شوند. به‌منظور جلوگیری از بروز هرگونه عفونت احتمالی، مولدین تکثیرشده به مدت یک هفته و به‌طور روزانه، هر بار به میزان ۲ سی‌سی تحت تزریق آنتی‌بیوتیک اکسی‌وت 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 می‌شوند. اسمولاریته اسپرم و پلاسمای اسپرم با استفاده از اسمومتر انجمادی دیجیتال (مدل ۱۳ - Nr.۹۶۱۰۰۳.Type شرکت Rebling، ساخت کشور آلمان) و برحسب میلی‌اسمول 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 (تصویر ۳۰)، pH مایع اسپرمی با استفاده از دستگاه اکسی-پی اچ متر دیجیتال و درصد اسپرماتوکریت با استفاده از میکروهماتوکریت (با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۵ دقیقه) اندازه‌گیری می‌گردد 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).



تصویر ۳۰- لام توما و میکروسکوپ نوری نیکون

لقاح و رفع چسبندگی تخم‌ها

پس از استحصال تخمک و اسپرم از مولدین فیل ماهی پرورشی، به ازای هر کیلو تخمک، ۱۰ سی سی اسپرم اضافه می‌شود. پس از اختلاط کامل تخمک با اسپرم به مدت ۵ دقیقه و انجام عمل لقاح به روش نیمه خشک، به منظور زدودن چسبندگی تخم‌های لقاح یافته، از مخلوط گل رس و آب (با غلظت ۱۰ درصد) باهم زدن مداوم به مدت ۴۵ دقیقه استفاده می‌گردد. پس از رفع چسبندگی، تخم‌های آب کشیده به جعبه‌های انکوباتور انتقال می‌یابند (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۱) (تصویر ۳۱).

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 سانتی متر و دبی مستمر ۰/۴-۰/۵ لیتر در ثانیه به انکوباتور یوشچنکو مستقر در سالن انکوباسیون بخش تکثیر مجتمع، معرفی می‌شوند (تصویر ۶۶). منبع تأمین آب مورد نیاز انکوباتورها (که پس از ته‌نشست در استخر مادر و فیلتراسیون با فیلترهای شنی وارد انکوباتورها شد) نیز آب رودخانه سفیدرود است.

برای تعیین درصد لقاح، در دومین تقسیم گاسترولایی (حدود ۳:۳۰ ساعت پس از لقاح) تعداد ۱۰۰ عدد تخم به صورت کاملاً تصادفی از پاکت‌های مختلف انکوباتور برداشته، و در فرمالین ۵٪ فیکس می‌گردد. درصد لقاح تخم‌ها با استفاده از لوپ مدرج نیکون مدل MST۸۰۰ محاسبه می‌شود.

پس از تفریخ تخم‌ها، برای محاسبه دقیق تعداد لارو و میانگین وزن یک لارو از ترازوی دیجیتالی (شرکت A&D مدل D۰۰۰۶ ژاپن) با دقت ۰/۱ گرم و به روش وزنی (تعداد در گرم) استفاده شد. برآورد وزن لاروها در اوج تفریخ تخم‌ها صورت می‌پذیرد.



تصویر ۳۱ - فرایند لقاح، رفع چسبندگی و انکوباسیون

پرورش اولیه لاروها و آدپتاسیون غذایی آنها

پس از تفریح تخمها، لاروهای حاوی کیسه زرده به حوضچه‌های ونیرو 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 (۳٪) و دافنی (۶٪) مورد تغذیه قرار می‌گیرند. پس از تغذیه با غذای زنده، به‌منظور آدپتاسیون غذایی، لاروها از وزن ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرمی به میزان ۶ درصد وزن بدن (۳٪) دافنی و ۳٪ 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 قطره‌های بیشتر (۰/۸، ۱، ۱/۵ و ۱/۹) غذادهی می‌شوند (تصاویر ۳۳ - ۳۴).



تصویر ۳۳- لاروهای تازه تفریح شده



تصویر ۳۳- معرفی لاروهای تفریح شده به حوضچه‌های ونیرو تصویر ۳۴- لاروهای مرحله جذب کامل کیسه زرده

تولید بچه ماهی از مولدین تاسماهیان پرورشی



تصویر ۳۵ - تولید بچه ماهی از مولدین تاسماهی ایرانی پرورشی (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۰)



تصویر ۳۶ - تولید بچه ماهی از مولدین فیل ماهی پرورشی (یوسفی جووردهی و همکاران، ۱۳۹۲)

استحصال و تولید خاویار

از مولدین گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری پرورشی به‌طور میانگین بین ۱۵ - ۱۲ درصد وزن بدن خاویار استحصال می‌گردد (تصویر ۳۷).



تصویر ۳۷ - استحصال خاویار

فصل دوم

فرمولاسیون بومی جیره

ویژه ماهیان خاویاری

پرورشی در مراحل

مختلف رشد

موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر در راستای مصوبات شورای سیاست‌گذاری بخش شیلات وزارت جهاد کشاورزی و تأکید مقام عالی وزارت در جلسه شورای سیاست‌گذاری مورخ ۱۳۹۳/۴/۲۲ مبنی بر ضرورت واگذاری دانش فنی فرمولاسیون غذایی ویژه ماهیان خاویاری به بهره‌برداران و تأکید معاون محترم وزیر و ریاست سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی طی نامه ۲۴۹۲۲/۲۰۰ مورخ ۱۳۹۳/۴/۳۰ و با هماهنگی‌های به‌عمل‌آمده با مدیرکل محترم دفتر تجاری‌سازی تحقیقات و انتقال فناوری، سازمان شیلات ایران و محققین مجری طرح‌های فرمولاسیون غذای کنسانتره ویژه ماهیان خاویاری اقدام به ارائه دانش فنی فرمولاسیون غذایی نمود.

امروزه تغذیه ماهیان خاویاری یکی از مشکلات جدی پرورش‌دهندگان محسوب می‌شود. در سیستم پرورش تمام دوره‌ای ماهیان خاویاری هزینه تأمین غذای کنسانتره بیش از ۵۰ درصد هزینه‌های پرورش را شامل می‌شود. در دهه‌های گذشته کمبود اطلاعات در زمینه احتیاجات غذایی اغلب گونه‌های ماهیان خاویاری و فقدان جیره‌های تجاری مناسب موجب شد تا پرورش‌دهندگان جهت تغذیه آن‌ها از غذای آزادماهیان استفاده کنند که در درازمدت باعث رشد ضعیف، خمیدگی جانبی ستون فقرات، عدم تعادل و عوارض دیگر تغذیه‌ای می‌شود. بنابراین تولید تاسماهیان در مقیاس تجاری نیازمند غذا با ترکیب ارزان، مؤثر و کارآمد است که هنگام استفاده، تأمین‌کننده ضرایب مطلوب تبدیل غذا و رشد باشد. این امر در تغذیه ماهیان خاویاری با دوره رشد طولانی از اهمیت مضاعف برخوردار است. بر اساس برنامه تولید در افق ۱۴۰۴ به میزان ۲۰ هزار تن گوشت ماهیان خاویاری پرورشی نیاز مراکز تولیدی به غذای کنسانتره به ۱۱۰ هزار تن می‌رسد که بدون فرمولاسیون بومی، توسعه پرورش و تولید اقتصادی ماهیان خاویاری امکان‌پذیر نبوده و به عبارتی مقرون‌به‌صرفه نخواهد بود.

دانش فنی فرمولاسیون خوراک ویژه ماهیان خاویاری پرورشی شامل تولید جیره غذایی مخصوص تاسماهیان در دوره لاروی، دوره رشد و جیره غذایی مولدین پرورشی تاسماهیان و استحصال خاویار است. فرمول‌های غذایی فوق علاوه بر تأمین نیاز مراکز پرورش ماهیان خاویاری از مرحله نوزادی تا استحصال خاویار باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی و سرعت رشد ماهیان می‌شود. با توجه به برنامه تولید در افق چشم‌انداز (۱۴۰۴) به میزان ۲۰-۱۰ هزار تن گوشت ماهیان خاویاری در کشور، نیاز مراکز تولیدی به غذای کنسانتره ۱۰۰ تا ۱۶۰ هزار تن در هرسال با افزایش وزن توده زنده ماهیان خواهد رسید که بدون فرمولاسیون بومی، مقرون‌به‌صرفه نخواهد بود. در شرایط فعلی پرورش‌دهندگان ماهیان خاویاری به‌ناچار از جیره‌های وارداتی یا جیره‌های متفرقه (ماهیان سرد آبی) استفاده می‌کنند. قیمت تمام‌شده غذای حاصل از فرمولاسیون موسسه حدود ۵۰ هزار ریال و غذای وارداتی بیش از ۲ برابر قیمت فوق تمام می‌شود. ضریب تبدیل غذای فرمولاسیون فوق از ۱/۱ تا ۱/۳ با توجه به نوع غذا در نوسان است و از این لحاظ با غذای وارداتی برابری می‌نماید و در برخی مراحل پرورش نظیر دوره پرورش بچه ماهی و پروراری بسیار مطلوب‌تر از غذای وارداتی است. خوراک ویژه ماهیان خاویاری پرورشی تأمین‌کننده تمامی نیازهای حیاتی ماهیان خاویاری در مراحل لاروی، بچه ماهی، رشد و پروراری و پیش‌مولد و مولدسازی با ضریب تبدیل غذایی ۱/۱ تا ۱/۳ است.

میزان مصرف غذای فعلی در مراکز خصوصی فعال با بیوماس ۲۰۰۰ تن ماهی که از غذاهای وارداتی است برابر با ۲۰ هزار تن (ضریب تبدیل غذای موجود ۲/۵ تا ۳/۵) و این دستاورد باعث جایگزینی غذای داخلی و صرفه‌جویی ارزی و افزایش درآمد تولیدکنندگان غذای کنسانتره و کاهش هزینه‌های تولید به میزان ۲۵ درصد می‌شود.

موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر در طی ۱۵ سال تحقیق به بخش قابل‌توجه و اثربخشی از احتیاجات غذایی گونه‌های پرورشی بومی تاسماهیان کشور طی اجرای ۱۲ پروژه تحقیقاتی و اجرایی دست‌یافته و موفق به تولید جیره‌های مخصوص ماهیان خاویاری در دوره‌های مختلف رشد، پروراری و مولدسازی شده و با ارتقای کیفی جیره‌های فوق و تعیین بهترین رشد و بازماندگی و ضرایب تبدیل غذا جیره‌های لاروی و بچه ماهی گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری را معرفی نموده است. بطوریکه تاکنون چندین مزرعه خصوصی پرورش ماهیان خاویاری در کشور از مشاوره فوق بهره‌مند شده‌اند.

فرمولاسیون موردنظر دارای موازنه مطلوبی از نسبت‌های مواد مغذی است. علاوه بر برقراری نسبت‌های پروتئین به انرژی و موازنه اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه، از سوی دیگر فراوری در سیستم تولیدی آرام‌پز بازمان پخت بالا هیچ آسیبی به ریزمغذی‌ها حتی ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه و موازنه سایر مواد مغذی ندارد و عمل ژلاتینه به‌طور کامل انجام می‌شود و بدیهی است تولید غذا با چنین روشی بر اساس فرمولاسیون موسسه تاسماهیان متضمن تولید استاندارد از نظر خوراک ماهیان خاویاری است و در مقایسه با غذای روش اکسترودر که در اثر فشار و حرارت بالا باعث دناتوره شدن پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و مواد معدنی حساس به حرارت بالا می‌گردد و عمدتاً واجد نقش شنواری در شرایط پرورشی است که صید آن با الگوی زیستی دهان زیرین تاسماهیان متفاوت است، تأثیر مطلوبی در تولید ماهیان خاویاری و محصول نهایی خاویار پرورشی دارد.

اهمیت تجارت ماهیان خاویاری

ماهیان خاویاری با قدمت ۲۰۰ میلیون سال در زمره مهم‌ترین آبزیان جهان محسوب می‌شوند که از لحاظ ارزش گوشت و خاویار جایگاه ویژه و ممتازی در جهان دارند. از ۲۷ گونه ماهیان خاویاری، ۶ گونه «فیل‌ماهی، تاسماهی ایرانی، تاسماهی روسی، شپ و ازون برون و استرلیاد» در دریای خزر و رودخانه‌های منتهی به آن زیست می‌کنند که بزرگ‌ترین ذخیره طبیعی تاسماهیان جهان را تشکیل می‌دهند. این گونه‌های پالرزش ذخیره منحصربه‌فرد ژنتیکی دریای خزر هستند که نه تنها از لحاظ علمی از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند، بلکه در تولید گوشت و خاویار و کسب درآمدهای ارزی، ایجاد اشتغال و توسعه صنعت توریسم، سهم بسزایی را ایفاء می‌نمایند (Pourkazemi, ۲۰۰۶).

افزایش فزاینده جمعیت کره زمین از یک سو سبب برداشت بیش‌ازحد، تخریب و تصرف زیستگاه‌های طبیعی به‌ویژه مکان‌های زادآوری جوامع گیاهی و جانوری و در نتیجه کاهش شدید تولید طبیعی و از سوی دیگر سبب افزایش تقاضا به‌ویژه پروتئین و به‌طور خاص پروتئین سفید شده است. جمعیت‌های طبیعی تاسماهیان که از کهن‌ترین و مهم‌ترین ماهیان تجاری و بوم‌شناختی جهان محسوب می‌شوند، نیز از این قاعده مستثنا نبوده، بشدت در معرض نابودی و انقراض قرار گرفته‌اند (FAO, ۲۰۱۰a). بر اساس آمارهای جهانی درحالی‌که در سال‌های پایانی دهه ۱۹۷۰ میلادی، برداشت یا صید تاسماهیان از محیط‌های طبیعی بیش از ۳۳۰۰۰ تن و در سال ۱۹۹۱ میلادی حدود ۱۵۰۰۰ تن در سال بود، به کمتر از ۵۰۰ تن در سال ۲۰۰۶ (Ramsar Declaration on Global Sturgeon Conservation, ۲۰۰۶) و ۳۸۵ تن در سال ۲۰۰۹ میلادی رسید (FAO, ۲۰۰۹). کاهش شدید جمعیت‌های طبیعی تاسماهیان شوک بزرگی را بر جوامع علمی به‌ویژه دانشمندان شیلاتی و نیز مقامات اجرایی کشورهای تولیدکننده ماهیان خاویاری وارد نمود. و آنان را وادار نمود که با شتاب بیشتری به آبی‌پروری و تشکیل گله‌های مولد تاسماهیان بپردازند، از سوی دیگر تجارت غیرقانونی عاملی شد تا مجمع بین‌المللی تجارت گونه‌های در حال انقراض سازمان ملل، صادرات خاویار و ماهی‌های خاویاری را محدود کند (TRAFFIC, ۲۰۰۰) اجلاس کشورهای دریای خزر در سال ۲۰۱۱ خواستار ممنوعیت صید ماهیان خاویاری شدند و طرح توسعه مزارع پرورش ماهیان خاویاری را ارائه دادند. در این راستا کشورهایی که هیچ‌گونه سابقه پرورش ماهیان خاویاری را نداشته‌اند اقدام به پرورش ماهیان خاویاری نمودند (CITES, ۲۰۱۳)

همان‌طور که در سطور بالا عنوان شد پرورش تمام دوره‌ای تاسماهیان یکی از راه‌حلهایی است که توسط دانشمندان جهت حفظ نسل این ماهیان توصیه شده است. اکثر بیولوژیست‌ها معتقدند که صید آبزیان به بالاترین مقدار رسیده و تولیدات آبی‌پروری بزرگ‌ترین منبع تأمین نیاز جوامع در آینده خواهد بود که طی آن تمامی امور مولدسازی، تکثیر و پرورش، تولید گوشت و خاویار در مزارع پرورش ماهی قابل اجرا است. پرورش ماهیان خاویاری از نیمه دوم قرن بیستم در روسیه آغاز شد و تاکنون به‌طور قابل توجهی در جهان توسعه یافته است. تولید تاسماهیان در طی دهه اخیر از رشد سریعی برخوردار بوده است. در سال ۲۰۰۵ تولید جهانی آبی‌پروری تاسماهیان ۱۷۹۳۸ تن بود و در سال ۲۰۰۸ با رشد ۳۱/۵٪ به ۲۶۲۱۳ تن رسید. این رشد در طی سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ ادامه یافت و در سال ۲۰۱۲ به ۸۰۰۰۰ تن رسید (جدول ۱). در حال حاضر بیش از ۳۰ مزرعه تکثیر و پرورش ماهی خاویاری در اروپا فعالیت می‌نمایند و بیش از ۱۳ گونه تاسماهی و ۱۰ هیبرید حاصل از آن‌ها در کشورهای چین، روسیه، ایتالیا، لهستان، فرانسه، اسپانیا، مجارستان، اروگوئه و آمریکا و کشورهای دیگر پرورش داده می‌شوند. بسیاری از کشورها نظیر آلمان، اتریش، عربستان و برخی کشورهای آفریقایی درصدد توسعه سیاست‌های آبی‌پروری مرتبط با پرورش ماهیان خاویاری هستند. کشورهای چین، روسیه، ایتالیا، لهستان، فرانسه، اسپانیا، آلمان و آمریکا به ترتیب عمده‌ترین تولیدکنندگان ماهیان خاویاری و خاویار پرورشی در جهان می‌باشند و با تولید و صادرات ده‌ها تن خاویار پرورشی و بیش از ۵۰ هزار تن گوشت به بازار جهانی، رقابت تنگاتنگی با خاویار طبیعی دریای خزر ایجاد نموده‌اند میزان تولید ماهیان خاویاری حدود ۸۰۰۰۰ تن توسط فائو در سال ۲۰۱۵ گزارش شده است (جدول ۲). در حال حاضر روند رشد تعداد مزارع پرورش ماهیان خاویاری فزاینده است. تعداد ۲۲ گونه (۱۲ گونه اصلی و ۱۰ گونه هیبرید) از تاسماهیان اقتصادی در بیش از ۳۸ کشور جهان پرورش داده می‌شود و پیش‌بینی اولیه تولید جهانی حاکی از تولید بیش از ۸۰ هزار تن گوشت و حدود ۲۶۰ تن خاویار پرورشی در سال ۱۳۹۳ است (بر اساس گزارش‌های سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، آمار سایت FAO در سال ۲۰۱۵، نرم‌افزار FishState) و علاوه بر آن تولید خاویار پرورشی در سال ۲۰۱۶ را ۴۸۶ تن و طی ده سال آینده ۷۵۰ تا ۷۵۰ تن اعلام نمودند (Bronzi and Rosenthal, ۲۰۱۴). این در حالی است که طی دهه اخیر تولید ماهیان خاویاری پرورشی توسط بخش خصوصی با بیش از ۵۰ درصد رشد سالانه، به ۱۲۰۰ تن در سال ۱۳۹۳ رسید. در ادامه بر اساس مجوزهای صادره از سازمان شیلات ایران تا سال ۱۳۹۳ ظرفیت تولید مزارع فعلی باهدف ۳۰۰۰ تن گوشت و ۵۰ تن خاویار با روش پرورش متراکم در حوض‌های بتنی و جریان آب یک‌طرفه باز (Flow-through system) برنامه‌ریزی شده است. به دلیل معروفیت علامت تجاری خاویار ایران (خاویار استحصالی از ذخایر طبیعی 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).

جدول ۳ - وضعیت تولیدات آبی پروری ماهیان خاویاری در جهان (FAO, ۲۰۱۵)

سال	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳
میزان (تن)	۱۷۹۳۸	۱۹۱۷۱	۲۵۸۰۸	۲۶۲۱۳	۳۳۳۲۹	۴۰۰۷۴	۴۷۰۰۰	۸۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰

جدول ۴ - کشورهای اصلی تولیدکننده گوشت و خاویار تاسماهیان در جهان در سال ۲۰۱۲ (FAO, ۲۰۱۴)

ردیف	کشورها	گوشت	خاویار	ردیف	کشورها	گوشت	ردیف	کشورها	گوشت
۱	چین	۴۲۰۰۰	۱۶	۱۱	ویتنام	۱۸۰	۲۱	لیتوانی	۱۰.۷
۲	روسیه	۲۱۰۰	۳	۱۲	مجارستان	۸۱	۲۲	اتریش	۲
۳	ایتالیا	۸۲۳	۲۴	۱۳	اروگوئه	۷۰	۲۳	مصر	۱.۵
۴	ایران	۴۵۶	۰.۴	۱۴	بلاروس	۵۲	۲۴	اسلوانی	۰.۵
۵	بلغارستان	۴۴۸	-	۱۵	عربستان سعودی	۳۰	۲۵	آذربایجان	۰.۵
۶	فرانسه	۳۰۰	۲۰	۱۶	اسرائیل	۳۰	۲۶	دانمارک	۰.۵
۷	آمریکا	۲۰۰	۲۵	۱۷	رومانی	۲۴.۲	۲۷	قبرس	۰.۱
۸	لهستان	۱۷۰	۱	۱۸	استونی	۲۳.۵			
۹	آلمان	۱۰۰	۶	۱۹	لیتوانی	۱۷.۲			

در ایران برخلاف سابقه تکثیر پرورش تاسماهیان از قدمت کمی برخوردار است ذکر این نکته ضروری است که تا قبل از سال ۱۳۸۸ پرورش تاسماهیان در مقیاس تجاری صورت نمی‌گرفت. در این سال تنها ۲۰ تن گوشت تولید گردید، اما با افزایش صدور پروانه‌های بهره‌برداری و استقبال عمومی، میزان تولید گوشت و خاویار از سال ۹۱ به ۹۲ از ۴۵۶ به ۶۰۰ تن و از ۴۰۰ به ۱۲۰۰ کیلوگرم افزایش یافت، هرچند که با آمار ارائه‌شده توسط کشورهای عمده تولیدکننده گوشت و خاویار اختلاف بسیار زیادی دارد. در حال حاضر تعداد ۴۵ مزرعه پرورش ماهیان خاویاری در کشور مشغول بکار بوده و قادر به تولید ۳۴۷۸ تن گوشت و بیش از ۱۵ تن خاویار می‌باشند که فیل ماهی و تاسماهی سبیری به دلیل سرعت رشد بالا و تحمل شرایط نامساعد محیطی دو گونه موردنظر جهت پرورش بشمار می‌آیند (جداول ۳ و ۴). از سوی دیگر کشور ما با برخورداری از سابقه ۵۰ ساله در تکثیر ماهیان خاویاری در کشور، وجود گونه‌های مناسب و شرایط آب و هوایی مساعد، همچنین تخصص فنی و پائین بودن هزینه‌های جاری پرورش در مقایسه با کشورهای اروپایی درصدد است که در برنامه‌های پیش رو در افق ۱۴۰۴، ۱۰۰۰۰۰ تن گوشت و ۱۰۰ تن خاویار از ماهیان خاویاری تولید نماید (برگرفته از گزارش‌های اداره کل

شیلات)، در صورتی که به دلیل عدم وجود جیره غذایی مناسب، استاندارد و مطابق با نیازهای غذایی تاسماهیان موجب افزایش هزینه تولید، افزایش بار آلودگی، عدم سودهی و راه نیافتن به بازارهای جهانی و از بین رفتن برند خاویار ایران خواهد شد. در آبی پروری معمولاً ۳۰ تا ۷۰٪ هزینه به غذا اختصاص می یابد، بنابراین غذا و فعالیت های غذایی عناصر مهم در پایداری، سودآوری و بهبود صنعت مدرن آبی پروری هستند. از طرف دیگر، کیفیت تغذیه نقش بسیار مهمی در سیستم ایمنی و مقاومت در مقابل بیماری ها را بازی می کند. در نتیجه کیفیت غذا و مدیریت تغذیه مواردی هستند که باید به دقت مورد توجه قرار گیرند. غذا باید قابل هضم، محتوی مواد مغذی مطلوب و انرژی متعادل و متناسب با سیستم پرورش باشد، همچنین برای یک گونه پرورشی اقتصادی باشد. (Webster and lim., ۲۰۰۲).

حسن یک غذا با کیفیت بالا زمانی محقق خواهد شد که ماهی به طور تدریجی (به طور صحیح) تغذیه شده باشد. پرورش دهندگان علاقه دارند که یک نرخ بالای مصرف غذا، حداکثر تولید و سودآوری داشته باشند که از دست دادن مواد مغذی در اثر عدم مصرف بلادرنگ غذا و غذای خورده نشده یا اضافی موجب ضرر اقتصادی و بهمان اندازه یک منبع آلودگی و محیطی را امکان پذیر می سازد. بنابراین غذا باید به طریقی خورده شود که دارای کمترین ضایعات، راندمان تبدیل غذا و رشد مطلوب و کمترین استرس باشد و سلامت ماهی را حفظ کند. جنبه های اقتصادی، زیست محیطی و سلامت ماهی فاکتورهای مهم حیاتی برای پایداری صنعت آبی پروری هستند. این فاکتورها فشار بر متخصصین تغذیه جهت توسعه بیشتر در جهت کاهش هزینه، متعادل کردن تغذیه، کاهش بار آلودگی جیره غذایی و بهمان اندازه بهبود استراتژی تغذیه وارد می کند از سوی دیگر پرورش موفقیت آمیز آبیان به کیفیت و ارزش غذایی جیره های آغازین و پرورشی وابسته است. به عنوان مثال پروتئین جیره یک فاکتور تأثیرگذار بر شاخص های رشد است (Lovell, ۱۹۸۹) و افزایش آن در جیره موجب بهبود بازده تولید به ویژه در ماهیان گوشت خوار می گردد (Salhi et al., ۲۰۰۴)، اما ماده گرانی است و افزایش آن در جیره غذایی، موجب افزایش تصاعدی قیمت غذا می شود. اما می توان با افزودن موادی نظیر چربی و کربوهیدرات به عنوان منابع تولیدکننده انرژی در سطوح مشخص، کارایی پروتئین را در جهت افزایش رشد ماهیان بهبود بخشید و در مصرف پروتئین صرف جویی نمود. بدین جهت امروزه در صنعت آبی پروری 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 امعا و احشاء از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Garling and Wilson, ۱۹۷۶) و فرمولاسیون جیره های غذایی بر اساس سطوح پروتئین و انرژی به اندازه نیاز ماهی تنظیم می شوند (Salhi et al., ۲۰۰۴). بنابراین در نظر گرفتن جیره های متناسب با نیازهای پروتئین و انرژی ماهیان خاویاری در کشور موجب افزایش بی رویه پروتئین در جیره غذایی، افزایش غیرمنطقی هزینه تولید غذا، افزایش دفع ضایعات نیتروژنی به محیط پرورش و آلودگی آن و محیط زیست می گردد که با طرح های بلندمدت پرورش ماهی در قفس، ایجاد سایت های ساحلی پرورش ماهی خاویاری در کنار و توسعه روزافزون مزارع پرورش ماهیان خاویاری در سطح کشور این مشک ابعاد گسترده تر و گاهی فاجعه آمیزی به خود می گیرد، این در حالی است که اکثر تولیدکنندگان ماهیان خاویاری در کشور از غذاهای غیراستاندارد و غیر مطابق با نیازهای ماهیان خاویاری و یا از جیره های غذایی گران قیمت خارجی استفاده می کنند و به این نکته توجه ندارند که کمبود دانش و فن آوری در این زمینه موجب عدم گسترش پرورش ماهیان خاویاری در محیط های محصور در آینده قلمداد شده (Hung, ۱۹۹۹) و میزان پروتئین انرژی و نوع منبع انرژی از مهم ترین فاکتورهایی است که مصرف خوراک و در نهایت روند رشد ماهی را تحت تأثیر قرار می دهد (Houlihan et al., ۲۰۰۱).

لازم به ذکر است که در سال های گذشته عدم وجود غذای اقتصادی و با کیفیت در سطح تجاری در کشور که بتواند کلیه نیازهای غذایی لازم به ذکر است که در دهه های ۸۰ و ۹۰ میلادی در کشورهای اروپایی، کمبود اطلاعات در زمینه احتیاجات غذایی اغلب گونه های تاسماهیان و فقدان جیره های تجاری مناسب موجب گردد بود که پرورش دهندگان جهت تغذیه تاسماهیان از جیره آزادماهیان استفاده کنند. این امر در درازمدت باعث رشد ضعیف، خمیدگی جانبی ستون فقرات (Scoliosis)، عدم تعادل و عوارض دیگر تغذیه ای شد (Webster and lim., ۲۰۰۲). بنابراین کیفیت و کمیت غذای مورد استفاده به طور مستقیم در میزان کمیت و کیفیت تولید مؤثر است. این امر به ویژه در تاسماهیان با دوره رشد طولانی، نمود بیشتری خواهد یافت. بنابراین تولید تاسماهیان در مقیاس تجاری نیازمند غذایی با ترکیب ارزان و مؤثر و کارآمد است که هنگام استفاده، رشد مناسب و کمترین مقدار F.C.R را در آن ها ایجاد نماید (Hung and Deng, ۲۰۰۲). در این میان باید به تعیین نیازهای غذایی (پروتئین، چربی، کربوهیدرات، نسبت پروتئین به چربی، حد بهینه ویتامین ها و مواد معدنی) باید توجه خاصی مبذول داشت. بنابراین به طور خلاصه فرمول های غذایی واگذار شده علاوه بر تأمین نیاز مراکز پرورش ماهیان خاویاری از مرحله نوزادی تا استحصال خاویار باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی و سرعت رشد ماهیان می شود. با توجه به برنامه تولید در افق چشم انداز (۱۴۰۴) به میزان ۲۰-۱۰ هزار تن گوشت ماهیان خاویاری در کشور، نیاز مراکز تولیدی به غذای کنسانتره به حداقل ۱۱۰ هزار تن خواهد رسید که بدون فرمولاسیون بومی، مقرون به صرفه نخواهد بود.

در شرایط فعلی پرورش دهندگان ماهیان خاویاری به ناچار از جیره‌های وارداتی یا جیره‌های متفرقه (ماهیان سرد آبی) استفاده می‌کنند. قیمت تمام‌شده غذای حاصل از فرمولاسیون موسسه حدود ۵۰ هزار ریال و غذای وارداتی بیش از ۲ برابر قیمت فوق تمام می‌شود. ضریب تبدیل غذای فرمولاسیون فوق از ۱/۱ تا ۱/۵ با توجه به نوع غذا در نوسان است و از این لحاظ با غذای وارداتی برابری می‌نماید و در برخی مراحل پرورش نظیر دوره پرورش بچه ماهی و پروراری بسیار مطلوب‌تر از غذای وارداتی است. غذای داخلی مخصوص ماهیان استخوانی که با اندکی تغییر در فرمولاسیون تحت عناوین مختلف به ناچار در مزارع پرورش خاویاری استفاده می‌شود دارای ضریب تبدیل غذایی ۳ است و قابل‌مقایسه با غذای ویژه ماهیان خاویاری نمی‌باشد که با همان قیمت و ارزش غذایی مطلوب دارای ضریب تبدیل ۱/۵ است. تولید غذا بر اساس فرمولاسیون موسسه تاسماهیان متضمن تولید استانداردهای بین‌المللی تولید (GMP)* از نظر خوراک ماهیان خاویاری است و در مقایسه با سایر روش‌های موجود تولید غذا، برای گونه‌های استخوانی تأثیر مطلوبی در تولید ماهیان خاویاری و محصول نهایی خاویار پرورشی دارد.

در طی ۵ سال تحقیق، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر به احتیاجات غذایی گونه‌های پرورشی بومی کشور دست‌یافته و موفق به تولید جیره‌های مخصوص ماهیان خاویاری در دوران لاروی، رشد، پروراری و مولدسازی شده و در حال حاضر چندین مزرعه خصوصی پرورش ماهیان خاویاری در داخل و خارج استان از مشاوره فوق بهره‌مند شده‌اند که در ادامه به روند تحقیقات و فعالیت‌های انجام‌شده در تحقق این امر اشاره می‌شود. باید به این نکته اشاره نمود که هرچند جیره‌های وارداتی از لحاظ کیفیت و تأمین نیازمندی‌های غذایی گونه‌های پرورشی در سطح مطلوبی هستند، اما با توجه به قیمت بالا و دوره پرورش طولانی مدت ماهیان خاویاری، استفاده از آن در طولانی مدت مقرون به صرفه نمی‌باشد. از سوی دیگر با توجه به شرایط موجود و امکان اعمال تحریم‌های بیشتر علیه کشورمان امکان قطع واردات جیره‌های مزبور از شرکت‌های خارجی وجود دارد.

معرفی و اهمیت شیلاتی گونه‌های پرورشی:

لزوم اجرای سیاست‌های از اقتصاد تک‌محصولی و تشویق صادرات غیرنفتی کشور از اهمیت خاصی برخوردار است. در عرصه صادرات غیرنفتی توجه به صادرات آن دسته کالاهایی که ضمن تأمین درآمد ارزی مناسب، باعث ایجاد اختلال و نقصان در بازارهای داخلی نگردد از اهمیت دوچندان برخوردار بوده است. در این راستا تولید و صدور گوشت و خاویار ماهیان خاویاری، با توجه به تولید ناچیز در بازارهای داخلی و کیفیت پایین خاویار در بازار جهانی، ارزش‌آوری این محصول در بازارهای بین‌المللی بسیار حائز اهمیت است.

کلیه گونه‌های تاسماهیان جهان در تقسیم‌بندی IUCN در گروه جانوران رو به انقراض (Red List) واقع شده‌اند. به‌طوری‌که با توجه به برنامه تعطیلی ۵ ساله صید تجاری ماهیان خاویاری از دریای خزر ضرورت دارد تلاش جدی و تعامل سازنده بر اساس سیاست بُرد-بُرد با دیگر کشورهای حاشیه دریای خزر (روسیه، آذربایجان، قزاقستان و ترکمنستان) در راستای حفاظت جدی و احیای ذخایر طبیعی تاسماهیان صورت پذیرد و گرنه نابودی ذخایر ارزشمند آبزیان دریای خزر و به‌ویژه تاسماهیان در آینده نزدیک به وقوع خواهد پیوست.

در دریای خزر ۵ گونه از ماهیان خاویاری شامل فیل‌ماهی (*Huso huso*)، ازون برون (*Acipenser stellatus*)، تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)، تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedti*)، تاسماهی شیپ (*Acipenser ndiventris*) زیست می‌کند که در شرایط بهره‌برداری، بیش از ۹۰ درصد ذخایر طبیعی ماهیان خاویاری جهان را با تولید بهترین و باکیفیت‌ترین خاویار جهان به خود اختصاص داده است.

از این‌رو معروف‌ترین خاویار جهان به دریای خزر و جمهوری اسلامی ایران با برَند (Brand) "خاویار ایران" (Persian Caviar) یا Iranian Caviar نسبت داده می‌شود. بطوریکه از لحاظ تنوع تولید خاویار، دریای خزر با دارا بودن خاویارهای اختصاصی به شرح زیر در جهان منحصر به فرد است:

- ۱- خاویار بلوگا (Beluga) یا فیل‌ماهی: به‌عنوان درشت‌ترین (از نظر سایز) و گران‌ترین خاویار جهان
- ۲- خاویار آسترا (Acetra) یا تاسماهی (تاسماهی ایرانی، تاسماهی شیپ و تاسماهی روسی): که پس از خاویار بلوگا از نظر سایز در رتبه دوم قرار داشته و به‌صورت نادر تولید "خاویار طلایی" یا "خاویار الماس" را در جهان می‌نماید که از نظر قیمت در جایگاه بسیار بالاتری نسبت به دیگر انواع خاویار است.
- ۳- خاویار سوروگا (Sevruga) یا ازون برون: که از نظر اندازه کوچک‌تر از بلوگا و آسترا بوده ولی از نظر کیفیت و خوراک، بسیار لذیذ و منحصر به فرد است.

ماهیان خاویاری که تمامی چرخه زندگی را در آب لب‌شور دریای خزر سپری می‌نمایند در شرایط پرورش در آب دریا دارای کیفیت مطلوب‌تر در گوشت و خاویار پرورشی می‌باشند. تجارب موفق در زمینه تحقیقات به عمل آمد در خصوص پرورش و مولدسازی انواع ماهیان خاویاری و آغاز صدور مجوز پرورش ماهیان خاویاری طی دهه ۸۰ در استان گیلان و مازندران بیانگر اثرات مثبت تحقیقاتی در پرورش ماهیان خاویاری و ایجاد بانک ژن زنده و توسعه آبرزی‌پروری گونه‌های اقتصادی خاویاری است. طی دهه اخیر فعالیت‌های تحقیقاتی به‌عمل آمده در قالب پروژه‌های مصوب، بین‌المللی، پروژه‌های درآمدزا (خاص) و علاوه بر آن تشکیل گله‌های مولدین به‌عنوان بانک زنده ماهیان خاویاری به انجام رسید و اثربخشی مؤثری در آبرزی‌پروری ماهیان خاویاری داشته است.

برنامه‌های توسعه‌ای دولت در پرورش ماهیان خاویاری، اشتغال‌زایی و رونق اقتصاد شیلاتی، و از سوی دیگر با توجه به مشهوری برند خاویار ایران و نیاز جامعه در زمینه تکثیر و تولید بچه ماهی خاویاری تحقیقات کاربردی و ترویج برای سرمایه‌گذاران، دانشجویان و جامعه ساحل‌نشین امری اجتناب‌ناپذیر است. با ارائه دستورالعمل‌های اجرایی علاوه بر آن راندمان کیفی و کمی این فعالیت‌ها را چندین برابر افزایش می‌یابد.

بنابراین به‌طور خلاصه اهمیت حفظ جایگاه فعلی به شرح ذیل قابل توجه می‌باشند:

۱. حفظ علامت تجاری خاویار ایران در بازار جهانی و ماندگاری مشهوری خاویار ایران
۲. تولید با هزینه تمام‌شده کمتر از سایر کشورها و سودآوری بالاتر
۳. ایجاد اشتغال برای فارغ‌التحصیلان علوم شیلاتی و ساحل‌نشینان (علی‌الخصوص صیادان غیرمجاز) با توجه به ضریب بالای اشتغال‌زایی در پرورش ماهیان خاویاری
۴. کاهش وابستگی به ذخایر طبیعی با توجه به وخامت ذخایر موجود

۵. توسعه فن پرورش ماهیان خاویاری و ایجاد زمینه لازم برای تولید گوشت و خاویار
۶. حفظ اعتماد سازمان‌های بین‌المللی به منظور انجام پروژه‌های مشترک در جهت حفظ تنوع زیستی و گونه‌های در حال انقراض
۷. توسعه اکو توریسم در منطقه و کشور
۸. تشکیل ذخیره ژنی ماهیان خاویاری

این موسسه با دارا بودن تنها مرکز تحقیقات بانک ژن آبزیان (تاسماهیان) کشور که واجد تجهیزات مدرن و فعالی است، بزرگ‌ترین گنجینه بانک ژن ماهیان خاویاری دریای خزر و گونه‌های غیربومی و اقتصادی تاسماهیان جهان را دارا است.

مهم‌ترین ویژگی گونه‌های مناسب برای پرورش به شرح زیر 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 بچه ماهی به تعداد مورد نیاز
- ۶- فراهم بودن زمینه‌های فروش و صنایع تبدیلی

گونه‌های بومی دریای خزر مانند فیل‌ماهی، تاس ماهی ایرانی (قره برون)، ازون برون، شیپ و تاسماهی روسی (چالباش) مناسب‌ترین ماهیان خاویاری بومی موجود برای تولید گوشت و خاویار پرورشی می‌باشند. از سوی دیگر گونه ازون برون، تاسماهی ایرانی و شیپ به دلیل بلوغ جنسی سریع‌تر نسبت به فیل‌ماهی بهترین گزینه برای برگشت سرمایه تولید خاویار می‌باشند. تمامی این گونه‌ها در آب لب‌شور دریای خزر زندگی می‌کنند و برای تخم‌ریزی به آب شیرین مهاجرت می‌نمایند.

فیل‌ماهی (*Huso huso*)

فیل‌ماهی در دریای خزر، دریای سیاه، آزوف و شرق دریای مدیترانه زیست می‌نماید. از سایر ماهیان خاویاری به علت داشتن دهانی بزرگ و هلالی شکل و سبیلک‌های فشرده 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 می‌شوند. این ماهیان به راحتی به غذای کنسانتره عادت کرده 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 در مقایسه با سایر ماهیان خاویاری سریع‌تر بوده بطوریکه 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 ۱ و ۲). رشد طولی آن از سال چهارم زندگی کاهش می‌یابد. این ماهی از نظر شیلاتی اهمیت فراوانی دارد و خاویار آن از نوع درجه یک محسوب می‌شود. گوشت این ماهی حاوی ۱۶/۶٪ پروتئین و ۶/۷٪ چربی است (محسنی و همکاران، ۱۳۸۴؛ پورعلی و همکاران، ۱۳۸۹). خاویار آن نیز ۲۵/۹٪ پروتئین و ۱۱/۸٪ چربی دارد. این گونه با ارزش 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, ۱۷۵۸ ماهی آنادروموس (*Anadromous*) (رود کوچ) بوده که در آب‌های شور و لب‌شور زندگی و رشد می‌نماید اما برای تخم‌ریزی به آب شیرین مهاجرت می‌کند. این ماهی در دریای خزر، دریای سیاه، آزوف و شرق دریای مدیترانه زیست می‌نماید. از رده ماهیان استخوانی (*Osteichthyes*) و زیر رده (*Teleostomi*) و فوق راسته ماهیان غضروفی - استخوانی (*Chondroste*) و راسته تاسماهی شکلان (*Acipenseriformes*) است. در تقسیم‌بندی Berg (۱۹۴۸) و Holcik (۱۹۸۹) خانواده *Acipenseridae* شامل دو زیر خانواده تاسماهیان *Acipenserini* و *Scaphirhynchini* بوده که زیر خانواده تاسماهیان دارای دو جنس *Huso* و *Acipenser* است. جنس فیل‌ماهی شامل دو گونه فیل‌ماهی دریای خزر و فیل‌ماهی آمور است (بهمنی، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۴). زیستگاه اصلی این ماهیان در حوضه دریای خزر، سیاه و آزوف بوده و در حوضه دریای آدریاتیک نیز وجود دارند.

(Holcik, ۱۹۸۹) که قبل از مهاجرت برای تخم‌ریزی به رودخانه‌ها، در آب لب‌شور در ناحیه میانی زیست می‌کنند. در دریای سیاه تا عمق ۱۶۰ متر و حتی تا عمق ۱۸۰ متر پایین می‌روند و در دریای خزر در اعماق ۱۰۰ تا ۱۴۰ متر زندگی می‌کنند (Holcik, ۱۹۸۹).

Kingdom	Animalia
Phylum	Chordata
Class	Osteichthes
Subclass	Actinoptergii
Order	Acipenseriformes
Family	Acipenseridae
Sub-Family	Acipenserinae
Genus	<i>Huso</i>
Species	<i>Huso huso</i>
Trinomial name	<i>Huso huso</i> (Linne) ۱۷۵۸

فرم بدن دوکی شکل قسمت پشت تیره‌رنگ، ناحیه شکمی سفیدرنگ است. دهان بزرگ و نیمه هلالی است (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). تاکنون نمونه‌های از این گونه با طول عمر حدود ۱۰۰ سال و وزن تقریبی ۲ تن صید شده است. جنس نر در سن ۱۴-۱۳ سالگی و جنس ماده در سن ۱۸-۱۶ سالگی در محیط طبیعی بالغ می‌گردند. البته این مدت در محیط پرورشی در استخرهای بتنی به ۱۰-۱۲ سال نیز می‌رسد. مولدین این ماهی پس از ورود به رودخانه برای تخم‌ریزی به قسمت‌های علیای 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 آبی و سپس با افزایش سن از سایر ماهی‌ها نظیر ماهی کلمه، گاو ماهی و ... تغذیه می‌نمایند. این ماهیان به راحتی 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 به نحوی که هم‌اکنون تعدادی از این ماهیان در آب شیرین تخم‌دار شده و در مرحله ۴ رسیدگی جنسی قرار دارند. به دلیل قدرت تحمل دامنه وسیع دمایی (Eurotherm)، شوری (Eurohalin) و دامنه وسیع رژیم غذایی و استعداد فراوان برای رشد، از گونه‌های پرورشی در بین ماهیان خاویاری است. فیل‌ماهی حتی در مراحل اولیه آنتوژنز به راحتی از سایر گونه‌ها و جنس‌های تاسماهیان به دلیل دهان بزرگ نیمه هلالی متمایز می‌گردند. این نشانه به عنوان مشخصه مورفومتریک برای جنس فیل‌ماهی و همچنین برای نماینده دوم آن، یعنی کالوگای آموز است.

در ایران، گونه فیل‌ماهی (تصاویر ۳۸ و ۳۹) به دلیل رشد سریع‌تر و قابلیت انطباق بهتر با شرایط پرورشی به عنوان گونه اصلی جهت فعالیت‌های پرورشی انتخاب و در دستور کار قرار گرفته است و گونه‌های دیگر از قبیل تاسماهی ایران و ازون برون در حد بسیار محدود و تحقیقاتی پرورش داده می‌شوند. از محدودیت‌های اصلی توسعه پرورش فیل‌ماهی می‌توان کمبود بچه فیل‌ماهی، بلوغ دیر هنگام 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 ازون برون در توسعه پرورشی قرار گیرند. ثانیاً دوره مناسب نظیر ماهی بستر به مجموعه پرورش تجاری افزوده شود، ثالثاً گونه‌های غیر بومی در استان‌های مرکزی واجد مزایای پرورش ماهیان خاویاری توسعه یابند و مطالعات جامع بر روی آن‌ها صورت پذیرد تا با اصول زیست‌محیطی توسعه آبی‌پروری گونه‌های زودبازده انجام گردد.



تصویر ۳۸- فیلمهایان پرورشی در آب شیرین



تصویر ۳۹- فیل ماهی پرورشی در آب لبشور دریای خزر

تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)

رده‌بندی و مشخصات ظاهری تاسماهی ایرانی

تاسماهی ایرانی یکی از باارزش‌ترین گونه‌های ماهیان خاویاری حوضه جنوبی دریای خزر بوده که طی دهه اخیر به‌عنوان 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). نام *persicus* به علت فراوانی جمعیت این ماهی در بخش جنوبی دریای خزر و در تمام طول سواحل ایران انتخاب شده است. تاسماهی ایرانی یا قره برون به معنی پوزه سیاه تقریباً شبیه چالباش است با این تفاوت که رنگ آن تیره‌تر و اندازه آن هم 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٪ طول بدن است. باله سینه‌ای نسبتاً کوچک بوده و اندازه آن ۸ تا ۱۵٪ طول کل بدن است و دارای یک شعاع استخوانی ضعیف است که از آن برای تعیین سن ماهی استفاده می‌شود (بهمنی، ۱۳۸۴). قره برون انتشار وسیعی در همه بخش‌های دریای خزر دارد اما تغذیه و زمستان‌گذرانی 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. قره برون به هنگام مهاجرت به رودخانه نزدیک به بستر حرکت می‌کند و وقتی که ارتفاع آب رودخانه زیاد باشد، این ماهی در نزدیک سواحل رودخانه حرکت می‌کند. ماهی قره برون برای تخم‌ریزی مهاجرت طولانی را در رودخانه انجام می‌دهد. این گونه برای تخم‌ریزی در همه طول سال به رودخانه کورا مهاجرت می‌کند ولی بیشترین مهاجرت آن در اردیبهشت و تمامی طول خردادماه است. در رودخانه ولگا ماهی قره برون در ماه‌های اردیبهشت و خرداد جهت تخم‌ریزی مهاجرت می‌کند که اکثر آن در اواخر ماه اردیبهشت صورت می‌گیرد.

Kingdom	Animalia
Phylum	Chordata
Class	Osteichthyes
Subclass	Actinoptergii
Order	Acipenseriformes
Family	Acipenseridae
Sub-Family	Acipenserinae
Genus	Acipenser
Species	<i>Acipenser persicus</i>
Species	<i>Acipenser stellatus</i>
Species	<i>Acipenser nudiventris</i>
Species	<i>Acipenser geuldenstadti</i>

زمان مهاجرت تخم‌ریزی ماهی قره برون تحت تأثیر هیدرولوژی رودخانه، خصوصیات جریان و دمای آب و خصوصیات بیولوژیک ماهی قرار دارد. درجه حرارت مناسب تخم‌ریزی ماهی قره برون به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از چالباش و معمولاً ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد است و هم‌آوری مطلق آن بین ۸۵ هزار تا ۸۴۰ هزار عدد تخم در نوسان است (حلاجیان، ۱۳۷۷). رژیم غذایی ماهی قره برون با تغییر سن ماهی تغییر می‌کند و در نخستین سال، بچه ماهیان روی بستر رودخانه در پناهگاه از گاماریده‌ها، لارو کرم خونی، کم تاران، کورفید و مایسیدها تغذیه می‌کنند. در بخش شمالی دریای خزر بچه ماهیان کوچک‌تر از طول کلی ۴۰ سانتی‌متر، مایسیدها و گاو ماهیان را به‌عنوان غذا مورد مصرف قرار می‌دهند. درحالی‌که در بخش مرکزی و جنوبی دریای خزر از گاماریده‌ها، نرئیس، خرچنگ‌ها، شگ ماهیان و گاو ماهیان تغذیه

می‌کنند. قسمت عمده غذای ماهیان قره برون در گروه‌های سنی جوان‌تر در دریا از ماهی تشکیل می‌شود، درحالی‌که افراد کاملاً رشد یافته از نرم‌تنان، خرچنگ‌ها و ماهی تغذیه می‌کنند. ماهیان نر در سن ۸ سالگی و ماده‌ها در ۱۲ سالگی بالغ می‌شوند. در شرایط پرورش در حوضچه‌های فایبرگلاس و بتنی در سال اول به میانگین وزنی ۳۰۰ گرم و در سال دوم ۶۰۰ گرم و سال سوم تا ۲ کیلوگرم می‌رسند (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸؛ پورعلی و همکاران، ۱۳۹۰) (تصویر ۴۰). سن بلوغ در شرایط پرورشی ۱۰ تا ۱۲ سال است (محسنی و همکاران، ۱۳۸۹). وزن مولدین در این سن ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم و به‌طور متوسط ۲ کیلوگرم خاویار می‌دهد. درجه حرارت مطلوب برای تکثیر این ماهی ۲۰-۲۲ درجه سانتی‌گراد است. گوشت و خاویار این گونه ارزش زیادی داشته بطوریکه گوشت آن ۱۱٪ چربی و ۱۵/۶٪ پروتئین (محسنی و همکاران، ۱۳۸۹) و خاویار آن ۱۶-۱۱٪ چربی و ۲۷-۲۳٪ پروتئین دارد.



تصویر ۴۰ - تاسماهی ایرانی پرورشی در آب شیرین طی سه سال

ازون برون (*Acipenser stellatus*)

ماهی ازون برون دارای پوزه بلند بطوریکه طول پوزه آن حدود ۶۰٪ 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٪ پروتئین و ۸/۶٪ چربی و خاویار آن حاوی ۲۴٪ پروتئین و ۱۰/۸٪ چربی است (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴). این ماهی از جمله ماهیان خاویاری باارزش شیلاتی بشمار می‌رود (تصویر ۴۱).



تصویر ۴۱- ازون برون پرورشی

شیپ (*Acipenser nudiventris*)

این ماهی در دریای خزر، آرال و سیاه زندگی می‌کند. بلوغ جنسی در شرایط پرورشی ۹-۱۲ سال است و ماهیان ماده یک سال در میان تخم‌ریزی می‌کنند. در سن ۱۰ سالگی در شرایط پرورشی حداکثر طول و وزن آن‌ها به ترتیب 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٪ چربی و ۱۸/۷٪ پروتئین است (محسنی و همکاران، ۱۳۸۹). این ماهی یکی از پرازش‌ترین ماهیان خاویاری دریای خزر است (تصویر ۴۲).



تصویر ۴۲- ماهی شیپ پرورشی دو ساله

تاسماهی روسی یا چالباشی (*Acipenser geuldenstaedti*)

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 سیبک‌های آن به نوک پوزه نزدیک‌ترند. لب پائینی این ماهی در وسط دارای بریدگی است. اوج تخم‌ریزی این ماهی در دمای ۲۵-۲۱ درجه سانتی‌گراد است. سن بلوغ جنسی در نرها از ۹-۱۲ سالگی و در ماده‌ها از ۸-۱۲ سالگی شروع است (Holcik, ۱۹۸۹). در شرایط پرورشی طی دو سال به وزن ۸۰۰-۱۰۰۰ گرم می‌رسند (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰). حداکثر طول و وزن آن‌ها به ترتیب به ۱۷۵ سانتی‌متر و ۶۴ کیلوگرم می‌رسد (تصویر ۴۳).



تصویر ۴۳ - تاسماهی روسی پرورشی

تاسماهی سبیری (*Acipenser Baeri*)

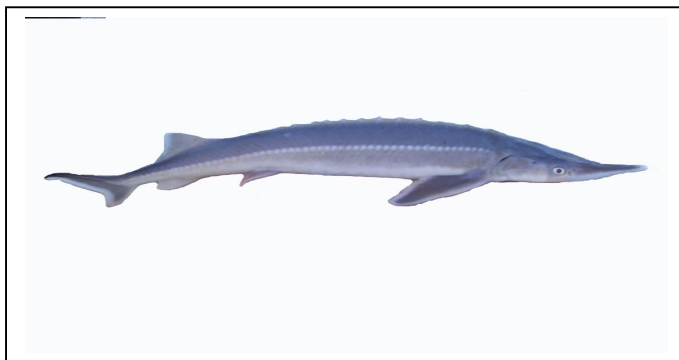
پراکنش این ماهی در نیمه شمالی کشور روسیه در حوضه رودخانه‌های سبیری از آوب تا کولیم است. از این ماهی به طول ۲ متر و وزن ۲۰۰ کیلوگرم نیز صید شده است. دارای سه نژاد بوده، نژاد رودخانه لنا که این نژاد به‌عنوان نژاد پرورشی در دنیا معرفی شده، نژاد رودخانه ینی سی ئی، نژاد دریاچه بایکال. تاسماهی سبیری (تصویر ۴۴) 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 به‌خصوص کوتاه بودن دوره رسیدگی بلوغ جنسی، باعث گردید که به‌عنوان یکی از گونه‌های اصلی در پرورش گوشتی ماهیان خاویاری آب شیرین معرفی گردد. بطوریکه در شرایط طبیعی این گونه در طی یک دوره طولانی مدت ۱۵ تا ۱۶ ساله به بلوغ جنسی و خاویار دهی 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.... مبادرت به پرورش گوشتی و استحصال خاویار از آن می‌نمایند. ۱۰۰ درصد خاویار استحصالی کشور فرانسه در سال ۲۰۱۲ به میزان ۲۵ تن از این گونه بود (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۲).



تصویر ۴۴- تاسماهی سبیری پرورشی

تاسماهی استرلیاد (*Acipenser rutinus*)

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, ۱۹۸۹). 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 ۳-۵ سالگی و در ماده‌ها ۵-۸ سالگی اتفاق می‌افتد. در این هنگام طول ماهی فقط ۴۰ تا ۵۰ سانتیمتر است و حداکثر طول آن به ۸۰ سانتی‌متر می‌رسد. باین‌وجود در شرایط پرورشی زودتر بالغ می‌گردد. کیفیت گوشت استرلیاد مطلوب و در کشور روسیه به قیمت خوبی بفروش می‌رسد. این ماهی مخصوص محیط آب شیرین است. در آبی‌پروری کاربرد بسیار زیادی داشته و بخصوص در هیبرید گیری 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 (تصویر ۴۵) از کشور مجارستان د با وزن ۱ تا ۳ گرم وارد کشور شد. پرورش در حوضچه‌های بتنی و استخرهای خاکی و با غذای دستی انجام شد و حتی به‌عنوان ماهی زینتی معرفی گردید (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۱). در بهار سال ۱۳۸۸، از ۱۸ مولد استرلیاد با وزن حدود ۸۰۰ گرم خاویار استحصال گردید.



تصویر ۴۵ - تاسماهی استرلیاد پرورشی

معرفی ماهی خاویاری دورگه بستر

ماهی خاویاری بستر، دورگه‌ای به‌دست‌آمده از تلاقی تخمک فیل‌ماهی (*Huso huso*) ماده و اسپرم استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) نر است. این دورگه که برای نخستین بار در سال ۱۹۸۲ توسط Nikoljukin در روسیه تولیدشده، 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 آبی‌پروری مونوکالچر و پلی‌کالچرجهان بشمار می‌آید. دامنه فعالیت‌های تولید و پرورش گونه‌های مختلف این ماهیان و دورگه‌های آن‌ها به کشورهای ازجمله آلمان، فرانسه، ایتالیا، ژاپن، کشورهای اروپای شرقی، اسپانیا، چین، آمریکا و برخی کشورهای دیگر گسترش توسعه یافته است. دوره جدید پرورش این ماهیان در اروپا به‌منظور بهره‌برداری از گوشت و خاویار آن‌ها، حدود دودهه است که آغاز شده است (تصویر ۴۶).



تصویر ۴۶ - دورگه بستر پرورشی

پیشینه تحقیقات و فرایند دستیابی به فرمولاسیون غذای کنساتره ماهیان خاویاری

تحقیقات ابتدایی در مورد نیازهای غذایی ماهیان خاویاری از سال ۱۳۷۶ آغاز شد. فهرست پروژه‌های تحقیقاتی و اجرایی منتهی به فرمولاسیون غذایی به شرح جدول شماره ۵ است.

جدول ۵ - عناوین طرح‌های مؤثر در تولید و ارتقای دانش فنی فرمولاسیون غذا مخصوص ماهیان خاویاری

ردیف	عنوان طرح	مجری مسئول	سال اجرای طرح		ملاحظات
			آغاز	خاتمه	
۱	تعیین احتیاجات غذایی فیل ماهی از مرحله لاروی تا وزن بازاری (فروست: ۸۵/۶۱۰)	محمود محسنی	۱۳۸۰	۱۳۸۳	ثبت اختراع
۲	تعیین احتیاجات غذایی تاسماهی ایرانی از مرحله لاروی تا وزن بازاری (فروست: ۸۹/۱۵۰۲)	محمدرضا حسینی	۱۳۸۱	۱۳۸۶	طرح مصوب
۳	مطالعه امکان تولید خاویار و بچه ماهی از تاسماهیان پرورشی (تاسماهی ایرانی، فیل ماهی، شپ و ازون برون) (فروست: ۸۹/۱۴۵۷)	محمود محسنی	۱۳۸۷	۱۳۹۲	طرح مصوب
۴	بررسی امکان تکثیر مصنوعی ماهی ازون برون پرورشی	محمود بهمنی	۱۳۸۶	۱۳۸۹	ثبت اختراع
۵	مولدسازی و تکثیر مصنوعی فیل ماهیان پرورشی (طرح خاص) (فروست: ۳۹۳۱۱)	محمود بهمنی	۱۳۸۶	۱۳۸۹	ثبت اختراع
۶	بررسی امکان تکثیر مصنوعی گونه شپ و تاسماهیان ایرانی پرورشی (فروست: ۸۹/۱۴۸۴)	محمود بهمنی	۱۳۸۶	۱۳۸۸	ثبت اختراع
۷	پرورش تاسماهیان در مناطق ساحلی (مشترک با بانک جهانی و CEP) (MSGP۱: IR۰۰۱)	حمیدرضا پورعلی SWIFT code: ۱۱۱-۱۳۱-۸۷۴ MSGP	۱۳۸۱	۱۳۸۴	طرح مصوب CEP
۸	بررسی تأثیر جاذب‌های غذایی (متیونین، لایزین و آلانین) در تغذیه لارو و بچه ماهی انگشت قد تاسماهی ایرانی (فروست: ۴۷۲۱۴)	حمیدرضا پورعلی	۱۳۹۱	۱۳۹۲	طرح مصوب
۹	بررسی تأثیر افزودنی‌های غذایی (عصاره‌های طبیعی و مصنوعی) در تغذیه لارو و بچه ماهی انگشت قد تاسماهی ایرانی (کد تخصیصی: ۹۳۱۰۴-۳۲-۳۲-۴)	حمیدرضا پورعلی	۱۳۹۲	۱۳۹۳	طرح مصوب و ثبت اختراع
۱۰	بررسی اثر لیستین سویا بر شاخص‌های رشد، درصد بازماندگی و ترکیب شیمیایی لاشه بچه تاسماهیان ایرانی (<i>Acipenser persicus</i>) (کد تخصیصی: ۹۳۱۰۴-۳۲-۳۲-۴)	حمیدرضا پورعلی	۱۳۹۰	۱۳۹۰	بخشی از طرح مصوب
۱۱	بررسی تأثیر امکان جایگزینی پودر ضایعات مرغ بجای پودر ماهی در جیره غذایی فیل ماهی (فروست: ۴۷۲۰۷)	میرحامد سیدحسینی	۱۳۸۹	۱۳۹۲	طرح مصوب
۱۲	مطالعه اثرات فیتواستروژن‌ها بر روند رشد تولیدمثلی فیل ماهی پرورشی (فروست: ۴۷۱۲۹)	ایوب یوسفی	۱۳۸۹	۱۳۹۲	طرح مصوب

از مطالعات اولیه بررسی فرآیند تغذیه و پرورش لارو، بچه ماهی انگشت قد و پرواری تاسماهی ایران است. در طی سه سال بررسی، بهترین غذای زنده از بین ۱۰ نوع برنامه غذایی آزمایش شده برای پرورش ۱۰۰ هزار لارو تاسماهی ایران تا مرحله انگشت قد تعیین گردید. بهترین نرم غذایی برای پرورش تاسماهی جوان در قالب ۶ تیمار برای مدت ۶۰ روز مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه دو مورد دیگر نیز از جمله بهترین تراکم کشت و مناسبترین درصد چربی و پروتئین در جیره غذایی با آنالیز کامل لاشه تا حد اسیدآمینه تعیین گردید (یوسفپور، ۱۳۷۶).

در سال ۱۳۷۶ پروژه «بررسی رژیم غذایی بچه ماهیان قره برون (*A. persicus*) در استخرهای خاکی مجتمع تکثیر و پرورش ماهی شهید بهشتی» انجام گردید، در این بررسی، دو محور عمده در خصوص تغذیه بچه ماهیان خاویاری "بررسی تغذیه بچه ماهیان قره برون در استخرهای پرورشی" و "مطالعه رژیم غذایی بچه تاسماهیان در رودخانه سفیدرود" بود (افشار ذوقی، ۱۳۷۶). این تحقیق مقدمه‌ای در خصوص بررسی نیازهای غذایی ماهیان خاویاری بشمار می‌آید.

فراری و همکاران (۱۳۷۷) با اجرای طرح بررسی "اثرات چهار رژیم غذایی مختلف بر روی رشد و ترکیب بدن ماهیان چالباش و فیل ماهی در سال دوم پرورش" دریافتند که رژیمهای غذایی مختلف در شاخص‌های رشد ماهیان در تیمارهای مختلف تأثیرات متفاوتی دارد. بالاترین شاخص افزایش وزن در فیل ماهی (*Huso huso*) با استفاده از جیره حاوی ۴۴/۳۸٪ پروتئین، ۱/۸٪ چربی با ضریب تبدیل غذایی ۱/۶۳ به دست آمد.

در سال ۱۳۷۶ بر اساس پروتکل همکاری بین ایران و روسیه تعدادی از کارشناسان روسی جهت انجام پروژه‌های مشترک تحقیقاتی به انستیتو تحقیقاتی بین‌المللی ماهیان خاویاری عزیمت نمودند. از جمله پروژه‌های مشترک در ارتباط با پرورش گوشتی ماهیان خاویاری «تشکیل گله‌های مولد از نسلهای طبیعی» بود. در این راستا هر ساله از ۵ گونه موجود، شامل فیل ماهی، تاسماهی ایرانی (قره برون)، شیپ، تاسماهی روسی (چالباش) و ازون برون از هرگونه به تعداد ۲۰۰۰ عدد با وزن اولیه ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم از مراکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری جهت پرورش به موسسه انتقال داده شد. در مدت چهار سال پرورش (تکثیر سال ۱۳۷۶) و رعایت اصول علمی به‌گزینی و تغذیه با جیره‌های غذایی فرموله شده در موسسه، ماهیان از وزن متوسط اولیه ۱۰۰ میلی‌گرم به تفکیک گونه به اوزان ذیل رسیدند:

- ✓ فیل ماهی در استخر خاکی و وان فایبرگلاس به متوسط وزن حدود ۱۰۰۰۰ گرم در سن ۴ سالگی
- ✓ قره برون به متوسط وزن ۳۰۰۰ گرم در سن ۴ سالگی
- ✓ ازون برون به متوسط ۲۵۰۰ گرم در سن ۴ سالگی

در ادامه مراحل تحقیقاتی و اجرایی طرح فوق، در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ نیز تعداد ۲۰۰۰ عدد فیل ماهی، تاسماهی ایرانی (قره برون)، شیپ و ازون برون در مراحل مختلف پرورش جهت تولید مولد به پروژه اضافه شدند. در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ علاوه بر گونه‌های مذکور تعداد ۳۰۰ عدد از بچه ماهیان چالباش از مرکز شهید مرجانی به انستیتو منتقل و در وان فایبرگلاس پرورش داده شدند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۰).

نظر به اهمیت حفظ و توسعه پرورش تاسماهیان، علاوه بر اجرای پروژه‌های فوق طرحهای ذیل نیز در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری انجام گردید:

- ✓ تعیین بهترین درصد غذادهی در پرورش تاسماهی ایران (قره برون)
- ✓ مقایسه روند رشد بچه فیل ماهی در تراکم‌های مختلف پرورشی
- ✓ تعیین بهترین در صد غذادهی نسبت به بیوماس در فیل ماهی در اوزان مختلف
- ✓ مقایسه روند رشد بچه فیل ماهی با ترکیب غذایی بدون کیلکا و با کیلکا
- ✓ مقایسه روند رشد بچه تاسماهی ایران و فیل ماهی با درصدهای مختلف چربی و پروتئین
- ✓ تأثیر دوره روشنایی و تاریکی بر روند رشد و تغذیه بچه فیل ماهیان
- ✓ مقایسه روند رشد بچه فیل ماهیان در آب شیرین رودخانه سفیدرود، چاه و آب لبشور دریای خزر

- ✓ مطالعات تغذیه‌ای و پرورش لارو و بچه ماهی انگشت قد و ماهی جوان تاسماهی ایران
- ✓ تعیین بهترین نرم کشت لارو ماهی قره برون در حوضچه‌های ونیرو با استفاده از تکنیک هوادهی
- ✓ بیوتکنیک انکوباسیون تخم و پرورش بچه ماهیان قره برون و ازون برون
- ✓ ارزیابی بیولوژیک و فیزیولوژیک کیفیت مولدین (نر و ماده) تاسماهیان

اما تحقیقات اساسی در مورد تغذیه فیل ماهیان با جیره‌های غذایی خشک در سال ۱۳۷۷ و با فعالیت پورعلی و همکاران (۱۳۷۷) که موفق به پرورش بچه فیل ماهیان با متوسط وزن $2/5 \pm 35/5$ گرم با جیره‌ای حاوی ۴۴٪ پروتئین و ۱۳٪ چربی با اجزای غذایی حاوی کیکلا، آرد ماهی، کنجاله سویا، آرد گندم، مخمر، پودر استخوان، شیر خشک دامی، نمک، گچ، ویتامین، روغن و تخم مرع شده و در مدت ۶۴ روز وزن ماهیان بدون دادن تلفات به $5/5 \pm 154/33$ گرم رسید ادامه یافت. میزان غذادهی در این آزمایش ۴٪ وزن بدن بود و نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش وزن ماهیان مقادیر تغذیه و متناسب با آن ضرایب تبدیل غذا کاهش می‌یابد.

با وجود این مطالعات باید توجه داشت که پرورش موفقیت‌آمیز آیزی وابسته به کیفیت غذاهای آغازین و تولیدی دارد (گامیکین، ۱۹۸۹). تاکنون در تحقیقاتی که به دنبال یافتن جیره‌های با کیفیت برای تاسماهیان بوده‌اند، روش‌های زیر دنبال شده است: مطالعه و طراحی دستورالعمل‌های غذاهای ترکیبی آغازین، مطالعه و طراحی بهترین تناسبات در جیره غذاهای مصنوعی و زنده در هنگام پرورش بچه ماهیان در مراکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری کشور در سیستم پرورش حوضچه‌ای و تغذیه بچه ماهیان از ترکیب سخت‌پوستان و الیگوتهای پرورشی. اما جهت تهیه جیره‌های کنسانتره برای ماهیان خاویاری از سال ۱۳۸۱ اقداماتی آغاز شد. این اقدامات تا پایان ۱۳۸۳ ادامه یافت، لیکن موفقیت قابل‌توجهی به دنبال نداشت. از پایان سال ۱۳۸۳ استفاده از جیره‌های لاروی برای پرورش بچه ماهیان خاویاری آغاز گردید. در سال ۱۳۸۴ به‌منظور بررسی برتری ۳ جیره غذایی در پرورش لارو تاسماهی ایرانی و مقایسه آن با تیمار شاهد (تغذیه با غذای زنده) روند رشد و درصد بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی حاصل از یک مولد بدون اجرای دوره سازگاری به غذای دستی، پس از ۴۰ روز، تحت تأثیر چهار تیمار غذایی انجام شد (پورعلی و محسنی، ۱۳۸۴). وزن اولیه لاروها $17 \pm 121/7$ و وزن نهایی $216 \pm 1181/4$ میلی‌گرم ($SD \pm$ میانگین) محاسبه گردید. بررسی‌های آماری در خصوص درصد بازماندگی مشخص نمود بین غذای هلندی و سایر تیمارها حتی تیمار غذای زنده اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد ($P > 0.05$)، اما غذای زنده با تیمارهای غذای فرموله شده موسسه و غذای فرانسوی اختلاف معنی‌دار آماری داشت ($P < 0.05$). با توجه به نتایج حاصله اذعان شد که غذای هلندی و در اولویت دوم غذای کنسانتره موسسه برای تغذیه لارو تاسماهی ایرانی بدون سپری نمودن دوره سازگاری ارجحیت دارد.

همچنین آزمایش رشدی به‌منظور مقایسه روند رشد لارو فیل‌ماهی (*Huso huso*) بدون طی دوره سازگاری به غذای دستی (میانگین SD $105/0 \pm 2/0$ میلی‌گرم) در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل در چهار تکرار در حوضچه‌های فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری در شرایط یکسان پرورشی طراحی و انجام شد. لاروها هشت بار در روز تا حد سیری، به مدت ۴۹ روز با چهار نوع غذای مصنوعی خشک (۱۰۰٪ غذای کنسانتره فرموله شده انستیتو، غذای کنسانتره وارداتی از کشورهای هلند و فرانسه، غذای کنسانتره موسسه به همراه ۱۰٪ گاماروس) در درجه حرارت $20/48 \pm 18/5$ درجه سانتی‌گراد تغذیه و نتیجه با تیمار غذای زنده (دافنی و آرتمیا) مقایسه شد. اولین گرانولهای غذایی در دستگاه روده معده‌ای لاروها در ۱۲ ساعت اول غذادهی مشاهده گردید، عادت به غذای گرانوله شده در ۱۰۰٪ نمونه‌های تغذیه کننده در روزهای سوم تا پنجم مشاهده شد. اگرچه در ابتدای دوره بررسی لاروها از نظر وزنی و طولی دارای توزیع نرمال بودند ($P > 0.05$). اما در انتهای دوره پرورش، بررسی‌های آماری تفاوت معنی‌دار آماری را بین تیمارهای مختلف غذایی از نظر میزان رشد و نمو، شاخص رشد ویژه و کارایی غذا نشان دادند ($P < 0.05$). میزان رشد لاروها در گروه تغذیه شده با غذای کنسانتره داخلی به‌صورت مخلوط با ۱۰٪ گاماروس و جیره وارداتی ارفای هلند به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها به استثنای تیمار غذای زنده بیشتر بود ($P < 0.05$). سیستم چشایی لاروها در مدت‌زمان کمتری غذای ارفای هلند (احتمالاً به‌واسطه ترکیب خاص جذب کننده ماهی به سمت غذا) و غذای کنسانتره داخلی مخلوط با ۱۰ درصد گاماروس (احتمالاً بدلیل بو، تازگی و مزه مطلوب آن) را نسبت به تیمارهای غذای کنسانتره تشخیص دادند. حداکثر بازماندگی در پایان دوره پرورش متعلق به غذای زنده به میزان ۹۸٪ بود که به فاصله کمی از آن جیره ارفای هلند و کنسانتره داخلی (مخلوط با ۱۰٪ گاماروس) به ترتیب به میزان ۹۰ و ۸۶/۵٪ قرار داشت ($P > 0.05$). میزان بازماندگی ماهیان تغذیه شده با تیمارهای ۱۰۰٪ غذای کنسانتره ایرانی و جیره وارداتی بیومار فرانسه به ترتیب ۲۹/۷ و ۴۵/۵٪ بود. با توجه به سازگاری لاروها به غذای کنسانتره، درصد بازماندگی و میزان رشد و نمو لاروها نتیجه‌گیری شد که فیل‌ماهی اوزان ۱۰۰ تا ۱۲۰ میلی‌گرم توانایی بررسی و دریافت غذاهای مختلف کنسانتره را دارد، در

این وزن سیستم چشایی، دستگاه گوارش و آنزیمهای هضم کاملاً رشد نموده و توانایی خود را برای جذب ذرات غذایی ایفا می‌نمایند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۵).

ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۳) دریافتند، بچه ماهی فیل‌ماهی انگشت قد (۴۲ روزه با میانگین وزنی ۲/۲ گرم) تغذیه شده با جیره‌ای حاوی ۴۵٪ پروتئین و ۸٪ مکمل روغن و همچنین ۵۰٪ پروتئین و ۱۲٪ مکمل روغن بالاترین وزن نهایی، بهترین ضریب رشد ویژه و بهترین بازده پروتئین را در بین سایر تیمارهای غذایی نشان دادند. در بچه ماهیان انگشت قد تاسماهی ایران (۶۰ روزه با میانگین وزنی ۱/۱ گرم) نیز جیره غذایی حاوی ۵۰٪ پروتئین و ۱۲٪ مکمل روغن، بالاترین وزن نهایی، بهترین ضریب رشد ویژه و بهترین بازده پروتئین را نشان داد.

قربانی واقع و همکاران (۱۳۸۳) تأثیر میکروالمنت‌های روی ($ZnCl_2$)، نیکل ($NiCl_2 \cdot 6H_2O$)، کبالت ($CoCl_2$)، منگنز ($MnCl_2 \cdot 2H_2O$) و آهن به‌صورت کلرید و همچنین تعدادی از املاح مس بشکلهای کلرید ($CuCl_2$) سولفات ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)، استات ($(CH_3COO)Cu \cdot 2H_2O$) و نیترات $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ بر سطح فعالیت کل آنزیمهای پروتئولیتیک قلیایی در مخاط روده، آنزیم پروتئاز اسیدی در مخاط روده، فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در ضمایم باب المعده و فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز در مخاط روده، ضمایم باب المعده و لوزالمعده بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*) تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و روسی (*A. guldenstaedti*) را اندازه‌گیری نمودند. آزمایشات بروش *In vitro* در دو غلظت ۱ و ۴-۱۰ میلی‌گرم در لیتر از یونهای Fe^{2+} ، Mn^{2+} ، Co^{2+} ، Ni^{2+} ، Zn^{2+} و $2 \pm$ انجام شد. بر اساس نتایج حاصله، فعالیت آنزیم پروتئاز اسیدی در مخاط معده بچه فیل‌ماهی تکثیرشده در ایران و آستارا خان تحت تأثیر مس (به‌صورت نیترات) در غلظت ۱ میلی‌گرم و روی در غلظت ۴-۱۰ میلی‌گرم در لیتر و همچنین در مخاط معده بچه تاسماهی ایران تحت تأثیر میکروالمنت روی و مس (به‌صورت نیترات) در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر افزایش و نسبت به تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$). در بررسی تأثیر میکروالمنتها و نمکهای مس بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در ضمایم باب المعده، بچه فیل‌ماهی و تاسماهی ایرانی و روسی، در اغلب تیمارها کمتر از تیمار شاهد اندازه‌گیری گردید. با در دست داشتن اطلاعات اولیه در مورد جیره پایه تاسماهیان پروژهای ذیل مصوب به مرحله اجرا گذاشته شد:

۱. پرورش گله‌های مولد از مولدین پرورش یافته در کارگاه‌های پرورش ماهی (فاز اول- بیوتکنیک پرورش گوشتی فیل‌ماهی (*Huso huso*) در آب شیرین)

مراحل تعیین سطوح بهینه پروتئین در این گونه با استفاده از فرمولاسیون ارائه‌شده توسط شفچنکو و همکاران (۱۳۷۷) در چهار فاز مطالعاتی به انجام رسید.

- در فاز اول جهت بررسی نحوه عادت دهی لارو به غذای مصنوعی ۳۲۰۰ عدد لارو فیل‌ماهی با متوسط وزن ۴۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌گرم با تراکم ۲۰۰ عدد در مترمربع در چهار تیمار (هر تیمار دارای ۴ تکرار) انتخاب و با چهار جیره (جیره ۱: حاوی مخلوط غذای کنسانتره و گاماروس چرخ‌شده، جیره ۲: منحصراً غذای کنسانتره، جیره ۳: مخلوط غذای کنسانتره، آرتمیا و دافنی و جیره ۴: مخلوط مساوی گاماروس و غذای کنسانتره) موردبررسی قرار گرفت. بررسی پر یا خالی بودن معده ماهیان نشان داد که لاروها تمایل چندانی به استفاده از غذای کنسانتره بدون غذای زنده نداشتند، همچنین آنالیز آماری نتایج به‌دست‌آمده در پایان دوره پرورش مبین وجود اختلاف معنی‌دار آماری میان میانگین وزن به‌دست‌آمده در لاروهای تغذیه شده با سطوح مختلف غذای زنده و کنسانتره بود ($P < 0.05$). هرچند بین تیمارهای ۱، ۳ و ۴ از نظر درصد بازماندگی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد، اما افزایش رشد و عادت دهی سریع‌تر ماهیان به غذای کنسانتره حاصل از تغذیه لاروها با تیمار یک در مقایسه با سایر تیمارها کاملاً معنی‌دار بود ($P < 0.05$). بنابراین نتیجه گرفته شد که در عادت دهی لارو فیل‌ماهی به غذای مصنوعی باید از جایگزینی تدریجی فیل‌ماهی به غذای کنسانتره طبق فرمول زیر پیروی نمود:

۲۰٪ کنسانتره + ۸۰٪ گاماروس چرخ‌شده به مدت چهار روز

۴۰٪ کنسانتره + ۶۰٪ گاماروس چرخ‌شده به مدت سه روز

۶۰٪ کنسانتره + ۴۰٪ گاماروس چرخ‌شده به مدت سه روز

۸۰٪ کنسانتره + ۲۰٪ گاماروس چرخ‌شده به مدت سه روز

- در فاز دوم بچه فیل ماهیان با وزن اولیه $0.14 \pm 3/4$ گرم از سه جیره غذایی حاوی سطوح پروتئین ۴۰، ۵۰ و ۵۰٪ و یا سطوح یکسان چربی (۱۳٪) به میزان ۲ تا ۳٪ وزن بدن در یک طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل به مدت ۱۳۹ روز مورد تغذیه قرار گرفتند. درصد افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، رشد روزانه به‌طور معنی داری تحت تأثیر میزان پروتئین جیره غذایی قرار گرفت ($P < 0.05$). آنالیز واریانس و تست جدا ساز توکی نشان داد که نیاز پروتئینی فیل ماهی در اوزان ۵ تا ۵۰ گرم حدوداً ۵۰٪ بود. این مقدار با افزایش وزن ماهی به ۱۲۰ گرم به ۴۵٪ کاهش یافت. بنابراین جیره غذایی حاوی ۴۵ تا ۵۰٪ پروتئین خام تهیه شده از منابع پروتئینی مرغوب به‌منظور دستیابی به حداکثر رشد در فیل ماهی انگشت قد (۵ تا ۱۲۰ گرم) پیشنهاد شد.

- در فاز سوم تعداد ۱۵۰ عدد فیل ماهی با میانگین وزن $1.5 \pm 95/14$ گرم در قالب ۵ تیمار (هر تیمار دارای ۳ تکرار) با سطوح پروتئین (۴۰، ۴۵، ۴۶/۴۲، ۴۳/۶ و ۵۰٪) و مقادیر انرژی و چربی یکسان به مدت ۱۱۰ روز تغذیه شدند. شاخص‌های درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه و وزن نهایی فیل ماهیان تغذیه شده با پروتئین بالا بهبود یافت، ولی تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت ($P > 0.05$). نتایج حاصله در طرح فوق بر اساس ماکزیمم درصد افزایش وزن بدن، رشد و حداقل ضریب تبدیل غذایی نشان داد که حداکثر نیاز پروتئین خام در فیل ماهیان با دامنه وزنی ۹۰ تا ۵۵۰ گرم در حدود 2 ± 45 ٪ با منبع پروتئینی مناسب است تا بدون تأثیر معکوس در ترکیب بدن، رشد مناسب حاصل شود.

- در فاز چهارم نه گروه از ۹۰ فیل ماهی زیر یک سال (۲۴۰ روزه) با وزن اولیه $5/8 \pm 403/12$ گرم انتخاب و با سه جیره غذایی مختلف حاوی سه سطح پروتئین (۴۰، ۴۵ و ۴۶/۳٪) با انرژی و چربی یکسان به مدت ۱۲۰ تغذیه شدند. نتایج حاصل از شاخص‌های رشد بر این نکته اذعان داشت که نیاز پروتئینی برای فیل ماهیان با دامنه وزنی ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ گرم حدود 2 ± 40 ٪ است.

۲-۱: پرورش بچه فیل ماهی (*Huso huso*) در آب شیرین در سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده از آب لب‌شور
این بررسی با انگیزه امکان بهره‌برداری از اراضی کم بازده ساحلی در شمال کشور به‌منظور بررسی شاخص‌های رشد فیل ماهی در دو محیط پرورش آب شیرین و لب‌شور با تراکم و دبی‌های مختلف انجام شد. فیل ماهیان در سال اول پرورش تا وزن ۳۱۴ گرم با جیره محتوی ۴۹٪ پروتئین خام و ۹/۷٪ چربی و در سال دوم تا وزن ۱۹۸۳ گرم با جیره محتوی ۳۹/۵٪ پروتئین خام و ۱۲/۸٪ چربی تغذیه شدند. نتایج این آزمایش نشان داد که پرورش گونه فیل ماهی در آب لب‌شور در دریای خزر در سال اول تا وزن ۳۱۴ گرم با سطوح پروتئین ۴۹٪ و ۹/۷٪ چربی بسیار مطلوب‌تر از پرورش این گونه در آب شیرین با این جیره است. همچنین رشد گونه فیل ماهی در آب لب‌شور دریای خزر از وزن ۴۵۰ گرم تا ۲۰۰۰ گرم نسبت به رشد آن در آب شیرین برتر است. حداکثر سطح چربی در جیره غذایی فیل ماهیان پرورشی در آب لب‌شور دریای خزر در اوزان ۴۵۰ تا ۲۰۰۰ گرم نباید از ۱۲٪ وزن خشک غذا بیشتر باشد.

۲. تعیین احتیاجات غذایی فیل ماهی

این پروژه در ۱۰ فاز مطالعاتی به انجام رسید. در مرحله اول آزمایش رشدی به‌منظور مقایسه روند رشد لارو فیل ماهی (*Huso huso*) بدون طی دوره سازگاری به غذای دستی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل در چهار تکرار در حوضچه‌های فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری در شرایط یکسان پرورشی (اکسیژن محلول، نور، شدت جریان آب و ...) طراحی و انجام شد. لاروها هشت بار در روز تا حد سیری، به مدت ۴۲ روز با چهار نوع غذای مصنوعی خشک (غذای کنسانتره فرموله شده در موسسه و غذای کنسانتره وارداتی از کشور هلند، غذای کنسانتره وارداتی از کشور فرانسه و غذای کنسانتره فرموله شده در انستیتو به همراه ۱۰٪ گاماروس تغذیه و نتیجه با تیمار غذای زنده مقایسه گردید (جدول ۶). درجه حرارت آب بین $0.48 \pm 17/52$ و میزان اکسیژن محلول در طول دوره پرورش $7/35 \pm 0.18$ mg/l در نوسان بود. در تمام تیمارها ماهیان به سرعت رشد نموده و استفاده کارآمدی از جیره‌ها داشتند، اما تأثیر تعدادی از جیره‌ها بر روند رشد و نمو مشاهده گردید. در ابتدای دوره بررسی لاروها از نظر وزنی طولی دارای توزیع نرمال بودند ($P > 0.05$). اولین گرانولها در دستگاه روده معده‌ای لاروها در ۲۸ ساعت اول غذادهی مشاهده گردید، عادت به غذای گرانولی شده در ۱۰۰٪ نمونه‌های تغذیه کننده در اوایل روز سوم مشاهده گردید. حداقل بازماندگی به میزان ۲۹/۷٪ در پایان دوره پرورش مربوط به غذای فرموله شده موسسه که به‌صورت ۱۰۰٪ کنسانتره ($SIRI_1$) در اختیار لاروها قرار می‌گرفت و حداکثر آن مربوط به غذای زنده برابر ۹۸٪ تعیین گردید. به فاصله کمی از آن کنسانتره خمیری موسسه $SIRI_1$ (کنسانتره مخلوط با ۱۰٪ گاماروس) به میزان ۸۴٪ و غذای اورفا و بیومار به ترتیب به میزان ۹۰ و ۴۵٪ به دست آمد ($P < 0.05$). مقایسه رشد ماهیان در تیمارهای مختلف مورد بررسی نشان داد، به استثنای تیمار غذای زنده که بالاترین روند رشد و بازماندگی را بخود اختصاص داده بود، تیمار غذای کنسانتره $SIRI_1$ که به‌صورت خمیری مخلوط با ۱۰٪ گاماروس، نسبت به سایر تیمارهای غذایی وارداتی تأثیر بیشتری در روند رشد لاروها داشت، این امر احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات تازه و از همه مهم‌تر ترکیب ۱۵ درصدی پودر

آرتمیا، بو و مزه مطلوب آن بود. با توجه به سازگاری لاروها به غذای کنسانتره، درصد بازماندگی، میزان رشد و نمو لاروها نتیجه گرفته شد که لارو فیل ماهی در اوزان متوسط ۴۸ تا ۵۰ میلیگرم می‌تواند به‌خوبی از غذای کنسانتره استفاده نماید.

جدول ۶ - آنالیز غذای مصنوعی مورد آزمایش

ترکیب شیمیایی	جیره فرانسوی	جیره هلندی	جیره ایرانی
درصد پروتئین خام	۵۲	۵۶	۵۰/۵
درصد چربی خام	۱۵	۱۵	۱۴/۷
درصد فیبر خام	۰/۴	۰/۵	۰/۴۲
درصد خاکستر	۹/۶	۹	۶/۴۸
انرژی خام (مگاژول بر کیلوگرم جیره)	۲۰/۸	۲۰/۴	۲۱/۲

در فاز دوم تعداد ۹۲۰ عدد بچه فیل ماهی با وزن متوسط $0.11 \pm 8/26$ گرم با شانزده جیره غذایی حاوی چهار سطح پروتئین (۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰٪) هریک با چهار سطح انرژی (۴۴۲۰، ۴۷۳۰، ۵۰۵۰ و ۵۳۵۰ کیلوکالری انرژی خام در هر کیلوگرم جیره) با نسبتهای مختلف P/E (از ۱۵/۶۳ تا ۲۶/۹ میلی گرم پروتئین در کیلوکالری) مورد بررسی قرار گرفتند. بچه ماهیان چهار بار در روز تا حد سیری، به مدت ۱۱۷ روز تغذیه شدند، جیره حاوی ۴۰٪ پروتئین و ۵۰۵۰ کیلوکالری انرژی خام در هر کیلوگرم جیره از یک منبع با کیفیت خوب جهت دستیابی به حداکثر رشد از نظر فیزیولوژیک و اقتصادی برای بچه فیل ماهیان تا وزن متوسط $4/46 \pm 200$ ترجیح داده شد.

درفاز سوم تعداد ۶۰۰ عدد بچه فیل ماهی با وزن متوسط $3/96 \pm 188/94$ گرم با شانزده جیره غذایی (مشابه فاز اول) مورد بررسی قرار گرفتند. بچه ماهیان چهار بار در روز تا حد سیری، به مدت ۷۷ روز تغذیه شدند. نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان داد که جیره با سطح پروتئینی ۳۵٪ به ترتیب با سطح انرژی ۵۰۵۰ کیلوکالری و با نسبت P/E (۱۵/۶۳ تا ۱۸/۹۲ میلی گرم پروتئین در کیلوکالری) برای رشد بهینه بچه فیل ماهیان با وزن متوسط ۱۸۸ تا $14/3 \pm 737/7$ گرم مناسب است.

در فاز چهارم تعداد ۳۶۰ عدد فیل ماهی ($31/27 \pm 872/79$ گرم) به‌طور تصادفی با دوازده جیره غذایی حاوی سه سطح پروتئین (۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد) هر یک با چهار سطح انرژی (مشابه سایر فازها) با نسبتهای مختلف P/E (از ۱۵/۶۳ تا ۲۴/۳۲ میلی گرم پروتئین در کیلوکالری) به مدت ۱۳۰ روز مورد بررسی قرار گرفتند. در این فاز هرچند بیشترین مقدار وزن نهایی ($1922/7 \pm 27/1$ گرم) مربوط به فیل ماهیان تغذیه شده با جیره (۴۰؛ ۵۳۵۰٪ پروتئین) بود، اما بدلیل عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری و کاهش هزینه‌های تولید غذا تیمار ۳ (۳۵؛ ۵۰۵۰٪ پروتئین) در بچه فیل ماهیان تا وزن متوسط $27/1 \pm 1922/7$ گرم نسبت به سایر تیمارها برتری داشت.

در مرحله دوم به‌منظور بررسی اثر مقادیر مختلف پروتئین و نسبت بهینه کربوهیدرات به چربی (CHO/EE)، آزمایش رشدی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل به روش فاکتوریل در شرایط یکسان پرورشی (اکسیژن محلول، نور، شدت جریان آب و ...) در ۵ فاز مطالعاتی بر رشد و ترکیب شیمیایی لاشه بچه فیل ماهیان پرورشی (Huso huso) از مرحله انگشت‌قد تا مرحله عرضه به بازار (وزن متوسط $146/91 \pm 30/5$ گرم) به انجام رسید.

در فاز اول تعداد ۹۲۰ عدد بچه فیل ماهی با وزن متوسط $0.11 \pm 3/006$ گرم با شانزده جیره غذایی حاوی چهار سطح پروتئین (۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درصد) هر یک با چهار نسبت کربوهیدرات به چربی (۱/۷، ۱/۴، ۱/۱ و ۰/۸) با درصدهای کربوهیدرات (۱۵ تا ۳۰٪) و چربی (۱۳ تا ۲۲٪) مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی نتایج شاخص‌های رشد نشان داد، تیمار ۱۰ حاوی (۴۰٪ پروتئین، ۱۹٪ کربوهیدرات، ۱۷٪ چربی و نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱) جهت دستیابی به حداکثر رشد از نظر فیزیولوژیک و اقتصادی برای بچه فیل ماهیان تا وزن ۵ تا ۱۵۰ گرم ترجیح داده شد.

در فاز دوم تعداد ۴۶۰ عدد بچه فیل ماهی (وزن متوسط $4/1 \pm 170/7$ گرم) با شانزده جیره غذایی (مشابه فاز اول) مورد بررسی قرار گرفتند. بچه ماهیان چهار بار در روز تا حد سیری به مدت ۹۷ روز تغذیه شدند. بچه ماهیان تغذیه شده از جیره ۹ حاوی ۳۵٪ پروتئین، ۲۲٪ کربوهیدرات، ۱۹٪ چربی و نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱ و به فاصله کمی از آن جیره ۱۰ محتوی ۴۰٪ پروتئین، ۱۹٪ کربوهیدرات و ۱۷٪ چربی و نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱ از شاخص رشد ویژه و ضریب تبدیل غذای مطلوبتری نسبت به تیمارهای مورد بررسی برخوردار بودند.

در فاز سوم تعداد ۴۶۰ عدد فیل ماهی با وزن متوسط $30/7 \pm 633/5$ گرم به‌طور تصادفی با شانزده جیره غذایی (مشابه سایر فازها) به مدت ۱۳۲ روز چهار بار در روز تا حد سیری مورد تغذیه قرار گرفتند. جیره ۹ حاوی ۳۵٪ پروتئین، ۲۲٪ کربوهیدرات، ۱۹٪ چربی با نسبت

کربوهیدرات به چربی ۱/۱ و به فاصله کمی از آن جیره ۱۱ محتوی ۴۵٪ پروتئین، ۱۷٪ کربوهیدرات، ۱۵٪ چربی و نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱ برای فیل ماهیان تا وزن متوسط $25/4 \pm 950/5$ گرم نسبت به سایر تیمارها ترجیح داده شد.

در فاز چهارم تعداد ۴۶۰ عدد فیل ماهی با وزن متوسط اولیه $32/6 \pm 891/9$ گرم به طور تصادفی با شانزده جیره غذایی (مشابه سایر فازها) به مدت ۱۰۸ روز در شرایط یکسان پرورشی مورد تغذیه قرار گرفتند. در مجموع بدلیل عدم مشاهده اختلاف معنی دار در شاخص های رشد (وزن ثانویه، شاخص رشد ویژه و ضریب تبدیل غذا) و کارایی تغذیه بین تیمارهای ۱۱ (۱:۴۵٪)، ۱ (۱:۳۵٪) و ۳ (۱:۷٪: ۴۵٪)، به منظور کاهش هزینه تولید جیره غذایی ۱ حاوی (۳۵٪ پروتئین، ۲۹٪ کربوهیدرات، ۱۷٪ چربی با نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۷) نسبت به سایر جیره های غذایی از روند رشد و بازده غذایی مطلوبتری برای فیل ماهیان اوزان ۸۰۰ تا ۱۹۰۰ گرم برخوردار بودند.

در فاز پنجم تعداد ۳۲۲ عدد فیل ماهی با وزن متوسط اولیه $16/7 \pm 1949/4$ به طور تصادفی با شانزده جیره غذایی (مشابه فازهای قبلی) به مدت ۱۱۲ روز مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به تجزیه و تحلیل آماری، جیره ۹ حاوی ۳۵٪ پروتئین، ۲۲٪ کربوهیدرات و ۱۹٪ چربی و نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱ از یک منبع با کیفیت خوب جهت دستیابی به حداکثر رشد از نظر فیزیولوژیک و اقتصادی برای فیل ماهیان جوان پرورشی تا وزن متوسط ۳۰۰۰ گرم ترجیح داده شد (جدول ۷ تا ۹).

جدول ۷ - نتایج حاصل از درصد بقاء، روند رشد و.. در تیمارهای مختلف غذایی در طول دوره پرورش (۴۹ روز)

تیمار غذایی	وزن ثانویه (میلی گرم)	طول نهایی (سانتی متر)	ضریب چاقی	شاخص رشد ویژه	کارایی غذا	نسبت بازده پروتئین	درصد باز ماندگی
غذای زنده	$4499/5 \pm 207^a$	$801 \pm 1/3^a$	$0/88 \pm 0/1^a$	$8/9 \pm 0/4^a$	$977/1 \pm 180^a$	$4/9 \pm 0/4^a$	$98/5^a$
غذای اورفای هلند	$3500/0 \pm 224^b$	$8/8 \pm 1/3^a$	$0/6 \pm 0/1^b$	$8/3 \pm 0/82^a$	$970/7 \pm 189/0^b$	$4/9 \pm 0/5^a$	$90/0^b$
غذای بیومار فرانسه	$3060/0 \pm 230^c$	$10/4 \pm 1/9^b$	$0/4 \pm 0/3^c$	$8/0 \pm 0/66^b$	$965/4 \pm 214^c$	$2/7 \pm 0/3^a$	$45/5^c$
۱۰۰٪ کنسانتره ایرانی	$2820/0 \pm 228^c$	$9/6 \pm 1/8^b$	$0/45 \pm 0/3^c$	$7/8 \pm 0/9^b$	$892/6 \pm 206^c$	$2/5 \pm 0/8^a$	$28/9^d$
کنسانتره ایرانی + گاماروس	$3650/0 \pm 210^b$	$8/4 \pm 1/0^a$	$0/65 \pm 0/2^b$	$8/5 \pm 0/5^a$	$970/4 \pm 198^b$	ش $3/6 \pm 0/5^d$	$86/5^b$

جدول ۸ - حد بهینه پروتئین و انرژی و نسبت پروتئین به انرژی در گونه فیل ماهی در دوره های مختلف رشد

کربو هیدرات (%)	چربی (%)	نسبت پروتئین به انرژی (میلی گرم پروتئین / کیلو کالری)	انرژی (مگا ژول بر کیلو گرم)	پروتئین %	وزن پرورش یافته (گرم)
۲۰/۷۷	۲۰/۵	۲۰/۷۷	۲۱/۱	۴۰	۸-۲۰۰
۲۵/۱۸	۲۱/۵۳	۲۰/۷۷	۲۱/۱	۳۵	۱۸۰-۷۵۰
۲۵/۱۸	۲۱/۵۳	۱۶/۵۹	۲۱/۱	۳۵	۸۵۰-۱۹۰۰
۲۵/۱۸	۲۱/۵۳	۱۶/۵۹	۲۱/۱	۳۵	۱۷۰۰-۴۰۰۰

جدول ۹ - حد بهینه پروتئین، چربی، کربوهیدرات و نسبت کربوهیدرات به چربی در گونه فیل ماهی در دوره های مختلف رشد

نسبت کربوهیدرات به چربی	کربو هیدرات (%)	چربی (%)	پروتئین %	وزن پرورش یافته (گرم)
۱/۱	۱۹	۱۷	۴۰	۵-۱۵۰
۱/۱	۲۲	۱۹	۳۵	۱۷۰-۶۵۰
۱/۱	۲۲	۱۹	۳۵	۶۰۰-۹۰۰

۱/۷	۲۹	۱۷	۳۵	۸۰۰-۱۹۰۰
۱/۱	۲۲	۱۹	۳۵	۱۹۰۰-۳۰۰۰

۳. تعیین احتیاجات غذایی تاسماهی ایرانی

این پروژه در ۳ فاز مطالعاتی به انجام رسید

در فاز اول (انگشت قد) تعداد ۹۶۰ عدد بچه تاسماهی ایرانی با وزن متوسط $0.11 \pm 10/26$ گرم در ۱۶ تیمار و ۴۸ تکرار با شانزده جیره غذایی حاوی چهار سطح پروتئین (۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰٪) هر یک با چهار سطح انرژی (۱۸/۵، ۱۹/۸، ۲۱/۱ و ۲۲/۴ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره) با نسبت‌های مختلف P/E (۱۵/۶۳ تا ۲۶/۴ میلی گرم پروتئین در کیلوکالری) به مدت ۱۱۲ روز تغذیه شدند. در فاز دوم (مرحله اول دوران رشد) تعداد ۴۳۲ عدد بچه تاسماهی ایرانی با وزن متوسط $1/187 \pm 112/25$ گرم در ۱۲ تیمار و ۳۶ تکرار با دوازده جیره غذایی حاوی سه سطح پروتئین (۴۰، ۴۵ و ۵۰٪) هر یک با چهار سطح انرژی (۱۸/۵، ۱۹/۸، ۲۱/۱ و ۲۲/۴ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره) با نسبت‌های P/E (۱۷/۸۶ تا ۲۶/۴ میلی گرم پروتئین در کیلوکالری) به مدت ۱۰۱ روز پرورش یافتند. در فاز سوم تعداد ۳۸۴ عدد تاسماهی ایرانی با وزن متوسط ($3/5 \pm 803/26$) در قالب ۱۶ تیمار و ۳۲ تکرار با ۱۶ جیره غذایی به مدت ۱۴۰ روز تغذیه شدند. در مرحله انگشت قد 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 به دست آمد ($P < 0.05$). در این دوره جهت تغذیه تاسماهی ایرانی جیره‌ای حاوی ۴۰٪ پروتئین و ۲۲/۴ مگاژول انرژی در یک کیلوگرم غذا، با نسبت پروتئین به انرژی ۱۷/۸۶ میلی گرم در کیلوژول پیشنهاد شد. در دوره رشد (فاز اول) ماهیان تغذیه شده از جیره حاوی ۴۰٪ پروتئین از روند رشد بالاتری نسبت به سطوح دیگر پروتئین بکار رفته (۴۵ و ۵۰٪) برخوردار بودند. با افزایش انرژی به سطوح ۲۱/۱ و ۲۲/۴ مگاژول شاخصهای رشد به طور معنی داری 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 میلی گرم در کیلوژول مشاهده شد ($P < 0.05$).

در دوره رشد (فاز دوم) وزن نهایی، درصدافزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه ماهیان تغذیه شده از جیره دارای ۴۰٪ پروتئین از ماهیان جیره‌های دیگر (۳۵، ۴۵ و ۵۰٪ پروتئین) بیشتر بود. همچنین با افزایش انرژی از سطوح کم به سطوح ۲۲/۴ مگاژول) شاخصهای رشد و نسبت بازده پروتئین به طور معنی داری افزایش یافتند ($P < 0.05$). در این فاز نیز بالاترین مقدار شاخصهای رشد در جیره حاوی ۴۰٪ پروتئین و ۲۲/۴ مگاژول انرژی در یک کیلوگرم غذا، با نسبت پروتئین به انرژی ۱۷/۸۶ میلی گرم در کیلوژول مشاهده شد ($P < 0.05$). مقایسه روند رشد و ترکیب لاشه تاسماهی ایرانی در سه مرحله (مرحله انگشت قد و دوران رشد) و تجزیه و تحلیل و آماری، جیره حاوی (۴۰٪ پروتئین و ۲۲/۴ مگاژول انرژی در یک کیلوگرم غذا، با نسبت پروتئین به انرژی ۱۷/۸۶ میلی گرم در کیلوژول) تأمین شده از منابعی با کیفیت مناسب آرد ماهی مرغوب، روغن جانوری (ترجیحاً روغن ماهی) و روغن گیاهی (روغن آفتابگردن یا سویا) جهت تغذیه این گونه در دوران انگشت قد اوزان (۱۰ تا ۱۰۰ گرم)، مرحله اول رشد (اوزان ۱۰۰ تا ۴۰۰ گرم) و مرحله دوم رشد (اوزان ۸۰۰ تا ۱۵۰۰ گرم) توصیه گردید (جدول ۱۰).

جدول ۱۰- حد بهینه پروتئین، چربی و نسبت پروتئین به انرژی در گونه تاسماهی ایرانی در دوره‌های مختلف رشد

نسبت پروتئین به انرژی (میلی گرم پروتئین / کیلو کالری)	انرژی (مگا ژول بر کیلو گرم)	پروتئین %	وزن پرورش یافته (گرم)
۱۷/۸۶	۲۲/۴	۴۰	۱۰-۸۰
۱۷/۸۶	۲۲/۴	۴۰	۱۱۰-۴۰۰
۱۷/۸۶	۲۱/۱	۴۰	۸۰۰-۱۷۰۰

۴. مطالعه پرورش گوشتی فیلماهی (*Huso huso*) با استفاده از جیره‌های مختلف غذایی

این پروژه در سه فاز مطالعاتی به انجام رسید. در فاز اول امکان جایگزینی کنجاله سویا بجای پودرماهی در فیلماهیان اوزان ۸ تا ۳۰۰ گرم و ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ گرم در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل بررسی شد. بدین منظور ۶ جیره غذایی حاوی ۴۵٪ پروتئین خام و ۲۰/۱ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم با سطوح مختلف جایگزینی کنجاله سویا (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵٪) به جای پودر ماهی تولید و به مدت ۲۳۱ روز به ماهیان موردبررسی خوراند. نتایج آزمایش نشان داد که در اوزان ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ گرم جایگزین نمودن ۲۰٪ کنجاله سویا بجای پودرماهی در جیره غذایی فیلماهی امکان پذیر است.

در فاز دوم در یک طرح فاکتوریل تأثیرنسبتهای مختلف لایزین (۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳٪/جیره) و آل- کارنتین (۳۰۰ و ۶۰۰ میلیگرم در کیلوگرم جیره) بر روند رشد و ترکیب لاشه فیلماهیان ۲۳ گرمی به مدت ۱۰ هفته بررسی شد. بررسی سطوح مستقل نشاندهنده تأثیر معنی دار لایزین و آل- کارنتین جیره بر شاخصهای رشد و ضریب تبدیل غذای ماهیان بود. بررسی نتایج نشان داد که ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی ۳٪ لایزین و ۶۰۰ میلی گرم آل-کارنتین از روند رشد، کارایی غذا و نسبت بازده پروتئین بالاتری نسبت به ماهیان تیمار شاهد برخوردار بودند ($P < 0.05$). هموگلوبین پلاسما در ماهیان تغذیه شده از جیره حاوی ۲/۲۵٪ لایزین و ۶۰۰ میلیگرم آل- کارنتین به طور معنی داری از تیمار شاهد بالاتر بود ($P < 0.05$). با توجه به نتایج پیشنهاد شد که افزودن ۲/۲۵-۳٪ لایزین و ۶۰۰ میلی گرم آل- کارنتین تأثیر مثبتی بر شاخصهای رشد و شاخصهای خونی فیلماهیان اوزان ۳۰۰-۸ گرم خواهد داشت.

در فاز سوم تأثیر سطوح مختلف متیونین (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲٪)، بتافین (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲٪) و نسبتهای مساوی متیونین به بتافین (۵:۰/۵، ۱:۰/۵، ۱/۵:۱/۵ و ۲:۱/۵) به عنوان یک ماده جاذب بر روند رشد، کارایی غذا، ترکیب لاشه و شاخصهای خونی (سه تکرار در هر تیمار) به مدت ۱۰ هفته در فیلماهی ۳۲ گرمی طراحی و اجرا گردید. سطوح متیونین و بتافین بر شاخصهای رشد، مصرف غذا و احشا نسبت به تیمار شاهد دارای اختلاف معنی دار آماری نبود ($P > 0.05$). مقادیر هموگلوبین خون ماهیان تغذیه شده از جیره شاهد و به فاصله کمی از آن ماهیان تغذیه شده از جیره‌های ۱ و ۱/۵٪ متیونین، بالاتر از ماهیانی بود که از سطوح دیگر متیونین و بتافین تغذیه نموده بودند ($P < 0.05$). مخلوط متیونین و بتافین اضافه شده به جیره تأثیر معنی داری بر ضریب تبدیل غذایی ماهیان داشت، بطوریکه ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی نسبت ۲:۲٪ متیونین/ بتافین، از ضریب تبدیل غذایی کمتری نسبت به تیمار شاهد برخوردار بودند ($P < 0.05$). همچنین لاشه ماهیان تغذیه شده نموده از جیره‌های محتوی نسبت مساوی ۱/۵٪ متیونین و بتافین از کیفیت مطلوبتری برخوردار بودند ($P < 0.05$). با توجه به نتایج فوق نتیجه گرفته شد که افزودن مخلوطی از متیونین و بتافین به نسبت مساوی بمیزان ۱/۵٪ به جیره موجب بهبود معنی دار کارایی رشد، ضریب تبدیل غذا و پروتئین لاشه در بچه فیلماهیان ۲۳ تا ۳۰۰ گرم می گردد.

۵. بررسی امکان تکثیر مصنوعی ماهی اوزون برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی (مولد سازی، تکثیر مصنوعی و تولید بچه ماهی از مولدین تاسماهی پرورشی)

مراحل اجرایی و عملیات آزمایشگاهی این پژوهش در موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر از تابستان ۱۳۸۲ آغاز و تا پایان تابستان ۱۳۸۶ ادامه یافت، در این تحقیق ماهیان اوزون برون پرورشی نر و ماده ۵ و ۶ ساله بر اساس مراحل رسیدگی جنسی و جنسیت به صورت گروه‌های چهارتایی تقسیم و با جیره‌های مختلف غذایی شامل بدون سویا- بدون ویتامین در ماهیان نر مرحله I و II و بدون سویا- با ویتامین در ماهیان نر مرحله III-IV با سویا - بدون ویتامین در ماهیان ماده مرحله II و با سویا- با ویتامین در ماهیان ماده مرحله III مورد آزمایش قرار گرفتند. با توجه به تحقیق انجام‌شده مشخص گردید که اثر ترکیبات غذایی بردستگاه تولید مثل ماهیان ماده (سویا و ویتامین‌های E و C) مهم و مثبت بوده، از طرفی مطالعات تغییرات در مراحل رسیدگی جنسی به واسطه تغییرات مساحت هسته- مساحت تخمک و نسبت قطر هسته به قطر تخمک در ماهیان ماده با جیره سویا و ویتامین معنی دار ($P < 0.05$) و حاکی از پیشرفت در مراحل رسیدگی جنسی آن‌ها بود. در مورد ماهیان نر اهمیت دما بیشتر مشاهده شد و بنظر می‌رسید که آن‌ها در رژیم دمایی مناسب در قالب تغذیه فعال بیش از ماهیان ماده مدنظر قرار گیرند.

۷-۲-۱: مطالعه امکان تولید خاویار و بچه ماهی از تاسماهیان پرورشی (تاسماهی ایرانی، فیل‌ماهی، شیپ و اوزون برون) به‌منظور مطالعه و بررسی امکان تولید گوشت و خاویار از تاسماهیان پرورشی (تاسماهی ایرانی، فیل‌ماهی، شیپ و اوزون برون) در شرایط محصور، مطالعات ارزیابی روند رشد تاسماهیان در قالب پنج فاز مطالعاتی به‌منظور دستیابی به جیره مناسب با کارایی بهینه روند رشد سوماتیک و گنادیک در شرایط آب و هوایی ایران طراحی و انجام شد. در فاز اول اثرات جایگزینی نسبی سطوح مختلف کنجاله سویای روغن کشی شده (Dehulled Soybean Meal; DHSM) به جای آرد ماهی بر عملکرد رشد، ترکیب بدن و شاخصهای خونی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) جوان پرورشی انجام شد. نتایج حاکی از آن بود که DHSM می‌تواند بدون تأثیر منفی در عملکرد رشد تاسماهی ایرانی به میزان ۲۰٪ بدون آمینه اسید و ۳۰٪ با آمینه اسیدهای لایزین و متیونین جایگزین آرد ماهی شود. در فاز دوم تاسماهی ایرانی نوره با ۸ جیره ایزونیتروژنتیک و ایزولیپیدیک حاوی درصد‌های مختلف کنجاله سویای روغن کشی شده شامل ۰، ۱۰، ۱۵، ۲۰٪ بدون آمینواسید، ۱۵ و ۲۰٪ جایگزینی با آمینواسید لایزین و متیونین و ۱۵ و ۲۰٪ جایگزینی با آمینواسید لایزین و متیونین و مکمل آل-کارتین به مدت ۵۲ هفته تغذیه شدند. نتایج نشان داد که رشد سوماتیک در تاسماهیان ماده از جنس نر بیشتر ولی رشد گنادیک و مراحل رسیدگی جنسی آن نسبت به جنس نر به میزان قابل‌توجهی کمتر بود. بیشترین شاخص رسیدگی جنسی ماهیان نر در ماهیان تغذیه شده با جیره DHSM ۱۵ + AA + L. car. ملاحظه گردید، بطوریکه در پایان دوره پرورش ۷۵٪ آن‌ها در مرحله چهار و ۲۵٪ بقیه در مرحله III-IV رسیدگی جنسی قرار داشتند.

در فاز سوم، اثرات متقابل ویتامین C و E جیره غذایی در گونه شیپ پرورشی (*Acipenser nudiventris*)، به مدت ۴۳ هفته با استفاده از ده جیره غذایی ایزونیتروژنتیک و ایزولیپیدیک حاوی دو سطح ویتامین E (۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم) استات DL-توکرفول (TA) و پنج سطح (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۸۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم اسید L-آسکوربیک (AA) در جیره) در شکل L-آسکوربیل-۲- متوفسفات (AMP) بررسی گردید. جیره‌های غذایی به‌طور معنی‌داری بر بلوغ و رسیدگی جنسی ماهیان نر و ماده تأثیرگذار بودند ($P \leq 0.05$). بالاترین میزان رسیدگی جنسی در ماهیان تغذیه با جیره E۲۰۰ C۴۰۰ مشاهده شد. بر اساس تفاوت‌های مشاهده‌شده، تأثیر جیره‌های غذایی بر روند رشد و بلوغ جنسی ماهیان، استفاده از جیره E۲۰۰ C۲۰۰ برای ماهیان نر و جیره E۲۰۰ C۴۰۰ برای ماهیان ماده به‌منظور دستیابی به رسیدگی مطلوب جنسی مناسب بود.

در فاز چهارم تأثیر سطوح مختلف پروتئین (۴۲ و ۴۸٪) و چربی خام (۱۲، ۱۶ و ۲۰٪) بر روند رشد سوماتیک و گنادیک نر و ماده گونه شیپ (*A. nudvinentris*) پرورشی طی ۳۶۰ روز موردبررسی قرار گرفتند. برخلاف شاخص‌های رشد، بهترین درصد بلوغ جنسی در ماهیانی مشاهده شد که از جیره با نسبت پروتئین به چربی ۴۸/۱۶ تغذیه نموده بودند. با توجه به نتایج حاصل و تأثیر جیره‌های غذایی بر روند رشد و بلوغ جنسی ماهیان، استفاده از جیره حاوی ۴۲/۱۶ برای رسیدن به بهترین روند رشد و ۴۸/۱۶ برای دستیابی به رسیدگی مطلوب جنسی پیشنهاد می‌گردد.

در فاز پنجم آزمایش غذادهی به مدت ۱۲۰ روز به‌منظور دستیابی اثرات سطوح مختلف آل-کارتین بر روند رشد و ترکیب بدن فیل‌ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*) با وزن متوسط ۳۰۷۹/۶۸±۵۹/۱۲ گرم طراحی و انجام شد. بالاترین شاخص SGR، WG و PER در ماهیان تغذیه شده از تیمار حاوی ۶۰۰ میلی‌گرم الکارتین در هر کیلوگرم جیره مشاهده شد. میزان چربی موجود در بافت گوشت ماهیان (فیله) تغذیه شده از تیمار شاهد، به‌طور معنی‌داری نسبت به ماهیان تغذیه شده حاوی ۶۰۰ میلی‌گرم آل‌کارتین در هر کیلوگرم جیره در

سطح بالاتر، در صورتیکه مقادیر متوسط پروتئین آن در سطح پائینتری قرار داشت. افزودن ۶۰۰ میلی گرم مکمل ال-کارنیتین به هر کیلوگرم جیره غذایی گونه فیل ماهی جوان در شرایط پرورشی، سبب بهبود بازده و عملکرد ماهی در دوره رشد، صرفه جویی در مصرف غذا و در نتیجه کاهش هزینه تولید گردید.

۶. بررسی تأثیر جاذب‌های غذایی در رشد و باز ماندگی لارو و بچه ماهی انگشت قد تاسماهی ایران

این پروژه باهدف افزایش رشد و باز ماندگی لارو و بچه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) طی دوره سازگاری به غذای دستی با استفاده از مکمل‌های اسید آمینه متیونین، لایزین و آلانین به عنوان جاذب غذایی انجام شد. بدین منظور ۳۳۰۰ عدد لارو و ۱۵۰۰ عدد بچه تاسماهی ایرانی به ترتیب با اوزن اولیه 0.9 ± 0.4 و 3.8 ± 1.8 گرم (میانگین $\pm$ انحراف از معیار) طی دوره سازگاری به غذای دستی تحت شرایط پرورشی برای دو دوره ۶۲ و ۷۰ روزه تغذیه و بررسی آماری در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل 3×3 انجام گرفت. تیمارهای غذایی شامل ۹ جیره غذایی محتوی سطوح صفر، یک و سه درصد از سه اسید آمینه مورد بررسی، با سه تکرار بود. علاوه بر جیره‌های غذایی فوق، یک جیره محتوی ۵۰٪ پروتئین گیاهی مکمل شده با سه درصد متیونین، لایزین و آلانین به منظور مقایسه با جیره‌های فوق جهت دستیابی به جیره مقرون به صرفه در آبی پروری فرموله شد. ماهیان به طور تصادفی در ۳۰ حوضچه ۳۰ لیتری (مرحله لاروی) و ۳۰ حوضچه ۵۰ لیتری (مرحله بچه ماهی) مجهز به سیستم هوادهی و دی آب 0.2 لیتر در ثانیه، توزیع شدند.

نتایج آماری به دست آمده از وزن نهایی لارو تاسماهی ایرانی، بالاترین وزن نهایی را در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی سطوح ۳٪ متیونین و آلانین و ۱٪ لایزین ($M_1L_1A_3$) (7.5 ± 0.7 گرم) نشان داد، این تیمار با تمامی تیمارهای مورد بررسی برتری معنی دار آماری داشت ($P < 0.05$). بررسی آماری وزن نهایی ماهیان نشان داد که دو تیمار $M_2L_3A_3$ (محتوی ۳٪ از هر سه اسید آمینه مورد بررسی) (11.1 ± 3.6 گرم) و $M_3L_1A_3$ (محتوی ۳٪ از دو اسید آمینه متیونین و آلانین و ۱٪ لایزین) (10.4 ± 3.1 گرم) با تیمارهای $M_1L_3A_1$ ، $M_1L_1A_1$ ، $M_1L_1A_3$ ، $M_2L_1A_3$ (فاقد اسیدهای آمینه افزوده شده) و تیمار غذایی با ۵۰٪ پروتئین گیاهی (5.6 ± 1.0 گرم) اختلاف معنی دار آماری داشتند، ولی بین این دو تیمار تفاوت معنی دار آماری مشاهده نشد ($P < 0.05$). ادامه تجزیه واریانس یکطرفه وزن نهایی بچه تاسماهیان مشخص نمود که تیمارهای $M_1L_1A_1$ (7.0 ± 1.2 گرم)، $M_2L_1A_1$ (8.6 ± 1.6 گرم)، $M_1L_3A_1$ (7.0 ± 0.5 گرم)، $M_1L_1A_3$ (6.6 ± 1.0 گرم) با $M_1L_1A_3$ (5.8 ± 1.8 گرم) و جیره با ۵۰٪ پروتئین گیاهی اختلاف معنی دار آماری ندارد ($P > 0.05$). تجزیه واریانس یکطرفه طول کل بچه تاسماهیان حاکی از عدم اختلاف معنی دار آماری بین تیمارها بود ($P > 0.05$). حداکثر طول کل (12 ± 1.6 سانتی متر) مربوط به تیمار $M_2L_1A_3$ بود.

نتایج نشان داد که با افزایش رشد بچه تاسماهیان ایرانی، نیاز آن‌ها به اسیدهای آمینه متیونین بیشتر می‌شود. این در حالی است که اسیدهای آمینه لایزین و آلانین در سازگاری بچه تاسماهیان ایرانی به غذای دستی در سطوح ۱ و ۳٪ اثرات رشدی یکسانی نشان دادند ولی طی دوره سازگاری لارو تاسماهی ایرانی به غذای دستی در سطح ۳٪ برتری آماری داشتند. بنابراین بر اساس یافته‌های این مطالعه در خصوص لارو تاسماهی ایرانی، نیاز لاروها طی دوره تغذیه از غذای دستی به اسیدهای آمینه لایزین و آلانین حداقل بیشتر از ۱٪ برآورد شد.

۷. پرورش تاسماهیان در مناطق ساحلی (مشترک با بانک جهانی و CEP) (MSGP1: IR۰۰۱)

بخشی از پروژه مشترک با برنامه محیط زیست دریای خزر و حمایت مالی بانک جهانی (گرانته) به بررسی‌های نیازمندی غذایی اختصاص داده شد. بررسی رشد فیل ماهی با درصد‌های مختلف پروتئین و چربی در قالب پروژه تحقیقاتی - اجرایی با حمایت مالی بانک جهانی جهت تعیین ارزانه‌ترین جیره غذایی با بهترین درصد پروتئین و چربی در پرورش فیل ماهی برای مدت ۹ هفته در ۹ تیمار با سطوح چربی ۸، ۱۲، ۱۶ و پروتئین ۳۰، ۳۵، ۴۰ درصد با سه تکرار در طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تعداد ۵۰۰ عدد فیل ماهی حاصل مولد واحد، با وزن متوسط ۷۷ گرم در ۲۷ حوضه فایبرگلاس با حجم مفید ۳۰۰ لیتر بطور تصادفی توزیع گردید. شرایط پرورشی از جمله تراکم، درجه حرارت و دی آب در تیمارها برابر و یکسان بود.

بدین منظور تعداد ۶۰۰ عدد از ماهیان در ۳ فاز متوالی از متوسط وزن $0.11 \pm 3/2$ تا $7/32 \pm 7/32$ گرم در تیمارهای آزمایشی مورد بررسی قرار گرفتند از وان‌های فایبرگلاس مدور با مساحت یک متر مربع، حجم آبی ۵۰۰ لیتر و با دی آب ۴ لیتر در دقیقه استفاده شد. میزان غذا با توجه به وزن کل ماهیان به میزان ۲ تا ۳ درصد وزن بدن در فاز ۱ و ۲ و در فاز ۳، به میزان ۱/۵ تا ۲ درصد وزن بدن محاسبه شد. جدول یک کیفیت غذاها را نشان می‌دهد (جدول ۱۱).

جدول ۱۱- ترکیب جیره‌های موردبررسی در فاز یک (از وزن ۳/۲ تا ۱۳۰ گرم)

مواد مغذی	کیفیت جیره‌های غذایی (درصد)		
پروتئین خام	۴۰	۴۵	۵۰
چربی	۱۳/۱	۱۲/۷	۱۲/۰۲
کربوهیدرات	۱۲/۵	۱۲/۳	۱۱/۵
انرژی (mj/kg)	۱۷/۵	۱۸/۳	۱۸/۴

جدول ۱۲- ترکیب جیره‌های موردبررسی در فاز دو (از وزن ۹۰ تا ۵۵۰ گرم)

ترکیبات	جیره یک	جیره ۲	جیره ۳	جیره ۴	جیره ۵
پروتئین خام (%)	۵۰	۴۶/۳	۴۰	۴۵	۴۲/۶
چربی (%)	۱۲/۱	۱۲/۲	۱۳/۱	۱۲/۷	۱۲/۵
کربوهیدرات (%)	۱۱/۵	۱۷	۱۲/۵	۱۲/۳	۲۰/۸
انرژی (mj/kg)	۱۸/۵	۱۸/۷	۱۸	۱۸/۲	۱۸/۸

جدول ۱۳- ترکیب جیره‌های موردبررسی در فاز سوم (از وزن ۴۵۰ تا ۷۵۰ گرم)

ترکیبات	جیره ۲	جیره ۳	جیره ۴
پروتئین خام (%)	۴۶/۳	۴۰	۴۵
چربی (%)	۱۲/۲	۱۳/۱	۱۲/۷
کربوهیدرات (%)	۱۷	۱۲/۵	۱۲/۳
انرژی (mj/kg)	۱۸/۷	۱۸	۱۸/۲

نتایج حاکی از آن است که با افزایش پروتئین جیره غذایی از ۴۰ به ۵۰ درصد، رشد بچه ماهیان در وزن متوسط ۵ تا ۸۰ گرم افزایش می‌یابد و از وزن ۸۰ تا ۱۰۰ گرم اختلاف معنی دار آماری بین جیره ۴۵ و ۵۰ درصد مشاهده نشده است ($p > 0.05$). رشد ماهیان از وزن ۹۰ گرم، تغذیه شده با جیره ۵۰، ۴۶ و ۴۵ درصد پروتئین ($54.0/3 \pm 2.7$) بهتر از تیمارهای غذایی ۴۰ و ۴۲/۶ ($38.1/6 \pm 6.2$) درصد بود. بررسی‌های آماری اختلاف معنی داری بین تیمارهای فوق نشان می‌دهد ($p < 0.05$). فاکتور طول نیز بین تیمارهای ۵۰، ۴۶/۳، ۴۵ درصد با ۴۰ و ۴۲/۶ درصد اختلاف معنی دار نشان می‌دهد ($p < 0.05$). دو غذای ۵۰ و ۴۵ درصد کمترین FCR و بیشترین SGR را به خود اختصاص دادند. در بررسی روند رشد فیل‌ماهین از وزن ۴۵۰ گرم حداقل وزن مربوط به تیمار ۴۶/۳ درصد ($71.8/8 \pm 2.2$) و حداکثر آن در تیمار ۴۰ درصد ($73.2/7 \pm 2.4$) مشاهده شد. با این وجود اختلاف معنی دار آماری بین تیمار از وزن ۴۵۰ تا ۷۵۰ گرم مشاهده نشد ($p > 0.05$) (جداول ۱۲ و ۱۳).

۸. بررسی امکان جایگزین نمودن (پودر ضایعات مرغ) به جای پودر ماهی در جیره غذایی فیل ماهی

این طرح با توجه به کمبود ذخایر آبزیان پلاژیک و به منظور کاهش هزینه جیره غذایی فیل ماهی در دو مرحله انگشت قد (Fingerling) و رشد (grow-out) تأثیر آن بر روند رشد، ترکیب لاشه و کارایی کبد این گونه به مرحله اجرا گذاشته شد. در مرحله اول ۶ جیره غذایی حاوی ۴۵٪ پروتئین و ۲۰ مگاژول انرژی در کیلوگرم بر اساس سطوح جایگزینی ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰٪ پودر ضایعات به جای پودر ماهی ساخته و ماهیان با متوسط وزن ($28/42 \pm 0/17SD$ گرم) به مدت ۸ هفته با جیره‌های غذایی تغذیه شدند. در پایان دوره آزمایش اختلاف معنی داری در شاخصهای رشد (وزن نهایی، درصدافزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه) ماهیان تغذیه شده با تیمارهای ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰٪ جایگزینی مشاهده نشد ($P > 0.05$). اما شاخصهای رشد در ماهیان تغذیه شده از جیره‌هایی که به ترتیب ۸۰ و ۱۰۰٪ از سهم پودر ماهی کاسته و پودر ضایعات مرغ جایگزین آن شده بود به طور معنی داری کاهش یافت ($P < 0.05$). همچنین جایگزینی تا سطح ۸۰٪ تأثیر منفی بر ضریب تبدیل غذا و نسبت بازده پروتئین ماهیان نداشت و شاخصهای فوق به ترتیب در رنج $1/29 - 1/21$ و $1/67 - 1/79$ قرار داشتند. چربی لاشه بین ۸ تا ۹٪ ماده خشک بود و از سطوح الحاق آرد ضایعات مرغ به جیره تأثیر نپذیرفت. مقدار پروتئین لاشه ماهیان در تیمارهای ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰٪ مشابه و اختلاف معنی داری در شاخص هیپاتوسوماتیک ماهیان مشاهده نگردید ($P > 0.05$).

نتایج حاصله نشان داد که جایگزین نمودن پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی تا سطح ۶۰٪ در جیره، تأثیر منفی بر شاخصهای رشد و ضریب تبدیل غذا نداشته و منبعی مناسب جهت جایگزینی بجای پودر ماهی جهت تغذیه فیل ماهی در دوره انگشت قد به شمار می‌آید. در فاز دوم پروژه (مرحله رشد) تعداد ۱۸۰ عدد فیل ماهی با میانگین وزن $107/89 \pm 5/9$ گرم به مدت ۱۲۸ روز با ۶ جیره غذایی حاوی ۴۰٪ پروتئین و ۲۰ مگاژول انرژی در هر کیلوگرم غذا که در آن‌ها سطوح پودر ضایعات مرغ در سطوح ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰٪ جایگزین پودر ماهی شده بود تا حد اشباع تغذیه شدند. در پایان دوره تغذیه ماهیان تیمار شاهد بیشترین وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه را دارا بودند، اما اختلاف معنی دار آماری در شاخصهای فوق بین ماهیان تیمار شاهد با ماهیان تیمارهای ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰٪ جایگزینی مشاهده نشد ($P > 0.05$). با افزایش پودر ضایعات مرغ در جیره، چربی لاشه به طور معنی داری کاهش یافت و کمترین آن در تیمار ۸۰٪ جایگزینی ثبت گردید ($P < 0.05$). متوسط ضریب تبدیل غذا ($1/68 \pm 0/056$) گزارش شد. نتایج این طرح بر این نکته اذعان داشت که پودر ضایعات مرغ از پتانسیل بالایی جهت جایگزینی بجای پودر ماهی در جیره غذایی فیل ماهی در دوره انگشت قد و رشد برخوردار بوده و باید به عنوان یک آلترناتیو جایگزین در نظر گرفته شود.

۹. مطالعه اثرات فیتواستروژنهای جنیستین و اگول بر روند رشد تولیدمثلی فیل ماهی پرورشی

با توجه به اینکه طولانی‌ترین مرحله رسیدگی جنسی در گونه‌های مختلف ماهیان و به ویژه فیل ماهی مرحله پیش زرده سازی و زرده سازی (مرحله II و III رسیدگی جنسی) است (در برخی از گونه‌ها تا ۱۰ سال نیز طول می‌کشد). بنابراین، جهت کاهش دوره رسیدگی جنسی مطالعه‌ای توسط محققین موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر انجام پذیرفت و فیلم ماهیان ماده پرورشی ۵ ساله که در مرحله II رسیدگی جنسی قرار داشتند با فرمولاسیون غذایی نوین حاوی فیتواستروژنها تغذیه شدند. از طریق مطالعه شاخص‌های تولیدمثلی از طریق آزمایش‌های هورمونی، لاپراسکوپ و بافت شناسی روند رشد غدد جنسی فیل ماهیان تحت تیمار پایش گردید. پس از یکسال تغذیه فیل ماهیان با جیره موردنظر، بلوغ جنسی در فیل ماهیان برخی تیمارها اتفاق افتاد. این در حالیست که فیل ماهی ماده در شرایط طبیعی در سن ۲۱ - ۱۸ سالگی به مرحله بلوغ جنسی و خواباردهی می‌رسد.

یک عدد از مولدین فیل ماهی پرورشی ۷ ساله تغذیه شده با جیره حاوی فیتواستروژنها بیوپسی شد. از فیل ماهی مذکور که دارای وزن $41/5$ کیلوگرم بود، نهایتاً ۳۶ ساعت پس از تزریق هورمون‌های محرک گنادوتروپینی، با روش ریزبرش مجرای تخم بر (میکروسزارین) $5/5$ کیلوگرم (معادل $13/3$ درصد وزن بدن) تخمک اولیه شده با کیفیت مطلوب و به تعداد ۴۳ عدد در هر گرم استحصال گردید. در ادامه پس از رفع چسبندگی تخم‌ها با افزودن محلول کائولن، عملیات لقاح با افزودن اسپرم استحصالی از یک مولد نر پرورشی با تحرک حدود ۵۰ درصد انجام و درصد لقاح ۸۷ درصد تعیین گردید.

۱۰. پروژه‌های مشترک با مراکز آموزش عالی

محمدی و همکاران (۱۳۸۱) جهت تعیین حد بهینه پروتئین در گونه فیل‌ماهی در دوره juvenile با استفاده از مواد غذایی در دسترس (پودرماهی کیلکا، آرد سویا و روغن ماهی) و با تاکید بر بالانس آمینواسید ۶ جیره غذایی با انرژی ثابت و سطوح پروتئینی متفاوت (۲۵،۳۰، ۳۵،۴۰ و ۴۵٪) ساخته و بچه فیل‌ماهیان با میانگین وزنی (10 ± 1.0 گرم) را به مدت ۸ هفته تغذیه نمودند. نتایج بیانگر آن بود که با افزایش مقدار پروتئین از ۲۵ به ۵۰٪ شاخص‌های رشد (افزایش وزن، ضریب رشد ویژه و تولید) به‌طور معنی داری افزایش یافتند، بنابراین بر اساس نتایج این پروژه پیشنهاد گردید که سطح بهینه پروتئین در این گونه ۵۰٪ است.

غفاری و همکاران (۱۳۸۰) برای اولین بار تأثیر مقادیر ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی‌گرم آل-کارتین در هر کیلوگرم غذای خشک را بر شاخص‌های رشد، ترکیب چربی و پروتئین کل بدن فیل‌ماهی با متوسط وزن (95 ± 2 گرم) را طی ۶۰ روز موردبررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که آل-کارتین بر روی افزایش وزن بدن و راندمان تبدیل غذایی اثر مثبت داشته ($P < 0.05$) و بنابراین توصیه نمودند که ۶۰۰ میلی‌گرم مکمل آل-کارتین به هر کیلوگرم جیره ماهیان خاویاری الحاق گردد.

صالح پور و همکاران (۱۳۸۱) تأثیر مقادیر ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی‌گرم آل-کارتین در هر کیلوگرم غذای خشک را بر روند رشد و ترکیب لاشه فیل‌ماهی با متوسط وزن ($1/1 \pm 1/8$ گرم) مورد آزمایش قرار داده و به این نتیجه رسیدند که آل-کارتین بر افزایش وزن بدن و راندمان تبدیل غذایی اثر مثبت دارد ($P < 0.05$) و پیشنهاد نمودند که مقدار ۶۰۰ میلی‌گرم آل-کارتین به جیره غذایی این گونه اضافه گردد.

فلاح‌تکار و همکاران (۱۳۸۴) تأثیر سطوح مختلف ویتامین C از نوع ال-اسکوربیل ۲- پلی فسفات را به مدت ۱۶ هفته در گونه فیل‌ماهی موردبررسی قرار دادند. در هفته ششم اختلاف معنی داری در مقادیر RBC، WBC و MCV در تیمارهای مختلف مشاهده شد ($P < 0.05$). همچنین در مقدار فعالیت ALP و LDH اختلاف معنی دار بود ($P < 0.05$). در هفته شانزدهم در عمده پارامترهای هماتولوژیک اندازه‌گیری شده بجز MCHC اختلاف معنی دار مشاهده شد ($P < 0.05$) در هفته چهارم در تمام پارامترهای رشد اختلاف معنی دار آماری مشاهده شد، درحالی‌که در هفته هشتم به جز CF و PER در بقیه موارد اختلاف معنی دار آماری مشاهده نگردید ($P > 0.05$). مقایسه پارامترهای رشد در کل دوره نشان‌دهنده معنی دار بودن اختلاف در متوسط وزن، شاخص چاقی (CF) و ضریب رشد ویژه (SGR) بود. نتایج این تحقیق مشخص ساخت که این ویتامین می‌تواند در دوره‌های مختلف رشد دارای اثرات معنی داری بر پارامترهای هماتولوژیک، بیوشیمیایی و شاخص‌های رشد بخصوص در سنین پایین‌تر باشد، لذا با توجه به تأثیر مثبت ویتامین C بر شاخص‌های رشد، فعالیت آنزیمها و پاسخ به استرس پیشنهاد گردید در شرایط پرورشی و در محدوده وزنی موردنظر مقدار ۲۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم در کیلو گرم ویتامین C از نوع APP می‌تواند در جیره ماهیان خاویاری مفید باشد.

امیرخانی و همکاران (۱۳۸۲) به‌منظور تعیین حد بهینه نسبت پروتئین به انرژی در جیره غذایی فیل‌ماهی در دوره Juvenile تأثیر ۸ جیره آزمایشی را در چهارچوب طرح آماری فاکتوریل 4×2 با دو سطح پروتئین ۴۰ و ۴۵٪ و چهارسطح انرژی ۱۸/۵، ۱۹/۸، ۲۱/۱ و ۲۲/۴ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره را بر روند رشد ماهیان ($9/3 \pm 6/3$ گرم) در طی ۸ هفته موردبررسی قرار دادند. نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش نشان داد که جیره‌هایی با سطح پروتئین ۴۰٪ و سطح انرژی ۲۱/۱ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم جیره جهت رشد بهینه فیل‌ماهی جوان با وزن ۶۰ تا ۲۰۰ گرم مناسب است.

سیدحسینی و همکاران (۱۳۸۴) مطالعاتی در خصوص توانایی فیل‌ماهیان پرورشی ($25 \pm 1/8$ گرم) در تغذیه از منابع کربوهیدرات و چربی (نشاسته، روغن گیاهی و جانوری) به‌عنوان منابع انرژی غیرپروتئینی با سطوح یکسان انرژی انجام دادند. نتایج نشان داد بچه فیل‌ماهیان بهتر می‌توانند از سطوح بالای چربی (۲۰ تا ۲۵٪ در جیره) نسبت به سطوح بالای کربوهیدرات برای تأمین انرژی غیرپروتئینی خود استفاده کنند، بطوریکه شاخص‌های رشد در بچه فیل‌ماهیان در جیره‌های غذایی حاوی ۲۸٪ کربوهیدرات کاهش و شاخص هپاتوسوماتیک افزایش یافته بود.

خوش نیت و همکاران (۱۳۸۴) به‌منظور بررسی تأثیر کنجاله سویا بر تسریع روند رسیدگی جنسی ازون برون ۵ و ۶ ساله، ماهیان نر این گونه با چهار جیره غذایی بدون سویا، بدون ویتامین در مرحله II و I رسیدگی جنسی، بدون سویا، با ویتامین در ماهیان نر در مرحله بالا

III و IV) و ماهیان ماده با جیره غذایی حاوی سویا، بدون ویتامین در مرحله پایین رسیدگی جنسی (انتهای مرحله II) و با سویا، با ویتامین در مرحله بالا (III) را مورد آزمایش قرار دادند. نتایج براین نکته اذعان داشت که اثر ترکیبات غذایی بر دستگاه تولیدمثل ماهیان ماده (سویا و ویتامین E و C) مهم است، مطالعه تغییرات در مراحل رسیدگی جنسی به واسطه تغییرات مساحت هسته-مساحت تخمک و نسبت قطر هسته به قطر تخمک در ماهیان ماده با جیره سویا و ویتامین معنی دار و نشاندهنده پیشرفت رسیدگی جنسی آن‌ها بود.

۸-۳-۱: یگانه و همکاران (۱۳۸۵) به منظور بررسی تأثیر اثر آمینواسید لایزین در عملکرد رشد، کارایی غذا و شاخص هیپاتوسوماتیک بچه فیل ماهیان با وزن متوسط ($20/0 \pm 0/1$ SD) گرم) ماهیان را با سطوح مختلف اسیدآمینه لایزین (۷/۵، ۱۵، ۲۲/۵ و ۳۰ گرم در کیلوگرم جیره) با سطح (۳۰۰ میلی گرم در کیلو گرم آل کارنتین) به مدت ۸ هفته تغذیه نمودند و دریافتند که به منظور دستیابی به حداکثر رشد و کاهش هزینه تولید افزودن ۲۲/۵ گرم لایزین به همراه ۳۰۰ میلی گرم آل-کارنتین در پرورش گوشتی فیل ماهیان اوزان ۲۰ تا ۱۲۰ گرم اضافه شود.

ناطق و همکاران (۱۳۸۶) تأثیر مکمل آل-کارنتین و لایزین را بر روند رشد و ترکیب لاشه فیل ماهی ۲۰ با میانگین وزن ($20/0 \pm 0/1$ SD) گرم) را مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور در یک آزمون فاکتوریل تأثیر ۵ سطح لایزین (۰، ۷/۵، ۱۵، ۲۲/۵ و ۳۰٪) به همراه یک سطح ثابت آل-کارنتین (۶۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) به مدت ۸ هفته بر روند رشد و ترکیب لاشه فیل ماهی جوان مورد بررسی قرار گرفت. رشد روزانه و ضریب چاقی ماهیان تیمارهای ۷/۵ و ۱۵٪ لایزین نسبت به تیمارهای دیگر دارای اختلاف معنی دار آماری بود، همچنین نسبت بازده پروتئین و ضریب تبدیل غذا در ماهیان تغذیه شده از تیمار ۳٪ لایزین به طور معنی داری از تیمار شاهد مطلوبتر بود ($P < 0.05$). شاخص‌های سرعت رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین و درصد افزایش وزن بدن در تیمار ۳٪ لایزین در مقایسه با تیمارهای دیگر مطلوبتر بود. نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن ۳٪ لایزین موجب سودمندی و افزایش کارایی رشد در شاخص‌های رشد و تغذیه فیل ماهیان می‌گردد.

حق و همکاران (۱۳۸۶) اثر سطوح مختلف اسیدآمینه متیونین جیره را بر روند رشد، شاخص‌های خونی و کبدی بچه فیل ماهیان با میانگین وزن ($31/93 \pm 0/92$ SD) گرم) به مدت ۱۲۰ روز مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از بررسی روند رشد تفاوت معنی داری را در شاخص‌های ضریب چاقی (K) و رشد روزانه (GR) نشان داد. بهترین شاخص‌های رشد ذکر شده به ترتیب در جیره‌های حاوی ۱/۵ و ۱٪ متیونین ثبت گردید. همچنین سطح پتاسیم خون در تیمار حاوی ۰/۵٪ متیونین به طور معنی داری از سایر تیمارها بیشتر بود ($P < 0.05$). ابعاد سلول‌های کبد در تیمار ۱/۵٪ به طور معنی داری در مقایسه با تیمارهای دیگر کمترین مقدار را داشت ($P < 0.05$). همچنین نتایج حاصل از آنالیز لاشه به این نکته اذعان داشت که بیشترین سطح پروتئین و کمترین سطح چربی متعلق به ماهیان تیمار ۱/۵ درصد متیونین بود ($P < 0.05$).

۱۱-۳-۱: پیک موسوی و همکاران (۱۳۸۶) نیز در آزمایشی مشابه تأثیر سطوح مختلف متیونین (۰/۵، ۱/۰، ۱/۵ و ۲٪) را بر شاخص‌های رشد بچه فیل ماهیان با متوسط وزن ۳۰ گرم را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که متیونین الحاق شده به جیره تأثیر معنی داری بر شاخص‌های رشد نداشته ($P > 0.05$). اما موجب بهبود کیفیت لاشه (پروتئین و چربی لاشه) می‌گردد ($P < 0.05$). بنابراین توصیه گردید که به ازای هر کیلوگرم جیره خشک ۱/۵ گرم متیونین الحاق گردد.

نیک زاد و همکاران (۱۳۸۹) اثرات جایگزینی سطوح مختلف روغنهای گیاهی را بجای روغن ماهی جیره بر روند رشد، ترکیب بیوشیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب لاشه فیل ماهی پرورشی با میانگین وزن ($26/97 \pm 0/49$ SE) گرم) را مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور ۵ جیره غذایی ایزوانرژتیک و ایزولیپید حاوی ۱۰٪ روغن اضافه و فرموله شد. تیمار اول با ۱۰۰٪ روغن ماهی کیلکا به عنوان تیمار شاهد و در تیمارهای بعد روغن ماهی بمیزان ۵۰٪ با روغنهای گیاهی مخلوط شدند که شامل روغنهای آفتابگردان و سویا در تیمار دوم، روغن‌های آفتابگردان و کانولا در تیمار سوم و روغنهای سویا و کانولا در تیمار چهارم بمیزان هر کدام ۲۵٪، و در تیمار پنجم بمیزان ۱۰۰٪ با ترکیبی از روغنهای آفتابگردان، سویا و کانولا (با نسبت ۱:۱:۱) جایگزین شدند. در پایان دوره آزمایش، اختلاف معنی داری در شاخص‌های رشد و ترکیب بیوشیمیایی لاشه مشاهده نشد. اما ترکیب اسیدهای چرب لاشه به طور معنی داری از ترکیب جیره تأثیر پذیرفت. نتایج این پروژه نشان داد که فیل ماهیان پرورشی به اسیدهای چرب سری ۳-n و ۶-n در جیره نیاز دارند.

بنی اسماعیلی و همکاران (۱۳۸۷) اثر سطوح مختلف آنزیمیت، پلی ویتام و ترکیب این دو ماده افزودنی غذایی را بر رشد و ترکیبات لاشه بچه تاسماهی ایرانی با متوسط وزن ($3/7 \pm 0/05$ گرم) مورد بررسی قرار داده و ارزیابی نمودند که بیشترین سرعت رشد روزانه (GR)،

ضرب رشد ویژه (SGR)، درصد افزایش وزن بدن (BWI) و کارایی غذا در تیمار آنزیمیت ۳٪ بوده است. نتایج این مطالعه ثابت نمود که آنزیمیت تأثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد تاسماهی ایرانی دارد.

عزیزیان و همکاران (۱۳۸۸) تأثیر درصدهای مختلف غذادهی را بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیب لاشه تاسماهی سبیری با میانگین وزن (SD) $1035/4 \pm 80/9$ گرم را مورد بررسی قرار داده و ماهیان را در تیمارهای مختلف غذادهی با ۱، ۲ و ۳٪ غذا دهی به مدت ۸ هفته تغذیه نمودند. نتایج براین نکته اذعان داشت که با افزایش درصد غذادهی از ۱ به ۳٪ کارایی غذاکاهش یافت و شاخص‌های رشد، FCR و نسبت بازده پروتئین به‌طور معنی داری تحت تأثیر درصدهای مختلف غذادهی قرار گرفتند ($P < 0.05$). آنالیز لاشه حاکی از معنی دار نبودن تأثیر درصدهای مختلف غذادهی بر ترکیبات لاشه بود ($P > 0.05$). بنابراین توصیه گردید که مقدار ۱٪ وزن بدن غذادهی در روز مناسب برای پرورش تاسماهی سبیری در دوره پروراندی است.

تاتینا و همکاران (۱۳۸۹) تأثیر ویتامین‌های C و E را بر برخی از شاخص‌های رشد ماهی استرلیاد مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور از جیره‌های غذایی شامل ترکیبی از مقادیر ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم ویتامین C از نوع آل-اسکوربیل پلی فسفات و ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم ویتامین E از نوع دی آلفا توکوفرول در کیلوگرم غذا جهت تغذیه استرلیاد با متوسط وزن $350/9 \pm 14/3$ گرم استفاده شد. نتایج این تحقیق مشخص نمود که ویتامین‌های C و E می‌توانند در دوره‌های مختلف رشد تأثیر معنی داری بر پارامترهای هماتولوژیک، بیوشیمیایی و شاخص‌های رشد داشته باشند. لذا با توجه به تأثیر مثبت ویتامین‌های C و E بر برخی از شاخص‌های رشد بنظر می‌رسد که در شرایط پرورشی جیره حاوی ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم ویتامین C و ۴۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم ویتامین E و همچنین جیره محتوی ۴۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم ویتامین C و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم ویتامین E می‌تواند مطلوب تلقی گردد.

مرشدی و همکاران (۱۳۸۹) اثرات دوره‌های گرسنگی کوتاه‌مدت و غذادهی مجدد را بر روی عملکرد رشدو تغذیه، ترکیبات بیوشیمیایی بدن و فاکتورهای خونی در بچه تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) با میانگین وزن (SD) $19/51 \pm 1/5$ گرم را با چهار تیمار (چهار وعده غذای روزانه تاحد سیری، ۲ روز گرسنگی و ۸ روز غذادهی مجدد، ۴ روز گرسنگی و ۱۶ روز غذادهی مجدد و ۸ روز گرسنگی و ۳۲ روز غذادهی مجدد) را به مدت ۸۰ روز مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد که دوره‌های گرسنگی و غذادهی مجدد تأثیر منفی بر شاخص‌های رشد و تغذیه ماهیان ندارد ($P > 0.05$). اما پروتئین و فیبر گروه شاهد به‌طور معنی داری از سایر تیمارها بالاتر بود ($P < 0.05$). در پایان آزمایش از میان پارامترهای هماتولوژیک فقط غلظت هموگلوبین، درصد هماتوکریت در تیمارهای سیری و گرسنگی به‌طور معنی داری از تیمار شاهد بالاتر بود ($P < 0.05$). این مطالعه نشان داد که بچه تاسماهی سبیری تحمل دوره‌های گرسنگی کوتاه‌مدت را دارند که این برنامه‌های گرسنگی و غذادهی مجدد می‌توانند در مزارع پرورشی این گونه اجرا گردد.

همچنین عشوری و همکاران (۱۳۸۹) جهت ارزیابی استراتژیهای متابولیکی و اندوکرائینی خاص تاسماهی سبیری، این گونه را با میانگین وزنی (SD) $19/32 \pm 0/43$ گرم به مدت ۸۰ روز در روبرو شدن با دوره گرسنگی کوتاه‌مدت با تیمارهای (چهار وعده غذای روزانه تا حدسیری، ۲ روز گرسنگی و ۸ روز غذادهی مجدد، ۴ روز گرسنگی و ۱۶ روز غذادهی مجدد و ۸ روز گرسنگی و ۳۲ روز غذادهی مجدد) را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که مصرف ذخایر انرژی در طی گرسنگی تاسماهی سبیری ممکن است بدون دخالت کورتیزول باشد، همچنین تاسماهی سبیری توان سازگاری متابولیکی با گرسنگی کوتاه‌مدت را دارد، بطوری که شاخص‌های کورتیزول، T_3 و T_4 گلوکز خون پس از غذادهی مجدد به سطوح پیش از گرسنگی برگشتند.

محمودی و همکاران (۱۳۸۹) تأثیر پروبیوتیک پروتکسین را بر فاکتورهای خونی، شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه تاسماهی سبیری با میانگین وزن (SD) $273/08 \pm 33/97$ گرم را مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور در ۴ جیره غذایی پروبیوتیک پروتکسین در مقادیر ۰، ۵، ۱ و ۱/۵ گرم به یک کیلوگرم جیره غذایی اضافه شد. نتایج بررسی از فاکتورهای رشد تفاوت معنی داری را در بین گروه شاهد و ۳ تیمار بکاررفته از خود نشان نداد. بیشترین مقدار پروتئین و کمترین مقدار چربی در ماهیان تیمار شاهد و ۵/۰ گرم در کیلوگرم مشاهده گردید. نتایج حاصل از بررسی فلور باکتریایی روده حاکی از وجود اختلاف معنی دار بین گروه‌های تیماری بود که در آن میان بیشترین مربوط به گروه تیمار ۲ و کمترین مقدار مربوط به گروه تیماری ۳ بود.

حسینی و همکاران (۱۳۹۰) جهت تعیین مناسبترین جیره غذایی برای تولید و پرورش تاسماهی استرلیاد اثر جیره‌های مختلف غذایی نظیر ((اسکرتینگ، بیومار، چینه و غذای زنده (گاماروس و شیرونومید)) را بر روند رشد و ترکیب لاشه بچه ماهی استرلیاد با میانگین وزن (SD ۲۱/۲۳±۸ گرم) را در آکواریوم به مدت ۱۲ هفته موردبررسی قرار دادند. در انتهای دوره آزمایش بیشترین میزان رشد روزانه (GR)، ضریب رشد ویژه (SGR)، درصد افزایش وزن بدن (BWI)، ضریب چاقی (CF) و کارایی غذا (FE) در ماهیان تیمار اسکرتینگ مشاهده شد. همچنین در آنالیز لاشه تیمارهای مختلف غذایی بیشترین میزان پروتئین و چربی در تیمار اسکرتینگ ثبت گردید. با توجه به نتایج فوق می‌توان اذعان نمود که ماهیان تغذیه شده با غذای اسکرتینگ عملکرد بهتری نسبت به جیره‌های بکار رفته دیگر در آزمایش داشتند.

ملت دوست و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر کربوهیدرات دکسترین را بر روند رشد و ترکیب لاشه تاسماهی سبیری (SD ۶۱/۹۶±۶۸۹/۲۵ گرم) موردبررسی قرار دادند. بدین منظور پنج جیره غذایی حاوی پروتئین ۴۲٪ و سطوح ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد دکسترین را که جایگزین روغن ماهی و روغن آفتابگردان شده بود مهیا شد. در انتهای دوره آزمایش میزان شاخص‌های افزایش وزن و وزن نهایی متعلق به ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰٪ دکسترین بود و اختلافی با تیمار شاهد مشاهده نگردید ($P > 0.05$). بررسی شاخص‌های خونی نشان داد که از لحاظ سلامت و استرس ماهیان تیمار ۲۰٪ دکسترین بهترین شرایط را دارا بودند.

نادری و همکاران (۱۳۹۱) به منظور بررسی تأثیر ویتامین C و اسیدفولیک بر شاخص‌های رشد، ایمنی و شاخص‌های خونی بچه ماهی شپب ترکیبی از مقادیر ۳/۵ میلی گرم اسیدفولیک، ۲۰۰ میلی گرم ویتامین C و اثر سینرژیست این ۲ ویتامین (اسید فولیک + ویتامین C) بمیزان (۲۰۰ میلی گرم/کیلوگرم + ۱/۵ میلی گرم در کیلوگرم)، (۲۰۰ میلی گرم/کیلوگرم + ۳/۵ میلی گرم در کیلوگرم)، (۲۰۰ میلی گرم/کیلوگرم + ۵/۵ میلی گرم در کیلوگرم) بکار برده و این گونه را به مدت ۸ هفته تغذیه نمودند. ماهیانی که با غذای حاوی ۲۰۰ میلی گرم/کیلوگرم ویتامین C + ۵/۵ میلی گرم در کیلوگرم اسیدفولیک تغذیه شده بودند بیشترین افزایش وزن را دارا بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که ویتامین C و اسیدفولیک اثرات معنی داری بر پارامترهای هماتولوژیک، ایمنی و شاخص‌های رشد دارد. لذا با توجه به تأثیر مثبت ویتامین C و اسیدفولیک جیره حاوی ۵/۵ میلی گرم اسیدفولیک و ۲۰۰ میلی گرم ویتامین C به ازای هر کیلوگرم غذا جهت افزودن به جیره پیشنهاد گردید.

رضایی و همکاران (۱۳۹۱) به منظور بررسی تأثیر پروتئین کنسانتره سویا بر شاخص‌های رشد، ماندگاری و ترکیب لاشه تاسماهی سبیری با میانگین وزن (SD ۳۱/۳۱±۱۲۸۶/۴۴ گرم) آزمایش رشدی را به مدت ۸ هفته طراحی و اجرا نمودند. کنسانتره سویا به ترتیب در سطوح ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰٪ جایگزین پودرماهی شد. در پایان دوره پرورش اختلاف معنی داری در وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین و ضریب تبدیل غذا در تیمارهای مختلف آزمایشی مشاهده نشد ($P > 0.05$). همچنین با افزایش پروتئین کنسانتره سویا در جیره، پروتئین و چربی لاشه افزایش یافت ($P < 0.05$). نتایج این آزمایش نشاندهنده آن بود که پروتئین کنسانتره سویا جایگزین مناسبی با آرد ماهی در جیره غذایی تاسماهی سبیری است.

نیازهای غذایی ماهیان خاویاری

۱- پروتئین

پروتئین مهم‌ترین و گران‌ترین بخش جیره ماهیان پرورشی را تشکیل می‌دهد. اصولاً رشد ماهی و میگو نیز عمدتاً با میزان پروتئین و اسیدهای آمینه آن تعیین می‌گردد. کارکردهای مهم پروتئین در آبزیان عبارتند از:

- منبع انرژی هستند
 - منبع اسیدهای آمینه موردنیاز برای ساخت انواع پروتئین می‌باشند.
- پروتئین زمانی برای حیوان مفید خواهد بود که پس از هضم و تجزیه محصولات مربوطه یعنی پپتیدها و اسیدهای آمینه جذب شوند. در صورت عدم کفایت پروتئین موجود در جیره برای ادامه کارکردهای حیاتی زندگی پروتئین از بافت‌ها تخلیه شده و این امر به کاهش سریع رشد می‌انجامد. عبارت دیگر اگر جیره حاوی مقادیر اضافی پروتئین باشد مقادیر کمتری برای ساخت پروتئین جدید بکار می‌رود و مابقی برای تولید انرژی متابولیزه می‌شود. بکارگیری پروتئین موجود در جیره توسط آبی‌زی عمدتاً تحت تأثیر نوع اسیدهای آمینه موجود و میزان پروتئین مصرفی، میزان انرژی قابل متابولیسم یا قابل هضم جیره، میزان ترکیبات غیرپروتئینی موجود، حالت فیزیولوژیک و حتی ویژگیهای فیزیکی-شیمیایی محیط پرورش دارد (Hillested et al., ۲۰۰۱). در جیره‌هایی که برای پرورش آبزیان در سیستمهای نیمه متراکم و متراکم بکار می‌رود معمولاً ۳۵ تا ۴۰ درصد پروتئین بکار می‌رود (Halver et al., ۱۹۵۷).

تاسماهیان به دلیل رژیم گوشتخواری به درصد بالایی پروتئین در جیره غذایی نیاز دارد. پروتئین ماده اصلی تشکیل دهنده بافت ماهیان است که حدود ۶۵ - ۷۵ درصد از کل ماده خشک بدن را شامل می‌شود، درواقع ماهیان پروتئین را برای به دست آوردن اسیدهای آمینه مصرف می‌کنند. پروتئین در بدن هیدرولیز شده و اسیدهای آمینه را آزاد می‌کند، اسیدهای آمینه از روده جذب شده و به وسیله خون بین بافت‌ها و اندامهای بدن پخش می‌گردند، اما جذب و مصرف پروتئین در ماهیان به وجود منابع انرژی غیرپروتئینی و میزان پروتئین وابسته است (Qinghui et al., ۲۰۰۴). به گونه‌ای که پروتئین اضافی جیره در فعالیتهای حرکتی ویژه (SDA) به عنوان منبع انرژی مصرف شده و اضافه‌تر از آن به صورت نیتروژن آمونومی دفع می‌شود (Legrow and Beamish, ۱۹۸۶). بنابراین افزایش پروتئین جیره مازاد بر نیاز ماهی، موجب تنش در موجود زنده، افزایش هزینه تولید و در نهایت کاهش رشد می‌گردد (Thoman et al., ۱۹۹۹). (Catacutan and coloso., ۱۹۹۵) از سوی اگرچه پروتئین جیره یک فاکتور تأثیرگذار بر شاخص‌های رشد است (Lovell, ۱۹۸۹) و افزایش آن در جیره موجب بهبود بازده تولید به‌ویژه در ماهیان گوشت‌خوار می‌گردد (Salhi et al., ۲۰۰۴)، اما ماده گرانی است و افزایش آن در جیره غذایی، موجب افزایش تصاعدی قیمت غذا می‌شود. اما می‌توان با افزودن موادی نظیر چربی و کربوهیدرات به عنوان منابع تولیدکننده انرژی در سطوح مشخص، کارایی پروتئین را در جهت افزایش رشد ماهیان بهبود بخشید و در مصرف پروتئین صرفه جویی نمود. بدین جهت امروزه در صنعت آبی‌پروری مدرن، تعیین نسبت مناسب پروتئین به انرژی (انرژی تأمین شده از منابع مختلف چربی و یا کربوهیدرات) بدلیل تأثیر مستقیم بر کارایی مصرف غذا، روند رشد و مقدار چربی ذخیره شده در بافت و امعاء و احشاء از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Garling and Wilson, ۱۹۷۶) و فرمولاسیون جیره‌های غذایی بر اساس سطوح پروتئین و انرژی به اندازه نیاز ماهی تنظیم می‌شوند (Salhi et al., ۲۰۰۴). نتایج تحقیقات زیادی ثابت نموده است که در نظر نگرفتن نسبت مناسب پروتئین و انرژی و افزایش بی‌رویه پروتئین در جیره غذایی موجب افزایش غیرمنطقی هزینه تولید غذا، افزایش دفع ضایعات نیتروژنی به محیط پرورش و آلودگی آن و محیط زیست می‌گردد.

۲- آمینواسیدهای ضروری

اجزاء اساسی تشکیل دهنده پروتئینها، اسیدهای آمینه هستند. مهره داران از جمله ماهیان قادر به سنتز ۱۰ نوع از اسید آمینه‌های ضروری نیستند که باید در جیره غذایی آن‌ها تأمین گردد. این اسیدهای آمینه عبارتند از: آرژنین، هیستیدین، ایزولوسین، لیزین، متیونین، فیل آلانین، ترئونین، تربیتوفان و والین. ماهی‌ها می‌توانند سایر آمینواسیدها را سنتز کنند. این اسیدهای آمینه که اسیدآمینه‌های غیرضروری هستند عبارتند از: آلانین، آسپاراژین، اسید آسپاراتیک، سیستین، اسید گلوتامیک، گلوتامین، گلیسین، هیدروکسی پرولین، پرولین، سرین و تیروزین. اسیدآمینه‌های غیرضروری می‌توانند با انتقال یک گروه آمینو (آمین) به آلفا کتواسید سنتز شوند که خود آلفا کتواسیدها می‌توانند از منابع غیرپروتئینی مثل گلوکز مشتق شوند. هنگامی که در یک جیره غذایی یک آمینواسید ضروری موجود نباشد آن اسیدآمینه به عنوان یک آمینواسید محدود کننده مطرح می‌شود زیرا باعث محدودیت سنتز پروتئین می‌شود. برای سنتز یک پروتئین تمام اسیدهای آمینه موردنیاز بایستی در دسترس باشند، در غیر این صورت سنتزی صورت نمی‌گیرد. به همین علت کیفیت پروتئین در تغذیه ماهیان مهم است (Webster et al., ۲۰۰۲).

نیازمندی ماهیان به آمینو اسید

مطالعات انجام شده در گربه ماهی کانال (Duopree and Halver, ۱۹۷۰)، کپور معمولی (Nose et al., ۱۹۷۴)، سیم قرمز دریایی (Yone, ۱۹۷۴) دو گونه مار ماهی *Anguilla japonica* و *Anguilla Anguilla* (Arai et al., ۱۹۷۲) و دو گونه میگو (*Paleomin serratus*) (Cowe and Forest, ۱۹۷۱) و (*Penaeus aztecus*) (Shewbart et al., ۱۹۷۳) نشان داده است که آن‌ها به آرژنین، هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، لایزین، متیونین، فنیل آلانین، ترئونین، تریتوفان و والین نیاز دارند. کمبود هر یک از این آمینواسیدهای ضروری موجب کاهش اشتها و رشد می‌گردد. کمیت نیازمندی آمینواسیدها در ماهیان تا کنون در چهارگونه تعیین شده است که در جدول ۱۴ نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که نیاز ماهیان به آمینواسیدهای ضروری بیش از طیور است.

جدول ۱۴- مقایسه نیازمندی چهار نمونه ماهی پرورشی با ماهی خاویاری در حال رشد به آمینواسیدهای ضروری (درصد درجیره)

آمینواسید (درصد/جیره)	مار ماهی ژاپنی <i>Japanese eel</i>	کپور معمولی <i>Cyprinus carpio</i>	گربه ماهی کانال <i>Ictalurus punctatus</i>	قزل آلا ی رنگین کمان <i>Onchorhynchus mykiss</i>	فیل ماهی <i>Huso huso</i>	تاسماهی ایرانی <i>Acipenser persicus</i>
آرژنین	۴	۴/۲	۴/۳	۳/۵	—	—
هیستیدین	۱/۹	۱/۶	۱/۵	۱/۶	—	—
ایزو لوسین	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	۱/۵	۱/۵
متیونین	۲/۹	۱/۸	۲/۳	۱/۸	۲/۵	۲/۴
فنیل آلانین	۵/۲	۳/۱	۵	۳/۱	—	—
ترئونین	۳/۶	۳/۴	۲/۳	۳/۴	—	—
تریتوفان	۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵	—	—
والین	۳/۶	۳/۱	۳	۳/۱	—	—

منبع: ۱۹۹۵، NRC و پروژه‌های موسسه تاسماهیان

نکات مهمی که باید در زمان متعادل کردن اسیدهای آمینه در جیره مد نظر قرار گیرد:

- ✓ متیونین می‌تواند توسط سیستمین تأمین شود. بدین ترتیب در زمان تنظیم میزان متیونین جیره باید مقادیر سیستمین موجود در اقلام پروتئینی جیره مد نظر قرار گیرد.
- ✓ در طول روند فراوری اجزای جیره ممکن است متیونین دچار اکسید شده و به سولفوکسیدمتیونین و یا سولفو متیونین تبدیل گردد.
- ✓ لایزین یک آمینواسید عمده و اساسی است که دو گروه آمین دارد. برای بکارگیری مؤثر لایزین باید دومین گروه آمین (اپسیلون) آزاد و دارای قابلیت واکنش زایی باشد. در طول ساخت جیره‌ها ممکن است دومین گروه آمین در لایزین با مولکولهای غیرپروتئینی موجود واکنش نشان دهد و ترکیبات اضافی بوجود آورد که لایزین را از نظر بیولوژیکی غیرقابل دسترسی سازد.
- ✓ در جیره لوسین و ایزولوسین باید در نسبتهای متعادل یافت شوند و وجود مقادیر بیش از اندازه آن‌ها در پودرخون ممکن است در بکارگیری کارآمد جیره‌ها تاثیر گذارد.
- ✓ گزارشاتی نیز وجود دارد که آرژنین و لایزین باید در نسبتهای متعادل معمولاً به نسبت ۱:۱ در جیره موجود باشد.

لایزین

لایزین یکی از ۱۰ آمینواسید ضروری است که باید در غذای ماهیان موجود باشد. همچنین در ترکیب شیمیایی لاشه بسیاری از گونه‌های ماهیان، مقادیر بالای لایزین وجود دارد (Wilson and Poe, ۱۹۸۵; Forster and Ogata, ۱۹۹۸). از سوی دیگر، لایزین یکی از مهم‌ترین آمینواسیدهای محدودکننده موجود در پروتئین آرد غلات است و بنابراین بایستی مقادیر بهینه آن در جیره‌های غذایی، به ویژه جیره‌هایی غذایی حاوی مقادیر زیاد پروتئین گیاهی به‌دقت تعیین شود (Robinson et al., ۱۹۸۰; Forster and Ogata, ۱۹۹۸; Small and Soares, ۲۰۰۰; Murillo-Gurrea et al., ۲۰۰۱; Tantikitti and Chimsung, ۲۰۰۱). مطالعات اولیه نشان داد ماهی به مقادیر زیادی لایزین نیاز دارد. ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به ۶۱ گرم لایزین در یک کیلوگرم پروتئین، گربه ماهی کانال به ۵۱ گرم لایزین در یک کیلوگرم پروتئین و تیلاپیا نیل به ۵۲ گرم لایزین در یک کیلوگرم پروتئین نیاز دارند (NRC, ۱۹۹۳). کمبود لایزین در ماهیان آب شیرین باعث خورده‌گی باله دمی می‌شود. مطالعات محسنی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که سطوح مختلف لایزین بر راندمان غذا (ضریب تبدیل و کارایی غذا) و نسبت بازده پروتئین در فیل‌ماهی (*Huso huso*) در دوران رشد (Growing) تأثیرگذار است، بطوریکه بالاترین راندمان شاخصهای فوق‌الذکر در ماهیان تغذیه شده با سطوح بالای لایزین (تیمارهای ۲/۲۵ تا ۲ درصد لایزین در جیره خشک) ثبت گردید. همچنین مطالعات پورعلی و همکاران (۱۳۹۲) بیانگر آن بود که تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در مرحله Juvenile به ۳ درصد لایزین در جیره نیاز دارد.

متیونین

متیونین و سیستئین از گروه اسیدآمینه‌های گوگرددار هستند. وجود مقادیر کافی متیونین و سیستئین برای ساخت پروتئین و سایر اعمال فیزیولوژیکی بدن لازم است (سوداگر، ۱۳۸۴). به نظر می‌رسد، سیستئین در ماهیان یک اسید آمینه غیرضروری است که ماهی قادر است آن را از طریق اسیدآمینه‌های ضروری مانند متیونین جبران نماید، در صورتیکه متیونین یک اسیدآمینه ضروری و موردنیاز ماهیان است (Lovell, ۱۹۹۸). متیونین در ماهیان سه وظیفه عمده بر عهده دارد، در سنتز پروتئین موردنیاز است، جهت سنتز ترکیبات بیوشیمیایی سولفورده ضروری است، یک دهنده متیل در واکنشهای شیمیایی است که می‌تواند متیل موردنیاز را برای واکنشهای متیل‌سازی مهیا سازد (Wu and Davis, ۲۰۰۵). مقدار موردنیاز اسیدآمینه‌های گوگرددار برای اکثر ماهیان ۲ تا ۳ درصد پروتئین است، ولی ماهی کاتلا (*Catla catla*) و سیم سرطلایی به متیونین بیشتری نیاز دارند (دانش مسگران، ۱۳۸۱). همچنین در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorynchus mykiss*) امکان تبدیل متیونین به سیستئین با متوسط بازدهی ۵۰ درصد برآورد شده است، درحالی‌که این مقدار در گربه ماهی مشابهی مقداری است که در مهره داران عالی برآورد شده است. تحقیقات نشان داده است کمبود متیونین در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌تواند سبب بروز آب مروارید گردد، این موضوع توسط Walton و همکاران (۱۹۸۲)، Rumsey و همکاران (۱۹۹۳) و Cowey و همکاران (۱۹۹۲) مشاهده و تأیید شد.

تحقیقات محسنی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که افزودن ۱/۵ درصد متیونین به جیره غذایی فیل‌ماهی در مرحله رشد تأثیر مثبتی بر شاخصهای هماتولوژیک ماهی دارد. همچنین تحقیقات پورعلی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که می‌توان بدون کاهش کیفیت غذای کنسانتره حاوی ۴۳ درصد پروتئین به‌ویژه با منابع پروتئین گیاهی از اسیدآمینه متیونین بمیزان ۳ درصد در جیره غذایی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) استفاده نمود.

آرژنین

آرژنین در بعضی گونه‌ها که چرخه اوره در بدن آن‌ها فعال است از اسیدآمینه‌های ضروری در ماهیان محسوب می‌شود. نیاز به این اسیدآمینه بین ۲ تا ۶ گرم بر ۱۶ گرم نیتروژن برآورد شده است. در پرندگان کوچک و موش بین لایزین و آرژنین رابطه آنتاگونیستی وجود دارد. لایزین نقشی حیاتی در متابولیسم انرژی دارد و آرژنین در یک سیر متابولیکی به اوره تبدیل می‌شود، بطوریکه افزایش لایزین در بدن موجب افزایش تجزیه آرژنین و متعاقب آن افزایش نیازهای آرژنین را بدنبال دارد. چنین رابطه‌ای در قزل‌آلا و یا گربه ماهی کانال به اثبات نرسیده و تنها تأثیر منفی آرژنین در جذب روده‌ای لایزین در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorynchus mykiss*) گزارش شده است.

(Robinson et al., ۱۹۸۱). ماهی سالمون بیشترین نیاز را به آرژنین در حدود ۶ درصد پروتئین جیره داشته در صورتی که ماهیان دیگر به ۴ تا ۵ درصد در پروتئین جیره به آن نیاز دارند. نیاز ماهی سی باس به آرژنین ۱/۸۲ درصد در جیره و ۳/۸ درصد پروتئین است (Murillo-Gurrea et al., ۲۰۰۱). نیاز آرژنین در ماهی سی باس قابل مقایسه با قزل آلائی رنگین کمان (۳/۸ درصد) (Walton et al., ۱۹۸۶) بوده، اما کمتر از مقادیر گزارش شده برای تیلایپای نیل (۴ درصد) (Santiago and Iovel, ۱۹۸۸)، کپور معمولی (۴/۳ درصد) (Nose, ۱۹۷۹)، گربه ماهی کانال (۱۹۸۱، ۱۹۸۰، Robinson et al.) و چنوک سالمون (۶ درصد) (Halver, ۱۹۷۰; Klien and Halver, ۱۹۵۸) است. تاکنون حد بهینه آرژنین در ماهیان خاویاری تعیین نشده است.

هیستدین:

نیاز به هیستدین بین ۲/۷ تا ۹ گرم نیتروژن متغیر است. همواره غلظت هیستدین آزاد در عضله بالا است. هسته‌های ایمیدازول در عضلات به‌عنوان نوعی بافر عمل می‌کند. این اسیدآمینه در ساختار سرم پروتئینها نقش مهمی برعهده دارد و قادر به اتصال یونهای متابولیک خواهد بود (Gauim et al., ۲۰۰۱). تاکنون حد بهینه هیستدین در ماهیان خاویاری تعیین نشده است.

ترئونین:

نیاز به ترئونین بین ۰/۶ تا ۵ گرم بر ۱۶ گرم نیتروژن است. ایجاد گلايسين از ترئونین که به‌واسطه فعالیت آنزیم آلدولاز ترئونین ایجاد می‌شود هنوز در قزل آلا شناسایی نشده است. این در حالی است که ۸۰ درصد اکسیداسیون ترئونین در خوک توسط این آنزیم انجام می‌شود، اما در سایر مسیرهای متابولیک کاملاً مشابه سایر آمینواسیدها است (Gauim et al., ۲۰۰۱). تاکنون حد بهینه ترئونین در ماهیان خاویاری تعیین نشده است.

تریپتوفان:

میزان احتیاج ماهی به تریپتوفان ۰/۲ تا ۱/۱ گرم نیتروژن متغیر است این اسیدآمینه پیش ساز هورمون عصبی سروتونین است. در مقایسه با مهره داران عالی قادر به تبدیل تریپتوفان به نیاسین نمی‌باشد و کمبود تریپتوفان منجر به اسکولیوزیس، لوردوزیس و رسوب غیرعادی کلسیم در کلیه قزل آلا و ماهی آزاد ساکای می‌شود (Gauim et al., ۲۰۰۱) تاکنون حد بهینه تریپتوفان در ماهیان خاویاری تعیین نشده است.

۳- فعالیت‌های تحقیقاتی انجام‌شده در مورد تعیین حد بهینه و یا اضافه نمودن آمینواسیدهای کریستاله در ماهیان خاویاری

به دلیل فقدان اسیدآمینه‌های کریستاله مناسب که بتواند رشد مناسب را در تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) تأمین کنند. نیاز این ماهی به آمینواسیدهای ضروری از طریق روش standard dose- response تعیین نشد. Kaushik و همکاران (۱۹۹۱) شاخص افزایش وزن روزانه را به‌منظور تخمین نیاز تاسماهی سبیری ۲۲ گرمی به آمینواسیدهای ضروری را ملاک قرار داده و این نتایج را به دست آوردند: (۲/۸ میلی‌گرم آرژنین در ۱۰۰ گرم وزن بدن) (هیستدین ۱/۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن بدن) (ایزولوسین ۲/۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن بدن) (لوسین ۳/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن بدن) (لایزین ۵/۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن بدن) (فیل آلانین ۱/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن بدن) (ترئونین ۲/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن بدن) و (والین ۳/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن بدن). Ng و Hung (۱۹۹۵) بر پایه این که مقدار پروتئین در جیره غذایی در حدود ۴۰ درصد باشد با همین روش نیازمندی تاسماهی سفید ۶۷ گرمی را به اسیدآمینه‌های ضروری تخمین زدند. در ۱۰۰ گرم پروتئین جیره باید: ۴/۸ گرم آرژنین، ۰/۲ گرم سیستئین، ۲/۳ گرم هیستیدین، ۳ گرم ایزولوسین، ۴/۲ گرم لوسین، ۵/۴ گرم لایزین، ۲ گرم متیونین، ۳ گرم فیل آلانین، ۳/۳ گرم ترئونین، ۰/۳ گرم تریپتوفان، ۲/۳ گرم تیروزین و ۳/۳ گرم والین موجود باشد. تفاوت‌های مشاهده‌شده در نیازمندی بعضی از آمینواسیدها بین دو گونه بخاطر متفاوت بودن الگوی آمینواسیدهای کل بدن و تخم تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) (Kaushik et al., ۱۹۹۱) و تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) (Ng and Hung, ۱۹۹۴) است. همچنین اختلاف در میزان نیازمندی در دو گونه را می‌توان به متفاوت بودن

واحدهای بیان شده در دو مطالعه نسبت داد. همچنین میزان و نیاز ماهی به آمینواسیدها و ارتباط آن با ترکیب آمینواسیدهای بافت (کل بدن، ماهیچه و تخم) ثابت شد.

پورعلی و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از جیره غذایی نیمه خالص شامل جیره پایه بدون افزودن اسیدهای آمینه متیونین و لایزین، تیمار شاهد و چهار جیره غذایی حاوی سطوح یک و سه درصد متیونین و لایزین) نشان دادند که برای دستیابی به حداکثر ظرفیت بازدهی رشد، تغذیه و بازماندگی بچه تاسماهی ایرانی می‌توان بدون کاهش کیفیت غذای کنسانتره حاوی ۴۳ درصد پروتئین به‌ویژه منابع پروتئین گیاهی از اسیدهای آمینه متیونین و لایزین بمیزان ۳ درصد برای هر دو نوع آسیدامینه استفاده نمود.

۴- مواد معدنی

ماده معدنی ماده‌ای است که پس از سوزاندن غذا یا بافت بدن درخاکستر یافت می‌شود. مواد معدنی بر اساس مقادیر نسبی موردنیاز در جیره بدوگروه اصلی طبقه بندی می‌شوند: ماکرومینرالها (عناصر پرنیاز) عناصری هستند که به مقادیر زیاد موردنیاز می‌باشند. میکرومینرالها (عناصر نادر) عناصری هستند که بمقادیر بسیار کم موردنیاز می‌باشند. بطور کلی وظایف مواد معدنی شامل موارد زیر است: اجزای ساختمانی سیستم استخوانی هستند: نظیر کلسیم (Ca)، فسفر (P)، منیزیم (Mg)، سدیم (Na) و پتاسیم (K)، اجزای ترکیبات آلی نظیر پروتئینها و لیپیدها، فعال کننده سیستم آنزیمی مانند روی (Zn) و مس (Cu) و نگهدارنده بنیانهای اسیدی (acid-base) و متعادل کننده فشار اسمزی مانند سدیم، پتاسیم و کلر می‌باشند.

ماکرومینرالها: کلسیم

وظیفه اصلی کلسیم استحکام دادن به استخوانها است. همچنین در تنظیم ضربان قلب نیز مهم است و در ارسال پالسهای عصبی بکاررفته 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 می برد که شامل ویتامین D، پروتئین جیره و یک اسید متعادل است. برعکس، کمبود ویتامین D جذب کلسیم را کاهش می‌دهد، همچنانکه میزان فسفر اضافی در جیره، لیپید بیش از اندازه یا فیبر در غذا و وجود اسیدفیتیک موجب کاهش جذب کلسیم می‌گردد. اسید فیتیک که در بذر غلات و آرد دانه‌های روغنی وجود دارد جلوی جذب کلسیم را برای تشکیل یک نمک غیرمحلول می‌گیرد. در محیطهای آب شیرین نیاز غذایی کلسیم نسبت به غلظت آن متغیر است. در ماهیان دریایی نیز ظرفیت و جذب و متعاقب آن نیاز به کلسیم متفاوت است. در جریان رشد اولیه، کمبود کلسیم منجر به ایجاد بدشکلی در جمجمه و مهره‌ها می‌شود (Webster et al., ۲۰۰۲). تحقیقات پورعلی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که حد بهینه کلسیم در جیره غذایی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) برابر با ۶ گرم در هر کیلوگرم جیره است (جدول ۱۵).

کلراید

کلراید یک ماده معدنی ضروری است، زیرا یک الکترولیت است و به‌صورت یک ماده سیال خارج سلولی در بدن یافت می‌شود. مقدار کلراید خون بیشتر از هر ماده معدنی دیگر است و شارژ (پرکردن) منفی یون کلر نقش اصلی را در تنظیم فشار اسمزی و بالانس اسید پایه بازی می‌کند (Webster et al., ۲۰۰۲).

منیزیم

تقریباً ۷۰ درصد منیزیم در بدن در استخوانها جا گرفته است، در صورتی که تقریباً ۳۰ درصد آن در مایعات گوناگون و چینی‌جای نرم یافت می‌شود (مانند کبد و ماهیچه). منیزیم جزء اصلی استخوان و دندان است: برای متابولیسم سلولی ضروری است، اغلب به‌عنوان یک فعال کننده آنزیمی در انتقال فسفات پرانرژی آدنوزین دی فسفات (ADP) و ATP عمل می‌کند و نیز در فعال سازی پپتیدازهای معین برای هضم پروتئین دخالت دارد. اگر منیزیم کافی به جیره اضافه نشود کلسیم می‌تواند در چینی‌جای نرم ذخیره و ضایعات آهکی را شکل دهد، اما منیزیم اضافی ممکن است متابولیسم فسفر و کلسیم را مختل کند (Webster et al., ۲۰۰۲). کمبود منیزیم علائمی نظیر کاهش رشد، بی اشتها، بدشکلی اسکلتی، رسوب کلسیم در کلیه و سختی عضلات را در ماهیان به همراه دارد.

فسفر

فسفر به آسانی به وسیله آیشتهای ماهی جذب می‌شود، بنابراین از لحاظ تئوری نیازی به تأمین فسفر جیره نمی‌باشد، اما محدودیت فسفر در منابع آبی به دلیل مصرف توسط گیاهان و جلبکها سبب می‌شود که فسفر موجود در جیره، جهت رشد مناسب و سلامت ماهی مورد نیاز باشد. فسفر جهت تشکیل استخوانها و استحکام و در اعمال بافت عضلانی به عنوان 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 بشکل آزاد و فسفات با کلسیم سه ظرفیتی غیرمحلول 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، آلومنیوم و منیزیم امکان دارد با فسفر پیوند یابد و به صورت نمکهای غیرمحلول 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 بسختی مصرف می‌شود و امکان دارد که جذب آهن و کلسیم را کاهش دهند. منابع فسفر با قابلیت هضم بالا نظیر مونو و دی کلسیم فسفات که اغلب به جیره ماهی اضافه شوند می‌توانند نیازمندی ماهی به فسفر را تأمین کنند (Webster et al., ۲۰۰۲). 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 نزدیکی در ابقاء فشار اسمزی مناسب در داخل سلول دارند و این مواد معدنی در تعادل مناسب اسیدپایه دخالت دارند. یونهای پتاسیم موجب شل و آزاد شدن عضلات شده و در فعل و انفعالات آنزیمی بکار می‌روند. مقادیر اضافی پتاسیم در جذب منیزیم دخالت دارند (Webster et al., ۲۰۰۲). حد بهینه پتاسیم در جیره غذایی ماهیان خاویاری تعیین نشده است.

سدیم

سدیم شارژکننده عمده مثبت یون در مایعات خارج سلولی است (مایعات خارج سلولی)، جاییکه ابقاء تعادل اسمزی و اسید پایه مشارکت می‌کند. سدیم همچنین در ارتباط با انقباض ماهیچه‌ای، فعالیت عصب و جذب کربوهیدرات است. سدیم، پتاسیم و کلرین (کلراید) کنترل فشار اسمزی و تعادل اسیدپایه را برعهده دارند (Webster et al., ۲۰۰۲).

میکروالمانتها: کرومیوم

کرومیوم یک عنصر ضروری است، اما به تنهایی بکار نمی‌رود در عوض با عناصر دیگر مانند انسولین، آنزیمهای گوناگون و DNA و RNA به منظور کنترل متابولیسم عمل می‌کند. کرومیوم در شکل فاکتور تولرانس گلوکز (GTF) (فاکتور آستانه تحمل) در خون آزاد می‌گردد، موقعی که افزایش در گلوکز و یا کاهش در انسولین خون مشاهده شود، فعالیت GTF و انسولین اجازه می‌دهد که آمینواسیدها، اسیدهای چرب و قندها بسیار آسانتر از خون به بافتهای سلولی عبور کنند. کرومیوم بعلاوه سایر مواد معدنی دیگر می‌تواند موجب فعال سازی پروتئاز تریپسین گوارشی گردد (Webster et al., ۲۰۰۲).

کبالت

کبالت جزء ساختمانی ویتامین B_{۱۲} (سیانو کوبالامین) است که وظیفه آن شکل گیری گلبولهای قرمز است (Webster et al., ۲۰۰۲).

مس

مس یک کوفاکتور برای سیستمهای آنزیمی گوناگون است که برای متابولیسم انرژی بکار می‌رود جهت اعمال طبیعی مغز، اسکلت و نخاع لازم است. همچنین مس در متابولیسم آهن دخالت دارد و موجب سهولت جذب آهن از روده و آزادسازی ذخیره آهن در کبد می‌گردد؛ مقادیر اضافی کادمیوم، آهن، سرب و روی مصرف مس را کاهش می‌دهد. مس در جیره در گونه‌های تک معدنای نسبتاً غیرسمی است، اما اگر ماهی در معرض مس در آب قرار گیرد به مس سمی حساسیت نشان می‌دهد (Webster et al., ۲۰۰۲).

ید جزء اساسی هورمون‌های تیروئیدی، تیروکسین و تری‌یدوترئونین است که نرخ اکسیداسیون را در سلول‌ها تنظیم می‌کند. این ماده همچنین رشد فیزیکی تری‌یدوترئونین، فعالیت‌های بافت ماهیچه‌ای و عصب، فعالیت‌های گردشی و متابولیسم عمومی بدن را انجام می‌دهد. بعضی از اجزای جیره غذایی آبزیان نظیر کنجاله کانولا و وارپته‌های آن می‌توانند محتوی گواترزا باشد که در تولید تیروکسین دخالت دارند و موجب تولید گواتر گردند (Webster et al., ۲۰۰۲)

آهن

آهن ماده معدنی ضروری در تشکیل سلول‌های گلبول قرمز است. آهن ترکیب شده با پروتئین هموگلوبین را می‌سازد و همچنین آهن محتویات ترکیب گلبول‌های قرمز است. آهن در انتقال اکسیژن از طریق گلبول‌های قرمز دخالت دارد و همچنین جزئی از آنزیم‌هایی است که در متابولیسم انرژی مصرف می‌شوند. کمبود آهن ممکن است باعث کم‌خونی میکروسیتیک شود که نشانه‌های آن با کوچک شدن و رنگ پریدگی گلبول‌های قرمز خود را نشان می‌دهد. آهن اضافی در جیره می‌تواند با فسفر پیوند یابد و کمپلکس آهن-فسفات غیرمحلول را تشکیل دهد که منجر به کمبود فسفر خواهد شد. بطوری که آهن آزاد سمی است و مولکول آهن به همراه پروتئین انتقال یابد. دواتم آهن سه ظرفیتی با یک مولکول انتقالی، یک بتا-گلوبولین پروتئین پیوند می‌خورد. اگر سطوح یون‌های آهن از ظرفیت انتقالی باند شده بیشتر باشد سمیت آهن رخ می‌دهد (Webster et al., ۲۰۰۲). تحقیقات یزدانی و همکاران (۱۳۹۲) در زمینه یافتن حد بهینه آهن در گونه تاسماهی شپ (Acipenser Nudiventris) برای نکته اذعان داشت که آهن خوراکی از نوع سولفات فرو اثرات معنی داری بر برخی از فاکتورهای خونی و رشد بچه تاس ماهی شپ داشته و با توجه به تأثیر مثبت آهن خوراکی از نوع سولفات فرو بر روی برخی از فاکتورهای خونی و رشد به نظر می‌رسد که در شرایط پرورشی و در محدوده وزنی موردنظر جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلو گرم جیره می‌تواند مطلوب تلقی گردد.

منگنز

منگنز در شکل دهی استخوان، لخته شدن خون، فعالیت انسولین و سنتز کلسترول دخالت دارد و فعال کننده چندین آنزیم در متابولیسم پروتئین، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای نوکلئیک است (Webster et al., ۲۰۰۲)

سلنیم

سلنیم عنصری کمیاب و ماده‌ای غیرفلزی است که در حفظ سلامت ماهیان در شرایط استرس زا اهمیت بسیار مهمی دارد. ویتامین E و اسیدهای آمینه سیستئین و متیونین به‌عنوان جانشین بخشی در بعضی از فعالیت‌ها عمل می‌کنند. دسترسی بیولوژیکی سلنیم از منابع مختلف متفاوت است. سلنیم درگندم ۱۰۰ درصد قابل‌دسترس است ولی در آردماهی فقط بمیزان ۳۳ تا ۵۰ درصد در دسترس است، احتمالاً بدلیل این که سلنیم با جیوه و سایر فلزات سنگین ترکیب می‌شود. جیره‌های غذایی ماهی با درصدهای بالای اسیدهای چرب غیراشباع (PUFA) اما با سطوح کاهش یافته ویتامین E موجب افزایش نیازمندی ماهی به سلنیم می‌شود، چون که اسیدهای چرب غیراشباع (PUFA) امکان دارد که به یک پراکسید سمی تبدیل شود مگر این که مقادیر کافی ویتامین E جلوی این فرایند را بگیرد، همچنین سلنیم جهت فعال سازی آنزیم پراکسیداز گلووتاتیون به‌منظور نابود سازی پراکسیدازها ضروری است. بنابراین همانند ویتامین E، سلنیم به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدانت با محافظت سلول‌ها در مقابل آسیب‌های اکسیداسیونی عمل می‌کند. اما این آنتی‌اکسیدانتها متفاوت عمل می‌کنند. سلنیم از طریق سیتوپلاسم، پراکسیدازها را تخریب می‌کند بطوری که ویتامین E موجود در غشاء سلولی از تشکیل پراکسیداز جلوگیری می‌کند. بنابراین نیازمندی‌های غذایی هر مواد مغذی می‌تواند با اضافه کردن مواد دیگر فقط بخشی از آن را جبران نماید. بعلاوه وقتی جیره از لحاظ اسیدهای آمینه متیونین و سیستئین کافی نباشد امکان دارد نیاز ماهی به سلنیم افزایش یابد. این به دلیل وجود دو اسید آمینه سولفور است که به گلووتاتیون تبدیل می‌شوند که قابلیت محدودی در انجام کار پراکسیداز گلووتاتیون را دارند (Webster et al., ۲۰۰۲). تحقیقات انجام‌شده توسط محسنی و همکاران (۱۳۹۱) در این زمینه بیانگر تأثیر گذاری سلنیم جیره غذایی بر شاخص‌های ایمنی

گونه فیل ماهی (*Huso huso*) بوده و افزودن این ماده به جیره غذایی موجب کاهش استرس و افزایش پاسخهای ایمنی گردیده و حد بهینه آن ۷ میلیگرم در کیلوگرم گزارش شده (Mohseni et al., ۲۰۱۴)

روی

روی بمقدار بسیار کم جذب می‌شود، تقریباً بمیزان ۱۰ درصد روی توسط بافتهای بدن جذب می‌شود. علاوه بر آن مقادیر زیاد کلسیم، اسیدفیتیک و مس باعث می‌شود که جذب روی کاهش یابد. روی برای تجمع طبیعی کلسیم در استخوان مورد نیاز است و در دی اکسید کربن (CO_2) در سلولهای قرمز خون و برای ساخت و متابولیسم پروتئین و اسیدهای نوکلئیک مورد نیاز است (Webster et al., ۲۰۰۲)

جدول ۱۵- نیازهای غذایی ماکروماینرالها (درصد وزن خشک) و عناصر کمیاب (ppm) و برخی از گونه‌های پرورشی و ماهیان خاویاری

	درصد					ppm					
	P	Ca	Mg	k	Zn	Mn	Co	Cu	I	Fe	Se
ماهی آزاد اقیانوس اطلس	۰/۶					۲۰		۶		۶۰	
ماهی آزاد اقیانوس آرام	۰/۶			۰/۸	R	R			۰/۶		
گره ماهی کانال	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۰۴	۰/۲۶	۲۰	۲/۴		۵		۳۰	۰/۲۵
کپور معمولی	۰/۶۵	۰/۳	۰/۰۵		۲۵	۱۳	۰/۱	۳		۱۵۰	
تیلاپیا	۰/۹	۰/۶۵	۰/۶		۱۰	۱۲		۳/۵			
بأس کانالی	۰/۸۶				۲۰						
قزل آلا	-۰/۸ ۰/۵	۰/۲	۰/۰۵		۱۵-۲۰	۱۲		۳			-۰/۲۴ ۰/۱۵
مار ماهی	۰/۳	۰/۰۳	۰/۱۴							۱۷۰	
سیم دریایی قرمز		۰/۳۴								۱۵۰	
	میلی گرم در کیلوگرم جیره					میلی گرم در کیلوگرم جیره					
فیل ماهی	-	-	-	-	۱۵۰ ^۱	-	-	۱۰	-	۲۰۰	۲۷
تاسماهی ایرانی		۳۱۰									

بغیر از گونه‌های تاسماهی ایرانی و فیل ماهی منبع از: NRC, ۱۹۸۳

۱: محسنی و ستوده، ۱۳۹۳

۲: Mohsei et al., ۲۰۱۴

۳: پور علی و همکاران، ۱۳۹۳

۵- ویتامین‌ها و مواد معدنی

ویتامین‌ها مواد آلی هستند که برای رشد، سلامتی، تولیدمثل و بقاء ضروری ولی به مقادیر کم مورد نیاز می‌باشند. از آن جایی که اصلاً ماهی‌ها قادر به سنتز ویتامین‌ها نیستند و یا فقط می‌توانند ویتامین‌ها را بمقادیر کم برای تکامل طبیعی، رشد و نگهداری سنتز نمایند، ویتامین‌ها باید در جیره غذایی تأمین شود. هر ویتامین عملکرد خاصی را در بدن دارد و یک ویتامین نمی‌تواند جایگزین ویتامین دیگر شود. ویتامین‌ها به دو گروه محلول در چربی و محلول در آب تقسیم می‌شوند. ویتامین‌های محلول در چربی عبارتند از: ویتامین A، ویتامین D، ویتامین E و ویتامین K. ویتامین‌های محلول در آب شامل بیوتین، کولین، اسید فولیک، نیاسین، پانتوتیک اسید (B_3)، ریوفلاوین (B_2)، تیامین (B_1)، پیرو دکسین (B_6)، سیانوکوبالامین (B_{12}) و ویتامین C (اسید اسکوربیک) است.

ویتامین A:

ویتامین A می‌تواند به چند شکل وجود داشته باشد. مثل ویتامین A آلدئیدی، ویتامین A الکلی و ویتامین A اسیدی. شکل الکلی ویتامین A معمول‌ترین شکل است که به رتینول (Retinol) معروف است و فرم آلدئیدی آن را رتینال (Retinal) یا رتینین (Retinene) و شکل اسیدی ویتامین A را اسید رتینوئیک اسید (Retinoic acid) می‌نامند. رتینول (که به‌طور سنتی ویتامین A نامیده می‌شد) یک استر (رتینیل پالمیتات ۵) است و از نظر زیستی به‌عنوان یک الکل یا آلدئید یا اسید است.

ویتامین D

ویتامین D تقریباً از ۱۰ ترکیب استروئیدی متفاوت با فعالیت ویتامینی ساخته شده است، درحالی‌که از نظر عملکردی فقط دو ترکیب از آن‌ها دارای اهمیت است: ارگوکلسی فرول (Ergocaliferol) یا ویتامین D_2 یا کلسی فرول (شکل ۱-۴) و کول کلسی فرول (Cholecalferol) یا ویتامین (D_3). کول کلسی فرول، شکلی است که به جیره غذایی ماهی‌ها اضافه می‌شود. این ماده توسط یک ناقل پروتئینی اختصاصی به کبد منتقل شده و در کبد به کلی کلسی فرول ($25-OH_2-D_3$) و نهایتاً به $25-OH_2-D_3$ و I تبدیل می‌شود، این ترکیب به بافت‌های چربی، ماهیچه‌های اسکلتی و استخوان‌ها انتقال یافته و ذخیره می‌شوند. ویتامین D با متابولیسم کلسیم و فسفر در ارتباط است و میزان جذب و رسوب این مواد معدنی را در استخوان‌ها تحت تأثیر قرار می‌دهد، (ویتامین D باعث افزایش جذب کلسیم و فسفر در روده می‌شود). در هر صورت، مقادیر بیش‌ازحد نیاز ویتامین D در جیره غذایی منجر به رسوب بیش‌ازحد کلسیم (Hypercalcaemia) شده و می‌تواند باعث کاهش رشد و رسوب غیرطبیعی کلسیم در بافت‌های نرم (مثل قلب و رگ‌های خونی) و کلسیم دار شدن (Calcifying) این بافت‌ها و در نتیجه باعث اختلال در عملکرد آن‌ها و تأثیرات مضر شود.

ویتامین E

تعداد ۸ توکوفرول (Tocotrienol) و توکوتری نول (Tocotrienol) وجود دارند که عملکرد ویتامین E در آن‌ها شناسایی شده است و همه آن‌ها ویتامین E نامیده می‌شوند. ملکولی که بیشترین فعالیت ویتامین E را دارا است مولکول آلفا توکوفرول (α -tocopherol) است. جذب این ویتامین در روده انجام می‌گیرد و برای جذب مناسب آن بایستی صفرا و چربی حضور داشته باشند. کار اصلی ویتامین E کمک به حفظ ساختار سلول، اجزای درون سلولی و تجزیه آنزیم‌ها است. ویتامین E یک آنتی اکسیدان قوی است که نه تنها از فاسد شدن لیپیدها در جیره غذایی و همچنین دستگاه گوارش ماهی‌ها جلوگیری می‌کند بلکه مانع اکسیداسیون اسیدهای چرب بسیار غیراشباع در بافت‌های غشایی بخصوص غشاهای سلولی می‌شود. در بدن حیوانات ویتامین E همچنین از ویتامین A، کاروتن، ویتامین C و ATP در برابر اکسیداسیون محافظت می‌کند.

ویتامین K

ویتامین K در طبیعت بدو شکل مشاهده می‌شود، ویتامین K_۱ (فیلوکینون) که در گیاهان سبز دیده می‌شود. ویتامین K_۲ (مناکینون) که توسط میکروارگانیسمها سنتز می‌شوند. همچنین چندین ترکیب سنتز شده وجود دارند که فعالیت ویتامین K را دارند: معمولی‌ترین و شناخته‌شده‌ترین ویتامین K سنتز شده منادیون یا (Dimethy i-I, 1,4-naphthoquinone) است که به نام ویتامین K_۳ هم شناخته می‌شود. منادیون در بدن تبدیل به ویتامین K_۲ می‌شود که دارای توانایی و پتانسیلی حدود دو تاسه برابر قویتر از K_۱ و K_۲ است. ویتامین K از طریق روده جذب می‌شود و بطوری که محلول در چربی است، برای حداکثر جذب آن نیاز به صفرا است. ویتامینهای K_۱ و K_۲ فقط به مقادیر کم در کبد ذخیره می‌شوند و برخلاف سایر ویتامینهای محلول در چربی مقادیر اضافی آن از بدن دفع می‌شود.

بیوتین Biotin

بیوتین یک ویتامین گوگرددار و مشتق حلقوی اوره است که به یک حلقه تیوفین متصل شده است. بیوتین از روده جذب می‌شود، اما اگر اوبیدین (avidin) (پروتئینی که در سفیده خام تخم مرغ وجود دارد) در روده موجود باشد به دلیل پیوند آن با بیوتین مانع جذب بیوتین می‌شود. حرارت دادن سفیده تخم مرغ باعث غیرفعال شدن اوبیدین و بنابراین مانع پیوند آن با بیوتین می‌شود. در روده بعضی از ماهی‌ها مثل تیلاپیا، باکتری وجود دارد که می‌تواند بیوتین را سنتز کند، ولی این سنتز گاهی ممکن است آنقدر با تأخیر در روده صورت پذیرد که نتواند ماکزیم جذب را داشته باشد. بنابراین برای تأمین نیاز ماهی‌ها به بیوتین این ویتامین باید به جیره غذایی آن‌ها اضافه شود. بیوتین یک کوازنیم برای انتقال CO_۲ از یک ترکیب به ترکیب دیگر (کربوکسیلاسیون و دکربوکسیلاسیون) است. این واکنشها در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، لیپیدها و پروتئینها مورد نیاز است و شامل تبدیل داخلی پیرووات واکزالواستات و تبدیل داخلی سوکسینات و پروبیونات و تبدیل ملات به پیرووات است.

ویتامین C

ویتامین C بنام اسیداسکوربیک شناخته می‌شود و از نظر ساختمانی ارتباط نزدیکی با قندهای مونوساکارید دارد. ویتامین C از گلوکز و سایر قندهای ساده توسط گیاهان و بسیاری از گونه‌های جانوری و گیاهی سنتز می‌شود. با این وجود انسان، میمون، خوکچه هندی، خفاش‌های میوه خوار و ماهیان استخوانی نمی‌توانند گلوکز را به اسیداسکوربیک تبدیل کنند، زیرا فاقد آنزیم آل-گلونولاکتون اکسیداز هستند. در صورتی که در ماهیان خاویاری ثابت گردیده است که آنزیمهای مزبور در بافت کلیه وجود داشته، به عنوان مثال تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) توانایی سنتز ۳ میلی‌گرم ویتامین C به ازای هر کیلو گرم وزن بدن در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد را دارا است. لیکن بدلیل شرایط موجود در پرورش مصنوعی این مقدار سنتز شده کفایت رشد مطلوب را ننموده و نیاز است که این ویتامین به صورت دستی به جیره اضافه گردد. نتایج تحقیقات انجام شده توسط فلاحتکار و همکاران (۱۳۸۵) نشان داد که افزودن ویتامین C بمیزان ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم به جیره غذایی فیل ماهی (*Huso huso*) الزامی است.

کولین

کولین (C_۵H_{۱۵}NO_۲) یک مولکول ساده با سه گروه متیل (CH_۳) به نیتروژن متصل است. کولین در روده کوچک جذب شده و در آب محلول است. کولین شدیداً جذب کننده رطوبت است (وقتی در مجاورت هوا قرار می‌گیرد آب جذب می‌کند) و نمکهای کریستالی پایداری مانند کولین کلراید را تشکیل می‌دهد. کولین در برابر حرارت نسبتاً مقاوم است ولی در برابر قلیائیت بالا ناپایدار است. کولین ماده اولیه تشکیل دهنده فسفولیپیدها (لستین اولیه) است و از طریق انتقال چربیها مانع ایجاد ضایعه کبد چرب (Fatty livers) می‌شود. کولین همچنین از اجزای استیل کولین است که در انتقال پیامهای عصبی مهم بوده و به عنوان دهنده متیل عمل می‌کند. نتایج تحقیقات یزدانی و همکاران (۱۳۹۲) پیشنهاد نمود که به جیره تجاری بچه تاس ماهی سیبری به میزان ۱/۵ گرم در کیلوگرم کولین اضافه گردد.

سیانو کوبالامین

ویتامین B_{۱۲} یا سیانوکوبالامین بزرگ‌ترین و پیچیده‌ترین ساختار مولکولی را در میان ویتامینها دارا است. مهم‌ترین اجزاء تشکیل دهنده سیانوکوبالامین یک حلقه پورفیرین حاوی کبالت است. ممکن است یک گروه سیانید (CN) به کبالت متصل شده و ترکیبی از سیانوکوبالامین را تولید می‌کند که فرمی اقتصادی از ویتامین موجود است. ممکن است گروه هیدروکسیل (OH) بجای گروه سیانید جایگزین شده و هیدروکسی کوبالامین (شکل طبیعی ویتامین مذکور) را ایجاد نماید. همچنین ممکن است گروه نیتريت (NO_۲) جایگزین گروه سیانید شده و تولید نیتروکوبالامین کند.

ویتامین B_{۱۲} در روده جذب‌شده، در برابر حرارت پایدار است ولی در مقابل نور، اسیدهای قوی و محلولهای قلیایی تخریب می‌شود. در ماهیها ویتامین B_{۱۲} به یکی از دو شکل کوانزیمی فعال تبدیل می‌شود: کوانزیم B_{۱۲} (آدنوزین کبالامین) یا متیل B_{۱۲} (متیل کبالامین). در کوانزیم ۲ یک آدنوزی ریبونوکلئوزید جایگزین گروه سیانید شده و به اتم کبالت متصل می‌شد. ویتامین B_{۱۲} برای ساخته‌شدن خون و سنتز میلین (لیپوپروتئین سیستم عصبی) ضروری است، همچنین برای متابولیسم طبیعی لیپیدها و کربوهیدراتها لازم است و به‌عنوان کوانزیم در بیوسنتز گروه‌های متیل (CH_۳) بکار می‌رود.

اسیدفولیک (فولاسین)

ویتامینی بنام فولاسین وجود ندارد لیکن این اصطلاح برای توصیف موادی مشابه اسیدفولیک که دارای فعالیت‌های زیستی اسیدفولیک می‌باشند استفاده می‌شود. اسیدفولیک توسط عمل انتقال فعال و انتشار در روده جذب می‌شود، این کوانزیم در انتقال واحدهای یک کربنه از یک ترکیب به ترکیب دیگر، همچنین در شکل هم (پروتئین حاوی آهن در هموگلوبین)، تشکیل تیروزین از فیل آلانین و گلوتامیک اسید از هیستیدین، سنتز کولین از اتانول آمین (Ethanoamine) و تشکیل متیونین از هموسیستئین (Homocystene) نقش دارد.

نیاسین

نیاسین اصطلاحی است که برای چندین ویتامین ب- کمپلکس شامل اسیدنیکوئینیک و نیکوتین آمید بکار می‌رود که هر دو آن با اشکال طبیعی عملکردی مساوی نیاسین دارند. هم اسیدنیکوئینیک و هم نیکوتین آمید از مشتقات پریمییدینها می‌باشند. نیاسین در روده جذب‌شده، به کبد انتقال می‌یابد و در کبد تبدیل به نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید (NAD) می‌گردد. در بافتهای بدن نیاسین به‌صورت نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید (NAD) یا نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئید فسفات (NADP) مشاهده می‌شود. اسیدنیکوئینیک و نیکوتین آمید در آب محلول بوده و توسط نور، حرارت و اکسیداسیون تخریب نمی‌شوند. نقش اصلی نیاسین این است که ماده تشکیل دهنده NAD و NADP است. عملکرد این کوانزیمها برای تنفس سلولی ضروری است. NAD و NADP به همراه ریوفلاوین و کوانزیمهای تیامین به‌عنوان گیرنده‌ها و دهنده‌های هیدروژن در واکنشهای اکسیداسیون- احیاء که باعث آزادسازی انرژی می‌شود، عمل می‌کنند. NAD و NADP همچنین در سنتز اسیدهای چرب، سنتز پروتئین و سنتز DNA نقش دارد.

پیرودوکسین

پیرودوکسین که به‌عنوان ویتامین B_۶ هم نامیده می‌شود، به سه شکل قابل تبدیل داخل سلولی به یکدیگر شامل: پیرودوکسین، پیریدوکسال فسفات و پیریدوکسامین فسفات مشاهده می‌شود. در حالت آزاد پیرودوکسین در روده جذب می‌شود. این ویتامین بلافاصله در آب محلول بوده، در برابر حرارت پایدار است ولی در برابر اکسیداسیون و پرتو ماوراءبنفش تخریب می‌شود. این ویتامین در شکلهای کوانزیمی (پیریدوکسال فسفات یا پیرودوکسامین فسفات) در فعالیت‌های فیزیولوژیک متعددی خصوصاً در متابولیسم پروتئین و همچنین متابولیسم لیپید و کربوهیدرات دخالت دارد.

ریبوفلاوین یا ویتامین B_۲ از یک حلقه آلوکسین (Alloxine ring) که به مشتقات الکلی ریبوز متصل شده تشکیل شده است. ریبوفلاوین به عنوان بخشی از گروه آنزیمی بنام فلاویوپروتئینها عمل می کند. فلاوین مونو نوکلئوتید (FMN) و فلاوین آدینین دی نوکلئوتید (FAD) دو کوانزیم مهم در واکنشهای اکسیداسیون- احیا مؤثر در آزادسازی انرژی سلول هستند. ریبوفلاوین در متابولیسم اسیدهای چرب، کربوهیدراتها و پروتئینها دخالت دارند، همچنین برای ساخت نیاسین از تریپتوفان نیاز به ریبوفلاوین و پیرودوکسین است. نتایج تحقیقات عاشوری و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که افزودن ۲۰ میلیگرم ریبوفلاوین به ازای هر کیلو رم جیره، اثرات سودمندی بر شاخصهای رشد و سیستم ایمنی گونه تاسماهی شپ (Acipenser Nudiventris) دارد.

تیامین

تیامین را ویتامین B_۱ نامیده اند. اولین ویتامین از ویتامینهای گروه B است. تیامین در آب قابل حل است و در محلولهای اسیدی پایدار است، اما در برابر اتواکسیداسیون (خود بخود) و پرتو فرابنفش تخریب می شود. تیامین به عنوان یک کوانزیم (تیامین دی فسفات) در تبدیل اسید پیروویک و در فرمولاسیون استیل کوانزیم A ضروری است. تیامین دی فسفات همچنین یک کوانزیم لازم در تبدیل گلوکز به لیپید ضروری است.

جیره فرموله شده در موسسه جهت ارائه به کارخانجات تولیدکننده غذای آبزیان

دستاوردهای ارزشمندی در خصوص تعیین احتیاجات غذایی و فرموله کردن جیره های تجاری از جمله تعیین احتیاجات غذایی فیل ماهی و تاسماهی ایرانی در دوره انگشت قد، رشد و پروراری و همچنین معرفی فرمول غذایی اقتصادی ماهیان خاویاری دست یافته که موفق به اخذ ثبت اختراع در این خصوص از اداره ثبت شرکتها و مالکیت صنعتی با عناوین زیر گردیده است:

تولید جیره غذایی مخصوص تاسماهیان در دوره لاروی

تولید جیره غذایی مخصوص تاسماهیان در دوره رشد

تولید جیره غذایی مولدین پرورشی تاسماهیان و استحصال خاویار

ذکر این نکته ضروری است که در تغذیه تاسماهیان دستیابی به سطوح مناسب نسبت پروتئین به انرژی از اهمیت ویژه ای برخوردار است، زیرا ماهیان خاویاری دلیل رژیم گوشتخواری به درصد بالایی پروتئین در جیره غذایی نیاز دارد. پروتئین گران ترین بخش جیره است. پروتئین اضافی جیره در فعالیت های حرکتی ویژه (SDA) به عنوان منبع انرژی مصرف شده و اضافه تر از آن به صورت نیتروژن آمونیوم دفع می شود (Legrow & Beamish, ۱۹۸۶). همچنین افزایش پروتئین جیره منجر به افزایش هزینه تولید، تنش در موجود زنده و در نهایت سبب کاهش روند رشد می گردد (Thoman et al., ۱۹۹۹; Catacutan and coloso., ۱۹۹۵). همچنین میزان و نوع منبع انرژی از دیگر مواد مغذی بسیار مهم در جیره غذایی آبزیان است که بر مصرف پروتئین در ماهیان تأثیر گذار است. ماهی در طی فرایند متابولیسم انرژی مورد نیاز خود را به ترتیب از اکسیداسیون پروتئین، چربی و کربوهیدرات به دست می آورد (Webster and Lin., ۲۰۰۲)، استفاده از منابع انرژی غیر پروتئینی (مانند کربوهیدرات و چربی) در گونه های مختلف نشان داده است که در صورت استفاده از این منابع پروتئین جیره کمتر به عنوان منبع انرژی مصرف شده در نتیجه بیشتر به مصرف رشد خواهد رسید (Grisdale & Helland, ۱۹۹۷; Nankervis et al., ۲۰۰۰; Morais et al., ۲۰۰۱; Brauge et al., ۱۹۹۵; Black & Pickering., ۱۹۹۸). بدین صورت که در جیره های غذایی که مقادیر کافی چربی و کربوهیدرات باشد، قسمت اعظم پروتئین جهت رشد و تولید بافت مورد استفاده قرار می گیرد، در صورتی که چربی و کربو هیدرات در جیره کمتر از حد مورد نیاز باشد، پروتئین به عنوان تأمین کننده انرژی مصرف خواهد شد، در صورت تأمین انرژی از طریق پروتئین، ابتدا باید از پروتئین آمین زدایی شده و سپس از اسکلت کربنی پروتئینی استفاده کند و این متضمن صرف انرژی بسیار زیادی است، ضمناً دفع ازتهای حاصل از آمین زدایی، فشار متابولیکی زیادی را بر ماهی وارد می کند (Hillested et al., ۲۰۰۱). در نتیجه کارایی پروتئین، بازده انرژی و نهایتاً رشد کاهش پیدا می کند. بنابراین لازم است، این جیره مناسب جهت تغذیه تاسماهیان در دوره های مختلف رشد تعیین حد بهینه نسبت پروتئین به انرژی در این گونه های بارزش است، این مهم طی سالها تحقیق در خصوص پرورش گونه فیل ماهی در موسسه حاصل شده است، به گونه ای که جیره های فرموله

شده مبتنی بر استفاده حداقل از پروتئین تأمین شده از پودر ماهی و استفاده حداکثری از منابع چربی و کربوهیدرات (روغن ماهی، روغن سویا و منابع نشاسته) به عنوان تأمین کننده کربوهیدرات بوده است. نتایج تحقیقات محققین موسسه نشان داده است که گونه فیل ماهی برخلاف سایر ماهیان گوشت خوار و سرد آبی توانایی بیشتری در تغذیه از کربوهیدراتها دارد. می توان اذعان نمود که نتایج بالا می توان اذعان نمود خصوصیات فیزیولوژیک و گوارشی فیل ماهی به گربه ماهی کانال بسیار نزدیک است، بطوریکه گربه ماهی کانال قادر است پلی ساکاریدها (نشاسته و دکستروزین) را بهتر از منابع دیگر لیپید (مونوساکاریدها و دی ساکاریدها) در نسبت های معین کربوهیدرات به چربی مورد تغذیه قرار دهد (Wilson and Poe., ۱۹۸۷). این گونه (فیل ماهی) توانایی تحمل جیره ای متوسط کربوهیدرات به چربی (۱/۱) یعنی جیره حاوی ۲۲٪ کربوهیدرات و ۱۷٪ چربی) در سطح پروتئین ۳۵٪ را در مرحله پروار بندی را دارا است که جیره های طراحی شده توسط موسسه در دوره پروار بندی چنین نیازی را مرتفع می سازند و از صرفه اقتصادی مطلوبی برخوردار هستند

همچنین تحقیقات انجام شده در خصوص شاخص های رسیدگی جنسی تاسماهیان با استفاده از تسریع کننده های رسیدگی جنسی ارزان (طبیعی و مصنوعی) نشان داده است که امکان کوتاه شدن رسیدگی جنسی در گونه های شیپ، تاسماهی ایرانی و فیل ماهی وجود داشته و طراحی جیره ها به گونه ای بوده که از طریق افزودن مکمل الکارتین و آمینو اسیدهای ضروری چون لیزین و میتونین به جیره غذایی حاوی کنجاله سویا موجب افزایش شاخص های رسیدگی جنسی در گونه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) افزودن مکملهای جنستین و اکول به جیره مولد سازی موجب افزایش شاخص های رسیدگی جنسی در گونه فیل ماهی (*Huso huso*)، افزودن سطوح مناسب ویتامین C و E تأثیر مثبت بر شاخص های رشد و تولید مثلی در جیره کاربردی تاسماهی شیپ (*Acipenser nudiiventris*) داشته و همچنین میزان بهینه پروتئین و چربی مورد نیاز در تکامل گندهای جنسی در گونه تاسماهی شیپ به دست آمده که مبین توانایی این موسسه در طراحی انواع جیره های مخصوص مولدین در گونه های مختلف است (جداول ۱۶ تا ۱۸).

از آن جایی که غذای تولیدی موسسه بر اساس نیازمندیهای گونه های مختلف ماهیان خاویاری بوده و ماحصل نتایج تحقیقات مستمر پروژه های تحقیقاتی است و در عمل کارایی خود را در پرورش ماهیان خاویاری بومی کشور نشان داده است و همچنین با توجه به مناسب بودن قیمت (به ازای هر کیلوگرم ۴۵۰۰۰ تا ۵۲۰۰۰ ریال) و ضریب تبدیل غذایی مطلوب (۱/۷-۱/۱) توصیه می گردد که جهت تغذیه و پرورش ماهیان خاویاری در سطح کشور در اولویت اول قرار گیرد، بدین منظور علاوه این موسسه درصدد است فرمول تجاری این محصول را به تولید انبوه رسانیده که تأثیر بسزایی در کاهش قیمت تمام شده خواهد داشت (تصاویر ۴۷).



تصویر ۴۷- نمونه ای از غذای تولیدی و تجهیزات مورد نیاز برای تولید خوراک ویژه ماهیان خاویاری

جدول ۱۶- نمونه‌ای ازجیره تجاری ماهیان خاویاری در مرحله بچه ماهی Juvenile

اجزای غذایی	جیره (%)
آرد ماهی	۴۴
کازئین	۹
پروتئین هیدرولیز شده	۸
کنجاله سویا	۱۰
آرد گندم	۳
گلوتن گندم	۶
پودر گوشت	۸
نشاسته ذرت	۵
روغن ذرت	۱
مولتی ویتامین	۱.۲
مواد معدنی	۱.۲
سلولز، نمک و کربنات کلسیم	۳.۶
جمع کل	۱۰۰/۰۰
ترکیب شیمیایی	جیره رشد
پروتئین (%)	۴۳/۵
چربی (%)	۱۸/۸
رطوبت (%)	-
خاکستر (%)	۷/۸
فیبر (%)	-
کربوهیدرات	۱۹/۵
انرژی کل (مگاژول بر کیلوگرم)	۱۸/۵۶
آمینواسیدهای ضروری (%)	
Lysine, Lys	۹/۱
Threonine, Thr	۳/۷
Leucine, Leu	۷/۸
Isoleucine, Ile	۳/۹
Arginine, Arg	۷/۶
Phenylalanine, Phe	۴/۴
Histidine, His	۱/۵
Methionine, Met	۷/۲
Valine, Val	۵/۶
آمینواسیدهای غیر ضروری (%)	
Asparagine, Asp	۳/۳
Serine, Ser	۶/۴
Glutamine, Glu	۱۲/۱
Glycine, Gly	۷/۹
Alanine, Ala	۷/۶
Cysteine, Cys	۱/۲
Proline, Pro	۸/۱
Tyrosine, Tyr	۲/۵
اسیدهای چرب ضروری	
C ^{۱۸} : ^۲ n ^۱ cis	۰/۰۶
C ^{۱۸} : ^۳ n ^۳	۸/۱۸
C ^{۲۰} :۰	۰/۱۹
C ^{۱۸} : ^۲ n ^۶	۰/۲۱
C ^{۲۰} : ^۱ n ^۹	۰/۱۲
C ^{۱۸} : ^۴ n ^۳	۱/۵۲
C ^{۲۲} :۰	۱/۳۷
C ^{۲۰} : ^۲ n ^۶	۰/۰۰
C ^{۲۰} : ^۲ n ^۳	۰/۰۱
C ^{۲۰} : ^۵ n ^۳	۰/۱۶
C ^{۲۰} : ^۴ n ^۶	۰/۰۳
C ^{۲۲} : ^۵ n ^۶	۰/۰۹
C ^{۲۲} : ^۵ n ^۳	۰/۰۵
C ^{۲۲} : ^۶ n ^۳	۰/۰۲
Total	۸۲/۸۶
Total saturated	۳۷/۵۹
Total monoense	۳۴/۸۸
n ^۱ -PUFA	۰/۴۳
n ^۳ -PUFA	۹/۹۷
DHA /EPA	۰/۱۵
EPA /ARA	۴/۰۸

جیره (%)	اجزای غذایی	جیره (%)		اجزای غذایی
		جیره با ۳۵ درصد پروتئین مخصوص ماهیان خاویاری در مرحله پرور بند	جیره با ۴۰ درصد پروتئین خام مخصوص ماهیان خاویاری در حال رشد	
جیره با ۴۸ درصد پروتئین مخصوص ماهیان خاویاری در مرحله مولد سازی				
۴۲	پودر ماهی	۴۰	۴۴	پودر ماهی
۱۰	کازئین (بدون ویتامین)	۱۲	۱۳	آرد سویا
۱۳	کنجاله سویا	۱۰	۴	پودر گوشت و استخوان
۶	مخمر	۸	۸	گلوتن گندم
۳	پودر گوشت و استخوان	۱۰	۶	آرد گندم
۷/۸	دکسترین	۶	۴	نشاسته ذرت
۶/۸	آرد گندم	۳	۴	مخمر
۶	روغن ماهی	۴/۱	۸/۲	روغن ماهی
۸/۸	روغن گیاهی	۴/۴	۸/۲	روغن سویا
۲	مکمل ویتامینی	۲	۲	لستین
۰/۸	مکمل معدنی	۰/۴	۰/۴	کولین کلراید
		۰/۶	۰/۷	دی کلسیم فسفات
		۱	۱	مکمل معدنی
		۲	۲	مکمل ویتامینی
		۱	۲	لیزین
		۱/۸	۱/۸	متیونین
		۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	جمع کل
	ترکیب شیمیایی			ترکیب شیمیایی
		حجم به سانت	حجم به سانت	
۴۸/۲	پروتئین (%)	۳۶/۶۸	۴۰/۶۲	پروتئین (%)
۱۶/۳	چربی (%)	۱۱/۰۹	۱۴	چربی (%)
۱۰/۶	رطوبت (%)	۹/۰۴۷	۹/۸۳	رطوبت (%)
۱۰/۷	خاکستر (%)	۹/۸۶	۱۰/۷۶	خاکستر (%)
۱/۸	فیبر (%)	۲/۱۲۴	۲/۱	فیبر (%)
۱۴/۲	کربوهیدرات	۱۹/۷۸	۱۹/۸۸	کربوهیدرات
۲۰/۷	انرژی کل (مگاژول)	۱۸/۷۷	۱۸/۴۲	انرژی کل (مگاژول)
				آمینواسیدهای ضروری (%)
		۷/۴۸	۷/۷۳	Lysine, Lys
		۴/۰۹	۴/۱۸	Threonine, Thr
		۸/۰۱	۸/۱۲	Leucine, Leu
		۴/۶۲	۴/۷۸	Isoleucine, Ile
		۶/۰۶	۶/۱۱	Arginine, Arg
		۸	۴/۸۳	Phenylalanine, Phe
		۳/۳۳	۳/۶۶	Histidine, His
		۲/۸۳	۲/۸۹	Methionine, Met
		۸/۸۹	۸/۸۴	Valine, Val
				آمینواسیدهای غیر ضروری
		۸/۷۸	۹/۸۱	Asparagine, Asp
		۴/۶۳	۴/۴	Serine, Ser
		۱۸/۸۳	۱۶/۱۷	Glutamine, Glu
		۷/۵۶	۶/۲۴	Glycine, Gly
		۶/۵۱	۶/۴۲	Alanine, Ala
		۱/۵۸	۱/۲۸	Cysteine, Cys
		۸/۷	۴/۶۰	Proline, Pro
		۳/۷۹	۳/۸۴	Tyrosine, Tyr

جدول ۱۷- نمونه‌ای از جیره تجاری ماهیان خاویاری (فیل ماهی) در مرحله Growing و Broodstock

جدول ۱۸- آنالیز و مقایسه جیره‌های غذایی تولید شده در موسسه با شرکت کوپنز، بیومار و شرکت اتا

جیره شرکت اتا (%)			جیره شرکت بیومار (%)				جیره شرکت کوپنز (%)				جیره موسسه (%)					ترکیب شیمیایی
جیره پروراری	جیره رشد	جیره بچه ماهیان	جیره مولد ن	جیره پروراری	جیره رشد	جیره بچه ماهیان	جیره مولد ن	جیره پروراری	جیره رشد	جیره ماهیان	جیره مولدین	جیره پروراری	جیره رشد	جیره بچه ماهی		
														لارو	ماهی ن	
۳۹	۴۰	۴۲		۴۳	۴۷	۴۹	۵۲		۴۲	۴۶	۴۸/۲	۳۹	۴۲	۴۵	۵۰	پروتئین (%)
۷-۱۲	۹-۱۴	۱۰-۱۵		۲۲	۱۳/۵	۱۵	۱۵		۱۸	۱۶	۱۶/۳	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	چربی (%)
۸	۸	۸		-	-	-	-	-	-	-	۱۰/۶	۹/۰۴۷	۹/۵۳	-	۸	رطوبت (%)
-	-	-		۷	۱۱/۲	۸/۷	۱۰/۹		۱۰	۱۰	۱۰/۷	۹/۵۶	۱۰/۷۶	۷/۸	۶	خاکستر (%)
۴-۵	۴-۵	۳-۴		۳/۴	۴	۲/۵	۰/۷		۲/۴	۱	۱/۵	۲/۱۳۴	۲/۱	-	-	فیبر (%)
۲۱-۲۵	۱۹-۲۳	۱۸-۲۲		-	-	-	-	-	-	-	۱۴/۲	۲۰	۱۹/۸۸	۱۹/۵	-	کربوهیدرات
۱۸	۱۸/۱	۱۸/۲		-	-	-	۲۰/۱		۱۹/۶	۱۹/۸	۲۰/۷	۱۸/۷۷	۱۸/۴۲	۱۸/۵۶	۲۰	انرژی کل (مگاژول بر کیلو)
										-		(%)	(%)	mg/		آمینواسیدهای ضروری (%)
۳/۵	۴/۱	۴/۳								-		۷/۴۸	۷/۷۳	۹/۱	-	Lysine, Lys
										-		۴/۰۹	۴/۱۸	۳/۷	-	Theronine, Thr
										-		۸/۰۱	۸/۱۲	۷/۸	-	Leucine, Leu
										-		۴/۶۲	۴/۷۵	۳/۹	-	Isoleucine, Ile
۳/۶	۴	۴/۵								-		۶/۰۶	۶/۱۱	۷/۶		Argnine, Arg
										-		۵	۴/۸۳	۴/۴		Phenylalanine, Phe
										-		۳/۳۳	۳/۶۶	۱/۵		Histidine, His
۱/۲	۱/۴	۱/۶								-		۲/۵۳	۲/۵۹	۷/۲		Methionine, Met
										-		۵/۵۹	۵/۵۴	۵/۶		Valine, Val
										-						
										-						آمینواسیدهای غیر ضروری
										-		۸/۷۸	۹/۵۱	۳/۳		Asparagine, Asp
										-		۴/۶۳	۴/۴	۶/۴		Serine, Ser
										-		۱۵/۵۳	۱۶/۱۷	۱۲/۱		Glutanmine, Glu
										-		۷/۵۶	۶/۲۴	۷/۹		Glycine, Gly
										-		۶/۵۱	۶/۴۲	۷/۶		Alanine, Ala
۱/۱۲	۱/۴	۱/۵								-		۱/۵۸	۱/۲۸	۱/۲		Cysteine, Cys
										-		۵/۷	۴/۶۰	۸/۱		Proline, Pro
										-		۳/۷۹	۳/۸۴	۲/۵		Tyrosine, Tyr
																اسیدهای چرب ضروری
۰/۸	۰/۹	۱								-				۰/۰۶		C۱۸:۱n۶cis
										-				۸/۱۸		C۱۸:۱n۳
										-				۰/۱۹		C۲۰:۰
										-				۰/۲۱		C۱۸: ۳n۶
										-				۰/۱۲		C۲۰:۱n۹
										-				۱/۵۲		C۱۸:۴n۳
										-				۱/۳۷		C۲۲:۰
										-				۰/۰۰		C۲۰:۳n۶
										-				۰/۰۱		C۲۰:۳n۳
										-				۰/۱۶		C۲۰:۵n۳
										-					۰/۰۳	C۲۰:۴n۶
										-					۰/۰۹	C۲۲:۵n۶
										-					۰/۰۵	C۲۲:۵n۳
										-					۰/۰۲	C۲۲:۶n۳
										-					۱/۸۶	Total
										-					۱/۵۹	Total saturated
										-					۱/۸۸	Total monoense
										-					۰/۴۳	n۶-PUFA
										-					۹/۹۷	n۳-PUFA
										-					۰/۱۵	DHA /EPA
										-					۴/۰۸	EPA /ARA

بررسی اثرات زیست‌محیطی جیره بومی ماهیان خاویاری

از آن جا که ماهیان خاویاری عمدتاً در حوضچه‌ها و استخرهای بتنی، با استفاده از غذای کنسانتره پرورش می‌یابند، عامل اصلی آلودگی و پساب خارج شده از مزارع پرورش ماهیان خاویاری را می‌توان غذای مصرفی آن‌ها قلمداد نمود.

هرچند در ترکیب خوراکهای تجاری آزادماهیان و ماهیان خاویاری تفاوت‌های قابل‌توجهی وجود دارد، اما همه آن‌ها دارای پروتئین، کربوهیدرات، چربی و همچنین افزودنی‌هایی نظیر ویتامین‌ها، مواد دارویی و رنگ‌دانه‌های نظیر استاگزانتین می‌باشند. تمامی این مواد قابلیت متابولیسم داشته و امکان تولید مواد زائد را دارند اما بیشترین ترکیبات ضایعات غذایی و مدفوع، فسفر، نیتروژن آلی و کربن است که به‌صورت عمده از پروتئین موجود در غذا تأمین می‌گردند. به‌طور کلی در ارزیابی زیست‌محیطی آبی‌پروری میزان فسفر و نیتروژن در خوراکها و ضریب تبدیل غذای آن‌ها در جهت تشخیص و کاهش بارآلودگی عاملی مهم و کلیدی بشمار می‌آیند (Ackerors, ۱۹۹۹).

درخصوص کاهش بار آلودگی، عواملی نظیر دفعات غذایی، نوع پلت، نحوه فراوری و به‌طور عمده اجزای اصلی بکار رفته در غذا نقش مهمی دارند. به‌طور مثال پلت‌های اکسترودر در مقایسه با پلت‌های فرورونده نرخ ته‌نشینی پایینی داشته و نسبت به ماندن در آب مقاوم‌ترند. بنابراین نسبت به پلت‌های معمولی فشرده شده برای ماهی قابل‌دسترس‌تر می‌باشند. از سوی دیگر از نظر تولید مواد زائد، عناصر و اجزای اصلی خوراکها نیز دارای اهمیت زیادی می‌باشند. هر چقدر میزان پروتئین در جیره بیشتر و قابلیت هضم آن کمتر باشد میزان نیتروژن دفع شده از ماهی بیشتر و به تبع آن بار آلودگی در مزارع افزایش می‌یابد. این موضوع در کاهش بار آلودگی مزارع پرورش آزادماهیان به اثبات رسیده است.

در گذشته آزادماهیان با جیره‌های حاوی ۴۵ تا ۵۰ درصد پروتئین و ۱۰ تا ۲۰ درصد چربی تغذیه شده و میزان نیتروژن دفع شده برابر با ۱۸ درصد بود، اما امروزه غذای تجاری آزادماهیان حدود ۳۰ درصد چربی، ۳۵ تا ۴۰ درصد پروتئین و ۱۳ درصد کربوهیدرات با محتوای آلودگی کمتری نسبت به ماهیان فوق‌الذکر داشته و محتوای نیتروژن خروجی ۷ درصد اندازه‌گیری شد. ماهی از محتوای چربی به جای پروتئین جهت تأمین انرژی استفاده نموده و به این ترتیب میزان کمتری مواد نیتروژن‌دار نظیر آمونیاک دفع می‌شود. همچنین به دلیل این که میزان فسفر که عمدتاً از طریق پروتئین جیره تأمین می‌شد در جیره کاهش یافته، میزان دفع فسفر نیز کاهش می‌یابد. بدین منظور در تعیین احتیاجات غذایی گونه‌های بومی ماهیان خاویاری کشور جهت تضمین سود اقتصادی پایدار و کاهش بارآلودگی تلاش فراوانی در جهت کاهش پروتئین جیره و استفاده از منابع انرژی زای غیرپروتئینی شده است مطالعات محققین موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر در تولید جیره‌ای مخصوص پروراندی گونه فیل‌ماهی (*Huso huso*) جیره‌ای حاوی ۳۵٪ پروتئین، ۲۲٪ کربوهیدرات و ۱۹٪ چربی و نسبت کربوهیدرات به چربی ۱/۱ از یک منبع با کیفیت خوب جهت دستیابی به حداکثر رشد از نظر فیزیولوژیک و اقتصادی پیشنهاد شده است که پایین بودن میزان پروتئین و افزایش کربوهیدرات به چربی به‌منظور تأمین انرژی غیر پروتئینی جیره سبب شده است که عمده پروتئین به صرف بافت سازی و رشد گردد. در نتیجه کارایی و قابلیت هضم خوراک افزایش یابد. مطالعات بسیاری نشان داده است که مقدار متابولیک، مواد جامد و محلول با مقدار غذای جذب‌شده رابطه خطی دارد (Butz & Vens-Cappell, ۱۹۸۲). همچنین اگرچه اکثر دانشمندان معتقد بودند که ماهی توانایی نسبتاً کمی برای استفاده از هیدرات‌های کربن به‌عنوان منبع انرژی دارد (Wilson, ۱۹۹۴)، اما این دیدگاه در حال تغییر بوده و مطالعات انجام‌شده در موسسه نشان داده است که فیل‌ماهی به توانایی جذب و ۲۰ تا ۲۲ درصد کربوهیدرات، ۲۳ تا ۲۵ درصد چربی را با کاهش میزان پروتئین جیره به میزان ۳۵ تا ۳۸ درصد را دارا بوده و از این لحاظ می‌توان اظهار نمود که در صورت استفاده از جیره تولید شده در مزارع پرورش ماهیان خاویاری بار آلودگی در حد استاندارد است.



تصویر ۴۸- نمونه‌ای از خوراک تولیدی

اثر سیستم آرام‌پز بر افزایش کیفیت خوراک

سیستم پیشرفته و مدرن تولید خوراک ماهیان خاویاری به روش هایژنایزر که می‌تواند خوراک تولیدی را تا ۹۵ درصد فرآوری و قابل‌هضم برای ماهی بنماید. درواقع این سیستم به دو روش فیزیکی و شیمیایی در ارتقای کیفیت جیره غذایی و کاهش بار آلودگی مؤثر است. این سیستم از دو طریق (فیزیکی و شیمیایی) موجب کاهش بارالودگی و دفع پساب از نزارع پرورش ماهیان خاویاری می‌گردد.

از آن جا که ماهیان خاویاری ماهیانی بستری بوده و از نظر مشاهده و رویت غذا متکی بر دریافت کننده‌های الکتریکی و گیرنده‌های بویایی خود بوده و غذا را از طریق اندامهای حسی موجود در پوزه، سیلکها و از طریق جستجوی مستمر و آرام در بستر به دست می‌آورند، ماندگاری پلت به مدت طولانی در کف وانها و محلهای نگهداری از اهمیت خاصی برخوردار است. استفاده از این سیستم در تهیه غذا موجب می‌شود که تر اکم دانه بندی در حد قابل قبولی باشد و میزان ماندگاری غذا را در وانهای پرورشی تا ۲ ساعت نیز افزایش یابد. از سوی دیگر شکل هندسی دانه بندی پلت‌های تولید شده از سیستم هایژنایزر موجب حفاظت مواد مغذی از پدیده آب شویی شود. در نتیجه با در نظر گرفتن دو مزیت فوق دفع بار نیترات و فسفات کاهش می‌یابد. در سیستم آرام‌پز بدلیل پخت اولیه مطلوب پروتئین جیره غذایی هیدرولیز شده و قابلیت هضم خوراک را تا ۹۵ درصد افزایش می‌دهد، لذا در چنین شرایطی میزان بهره برداری از مواد مغذی جیره افزایش یافته و به تبع آن بار آلودگی کاهش می‌یابد.

این سیستم توسط متخصصین علوم تغذیه آزیان منطق با فیزیولوژی ماهیان خاویاری پیشنهاد و طراحی شده است و حداقل آسیب کیفی به مواد اولیه وارد می‌کند. از دنا توره شدن مواد اولیه ممانعت می‌نماید. ویتامین‌ها و مواد معدنی حساس و اسیدهای آمینه حداقل افت کیفی را خواهند داشت. برنامه ریزی انجام شده برای تولید بهینه بارزش افزوده اقتصادی بالا در شرایط صنعتی با ظرفیت تولید ۱۰ تن در ساعت در حداقل قیمت (۵۰۰۰۰ ریال در سال ۱۳۹۴) و حداکثر کیفیت است تا به موقع در دسترس پرورش دهندگان قرار گیرد.

مزایای سیستم تولید خوراک ویژه ماهیان خاویاری (آرام‌پز یا هایژنایزر)

سیستم مولتی همرمیل (سیستم آسیاب میکرونیزه): این سیستم آسیاب مواد اولیه را زیر ۲۰۰ میکرون آسیاب می‌نماید و ظرفیت تولید آن ۵ تا ۱۰ تن در ساعت است. باید توجه نمود هرچقدر مواد اولیه با اندازه‌های میکرونی کوچک‌تر آسیاب شود به همان میزان جذب مواد غذایی از پرزهای روده بیشتر خواهد بود.

سیستم میکسر (مخلوط کن): این سیستم میکسر از ادغام دو نوع سیستم ریولی و پدلی طراحی و ساخته شده است که دقت میکس آن بالای یک در ۳۰۰۰ است. دقت میکس در تولید خوراک از اهمیت بالایی برخوردار است. زیرا تمام ریز مغذی‌ها بوطر همگن و یکنواخت با هم مخلوط شده و نتیجه آن توزیع کیفیت خوراک تولیدی در کلیه گرانول‌های غذای است. بدیت ترتیب از مشکلات متابولیکی در اثر عدم موازنه ترکیبات غذا جلوگیری به عمل می‌آید.

سیستم پخت (سوپر کاندیشنر): برای پخت مواد اولیه در این سیستم دو دستگاه سوپر کاندیشنر پدلی به طول ۴ متر و قطر ۶۸ سانتی‌متر به‌صورت تک جداره در نظر گرفته شده است. تا بتوان زمان پخت خوراک را برای مدت طولانی‌تر برنامه ریزی نمود. لازم به ذکر است دمای پخت به‌صورت کنترل شده و زیر ۸۱ درجه سانتی‌گراد و به‌صورت بخار خشک مستقیم طراحی و تعبیه شده است. بعد از دستگاه‌های کاندیشنر دو دستگاه هایژنایزر سه جداره برای پخت کامل مواد اولیه در سیستم تعبیه شده است. در چنین شرایطی حداقل آسیب به مواد اولیه رسانده و قابلیت جذب خوراک را تا ۹۵ درصد افزایش می‌دهد.

سیستم پلت (پرس): این سیستم به‌صورت تخصصی برای ماهیان خاویاری طراحی و ساخته شده است تا بتواند حداکثر ماندگاری را در آب ایجاد نماید. در این سیستم از سه روله و کاتر به‌طور هم‌زمان استفاده می‌شود و تیکنس در نظر گرفته شده برای دای یک به بیست است. جنس شافت مرکزی و دای از آلیاژ ویژه از استیل سخت ساخته شده که می‌تواند حداکثر فشار را تحمل نماید. در این قسمت تکنولوژی وارداتی از کشورهای توسعه یافته استفاده می‌شود. در چنین شرایطی ماندگاری پلت تخصصی خوراک ماهیان خاویاری در آب می‌تواند به بیش از دو ساعت نیز افزایش یابد.

سیستم استابلیزر (تثبیت کننده پلت): این سیستم باعث تثبیت و تحکیم دانه‌های پلت شده و از آب شویی مواد مغذی جلوگیری به عمل می‌آید. سایر سیستم‌های مورد استفاده در تولید خوراک ویژه ماهیان خاویاری بر اساس روال متداول تولید غذای آبزیان می‌تواند شامل سیستم‌های روغن پاشی، کولر و خشک‌کن، توزین و بسته بندی باشد.

وضعیت موجود تولیدکنندگان خوراک آبزیان

در حال حاضر با وجود کارخانجات و تولیدکنندگان داخلی نسبتاً زیادی که اقدام به تولید جیره ماهیان خاویاری می‌نمایند، غذای تولید شده در اکثر کارخانجات به دلایل متعدد از جمله عدم شناخت کافی از نیازمندیهای غذایی و پیروی از فرمولاسیون جیره‌های قزل‌الا از لحاظ کیفیت و بالانس مواد غذایی مطابق با استانداردهای جهانی نمی‌باشد. از این رو بیشتر پرورش‌دهندگان ماهی خصوصاً پرورش‌دهندگان ماهیان خاویاری مبادرت به استفاده از غذاهای وارداتی از جمله شرکت بیومار، شرکت کوپنز، ارفا، شرکت اسکر تینگ و ... می‌نمایند. در ادامه شرح مختصری از میزان فعالیت، امکانات و تواناییهای تعدادی از شرکتهای داخلی که توانایی تولید غذای ماهیان خاویاری را دارند ارائه شده و مشخصات دقیق کلیه شرکتهای مزبور در جدول ۱۱ ارائه می‌گردد:

شرکت چینه در یک نگاه:

شرکت چینه در سال ۱۳۵۳ باهدف تولید انواع خوراک و کنسانتره دام و طیور و با ظرفیت اسمی ۵۰ هزار تن در سال، تأسیس گردید. این شرکت که وابسته به شرکت سرمایه گذاری کوثر است. اولین تولیدکننده خوراک آبزیان در ایران بوده و از اولین اعضای ایرانی فدراسیون بین‌المللی صنعت خوراک دام و طیور (IFIF) است. همچنین این شرکت اولین شرکت در صنعت خوراک دام، طیور و آبزیان است که به اخذ گواهینامه بین‌المللی مدیریت کیفیت (ISO ۹۰۰۱) نائل گردیده و هم اکنون از آخرین ویرایش آن (۲۰۰۸) بهره می‌گیرد.

شرکت آتا (آذران تغذیه آریان):

شرکت آتا (آذران تغذیه آریان) فعالیت رسمی خود را از اواخر سال ۸۸ در شهرک صنعتی شهید سلیمی تبریز آغاز نموده است و زمینه فعالیتش در ابتدا تولید سوپر مکملهای رشد، ایمنی و درمانی آبزیان پرورشی بود، تولید تخصصی انواع خوراک کپور ماهیان و ماهی خاویاری را از اوایل سال ۱۳۹۰ به‌طور رسمی شروع نمود و اکنون سهم قابل توجهی از بازار فروش جیره‌های غذایی را در دست دارد. همچنین این شرکت موفق شده است که با کسب نمایندگی از شرکتهای مطرح جهان در بخش کارخانجات به تولید خوراک تخصصی کپور ماهیان، قزل‌الا و تهیه ویتامینها و پرمیکسهای از شرکتهای معتبر اروپایی اقدام نماید. این شرکت اکنون مجهز به راه اندازی خط تولید هایژنایزر در جهت تولید خوراک استاندارد ماهیان خاویاری است.

شرکت کیمیاگران تغذیه:

کارخانه کیمیاگران تغذیه در زمینی به مساحت ۱۰۰۰۰ مترمربع در شهرک صنعتی شهرکرد واقع شده و دارای کلیه امکانات مدرن و پیشرفته تولید، آزمایشگاه مجهز کنترل کیفیت و تحقیق و توسعه است. داشتن انبارهای متفاوت نگهداری ریزمغذی‌ها مواد اولیه و محصول از دیگر ویژگی‌های این شرکت است همچنین با استفاده از امکانات مدرن و تکنولوژی‌های جدید تولید از قبیل اکسترودر دو شیف، دستگاه پلت پرس سه کاندیشنره و روش‌های کنترل کیفیت محصولات اولیه و تولیدی در راستای کاهش هزینه‌های پرورش‌دهندگان و افزایش راندمان واحدهای پرورشی در نظر گرفته شده است.

شرکت آذرکاوین:

باهدف تولید و عرضه خوراک آماده باکیفیت بالا، فعالیت خود را تحت لیسانس شرکت Hendrix هلند آغاز نمود تا بتواند خوراکی مطابق با استانداردهای جهانی و نیاز واقعی پرنده تولید و عرضه نماید بر اساس بروشورهای تبلیغاتی این شرکت آمادگی دارد تا محصول اختصاصی خود (دان آماده آذرکاوین) را که بر اساس آخرین یافته‌های دانشمندان تغذیه و دستاوردهای محققین شرکت Trouw Nutrition تهیه و به همراه برنامه‌های نرم‌افزاری جیره نویسی Best Mix فرموله می‌شود را عرضه نماید. در همین راستا جهت کنترل کیفیت خوراک تولیدی، مجموعه با دستگاه NIR تجهیز گردیده که به صورت On line به آزمایشگاه مرکزی شرکت ترونوتریشن در هلند متصل گردیده است، تا با تجزیه و آنالیز ترکیب خوراک کنترل‌های موردنیاز در چرخه تولید به نحو مطلوب انجام گیرد.

شرکت مکمل اصفهان:

این شرکت در سال ۱۳۸۰ بر اساس پیشنهاد مدیران شیلات استان اصفهان و با مشارکت بانک کشاورزی و با همکاری و بهره‌گیری از ماشین آلات کارخانه Amandus Kahl اقدام به تولید غذای پلت جهت آبزیان نمود. در حال حاضر جهت تغذیه ماهیان خاویاری در مرحله پروراری یکی از محصولات کارخانه که به صورت پلت‌های اکستروژن شده است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این محصول در بسته‌های ۲۵ کیلویی به قیمت هر کیلو ۵۰۰۰۰ ریال عرضه می‌شود. از مزایای این محصول که به شکل اکستروژن شده در اختیار مصرف کنندگان قرار می‌گیرد می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

استفاده از این خوراک در سیستم مدار بسته

- کاهش ضریب تبدیل غذا بدلیل اعمال درجه حرارت بالا در فرایند اکستروژن که موجب می‌گردد، درصد قابلیت هضم غلات و حبوبات افزایش یابد.
- امکان افزودن رطوبت تا ۵۰ درصد.
- از معایب محصول تولیدی الگوبرداری محصول از پلت‌های مخصوص قزل‌الا بوده که در آب بشکل شناور و یا غوطه‌ور می‌باشند که با عادات غذایی تاسماهیان که کفزی خوار هستند سازگاری چندانی ندارد. کیفیت محصول تولیدی با توجه به بسته‌های عرضه شده متفاوت است.

شرکت‌های خارجی: شرکت بیومار

این شرکت یکی از شرکت‌های مهم تأمین‌کننده غذای آبزیان در جهان است که برای ماهیان خاویاری در چهار مرحله استارتر، انگشت قد، دوران رشد و مرحله پرواری غذا تولید می‌نماید. قیمت غذا در دوره استارتر ($0/3$ ، $0/4$ میلی‌متر به ترتیب برابر با ۲۵۰۰۰۰-۲۸۰۰۰۰ ریال)، دوره انگشت قد ($0/8$ و $1/1$ به ترتیب برابر با ۱۸۰۰۰۰-۲۰۰۰۰۰ ریال)، دوره رشد ($1/5$ ، $1/9$ و 3 میلی‌متر به ترتیب برابر با ۱۵۰۰۰۰-۱۶۰۰۰۰ ریال) و دوره پرواری ($6/5$ ، 8 و 9 میلی‌متر برابر با ۱۱۰۰۰۰، ۱۲۰۰۰۰ و ۱۳۰۰۰۰ ریال) به ازای هر کیلوگرم غذا است. مزایا و معایب غذای بیومار: از مزایای این پلتها می‌توان به ضریب تبدیل غذایی مطلوب ($0/8$ تا $1/1$)، همگن بودن اجزای تشکیل دهنده آن به دلیل پروسه اکستروژن و پذیرش سریع این محصول توسط ماهیان در دوره استارتر و مراحل دیگر اشاره نمود، اما ذکر این نکته ضروری است که محصول فوق الذکر یک محصول وارداتی بوده و از شرایط اقتصادی و سیاسی روز تأثیر می‌پذیرد که از آن جمله می‌توان به متغیر بودن قیمت‌ها با توجه به نوسانات بازار جهانی، نوسانات قیمت ارز و یا تحریم و عدم صادرات این محصول از کشور صادرکننده اشاره نمود.

فهرستی از تولیدکنندگان داخلی در جدول شماره ۱۸ آورده شده است.

جدول ۱۸- شرکت‌های تولیدکننده غذای کنسانتره آبزیان با تأکید بر توانایی تولید خوراک ماهیان خاویاری در کشور

استان	نام کارخانه	مدیر عامل	آدرس کارخانه	ظرفیت تولید در سال	توانمندی	شماره تماس	آدرس وب / پستی
تهران	چینه	سیامک مالای نیکو	کرج	۵۰ هزار تن	ISO ۹۰۰۱ تأسیس ۱۳۵۳ از اولین اعضای ایرانی فدراسیون بین‌المللی صنعت خوراک دام و طیور (IFIF- اخذ گواهینامه بین‌المللی مدیریت کیفیت ISO ۹۰۰۱)	۰۲۱-۶۶۹۳۰۶۴۸	www.chinehco.com info@chinehco.com آدرس: تهران، میدان توحید، خ نصرت غربی، کوچه حسنی، پلاک ۱
	بهرور	احمد آقا یزدان‌بان	کرج	ظرفیت اسمی سالانه ۷۲۰۰۰ تن	تأسیس ۱۳۵۸ و بهره‌برداری ۱۳۶۴ مطابق استانداردهای ISO ۲۰۰۰ و HACCP ۹۰۰۱	۰۶۶۹۳۱۱۴۲- ۰۶۶۹۳۰۲۱۹- ۰۶۶۹۳۸۲۸۳	www.behparvarco.com info@behparvarco.com آدرس: تهران، میدان توحید، اول ستارخان، کوی شهرام، پ ۱. ک.پ: ۱۴۴۱۶ ص.پ: ۴۳۵-۱۴۱۸۵
	بتا (بهسان) تغذیه (آریان)	غلامحسین هاشمی	کرج	۶ هزار تن	و میگو و ماهیان خاویاری	۰۲۱-۶۶۹۱۱۰۴۷ ۰۲۱-۶۶۹۳۲۹۱۳	www.b-t-agroup.com info@b-t-agroup.com آدرس: میدان توحید، خیابان پرچم، جنب کانون توحید، پلاک ۷۲، واحد ۲. ک.پ: ۱۴۵۸۴۵۱۵۱
چهارمحال و بختیاری	رشد دانه	منصور بابائیان	شهر کرد میدان معلم- ضلع جنوب شرقی	۶ هزار تن (سهامداران پرورش‌دهندگان دام و طیورند)	گواهی ISO ۹۰۰۱:۲۰۰۸, ISO ۲۲۰۰۰:۲۰۰۵	۰۲۸۱-۳۳۴۰۰۲ ۳۳۴۷۹۸۰ ۰۹۱۳۱۸۲۰۰۴۹	Roshd۶۱۶@yahoo.com آدرس: شهر کرد، خ سعدی شرقی، نیش کوچه ۲۷، طبقه ۲، ص.پ: ۵۶۱-۸۸۱۵۵ میدان معلم- ضلع جنوب شرقی
	کیمیگران تغذیه	-	شهر کرد	۱۰۰ هزارتن	تولیدکننده غذای خاویاری- تأسیس ۱۳۸۹	تأسیس ۱۳۸۸	info@kimiyaqaran-e-taghzziyeh.com شهرک صنعتی-خیابان کوشش شرقی-نیز ۲-نیش سروستان ۱
	فردادانه	فرخ بدلالهی محمدرضا حیدری	شهرکرد- بلوار آزادی سه راه شهرک کوچه ادراه راه پلاک ۱۴	-	خوراک آبزی، سردابی، گرمابی، زبستی و میگو تأسیس ۱۳۸۳	۰۲۸۱-۳۳۴۶۸۳۴-۴ ۰۹۱۳-۱۸۲-۷۰۴۷ ۰۲۱-۶۶۷۷۱۶۰۰ فکس: ۰۶۶۵۷۱۶۰۹- ۰۲۱	www.faradanehco.com faradaneh@yahoo.com آدرس: تهران، نیش آزادی و اسکندری شمالی، ساختمان یکتا، ۳ واحد ۹ ۸۸۱۴۹۱۳۹۱۷
اصفهان	تعاونی ۱۹۹ لردگان (بهمن)	الیاس لایقی	لردگان شهرک صنعتی خیابان کارگر- تقاطع جمهوری- کوچه فجر- پلاک ۱۴- طبقه اول	۱۰ هزار تن	قزل‌آلا و ماهیان گرمابی	۰۲۱-۶۶۹۶۰۰۵۱-۲	behdanco@yahoo.com تهران، خ کارگر جنوبی، کوچه فجر پلاک ۱۴ طبقه اول. دفتر استان: چهارمحال و بختیاری، خ حافظ، بعد از چهار راه دامپزشکی، مقابل بانک پاسارگاد، ساختمان مهر، طبقه سوم، شماره ۵
	اصفهان مکمل	جعفر جعفری	اصفهان شهرک صنعتی سه راه مبارکه	۲۰ هزار تن	تولید خوراک اکستروود ماهیان خاویاری ۴۰۰ تن	۰۶۶۹۲۶۳۴۹ فکس: ۰۶۶۳۳۹۴۸	info@Isfahan mokammel.com آدرس: تهران، خیابان آزادی، خ اسکندری شمالی، پ ۳۳، طبقه اول، واحد ۱۰۳
	دستچین عالی	غلامرضا کریمی	اصفهان	-	دام و طیور	۰۳۱-۳۷۲۶۶۶۱۰	-
مازندران	خوراک دام و طیور و آبزیان مازندران	سید عبدالله کابلی	ساری	۵۰ هزار تن	تولید خوراک اکستروود ماهیان ۱۰ هزار تن	۰۱۵۱-۳۷۲۳۴۸۸-۹۷ (۰۱۵۱)۲۸۳۴۴۲	manaqua@parsonline.net http://manaqua.blogfa.com آدرس: ساری، کیلومتر ۷ جاده نکا، ص.پ: ۶۳۴
	خوراک دام و طیور و آبزیان شمال	سید یوسف یحیی نژاد	بابل	۳۰ هزار تن	میزان تولید ۱۰ تن در ساعت	(۰۱۱۱)۳۲۵۲۳۷۳ (۰۱۱۱)۳۲۵۲۲۶۸	www.dtashomal.com info@dtashomal.com آدرس: بابل، کیلومتر ۷ جاده قانمشهر، ص.پ: ۶۱۶
آذربایجان شرقی	شرکت آذران تغذیه آریان (آتا)	دکتر سالک یوسفی	تبریز	۱۰۰ هزار تن	راه اندازی خط تولید هائرتایز در جهت تولید خوراک استاندارد خاویاری	(۰۴۱۲) ۴۳۲۹۳۰۱-۵ (۰۴۱۱)۵۵۵۵۲۵۵	info@ata-grp.com تبریز، آذرشهر، شهرک صنعتی سلیمی، ک.پ: ۵۳۷۵۱-۸۱۱۱۱
	خوراک دام نیرو سهند	سیدمحمد حسین چاوشی	تبریز	۲۰۰ هزارتن	فعال خوراک دام و طیور (سپام داران) اتحادیه دامداران آذربایجان غربی)	(۰۴۱۲) ۲۶۶۲۳۰۸ (۰۴۱۲) ۲۶۵۳۵۴۴	niroosahand@yahoo.com تبریز- بلوار راه آهن- چهارراه خطیب-جنب پل هوایی
	دان سازان سهند تبریز	سعید مشاور	تبریز	-	غذای آبزیان و انواع مکمل‌ها بهره‌براز ۱۳۸۷	(۰۴۱۱)۴۳۲۸۶۶۱	جاده آذرشهر-سهرک سهدی سلیمی- انتهای خیابان اصلی- دست‌چپ- بعد از پروقیل شهریار

	پر ثمر	جعفر سیف	بناب. کیلومتر ۷ جاده بناب تبریز روبروی نیروگاه برق	۵۰ هزار تن	تولید خوراک ماهیان سرد آبی - خوراک ماهیان زینتی	۰۴۱۲-۷۲۸۰۳۷۷ فاکس: ۰۳۷۸-۷۲۸۰۳۷۸ ۰۴۱۲	porsamarcompany@yahoo.com آدرس: تبریز: خ ارتش- خ باغ شمال- خ اشکان. آپارتمان اشکان (سیف). پلاک ۱۱. ک.پ. ۶۳۳۵۳- ۵۱۳۸۶
	خوراک دام و طیور و آبزیان آذربایجان	جواد فشنگچی	تبریز	-	-	۰۴۱۲-۷۲۲۵۷۳۱ (۰۴۹۲) ۷۲۲۴۴۷۴	مرد - بناب - باهر - دفتر برادران فشنگچی
آذربایجان غربی	خوراک دام و طیور و آبزیان میلاذ مهپاد	عبدالرحمن محمودی	آذربایجان غربی. مهپاد. کیلومتر ۵ جاده ارومیه.	۲۴ هزار تن	-	(۰۴۴۲) ۲۲۲۱۳۹۲ (۰۴۴۲) ۲۲۲۷۵۰۰ (۰۴۴۲) ۲۲۲۲۷۹۳	Milade@yahoo.com مهپاد - کیلومتر ۵ جاده ارومیه- روبروی روستای یوسف کن- کد پستی: ۵۹۱۴۱۹۳۴۱۱
	آذرکاوایان ارومیه	رحمان لوزی	ارومیه		ISO ۹۰۰۱. ۲۰۰۸	۴-۴۳۴۳۶۵۲ (۰۴۴۱)	azarkavian@yahoo.com کیلومتر ۹ جاده شهید کلاتری- روبروی پایانه بری
فارس	۲۱ بیضا	حمیدرضا عبودی	کیلومتر ۲۴ محور شیراز-مرودشت. دوراهی لوبی. کیلومتر ۱۲ جاده زرقان- بیضا. جنب کارخانه آرد سپیدان.	۵۰ هزار تن پلت دامی	تأسیس ۱۳۸۲ نمونه استانی ۸۳ تا ۸۶	۰۷۱۱-۷۳۲۴۹۳۳-۴ ۸۱۰۱۴۹۶۷(۰۲۱) ۸۸۰۲۹۱۳ (۰۲۱)	www.bfm۲۱.com info@bfm۲۱.com شیراز: بلوار گلستان. نیش سلمان فارسی. ساختمان امور مشترکین. طبقه ۴
البرز	سولار سوی البرز	کامران ذوالفقاری	-	-	-	۰۱۹۱-۴۰۶۸۳۳۷ ۰۱۹۱-۴۰۶۹۳۳۷	وب سایت غیر فعال بود.
گیلان	خزر دانه قومن	محمد رمضان زاده بابایی	قومن	-	-	۰۱۳۱-۷۷۶۵۰۲۶ ۷۴۵۲۳۳۷	وب سایت غیر فعال بود.
	وحدت رشت	ناصر صدیقی	-	-	تولید ۱۰۰۰ تن خوراک گرمابی	-	تلفن: ۰۱۳۱۶۶۶۵۴۰ آدرس: رشت. کیلومتر ۱۵ جاده رشت. تهران. جنب اداره کل استاندارد
کرمانشاه	خوراک دام و طیور و آبزیان روانسر	-	کرمانشاه - کیلومتر ۴۵ جاده روانسر	۸۰ هزار تن	تأسیس ۱۳۷۵ نشان ملی استاندارد- HACCP - ISO۹۰۰۱:۲۰۰۸ - ISO۲۰۰۰:۲۰۰۵	۰۸۳۲-۶۵۶۲۹۱۱-۴	تهران - خیابان استاد مطهری بعد از چهار راه سهروردی - پلاک ۸۴ طبقه ۴ واحد ۹
گلستان	خوراک دام و طیور گنبد	-	-	-	خوراک طیور	۰۱۷۲-۲۳۳۳۵۲۵ ۲۳۴۹۰۸۱	-
قم	خوراک دام خوش دانه	ابراهیم براتی	-	-	-	۰۲۵۱-۶۲۲۲۳۴۰	وب سایت غیر فعال بود.
خراسان رضوی	صالح کاشمر	قدیر صالحی	کاشمر	۲۰۰ هزارتن	تأسیس ۱۳۶۰ بهره براری ۱۳۷۵	۰۵۱۱-۸۱۳۹۰۶۱-۳ ۸۸۳۲۶۴۴	کاشمر، کیلومتر ۳ جاده کاشمر-خلیل آباد، ابتدای جاده روستای کسرینه
لرستان	دانه رز	علی صفدر گودرزی	بروجرد	-	خوراک های آبزیان با پلت و اکسترودر	۰۶۶۲۳۵۳۰۳۹۵ ۰۶۶۲۳۵۳۱۴۶۷	danehroz@yahoo.com بروجرد، خ تختی. جنب بانک تجارت پ ۸۴ و ۸۶ ک.پ: ۶۹۱۵۷-۴۴۹۱۱
	صدف	علی عزیزاده	خرم آباد	۱۰ هزار تن	ظرفیت اسمی ۸۰.۰۰۰ تن غذای آبزیان	تلفن: ۰۶۶۱۴۲۲۹۴۹۲	آدرس: خرم آباد شهرک صنعتی شماره ۲ کارخانه صدف
هرمزگان	هرمز دام	محسن مرادی	بندرعباس. جاده بندر لنگه. ناحیه صنعتی ایسین	-	ماهیان سردابی ۵۰۰۰ تن. ماهیان گرمابی ۱۰۰۰ تن و خوراک میگو ۱۰۰۰ تن	۰۷۶۱۲۳۲۸۲۴۲ ۲۲۳۶۵۵۵	Hormozdam.moradi@gmail.com آدرس: بندرعباس. خ شهید کازرونی. مجتمع آریا. طبقه سوم واحد ۳۰۱
	حاتمی	علی حاتمی	میناب	تولید ۸۰۰ تن خوراک میگو در سال ۸۹	ظرفیت اسمی ۲۰۰۰ تن تولید خوراک آبزیان	تلفکس: ۰۷۶۵۲۲۳۶۱۷۳	Hatami_ali_۲۰۰۹@yahoo.com آدرس: میناب. صندوق پستی: ۷۹۸۱۵-۵۱۹
بوشهر	هوورراش	حمزه شیرالی	بوشهر	-	تولید غذای ماهی و میگو	۴۵۴۷۷۰۴ ۴۵۴۷۷۰۰	www.bfpig.com/havourrash آدرس: بوشهر. اول جاده برازجان. جنب پمپ بنزین
همدان	بنیاد تعاون زندانیان همدان	محمد رضا کاظمیان	-	-	تولید خوراک آبزیان گرمابی و سردابی تولید خوراک دام و طیور	۰۸۱۳۴۲۲۹۲۸۰-۱ ۰۸۱۱۲۶۷۶۵۰ ۰۹۱۸۸۱۱۴۳۷۸	www.hpaco.com hamedan.bonyad@gmail.com همدان. جاده کرمانشاه بعد از روستای یکن آباد. روبروی یادگان قهرمان
سنندج	جیک دانه	نادر شکیبا	-	-	تولید ۶۴۲ تن خوراک آبزیان	تلفن: ۰۸۷۱۷۳۷۹۹۲۳	آدرس: سنندج. میدان جهاد. جاده کمربندی

منابع

۱. آذری تاکامی، ق. ۱۳۴۴. تکثیر مصنوعی و پرورش تاسماهیان. پایان نامه دکتری دامپزشکی دانشگاه تهران.
۲. آذری تاکامی، ق. ۱۳۸۸. تکثیر و پرورش تاسماهیان. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۱ ص.
۳. ابراهیمی، ع.، پور رضا، ج.، پاناماریوف، سرگی. و.، کمالی، ا. و حسینی، ع. ۱۳۸۳. اثر مقادیر مختلف پروتئین و چربی بر رشد و ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان انگشت قد فیل ماهی (*Huso huso*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۱. شماره ۳. ۱۴۱-۱۵۱
۴. امیرخانی، ا.؛ حقیقیان رودسری. ۱۳۸۲. اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره غذایی روی رشد فیل ماهی جوان (*Huso huso*). پایان نامه دانشجویی. دانشگاه گیلان. ۴۰ صفحه.
۵. آلتوفو، یو. وی.، رومانف، آ.آ. و داکویل، آ.پ. ۱۹۸۶. روش‌های مطالعه غدد جنسی گونه‌های مختلف تاسماهیان (*Acipenseridae*). انستیتو اقتصادی ماهی استراخان، روسیه. ترجمه صدرایی، س.ه.، کاظمی، ر. و بهمنی، م. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۳۵ ص.
۶. الیاسوف، ر. ۱۹۹۶. کنترل مراحل رسیدگی غدد جنسی تاسماهیان. انستیتو وینپر روسیه، مسکو ترجمه سید هادی صدرایی، رضوان اله کاظمی و محمود بهمنی. انستیتو تحقیقات ماهیان خاویاری ۶ ص.
۷. بنی‌اسماعیلی، س.ی.؛ زمینی، ع. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر آنزیمیت و پلی ویتام بر فاکتورهای رشد تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). پایان نامه دانشجویی. دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان. ۱۰۷ صفحه.
۸. بهمنی، م. و کاظمی، ر. ۱۳۷۷. مطالعه بافت شناسی در تاسماهیان جوان پرورشی. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۱، سال هفتم. ص ۱-۱۶.
۹. بهمنی، م. ۱۳۷۸. بررسی اکو فیزیولوژیک استرس از طریق اثر بر محورهای *HPI* و *HPG*، سیستم ایمنی و فرآیند تولیدمثل در تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). رساله دکترای تخصصی (Ph.D.). ۲۷۴ ص.
۱۰. بهمنی، م.، کاظمی، ر.، امینی، ک.، محسنی، م. دونسکایا، پ. و پیسکونوا، ل. ۱۳۷۷. گزارش مقدماتی پروژه ارزیابی کیفی تاسماهیان چندین ساله در شرایط پرورش مصنوعی. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۱۷ ص.
۱۱. بهمنی، م. ۱۳۸۰. تحلیلی برگزیده‌های شاخص در ساختار زیستی ماهیان خاویاری دریای خزر. ارائه‌شده در سمینار زیست محیطی دریای خزر، گرگان. ۲۸ ص.
۱۲. بهمنی، م.، کاظمی، ر.، امینی، ک.، محسنی، م.، دونسکایا، پ. و پیسکونوا، ل. 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.
۱۳. بهمنی، م.، کاظمی، ر.، پوردهقانی، م.، حالجیان، ع.، وهابی، ی.، محسنی، م.، ملکزاده، ر.، دژندیان، س. و محمدی پرشکوهی، ح. ۱۳۸۴. بیوتکنیک نوین تکثیر مصنوعی ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*) در ایران. مجله علمی شیلات ایران. سال چهاردهم. شماره ۴. زمستان ۱۳۸۴. ص ۳۱-۴۸.
۱۴. بهمنی، م.، کاظمی، ر.، حالجیان، ع.، شریف پور، ع. و مجازی امیری، ب. ۱۳۸۴. گزارش نهایی پروژه بررسی بافت‌شناسی آبشش، گناده، کلیه و دستگاه گوارش در تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۷۶ ص.
۱۵. بهمنی، م.، کاظمی، ر.، وهابی، ی.، حالجیان، ع.، پوردهقانی، م.، دژندیان، س.، ملکزاده ویاپه، ر.، محسنی، م. و مجازی امیری، ب. ۱۳۸۴a. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مطالعه فیزیولوژیک جهت بررسی نارسایی‌ها در القای تکثیر مصنوعی ازون برون. موسسه تحقیقات شیلات ایران.
۱۶. بهمنی، م.، کاظمی، ر.، پوردهقانی، م.، حالجیان، ع.، وهابی، ی.، محسنی، م.، ملکزاده، ر.، دژندیان، س. و محمدی پرشکوه، ح. ۱۳۸۴b. بیوتکنیک نوین تکثیر مصنوعی ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*) در ایران. مجله علمی شیلات ایران. سال چهاردهم. شماره ۴. صفحات ۴۸-۳۱.
۱۷. بهمنی، م. ۱۳۸۵. گزارش مقدماتی پروژه تحقیقاتی امکان تکثیر مصنوعی ازون برون پرورشی (اولین مولدسازی، تولید خاویار پرورشی، تکثیر مصنوعی و تولید بچه ماهی از مولدین ازون برون پرورشی در کشور). انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۲۰ ص.
۱۸. بهمنی، م.، کاظمی، ر.، یوسفی جوردی، ا.، حالجیان، ع.، پوردهقانی، م. و دژندیان، س. ۱۳۸۶. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی امکان تکثیر مصنوعی ماهی ازون برون پرورشی (مولدسازی، تکثیر مصنوعی و تولید بچه ماهی از مولدین تاسماهیان پرورشی). وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. ۱۷۶ ص.
۱۹. بهمنی، م.، یوسفی جوردی، ا.، کاظمی، ا.، پوردهقانی، م.، حالجیان، ع.، دژندیان، س. و جلیل پور، ج. ۱۳۸۷. نوسانات فصلی هورمون‌های تستوسترون (*T*)، ۱۷ آلفاهیدروکسی پروژسترون (*17α-OHP*) و ۱۷-بتا استرادیول (*E2*) طی رسیدگی جنسی ماهی ازون برون پرورشی (*Acipenser stellatus*). مجله علمی شیلات ایران. سال هفدهم. شماره ۴. صفحات. ۱۶-۷.

۲۰. بهمنی، م.، کاظمی، ر.، یوسفی جوردی، 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". موسسه تحقیقات شیلات ایران.
۲۱. بهمنی، م.، کاظمی، ر.، یوسفی جوردی، ا.، حلاجیان، ع.، پوردهقانی، م. و دژندیان، س. ۱۳۹۰ الف. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مولدسازی و امکان تکثیر مصنوعی فیل ماهیان (*Huso huso*) پرورشی. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۲ ص.
۲۲. پادوشکا، س. ب. ۱۹۹۹. تخم گیری از تاسماهیان به روش زنده. بولتن علمی - فنی آزمایشگاه ماهی شناسی، شماره ۲، سن پترزبورگ. مترجمین: عادل، ی.؛ بهمنی، م. ۱۳۸۰. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. ۱۰ ص. پایان نامه دانشجویی. دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان. ۱۰۹ صفحه.
۲۳. پورعلی، ح.، محسنی، م.، آق تومانی، و. و توکلی، م. ۱۳۷۷. پرورش بچه فیل ماهیان با درصدهای مختلف غذای کنسانتره فرموله شده. اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری.
۲۴. پورعلی، ح.، ر.، محسنی، م.، آق تومانی، و توکلی، م. ۱۳۸۲. پرورش بچه فیل ماهیان با درصدهای مختلف غذای کنسانتره فرموله شده. مجله علمی شیلات ایران، ویژه نامه اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری، صفحات ۴۸-۳۷.
۲۵. پورعلی فشمی، ح.، ر.، محسنی، م.، صادقی، م.، ارشد، ع. و علیزاده، م. ۱۳۸۳. پرورش بچه فیلماهیان با استفاده از آب لب شور در سواحل جنوبی دریای خزر. گزارش نهایی پروژه موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۰ صفحه.
۲۶. پورعلی، ح.، ر. و م. محسنی، ۱۳۸۶. بررسی کمی و کیفی تراکم، تغذیه و آب در پرورش ماهیان خاویاری. فصلنامه علمی، پژوهشی و آموزشی آبزیان. سال ۵. شماره ۱۱. صفحات ۴۸-۳۷.
۲۷. پورعلی فشمی، ح.، ر.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، یگانه، ه. و نظامی، ا. ۱۳۹۰a. بررسی مقایسه ای وضعیت رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) تحت تأثیر غذای کنسانتره و غذای زنده. مجله اقیانوس شناسی، سال دوم. شماره ۶ صفحات ۴۲-۳۱.
۲۸. پورعلی فشمی، ح.، ر.، محسنی، م.، عاشوری، ع. ۱۳۹۰b. پرورش گوشتی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstadti*) در وان فایبرگلاس. مجموعه مقالات همایش ارمنستان در سال ۲۰۱۱. ص ۱۴۱.
۲۹. پورعلی فشمی، ح.، ر.، یزدانی، م. ع.، پیکران مانا، ن.، حسینی، ح. و محسنی، م.، نظامی، ا. ۱۳۹۱a. بیوتکنیک پرورش ماهیان خاویاری در آب شیرین و لب شور. دنیای آبزیان. شماره ۲۵. سال نهم. صفحات ۳۰-۲۱.
۳۰. پورعلی فشمی، ح.، ر.، یزدانی، م. ع.، پیکران مانا، ن.، سید حسینی، ح.، محسنی، م.، سهل نقشی، س. ۱۳۹۱b. معرفی و مقایسه روند رشد و تغذیه استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) و تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) به عنوان ماهی تزئینی در محیط آکواریوم. علمی پژوهشی توسعه آبزی پروری. سال ششم. شماره ۲. صفحات ۱۰-۱.
۳۱. پورعلی، ح.، شکوریان، م.، نظامی، آ.، یگانه، ه.، سید حسینی، م. ح.، پژند، ذ.، پیکران مانا، ن.، صادقی راد، م.، پوردهقانی، م.، یارمحمدی، م.، حافظیه، م.، مرضی، ج. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر جاذب های غذایی (متیونین، لایزین و آلانین) در تغذیه لارو و بچه ماهی انگشت قد تاسماهی ایرانی. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۹۸ صفحه.
۳۲. پیک موسوی، م.؛ سواری، آ.؛ بهمنی، م.؛ محسنی، م.؛ پاشا زانوسی، م. ۱۳۸۶. مطالعه اثر اسید آمینه متیونین بر شاخص های رشد و تر کیبات بدن فیل ماهیان پرورشی (*Huso huso*). پایان نامه دانشجویی. دانشکده علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۸۸ صفحه.
۳۳. تاتینا، م. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر سطح مختلف ویتامین C و E جیره غذایی بر برخی از شاخص های خونی و رشد استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) پرورشی. پایان نامه دکتری تخصصی (Ph.D.). دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات. به راهنمایی دکتر بهمنی. ۲۵۲ ص.
۳۴. تروسوف، و.ز. ۱۹۷۵. برخی از ویژگی های رسیدگی جنسی در تاسماهی روسی. انستیتو تحقیقات شیلاتی و اقیانوس شناسی ونیرو روسیه. ترجمه صدراپی، س.ه.، کاظمی. ر.
۳۵. حسینی، س.آ.، وهابزاده، ح.، کاظمی، ر. و یزدانی ساداتی، م. ۱۳۹۰. مقایسه اثر تغذیه با چهار جیره غذایی مختلف بر شاخص های رشد و بقای بچه ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*). پایان نامه دانشجویی. دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان. ۱۰۳ صفحه.
۳۶. حق، ن.، سواری، آ.، بهمنی، م. و محسنی، م. ۱۳۸۶. بررسی اثر سطوح اسید آمینه متیونین بر روند رشد و شاخص های خونی و کبدی بچه فیل ماهیان پرورشی (*Huso huso*). پایان نامه دانشجویی. دانشکده علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۷۲ صفحه.
۳۷. خوش نیت، آ.، بهمنی، م. و شعبانی پور، ن. ۱۳۸۴. مطالعه روند گنادوژنیز ماهیان اوزون برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی در شرایط تغذیه با جیره های مختلف غذایی. پایان نامه دانشجویی. دانشگاه تهران. ۷۷ صفحه.
۳۸. رضایی، آ.، یزدانی ساداتی، م. ح. و نصری تجن، م. ۱۳۹۱. تأثیر جایگزینی کنجاله سویای فراوری شده به جای آرد ماهی در جیره غذایی بر شاخص های رشد، بقاء و ترکیب لاشه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*). پایان نامه دانشجویی. دانشگاه علوم و تحقیقات. واحد رشت. ۷۹ صفحه.
۳۹. سالک یوسفی، م. ۱۳۷۹. تغذیه آبزیان پرورشی (ماهیان سردآبی، ماهیان گرمابی و میگو). انتشارات اصلانی. ۳۱۸ ص.

۴۰. سوداگر، م.، ۱۳۸۴. بررسی مقایسه‌ای تأثیر افزایش برخی از مواد جاذب (بتائین، متیونین و مخلوط بتائین و متیونین) در جیره غذایی فیلماهیان پرورشی به‌منظور افزایش تحریک غذاگیری و بالا بردن میزان رشد و بازماندگی. رساله دکتری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۷۹ ص.
۴۱. سیدحسینی، ح. ۱۳۸۴. تأثیر نسبت‌های مختلف کربوهیدرات به چربی در دو سطح پروتئین بر روند رشد، ترکیب لاشه و شاخص هپاتوسوماتیک فیل‌ماهی جوان (*Huso huso*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان. ۶۸ صفحه.
۴۲. سیدحسینی، م.ح.، طالبی حقیقی، د.، یزدانی ساداتی، م.ح.، پورعلی، م.ح.، پیکران مانا، ن.، یگانه، م.، حافظیه، م.، حلاجیان، ع.، یوسفی، ا.؛ نصرانی، م.ح.، پروانه مقدم، د.، صالحی، م. و عباسعلیزاده، ع. ۱۳۹۳. بررسی امکان جایگزین نمودن پودر ضایعات مرغ بجای پودرماهی در جیره غذایی فیل‌ماهی (*Huso huso*). موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۶ صفحه.
۴۳. صالح‌پور، م. و سیف‌آبادی، س.ج. ۱۳۸۱. تأثیر آل‌کارتتین بر رشد و نسبت چربی و پروتئین در مراحل اولیه رشد فیل‌ماهی (*Huso huso*). پایان‌نامه دانشجویی. ۵۱ صفحه.
۴۴. عزیزیان، ف.، یزدانی ساداتی، م.ح. و کوچینی، پ. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر درصدهای مختلف غذا دهی بر رشد، بازده تولید و ترکیب لاشه تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*). پایان‌نامه دانشجویی. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر لاهیجان. ۵۳ صفحه.
۴۵. عشوری، ق.، یآوری، و.، بهمنی، م.، یزدانی ساداتی، م. و کاظمی، ر. ۱۳۸۸. پاسخ‌های فیزیولوژیکی و متابولیکی به گر سنگی کوتاه‌مدت و غذا دهی مجدد در بچه تاسماهیان سبیری (*Acipenser baerii*). پایان‌نامه دانشجویی. دانشکده علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۷۰ صفحه.
۴۶. غفاری، م.، سیف‌آبادی، س.ج. و پور کاظمی، م. ۱۳۸۰. بررسی تأثیر ماده آل‌کارتتین بر رشد فیل‌ماهی. پایان‌نامه دانشجویی دانشکده علوم و فنون دریایی واحد تهران شمال. ۶۳ صفحه.
۴۷. فارابی، م. و. ۱۳۷۷. بررسی اثرات چهار رژیم غذایی بر روی رشد و ترکیب بدن چالباش (*Acipenser gueldenstaedti*) و فیلماهی (*Huso huso*) در سال دوم پرورش. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، نور. ۴۳ ص.
۴۸. فلاحتکار، ب. ۱۳۸۴. اثرات ویتامین C جیره بر بخش شاخص‌های همانولوژیک، بیوشیمیایی و رشد در فیل‌ماهی (*Huso huso*). رساله دکتری تخصصی شیلات گرایش تکثیر و پرورش، دانشگاه تربیت مدرس. ۸۴ ص.
۴۹. 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.
۵۰. کاظمی، ر.، پوردهقانی، م.، دژندیان، س.، حلاجیان، ع.، یوسفی جوردی، 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.
۵۱. محسنی، م.، پورعلی، ح.م.، پورکاظمی، م.، علیزاده، م. و ارشد، ع. ۱۳۷۹. تأثیر دوره نوری بر رشد فیل‌ماهی پرورشی. اولین همایش بهداشت و بیماریهای آبزیان - اهواز.
۵۲. محسنی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، ارشد، آ.، علیزاده، م.، جمالزاده، ف.، صوفیانی، ن.، حقیقیان، م. و زاهدی، فر. م. ۱۳۸۴. تعیین احتیاجات غذایی فیل‌ماهی از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۲۴۵ صفحه.
۵۳. محسنی، م.، پورعلی، ح.م.، ارشد، ع.، صالح‌پور، م. و علیزاده، م. ۱۳۸۱. فواید آل-کارتتین در تغذیه فیل‌ماهی پرورشی. دومین همایش ملی و منطقه‌ای ماهیان خاویاری. رشت- ایران. ۳ صفحه.
۵۴. محسنی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی، ر. و حلاجیان، ع. ۱۳۸۹. گزارش نهایی پروژه مطالعه امکان تولید گوشت، خاویار و بچه‌ماهی از تاسماهیان پرورشی (تاسماهی ایرانی، فیل‌ماهی، شپ و ازون برون). انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۳۴ صفحه.
۵۵. محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، صالح‌پور، م.، پورعلی، ح.، کاظمی، ر. ۱۳۸۳. بررسی اثر دفعات غذادهی بر ویژگیهای رشد بچه‌ماهیان (*Huso huso*) پرورشی. مجله علمی شیلات ایران. ص ۱۵۹-۱۴۵.
۵۶. محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی، ر. و علیزاده، م. ۱۳۸۵. گزارش نهایی پروژه تعیین احتیاجات غذایی فیل‌ماهی از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۲۲۴ صفحه.
۵۷. محسنی، م.، سپهداری، آ.، پورعلی، ح.، سیدحسینی، م. ح.، ارشد، ع.ف.، علیزاده، م.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، زارع گشتی، ق.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م. و سجادی، م. ۱۳۹۱. مطالعه پرورش گوشتی فیل‌ماهی (*Huso huso*) با استفاده از جیره‌های مختلف غذایی. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۱۱۴ صفحه.
۵۸. محسنی، م. و ستوده، م. ۱۳۹۲. اثرات سطوح مختلف سلنیوم جیره غذایی بر روند رشد و استرس اکسیداتیو بچه‌ماهی پرورشی تغذیه شده با سطوح بالای مس، مجله علمی شیلات ایران، ص ۱۰۵-۱۰۴.

۵۹. محمدی، م.، عابدیان، ع.، شریعتمداری، ف. و محسنی، م. ۱۳۸۰. بررسی اثرات سطوح پروتئین جیره بر شاخص‌های رشد و ترکیبات بدن بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*). مجله علوم دریایی شماره ۴. صفحات ۱۰۹ – ۱۰۰.
۶۰. محمودی، ک.، زمینی، ک.، زمینی، ع.، یزدانی ساداتی، م. و کاظمی، ر. ۱۳۸۹. اثر پروبیوتیک پروتکسین بر فاکتورهای خونی، فلورمیکروبی روده، رشد و ترکیب لاشه تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*). پایان نامه دانشجویی. دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان. ۱۲۳. صفحه.
۶۱. مرشدی، و.، کوچنیز، پ.، بهمنی، م.، یزدانی ساداتی، م. و پورعلی، م. ۱۳۸۸. اثرات دوره‌های گرسنگی کوتاه‌مدت و مدت غذادهی مجدد بر شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه و ترکیب بیوشیمیایی بدن و فاکتورهای خونی در تاسماهیان سبیری جوان (*Acipenser baerii*). پایان نامه دانشجویی. دانشکده علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۸۶. صفحه.
۶۲. ملت‌دوست، ش.، قلیچی، آ. و کاظمی، ر. ۱۳۹۰. تاثیر سطوح مختلف کربوهیدرات دکستروز بر شاخص‌های خونی تاسماهی سبیری جوان.
۶۳. نادری، م.، نظامی، ش.، یزدانی ساداتی، م. و خارا، ح. ۱۳۹۰. اثر ویتامین C و اسیدفولیک بر فاکتورهای رشد، ایمنی و شاخص‌های خونی بچه تاسماهی شیپ (*Acipenser nudventris*). پایان نامه دانشجویی. دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان. ۱۱۹. صفحه.
۶۴. ناطقی شاه رکنی، س.آ.، بهمنی، م.، محسنی، م. و پاشا زانوسی، ح. ۱۳۸۶. بررسی اثر مقادیر مختلف لایزین در جذب آل – کارنتین و تأثیر آن در روند رشد بچه فیل‌ماهی. پایان نامه دانشجویی. دانشکده علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۲۹. صفحه
۶۵. 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 بهمنی، م. ۱۷۷. ص.
۶۶. نوروزی، م.، عریان، ش. و بهمنی، م. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر تزریق هیپوفیز گلیسرینه بر نوسانات هورمون‌های استروئیدی جنسی در مولدین ماده تاسماهی ایرانی. مجله علمی شیلات ایران.
۶۷. نیک‌زاد، ح.، خارا، ح.، یزدانی ساداتی، م.ج. و پرندآور، ح. ۱۳۸۸. اثرات جایگزینی سطوح مختلف روغنهای گیاهی به جای روغن جانوری در جیره غذایی بر روند رشد و پروفیل اسیدهای چرب لاشه بچه فیل‌ماهیان (*Huso huso*). پایان نامه دانشجویی. دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان. ۱۱۴. صفحه.
۶۸. یزدانی ساداتی، م.ع.، محسنی، م.، پورعلی، ع.، شکوریان، م.، پوراسدی، م.، یوسفی جوردهی، ا.، حلاجیان، ع.، حسنی، ح. و پوردهقانی، م. ۱۳۹۱. بررسی امکان تولید مولدین تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) در شرایط آب و هوایی ایران. ۶۹. صفحه.
۶۹. یلقی، س. ۱۳۸۵. بررسی روند رسیدگی جنسی ماهی ازون برون در سواحل جنوب شرقی دریای خزر (ایران). رساله دکتری تخصصی (PhD). ۹۱. ص
۷۰. یوسفپور، ح.، ۱۳۷۰. پرورش ماهیان خاویاری در آب شیرین. مجموعه مقالات کنفرانس ملی تکثیر و پرورش آبزیان. شرکت سهامی شیلات ایران. تهران. ص ۸۴ – ۶۵.
۷۱. یوسفی جوردهی، ا. ۱۳۸۵. تعیین ارتباط برخی شاخص‌های خونی و اسمزی در روند تکامل جنسی ماهی ازون برون پرورشی (*Acipenser stellatus*) پرورشی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان. به راهنمایی بهمنی، م. ۱۵۲. ص.
۷۲. یوسفی جوردهی، ا.، بهمنی، م.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، پوردهقانی، م.، یزدانی، م.ع.، دژندیان، س. و مرادی، غ. ۱۳۹۰. مقایسه افتراقی لکوسیت-های مولدین ازون برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی. دومین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان. دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان-ایران. صفحات ۴۳۸ – ۴۳۲.
۷۳. 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 فیتواستروئیدهای جنیستین و اکوال بر روند رشد تولیدمثلی فیل‌ماهی (*Huso huso*) پرورشی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. ۸۵. ص.

٧٤. Arai, S., Nose, T., Hashimoto, Y. ١٩٧٢. Aminoacids essential for the growth of eels, *Anguilla anguilla* ad A. Japonica. Bull. Jpn. Soc.Sci.Fish. ٣٨: ٧٥٣-٧٥٩.
٧٥. Bahmani, M. & Oryan, S. ٢٠٠٠. Ecophysiological effects of stress (HPI axis) on levels if sex steroid (HPG axis) during artificial breeding *Acipenser persicus*. ٣٤th Int. Congress of Physiol. Sci. Christchurch. New Zealand.
٧٦. Bahmani, M., A. Yousefi Jourdehi, R. Kazemi, M. Pourdehghani, A. Hallajian, S. Dejhandian, J. Jalilpoor (٢٠٠٩): Seasonal fluctuations of testosterone (T), ١٧ α - hydroxy progesterone (١٧ α -OHP), ١٧ β - estradiol (E٢) during sexual maturation in Stellate sturgeon, *Acipenser stellatus*. Iranian Journal of Fisheries Sciences. ٤: ٧-١٦
٧٧. Bahmani, M., Kazemi, R. & Donskaya, P. ٢٠٠١. A comparative study of some hematological features in young reared sturgeon. Fish physiology and Biochemistry. ٢٤: ١٣٥-١٤٠.
٧٨. Bahmani, M., R. Kazemi, A. Yousefi Jourdeh, A. Hallajian, M. Pourdehghani, S. Dejhandian (٢٠٠٧): Final report on investigation of possibilty on artificial propagation in farmed Stellate sturgeon, *Acipenser stellatus* (breeding, artificial propagation and fingerling production of farmed sturgeon). Published in: Iranian Fisheries Research Organization. ١٧٦p.
٧٩. Bahmani, M., R. Kazemi, A. Yousefi Jourdehi, A. Hallajian, M. Pourdehghani, S. Dejhandian (٢٠١١a): Final report on broodstocking and artificial propagation of farmed Beluga, *Huso huso*. Published in: Iranian Fisheries Research Organization. ١٠٢p.
٨٠. Bahmani, M., R. Kazemi, M. Pourdehghani, A. Hallajian, Y. Vahabi, M. Mohseni, R. Malekzadeh, S. Dejhandian, H. Mohammadi Parashkouhi (٢٠٠٥b): New Biotechnique of artificial propagation in Stellate sturgeon, *Acipenser stellatus* in Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences. ٤: ٣١- ٤٨.
٨١. Bahmani, M., Yousefi Jourdehi, A., Pourdehghani, M., Kazemi, R., Hallajian A. & Dejhandian. S. ٢٠١٣. Maturation, artificial propagation and some physiological indices in farmed Ship sturgeon, *Acipenser nudiiventris*. World Journal of Fish and Marine Sciences ٦ (٣): ٢١٩-٢٢٦.
٨٢. Barannikova, I.A. ١٩٩٧. Sex steroid concentration in blood serum of sturgeons and its specific cytosol binding in brain in different stages of migratory cycle. ٣th Int. Symposium of sturgeon, Italy.
٨٣. Barannikova, I.A., Bayounova, L.V. & Semenkova, T.B. ٢٠٠٤. Serum levels of testosterone, ١١-ketotestosterone and estradiol - ١٧ in three species of sturgeon during gonadal Development and final maturation induced by hormonal treatment. Journal of Fish Biology. Vol. ٦٤: ١٣٣٠-١٣٣٨.
٨٤. Bernard, B.B., Catherine, B.P., Bernard, B.S., Genevieve, C., Francoise, L., Blandine, D.C., Chantal, H. and Sadasivam, J.K. ٢٠٠١. 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, ١٢١: ١٧٣-١٨٧.
٨٥. Biswass, S.P. ١٩٩٣. Manual of methods in fish biology, South Asian Publishery. New Dehli, ١٩٠ P.
٨٦. Bjonsson, B. T., Stefansson, G. V., Berge, A. I., Hansen, T & Stefansson, S. O. ١٩٩٨. Circulating growth hormone ٣ levels in Atlantic Salmon Smolts following seawater transfer: effect of photoperiod regime, salinity, duration of exposure & season. Aquaculture ١٦٨: ١٢١- ١٣٧.
٨٧. Blom, J.H. and Dabrowski, K. ١٩٩٥. Reproductive success of female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in response to graded dietary ascorbyl monophosphate levels. Biol. Reprod. ٥٢: ١٠٧٣-١٠٨٠.
٨٨. Borodin, N.A. ١٨٩٨. Experiments on artificial insemination of sturgeon eggs and other biological observations conducted on the Ural River in spring ١٩٨٧. vestnik Rybopromyschlennost. St. Petersburg. ٢٣: ١٦-٧.
٨٩. Catacutan, M.R., Coloso, R.M., ١٩٩٥. Effect of dietary protein to energy rations on growth, survival, and body composition of juvenile Asian sea bass, *Lates calcarifer* Aqua. ١٣١, ١٢٥-١٣٣.
٩٠. Chebanov, M. & Billard, R. ٢٠٠١. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. Aqua. Living resource. ١٤: ٣٧٥-٣٨١.

91. Chebanov, M., and Billard, R. 2001. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. Aqua. Living resource. 14: 370-381.
92. Christiansen, R. & Torrisen, O. J. 1997. Effects of dietary astaxanthin supplementation on fertilization and egg survival in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), Aquaculture, vol. 153: 51-62.
93. Ciereszco, A. & Dabrowski, K. 1990. Sperm quality and ascorbic acid concentration in Rainbow and ascorbic acid concentration in rainbow trout semen are affected by dietary Vitamine C: An across season study. Biol. Reprod, 52: 982 - 988.
94. Conte, F.S., Doroshov, S.I., Lutes, P.B. & Strange, E.M. 1988. Hatchery Manual for the white sturgeon, *Acipenser transmontanus* with Application to other North American. Acipenseridae. U.S. Fish and Wildlife Service Regions.
95. Cowey C.B., Cho C, Sivak J.G., Weerhiem J.A. and Stuart D.D., 1992. Methionine intake in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), relationship of cataract formation the metabolism of methionine. J. Nutr., 122: 1104-1113.
96. Cowey, C.B., Froster, J.R.M. 1971. The essential amino-acid requirements of the prawn, *Palaemon serratus*, The growth of prawns on diet containing proteins of different amino- acid compositions. Mar.Biol. 10:77-81.
97. Crime, L.W. & Glebe, B. D. 1990. Reproduction (In: Methods for Fish Biology edit. Schreck & Moyle) American Fisheries Society Publication. pp. 529-553.
98. Davies, B. H. 1980. Carotenoid metabolism in animals: a biochemist's view, Pure Appl.Chem, 52: 679-684.
99. Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S., Schmalhausen, O.I. 1993. Sturgeon Fishes, Development biology and aquaculture. Translate from Russian by Gause and Vessetzky. Springer-Velag. 300 p.
100. Dixon, R.A. 2004. Phytoestrogens. Annual Review of Plant Biology, 55: 220-261.
101. Doroshov, S.I. Moberg, G.P. & Van Eenennaam, J.P. 1997. Observations on the reproductive cycle of cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. Environmental Biology of Fishes. 48: 260-278.
102. 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.
103. 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.
104. 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.
105. Froster I. and Ogata H.Y., 1998. Lysine requirement of Juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* and Juvenile red sea bream *Pagrus major*. Aquaculture, 161: 131-142.
106. Garling, D.L.Jr. and Wilson, R.P., 1977. Effect of carbohydrate-to-lipid ratios on growth and body composition of fingerling channel catfish. Prog. Fish-Cult. 39, 43-47.
107. Halver, J. E. 1990. Vitamin requirement study techniques. J.Appl. Ichthyol. 11: 210-224.
108. Halver, J.E. 1907. Nutrition of salmonoid. IV. An amonoacid test for Chinook salmpn. J.Nutr. 62: n240-204.
109. Hillestad M., Johnsen F. and Asgard, T., 2001. Protein to carbohydrate ratio in high energy diet for Atlantic salmon. Aquaculture, 190: 170-190.
110. Hoar, W. S., Randoll. D. J. & Donaldson, E. M. 1983. Fish physiology. Volume IX. Reproduction. Part B, Behavior and Fertility control: Academic press. 477 p.
111. Holcik J. 1989. The freshwater fishes of Europe. Wiesbaden. AULA-Verlag. Pp. 263-284.
112. Hung S.S.O., Paul B. L., Conte F. and Storebakken T., 1989. Growth and feed efficiency of white sturgeon (*A. transmontanus*) to utilize different carbohydrate. J. Nutr, 119: 727-733.

۱۱۳. Hung S.S.O. and Deng, D.F., ۲۰۰۲. Sturgeon *Acipenser spp.* In Lim, C. and Webster, C.D. (eds). Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CAB Inter. Pub. Wallingford, UK, ۴۱۸pp.
۱۱۴. Hung, S.S.O. and Deng, D.F., ۲۰۰۲. Sturgeon *Acipenser spp.* In Lim, C. and Webster, C.D. (eds). Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CAB Inter. Pub. Wallingford, UK, ۴۱۸pp.
۱۱۵. Ikeda, S. ۱۹۸۵. Vitamins, pp: ۴۵-۵۳. In: Y.Yone (ed.), Fish Nutrition and Diets. Koseisha Koseikaku, Tokyo. [In Japanese].
۱۱۶. Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H. & Tacon, A. G. J. ۲۰۰۱. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. Aquaculture. ۱۹۷: ۲۵-۴۲.
۱۱۷. Kaushik, S.J., Luquet, P., Blanc, D., Paba, A., ۱۹۸۹. Studies on the Nutrition of Siberian Sturgeon, (*Acipenser baeri*). Utilization of Digestible Carbohydrate by Sturgeon. Aquaculture ۷۶:۹۷-۱۰۷.
۱۱۸. Kjesblu, O.S. ۱۹۹۴. Time of stant of spawnnig in Atlantic cod, *Gadus morhua* female in relation to Vitellogenetic oocyte diameter, temperature, fish length and condition. J.Fish, ۴۵: ۷۱۹-۷۳۵.
۱۱۹. Legrow, S.M., Beamish, F.W.I., ۱۹۸۶. Influence of diety protein and lipid on apparent heat increment of rainbow trout, *Salmo gaidneri*. J. Fish Aquat. Sci., ۴۳: ۱۹-۲۵.
۱۲۰. Levine, M. and Morita, K. ۱۹۸۵. Ascorbic acid in endocrine systems. Vitam. Horm, ۴۲: ۱-۶۴.
۱۲۱. Lovell, T. ۱۹۸۹. Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold, New York.
۱۲۲. Lovell, T., ۱۹۹۸. Nutrition and feeding of fish (second edition). Kluwer academic ublisher (USA).
۱۲۳. Milshteyn, V. V. ۱۹۶۹. ۱۰۰th anniversary of sturgeon farming. J. Ichthyology. ۹, ۲۷۱-۲۷۳.
۱۲۴. Mohseni M., Sayed Hassani M.H., Pourali, F.H., Pourkazemi M. and Bai S.C., ۲۰۱۱. The optimum dietary carbohydrate/lipid ratio can spare protein in growing beluga, *Huso huso*. Journal of Applied Ichthyology, ۲۷: ۷۳۷-۷۴۲.
۱۲۵. Mohseni M., Hassani M.H., Pourali, F.H., Pourkazemi M. and Bai S.C., ۲۰۱۱. The optimum dietary carbohydrate/lipid ratio can spare protein in growing beluga, *Huso huso*. Journal of Applied Ichthyology, ۲۷: ۷۳۷-۷۴۲.
۱۲۶. Mohseni M., Purkazemi M., Bai S.C., ۲۰۱۴. Effect of dietary inorganic copper on growth performance and immune response of juvenile beluga, *Huso huso*. Aquaculture Nutrition. Doi: ۱۰.۱۱۱۱/anu.۱۲۱۰۷
۱۲۷. Mohseni M., Purkazemi M., Hassani M.H., Hosseni M.H. and Bai S.C., ۲۰۱۳. Effect of the dietary protein requirements and optimum dietary protein to energy ratios in Persian sturgeon, *Acipenser Persicus*. Aquaculture Research, ۴۴: ۳۷۸-۳۸۷.
۱۲۸. Mohseni M., Sajjadi M., Pourkazemi M., ۲۰۰۷. Growth performance and body composition of sub yearling Persian sturgeon, (*Acipenser persicus*, Borodin, ۱۹۸۷), fed different dietary protein and lipid levels. Journal of Applied Ichthyology, ۲۳: ۲۰۴-۲۰۸.
۱۲۹. Mohseni, M., Bahmani, M., Pourkazemi, M., Pourali, H., Hallajian, A., Kazemi, R. Hassani, H., Pourdahghan, M. and Bai, C. ۲۰۱۲. Effect of dietary Vitamin C and E supplementation on growth and maturation of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*, Borodin, ۱۸۹۷).
۱۳۰. Moore, P.K. ۱۹۹۵. Prostanoids: Pharmacological, Physiological and Clinical Relevance. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
۱۳۱. Moreau, R., Dabrowski, K. and Sato, P. H. ۱۹۹۹. Renal L-gulono-۱, ۴-lactone oxidase activity as affected by dietary ascorbic acid in lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). Aquaculture ۱۸۰: ۳۵۹-۳۷۲.
۱۳۲. Muraganat, M., Shiraishi, L.A. ۱۹۹۴. Changes in ovarian development and plasma levels of sea steroid hormones in wild female Japanese Sardin during the spawning period. J.Fish Biol, ۴۵: ۲۳۵-۲۴۵.

۱۳۳. Murillo-Gurrea D.P., Coloso R.M., Bolongan I.G. and Serrano J.R., ۲۰۰۱. Lysine and arginine requirement of Juvenile Asian sea bass (*Lates calcarifer*). J. Appl. Ichthyol., ۱۷: ۴۹-۵۳
۱۳۴. Norberg, B., Bjornsson, B.T., brow, C.L., wichardt, U.P., Witchart, U.P., Dettos, L. J., haux, C. ۱۹۸۹. Changes in plasma vitellogenin, sex steroids, calcitonin, and thyroid hormones related to sexual maturation in female brown trout, *Salmo trutta*. Gen. Comp. Endocrinol, (۲): ۳۱۶ – ۳۲۶.
۱۳۵. Nose, T., Arai, S., Lee, D., Hashmoto, Y. ۱۹۷۴. A note on amino acid essential for growth of young carp. Bull. Jpn.Soc.Sci.Fish. ۴۰: ۹۰۳-۹۰۸.
۱۳۶. NRC (national Research Council), ۱۹۸۳. Nutritient Requirement of Domestic Animals. Nutrient Requirement of Warmwater Fishes and Shellfishes, revised edn. National Academy Press, Washington, DC, ۱۰۲ PP.
۱۳۷. NRC (national Research Council), ۱۹۸۳. Nutritient Requirement of Domestic Animals.. National Academy Press, Washington, DC, ۴۸۵ PP.
۱۳۸. Pavlov, D., Kjorsvik, E., Refsti, T. and Andersen, O. ۲۰۰۴. Brood stock and egg production, in culture of cold-water marine fish, Moksness, E., Kjorsvik, E., Olsen, Y edn, Blackwell Publishing Ltd., Oxford, pp. ۱۲۹-۲۰۳.
۱۳۹. Pelissero, C., Bennetau, B., Babin, P., Le Menn, F. and Dunogues, J. ۱۹۹۱. The estrogenic activity of certain phytoestrogens in the Siberian sturgeon. Journal of steroid biochemistry and molecular biology. ۳۸: ۲۹۳-۲۹۹.
۱۴۰. Pottinger, T.G. and Carrick, T.R. ۱۹۹۹. A comparison of glucose and plasma cortisol as selection markers for high and low stress response in female rainbow trout. Aquaculture. ۱۷۵: ۳۵۱-۳۶۳.
۱۴۱. Quinghui Ai., Kangsen Mai., Huitao Li., Chunxiao Zhang., Lu Zhang., Qingyuan Duan., Beiping Tan; Wenbig Zhang., Zhigou Liufu., ۲۰۰۴. Effects of dietary protein to energy ration on growth and body composition of juvenile Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*. Aqua. ۲۳۰, ۵۰۷-۵۱۶.
۱۴۲. Rabinson E.H., Wilson R.P., Poe W.E., ۱۹۸۱. Arginine requirement and apparent absence of a lysine, arginine antagonist in fingerling channel cat fish. J. Nutr., ۱۱۱: ۴۶-۵۲.
۱۴۳. Rankin, J.C., Pitcher, T.J. & Duggan, R.T. ۱۹۸۳. Control processes in fish physiology. Croom Helm puble. ۲۹۸ p.
۱۴۴. Rasonthi, M., Gunasekera, K.F. & Shim, T. L. ۱۹۹۵. Effect of dietary Protein Level on Composition in the tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, ۱۳۴: ۱۶۹-۱۸۳.
۱۴۵. Rumsey G.L., Hughes S.G., Winfree R.A., ۱۹۹۳. Chemical and nutritional evaluation of soy protein preparations as primary nitrogen sources of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Anim. Feed Sci. Technol., ۴۰: ۱۳۵-۱۵۱.
۱۴۶. Salhi M., Bessonart M., Chediak G., Bellagamba M. and Carnevia D., ۲۰۰۴. Growth, feed utilization and body composition of black cat fish, *Rahmdia quelen*, and fry fed diets containing different protein and energy levels. Aquaculture, ۲۳۱: ۴۳۵-۴۴۴.
۱۴۷. Sandnes, K.U. ۱۹۹۱. Vitamin C in fish nutrition. A review. Fiskeridir. Skr Ser. Ernaer, ۴: ۳-۳۲.
۱۴۸. Sandnes, K.U., Igenesy, B.O. & Utnek, C. ۱۹۸۴. The effect of ascorbic acid supplementation in broodstock feed for reproduction of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture, ۴۳: ۱۶۷-۱۷۷.
۱۴۹. Sawanboonchun, J. ۲۰۰۹. 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. ۱۹۶ p.
۱۵۰. Sayed Hassani, H., Mohseni, M., Hosseni, M. H., YazdaniSadati, M.H., Pourkazemi, M., ۲۰۱۱. The effect of various levels of dietary protein and lipid on growth and body composition of *Acipenser persicus* fingerlings. Journal Applied Ichthyology, ۲۷: ۷۳۷-۷۴۲.
۱۵۱. Shewbart, K., Mies, W.L., Ludwig, P.D. ۱۹۷۳. Nutritional College Station: Texas A & M Sea Grant Program. ۵۳ pp.

102. Small B.C. and Soares J.R. 2000. Quantitative dietary lysine requirement of Juvenile striped bass *Morone saxatilis*. Aquaculture, 187: 207-212
103. Tacon, A. G. J. 1981. Speculative review of possible carotenoid function in fish, Fish- Cult., 33: 200-208.
104. Tantikitti C., Chimsung N., 2001. Dietary lysine requirement of freshwater (*Mystus nimurus* Cuv. & Val). Aquac. Res., 32: 130-141.
105. Torrisen, O. J. & Christiansen, R. 1990. Requirements for carotenoids in fish diets. Journal of Applied Ichthyology, 11: 220-230.
106. Truscott, B., Idler, D.R., SO, Y.P. & Walsh, J.M. 1986. Maturation migratory sockeye salmon. Gen comp. Endocrinol. 72(1): 99 - 110.
107. Waagb, Q.R., Thorsen, T. & Kjartan, S. 1989. Role of dietary ascorbic acid in Vitellogenesis in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture, 80: 301-314.
108. Walton M.J., 1980. Aspect of amino acid metabolism in teleosts Fish. In: Cowey C.B., Mackle A.M. and Bell J.G. (eds), Nutrition and feeding in Fish. Academic Press, London, pp. 47-67.
109. Watanabe, T. 1980a. Importance of the study of broodstock nutrition for further development of aquaculture. In: Nutrition and Feeding in Fish. pp: 390-414. C.B. Cowey, A.M. Mackie and J.G. Bell (Eds.) Academic Press, London.
110. 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: 490-501.
111. Watanabe, T., Fujimura, T., Lee, M., Fukusho, K., Satoh, S. & Takeuchi, T. 1991b. Effect of polar and nonpolar lipids from krill on quality of eggs of red seabream *Pagrus major*. Nippon Suisan Gakkaishi, 57: 690-698.
112. Webster C.D., Lim C.E., 2002. Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture. CAB International, CABI publishing. pp 418.
113. Williot P., Saeu L., Gesner J., Alarti G., Bronzi p., Gulyas T., Berni P., 2001. Sturgeon farming in Western Europe: Recent developments and perspectives. Aquatic living Resources, 14: 367-374.
114. Wilson, R.P. and Poe, W.E., 1987. Apparent inability of channel catfish to utilize dietary mono- and disaccharides as energy sources. J.Nutr., 117: 280- 285
115. Wu G. and Davis D.A., 2000. Interrelationship among Methionine, Choline, and Betaine in Channel Catfish *Ictalurus punctatus*. Journal World Aquaculture Society, 31: 337-340
116. 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 PhysiolBiochem. DOI 10.1007/s10695-013-9829-z.
117. 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 140: 102-107.