وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

عنوان :

پروژه تحلیلی غذای زنده و کاربرد آن در آبزی پروری لاروی ماهیان خاویاری

مجری :
محمود حافظیه

شماره ثبت
٤٥٦٢٥

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

عنوان پروژه : پروژه تحلیلی غذای زنده و کاربرد آن در آبزی پروری لاروی ماهیان خاویاری
شماره مصوب پروژه : ۹۲۱۲۰-۱۲-۱۲-۲
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : محمود حافظیه
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : -
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : محمود حافظیه
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : عباس متین فر ،محمود بهمنی، فروزان چوبیان، شهرام دادگر، منصور شریفیان، زهره مخیر
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -
محل اجرا : استان تهران
تاریخ شروع : ۹۲/۸/۱
مدت اجرا : ۱ سال و ۳ ماه
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹٤
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

پروژه : پروژه تحلیلی غذای زنده و کاربرد آن در آبزی پروری لاروی ماهیان خاویاری

کد مصوب : ۹۲۱۲۰-۱۲-۱۲-۲

شماره ثبت (فروست) : ٤٥٦٢٥ تاریخ : ۹۳/۵/۱۱

با مسئولیت اجرایی جناب آقای محمود حافظیه دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته تکنولوژی آبزی پروری- تغذیه می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اصلاح نژاد و تکثیر و پرورش آبزیان در تاریخ۹۳/۴/۱۷ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد ■ پژوهشکده □ مرکز □ ایستگاه□

با سمت عضو هیئت علمی در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشورمشغول بوده است.

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
۱- غذا و تغذیه در آبزیان پرورشی ۳
۱-۱-نیازهای غذایی آبزیان پرورشی ۴
۱-۲- متابولیسم انرژی در آبزیان ۴
۱-۳- تقسیم بندی انرژی غذایی ۶
۱-۴- انرژی مورد نیاز ماهی ۹
۱-۵- توزیع انرژی در رابطه با سطح تغذیه ۹
۱-۶- انرژی حفظ زیست ۹
۱-۷- فاکتورهای موثر برمیزان انرژی مورد نیاز ۱۰
۱-۸- منابع انرژی ۱۱
۱-۹- فرمولاسیون غذای آبزیان پرورشی ۱۰۲
۱-۱۰- روش های جیره نویسی ۱۰۳
۱-۱۱- مراحل فرمولاسیون غذا ۱۱۷
۲- نقش تغذیه اختصاصی مولدین ماهی در افزایش بهره وری تولید مثلی ۱۱۹
۲-۱- محدودیت های غذا و تاثیر آنها ۱۲۰
۲-۲- تاثیر تغذیه بر باروری مولدین ماهی ۱۲۰
۲-۳- اثرات تغذیه مولدین بر لقاح ۱۲۴
۲-۴- تاثیر تغذیه مولدین بر تکوین جنین ۱۲۵
۲-۵- اثرات تغذیه ای مولدین بر کیفیت لارو ۱۲۸
۲-۶- زمانبندی تغذیه مولدین ۱۳۰
۲-۷- ترکیبات غذایی ارزشمند برای تغذیه مولدین ۱۳۱
۲-۸- تجربیات تغذیه مولدین ۱۳۳
۳- غذای زنده- پرورش غذای زنده ۱۳۵
۳-۱- تکثیر و پرورش غذای زنده برای لارو ماهیان خاویاری ۱۴۰

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه

۴- زیست شناسی و اکولوژی ماهیان خاویاری ۱۵۹
۴-۱- تاکسونومی و پراکنش ماهیان خاویاری ۱۵۹
۴-۲- تنوع زیستی دریای خزر ۱۶۱
۴-۳- خاویار دریای خزر ۱۶۲
۴-۴- گونه های ماهیان خاویاری دریای خزر ۱۶۳
۴-۵-مراحل زندگی ماهیان خاویاری شامل ۱۶۳
۵- تغذیه اختصاصی ماهیان خاویاری ۱۷۲
۵-۱- نیازهای تغذیه ای ۱۷۴
۵-۲- روش مستقیم محاسبه نیازمندی های غذایی ۱۷۵
۵-۳- پروتئین و اسیدهای آمینه ۱۸۰
۵-۴- لیپیدها و اسیدهای چرب ۱۸۲
۵-۵- اسید های چرب ضروری ۱۸۶
۵-۶- کربوهیدرات ها ۱۸۸
۵-۷- ویتامین ها ۱۸۸
۵-۸- مواد معدنی ۱۸۹
۵-۹- تغذیه بچه ماهیان یک تابستانه ۱۹۲
۵-۱۰- تغذیه بسترها ۱۹۲
۵-۱۱- تغذیه بچه ماهیان خاویاری در استخرهای پرورش ۱۹۷
۵-۱۲- تغذیه لارو تاسماهیان ۱۹۷
۵-۱۳- دوره لاروی ماهیان خاویاری ۱۹۸
منابع ۲۱۳
چکیده انگلیسی ۲۴۹

چکیده

در فصل نخست این مطالعه به جمع آوری مستندات موجود در موضوع غذا و تغذیه آبزیان پرورشی و فرمولاسیون جیره پرداخته شده است و کلیات نیازمندیهای تغذیه ای و مفاهیم پایه ای تغذیه و غذا در این آبزیان آورده شده است. در فصل دوم به تغذیه تخصصی مولدین به منظور افزایش بهره وری تولید مثل پرداخته شد. در فصل سوم به موضوع مهم غذای زنده با تاکید بر موجوداتی که ماهیان خاویاری در دوران لاروی بیشتر از آنها تغذیه می نمایند، توجه شده است. در فصل چهارم به زیست شناسی و اکولوژی ماهیان خاویاری و در فصل پنجم به تغذیه تخصصی در دوران لاروی این ماهیان و کارهای انجام شده در کشور اکتفا شده است. از مجموعه ۶۳ مورد گزارش نهایی، مقاله، پایان نامه دانشجویی که از کتابخانه های مراکز تحقیقاتی و دانشگاه های مختلف کشور مورد مطالعه قرار گرفت، ۳۴ مورد مربوط به تغذیه دوران لاروی انواع ماهیان خاویاری با تاکید بر گونه تاسماهی ایرانی و فیل ماهی است و تقریبا هیچ اطلاعاتی در مورد دوران لاروی سه گونه بومی دیگر این ماهیان وجود ندارد. حدود ۱۴ مورد از این گزارشات مربوط به نقش جایگزین های منابع پروتئینی و چربی و انرژی است که در دوران رشد یکساله نخست این ماهیان مورد ارزیابی قرار گرفته است، سه مورد به انجام تحقیقات در موضوع تعیین احتیاجات غذایی قره برون و فیل ماهی پرداخته شده و ۱۲ مورد بقیه به بررسی های فیزیولوژی آنزیم های گوارشی ، نقش پروبیوتیک و پری بیوتیک ها بر رشد و بازماندگی آنها توجه نموده است. جمع بندی مجموعه این مطالعات نشان می دهد که در هیچ یک از سازمانهای مطالعاتی و تحقیقاتی، برنامه منسجمی برای تغذیه و غذای ماهیان خاویاری تدوین و به مورد اجرا گذاشته نشده است. ظاهرا هر محقق، دانشجوو یا استاد دانشگاهی از یک نگاه تخصصی به موضوع پرداخته و پس از انجام مطالعات موردی نسبت به اجرای ایده تحقیقاتی یا مطالعاتی خود اقدام نموده است. حتی در برخی موارد تکرار یک سناریوی تحقیقاتی به چشم می خورد و این موضوع نیز نشان از عدم وجود سازمانی دارد که می توانست نقش یک بانک اطلاعاتی جامع در حوزه تغذیه و غذا برای آبزیان پرورشی را بازی نماید و از تکرار تحقیقات با هزینه های گزاف آن جلوگیری نماید وحتی بطور همزمان می توانست نقش مدیریتی بر روند برنامه ریزی موضوعی را نیز در اجرای پروژه های تحقیقاتی یا مطالعاتی به منظور دستیابی به اهداف غایی بازی نماید. به عنوان مقایسه مطالعات انجام گرفته بر تغذیه دوران لاروی ماهیان خاویاری در خارج از کشور نیز آورده شده است که ضمن افزایش بار علمی این گزارش، می تواند در ارائه برنامه الگویی به منظور بهینه سازی غذای لارو این ماهیان ارزشمند در کشور مورد استفاده قرار گیرد. از مجموعه این اطلاعات چنین بنظر می رسد که انجام مطالعات و تحقیقات پیرامون تغذیه مولدینی که قرار است تخم و لاروهای ماهیان خاویاری آینده را بوجود آورند با هدف تعیین نیازمندی های واقعی آنها به منظور تولید مثل موفق و بهینه باید مورد توجه تحقیقات قرار گیرد سپس به آنالیز دقیق تخم و محتویات زرده پرداخته و بعد از شروع مرحله لاروی، مطالعات ریخت شناسی، اندازه گیری دهان لارو ماهی و تحقیقات بر روی غذاهای زنده ای که ضمن داشتن اندازه مناسب از حیث کمیت در دسترس بودن

و کیفیت ارزش غذایی جوابگوی نیازهای این ماهیان باشند و در این مورد آخر چنانچه نیاز به غنی سازی باشد به بهترین شکل ممکن انجام گیرد. سپس به فیزیولوژی به خصوص در مورد سیستم گوارش، آنزیم های موجود و زمان تکوین آنزیم های گوارشی مرحله به مرحله پرداخته شود و تا زمان تکمیل سیستم گوارش و تولید و ترشح آنزیم های لازمه پیش رود. در مرحله تغذیه Exogenous به مطالعه دقیق نیازمندی های غذایی شامل قابلیت هضم پروتئین ها، اسید های آمینه ضروری و آزاد، اسید های چرب ضروری با تاکید بر PUFA و HUFA ، ویتامین ها، مواد معدنی، رنگدانه ها، محرک های رشد و بازماندگی و مقاومت به تنش های فیزیولوژیکی و محیطی و ..... پرداخته شود.

کلمات کلیدی : ماهیان خاویاری، غذا و تغذیه، دوران زیستی، ایران

۱- غذا و تغذیه در آبزیان پرورشی

یک غذای سالم و بهداشتی در بر دارنده مخلوطی از پروتئین به منظور تامین ماده غذایی جهت رشد، کربوهیدرات و چربی به عنوان تامین کننده انرژی، نمک های مواد معدنی، آب و ویتامین ها است. تعادل نسبت های مناسب از هر کدام از ترکیبات درجهت دستیابی به رشد پایدار بسیار ضروری است. این تعادل ترکیبی نه تنها برای جلوگیری از بروز بیماری ها ضروری است بلکه می تواند به سیستم دفاعی بدن کمک کند تا در برابر عوامل عفونی دفاع و مقاومت داشته باشد. واژه Malnutrition یا ضعف غذایی ناشی ازناکافی بودن برخی ترکیبات و یا عدم تعادل آنها در آبزیان خواهد بود.

از طرف دیگر افزایش بیش از حد مصرف می تواند به Overdose بیانجامد که منجر به چاقی بیش از حد خواهد شد. با افزایش تجمع چربی، افزایش ویتامین های محلول در چربی را خواهیم داشت که بسیاری از تحقیقات نشان داده این افزایش تجمع ویتامین های محلول در چربی هم برای سلامت آبزی و هم برای مصرف کنندگان آن از جمله انسان مضر خواهد بود.

مهمترین نکته در پرورش آبزیان در استخرهای پرورشی، غذا و تغذیه مناسب آنها می باشد. چنانچه غذا توسط آبزی مصرف نشود و یا اگر ماهی قادر به استفاده از غذا نباشد و یا به هر دلیلی کمبودهایی در جیره غذایی وجود داشته باشد، رشد مناسبی را نمی توان انتظار داشت. لذا تعادل مواد غذایی در جیره و بالانس کردن آن به منظور حفظ سلامت و افزایش تولید بسیار مهم می باشد. به همین دلیل تحقیق در زمینه غذا، کنترل کیفیت و ارزیابی زیستی از اساسی ترین کارهایی است که باید برای پرورش موفق آبزیان مورد توجه کارفرمایان قرار گیرد. از طرف دیگر با کمبود مواد مغذی در جیره غذایی آبزیان، را ه برای بروز بیماری ها نیز هموار تر شده و مشکلات را دو چندان برابر می نماید. در حقیقت مرز بین کمبود مواد غذایی و ایجاد بیماری به حدی باریک است است که قابل تشخیص نمی باشد. با این وجود هنوز دستیابی به بهترین جیره با توجه به مرحله زندگی آبزیان از مشکلاتی است که نیاز به بررسی بیشتر، تحقیق و انجام آزمایشات متعدد دارد. آبزی پروری با اینکه مراحل مقدماتی خود را پشت سر می گذارد ولی رفته رفته به یک علم بزرگ تبدیل شده است. امروزه در سرمایه گذاری جهانی بسیار مورد استفاده قرار گرفته و منافع زیادی را برای کاربران به همراه داشته است. با استفاده از تکنیک های پیشرفته سرعت رشد و محدوده فعالیت آبزی پروری افزایش یافته و کم کم محصولات آن جایگزین محصولات طبیعی گردیده است.در واحدهای عملیاتی آبزی پروری، غذا بیش از نیمی از سرمایه گذاری را به خود اختصاص داده است و لذا به منظور کشت و پرورش مصنوعی ماهیان، مهمترین فاکتور، تغذیه صحیح و مناسب برای آنها است. چنانچه غذا به دلیل نوع و کیفیت نتواند مورد مصرف ماهی قرار گیرد و یا اگر ماهی قادر به استفاده از آن نباشد و یا اگر غذا از حداقل ترکیبات لازم برخوردار نباشد، ماهیان به خوبی رشد نکرده و در نتیجه سلامت و بقا آنها حفظ نمی شود وهمچنین نمی توانند تولید مثل موفقی داشته باشند. تولید غذاهای با کیفیت و ارائه رژیم بالانس شده غذایی برای ماهیان از اهمیت بالایی برخوردار است این موضوع

باعث شده که بسیاری از تحقیقات کاربردی به آن معطوف شود. همچنین بخش کنترل کیفی و ارزیابی زیستی غذاها از بخش های مهمی است که در بخش های اجرا وجود دارند. غذاهای نامناسب نه تنها باعث کاهش تولید می شود بلکه با به خطر انداختن سلامت ماهی باعث بروز بیماری در آنها می شود. مرز بین کاهش رشد و به خطر افتادن سلامتی از یک طرف و بوجود آمدن بیماری از طرف دیگر بسیار باریک است. بدون هیچ شک اگر دانش و اطلاعات تغذیه ای ما افزایش یابد توان تولید نیزافزایش خواهد یافت و براحتی می توان خطاها را جبران نمود. با این وجود تدارک غذای مناسب به خصوص برای مراحل اولیه تغذیه ای ماهیان از اهمیت بالایی برخودار است.

بطور کلی، نیازهای غذایی در بین ماهیان مختلف تفاوت زیادی ندارد. زمانی که گروه های ماهیان و بطور کلی تقسیم بندی آبزیان به انواع سردابی، گرمابی، سخت پوستان، گوشتخواران، همه چیز خواران، آبزیان دریایی و آبهای شیرین مرز وسیعتری ندارد و یک نماینده از هر گروه می تواند مشکل گشای بقیه باشد. بنابر این در مورد بقیه آبزیان می توان قیاس نمود.

آلوده کننده های غذایی چه از نوع انسانی یا طبیعی اثر چشمگیری بر سلامت و بهداشت و نتیجتا رشد و تولید مثل ماهیان دارد. از آنجا که مواد غیر غذایی و سموم شباهت هایی با مواد اصلی غذایی آبزیان دارد پیشنهاد می شود کارشناسان در کارخانه های تولید غذا دامنه آگاهی و اطلاعاتشان را در مورد غذاها به روز کنند تا بتوانند بر مشکلات فایق آیند.

۱-۱- نیازهای غذایی آبزیان پرورشی

غذاها در بر دارنده ماده غذایی و منبع انرژی لازم برای رش، تولید مثل و سلامت منتهی هستند. کمبود این مواد می تواند باعث کاهش نرخ رشدیا افزایش ایجاد بیماری ومتعاقب آن کاهش نرخ رشد شود. نیازهای غذایی در حقیقت به نیاز های انرژیای، پروتئینی واسید های آمینه، چربی ها، مواد معدنی و ویتامین هاخلاصه می شود.

۱-۲- متابولیسم انرژی در آبزیان:

انرژی برای حفظ و زیست همه موجودات ضروری و مورد نیاز است. بیشتر گیاهان انرژی مورد نیاز خود را مستقیما از نور خورشید تامین نموده و از آن برای سنتز مولکولهای پیچیده که هم سازنده خود گیاه هستند و هم قادرند در بخش هایی ذخیره شوند، استفاده می کنند. جانوران این قدرت را ندارند و لذا از مولکول های پر انرژی ساخته شده توسط گیاهان استفاده نموده، انرژی لازم برای حفظ و زیست خود را به دست می آورند. در این بین آنهایی که مصرف کننده ثانویه بوده از جانوران مصرف کننده اولیه استفاده غذایی می نمایند تا انرژی مورد نیاز خود را بدست آورند. انرژی موجود در غذا به طور مستقیم قابلیت استفاده ندارد و لذا باید مولکول های پر انرژی ابتدا شکسته شده، به مولکول های کوچکتر تبدیل شوند. این فرآیند به هضم تعریف شده است.

محصول هضم، تبدیل شدن مواد غذایی به ذراتی است که می توانند جذب بدن شوند و به سلولها رفته در آنجا طی فرآیند اکسیداسیون انرژی خود را آزاد نمایند.

متابولیسم انرژی در ماهی ها شبیه پستانداران و پرندگان است با دو تفاوتی که در زیر آمده است:

- به دلیل خونسرد بودن ماهی نیاز انرژیایی برای گرم کردن بدن در آنها وجود ندارد لذا مصرف انرژی به حد زیادی کاهش می یابد
- دفع نیتروژن دفعی به دلیل محیط زندگی آب، به مقادیر کمتر انرژی نیاز دارد.

آبزیان دارای توع زیاد رد هضم مواد غذایی هستند به طوری که طیفی از گیاه خوار، همه چیز خوار تا گوشتخوار و در برخی موارد پلانکتون خوار را به وجود می آورند. این غذاها نیازهای آبزیان را فراهم نموده و به همین دلیل متخصصین تغذیه با تعیین نیازمندی هایی غذایی آنها سعی در کنترل بهترین رشد و اقتصادی ترین غذا را دارند به طوری که به بهترین شکل ممکن نیازمندی های آنها را مرتفع سازد.

در نمودار زیر بخش های مختلف انرژی در ماهی آورده شده است. نکته مهم این است که انرژی لازم برای حفظ زیست موجود و فعالیت های اجباری در اولویت هستند و پس از تامین آنها است که مازاد صرف رشد موجود می شود. همچنین در فقر غذایی، منابع پروتئینی و چربی بدن آبزی نیاز انرژیایی آن را تامین می کنند و بدین صورت از وزن موجود کاسته خواهد شد.

برخی مفاهیم انرژی به عنوان هدر رفت مطرح هستند که انرژی موجود در مدفوع، ادرار، دفع آبششی و حرارت از آن جمله اند. بخشی از هدر رفت انرژی نیز از طریق سطح خارجی بدن صورت می گیرد.

انرژی هدر رفت حرارتی از سه منبع مختلف تامین می شود که اندازه گیری آنها بسیار سخت است.

- متابولیسم استاندارد (SM) که انرژی مورد نیاز برای زنده مانی موجود است و در انسان از آن به عنوان متابولیسم پایه یاد می شود. مفهوم متابولیسم پایه در حیواناتی است که بتوان آنها را بدون حرکت نگهداشت تا این مقار قابل اندازه گیری شود و چون نگهداشت سکون در ماهی کار بسیار سختی است عملا از این مفهوم برای ماهی استفاده نمی شود. حتی اگر ماهی را مجبور به ایستایی کنیم میزان انرژی مصرفی برای بقا در آن بسیار بیشتر از زمانی است که بصورت آزاد شنا می کند. متابولیسم استاندارد در شرایط آرامش ماهی حداقل تولید حرارت را خواهد داشت.
- فعالیت های فیزیکی اجباری شامل انرژی هایی که صرف حرکت ماهی ، جستجوی غذا و حفظ وضعیت آن و ... می شود.
- حرارت ناشی از متابولیسم تغذیه ای که بنام هدر روی گرمایی یا واکنش دینامیک اختصاصی (SDA) معروف است، طی واکنش های شیمیایی مرتبط با فرآیند هضم غذا آزاد می شود. این شکل از انرژی طی هضم، جذب، انتقال، فعالیت های سوختی بدن و دفع مواد دفعی بسیار گسترده و زیاد می شود.

۳-۱- تقسیم بندی انرژی غذایی

هضم پذیری غذا در ماهیان با واژه هایی همچون انرژی قابل هضم (DE)که از اختلاف انرژی غذا یا انرژی گرفته شده (IE)منهای انرژی موجود در مدفوع (FE) حاصل می شود DE=IE-FE.

متابولیز انرژی (ME) که از اختلاف انرژی هضمی (DE) منهای انرژی خارج شده از بدن توسط ادرار (UE) و انرژی خارج شده از بدن توسط ششها (ZE)تعریف شده است(ME=DE-(UE-ZE.

فرمولاسیون جیره غذایی باید بر پایه این دو انرژی ME و DE باشد یعنی فرمول کردن غذا باید بر پایه نیاز انرژی هضمی گونه ماهی باشد و نباید صرفا به اطلاعات غیره ماهی یا حیوان توجه شود. از آنجا که ماهی ها به دلایل زیر، نیاز انرژیایی کمتری نسبت به سایر جانوران خونگرم دارند:

نیازی به صرف انرژی برای نگهداری دمای ثابت درونی ندارند.

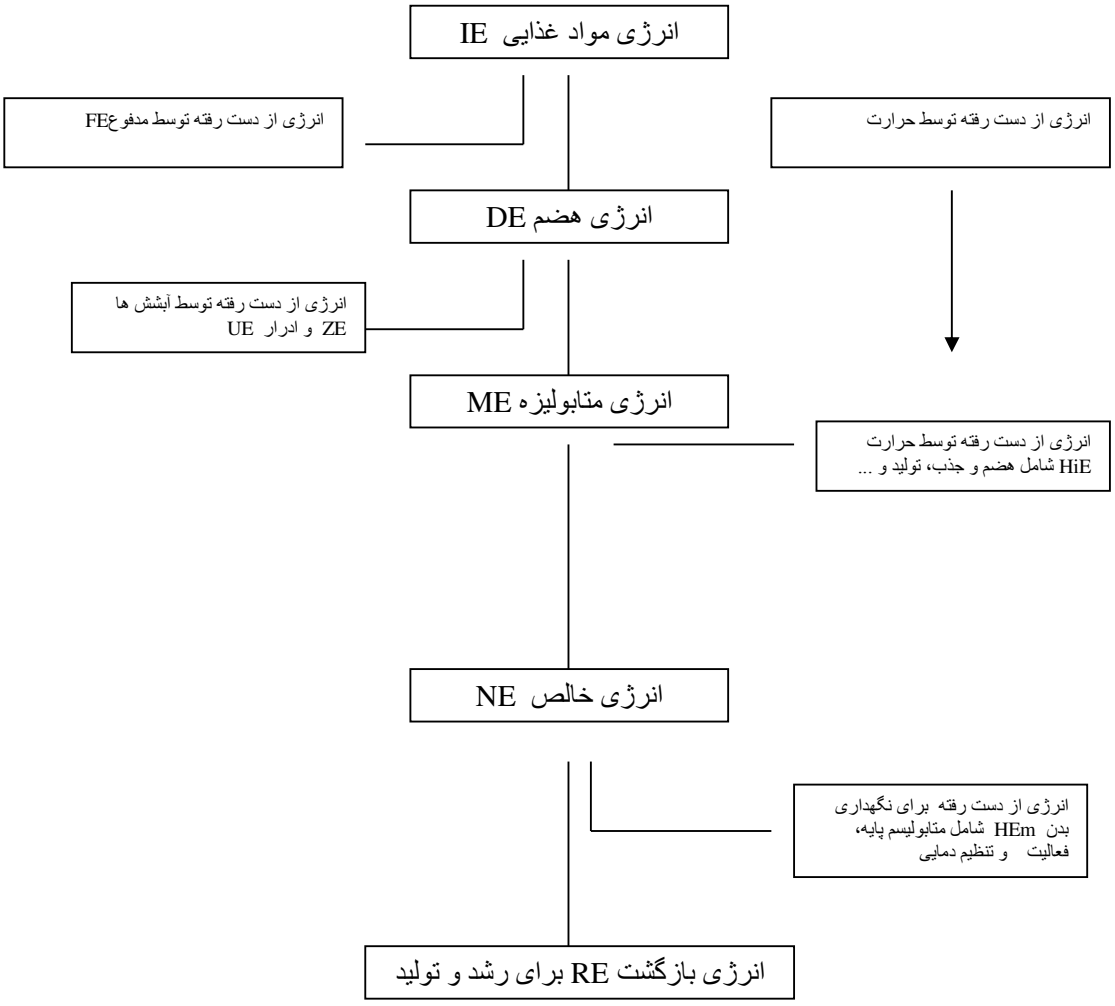
انجام اعمال بدنی برای حفظ موقعیت و حرکت در ماهی به نسبت انرژی کمتری نیاز دارد.

ماده دفعی نیتروژنه در ماهیان آمونیاک است که در مقایسه با اوره و اسید اوریک در سایر مهره داران هدر رفت انرژی کمتری از متابولیسم پروتئین را به خود اختصاص می دهد.

از آنجا که در حقیقت انرژی محتوایی غذایی که ماهی می خورد، تنظیم کننده میزان ماده خورده شده میباشد، ایجاد سطح بهینه انرژی با میزا ن بهینه پروتیئن غذا بسیار ضروری است. به عنوان مثال در مورد کپور معمولی انرژی هضمی مورد نیاز ۹-۸ کیلو کالری بر گرم پروتئین توصیه شده است.

انرژی ناشی از هضم مواد غذایی در بدن جانوران به بسیاری از ترکیبات تقسیم می شود. جریان انرژی در جانوران بر اساس اختصارات متابولیسمی که توسط National Research Council, 1981 تعریف شده، در نمودار زیر نشان داده شده است. جاهای زیادی وجود دارد که بین مواد ورودی و محصول تولید شده، انرژی از بین می رود.

این انرژی های از دست رفته در مدفوع، ادرار، دفع آبششی، وتولید گرما در بدن می باشد. به طور ایده آل، بهتر است در ماهی این نوع از دست رفتن ها به حداقل برسد تا حداکثر بازگشت انرژی مواد غذایی به عنوان تولیدات مفید انجام گیرد. بالا رفتن این هدر رفت های انرژی، به ویژگی های غذا و سطح تغذیه بستگی دارد.



شکل ۱ : سرنوشت انرژی غذایی برای ماهی، دسته بندی انرژی های از دست رفته شامل انرژی هضم و متابولیز

اختلاف بین انرژی ورودی(IE) و انرژی هضمی (DE) به انرژی از دست رفته در مدفوع (FE) تعریف می شود. وجود مواد فیبری در رژیم غذایی ماهی باعث افزایش انرژی دفعی می شود. انرژی متابولیزه(ME) حاصل از انرژی هضمی است که انرژی دفعی آبشش ها(ZE) و ادرار(UE) از آن کسر شده باشد.

اختلاف بین انرژی متابولیز و بازگشتی که در رشد و تولید مثل خود را نشان می دهد به انرژی دفعی ناشی از حرارت یا دمای بدن تعریف می شود که خود دو مولفه دارد یکی انرژی نگهداری دما(HEm) و دیگری انرژی افزایش دمای تغذیه(HiE).

منظور از انرژی افزایش تغذیه ای، افزایش در دمای تولید بعد از هضم غذا است. هضم و جذب(HdE)، تغییر شکل و تغییر ساختار درونی مواد و بقا در بافت ها (HrE)، و تشکیل و دفع مواد دفعی متابولیک (HwE) فاکتورهایی هستند که در این افزایش موثرند. مبنای اصلی بیوشیمیایی انرژی افزایش دمای تغذیه ای در پستانداران و پرندگان میزان انرژی مورد نیاز برای هضم نیتروژن آمینو(Amino nitrogen) به فرم دی آمینو و دفع آن است اگرچه، این موضوع کمتر در ماهی ها وجود دارد زیرا ماهی ها می توانند بدون نیاز به سنتز اوره، اسید اوریک یا ترکیبات دیگر، متابولیسم پروتئین (به آمونیاک، کربوهیدرات و دی اکسید کربن) را حذف یا تولید کنند.هزینه های انرژی مربوط به خوردن و هضم غذا در مقایسه با ارتباط آن با کار متابولیکی خیلی کوچک است.

بخش اعظم انرژی غذا برای متابولیسم هزینه می شود وبرای دیگر فرآیندهای زیستی مقدار کمی انرژِی و غذا نیاز است. انرژی مورد نیاز برای نگهداشت تقریبا با تولید دما در ماهی که گرسنه نگهداشته شده برابر است. این مقدار انرژی به عنوان حداقل مطلق لازم باید قبل از هر انرژی دیگری که برای رشد و تولید مثل موجود کاربرد دارد، در اختیار ماهی قرارگیرد. چنانچه این حداقل در اختیار ماهی قرار نگیرد سوخت بافتی شروع می شود چرا که تعادلی بین انرژی ورودی از طریق غذا سوختی و مصرف وجود ندارد. جذب غذا بوسیله حیواناتی که گرسنه نگهداشته شده اند باعث افزایش تولید حرارت در بدن آنها می شود که این دمای تولید شده به نام HiE یا دمای تغذیه ای نامیده می شود.

دلایل فیزیولوژیکی این افزایش تولید دما شامل فرآیند تعویق جذب مربوط به جذب غذا به ویژه غذاهای پر پروتئینی و همچنین کار متابولیکی مورد نیاز برای تولید مواد دفعی نیتروژنی و سنتز پروتئین هاو چربی ها در بافتها است. HiE در ماهی قزل آلا که تعادل غذایی داشته است حدود ۳۰ کیلو ژول بر گرم نیتروژن قابل هضم یا معادل ۶۰٪ HEf است (Cho and Kaushik, 1990) اما این ارتباطات همیشه درست نیست. مطالعات مزارع پرورشی نشان می دهند HiE مرتبط با رشد ممکن است بیشتر به عنوان فعالیت فاکتوریل نرخ جایگزینی چربی و پروتئینی باشند.

نرخ اکسیداسیون پروتئین ها و چربی ها با HiE تشریک دارند (Cho *et.al.*, 1982). مشاهدات تجربی پیشنهاد می کنند که HiE تقریبا معدل ۱۷٪ انرژی خالص ورودی است به عنوان مثال برای ماهی قزل آلا و دیگر آزاد ماهیان 17(RE+HEf) این مقدار در مدل بیوانرژتیک کاربرد دارد. در حقیقت HiE نتیجه نرخ فعالیت جایگزینی پروتئین و چربی و اکسیداسیون آنها است. اکسیژن زیستی مورد نیاز تغذیه در ماهی برابر است با کل دمایی که تولید می شود (HEf+HiE/Qox) که در آن ضریب اکسیژن کالریQox مصرف شده ۱۳/۶۴ کیلوژول انرژی به ازای هر گرم اکسیژن می باشد. این عدد حداقل اکسیژن مورد نیاز ماهی را تعیین می کند. میزان نیاز اکسیژن به ازای واحد وزن بدنی BW در هر ساعت در ماهیان با اندازه های مختلف بدنی بسیار متفاوت است همچنین دماهای مختلف آب و نرخ رشد ماهیان نیز براین عدد تاثیر زیادی می گذارند.

٤-١- انرژی مورد نیاز ماهی:

همانطور که قبلا گفته شد انرژی برای حفظ زیست و انجام فعالیت های اجباری آبزیان ضروری است و این دو قبل از رشد، مصرف کننده انرژی هستند. سطوح غذایی باید ضمن تامین حد کافی نیاز انرژیایی حفظ زیست و فعالیت های بدنی آبزیان، موضوع مهم رشد و ترمیم بافتی را نیز مد نظر قرار دهند تا فعالیت آبزی پروری از اصل اقتصادی تبعیت نماید. از طرف دیگر اگر سطح غذادهی افزایش یابد، هضم پذیری موثره کاهش می یابد و این دو یعنی هدر رفت غذا، افزایش آلودگی مزرعه و آب خروجی که عواقب زیست محیطی نامناسبی را به همراه خواهد داشت و به طور همزمان به بروز بیماری های عفونی کمک خواهد نمود و همچنین کاهش رشد که مورد دلخواه مزرعه دار نخواهند بود را در پی خواهد داشت. لذا سطوح مناسب تغذیه و غذادهی که در آن حداکثر رشد ماهی که در آن مسائل اقتصادی و زیست محیطی نیز لحاظ شده باشد می تواند به آبزی پروری موفق و اقتصادی بیانجامد.

٥-١- توزیع انرژی در رابطه با سطح تغذیه:

همانطور که می دانیم متابولیسم استاندارد یا پایه در ماهی تحت شرایط ثابت محیطی تقریبا ثابت است و با تغییر دما و اندازه ماهی به نسبت دیگر فاکتور ها بیشتر تغییر نشان می دهد. از طرف دیگر با افزایش سطوح غذادهی، انرژی فعالیت های اجباری افزایش می یابد . ماهیان گرسنه نگهداشته شده کمتر تحرک دارند. حرارت تولیدی نیز با سطوح غذادهی رابطه مستقیم دارد. انرژی دفع شده توسط ادراری - دفعی و دفع آبششی نیز متناسب با سطح غذادهی می باشند. مقدار باقیمانده برای رشد که در سطح تغذیه حفظ زیستی صفر است با افزایش غذادهی کم کم افزایش می یابد تا زمانیکه خود به کاهش هضم موثره می انجامد.

٦-١- انرژی حفظ زیست یا Maintenance energy:

در شرایط متابولیسم استاندارد همه انرژی مصرف می شود که شامل حرارت ایجاد شده از متابولیسم تغذیه و و حرارت ناشی از انجام فعالیت ها خواهد بود. پس با اندازه گیری حرارت می توان میزان انرژی حفظ زیست را به دست آورد. برای این اندازه گیری یا به طور مستقیم می توان از کالریمتر استفاده نمود و یا با اندازه گیری میزان مصرف اکسیژن که شاخص خوبی برای حرارت است، بدان رسید. فاکتوری که در این روش نیاز است ۳/۴۲ کیلو کالری بر میلی گرم اکسیژن خواهد بود که در محاسبات مورد توجه قرار می گیرد. البته این عدد از متابولیسم پستانداران بدست آمده است که در مورد ماهی ها نیز کاربرد دارد. راه دیگر اندازه گیری انرژی حفظ زیست، تخمین آن با اندازه گیری انرژی از دست رفته در شرایطی که ماهی در گرسنگی نگهداشته شده است می باشد.

۷-۱- فاکتورهای موثر برمیزان انرژی مورد نیاز :

چندین فاکتور وجود دارند که بر نیاز انرژی مورد نیاز آبزی پرورشی تاثیر می گذارند. نرخ تغذیه به منظور جبران این فاکتورها باید به گونه ای تنظیم و تطبیق گردد که نه تنها منجر به Overfeeding یا افزایش میزان غذادهی نگردد بلکه انرژی موثره برای رشد بهینه فراهم سازد.

دما: در موجودات خونگرم با کاهش دمای محیطی نرخ متابولیسم افزایش تا جبران دمای از دست رفته انجام شود . دمای بدن ثابت بماند. اغلب ماهیان آب شیرین تلاشی جهت حفظ دمای درونی بدن ندارند حتی اگر با دمای محیطی متفاوت باشد. با کاهش دمای محیطی، دمای بدن نیز کاهش یافته و نرخ متابولیسم نیز کم می شود. نرخ متابولیسمی کم در دمای پایین بقا ماهی را برای مدت زمان طولانی تضمین می کند، حتی اگر شرایط یخبندان حاکم گردد و قطعا در این شرایط دسترسی به غذا بسیار محدود خواهد شد. تفاوت های قابل توجی در بین گونه های مختلف آبزیان در تطابق های متابولیسمی تغییرا ت دمای محیطی وجود دارد. هرگونه به نظر می رسد که دمای ترجیحی خود را داشته به طوریکه فعالیت هایش کارآیی خود را خواهد داشت. اگر شیب دمایی وجود داشته باشد، این ماهی است که بدنبال بهترین دمای مناسب خود می گردد و آن را پیدا می کند. این دما معمولا دمایی است که در آن اختلاف بین نیازمندی های حفظ زیست و غذاخوری اجباری بسیار زیاد خواهد بود و بهترین شرایط برای رشد بهینه رخ خواهد داد.

جریان آب: انرژی مصرفی برای فعالیت های اجباری نمی تواند مورد مصرف رشد قرار گیرد. ماهی هایی که به دلیل جریانات شدید اجبار به مقاومت در برابر این جریانات آبی دارند انرژی بیشتری مصرف کرده حال آنکه این انرژی می توانست صرف رشد شود. با این وجود، آبهای راکد با تشکیل لایه بندی باعث تجمع مواد دفعی می شوند و این موضوع نیز بر رشد اثر منفی خواهد گذاشت. لذا در شرایط بهینه آبزی پروری باید بدنبال جریانی از آب بود که در آن حداکثر بهینه مصرف آب بدون ایجاد تنش در ماهی لحاظ گردد.

اندازه بدن: موجودات کوچکتر به ازای واحد وزن خود به نسبت بزرگتر ها، حرارت بیشتری تولید می کنند. همچنین ماهیان کوچک بر اساس درصد بیشتری از وزن بدن خود به نسبت بزرگتر ها ، غذا می خورند. در پستانداران نرخ متابولیسمی کسری حدود سه چهارم وزن بدن است ($W^{0.75}$). حال آنکه توان نمایی برای ماهی از ۰/۳۴ تا۱ است. فاکتور $W^{0.8}$ معمولا برای ماهی ها قابل استفاده است. بر اسا کارهای انجام شده در آزمایشگاه تغذیه آبزیان در آمریکا، برای ماهی قزل آلا با شاخص وزنی ۱ تا ۴ گرم، نرخ متابولیسمی کسری خواهد بود که فاکتور آن $W^{1.00}$ است. ماهی هایی که شاخص وزنی آنها از ۴ تا ۵۰ گرم است از فاکتور $W^{0.63}$ تبعیت می کنند.

سطح غذادهی: از آنجا که اکسیژن محلول اولین عامل محدود کننده پرورش آبزیان می باشد، بلافاصله بعد از غذاخوری، مصرف اکسیژن افزایش یافته، فعالیت های فیزیکی غذا خوری ومیزان حرارت ناشی از متابولیسم

مواد غذایی، افزایش می یابند. به همین دلیل سطوح غذادهی می توانند در انرژی مورد نیاز تاثیر گذار باشد. لذا اکسیژن مورد نیاز به ازای واحد وزن غذا با سطوح مختلف غذادهی متغییر خواهد.

سایر فاکتورها: سایر فاکتور های موثر در انرژی مورد نیاز آن چیز هایی خواهند بود که باعث پریشانی و به هم خوردگی آرامش ماهی شوند و لذا با افزایش فعالیت های فیزیکی کاهش رشد را به همراه خواهند داشت. تراکم بالا، کاهش اکسیژن و تجمه مواد دفعی و برخی دیگر از این موارند.

۸-۱- منابع انرژی

همانطور که گفته شد انرژی در مولکولهای پیچیده با ساختار شیمیایی به عنوان غذا ذخیره شده اند و طی فرآیند اکسیداسیون این بسته های پر انرژی، آزاد شده تا در اختیار کار که یک فعالیت انرژی خواه است قرار گیرد. انرژی آزاد شده طی واکنش های بیوشیمیایی بدام افتاده و برای واکنش های حیاتی مصرف می شوند. مهمترین منابع انرژی برای آبزیان چربی ها، کربوهیدراتها و پروتئین ها هستند.

چربی ها:

چربی ها دور تا دور امعا و احشا را در بر گرفته و نقش های متفاوتی در بدن به عهده آنها است. تولید انرژی، شرکت در ساختار بدنی، در بسیاری از واکنش های جایگزینی پیشرو می باشد و .... در ماهی زنده یا مرده، چربی ها به شکل تری گلیسیرید ها، فسفولیپید ها و در برخی موارد به شکل استرهای مومی یا واکس دیده می شوند. تری گلیسیرید ها از مولکول های گلیسرول با سه اسید چرب متصل به آن ساخته شده اند ولی فسفولیپیدها در بر دارنده گلیسرول با دو اسید چرب هستند. به جای سومین اسید چرب، یک اسید فسفریک و یک مولکول دیگر همچون کولین یا اینوزیتول و یا غیره جای گرفته اند. استرهای مومی یا واکسی از اسید های چرب و زنجیره بلند الکلی تشکیل شده اند و در حقیقت شکل عمومی چربی ذخیره ای در گونه های معینی از زئوپلانکتونها هستند.

نقش اصلی تری گلیسرید ها، ذخیره چربیها است (به شکل اسید های چرب). فسفولیپیدها مسئول تشکیل ساختار غشاء سلولی(چربی دو لایه ای) هستند. اسید های چرب اصلی ترین ترکیب فعال در رژیم غذایی هستند. ماهیان قابلیت سنتز اسید های چرب با ویژگی غیر اشباعی n-3 یا n-6 را ندارند واز طرفی این دو فرم اسید چرب برای بسیاری از فعالیت های مهم ماهی بسیار ضروری هستند. لذا بایستی در رژیم غذایی ماهیان وجود داشته باشد به طوریکه کاهش در میزان دریافتی منجر به کاهش رشد و دیگر علائم بالینی از جمله عدم شکل گیری رنگدانه ها، تخریب باله ای حتی حالات ناخوشی قلبی، نفوذ چربی در کبد و سندروم شوک (که بع از یک استرس حاد باعث پایین آمدن هوشیاری ماهی برای چندین ثانیه) می شود. نیاز آزاد ماهیان به اسید های چرب غیر اشباع بلند زنجیره (EPA (20:5 n-3) and DHA (22:6 n-3) ۰/۵ تا ۱ ٪ می باشد. این مقدار به راحتی با استفاده از مواد غذایی با

منشا دریایی مثل آرد ماهی یا روغن ماهی که همیشه در وعده های غذایی آزاد ماهیان وجود دارد تامین می شود.

در گذشته چربی ها به این دلیل در جیره غذایی وارد می شدند تا حداکثر تاثیر اسپارینگ پروتئین خود را اعمال نمایند. مشخصا دیده شده که چربی های غیر اشباع نقش خاصی در میزان هضم پذیری و مصرف چربی ها و روغن ها به عنوان تامین کننده های انرژی در ماهیان سردابی یا گرمآبی ندارند. گوشتخوارانی مثل قزل آلا که اصولا در غذاهای طبیعیشان میزان زیادی تری گلیسیرید وجود دارد به راحتی با جیره های پر چرب سازش می یابند (کرانه بالای آن هنوزمشخص نشده است). میزان ۳۵ درصد چربی برای برخی گونه های سالمون گزارش شده است ولی به نظر می رسد حداکثر سطح مورد نیاز برای سایر آبزیان آب شیرین کمتر از این مقدار باشد. به طور کلی ۲۰-۱۰ درصد چربی در اغلب ماهیان آب شیرین نرخ رشد بهینه را سبب می شود بدون آنکه چربی زیادی در لاشه آنها به وجود آورد (Cowey & Sargent, 1979). همچنین استفاده از چربی ها برای حل ویتامین های محلول در چربی ضرورت دارد.

واژه لیپید به مجموعه چربی ها(Fat)، فسفولیپید ها، اسفینگومیلین ها، واکس ها و استرول ها اطلاق می شود. لیپیدها طعم دهنده های گوشت ماهی خواهند بود. واژه Fats استرهای اسید های چرب گلیسرول هستند که اولین منبع انرژی موجودات بوده و به راحتی تا ۹۰٪ هضم می شوند. هر گرم چربی ۹-۸ کیلو کالری انرژی متابولیزه دارند. از طرف دیگر میزان اسید های چرب سری n-3 در غذا باعث تخریب غذا در انبار می شود زیرا بسیار تمایل به اکسید شدن دارند و در صورت اکسید شدن با تاثیر منفی بر ویتامین ها و پروتئین جیره نه تنها باعث ایجاد سم می شوند بلکه سطح در دسترسی غذا را کاهش می دهند (Halver, 1980).

از منابع چربی همیشه به عنوان منابع انرژی یاد می شده ولی علم نوین امروزی به منابع چربی نگاه جدی تری دارد زیرا این منابع باید اسید های چرب را که در جیره غذایی بسیار با اهمیت هستند را تامین نمایند. البته در تامین انرژی نیز بسیار حائز اهمیت هستند. همچنین چربی ها در خوشخوراکی نقش دارند زیرا به جذابیت غذا کمک می کنند. البته چون کربوهیدراتها ارزانترین منابع تامین انرژی هستند بهتر است از آنها به عنوان منابع انرژی یاد شود. اسید های چرب مکمل هایی هستند که نقش اشتها آور و جاذب را بازی می کنند. از طرف دیگرچربی ها در بهبود متابولیسم ویتامین ها نقش دارند این ویتامین های محلول در چربی در بستر محیط اسید های چرب، متابولیته شده کارهای خود را انجام می دهند. همانطور که گفته شد چربی ها در تامین اسید های چرب ضروری که برخی از آنها برای ترکیبات پیشرفته مثل پروستاگلندین ها یا ترومبوزین ها در سیستم ایمنی لازم هستند نقش دارند. امگا سه در توسعه، سلامت و عملکرد سیستم عصبی، سلامت قلب چه در انسان و چه در سایر حیوانات از جمله ماهی ها تاثیر مثبت دارد. مغز با کامل تر شدن سریع خود بهتر به ایمپالس های محیطی پاسخ می دهد و لذا آبزیانی که از نظر سیستم عصبی مشکل دارند نمی توانند با محیط خود ارتباط خوب برقرار کنند و لذا رشد خوبی نخواهند داشت. پس اسید های چرب از طریق غذا یک ایمنواستیمولیت هستند و درست

مثل این است که واکسیناسیون می کنیم بدون اینکه مشکلی برای آنها به وجود آید. با سیستم ایمنی قابلیت مقاومت در برابر عوامل استرس زای محیطی زیاد می شود. اسید های چرب غیر اشباع هم خود غنی ساز هستند و هم بستری برای رنگدانه ها و ویتامین هایی که در چربی حل می شوند خواهند بود. Nutrigenumit یعنی مواد غذایی که باعث بیان ژن می شوند. یعنی ژن خوب اگر وجود داشته باشد ولی ماده غذایی مناسب وارد سیستم گوارش نشود اصلا آن ژن فعال نمی شود.

چون تنفس آبزیان هوازی است پس با وجود چربی ها و اسید های چرب متابولیسم بهتر انجام می شود و رشد بهتر صورت می گیرد. در سیستم بینایی هم اسید های چرب نقش مهمی دارند زیرا به طور کلی وضعیت کلینیکی در آبزیان را بهتر می کنند مهمترین ماده اسید های چرب غیر اشباع است . در روغن ماهی- کلسترول- اسید های چرب غیر اشباع بلند زنجیره- اسید های چرب اشباع به ندرت دیده می شوند.

اگر شکل زنجیره اسید های چرب اشباع را خطی در نظر بگیریم با به وجود آمدن پیوند های دوگانه ساختار خطی به شکل چین خورده در می آید و لذا نقطه ذوب آن کاهش می یابد. امگا سه در منابع آبزی بیشتر و امگا شش در منابع حیوانی- گیاهی خشکی زی بیشتر است. نکته قابل تامل اینکه در ملاحظات تغذیه نسبت امگا سه به امگا شش از اهمیت بالایی برخوردار است و باید در نظر گرفته شود.

در تقسیم بندی منابع آبزیان (در بر دارنده اسید های چرب) به گروه های گیاهی، عمدتا به گیاهان دریایی، جلبک ها و ریز جلبک ها بسنده می شود که میزان اسید های چرب غیر اشباع در ریزجلبک ها زیادتر از گیاهان دریایی است و همچنین به گروه های جانوری برخورد می کنیم که عمدتا شامل ماهیان پلاژیک مثل ماهیان روغنی، سطح زیان ریز مثل آنچوی، ساردین، و حتی قزل آلا و سالمون که سالمون و قزل آلا چون ارزش غذایی بالایی دارند مستقیما به عنوان غذای انسانی استفاده می شوند ولی ساردین و غیره می توانند به عنوان تامین کننده های چربی و پودر ماهی مورد استفاده قرار گیرند.

انواع ماهیان Demersal شامل ماهیان سفید (White fish) نیز برای گرفتن روغن مورد استفاده می باشند. هرینگ، ساردین تون ماکرل و .... بیشتر برای پودر و روغن ماهی کاربرد دارند. روغن های ماهی از بافت های مختلف تهیه می شوند.

اسید های چرب غیر اشباع چند زنجیره ، به ویژه EPA و DHA با توجه به داشتن نقش اساسی در سلامت موجودات و به ویژه انسانها به شکل خالص در سالهای گذشته بسیار مورد توجه قرار گرفته و هر ساله نیاز بدانها بیشتر و بیشتر می شود. آراشیدونیک اسید (20:4n-6) و DHA (22:6n-3) در فعالیت های طبیعی بینایی و تکوین سیستم عصبی بسیار لازم و ضروری هستند. کمبود این اسید های چرب به خصوص در بچه ماهی هایی که از غذاهای فرموله استفاده می کنند بیشتر دیده می شود. رابطه مصرف روغن ماهی و افزایش EPA (20:5n-3) و DHA خون کاملا مستقیم است. در استخراج اسید های چرب از روش استخراج و جداسازی آنها از طریق تشکیل متیل استرها، استفاده می شود در جداسازی EPA و DHA از روش SFE یا استخراج مایع به روش

انفجاری استفاده می شود که دارای مزیت بیشتر نسبت به روش های گذشته است. اسید های چرب غیر اشباع چند زنجیره معمولا در فشاری حدود ۱۰ تا ۳۰ مگاپاسکال و دمای ۴۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد استخراج می شوند. SFE روشی بسیار نویدبخش و نوین برای استخراج PUFAs ، به ویژه EPA و DHA از ماهیان دریایی و آبهای شیرین خواهد بود.

روغن های ماهیان، بهترین منابع در دسترس اسید های چرب غیر اشباع چند زنجیره به ویژه اسیدهای سری n-3 و عمدتا EPA سیس با پنج باند دوگانه روی کربن های ۵،۸، ۱۱، ۱۴، ۱۷ و DHA سیس با شش باند دوگانه روی کربن های ۴ ، ۷، ۱۰، ۱۳، ۱۶، ۱۹ هستند. با شناخت اهمیت این اسید های چرب در سلامت انسان و رشد روز افزون بازار آنها، بررسی روش های استخراج و غلیظ سازی آنها از منابع طبیعی بسیار با اهمیت نمود. این اسید های چرب غیر اشباع چند زنجیره، به شکل تری گلیسیرید هستند که بدانها تری گلیسرول هم می گویند و در روغن ماهی در سطوح بین ۱۰ تا ۲۵٪ یافت می شوند. طبیعت و کمیت چربی در ماهی ها بسته به گونه و زیستگاه آنها متفاوت است. به خوبی این موضوع مشخص شده که چربیهای ماهیان منابع اصلی اسید های چرب غیر اشباع چند زنجیره به ویژه EPA و DHA هستند. این دو اسید چرب در بدن انسان قابلیت سنتز شدن ندارند و فقط از طریق غذا وارد سیستم گوارش بدن انسان می شوند.

جدول ۱: اسید های چرب غیر اشباع چند زنجیره

نام اسید های چرب	نام تجاری	نام شیمیایی
اسیدهای چرب امگا ۳		
16:3 (n-3)		all-cis 7,10,13-hexadecatrienoic acid
18:3 (n-3)	آلفا لینولنیک اسید (ALA)	all-cis-9,12,15-octadecatrienoic acid
18:4 (n-3)	استئاریدونیک اسید (STD)	all-cis-6,9,12,15,-octadecatetraenoic acid
20:3 (n-3)	آیکوزاتریونیک اسید (ETE)	all-cis-11,14,17-eicosatrienoic acid
20:4 (n-3)	آیکوزاتترانوئیک اسید (ETA)	all-cis-8,11,14,17-eicosatetraenoic acid
20:5 (n-3)	ایکوزاپنتانوئیک (EPA)	all-cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoic acid
22:5 (n-3)	دوکوزاپنتانوئیک (DPA, Clupanodonic acid)	all-cis-7,10,13,16,19-docosapentaenoic acid
22:6 (n-3)	دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA)	all-cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid
24:5 (n-3)	تتراکوساپنتانوئیک اسید	all-cis-9,12,15,18,21-tetracosapentaenoic acid
24:6 (n-3)	تتراکوزاهگزانوئیک اسید (Nisinic acid)	all-cis-6,9,12,15,18,21-tetracosahexaenoic acid
اسید های امگا شش		
18:2 (n-6)	لینولئیک اسید	all-cis-9,12-octadecadienoic acid
18:3 (n-6)	گاما لینولنیک اسید (GLA)	all-cis-6,9,12-octadecatrienoic acid
20:2 (n-6)	ایکوزادنوئیک اسید	all-cis-11,14-eicosadienoic acid
20:3 (n-6)	دی هوموگاما لینولنیک اسید(DGLA)	all-cis-8,11,14-eicosatrienoic acid
20:4 (n-6)	آراشیدونیک اسید (AA)	all-cis-5,8,11,14-eicosatetraenoic acid
22:2 (n-6)	دوکوزا دیونیک اسید	all-cis-13,16-docosadienoic acid
22:4 (n-6)	آدرنیک اسید	all-cis-7,10,13,16-docosatetraenoic acid
22:5 (n-6)	دوکوزا پنتانوئیک اسید (Osbond acid)	all-cis-4,7,10,13,16-docosapentaenoic acid
اسید های چرب امگا ۹، تک باند دوگانه و اسید های چرب غیر اشباع چند زنجیره		
18:1 (n-9)	آولئیک اسید	cis-9-octadecenoic acid
20:1 (n-9)	ایکوزنوئیک اسید	cis-11-eicosenoic acid
20:3 (n-9)	مید اسید	all-cis-5,8,11-eicosatrienoic acid
22:1 (n-9)	اروسیک اسید	cis-13-docosenoic acid
24:1 (n-9)	نروونیک اسید	cis-15-tetracosenoic acid

اسید های چرب:

تعداد کربن در اسیدهای چرب متفاوت می باشد ولی نکته قابل توجه و مشابه در همه آنها وجود دو بنیان CH3- CH3-...CH2-COOH در دو انتهای فرمول ساختمانی است. ساختار این اسید ها از ۲۴-۶ کربن دارند. اگر اشباع بوده یعنی هیچ گونه باند دوگانه نداشته باشند دارای نقطه ذوب بالایی هستند و لذا امکان رسوب این اسید های چرب در بدن و به خصوص رگها زیاد خواهد بود. باندهای دوگانه باعث می شوند تا ساختار یکدست و فشرده اشباعی آنها شکسته شوند و از محل باندهای دو گانه نوعی کج شکلی و شکستگی در ساختار یکدست مستقیم آنها ایجاد می شود پس باندهای دو گانه باعث غیر اشباعیت اسید های چرب می شوند (روغن منظور مایع یا Oil و چربی منظور جامد یا Fat) لذا نقطه ذوب در اسید های چرب غیر اشباع پایین آمده در صورتی که یک باند دوگانه داشته باشند به آنها Monounsaturated Fatty Acid و در صورتیکه بیش از دو باند دوگانه داشته باشند به آنها Poly unsaturated Fatty Acid و اگر بیش از ۵ تا ۶ باند دوگانه داشته باشند گرچه چند زنجیره ای Poly هستند ولی به آنها بلند زنجیره Highly unsaturated fatty acid اطلاق می شود. با افزایش طول زنجیره اسید چرب شانس ایجاد باند دوگانه افزایش می یابد. در مناطق گرمسیر با افزایش زی توده پلانکتونی در آبها احتمال برخورداری از اسید های چرب موجود در پیکره آنها برای آبزیان زیادتر شده لذا ماهیانی که در این مناطق زیست دارند دارای چربی با اسید های چرب غیر اشباع هستند ولذا در این ماهیان لازم نیست تا این اسیدهای چرب سنتز شوند و یا اینکه میزان سنتز این اسید های چرب در آنها بسیار محدود می باشد. از اسید های چرب ۱۸ کربنه با باند های دو گانه با طویل شدن elongation و با غیر اشباع شدن desaturation اسیدهای چرب غیر اشباع بعدی بوجود می آیند. مثلا از اسید چرب 18:3n3 با فرآیند desaturation اسید چرب 18:4n3 و سپس 20:4n3 و در نهایت 20:5n3 که همان ایکوزا پنتانوئیک اسید و یا EPA است به دست می آید. همچنین از 22:5n3 ابتدا 24:5n3 و سپس 24:6n3 که با یک اکسیداسیون و کاهش مجدد کربن در نهایت دکوزاهگزانوئیک اسید(DHA(22:6n3 درست می شود. در مناطق سرد اسید های چرب فوق غیر اشباع بیشتر به وجود می آید زیرا باید نقطه ذوب آنها بسیار پایین باشد تا در برودت موجود، سالم بمانند. پس ماهیانی که در این مناطق سردسیر زندگی می کنند از نظر اسیدهای چرب فوق غیر اشباع بلند زنجیره بسیار ارزشمند هستند. گروه های اسید چرب که در آنها عدد ۳ دارند مثل 18:3n3 یا 20:5n3 و 22:6n3 همگی به گروه امگا سه تعلق دارند حال آنکه اراشیدونیک اسید 20:4n6 با داشتن عدد ۶ در انتها به امگا شش ها تعلق دارد. حضور ویتامین ها و رنگدانه ها در ماهیان مناطق سردسیر به دلیل حضور اسید های چرب غیر اشباع بیشتر خواهد بود

اسیدهای چرب ضروری

بسیاری از مردم نمی توانند باور کنند که چربی ها نیز برای سلامتی لازمند. اسیدهای چرب در واقع سنگ بنای چربی ها هستند و بعضی از آنها از این جهت "ضروری" خوانده می شوند که بدن نمی تواند آنها را بسازد و باید

حتماً از طریق مواد غذایی تأمین شوند. اسیدهای چرب ضروری چربی های اشباع نشده امگا-۳ و امگا-۶ را می سازند. امگا-۳ اصلی آلفا-لینولنیک اسید است و مشتقات شامل ایکوزاپنتانوئیک اسید (Eicosapentaeonic Acid)، دکوزاهگزانوئیک اسید (Dacosahexaenoic Acid) و چند ترکیب دیگر است. امگا-۶ اصلی نیز لینولئیک اسید است.

اسیدهای چرب ضروری در تکامل بینایی در نوزادان نقش دارند. کمبود این مواد (به ویژه امگا-۳) در بزرگسالان ممکن است سبب کاهش دید شود. مطالعات نشان داده اند که کمبود طولانی مدت ممکن است سبب تخریب شبکیه و ماکولا شود. بدن هر دو نوع اسید های چرب ضروری را به پروستاگلاندین ها تبدیل می کند که یکی از اثراتشان کمک به خروج مایع چشم و تنظیم فشار داخل چشم است. مقدار توصیه شده مصرف اسیدهای چرب ضروری برای امگا-۳، ۰/۶۵ گرم و برای امگا-۶، ۴/۴۴ گرم است ولی بسیاری از محققین نسبت مصرف امگا-۶ به امگا-۳ را مهم می دانند. مقدار مناسب این نسبت ۱ به ۱ تا ۴ به ۱ است در حالی که در بیشتر رژیم های غذایی این نسبت بسیار بیشتر از این است. بنابراین مقدار مصرف امگا-۶ در مقایسه با امگا-۳ در بسیاری از رژیم های غذایی باید کاهش یابد. با توجه به اینکه مردم به طور عام در مصرف مواد غذایی فقط به استفاده از امگا ۶ بسنده می کردند و از مصرف امگا سه غفلت میشود، آمار بیماری‌هایی که علت آنها ناشناخته است همچون بیماریهای لوپوس، ام اس و... در جامعه افزایش یافته بود. لذا با مصرف آبزیان نه تنها به سلامت عمومی جامعه کمک می شود بلکه به دلیل تعادل در امگا سه به شش روند بیماریهای با علل ناشناخته درکشور کاهش خواهد یافت.

بهترین منبع تأمین امگا-۳ ماهی است و مقدار توصیه شده مصرف ۲ بار در هفته است. نکته ای که باید به آن توجه داشت این است که روغن ماهی رادیکال های آزاد تولید می کند و به همین دلیل کسانیکه ماهی یا روغن ماهی زیاد مصرف می کنند باید به میزان کافی آنتی اکسیدان به ویژه ویتامین E مصرف کنند.

نکته قابل توجه دیگر این است که بیشتر امگا-۶ مصرفی از روغن نباتی حاصل می شود به همین دلیل استفاده از روغن مایع می تواند میزان امگا-۶ مصرفی را تا حد زیادی کاهش دهد.

اُمگا-۳ و تاریخچه آن

امگا ۳ نوعی اسید چرب غیر اشباع است که در زنجیره اتصالی کربن آن یک گروه کربوکسیل (COOH) و چندین پیوند دوگانه وجود دارد. علت نامگذاری آن، قرار گرفتن اولین باند دوگانه در بین اتم کربن های ۳ و ۴ در ساختمان شیمیایی مولکول آن است و همین محل قرارگیری باند دوگانه باعث پیداشدن خواص بیوشیمیایی خاص امگا ۳ می شود.

اولین بار پس از تحقیقات علمی بر روی چربی های ماهی، نام اُمگا ۳ (OMEGA-3) برگزیده شد همچنین در سال ۱۹۷۹ با مطالعه بر روی خون اسکیموها مشاهده شد که با وجود اینکه اسکیموها همراه غذای اصلی خود (

ماهی) از گوشت حیوانات پرچرب شکاری نیز استفاده می کنند،اسیدهای چرب موجود در خون آنها مانع از تجمع پلاکت و در نتیجه مانع از رسوبات و گرفتگی رگ ها می شود. سه اسید چرب معروف از خانواده امگا ۳ که بر روی آن ها تحقیقات و مطالعات بیشتری انجام شده است عبارت اند از:

۱. آلفا لینولئیک اسید با نام اختصاری ALA.

۲. ایکوزا پنتانوئیک اسید با نام اختصاری EPA.

۳. دوکوزا هگزانوئیک اسید با نام اختصاری DHA.

مهم ترین مخزن آلفالینولئیک اسید (ALA) روغن بذرکتان است که حاوی مقدار قابل توجهی از اسیدچرب ALA است. پس از آن روغن گردو، جوانه گندم و سویا حاوی این اسید چرب هستند. سایر موادغذایی فاقد این اسید چرب هستند و یا مقداری بسیار جزئی از اسید چرب ALA را دارند. مخزن دو اسید چرب دیگر از خانواده امگا ۳ یعنی ایکوزا پنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزا هگزانوئیک اسید (DHA) فقط و فقط ماهی است و در هیچ ماده غذایی دیگری تا به حال یافت نشده و یا به مقدار اندک وجود دارد. این دو اسید چرب نقش مهمی را در تغذیه دارند و در چند سال گذشته، مطالعات فراوانی بر روی آنها انجام شده است.

خواص معجزه آسای این دو اسید چرب (EPAوDHA) در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری ها شناخته شده است. متأسفانه در کشور ما به ماهی و فراورده های دریایی کمتر اهمیت داده می شود و آن را از غذاهای تشریفاتی و یا محدود به ایام خاص می دانند و تنها مردم بخشی از نقاط ایران آن را در برنامه غذایی خود قرار می دهند. بر اساس مطالعات انجام شده بر روی ۳۰ گونه ماهی آبهای داخلی و ماهیان جنوب کشور در دانشگاه علوم پزشکی شیراز، ماهی قزل آلا دارای بیشترین میزان امگا سه و اسید های چرب سودمند بوده و به طور کلی این ماهی‌از منابع بسیارغنی پروتئین، ویتامین‌های B, C A، آهن و زنجیره‌ای طولانی از امگا سه و امگا شش و اسیدهای چرب سودمند برخوردار است که بدن انسان قادر به تامین و ساخت آنها نیست و باید آنها را از طریق رژیم غذایی مناسب دریافت کند. چربی موجود درماهی جزو چربیهای اشباع نشده است که مصرف آن توسط انسان موجب کاهش تری گلسرید(LDL) خون و افزایش چربی مفید برای بدن (HDL) می‌شود ومانع از لخته شدن خون و بی‌نظمی فعالیت قلب می‌شود و ضربان قلب را به ویژه در فعالیتهای شدید بدن کاهش می‌دهد. مصرف ماهی به سبب دارا بودن امگا سه و اسید چرب همچنین برای سایر بیماریهای قلبی نظیر رماتیسم مفصلی، انواع سرطانها و آسم مفید است و در بانوان باردار از طریق گردش خون به جنین می‌رسد و موجب رشد مغزی جنین می شود و در چهارماه اول تولد نوزاد از طریق شیر مادر به نوزاد منتقل و باعث افزایش ضریب هوشی (IQ) نوزاد می‌شود.

بر اساس تحقیق یاد شده، سر و کبد ماهی بیشترین میزان امگا ۳ را دارا است به همین دلیل به شرکتهای دارویی تولیدکننده کپسول امگا سه توصیه می‌شود برای تهیه این کپسول از این دو عضو ماهی بیشتر استفاده کنند.

همچنین مشخص شده که ماهی‌هایی که در آبهای سرد وجود دارند بیشتر از آبهای گرم حاوی امگا سه هستند که خلیج فارس نیز جزو آبهای نسبتا سرد محسوب می شود.

نقش اسید چرب امگا ۳ در پیشگیری از بیماری ها

بر اساس مطالعات فراوان ثابت شده که هر چه مصرف ماهی بیشتر باشد، اثرات مفید آن در جهت جلوگیری از امراض زیادتر خواهد بود. اگر به کشور ژاپن توجه کنیم می بینیم که ژاپنی ها نیز مانند اسکیموها مصرف ماهی بالایی دارند. به طوری که مصرف سرانه ماهی در ژاپن حدود ۷۸ کیلوگرم در سال است. از طرفی ژاپنی ها برعکس اسکیموها در برنامه غذایی خود از چربی بسیار کمی استفاده می کنند. بررسی انجام شده نشان می دهد که افراد ساکن ژاپن دارای متوسط عمر حدود ۸۸ سال هستند. این تحقیق تأیید کننده اثرات بسیار مفید امگا ۳ است. همچنین علت مرگ و میر و کوتاهی عمر در اسکیموها را مرتبط به حوادث و صدمات می دانند نه بیماری ها و سکته های قلبی و تنگی عروق.

در ایران مصرف سرانه ماهی حدود ۸ کیلوگرم است که تفاوت فاحشی با کشور ژاپن دارد و متأسفانه عمر متوسط در ایران حدود ۶۷ سال است که با عمر متوسط ژاپنی ها یعنی ۸۸ سال فاصله زیادی دارد.

پژوهشهای انجام شده در کشور پرتغال نیز نشان می دهد کسانی که درسواحل این کشور ساکنند و به طور مرتب از ماهی استفاده می کنند، در مقایسه با افرادی که درنقاط دیگر کشور هستند و ماهی کمی می خورند، بسیار کمتر دچار چربی خون و سکته های قلبی می شوند. افرادی که در ساحل دریا زندگی می کنند، ده برابر بیشتر از گروه دیگر ماهی می خورند و سطح امگا ۳ خون آنها نیز در اندازه گیری های انجام شده بسیار بالاتر از گروه دیگر بوده است . همچنین بررسی آزمایشگاهی انجام شده نشان می دهد که این افراد علاوه بر سطح بالای امگا ۳، دارای مقدار HDL (کلسترول خوب) بالاتر وLDL (کلسترول بد) کمتری از سایر افراد بوده اند. گروهی که در سایر نقاط کشور زندگی می کردند مصرف گوشت قرمز بیشتر از ماهی بوده و در این گروه سکته قلبی نسبت به گروه ساکن کنار دریا چهار برابر بیشتر است.

همان طور که می دانید فشار خون بالا یکی از علل مهم بیماری های قلبی- عروقی و آتروسکلروز ، سکته های قلبی و مغزی است. اگر فشار خون فردی به مدت طولانی بالای عدد ۱۶۰-۱۴۰ میلی متر جیوه بر روی ۹۵-۸۵ میلی متر جیوه باشد (البته این اعداد به سن هم بستگی دارد) خطر ابتلاء به بیماری های قلبی- عروقی افزایش می یابد. خوشبختانه نتایج جالبی در تحقیقات علمی اخیر در پایین آوردن فشارخون با استفاده از اسید چرب امگا ۳ به دست آمده که نشان می دهند که کمبود این چربی با افزایش فشار خون رابطه مستقیم دارد.

امروزه ثابت شده که انجام ورزش های سبک به همراه مصرف اسید چرب امگا ۳ به صورت یک برنامه دائمی و منظم می تواند در کاهش فشار خون بالا و تنظیم آن بسیار مفید باشد و این کار برای هر گروه سنی قابل اجرا می باشد.

در تحقیقات علمی فراوان که بر روی تنگی نفس بزرگسالان انجام گرفته ، نتایج مثبتی از تأثیرات آن مشاهده شده است. بررسی بافت جدار ریه و مجاری تنفسی در بیماران مبتلا به آسم نشان داده که این افراد دارای عوامل التهاب زا در جدار ریه و مجاری تنفسی خود هستند که همگی به علت افزایش اسید چرب آراشیدونیک مربوط به خانواده اسید چرب امگا ۶ بوده است.

در نتایج آزمایش هایی که بر روی ۸۹۶۰ مردی که قبلاً سیگار می کشیدند ولی در زمان آزمایش سیگار را ترک کرده بودند، دیده شد که پس از ترک سیگار تعداد ۶۶۷ نفر آنها مبتلا به برونشیت مزمن شده اند. هم چنین ۱۸۵ نفر آن ها دچار آمفیزم ریوی و ۱۹۷ نفر دچار صدمات مزمن و تنگی ریه ها شده بودند. متخصصان ریه در اروپا، در پی تحقیقات انجام شده پی بردند که با اضافه کردن اسید چرب امگا ۳ در تغذیه بیماران می توان تعداد امراض، راه های هوایی و تنفسی، شدت امراض، تعداد دفعات عود آن و یا تعداد مرگ و میر حاصل از آن را کاهش داد.

تغذیه سرشار از امگا ۳ کمک فراوانی به بهبود مشکلات تنفسی بیماران می کند و از طرف دیگر باعث کاهش داروهای مصرفی می شود. محققان علم تغذیه به اثبات رسانده اند که مصرف اسید چرب به فرم ترانس باعث افزایش مشکلات تنفسی مثل آسم می شود. به عبارت دیگر تغذیه نادرست و افزایش مصرف اسیدهای چرب به فرم ترانس به همراه آلودگی هوا، عاملی مهم در جهت افزایش احتمال ابتلا به بیماری های مزمن تنفسی است.

همچنین محققان نشان داده اند که مصرف اسید چرب امگا ۳ نه تنها بیماری های مزمن تنفسی را بهبود می بخشد، بلکه در بیماران با تنگی نفس حاد و شدید که در بخش های مراقبت ویژه (ICU) بستری هستند نیز تأثیر داشته است. همچنین دانشمندان مشاهده کردند که حتی پزشکان بخش مراقبت ویژه اورژانس توانسته اند با کمک این اسید چرب، زمان توقف بیماران را در زیر دستگاه تنفس مصنوعی تا پنج روز کاهش دهند(Sciences, 2011).

طبق آمار جهانی یک چهارم زنان بالای پنجاه سال مبتلا به پوکی استخوان هستند. این آمار در کشورما بسیار بالاتر است و متأسفانه خانم های ایرانی از سن پایین تری مبتلا به پوکی استخوان می شوند. پوکی استخوان نوعی اختلال حاصل از کاهش بافت استخوانی محسوب می شود. اگر تعادل بین ساخت و تجزیه بافت استخوانی به هم بخورد، به مرور از تراکم بافت استخوانی کاسته می شود و اگر روند کمبود مزمن کلسیم و ویتامینD (به ویژه مصرف لبنیات) ادامه داشته باشد، باید از موادی مثل داروی کورتن، سیگار پرهیز کرد و به طور مرتب فعالیت ورزشی مناسب داشت. محققان پی برده اند که اسید چرب امگا ۳ در پیشگیری از پوکی استخوان نقش بسیار مهمی به عهده دارد. اگر مصرف دائمی و منظم اسید چرب امگا ۳ ادامه یابد، جذب کلسیم از روده ها بیشتر می شود. با مصرف ماهی علاوه بر افزایش جذب کلسیم، سلول های استخوانی تحریک شده کلسیم را بهتر در خودشان رسوب می دهند. این اسید چرب علاوه بر پیشگیری، به عنوان درمان کمکی در کنار درمان با داروهای شیمیایی در مبتلایان به پوکی استخوان، بسیار موثر است.

از طرف دیگر اسیدهای چرب امگا ۳ برای رشد کامل مغز انسان در طول دوران جنینی و طی دو سال اول زندگی کودک بسیار ضروری هستند. چربی امگا ۳ و مشتق آن DHA -Docosahexaecnoic Acid برای رشد کودک به قدری لازم هستند که اگر مادر و جنین کمبود داشته باشند ممکن است سیستم عصبی و ایمنی کودک هیچوقت به رشد کامل نرسیده و در نتیجه باعث اختلالاتی ناشناخته ای در سیستم های حسی یادگیری و ایمنی برای تمام مدت عمر گردد. امروزه با توجه به افزایش فراگیر اختلالات در سیستم های حسی یادگیری و ایمنی در جامعه بشری دیگر نمی توان این سوال را نادیده گرفت که کمبود فراگیر این ماده غذایی چه اثری در تخریب سلامتی مردم خواهد داشت. همچنین جای سوال است که آیا شیوع بیماری های دوران جنینی و کودکی از قبیل عفونت پوستی و رشد بیش از حد قارچهای کاندیدا عفونتهای مزمن گوش و حلق و بینی و نیز اختلالات حسی فوق الذکر از قبیل فعالیت بیش از حد و رفتار جنون آمیز همه و همه ریشه در کمبود مواد غذایی به ویژه در کمبود اسیدهای چرب امگا ۳ دارند یا خیر؟ .

موضوع نگران کننده اینجاست که در طول سه نسل گذشته (از زمان پیدایش روغن های تصفیه شده) بیشتر مردم از مواد غذایی مناسب برای رشد کامل مغزی برخوردار نبوده اند. قسمتی از مغز که امگا ۳ موجود در بدن ماهی بر آن تأثیر می گذارد بخش توانایی یادگیری اضطراب و افسردگی و درک شنوایی و بینایی است. همچنین چربیهای امگا ۳ به حفظ تعادل سیستم خود ایمنی کمک می کند و به نظر می رسد که شمار فزاینده ای از کودکان با بیماریهایی نظیر آلرژی و اختلالات پوستی به دنیا می آیند(Sciences, 2011).

مصرف امگا-۳

مصرف امگا-۳ موجود در مواد غذایی می تواند موجب کاهش خطر بروز حملات قلبی گردد. هزاران آزمایش پزشکی و صدها پایان نامه دکتری موید این نکته است که ارتباط مستقیمی بین کاهش بیماریهای قلبی- عروقی و مصرف اسیدهای چرب اشباع نشده — Omega 3 — وجود دارد. بدون استثناء بیش از بیست هزار نشریه و مقاله پزشکی گواهی بر این مطلب است که افزایش میزان امگا-۳ در غذا بین ۳۰ تا ۴۰ درصد خطر ابتلا به حمله قلبی را کاهش می دهد.

این ایده که غذاهای ساده دریایی مانند ماهی و میگو سرشار از امگا-۳ و اسیدهای چرب اشباع نشده باشند در نگاه اول بسیار دور از ذهن بنظر میرسد ولی مطالعات گسترده نشان داده است که امگا-۳ موجود در بدن ماهی و سایر آبزیان می تواند اثرات باورنکردنی بر سلامت اعضای مهمی از بدن مانند مغز کلیه ریه ها قلب پوست و مفاصل داشته باشد. از سوی دیگر نباید فراموش کرد که هریک از این اعضا حداقل در دو چیز اشتراک دارند:

-اول اینکه همه آنها از سلول های زنده ساخته شده اند که اعضای اصلی بدن را تشکیل می دهند یا بافتهایی دارند که سطح خارجی آنها را مانند پوست می پوشاند. در این اعضاء و نیز پوست بدن اسیدهای چرب اشباع نشده (شامل امگا-۳ و امگا-۶) بخش مهمی را تشکیل می دهند.

-نکته دوم اینکه همه آنها برای عملکرد صحیح وابستگی کامل به مواد تنظیم کننده بیولوژیک دارند که به این مواد ایکوسانوییدها گفته می شود. ایکوسانوییدها موادی شبیه هورمون هستند که بدن ما آنها را از اسیدهای چرب اشباع نشده از خانواده امگا-۳ و امگا-۶ می سازد.

بنابراین از آنجا که اعضای سلولی بدن دارای اسیدهای چرب اشباع نشده هستند و نیز چون رفتار اعضای بدن تا حدی تابع میزان وجود و نوع اسیدهای چرب است حضور یا عدم حضور این مواد در رژیم غذایی افراد می تواند تاثیر بسزایی در بهداشت و سلامت انسانها داشته باشد.

پس می توان وجود این امکان و احتمال را در نظر گرفت که تغییر میزان مصرف اسیدهای اشباع نشده می تواند تاثیر انکار ناپذیری بر سلامت افراد داشته باشد که در ادامه به این مباحث نیز می پردازیم.

خواص اسیدهای چرب امگا ۳

اسیدهای چرب امگا ۳ دارای خواص زیر هستند:

- حملات قلبی را کاهش داده و باعث تعدیل فشار خون می‌شوند.
- از بیماری سنگ کلیه جلوگیری می کنند.
- از سکته مغزی و ابتلا به بیماری آلزایمر جلوگیری می کنند.
- از بیماری استئوپروز یا پوکی استخوان جلوگیری می کنند.
- اسیدهای چرب این خانواده خطر ابتلا به سرطانهای سینه و پروستات را کاهش می‌دهند.

اسیدهای چرب امگا ۳ در روغن ماهیها ، شیر مادر ، روغن کلزا ، گردو ، سبزیجات تیره رنگ و گوشت و تخم مرغ یافت می‌شوند.

منابع امگا ۳ (Smith et al., 2002):

۱- ماهی های روغنی: مثل ماهی آزاد، قزل آلا، تن، شاه ماهی. که حاوی EPA ,DHA می باشند.

۲- گیاهان: مثل روغن های سویا، آفتابگردان، دانه کتان و گردو، فندق، کنجد. که حاوی ALA می باشند.

۳- مواد غذایی غنی شده با امگا ۳ مانند: نانها، آبمیوه ها، روغن ها و تخم مرغ

نکته: تخم مرغ حاوی امگا۳ توسط جوجه هایی تولید می شود که با یونجه، ذرت ودانه کتان تغذیه می شوند ویک تخم مرغ حاوی امگا ۳ حدودا" ۳۲۰ mg امگا۳دارد در حالی که یک تخم مرغ معمولی حدودا" ۶۳ mg امگا۳ دارد.

۴- مکملهای روغن ماهی

جدول ۲ : میزان امگا ۳ (میلی گرم در ۱۰۰ گرم از ماده غذایی) در منابع غذایی مختلف

منبع غذایی	میزان امگاسه
ماهی	۲۱۰
اویستر	۱۵۰
میگوی بزرگ	۱۲۰
لابستر	۱۰۵
بوقلمون	۳۵
گاو	۲۲
جوجه	۱۹
گوسفند	۱۸

جدول ۳ : میزان به تفکیک اسید های چرب (میلی گرم در ۱۰۰ گرم از ماده غذایی) در روغن های مختلف

منبع روغن	لینولئیک 18:2n6	لینولنیک 18:3n3	EPA	DHA
Herring oil	۱/۱	۰/۶	۸/۱	۴/۸
Corn oil	۵۸	۰/۷	۰	۰
Canola oil	۲۰/۲	۱۲	۰	۰
Linseed oil	۱۲/۷	۵۳/۳	۰	۰

پس روغن های مورد استفاده در کارخانه های تولید غذا اگر فقط از روغن های گیاهی باشند هیچ ارزش EPA-DHA نخواهند داشت.

روغنهای ماهیان منبع اصلی اسید های چرب امگا سه می باشند و بنابر این، ترکیب اسید های چرب روغن ماهی در تشخیص ویژگی های فعالیتی آنها خیلی مهم خواهد بود (Nestel 2000; von Schacky and others 1999) و به ویژه نسبت صحیح امگا سه به امگا شش، که در مقالات علمی به دان توجه بسیار شده است، از اهمیت خاصی برخوردار است. روغن های ماهیان، به طور شاخص محتوی اسید های چرب غیر اشباع با زنجیره مستقیم هستند که تعداد کربن آنها از ۱۴ تا ۲۲ نوسان داشته و از ۱ تا ۶۶ پیوند دوگانه دارند. مشتقات روغن های ماهیان به شکل اسید های چرب امگا سه در دهه گذشته بسیار متقاضی داشته و به خصوص در صنایع دارویی ، افزودنی های غذایی و مکمل های بهداشتی رژیم غذایی بازار خوبی را به دست آورده است. تقاضا برای اسید های چرب امگا سه (مثل C18:3 آلفا لینولنیک اسیدALA)، EPA (C20:5) و DHA (C22:6) از چند سال پیش رو به فزونی گذاشته و امروزه کاملا اثبات علمی شده که اینها در بهداشت و سلامت جانوران و حتی انسانها به دلیل مداخله

در جلوگیری و شیوع بسیاری از بیماری های شایع جوامع انسانی نقش داشته، مطالعات تحقیقی نشان داده اند که اسید های چرب امگا سه می توانند باعث کاهش خطر بیماری های قلبی شوند و در جلوگیری از افزایش فشار خون، ایجاد لخته در خون و همچنین محافظت در مقابل سرطان و حتی کاهش افسردگی نقش داشته باشند و درمیان این اسید های چرب غیر اشباع، EPA (5cis, 8cis, 11cis, 14cis, 17cis eicosapentaenoic acid) و DHA (4cis, 7cis, 10cis, 13cis, 16cis, 19cis docosahexaenoic acid) بسیار بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند. آنها همچنین از نظر دارویی، در جلوگیری از تصلب شرائین، حملات قلبی، فشار خون و سرطان بسیار مهم تشخیص داده شده اند (FAO,1998). مطالعات کلینیکی نشان داده که مکمل های روغن ماهی در درمان بسیاری از ناهنجاری ها مثل آرتریت روماتوئید و قند خون دیابت بسیار موثر بوده اند. همچنین، نتایج تحقیقات کلینیکی و اپیدمیولوژیکی پیشنهاد می دهند که EPA و DHA که به طور اختصاصی در روغن ماهی و یا دیگر غذاهای دریایی یافت می شوند، دارای ویژگی های بسیار مفید درجلوگیری از بیماریهای کرونر سرخرگی قلبی در انسان است.

PUFAs بر حسب محل قرار گیری باند دو گانه و پایانه های متیلی و کربوکسیلی خود دسته بندی می شوند. در گروه امگاها، "n" به طور قراردادی باند دوگانه ای است که از سر متیلی زنجیره کربنی شمارش می شوند. در حقیقت بیشتر اهمیت زیستی PUFAs در وجود امگا سه (EPA) و امگا شش (آراشیدونیک اسید) آنها است. اولین باند دوگانه در اسید های چرب امگا سه از سومین اتم کربن شمارش شده از پایانه متیلی حساب می شود. این اسید های چرب، شامل خانواده آلفا لینولنیک اسید (ALA, 18:3)، ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA, 20:5)، دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA, 22:6 ω-3) و دوکوزاپنتانوئیک اسید (DPA, 22: 5) است. ساختار شیمیایی این اسید های چرب در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس موقعیت تیپ سیس باند دو گانه غیر اتصالی (متیلن منفصل شده)، زنجیره کربنی به شکل یک کمربند در کنار باند های دوگانه قرار دارند و مولکول آن نوعی مچالگی را نشان می دهد. منشا این اسید های چرب، فیتوپلانکتونهای تک سلولی و جلبک های دریایی هستند که در بدن ماهی ها تجمع یافته اند (Ackman 1980). پیش ساز اسید های چرب بلند زنجیره امگا سه آلفا لینولنیک اسید (ALA) است که در اثر طویل شدن زنجیره و غیر اشباع شدن به شکل EPA و DHA در خواهد آمد. هر دو این اسیدهای چرب، به عنوان اجزاء اصلی تری گلیسیریدها و فسفولیپیدهای ماهی محسوب می شوند. در مسیرسنتز اسیدهای چرب امگا سه و شش، آلفا لینولنیک اسید و اسید لینولئیک به ترتیب پیش ساز اسید های چرب امگا سه و شش هستند که با فرآیند های غیر اشباع شدن و طویل شدن زنجیره به انواع اسید های چرب بلند زنجیره غیر اشباع تبدیل می شوند(Zheng et al., 1996).

سازمان بهداشت جهانی (WHO) در طی دهه گذشته اهمیت تعادل PUFAs در مواد خوراکی در جهان را به خوبی تدوین نموده است. در حال حاضر نوعی توافق بین المللی در جهان وجود دارد که حداقل باید ۳٪ و ترجیحا ۱۰ تا ۲۰٪ کل چربی مصرف شده خوراکی باید به گروه PUFAs تعلق داشته باشد که در این بین باید تناسب گروه

امگا شش به امگا سه حدود ۴ به یک یا ۵ به یک باشد. اگر چه، اثرات زیستی ایکوزانوئید ها کاملا مسلم است، ولی برای پیش سازهای PUFAS این موضوع هنوز ثابت نشده است و لذا در اثرات دارویی PUFAs گوناگونی نتایج مشاهده می شود. همچنین، اهمیت PUFA ورودی از طریق غذا در مقایسه با دیگر فاکتورهای تغذیه ای ، تعیین کننده های ژنتیکی، و تاثیرات محیطی شروع و روند بیماری ها هنوز خیلی مشخص نیستند.

البته بایستی به این نکته اشاره نمود که افزایش مصرف PUFA خطر در معرض محصولات سمی اکسید شده قرار گرفتن را افزایش می دهد که این محصولات خود عامل سرطانزا ، عامل بروز بیماری های عفونی و ایجاد لخته خون هستند. به خصوص، با توجه به کمبود میزان آنتی اکسیدانت ها در رژیم غذایی، این امکان که آنتی اکسیدان ها با افزایش بار PUFA اتصال برقرار کرده و از اثرات منفی ناشی از تولید پراکسید PUFA درون بدن موجود زنده جلوگیری نمایند، تصور نخواهد شد. از اینرو، هر گونه هضم و جذبی که منجر به افزایش سطح PUFA در غذای گوارده شده گردد باید با اندازه گیری دقیق آنتی سطوح اکسیدانت همراه بادش چرا که حتما باید آنتی اکسیدانت به اندازه کافی وجود داشته باشد تا از اثرات زیادی PUFAs جلوگیری نماید.

مسیر ایکوزانوئید در پستانداران با آزاد شدن PUFAs ناشی از عملکرد آنزیم واسطه فسفولیپاز از غشا فسفولیپیدی و متعاقب واکنش سیکلوکسیژناز کاتالیز شده که باعث بوجود آمدن گروه های متابولیته چون پروستاگلندینها، ترومبوکسانها، لیپوکسین ها و لکوترینها هستند، شروع می شود.

ماهیان روغنی رفتار شکارگری دارند و مهاجرت می کنند زیرا منابع غنی انرژی را در چربی خود که وزن کمی دارد ذخیره نموده اند چگالی پایین چربی در بدن ماهی به آن حالت شناوری می دهد و لذا با صرف انرژی اندک مهاجرت می کنند.

بر خلاف ماهیان روغنی، ماهیان سفید عمدتا در کبد خود چربی ذخیره می کنند پس فیله این ماهیان خشک و سفید رنگ است. ارزش غذایی ماهیان پلاژیک بیشتر از ماهیان سفید است. روغن ماهی حاوی امگا سهEPAو DHA است که به عنوان پیش نیاز ایکوزانوئید ها مثل پروستاگلندین ها و ترومبوکسان ها مطرح هستند. ایکوزانوئید ها باعث کاهش تورم بافتهای مختلف شده و تاثیرات مهمی در سلامت دارند.

جدول ٤: ترکیبات اسید های چرب در بدن ماهیان مختلف میلی گرم بر گرم وزن خشک

	آنچوی	ماکرل	کاد	کاپلین	منهادین	اسکوئید	کریل
18:2n6	۱	۴	۲	۲	۲	۲	۲
18:3n3	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲
20:4n6	۱	۱	۱	۰	۱	۲	۰/۵
20: 5n3	۱۲	۱۳	۹	۵	۱۱	۱	۲۲
22:6n3	۱۲	۸	۹	۳	۹	۱۲	۱۳
مجموع امگا سه	۳۰	۲۶	۲۴	۱۱	۲۶	۳۱	۴۳

متاسفانه اکثر موا دخطرناک مثل DDT، سموم، آفت کشها، و ... و فلزات سنگین در چربی ذخیره می شوند.پس هر چقدر مقدار چربی بیشتر غلیظ شود مواد خطرناک نیز اگر در انها وجود داشته باشد غلیظتر می شوند

جدول ٥: ترکیبات اسید های چرب در گیاهان مختلف میلی گرم بر گرم وزن خشک

	سویا	کانولا	آفتابگردان	تخم پنبه	ذرت
18:2n6	۵۷	۲۰	۶۴	۵۲	۵۸
18:3n3	۷	۱۳	۰	۱	۱
20:4n6	۱	۱	۱	۰	۱
20: 5n3	۱۲	۱۳	۹	۵	۱۱
22:6n3	۱۲	۸	۹	۳	۹
مجموع امگا سه	۷	۱۳	۰	۱	۱

مناسبترین روغن های گیاهی کانولا دارای بیشترین مقدار امگا سه است هر چند EPA و DHA ندارند. پس باید از مخلوط جلبک، ماهی، گیاهان مختلف، طوری روغن های ترکیبی درست کنیم تا مثل روغن ماهی کامل باشند.
اسید های چرب از ریز جلبک ها امروزه خیلی کارآیی دارند. روغن های گیاهی از نظر اسید های چرب ارزشمند غیر اشباع نزدیک به صفر هستند.
همانطور که قبل گفته شد نسبت امگا سه به امگا شش خیلی مهم است. در مورد کانولا این نسبت ۲ و در مورد آفتابگردان ۱ است.

جدول ٦ : شاخص های کنترل کیفی

اسید های چرب آزاد	کمتر از ۳٪
رطوبت	کمتر از ۱٪
ازت	کمتر از ۱٪
پراکسید(PV) که از فساد پذیری روغن حکایت دارد	کمتر از ۵۰ میلی اکی والان در کیلو گرم
ایسیدین(AV)	کمتر از ۱۵ میلی اکی والان در کیلو گرم
یدین(IV)	هر چقدر بیشتر بهتر
Total= (2(PV+AV))	کمتر از ۲۰ میلی اکی والان در کیلو گرم

مقدار ید (I) که توسط ۱۰۰ میلی گرم روغن جذب میشود هر چقدر باند دو گانه بیشتر باشد جذب ید بیشتر پس iv شاخص خوبی است یعنی باید بالا باشد.

۳ اسید چرب با گلیسرول می چسبند تا تری گلیسیرید درست شود حال اگر فسفات باعث ترکیب یک گروه الکل به تری گلیسیرید شود فسفاتیدیل کولین = لسیتین بوجود می آید. لسیتین فسفولیپید فوق العاده ارزشمند است و باعث ارتقاء رشد و افزایش متابولیسم می شود در دیواره سلول فسفولیپید وجود دارد . افزایش تعداد سلول و افزایش حجم سلول باید با رشد سلول باشد که نیاز به فسفولیپید برای مرتب کردن غشا خود دارد یکی از منابع لسیتین، سویا است سویا منشا گیاهی لسیتین است هر چند اسید های چرب غیر اشباع ندارد . لسیتین منشاء حیوانی ارزشمندتری دارد به خصوص در آبزیان این لسیتین با منشا حیوانی اسید های چرب غیر اشباع نیز دارد.

فسفاتیدل اینوزیتول دارای ۲ اسید چرب متصل به گلیسیرول است که قسفات به الکل اینوزیتول متصل می شود در دیواره سلول باعث ارتباط بین سلولی می شود. اینوزیتول الکلی است شبیه ویتامین پس در لرو ابزیان فسفاتیدیل اینوزیتول بسیار مهم است.

نقش فسفولیپید ها :

شرکت در ساختمان دیواره سلولی (رشد، تکامل)

منبع غذایی مهم (اسید های چرب ضروری- کولین و اینوزیتول)

بهبود حمل ونقل چربی های خنثی که در متابولیسم و انرژی نقش دارند.

نقش آنتی اکسیدانت. چربی به زودی اکسید می شود لذا می تواند از اکسید شدن مواد دیگر جلوگیری نماید. پس آنتی اکسیدانت یعنی پیش قراول مواد دیگر ارزشمند .

کاهش آبشویی یا Leaching مواد ارزشمند که در آنها چربی بکار رفته

جبران کننده اسید های آمینه بخصوص اگر کمبودی وجود داشته باشد.

افزودنی ویژه برای Extrusion پیشرفته ترین مدل ساخت غذا. بهر حال اکسترود غیر از تاثیرات شیمیایی، تاثیرات فیزیکی را نیز اعمال می کند. یعنی نه تنها پایداری در ستون آب را باعث می شود بلکه استفاده بهینه از کربوهیدراتهای غذا مثل ژلاتینه نمودن نشاسته را سبب می شود و از طرف دیگر قابلیت هضم مواد غذایی را افزایش می دهد و باعث آسیب کمتر به ویتامین ها می شود. ولی با این وجود برای تمام ابزیا ن پرورشی لازم نیست غذای اکسترود درست نمائیم. در اکسترو موادی که به حرارت حساسند در آخر کار اسپری می شوند مثل ویتامین A,E فسفولیپید های جاذب یعنی فسفولیپید هایی که می توانند Attractant باشند و کاهش Malformation یعنی از شکل طبیعی خارج شدن- دفرمیته شدن که با کمبود ویتامین D رخ می دهد. وجود فسفولیپید ها، احتمال کمبود ویتامین D را کاهش می دهند و لذا دفرمیته به احتمال کمتری دیده می شود. همچنین این فسفولیپیدها باعث تکامل و بلوغ گلبولهای قرمز می شوند.

در لارو ماهی باس دریایی دیده شده افزایش فسفولیپید ها از ۳ درصد به ۱۲ درصد باعث کاهش از ۳۵٪ به ۲ درصد دفرمیته شده است. فسفولیپید ها به مقدار زیاد در تخم ماهیان دریایی وجود دارد . فسفولیپیدها در ساختمان مغز و چشم موثرند پس در هوش نیز موثرند، در رنگدانه ای شدن یا پیگمنتاسیون موثرند و باعث کاهش استرس، می شوند. در تولید مثل موثرند و نهایتا اینکه در افزایش مقاومت به استرس ها بسیار حائز اهمیت هستند.

در مورد اسید های چرب، ماهی ها همچون سایر حیوانات قادر به سنتز PUFAs نیستند ولی از آنجا که در حفظ فعالیت های سلولی بدانها نیاز دارند، باید در جیره غذای آنها موجود باشد. روغن های گیاهی به طور معمول غنی از منابع اسید های چرب سری لینولئیک (n-6) و میزان کم اسید های چرب سری لینولنیک (n-3) هستند (به استثنای روغن های بذر کتان، دانه کونوفر و شاهدانه که مقادیر قابل توجهی سری لینولنیک یا امگا سه دارند) (Tacon, 1981).

اسیدهای چرب سری لینولنیک در چربی با منشا حیوانات خشکی زی به میزان بسیار کم وجود دارد ولی در حیوانات دریایی به میزان قابل توجه می باشد. اسید های چرب HUFAs (20:5n-3 22:5n-3, 22:6n-3) دراین منابع واقعا محدود می باشند(Steffens, 1981).

آبزیان دریایی به طور انحصاری به HUFAs نیاز دارند حال آنکه ماهیان آب شیرین و یا آنهایی که آنادروموس هستند در بین سری اسیدهای چرب n-3 به نسبت بیشتر به اسیدهای چرب C18 نیاز دارند.

پس می توان چنین نتیجه گیری نمود که ماهیان سردابی آب شیرین در غذاهایشان نیاز انحصاری به سری n-s PUFA دارند حال آنکه ماهیان گرمابی آب شیرین به هر دو سری n-3 و n-6 از PUFA دارند (مثل کپور یا مار ماهی) یا سری n-3 و n-6 (مثل تیلاپیا) نیاز دارند در کل می توان گفت همه ماهیانی که تاکنون مطالعه شده اند به حدود ۲-۱ درصد اسید های چرب ضروری (n-3یاn-6) در غذای خشکشان نیاز دارند

کربوهیدراتها

ترکیباتی شیمیایی و خنثی هستند که حاوی کربن، هیدروژن و اکسیژن اند. البته برخی کربوهیدراتها علاوه بر این عناصر، فسفر، ازت و گوگرد نیز دارند . عمدتا دارای فرمول $(CH_2O)n$ می باشند. این ترکیبات را به دو گروه قندها و ترکیبات غیر قندی تقسیم می کنند.

از گروه قندها،

منو ساکارید ها مثل تریوز ها (Trioses, $C_3H_6O_3$) از جمله گلیسر آلدهید و دی هیدروکسی کتون

تتروز ها(Tetroses, $C_4H_8O_4$) از جمله اریتروز

پنتوز ها (Pentoses, $C_5H_{10}O_5$) از جمله آرابینوز، زایلوز، رایبوز و رایبولوز

هگزوزها(Hexoses, $C_6H_{12}O_6$) مثل گلوکز، گالاکتوز، مانوز و لاکتوز

هپتوز ها(Heptoses, $C_4H_{14}O_4$) مثل سدو هپتولوز

و گروه دی ساکارید ها ($C_{12}H_{22}O_n$) مثل ساکاروز، لاکتوز، مالتوز، سلوبیوز و تره هالوز

تری ساکارید ها ($C_8H_{32}O_{16}$) مثل رافینوز

تتراساکارید ها($C_{24}H_{42}O_{21}$) مثل استاکیوز

ترکیبات غیر قندی نیز شامل :

هموپلی ساکارید ها: آرابینانها، زایلان ها، گلوکانها (نشاسته، دکسترین ها، گلیکوژن و سلولز) مانانها، گالاکتورونانها (اسید پکتیک) و گلوکزامینان ها (کیتین) و

هترو پلی ساکارید ها شامل:

همیس لولز ها، پلی ساکارید های کمپلکس اسیدی (صمغ ها، و لعاب های اسیدی)، پلی ساکارید های سولفاتی و آمینو پلی ساکارید ها(اسید هیالورونیک، کوندرویتین و هپارین).

منوساکارید ها:

از آنجا که چهار اتم نامتقارن در آلدهگزوز ها ۱۶ صورت استرئو ایزومری ایجاد می کنند، ۸ عدد از آنها را فرم (D) و ۸ عدد دیگر را فرم (L) می نامند مثل D-گلوکز و یا D– گالاکتوز و L– مانوز .

اگر در فرمول زنجیری هگزوز ها بجای گروه آلدهید، گروه کتونی قرار گیرد به آنها کتوز می گویند. در کتوز ها هم ۸ فرم D و ۸ فرم L وجود دارد البته گاهی فرم D هم خود دو شکل دارد مثل آلفا — D– گلوکز و یا بتا — D– گلوکز. نشاسته و گلیکوژن دو پلی مر شکل الفا — D– گلوکز و سلولز پلی مر شکل بتا — D — گلوکز است. ریبوز قند پنج کربنه در RNA وجود دارد. همچنین جزئی از چند ویتامین و کوآنزیم است. گلوکز و فروکتوز مهمترین قند های شش کربنه در طبیعت هستند.

خواص منو ساکارید ها:

بخاطر وجود گروه فعال آلدهیدی و یا کتونی، منو ساکارید ها خاصیت احیا کنندگی دارند. خواص احیا کنندگی این ترکیبات معمولا با قابلیت آنها در احیا نمودن برخی از یونهای فلزی، بخصوص مس و نقره در محلول قلیایی نمایش داده می شود. امکان احیا گروه های آلدهیدی و کتونی بطریقه شیمیایی و با استفاده از آنزیم ها نیز وجود دارد که در نتیجه آن الکل قند های مربوطه حاصل می شود.

مشتقات منو ساکارید ها -استرهای اسید فسفریک:

استرهای اسید فسفریک قندها نقش مهمی را در بسیاری از واکنش هاس متابولیکی موجودات زنده بعهده دارند. معروفترین مشتقات آنهایی هستند که از گلوکز حاصل شده و استریفیکاسیون در کربن های ۱ یا ۶ اتفاق می افتد.

قند های آمینی:

چنانچه گروه هیدروکسیل موجود روی کربن شماره ۲ یک الدوهگزوز با یک گروه آمینی ($-NH_2$) تعویض گردد، ترکیب حاصله را یک قند آمینی می خوانند. D گلوکز آمین جزء اصلی کیتین و D گالاکتوز آمین جزء اصلی پلی ساکارید غضروف می باشند.

قند های دیوکسی:

از جانشینی هیدروژن بجای گروه هیدروکسیل، قند دیوکسی پدید می آید. دیوکسی ریبوز جزء ترکیب اسید دیوکسی ریبونوکلوئیک DNA است.

قند های اسیدی:

بر اثر اکسیداسیون آلدوز ها تعدادی اسید تولید می شود که مهمترین آنها، اسید های یورونیک، اسید های آلدونیک و آلاونیک می باشند. در مورد گلوکز، مشتقات مشابه ترکیبات یاد شده به ترتیب از سمت چپ، اسید گلوکونیک، اسید کلوکاریک و اسید گلوکورونیک خوانده می شوند.

قند های الکلی:

بر اثر احیای قند های ساده الکل های پلی هیدریک حاصل می شود. مثلا از احیای گلوکز و گالاکتوز، سوربیتول (Sorbitol) و دولسیتول (Dulcitol) و از احیای مانوز و فروکتوز ، مانیتول (Mannitol) ایجاد که بر اثر فعالیت باکتریهای بی هوازی بر روی فروکتوز موجود در غذاهایی که سیلو شده اند بوجود می آید.

گلایکوسید ها(Glycosides)**:**

اگر یک الکل (شامل یک مولکول قند) یا یک فنول بوسیله استریفیکاسیون و یا کنداسیون به جای هیدروژن یک گروه هیدروکسیل متصل به اتم کربن آنومریک گلوکز قرار گیردف ترکیب حاصل را گلوکوسید می خوانند. از گالاکتوز، گالاکتوسید و از فروکتوز، فروکتوسید بدست می آید. گلایکوسیدهای سیانوژنیک، هیدروژن سیانید (HCN) آزاد می کنند که بعلت طبیعت سمی این ترکیبات گیاهانی که حاوی این گلایکوسید هستند برای موجودات و از جمله آبزیان خطرناک می باشند. فازئولوناتین که در کتان، لوبیای جاوه ای و کاساوا یافت می شود از جمله گلایکوسید های سیانوزنیک است. البته اگر غذای حاوی این گیاهان جوشانده شوند این ماده از بین می رود. ویسیانین (Vicianin) د دانه ماشک، آمیگدالین (Amygdalin) در بادام تلخ، مغز هسته هلو، مغز هسته گیلاسف مغز دانه سیب و مغز هسته گوجه یافت می شود و دورین (Dhurrin) در برگ ذرت خوشه ای وجود دارد . لوتوسترالین (Lotaustarlin) در شبدر سه برگ و شبدر سفید وجود دارد.

دی ساکارید ها:

دو مولکول شش کربنه با از دست دادن یک مولکول آب با یکدیگر ترکیب و دی ساکارید را بوجود می آورند. ساکاروز، مالتوز، لاکتوز و سلوبیوز از مهمترین دی ساکارید ها هستند. ساکاروز قند نیشکر و چغندر قند است که در طبیعت فراوان است و در اکثر گیاهان و میوه ها یافت می شود. به سادگی در اثر انزیم ساکراز و یا با اسید های رقیق هیدرولیز می شود. اگر به ساکاروز ۲۰۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شود تبدیل به کارامل می شود. لاکتوز یا قند شیر تنها در محصول غدد پستان یافت می شود . لاکتوز به اندازه ساکاروز محلول نبوده و شیرینی آن نیز کمتر است. لاکتوز به سهولت بوسیله تعدادی از میکروارگانیسم ها مانند استرپتوکوکوس لاکتیس تخمیر شده و به اسید لاکتیک تبدیل می شود.

تری ساکاریدها:

تری ساکارید ها از اتحاد سه مولکول قند شش کربنی بوجودمی آید

$$3X(C_6H_{12}O_6) \longrightarrow C_{18}H_{32}O_{16} + 2H_2O$$

رافینوز معمولترین تری ساکارید است که مانند ساکاروز در بسیاری از گیاهان یافت می شود. به مقدار کم در چغندر قند موجود است و در حین تهیه تجاری ساکاروز در ملاس ها جمع می گردد. هر کیلو بذر پنبه حاوی تقریبا ۸۰ گرم رافینوز است . این قند خاصیت احیا کنندگی ندارد.

تتراساکارید ها:

از اتحاد چهار واحد هگزوز ایجاد می شود. استاکیوز از مهمترین انها است که در بذور بقولات و ریشه گیاه جنس استاکیس یافت می شود. این قند خاصیت احیا کنندگی ندارد.

هموپلی ساکارید ها:

تفاوت این کربوهیدراتها با قند ها زیاد است به همین خاطر هموپلی ساکارید ها جزو ترکیبات غیر قندی می باشند. اکثر آنها دارای وزن مولکولی زیاد هستند و از تعدادی واحد های پنتوز و هگزوز تشکیل شده اند. هموپلی ساکارید ها شیرین مزه نبوده و فاقد خصوصیات شیمیایی آلدوزها و کتوزها می باشند. بسیاری در گیاهان بعنوان مواد ذخیره ای مثل نشاسته و یا مواد ساختمانی نظیر سلولز عمل می کنند. همو پلی ساکاریدها را می توان با قاطعیت از اولیگوساکارید ها متمایز نمود زیرا اغلب الیگوساکاریدهایی که در طبیعت یافت می شوند تنها حاوی ۲ یا ۳ واحد مونوساکارید هستند در حالیکه هموپلی ساکارید ها اکثرا از ۱۰۰ تا چندین هزار واحد مونو ساکارید تشکیل شده اند.

آرابینان ها و زایلان ها:

این دو به ترتیب پلی مرهای آرابینوز و زایلوز هستند. اگر چه هموپلی ساکارید ها یی که ساختمان آنها بر مبنای این دو پنتوز قرار گرفته شناخته شده اندف ولی معمولا در ترکیب با سایر قند ها بعنوان اجزای هتروپلیساکارید یافت می شوند.

گلوکان ها:

نشاسته یک گلوکان است که در بسیاری از گیاهان بعنوان کربوهیدرات ذخیره ای وجود دارد. نشاسته در طبیعت بصورت گرانول های کوچکی وجود دارد که شکل و اندازه آنها بسته به نوع گیاه متغییر است. این گرانول ها از لایه های کروی متحد المرکز بوجود می ایند. نشاسته ها از نظر ترکیب شیمیایی با یکدیگر متفاوت هستند و به استثنای موارد نادر از مخلوط دو پلی ساکارید آمیلوز و آمیلوپکتین بوجود می ایند. آمیلوز و امیلوپکتین از لحاظ ساختمانی با یکدیگر تفاوت دارند. در بیشتر بذور غلات و سیب زمینی وجود دارد که حدود ۲۰ تا ۲۸٪ آمیلوز و ۷۲ تا ۸۰ ٪ آمیلوپکتین دارند. مقدار امیلوز نشاسته را از فعل و انفعالات بخصوصی که این پلی ساکارید با عنصر ید صورت می دهد می توان تخمین زد. از ترکیب امیلوز و ید رنگ آبی سیر ایجاد می شود در حالیکه محلول های امیلوپکتین باعث ظهور رنگ ارغوانی می گردد. آمیلوز عبارت از تعدادی (۴۰۰-۱۰۰) واحدهای آلفا گلوکز که بطریق اتصال ۴-۱ با یکدیگر پیوند یافته و رشته زنجیری ساده ای را تشکیل می دهند که در آب محلول است در حالیکه آمیلوپکتین واحد هایی از امیلوز هستند که با اتصال های ۶-۱ با یکدیگر

ترکیب شده اند و تولید شاخه هایی در رشته آمیلوز می نمایند. امیلوپکتین در آب نامحلول بوده و وزن مولکولی آن به یک میلیون می رسد از مخلوط آمیلو پکتین با عنصر ید رنگ قرمز حاصل می شود.

گرانول های نشاسته در آب سرد نامحلول هستند اما در اثر حرارت دانه های معلق آن در آب متورم شده و سرانجام غشا اطراف گرانول ها پاره می شود و محلولی ژلاتینی ایجاد می گردد. از این خاصیت (ژلاتینی شدن) نشاسته در همبند کردن غذای آبزیان بصورت پلت استفاده می شود. در ضمن نشاسته ژلاتینی شده قابلیت هضم بیشتری در دستگاه گوارش آبزیان دارد.

کربوهیدراتها یا قند ها، مولکول های بسیار متنوعی دارند ولی به طور معمول در غذای ماهیان از نشاسته استفاده می شود. نشاسته پلی مری از گلوکز است. آزاد ماهیان و بسیاری از دیگر ماهیان توانایی کمی برای استفاده از کربوهیدراتها دارند. نشاسته خام در دانه های غلات و دیگر محصولات کشاورزی از هضم پذیری کمی در ماهیان برخوردار است. پختن نشاسته در طی عمل پلیت سازی می تواند نقش بسزایی در بالا بردن میزان هضم پذیری آن داشته باشد. با این وجود حتی اگر نشاسته قابلیت هضم پذیری هم داشته باشد، ماهیان فقط قادر به استفاده از مقدار بسیار محدودی از آن به عنوان ماده موثره در رشدشان هستند. کربوهیدراتها منبع غذایی ضعیفی برای تولید انرژی در ماهیان به حساب می آید. ولی با این وجود مقدار معینی از نشاسته یا انواع دیگر کربوهیدراتها(مثل لاکتوز و همی سلولز) می توانند ویژگی های فیزیکی خوبی برای غذای ماهیان فراهم کنند که در جای خود ضرورت دارند. کربوهیدراتها، ارزانترین شکل تولید کننده انرژی هستند که با توجه به اثر اسپارینگ پروتئین آنها بسیار زیاد مورد استفاده قرار می گیرند. البته هضم پذیری کربوهیدراتها نزد میگو ها و ماهیان با هم متفاوت است. ساختار شیمیایی و پیچیدگی منابع کربوهیدراتها با میزان مصرف آنها رابطه مهمی دارند مثل NRC (۱۹۸۳) بیان می دارد که میگو *Penaeus japonicus* و گربه ماهیدکانالی *Ictalurus punctatus* قند های پیچیده را بسیار بهتر از قند های ساده مصرف می نمایند. توانایی ماهیان گوشتخوار در هضم قند های پیچیده به ضعیف بودن فعالیت آنزیم آمیلولیتیک در مسیر گوارشی آنها بر می گردد چنانکه در قزل آلا، گوارش نشاسته با افزایش میزان آن در جیره غذایی کاهش می یابد. در مورد سالمونید ها، هضم پذیری کربوهیدرات ها با افزایش وزن مولکولی آنها کاهش می یابد (Steffens, 1981).

در حالت کلی گفته شده است که ماهیان گرمابی چون کپور ماهیان، گربه ماهی کانالی و مارماهی تحمل بیشتری به میزان بالای سطوح قندی نشان می دهند. در نهایت Garling and Wilson (۱۹۷۷) بیان داشتند که مصرف سطوح قندی بیش از ۲۵ درصد در غذا به همان اندازه چربی ها به عنوان منبع انرژی موثرند.

دامنه عددی ارزش متابولیسم انرژی در ماهی ها از صفر برای سلولز تا ۳/۸ کیلو کالری بر گرم برای قند های قابل هضم متغییر است. دامنه عددی ارزش نشاسته خام ۱/۲ تا ۲ کیلو کالری انرژی متابولیسم بر گرم می باشد. پختن نشاسته باعث افزایش انرژی متابولیسمی تا حد ۳/۲ کیلو کالری بر گرم می شود. حرارت و رطوبت در فرایند پلت سازی باعث افزایش هضم پذیری نشاسته در غذا می شود. و با این توصیفات ارزش انرژیایی

متابولیسمی کربوهیدراتها در جیره غذایی ماهیان به منبع، نوع کربوهیدرات و همچنین فرآیندی که کربوهیدرات در آن بخشی از جیره شده است، بستگی دارد (Smith, 2002).

گلیکوژن:

به یک دسته از پلی ساکارید هایی پر شاخه که از حیوانات و میکروارگانیسم ها بدست می آید اطلاق می گردد. گلیکوژن ذخیره قندی حیوانات است که در کبد، عضله و سایر بافتهای حیوانی وجود دارد این کربوهیدرات جزو گلوکان ها بوده و از نظر ساختمان شبیه آمیلوپکتین است منتهی مولکول آن خیلی بزرگ است. وزن مولکولی گلیکوژن تا ۵ میلیون نیز می رسد. به همین خاطر به آن نشاسته حیوانی هم گفته می شود. ترکیب گلیکوژن با عنصر ید رنگ قهوه ای تیره تولید می کند. گلیکوژن ذخیره اصلی کربوهیدرات بدن ماهیان است و نقش مهمی را در متابولیسم انرژی ایفا می کند.

دکسترین ها:

محصولات حد واسط هیدرولیز نشاسته و گلیکوژن می باشند. دکسترین حاصل از آمیلوز ساختمان ساده ای دارد در حالیکه دکسترین حاصل از آمیلو پکتین شاخه دار است. دکسترین ها در آب محلول بوده و محلول های صمغ مانندی تولید می کنند. اعضای سنگین دکسترین ها، با عنصر ید رنگ قرمز ایجاد نموده در حالیکه ترکیبات سبکتر آنها اصولا رنگی بوجود نمب اورند.

سلولز، یک گلوکان است و فراوانترین جزو گیاه است. سلولز جدار سلول های نباتی را تشکیل می دهد و وزن مولکولی آن حدود نیم میلیون است. در اثر هیدرولیز دی ساکارید ی به نام سلوبیوز ایجاد می شود. سلولز را می توان تقریبا به صورت خالص در پنبه یافت . سلولز خالص یک هموپلی ساکارید است که در آن واحد های سلوبیوز تکرار می شوند. در اینجا واحد های بتا گلوکز با اتصال های ۱ و ۴ به یکدیگر می پیوندند.

فروکتانها:

فروکتانها بعنوان مواد ذخیره ای در ریشه، ساقه، برگ ها و دانه بسیاری از گیاهان بخصوص گندمیان و مرکبات یافت می شوند. این پلی ساکارید ها در آب سرد محلول بوده و وزن مولکولی آنها نسبتا کم است تمامی فروکتانهای شناخته شده حاوی واحد های بتا- D فروکتوز می باشند که این واحد ها بوسیله اتصال های ۶-۲ و یا ۲-۱ به یکدیگر پیوسته اند. فروکتانها به سه گروه تقسیم می شوند:

لوان: حاوی اتصال های ۲-۶

اینولین با اتصالهای ۲-۱

فروکتانهای پر شاخه که حاوی هر دو اتصال ذکر شده می باشند. فروکتانهای گروه سوم بعنوان مثال در آندسپرم گندم یافت می شوند.

گالاکتانها و مانانها:

این پلی ساکارید ها در دیواره سلولی گیاهان یافت می شوند. مانان جزء اصلی دیواره سلولی هسته خرما را تشکیل می دهد که به عنوان ذخیره غذایی عمل نموده و در طول زمان جوانه زدن ناپدید می شود. یک منبع غنی مانان، آندوسپرم میوه درخت عاج آمریکایی است. گالاکتانها را در دانه اکثر گیاهان خانواده بقولات مانند شبدر ها، شبدر سه برگ و یونجه می توان یافت.

گالاکتورنها:

اصطلاح مواد پکتیکی در مرورد گروهی از پلی ساکاریده ای گیاهی بکار می رود که در آنها اسید D گالاکتورونیک جزء اصلی را تشکیل می دهد. به پلی ساکارید هایی که در آنها بخشی از واحد های اسید گالاکتورونیک بصورت استرهای متیل وجود دارند اسید های پکتینیک و به آنهایی که فاقد گروه های استری هستند، اسید های پکتیک اطلاق می شود. گالاکتورونهایی که تنها حاوی اسید گالاکتورونیک باشند کمیابند اگر چه چنین هموپلی ساکارید هایی را از گل گیاه آفتابگردان بدست آورده اند. معمولا سایر قند ها نظیر D گالاکتوز، L آرابینوز و L رامنوز بعنوان اجزای اضافی نیز در این موائ یافت می شوند. اسید های پکتیکنیک دارای خواص ژلاتینه شدن هستند و به همین دلیل از انها به عنوان بایندر استفاد ه یمش ود.

گلوکزآمینانها:

کیتین (Chitin) تنها همو پلی ساکارید حاوی گاوکز آمین است که در ابزیان سخت پوست، قارچ ها و برخی از جلبک های سبز یافت می شود. پس از سلولز، فراوانترین پلی ساکارید موجود در طبیعت است وجود کیتین ۵٪ و یا پیش ساز آن گلوکز آمین (به میزان ۸٪) در جیره غذایی میگو باعث افزایش رشد و بازدهی غذا می شود در میگو ها کیتین برای شکل دادن به اسکلت خارجی و غشا بدن و ایجاد پوشش برای برخی از مواد دفعی لازم است.

هتروپلی ساکارید ها- همی سلولز ها:

گروهی از ترکیبات هستند که همراه سلولز در ساختمان برگ و قسمت های چوبی گیاهان و برخی از دانه ها یافت می شوند. این ترکیبات به دو دسته زایلانها و گلوکو و گالاکتو گلوکو- مانانها تقسیم می شوند:

پلی ساکارید های اسیدی کمپلکس:

صمغ ها ترشحات طبیعی برگ و پوست ساقه گیاهان هستند که اغلب از محل زخم یا جراحت گیاهان تولید می شوند در این تراوشات بطور طبیعی کلسیم و منیزیوم یافت می شود و در برخی از موارد بخشی از گروه های هیدروکسیل آنها معمولا با اسید استیک استریفه شده است.

پلی ساکارید های سولفاته:

در تعدادی از گیاهان دریایی و بافته ای پستانداران مشاهده نمود. آگار(Agar) مثال مهمی از این گروه در گیاهان دریایی است. از آگار به عنوان عامل تشکیل دهنده ژل در پژوهش های میکروبیولوژیکی استفاده می شود.

آمینو پلی ساکارید ها:

اسید هیالورونیک در پوست، مایعات بین مفصلی و بند ناف موجود است. محلول این اسید چسبناک بوده و نقش مهی در لغزندگی مفاصل بعهده دارد. کوندرویتین نیز بسیار شبیه اسید هیالورونیک است. که از اجزای اصلی ساختمان ایتخوان و غضروف ها و پی ها است. هپارین ماده ضد انعقاد خون در خون، کبد و شش ها یافت می شود. در اثر هیدرولیز هپارین، اسید گلوکورنیک، گلوکز آمین و اسید سولفوریک تولید می شود.

لیگنین :

الیاف سلولزی دیواره گیاهان در داخل ماده بی شکلی که ماتریکس خوانده می شود قرار دارد. ماتریکس دیواره اولیه سلول گیاه جوان عمدتا از سلولز و همی سلولز تشکیل شده است در حالیکه ماتریکس دیواره های ثانویه علاوه بر پلی ساکاریدها، حاوی لیگنین نیز می باشند. لیگنین یک کربوهیدرات نیست ولی بعلت همبستگی با کربوهیدراتها معمولا با این گروه مطالع همی شود. اصطلاح لیگنین معرف دقیق یک ترکیب واحد نیست بلکه شامل رشته ای از ترکیبات که بهیکدیگر وابسته اند می باشد. لیگنین پلیمری از سه مشتق فنیل پروپان منشاء می گیردد: الکل کوماریل، الکل کونیفریل و الکل سیناپیل.

فیبر خام:

این ترکیب شامل: لیگنین، کیتین، صمغ و .. . می باشد. آنزیم های هضمی این گروه از کربوهیدراتها در بدن ابزیان پرورشی یا موجود نیست یا در کمترین مقدار وجود دارد. حداکثر فیبر خام در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان ۳/۸٪ ، کپور ۷-۵/۲٪، کپور علفخوار ۱۲-۶/۷٪ و میگو ۵-۳/۸٪ است.

کربوهیدراتهای قابل دسترس در آبزیان پرورشی شامل: قندها، نشاسته، دکسترین، گلیکوژن و .... و نشاسته است اگر نشاسته به صورت خام استفاده شود ضریب تبدیل غذایی بالایی را نخواهد داشت ولی اگر پخته شود بطوریکه ژلاتینه شود (با حرارت و بخار ژلاتینه می شود)، ضریب هضمی آن تا حد قابل قبولی بالا می رود.

عوامل محدود کننده مصرف کربوهیدراتها در تغذیه آبزیان پرورشی:

در بدن ماهیان انسولین به اندازه کافی وجود ندارد و از آنجایی که بعد از متابولیسم، اکثر کربوهیدراتها به مونو ساکارید تبدیل می شوند (گلوکز و فروکتوز) برای ورود به چرخه انرژی کمبود انسولین باعث اختلال در این چرخه می شود و لذا با انباشتگی گلوکز در خون (دیابت)، کاهش رشد، افت راندمان تغذیه ای و .... مواجه می شویم.

مصرف بیش از حد کربوهیدراتها یاعث می شود سرعت عبور غذا از دستگاه گوارش افزایش یافته و حرکت سریع غذا فرصت هضم مناسب را می گیرد لذا موادی همچون پروتئین و لیپید ها هم کم هضم خواهند شد و مشکلات گوارشی را بوجود خواهد اورد.

پروتئین ها:

در طبیعت ، ماهیان گوشتخوار از غذایی استفاده می کنند که تا ۵۰٪ پروتئین دارند. از آنجا که ماهی ها سیستم بسیار کارآیی در دفع مواد نیتروژنه پروتئینی دارند، درصد های بالای پروتئین در جیره غذایی آنها چندان مشکل ساز نیست. از طرفی پروتئین گران قیمت ترین بخش غذا است که به منظور کاهش هزینه های غذا و متعاقب آن کاهش هزینه های تولید ابزیان پرورشی، لازم است از سطح آن در جیره کاسته شود تا قیمت تمام شده غذا کاهش یابد. لازم به ذکر است که این موضوع اقتصادی نباید بدانجا بیانجامد که کیفیت غذا کاهش یابد زیرا در این شکل رشد مناسب و اقتصادی نصیب پرورش دهنده آبزی نمی شود که خود با اصل منفعت طلبی آبزی پروری در تضاد است. ارزش انرژی متابولیسمی پروتئین ها برای ماهی ها حدود ۴/۵ کیلو کالری بر گرم است، که نسبت به پستانداران و پرندگان بیشتر است که هزینه کرد کمتر انرژی برای تولید و دفع مواد نیتروژن دفعی دلیل این موضوع معرفی شده است. پروتئین های با منشاء حیوانی نسبت به انواع گیاهی هضم پذیر تر هستند. فرآیند های عمل آوری و تهیه جیره غذایی نیز می توانند بر کیفیت پروتئین تاثیر بگذارند مثلا حرارت باعث افزایش هضم پذیری برخی پروتئین ها و کاهش برخی دیگر می شود. علیرغم آنکه پروتئین به عنوان یک منبع تولید انرژی بسیار مورد توجه ماهی است ولی دلایل اقتصادی باعث شده تا جیره نویسان از این منبع غذایی کمتر به عنوان تامین کننده انرژی استفاده نمایند زیرا معتقدند این ماده برای رشد بسیار لازم و مناسب است و از طرفی منابع ارزان قیمت مثل کربوهیدراتها و چربی ها را می توان در غذا و با هدف تامین انرژی اضافه نمود.

نیازهای پروتئینی و اسید های آمینه در ماهیان:

پروتئین ها از مواد غذایی لازم و ضروری برای همه موجودات زنده است که باید در رژیم غذایی آنها وجود داشته باشد. اسید های آمینه که با پیوند های مختلف سولفوری، پپتیدی، هیدروژنی و واندروالسی به هم متصل شده اند پروتئین را بوجود می آورند که در هضم از هم گسسته شده در روده جذب و از طریق خون به اندام ها و بافت های مختلف رفته برای سنتز پروتئین های جدید مورد استفاده قرار می گیرند پس لازم است پروتئین با یک نرخ منظم برای ساخت بافت های جدید (رشد و تولید مثل) و جبران زخم های بافتی مصرف شود. از بین ۲۳ اسید آمینه شناخته شده ۲۰ مورد آن مهم و از بین آنها ۱۰ مورد به عنوان اسید های آمینه ضروری شناخته شده و حتما باید در رژیم غذایی موجودات وجود داشته باشند.

GPR(Gross Protein Requirements) که به عنوان پروتئین خالص مورد نیاز تعریف شده است برای دوره لاروی در مقایسه با اندازه بزرگتر و افزایش رشد ماهی سهم بیشتری را به خود اختصاص می دهد GPR به دما، میزان دردسترس بودن غذا، انرژی غیر پروتئینی غذا، کیفیت پروتئین مصرفی، جنس(نر و ماده) و میزان ذخیره سازی ماهی در استخر بسیار وابسته است. شاید مهمترین عامل در میزان پروتئین مورد نیاز دمای آب باشد.

گفته شده در دمای ۲۹-۲۶ درجه سانتیگراد آب، بچه ماهی روهو از کپور ماهیان هندی افزایش وزن روزانه ۴۵۰/۵-۲۵۰ میلی گرم (ضریب تبدیل موثره ۱۲/۲-۵/۴ ٪) داشته حال آنکه گروهی دیگر از همین بچه ماهیان در مای ۲۲-۱۸ درجه سانتیگراد و با همان میزان پروتئین مصرفی (۳۰/۸-۲۹/۵٪) (با ضریب تبدیل موثره ۷/۷-۲/۹٪) ، به کمتر از نصف یعنی ۲۲۰-۹۰ میلی گرم افزایش وزن روزانه رسید.

کیفیت پروتیئن هم بسیار مهم می باشد به طوریکه بچه ماهیانی که از آرد ماهی (۵۰٪) در جیره غذایشان استفاده نمودند افزایش وزن بیشتری نسبت به گروهی که از پروتئین گیاهی(۵۰٪) استفاده نموده بودند را نشان دادند. در موضوع کیفیت، مهمترین عامل وجود اسید های آمینه ضروری در پروتئین است. اسید های آمینه ضروری شامل: آرژنین، هیستدین، ایزولوسین، لوسین، لیزین، متیونین، فنیل آلانین، ترئونین، تریپتوفان و والین می باشند. دو اسید آمینه غیر ضروری سیستئین و ترئوزین با داشتن اثر اسپارینگ بر روی اسید های آمینه ضروری به عنوان مثال متیونین(سیستئین- متیونین) و فنیل آلانین (ترئوزین- فنیل آلانین) بسیار مهم می باشند.

در تغذیه طبیعی ماهیان، پلانکتون ها و زوپلانکتون ها دیده می شوند که مملو از پروتئین هستند و دارای مقادیر مناسب اسید های آمینه هستند و این موضوع اهمیت پروتئین را در جیره غذایی ماهیان نشان می دهد. ارزش غذایی منابع پروتئینی به هضم پذیری آن و بوجود آمدن اسید های آمینه بر می گردد به طوریکه اگر از نظر اسید های آمینه کاستی مشاهده شود آن پروتئین کارآیی کمی خواهد داشت و متعاقب آن رشد با اختلال همراه خواهد بود و وزن نیز کاهش خواهد یافت و به همین دلایل ماهی کمتر تمایل به خوردن این نوع پروتئین یا ماده غذایی خواهد داشت. در حالات حاد با چنین کاهشی در وزن ، مقاومت ماهی به بیماری ها نیر کاهش خواهد یافت و مکانیسم های ایمنی در آنها بی تاثیر خواهد شد. به عنوان مثال، آزمایشات نشان داده اند که کاهش

تریپتوفان باعث اسکولیوتیک ماهی خواهد شد یعنی خارهای ماهی منحنی شکل خواهد شد و یا کاهش متیونین باعث آب مروارید در چشم ماهی خواهد شد. در رژیم غذایی ماهیان آزاد معمولا ۳۵-۴۵ ٪ پروتئین قابل هضم یا ۴۰-۵۰ پروتئین خالص دیده می شود. با این وجود، اسیدهای آمینه یا پروتئین ها بایستی قابلیت هضم پذیری و تولید انرژی را داشته باشند. نسبت پروتئین به انرژی که توسط متخصصین برای ماهیان آزاد تایید شده است، ۲۰-۲۶ گرم پروتئین قابل هضم به انرژی قابل هضم می باشد(۹۲-۱۰۲ گرم پروتئین در هر مول کالری). افزایش این تناسب باعث افزایش دفع پروتئین خواهد شد. نیاز به اکسیژن محلول نیزهمچنین افزایش می یابد زیرا در این حالت انرژی مورد مصرف کاهش می یابد.

جدول ۷ : اسید های آمینه ضروری مورد نیاز گونه های مختلف ماهیان استخوانی (بر حسب گرم بر ۱۰۰گرم پروتئین)

اسیدهای آمینه	باس دریایی	بریم دریایی	خامه ماهی	تیلاپیا	کپور	گربه ماهی	آزاد ماهیان
آرژینین			۵/۶	۴/۱	۴/۴	۴/۳	۴/۲
هیستیدین			۲/۰	۱/۷	۲/۴	۱/۵	۱/۶
ایزولوسین			۴/۰	۳/۱	۳/۰	۲/۶	۲/۰
لوسین			۵/۱	۳/۴	۴/۷	۳/۵	۳/۶
لیزین	۴/۸	۵/۰	۴/۰	۴/۶	۶/۰	۵/۰	۴/۸
تروئونین			۴/۹	۳/۸	۴/۲	۲/۱	۲/۰
تریپتوفان		۰/۶	۰/۶	۱/۰	۰/۸	۰/۵	۰/۶
والین			۳/۰	۲/۸	۴/۱	۳/۰	۲/۲
متیونین+سیستئین	۴/۴	۴/۰	۴/۸	۳/۲	۳/۵	۲/۳	۲/۴
فنیل الانین+ تیروزین			۵/۲	۵/۶	۸/۲	۴/۸	۵/۳

جدول ۸ : ترکیب اسید های آمینه در منابع پروتئین معمولی (گرم / ۱۰۰ گرم پروتئین)

	Phe(+Tyr)	Arg	Leu	Val	His	Ile	Thr	Trp	Lys	Met(+Cys)	CP
میزان نیاز	۵/۳ (۲/۷)	۴/۲	۳/۶	۲/۲	۱/۶	۲/۰	۲/۰	۰/۶	۴/۸	۲/۴(۱/۷)	
آرد ماهی	۳/۶	۸/۳	۷/۱	۷/۹	۸/۸	۴/۲	۴/۰	۱/۱	۷/۹	۳/۱	۶۸
آرد سویا	۵/۷	۸/۰	۸/۰	۵/۷	۲/۷	۵/۵	۴/۲	۱/۳	۶/۷	۱/۶	۴۸
آرد ذرت	۶/۳	۳/۲	۱۵/۷	۴/۵	۲/۰	۳/۸	۳/۳	۰/۵	۱/۷	۳/۲	۶۰
پودر خون	۶/۰	۲/۸	۱۲/۲	۶/۱	۳/۶	۰/۹	۴/۵	۱/۲	۶/۳	۱/۲	۸۵
پودر گوشت و استخوان	۴/۰	۶/۰	۵/۷	۵/۳	۳/۳	۳/۸	۴/۰	۰/۴	۴/۹	۱/۲	۵۰
پودر ضایعات طیور	۲/۵	۷/۵	۵/۷	۴/۸	۲/۲	۲/۹	۴/۰	۰/۹	۵/۹	۱/۷	۶۵
پودر پر	۳/۱	۴/۶	۹/۲	۵/۴	۰/۳	۳/۱	۳/۳	۰/۵	۱/۲	۰/۷	۸۵

پروتئین قابل هضم:

هر چه به سمت استفاده از پروتئین های خوش هضم پیش رویم راندمان تولید بالا خواهد رفت با اینکار می توان سطح پروتئین را کاهش داد و البته در جبران آن از چربی بیشتر استفاده نمود Protein sparing effect یعنی اگر از چربی استفاده شود بدن ماهی از پروتئین برای تامین انرژی استفاده نمی کند. لذا پروتئین ذخیره می شود.

FCR زیر یک یعنی غذا بسیار پر کیفیت است مثل اینکه فضانوردان در فضا از یک قرص تامین انرژی می کنند و نیازهای متابولیکی خود را تامین می نمایند. حال تصور شود بسته های غذایی پر انرژی تهیه شود که با مثلا ۷۰۰ گرم آن بتوان وزن ماهی را یک کیلو افزایش داد، در این صورت FCR آن بسته غذایی ۰,۷ است.

نکته مهم در پروتئین های خوش هضم تاثیر آنها به عنوان Functional food است یعنی غیر از توقع کلاسیک غذایی در فلور باکتریایی بدن تاثیر گذاشته و مقاومت را نسبت به تنش ها افزایش می دهد.

در حال حاضر در جهان حدود ۹۰ میلیون تن برداشت ماهی صورت می گیرد که از آن ۶ میلیون تن پودر و ۱ میلیون تن روغن استحصال می شود البته بیشتر آنها به عنوان خوراک مردم مورد استفاده است. با توسعه شدید آبزی پروری (حدود۹٪ رشد سالیانه آبزی پروری) نسبت به ۲,۱ ٪ رشد تولیدات طیور، و با تولید حدود ۳۰ میلیون تن غذای آبزیان در جهان نقش و اهمیت این صنعت خود را نمایان می سازد و در این بین سهم پودر ماهی و روغن لازم است تا افزایش یابد.

چرا ماهیان به چنین حد به پروتئین ها وابسته اند ؟

در ماهیان نیاز به پروتئین در رژیم روزانه درصد بالای را به خود اختصاص داده است اما نیاز مطلق ماهی به پروتئین یعنی نسبت گرم پروتئین به کیلو گرم وزن بدن چندان زیاد نیست زیرا ماهیان نیاز انرژتیکی کمتری نسبت به پستانداران دارند و در مجموع نسبت وزنی به پروتئین هضم شده تقریبا در همه گروهای جانوری یکسان است ولی در ماهیان کارآیی تغذیه بهتر است.

پروتئین(اسید های آمینه) می توانند به عنوان منبع انرژی مصرف می شوند ولی برخی از متخصصین معتقدند اگر منبع سوختی دیگری مثلا چربی ها در حجم بالا و در اندازه کافی در اختیار ماهی باشد، می تواند از سوختن پروتئین(اسید های آمینه) بکاهد و نتیجه نهایی کمتر شدن نیاز ماهی به پروتئین خواهد بود. در حقیقت چربی ها می توانند اثر تقلیلی بر مصرف پروتئین داشته باشند. البته پروتئین فاکتوری است که در نرخ انرژتیکی مفید باید مورد توجه باشد.

منابع پروتئینی (اسید های آمینه) شامل انواع گوشت ها، شیر و لبنیات و دانه های گیاهی پر پروتئینه و .... از انواع حیوانی آن می توان به موجودات آبزی و محصولات فرآوری شده آن شامل پودر ماهی و فرآورده های آن و همچنین فرآورده های پروتئینی سایر منابع آبزی بجز پودر مثلا گیاهان آبزی ماکروفیت و گیاهان دریایی اشاره نمود. از حیوانات خشکی زی پودر گوشت، پودر استخوان، پودر گوشت و استخوان با هم، پودر خون، پودر پر و پودر فرآورده های لبنی می توان اشاره نمود.

از کنابع گیاهی کنجاله سویا، کنجاله کانولا، کنجاله آفتابگردان، کنجاله تخم پنبه و گلوتن ذرت و گندم استفاده به عنوان منابع پروتئینی فراوانی می شود.

گران ترین جزء غذا پروتئین است. سنتز پروتیئن منجر به رشد می شود به طوریکه **Growth = Synthesis of Protein**

البته بسیاری از آنزیم ها پروتئینی هستند. در هر سلول ۹۰۰۰-۸۰۰۰ آنزیم کارآیی دارند.

پودر ماهی :

پروتئین جزء لاینفک و ضروری غذا است زیرا برای رشد ، ساختار غشا سلولی، تولید بسیاری از هورمونهای فیزیولوژیک و ... لازم و ضروری است. به طور متوسط در دوره پرورشی، ماهی قزل الا به حدود ۳۵ تا ۴۰ درصد و ماهیان کپور چینی حدود ۳۰ درصد پروتئین کل در جیره خود نیاز دارند. منابع پروتئین می تواند گیاهان و حیوانات خشکی یا آبزی باشند که پودر ماهی مهمترین و کاملترین منبع پروتئینی برای تولید غذای کنستانتره است. پودر ماهی فقط از ماهیان دریایی که سهمی در سفره غذایی انسانی ندارند تهیه می شود که این ماهیان از آبهای آزاد صیدمی شوند و طی فرآیندی به پودر ماهی تبدیل می شوند. و درست به همین دلیل میزان انها با محدودیت هایی همراه است و لذا امکان افزایش صید آنها با توجه به روند افزایشی آبزی پروری نیست. به همین دلیل ممکن است در اینده بخشی از آبزی پروری به گونه های سریع الرشدی اختصاص یابد که تماما برای

تولید پودر ماهی مورد استفاده قرار گیرند. میزان مصرف پودر ماهی در جیره غذایی میگو و به خصوص آزاد ماهیان (که قزل الا نیز در این گروه جای دارد)، نسبتا بالا است. در حالیکه در مورد میزان نیاز تیلاپیا به پودر ماهی گاه تا کمتر از ۸-۶ درصد و در مورد گربه ماهی کانالی تا صفر کاهش می یابد . این بدان معنی است که گربه ماهی می تواند کل نیاز پروتئینی خود را از منابع گیاهی تامین کند. در مورد میگو و آزاد ماهیان این تصور وجود دارد که میزان تولید با توجه به مصرف پودر ماهی در جیره غذایی آنها و نیاز بالای انها به سهم پروتئینی نسبت به صید ماهی لازم برای تهیه پودر ماهی مورد نیاز آنها، کمتر است این بدان معنی است که برای تولید ۱۰۰۰ کیلو گرم میگو تا ۲۲۵۰ کیلو ماهی صید دور ریز باید صید شود تا با حداقل نیاز پروتئینی ۲۵٪ و با ضریب تبدیل ماهی به پودر۴/۵ بتوان حدود ۲۰۰۰ کیلو غذا تولید نمود و با ضریب تبدیل غذایی حدود ۲ میزان میگو محاسبه شده بدست آید. در ۲ تن غذا با ۲۵٪ آرد ماهی، حداقل ۵۰۰ کیلو آرد ماهی وجود خواهد داشت که با ضریب تبدیل ۴/۵ ماهی به پودر ، ۲۲۵۰ کیلو ماهی باید صید شود تا فقط ۱ تن میگو تولید شود این موضوع از قاعده صرفه اقتصادی جهانی تبعیت نمی کند. زیرا همانگونه که در ابتدا گفته شد آبزی پروری بدنبال کاهش صید پا به عرصه وجود گذاشت ولی خود به عاملی تبدیل شد که صید بیشتر را به همراه خواهد داشت(برای تولید پودر ماهی جیره غذایی در سیستم های متمرکز). این محاسبات در مورد تیلاپیا بسیار اقتصادی است زیرا برای تولید ۱۰۰۰ کیلو تیلاپیا، ۱۷۰۰ کیلو غذا با ۶ درصد پروتئین و با ضریب تبدیل ۴/۵ ماهی به پودر ماهی ، یعنی ۴۵۹ کیلو صید لازم است که کمتر از نصف تولید تیلاپیا خواهد بود حال آنکه در مورد میگو صید ماهی مورد نیاز تولید پودر ماهی غذا، بیش از دو برابر تولید خود محصول میگو خواهد بود. موضوع جایگزینی پروتئین های گیاهی به جای پودر ماهی بدلایل اقتصادی و همچنین کاهش اثرات نامطلوب آن بر آب در سالهای اخیر بسیارمورد توجه تولید کنندگان غذای آبزیان پرورشی قرار گرفته است. البته با تحقیقات تغذیه ای و همچنین بهره گیری از تکنولوژی این امکان میسر شده است.

فرمول های ضریب تبدیل غذا(FCR)، نرخ تبدیل پروتئین (PCR)، کارآیی پروتئین (PE)، نرخ تبدیل پودر ماهی (FMCR)، تعادل ماهی زنده (LFE)، بار نیتروژن (N load) و بار فسفر (P load) در زیر آورده شده است:

$$\text{ضریب تبدیل غذایی} = \frac{\text{غذای مصرف شده(کیلو گرم)}}{\text{تولید خالص (کیلو گرم)}}$$

$$\text{نرخ تبدیل پروتئین} = \text{ضریب تبدیل غذایی ضربدر} \frac{\text{غلظت پروتئین غذا ٪}}{۱۰۰}$$

$$\text{کارآیی پروتئین} = \text{ضریب تبدیل غذایی ضربدر } \frac{\text{غلظت پروتئین غذا ٪}}{\text{غلظت پروتئین در ماهی ٪}}$$

$$\text{نرخ تبدیل پودر ماهی} = \text{ضریب تبدیل غذا ضربدر } \frac{\text{غلظت پودر ماهی در غذا ٪}}{۱۰۰}$$

تعادل ماهی زنده = نرخ تبدیل پودر ماهی ضربدر ۴/۵

$$\text{بار نیتروژن} = \frac{\text{نیتروژن مصرفی (کیلو گرم) – نیتروژن برداشت شده در زی توده (کیلو گرم)}}{\text{تولید خالص (تن)}}$$

$$\text{بار فسفر} = \frac{\text{فسفر مصرفی (کیلو گرم) – فسفر برداشت شده در زی توده (کیلو گرم)}}{\text{تولید خالص (تن)}}$$

پودر ماهی مهمترین بخش یک خوراک است زیرا منابع دیگر نتوانسته اند جای آن را پر کنند. ترکیبات این پودر همان ترکیبات غذای خورده شده توسط ماهی است. در گربه ماهی مصرف پودر ماهی به صفر رسیده یعنی منابع دیگر توانسته اند جایگزین خوبی برای پودر ماهی باشند و یا به عبارت بهتر گربه ماهی توانسته است با منابع دیگر پروتئینی خود را سازش دهد و از رشد قابل قبولی برخوردار باشد. این ماهی مهمترین ماهی پرورشی در آمریکا است. مناطق سرد شمال اروپا، اسکاندیناوی، شمال کانادا، جنوب شیلی و پرو و جنوب استرالیا مناطی هستند که از ماهیان آن برای تولید پودر ماهی با کیفیت استفاده می شوند.

پرو- شیلی و تایلند حدود ۵۰٪ پور ماهی جهان را تامین می کنند. اگر کشوری بتواند منابع پودر ماهی خودش را تامین نماید یعنی اقتصاد آبزی پروری اش در امان خواهد بود . از ماهی هایی که در زیر نام آنها آورده شده است پودر ماهی تهیه می شود.

در پرو از آنچوی و کاپلین، در کشورهای آمریکای جنوبی از منهادین و در کانادا از ماهی هرینگ، در افریقای جنوبی از پیلکرد و در ژاپن از ساردین و ماهی سفید استفاده می شود تا پودر ماهی تهیه شود.

منابع انرژی – عمدتا کربوهیدرات ها به عنوان انرژی هی کم هزینه مطرح هستند هر چند از چربی ها به عنوان منابع انرژی غنی یاد می شوند ولی امروزه به این نتیجه رسیده اند که تامین انرژی از چربی ها درست به همان اندازه تامین انرژی از پروتئین ها معقول نیست. منابع چربی (اسید های چرب) امروزه به دلیلی اهمیت آنها به عنوان Functional food در گروه مجزایی مورد بررسی قرار می گیرند.

تولید پودر ماهی در سال ۲۰۰۷ در جهان به سیر نزولی خود ادامه داده است. ۵۰ کشور صادر کننده عمده در ۷ ماه اول سال خروجی ۱/۸ میلیونی داشته اند که سقوط ۳ درصدی را نشان می دهد.

با وجود کاهش در تولید پودر ماهی صادرات شیلی در نیمه اول سال ۲۰۰۷ در مقایسه نیمه اول سال ۲۰۰۶ ثابت باقیمانده است.

پودر ماهی شیلی بازار ثابتی مانند چین را دارد که با وجود قیمت بالای محصول صادرات آن ادامه می دهد.

پورد ماهی شیلی از نوع گرانقیمت است و به سادگی مورد استفاده صنعت تکثیر و پرورش چین قرار می گیرد.

با تقاضای کم چین برای آرد ماهی قیمت پودر ماهی طی سال ۲۰۰۷ کاهش یافته از بهای هر تن ۱۲۵۰ دلار در دسامبر سال ۲۰۰۶ به بهای هر تن ۱۰۵۰ دلار در سپتامبر ۲۰۰۷ رسیده است.

تجار چینی در حال حاضر گزارش کرده اند به دنبال تامین آرد ماهی برای صنعت پر ارزش تکثیر و پرورش آبزیان هستند. خریداران آمریکایی اروپایی تمایل به رقابت با آسیا ندارند و کل واردات آنها در سال ۲۰۰۷ در مقایسه با ۲۰۰۶ کاهش یافته است. آنطور که انتظار می رود بعضی از جاذیه های خرید به وجود آمده است هم اکنون که قیمت پودر ماهی به سطح قابل قبول تری کاهش یافته است. در میان کشورهای اروپایی آلمان عمده ترین کشور وارد کننده پودر ماهی است. در سال ۲۰۰۷ تجارت آن کاهش نشان می دهد. پرو کشور عمده صادر کننده به آلمان است که ۹۰٪ بازار آلمان را تامین می کند. پودر ماهی انگلیس در شش ماه اول سال ۲۰۰۷ به نصف تقلیل یافته است که به دلیل کم شدن واردات پودر ماهی از پرو و آلمان (صادرات مجدد پودر ماهی پرو) است. بازار آمریکا سریعاً به هر نوع افزایش قیمتی واکنش نشان می دهد. از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ سهم پودر ماهی در آبزی پروری به عنوان غذا از ۳۰٪ به ۶۲٪ افزایش و در همین سالها در پرورش خوک (به عنوان مهمترین دام در کشورهای غیر اسلامی) از ۳۸٪ به ۲۲٪ کاهش یافته است. این موضوع در مورد طیور نیز روند کاهشی داشته است. (البته شاید دلیل آن بدست آوردن غذاهای ترکیبی دیگری غیر از پودر ماهی است که این مهم هنوز در مورد آبزی پروری عملیاتی نشده است).

اگر آبزی پروری نتواند به مشکلات قیمتی پودر و همچنین جایگزینی آن توسط منابع دیگر پروتئینی فائق آید، در آینده نه چندان دور با مشکلات عمده ای مواجه خواهد شد.

در جهان سهمیه پودر ماهی به ترتیب به مصرف میگو – ماهیان دریایی- سالمون- کپور چینی- قزل آلا- مارماهی- گربه ماهی- تیلاپیا- سخت پوستان آب شیرین- خامه ماهی می رسد.

ایران در موضوع واردات پودر ماهی در جهان رتبه نهم را دارد که حدودا سالیانه ۹۰ هزار تن (مربوط به سال ۲۰۰۳) بوده است . میزان تولید در کشور از کیلکا شمال و یا ماهیان جنوب بسیار کم است هر چند از چند سال پیش با ورود بخش خصوصی در این مسیر در قشم بزرگترین کارخانه تولید پودر ماهی راه اندازی شده و با صید فانوس ماهیان قدم در راه تولید بیشتر و این ماده ارزشمند در داخل کشور گذاشته است ولی هنوز راه طولانی در پیش دارد.

برای ساختن پودر پس از پختن ماهی، تحت فشار قرار داده می شود تا روغن آن گرفته شود و سپس خشک و آسیاب شده که بسته به نوع ماهی، نوع فرآوری رنگ آن کمی تغییر نشان می دهد ولی اصولا به نسبت قهوه ای رنگ است. با عمل پختن پروتئین دناتوره می شود به همین دلیل میزان حرارت به گونه ای تنظیم شده تا کمترین آسیب به پروتئین آن وارد آید. ولی با این روش پروتئین از سایر مواد غذایی جدا می شود. البته می توان از ضایعات کارخانه های فرآوری ماهی نیز پودر و روغن گرفت.

انواع پودر ماهی از نظر نوع فرآوری:

- پودر ماهی درجه بالا Super prime meal با ۶۷٪ پروتئین و برخی تا ۷۰٪. این نوع پروتئین دارای هضم پذیری بالاست و فقط در تغذیه لارو ماهیان دریایی بسیار مورد توجه است زیرا از قیمت بالایی برخوردار است. در مرحله لاروی باید از منابع غذایی درجه یک و با کیفیت استفاده نمود زیرا تا آخر عمر تاثیر خود را خواهد داشت. در این مرحله حدود ۲٪ زی توده بدن تغذیه می شود
- پودر درست شده با دمای پایین Low temperature meal ۶۵-۶۳٪ پروتئین خواهد داشت. هر چه برای تولید پودر ماهی از حرارت های بالا استفاده شود ساختارپروتئین بیشتر تخریب می شود. پودر ماهی که در دمای پایین تولید می شود قابلیت هضم بالایی دارد. سالمون ماهی ها به دلیل قیمت بالا از این نوع پودر در جیره غذایی استفاده می کنند این پودر نیز نسبتا گران است.
- پودر معمولی Prime meal در تهیه جیره های انواع عادی یا پرواری آبزیان پرورشی از این نوع پودر ماهی استفاده می کنند. مدت استفاده از این نوع پودر زیاد است
- پودر با کیفیت نسبتا کم Fair average quality meal معمولا در جیره غذایی آبزیان استفاده نمی شود زیرا درصد پروتئین آن کم است و عمدتا در جیره طیور و خوک کاربرد دارد.

مزایای پودر ماهی:

- کامل ترین ماده غذایی- نیاز غذایی موجود به مواد موجود در بدنش باز می گردد. پس پودر ماهی برای ماهی پرورشی یک بسته غذایی لازم و ضروری است زیرا بخشی از بدن ماهی از آن تشکیل شده است.

- هیچ نوع ماده ضد غذایی Antineutrinos در پودر ماهی که خوب فرآوری شده باشد گزارش نشده است. ولی چنانچه خوب فرآوری نشده باشد و یا در شرایط استاندارد انبار نگهداری نشده باشد مواد ثانویه در آنها بوجود خواهد آمد که در برخی موارد سمی هستند.
- قابلیت هضم آنها بسیار بالا است و تا ۸۰٪ میر سد (در برخی تا ۹۰٪) و از این طریق به کاهش آلودگی آب محیط پرورش و متعاقب ان به افزایش رشد و .... ماهی کمک می کند. بهر حال با افزایش هضم پذیری یعنی هدر رفت ماده غذایی از طریق غذای هضم نشده و یا دفع شده کمتر و این موضوع با استفاده طولانی مدت تر از آب محیط پرورش کمک نموده یعنی به کاهش بار آلودگی انجامید هاست.

معایب پور ماهی:

- قیمت بالا
- همه کشورها به پودر ماهی دسترسی ندارند
- نگهداری آن سخت و نیاز به مواد محافظت کننده خاص و گران دارد.
- میزان فسفر قابل جذب آن پایین است اگر از یک میزان بیشتر پودر ماهی استفاده شود، چون میزان فسفر قابل جذب آن کم است پس فسفر دفعی زیاد شده فسفر در آب خروجی افزایش نشان می دهد و باعث آلودگی آبها می گردد.

پودر ماهی با داشتن متوسط ۷۰-۶۵٪ پروتئین دارای اسید های آمینه بسیار مطلوبی هستند. اسید های آمینه تعداد زیادی دارند ولی ۲۰ نوع آنها خیلی مهم و از این تعداد انواع ضروری باید حتما در جیره غذایی ماهی (۱۰ مورد) وجود داشته باشند. پودر ماهی دارای متیونین- لیزین است که این دو در پروتئین های گیاهی به مقدار کم و یا اصلا وجود ندارند. به همین دلیل به این اسید آمینه Limiting AA اطلاق می شود زیرا کمبود آنها بشدت باعث محدودیت رشد می شود. البته این قابلیت وجود دارد که L- Lysin را به صورت افزودنی به برخی جیره ها اضافه نمود. همیشه یک قانون کلی پابرجاست و آن اینکه تا آنجا که می توان باید مواد لازم را از ترکیبات غذایی درون جیره تامین نمود ولی چنانچه به هردلیل بالانس برقرار نشود حق افزودن آن محفوظ خواهد بود.

جدول ۹: مقایسه ترکیبات شیمیایی انواع پودر ماهی

	رطوبت	پروتئین	چربی(غیر اشباع)	خاکستر	کلسیم	فسفر
آنچوی	۷/۹	۶۶/۷	۶/۸	۱۵/۹	۳/۸۹	۱/۹۵
منهادین	۶/۵	۶۳/۴	۹/۹	۱۹/۹	۵/۷۳	۳/۱۵
هرینگ	۷/۹	۷۲/۳	۸/۴	۱۰/۳	۲/۱۲	۱/۵۵
تون	۸/۲	۶۲/۲	۷/۴	۱۹/۴	۷/۸۶	۴/۲۱
ساردین	۷/۷	۶۲	۷/۹	۱۴/۷	۴/۴۴	۲/۷۲

اگر آلودگی فسفری در منابع آبی بررسی شده باشد و به تایید رسیده بهتر است از پودر ماهی هرینگ استفاده شود زیرا میزان فسفر آن خیلی کم است (مجددا یاد آوری می شود عیب پودر ماهی این است که فسفر آن غیر قابل جذب یا کم جذب است).

جدول ۱۰ :نسبت های کارآیی اقتصادی و زیست محیطی غذای مورد استفاده در ماهیان سردابی و گرمابی

متغیر ها	ماهی قزل الا	ماهیان گرمابی
FCR	۱/۳	۱/۶
درصد پودر ماهی در غذا	٪۳۰	٪۸
درصد پروتئین در غذا	٪۴۰	٪۳۰
درصد نیتروژن غذا	۶/۴	۴/۸
درصد فسفر غذا	۱/۶۵	۱
درصد پروتئین در ماهی	۱۹/۳	۱۴
درصد نیتروژن در ماهی	۳/۰۹	۲/۳۶
درصد فسفر ماهی	۰/۲۶	۰/۷۵
PCR (ضریب تبدیل پروتئین)	۰/۶۴	۰/۴۸
PE (پروتئین موثره)	۳/۳۲	۳/۴۳
FMRC (ضریب تبدیل پروتئین)	۰/۴۸	۰/۱۲۸
بار نیتروژن(kg N / mt)	۷۱/۵	۵۳/۲
بار فسفر (P/mt kg)	۲۳/۸	۸/۵

با این مقدمه در ارزش پروتئینی، میزان نیتروژن، فسفر چه از طریق غذا و چه کود به سیستم پرورشی باید محاسبه گردد، در پایان تولید میزان نیتروژون و فسفر محصول نیز محاسبه و با کسر این دو میزان نیتروژن و فسفر رها شده در آب خروجی مزرعه محاسبه خواهد شد. متعاقب آن شکوفایی ریز جلبکی و مصرف اکسیژن، و همچنین از طریق تنفس میکروبی، فاضلاب بیشتر، تبخیر آمونیاک، نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون، تجمع نیتروژن، فسفر و مواد الی در خاک کف بوجود می آید که در آینده مزرعه بسیار حائز اهمیت خواهد بود.

جدول ۱۱ : استاندارد کیفیت پودر ماهی مورد نیاز در جیره غذایی آزاد ماهیان

ترکیب	سطوح
پروتئین خام (٪نیتروژن در ۶/۲۵)	٪۶۸>
چربی	%۱۰<
کل خاکستر	%۱۳<
نمک (NaCl)	%۳<
رطوبت یا نم	%۱۰<
Nآمونیوم	%۰/ ۲<
آنتی اکسیدان(به فرم مایع اسپری)	PPM۲۰۰<
ACD ماده خشک	%۸۵>
ACD پروتئین خام	%۹۰>
ذرات بسیار کوچک	mm۰/۲۵<

زیست فراهمی Bioavailability**:**

برخی از مواد در پودر ماهی کم است مثل فسفر و یا بهتر بگوئیم قابلیت جذب آن کم است. قیمت پودر ماهی و روغن ماهی از سال ۱۹۸۳ تا سال ۲۰۰۸ از ۴۰۰ دلار به ازای هر تن به ۱۲۰۰ دلار افزایش یافته است ولی این شیب به خصوص در سالهای ۲۰۰۰ به بعد بسیار صعودی بوده است. در سال ۲۰۰۹ پودر ماهی به ۲۰۰۰ دلار و روغن ماهی به ۱۷۰۰ دلار به ازای هر تن افزایش داشته است. هر چند طی سالهای اخیر با مطالعات و تحقیقات سعی در جایگزینی منابع پروتئینی گیاهی به جای پودر ماهی تا حدودی موفقیت آمیز بوده است. حتی اگر این مهم نیز به واقعیت برسد هنوز مشکل اساسی تهیه روغن ماهی یا جایگزین آن است که در دهه های آینده بحران آن می تواند برای صنعت آبزی پروری بسیار تاثیر گذار باشد. البته می توان با ترکیب روغن های گیاهی دریایی

تا حدودی جایگزین مناسبی برای روغن ماهی بدست آورد. ولی هنوز تحقیقات در این زمینه نو پا است. قطعا آینده این صنعت به گیاهان دریایی و به خصوص ریز جلبک ها وابستگی شدیدی نشان خواهد داد.

تاثیرات زیست محیطی ناشی از مصرف جیره های غذایی

A اغلب جیره از پودر ماهی

B بخشی از جیره از پودر ماهی

C مقدار پودر ماهی جیره خیلی کم

D جیره فاقد پودر ماهی

اگر B>A>D>C بار آلاینده در آب ناگهانی بالا می رود Eutrophialism

اگر A>B>C>D NPP use

اگر D>C>A>B Climate change

اگر A=C=D>B Energy use

اگر A=D>C=B Acidification

همانگونه که مشخص است با ریختن غذا بدرون آب موضوع آلودگی های زیست محیطی هم از بعد فیزیکی، زیستی، و هم از بعد شیمیایی، شدیدتر از تغذیه حیوانات خشکی زی است. به طور کلی دو آلاینده مهم ازت (شامل آمونیاک، نیترات و نیتریت) و فسفر مهمترین آلاینده های آلی هستند.

جدول ۱۱: مقایسه زیست فراهمی فسفر در منابع غذایی

	قزل آلا	کپور
نمک های معدنی		
مونوسدیم فسفات	۹۸	۹۴
مونوپتاسیم فسفات	۹۸	۹۴
کلسیم فسفات		
مونوکلسیم	۹۴	۹۴
دی کلسیم	۷۱	۴۶
تری کلسیم	۶۴	۱۳
مواد خام		
پودر ماهی	۶۶-۷۴	۱۸-۲۴
کازئین	۹۰	۹۷
مخمر آبجو	۹۱	۹۳

مابقی فسفر در منابع آبی رها و باعث آلودگی می شود.

جدول ۱۲: شاخص های استاندارد کیفی پودر ماهی مورد استفاده در تغذیه ماهیان سالمونیده

پروتئین خام	>٪۶۸
پربی	<٪۱۰
خاکستر	<٪۱۳
نمک طعام	<٪۳
رطوبت	<٪۱۰
نیتروژن آمونیاکی	<٪۰/۲
آنتی اکسیدانت	۲۰۰ میکرو گرم / گرم>

برای محافظت از پودر ماهی آنتی اکسیدانتها ضروری هستند. آنتی اکسیدانت ها ترکیبات فنله BHD هستند که اگر بیشتر از ۲۰۰ میکرو گرم/گرم استفاده شوند خودشان مشکل ساز خواهند بود.

فرآورد ه های مرطوب پودر ماهی:

هیدرولیز نمودن:

ضایعات ماهی با روش های غیر از خشک کردن مثلا استفاده از اسید های محافظت کننده را به عنوان هیدرولیز می نامند. چنانچه ضایعات ماهی قبل از هیدرولیز با اسید تیمار گردند در این صورت سیلوی ماهی نامیده می شود. در سیلو شرایط بی هوازی حاکم است و لذا میکرو ارگانیسم ها اسیدهایی تولید می کنند که بوی خوش، طعم خوش و قابلیت استفاده از آن را بوجود می آورند. این روش در مواردی که ماهی تازه وجود نداشته باشد و یا اینکه در طول سال در دسترس نباشند، استفاده می شود.

در روش سیلو ماهی با استفاده از اسید فوماریک هیدرولیز انجام شده و باندهای پپتیدی AA (اسید های آمینه) می شکنند و pH اسیدی می شود. هیدرولیز شده ضایعات ماهی مجددا با اسید به شکل هیدرولیزیت ماهی در خواهند آمد. در این شکل حتی اسید های آمینه آزاد FAA را می توان بدست آورد. در این صورت pH تا ۴ پایین می آید و فعالیت اکثر باکتری ها متوقف یا کم می شود و در مقابل آنزیم های داخلی پروتئازی افزایش فعالیت نشان می دهند. اسید ها، باندهای پپتیدی را حساس می کنند و دناتوره شدن پروتئین بهتر صورت گرفته لذا آنزیم های داخلی که به شرایط اسیدی حساسند بهتر عمل می کنند در نهایت شیره غلیظی تولید می شود. برای این رخداد به زمان طولانی نیاز است. برخی از پروتئین ها (که ساختار چهارم دارند) پیچیده ترین نوع پروتئین ها هستند که هضم آنها خیلی مشکل است. این فرآیند هیدرولیز پیچیدگی آنها را باز کرده اجازه هضم بهتر بدانها می دهد. هر چقدر مولکول پروتئین بزرگتر باشد می توانند اثر آلرژن بیشتری داشته و حساسیت

بوجود آورند لذا با روش هیدرولیز از میزان آلرژن زایی آنها کم می شود. بعد از تهیه سیلو باید از ترکیبات ضدقارچ استفاده نمود. البته اسید مورد استفاده ممکن است برخی مواد مفید را نیز از بین ببرد. از آنجا که ماهی به اسیدیته زیاد حساس است لذا بایستی قبل از مصرف تا حدی خنثی شوند که آسیب رسان نباشند و pH آن به ۶/۸ برسد. ماهی تازه را می توان در درجه حرارت بالاتر از ۸۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه نمود. اگر حرارت زیاد باشد آنزیم ها از بین می روند و فرآیند متوقف می شود لذا حرارت باید کاملا تحت کنترل باشد. در جائیکه بخواهند از غذاهای نیمه تر استفاده کنند (غذایی مولدین ماهیان پرورشی) از محصولات هیدرولیز شده به خوبی می توان استفاده نمود. البته باید قبل از مصرف خنثی شوند و بصورت پلیت در آورده شوند.

تریپتوفان در محیط اسیدی ناپایدار است پس مقادیر زیادی از آن از دسترس خارج می شود در این خصوص می توان با انجام تحقیقات کاربردی روش های حل این مشکل را بدست آورد.

معایب هیدرولیز:

تولید آن به صورت تر اقتصادی است ولی اگر بخواهیم آن را خشک کنیم دیگر اقتصادی نیست. لذا باید بصورت پلیت نیمه تر از آنها استفاده نمود. مصرف آن باعث کاهش کیفیت غذا می شود که اگر مدیریت نشود BOD را بالا خواهند برد در نتیجه کیفیت به سمت نامناسب سوق می یابد. مصرف آن به تنهایی میسر نیست و باید با مواد دیگر ترکیب شود. در برخی از کشورها از سیلوی ماهی در پلیت نیمه تر یا مرطوب برای سالمونیده ماهی ها استفاده می شود.

کنستانتره پروتئینی ماهی بصورت محلول Soluble fish protein concentrate :

از تکه های درشت ماهی که قبلا هیدرولیز شده اند توسط انزیم های گیاهی در رآکتورهای زیستی (Bioreactor) بصورت پیوسته و ناپیوسته استفاده می شود. تکه های بزرگ ضایعات ماهی برای اینکار مورد استفاده قرار می گیرند. در این روش از فعال شدن Exogenous enzyme به خوبی استفاده می شود. ولی در این روش نسبت مواد معدنی به پروتئین بالا می رود که این بالا رفتن مواد معدنی می تواند خطرناک باشند. قسمت های استخوانی از طریق سانتریفوژ جدا و خشک شده، پودر استخوان ساخته می شود و به این طریق مواد معدنی بسیار کاهش می یابد. پس میزان پروتئین غلیظ تر می شود. این فرآورده از نظر پروتئین بسیار غنی است ولی از نظر مواد معدنی ضعیف است. در ضمن پودر استخوان نیزتولید شده است.

در این فرآیند با توجه به عملکرد آنزیم ها پروتئین به مفهوم کلی نداریم بلکه FAA یا اسید های آمینه آزاد را خواهیم داشت. البته این فرآیند گر چه مفید است، ولی اگر در موجودی که می خواهد از آن استفاده نماید کد پروتئینی، کد اسید آمینه و سیستم هورمونی- آنزیمی و عصبی خیلی اختصاصی شوند این ماده خوب عمل نخواهد نمود. پس ممکن است اسید های آمینه آزاد وجود داشته باشد ولی خوب هضم نشوند لذا در جیره باید

به گونه ای عمل شود(یعنی ترکیبات به گونه ای جمع شوند) تا این کد های پروتئینی با غذا همخوانی داشته باشند. اینجاست که علم جدید با عرصه ظهور گذاشته است بنام غذا- ژن که در حقیقت ارتباط بسیار نوآورانه از کاربرد غذاها است ظهور می یابد. پس ممکن است برخی مواد غذایی بتوانند باعث روشن نمودن یک ژن شوند و اگر آن ژن برای تولید یک آنزیم خوب عملکرد داشته باشد این کار نتیجه عملیات نوترینت- بیان ژن خواهد بود.

این خصیصه یعنی تولید FAA در تغذیه آبزیان مطلوب نیست ولی قابلیت هضم FAA معمولا بالا است . در صورت نیاز پس از خشک کردن به آن مقداری روغن (چربی) اضافه می وشد تا نسبت متعادلی بین انرژی- پروتئین بوجود آید.

: Fish Autoleys

که شبیه کنستانتره پروتئینی ماهی بصورت محلول است ولی فقط ازآنزیم داخلی استفاده می شود. از آنجا که مدیریت هیدرولیز پروتئین بسیار حساس است ، لذا در این فرآیند این بخش حساس حذف شده، با این وجود قیمت تمام شده آن به دلیل استفاده از تکنیک های پیشرفته هنوز بالا است.

سایر فرآورده های پروتئینی آبزیان غیر از ماهی :

پودر میگو های ریز، پودر سخت پوستان، ضایعات فراوری شده میگو و سایر سخت پوستان، سرپایان،و پودر کریل از مواردی است که در این بخش جای می گیرند. میزان پروتئین خام این ترکیبات از ۳۰ تا ۵۰٪ نوسان دارد ولی خاکستر آنها بسیار بالا است (۴۰-۲۵٪) این فرآورده ها از نظر اسید های چرب امگا سه، کلسترول، کارتنوئید ها، گزانتین و جاذب های غذایی (عمدتا محلول در چربی اند) بسیار با ارزش محسوب می شوند. بسیار باعث خوش خوراکی غذا می شوند و حدود ۲-۱٪ به عنوان جاذب غذایی به جیره اضافه می شوند. چنانچه ناچار به استفاده از پروتئین های گیاهی باشیم می توانیم از پودر سخت پوستان و یا ضایعات آنها به عنوان اشتها آور (Appetizer) استفاده نمائیم بخصوص پودر میگو های کوچک که با خود آستاگزانتین و دیگر مواد را نیز همراه دارد. پودر سر میگو که به عنوان ضایعات حساب می شود کاربرد غذایی دارد ولی می تواند باعث انتقال بیماری شود لذا به استفاده آن توصیه نشده است. ممکن است برای برخی ماهی ها کاربرد مناسب داشته باشد. پودر این بخش از میگو از نظر کلسیم بسیار غنی ولی از نظر فسفر ضعیف است.

اگر پودر میگو حاوی ضایعات سر میگو باشد منبع غذایی خوبی است زیرا جبران کمبود کلسیم پودر میگو با سر آن خواهد شد هر چند این مجموعه کیفیت پودر ماهی را ندارد.

اگر قسمت های غیر از سر میگو مورد استفاده قرار گیردبه دلیل وجود کیتین زیاد قابلیت هضم آن کاهش می یابد البته در لارو میگو کیتین با قابلیت هضم بیشتر نسبت به کتین بالغ میگو وجود دارد. از کیتین یا کیتوزان به عنوان ناقل مواد دارویی می توان استفاده نمود.

در مقایسه پروفایل اسید های آمینه پودر میگو با پودر ماهی فقط لیزین و والین کمبود دارند ولی سایر اسید های آمینه در حد پودر ماهی است و حتی فنیل آلانین آن بالاتر از پودر ماهی است. البته این مفید نیست که سطح یک اسید آمینه زیاد باشد زیرا برخی از این اسید های آمینه زیادی با دیگر مواد ترکیبی اثر متقابل نشان می دهند و عملا از راندمان و بازده آنها می کاهند.

پودر کریل از سخت پوستان کوچک، که بیشتر از کل لاشه آن تهیه می شود، و فقط در برخی از کشورها وجود دارد بندرت یافت می شود ولی چنانچه یافت شود با رعایت محدوده استفاده گزینه بسیار خوبی است. میزان فلوئور پودر کریل بسته به محل زندگی و محل تهیه آن از ۲۷۰۰-۲۰۰ میلی گرم در کیلو گرم نوسان نشان می دهد پس باید در مصرف پودر کریل محدودیت اعمال نمود. حداکثر ۵۰۰ میلی گرم در کیلو گرم فلوئور در یک ماده غذایی حیوانی می تواند مصرف شود. در جیره غذایی مخلوط فقط تا ۱۵۰ میلی گرم در کیلو گرم توصیه شده است زیادی فلئور باعث مشکلات متابولیک می شود.

پودر اسکوئید حاوی پروتئین زیادی است ولی متاسفانه مواد معدنی کمی دارد به عنوان یک منبع که می تواند جاذب غذایی باشد و همچنین به عنوان عامل محرک رشد رد تغذیه انواع آبزیان به خصوص مولد سازی کاربرد مطلوبی دارد. هر چقدر جیره متنوع تر باشد کاربرد و بهره وری تغذیه ای ان بیشتر است. اگر در جیره نویسی مهارت داشته باشیم و بانک اطلاعاتی از مواد غذایی در دسترس داشته باشیم، برای بالانس کردن جیره پودر اسکوئید بسیار کارآیی دارد.

بسته به منبع تهیه پودر اسکوئید می تواند محتوی کادمیم (یک فلز مسموم کننده) باشد پس باید در استفاده از آن با داشتن اطلاع از منبع تهیه آن رعایت محدودیت ها شود. اوستر با توجه به فیلتر فیدر بودن، می تواند آلودگی های محیطی را در خود تجمع دهد. مثلا در بینابین قفس های ماهی پرورشی که اویستر پرورش می دادند دیده شد که آنها آلودگی اطراف محیط پرورش ماهی را به خود گرفتند و رشد ماهی بهتر از گروه های فاقد اویستر بود. با تجمع آلودگی در پیکره آنها براحتی قابل خارج نمودن از سیستم هستند.

جدول ۱۳: ترکیبات شیمیایی (٪) برخی از پودر های سایر آبزیان بجز پودر ماهی

	رطوبت	پروتئین	چربی	خاکستر	کلسیم	فسفر
پودر میگو	۸/۷	۳۸/۵	۲/۶	۳۲/۵	۱۲/۳۶	۲/۰۲
پودر سر میگو	۸/۸	۴۶/۶	۶/۴	۲۶/۵	۸/۳۳	۱/۳۳
پودر پوست میگو	۷/۲	۴۴/۲	۱/۴	۳۱/۷	۹/۹۱	۲/۷۱
پودر کریل	۷/۲	۶۱/۲	۱۷/۸	۱۲/۸	۲/۵۸	۱/۵۵
پودر اسکوئید	۹/۲	۶۷/۶	۸/۲	۸/۶	۰/۷۹	۱/۱۷
پودر خرچنگ گرد	۷/۱	۳۳/۹	۲/۸	۴۱/۹	۱۴/۵۶	۱/۵۹

جدول ١٤: سطح توصیه شده (٪) استفاده از منابع پروتئینی مختلف در جیره غذایی آبزیان

	ماهیان گوشتخوار	سخت پوستان
پودر ماهی	۲۵-۳۵	۲۰-۲۵
محلول ماهی غلیظ شده	۲-۳	۲-۳
پودر میگو	۳-۵	۲-۶
پودر سر میگو	۲-۳	۳-۵
پودر کریل	۲-۵	۲-۵
پودر اسکوئید خیلی گران است	۲-۵	۲-۵
پودر کبد اسکوئید خیلی گران	۱-۲	۲-۶

ضایعات محصولات جانبی حیوانی:

ضایعات پروتئینی حیوانی به عنوان منبع پروتئینی کامل کننده رژیم غذایی ماهی بسیار مورد استفاده هستند. این موضوع مهم است که از فرآورده های هضم پذیر با میزان خاکستر محدود استفاده شود. مقدار زیاد خاکستر باعث آلودگی بیشتر می شود. اصولا ضایعات حیوانی به نسبت خوب هضم پذیرند و استفاده از آنها به تجربه موفقیت بالایی را نشان داده است. در مورد پودر خون همانطور که گفته شد نوع خشک کردن اولیه بسیار مهم است. خشک کردن اسپری بهترین نتیجه را می دهد.

منابع پروتئینی غیر آبزی (خشکی زی) شامل پودر گوشت، پودر استخوان، پودر استخوان- گوشت، پودر خون، پودر پر و فرآورده های لبنی. همگی اینها در ایران موجود می باشند. در تغذیه حیوانات خشکی زی به خصوص نشخوار کنندگان این مواد کمتر استفاده دارند ولی در تک معده ای ها مثل طیور و خوک استفاده کرد زیادی دارند. نکته مهم آنها استفاده زیاد از آنها در صنعت آبزی پروری است.

جیره ای به عنوان یک جیره خوب معرفی می شود که دارای مقداری پودر ماهی، مقدار کمی پودر میگو، پروتئین های گیاهی متنوع و انواع پودر های مخلوط استخوان، گوشت(به ویژه گوشت گوسفند و گاو) خون و ..... باشد.

پودر محصولات یا ضایعات غیر آبزی که در ببالا بدانها اشاره شد حاوی فاکتورهای کنترل کننده رشد هستند پس در رشد موثرند. وجود آنها در جیره غذایی آبزیان اگر درست در جیره بالانس شده باشند باعث تحریک رشد می شوند. میزان سلولز (به عنوان یک ترکیب غیر قابل هضم) و مواد ضد غذایی در این نوع پودر ها بسیار کم است و از این منظر حائز اهمیتند. ولی با این وجود اگر خوب انبار داری یا نگهداری نشوند در آنها مواد سمی یا مواد ضد غذایی بشدت تولید می شود.

بایستی بیاد داشت که از محصولات دام ها منجمله مو، سم، مدفوع، شاخ، و محتویات سیستم گوارشی آنها به هیچ عنوان نباید در غذای آبزیان و یا حتی سایر حیوانات پرورشی استفاده نمود زیار بشدت آلوده به باکتری های بیماری زا هستند و در هضم مشکلات زیادی را بوجود می اورند.

پودر گوشت (گوسفند و یا گاو):

۶۰-۴۵٪ پروتئین دارد که معمولا بیش از ۵۱٪ خواهد بود. ولی متاسفانه اسید آمینه متیونین آن که یک اسید آمینه گوگردی است، کم است. بین ۹/۵-۹ درصد چربی دارد که بیشتر آنها اسید های چرب اشباع هستند. پس از لحاظ چربی پودر گوشت چندان مفید نیست ولی با اینوجود دارای اسید آراشیدونیک (20:4N6) بالایی است. البته میزان امگا شش برای ابزیان نسبت به به امگا سه از اولویت کمتری برخوردار است.

میزان خاکستر(مواد معدنی) این نوع پودر زیاد است ولی با اینوجود بسیار کمتر از پودر استخوان است.

پودر ضایعات گوشت گوسفند یا گاو:

دارای ۳ درصد کلسیم، ۴/۴٪ فسفراست. پروفیل اسید های آمینه و مواد لازم دیگر آن در مقایسه با پودر ماهی بسیار پایین است. تریپتوفان آن بسیار کم است

پودر گوشت و استخوان:

این پودر دارای پروتئین کمتری نسبت به پودر گوشت است. کیفیت پروتئین بسته به منبع تهیه آن متفاوت است، اسید های آمینه گوگردی مثل متیونین (که در جیره وجود آن بسیار ضروری است) خیلی کم است . ۹/۵-۹٪ چربی دارد. اسید های چرب آن مثل پودر گوشت عمدتا اسید های چرب اشباع هستند. ولی امگا شش (آراشیدونیک اسید آن) بالا است. این اسید در مورد انسان بسیار ضروری است زیرا پیش ساز پروستاگلندین ها است.

مقدار خاکستر این پودر ۳۱٪ است که تا ۳۵٪ هم می رسد. کلسیم ۱۲-۸/۸٪، و اثر آنتاگونیستی کلسیم بر متابولیسم مواد معدنی نادر اثبات شده است. پس در استفاده از این نوع پودر باید محدودیت اعمال شود . میزا ن فسفر آن بیشتر از پودر گوشت به تنهایی است. در اروپا استفاده از این پودر ممنوع اعلام شده است. شاید جنون گاوی یکی از دلایل ان باشد.

ژلاتین:

زلاتین بیشترین منبع پروتئین است که فقط اسید امینه تریپتوفان را ندارد. ماده مهمی در جیره های نیمه خالص است. اصولا جیره ها یا خالص هستند که فوق العاده گرانند زیرا همه ترکیبات لازم با توجه به نیاز غذایی موجود در بهترین سطح را دارند و فقط یک ماده را ندارند و آن موردی است که می خواهند اثر نبودش را تحقیق کنند و به طور قطع بگویند نتیجه حاصله به دلیل نبود فلان ماده است. جیره نیمه خالص برخی پایه ای و برخی خالص شده اند یعنی تا حدودی مواد خالص شده بکار رفته اند و تا حدودی ترکیبات پایه ای . و سومین نوع جیره، جیره تجاری است(عادی) که قیمت آن ارزانتر از دو نوع دیگر است و برای پروار بندی استفاده تجاری پیدار نموده است. از هیدرولیز ناقص کلاژن پوست حیوانات، تاندون آنها و بافت های پیوندی و لیگامنت ها می توان ژلاتین بدست آورد. این ماده دارای ۹۰٪ پروتئین است که متاسفانه میزان تریپتوفان آن در فرآیند هیدرولیز از بین می رود این ماده نه تنها به عنوان یک منبع پروتئین بلکه به عنوان یک همبند قوی استفاده می نمایند که پایداری غذا را بالا می برد. در بازار پودر ژلاتین موجود است که باید در آب داغ حل نمود و با خنک شدن حالت ژله ای به خود می گیرد. خشک آن بسیار شکننده و سخت است. در تغذیه آبزیان می توان از ژلاتین استفاده نمود ولی نسبتا گران است. از این رو سازمان بین المللی به هر غذایی یک شماره بین المللی غذایی داده است که همان International Feed Number است.

پودر خون:

پودر خون محصول خشک عاری از مواد خارجی حیوانی چون مو یا ادرار و ... است در حقیقت خون را تحت اسپری خشک می کنند و یا اینکه در حرارت کم بخیر را تا حد کاهش ۹۲-۹۰٪ رطوبت آن پیش می برند. پروتئین خون بسیار بالا و حدود ۸۵٪ است با این حال ارزش بیولوژیک پایینی دارد. رطوبت آن کمتر از ۸٪ باید باشد . اسید آمینه لیزین حدود۱۱-۹٪ با زیست فراهمی بالای ۸۵٪ و اسید های آمینه لوسین، والین و هیستیدین آن بالا است. ولی متاسفانه سطوح اسید های آمینه متیونین، ایزولوسین، فنیل آلانین و آرژنین آن پایین است. اگر پلاسما (مایع خون) از گلبولها جدا شود و گلبولهای خون حرارت ببینند پودر خونی بدست خواهد آمد که پروتئین بسیار بالاتری نسبت به قبل دارد ولی بهتر است از خاصیت همبندی آن استفاده شود تا از پروتئین آن زیرا بایندر بسیار خوبی است.

ایزولوسین و لوسین اثرات متقابل منفی روی هم می گذارند. با مصرف زیاد از پودر خون کمبود شدید ایزولوسین حادث می شود. از طرف دیگر مصرف بیش از حد آن باث بد مزه شدن غذا می شود (به دلیل وجود آهن آن). ولی اگر به حد مناسب به عنوان همبند مورد استفاده قرار گیرد بسیار اثر بخش است. پس توصیه می شود از این نوع پودر کمتر استفاده شود نهایتا ۵-۳٪ قابل قبول است.

پودر پر:

پودر پراگر چه از نظر سطح پروتئین بسیار بالا است، ولی از نظر هضم پذیری و استفاده در ماهی بسیار فقیر و غیر قابل استفاده است هر چند تحت فشار و هیدروکسید کلسیم به عنوان یک قلیا، ساختار پروتئینی آن به هم می ریزد و قابلیت هضم پیدار می کند. هیدرولیز خشک پروتئینی حدود ۸۵-۸۰٪ دارد. میزان قابلیت هضم پروتئینی این محصول توسط آنزیم پپسین نبایستی کمتر از ۷۵٪ باشد. میزان لیزین، متیونین، هیستیدین آن کم ولی میزان سیستئین آن خیلی بالا است. به علت اثر آنتاگونیستی بر متابولیسم متیونین، حیوانات مصرف کننده از جیره های غذایی حاوی مقادیر بیش از حد پودر پر ممکن است در معرض کمبود متیونین قرار گیرند پس Biological value آن مثل پودر خون کم است. و نباید بیش از ۳-۲٪ مصرف شوند. در ضمن پودر پر از نظر ویتامینی چندان غنی نیست. قابلیت هضم پودر پر ۷۰-۵۲٪ است حال آنکه این میزان در پودر ماهی ۹۰-۸۰٪ می باشد. پس مصرف آن بسیار محدود خواهد بود. درصد قابلیت هضم پروتئینی آن در ماهی قزل آلا بیشتر از کپور ماهیان است .

پودر استخوان : پودر استخوان حیوانات خشکی زی صرفا جهت تامین مواد معدنی کاربرد دارد. کلسیم و فسفر اثر متقابل منفی بر هم دارند. نسبت بین کلسیم و فسفر خیلی مهم است که باید با استاندارد های موجود برای هر گونه آبزی تعریف شود. با این وجودنباید بیش از ۲-۱٪ در جیره غذایی آبزیان مورد استفاده قرار گیرد. (پودر استخوان توسط نمک طعام حفاظت می شود).

محصولات فرعی پرورش طیور:

این محصولات شامل ضایعات ناشی از کشتارگاه های طیور بجز پر، محتویات سنگدان و روده است. پوست،امعا و احشا و .... در این دسته قرار می گیرند. درصد مواد مغذی این گروه بسته به نوع فرآوری آنها فرق می کند. طیور گوشتی مرغ مادر و طیور تخمگذار مرغ مادر .... در این درصد ها با هم فرق دارند. مثلا مرغ مادر گوشتی دارای ۵۸٪ پروتئین و ۱۳٪ پربی در امعا و احشا خود هستند. میزان اسید های آمینه آن وقتی با پروتئین های گیاهی (حداقل دو تا سه نوع) مخلوط شوند نسبتا کامل خواهند شد.

محصولات فرآوری لبنیات یا شیر:

شیر خشک: آب پنیر خشک (بسته به نوع یا فرآوری با هم فرق نشان می دهند) کازئین در ایران قابلیت استفاده دارند.

شیر خشک (قند شیر لاکتوز = کالاکتوز و گلوکز است) دارای ۳۶٪ پروتئین و اسید های آمینه بسیار خوبی دارد همچنین قابلیت هضم بالایی دارند. از شیر خشک چربی گرفته شده و لاکتوز گرفته شده به خوبی می توان به عنوان یک منبع پروتئینی استفاده نمود. قند شیر برای بعضی از نوزادان باعث بیماری لاکتوزونما می شود که تا حد مرگ می تواند پیش رود. برای این گروه از نوزادان اگر لاکتوز از شیر جدا شود دیگر مشکلی پیش نخواهد آورد. شیر ۴-۳٪ در تغذیه لارو آبزیان باید استفاده شود زیرا ارزش پروتئینی بالایی دارد که اسید های امینه آن بسیار مناسب و در حد پودر ماهی است.

آب پنیر در جیره غذایی آبزیان به شکل نیمه مرطوب می تواند استفاده شود. اگر خشک شده باشد می تواند برای دراز مدت نگهداری و مورد استفاده قرار گیرد. حتی در این شکل می تواند بجای پودر ماهی استفاده شود. از آب پنیر خشک تا ۱۰٪ در جیره غذایی می توان استفاده نمود. در تهیه غذا ۱۰٪ آب برای تولید خمیز لازم است تا بتوان با دستگاه پلت زن بهتر کار کرد لذا توصیه می شود بجای آب از آب پنیر برای خمیر سازی غذا استفاده شود تا همزمان دو کارآیی آن مورد استفاده قرار گیرد. خشک شده آب پنیر ۱۷-۱۳٪ پروتئین دارد ولی میزان لاکتوز آن تا ۶۵٪ هم می رسد.

کازئین: پروتئین خالصی است که می توان از آن بهترین استفاده ها را نمود. ولی گران قیمت می باشد.

ماهیان با تخم بزرگ یعنی زرده زیاد آنقدر زمینه غذا برای لارو مهیا است که بتوانند براحتی مرحله بحران را بگذرانند و بلافاصله بعد از جذب کیسه زرده از غذاهای کنستانتره گرانول استفاده نمایند. این آمادگی در لارو قزل آلا و سالمون وجود دارد. ولی در مورد ماهیان دریایی با تخم بسیار کوچک، پس از جذب کیسه زرده، غذای زنده لازم دارند تا ضمن تامین انرژی بتوانند از سیستم آنزیمی درون بدن غذای زنده برای هضم و جذب غذا استفاده نمایند و.....

کازئین محصول فرآوری شیر چربی گرفته شده پس از اسید زدن یا Coagulation است. کازوئین پروتئین خالص است. پنیر از شیر چربی گرفته شده بدست می آید.

ایجاد شرایط تولید پروتئین ۱۰۰٪ خالص بسیار گران تمام می شود. کازوئین حداقل ۸۰٪ پروتئین دارد. ارزش بیولوژیک آن در حد بسیار عالی است. قیمت آن بالا است ولی ارزش استفاده کردن به خصوص در دوران لاروی ماهیان دریایی را دارد. کازوئین عاری از ویتامین یک پروتئین استاندارد است که از آن در جیره های خالص در تحقیقات استفاده می شود البته با ویتامین در جیره های ناخالص نیز استفاده می شود.

جدول ۱۵: ترکیبات شیمیایی (٪) پودر های مطالعه شده در بالا

	رطوبت	پروتئین	چربی	خاکستر	کلسیم	فسفر
پودر گوشت	۶/۶۷	۵۴/۱	۷/۴	۲۱/۲	۷/۳۵	۳/۸۸
پودر گوشت و استخوان	۷/۵	۵۰/۱	۱۰/۶	۲۸/۲	۱۰	۴/۹۵
پودر خون	۹	۸۵/۵	۱/۴	۵/۳	۰/۴	۰/۲۶
پودر خون طیور	۷/۴	۵۹	۱۲/۴	۱۵/۳	۳/۲۱	۱/۹۳
پودر پر	۸/۴	۸۴	۴/۲	۳/۶	۰/۳۵	۰/۷۳

جدول ۱۶: سطوح توصیه شده استفاده از منابع پروتئینی حیوانی

	ماهیان	سخت پوستان
پودر گوشت	٪۳-۵	٪۲-۳
پودر گوشت و استخوان	٪۳-۵	٪۳-۵
پودر ضایعات مرغ	٪۵-۱۰	٪۴-۸
پودر خون خشک شده با اسپری	٪۲-۴	٪۱-۲
پودر پر هیدرولیز شده	٪۳-۶	٪۲-۳

ضایعات یا محصولات جانبی پروتئینی گیاهی:

چندین پروتئین گیاهی وجود دارند که در جیره غذایی ماهیان استفاده می شوند. برخی از آنها ارزش غذایی بالایی دارند زیرا از نظر هضم پذیری پروتئین بالا هستند و همچنین پروفیل اسید های آمینه خوبی دارند. در ضمن اقتصادی نیز هستند. محصولات دیگری هم وجود دارند که باعث بهبودی ویژگی های فیزیکی پلیت ها می شوند. در مورد برخی دیگر از محصولات کشاورزی لازم است محدودیت هایی اعمال شود مثلا در مورد نشاسته، فیبر ضد غذاها یا فاکتورهای ناخواسته بدلایل مختلف باید محدودیت هایی اعمال شود. بسیاری از محصولات غذایی فاکتورهای ضد غذایی هستند . اغلب پروتئین گیاهی در طی فرآیند فرآوری حرارت می بینند که این موضوع بشدت باعث کاهش فاکتورهای ضد غذایی مثل عامل مهار کننده تریپسین در سویا می شوند. افزایش حرارت می تواند به کیفیت غذایی خود محصول گیاهی نیز آسیب برساند زیرا اسید های آمینه پروتئین آن را تخریب می کند. فرمول رژیم غذایی ماهی با سطوح بالای پروتئین گیاهی گرچه ممکن است مناسب باشد ولی برای برخی گونه های ماهی قابل پذیرش نیست. به عنوان مثال رژیم غذایی محتوی مقادیر بالای پودر سویا

در مورد آزاد ماهیان خیلی پذیرش ندارد.شواهد تجربی اخیر پیشنهاد می کند که ساپونین سویا ممکن است به عنوان فاکتوری باشد که بر خوردن یا نخوردن سویا توسط آزاد ماهیان تاثیر می گذارد. پودر ذرت گلوتنی دیگر پروتئین گیاهی است که برای آزاد ماهیان بشدت دلپذیر و قابل پذیرش است. مطالعه بر روی ماهیان قزل آلا و ماهیان آزاد آتلانتیک نشان می دهد که آنها از پودر سویا به خوبی استفاده می کنند. نتایج اخیر از مطالعات آزمایشگاهی نشان می دهند که پودر ذرت گلوتنی یا ترکیب این دو(پودر سویا و ذرت گلوتنی) تقریبا در مورد تمام ماهیان جواب مثبت داده است بدون اینکه اثر منفی داشته باشد. ولی با این وجود باید از ذرت گلوتنی با محدودی استفاده نمود زیرا دارای مقادیر بالای گزانتوفیلیس است و باعث نوعی پیگمانتاسیون ناخاسته در گوشت و پوست ماهی می شود که می تواند با پیگمنت مصنوعی گران قیمتی که باید به ماهی داده شود مقابله و رقابت کند. البته شواهد اخیرآزمایشگاهی این فرضیه را حمایت نمی کند.

منابع پروتئینی گیاهان خشکی زی:

این منابع بسیار در دسترس هستند. دارای تولید پایداری هستند. و از همه مهمتر کنجاله سویا، کنجاله آفتابگردان، کنجاله کانولا، کنجاله تخم پنبه که همگی از دانه های روغنی Oil seed هستند و همچنین گلوتن ذرت و گندم نیز از این منابع هستند. البته هر روز به این گروه افزوده می شود. اطلاعات پایه خوبی در مورد این گیاهان وجود دارد.

مزایای استفاده از این منبع پروتئینی:

کاهش میزان وابستگی به پودر ماهی

کاهش هزینه های تولید غذا

واریانس (تغییرات) در آنها کم است لذا وقتی گفته می شود در جیره نویسی پودر ذرت یا سبوس تقریبا مواد غذایی یکسانی با هم دارند حال از هر جای کشور که می خواهد تهیه شده باشند. دارای قابلیت اتساع بیشتر هستند پف کرده گی بالایی دارند (Expansion). لذا برای تولید غذا های معلق در آب مناسبند زیرا می توانند شکل پفکی به غذا بدهند. . در حقیقت کربوهیدراتهای موجود در گیاهان این ویژگی را برای آنها بوجود آورده است. کربوهیدراتهای گیاهان مختلف بسیار اختصاصی عمل می کنند. قابلیت اتصال به اجزا غذایی ، افزایش میزان مقاومت در برابر آبشویی (Leaching) .

قابلیت جذب بیشتر چربی (مناسب برای پوشش دادن):

ویتامین های محلول در چربی A,E که به حرارت و فشار حساسند را می توان با اسپری کردن ، پوشش داد که در اینکار لایه ای ظریف از چربی روی این ویتامین ها را می گیرد و از آسیب آن جلوگیری بعمل می آورد. کاهش

تجمع مواد معدنی سفید رنگ در دستگاه پلت زن اتفاقی است که در استفاده از پروتئین های حیوانی رخ می دهد. در مورد پروتئین های گیاهی این اتفاق کمتر دیده می شود.

کنجاله سویا:

این کنجاله دارای سابقه تاریخی است و زودتر از بقیه کنجاله ها در آبزی پروری استفاده شده است. ریشه سویا بخاطر ریزوبیوم، ازت را تثبیت می کند. از سویا به عنوان لوبیای چینی یاد می کند. کنجاله سویا یعنی سویای پوسته گرفته شده و روغن گیری شده ، مهمترین کنجاله مورد استفاده در آبزی پروری است. که از آسیاب بذر بدون پوسته (فلیک) درست می شود. در حقیقت ابتدا پوسته جدا شده، فلیک بوجود می آید. سپس خرد شده با حلالهای مختلف روغن آن جدا می شود. میزا ن فیبر خام آن نباید از ۳/۵ درصد بیشتر باشد. برای نگهداری از کنجاله سویا در انبار باید از کربنات کلسیم یا ماده ضد کپک به میزان کمتر از ۰/۵٪ استفاده نمود. زیرا علیرغم ر وغن گیری باز کمی روغن در آن می ماند و عامل فساد کپکی می شود. از طرفی تولید سویا در دنیا بسیار بالا است و لذا بسیار قبل دسترس است.

جدول ۱۷: تولید سویا در دنیا - سال ۲۰۰۸

آمریکا	۸۰/۵ میلیون تن
برزیل	۵۹/۹
آرژانتین	۴۶/۲
چین	۱۵/۵
هند	۹
پاراگوئه	۶/۸
کانادا	۳/۳
بولیوی	۱/۶
اروپا	۰/۶
بقیه دنیا	۹۰
تولید کل دنیا	۲۳۰/۹

قیمت مناسب دارد هر چند دارای نوسان است ولی نسبت به پودر ماهی خیلی ارزانتر است. دارای ارزش غذایی نبتا خوبی برای اغلب ابزیان پرورشی است. میزان سلولز و سایر کربوهیدراتهای آن پیچیده آن از سایر کنجاله های گیاهی کمتر است و این از مزایای آن است. ارزش پروتئینی آن بالاست و در صورت پوست کنده تا ۴۹٪ با فیبر کم و در شکل پوست دار ۴۴٪ با فیبر بیشتر، پروتئین دارد. بجز متیونین ، لیزین و والین بقیه اسید های آمینه

آن در حد و اندازه پودر ماهی است. هر چند فنیل آلانین و تیروزین آن بالاتر از پودر ماهی است (Sup Plus) است. با اینوجود سویا معایبی هم دارد

بدترین منبع پروتئینی به لحاظ ضد غذاها است. ممانعت کننده های پروتئازی زیادی در آن وجود دارد. فیتو هموگلوتینین، گلوکزسینولات، اسید فایتبک، ساپونین، فیتواستروژن ها (ماده ای که سیستم هورمونی به خصوص در مولدین رابه هم میزند) ، فیتواسترول ها، فاکتور آفلاتوکسین و ..... فاکتور ضد ویتامین A آنزیمی که ویتامین A را از سیستم حذف می کند. فاکتور ضد ویتامین D(در استخوان سازی مشکل بوجود می آورد). این ماده زیست فراهمی ویتامین D را بشدت کم نموده باعث ناهمگونی در استخوان ناشکلی بدن می شود. فاکتور ضد ویتامین B12 ، این ویتامین در خون سازی نقش مهمی دارد و این فاکتور ضد آن برای خون سازی مشکل بوجود می آورد. پلی ساکارید غیر نشاسته ای در سویا وجود دارد که به عنوان فیبر عمل می کند . اولیگوساکاریدها- از ۳ تا ۱۰ قندی که عمدتا ضد غذا حساب می شوند در سویا وجود دارد البته اخیرا گفته می شود این قند های ۱۰-۳ قندی در اندازه های کم نقش پری بیوتیک دارند. برخی از این ضد غذاها با حرارت در عمل آوری از بین می روند و یا تغییر عملکرد می دهند.

ساپونین سویا:

ساپونین ها گلیکوسید هایی هستند که در بیشتر گیاهان وجود دارند. به طور کلی هر ساپونین در بر دارنده یک یا تعداد بیشتر قند موتیز که با "ساپوجنین" آگلیکون پیوند برقرار نموده اند. منظور از قند موتیز همان گلوکز، گالاکتوز، پنتوز یا متیل پنتوز، و ساپوجنین تری ترپن و یا یک استرئید.

ساپونین ها ویژگی شویندگی یا دترجنت، تشکیل امولسیون چربی در آب را می دهند و به محض حل شدن در آب حالت خامه یا کف آب صابون را بوجود می آورند. اساسا نام ساپونین از واژه لاتین ساپو به معنی صابون گرفته شده است. و از گیاهانی که ساپونین دارند، سالها برای صابون سازی استفاده می شده است نه تنها *Saponaria officialis* ، *Chlorogalum pomeridianum*، درخت صابون *Quillaja saponaria* و بندق یا *Sapindus mukurossi* . از ساپونین در نوشیدنی های ملایم ، آبجو های کربناته ، نوشابه های مخلوط، آتش خاموش کن ها به عنوان ماده کف کننده استفاده می شود. از ویژگی شویندگی آن (دترجنت) در شامپوها، تمیز کننده های صورت و دست، و بسیاری مواد آرایشی استفاده شده است. بدلیل دارا بودن ویژگی ضد میکروبی و ضد قارچی، دارویی و درمانی ساپونین، از آن در صنایع مختلف دارویی و بهداشتی استفاده می شود.

در روش سنتی استخراج و جدا سازی ساپونین از محصولات گیاهی از الکل های مختلف (متانول، اتانول، و پروپانول) و یا مخلوط آب و الکل به عنوان ماده استخراج کننده استفاده می شد البته به عنوان یک مرحله مقدماتی باید از حلالهای عالی غیر قطبی (مثل اتر و یا هگزان) پیش از استخراج ساپونین کمک گرفت. ساپونین با معرفی مقادیر زیاد استن و یا اتر رسوب می نماید. روشهای آزمایشگاهی برای خالص سازی پروتئین،

مثل دیالیز، کروماتوگرافی تبادل یونی، و کروماتوگرافی غیر اندازه ای، همگی برای خالص سازی ساپونین هم می توانند کاربرد داشته باشند. دانه های سویا (Glycine max, leguminosae) حدود ۰/۵ درصد وزنی ساپونین دارد. ساپونین سویا در ابتدای قرن بیستم بسیار بحث بر انگیز بوده و مقالات زیادی در این مورد به چاپ رسیده است. این ترکیبات در بر دارنده اسکلت تری ترپنوئید با قندها و استیل های موتیز مختلف است. در آمار جدید اطلاعاتی از سویا، گروه های A، B و E ساپوجنولز سویا (Soyasapogenols A,B, E) همان آگلوکون های واقعی است حال آنکه، انواع C,D و F به عنوان مصنوع هیدرولیز هستند که در طی فرآیند جدا سازی رخ می دهد. گلیکوسیدهای اصلی به ترتیب به گروه ساپونین های نوع A، گروه ساپونین های نوع B و گروه ساپونین های نوع E اطلاق می شود.

ساپونین سویا با داشتن ویژگی ضد موتاژنیک، سویا را به عنوان یک ماده موثر و امید بخش در مسئله سرطان مطرح ساخته است. افزون بر این، گروه B ساپونین سویا، دارای اثرات جلوگیری کننده روی تکرار در آزمایشگاه HIV است. ساختار شیمیایی ساپونین سویا بسیار شبیه به ترکیب گلیکیریزین Glycyrrhizin که خود به عنوان یک ماده ضد ویروسی است می باشد ولذا ساپونین سویا این وعده را می دهد که از آن می توان در ساخت ترکیبات دارویی ضد ویروسی استفاده شود.

علیرغم کشت و پرورش زیاد سویا، در حال حاضر ساپونین سویا هنوز آنچنان مهم جلوه نداده که محققان را به سمت خود جلب نماید دلیل اصلی آن شاید سخت بودن فرآیند جدا سازی و خالص سازی آن باشد.

در حال حاضر غلیظ کردن جدا ساز ی پروتئین سویا بسیار مورد توجه هستند که با کمک جدا سازی با روش هگزان و استفاده از مخلوط اتانول و آب (۷۵٪ اتانول وزنی) در دماهایی که به ترتیب بالا می روند انجام می گیرد. هدف از این کار، جدا سازی لسیتین، قندها و کربوهیدراتها کمپلکس از پروتئین است. اتانول با تقطیر بخشی مجددا بازیافت می شود و محلول باقی مانده که بشکل مایع است همان قندها عمدتا سوکروز، رافینوز و استاکیوز و دیگر کربوهیدراتها هستند که ایزوفلاوین و ساپونین هم جزئی از آنها است. به کل این مواد ملاس سویا یا محلول سویا گفته شده است.

با فرآیند اسیدی کردن ملاس سویا، به طور شاخص در pH ۲/۵ تا ۴/۵ در دماهای افزاینده، مواد جامد غنی از ایزوفلاون و ساپونین رسوب می کنند. این مواد جامد با سانتریفوژ نمودن یا فیلتر نمودن قابل جدا سازی است سپس آن را خشک نموده تا به عنوان ماده خام برای بازیافت ایزوفلاوین سویا با کمک استخراج با محلولهای آلی مناسب مثل متانول، اتانول استن و .... مصرف شود.

در این پروژه امکان جدا سازی ساپونین با استفاده از مخلوط استن و آب با غلظت های مختلف و در دماهای مختلف به عنوان یک روش اقتصادی و کیفی از جهت استخراج ساپونین خالص که در کنار آن ایزوفلاون به عنوان یک ماده جنبی هم بدست خوهد آمد مورد ارزیابی قرار گرفته است. گرچه که ساپونین ماده غیر محلول در استن است ولی افزودن آب به استن این مشکل را حل می نماید در صورتی که دماهای آزمایشی کم کم

افزایش یابد. نسبت استن- آب در این پروژه حدود ۲/۵ تا ۵ قسمت استن در مقابل یک قسمت آب و با نسبت تقریبی ۴/۱ وزنی استن به آب می باشد. چنانچه غلظت استن بیشتر انتخاب شود، کارآیی استخراج ساپونین کاهش می یابد و چنانچه آب بیشتر استفاده شود، کمیت ساپونین دستخوش تغییر کاهشی می شود و ممکن است مواد ناخواسته مثلا اولیگوساکارید ها در محلول بوجود آید.

به منظور استخراج ساپونین، ابتدا باید ماده غذایی در حجم مناسب استن و آب هضم شود (دما ۵۶ درجه سانتیگراد در فشار اتمسفر و یا دماهای بالاتر در فشار بالاتر) همچنین pH محیط نیز باید آنقدر باشد که ساپونین از ماده کنده وارد محلول شود. به همین دلیل، بهتر است از pH ۶/۵ یا بالاتر استفاده شود. مواد غیر قابل حل باید زمانی که دما بالاتر از ۵۰ درجه سانتیگراد است با سانتریفوژ، فیلتر کردن و یا رسوب دادن از محیط خارج شوند. مواد فیلتر شده یا سانتریفوژ شده بادی در دمای سرد ۱۰ درجه سانتیگراد (ترجیحا از منفی ۵ تا ۵ درجه) نگهداشته شوند تا ساپونین سویا محلول در آن ها رسوب کرده و بتوان آن را با سانتریفوژ یا فیلتر کردن مجدد و یا رسوب دادن جدا نمود. ایزوفلاون سویا، که جدا سازی آن از ساپونین در حالت عادی کار سختی است با این روند در محلول باقی خواهد ماند و می توان با سانتریفوژ، فیلتر و یا رسوب دادن مجدد آن را نیز از مایع رویی جدا نمود. و در نهایت با تقطیر بخشی استن را باز یافت نمود و یا سرد نمودن محلول نهایی ایزوفلاون غیر محلول را نیز با همان روش های سانتریفوژ و .... جدا نمود.

برای کارآیی بهتر لازم است تا نسبت ماده اولیه با نسبت یک به ده با مخلوط استن/ آب تیمار داد. در این شکل راندمان جدا سازی ایزوفلاون از مقدار ماده اولیه خیلی بالا و تاحدود ۹۰٪ می باشد. با این وجود، راندمان ساپونین در این شکل کم و حدود ۴۰-۲۰٪ خواهد بود. ولی خلوص آن نسبتا بالا است. تحت این شرایط، برای بهتر شدن راندمان ساپونین، باید تکرار جداسازی به دفعات دو یا بیشتر جدا از باقیمانده هر مرحله توسط مخلوط استن/ آب انجام گیرد. با روش سانتریفوژ یا سایر روش ها و سرد نمودن استن تا ۷۰٪ ساپونین خالص بدست خواهد آمد که البته بعدا می توان آنر ا بشکل کریستال در آورد. در این پروژه با استفاده از محلول شامل ۷۰٪ اتانول/ ۳۰٪ آب و با نسبت ۱۰ تا ۱۵ بخش حلال به یک بخش ساپونین وزنی بهترین راندمان بدست آمد. مخلوط تا ۷۰ درجه سانتیگراد یا بیشتر گرم شد. و در همین دما فیلتر گردید تا بخش های غیر قابل خل جدا شوند. سپس گذاشتیم تا سرد و به دمای ۲۵ درجه یا کمتر رسید. در این حالت ساپونین با خلوص بالای ۹۰ ٪ کریستال شد . تاکنون جدا اسزی ساپونین با این توان وبدون استفاده از کروماتوگرافی گزارش نگردیده است.

جدا سازی ایزوفلاوین:

ملاس سویا بشکل پودر با ترکیب ۵٪ ایزوفلاون، ۱۰/۱۶ ٪ ساپونین، ۳۵٪ قند،٪ ۷٪ لسیتین، ۲٪ چربی ، ۵٪ خاکستر و ۵٪ رطوبت، بشدت با ۹/۴۵۰ گرم استن و ۲/۳۵۰ گرم آب مخلوط گردید. مخلوط به منظور اثر کرد استن در دمای ۵۶ درجه سانتیگراد به مدت ۹۰ دقیقه گرم و سپس با کاغذ صافی واتمن شماره ۴ در حالیکه دما

به ۱۰ درجه سرد گردیده بود فیلتر گردید. ماده فیلتر شده به دمای ۵ درجه سانتیگراد رسانده شد تا رسوب سفید بدست آمد. این ماده جامد با واکیوم فیلتر روی کاغذ صافی واتمن شماره ۴ در دمای ۱۰ درجه جمع آوری گردید. ماده فیلتر شده با استن خالص شستشو داده شد و سپس در دمای ۵۰ درجه خشک گردید و در نهیت ۲۴ گرم ماده جامد به رنگ عاج دندان بدست آمد که خلوص آن با HPLC ۸۶٪ تعیین گردید (دراین ماده جامد ساپونین نیز وجود دارد) با کمک HPLC میزان ایزوفلاون حدود ۰/۲ ٪ وزنی و ساپونین فقط ۰/۰۶ ٪ وزنی و بصورت محلول بدست آمد. سپس استن با تبخیر بخشی از سیستم خارج گردید به طوریکه مجددا بازیافت و می تواند مورد استفاده قرار گیرد. باقیمانده با ۵۰۰ گرم هگزان در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه بشدت مخلوط گردید تا لسیتین و چربی نیز جدا شوند. با مخلوط شدن شدید؛ لایه بالایی مواد آلی، از لایه پایینی مایع در دمای کمتر از ۱۰ درجه قابل جدا سازی است با این شیوه رسوب ایزوفلون با کمک فیلتر واکیوم کاغذ صافی واتمن شماره ۴ قابل جدا سازی است.

کنستانتره پروتئین سویا:

برای تولید کنستانتره پروتئین سویا

ابتدا سویا با توجه به کیفیت آن که به کشاورزی و زمین کشت آن بر می گردد انتخاب شده، پوست آن را جدا نموده با کمک حلالهای مختلف تحت فشار های مکانیکی روغن گیری می شود(ضریب Recovery روغن در حلالهای مختلف متفاوت است) سپس بخش غیر پروتئینی آن مثل کربوهیدراتها و اولیگوساکاریدها با کمک آب یا اسید و یا قلیا شسته می شوند و در نتیجه یک پروتئین غلیظ و کنستانتره پروتئینی خواهیم داشت با این وجود هنوز فیبر آن بالا است.

میزان پروتئین خام در حالت خشک این کنستانتره ۶۵٪ است. که به لحاظ ارزش غذایی بسیار بالا است. با تغلیظ پروتئین ممک ن است مواد ضد غذایی هم تغلیظ شوند و لذا اثرات آنها بیشتر خود را نشان دهند به این موضوع باید همیشه توجه نمود.

کنستانتره پروتئین سویا از نظر لیزین و متیونین با پودر ماهی کمی اختلاف دارد ولی بقیه اسید های آمینه آن در حد پودر ماهی است. و حتی تیروزین و تریپتوفان آن بیشتر از پودر ماهی است.

پروتئین ایزوله شده سویا:

برای این منظور باید ازسویا با کیفیت و خوب، تمییز، بدون پوسته استفاده شود. سپس روغن آن با روش حلال ها و فشار مکانیکی گرفته می شود و قسمت غیر پروتئینی آن با آب اسید و یا قلیا شسته می شود. در این شکل میزان پروتئین تا ۹۰٪ بالا می رود حلال ها مورد استفاده با روش قبل متفاوت است. لذا تولید این محصول بسیار گران تمام می شود. و ممکن است ضد غذاها نیز در آن تغلیظ شده باشد. از آنجا که قسمت اعظم کربوهیدراتها

آن حذف می شود، باقیمانده باعث نفخ نمی شوند. ترکیبات کربوهیدراتها هستند که باعث نفخ می شود لذا اگر در آب گرم قرار داده شوند تا حدودی این کربوهیدراتها در اب حل شده نفخ کنندگی آ کاهش می یابد. طعم این فرآورده های پروتئین در مقایسه با سایر فرآورده های سویا مطبوع تر و طبیعی تر است. و حاوی تمام اسید های آمینه ضروری با نسبت های مناسب برای رشد هستند. ارزش پروتئینی آن مثل شیر، گوشت، تخم مرغ، بسیار بالا است ولی میزان چربی آن بسیار کم است. در بازار این محصول قابل ابتیاع نیست.

پروتئین حل شده سویا به شکل شیرابه:

از طریق شستن آرد و یا کیک سویا با آب و اسید یا قلیا، آب و الکل بدست می آید که در این صورت مقدار رطوبت آن نباید کمتر از ۵۰٪ باشد. در این مرحلهترکیبات کربوهیدراته آن خارج می شود (چربی گیری صورت نمی گیرد).

جدول ۱۸: شاخص های توصیه شده کنترل کیفی کنجاله سویا

خاکستر	کمتر از ۷/۵٪
خاکستر غیر قابل حل در اسید (سنگ و شن و ماسه)	کمتر از ۱٪
لیزین	کمتر ۲/۹٪
قابلیت حل شدن پروتئین در ۰/۲KOH٪	۸۵-۷۳٪
شاخص پراکنش پروتئین	۴۰-۱۵٪
فعالیت آنزیم اورهآز	۰/۳-۰/۲٪
فعالیت مهار کننده تریپسین	کمتر از ۴ میلی گرم در گرم
دانسیته	۷۴-۶۷ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر
بافت	هموژن با حرکات آزادانه
آلوده کننده ها	عاری از اوره- آمونیاک- میکو توکسین ها و قارچ ها

کنجاله کانولاRapessed کانادا اویل= گلوکوزینات

کنجاله یعنی چربی گرفته شده، ولی پوست آن را نمی توان گرفتفقط بعد از خرد کردن می توان آن را غربال کرد تا حدودی از فیبر آن گرفته شود. روغن کانولا به لحاظ اسید های چرب غیر اشباع بهترین ماده گیاهی است.

فنیل آلانین و تیروزن آن بیشتر از پودر ماهی است ولی لیزین و متیونین آن کمتر است.

جدول ۱۹ : قابلیت هضم کنجاله و کنستانتره

	قابلیت هضم ظاهری پروتئین ٪	قابلیت هضم ظاهری انرژی ٪
کنجاله کانولا	۷۶ زیرا پروتئین خالص آن کمتر است	۶۰/۶ زیرا فیبر آن زیاد است
کنستانتره پروتئینی کانولا	۸۸/۹	۸۳/۳

با توجه به اطلاعات داده شده و ضعف پروتئینی در منابع گیاهی، باید همزمان از چند پروتئین گیاهی به عنوان منابع پروتئین استفاده نمود.

کنجاله آفتابگردان:

دو نوع کنجاله آفتابگردان وجود دارد یکی با ۴۰٪ پروتئین خام و ۱۶-۱۱٪ فیبر و دیگری با ۲۸٪ پروتئین و فیبر بیشتر

این کنجاله منبعی غنی از تریپتوفان و تا حدودی آرژنین است ولی لیزین و تیروزین آن کم است (نسبت به پودر ماهی) . مواد ضد غذایی آن نسبتا بالا است و شامل ممانعت کننده های پروتئازی، تاننها، ممانعت کننده های آرژینازی (آنزیمی که به ساخت آرژنین کمک می کند- این آنزیم در سیکل کربس یا اوره کاربرد دارد)، اسید فایتیک و .....

کنجاله تخم پنبه:

تخم پنبه Cotton seed دانه پنبه ای که پنبه دور آن پاک شده باشد. در صورتیکه بذر پنبه Linseed است . گوسیپول به عنوان یک ماده ضد غذایی توسط غدد گوسیپولی در تخم پنبه سنتز می شود. لذا در استفادهکرد از هر منبع غذایی باید از محتوای ان اطلاع کامل داشت به خصوص اینکه مواد ضد غذایی می توانند بشدت آسیب رسان باشند پس باید از مقدار و محل تجمع آنها و حساسیتی که می توانند بوجود آورند اطلاع داشت. از یک تخم پنبه با پنبه ازطراف آن می توان به کرنل دانه اشاره کرد که در آن ۶۵٪ روغن و ۲۵ ٪Hull اشاره نمود که گوسیپول درون کرنل و درون غدد گوسیپولی قرار گرفته است.

تخم پنبه الیاف جدا با حلال های شیمیایی روغنش گرفته شده و کنجاله تخم پنبه بدست می آید. تخم پنبه از جهت لیزین و متیونین نسبت به پودر ماهی کم دارد ولی تریپتوفان و سیستئین آن غنی است. استخراج گوسیپول و آفلاتوکسین با کمک استن بهتر از هگزان انجام می شود. از دیگر مواد ضد غذایی آن اسید فایتیک، فاکتور ضد ویتامین آ ، فایتواستروژن، اسید سیکلوپروپیونیک که یک ترکیب آروماتیک است و .... است.

گلوتن ذرت:

گلوتن با آرد ذرت متفاوت است و نسبت به آن دارای میزان پروتئین بالاتری است. برای تبدیل ذرت به گلوتن کافی است نشاسته آن بتوسط حلال نشاسته خارج شود این عمل مثل آبشویی باعث بجا ماندن بخش غیر قابل حل یعنی پروتئین شده که سپس آن را خشک می کنند . در این صورت میزان پروتئین آن تا ۶۵٪ وزن خشک می رسد. در صورتیکه دانه ذرت ۱۵-۱۲٪ پروتئین دارد. با این وجود در گلوتن درت میزان لیزین و آرزنین نسبت به پودر ماهی کم ولی لوسین و فنیل آلانین آن نسبت به پودر ماهی بیشتر است.

میزان قابلیت هضم آن بعلت حذف کربوهیدراتها (نشاسته) تا حدود زادی افزایش یافته است. در استفاده از گلوتن ذرت تغییرات ریختی دستگاه گوارش (معده، کبد، آنزیم های کبدی و ...) را سبب نمی شود حال انکه ممکن است در استفاده از کنجاله سویا این تغییرات بوجود آید. بیش از ۲۶٪ استفاده از کنجاله سویا در غذا می تواند پرز روده را تخریب نماید.

گلوتن ذرت دارای پروفایل اسیدهای امینه نافرمی هستند لوسین بالا، ایزولوسین پایین، متیونین خوب، والین کم، تریپتوفان کم و .... این نشان می دهد که گرچه میزان پروتئین خام آن بالا است ولی از بعد اسید های آمینه خیلی مناسب نیست. پس باید با منابع دیگر که بتوانند کمبود های آن را جبران نمایند مخلوط شود.

گلوتن گندم:

گندم مرغوب، سیستم کشاورزی مناسب، سیستم ابیاری و ... همه و همه می تواند در افزایش کیفیت محصول گندم تاثیر داشته باشد. گندم پوسته زدایی شده با فرآیندهای مختلف شستشو فاقد نشاسته شده به گلوتن تبدیل می شود که در این شکل حدود ۸۵٪ پروتئین خام دارد. فرآیند آبشویی در گندم موفق تر از ذرت است به همین دلیل گلوتن گندم بهتر از گلوتن ذرت عمل آوری می شود. در گلوتن گندم، لیزین، آرژنین و متیونین نسبت به پودر ماهی کمبود دارد . میزان قابلیت هضم گلوتن گندم حتی در سالمونیده ها که گوشتخوار هستند هم بالا است و از این از مزایای گلوتن گندم است. در ماهیان گیاهخوار به دلیل کمبود پروتئاز ها پروتئین بالا در گلوتن گندم چندان مزیت نیست و به همین دلیل در جیره این ماهیان با توجه به گران بودن گلوتن گندم و نداشتن بهره وری مناسب استفاده نمی شود. استفاده از گلوتن گندم مجب کاهش قابلیت هضم انرژی و مارکومولکولها نمی شود همچنین باعث کاهش زیست فراهمی مواد معدنی نیز نمی شود. نقیصه بزرگ گلوتن گندم، این است که رنگ لاشه را به سمت زرد می برد که خوشآیند مردم نیست و بازار پسندی خوبی ندارد. استفاده از گلوتن گندم موجب تغییر در ریخت سلولهای دستگاه گوارش نمی شود زیرا با حذف نشاسته مواد آلرژن زای آن را حذف نموده ایم.

گلوتن گندم تا ۵۰٪پروتئین جیره (۲۹٪ از نظر وزن) ماهی کاد آتلانتیک را می تواند تامین کند. بدون اینکه خللی به قابلیت هضم پروتئین ، اسید های آمینه و چربی – انرژی آن وارد نماید. حضور مقادیر زیاد ممانعت

کننده ها آمیلاز در گلوتن می تواند منجر به کاهش قابلیت هضم نشاسته سایر مواد مغذی جیره شود. میزان قابلیت هضم پروتئین و انرژی گلوتن گندم برای ماهی کاد اتلانتیک به ترتیب ۹۹/۹٪و ۹۵/۴٪ بدست آمده است ولی متاسفانه پروفایل اسید های آمینه آن نسبت به پودر ماهی خیلی مشکل دارد تقریبا همه اسیدهای آمینه ضروری بجز متیونین، سیستئین، فنیل آلانین و تیروزین نسبت به پودر ماهی خیلی کمبود دارد.

جدول ۲۰ : ترکیبات شیمیایی در انواع پودر های یا کنجاله های پروتئینی گیاهی

	رطوبت	پروتئین	چربی	فیبر	خاکستر	کلسیم	فسفر
کنجاله سویا استخراج روغن با حلال شیمیایی	۱۰/۳	۴۹/۵	۰/۸	۳/۲	۵/۸	۰/۲۶	۰/۶۴
کنستانتره پروتئینی سویا	۸	۸۴/۳	۰/۵	۰/۱	۳/۵	۰/۱۱	۰/۶۸
کنجاله کانولا استخراج روغن با حلال شیمیایی	۱۰	۳۵	۳/۵	۱۲	۶/۱	۰/۶۳	۱/۰۸
کنستانتره پروتئینی کانولا	۴/۸	۶۱/۷	۰/۳۲	۴/۲	۸/۸		
آفتابگردان	۱۰	۲۳/۳	۱/۱	۳۱/۶	۵/۶		
تخم پنبه	۹/۳	۴۲/۴	۱/۴	۱۱	۶/۷		
گلوتن ذرت							
گلوتن گندم							

جدول ۲۱ : سطوح توصیه شده استفاده از منابع پروتئینی گیاهی در جیره غذایی آبزیان

	ماهیان	سخت پوستان
کنجله سویا استخراج روغن با حلال شیمیایی	٪۱۰-۲۰	٪۱۲-۱۵
کنجاله کانولا استخراج روغن با حلال شیمیایی	٪۶-۱۸	٪۴-۱۲
آفتابگردان	٪۱۰-۱۵	٪۶-۱۲
تخم پنبه	٪۱۰-۱۵	٪۱۰-۱۵
گلوتن ذرت	٪۴-۶	٪۳-۵
گلوتن گندم	٪۶-۹	٪۳-۵

جدول ۲۲ : مقایسه قیمت های مواد غذایی مورد استفاده در آبزیان

	پروتئین خام٪	قابلیت هضم پروتئین	پروتئین قابل هضم	قیمت ماده	قیمت پروتئین
پودر ماهی	٪۶۵	۸۹	۵۸	۱۰۲۰	۱۷۶۳
پودر پر	۸۰	۷۵	۶۰	۳۰۰	۵۰۰
پودر استخوان و گوشت	۵۰	۸۰	۴۰	۲۲۰	۵۵۰
پودر ضایعات مرغ	۵۷	۸۵	۴۸	۲۹۰	۵۹۹
کنجاله سویا	۴۸	۸۵	۴۳	۲۶۰	۶۰۹
گلوتن ذرت	۶۰	۹۳	۵۶	۴۰۰	۷۱۷

از دیگر منابع پروتئینی می توان به موارد ذیل اشاره نمود.

منابع غذاهای گیاهی آبزی
ماکروفیت های آب شیرین
ماکروفیت های آب دریا

مقایسه ترکیبات اسید های آمینه پودر ماهی و سایر محصولات پروتئینی گیاهی و ضایعات حیوانی
فنیل آلانین و تیروزین قابل تبدیل به همدیگر هستند. سیستئین و متیونین نیز که هر دو جزء اسید های آمینه سولفوره اند به هم تبدیل می شوند.
در پودر ماهی والین؛ هیستیدین؛ لیزین، تیروزین، تریپتوفان، والین و آرژنین
در پودر سویا تیروزین، فنیل آلانین(خیلی زیاد است) ولی متیونین خیلی کم است
در پودر کانولا (این کلمه از روغن کانادایی گرفته شده است کاندا اویل = کانولا- متیونین و سیستئین که هر دو بسیار ارزشمند هستند بالا است (حتی بالاتر از پودر ماهی) به همین دلیل یکی از ارزشمندترین پودر های پروتئینی گیاهی در جایگزینی پودر ماهی جیره های غذایی محسوب می شود.
سویا و کانولا گرچه از نظر اسید های آمینه خیلی به پودر ماهی نزدیکند ولی ضمن داشتن نقصان هایی در برخی از اسید های آمینه نقاط ضعف دیگری نیز دارند (مهمترین آنها داشتن مواد ضد غذایی) که بعدا به آنها پرداخته خواهد شد.
گلوتن گندم فاقد متیونین است هر چند فنیل آلانین و تیروزین آن از پودر ماهی بالاتر است ولی بقیه اسید های آمینه آن از پودر ماهی خیلی کمتر است.

گلوتن ذرت نیز فنیل آلانین بسیار بیشتر از پودر ماهی دارد، لوسین آن نیز از پودر ماهی بیشتر است. ولی بقیه اسید های آمینه آن بشدت کمتر از پودر ماهی است و به همین دلیل از آن به عنوان منبع پروتئینی خوب استفاده نمی شود.

پروتئین کنستانتره شده سویا (بجز لیزین) همه اسید های آمینه همپوشان با پودر ماهی را دارد . (لازم است گفته شود برخی از اسید های آمینه به خوش خوراکی غذا کمک می کنند همچون آرژنین که این موضوع خیلی مهم است وباید در بالانس اسید های آمینه جیره مورد توجه قرار گیرد

پودر گوشت انواع اسید های آمینه را دارد ولی بسیار کمتر از پودر ماهی است.

با مخلوط کردن درست این منابع پروتئینه می توان ترکیبی درست کرد که از لحاظ اسید های آمینه به پودر ماهی شبیه باشند.

در پودر خون گرچه برخی اسید های آمینه نسبت به پودر ماهی بیشتر است ولی ایزولوسین آن خیلی کم است و اصولا متخصصین علم تغذیه چندان رغبتی به استفاده از پودر خون ندارند. شاید دلیل آن آلودگی زود هنگام این منبع پروتئینی است.

پودر میگو از لحاظ اسید های آمینه خیلی به پودر ماهی نزدیک است ولی مشکل اینجاست که مقدار آن در دنیا بسیار کم است.

پودر ماهی حاوی مواد جاذبی است که آن را خوشخوراک نموده است پس در استفاده از آن اتلاف غذا به حداقل خواهد رسید. به بلع بهتر غذا با صرف انرژی کمتر کمک می کند و معمولا موجب رشد مناسب می گردد. تحقیقات اخیر نشان داده اضافه کردن ۲۰٪ پروتئین گیاهی جایگزین با پودر ماهی نتایج خوبی را بدست داده است.

چون بالانس مواد غذایی (Nutrients) در پودر ماهی بسیار خوب است به خصوص در لارو ماهی / آبزیان سطح سلامت آنها را ارتقا بخشیده و توان ایمنی را افزایش می دهد و ب همین دلیل بدون رقیب باقی مانده است. این ماده غنی از انرژی است زیرا با داشتن روغن های غیر اشباع به خصوص انواع امگا سه زیاد با پروفیل های خوب (حاوی ۲/۵-۱ درصد اسید های چرب امگا ۶) بدون جایگزین ، برای همه آبزیان پرورشی ضروری هستند .

همیشه باید در بالانس نسبت امگا سه به امگا شش در نظر گرفته شود.

پودر ماهی سرشار از ویتامین A, B12, D3 کولین، اینوزیتول و ... است البته ویتامین ث ندارد یا خیلی کم دارد زیرا این ویتامین محلول در آب است. لذا این ویتامین حتما بایستی در جیره غذایی اضافه شود.

ویتامین ث از گلوکز ساخته می شود و لذا در جیره آبزیان گوشتخوار که گلوکز کم مصرف دارد حتما نیاز ویتامین ث محسوس خواهد بود.

کولین کلراید، متابولیسم را فوق العاده افزایش می دهد و به ارتقاء سطح متابولیسم و متعاقب آن ارتقاء رشد کمک می کند و از طرفی ماهی را تازه نگه می دارد. پس اگر پودر ماهی از جیره حذف شود انگار کولین را

حذف نموده پس متابولیسم با مشکل همراه خواهد شد. پودر ماهی منبعی غنی از کلسیم، فسفر، منیزیوم و عناصر کمیاب دیگر است(منیزیوم به عنوان یک کوفاکتور در تولید آنزیم ها بسیار مهم است)

مقدار مواد معدنی در پودر ماهی های مختلف متغییر است مثلا در ماهی آنچوی ۱۲-۱۱ درصد ولی در ماهی سفید فرآوری شده بیشتر از ۲۳ ٪ است. پس در استفاده از آنها محدودیت وجود خواهد داشت. (از پودر فرآوری شده ماهی سفید کمتر باید استفاده نمود) نام ماهی سفید به گروهی از ماهیان اطلاق می شود که نباید با نام عمومی ماهی سفید دریای خزر اشتباه شود.

برخی اوقات وجود مقادیر زیاد مواد معدنی باعث عدم توازن در جیره های تولیدی می شود وتعادل جیره برهم می خورد. لذا نباید از مواد معدنی بالا استفاده نمود . مقدار کلسیم در جذب فسفر اشکال بوجود می آورد پس مواد غذایی با کلسیم بالا می تواند به کمبود بیشتر فسفر دامن بزند(البته به دلیل غیر قابل جذب بودن فسفر پودر ماهی، اصولا فقر فسفری وجود دارد وبه همین دلیل روش های هضم کنندگی فسفر پودر ماهی عنوانی است که در تحقیقات آینده می تواند بسیار مورد توجه قرار گیرد).

اگر پودر ماهی از منابع با کیفیت تهیه شده باشد، خوب فرآوری شده باشد و خوب هم نگهداری شده باشد با کیفیت ترین ماده غذایی پروتئینی است.

همانطور که قبلا گفته شد تنها عیوب پودر ماهی داشتن قیمت بالا به خصوص زمانی که برای نگهداری نیاز به مواد تثبیت کننده گران خواهد بود، فساد پذیری سریع آن، امکان انتقال برخی بیماری ها از طریق آن افزایش دارد و برخی ترکیبات ناخواسته همچون ترکیبات هیستامینه، دیلدرین، لنیدین و کربوهیدراتهای کلره شده در آن است که همگی مضر هستند.

برآورد میزان هضم پذیری در یک مثال آزاد ماهیان

جدول ۲۳ ضریب هضم را برای محتویات غذایی معمول در غذای آزاد ماهیان نشان می دهد که بوسیله Cho و همکاران در سال ۱۹۸۲ اندازه گیری شده است. ماهیان دارای ظرفیت هضمی متفاوتی در مقایسه با موجودات خشکی زی هستند، و بسیاری از مواد از جمله دانه های غلات و دیگر ضایعاتی که دارای سطوح بالای نشاسته و فیبر هستند در گونه های گوشتخوار هضم پذیری کمی دارند. میزان هضم پذیری پروتئین های با کیفیت مناسب در ماهیان بسیار بالا است. با این وجود، چندین فاکتور در هضم پذیری پروتئین ها موثرند. تکنیک خشک کردن بسیر مهم است . یکی از مثاله ای خوب پودر خون می باشد. هضم پذیری پودر خون خشک شده با حرارت خیلی کم ولی هضم پذیری پودر خون خشک شده اسپری خیلی زیاد است. همین پدیده در مورد پودر ماهی نیز صدق می کند.

جدول ۲۳ : ضریب هضم پذیری مواد غذایی اندازه گیری شده در ماهی قزل آلآ

	ضریب هضم پزیری ٪			
محتویات	ماده خشک	پروتئین خام	چربی	انرژی
پور یونجه	۳۹	۸۷	۷۱	۴۳
پودر خون خشک کردن حلقه ای	۸۷	۸۵	–	۸۶
پودر خون خشک کردن اسپری	۹۱	۹۶	–	۹۲
پودر خون خشک کردن آتشی	۵۵	۱۶	–	۵۰
مخمر خشک شده Brewer	۷۶	۹۱	–	۷۷
ذرت زرد	۲۳	۹۵	–	۳۹
غذای ذرت گلوتنی	۲۳	۹۲	–	۲۹
پودر ذرت گلوتنی	۸۰	۹۶	–	۸۳
محلول عرق ذرت خشک شده	۴۶	۸۵	۷۱	۵۱
پودر پر	۷۷	۷۷	–	۷۷
پودر شاه ماهی	۸۵	۹۲	۹۷	۹۱
پودر استخوان و گوشت	۷۰	۸۵	–	۸۰
پودر ضایعات طیور	۷۶	۸۹	–	۸۲
پودر دانه	۳۵	۷۷	–	۴۵
سویا پر چربی پخته شده	۷۸	۹۶	۹۴	۸۵
پودر سویا	۷۴	۹۶	–	۷۵
آرد زبر گندم	۳۵	۹۲	–	۴۶
آب پنیر آبگیری شده	۹۷	۹۶	–	۹۴
پروتئین ماهی غلیظ شده	۹۰	۹۵	–	۹۴
پروتئین سویا غلیظ شده	۷۷	۹۷	–	۸۴

مواد معدنی:

مواد معدنی یا خاکستر به دو گروه عناصر ضروری که خود به عناصر ضروری عمده (Macroelements) مثل کلسیم، سدیم، پتاسیم، فسفر، منیزیم، کلر و گوگرد، و عناصر ضروری کمیاب (Microelements) مثل آهن، مس، کبالت، منگنز، ید، روی، مولیبدن، سلنیوم، کرم، فلور، وانادیوم، قلع، آرسنیک، و نیکل تقسیم می شوند که برخی کاتیون هستند (کلسیم، سدیم، پتاسیم، منیزیوم، روی ،آهن، مس و برخی انیون هستند مثل کلر، ید، فسفات،ها(Po_4) مولیبدات(MoO_4)، و سلنیت(SeO_3) و گروه دوم عناصر غیر ضروری که شامل: تیتانیوم،

آلومنیوم، سرب و ..... می باشند. موضوع نیازمندی آبزیان به مواد معدنی با توجه به اینکه بخشی از آنها از طریق آب محیط پیرامون قابلیت جذب دارند، کمی پیچیده است. پس بسته به فراوانی عناصر معدنی در آب پیرامونی میزان نیاز متغیر می باشد (Steffens, 1981; Hepher, 1990). ولی یک نکته متصور اینکه میزان نیاز ماهیان آب شیرین به مواد معدنی بیش از ماهیان آب شور یا دریایی است زیرا مواد معدنی در آب دریا بیش از آب شیرین است. از طرفی دستیابی ماهی یا هر آبزی دیگر به مواد معدنی از طریق ماده غذایی آنچنان کفایت نمی کند زیرا بسیاری از مواد معدنی در طی فرآیند آماده سازی غذا از صافی شسته شده، از غذا خارج می شوند(Hapher, 1990) و از طرف دیگر برخی غذاها غنی از برخی مواد معدنی ولی فاقد برخی دیگرند. نکته ای که در سال های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته این است که بدون سطوح مناسب مواد معدنی ضروری، انرژی و پروتئین جیره بدلیل ناکافی بودن این مواد معدنی، به خوبی متابولیزه نمی شوند زیرا برای ساخت آنزیم های گوارشی که مسئول شکست مواد غذایی برای جذب هستند، این مواد معدنی ضرورت دارند. حتی برای تولید هورمون ها، فعالیت های ایمنی، گوارش قند ها، سلامت پوست و سیستم اسکلتی، تشکیل پلاسما و هموگلوبین خون نیز این مواد معدنی مورد نیاز هستند. کلسیم و فسفر برای ساخت سیستم اسکلتی بسیار مهم هستند. نرخ کلسیم به فسفر در فلس و استخوان کپور معمولی دامنه ای حدود ۲/۱-۱/۵ باید باشد. کلسیم همچنین برای فرآیند لخته شدن خون، شکل گیری عضلات، انتقال مناسب ایمپالس های عصبی، تنظیم اسمزی به عنوان یک کوفاکتور در فرآیند های آنزیمی لازم است و فسفر در موضوع انتقال انرژی، نفوذپذیری غشا سلولی، کد های ژنتیکی و کنترل عمومی فرآیند تولید مثل و رشد ضروری می باشد. گرچه کلسیم از طریق آب قابلیت جذب دارد، ولی در عین حال همچون فسفر حتما باید در جیره غذایی وجود داشته باشد. حداقل نیاز کپور معمولی به کلسیم در غذا ۰/۰۲۸ ٪ و به فسفر ۰/۷-۰/۶ ٪ می باشد. از مواد معدنی دیگر مورد نیاز می توان به منیزیم، سدیم، کلر، پتاسیم و کروم اشاره نمود. عناصر دیگر که در مبحث رشد به عنوان تحریک کننده مطرح می باشند شامل منگنز، آهن، کبالت، ید و روی می باشند که گرچه در مقادیر بسیار کم ولی برای بهبود جذب پروتئین و افزایش نرخ بقا حائز اهمیت هستند.

مواد معدنی ضروری به درون آمینو اسید ها به عنوان یک ماده بستره فرو می روند و به منطقه ژوژنوم روده یعنی جایی که اسید های آمینه جذب می شوند می رسند.

همانطور که گفته شد عناصر معدنی یا کانی ها در متابولیسم و تنظیم فشار اسمزی ماهیان نقش مهمی دارند . ماهی ها این مواد را از غذاها دریافت نموده اما مستقیما از محیط نیز می توانند بگیرند. بسیاری از کانی ها به حد کافی در آب محیط زندگی ماهیان وجود دارند که از طریق آبشش ماهی جذب می شوند. در آبهای شیرین، مقادیرکافی کلسیم، سدیم، پتاسیم و کلر وجود دارد تا با جذب، نیاز ماهی را برآورده سازد. ولی نیاز های کامل کننده باید از طریق غذا وارد بدن ماهیان شود. کانی ها نقش های عمده ای ایفا می کنند که می توان به شرکت کردن آنها در ساختار اسکلتی و آنزیم های فلزدارکاتالیتیکی اشاره نمود. کانی ها مورد نیاز ماهیان شامل

کلسیم، پتاسیم، سدیم، فسفر، منیزیم، آهن، مس، کبالت، سلنیوم، ید، و فلورین می باشند. سطح تایید شده لازم در رزیم غذایی در جدول ۲۴ آمده است. علائم زیادی برای کمبود سطح کانی ها مطرح شده است که می توان به کاهش رشد، کاهش اثر غذا و تغییر شکل اسکلتی اشاره نمود که بیشتر به کمبود کانی ها بر می گردد.

جدول ٢٤ : نیاز کانی ها در ماهیان آزاد در آبهای شیرین

کانی ها	غذا(mg/kgمیزان نیاز)*
Caکلسیم	۱۰۰۰۰
(Cl)کلر	۹۰۰۰
(K)پتاسیم	۷۰۰۰
(Na)سدیم	۶۰۰۰
(P)فسفر	۶۰۰۰
(Mg)منیزیم	۵۰۰
(Fe) آهن	۶۰
(ZN) روی	۳۰
(MN) منگنز	۱۳
(Cu)مس	۳
(I)ید	۱/۱
(Se)سلنیوم	۰/۳

منظور از میزان نیاز در صورتی که در آب مقدار قابل توجهی از این عناصر وجود نداشته باشد*

کلسیم(Ca):

این عنصر فراوانترین عنصر معدنی موجود در بدن آبزیان است که جزء مهم (حدود ۹۸٪) استخوان هاو دندانهای ماهیان پرورشی و اسکلت خارجی سخت پوستان پرورشی می باشد. همچنین جزء لازم سلولهای زنده و مایعات بافتی می باشد . این عنصر درفعالیت تعدادی از سیستم های آنزیمی شامل آنزیم های موثر در انتقالات جریانات عصبی و انقباضات ماهیچه ای دخالت دارد و از ضروریات آنها می باشد. ماده خشک استخوان بطور تقریبی ۴۶٪ مواد معدنی، ۳۶٪ پروتئین و ۱۸٪ چربی دارد که با تغییر سن و نحوه تغذیه ترکیب آن تغییر می کند. کلسیم و فسفر فراوانترین عناصر معدنی در استخوان ها بوده و ترکیب آنها در استخوان به شکل هیدروکسی

آپاتیت {3Ca3(PO4)2.Ca(OH)2} می باشد. خاکستر استخوان حاوی تقریبا ۳۶٪ کلسیم،۱۷٪ فسفر و ۱٪ منیزیوم است.

هضم و جذب کلسیم:

با استفاده از کلسیم نشاندار (رادیو اکتیو) مشخص شد که ویتامین D3 کوله کلسیرفرول) جذب کلسیم را بشدت در تمام روده افزایش می دهد. بنابر این برای جذب کلسیم از دستگاه گوارش آبزیان وجود ویتامین کوله کلسیفرول لازم و ضروری است. همچنین شدت نفوذ کلسیم از طریق پوست بستگی به حجم کلسیم در آب دارد. پایین ترین شدت جذب زمانی است که میزان کلسیم آب ۱۵۰ میلی گرم در لیتر و نسبت منیزیوم به کلسیم ۱ به ۱۱ باشد. ماکزیمم شدت نفوذ در میزان کلسیم ۳۰ میلی گرم در لیتر و نسبت منیزیوم به کلسیم ۱ به ۲/۲ است.

نیاز کلسیم در کپور و قزل آلای رنگین کمان هنگامی که غلظت کلسیم در آب ۲۰ میلی گرم در لیتر و در جیره ۰/۰۳ درصد باشد، برطرف گردیده و هیچ گونه علامت کمبود در آنها مشاهده نمی شود. جذب کلسیم در کپور معمولی نسبت مستقیم با قابلیت حل شدن آن دارد. در کپور ماهیان بدلیل عدم وجود معده و غدد ترشحی اسید معده هنگامی که منبع کلسیم و فسفر جیره، پودر استخوان باشد، جذب موثری توسط این ماهیان مشاهده نمی گردد. هنگامی که میزان کلسیم جیره همراه با کنستانتره فسفر از ۰/۹ به ۱/۲۴ درصد افزایش یابد، جذب کلسیم از ۲۲٪ به ۸۳٪ میزان موجود می رسد.

علایم کمبود کلسیم:

- تعویق رشد و کارآیی ضعیف تغذیه
- کاهش مصرف غذا
- کاهش فعالیت و حساسیت
- کاهش طول عمر
- تغییر حالت در اسکلت بدن
- ناهماهنگی و غیر عادی شنا کردن
- حساسیت و خونریزی داخلی

اثرات کلسیم در تحریک پذیری

نقش کلسیم در تحریک پذیری اعصاب و بافت ماهیچه ای ثابت شده است. کاهش غلظت کلسیم سبب کاهش مقاومت الکتریکی در طول غشاء آکسون می گردد که در نتیجه آن نفوذ پذیری غشاء آکسون بری سدیم و پتاسیم افزایش یافته سبب کاهش سازش و تطبیق پذیری عصب می شود و انتقال سیناپسی هم به همین طریق تحت تاثیر واقع می گردد. گاهی غلظت کلسیم سبب افزایش تحریک پذیری اجزای گره های گانگلیونی می شود. درموقع عدم وجود کلسیم، ممکن است استیل کولین ترشح نشود، بنابراین انتقال سیناپس متوقف می شود.

کلسیم در مکانیزم انقباضی قلب بیش از اثرات آن بر تحریک پذیری دخالت می کند و در نتیجه حذف کلسیم از محیط، باعث کاهش انقباض قلب می گردد.

منابع کلسیم:

پودر ماهی، پودر ضایعات کشتارگاهی طیور، پودر گوشت و استخوان (پودر ضایعات کشتارگاه دام)، پودر استخوان (خاکستر استخوان) منابع غنی کلسیم برای آبزیان پرورشی می باشند. ولی از آنجایی که کلسیم و فسفر این منابع به صورت تری فسفات – کلسیم می باشد، قابلیت دسترسی اندکی برای ماهیان بخصوص کپور ماهیان دارد. قابلیت دسترسی به فسفر و کلسیم معدنی بستگی به قابلیت حل نمک مربوطه دارد و هر چه نمک مربوطه قابلیت حل بیشتری داشته باشد، قابلیت دسترسی به آن بیشتراست. بنبر این مونو فسفات کلسیم بهترین منبع برای ماهیان پرورشی می باشد (بخصوص برای کپور ماهیان بدون معده)

نسبت بین کلسیم و فسفر:

بهنگام افزودن مکمل کلسیم به جیره حیوانات باید نسبت کلسیم به فسفر جیره مد نظر باشد زیرا نسبت غیر طبیعی این دو حداقل می تواند به اندازه کمبود هر یک زیان اور باشد. مناسب ترین نسبت کلسیم به فسفر برای ماهیان پرورشی ۱ به ۱ و برای میگوی ژاپنی ۱/۲ به۱ می باشد.

فسفر(P):

وظایف شناخته شده فسفر در بدن حیوانات از هر عنصر دیگر بیشتر است. همانگونه که قبلا ذکر شد، رابطه نزدیکی بین فسفر و کلسیم در استخوانها وجود دارد. فسفر علاوه بر حضور در استخوان، در فسفوپروتئین ها، اسید های نوکلوئیک و فسفولیپید ها نیز موجود است. فسفر در متابولیسم کربوهیدرات از طریق دخالت در تشکیل هگزوز فسفاتها و آدنین دی و تری فسفات نقشی حیاتی بعهده دارد. مقدار فسفر بدن در مقایسه با کلسیم کمتر است. ۸۰٪ کل فسفر بدن در استخوانها، دندانها و فلس های ماهیان و اسکلت خارجی سخت پوستان قرار دارد.

از آنجایی که فسفر در آبهای طبیعی به مقدار ناچیزی یافت می شود، جیره غذایی مهمترین منبع تامین کننده فسفر در آبزیان پرورشی خواهد بود. در بسیاری از گونه هاف فسفر موجود در مواد اولیه با منشاء حیوانی (آرد ماهی، پودر گوشت، پودر میگو و ....) بهتر جذب می شود. ولی برخی گونه ها مانند کپور ماهی نمی تواند بطرز مناسبی فسفر را از غذا جذب کند. فسفر موجود در منابع گیاهی قابلیت استفاده اندکی برای آبزیان پرورشی دارد زیرا در گیاهان، فسفر بصورت ترکیبات پیچیده ای با فیتین است. علاوه بر این، دسترسی و استفاده از فسفر بسته به منبع و گونه های مختلف تغییر می کند.

جدول ۲۵: دسترسی مقادیر فسفر تخمینی برای ترکیبات مختلف غذایی (NDCP, 1983: New, 1987)

ردیف	منبع غذایی	درصد قابل دسترس	
		کپور ماهیان (بدون معده)	سایر آبزیان
۱	گیاهان (منابع گیاهی)	۳۰	۳۰
۲	محصولات گیاهی	۵۷	۵۸
۳	جوانه گندم	۳۰	۷۰
۴	محصولات حیوانی	۹۲	۹۰
۵	محصولات میکروبی(مخمر و باکتر یها)	۹۰	۹۰
۶	منوفسفات کلسیم یا سدیم و یا پتاسیم	۹۵	۹۵
۷	دی فسفات کلسیم ۰ دو ظرفیتی)	۴۵	۷۰
۸	تری فسفات کلسیم (سه ظرفیت)	۱۵	۶۵
۹	آرد ماهی	۲۵	۶۲
۱۰	سبوس برنج	۲۵	۱۹

علایم کمبود فسفر:

کاهش اشتها، کاهش رشد، کاهش اثرات تغذیه، عدم معدنی شدن استخوان، دفرمه شدن اسکلت، آهکی شدن غیر طبیعی دنده ها و شعاع های نرم باله سینه ای، دفرمه شدن جمجمه، افزایش چربی احشایی، افزایش چربی ستون فقرات، کبد و ماهیچه ها، کاهش گلیکوژن کبد و ....

پتاسیم(K):

پتاسیم به همراه سدیم، کلر و یونهای بی کربنات در تعادل اسید و باز و تنظیم فشار اسمزی مایعات بدن نقش مهمی را بعهده دارد. در حالیکه سدیم کاتیون معدنی اصلی در مایعات خارج سلولی است، پتاسیم اساسا بعنوان کاتیون داخل سلولی انجام وظیفه می کند. همچنین پتاسیم نقش مهمی در قابلیت تحریک پذیری اعصاب و ماهیچه ها داشته و بعلاوه در متابولیسم کربوهیدراتها نیز دخالت می نماید. پتاسیم نقش مهمی در قابلیت تحریک پذیری اعصاب وماهیچه ها داشته، فعال کننده تعدادی از آنزیم های درون سلولی است و برای انقباض ماهیچ ههای قلب در جهت آرامش باعث کاهش ضربان می شود. توزیع تقریبی پتاسیم در پلاسما ۱۰۳ میلی گرم در کیلو گرم، گلبولهای قرمز ۳۳۰۰ میلی گرم در کیلو گرم، کبد، ۲۹۵۰ ، ماهیچه ها ۴۳۰۰ و مغز ۳۰۰۰ میلی گرم در کیلو گرم می باشد.

علایم کمبود پتاسیم:

ضعف عمومی ماهیچه ها، کاهش ریتم روده، ضعف فقلب، ضعف ماهیچه های تنفسی ، رشد کم، کارآیی ضعیف تغذیه، بی اشتهایی، تشنج، تتانی، استرس، و در نهایت مرگ.

سدیم(Na):

بیشتر سدیم بدن آبزیان در بافت های نرم و مایعات بدن وجود دارد. سدیم مانند پتاسیم در تعادل بین اسید و باز و همچنین تنظیم فشار اسمزی مایعات بدن دخالت می کند. سدیم کاتیون اصلی پلاسمای خون و سایر مایعات خارج سلولی بدن می باشد و غلظت آن در داخل سلول کم می باشد. سدیم در انتقال علائم عصبی و جذب اسید های آمینه از دستگاه گوارش نقش دارد. از انجا که ۹۳٪ کاتیون های پلاسما را سدیم تشکیل می دهد، به همین دلیل سدیم دارای نقش اصلی تنظیم کننده pH پلاسما است.

در موجودات ساده تک یاخته ای آبزی، مایعات بدن نسبت به آب دریا ایزوتئنیک ولی در ماهیان و ابزیان پیچیده تر، مایعات بدن نسبت به آب محیط هیپرتونیک یا هیپوتونیک است به نحوی که ترکیب مایع خارج سلولی نسبت به تراوش محیط مقاوم می باشد. اغلب ماهیان پرورشی نسبت به این موضوع دارای قدرت تطابق هستند زیرا گردش زندگی آنها بنحوی است که هم قادرند در آب شیرین و هم آب دریا زندگی کنند.

کلر(Cl):

کلر به همراه سدیم وپتاسیم در تعادل بین اسید، باز و تنظیم فشار اسمزی بدن دخالت دارد. کلر میل ترکیبی ضعیفی برای ترکیب با پروتئین دارد و این خاصیت، کلر را قادر می سازد که در توان بخشی به قدرت یونی محیط خارج سلولی نقش عمده ای داشتته باشد و به عنوان آنیون دائمی گیرنده یون سدیم عمل نماید. کلر به صورت اسید کلریدریک و همچنین نمک های کلراید نقش مهمی در ترشحات معده دارد.

گوگرد یا سلفور(S):

قسمت اعظم گوگرد موجود در بدن ابزیان در پروتئین های حاوی اسیده ای آمینه سیستئین، سیستین، و متیونین قرار دارد. همچنین دو ویتامین بیوتین و تیامین نیز حاوی گوگرد می باشند و به عنوان گروه SH در تنفس بافتها نقش دارد.

منیزیوم یا مگنزیوم(Mg):

منیزیوم رابطه نزدیکی با کلسیم و فسفر دارد. تقریبا ۷۰٪ کل منیزیوم در استخوانها و بقیه در بافتهای نرم و مایعات بدن پراکنده است. منیزیوم معمولترین فعال کننده آنزیم بوده و به خصوص در فعال نمودن فسفات

ترانسرازها، دکربوکسیلازها و اسیل ترانسفرازها اهمیت دارد و همچنین در اندامها و بافتهای ماهیچه ای هم شرکت می کند.

ماهی ها و سخت پوستان قادر به جذب منیزیوم از محیط زیست آبی خود هستند ولی چون آب شیرین دارای مقادیر بسیار اندک منیزیوم است، ماهیان پرورشی آب شیرین برا یتامین نیاز خود به منیزیوم، وابستگی زیادی به منابع موجود در جیره غذایی دارند.

علایم کمبود منیزیوم:

کاهش رشد، بی اشتهایی، آب مروارید چشم، سستی، شلی ماهیچه های کلسیوزیس کلیه، افزایش مرگ و میر، کجی ستون مهره ها، نازکی فیبرهای ماهیچه ای و سلولهای اپی تلیال باب المعده و رشته های ابشش، کاهش منیزیوم خاکستر استخوان و افزایش مقدار کلسیم آن، کاهش مقدار منیزیوم در بدن و سرم خون.

منابع منیزیوم:

سبوس گندم، مخمر خشک، کنجاله پنبه، کنجاله کتان از منابع خوب منیزیوم می باشند. از اکسید منیزیوم بعنوان مکمل معدنی، برای افزایش منیزیوم جیره استفاده می شود.

عناصر کمیاب

آهن (Fe):

مقدار اهن موجود در بدن ماهیان حدود ۰/۰۰۵ درصد وزن بدن اسن و بیش از ۹۰٪ آهن بدن بصورت ترکیب کمپلکس با پروتئین ها وجود دارد . مهمترین این پروتئین ها، هموگلوبین و میوگلوبین است. حدود ۷۵٪ از کل اهن در هموگلوبین(تقریبا ۳۴٪ هموگلوبین را آهن تشکیل می دهد) و ۷٪ در میوگلوبین موجود است. همچنین این عنصر در پروتئینی متعهلق به سرم خون بنام ترانسفرین(Transferrin) که سیدروفیلین (Sidrophilin) نی زخوانده می شودف مشاهده شده است. پروتئین مذکور در امر انتقال آهن از بخشی به بخش دیگر بدن دخالت می کند. فریتین () پروتئینی قهوه ای رنگ است که در کبد، طحال، کلیه و مغز استخوان وجود داشته و حاوی ۲۰ درصد اهن می باشد، این پروتئین یکی از اشکال ذخیره آهن بشمار می آید و هموسیدین (Hemosiderin) ترکیبی مشابه فریتین بوده و تا ۳۵٪ آن را اهن تشکیل می دهد. همچنین آهن جزء بسیاری از انزیم ها مانند سایتوکروم ها و بعضی از فلیوو پروتئین هاست. مغز استخوان یکی از آخرین منابع تامین و تخلیه آهن است و همچنین اخرینم حلی است که در مواقع بهبود پس از تخلیه جانشین می گردد. بنابر این آهن مغز استخوان یکی از شواهد بالینی با ارزش در تعیین ذخیره آهن بدن است و برای تاثیر کمبود و یا تراکم آهن بدن ماهی می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

منابع آهن:

به استثنای شیر که از لحاظ آهن فقیر است، این عنصر در اکثر مواد غذایی یافت می شود. گیاهان سبز و پر برگ بیشتر بقولات و پوسته دانه ها منابع خوب و غذاهایی که منشاء حیوانی دارند مثل پودر ماهی، پودر گوشت، پودر خون و آرد ضایعات کشتارگاه طیور از منابع عالی آهن می باشند. جذب آهن تا حدود زیادی مستقل از منابع غذایی بوده و به کمک مکانیسمی موسوم به مانع مخاطی (Mucosal block) مطابق احتیاجات حیوان صورت می گیرد. نیاز مایهان بالغ به اهن کم است زیرا اهنی که از تخریب هموگلوبین حاصل شده، مجددا به مصرف تولید هموگلوبین می رسد. تنها ۱۰٪ آهن موجود در بدن از دور خارج می شود. مواد اولیه که بصورت مواد معدنی برای تامین اهن به جیره غذایی آبزیان پرورشی اضافه می شود مکعمولا به صورت سیترات اهن سه ظرفیتی و سولفات اهن دو ظرفیتی می باشند. جذب آهن دو ظرفیتی بهتر از اهن سه ظرفیتی است.

علائم کمبود:

کمبود آهن در آبزیان همانند سایر حیوانات، کم خونی میکروستیک (Microcytic) و هیپو کرومیک(Hypochromic) ایجاد می کند که باعث رنگ پردیگی ناشی از کم خونی و کوچک شدن حجم گلبول های خون می شود. در ضمن کمبود ویتامین B6 جذب آهن را کاهش می دهد.

اثرات تغذیه بیش از حد آهن:

زیادی نمک های آهن در جیره ممکن است باعث اختلالات تغذیه ای مثل :

تشکیل فسفات غیر محلول که ممکن است سبب کاهش فسفر گردد و در ماهی بیمار یهای کمبود فسفر را ایجاد کند.

فسفات آهن غیر محلول نمایانگر یک کلوئید معلق است که ممکن است ویتامین ها یا عناصر معدنی کمیاب را جذب و در نتیجه مانع جذب آنها گردد.

مس (Cu):

تولید هموگلوبین در بدن ابزیان مستلزم وجود مس است. اگر چه مس جزء مولکول هموگلوبین نیست، اما در ساختمان سرولوپلاسمین (Ceruloplasmin) که در آزاد سازی آهن از سلولها و انتقال آن بداخل پلاسما دخالت داردف موجود است. کمبود مس قابلیت ماهی را در جذب آهن، یا ازاد سازی آن از بافت ها به منظور ساختن همگلوبین مختل می کند. همچنین مس جزء پروتئین اریتروکوپرئین خون است که نقشی در متابولیسم اکسیژن بعهده دارد. مس در بسیاری از سیستم های انزیمی نیزنقش مهمی دارد بطور مثال جزئی از سایتوکروم اکسیداز تیروزیناز، امین اکسیداز، اسید آسکوربیک اکسداز و بوتیل کوآنزیم و هیدروژناز می باشند. لازم به ذکر است

که رابطه نزدیکی بین مس، گوگرد و مولیبدن وجود دارد. در حضور گوگرد وقتی مقدار مولیبدن زیاده از حد باشد، باعث خواهد شد که کمبود مس بوجود آید. همچنین مس در لیزیل اکسیداز وجود داشته و در اکسیداسیون لیزین در بدن ماهی نقش دارد.

منابع مس:

مس در بسیاری از غذاها یافت می شود. معمولا دانه ها و محصولات فرعی آنها، منابع غنی از مس هستند. در جیره غذایی ماهیان پرورشی این عنصر بصورت سولفات مس افزوده می شود. ولی مصرف بیش از اندازه املاح مس باعث مسمومیت ماهیان پرورشی خواهد شد. مصرف مداوم املاح مس چنانچه بیش از اندازه باشد، منجر به انباشته شدن این عنصر در بافت های بدن، بخصوص کبد خواهد شد. بنابر این مس را می توان سمی انباشتی (Cumulative poison) تصور نمود.

کبالت (CO):

جزء اصلی ویتامین B12 است. شواهدی در دست است که در حیوانات غیر نشخوار کننده، سنتز ویتامین B12، توسط میکروارگانیسم های روده صورت می گیرد ولی نمی تواند تمامی احتیاجات این حیوان را به ویتامین B12 تامین کند. در تغذیه ماهی بهتر است که بجای تامین کبالت، ویتامین B12 جیره را تامین کنیم تا مشکلات و بیماری های کمبود ویتامین B12 در ماهی بوجود نیاید ولی جدا از اهمیتی که کبالت در ترکیب این ویتامین دارد، بعنوان یک یون فعال کننده در برخی از فعل و انفعالات آنزیمی دخالت می کند. لازم به ذکر است که معمولا ماهیان پرورشی دچار کمبود کبالت نمی شوند. چرا که مقدار مورد نیاز به این عنصر هم از طریق آب و هم از طریق جیره غذایی تامین می شود زیرا اکثر غذاها حاوی کبالت است.

ید(I):

تراکم ید در بدن ماهیان بسیار کم است و با اینکه ید در بافت ها و ترشحات بدن پراکنده است، تنها نقش معلوم آن در سنتز دو هورمون تری آیودوتیرونین و تترا ایودوتیرونین (تیروکسین) است که توسط غده تیروئید تولید می شوند، ید در غده تیروئید بصورت جزئی از منو ایودوتیروزین نیز وجود دارد که ترکیبات واسطه ای در تشکیل تیروکسین از اسید آمینه تیروزین می باشند. اثر هورمون تیروکسین بشکل های مختلف می باشد مثل اثر سوخت و ساز انرژی و کنترل میزان اکسیداسیون تمام مولکولها (اثر انرژی زایی) تاثیر بر رشد بدنی بافتها، اثر بر سایر غدد داخلی به خصوص هیپوفیز و غدد تناسلی، تاثیر در فعالیت اعصاب و ماهیچه ها، اثر در تحریک دستگاه گردش خونف تاثیر سوخت و ساز مواد مغذی، مواد معدنی و اب. لازم به ذکر است که بیشتر این اعمال

بهم وابسته اند و شاید همگی مبنای فعالیت اولیه هورمون تیروئید که کنترل سرعت اکسیداسیون سلولی است، پایه گذاری شده اند و سایر اعمال، ثانویه محسوب می شوند.

علائم کمبود ید:

کمبود ید و در نتیجه کاهش تولید تیروکسین، باعث تحریک بخش پیشین غده هیپوفیز به منظور تولید و ترشح مقدار بیشتری هورمون محرک غده تیروئید می گردد که به گواتر معروف است. یکی از عواقب کاهش فعالیت غده تیروئید، بروز اختلالات در تولید مثل ابزیان پرورشی است. در ضمن کمبود ید در غذا تنها عامل بوجود آورنده گواتر نیست، بلکه معلوم شده برخی از غذاها، حاوی ترکیبات گواتر زا می باشند که اگر چنین غذاهایی در جیره غذایی ماهیان پرورشی وجود داشته باشد، باعث ابتلای ماهی به گواتر می شود. اکثر اعضای خانواده براسیکا(چلیپائیان) به خصوص کلم، کلم پیچ، و شلغم قمری و همچجنین لوبیای روغنی، کتان، نخود و بادام زمینی در زمره این غذاها می باشند.

منابع ید:

از آنجایی که آبزیان(بیشتر ماهیان) می توانند ید را جذب کنند، اگر آب پرورشی دارای یدور معدنی باشد، این عنصر براحتی می تواند جذب شود ولی اگر آب پرورشی از نظر این عنصر فقیر باشد، باید توسط منابع غذایی که ید دارند تامین گردند. معمولا غذاهای با منشاء دریایی ید دارند برخی از علف ها و جلبک های دریایی و پودر ماهی (به خصوص پودر کیلکا) منابع خوب ید هستند. استفاده از نمک ید دار می تواند کمبود ید را در جیره غذایی تامین نماید. چرا که این عنصر بشکل یدور معدنی از دستگاه گوارشی ماهی جذب می شود.

منگنز (Mn):

منگنز موجود در بدن ابزیان بسیار اندک بوده ولی با این وجود اکثر بافتها حاوی مقادیر کم این عنصر می باشند. تراکم منگنز در استخوانها، کبد، پانکراس و غده هیپوفیز در مقایسه با سایر بافتها بیشتر است. همانند منیزیوم، منگنز، نیز بعنوان فعال کننده آنزیم ها در بدن حائز اهمیت است بطوریکه تعدادی از فسفیت ترانسفرازها و دیگر کربوکسیلازها به خصوص آنهایی که در سیکل اسید تری کربوکسیلیک دخالت دارند، توسط این عنصر فعال می شوند. معمولا آبزیان می توانند منگنز را از آب جذب کنند و در صورت کمبود و یا عدم وجود آن در آب، منگنز باید از طریق مواد غذایی تامین شود.

علائم کمبود منگنز:

کمبود منگنز در ماهیان پرورشی باعث تاخیر در رشد، اسکلت غیر طبیعی(انحنای غیر طبیعی استخوان پشت و بد شکلی دم در ماهی قزل الای رنگین کمان) و اختلال در تولید مثل میشود. در کل کمبود منگنز در ماهیان پرورشی باعث نوعی پروسیس (بد شکلی و غیر طبیعی شدن استخوانها) و تاخیر در ساخت سلولهای خونی می شود.

منابع منگنز:

سبوس برنج و پوسته خارجی دانه گندم از منابع غنی منگنز محسوب می شوند و اکثر غذاهای سبز حاوی مقادیر کافی منگنز می باشند. مقدار منگنز بر خلاف تصور در مخمر و اکثر غذاهایی که منشائ دریایی دارند، ناچیز می باشد. بشکل معدنی می توان سولفات منگنز ($MnSO_4$) و کلرید منگنز ($MnClO_2$) به مقدار لازم به جیره افزود.

روی (Zn):

روی در تمامی بافت های بدن یافت می شود و بر خلاف بسیاری از عناصر کمیاب که در کبد ذخیره می شوند، متمایل به انباشته شدن در استخوان ها است. تراکم زیادی از این عنصر در پوست ماهیان پرورشی مشاهده می شود. تعدادی از آنزیم های بدن مانند کربونیت دی هیدراتاز، کربوکسی پپتیداز های پانکراس و گلوتامیک دی هیدروژناز و همچنین تعدادی از پیریدین نوکلئوتید دی هیئروژناز ها حاوی روی می باشند. علاوه بر اینها روی بعنوان کوفاکتور بسیاری از آنزیم های دیگر عمل می کند. روی در سایر فعالیت های متابولیکی از جمله حفظ غدد تناسلی در ماهیان نر و پوست بدنف چشم و استخوان ها دخالت دارد. روی در التیام و بهبود زخم های ایجاد شده در بدن ماهیان و در بهبود سوختگی های پوست ماهیان ناشی از تابش مستقیم خورشید نقش اساسی دارد. لازم به ذکر است که بین کلسیم ، مس و روی رابطه نزدیکی وجود دارد. کلسیم زیاد با روی پیوند می شود و روی زیاد متابولیسم مس را مختل می کند و ممکن است موجب کم خونی شود و همچنین اسید فیتیک گیاهی به روی متصل شده و ان را غیر قابل استفاده می کند.

علائم کمبود روی:

کمبود روی باعث کوتاه شدن طول بدن ماهیان، کاهش اشتها، آب مروارید چشمف رشد ضعیف و غیر طبیعی، کاهش راندمان استفاده از غذا، بی حالی و سستی و بارزترین علامت کمبود روی پاراکراتوسیس (Parakeratosis) می باشد. پاراکراتوسیس با سرخی و بدنبال آن ترکیدن پوست و ایجاد زخم و خوردگی پوست و باله ها نمایان می گردد. کمبود روی با افزایش کلسیم جیره تشدید و با کاهش کلسیم و افزایش فسفر تخفیف می یابد. لازم به

ذکر است که مقادیر زیاد روی در جیره غذایی ماهیان پرورشی می تواند باعث کاهش مصرف غذا و کمبود مس گردد.

منابع روی:

روی در بسیاری از گیاهان وجود داشته و مخمر منبع اصلی آن است. تراکم روی در سبوس و جوانه بذور غلات زیاد است. از منابع معدنی روی که می توان در جیره غذایی ماهیان پرورشی بکار برد اکسید روی و کربنات روی می باشند که بعنوان نمک های ارزان قیمت روی در جیره های معمولی ماهیان پرورشی بکار می روند.

مولیبدن (Mo):

گزانتین اکسیداز (Xanthin oxidase) یک متالوآنزیم حاوی مولیبدن می باشد که در متابولیسم پورین ها اهمیت دارد و اکسیداسیون الدهید ها، بنزن ها و دی فسفر پیریدن نوکلئوتید احیا شده (NADH) را سرعت می بخشد. آنزیم گزانتین اکسیداز شامل مولیبدن و آهن بعنوان یک گروه پروستاتیک پیچیده همراه با فلایوآدنین دی نوکلئوتید (FAD) می باشد. مولیبدن جزء دو آنزیم دیگر آلدهید اکسیداز و سولفیت اکسداز نیز می باشد.

سلنیوم(Se):

سلنیوم بعنوان بخشی از آنزیم فلزی گلوتاتیون پراکسیداز که در فرآیند های ضد اکسیداسیون ماهی عمل می کند. سلنیوم و ویتامین E بهمراه هم در جلوگیری از خسارات اکسیداسیون عمل می کنند. خواص سلنیوم مشابه خواص گوگرد و تلوریم است. غالبا سلنیوم بصورت ترکیبات آلی و معدنی همراه با گوگرد یافت می شود. در برخی از ترکیبات سلنیوم جانشین گوگرد شده، در صورتی که درترکیبات دیگر، سلنیوم از طریق ترکیب و بصورت کمپلکس با گوگرد یافت می گردد. متداولترین فرم های معدنی سلنیوم ، اسید سلنوس، سلنات ها و سلنیت ها که ترکیبات مشابه سلنیوم با اسید سولفوریک، اسید سولفوروس، سولفات ها و سولفیت ها می باشند. میکروارگانیسم های دستگاه گوارشی برخی از گونه های کپور ماهیان قادرند به مقدار کم سلنیوم را بجای گوگرد در سیستین و متیونین جانشین کنند و بدین وسیله سلنوسیستین و سلنومتیونین ایجاد نمایند. سلنومتیونین همانند متیونین از سلولهای روده ای و از طریق مکانیزم انتقال فعال از دیتگاه گوارش جذب می شود ولی سلنیت معدنی و سلنوسیستین بطور فعال جذب و منتقل نمی گردند. جذب سلنیوم توسط گلبولهای قرمز تحت تاثیر دی – آلفا- توکوفرول جیره نیست ولی برای این کار مقدار کافی گلوتاتیون احیا شده میان سلولی (GHS)لازم است. جذب سلنیوم توسط گلبولهای قرمز بسیار سریع است و در چند دقیقه بعد از مصرف سلنیت توسط ماهی اتفاق می افتد. این جذب به طریقه دفع فعال سلنیوم از گلبولهای قرمز و انتقال به حامل های پروتئینی مخصوص

موجود در پلاسما انجام می پذیرد یکی از پروتئین های حامل ممکن است گلوتاتیون پراکسیداز باشد. سایر پروتئین های حامل سلنیوم با بتا لیپوپروتئین پلاسما همراه هستند.
سلنیوم و ویتامین E درپیشگیری از تراوش آب زیر پوست موثرند و سلنیوم به ویتامین E در پیشگیری از تحلیل ماهیچه ای یا دیتروفی ماهیچه ای در ماهیان پرورشی کمک می کند ولی نبود ویتامین E تاثیری در پیشگیری از این بیماری ندارد.

سلنیوم حداقل از سه طریق به ویتامین **E** مورد نیاز کمک می کند:

- سلنیوم برای حفظ سلامتی لوزالمعده لازم است که در نتیجه آن هضم چربی ها و تشکیل میسل صفرا- چربی بطور عادی انجام می گیرد و باعث جذب ویتامین E بطور طبیعی می شود.
- سلنیوم جزیی از آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز است که این انزیم، گلوتاتیون احیا شده را به گلوتاتیون اکسید شده تبدیل می کند و در همین زمان پراکسدازه ا را بوسیله تبدیل آنها به الکل بی ضرر مبدل می سازد و مانع حمله پراکسیداز ها به اسید های چرب غیر اشباع در چربی های موجود در غشاء سلولها می شود و تا حد زیادی نیاز به ویتامین E را که جهت حفظ سلامتی این غشا لازم است، کاهش می دهد.
- سلنیوم از چند طریق نامشخص دیگر به توقف ویتامین E در پلاسما کمک می کند.

علائم کمبود سلنیوم:

در اثر کمبود سلنیوم فیبروسیس لوزالمعده(تحلیل رفتگی لوزالمعده) و تراوش آب در زیر پوست آبزیان ایجاد می شود. لوزالمعده ای ک هتحلیل رفته باشد قادر به تولید لیپاز نیست و در نتیجه منوگلسیریدها که برای تشکیل میسل های نمک های صفراوی و چربی که برای جذب ویتامین E ضروری هستندف تشکیل نمی گردد. بنابر این در اثر کمبود ویتامین E در بدن ماهیان تجمع آب زیر پوست و تحلیل ماهیچه ای ایجاد می شود. همچنین ماهیانی که با کمبود سلنیوم مواجه هستند بیشتر در معرض ابتلا به سرطان خواهند بود.

فلوئور(F):

فلوئور جزء تشکیل دهنده آپاتیت استخوان می باشد. از آنجایی که این عنصر در تمامی غذا به مقدار خیلی کم وجود دارد و همچنین از طریق آب جذب ماهیان پرورشی می شود، بنابر این ماهیان پرورشی دچار کمبود این عنصر نمی شوند. معمولا فراوانی و خطر مسمومیت فلوئور در غذاها بیشتر از کمبود آن است و در هنگام کمبود فلوئور در جیره می توان به مقدار لازم پتاسیم فلئوراید به صورت معدنی به جیره اضافه نمود.

کروم(Chromium):

نقش کروم شرکت در تشکیل کلاژنف تنظیم متابولیسم گلوکز، سنتز پروتئین و لیپید و تنظیم سطح کلسترول سرم خون می باشد ولی اهمیت این عنصر در تغذیه عملی ماهیان پرورشی بخوبی روشن نیست.

جدول ۲۶ : احتیاجات مواد معدنی آبزیان پرورشی

نام عنصر معدنی	واحد و علامت اختصاری	قزل الای رنگین کمان	کپور معمولی	میگو
کلسیم	Ca(%)	۰/۵-۰/۷	۰/۲۸-۰/۴	۲/۵-۴
فسفر قابل جذب	P(%)	۰/۷-۰/۷۳	۰/۷-۰/۸	۱-۱/۵
منیزیوم	Mg(%)	۰/۰۵-۰/۰۶	۰/۰۴-۰/۰۵	۰/۱-۰/۳
سدیم	Na(%)	۰/۴-۰/۷۳	۰/۱-۰/۳	۰/۷-۰/۷۵
پتاسیم	K(%)	۰/۳-۱/۰۲	۰/۲-۰/۴	۰/۸-۱/۵
گوگرد	S(%)	۰/۵-۰/۶۸	۰/۳-۰/۵	۰/۰۲-۰/۰۵
کلر	Cl(%)	۰/۴-۰/۷۴	۰/۱-۰/۵	۰/۶۲-۰/۷۲
آهن	Fe(mg/kg)	۵۰-۱۰۰	۱۵۰-۱۶۰	۲۰-۴۰
مس	Cu(mg/kg)	۴-۵	۱-۴	۲۰-۲۵
منگنز	Mn(mg/kg)	۳۰-۵۰	۱۲-۱۳	۲۰-۴۰
کبالت	Co(mg/kg)	۵-۱۰	-	-
روی	Zn9mg/kg)	۳۰-۴۰	۳۰-۱۰۰	۵۰-۱۰۰
ید	I(mg/kg)	۱۵۰-۲۵۰	-	۳۰-۶۰
سلنیوم	Se(mg/kg)	۰/۱-۰/۴	-	۱-۱/۲

جدول ۲۷: مواد اولیه ای که برای تایمن مواد معدنی به غذا افزوده می شود

ردیف	ماده معدنی	مواد اولیه مورد استفاده
۱	کلسیم	کربنات کلسیم، منوفسفات کلسیم، دی فسفات کلسیم، لاکتات کلسیم
۲	فسفر	منوفسفات سدیم، منوفسفات کلسیم، منوفسفات پتاسیم، دی فسفات کلسیم
۳	منیزیوم	کربنات منیزیوم، سولفات منیزیوم
۴	سدیم	کلرید سدیم(نمک طعام)
۵	پتاسیم	کلرید پتاسیم فسفات پتاسیم
۶	روی	سولفات روی ف اکسید روی
۷	مس	سولفات مس ، اکسید مس
۸	منگنز	سولفات منگنز، اکسید منگنز
۹	آهن	سولفات آهن دو ظرفیتی ، گلوکونات آهن دو ظرفیتی، کربنات آهن دو ظرفیتی، اکسید فریک
۱۰	ید	یدی پتاسیم، یدات پتاسیم، یدی دی آمین دی هیدرواتیلن (برای میگو)
۱۱	سلنیوم	سلنیت سدیم
۱۲	کبالت	کلرید کبالت، سولفات کبالت

منوکلسیم فسفات دارای ۱۶٪ کلسم و ۱۲۵ فسفر است و از لحاظ اینکه قابلیت جذب خوبی در ابزیان پرورشی دارد بعنوان بهترین منبع تامین کلسیم و فسفر آبزیان پرورشی پیشنهاد شده است. دی کلسیم فسفات دارای ۲۴۵ کلسیم و ۲۰٪ فسفر ولی قابلیت جذب پایین تر نسبت به منوکلسیم فسفات در رتبه بعد قرار دارد. کربنات کلسیم حاوی ۴۰٪ کلسیم می باشد. اکسید فریک حاوی ۳۵٪ آهن می باشد (زاج سبز تجاری دارای ۲۰٪ اکسید فریک است).

سولفات آهن دوظرفیتی دارای ۲۰۵ اهن می باشد و یدور پتاسیم حاوی ۷۶٪ ید است. یولفات کبالت دارای ۳۴٪ کبالت است.

جدول ۲۸ : مقادیرپیشنهادی مکمل های معدنی برای انواع آبزیان پرورشی (mg/kg)

ردیف	نام ماده معدنی	کپور علفخوار	کپور معمولی	قزل آلای رنگین کمان	میگو
۱	مونو فسفات کلسیم	۲۳۲۸۰	۳۴۴۱	۴۶۰۰	۲۹۰۰۰
۲	لاکتات کلسیم	۴۳۵۰	۷۲۰۰	۳۷۰۰	۱۴۰۰۰
۳	فسفات سدیم	۱۸۰۰	۱۵۰۰	۱۳۵۰	۱۲۰۰۰
۴	سولفات پتاسیم	۱۶	–	۲۵	۹۰۰
۵	سولفات آهن	۱۰۰	۲۵۰	۵۰	۳۰۰
۶	نیترات آهن	۱۲۰	–	۲۰	۱۰۰
۷	کربنات منیزیوم	۳۰۰	۵۰۰	۴۰۰	۲۰۰۰
۸	سولفات منگنز	۱۳	۹۲	۲۷	۲۰
۹	سولفات مس	۱۵	۲۰	۲۵	۲۵
۱۰	کلرید کبالت	۲/۳	۱/۵	۵	۱۰
۱۱	یدید پتاسیم	۱/۴۲	۱/۶	۲/۰۷	۱/۲
۱۲	کلرید سدیم	–	–	۳۰۰	–
۱۳	کلرید پتاسیم	–	–	۷۵۰	–
۱۴	سولفات روی	۵۰	۲۲۰	۳۰	۱۲۰
۱۵	مولیبدان آمونیوم	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۲۷	۰/۳۲

ویتامین ها:

از ویتامین هامعمولا به عنوان ترکیبات آلی ضروری در رژیم غذایی یاد می شود که البته مقدار مورد نیاز خیلی کم می باشد ولی در عین حال نقش بسیار مهمی در سرعت بخشیدن به واکنش های شیمیایی به عنوان کاتالیزور دارند گرچه در ساختار بدنی نقش قابل توجهی ندارند. ۴ ویتامین محلول در چربی، ۱۱ نوع محلول درآب و ویتامین هایی که شبه ترکیبی هستند به عنوان ویتامین های ضروری برای ماهیان تقسیم بندی شده اند. مقدار مورد نیاز آنها معمولا در مرحله جوان ماهیان در حال رشد اندازه گیری می شود. با این وجود مقدار مورد نیاز به میزان مواد غذایی دیگری که وارد بدن ماهی می شوند بستگی دارد. در جداول زیر میزان های پیشنهادی به طور خلاصه آورده شده است. بسیاری از نشان های کمبود ویتامینی خیلی اختصاصی نیستند و از آنجا که هزینه آزمایشات آنالیزی ویتامین ها گران است چندان مورد توجه قرار نگرفته اند. ولی با این وجود، شناسایی کمبود های ویتامینه اغلب سخت می باشد. نامنظم بودن تغذیه و کمبود ویتامین ها می تواند حتی روی استفاده مناسب از دیگر غذاها نیز تاثیر منفی داشته باشد و در نهایت به سلامت ماهی آسیب جدی وارد سازد به طوریکه به سمت بیماری یا تغییر شکل بدنی آن پیش رود. نشانگان کمبود غذایی به طور تدریجی ظاهر می شود و همزمان با هم

دیده نمی شوند. بهر حال، کسانی که در پرورش ماهیان فعالیت می کنند نشان هایی از کمبود مواد غذایی را برای خود مشخص نموده اند که می توان به کاهش مصرف مواد غذایی ریخته شده در استخر و یا کاهش وزن اشاره نمود. ویتامین ها موادی مشتق از ترکیبات آلی با وزن مولکولی کوچک هستند که گرچه در ساخت و ساز پیکره حیوانات عالی نقشی ندارند (یا در اندازه های بسیار کم نقش دارند)، با داشتن ترکیبات مختلف برای زیست موجودات بسیار ضروری می باشند، و از این رو حتما می بایست در رژیم غذایی بخشی را بدانها اختصاص داد. این مواد در فرآیند متابولیسم سلولی فعالیت های بسیار اختصاصی را بازی می کنند. ویتامین های ۱۵ گانه شناخته شده به مقدار کم مورد نیاز هستند.

البته نه هر ویتامینی برای هر گونه جانوری ضروری می باشد و نه همیشه می توان گفت در مقادیر یکسان مورد نیاز هستند. برخی حیوانات با داشتن میکروارگانیسم هایی که درون لوله گوارش آنها زیست می کنند، قابلیت ساخت ویتامین های ویژه ای را دارند و ویتامین های دیگر از مواد پیش ویتامینی (provitamins) ساخته می شوند.

به طور کلی ویتامین ها دارای خاصیت کاتالیزور یا تسریع کننده واکنش های آنزیمی- زیستی هستند و لذا در مقادیر بسیار اندک ضروری می باشند، البته کولین(Choline) که دارای ساختار شبه ویتامینی هستند از این قاعده مستثنی می باشد.

عدم وجود برخی ویتامین های ویژه باعث تخریب روند مناسب متابولیسم شده (Avitaminosis)که می تواند به مرگ منجر شود. از طرف دیگر استفاده بیش از حد ویتامین ها نیز باعث بروز عوارضی غیر اختصاصی می شود(Hypervitaminosis). در این حالات، روند تخریب متابولیسم و عوارض غیر اختصاصی به گونه ای است که به راحتی نمی تواند علل کمبود یا افزون مصرف ویتامینی را رد یابی نمود.

ترکیباتی که باعث تخریب یا بی اثر کردن فعالیت های ویتامینی می شوند به عنوان ضد ویتامین ها(Anti-vitamins) نامیده می شوند. در ابتدا نام ویتامین ها با استفاده از یک حرف بزرگ از حروف الفبای انگلیسی در متون نوشته می شد(مثل Vitamin A) ولی از سال ۱۹۶۰ با پذیرش نام های بین المللی برای هر کدام از نامگذاری اختصاصی استفاده گردید. در تقسیم بندی سنتی، ویتامین ها به دو گروه محلول در چربی و محلول در آب تفکیک شدند که گرچه نقطه ضعف هایی دارد ولی هنوز نیز مورد استفاده است.

تعداد زیادی از ویتامین های محلول در آب دارای اثر مستقیم کوآنزیمی هستند حال آنکه تاکنون چنین نقشی برای ویتامین های محلول در چربی شناخته نشده است.

جدول ۲۹: سطوح پیشنهادی مصرف ویتامین در ترکیب غذایی ماهیان مختلف

ویتامین		قزل آلای رنگین کمان	کپور	گربه ماهی	میگو
A	(IU/kg)	۵۰۰۰–۲۰۰۰۰	۴۰۰۰–۲۰۰۰۰	–	۸۰۰۰۰–۱۰۰۰۰
D3	(IU/kg)	۲۰۰۰–۳۰۰۰	۲۰۰۰	۵۰۰–۴۰۰۰	۳۰۰–۳۵۰۰
E	(mg/kg)	۱۰۰–۵۰۰	۱۰۰–۵۰۰	۵۰–۱۰۰	۳۰۰–۳۵۰
K3	(mg/kg)	۱۰–۲۰	۳	–	۱۵–۲۰ IU/kg
B1	(mg/kg)	۱۰–۲۰	۱۰	۱–۳	۴۰–۵۰
B2	(mg/kg)	۱۰–۲۰	۵–۱۰	۱۰	۳۰–۴۰
اسید پانتوتنیک	(mg/kg)	۵۰–۱۰۰	۳۰–۹۰	۳۰–۲۵۰	۹۰–۱۰۰
نیاسین	(mg/kg)	۵۰–۱۵۰	۳۰–۵۰	۲۰	۲۴۰–۲۵۰
پیریدوکسین	(mg/kg)	۱۰–۲۰	۵–۱۰	۲–۳	۴۰–۵۰
بیوتین	(mg/kg)	۱–۲	۱	۱	۰/۸–۱
اینوزیتول	(mg/kg)	۳۰۰–۵۰۰	–	–	۲۵۰–۳۰۰
اسید فولیک	(mg/kg)	۵–۱۰	–	–	۸–۱۰
B12	(mg/kg)	۰/۰۲–۰/۰۵	–	–	۰/۰۹–۰/۱
کولین	(mg/kg)	۵۰۰–۱۰۰۰	۱۰۰۰–۲۰۰۰	–	۱۵۰۰–۲۰۰۰
C	(mg/kg)	۲۰۰–۴۰۰	۵۰–۱۰۰	۵۰–۲۰۰	۱۴۰۰–۱۵۰۰

جدول ۳۰: ویتامین ها

ویتامین	نامگذاری بین المللی	اختصاصات
ویتامین های محلول در چربی		
Vitamin A	Retinol(A1) Dehydroretinol(A2)	حساس یه اکسیژن، به نسبت مقاوم به حرارت
Vitamin D	Ergocalciferol (D2) Cholecalciferol (D3)	مقاوم به حرارت
Vitamin E	α – Tocopheroll	مقاوم به حرارت، حساس به نور و اکسیژن
Vitamin K	α – Phylloquinone(K1) Menadione (K3)	حساس به نور و اکسیژن
ویتامین های محلول در آب		
Vitamin B1	Thiamine	مقاوم به حرارت خشک ، در شرایط پخت و پز از بین می رود
Vitamin B2	Riboflavin	مقاوم به حرارت، حساس به نور
Pantothenic acid	D-Pantothenic acid	مقاوم به حرارت خشک
Vitamin B3	Niacinamide (Niacin, nicotinic acid)	مقاوم به حرارت
Vitamin B6	Pyridoxine, pyridoxamine, pyridoxal	حساس به نور
Vitamin H Inositol	Biotin Mesoinositol(myoinositol)	در نور و حرارت پایدار
Folic acid	Pteroylglutamic acids	
Vitamin B12	Cyanocobalamin	–
Choline	Hydroxyethyl-trimethyl-ammonium hydroxide	–
Vitamin C	L- Ascorbic acid	حساس به اکسیژن و حرارت

جدول ۳۱: علامت های کمبود غذاهای مختلف

Nutrient	علائم کمبود
Folic Acid, Inositol, Niacin, Pyrodoxine, Rancid Fat, Riboflavin, Vitamin B12, Vitamin C, Vitamin E, Vitamin K	کم خونی
Biotin, Folic Acid, Inositol, Niacin, Pantothenic Acid Pyrodoxine, Riboflavin, Thiamin, Vitamin A, Vitamin B12, Vitamin C	بی اشتهایی
Vitamin A, Vitamin C, Vitamin E	Acites
Pyrodoxine, Pantothenic acid, Riboflavin	ناهماهنگی حرکتی
Pantothenic Acid	لاغر شدن آبشش ها
Biotin, Thiamin	لاغر شدن عضلات
Magnesium	Caclinosis: renal
Vitamin C, Tryptophan	ناهنجاری غضروفی
Methionine, Riboflavin, Thiamin, Zinc	آب مروارید چشمی
Rancid Fat, Vitamin E	سروئید کبد
Methionine, Riboflavin, Zinc	غیر شفاف شدن عدسی چشمی
Pantothenic Acid	تغییر شکل آبشش ها
Vitamin K	لخته شدن خون به آرامی
Biotin, Folic Acid, Pyrodoxine Riboflavin	تیره رنگ شدن پوست
Biotin, Pyrodoxine, Thiamin	تشنج
Fatty Acids, Thiamin	تغییر رنگ پوست
Phosphorous	تغییر شکل استخوان
Vitamin A	تغییر شکل عدسی چشم
Biotin	تخریب آبشش ها
Pantothenic Acid	جدا شدن لایه ای پوست
Selenium	ترشح های حساسیتی
Inositol	متورم شدن معده
Pantothenic Acid	متورم شدن کیسه شنا
Selenium, Vitamin E	تخریب عضلات

ادم یا خیز	Niacin, Pyrodoxine, Thiamin, Vitamin A, Vitamin E
اپیکاردیتیس	Vitamin E
فقدان تعادل	Pyrodoxine, Thiamin
فرسودگی باله ها	Fatty Acids, Riboflavin, Vitamin A, Zinc
اگزوفتالموس	Pyrodoxine, Vitamin A, Vitamin C, Vitamin E
ترشحات آبششی	Pantothenic Acid
چربی گرفتگی کبد	Biotin, Choline, Fatty Acids, Inositol, Vitamin E
کاهش تاثیر غذایی	Biotin, Calcium, Choline, Energy, Fat, Folic Acid, Inositol, Niacin, Protein, Riboflavin
شکنندگی گلبول های قرمز	Biotin, Vitamin B12, Vitamin E
شکنندگی باله ها	Folic Acid
تکه تکه شدن گلبول های قرمز	Biotin, Vitamin B12, Vitamin E
تند تند نفس زدن	Pyrodoxine
گواتر	Iodine
کاهش رشد	Biotin, Calcium, Choline, Energy, Fat, Folic Acid, Inositol, Niacin, Pantothenic Acid, Protein, Pyrodoxine, Riboflavin, Thiamin, Vitamin A, Vitamin B12, Vitamin C, Vitamin E
کاهش هماتوکریت	Iron, Vitamin C, Vitamin E
پایین آمدن هموگلوبین	Iron, Vitamin B12, Vitamin C
خونریزی از چشم	Riboflavin, Vitamin A
خونریزی از آبشش ها	Vitamin C
خونریزی از کلیه ها	Choline, Vitamin A, Vitamin C
خونریزی از کبد	Vitamin C
خونریزی پوستی	Niacin, Pantothenic Acid, Riboflavin, Vitamin A, Vitamin C
تحریک پذیری و کج خلقی	Fatty Acids, Pyrodoxin, Thiamin

زخم کولون	Biotin, Niacin
زخم چشم	Methionine, Riboflavin, Vitamin A, Vitamin C, Zinc
زخم پوست	Biotin, Inositol, Niacin, Pantothenic Acid
بی حالی	Folic Acid, Niacin, Pantothenic acid, Thiamin
شبه چربی شدن کبد	Fatty Acids, Rancid fat
خمیدگی ستون فقرات	Vitamin C
ناخوشی عضله قلبی	Essential Fatty Acids
مردن بافت های کبد	Pantothenic Acid
اختلال عصبی	Pyrodoxine, Thiamin
کم رنگ شدن کبد (تجمع گلیکوژن)	High Digestible Carbohydrate, Biotin
نور گریزی	Niacin, Riboflavin
سر سنجاقی شکل شدن	Starvation
پیگمنتاسیون شدن عنبیه	Riboflavin
دمر شدن	Pantothenic Acid, Vitamin C
سخت شدگی سریع	Pyrodoxine
کج شدن تیره پشت	Phosphorus, Tryptophan, Vitamin C, Vitamin D
سندروم تشنج	Essential Fatty Acids
لجنی شدن آبی رنگ اطراف بدن	Biotin, Pyrodoxine
اسپاسم عضلانی	Niacin
نامنظم شدن شنا	Pyrodoxine
شنا کردن به پشت	Pantothenic Acid
کزاز عضلانی عضلات سفید	Niacin, Vitamin D
رگی شدن قرنیه	Riboflavin

ویتامین های محلول در چربی به همراه مولکول های چربی و از طریق دستگاه گوارش جذب شده در اندام های ذخیره کننده چربی انباشته می شوند. ویتامین های محلول در آب بسته به نیاز موجود یا به سرعت پس از جذب مصرف می شوند و یا اینکه تجزیه و دفع می شوند.

ویتامین ها تا حدودی در مطالعات مورد توجه قرار گرفته اند ولی هنوز محتاج بسیار تحقیق هستند. اگر چه کمبود آنها به کرات مورد آزمایش قرار گرفته و تاثیرات منفی و نقایص بوجود آمده در اثر این کمبود گزارش شده است ولی در بسیاری از ماهیان اصلی هنوز این مطالعات انجام نشده است. ویتامین ها در حفظ فرآیند های فیزیولوژیک و متابولیک ماهی نقش اساسی دارند. ویتامین ها دارای دو گروه محلول در آب شامل ویتامین B complex و ویتامین ث هستند که فعالیت کوآنزیم در متابولیسم سلولی بازی می کنند(بجز در مورد دو ویتامین کولین واینوزیتول که نقش رشدی دارند و همچنین ویتامین ث) و گروه محلول در چربی شامل ویتامین های A,D,E و ویتامین K می باشند. ویتامین A در حمل و نقل کلسیم از غشا دخالت می کند و در تکوین تولید مثل و جنین و جامعیت بخشیدن به ساختار سلولی اهمیت دارد. ویتامین D جذب را از روده کوچک تحریک می کند. ویتامین E در نفوذپذیری غشا و تکوین مناطق پر رگ همچون غدد نقش بازی می کند و همچنین گفته شده این ویتامین نقش حفاظتی برای اسید های چرب فوق غیراشباع در چربی های موجود در غشا زیستی در مقابل اکسید شدن در حضور اکسیژن مولکولی را به خوبی ایفا می نمایند. میزان نیازمندی ماهی ها به ویتامین ها به اندازه، سن و نرخ رشد ماهی، فاکتورهای محیطی و همچنین محتویات غذایی بستگی دارد

تاثیرات منفی ناشی از کمبود ویتامین ها به خصوص زمانی خود را نشان می دهد که سیستم کشت نیمه متراکم یا متراکم باشد. به عنوان مثال کمبود ویتامین ث سبب تغییر شکل ستون نخاعی در کپور روهو و مریگال می شود. به همین دلیل در مورد مریگال نیاز مرحله ابتدایی زندگی به این ویتامین ۷۵-۶۵ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم غذا توسط Mahajan&Agrawal, 1979 توصیه شده است.

آنتی اکسیدانت ها :

از آنجا که همه مواد غذایی (بجز ویتامین ها و مواد معدنی) با عنوان مولکول های بسته بندی شده پر انرژی لازم است طی فرآیند اکسیداسیون، انرژی خود را آزاد نمایند، مشکلاتی در حین اکسیداسیون کنترل نشده بوجود خواهد آمد مثل ترشیدگی چربی یا پراکسید شدن آن Rancidity or lipid peroxidation که لازم است از موادی با نام آنتی اکسیدانت ها در جیره غذایی استفاده شود و این مشکلات تا حد امکان مرتفع گردد. اگر چه آنتی اکسیدانت ها از نظر تعداد زیاد هستند ولی معدودی از آنها کارآیی کنترل اکسیداسیون نامناسب را دارند به همین دلیل برای انتخاب آنتی اکسیدان ها باید شرایط زیر وجود داشته باشد:

- بایستی در مقابل فرآیند اکسید شدگی چربی، پروتئین و سایر مواد غذایی حیوانی و گیاهی مقاوم باشد و باقی بماند

- نباید سمی باشد
- در غلظت های کم تاثیر خود را داشته باشد
- از نظر اقتصادی مقرون به استفاده باشد.

آنتی اکسیدان های معمول و میزان مصرف آنها در غذا:

از بین این ترکیبات شیمیایی و طی تحقیقات سه مورد که بیشترین تاثیر را در کنترل اکسیداسیون های نامناسب داشته اند شامل:

الف) اتوکسی کوین با نام ژنریک 1,2-dihydro-6-ethoxy-2,2,4- trimethylquinoline (۱۵۰ ppm)

ب) BHA (butylated hydroxyanisole) (۲۰۰ ppm)

ج) BHT (butylated hydroxytoluene) (۲۰۰ ppm)

از حیث عملکرد،مورد اول بهترین و به ترتیب دو تای بعدی در جایگاه دوم و سوم قرار دارند . البته در سالهای اخیر از اسید آسکوربیک، اسید پروپیونیک، اسید بنزوئیک، اسید سیتریک و دیگر نمک ها استفاده تثبیت کنندگی یا انتی اکسیدانی شده است. اگر چه مشکلات تکنیکی (مثل سطح رطوبت) در رابطه با استفاده از این ترکیبات وجود دارد ولی گران بودن انها مهمترین مشکل استفاده کرد از آنها در غذا است. در زیر لیستی از انواع تثبیت کننده ها (Preservatives) آورده شده است.

Ascorbic acid	Ascorbyl palmitate	Benzoic acid
BHA	BHT	Calcium ascorbate
Calcium propionate	Calcium sorbate	Citrate acid
Dilauryl thiodipropionate	Distearyl thiodipropionate	Erythorbic acid
Ethoxyquin	Formic acid	Methylparaben
Potassium bisulphite	Potassium metabisulphite	Potassium sorbate
Propionic acid	Propul gallate	Propul paraben
Resin guaiae	Sodium ascorbate	Sodium benzoate
Sodium bisulphite	Sodium metabisulphite	Sodium nitrite
Sodium propionate	Sodium sorbate	Sodium sulphite
Sorbic acid	Stannous chloride	Sulphur dioxide
THBP - Trihydroxy-butyrophenone		Thiodipinic acid
TBHQ - Tertiary-butylhydroquinone		Tocopherols

وظیفه آنتی اکسیدان ها :

جلوگیری از نقص غذایی و عوارض آن مثل آنچه که در اثر کمبود ویتامین A و E بوجود خواهد آمد و با مصرف اتوکسیکوین سطوه بالای ذخیره ویتامین A در کبد را ممکن می سازد.

جلوگیری از ترشیدگی ناشی از اکسیداسیون چربیها. اسید های چرب غیر اشباع چنانچه هیدروژن وجود نداشته باشد و طی فرآیند پراکسید شدن، رادیکالهای آزادی تولید می کنند که چنانچه این غذا با کمبود ویتامین E نیز همراه گرددف این رادیکالهای آزاد به شکل هیدروپراکسید در آمده که حالت سمی دارند. آنتی اکسیدان با در اختیار قرار دادن هیدروژن برای اولین رادیکال آزاد بوجود آمده راه تولید هیدروپراکسید را بلوکه نموده و عملا آن را به اسید چرب منشایی باز می گرداند و بدین طریق از اثرات منفی آن جلوگیری می نماید. در صورت نبود آنتی اکسیدان، هیدروپراکسید با تجزیه و شکستن به انواع آلدهیدها و کتون ها تبدیل می شود. وظیفه دیگر آنتی اکسیدانها، جلوگیری از اکسید شدن ویتامین ها و رنگدانه ها (مثل اکسی و کتو سروتنوئید ها) است که در غذاهای مخلوط و در انبار نگهداری می شوند. همچنین این ترکیبات باعث پایداری اکسیداسیون مناسب ترکیبات غذایی می شوند و بدین طریق در انبار داری و مخلوط کردن غذاها اثرات منفی را به حداقل می رسانند. اگر از رنگدانه ها در غذا استفاده شود، استفاده از آنتی اکسیدان لازم و ضروری است.

ترکیبات ضد غذایی Anti nutrients or Anti nutritional factors :

از شاخص های شیمیایی غذا هستند که به خصوص در دهه اخیر خیلی مورد توجه قرار گرفته اند. این مواد غذا را بد خوراک نموده قدرت هضم آن را کاهش می دهند و در جذب اختلال پدید می آورند. همچنین در متابولیسم ایجاد اختلال کرده با تغییر مورفولوژی سیستم گوارش کارکرد آن را بهم می ریزند. ممانعت کننده های پروتئازی، مهار کننده تریپسین، لکتین، آلکالوئید ها، ساپونین و گلوکوسینولات ها از این موادند. البته نکته مهم اینکه این مواد ضد غذایی در حقیقت سپر بلای گیاهان از شر حشرات هستند. تا چند سال پیش به مواد ضد غذایی نگاه منفی وجود داشت ولی امروزه مشخص شده است در میزان کم به عنون آنتی اکسیدانت می توانند مصرف شوند. این ترکیبات با ورود به سیستم گوارش با تریپسین باند نسبتا پایدار تشکیل داده آن را مهار نموده پس هضو پروتئین کم خواهد شد. لذا پروتئین از دستگاه گوارش براحتی و بدون مزاحمت تریپسین (به عنوان پروتئاز) عبور نموده هورمون کوله سیستوکولین از سلولهای جدار روده ترشح که باعث می شود پانکراس را به ترشح آنزیم پروتئاز جدید ترغیب نماید. اگر غلظت ممانعت کننده پروتئاز زیاد باشد پانکراس هیپرتروف شده و از آن به بعد فرآیند هضم به هم می خورد و موجود دچار اشکال هضم مواد غذایی می شود.

عوامل ضد غذایی (ANFS):

دانه سویا و سایر دانه های عدس، باقلا و... که به طور وسیعی در رژیم غذایی خوک و مرغ مورد استفاده قرار می گیرد دارای اسید آمینه های لیزین و تریپتوفان ولی فاقد گروهی اسید آمینه گوگرد دار لیسیتین و میتونین) هستند

در بین پروتئین های گیاهی، آرد سویا بعنوان مغذی ترین منبع پروتئینی مورد توجه است زیرا دارای تعادل مناسبی از اسیدهای آمینه می باشد (Cheng & Hardy, 2003) فیتات از مواد ضد مغذی در پروتئین های گیاهی مثل حبوبات و غلات و دانه های روغنی نظیر سویا می باشد (Oliva- Teles *et al*. 1998). فیتات ترکیب حلقوی اینوزیتول هگزا است که حاوی شش گروه فسفات می باشد و در مقابل حرارت نسبتا پایدار است و نمی توان بدون عمل آنزیمی موثری آنرا خارج کرد (Vielma *et al*. 2000).

حدود ۷۰ درصد از فسفر موجود در این نوع پروتئین های گیاهی، به شکل فیتات است که در اکثر جانوران تک معده ای مثل ماهی ها، بخاطر عدم وجود آنزیم فیتاز که هیدرولیز فیتات است، غیر قابل هضم یا با هضم ناچیز است. (Teles- O liva *et al*.,1998) بنابراین چنانچه بتوان با استفاده از آنزیم فیتاز سطوح بالایی از سویا را جایگزین آرد ماهی کرد هم هزینه غذا کاهش یافته و هم قابلیت هضم و جذب فسفر که یک عنصر مهم در بدن ماهی است افزایش می یابد. از آنجا که نشخوار کنندگان قادرند فسفر را از فیتات بدلیل فلورمیکروبی دستگاه گوارش جذب نمایند، شاید موضوع تحقیقات آینده در خصوص چگونگی جذب فسفر در آبزیان باشد که از میکروارگانیسم ها برای این منظور استفاده شود. همچنین آنزیمهای غذایی امکان تبدیل ANFSها را به مواد غذایی قابل جذب فراهم میسازند. افزایش هضم مواد غذایی با توسعه اکوسیستم پایدار و پائین آوردن هزینه غذا در آبزی پروری مرتبط است. بعضی از این آنزیمهای غذایی شامل: ۱- پروتئاز اگزوژن، ۲- کربوهیداز،۳- لیپاز اگزوژن،۴- سلول اگزوژن، ۵- کیتاز اگزوژن ، و ۶- اسید فیتک و فیتاز.

دیگر ضد غذا ها و منابع آن در جدول ۳۲ آورده شده است.

جدول ۳۲: ضد غذا ها و ترکیباتی که این مواد در آنها موجودند.

آنتی نوترینت ها	موجود در
Glycosides	علوفه و برگ گیاهان
Phytates	همه مواد غذایی گیاهی
Mycotoxins (aflatoxin)	آرد غلاتی که منشا طبیعی نداشته و توسط میکرو ارگانیسم ها تولید می شوند
Cyclopropenoid fatty acids	روغن بذر پنبه دانه و آرد آن
Trypsin inhibitors	آرد سویا و کانولا
Mimosine	برگ گیاه (*Leucaena leucocephala*)
Glucosinolates	آرد کانولا
Haemoglutinins	آرد سویا
Plant phenolics	
Gossypol	آرد بذر پنبه دانه
Tannins	آرد کانولا
Oxidized and polymerized lipids	آرد ماهی، کریل و ضایعات مرغداری ها
Histamine and putrescine	آرد ماهی و آرد تن ماهیان
Nitrosamines	آرد ماهی

Gossypol در روغن غوزه پنبه یافت می شود برای حیوانات سمی هستند باروری را در مردان کاهش می دهد.

Lathyrogens در نخود از تشکیل کلاژن جلوگیری می کند.

Trypsin inhibitor از هضم پروتئین ها توسط تریپسین جلوگیری می کند.

تیامنیار: در ماهی خام وجود دارد ویتامین B1 را تخریب میکند.

تاثیر رنگدانه های خوراکی در غذا:

آستاگزانتین رنگدانه اصلی کاروتنوئیدی در آزاد ماهیان است که موجب رنگین شدن تخمکها، گوشت و پوست ماهی می شود. در حال حاضر آستاگزانتین و کانتاگزانتین مصنوعی تولید می شود. رنگدانه ها عموما در پوست متمرکز می شوند اما در تعدادی از آزاد ماهیان در بافت ماهیچه ای ذخیره می شوند. در سخت پوستان دلیل رنگی بودن بدن همین آستاگزانتین پوست میگو است. رنگ صورتی در سالمون به همین دلیل است. ماهی خود قادر به سنتز آن نیست ولذا باید دریافت دارد رنگدانه مذکور عامل اصلی ساخت ویتامین A در ماهی است. رنگ مخصوص تخم برخی از آزاد ماهیان نیز به همین دلیل است. هنگامیکه غلظت کاروتنوئید ها در گوشت

ماهی به ۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم برسد، عضله رنگ مناسبی خواهد یافت.استفاده از ۴ درصد تفاله هویج یا ۲-۱ درصد گاماروس در جیره غذایی پایه می تواند موجب بروز رنگ مناسب در گوشت ماهی قزل آلا شود. مخلوط رنگدانه ها اثر بهتری خواهد داشت. البته در استفاده از رنگدانه ها حد مجاز وجود دارد در اروپا حد مجاز آستاگزانتین یا کانتاگزانتین ۱۰۰ میلی گرم در کیلو گرم خوراک کامل است

کاروتنوئیدها:

سخت پوستان قادر به سنتز مجدد کاروتنوئیدها نیستند و به همین دلیل باید همواره در رژیم غذایی آنها موجود باشد. در طی بلوغ جنسی، اغلب سخت پوستان کاروتنوئید را در هپاتوپانکراس خود تجمع می دهند که در زمان زرده زایی به عنوان کاروتنوگلیکولیپوپروتئین به همولنف منتقل می شوند تا در تخم ها و به عنوان پروتئین های لیپوویتلین تجمع یابند.) کاروتنوئید ها و به ویژه آستاگزانتین به عنوان آنتی اکسیدانهای قوی هستند که احتمالا از اکسید شدن ذخایر غذایی مولدین و جنین محافظت می نمایند .(Merchie *et al*., 1998). همچنین مشخص شده که آنها به عنوان رنگدانه در جنین و لارو ذخیره می شوند تا در تکوین کروماتوفورها و لکه های چشمی نقش خود را ایفا نمایند و همچنین به عنوان پیش ماده سنتز ویتامین A مورد استفاده قرار گیرند.

نوکلئوتید ها:

نوکلئوتید ها، که واحدهای ساختمانی پایه اسید های نوکلئیک هستند عناصر مهمی در تغذیه پستانداران به حساب می آیند به ویژه طی رشد سریع یا تنش های فیزیولوژیک از اهمیت ویژه ای برخوردارند. همچنین به عنوان یک کلید در سیستم ایمنی نقش دارند. به طور سنتی، نوکلئوتید ها از ضروریات غذایی نیستند اگر چه مجددا سنتز شدن آنها و یا مسیر حفاظت آنها هزینه بر می باشد. چندین مطالعه در این خصوص نشان دادند که منابع غذایی نوکلئوتیدی اثرات مفیدی خواهند داشت به طوریکه لفظ ضرورت شرطی برا این گروه از فاکتورها استفاده شده که به نقش مهم آنها در غذا نگاه دارد. نوکلئوتیدها یی که از منابع بیرون بدن وارد می شوند بنظر می رسد که در بهینه سازی فعالیت تقسیم بافتی مثل آنچه که در طی تکوین مراحل جنینی و جوانی رخ می دهد و همچنین در تولید مثل و سیستم ایمنی نقش داشته باشد. بیشتر غذاهای مورد استفاده درآبزی پروی منشا حیوانی یا گیاهی دارند که در بر دارنده نوکلئوتید ها ولی با غلظت ها و در دسترس بودن متفاوت هستند. نوکلوئتید ها در غذاهای ماهی، پروتئین ها حیوانی، آرد ماهی، گیاهان نیام دار لگومینه (آدنین در نخود چشم سیاه به فراوانی یافت می شود)، عصاره مخمرها و ارگانیسم های تک سلولی مثل مخمر ها و باکتری

۹-۱- فرمولاسیون غذای آبزیان پرورشی

در فرمولاسیون غذا ضمن آشنایی با واژه ها و عبارات تخصصی باید فرد مورد نظر اطلاعات کافی از علم تغذیه به خصوص در مورد آبزیان و همچنین بیولوژی و فیزیولوژی موجود را داشته باشد. واژه هایی مث سطوح پروتئین خام، انرژی که بعضا با ME و یا DE معرفی می شوند، سطوح اختصاصی اسید های آمینه، فیبر خام و خاکستر.

از آنجا که برای کامل شدن غذا به ویتامین ها و مواد معدنی نیز نیاز است لذااین ترکیبات به صورت پرمیکس به غذا اضافه می شود. در خصوص پروتئین ها بهتر است میزان اضافه نمودن به غذا بیش از میزان مورد نیاز آبزی باشد. معمولا این نکته مهم از دید متخصصان تغذیه پنهان می ماند و در برخی موارد کمبود ویتامین و اثرات ناشی از آن در آبزین مشاهده می شود. برای اندازه گیری و آنالیز ترکیبات غذایی مورد استفاده از روش های شیمیایی استفاده می شود. نکته حائز اهمیت اینکه درصد ترکیبا تهر ماده غذایی تحت شرایطی با شرایط دیگر متفاوت خواهد بود. مثلا در آرد ماهی بسته به فصول مختلف صید، ترکیبات غذایی از جمله پروتئین، چربی و کربوهیدرات با هم متفاوت خواهد بود. (به عنوان مثال درصد چربی قبل از تخم ریزی افزایش و بعد از آن کاهش نشان می دهد). این موضوع در مورد محصولات گیاهی مورد استفاده نیز بسته به برداشت محصول بعد از رسیدگی و یا قبل از آن متفاوت خواهد بود. البته محل کشت و شرایط اقلیمی نیز در تغییر این ترکیبات موثرند.

انرژی ها را با روش های زیستی محاسبه و اندازه گیری می کنند. و دقت در این محاسبه برای تهیه غذای مناسب بسیار مهم می باشد. یکیاز روش های اندازه گیری انرژی متابولیسمی، جمع آوری مدفوع می باشد که قبلا بدان اشاره شد. مشخص شده است که در ماهی قزل آلا میزا نهضم پذیری غذا در دمای ۷ درجه کمتر از این میزان در دمای ۱۱ و ۱۵ درجه سانتیگراد است. ولی در دماهای ۱۱ و ۱۵ درجه سانتیگراد، اندازه بدن تفاوتی در میزان هضم پذیری غذا بوجود نخواهد آورد. از طرف دیگر هضم پذیری کربوهیدراتها با توجه به اندازه غذا در ماهی قزل آلایی که ۱/۶ درصد وزن بدنش تغذیه شده است، کاهش جزئی نشا می دهد. در بین گونه های مختلف آبزیان، هضم پذیری مواد غذایی به خصوص در مورد ترکیبات قندی متغییر است. مثلا در ماهیانی که دارای طول روده بیشتر هستند(اول گیاه خواران و سپس همه چیز خواران) زمان لازم برای هضم پذیری ترکیبات کربوهیدراتی بیشتر خواهد بود. فرمولاسیونهای غذایی با اهداف خاصی نوشته می شوند مثلا فرمولاسیون برای تولید غذای پر انرژی، یا غنی از اسید های امینه ضروری و ..... در مجموع، هر فرمولاسیون غذایی باید ضمن رعایت اصول کیفیتی غذا با هدف رشد بهتر و سلامت آبزی، به موضوع اقتصاد تولید نیز توجه داشته باشد. البته نباید اقتصاد تولید به کیفیت ضربه وارد نماید چه بسا توصیه می شود در مورد برخی مراحل زیستی آبزیان پرورشی از جمله دوران لاروی و مولد سازی، به هیچ عنوا رعایت اقتصادی در تنظیم تهیه و برنامه غذایی و تغذیه رعایت نشود بلکه بهترین کیفیت که طبیعتا بالاترین قیمت را در بر خواهد داشت، با تولید بهتر جبران

خواهد نمود. موضوعی که در این خصوص لازم است بدان توجه شود اینکه با برخی جایگزین ها، ضمن تامین ترکیب مورد نیاز (مثلا اسسید امینه) می توان در کاهش هزینه ها گام موثری برداشت.

۱۰-۱- روش های جیره نویسی (Methods of feed formulation)

در این مبحث ۵ روش شمل:

۱-روش مربع پیرسون

۲-روش معادلات جبری چند مجهولی

۳-روش ماتریس ۲x۲

۴-روش جایگزینی

۵-روش های کامپیوتری

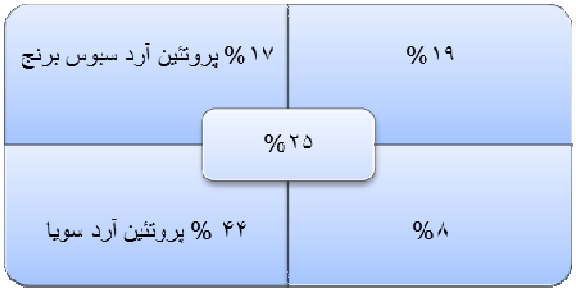
۱) روش مربع پیرسون :

این روش بسیار ساده است که در آن امکن جایگزینی خوراک ها، بدون تغییر و میزان پروتئین جیره وجود دارد. باید توجه داشت که در این روش، فقط میزان یک ماده غذایی (پروتئین) در جیره ای که حاوی دو رقم غذا است، تنظیم می شود و به سایر مواد غذایی مورد نیاز آبزی توجه نمی شود. برای محاسبه و تنظیم جیره ها توسط روش فوق و سایر روش ها، اولین ضرورت داشتن مقادیر احتیاجات غذایی آن آبزی است.

تعادل سطح پروتئین جیره:

در بیشتر موجودت پروتئین به عنوان گران قیمت ترین ماده ترکیب غذا مطرح است. برای تنظیم سطح پروتئین غذا ر وش های مختلفی وجود دارد که روش مربعی (Square) یکی از این موارد است.

فرض کنید می خواهید برای ماهی کپور غذایی با ۲۵٪ پروتئین درست کنید و تنها دو منبع آرد سویا و آرد سبوس برنج را در اختیار دارید که اولی ۴۴ ٪ پروتئین و دومی ۱۷٪ پروتئین دارد. برای تنظیم جیره فوق از این دو ماده باید درصد های پروتئین هر کدام را در دو گوشه سمت چپ یک مربع نوشته و در وسط آن میزان مورد نیاز جیره را نوشت و دردو سمت راست مربع، تفاوت بین درصد پروتئین ترکیب A و درصد پروتئین مورد نیاز جیره نوشته شود. در پایان با جمع دو عدد سمت راست و تقسیم هر درصد پروتئین ترکیب بر عدد حاصل ضربدر ۱۰۰، میزان درصد آن ترکیب در جیره فوق را بدست اورد.



حاصل جمع دو عدد سمت راست ۲۷=۱۹+۸

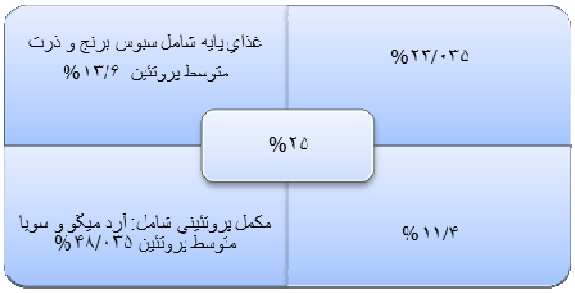
تقسیم ۸ بر ۲۷ ضربدر ۱۰۰ =۲۹/۶٪ آرد سویا

تقسیم ۱۹ بر ۲۷ ضربدر ۱۰۰= ۷۰/۳٪ آرد سبوس برنج

این دو عدد بدان معنی هستند که برای تهیه ۱۰۰ گرم غذای کپور ۲۵٪ پروتئین لازم است تا ۲۹/۶ گرم آرد سویا و ۷۰/۳٪ آرد سبوس برنج با هم ترکیب شود.

چنانچه تعداد ترکیبات غذایی بیش از دو مورد باشد لازم است تا ترکیبات در دو گروه غذای پایه (CP<20%) و مکمل های پروئینی (cp>20%) دسته بندی شوند و متوسط هر گروه در دو کناره مربع سمت چپ نوشته شود و مراحل همچون مثال قبلی تکرار گردد. از موادی به عنوان پایه یاد می شود که زیر ۲۰ درصد پروتئین دارند همچنین از موادی به عنوان مکمل پروتئینی یاد می شوند که بالای ۲۰ ٪ پروتئین داشته باشند.

به عنوان مثال چنانچه لازم است علاوه بر سبوس برنج و آرد سویا از آرد ذرت با درصد پروتئین ۱۰/۲٪ و آرد میگو با پروتئین ۵۲/۷٪ استفاده شود مربع زیر شامل:



۱۱/۴+۲۳/۰۳۵=۳۴/۴۳۵

۱۱/۴ تقسیم بر ۳۴/۴۳۵ ضربدر ۱۰۰ =۳۳/۱٪ غذای مکمل پروتئینی

۲۳/۰۳۵ تقسیم بر ۳۴/۴۳۵ ضربدر ۱۰۰ = ۶۶/۸٪ غذای پایه

لذا برای تهیه ۱۰۰ گرم غذای با ۲۵ درصد پروتئین باید از دو ترکیب آرد سبوس برنج و آرد ذرت جمعا ۳۳/۱ گرم و از مجموعه آرد سویا و ارد میگو ۶۶/۸ گرم انتخاب نمود. در این حالت مشکلی پیش می آید که از هر کدام چه مقدار لازم است؟ در پاسخ به این سئوال براحتی می توان از هر ترکیب مربوط به گروهها، نصف

درصد بدست آمده از محاسبات بالا را در جیره اضافه نمود. یعنی ۳۳/۱ تقسیم بر ۲ = ۱۷/۶ درصد از آرد میگو و ۱۷/۶ درصد از آرد سویا

و ۶۶/۸ تقسیم بر ۲= ۳۳/۴٪ آرد سبوس برنج و ۳۳/۴٪ آرد ذرت

لذا برای درست نمودن ۱۰۰ گرم غذا با پروتئین ۲۵٪

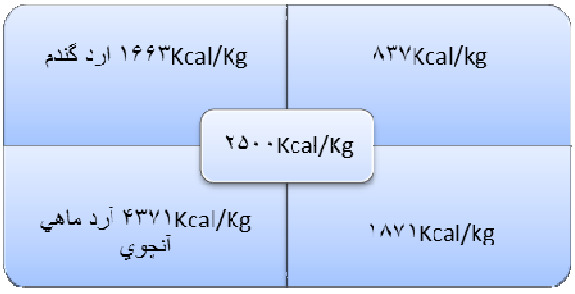
۱۷/۶ گرم آرد سبوس برنج

۱۷/۶ گرم آرد ذرت

۳۳/۴ گرم آرد میگو

۳۳/۴ گرم آرد سویا

این روش کارآیی زیادی برای تکنسین های فرمول نویس غذایی دارد همچنین ازاین جهت که میان مخلوط کردن مواد را در اختیار قرار می دهد بسیار کار آیی دارد. از آن برای تنظیم انرژی هم می توان استفاده نمود. به عنوان مثال اگر بدنبال غذایی با ۲۵۰۰ کیلو کالری انرژی متابولیسمی بر کیلو گرم با استفاده از آرد گندم (که خود ۱۶۶۳ کیلو کالری بر کیلو گرم انرژی متابولیسمی دارد) و آرد ماهی آنچوی (که خود ۴۳۷۱ کیلو کالری بر کیلو گرم انرژی متابولیسمی دارد) هستیم مربع آن شامل:



۱۸۷۱+۸۳۷=۲۷۰۸

۸۳۷ تقسیم بر ۲۷۰۸ ضربدر ۱۰۰= ۳۰/۹٪ آرد ماهی آنچوی مورد نیاز

۱۸۷۱ تقسیم بر ۲۷۰۸ ضربدر ۱۰۰= ۶۹/۱٪ ارد گندم مورد نیاز

۳۰/۹گرم آرد ماهی آنچوی و ۶۹/۱گرم آرد گندم باید با هم مخلوط نمود تا ۱۰۰ گرم غذای با ۲۵۰۰ کیلو کالری بر کیلوگرم انرژی متابولسمی بدست آورد.

از روش مربع نمی توان برای هر دو متغییر انرژی و پروتئین استفاده نمود.

۲) روش دو معادله دو مجهولی:

هنگامی که دو منبع غذایی با تنظیم یک ماده غذایی یا حتی تنظیم دو ماده غذایی مطرح باشد از این رابطه می توان محاسبه نمود.

مثال برای تنظیم یک ماده غذایی:

فرض کنید می خواهید برای ماهی کپور غذایی با ۲۵٪ پروتئین درست کنید و تنها دو منبع آرد سویا و آرد سبوس برنج را در اختیار دارید که اولی ۴۴ ٪ پروتئین و دومی ۱۷٪ پروتئین دارد.

$$\begin{matrix} 17x+44Y=25 \\ X+Y=1 \end{matrix}\leftarrow$$

X مربوط به پروتئین آرد سویا و Y مربوط به پروتئین سبوس برنج است

حل معادله دو مجهولی که ایکس را از فرمول پایین محاسبه و در فرمول بالا گذاشته Y را بدست می آوریم و سپس X محاسبه خواهد شد.

در این روش نیز X=29.6% و Y=70.3% بدست آمد.

به منظور امتحان اعداد بدست آمده کافی است

(۱۷ ضربدر ۷۰/۳) به اضافه (۴۴ ضربدر ۲۹/۶) = (۱۱۹۶)+(۱۳۰۲)= حدود ۲۵۰۰ تقسیم بر ۱۰۰= ۲۵٪ پروتئین

مثال برای تنظیم یک دو غذایی:

برای تهیه غذای ماهی قزل آلا ۲۰۰ گرمی قرار است از پودر ماهی کیلکا (۶۴٪ پروتئین خام) و(۳۸۰۰ کیلو کالری انرژی قابل هضم در کیلو گرم) و ضایعات ماکارونی (۱۳ ٪ پروتئین و ۳۴۰۰ کیلو کالری بر کیلو گرم انرژی هضمی) استفاده شود از هر کدام چه مقدار در ۱۰۰ گرم غذا مخلوط گردد تا احتیاجات ماهی در این وزن تامین گردد.

طبق استاندارد های این ماهی در وزن ۲۰۰ گرمی، نیاز پروتئینی ۴۰٪ و نیاز انرژی هضمی ۳۶۰۰ کیلو کالری بر کیلو گرم خواهد بود.

X مقدار پودر ماهی کیلکا و Yمقدار ضایعات ماکارونی است.

$$\begin{matrix} 64x+13y=40 \\ 3800x+3400y=3600 \end{matrix}\leftarrow$$

برای بدست آوردن Y یک فاکتور تطابق برای متعادل کردن معادله پروتئین خام و انرژی قابل هضم لازم است.مثلا

$$3800\div 64=59.375\leftarrow$$

$$-59.375(64x+13y) \quad = -59.375\times 40$$

$$3800x+3400y=3600\leftarrow$$

مقادیر X در معادله فوق در تفریق با هم حذف می شوند و Y بدست می آید.

$$\begin{matrix} -3800x-771.875y=-2375 \\ 3800x+3400y=3600 \end{matrix}\leftarrow$$

Y=0.4663*100%=46.63% ضایعات ماکارونی

X=53.03%پودر ماهی کیلکا

برای امتحان نمودن این محاسبات ۴۰٪ پروتئین خام= (۴۶/۶۳٪)۱۳+(۵۳/۰۳٪)۶۴
کیلو کالری بر کیلو گرم انرژی هضمی ۳۶۰۰=(۴۶/۶۳٪)۳۴۰۰+(۵۳/۰۳٪)۳۸۰۰

استفاده از سه خوراک(سه منبع پروتئینی) یا بیشتر با روش مربع پیرسون یا جبری:
از روش پیرسون ویا روش جبری می توان برای اختلاط چندین غذا با هم استفاده کرد. مشروط بر اینکه خوراک ها دسته بندی شده و در نهایت از یک خوراک و یک مخلوط و یا دو مخلوط غذایی استفاده شود.
مسئله:
یک کارخانه برای تولید غذای ماهی قزل آلای رنگین کمان ۹۰-۶۰ گرمی خوراک پلت تهیه می نماید. خوراک هایی که کارخانه در دسترس دارد عبارتند از :
پودر ماهی پرو ۶۵٪ پروتئین خام
کنجاله سویا با ۴۳ ٪ پروتئین خام
ضایعات ماکارونی با ۱۳٪ پروتئین خام
ملاس چغندر قند با ۶/۴٪ پروتئین خام

طبق استاندارد های غذایی ماهی قزل آلا در این وزن ۴۲٪ پروتئین نیاز دارد.
حل مسئله:
ابتدا باید از دو ماده غذایی که از نظر پروتئین خام شباهت بیشتری با هم دارند ، دو مخلوط مطابق با نسبت مصرف هر یک تهیه نمود: مخلوط A شامل پودر ماهی پرو و کنجاله سویا و مخلوط B شامل ضایعات ماکارونی و ملاس چغنر قند ست. در مخلوط A ۳ قسمت پودر ماهی و ۱ قسمت کنجاله سویا (چرا که ماهی قزل آلا تمایل زیادی به منابع پروتئین حیوانی دارد) و در مخلوط B ۵ قسمت ضایعات ماکارونی و ۱ قسمت ملاس چغندر قند در نظر گرفته می شود (از ملس چغندر در همبند کردن پلت و خوش خوراک کردن آن به مقدار محدود استفاده می شود).
لازم به ذکر است که مقدار مصرف و نسبت هر خوراک با توجه به اطلاعات مربوط به ارزش غذایی، محدودیت مصرف، تاثیر خوراک های دیگر و کیفیت آنها و قیمت یک خوراک در مقایسه با خوراک های مشابه توسط کارشناس جیره نویسی تعیین می شود.

قسمت پودر ماهی ۱/۹۵=٪۶۵*۳ } مخلوط A

قسمت کنجاله سویا ۰/۴۳=٪۴۳*۱

۱/۹۵+۰/۴۳=۲/۳۸

۲/۳۸÷۴=۰/۵۹۵ (۴ قسمت مخلوط A)

متوسط درصد پروتئین خام مخلوط A ۵۹/۵٪= (۱۰۰)*۰/۵۹۵

قسمت ضایعات ماکارونی ۰/۶۵=٪۱۳*۵ } مخلوط B

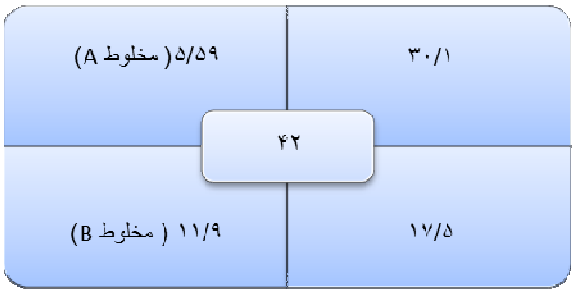
قسمت ملس چغندر قند ۰/۰۶۴=٪۶/۴*۱

۰/۶۵+۰/۰۶۴=۰/۷۱۴

۰/۷۱۴÷۶=۰/۱۱۹ (۶ قسمت مخلوط B)

متوسط درصد پروتئین B ۱۱/۹٪=(۱۰۰)٪*۰/۱۱۹

در این قسمت مربع پیرسون را با دو مخلوط A و B تشکیل می دهیم.



جمع دو عدد سمت راست = ۴۷/۶

درصد مخلوط A ۶۳/۲۴٪= ۱۰۰٪* ۳۰/۱ تقسیم بر ۴۷/۶

درصد مخلوط B ۳۶/۷۶٪=۱۰۰٪* ۱۷/۵ تقسیم بر ۴۷/۶

از ۶۳/۲۴ درصد مخلوط A باید ۳/۴ پودر ماهی و ۱/۴ کنجاله باشد.

درصد پودر ماهی در جیره ۴۷/۴۳= ۳/۴ * ۶۳/۲۴

درصد کنجاله سویا در جیره ۱۵/۸۱=۱/۴*۶۳/۲۴

از ۳۶/۷۶ درصد مخلوط باید ۵/۶ ضایعات ماکارونی و ۱/۶ ملاس چغندر قند باشد

درصد ضایعات ماکارونی در جیره ۳۰/۶۳٪= ۵/۶*۳۶/۷۶

درصد ملاس چغندر قند در جیره ۳۶/۷۶* ۱/۶ =٪۶/۱۳

در آخرین مرحله جدول ۲۵ که جدول فرمول غذایی را می نویسیم.

ردیف	نام ماده غذایی	درصد مواد غذایی	درصد پروتئین خام
۱	پودر ماهی پرو	۴۷/۴۳	۳۰/۸۳
۲	کنجاله سویا	۱۵/۸۱	۶/۷۹۸
۳	ضایعات ماکارونی	۳۰/۶۳	۳/۹۸۲
۴	ملاس چغندر قند	۶/۱۳	۰/۳۹
۵	جمع کل	۱۰۰	۴۲

برای حل این مسئله می توان از معادلات جبری نیز استفاده نمود

۳ قسمت پودر ماهی پرو و یک قسمت کنجاله سویا مخلوط X = A

۵ قسمت ضایعات ماکارونی و یک قسمت ملاس چغندر قند مخلوط Y =B

$$\xleftarrow{} \begin{matrix} 0.595+0.119y=0.42 \\ x+y=100 \end{matrix}$$

$$\xleftarrow{} \begin{matrix} 0.595+0.119y=0.42 \\ -0.595-0.595y=-0.595 \end{matrix}$$

$$0.476 - Y = -0.175$$

$$\xleftarrow{} \begin{matrix} y=0.3676*(100)\% \\ y=36.76\% \\ x=100-36.76=63.24\% \end{matrix}$$

بقیه حل مسئله مشابه روش پیرسون خواهد بود.

استفاده از اجزا ثابت در جیره نویسی:

در برخی از جیره ها بعضی از اجزاء به عنوان اجزاء ثابت مطرح هستند مثل پیش مخلوط های ویتامینی و معدنی، نمک، هم بند ها و غیره.

یک پرورش دهنده ماهی در نظر دارد ۱۰۰۰ کیلو گرم کنستانتره با ۳۴٪ پروتئین خام تهیه کند. برای اینکار از سبوس برنج با ۱۵٪ پروتئین و پودر گوشت ۵۲٪ پروتئین و اجزاء ثابت (نمک، منوکلسیم فسفات، هم بند، پیش مخلوط ویتامینی و معدنی، کولین، آنتی اکسیدان و غیره) به میزان ۱۰٪ در مخلوط نهایی می خواهد استفاده نماید. با فرض این که در اجزاء ثابت هیچ پروتئینی وجود ندارد مقدار و درصد استفاده از سبوس برنج و پودر گوشت را بدست آورید.

حل از طریق مربع پیرسون

الف: درصد پروتئین خام را برای قرار دادن در مرکز مربع پیدا می کنیم

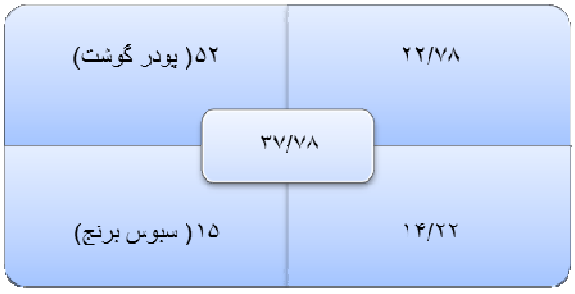
درصد بخش متغییر و غیر ثابت کنستانتره ۹۰٪=۱۰-۱۰۰

مقدار بخش متغییر و غیر ثابت کنستانتره ۹۰۰kg=۹۰٪*۱۰۰۰

بری پیدا کردن عدد وسط مربع پیرسون، ابتدا لازم است که درصد پروتئین خام مورد نیاز در مخلوط سبوس برنج و پودر گوشت جهت تامین ۳۴٪ پروتئین خام در ۹۰٪ یا ۳۴۰ کیلوگرم پروتئین خام در ۹۰۰ کیلو گرم تعیین شود.

درصد پروتئین خام $(340 \div 900 *)100(\% = 37.78\% \leftarrow$

حال مربع را می توانیم تشکیل دهیم.



جمع دو عدد سمت راست ۳۷ خواهد شد.

درصد پودر گوشت ۲۲/۷۸ تقسیم بر ۳۷ ضربدر ۱۰۰= ۶۱/۵۶۷٪

درصد سبوس برنج ۱۴/۲۲ تقسیم بر ۳۷ ضربدر ۱۰۰= ۳۸/۴۳۳٪

مقدار پودر گوشت جیره (kg) ۵۵۴/۱۰۳ =۶۱/۵۶۷٪*(kg) ۹۰۰

مقدار سبوس برنج (kg) ۳۴۵/۸۹۷ =۳۸/۴۳۳٪*(kg) ۹۰۰

جهت امتحان صحیح بودن مسیر و نتایج

۵۴۴/۱۰۳ (kg)*۵۲٪ =۲۸۸/۱۲

۳۴۵/۸۹۷ (kg)*۱۵ =۵۱/۸۸

۳۴۰ کیلوگرم= مجموع مقدار پروتئین جیره در ۱۰۰۰ کیلوگرم

استفاده از معادلات جبری برای حل مسئله

کیلو گرم پودر گوشت = X

کیلو گرم سبوس برنج =Y

$$\begin{matrix} 0.52x+0.15y=0.42 \\ x+y=900 \end{matrix}\leftarrow$$

پس مخلوط پودر گوشت و سبوس برنج ۹۰۰ کیلو گرم

$$\begin{matrix} -.37y=-128 \\ y=345.3676\,(kg) \\ x=554.05\,(kg) \end{matrix}\leftarrow$$

۳) روش ماتریس ۲x۲

علاوه بر روش سنتی جبری برای حل معادلات چند مجهولی از طریق ماتریس جبری نیز می توان این معدلات را حل نمود. با یک ماتریس ۲x۲ می توان به طور دقیق و سریع دو معادله دو مجهولی را حل کرد. بنابر این اگر بخواهیم در جیره از دو غذا یا دو مخلوط غذا استفاده کنیم، و هدف فقط دو جزء مواد مغذی مثل انرژی، و پروتئین باشد، فرمول چنین جیره ای را می توان توسط ماتریس ۲x۲ تعیین کرد. ماتریس عبارت است از ردیف های ریاضی که حل مجهولات را از طریق استفاده از یک سری معادلات ممکن می سازد. به دو معادله زیر توجه شود

$$\begin{matrix} a1x+b1y=c1 \\ a2x+b2y=c2 \end{matrix}\leftarrow$$

فرض کنیم X یک نوع غذا و Y یک نوع غذای دیگر باشد. برای حل X و Y ما می توانیم با استفاده از ضرایب آنها یک ماتریس ۲x۲ تشکیل دهیم. C1 و C2 نمایانگر دو ماده مغذی (برای مثال انرژی و پروتئین خام) هستند که می خواهیم آنها را در جیره تنظیم کنیم. ماتریس ۲x۲ به شکل زیر خواهد بود.

$$\begin{bmatrix} a1 & b1 \\ a2 & b2 \end{bmatrix}$$

ماتریس ۲x۲ شامل دو ردیف و دو ستون است. برای حل X و Y باید دترمینان ماتریس را پیدا کنیم. دترمینان بطریق زیر بدست می آید:

$$\begin{vmatrix} a1 & b1 \\ a2 & b2 \end{vmatrix} = a_2b_2-a_1b_1$$

اگر ماتریس ما به شکل

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

باشد دترمینان آن می شود منهای ۲- = (۲*۳)- (۴*۱)

از طریق یک سلسله مشتق گیری از دو معادله اصلی، مجهولات بصورت زیر قابل محاسبه هستند.

$$X = \frac{C_1b_2 - c_2b_1}{A_1b_2 - a_2b_1} \qquad Y = \frac{a_1c_2 - a_2c_1}{a_1b_2 - a_2b_1}$$

پرورش دهنده ای می خواهد ماهیان ۵۰ گرمی قزل آلای خود را با پودر ماهی پرو ۶۵٪ پروتئینه و با ۳۸۰۰ کیلو کالری بر کیلو گرم انرژی متابولیسمی و ذرت زرد با ۹٪ پروتئین و ۳۴۰۰ کیلو کالری بر کیلو گرم انرژی متابولیسمی تغذیه نماید. درصد مقدار هر یک از مواد غذایی (پودر ماهی و ذرت زرد) را در ۵۰۰ کیلو گرم کنستانتره بدست آروند. (از طریق ماتریس)

طبق استاندارد غذایی ماهی قزل آلا در این وزن به ۴۰٪ پروتئین خام نیاز دارد که ۳۶۰۰ کیلو کالری بر کیلوگرم انرژی متابولیسمی می خواهد.

معادله پروتئین خام $۶۵X+۹Y=۴۲$

معادله انرژی قابل هضم $۳۸۰۰X+۳۴۰۰Y=۳۶۰۰$

از معادلات فوق ماتریس ۲x۲ را می نویسیم

$$X = \frac{C_1b_2 - c_2b_1}{A_1b_2 - a_2b_1} = \frac{۴۲*۳۴۰۰ - ۹*۳۶۰۰}{۶۵*۳۴۰۰ - ۹*۳۸۰۰} \qquad Y = \frac{a_1c_2 - a_2c_1}{a_1b_2 - a_2b_1} = \frac{۶۵*۳۶۰۰ - ۴۲*۳۸۰۰}{۶۵*۳۴۰۰ - ۹*۳۸۰۰}$$

درصد پودر ماهی $X = ۵۹/۱۱\ \%$

درصد ذرت زرد $Y = ۳۹/۸۳$٪

مقدار پودر در ۵۰۰ کیلو گرم کنستانتره ۵۹/۱۱٪*۵۰۰=۲۹۵/۵۵

مقدار ذرت زرد در ۵۰۰ کیلو کنستانتره ۵۰۰-۲۹۵/۵۵=۲۰۴/۴۵

یک کارخانه تولید کننده غذای ماهی، در نظر دارد بریا غذای استارتر ماهی قزل آلای رنگین کمان غذای گرانول تهیه نماید. خوراک هایی که در دسترس دارد شامل جدول ۲۷ است:

۱-پودر ماهی ۶۲٪ پروتئین	۸-روغن ماهی
۲-پودر شفیره ۵۸٪	۹-هم بند تجاری
۳-پودر ذرت زرد ۸/۹٪	۱۰-مکمل ویتامینی مخصوص ماهی
۴-پودر گوشت با ۵۳٪	۱۱-منوفسفات کلسیم
۵-پودر ضایعات ماکارونی با ۱۲/۸ ٪	۱۲-آنتی اکسیدان
۶-پودر بیسکوبیت با ۱۱/۳٪	۱۳-مکمل مواد معدنی مخصوص قزل آلا
۷- پودر مخمر آبجو ۴۲٪	۱۴-نمک طعام ید دار

از ۱۴ رقم غذای مورد استفاده شش رقم اول به عنوان غذای متغییر و هشت رقم بعدی به عنوان مغذای ثابت مورد استفاد ه است. ارقام متغییر ۹۰ درصد و ثابت ۱۰٪ جیره را تشکیل می دهند.

حل مسئله:

ابتدا باید ارقام غذایی که از نظر مقدار پروتئین خام شباهت بیشتری بهم دارند، دو مخلوط مطابق با نسبت مصرف هم تهیه کنیم.

مخلوط الف: شامل ۳ قسمت پودر ماهی، ۱ قسمت پودر گوشت و ۱ قسمت پودر شفیره ابریشم

مخلوط ب: ۲ قسمت پودر ذرت زرد، ۱ قسمت ضایعات ماکارونی و ۱ قسمت پودر بیسکوبیت

قسمت پودر ماهی ۳*٪۶۲=۱/۸۶

قسمت پودر گوشت ۱*٪۵۳=۰/۵۳

قسمت شفیره ۱*٪۵۸=۰/۵۸

مجموع ۲/۹۷

متوسط درصد پروتئین خام مخلوط الف: ۵۹/۴٪= (۱۰۰)۰/۵۹۴= ۵÷۲/۹۷

قسمت ذرت ۲*٪۸/۹=۰/۱۷۸

قسمت ضایعات ماکارونی ۱*۱۲/۸=۰/۱۲۸

قسمت بیسکوبیت ۱*٪۱۱/۳=۰/۱۱۳

مجموع قسمت = ۰/۴۸۴

متوسط درصد پروتئین خام مخلوط ب: ۱۲/۱٪=(۱۰۰)*۰/۱۲۱=۴÷۰/۴۸۴

طبق استاندارد های غذایی، این ماهی به ۴۸٪ پروتئین نیاز دارد.

اجزا ثابت

پودر مخمر آبجو ۳٪ جیره مکمل ویتامینی ۱٪ جیره

روغن ماهی ۳٪ جیره	مکمل معدنی ۱٪ جیره
هم بند تجاری ۱٪	منوفسفات کلسیم ۰/۳٪
آنتی اکسیدان DPPD ۰/۵٪ جیره	نمک طعام ید دار ۰/۲٪جیره

از آنجا که مخمر از اجزا ثابت جیره است که ۳٪ آن را به خود اختصاص داده و خود دارای ۴۲٪ پروتئین است، لذا مقدار درصدی از پروتئین خام که از مخمر تامین می شود باید از احتیاج پروتئینی کم شود.

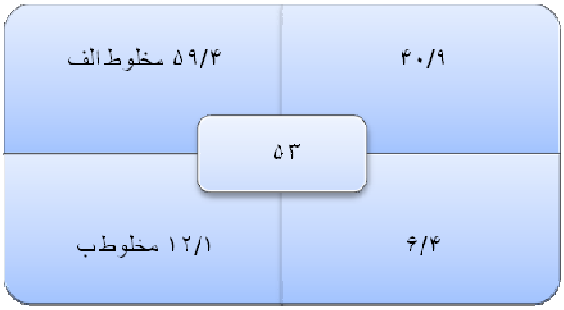
درصد پروتئین تامین شده از مخمر آبجو ۳*٪۴۲=۱/۲۶

مقدار پروتئینی که باید توسط اجزا متغییر تامین شود ۴۸ -۱/۲۶=۴۶/۷۴

با استفاده از مربع پیرسون، درصد پروتئین خام را برای قرار دادن در مرکز مربع پیدا می کنیم.

درصد بخش متغییر جیره ۱۰۰-۱۰=٪۹۰

درصد پروتئین خام برای قرار دادن در مرکز ۴۶/۷۴÷ ٪۹۰=٪۵۳



مجموع اعداد سمت راست ۴۷/۳

درصد مخلوط الف در ۱۰۰ ۴۰/۹ تقسیم بر ۴۷/۳ ضربدر ۱۰۰ = ٪۸۶/۴۷

درصد مخلوط ب در ۱۰۰ ۶/۴ تقسیم بر ۴/۳ ضربدر ۱۰۰ = ٪۱۳/۵۳

درصد مخلوط الف در جیره ٪۹۰*٪۸۶/۴۷=٪۷۷/۸۲۳

درصد مخلوط ب در جیره ٪۹۰*٪۱۳/۵۳ =٪۱۲/۱۷۷

از ۷۷/۸۲۳ درصد مخلوط الف باید سه پنجم پودر ماهی، یک پنجم پودر گوشت و یک پنجم پودر شفیره باش.

درصد پودر ماهی در جیره ٪۷۷/۸۲۳*۳/۵ =۴۶/۶۹۳۸

درصد پودر گوشت در جیره ۷۷/۸۲۳*۱/۵ =۱۵/۵۶۴۶

درصد پودر شفیره در جیره ۷۷/۸۲۳*۱/۵ =۱۵/۵۶۴۶

از ۱۲/۱۷۷ درصد مخلوط ب باید دو چهارم ذرت، یک چهارم ضایعات ماکارونی و یک چهارم بیسکوبیت باشد.

درصد ذرت در جیره ۱۲/۱۷۷*۲/۴=٪۶/۰۸۸۵

درصد ضایعات ماکارونی در جیره ۱۲/۱۷۷*۱/۴=۳/۰۴۴۲۵

درصد بیسکوبیت در جیره ۱۲/۱۷۷*۱/۴=۳/۰۴۴۲۵

جدول ۳۳: فرمول غذایی

ردیف	نام ماده غذایی	درصد مواد غذایی	درصد پروتئین خام
۱	پودر ماهی	۴۶/۶۹۳۸	۲۸/۹
۲	پودر گوشت	۱۵/۵۶۴۶	۸/۲
۳	پودر شفیره	۱۵/۵۶۴۶	۹/۰۲
۴	ذرت زرد	۶/۰۸۸۵	۰/۵۴
۵	ضایعات ماکارونی	۳/۰۴۲۲۵	۰/۳۸
۶	بیسکوبیت	۳/۰۴۲۲۵	۱/۲
۷	مخمر آبجو	۳	–
۸	روغن ماهی	۳	–
۹	هم بند تجاری	۱	–
۱۰	مکمل ویتامینی	۱	–
۱۱	مکمل معدنی	۱	–
۱۲	آنتی اکسیدانdppd	۰/۵	–
۱۳	منوکلسیم فسفات	۰/۳	–
۱۴	نمک طعام ید دار	۱	–
۱۵	جمع	۱۰۰	۴۸/۵

٤) جیره نویسی با استفاده از جایگزینی خوراک ها:

با این روش می توان ترکیب شیمیایی جیره تنظیم شده را از طریق جایگزین نمودن اجزاء جیره با خوراک هایی که در فرموال جیره نباشند، به دلخواه تغییر داد.

جدول ۳٤: فرمول غذایی به شکل زیر برای کپور ماهی نوشته شده است.

ردیف	نام ماده غذایی	مقدار (Kg)	درصد پروتئین خام
۱	پودر ماهی	۴۰	۲۴/۸
۲	پودر ذرت	۲۵	۲/۲۵
۳	آرد گندم	۱۵	۱/۸
۴	سبوس برنج	۱۰	۱/۴
۵	ملاس نیشکر	۴	۰/۲۵
۶	روغن ماهی	۳	–
۷	مکمل ویتامینی	۱/۵	–
۸	مکمل معدنی	۱/۵	–
جمع		۱۰۰	۳۰/۵

می خواهیم پروتئین خام جیره فوق را از ۳۰/۵ درصد به ۳۷ درصد ارتقا دهیم

برای اینکار بایستی از میزان خوراک غیر پروتئینی (ذرت) کاسته و بر میزان پودر ماهی افزوده شود.

با افزایش یک درصد پودر ماهی (kg)۰/۶۲=۶۲٪*۱

با کاهش یک درصد ذرت (kg)۰/۰۹=۹٪*۱

با جایگزینی یک کیلو پودر ماهی به ازای یک کیلو ذرت تغییر خالص در میزان پروتئین عبارت است از

(kg)۰/۵۳=۰/۰۹-۰/۶۲

مقدار پروتئین مورد نیاز برای رسیدن به ۳۷ درصد مطلوب

۳۷-۳۰/۵=۶/۵

با جایگزینی یک به یک پودر ماهی به ذرت باعث افزایش پروتئین خام به میزان ۰/۵۳٪ می شود بنا بر این

۶/۵÷۰/۵۳=۱۲/۲۶

باید مقدار ۱۲/۲۶ کیلو پودر ماهی جایگزین همین مقدار ذرت نمود تا فرمول با ۳۷٪ پروتئین بدست آید.

جدول ۳۵: فرمول جدید

ردیف	نام ماده غذایی	مقدار (Kg)	درصد پروتئین خام
۱	پودر ماهی	۵۲/۲۶	۳۲/۴
۲	پودر ذرت	۱۲/۷۴	۱/۱۵
۳	آرد گندم	۱۵	۱/۸
۴	سبوس برنج	۱۰	۱/۴
۵	ملاس نیشکر	۴	۰/۲۵
۶	روغن ماهی	۳	–
۷	مکمل ویتامینی	۱/۵	–
۸	مکمل معدنی	۱/۵	–
	جمع	۱۰۰	۳۷

روش کامپیوتری :

در این روش که از بسته های نرم افزاری کامپیوتری استفاده می شود داده های مربوط به وزن ماهی مورد نظر برای تغذیه، ترکیبات غذایی در دسترس، قیمت هر کدام و میزان تناژ غذایی که قرار است تهیه شود، به سیستم داده می شود و برنامه بر اساس داد های جدول NRC (۱۹۹۷) و نیز ماهی گونه بخصوص و وزن بخصوص و با بهره گیری از ماتریس NxN به حل مسئله می انجامد. بهترین نرم افزاری های موجود در کشور winfeed و Lindo است که کارآیی خود را در فرمولاسیون غذای آبزیان نشان داده اند. البته نرم افزارهای دیگری نیز وجود دارد که برای انجام عملیات کاربردی آنها توصیه می شود با متخصص مربوطه نسبت به انجام تست های تهیه فرمولاسیون غذا پرداخته شود. شرح جزئیات کار با این نرم افزارها در این کتاب امکانپذیر نیست و نیاز است به دستور العمل استفاده از نرم افزارهای برنامه نویسی غذایی دام، طیور و ابزیان مراجعه شود. لازم به یاد اوری است که در کلیه موارد اطلاعات زیر باید وارد سیستم شود تا اطلاعات نهایی استخراج گردد.

احتیاجات غذایی

مواد خوراکی

عملیات ویژه

امکانات

۱۱-۱- مراحل فرمولاسیون غذا:

اولین گام در فرمولاسیون بالانس انرژی و پروتئین است. که ابتدا می توان از روش مربع برای پروتئین و سپس برای انرژی محاسبه نمود. همانطور که گفته شد از روش های مختلف می توان نسبت به تهیه فرمول اقدام نمود.

نکته مهم اینکه برای اینکار باید از یک ماده غذایی پر انرژی و پر پروتئینه، یک ماده حاوی حد متوسط پروتئین ولی پر انرژی و یک ماده غذایی حاوی انرژی و پروتئین کم یا متوسط استفاده نمود. البته باید به یاد داشته باشیم که مکمل پروتئینه و مواد معدنی باید در نهایت به غذا اضافه شوند. نکته دوم و مهم اینکه آنالیز ترکیبات غذایی از بعد اسید های امینه ضروری را باید داشته باشیم ومطمئن باشیم که در سطوح مورد نیاز آبزی پرورشی خواهد بود. میزان نیاز آبزی به اسید آمینه بر حسب درصد غذا یا درصد سطح پروتئین مصرفی بیان می شود. برای تبدیل درصد اسسید امینه از غذا به درصد اسید آمینه از پروتئین، باید سطح غذایی اسید امینه را بر سطح پروتئینی آن تقسیم نمائیم. بهترین کار این است که آنالیز کاملی از اسید های آمینه ضروری غذاهای ترکیبی داشته باشیم هر چند اینکار همیشه امکانپذیر نخواهد بود. چنانچه سطح ارژنین، لیزین، متیونین، و تریپتوفان در حد مورد نیزا آبزی باشند به احتمال بسیار زیاد بقیه شش مورد دیگر اسید های آمینه ضروری کافی خواهند بود. اگر از پروتئین های مکمل و اضافه بر سازمان بندی جیره استفاده می شود، باید حتما اسید های آمینه آن را چک نمائیم. اگر غذا از نظر برخی اسید های آمینه کم دارد، باید از ترکیبی که محتوی مقدار قابل توجه از آن اسید آمینه است به غذا اضافه شود. بعد از اینکه از بعد اسید های آمینه چک شد باید به سطح مورد نیاز پروتئین و انرژی توجه شود.

جدول ۳٦:

Ingradient	% in diet	% protein in feed	ME in Ing.	ME in feed	ARG. Ing feed	Lys Ing. Feed	MET. Ing. feed	Cys. Ing. feed	TRY. Ing. feed	Ing. Cost/ 100 IBs	Ing. Cost in feed
Total	100%	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
Dietary requirement	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_

در فرمولاسیون غذای مصرفی، کیفیت پلت و میزان پذیرش آن توسط آبزی نکته حائز اهمیتی است که بادی رد کنار ارزش ریالی غذا و کیفیت و سطوح مواد غذایی بدان توجه خاص شود. البته این موارد از یک گونه به گونه دیگر و همچنین از نوعی پلت به نوع دیگر متفاوت خواهد بود.

بخش اقتصادی جیره را به عنوان Cost effecient diet معرفی می کنند. اصولا هزینه غذا به میزان پروتئین، اسید های آمینه و انرژی آن است. به عنوان مثال، آرد مغز گندم و آرد رویه گندم در دسترس درغذای ماهی را باید چک کنیم ببینیم کدام از نظر قیمت کمتر است ولی نیاز انرژی ماهی را تامین می کند. برخی موارد در نظر نگرفتن میزان ناچیز انرژی به کاهش قیمت تمام شده می صرفد ولی این قانون همیشه درست نیست زیرا در خصوص بچه ماهی باید غذا با بالاترین کیفیت باشد هر چند گران باشد زیرا اینده آبزی به این مرحله وابسته است.

۲- نقش تغذیه اختصاصی مولدین ماهی در افزایش بهره وری تولید مثلی

درآبزی پروری، تغییرات و عدم پیش بینی عملکرد تولید مثلی، نقش مهمی در تکثیرداشته، هر فعالیتی که منجر به افزایش تولید کمی و کیفی لارو یا پست لارو آبزیان حاصل از تکثیر شوند، اقتصادی خواهند بود. بهینه سازی تغذیه و غذاخوری مولدین نه تنها نقش بسیار موثری را در بهبود کیفیت اسپرم و تخمک دارد بلکه به تولید کمی و کیفی تخم لقاح یافته نهایی نیز کمک خواهد نمود. تکوین بهترگنادها و بهبود فرآیند باروری در مرحله مولد سازی آبزیان، به خصوص در مورد آبزیانی با دوره زرده سازی کوتاه و تخمریزی مستمر،تا حد قابل توجهی تحت تاثیر تغذیه مناسب و در دسترس قرار گیری جیره های غذایی ضروری می باشد. به همین دلیل، در طی دو دهه گذشته، توجه زیادی به تغذیه و غذاخوری مولدین به خصوص سطوح موادغذایی مختلف در جیره آنها شده است. با این وجود، مطالعه در زمینه تغذیه بهینه مولدین بدلیل پر هزینه بودن، بسیار محدود می باشد.

چربی ها و ترکیبات اسید های چرب به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای تعین کننده تولید مثل موفق و افزایش بقا در جیره غذایی مولدین شناخته شده اند. برخی از ماهی ها به راحتی اسید های چربی غیر اشباع موجود در جیره غذایی خود را حتی در فصول تخمریزی، به تخم های تولیدی منتقل می نمایند. اسید های چرب فوق غیر اشباع (HUFA)با حدود ۲۰ اتم کربن یا بیشتر، بطور مستقیم یا از طریق متابولیسم آنها، بر بلوغ ماهی و سنتز هورمون های استروئیدی تاثیر می گذارند. در مهره داران، کمبود ویتامین E بر عملکرد تولید مثلی اثر منفی می گذارد و نه تنها باعث کاهش درصد هچ و بقا زاده ها می شوند بلکه در مرحله پیش مولدی، از بلوغ گنادها نیز جلوگیری می نمایند. به عنوان مثال، افزایش سطوح آلفا – توکوفرول در جیره غذایی ماهی بریم دریایی(*Sparus aurata*)، باعث کاهش درصد ناهنجاری در تخم و افزایش باروری شده است. آسکوربیک اسید نیز نقش مهم خود را در تولید مثل موفق ماهی سالمون به اثبات رسانده بطوریکه نتایج نشان داده است که نیاز مولدین به این ویتامین بسیار بیشتر از نیاز مرحله جوانی است. در بین ترکیبات مختلف جیره غذایی مولدین آبزیان پرورشی، پودرماهی مرکب، اسکوئید و کریل، به عنوان با ارزش ترین ترکیبات شناخته شده اند. محتویات پروتئین ماهی مرکب و اسکوئید همراه با غلظت های بهینه HUFA موجود در آنها، نیازکامل عملکرد موفق تولید مثلی را در مولدین آبزیان مرتفع ساخته اند. به خصوص در مورد چربی خام سخت پوست کریل، هم بخش قطبی و هم بخش غیر قطبی آن تاثیر بسزایی را در افزایش کیفیت تخم حاصله از مولدین تغذیه شده از آن ایفا نموده است.

یکی از مواردی که تحقیقات محدودی روی آن انجام شده، تغذیه مولدین ماهیان به خصوص انواع باله داراست. شاید هزینه های بالا، سختی تهیه شرایط مناسب از جمله تسهیلات درون و بیرون سالنی مناسب کشت یا نگهداری شمار زیادی ماهی بالغ و متعاقب آن هزینه های سر سام آور تغذیه آنها باعث گردیده تا اطلاعات دراین زمینه کمترجمع آوری شده باشد.با این وجود، نیازغذایی مولدین گروه های مختلف جانوری حتی انسان و چارپایان (Leboulanger, 1977)مشخصا با نیاز غذایی مرحله جوان یا در حال رشد آنها متفاوت می باشد. علاوه

بر آن، در ماهی ها نیزهمچون سایر جانوران، بسیاری از کمبود ها و مشکلات موجود در فاز پرورش لاروی بطور مستقیم به رژیم غذایی مولدین آنها (از جمله سطح غذا و زمان غذادهی) باز می گردد. هدف این مقاله مروری برمطالعات انجام شده در موضوع تاثیر تغذیه مولدین بر عملکرد تولید مثلی ماهیان پرورشی است.

۱-۲- محدودیت های غذا و تاثیر آنها:

محدودیت های غذایی اثرات جدی را بر روند تخمریزی به جای می گذارند. کاهش نرخ غذادهی در بسیاری از ماهیان مورد مطالعه از جمله ماهی طلایی (*Carassius auratus*, Sasayama and Takahashi, 1972)، سی باس اروپایی (Dicentrachus labrax Cerda´ et al., 1994a)، و جنس نر سالمون ماهی آتلانتیک (Salmo salar, Berglund, 1995) باعث مهار بلوغ گنادها شده است. در مورد سی باس، بعد از ۶ ماه تغذیه مولدین با نسبت نصف گروه کنترل، نرخ رشد کاهش یافت، در زمان تخمریزی تاخیر ایجاد شد و تخم ها، همچون لاروهای بدست آمده، کوچکتراز گروه کنترلی بودند که از نرخ تغذیه کامل برخوردار بودند و در جنس ماده آنها، محدودیت غذایی با کاهش سطوح استرادیول پلاسما همراه بود(Cerda´ et al., 1994a). ولی در ماهی طلایی بالغ ، محدودیت های غذایی نتوانست منجر به بیان ژن های GtHشود (Sohn et al., 1998).

۲-۲- تاثیر تغذیه بر باروری مولدین ماهی:

روش های مختلفی برای ارزیابی کیفیت تخم در ماهی تدوین شده است (Ferna´ndez-Palacios et al., 1995; Kjorsvik et al., 1990). یکی از پارامترها، باروری (Fecundity) است که ضمن تعیین کیفیت تخم ، تحت تاثیر کمبود های تغذیه ای در رژیم غذایی مولدین می باشد. باروری در حقیقت شمار تخم تولیدی توسط هر ماهی است که با واژه تعداد تخم در هر تخمریزی یا تعداد آن به ازای وزن بدن تعریف شده است. کاهش باروری، در گونه های مختلف ماهیان دریایی بدلیل تاثیر عدم تعادل تغذیه ای بر سیستم غدد درون ریز مغز- هیپوفیز – گناد و یا با محدودیت ترکیبات بیوشیمیایی در دسترس برای تشکیل تخم گزارش شده است(Izquierdo et al., 2000). بالابردن سطوح چربی از ۱۲٪ تا ۱۸٪ در رژیم غذایی مولدین ماهی خرگوشی (*Siganus guttatus*)، منتج به افزایش باروری و تفریخ گردید(Duray et al., 1994). اگر چه این اثر می تواند وابسته به یک افزایش تدریجی محتوای اسید های چرب ضروری نیز باشد. در حقیقت، محتوای اسید های چرب، یکی از اصلی ترین فاکتورهای تغذیه ای است که اثرات معنی داری بر عملکرد تولید مثل ماهی خواهد داشت (Watanabe et al., 1984a,b). بدلیل افزایش تا ۱/۶ ٪ محتوای n-3 HUFA رژیم غذایی سی بریم سر آبششی (Sparus aurata)، باروری بطور معنی داری در آنها افزایش یافت (Ferna´ndez-Palacios et al., 1995). این اسید های چرب فوق غیر اشباع با ۲۰ یا بیشتر اتم کربن برای ماهیان دریایی ضروری هستند. همچنین نتایج مشابهی در مورد سایر اسپارید آ (Sparids) گزارش شده است(Watanabe et al., 1984a,b,c, 1985a,b). با این وجود، مطالعات بر روی تولید مثلی

تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) با جمع آوری اطلاعات در خصوص تعداد ماهیان ماده با قابلیت تخمریزی، تناوب تخمریزی، تعداد بچه ماهیان حاصل از تخمریزی و کل تولید بچه ماهی در یک دوره ۲۴ هفته ای، نشان از عملکرد بسیار بالای آنها در ماهی هایی که از غذای پایه مکمل شده با روغن سویا استفاده کرده اند، دارد (Watanabe, 1982)، لازم به یاد آوری است که سویا غنی از اسید های چرب امگا شش است و این پروفایل اسید های چرب برای این گونه ماهی ضروری است، حال آنکه عملکرد تولید مثلی در ماهیانی که غذایشان تنها با ۵٪ روغن کبد ماهی کاد مکمل شده، به نسبت پایین بود حال آنکه این ماهیان بالترین افزایش وزن را داشتند (Santiago and Reyes, 1993). روغن کبد ماهی کاد در بر دارنده مقادیر بالای اسید های چرب امگا سه است.

بجز سالمون ماهیان و ماهی قزل آلا(*Scophthalmus maximus*)، بقیه ماهیان در طی بلوغ تخمدانها، از ذخیره چربی عضلانی استفاده می کنند(Lie et al., 1993). در ماهیان اسپاریدا، ترکیب اسیدهای چرب گناد ماهی ماده، بشدت تحت تاثیرمحتوای اسید های چرب غذا است که در کوتاهترین زمان بطورمعنی دار بر کیفیت تخم اثر می گذارند(Harel et al., 1992). بنابراین، در بریم دریایی سر آبششی، ترکیبات اسید های چرب تخم ها، مستقیما تحت تاثیر محتوی امگا سه HUFA رژیم غذایی مولدین خواهد بود. هماسید های چرب امگا سه و هم محتوایHUFA امگا سه تخم ماهی فوق، با افزایش امگا سه HUFA رژیم غذایی، به خصوص با افزایش 18:3n-3, 18:4n-3 و EPA(20:5n-3)، افزایش نشان می دهند(Fern´andez-Palacios et al., 1995). ارتباط مثبت بین سطوح امگا سه HUFA در رژیم غذایی و تخم با غلظت EPA، که خود تحت تاثیر امگا سه HUFA و اسید چرب DHAغذا است، مشاهده می شود. ماهی قزل آلا رنگین کمانی (Oncorhynchus mykiss) که در سه ماه آخر زرده زایی با کمبود اسید های چرب امگا سه در غذای خود مواجه بود، اگرچه اثر کمی بر محتوای DHA تخم نشان داد ولی محتوای EPA آن تا سطح ۵۰٪ کاهش یافت(Fre´mont et al., 1984). با این وجود، سطوح سایر اسید های چرب تخم ها، تحت تاثیر ترکیب اسید های چرب غذا قرار نگرفت.ابقا انتخابی DHA در طی جنین زایی (Izquierdo, 1996) و در طی گرسنگی (Tandler et al., 1989)، اهمیت این اسید چرب را در تکوین لارو و جنین نشان مید هد. اسید های چرب چند غیر اشباعی همچنین می توانند نولید ایکوزانوئید ها، مخصوصا پروستاگلندین ها که در چندین فرآیند تولید مثلی درگیر هستند را تنظیم نمایند(Moore, 1995). از جمله موارد استفاده از پروستاگلندین ها، در تولید هورمونهای استروئیدی و تکوین گنادها همچون تخمک گذاری است. تخمدانهای ماهی دارای ظرفیت بالایی برای تولید ایکوزانوئید ها و از همه بیشتر پروستاگلندین E (PGE) مشتق از واکنش سیکلوکسیژناز و لکوترین هایLTB4 و LTB5 مشتق از واکنش لیپوکسیژناز است(Knight et al., 1995). اثر مهاری آنزیم لیپوکسیژناز که باعث کاهش القا بلوغ گنادوتروپین در اووسیت ماهی سی باس اروپایی گردید(Asturiano, 1999) این پیش زمینه را بوجود آورد که محصول مشتق از واکنش لیپوکسیژناز در فرآیند بلوغ اووسیت نیز دخالت دارد. این حقیقت در پستانداران نیز نشان داده شده است که برخی لکوترین ها (LTB4)باعث افزایش واکنش استروئیدزایی LH می شود(Sullivan and Cooke, 1985).

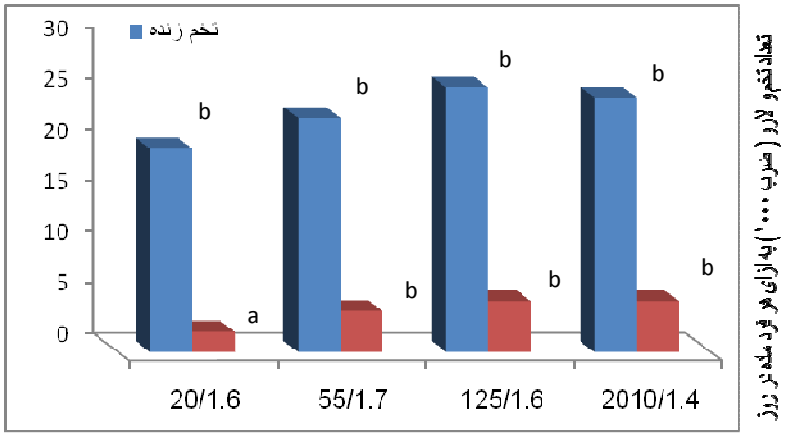
در مورد ماهیان دیگر چون ماهی کاد(*Gadus morhua*) که از غذای تجاری با پوشش انواع روغن های استفاده نمودند، تاثیر مشخص و واضحی برای اسیدهای چرب ضروری بر باروری هنوز بدست نیامد(Lie et al., 1993). در طی یک آزمایش مولدین ماهی کاد به مدت طولانی از غذایی با پوشش روغن های سویا، کاپلین یا روغن ماهی ساردین تغذیه شدند که نشان داد اگر چه غذای با پوشش روغن ماهی، تاثیر به نسبت کمی بر ترکیب اسید های چرب تخم ماهی کاد از خود بجا گذاشت ولی بطور مشخص مولدینی که از غذای با پوشش روغن سویا استفاده نمودند دارای تخم هایی با غلظت کاهش یافته معنی دار n-3 HUFA بودند(Lie et al., 1993). این نتایج می تواند بدلیل نیاز کم مولد این ماهی به اسید های چرب ضروری (EFA)، در مقایسه با ماهی اسپاریدآ باشد که احتمالا بدین دلیل است که ماهی کاد قابلیت اشتقاق EFA از باقیمانده چربی های موجود در ترکیب غذای ازمایشی را دارد و از این طریق می تواند نیاز فیزیولوژیکی خود را اقناع نماید.

جدای از اثرات منفی کمبود EFA جیره، زیادی آنها نیز تاثیر منفی بر عملکرد تولیدمثلی ماهی از خود بجا خواهد گذاشت.برای مثال، سطوح بالای n-3 HUFA جیره غذایی باعث کاهش تعداد کل تخم های تولیدی در مولدین ماهی سر آبششی بریم دریایی علیرغم افزایش در میزان غلظت این اسید های چرب در تخم،گردید(Ferna´ndez-Palacios et al., 1995). با توجه به اینکه کاهش باروری حتی با وجود محتوای زیاد n-3 HUFA تخم رخ داد پس افزایش محتوای EFA به تنهایی معیاری برای ارزیابی کیفیت تخم در مولدین بریم دریایی سر آبششی نخواهد بود. مقادیر بالای n-3HUFA غذا می تواند بر سیستم غدد درون ریز محور مغز- هیپوفیز- گناد اثر گذاشته از این رو، هر دو اسید چرب EPAو DHA برای کاهش واکنش استروئی زایی گنادوتروپین در تخمدان ماهی استخوانی یافت شده اند (Mercure and Van Der Kraak, 1995). این موضوع بسیار شبیه آنچه که در پستانداران اتفاق می افتد یعنی با افزایش سطح اسید های چرب امگا سه رژیم غذایی در شروع بلوغ تاخیر رخ می دهد (Zhang et al., 1992).

از دیگر مواد مغذی که در باروری تاثیر دارند می توان به ویتامین E (Izquierdo and Ferna´ndez-Palacios, 1997; Fern´andez-Palacios et al., 1998)، اسید آسکوربیک (Blom and Dabrowski, 1995) اشاره نمود. افزایش در آلفا توکوفرول رژیم غذایی تا ۱۲۵ میلی گرم بر کیلو گرم منتج به بهبود باروری در بریم دریایی سر آبششی شده و شمار تخم های تولیدی به ازای هر فرد ماده و زنده مانی تخم ها افزایش قابل توجه خواهند یافت (شکل ۱). با این وجود، کاهش باروری مولدینی که در غذایشان کمبود آلفا توکوفرول وجود داشت، با کاهش محتوای ویتامین E تخم ارتباط نشان نداد و تنها رژیم غذایی با سطح بالای ۲۰۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم ویتامین E توانست به افزایش آلفا توکوفرول تخم بیانجامد. در گونه های دیگر از جمله توربوت(Hemre et al., 1994) یا سالمون آتلانتیک(Lie et al., 1993)، مشخص گردید که ویتامین Eدر طی زرده زایی از بافت های حاشیه ای جابجا می شود حال آنکه محتوای زرده ای پلاسما در این موضوع دخالتی نداشته که این دو موضوع نشان می دهد که احتمالا لیپوپروتئین ها در انتقال ویتامین E در این زمان نقش دارند(Lie et al., 1993). محتوای ویتامین ث در

تخم ماهی قزل آلا که انعکاسی از محتوای این ماده غذایی در جیره است، در کیفیت تخم تاثیر خواهد داشت(Sandnes et al., 1984).تغییرات در محتوای ویتامین ث تخمدانهای ماهی کاد تاثیر معنی داری در نرخ تفریخ تخم های آن نشان نداد(Mangor-Jensen et al., 1993). این نتایج نیز نشان می دهند که ترکیبات بیوشیمیایی تخم منحصرا در تعیین کیفیت، معیار خوبی نیستند، علیرغم این حقیقت که نویسندگان دیگر به این موضوع اشاره کرده اند که ترکیبات شیمیایی تخم ماهی زمانی با تخمریزی موفق مرتبط است که میزان ذخیره مواد غذایی در تخم جوابگوی نیازهای تکوین دوران جنینی و حتی رشد باشد(Sandnes et al., 1984; Craik, 1985; Harel et al., 1994).میزان نیاز به آنتی اکسیدان در رژیم غذایی در زمان تولید مثل افزایش می یابد (Izquierdo and Fern´andez-Palacios, 1997; Ferna´ndez-Palacios et al., 1998). شاید دلیل آن ارتباط تشکیل رادیکالهای اکسیژن در طی بیوسنتز هورمون استروئید، به خصوص در مهره داران باشد. برای مثال می توان به ارتباط سطوح ترکیبات آنتی اکسیدانی با سطوح پروژسترون در جسم زرد گاو اشاره کرد که نشان می دهد فعالیت مکانیسم های آنتی اکسیداتیو برای سنتز استروئید به تشکیل رادیکالهای اکسیژنی وابسته است(Ferna´ndez-Palacios et al., 1998).

تریپتوفان رژیم غذایی، به عنوان یک پیش ساز نروترانس میتر سروتونین، می تواند در بلوغ گنادها هم در جنس نر و هم ماده، تاثیر داشته باشد. مکمل ۰/۱٪ تریپتوفان افزوده شده به جیره غذایی ماهی آیو (Plecoglossus altielis) باعث افزایش معنی دار در سطوح تستوسترون سرم گردید بنابر این هم باعث القا بلوغ جنس ماده شد و هم باعث پیشرفت زمانی در اسپرم زایی در جنس نر گردید(Akiyama et al., 1996).



شکل ۲: عملکرد تولید مثلی در بریم دریایی که از غذاهای مختلف با سطوح مختلف ویتامین E تغذیه نموده است.

جدول ۳۷: ترکیب بیوشیمیایی تخم در مولدین ماهی بریم دریایی که از سطوح چند گانه ویتامین E و n-3 HUFA(میلی گرم بر کیلو گرم و درصد وزن خشک)تغذیه نموده اند.

Vit. E/HUFA	چربی کل (٪ وزن خشک)	n-3 HUFA (٪)	EPA (٪)	DHA (٪)	ویتامین E (میلی گرم بر کیلوگرم)
۲۲/۱,۶	۲۸,۲[a]	۲۷,۱[a]	۳,۷۲[a]	۲۱,۳۶[a]	۱۰۱,۳[a]
۵۵/۱,۷	۲۷,۴[a]	۲۷,۱[a]	۳,۶[a]	۲۱,۲۳[a]	۱۰۶,۷[a]
۱۲۵/۱,۶	۲۴,۹[ab]	۲۵,۹[a]	۴,۵۸[ab]	۱۹,۱۸[a]	۱۰۶,۷[a]
۲۰۱۰/۱,۴	۲۴,۸[b]	۲۵,۳[a]	۴,۰۴[a]	۱۹,۰۳[a]	۲۰۷,۱[b]
۱۹۰/۲,۲	۲۳,۰[b]	۲۷,۵[a]	۵,۳۲[b]	۱۹,۶۲[a]	۱۱۵,۵[a]

۳-۲- اثرات تغذیه مولدین بر لقاح:

برخی از ترکیبات غذایی نقش تعیین کننده ای بر فرآیند لقاح از خود نشان می دهند. در مولدین ماهی بریم دریایی سر آبششی، سطوح ایکوزاپنتانوئیک اسید(EPA) و آراشیدونیک اسید (AA) رژیم غذایی، ارتباط مستقیمی با نرخ لقاح نشان دادند (Ferna´ndez-Palacios et al., 1995, 1997).از آنجایی که در ماهی قزل آلا رنگین کمان(Watanabe et al., 1984d, Labbe et al., 1993) و باس دریایی اروپایی (Asturiano, 1999)، ترکیبات اسید های چرب اسپرم مستقیما به محتویات اسید های چرب رژیم غذایی مولدین آن بستگی نشان داده است، این احتمال وجود دارد که موضوع فوق بر تحرک اسپرم و متعاقب آن لقاح موفق نیز اثرگذاری داشته باشد. مخصوصا در سالمون ماهیان، که انجماد اسپرم خیلی مورد استفاده است، ترکیب اسید های چرب اسپرم به عنوان یک فاکتور مهم در تعیین حفظ ساختار غشا سلولی بعد از انجماد زدایی مطرح باشد. با این وجود، Labbeو همکاران (۱۹۹۳) تاثیری از اسید های چرب غذا (n-3 , n-6 PUFA) در توانایی لقاح اسپرم های انجماد زدایی شده نیافتند، حال آنکه نسبت کم کلسترول به فسفولیپید غشا سلول اسپرم، با مقاومت بهتر اسپرم در انجماد شدن، ارتباط نشان داد(Labbe and Maisse, 1996). تئوری های دیگری برای بیان اثر مثبت EPA و AA روی نرخ لقاح در تحقیقات مطرح شده اند. هر دو این اسید های چرب در فعالیت های میانجی های سلولی درگیر هستند و به عنوان پیش ساز ایکوزانوئیدها مطرح هستند. EPA پیش ساز سری سوم پروستاگلندین ها (PG)و آراشیدونیک اسید پیش ساز سری دوم این مواد معرفی شده اند(Stacey and Goetz, 1982). در آزمایشگاه، آراشیدونیک اسید از طریق تبدیل به پروستاگلندین (PGE2)، باعث تحریک تستوسترون بیضه ها در جنس نر ماهی طلایی شدند (EPA و DHA این ویژگی را نشان نداند)(Wade et al., 1994). در عوض، دو اسید چرب EPA و DHA فعالیت استروئید زایی آراشیدونیک اسید و PGE2 را بلوکه نمودند. هم AA و هم EPA فرآیند سنتز استروئید را در بیضه جنس نر ماهی طلایی را تنظیم می کنند(Wade et al., 1994). بنابر این، بنظر می رسد در صورتیکه کمبود یا عدم

تعادل غذایی EFA در جیره غذایی مولدین این ماهی بوجود آید، بدلیل ضعف در استروئید زایی در زمان اسپرم زایی تاخیر و متعاقب آن نرخ لقاح با کاهش همراه خواهد شد. علاوه بر آن، پروستاگلندین ها در برخی ماهیان استخوانی، به عنوان فرومونهای بسیار مهم شناخته می شوند. برخی PGs مثل PGFs که توسط ماهی طلایی ماده تولید می شوند، باعث تحریک رفتار جنسی ماهی نر شده و همزمانی تخمریزی نر و ماده را باعث می گردد، بنابر این تاثیر مستقیمی بر موفقیت لقاح خواهند داشت(Sorensen et al., 1988). از دیگر مواد غذایی موثر در لقاح می توان به ویتامین E (Izquierdo and Ferna´ndez-Palacios, 1997; Ferna´ndez-Palacios et al., 1998)، کاروتنوئید ها(Harris, 1984; Craik, 1985) و ویتامین ث اشاره نمود. آسکوربیک اسید نقش مهمی در تولید مثل سالمون ماهیان دارد (Eskelinen, 1989; Blom and Dabrowski, 1995) و همچنین گزارشاتی از تاثیر آن بر سنتز استروئید و زرده نیز وجود دارد (Sandnes, 1991).فعالیت آنتی اکسیدانی ویتامین های ث و E، با کاهش ریسک پراکسید شدن چربی ها، که می توانند به تحرک اسپرم خلل وارد کنند، نقش محافظتی برای سلولهای اسپرم در طی اسپرماتوژنز و همچنین لقاح خواهند داشت. غلظت آسکوربیک اسید در مایع سمینال انعکاسی است از غلظت این ویتامین در رژیم غذایی مولدین که البته بر کیفیت این مایع در شروع فصل تخمریزی تاثیری نشان نداده است(Piereszco and Dabrowski, 1995). با این وجود، کمبود ویتامین ث در طی مراحل بعدی تخمریزی، می تواند تراکم و تحرک اسپرم را کاهش دهد.

٤-۲- تاثیر تغذیه مولدین بر تکوین جنین:

برای تکوین طبیعی جنین، چندین ماده غذایی ضروری تشخیص داده شده که سطوح بهینه آنها در رژیم غذایی مولدین باعث بهبود ریخت تخم و نرخ تفریخ شده است. درصد ریخت زایی طبیعی تخم (به عنوان یک پارامتر در تعیین زنده مانی تخم) با افزایش سطوح n-3 HUFA جیره غذایی مولدین و موجودیت این اسید های چرب در تخم، افزایش یافت (Fern´andez-Palacios et al., 1995)، بنابر این، اهمیت اسیدهای چرب ضروری برای تکوین طبیعی تخم و جنین در ماهی بریم دریایی سر آبششی ثابت شد. مولد این ماهی با خوردن مواد غذایی که در آن کمبود EFA وجود داشت، با افزایشی در قطرات چربی در تخم مواجه شد(Fern´andez-Palacios et al., 1997). این موضوع در بریم دریایی قرمز توسط Watanabe و همکاران (a ۱۹۸۴) نیز گزارش شده است. بهبود کیفیت تخم مرتبط با مقدار بالای اسیدهای چرب امگا سه در باس اروپایی که از پلت های غنی شده با مقادیر بالای روغن ماهی تغذیه شده بودند، توسط Navas وهمکاران (۱۹۹۷) گزارش گردید. حال آنکه مقایسه بین تخم ماهیان اب شیرین و آب لب شور نشان داد که اراشیدونیک اسید و نسبت DHA/EPA در غشا فسفولیپید تخم ارتباط مثبتی با تقارت تخم و زنده مانی آن دارد(Pickova et al., 1997). در ماهیان دریایی، این اسید های چرب به عنوان ساختار فسفولیپیدی نقش مهمی در غشا زیستی از خود نشان می دهند که با سیالیت غشا سلولی ارتباط نزدیک داشته، باعث فعالیت های صحیح فیزیولوژیکی برای اتصال آنزیم های غشایی در فعالیت های سلولی

می شوند(Bell et al., 1986). در برخی گونه ها، مثل کفشک ماهی (Hippoglossus hippoglossus)، n-3 PUFA در طی مراحل اولیه تکوین جنینی، به عنوان منابع اصلی انرژی معرفی شده اند(Falk-Petersen et al., 1989). هرچند، ترکیب اسید های چرب درچربی تخم ماهی با رژیم غذایی مولدین تعیین نمی شود، اما با تفاوت گونه ای و ذخیره سازی آن ارتباط دارد(Pickova et al., 1997). میزان نیاز به اسید های چرب ضروری در مولدین ماهیان اسپاریدآ دامنه ای بین ۱/۵٪ تا ۲٪ n-3 HUFAدر غذا را به خود اختصاص می دهد(Watanabe et al., 1984a,b,c, 1985a,b; Fern´andez-Palacios et al., 1995) که این میزان در مقایسه با دامنه مورد نیاز برای مرحله جوان بین ۰/۵ تا ۰/۸٪ نسبتا بالا است (Izquierdo, 1996). این مقادیر از مقادیر بهینه ای که برای سالمون ماهیان (حدود ۱٪ n-3 HUFA) تعیین شده است Watanabe, 1990) بیشتر است(Izquierdo, et al., 2000).

رادیکالهای آزاد می توانند غشا تخم را تخریب و جامعیت آن را به هم بزنند. ویتامین E، ویتامین ث و کاروتنوئیدها (مثل آستاگزانتین)، با بدام انداختن اکسیژن فعال در گونه های آبزی، نقش محافظتی در برابر این واکنش رادیکالهای آزاد از خود بروز می دهند. اگر چه اثرات منفی کمبود ویتامین E در عملکرد تولید مثلی مهره داران عالی از اوایل دهه ۱۹۲۰ مشخص گردیده، اهمیت ویتامین E رژیم غذایی در تولید مثل ماهی به سال ۱۹۹۰ بر می گردد زیرا که مشخص شد کمبود آن در رژیم غذایی منتج به عدم بلوغ گنادهای ماهی کپور و ایو گردید و متعاقب آن نرخ تفریخ و بقا بچه ماهیان به خصوص در ماهی ایو کاهش چشمگیری یافت(Watanabe, 1990). افزایش سطوح ویتامین E غذا (تا ۲۰۰۰ میلی گرم برکیلوگرم) در غذای بریم دریایی قرمز باعث بهبود درصد شناوری تخم، نرخ تفریخ و درصد لارو های طبیعی گردید(Watanabe et al., 1991a). افزایش در سطح آلفا توکوفرول غذا از ۲۲ تا ۱۲۵ میلی گرم در کیلوگرم نیزکاهش آماری درصد ناهنجاری تخم های بریم دریایی سر آبششی را سبب گشت. کمترین لقاح و بقا لاروی در تخم مولدینی که از کمترین سطح آلفا توکوفرول تغذیه نمودند، بدست آمد. فعالیت ویتامین E به عنوان یک آنتی اکسیدان درون و بین سلولی در حفظ هموستازی متابولیسمی در پلاسمای سلول و بافت بخوبی شناخته شده است. در موش های با بیماری قند، مکمل کردن این ویتامین در غذای مادری باعث کاهش ناهنجاری مادرزادی، افزایش غلظت آلفا توکوفرول در بافتهای مادر، جنینی گردید(Siman and Erikkson, 1997). در بریم دریایی سر آبششی، سطح ۲۵۰ میلی گرم آلفا توکوفرول در کیلوگرم غذا، نیاز آن ماهی را برای تولید مثل موفق تامین نمود، با این حال، Hemre و همکاران(۱۹۹۴) از این عدد به عنوان سطح زیر حد بهینه برا مولد توربوت یاد نمودند.

محتوای کاروتنوئید غذای مولدین نیز در تکوین طبیعی جنین و لارو ماهی تاثیر می گذارد. با این وجود، برای حدود ۵۰ سال ارتباط بین کاروتنوئید تخم با کیفیت تخم در سالمون ماهیان یکی از چالش برانگیز ترین موضوعات بود. مطالعات(1981) Tacon، (1985)Craik، (1986)Choubert،(1990)Torrissen و Torrissen and Christiansen (1995) همگی به تاثیر کاروتنوئید بر کیفیت تخم می پردازند. گزارشاتی متناقضی در مورد اثر غلظت کاروتنوئید تخم بر کیفیت تخم سالمون ماهیان وجود دارد. برخی به تاثیر مثبت بین رنگدانه تخم و لقاح

و متعاقب آن نرخ بقا تخم ماهی قزل آلای رنگین کمان اشاره دارند(Harris, 1984; Craik, 1985.)حال آنکه دیگران چنین پاسخی را مشاهده ننمودند(Torrissen, 1984; Craik and Harvey, 1986; Torrissen and Christiansen, 1995). اختلافات در روش کار نویسندگتن مختلف از جمله سن مختلف مولدین، تفاوت های محتوایی کاروتنوئید تخم ، و تفاوت در نوع کاروتنوئید(استاگزانتین، کانتاگزانتین و ...) در غذا یا در تخم ، اندازه نمونه و حتی تفاوت ها در معیارهای مورد استفاده در تعیین کیفیت تخم می توانند دلایل این تناقضات باشند. تعداد معدودی مطالعه درخصوص تاثیر کنترل کنندگی کاروتنوئید تخم توسط غذای مولدین وجود دارند(Harris, 1984; Choubert and Blanc, 1993; Watanabe and Kiron, 1995). افزودن آستاگزانتین خالص به جیره غذایی مولدین بریم دریایی قرمز، بهبود واضح و مشخصی در درصد شناوری تخم، تفریخ آن و درصد لارو های طبیعی بوجود آورد(Watanabe and Kiron, 1995). در مقابل، افزودن بتا کاروتن هیچ اثری بر این پارامترها نداشت. Miki و همکاران(۱۹۸۴) از الحاق آستاگزانتین یا کانتاگزانتین غذا به تخم بریم دریایی قرمز و عدم تبدیل این کاروتنوئیدها به بتا کاروتن گزارش ارائه نمودند. ممکن است که جذب کمتر بتا کاروتن در روده در مقایسه با کانتاگزانتین یا استاگزانتین، این نتایج را بوجود آورده باشد. جذب ترجیحی و دفع هیدروکسی و کتو کاروتنوئید ها در ماهی توسط Torrissen and Christiansen (1995)گزارش شده است. کاروتنوئیدها در بر دارنده یک از مهمترین کلاسهای رنگدانه در ماهی ها است که دامنه وسیعی از فعالیت ها از جمله محافظت از شرایط بد نوری، پیش سنتز ویتامین A، شیمی گرایی اسپرم داشته و فعالیت های آنتی اکسیدانی آن شامل بدام انداختن اکسیژن درونی می شود.

بقا در جنین تحت تاثیر ویتامین ث غذای مولدین به اثبات رسیده است. این ویتامین برای سنتز کلاژن در طی تکوین جنین ضروری است. در مولدین ماهی قزل آلای رنگین کمان(O. mykiss) نیاز به این ویتامین ۸ برابر بیشتر از نیاز مرحله جوانی است(Blom and Dabrowski, 1995)، با این وجود برای مولدین ماهی کاد میزان نیاز به این ویتامین خیلی کمتر گزارش شده است(Mangor-Jensen et al., 1993).

مطالعات دیگر بر روی بریم دریایی قرمز نشان داد که فسفولیپید غذا باعث بهبود کیفیت تخم می شود(Watanabe et al., 1991a,b).اگر چه اثرات مفید فسفولیپیدها به فعالیت تسکین دهندگی آنها و توانایی در تثبیت رادیکالهای آزاد بر می گردد(Watanabe and Kiron, 1995). در برخی ماهی ها، وجود این مواد در طی تکوین لارو خیلی مهم است که باعث متابولیزم ترجیحی بعد از تفریخ و قبل از اولین غذاخوری می شوند(Rainuzzo et al., 1997).

علیرغم این حقیقت که اطلاعات کمی در خصوص نیاز به ویتامین ث در طی بلوغ گنادها و تخمریزی در ماهی ها وجود دارد ولی این ویتامین در تکوین جنین و لارو به خصوص در تکوین استخوان، تشکیل شبکیه و تمایزات ایمنی سلولی بسیار لازم و ضروری است. اگر چه با افزایش طول روز، افزایش غلظت رتینول در کبد

ماهی توربوت در طی بلوغ گنادها مشاهده گردید، ولی محتوای رتینول در گنادها در طی بلوغ کاهش نشان داد(Hemre et al., 1994).

در مورد ماهیان دریایی پروتئین نیز به عنوان یکی دیگر از مواد غذایی موثر در عملکرد تولید مثلی محسوب می شود. برای مثال، یک جیره کم پروتئین ولی پر انرژی می تواند منجر به کاهش عملکرد تولید مثلی در بریم دریایی قرمز گردد(Watanabe et al., 1984d). در مورد دیگر اسپاریدآ، مثل بریم سر آبشی، غذای مولدین در صورتی که از نظر اسید های چرب ضروری خوب بالانس شده باشد می تواند منجر به بهبود سنتز زرده زایی گردد(Tandler et al., 1995). علاوه بر آن، کاهش سطوح پروتئین غذا از ۵۱٪ به ۳۴٪ همراه با افزایش سطح کربوهیدراتی از ۱۰ به ۳۲٪ باعث کاهش زنده مانی تخم در باس دریایی گردید(Cerd´a et al., 1994b). این غذاها در طی تخمریزی مولدین باس دریایی در آزاد شدن GnRH دگرگونی ایجاد می کنند(Kah et al., 1994) همچنین در سطوح هورمونی پلاسما گنادوتروپین GtH II دگرگونی ایجاد می کند، لازم به توضیح است که این هورمون نقش مهمی در بلوغ اووسیت و تخمکگذاری دارد(Navas et al., 1997).

نیاز است تا مطالعات بعدی در خصوص نیاز مولدین به تیامین (vitamin B1)انجام گیرد. شواهدی وجود دارد که به نقش مهم آن برای تکوین طبیعی جنین و لارو(حداقل در سالمون ماهیان) اشاره دارد. برای مثال، تزریق تیامین به بدرون ماهی ماده سالمون آتلانتیک باردار، مرگ و میر فرزندان را کاهش داد(Ketola et al., 1998). همچنین غلظت تیامین تخم یا بچه ماهی با کاهش مرگ و میر ابتدای دوره در قزل آلای دریاچه فرال (Brown et al., 1998) ، قزل آلای پاسفیک (Hornung et al., 1998) و سالمون آتلانتیک (Wooster and Bowser, 2000) ارتباط نشان داد.

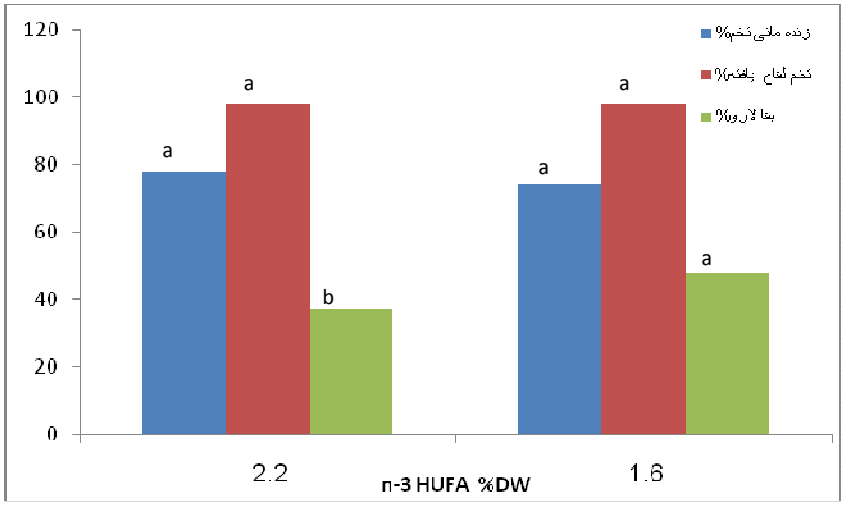
همچنین لازم است تا میزان نیاز غذایی مولدین ماهی به پیروکسیدین(vitamin B6) مورد تحقیق قرار گیرد. این ویتامین نقش بسیار مهمی در سنتز هورمونهای استروئیدی و اسید فولیک دارد بطوریکه کمبود آن در غذا می تواند تقسیم سلولی را با توجه به سنتز ناقص DNA و RNA با کاهش همراه سازد همچنین این ویتامین نقش مهمی در میزان تفریخ تخم ها دارد(Halver, 1989). متاسفانه اطلاعات قابل دسترسی در خصوص تاثیر این ویتامین بر تولید مثل ماهی نیست یا بسیار اندک کار شده است.

۵-۲- اثرات تغذیه ای مولدین بر کیفیت لارو:

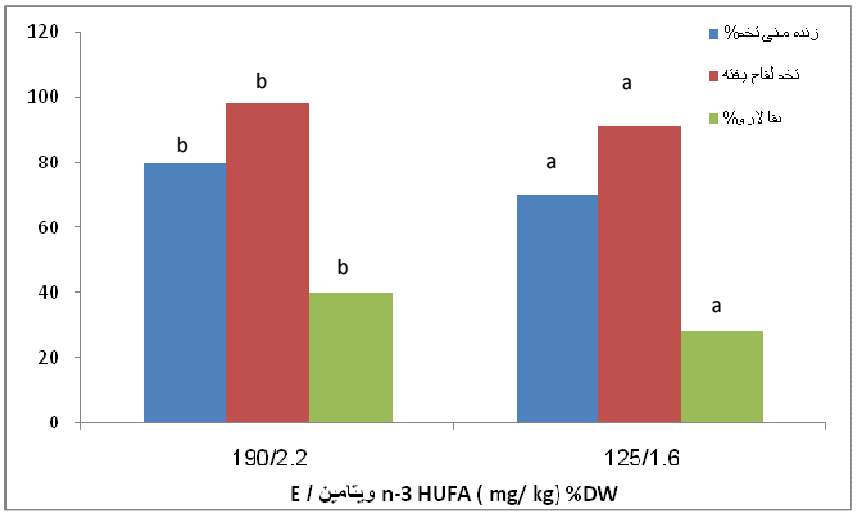
مطالعات کمی در خصوص بهبود کیفیت لارو از طریق تغذیه مولدین وجود دارد. افزایش سطوح چربی از ۱۲ به ۱۸٪ در مولدین خرگوش ماهی لاروهای تازه تفریخ شده زیادی را تولید نمود که در طی ۱۴ روز بعد از تفریخ از میزان بقا برخوردار بودند(Duray et al., 1994). افزایش سطوح n-3 HUFA (مخصوصا DHA) در جیره غذایی مولدین باعث افزایش معنی دار وزن لارو ماهی و افزایش مقاومت آن در برابر شوک اسموتیک گردید(Aby-ayad et al., 1997). در یک مطالعه مشابه، افزایش سطوح n-3 HUFA در جیره غذایی بریم دریایی سر آبشی،

بهبود آماری درصد لارو های زنده بعد از بازجذب زرده را نشان داد. علاوه بر آن، رشد، بقا و التهاب کیسه شنا در این لارو ماهی وقتی که در غذای مولدین آنها از روغن ماهی به جای روغن سویا استفاده گردید، کاملا بهبود یافت(Tandler et al., 1995).

با این حال، افزایش سطوح n-3 HUFA در جیره غذایی مولدین(بالای ۲٪) سبب هیپرتروفی کیسه زرده در لارو بریم دریایی سر آبششی و همچنین کاهش نرخ بقا در لارو آن گردید(شکل ۳: Ferna´ndez-Palacios et al., 1995). این موضوع احتمالا ناشی از افزایش در میزان نیاز آنتی اکسیدانت است از اینرو افزایش سطوح در آلفا توکوفرول غذا از ۱۲۵ به ۱۹۰ میلی گرم بر کیلو گرم غذا از هیپروتروفی کیسه زرده و مرگ و میر لارو ها جلوگیری نمود(شکل ۴: Ferna´ndez-Palacios et al., 1998).



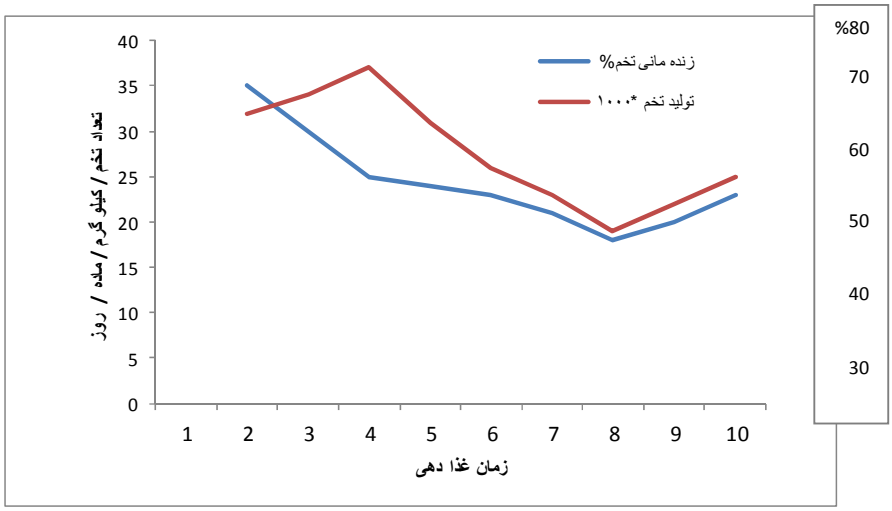
شکل ۳: اثر افزایش سطح n-3 HUFA غذا با ویتامین E ثابت (125 mg/kg dry diet) بر کیفیت تخم و بقا لارو ماهی بریم سر آبششی



شکل ٤: تاثیر ترکیبی ویتامین E و n-3 Hufa بر زنده مانی تخم، لقاح و بقا لارو در ماهی بریم سر آبششی

٦-۲- زمانبندی تغذیه مولدین:

در برخی گونه های ماهیان مثلا در بریم دریایی سر آبششی یا بریم دریایی قرمز، ترکیب تخم در طی چند هفته شروع تغذیه، تحت تاثیر غذا می باشد(Watanabe et al., 1985b; Ferna´ndez-Palacios et al., 1995; Tandler et al., 1995) (شکل ۵).



شکل ۵: اثر سطوح پایین آلفا توکوفرول غذا بر عملکرد تولید مثلی (باروری= شمار تخم به ازای هر کیلو گرم ، زنده مانی تخم به ازای درصد کل تخم تولید شده) در ماهی بریم سر آبششی

در این گونه ها، که می توانند حتی با دوره های کوتاه زرده زایی، بطور مستمرتخمریزی کنند، این احتمال وجود دارد که بهبود کیفیت تخمریزی با تغییر کیفیت تغذیه ای غذای مولدین حتی در فصل تخمریزی رخ

دهد(Fern´andez-Palacios et al., 1995, 1997, 1998; Tandler et al., 1995). بطور مشابه، این احتمال وجود دارد بهبود کیفیت تخم و نرخ تفریخ باس دریایی با غذاخوری مولدین از مقادیر متناسب HUFA در طی دوره زرده زایی که در این ماهی کمی طولانی تر از اسپاریدآ است رخ دهد(Navas et al., 1997). در ماهیانی که هر ۶ ماه زرده زایی دارند(Fre´mont et al., 1984) مثل سالمون ماهیان، مولدین باسد از غذای با کیفیت چند ماه قبل از فصل تخمریزی استفاده نمایند تا عملکرد تولید مثلی خوبی از خود نشان دهند(Watanabe et al., 1984d; Corraze et al., 1993) . اگر چه در ماهی کوهو سالمون (Hardy et al., 1990) بعد از دو ماه تغذیه، پروفایل اسید های چرب عضلات ماهی و تخم تکوین یافته انعکاسی از پروفایل اسید های چرب رژیم غذایی نشان می دهند، Harel و همکارن(۱۹۹۲) نشان دادند که ترکیب چربی بافت مولدین بریم سر آبششی بعد از ۱۵ روز تغذیه به یک حد تعادل با چربی رژیم غذایی می رسد. ماهی توربوت یک استثنا در این زمینه است زیرا در زمان زرده زایی و دوره تخمریزی خیلی مهم است که مولدین آن با غذاهای با کیفیت تغذیه شوند. ترکیب تخمدانهای ماهی توربوت در طی مراحل تکوین گنادها، تحت تاثیر غذا است(Lie et al., 1993).

۷-۲- ترکیبات غذایی ارزشمند برای تغذیه مولدین:

چندین جیره غذایی با ارزش بالا برای مولدین آبزیان تاکنون شناخته شده است. در مورد بریم سرآبششی، زمانی که مولد آن از ماهی مرکب خرد شده یا یک غذای تجاری که بدان ماهی مرکب خرد شده اضافه شده بود، تغذیه نمود، رابطه بسیار نزدیکی بین ترکیب چربیها و اسید های چرب غذای مولد و تخم بدست آمد(Mourente and Odriozola, 1990). برخی نویسندگان چنین پیشنهاد کردند که ماهی مرکب (Mourente et al., 1989) و اسکوئید(Zohar et al., 1995) در بر دارنده ترکیبات غذایی هستند که برای تخمریزی این ماهی ضروری است. Mourenteو همکاران (۱۹۸۹)این موضوع را به مقادیر بالای EFAs در ماهی مرکب نسبت دادند. هر چند Watanabeو همکاران (۱۹۸۴a) چنین پیشنهاد کردند که ارزش غذایی بالای ماهی مرکب، بدلیل بخش نامحلول در چربی آن است. Ferna´ndez-Palaciosو همکاران(۱۹۹۷) آزمایشی را ترتیب دادند تا به شناسایی ترکیبات آرد اسکوئید که باعث بهبود کیفیت تخم می شد، برسند در آزمایش آنها مولدین ماهی بریم سرآبششی از آرد ماهی، آرد اسکوئید، آرد ماهی روغن گیری شده با روغن اسکوئید یا آرد اسکوئید روغن گیری شده با روغن ماهی تغذیه نمودند. این نویسندگان نشان دادند که مولدین از بخش غیر محلول در چربی آرد اسکوئید غذاخوردند، با اندازه گیری شمار کلی تخم تولید شده در روز(به ازای کیلو گرم وزن ماهی ماده)، درصد زنده مانی و لقاح تخمها، بهبود کیفیت تخم را مشاهده نمودند. پروتئین آرد اسکوئید، ترکیب مهم و اصلی بخش غیر محلول در چربی است که به عنوان بخش تاثیر گذار بر کیفیت تخم شناخته شد (Fern´andez-Palacios et al., 1997). از آنجا که پروفایل آمینو اسید های غذاها خیلی با هم تشابه داشتند، ارزش بالای بخش پروتئینی آرد اسکوئید به هضم پذیر بودن بیشتر آن توسط ماهی سر آبششی بسط داده شد(Fern´andez-Palacios et al., 1997).

در حقیقت، سطوح به نسبت بالاتر پروتئین یافت شده در تخم مولدینی که از پروتئین آرد اسکوئید تغذیه نموده و این مولدین توانستند حدود ۴۰٪ تخم بیشتر/ کیلو گرم وزن ماهی ماده نسبت به تیمار دیگر که از آرد ماهی تغذیه کرده بود، تولید کنند. Watanabe و همکاران (۱۹۹۱a)گزارشی ارائه دادند که در آن محتوای بالای کلسیم آرد ماهی را دلیل تخمریزی ضعیف مولدین آنها در مقایسه تخمریزی مولدینی که از آرد اسکوئید تغذیه کرده بودند، نمی دانند. آنها دریافتند که اضافه کردن کلسیم به آرد ماهی مرکب تاثیری بر کیفیت تخم بریم دریایی قرمز نداشت. افزایش تولید تخم و زنده مانی آن در ماهی بریم دریایی قرمزی که با آرد ماهی مرکب تغذیه شده بود توسط Watanabe و همکاران (۱۹۸۴a,b) گزارش گردید. علاوه بر آن، جایگزینی ۵۰٪ آرد ماهی با آرد ماهی مرکب (Watanabe et al., 1984b) منتج به افزایش زنده مانی تخم ها گردید اگر چه شمار تخم های تولیدی توسط هر ماهی ماده چندان تحت تاثیر این جایگزینی قرار نگرفت.جایگزینی پروتئین یا چربی استخراجی از اسکوئید با پروتئین و چربی استخراج شده از سویا در جیره غذایی مولدین ماهی بریم سر آبششی منتج به کاهش تفریخ و نرخ بقا لارو سه روزه آن گردید(Zohar et al., 1995). این موضوع می تواند بدلیل اثر مفید آرد اسکوئید یا اثر منفی آرد سویا باشد. با این وجود، نشان داده شده است که پروتئین سویا منبع پروتئین با پتانسیلی جهت جایگزینی بخشی از ارد ماهی در جیره غذایی بریم سر آبششی است (Robaina et al., 1995). در آرد سویا چندین فاکتور ضد غذایی استفاده از آنرا تا حدودی با محدودیت همراه می سازد. علاوه بر این، عدم تعادل ترکیب اسید چرب مثلا مقادیر بالای اسید های چرب امگا شش PUFA و مقادیر کم اسید های چرب امگا سه با همدیگر با یک میزان کم در دسترس بودن فسفر(Robaina et al., 1995) در جیره غذایی مولدین بر اساس آرد سویا، بطور مستقیم باعث کاهش کیفیت تخمریزی که نشان می دهد هر دو نوع ماده غذایی برای تولید مثل ماهیان اسپاریدآ ضروری هستند (Watanabe et al.,) ، 1984a; Watanabe and Kiron, 1995).

از دیگر مواد اولیه غذایی که معمولا درآزمایشات تغذیه ای برای ماهیان اسپاریدآ مورد استفاده قرار می گیرد، کریل خام است که کیفیت مشخص آن اثر افزاینده در میزان خوراک خوری و جذب بهتر در مقایسه با آرد ماهی را توجیه می نماید. برای مثال، زنده مانی اولین نسل تولیدی بریم دریایی قرمز، با اندازه گیری درصد شناوری تخم ها و کل لارو های تفریخ شده در مولدینی که از غذای کریل استفاده کرده بودند بیشتر از دو برابر تیمار کنترل بدست آمد(Watanabe and Kiron, 1995). مطالعات انجام شده توسط Watanabe و همکاران (1991a,b) نشان از افزایش کیفیت تخمریزی ناشی از تغذیه مولدین بریم دریایی با کریل هم بدلیل بخش قطبی و هم بخش غیر قطبی چربی آن داشت. آنها بدین موضوع رسیدند که بخش قطبی و بخش غیر قطبی چربی کریل به ترتیب دارای فسفاتیدیل کولین و آستاگزانتین می باشند. علیرغم اهمیت کریل در افزایش کیفیت تخمریزی بریم دریایی قرمز ، اطلاعات کمی در این خصوص برای سایر ماهیان اسپاریدآ منتشر شده است. در سال ۱۹۹۷ گزارشی ارائه شد که مولدین زرده دم که از پلت خشک و نرم بدون مکمل آرد کریل استفاده غذایی کرده اند در مقایسه با ماهیانی که در غذایشان ۱۰٪ کریل مکمل شده وجود داشت، اثر کاهنده در

کیفیت تخمریزی مشاهده نگردید(Verakunpiriya et al., 1997). در مجموع، افزایش محتوای کریل به شکل مکمل حدود ۲۰٪ و ۳۰٪ کاهش مشخصی در کیفیت تخم از خود بروز دادکه بدلیل سطوح بالای استاگزانتین در ان بود(Verakunpiriya et al., 1997).

۸-۲- تجربیات تغذیه مولدین:

امروزه برای بیشتر گونه های ماهی پرورشی، غذایی که به عنوان غذای اختصاصی تجاری مولدین ارائه می شود در حقیقت اندازه بزرگتر همان غذای پرواری است. البته در بسیاری از سالن های تفریخ ماهیان دریایی با بهره گیری از صید ضمنی تازه دریای، به تنهایی یا ترکیبی با غذاهای تجاری، تاحدودی درامر تغذیه مولدین بهبودی حاصل نموده اند. بیشترین موجود دریایی که به عنوان غذا و به شکل تازه برای مولدین ماهی استفاده می شوند، اسکوئید، ماهی مرکب، کریل ، حلزون دریایی و سخت پوستان کوچک هستند. استفاده از محصولات آبزیان عمل آوری نشده نه تنها نمی تواند تامین کننده نیازهای غذایی مولدین باشد بلکه ریسک آلودگی و بروز بیماری، هم برای مولد و هم فرزندان با انواع انگل های داخلی و خارجی، باکتریایی و حتی ویروسی و ... را افزون می نماید. کیفیت غذاهای فرموله قابل بهبود هستند زیرا میتوان از ترکیبات اولیه خوب وبا کیفیت استفاده نمود و ضمن رعایت استانداردهای تغذیه ای، استاندارد های بهداشتی در حفظ و نگهداری آنها نیز شرایط بهینه را بدست آورد. به عنوان مثال، افزایش سطوح n-3 HUFA تا ۲٪، با محتوای آلفا توکوفرول ۲۵۰ میلی گرم بر کیلو گرم غذا، و افزودن آرد اسکوئید ترجیح از آرد ماهی، می تواند تولید را تا سه برابر گروه کنترل که فقط از غذاهای تجاری عرف استفاده نموده اند بالا ببرد همچنین کیفیت لارو از منظر رشد، بقا و التهاب کیسه شنا نیز بهبود معنی داری را در گروه تیماری نشان می دهند(Tandler et al., 1995). البته با این تغییرات در غذا، قیمت آن افزایش خواهد یافت و اگر بخواهیم برای هر گونه غذای اختصاصی مولدین تدوین و فرموله نماییم که قطعا هزینه های تمام شده بیشتر و بیشتر خواهد شد. این به کارخنه های غذا بر می گردد که تولید چنین غذاهایی صرف می کند یا خیر. با همه این توصیفات، بهبود غذای مولدین از آنجا که رشد، بقا و سلامت فرزندان را به همراه خواهد داشت بنظر می رسد صرفه اقتصادی داشته باشد ولی متاسفانه بدلیل انکه منفعت آن طولانی مدت خواهد بود تاکنون استفاده از غذاهای فرموله پرواری برای مولدین رایج بوده است.

بطورخلاصه می توان گفت که اطلاعات در موضوع نیازمندیهای مولدین ماهی بسیار معدود و فقط در مورد چند گونه به خصوص انجام شده است. شاید بتوان گفت که مواد غذایی مشخص همچون اسید های چرب ضروری و آنتی اکسیدانت ها، مهمترین نقش را در بهبود تغذیه مولدین ابزیان و به خصوص ماهیان بازی می کنند.

نیاز غذایی مولدین به خصوص در زمان تولید مثل بیشتر از دوران جوانی یا پیش مولدی است، اما افزودن مقادیر مواد غذایی یا عدم تعادل نسبی بین ترکیبات، گاه می تواند منجر به بروز خسارت تغذیه ای برای تولید

مثل گردد. برخی مواد معدنی، مثل فسفر، و مفاهیم دیگر تغذیه ای مثل کیفیت پروتئین، نیز به عنوان عوامل تاثیر گذار در تولید مثل آبزیان تعریف شده اند. اهمیت بسیاری دیگر از موادغذایی در عملکرد تولید مثلی همچون اثر ویتامین A، ویتامین های B6، و اسید فولیک هنوز آنچنان مورد مطالعه قرار نگرفته است و لازم است بدانها نیز توجه شود. گر چه مطالعات آزمایشگاهی آتی، ممکن است مکانیزم های غیر قابل توضیح بیوشیمیایی را برای تاثیر برخی میکروذرات غذایی برعملکرد تولید مثلی ماهی نشان دهند با این وجود، مطالعات تکمیلی در شرایط استخر (In vivo) ضروری است تا نتایج کارهای آزمایشگاهی را در بستره آبزی پروری و تکثیر مورد ارزیابی قرار دهند.

۳- غذای زنده- پرورش غذای زنده

عذای طبیعی در پرورش ماهی به کلیه مواد غذایی تولیدی در استخر اعم از مواد گیاهی یا جانوری که به طور مستقیم یا غیر مستقیم به مصرف ماهیان می رسد، اطلاق می شود. غذای طبیعی که اصطلاحا به آن غذای زنده نیز گفته می شود، در پرورش ماهی اهمیت بسیار زیادی دارد. تأمین غذای مناسب و کافی از مهم ترین عوامل مؤثر در پرورش ماهی به شمار می رود. اگر ماهی گرسنه نگه داشته شود ومواد غذایی مورد نیاز آن، به خصوص اسید آمینه، ویتامین ها و مواد معدنی کافی به آن نرسد، باعث ضعیف شدن ماهی و سپس آلوده شدن آن به انواع بیماری ها و سرانجام باعث کاهش رشد مرگ ومیر خواهد شد . این مسأله به ویژه در مرحله پرورش لارو یا بچه ماهیان نورس که هنوز سیستم گوارشی آنها تکامل نیافته است، اهمیت زیادی دارد. در این مرحله غذاهای طبیعی از جمله روتیفرها، با به همراه داشتن مواد غذایی ضروری برای ماهی بهترین نوع غذا محسوب می شوند لازم به ذکر است که در این مرحله و غذای دستی به تنهایی جوابگوی نیاز غذایی ماهی نمی باشد.ترکیب جیره غذایی باید دارای پروتئین حیوانی باشد. پروتئین حیوانی اسیدهای آمینه، املاح و ویتامین های مورد نیاز برای رشد ماهی را تأمین می کند، در نتیجه ماهی قادر به رشد سریع طبیعی خواهد بود.این موضوع در رشد و نمو سلولهای تخم نیز تأثیر فراوانی خواهد داشت.برای ماهیان مولد جهت تولید تخم و اسپرم باید شرایط مطلوب محیطی و غذایی فراهم باشد . مصرف مواد غذایی طبیعی در پرورش ماهیان مولد و تولید مواد تناسلی مهم بوده و ماهیانی که در محیط های طبیعی و با غذای طبیعی رشد یافته اند، به مراتب بهتر از ماهیان پرورشی می باشد . پلانکتون ها آبزیانی هستند که اندام های حرکتی کاملی ندارند و با جریان آب به هر طرف می روند.پلانکتون به معنای موجود معلق در آب است، از این رو پلانکتون ها مجموعه ای از موجودات آبزی هستند که در لایه ستونی آب غوطه ور بوده و حرکت آنها بسیار کند می باشد.پلانکتون ها در محیط آب زندگی کرده و زاد و ولد می کنند و همان جا نیز می میرند. زی شناوران مهم ترین گروه موجودات زنده استخرهای پرورش ماهی محسوب می شوند وبه دو گروه عمده جانوری و گیاهی تقسیم می شوند .

الف- پلانکتون ها ی گیاهی یا زی شناوران گیاهی مهمترین و اساسی ترین گروه موجودات زنده در استخر های پرورش ماهی را فیتوپلانکتون ها یا الگها تشکیل می دهند . الگها تولید کنندگان اولیه مواد آلی هستند و در اندازه های مختلف وجود دارند و اندازه الگها از ۵ تا ۳۰۰ میکرون متغیر است. چرخه تولید ماهی در آب از زی شناورهای گیاهی شروع می شود و شامل انواع مختلفی از زی شناورها است که به وسیله زی شناوران جانوری تغذیه می شوند و از سوی دیگر، زی شناوران جانوری، خود به وسیله ماهیان مصرف می شوند(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

ب- پلانکتون های جانوری یا زی شناوران جانوری در استخرهای پرورش ماهی، جانوران ریز معلق در آب زندگی می کنند که از باکتری ها، فیتوپلانکتون ها و بقایای مواد آلی گیاهی و جانوری تغذیه می کنند. به این گروه، زی شناوران جانوری می گویند. زی شناوران جانوری به سه گروه عمده زیر تقسیم می شوند :

روتیفرها: این زی شناوران جانوری در تغذیه لاروها و نوزادان ماهی نقش بسیار مهمی دارند و بهترین نوع غذا در این مرحله محسوب می شوند. روتیفرها یا گردآنتنها دسته ای از پروتوزواها هستند که از کوچکترین جانداران پریاخته به حساب می آیند و به صورت مجموعه زندگی می کنند . روتیفرها یکی از مناسب ترین غذاهای زنده ویژه بچه ماهیان نورس هستند. اگر خروج نوزاد ماهی از تخم همزمان با تکثیر و توسعه روتیفرها باشد، در زمان شروع تغذیه لاروها، روتیفرها در سطح انبوه موجود بوده و بچه ماهیان از رشد خوبی برخوردار خواهند بود. روتیفرها از باکتری ها و جلبک ها تغذیه می کنند. روتیفرهایی نیز وجود دارند که گوشت خوار بوده و از تک یاختگان و روتیفرهای کوچک تغذیه می کنند ولی اکثر روتیفرها از انواع مواد غذایی استفاده می کنند(همه چیز خوار هستند). روتیفرها در شرایط مساعد محیطی به طریق بکرزایی تولید مثل می کنند. با وجود اینکه عمر ماده ها کوتاه است، اما هر روتیفر ماده ۱۰ تخم می گذارد. زمان تولید مثل در ماده ها زودتر از نرها فرا می رسد.به طوری که هر روتیفر دو روز پس از خروج از تخم، شروع به تخم گذاری کرده و تخم ها نیز در مدت زمان کوتاهی تکامل می یابند.از لحظه ای که تخم گذاشته می شود تا زمانی که روتیفر از آن خارج می شود دو روز طول می کشد. در شرایط نامساعد، ابتدا از طریق بکر زایی جنس نر تولید می شود و پس از جفت گیری روتیفرهای نر و ماده و انجام تولید مثل جنسی، تخمهای اپی فیوم تولید می شود که بزرگتر از تخمهای حاصل از بکرزایی هستند. این تخمها تا فراهم شدن شرایط مناسب در داخل آب یا خشکی سالم باقی می مانند(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

دافنی ها: دافنی ها در تغذیه ماهیان نورس و انگشت قد وهمچنین پرواری و به ویژه در تغذیه ماهیان خاویاری نقش دارند .این گروه از غذای زنده پس از مراحل اولیه لاروی و بچه ماهیان نو رس، اهمیت بیشتری پیدا می کند زیرا بچه ماهیان به راحتی از آنها تغذیه نموده و رشد خوبی خواهند داشت.دافنی ها از رده سخت پوستان و زیر راسته آنتن منشعب ها یا کلادوسرها می باشند.این موجودات به ترتیب اهمیت از باکتری ها، جلبک های تک سلولی و بقایای مواد آلی و همچنین از مخمر تغذیه می کنند . تغذیه آنها به صورت فیلتراسیون، تصفیه کردن زی شناوران گیاهی، باکتری ها و ذرات مواد غذایی موجود در محیط صورت می گیرد.این پدیده در نتیجه مکانیسم حرکات و ضربان منظم پاهای سینه ای تحقق می پذیرد . متداول ترین نوع دافنی ها عبارتند از دافنی ماگنا، دافنی پولکس، لانگس پینا و موئینا که اندازه آنها به ترتیب دافنی ماگنا بزرگتر از همه و موئینا کوچکتر از همه می باشد.لانگس پینا حساس ترین نوع دافنی است . مساعد ترین درجه حرارت برای دافنی ها ۱۸ تا۲۰ درجه سانتیگراد است.کاهش اکسیژن محلول کمتر از ۳ میلی گرم در لیتر سبب پائین آمدن کیفیت تخمها شده و بازده تولید مثل را کم می کند.نور برای دافنی ها به منظور فعل و انفعالات و تبادل و مبادله مواد ضروری است.در شرایط نور طبیعی، دافنی ها به طور فعال به سطح آب آمده، و با سرعت زیادی در جهت آب شنا می کنند. دافنی ها تمایل بیشتری به طیف نور سبز نشان می دهند و طیف نور قرمز را نمی پسندند . تولید مثل در دافنی ها دافنی ها به دو طریق تولید مثل می کنند.در شرایط مطلوب جنس ماده به طور مستقل نسبت به تولید

تخم و جنین اقدام نموده و به طریق بکر زایی بدون شرکت دادن جنس نر به زاد و ولد خود ادامه می دهد. در شرایط مساعد جنس نر به طور کلی وجود ندارد. طریق دوم تولید مثل جنسی یا رقابتی است. به هم پیوستگی (مقاربت) با جنس ماده معمولا توسط دو جنس نر انجام می شود. در واقع کمبود مواد غذایی، کاهش اکسیژن محلول، تراکم زیاد از حد، ابتدا سبب تولید جنس نر شده و سپس مقاربت صورت می گیرد و تخم اپی فیوم یا تخم سکون تولید می شود . در صورت استقرار تخم اپی فیوم در آب و فراهم شدن شرایط مساعد، پوسته تخم آب را جذب نموده و متورم می شود. به دنبال آن پوسته اپی فیوم ترکیده و نوزاد دافنی از تخم بیرون می آید. در درجه حرارت مطلوب، نوزاد در مدت دو روز از تخم خارج می شود. مدت زمان زندگی دافنی به درجه حرارت بستگی دارد. در شرایط مساعد و خوب مدت زندگی آنها حداکثر ۱۵۰ روز و در شرایط نامساعد ۵۳ روز می باشد(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

سیکلوپسها یا پاروپایان : این موجودات به علت داشتن پوسته کیتینی و سخت سطح بدن و غیر قابل هضم بودن آن، برای تغذیه نوزادان ماهی مناسب نیستند و برای ماهیان بزرگتر اگرچه مورد تغذیه قرار نمی گیرند، ولی به دلیل ناقل بیماری بودن نسبت به گروههای قبلی از اعتبار کمتری برخوردارند(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

زی شناوران جانوری از طریق فیلتراسیون و تصفیه کردن موجودات آب تغذیه می کنند و در پاک سازی و خودپالایی آب نقش دارند. از سوی دیگر، این موجودات خود مورد مصرف (تغذیه) جانوران درشت تر و ماهیان قرار می گیرند. زی شناوران جانوری در شرایط مساعد باسرعت زیاد و فواصل زمانی کم و به تعداد زیاد زاد و ولد کرده و تولید مثل قابل ملاحظه ای دارند، به طوری که اگر مدیریت خوبی در استخرها اعمال گردد، همواره از آنها به تعداد لازم در استخر تولید و مورد تغذیه قرار می گیرند .

آرتمیا: آرتمیا یک موجود آبزی است که در آبهای بسیار شور زندگی می کند؛ آبهایی که هیچ مزاحم و شکارچی در آن قادر به زیست نمی باشد. موارد استفاده از آرتمیا با توجه به توسعه روز افزون پرورش آبزیان، موضوع تهیه غذای مناسب برای تولید آبزیان پرورشی روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می کنند. از این رو ضرورت توجه به تامین غذا و سرمایه گذاری در این امر از اولویت ویژه ای برخوردار است .در این میان، تامین غذای زنده در زنجیره غذایی آبزیان پرورشی، به ویژه میگو و ماهیان دریایی بخصوص در مرحله اولیه و آغازین آن اهمیت فراوانی دارد .امروزه از آرتمیا در مراکز تکثیر و پرورش با توجه به مراحل سنی و بیولوژیک میگو استفاده می کنند((حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴: حافظیه، ۱۳۸۲).

استفاده از سیست آرتمیا(به صورت ناپلیوس و سیست دارای غلاف) در تولید پست لارو و میگو و سایر آبزیان

استفاده از آرتمیای بالغ برای مولد سازی

استفاده از توده زنده آرتمیا در مزارع پرورش میگو حداقل به نسبت ۵ درصد در جیره غذایی به منظور افزایش تولید و کاهش ضریب تبدیل غذای کنستانتره

استفاده از پودر آرتمیا در جیره غذایی کنستانتره به مقدار ۳ الی ۵ درصد

استفاده از پودر آرتمیا در مراحل اولیه تغذیه به عنوان جانشین فیتوپلانکتونی

استفاده از ترشی آرتمیا (اینستار آرتمیا) در مزارع پرورش میگو و ماهی

تولید مثل آرتمیا در محیط طبیعی و در مواقعی از سال، آرتمیا سیستهایی تولید می کند که در سطح آب شناور هستند و توسط باد و امواج به ساحل رانده می شوند. این سیستها از نظر فعالیتهای متابولیکی غیرفعال بوده و به مدت طولانی رشد و نمو کرده و مدتی بعد خشک می شوند. این سیستها که شکل فرورفته دارند، در اثر غوطه ور شدن در آب و فراهم شدن شرایط مساعد (نور خورشید، اکسیژن و...) آب را جذب کرده و کروی می شوند. در این شرایط، در داخل پوسته جنین، متابولیسم قطع شده خود را مجددا از سر می گیرند. بعد از حدود ۲۰ ساعت، غشاء خارجی سیستها شکسته شده و جنین که به وسیله غشاء تفریخی احاطه شده است، ظاهر می شود. در حالی که جنین در زیر پوسته خالی آویزان است.(مرحله چتری) رشد و نمو نائوپلی جنین کامل شده و در زمان کوناهی از غشاء تفریخی جدا و نائوپلیوس با توانایی شنای آزاد متولد می شود . لارو آرتمیا در اولین مرحله، دارای ۴۰۰ تا ۵۰۰ میکرون طول است. آرتمیای بالغ به طول حدود یک سانتیمتر بوده و بدنی کشیده با دو پایه چشم مرکب، یک رشته دستگاه گوارشی کشیده، آنتنولهای حسی و یازده جفت تراکوپود با وظایف خاصی دارد. نرها دارای یک جفت آلت تناسلی در قسمت خلفی ناحیه تنه هستند. آرتمیای ماده نیز به راحتی توسط کیسه تخمی یا رحم که در قسمت عقب آن ۱۱ جفت تراکوپود قرار دارد، مشخص می شود. تخمهای آرتمیا در دو عدد لوله رحمی در شکم رشد می کنند. تخمکهای رسیده مدور می شوند و از طریق دو عدد تخمراهه)اویدوکت) به داخل رحم مهاجرت می کنند. معمولا تخمهای لقاح یافته به نائوپلی دارای شنای آزاد تبدیل می شوند که توسط ماده رها می شوند(تخمگذار زنده زا) در شرایط حاد(مانند شوری زیاد یا اکسیژن کم آب) جنین فقط تا مرحله گاسترولا رشد می کند. در این لحظه، جنین به وسیله یک پوسته ضخیم کیتینی احاطه شده (پوسته توسط غدد پوسته ای که در رحم قرار دارند ترشح می شود) که پس از آن توسط ماده ها رها می شوند.(تخمگذار) اصولا هر دو نوع تولید مثل تخمگذارو تخمگذار زنده زا در تمام گونه های آرتمیا مشاهده می شود و ماده ها می توانند در بین دو نوع چرخه تولید مثل، از یک روش به روش دیگر تغییر شیوه دهند (حافظیه، ۱۳۸۲).

باکتریها در استخرهای پرورش ماهی به مقدار فراوانی در لایه های ستونی آب و کف استخر وجود دارند. باکتریوپلانکتونها غذای مناسبی برای موجودات ریز آبی و حتی ماهیان به شمار می روند. هنگامی که ماهیان با سیستم فیلتراسیون آبشش خود آب را تصفیه می کنند، از این طریق مقدار زیادی از باکتریها را مورد مصرف قرار می دهند. باکتریها در تجزیه مواد آلی نقش فعالی دارند. این موجودات در تجهیز و تجزیه کودهای حیوانی نقش بسیار زیادی دارند و با افزایش کود دهی، تعداد آنها نیز بیشتر می شوند. علاوه بر این، لاشه گیاهان و جانوران مرده و کودهای کف استخر نیز توسط باکتریها تجزیه شده و گاز کربنیک و مواد معدنی حاصله از

تجزیه آنها به محیط استخر افزوده می شود. این مواد دوباره در زنجیره غذایی استخر قرار می گیرند و توسط آلگها در حضور نور خورشید مجددا به مواد آلی تبدیل می شوند .

حشرات و لارو آنها گروههایی از حشرات از جمله سنجاقکها، دوبالان، یکروزه ها، سوسکهای آبی، نیم بالان و از مهمترین حشرات موجود در آب هستند که مراحل لاروی و شفیرگی را در آب می گذرانند و غذای طبیعی یا زنده خوبی برای ماهیان به شمار می روند . شیرونومید ها که در گل و لای کف استخر زندگی می کنند، قرمز رنگ بوده و ۱ تا ۱/۵ سانتیمتر طول دارند .

بعض از شیرونومیدها سبز رنگ بوده و بر روی گیاهان آبزی زندگی می کنند. با اینکه لارو حشرات غذای خوبی برای بچه ماهیان و ماهیها محسوب می شود، برخی از آنها مثل لارو سنجاقکها و نیم بالان و سوسکهای آبی برای لاروها و بچه ماهیان خطرناک بوده و آنها را شکار می کنیم(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

نرم تنان: نرمتنان از جمله موجودات غذایی در استخر هستند که گاهی تولید آنها بسیار زیاد می باشد. گروهی از نرمتنان و حلزون ها مورد مصرف ماهی قرار می گیرند(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

مهره داران آبی: مهره داران آبی در مزارع پرورش ماهی گرم آبی زیست می کنند و در مزارع پرورش بچه ماهی و مراکز تکثیر، بچه قورباغه ها رقیب غذایی بسیار خطرناکی برای بچه ماهیان به شمار می روند. این جانوران هم از غذای ماهیان استفاده می کنند و هم بعضی از آنها از جمله قورباغه، لاک پشت و مار آبی از جمله دشمنان بچه ماهیان بوده و آنها را شکار کرده و می خورند(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

گیاهان عالی آبی: گیاهان عالی به گروه هایی اطلاق می شوند که در آب زیست دارند. بسیاری از آنها در استخرهای پرورشی با منابع آبی مورد تغذیه ماهی آمور قرار می گیرند و به سطح تولید استخرها می افزایند. بسیاری از آنها نیز ضمن انجام عمل فتوسنتز باعث افزایش اکسیژن محلول در آب می شوند و بعضی هم با خروج اکسیژن از طریق تنفس، موجب کاهش اکسیژن محلول از آب می شوند. همچنین آنها با ایجاد سایه در سطح استخرها مانع رسیدن نور خورشید به ستون آب شده و باعث کاهش تولیدات طبیعی استخر می گردند که دارای انواع غوطه ور در آب که از املاح و مواد غذایی بستر استخر استفاده می کنند و مقدار زیادی توده گیاهی تولید می نمایند. گیاهان شناور در آب که در سطح آب رشد کرده و پراکنده هستند و گاهی سطح استخر را کاملا می پوشانند. تراکم این نوع گیاهان عالی سبب جلوگیری از نفوذ نور خورشید در استخرهای پرورش ماهی شده و در نتیجه مانع از عمل فتوسنتز جلبکها می شود .ریشه و ساقه بعضی از این گیاهان در آب شناور بوده و بعضی دیگر نیز ریشه در کف استخر دارند. این گیاهان مواد غذایی سطح آب و کف استخرها را جذب کرده و در سطح آب تولید بیوماس گیاهی می کنند و اکسیژن حاصل از فتوسنتز خود را در هوا آزاد می کنند و با عمل تنفس باعث کاهش اکسیژن محلول در آب نیز می شوند . گیاهانی که ساقه و گلهای آنها خارج از آب قرار دارد(گیاهان ریشه در آب) : این گیاهان ریشه در کف استخر دارند و مواد غذایی را از آب و خاک استخر گرفته و با استفاده از نور و گاز کربنیک هوا در بالای سطح آب رشد می کنند و اکسیژن حاصله را نیز در هوا

آزاد می سازند. این گیاهان بر روی استخر ها سایه انداخته و به آلگهای موجود در آنجا اجازه فتوسنتز را نمی دهند و فقط از فرسایش خاک ریزه های استخر جلوگیری می کنند(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

۱-۳- تکثیر و پرورش غذای زنده برای لارو ماهیان خاویاری:

در تکثیر و پرورش ماهیان و از جمله انواع حاویاری، کاربرد غذای زنده بسیار زیاد می باشد. مصرف غذاهای زنده به وسیله لاروها و نوزادان ماهیان خاویاری در جلو گیری از مرگ ومیر آنها به طور فاحش موثر بوده است. به همین جهت امروزه غذاهای زنده در بین این ماهیان بسیار مهم جلوه نموده است. در بین غذاهای زنده، کرم های سفید و سخت پوستان ریز که با دسترسی به بیوتکنیک تکثیر و پرورش، تولید آنها به طور انبوه میسر شده است بیشترین سهم را به خود اختصاص داده اند. اولیگوخت، آرتمیا و دافنی از این گروه ها هستند که در زیر به پرورش هر یک بطور جداگانه اشاره می شود.

پرورش کرم سفید کم تار:

این کرم از رده Oligochaeta و از راسته Plesiopore می باشد. طول تقریبی آن ۳۰ میلی متر است که در تشکیل خاک برگ پوسیده" هوموس" نقش مهمی را ایفا می کند. از بقایای تجزیه شده مواد آلی به ویژه گیاهان تغذیه می کند. تعداد کوکون ها یا پیله های تولیدی و تعداد تخم ها در هر پیله وابسته به سن کرم و مشخصات محیطی آن است. هر کرم جوان به طور متوسط هر دو روز یک پیله با ۱۰-۹ تخم و کرم های مسن ۶-۵ ماهه در هر روز ۸-۷ روز یک پیله با ۳-۲ تخم تولید می کنند. هر کرم در طول زندگی تقریبا ۱۰۰۰ تخم می گذارد. تخم ها در داخل پیله رشد کرده هر یک به کرم جوانی با طول ۱/۵-۱ میلیمتری تبدیل می شوند که پس از ۱۰ روز از تخم خارج می شوند. بعد از ۱۵ روز به حداکثر رشد خود می رسند تولید این کرم د رکارگاه های تکثیر ماهیان خاویاری در ایران به تولید صنعتی رسیده است. محیط کارگاه پرورش کرم باید به اندازه کافی تاریک باشد زیرا کرم نسبت به نور حساس است و فقز در تاریکی مطلق رشد و تولید مثل خوبی دارد.جعبه های چوبی پرورش در طبقات قفسه ای چیده شده، رطوبت داخل سالن توسط یک ماشین تولید کننده رطوبت در حد ۹۵٪ نگه داشته می شود. درجه حرارت ۲۰-۱۸ درجه سانتیگراد ثابت است. به همین علت پنجره ها باید دو جداره باشد . جعبه های پرورشی دارای طول و عرض ۴۰(۵۰ یا ۵۰(۶۰ و بلندی ۱۲ سانتیمتر می باشد. قبلا دستی جابجا می شدند ولی در حال حاضر روی نقاله حرکت می کنند. در جعبه طوری روی آن قرار می گیرد که روی سطح خاک می چسبد و بدین طریق رطوبت کمتری از خاک درون جعبه دفع می شود همچنین از ورود مگس و حتی موش بدرون آنها جلوگیری می شود. درون جعبه ها از خاک آجر کوبیده شده، ریگ، برگ های کاغذ صافی و یا قطعات پارچه استفاده می شود ولی در بعد صنعتی از خاک برگ پوسیده سیاه جنگلی استفاده می شود. حتی می توان از خاک برگ گلدانی استفاده نمود. در صورتی می توان از خک های معمولی استفاده نمود که برای

خاک های سنگین(رسی) یا سبک(ماسه ای یا شن نرم) از ۱۰-۷ روز پیش مقدار ی کود اسبی و یا یونجه ای که قبلا ۴-۳ روز در آب خوابانده شده باشد به میزان یک قسمت با سه قسمت در خاک مخلوط نماییم.. قلیائیت خاک باید بین ۶/۸-۶/۲ و حداکثر نباید از ۷/۵ بیشتر و حداقل نباید از ۵/۵ کمتر شود. رطوبت مطلوب خاک باید ۲۵-۲۳ درصد باشد در رطوبت های بالا کرم ها به کناره ها فرار کرده می میرند و همچنین در رطوبت ها کمتر نیز چنین رخ می دهد. حرارت خاک حداقل ۱۰ و حداکثر ۲۰ درجه سانتیگراد باید باشد حرارت مطلوب ۱۸-۱۷ درجه سانتیگراد می باشد. که باید مرتبا کنترل شود. پیش از ریختن خاک درون جعبه ها مواد ناخالص و درشت و آشغالها را باید از آن جدا کرد. برای این کار از غربال با چشمه های ۴-۳ میلیمتری استفاده می شود. سپس جعبه ها را تا ۳ سانتیمتری مانده به لبه پر می کنیم.کرم های ماده را که از فصل قبل نگهداری نموده ایم در داخل جعبه ها کشت می دهیم۲۵۰-۲۰۰ گرم در متر مکعب برای جعبه هایی که اولین بار از آنها استفاده می شود و ۱۰۰ گرم در هر متر مکعب برای جعبه هایی که قبلا مورد استفاده بوده اند واحتمالا در آنها تخم و پیله وجود دارد. در ماه نخست اگر شرای طکشت مناسب در نظر گرفته شده باشد تا دو برابر افزایش توده زنده کرم خوهیم داشت و با جدا کردن ومنتقل کردن به جعبه های دیگر زمینه رشد و تکثیر چندین برابری آنها را مهیا می نماییم.. تغذیه کرم ها به طور عمده از غذاهای گیاهی است. کوبیده چائدار یا جو، سبوس گندم، سیب زمینی، برگ بوته صیفی جات، برگ علفها همچون گزنه، تمشک وحشی و شبدر، برگ درختچه ها، سبزیجاتی چون کلم، هویج و چغندر، سیب و خیسانده مخمرهایی که برای تغذیه دام مصرف می شوند. برای آماده سازی غذا خرده های چاودار و سبوس گندم را در آب جوش می پزیم، سیب زمینی و سبزیجات را به شکل پوره تهیه می کنیم برگ ها را نیز پس از جوشاندن می پزیم و خیسانده های مخمر را قبل از مصرف به نسبت ۲۰۰ گرم در لیتر حل می کنیم. در عین حال اگر رقت زیاد آن موجب ازدیاد رطوبت خاک شود، آنرا بصورت خشک به محیط اضافه می کنیم . دو روش تغذیه وجود دارد در روش نخست از یک غذای تهیه شده استفاده می شود ولی بهتر است هر هفته از تناوب های مختلف استفاده شود. هفته دوم از خرده های چاودار یا جو و یا سبوس گندم، هفته سوم از سبزیجات با انواع برگ های گیاهان مختلف، و هفته چهارم از سیب زمینی و هفته پنجم تکرار هفته اول.

در روش دوم از مخلوط غذاهای استفاده می شود. مثلا ۱۶ کیلو جو، ۲۰ کیلوسیب زمینی یا سبزیجات، ۲و کیلو سیب و ۲/۵ کیلو گرم مخمر. مخلوط فوق را به هم می آمیزیم. غذاها را باید به نسبت مناسب درون جعبه ها ریخت زیرا غذای زیادی باعث بالا رفتن حرارت و رطوبت خاک شده و کمبود آن باعث کاهش نرخ تکثیر می شود لذا باید طوری تنظیم شود که برای ۷-۶ روز آینده در اختیار تراکم موجود در جعبه ها وجود داشته باشد. مثلا برای ۴۰۰ گرم کرم در هر جعبه ۵۰۰ گرم غذا بداخل شیار هایی با عمق ۵-۴ سانتیمتر که درخاک ایجاد کرده ایم می ریزیم.. در طی دوره درجه حرارت، رطوبت و ترکیب مناسب خاک باید دائم کنترل شود. تغیه صحیح، کم کردن تراکم کرم ها به نسبت پیشرفت و تکثیر و جدا سازی کرم های مادر برای دوره بعد از مهمترین کارهایی است که باید انجام داد. ممکن است کرم هایی از نماتودها مثل کرم گرد بی آزار(*Anguillulan*

aceti) همچنین گونه هایی از کنه مثل کنه آرد (*Tyroglyphus favinae*) و سایر کنه ها، لارو مگس ها و موش که در اثر وء مدیریت در کارگاه پدیدار شوند.. البته غیر از کرم گرد که حضورش باعث بهبود خاک می شود بقیه مضر هستند و باید از پدیدار شدن آنها جلوگیری شود. جمع کردن کرم ها به کمک هیدروتاکسی یا آب گرایی مثبت و ترموتاکسی یا گرماگرایی منفی و یا فتوتاکسی یا نور گرایی منفی انجام می شود. برای این کار خاک محتوی کرم ار درون سینی ریخته از سطح نور ۱۵۰ واتی به تعداد ۱۲ لامپ بر آن می تابانیم ، کم کم کرم ها به کف سینی می روند ومی توانیم خاک طبقات فوقانی را برداریم و این کار را ادامه می دهیم(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

آرتمیا:

درمیان غذاهای زنده مورد استفاده در صنایع مختلف آبزی پروری، تکثیر و پرورش ماهیان و سخت پوستان، ناپلیوس آرتمیا دامنه استفاده وسیعتری دارد. هر ساله بیش از ۲۰۰۰ تن از سیست خشک آرتمیا در کل جهان خرید و فروش می شود تا پس از تفریخ و خروج لارو ناپلیوس ۰/۴ میلی متری که غذای بسیار مناسب هم از نظر اندازه و هم محتوای غذایی برای مراحل لاروی سالن های تکثیر است استفاده گردد. آرتمیا در برخی شرایط نامناسب قادر به تولید تخم در حالت نهفته است که به آن سیست اطلاق شده است. سیست در تمام طول سال و بصورت توده های رگه ای بزرگ در سواحل دریاچه های شور، آبگیرها و نمک زارهای شور پراکنده در اقصی نقاط پنج قاره جهان وجود تجمع می یابد. پس از جمع آوری و عمل آوری، بسته بندی شده در انبارذخیره می گردد تا به فروش رسد. به مجرد قرار گیری ۲۴ ساعته در شرایط انکوباسیون در آب دریا، تفریخ شده و ناپلیوس شناگر آزاد از آن خارج می گردد که می تواند به عنوان غذای مستقیم مورد مصرف بسیاری از لاروهای ماهیان دریایی یا سخت پوستان دریایی و آب شیرین قرار گیرد. اگرچه آرتمیا از قرن ها پیش شناخته شده بود، ولی استفاده از آن به عنوان غذای زنده در صنایع آبزی پروری از دهه ۱۹۳۰ شناخته شد یعنی زمانیکه چندین محقق یافتند که می توانند به عنوان یک غذای عالی برای لارو ماهی از آن استفاده نمایند. درطی دهه ۱۹۴۰ اغلب سیست آرتمیایی که تجارت می شد از جمع آوری های منابع طبیعی چون دریاچه ها بدست می آمد. در کنار برداشت نمک ، با توجه به افزایش شوری ناشی از تبخیر می توان آرتمیا را کشت داد و در نهایت سیست آن را برداشت نمود. در دهه ۱۹۶۰این رخداد در شمال آمریکا اتفاق افتاد که البته مقدار آن بسیار کم بود.در اواخر قرن هفدهم مشخص شد که ارزش غذایی آرتمیا مخصوصا برای آبزیان دریایی بسیار بالا است ولی در سویه های مختلف و حتی توده هایی که از نقاط مختلف یک مکان جغرافیایی بدست می آید متفاوت است. این موضوع در صنایع آبزی پروری بسیار مهم می باشد(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

با فرآیند غنی سازی خاص، مقادیری از ذرات لازم یا فرآورده های امولسیفه شده با اسید های چرب غیر اشباع به متاناپلی آرتمیا خورانده شده تا کیفیت آن بالا رود. این فرآیند یک انقلابی را در استفاده بیشتر از آرتمیا در

جهان بوجود آورد و نتیجه آن بهبود در خروجی کشت مراحل لاروی آبزیان بود. این غنی سازی نه تنها در افزایش میزان بقا ، رشد و موفقیت دگردیسی برخی گونه های ماهی و سخت پوستان نقش داشت بلکه در افزایش کیفیت غذایی آنها نیز مهم جلوه داده است. به عنوان مثال باعث کاهش ناهنجاری ها وبهبود فرآیند رنگدانه دار شدن آرتمیا گردید و مقاومت نسبت به استرس ها را بالا برد. روشهای غنی سازی فعلی برای خوراندن مستقیم ویتامین ها و درمان شیمیایی و واکسیناسیون استفاده می شود(حافظیه، ۱۳۸۲: حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

جمعیت های آرتمیا در پنج قاره جهان یافت شده اند. لیستی موقتی از آنها موجود است ودر چند سال گذشته به تعداد مکانهای طبیعی یا مصنوعی آرتمیا در جهان افزوده شده است. بطور مثال در ایران قبلا فقط سه منطقه شامل آرتمیا تعیین شده بود(Sorgeloos, 1996) ولی امروزه بیش از ۱۴ منطقه در ایران شناسایی شده است که در بر دارنده آرتمیا است(حافظیه ، ۱۳۸۲) .

ویژگی عمومی زیستگاه آرتمیا شور بودن آن است. شوری بدون شک غالب ترین فاکتور محیطی است و به همین دلیل توزیع آنرا محدود ساخته است. این موضوع توسط Hammer (1978) نشان داده شد کسیکه به مطالعه شوری و موجودیت آرتمیا در ۶۰ دریاچه نمک در منطقه Saskatchewan پرداخته بود. شوری های مختلفی در آن منطقه بدست آمد(از ۲/۴ تا ۳۷۰ گرم در لیتر) و آرتمیا فقط در شوری های بیش از ۹۴ گرم در لیتر بدست آمد. مطالعه دیگری که ارتباط بین شوری و حضور آرتمیا را نشان می داد توسط McCarraher (1970) در دریاچه های نبرسکا انجام گردید. اثرات فاکتورهای دیگری از جمله دما، شدت نور، میزان تولیدات اولیه دریاچه و غیره روی توزیع آرتمیا کاملا مشخص گردید. با وجود اینکه شوری تعیین کننده حضور آرتمیا است ولی در تمام دریاچه های شوری که شوری مناسبی برای حضور آرتمیا دارند، این موجود یافت نشد . برای مثال در فلات آمریکا McCarraher (1972) حدود ۳۰ دریاچه شور بالای ۱۰۰ گرم در لیتر را لیست می کند که در آنها آرتمیا مشاهده نشد، در غرب ویکتوریا(استرالیا) آرتمیا در ۱۵ دریاچه طبیعی شور با شوری بالای ۱۰۰ گرم در لیتر یافت نشد (Williams, 1981) . به وضوح مشخص شد که عوامل انتقال آرتمیا همچون پرندگان و باد هرگز اجازه این حضور آرتمیا در دریاچه های مورد مطالعه را نداده است. در دریاچه های شور منطقه ویژه ای از استرالیا، جنس بومی شبیه به آرتمیا بنام پارآرتمیا که به شرایط آن منطقه بهتر سازش یافته وجود دارد که با توجه به رقابت، احتمال حضور آرتمیا را بسیار کم رنگ کرده است (Geddes, 1980ab, 1981) .

اگرچه آرتمیا در آب دریا به خوبی رشد می کند ولی از طریق دریا نمی تواند به دریاچه شور دیگری منتقل گردد زیرا این موجود بشدت از فشار شکارگری و رقابت پرهیز می کند . در حقیقت سازش به شوری های مفرط نوعی دفاع اکولوژیکی در مقابل شکارگران است (حافظیه، ۱۳۸۲: حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

- این موجود دارای یک سیستم تنظیم اسمزی بسیار موثر است

- ظرفیت سنتز رنگدانه های تنفسی موثر را دارد بطوریکه در سطح اکسیژنی کم و شوری بالا قدرت مقاومت دارد
- توانایی تولید سیست یا تخم نهفته را در شرایط خطرناک محیطی و به منظور بقا گونه ای خود دارد.
- بنابر این، آرتمیا تنها در شوری هایی (بیش از ۷۰ گرم در لیتر) یافت می شود که فشار شکارگری وجود نداشته باشد.البته در شرایط فوق العاده استرس زای محیطی مثلا شوری بیش از ۲۵۰ گرم در لیتر که نزدیک به درجه اشباع غلظت کلرید سدیم است، آرتمیا خواهد مرد. سویه های با تمایزات جغرافیایی ، دارای سازش به درجات متنوعی از تغییرات هستند مثلا تحمل دمایی ۳۵-۶ درجه سانتیگراد و غیره.
- آرتمیا یک فیلتر کننده غیر انتخابی است که از دتریتوس های آلی، جلبک های میکروسکوپی و باکتری ها تغذیه می کند.

بسیاری از سویه ها دارای ویژگی های بیومتریک خودشان هستند. مثلا اندازه قطر، حجم ، وزن خشک سیست ، طول اینستار یک ، وزن هر ناپلیوس، حجم آن و میزان انرژی آن . پس بنظر می رسد قطر سیست، ویژگی بسیار خوبی برای بررسی ویژگی سویه آرتمیا باشد. قطر سیست سویه های بکرزا بزرگ است . آرتمیا تونس سیست های بزرگ با دیواره ضخیم کوریون تولید می کند. آرتمیا فرانسیسکانا و پرسیمیلیس دارای اندازه قطر کوچک و حد واسط و لایه کوریونی نازک هستند(حافظیه، ۱۳۸۲: حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

کیفیت تفریخ:

مطالعات مقایسه ای در رفتار تفریخ سیست های با منشا مختلف نشان می دهد که درصد تفریخ و تفریخ موثره متفاوت بین آنها حاکم است. ولی با این وجود هیچکدام از این ویژگی ها خاص گونه نیستند و به عواملی از جمله برداشت ، عمل آوری ، نگهداری و تکنیک های تفریخ بستگی دارند. همانطور که ویژگی های والدین نیز در آن موثر خواهد بود.

تحمل شوری و دما:

هر دو فاکتورهای فوق در بقا و رشد آرتمیا بسیار موثر هستند سویه های موجود در آبهای تالاسوهالین(کلرید سدیم به عنوان نمک غالب) دمای بین ۲۵-۲۰ درجه سانتیگراد را ترجیح می دهند و در این مورد کمتر از۱۰٪ مرگ و میر را نشان می دهند.

ارزش غذایی:

در اواخر دهه ۷۰ زمانیکه بسیاری از سالن های تفریخ میگو و ماهی به سمت تجاری شدن پیش رفتند، تفاوت های سویه ها از نظر محتوای غذایی مخصوصا از نظر چربی کل و ترکیبات اسید های چرب بسیار جلب توجه کرد. تفاوت در محتوای غذایی آرتمیاهای مختلف ناشی از تغذیه آنها بود. تکنیک ها می بایست توسعه می

یافت تا نمای بهتری از ترکیبات غذایی بوجود آید . استفاده از ترکیبات لیپوفیلیک براحتی توانست محتوای چربی آرتمیا را بالا ببرد. شمار دیگری از ترکیبات از جمله اسیدهای آمینه، رنگدانه ها نیز در سویه های مختلف با هم متفاوت بود که نیاز به ترمیم آنها حس می شد.

ضدعفونی، دکپسوله و تفریخ سیست آرتمیا:

اگرچه استفاده از آرتمیا ساده است ولی چند عامل بسیار مهم برای تفریخ کمیت های مورد نیاز تولید لارو سخت پوستان شامل ضدعفونی کردن ، دکپسوله کردن قبل از انکوباسیون و تفریخ تحت شرایط بهینه وجود دارد. مهمترین مسئله در ابتدای تکثیر میگوی آب شیرین حساسیت شدید لارو نسبت به عفونت های میکروبی است .این موضوع کاملا مشخص شده که غذاهای زنده ساده ترین حاملهای باکتریها بیماری زا هستند که به راحتی از طریق زنجیره غذایی به لارو آبزیان شکارگر خود در سالن های تفریخ منتقل می شوند (Verdonck et al. 1994). گونه های Vibrio عمده ترین بار باکتریایی سیست آرتمیا در محیط های کشت هستند. اغلب آنها ، باکتری های فرصت طلب هستند که می توانند سبب بیماری ها یا حتی مرگ و میر در مراحل لاروی گردند مخصوصا وقتیکه حیوانات در استرس هستند یا تحت شرایط بهینه تکثیر قرار ندارند. بار باکتریایی در محیط های تفریخ می تواند به شمار بیش از ۱۰۰ میلیون CFU در میلی لیتر برسد(CFU واحد های کلنی یا Colony forming units) (حافظیه، ۱۳۸۲: حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

در تراکم های بالای سیست و دماهای بالای انکوباسیون در طی تفریخ، شاهد تکوین باکتریایی هستیم بطوریکه محلول تفریخی کدر می شود این موضوع می تواند به کاهش درصد تفریخ منجر شود. بنابر این، اگر از سیست های ضدعفونی شده تجاری استفاده نشود نیاز است سیست ها به مدت ۳۰ دقیقه در محلول ضدعفونی کننده هیپوکلریت ۲۰۰۰میلی گرم در لیتر غوطه ور شوند (Sorgeloos et al. 1986) که به طور نرمال و معمولی این روش استفاده می شود. البته چنین روشی همه بار میکروبی روی لایه آلوئولار و لایه کورتیکال بیرونی را از بین نمی برد . اخیرا ، یک محصول سیست آرتمیای جدید تجاری ضدعفونی شده به بازار آمده که با کمی تغییر در روش استفاده، بهبود زیادی را در تولید غذای زنده ایجاد نموده است
(Merchie et al. 1997a) . با روش دکپسوله کردن بطور کامل استریل سیست انجام می شود. در این روش با قرار دادن سیست در برابر هیپوکلریت در زمان کوتاهی لایه سخت آن در هیپوکلریت حل می شود . البته در شرایط قلیائیت بهتر جواب بدست خواهد آمد در آخر با تیوسولفات کلر اضافی دفع می شود (Bruggeman et al.1980; Sorgeloos et al. 1986).

سیست های دکپسوله شده می توانند مستقیما به ناپلیوس آرتمیا تفریخ گردند و یا در آب نمک اشباع به شکل دهیدراته برای مدت های طولانی ذخیره گردند تا در زمان مناسب تفریخ شوند یا بطور مستقیم مورد مصرف قرار گیرند. آنها را می توان در شرایط یخچال (دمای ۴-۰ درجه سانتیگراد) برای چند روز بدون هیچ کاهش

در نرخ تفریخ نگهداری نمود. اگر انبار کردن برای مدت طولانی لازم باشد(بیش از چند ماه) سیست دکپسوله باید به آب نمک اشباع انتقال یابد. در کنار ضدعفونی، سیست دکپسوله مزایای دیگری در مقایسه با سیست کپسولدار دارد. اولا اینکه نیازی به جدا سازی پوسته ندارد و نتیجه اینکه مقدمه کار برای پرورش در تانک آسانتر است. ناپلیوسی که از سیست دکپسوله بیرون می آید انرژی کمتری مصرف نموده و وزن انفرادی آن (۵۵-۳۰٪ بسته به سویه) بیش از وزن انفرادی ناپلیوس خارج شده از سیست کامل می باشد. زیرا انرژی برای شکستن پوسته مصرف نشده است. در مواردی که سیست بصورت ذاتی کم انرژی است، دکپسوله کردن می تواند بسیار مفید باشد و درصد تفریخ را بالا ببرد(Vanhaecke et al. 1983). اگرچه مراحل تفریخ سیست در مقدار کم آسان است ولی در میزان های چند کیلو گرمی باید برخی پارامترها را بطور ویژه مد نظر داشت. هوا دهی، دما، شوری، pH ، تراکم سیست و نور دهی از این مواردند. بهترین نتیجه تفریخ در سیلندر های ته مخروطی است که از زیر هوادهی می گردند. تانک های ته صاف ، نقاط کوری برای ناپلیوس و سیست آرتمیا بوجود می آورند که در اثر عدم هوا دهی باعث مرگ آنها می شود. درصد تفریخ از سویه به سویه دیگر متفاوت است میزان هوا دهی باید آنقدر باشد تا میزان لازم اکسیژن فراهم گردد(۲حداقل میلی گرم در لیتر و ترجیحا ۵ میلی گرم در لیتر). تشکیل کف یا خامه به طرز پیش رونده ای وجود دارد که با فرآیند ضدعفونی کردن می تواند کاهش یابد البته از مواد غیر سمی ضد خامه (ضد خامه سیلیکون) نیز می توان استفاده کرد. دمای آب دریا باید در ۲۵ درجه سانتیگراد تا ماکزیمم ۲۸ درجه سانتیگراد نگه داشته شود(کمتر از ۲۵ درجه سرعت تفریخ کم و بیش از ۳۵ درجه متابولیسم به طریق برگشت ناپذیر متوقف می شود). بهترین شوری برای تفریخ ۵ تا ۳۵ گرم در لیتر و آستانه بالایی شوری ۸۵ الی ۹۰ گرم در لیتر است. بهتر است از آب دریا استفاده شود(در شوری ۵ گرم در لیتر تفریخ سریعتر صورت می گیرد ولی میزان گلیسرول کمتری ساخته می شود). در مورد برخی سویه ها تفریخ در شوری های پایین نتیجه بهتری نشان می دهد و محتوای انرژی ناپلیوس بیشتر خواهد بود. pH در طی فرآیند تفریخ باید در بالای ۸ نگهداشته شود تا بهترین شرایط برای فعالیت آنزیم تفریخ فراهم شود. اگر لازم باشد(در شوری کم) باید ظرفیت بافری آب افزایش یابد که این کار با افزودن مقدار یک گرم NaHCO3 در لیتر صورت می گیرد. همچنین افزایش ظرفیت بافری در زمان تفریخ تراکم بالای سیست ضروری است زیرا میزان بالایی از دی اکسید کربن تولید می شود. نور دهی شدید (حدود ۲۰۰۰ لوکس در سطح آب) حداقل در طی اولین ساعات بعد از هیدراته شدن کامل سیست بسیار مهم است، زیرا باعث شروع فعالیت تکوینی جنین می گردد. اگرچه چنین سطح نور دهی اغلب در روز فراهم است ،ولی با توجه به قرار گیری تانک ها در سایه پیشنهاد می گردد از نور مصنوعی استفاده شود. تراکم سیست بستگی به دیگر فاکتورهای غیر زیستی همچون pH، اکسیژن، و نور دهی دارد تا به خوبی تفریخ گردد. تراکم در حد ۵ گرم سیست در لیتر (برای حجم های کمتر از ۲۰ لیتر) و ۲ گرم سیست در لیتر (برای حجم های بزرگ) کمترین صدمه مکانیکی بر ناپلیوس را حادث می گردد و همچنین از بد شدن کیفیت آب جلوگیری می نماید. همه این فاکتورها بر نرخ تفریخ و

ماکزیمم خروجی و نتیجتا بر هزینه های برداشت ناپلیوس آرتمیا اثر می گذارد. تفاوت های قابل ملاحظه ای در محصولات با منشا مختلف و حتی توده های برداشت شده از یک منبع دیده می شود که در افزایش یا کاهش هزینه ها بسیار موثرند. لذا بایستی به انتخاب سویه بسیار توجه نمود تا بهترین شرایط تفریخ (کمتر از ۷ ساعت بین اولین تفریخ و آخرین تفریخ فاصله وجود داشته باشد، سرعت تفریخ کمتر از ۲۴ ساعت ، و بیشترین درصد تفریخ موثره یا بیشترین تولید ناپلی در هر گرم سیست) بدست آید. در غیر این صورت (چنانچه فاصله بین اولین تفریخ با آخرین آن زیاد باشد)، اولین گروه ناپلیوس ها تولید شده شروع به مصرف انرژی خود نموده و تا زمان تفریخ آخرین گروه ناپلیوس ها، آنها تقریبا دیگر انرژی ندارند. چنانچه زمان تفریخ از ۲۴ ساعت تجاوز نماید، واحد عمل آوری قادر نخواهد بود تا تانک ها و سالن عمل آوری و تفریخ را برای مرحله دوم به موقع آماده نماید و همه اینها در هزینه های محصول اثر افزاینده دارند. بعد از تفریخ و قبل از تغذیه شدن ناپلیوس ها ،آنها باید از ذرات اضافی جدا گردند. با قطع کردن کلید هوا دهی ، پوسته های سیست شناور شده و ناپلیوس ها به ته تانک فرو می روند. آنها با کمک سیفون کفی در طی ۵ الی ۱۰ دقیقه بایستی جدا و شستشو شوند (Sorgeloos and Leger 1992) تا از صدمات فیزیکی بر آنها جلوگیری شود.

ضدعفونی کردن ، دکپسوله کردن:

برای هر یک از دو عمل فوق باید روش های زیر را انجام داد(حافظیه، ۱۳۸۲: حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

هیدراته کردن سیست

قرار دادن در آب شور بیش از ۱۰۰ گرم در لیتر برای مدت یک ساعت و هوادهی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد.

آماده سازی محلول دکپسوله:

محلول هیپوکلریت:

استفاده از محلول رنگ بر NaOCl فعال با نسبت وزنی ۱۳-۱۱٪ ،

یا استفاده از پودر رنگ بر $Ca(OCl)_2$ ۷۰٪.

استفاده از ۰/۵ گرم هیپوکلریت فعال به ازای هر گرم سیست

استفاده از یک محلول قلیایی برای اینکه pH>10 بماند

استفاده از ۰/۱۵ گرم NaOH وقتیکه با محلول رنگ برکار می شود.

استفاده از ۰/۶۷ $NaCO_3$ یا ۰/۴ گرم CaO وقتی با پودر رنگ برکارمی شود.

درست کردن آب نمک شبیه به آب دریا ۱۴ میلی لیتر به ازای هر گرم سیست آرتمیا.

انتقال سیست هیدراته به محلول دکپسوله :

سیست ها را با تور ۱۲۵ میکرون جمع نموده شستشو می دهیم و به محلول دکپسوله انتقال می دهیم. (حافظیه، ۱۳۸۲: حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

دکپسوله کردن با قرار دادن در محلول دکپسوله، کیتین در محلول حل می شود . این واکنش فوق العاده گرمازا است و رنگ سیست کم کم تغییرمی کند (در دمای ۲۰- ۱۵ درجه سانتیگراد)

شستن: وقتی رنگ سیست خاکستری شد (در صورت استفاده از پودر رنگ بر) یا نارنجی شد(در صورت استفاده از محلول رنگ بر) (بعد از ۱۵-۳ دقیقه) با تست مشاهده میکروسکوپی مشخص می شود که پوسته کاملا حل شده یا خیر. سپس سیست از محلول خارج شده با آب شسته و با تور ۱۲۵ میکرون فیلتر می شود تا بوی کلر حذف گردد برای غیرفعال سازی هیپوکلریت، سیست را کمتر از یک دقیقه در اسید کلرید ریک ۰/۱ نرمال یا در محلول ۰/۱ ٪ Na2S2O3 قرار داده سپس با آب می شوییم. برای آزمایش اینکه هیپوکلریتی باقی مانده است از تست یدید نشاسته استفاده می کنیم. در صورتی که رنگ آبی بدست آمد یعنی هنوز کلر وجود دارد. از سیست دکپسوله برای تکثیر برخی لارو ماهیان همچون گربه ماهی Clarias gariepinus و کپور Cyprinus carpio و برخی میگو های دریایی و لارو خامه ماهی استفاده می شود. سیست دکپسوله را می توان در دمای۴-۰ درجه سانتیگراد برای چند روز نگهداشت. برای طولانی مدت می توان آن را در آب نمک اشباع قرار داد (یک گرم سیست دکپسوله در ۱۰ میلی لیتر آب نمک اشباع ۳۰۰ گرم در لیتر) . آب نمک هر ۲۴ ساعت یک بار باید عوض و تازه گردد.

استفاده از ناپلیوس و متاناپلیوس:

در اولین مراحل تکوین، ناپلیوس آرتمیا تغذیه ندارد و از ذخیره انرژی خود استفاده می کند(Benijts et al. 1976). ناپلیوس های تازه تفریخ شده بعد از ۸-۶ ساعت به مرحله دوم اینستاری تکوین می یابند. این موضوع بسیارمهم است که درست در زمان اولین مرحله اینستاری مورد تغذیه لاروهای آبزیان دیگر قرار گیرند زیرا اولا از نظر سطح انرژتیکی شرایط بهتری دارند(Leger et al. 986) و ثانیا از نظر رنگ بدن بهتر توسط شکارگر دیده می شوند زیرا بدن ناپلیوس در دومین مرحله لاروی شفاف می شود و کمتر دیده می شوند. دومین اینستار حدود ۵۰٪ بزرگتر خواهد بود و سرعت شناگری اش بیشتر از لارو اول می باشد و به همین دلیل احتمال کمتریبرای شکارشدن آن است. بعلاوه، آنها از نظر محتوای آمینو اسید های آزاد، کمتر از اینستار اول می باشند. همه عوامل فوق در کاهش نرخ رشد لارو شکارگرها موثرخواهد بود و حدود ۲۰ تا ۳۰٪ سیست بیشتر باید تفریخ گردد تا کمبود هاجبران گردد. از طرف دیگر ، دومین مرحله اینستار به آنزیم های هضمی موجود در لوله گوارش شکارگر بیشتر حساس می باشد.

ذخیره سازی ناپلیوس های تازه تفریخ شده در دمای زیر ۴ درجه سانتیگراد صورت می گیرد که برای اینکار ۸ میلیون ناپلیوس تازه تفریخ شده را در یک لیتر و برای ۲۴ ساعت می توان ذخیره ساخت زیرا با این شرایط

کاهش چشمگیری در نرخ متابولیسمی آنها اتفاق می افتد و از پوست اندازی آنها برای تبدیل شدن به مرحله بعد جلوگیری به عمل می آورد(Leger et al, 1983). کاهش وزن خشک هر فرد در این شرایط کمتر از ۲/۵٪ خواهد بود ولی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد بیش از ۳۰٪ افت وزنی خواهند داشت. روش نگهداری ۲۴ ساعته در شرایط سرمای ۴ درجه باعث اقتصادی شدن فرآیند تفریخ می گردد. این روش در مورد میگوی آب شیرین که دارای لارو شکارگر نسبتا ضعیفی است می تواند بسیار مفید و موثر باشد(حافظیه، ۱۳۸۲).

نگهداری در سرما:

چنانچه ناپلی تولیدی بیش از نیاز مصرف باشد، بقیه آن را به منظور جلوگیری از روند رشد و اضافه شدن طول و همچنین کاهش نرخ متابولیسمی در شرایط سرما و برای حداکثر ۲۴ ساعت تا دو روز ، با کمترین مرگ و میرمی توان نگهداری گردد. برای اینکار ناپلیوس را با تراکم ۸ میلیون در هر لیتر در دمای زیر ۱۰ درجه سانتیگراد نگه می دارند. البته مقدار کمی هوا دهی لازم است(حافظیه، ۱۳۸۲).

غنی سازی با مواد غذایی:

برخی کمبود ها در پیکره ناپلیوس آرتمیا به عنوان غذا برای آبزیان وجود دارد مثلا برخی اسید های چرب غیر اشباع eicosapentaenoic acid (EPA: 20:5n-3) و .docosahexaenoic acid (DHA: 22:6n-3) (برای آبزیان دریایی) در مقابل موجودات آب شیرین، آبزیان دریایی نمی توانند EPA را از اسید های چرب غیراشباع کوچک سنتز کنند. بنابر این رفع این کمبودها از روش غنی سازی استفاده می کنند. روش های مختلفی برای این کار وجود دارد ولی امروزه از مواد سلکو یا سوپر سلکو سنتز شده در شرکت INVE بلژیک استفاده می شود . ۳۰۰ میلی گرم در لیتر از این محلول هر ۱۲ ساعت یک بار به آب محتوی ناپلیوس اینستار دو تزریق می شود. هوادهی برای تامین ۴ میلی گرم در لیتر اکسیژن نیاز است. بعد از ۲۴ ساعت ناپلیوسهای غنی شده را جمع آوری نموده شستشو داده و به صورت مستقیم در اختیار لارو آبزیان قرارمی دهند. یا اینکه در شرایط سرما (زیر ۱۰ درجه سانتیگراد) برای ۲۴ ساعت نگهداری می کنند. از روش غنی سازی می توان برای رفع بیماری ها یا درمان آن نیز استفاده نمود . در این روش از آنتی بیوتیک ها به عنوان غنی ساز استفاده می شود(حافظیه، ۱۳۸۲).

طرح های غذایی:

غذای سودمند در درجه اول به هضم پذیری آن و سپس به اندازه و شکل آن بستگی دارد. اندازه ناپلیوس ، با توجه به سویه آنها فرق می کند. برای لاروبزرگ سخت پوستان مسئله اندازه ناپلیوس زیاد مهم نیست و بهتر است از ناپلیوس های بزرگتر استفاده گردد زیرا آنها سطح انرژی بیشتری نسبت به ناپلیوس های کوچکتر هستند و طبیعتا لارو شکارگر برای گرفتن لقمه بزرگتر انرژی کمتری مصرف می کند . در مورد میگوی آب شیرین

M.rosenbergii این بدان معنی است که حتی در اولین مرحله تغذیه ای می تواند از ناپلیوس دریاچه بزرگ نمک آمریکا استفاده غذایی داشته باشد. ویژگی مهم دیگرآرتمیا در طی دهه های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ مشخص شد. محققین آمریکایی ، ژاپنی و اروپایی مطالعاتی انجام دادند که نتایج نشان داد که از نظر ارزش غذایی اختلافات مهمی بین سویه های مختلف جغرافیایی برای استفاده در صنعت آبزی پروری میگو، لابستر و خرچنگ وجود دارد(Leger et al, 1986) حتی اختلافات بین توده هایی از یک منبع نیز مشاهده گردید. مطالعات ژاپنی ها و مقالات ارائه شده موجود در مطالعات بین المللی آرتمیا منجر به کشف غلظت اسید چرب n- 20:5 3(Eicosapentaenoic acid, EPA در ناپلیوس آرتمیا و ارزش غذایی آن برای لارو ماهیان دریایی مختلف و سخت پوستان گردید (Leger et al. 1986). مقادیرمتفاوت EPA در توده های آرتمیای جمع شده از یک منبع جغرافیایی، نتایج متناسبی در رشد و بقا میگوی مایسید(Mysidopsis bahia) نشان داد(Leger et al. 1985) . سطوح این اسیدهای چرب ضروری از یک سویه به سویه دیگر به طور فاحش متفاوت است حتی در توده های مختلف یک منبع نیز متفاوت است که دلیل اصلی آن نوسانات در ترکیب شیمیایی تولیدات اولیه قابل دسترس آرتمیا بالغ می باشد(Lavens et al. 1989) . اسید چرب دیگری که بسیار برای لارو موجودات آب لب شور مهم است DHA Docosahexaenoic acid 22:6 n-3 (Watanabe 1993) است که آرتمیا عمدتا فاقد آن است و یا مقدارش در آرتمیا بسیار ناچیز است. در مقابل موجودات آب شیرین، اغلب گونه های آب دریا ظرفیت لازم برای سنتز این اسید چرب ضروری از اسیدهای چرب غیر اشباع مثل 18: 3n-3 را ندارند .

بر اساس آخرین یافته های علمی (Helland et al. 2000) و در مقابل مطالعات اولیه که به وسیله Seidel et al. (1980) انجام شد، میزان اسید چرب آزاد (FAA) در ناپلیوس آرتمیاهای مختلف ،اختلاف معنی دار دارد. آرتیماهای بکرزا، سه برابر بیشتراز آرتمیا دریاچه بزرگ نمک اسید چرب آزاد دارند.

از اسید های آمینه ضروری که در ناپلیوس آرتمیا به مقدار کافی وجود دارند ، متیونین(Dabrowski and Rusiecki 1983)، یا لوسین(Conceicao, 1998) اولین اسید های آمینه محدود کننده هستند.

وجود چندین آنزیم پرتئولیتیک در جنین آرتمیا تکوین یافته وGarcia Ortega et al. 1998) نشان دادند که این آنزیم نقش مهمی در هضم ناپلی آرتمیا در لوله گوارش شکارگر دارد. اطلاعات در مورد میزان لازم مواد معدنی برای موجودات دریازی بسیار ضعیف است . یک مطالعه بررد یابی حدود ۱۸ عنصر معدنی در سیست آرتمیا آشکار نمود که سطح سلنیوم آن در برخی موارد به اندازه کافی برای لارو شکارگرانش موجود نیست (Merchie ,1996).

ویتامین سی، مخصوصا آسکوربیک اسید به عنوان یک غذای ضروری برای مراحل لاروی موجودات در صنعت آبزی پروری است که دارای فعالیت های مختلف زیستی و فیزیولوژیکی است (Dabrowski 1992; Merchie et al. 1997b) . آسکوربیک اسید ۲ سولفات(AAS) فرم پایدار آسکوربیک اسید، در سیست نهفته آرتمیا ذخیره می شود و ممکن است در توده های مختلف یک منبع از نظر میزان با هم متفاوت باشند (دامنه ۱۶۰ تا ۵۱۷

میکروگرم در هر گرم وزن خشک توسط Dabrowski, 1991; Merchie et al. 1995a گزارش شده است).میزان فعال اسید آسکوربیک آزاد شده در ناپلیوس آرتمیا تفریخ شده(۵۵۰-۳۰۰میکروگرم در هر گرم وزن خشک) انعکاسی از ذخیره شدن این ماده در سیست است (Dabrowski, 1991; Nelis et al. 1994). اختلافات اسید آسکوربیک سولفاته مشاهده شده در سیست های آرتمیا ممکن است انعکاسی از تغذیه بالغین آرتمیا در طی تولید تخم باشد. میزان ویتامین E (آلفا توکوفرول) که در ناپلیوس تازه تفریخ شده وجود دارد در سویه های مختلف از نظر اندازه با هم متفاوت می باشد (حدود ۹۹ و ۱۲۴ میکرو گرم در هر گرم وزن خشک)(Huo et al. 1996) . سیست آرتمیا خلیج سانفرانسیسکو برای اندازه گیری دیگر ویتامین ها مورد آنالیز قرار گرفت و بدست آمد که مقادیر زیادی از تیامین(۱۳-۷ میکرو گرم در هر گرم وزن خشک) نیاسین(۱۰۸-۶۸ میکرو گرم در هر گرم وزن خشک) ، ریبوفلاوین(۲۳-۱۵ میکر و گرم در هر گرم وزن خشک) ، رتینول (۴۸-۱۰ میکرو گرم در هر گرم وزن خشک)(Stultz, 1974) وجود دارد.مطالعات نشان داد میزان ویتامین ها در آرتمیا برای رشد ماهیان مختلف به اندازه کافی می باشد. با این وجود نیاز دوره لاروی هنوز کاملا مشخص نیست .

غنی سازی:

مزیتی که آرتمیا اولین ماده غذایی در لارو موجودات است این امکان را بوجود آورده که با دستکاری روی آن، ارزش غذایی اش را متناسب با نیاز لاروهای پرورشی تنظیم کرد. برای مثال کمبود میزان HUFA در سویه فرانسیسکانا را با غنی ساز مربوطه جبران نمود. از آنجا که با دومین پوست اندازی (۸ ساعت بعد ازمرحله نخست لاروی) ذرات بصورت غیر انتخابی وارد سیستم گوارشی موجود می گردد ، یک روش ساده وجود دارد که مواد ضروری و لازم که بطور معمول در پیکره ناپلیوس آرتمیا به میزان کم وجود دارد (مثل اسید های چرب غیر اشباع، ویتامین ها و داروها) قبل از اینکه ناپلیوس توسط شکارگر گرفته شود به ناپلیوس خورانده شود. این روش را غنی سازی یا (Enrichment) می گویند. این روش توسعه زیادی را در سالن های تفریخ بوجود اورده است و کارآیی های زیادی دارد. محققین انگلیسی، ژاپنی وبلژیکی روش ها و محصولات غنی سازی با جلبک های میکرو ، یا فرآورده های داخل کپسولی ریز(Wickins, 1972)، مخمر آمگا و آماده سازهای امولسیونه (Watanabe et al. 1982) و ذرات ویژه خود امولسیفه شده(Leger et al. 1987) را تهیه نموده اند که به عنوان غنی ساز از آنها استفاده می کنند. در کنار غنی سازها، روش های غنی سازی با توجه به زمان و دما و نوع ماده غنی ساز متفاوت است . بیشترین حجم غنی سازی برای مخلوط های امولسیفه می باشد (Leger et al. 1986) . برای این کار ناپلیوسهای تازه تفریخ شده با تراکم ۱۰۰ ناپلی در هر میلی لیتر(برای زمان بیش از ۲۴ ساعت) و ۳۰۰ ناپلی در هر میلی لیتر(برای مدت زمان کمتر از ۲۴ ساعت) به تانک های غنی سازی منتقل می شوند . بلافاصله باید ناپلیوس ها در معرض مواد غنی سار قرار گیرند قبل از اینکه اولین تغذیه آنهاشروع شود لازم به ذکر است به مجرد باز شدن مجرای دهانی آنها شروع به غذاخوری می کنند (دومین اینستار) . بعد از ۲۴ ساعت غنی سازی

ناپلیوس آرتمیا دریاچه بزرگ نمک اندازه آن به حدود ۸۷۰ میکرومتر می رسد و بعد از ۴۸ ساعت به حدود ۱۰۱۰ میکرومتر خواهد رسید. محیط غنی سازی شامل هیپوکلریت برای ضدعفونی کردن، و آب دریای خنثی شده که در دمای ۲۵ تا ۲۸ درجه نگهداری شده است می باشد. امولسیون غنی ساز را با دوز ۰/۳ گرم در لیتر درهر۱۲ ساعت باید به محیط اضافه نمود. هوادهی شدید با کمک سنگ های هوا که بتواند در این زمان اکسیژن خالص در اختیار محیط قرار دهد به طوریکه سطح اکسیژن محلول روی p.p.m ۴ نگهداشته شود بسیار ضروری است ناپلیوس های غنی شده بعد از ۱۲ یا ۲۴ ساعت برداشت شده و بعد از شستشو مثل روال قبل مورد استفاده برای لارو آبزیان قرار می گیرد(Leger et al. 1987). آنها یا بصورت مستقیم خورده می شوند یا در سرما زیر ۱۰ درجه و در تراکم ۵۰۰۰ در هر میلی لیتر نگهداری شده و بعدا مورد مصرف قرار می گیرند. در این شرایط بعد از ۲۴ ساعت حدود ۳۰-۰ درصد کاهش ارزش غذایی حادث می گردد. سطح غنی شدگی تا ۶۰-۵۰ میکرو گرم n-3 HUFA در هر گرم وزن خشک در طی ۲۴ ساعت بدست خواهد آمد (Lavens et al. 1995). تغذیه از ناپلیوس آرتمیا غنی شده با n-3 HUFA ، باعث افزایش بقا لاروی و رشد در M.rosenbergii می گردد همانطور که در مورد چندین میگوی دیگر این نتیجه بدست آمده است(Bengtson et al. 1991). در خصوص دو اسید چرب مطرح شده در بالا نتایج مطالعات نشان داده اند که بهترین نسبت بین DHA/EPA باید بالای ۷ باشد. متاناپلی آرتمیا دارای ۳۳ میلی گرم DHA در هر گرم وزن خشک است . در مورد استفاده از آنتی بیوتیک ها برای درمان آبزیان تا کنون روش رایج پخش آنتی بیوتیک در محیط آب بوده است. این روش به چند دلیل اقتصادی نیست زیرا اولا مقدار زیادی از داروی گران قیمت مصرف می شود بدون اینکه بصورت صد در صد استفاده شوند و در ضمن برخی از این آنتی بیوتیک ها برای سلامتی انسان و دیگر موجودات مضر می باشند که ممکن است در آب خروجی از استخرها باقی بمانند . استفاده کمتر با ایمنی بیشتر از طریق غنی سازی ناپلیوس آرتمیا با آنتی بیوتیک مربوطه صورت می گیرد. برای این کار ۳۰۰ میکرو گرم در هر گرم وزن خشک از مخلوط درمانی تریتومتورفان، سولفامتوکسازول(۱ به ۵) در غلظت ۱۰ درصد مخلوط امولسیفه استفاده می شود(Verpraet et al. 1992; Robles et al. 1998). از آنجا که آرتمیا با ویژگی های مطرح شده در بالا نقش حیاتی در چرخه زیست تاس ماهیان دارد لازم است که با پرورش مصنوعی آن بخش لاروی زندگی ماهیان خاویاری را از مزیت غذایی آنها برخوردار نمود خاصه اینکه در بعد تجاری ارزش مالی تولید آن بسیار کمتر از کرم اولیگوخت می باشد. پرورش این سخت پوست بسیار ساده است کافی است استخرهای سیمانی ۴ متری در ۲ متر عرض و ارتفاع ۱ متر ساخته شود در وسط این حوضچه دیواره ای شیشه ای طوری قرار داده می شود که به لوله های پولیکا و زانوهای انتهایی سطح آب که در بالای لوله ها تعبیه شده اجازه چرخش آب را در حوضچه بوجود آورد . سیستم چرخش آب به اضافات غذایی و مواد دفعی آرتمیا اجازه خروج می دهد . در این حوضچه تراکم های بالای ناپلیوس آرتمیا و یا هر مرحله ای از زیست آن که مورد نیاز باشد قابل تولید خواهد بود.. ناپلی تفریخ شده در زوک های تفریخ به حوضچه منتقل شده با مخمر غذادهی می شوند در این صورت

می توان شرایط مناسب پرورشی را برای آن مهیا نمود. در این حالت شوری ۱۲۰-۸۰ گرم در لیتر ، دما ۲۷-۲۵ درجه سانتیگراد و اکسیژن نیزکه با توجه به چرخشی بودن آب تامین می شود(حافظیه، ۱۳۸۲).

دافنی یا کک آبی :

این سخت پوست از زیر راسته کلادوسرا می باشد که منحصرا در آبهای شیرین زندگی می کنند

بیولوژی و چرخه زندگی دافنی:

دافنی موجودی است که به مراتب به عنوان غذای زنده در کشت لاروی آبزیان آب شیرین مورد استفاده است(مثلا انواع کپور ماهیان) و در صنایع ماهیان تزئینی (گوپی دم شمشیری مولی سیاه و پلاتی).

دافنی ها یکی از زیر راسته های کلادوسرا هستند و بخش کوچکی از سخت پوستان را به خود اختصاص داده اند که بطور عمده در آبهای شیرین زندگی می کنند. کاراپاس بجز قسمت سر و خار راسی، تقریبا تمام بدن را پوشانده (در گونه هایی که این خار موجود است). در قسمت جلو سر یا قسمت عقب آن زائده ای وجود دارد که بشکل منقار است . زوائد تنه(۵ یا ۶ جفت) بشکل برگ هستند که برای تغذیه فیلتری مورد استفاده اند و همچنین موجود با کمک آنها حرکت می کند. در انتهای شکم چنگال ها و خارهایی وجود دارد که برای تمیز کردن کاراپاس از آنها استفاده می کند. گونه های دافنی در تمام مناطق استوایی تا قطب ها به خصوص در برکه های کوچک و دریاچه های بزرگ آب شیرین یافت می شوند. تا کنون ۵۰ گونه از آنها شناسایی شده که ۶ گونه در مناطق پست استوایی می باشند. اندازه بالغ ها بر اساس میزان دستیابی به غذا متفاوت است . سر آنها در بهار گرد و در نیمه تابستان بشکل کلاه خود می باشد و دوباره در پاییز به فرم اولیه بر می گردد. این تغییر در شکل سر را سیکلومورفیسم می گویند که همچون روتیفرها ممکن است در اثر القا فاکتورهای داخلی د و یا نتیجه واکنش های متقابل ژنتیک با شرایط محیطی باشد. بطور معمول دافنی دارای ۶-۴ مرحله اینستاری است. با ناپلی شروع وپس از ۵-۴ بار پوست اندازی به بلوغ می رسد. مدت زمان رسیدن به بلوغ بسیار به دما وابسته است مثلا در دمای ۱۰ درجه ، ۱۱ روز و در دمای ۲۵ درجه فقط ۲ روز به طول خواهد انجامید. همچنین به میزان غذای در دسترس بستگی دارد. گونه های دافنی دارای تولید مثل چرخه ای بکرزاهستند که اغلب افراد جمعیت را ماده ها تشکیل می دهند. تخم ها در دسته های دو تا چند صد تایی ایجاد می شوند و یک ماده ممکن است چندین توده تخم بگذارد. تخم های بکرزا بشکل آمیوتیکال تولید می شوند که در نهایت ماده ها را بوجود می آورند، اما در برخی موارد نرها ظاهر می شوند. با این تفسیر تولید مثل آنها بسیار به روتیفر شبیه است یعنی بصورت معمول تخم های دیپلوئید بکرزا تولید می شوند. تخم های بکرزا(تعداد آنها بسته به اندازه ماده و غذای در دسترس آن از ۳۰۰-۱ عدد متغیر است) بعد از اکدیسیس به حفره رحمی ریخته شده و قبل از اکدیسیس بعدی تفریخ می شوند. مراحل تکوین در دافنی ها در کیسه رحمی انجام می شود و لارو ها که درست شبیه به

بالغین هستند بوجود می آیند. در برخی گونه ها دوره بلوغ بطور واضح در دماهای خاصی رخ می دهد (دمای ۱۰ درجه ، مدت ۱۱ روز و در دمای ۲۵ درجه فقط ۲ روز). فاکتورهایی نظیر تغییر دمایی یا محرومیت غذایی که بعد از یک دوره تراکم زیاد بوجود می آید ، می تواند باعث القا تولید نرها باشد . این نر ها یک یا دو گونوپور (منفذ تناسلی)دارند که در نزدیکی مخرج باز می شوند و می توانند به اندام جفت گیری تبدیل شوند. نرها با کمک اولین آنتن ماده ها را می گیرند و اندام جفت گیری خود را درون منفذ تناسلی منفرد و میانی ماده فرو می کند. تخم های لقاح یافته بزرگ و دارای پوسته ضخیم هستند. (از هر تخمدان یک تخم آزاد می شود) لذا در یک زمان حداکثر دو تخم لقاح یافته می تواند وجود داشته باشد . این تخم های ساکن یا نهفته با چندین غشا محافظ محصور می شوند که ephippium نامیده می شوند. آنها به خشکی، سرما و آنزیم های گوارشی مقاوم هستند ولذا برای باز سازی و تشکیل کلنی های جدید بسیار ارزشمند هستند و بعد از شرایط و فصول نامناسب می توان از آنها استفاده نمود(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

ارزش غذایی دافنی:

ارزش غذایی دافنی به ترکیبات شیمیایی موجود در غذای آنها بستگی دارد . اما از آنجا که دافنی یک گونه آب شیرین است لذا برای شکار گران دریایی خیلی مناسب نیست زیرا اسید های چرب ضروری HUFA (n-3) آن کم است. ولی از طرف دیگر دافنی دارای مقادیر زیادی آنزیم های گوارشی مثل پروتئیناز، پپتیداز، آمیلاز، لیپاز و حتی سلولاز هستند که به عنوان کمک آنزیم در لوله گوارش ماهیانی که از آنها استفاده غذایی دارند عمل می کنند(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

غذا خوری و تغذیه دافنی:

دستگاه فیلتر کننده دافنی ساختاری از زوائد تخصصی سینه ای برای گرفتن ذرات غذایی می باشد. پنجمین جفت اندام سینه ای به عنوان مکنده و پمپ فشار عمل می کنند. سومین و چهارمین جفت زوائد حمل کننده و فیلتر کننده هستند که ذرات ریز آب را گرفته و فیلتر می کنند. با این فیلتر(تقریبا ۱ میکرون) حتی اجازه گرفتن باکتری ها وجود دارد . در یک مطالعه روی کیفیت غذای فیتوپلانکتون های آب شیرین برای تولید کلادوسرا، مشخص شد که بهترین انتخاب دافنی در بین طیف وسیع جلبکهای سبز آبی ، جلبک های سبز و فلاژلوم دار، کریپتوموناداها یی مثل Rhodomonas minuta و Cryptomonas sp, است. زیرا آنها مقادیر زیادی HUFA دارند (بیش از ۵۰ ٪ اسید های چرب در این دو گونه EPAوDHAاست) در صورتیکه جلبک های سبز بیشتر 18:3n-3 دارند. این موضوع نتیجه می شود که برای رشد و تولید مثل ، دافنی نیاز به اسیدهای چرب غیر اشباع چند زنجیره ای و بلند دارد. میکروتاژکداران و مژکدارانی شبیه پارامسی نیز می توانند غذای دافنی باشند . حتی دتریتوس ها و غذاهای کفزی مخصوصا وقتی غذاهای طبیعی آن کم باشد، می توانند منابع مهم غذایی دافنی

باشند. از آنجا که دافنی تغذیه کننده و فیلتر کننده غیر انتخابی است تمایزی بین غذاهای مختلف تشخیص نمی دهد(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

تولید انبوه دافنی- فرآیند عمومی کشت در تانک:

دافنی به برخی چیزها خیلی حساس است مثلا وقتی ظروف پلاستیکی برای رشد آنها در نظر گرفته شده است پس از مدتی حالت سمی برای آنها ایجاد می کندو باید در زمانهای معین نسبت به حذف ترکیبات سمی اقدام کرد. ترکیب یونی مناسب برای محیط کشت دافنی هنوز ناشناخته است، اما بهتر است از آب سخت شامل ۲۵۰ میلی گرم کربنات در هر لیتر استفاده شود. پتاسیم و منیزیم باید در سطح ۳۹۰ میلی گرم و ۲۴۰-۳۰ میلی گرم در لیتر حفظ شود، سطح pH بین ۸-۷ ، بهترین شرایط را برای کشت دافنی بوجود می آورد. برای بدست آوردن این شرایط بهتر است از آهک معمولی در تانک استفاده شود. دمای مناسب کشت ۲۵ درجه و نیاز به هوادهی برای تامین اکسیژن لازم ، بیش از ۳/۵ میلی گرم در لیتر است (اکسیژن کمتر از ۱ میلی گرم در لیتر باعث مرگ دافنی می شود) سطح آمونیاک باید زیر ۰/۲ میلی گرم در لیتر نگهداشته شود. تزریق بوسیله دافنی بالغ یا تخم ساکن با تراکم اولیه ۱۰۰-۲۰موجود در هر لیتر پیشنهاد شده است. بطور معمول، تراکم مناسب جلبکی برای کشت دافنی ۱۰۰هزار تا یک میلیون سلول در هر میلی لیتر (برای گونه های بزرگ دافنی ۱۰ میلیون تا یک میلیارد سلول در هر میلی لیتر فرض شده است) . دو تکنیک برای بدست آوردن میزان تراکم لازم جلبکی وجود دارد(حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۴).

سیستم دتریتال و سیستم اتوتروفیک:

۱- سیستم دتریتال:

" Stabe Tea چای پایدار "سیستم تکثیر، محیط کشتی است که از مخلوط خاک ، کود و آب بدست می آید. کود برای شکوفایی بکار می رود ممکن است از کود اسب (۲۰۰ گرم) استفاده شود که با خاک برگ یا خاک رس (۱ کیلو) در ۱۰ لیتر آب استخر مخلوط شده تا یک محلول ثابت بدست آید سپس دو تا چهار بار آن را رقیق می کنند تا محیط کشت مناسب بدست آید. کود مرغی یا کود گاوی از دیگر کودهای مناسب است (۴ گرم در لیتر) مزیت این سیستم خود سازی آن از نظر شکوفایی جلبکی است.

۲- سیستم اتوتروفیک:

این سیستم از جلبک های کشت شده استفاده می کند. کشت آبهای سبز(۱۰۰هزار تا یک میلیون سلول در هر میلی لیتر) همراه با تکثیر لارو ماهی همزمان صورت می گیرد . در این سیستم تفاوتهایی در نرخ تولید وجود دارد زیرا ترکیبات گونه های جلبکی متغیر است . بهترین کنترل روی محیط کشت در صورت استفاده از کشت جلبکی خالص بدست می آید. کشت جلبک ممکن است بشکل انفرادی Chlorella, Chlamydomonas or Scenedesmus

یا چند تایی باشد. مشکل این سیستم این است که محیط های انتخابی بدون اضافه کردن ویتامین ها، قادر به تقویت زایش دافنی نمی باشند.

جدول ۳۸) مخلوط ویتامین برای کشت انفرادی دافنی روی سلناستروم (Goulden et al., 1982

غذا	غلظت محلول استوک (میکرو گرم در لیتر)
بتائین	۵
تیامین	۱۰۰
پریدوکسین	۱۰۰
پریدوکسامین	۳
کلسیم پانتوتنات	۲۵۰
B12(به عنوان مانیتول)	۱۰۰
اسید نیکوتینیک	۵۰
نیکوتین اومید	۵۰
اسید فولیک	۲۰
ریبوفلاوین	۳۰
اینوزیتول	۹۰

برای محاسبه میزان نیاز جلبک در هر روز و تخمین زمان برداشت، نمونه برداری منظم از تراکم جمعیت باید انجام گیرد. روش های برداشت بدون در نظر گرفتن شاخص های سنی و اندازه ای باید انجام ویا اینکه فقط افراد بالغ برداشت گردد. کشت توده ای Daphnia magna می تواند با کمک مواد پس مانده کشاورزی ارزان قیمت همچون دانه کتان(۱۷ گرم در هر لیتر) ، سبوس گندم(۶/۷ گرم در لیتر) انجام گردد . سبوس برنج در مقایسه با دیگر مواد دارای مزیت های بسیاری است همیشه در دسترس است و می توان از آن بطور مستقیم استفاده نمود. همچنین آن را می توان برای طولانی مدت نگهداری نمود بدون اینکه مشکلی پیش آید.

از دیگر مزیت ها این است که سبوس برنج دارای ارزش غذایی بالا است(۲۴-۱۸/۳ ٪ پروتئین، ۲۲/۸-۱/۸ ٪ چربی، ۱۰/۸-۹/۲ ٪ فیبر و همچنین دارای میزان غنی ویتامین و مواد معدنی است). دافنی به تعداد نامحدود می تواند روی آن رشد کند بدون اینکه اشکالی برایش پدید آید.

لازم است سبوس برنج را با کمک مخلوط کن و فیلتر کردن با تور ۶۰ میکرونی به ذرات ریز تبدیل و با آب به شکل محلول سوسپانسیون (۵۰ گرم در لیتر) در آید. سوسپانسیون بوجود آمده را در طی دوره تناوب ۲۴ ساعته(یک گرم برای ۵۰۰ فرد دافنی برای دو روز) می بایست استفاده نمود. (لازم به ذکر است ۱۰۰ موجود در

هر لیتر تراکم مناسب کشت دافنی خواهد بود). ضریب تبدیل غذا بطور متوسط ۱/۷ است که به معنی این است که اگر ۲ کیلو سبوس برنج مصرف شود بیش از ۱ کیلو دافنی تولید شده خواهد بود (De Pauw et al., 1981).

فرآیند عمومی کشت در استخر:

از استخرهای با عمق ۶۰ سانتیمتر نیز می توان دافنی تولید کرد. برای تولید ۱ تن زی توده دافنی در هفته، یک استخر ۲۵۰۰ متر مکعبی نیاز است. کف استخر با ۵ سانتیمتر خاک که با پودر آهک با نسبت ۰/۲ کیلو گرم آهک به ازای هر تن خاک مخلوط و با نور خورشید خشک شده (بعد از ۳ روز) پر می شود .بعد از اینکه استخر تا عمق ۱۵ سانتیمتری آب گیری شد ، از کود مرغی در روز چهارم وبا نسبت ۰/۴ کیلو گرم در ازای هر متر مکعب آب به منظور شکوفایی جلبک استفاده می شود. کود دهی با کودهای آلی بجای نوع معدنی ترجیح داده می شود زیرا کلادوسرا بهتر از کود های آلی استفاده می کنند. روز ۱۲ سطح آب باید به ۵۰ سانتیمتر برسد و استخر برای دومین بار با کود مرغی(یک کیلو در هر متر مکعب) کود دهی می شود . بطور هفتگی نرخ کود دهی با ۴ کیلو کود مرغی در هر متر مکعب باید انجام گیرد. همچنین از کود تازه گاوی نیز می توان استفاده نمود که به اندازه ۱۰ گرم در لیتر سوسپانسیون آن را می سازیم و با تور ۱۰۰ میکرون فیلتر می کنیم . در هفته اول ۱۰ لیتر عصاره در هر روز و به ازای یک تن آب به محیط اضافه می کینم در طی هفته های بعد از ۲۰ لیتر در متر مکعب در هر روز، از دومین هفته تا مقدار ۳۰ لیتر در هر متر مکعب در روز برای هفته های بعد به این نسبت افزوده می شود.

تزریق در پانزدهمین روز و با تراکم ۱۰ دافنی در هر لیتر انجام می گیرد. یک ماه بعد از تزریق، شکوفایی بیش از ۱۰۰ گرم در متر مکعب را می توان انتظار داشت. برای حفظ کیفیت آب استخر، آب تازه سخت با نسبت ۲۵٪ در هر روز باید اضافه گردد . زی توده برداشت شده در زوک مخروطی که در آن هوا دهی انجام می شود تغلیظ می گردد(بیش از ۲۰۰ دافنی در لیتر). به منظور جداسازی دافنی از غذاهای مصرف نشده ، مواد زائد در تور گیر می افتند ولی دافنی در کناره دیواره ستون آب می ماند . با کمک پیپت یا پمپ مکنده مواد زائد گرفته می شود . می توان کل محصول را برداشت یا می توان روزانه ۳۰٪ محصول را برداشت کرد.

آلودگی ها:

برخی مواقع محیط کشت دافنی توسط روتیفر آلوده می شود. مخصوصا Brachionus, Conochilus و بعضی bdelloids بسیار مضر هستند. *B. rubens* روی دافنی ها زندگی می کنند و مانع از شنای آنها می گردد و در نتیجه موجود نمی تواند مواد غذایی را بخوبی بگیرد. Brachionus براحتی از محیط کشت جدا می گردد بدین طریق که آب را بافشار درون یک تور می ریزیم بطوریکه اندازه مش تور برای عبور دافنی ممانعت کننده و برای گذر براکینوس آزاد باشد . همچنین با اضافه کردن کود گاوی می توان براکینوس را از محیط کشت

حذف نمود(زیرا باعث کمبود اکسیژن می گردد). Bdelloids را خیلی سخت می توان جدا کرد زیرا آنها به دامنه وسیعی از شرایط محیطی و خشکی مقاوم هستند. البته ممکن است با حرکت قوی آب بتوان آنها را جدا کرد. با این روش Bdelloids را به ته ظرف برده میتوان آنها را جدا ساخت.

تولید و استفاده از تخم ساکن:

تخم ها ی ساکن برای انبار و ذخیره کردن بسیار مناسب هستند. تولید تخم های ساکن با قرار دادن دافنی های بالغ در مقابل شرایط استرس محیطی همچون کمبود مواد غذایی در دسترس، تراکم بیش از حد دافنی ها، دمای پایین، و کوتاه بودن دوره نور دهی امکانپذیر می گردد. از طبیعت نیز با کمک تور ۲۰۰ میکرونی می توان آنها را صید کرد. بطور معمول جنین در آنها در حالت نهفته مانده است و باید با یک روش رفع دیاپوز به نهفتگی آنها پایان داد تا آنها بتوانند تفریخ گردند (البته در صورتیکه در شرایط مناسب تفریخ قرار گیرند). از تکنیک های ممکن برای رفع دیاپوز آنها قرار دادن در دمای پایین، در تاریکی، اکسیژن و دی اکسید کربن بالا آنها است برای چندین هفته .(Davison, 1969). هنوز فرآیند تفریخ استانداردی برای آنها یافت نشده است معمولا تفریخ با قرار گیری در دمای بالا(۲۴-۱۷ درجه) نور سفید کم تابش(۷۰ شمع در متر مربع) فتوپریود طولانی مدت و بالا بودن سطح اکسیژن محلول انجام می شود. بعد از شوک، تخم ها از پوسته خود خارج می شوند. تفریخ بعد از ۱۴-۱ روز انجام می گیرد.

٤- زیست شناسی و اکولوژی ماهیان خاویاری:

ماهیان خاویاری از قدیمی ترین مهره داران روی زمین می باشند. وبا توجه مطالعات، قدمت آنها بیش از ۲۰۰ میلیون سال پیش بینی شده که از این نظر هم عصر دایناسورها بوده اند. در آن زمان در دریاچه ها و رودخانه ها زیست داشته اند. حتی شواهدی در دست است که نشان می دهد این ماهیان از دایناسورها هم قدیمی تر هستند. روی بدن آنها به جای فلس، صفحات استخوانی بزرگ وجود دارد که از این نظر بیشتر به گروهی از خزندگان نزدیک می باشند. گونه ای از ماهیان خاویاری دریای خزر می توانند تا ۴/۶ متر طول و وزنی حدود ۷۰۰ کیلوگرم رشد نمایند. آنها تا صد سال هم . (Gaumnitz & Zimmerman, 2001) ادامه حیات داده اند

اگرچه این ماهیان بسیار قدیمی هستند و برای میلیون ها سال زندگی کرده اند، غعالیت های بشری طی قرن اخیر باعث شده تا به شدت گونه هایی از این ماهیان در معرض خطر نابودی قرار گیرند. بهره برداری از نفت دریاها و به طبع آن آلودگی های هیدروکربوری، آلودگی های شیمیایی رودخانه ها و دریاچه ها، ساخت سد بر روی رودخانه ها به منظور استفاده از انرژی الکتریکی، ماهیگیری غیر مسئولانه ، بهره برداری بیش از حد از اکوسیستم های آبی و صید قاچاق بطور موثری باعث کاهش ذخایر ماهیان اقتصادی خاویاری در دریای خزر به عنوان تنها منبع این ذخایر در جهان شده است .(BBC, 2000).

در جهان ۲۷ گونه از ماهیان خاویاری وجود دارند که همگی در دریاچه ها و رودخانه های نیمکره شمالی کره زمین سکنی گزیده اند.

٤-۱- تاکسونومی و پراکنش ماهیان خاویاری:

شامل:

Phylum:*Chordata*
Class:*Osteichthyes*
Order:*Acipenseriformes* Berg,1940.
Family : Polydontidae
Family: Scaphirynchidae
Genus: Scraphirynchus(3 species)
Scaphirhynchus suttkusi Williams & Clemmer, 1991
Scaphirhynchus platorynchus (Rafinesque, 1820)
Scaphirhynchus albus (Forbes & Richardson, 1905)
Genus: Paddlefish(3 species)
Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi (Kessler, 1872)
Pseudoscaphirhynchus kaufmanni (Kessler, 1874)
Pseudoscaphirhynchus hermanni (Kessler, 1877)
Family : Acipenseridae
Genus: Huso (2 species)
Huso dauricus (Georgi, 1775)
Huso huso (Linnaeus, 1758)
Genus : Acipenser(17 species)
Acipenser baerii Brandt, 1869
A. dabryanus Duméril, 1869
A. fulvescens Rafinesque, 1817
A. brevirostrum LeSueur, 1818
A. gueldenstaedtii Brandt & Ratzeberg, 1833

A. medirostris Ayres, 1854
A. mikadoi Hilgendorf, 1892
A. naccarii Bonaparte, 1836
A. nudiventris Lovetzky, 1828
A. oxyrinchus Mitchill, 1815
A. persicus Borodin, 1897
A. ruthenus Linnaeus, 1758
A. schrenckii Brandt, 1869
A. sinensis Gray, 1835
A. stellatus Pallas, 1771
A. sturio Linnaeus, 1758
A. transmontanus Richardson, 1836

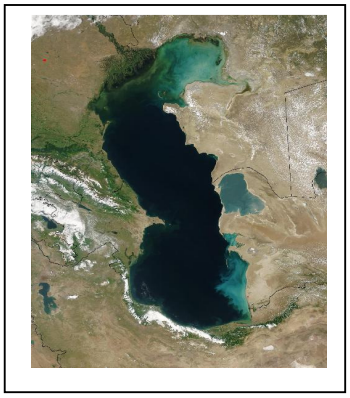
ایران، تاجیکستان، ترکمنستان، افغانستان، ازبکستان ، قزاقستان ، چین و روسیه و ژاپن ، آذربایجان، بلغارستان، کرواسی، چک و اسلواکی، ایتالیا، مولداوی، رومانی، ترکیه ، کانادا ، لهستان، نروژ، اوکراین و سوئیس و ایالات متحده از مناطق پراکنش طبیعی و مصنوعی این ماهیان می باشند که در دریاچه های شمال آمریکا و رودخانه می سی سی پی و خلیج هادسون نوعی از ماهیان خاویاری دریاچه ای یافت می شوند که بدلیل بزرگی به آن بوفالو ماهی می گویند.

امروزه نه تنها گوشت و خاویار این ماهیان ارزش اقتصادی بالایی دارد بلکه از کیسه شنا آنها، آیزنگلاس که در ساخت چسب کاربرد دارد استخراج می شود. همچنین از پوست آنها چرم تهیه که در صنایع مختلف کیف و کفش و رویه سازی کاربرد دارد.

دریای خزر، تورفتگی داخلی در مرز قاره آسیا و اروپا می باشد که بزرگترین دریاچه جهان می باشد و مساحتی حدود ۳۹۰ هزار کیلومتر مربع وسعت دارد. این دریاچه حدود ۵ تا ۷ میلیون سال پیش از دریای پونتیک که دریایی با آب لب شور بوده جدا شده است. در طی اواخر دوران مزوزوئیک و اوایل پالیوسن، دریای تتیس جای فعلی دریای سیاه و خزر فعلی را گرفته بوده است که در اواسط پلیوسن این دو از هم جدا شده اند (Kosarev and Yablonskaya, 1994).

دریای خزر به سه قسمت قابل تقسیم است، بخش شمالی با عمق کم (حدود ۶-۵ متر) که حدود ۸۰ هزار کیلومتر مربع وسعت دارد: بخش میانی با متوسط عمق ۱۸۰ متر و وسعت ۱۳۸ هزار کیلومتر مربع و بخش جنوبی با عمق متوسط بیش از ۱۰۲۵ متر که ۱۶۸۴۰۰ کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده است(Aubrey, 1994).

حدود ۱۳۰ رودخانه به این دریاچه وارد می شوند و حدود ۳۰۰ کیلومتر مکعب آب را سالانه وارد دریا می کنند. ولگا با بالاترین دبی، ۸۰٪ ، اورال ۵٪ ، کورا ۶٪ و بقیه رودخانه ها از جمله ورودی ایران بقیه آب ورودی به این دریاچه را تامین می نماید(CEP, 1998).



شکل ٦) عکس ماهواره ای دریای خزر

شوری در قسمت شمالی به دلیل ورودی آب های شیرین حدود ۱ گرم در لیتر است ولی در اواسط دریا به ۱۰ تا ۱۱ گرم در لیتر می رسد از وسط به سمت جنوب شوری به ۱۲ تا۱۳/۷ گرم در لیتر می رسد، همچنین نوسانات شوری از غرب به شرق و از سطح به عمق افزاینده است (Aubrey, 1994).

متوسط دمای آب دریا در طی سال ۱۵/۹ تا ۱۷ درجه سانتیگراد است و اختلاف دمای آب بین سردترین نقطه در شمال دریا و گرم ترین نقطه در جنوب آن در زمستان تنها ۴ درجه سانتیگراد است حال آنکه این اختلاف در تابستان به ۱۶ درجه می رسد.

۲-٤- تنوع زیستی دریای خزر:

تنوع زیستی این دریا و مناطق ساحلی آن از با ارزش ترین اکوسیستم های جهان بشمار می رود. بسیاری از گونه های آن بومی هستند و می توان گفت از اکثر گروه های اصلی جانوری که در جهان یافت شده حداقل یک نماینده در این منطقه وجود دارد. یکی از مهمترین گونه های موجود در آن ماهیان خاویاری است که تقریبا ۸۵ ٪ جمعیت جهانی این گونه از ماهیان را در بر گرفته است همچنین این دریا محل تقاطع مهاجرت بسیاری از گونه پرنده ها می باشد که برخی بسیار نادرند و برخی حتی در معرض خطر نابودی گزارش شده اند (Birstein et al., 1997).

متاسفانه بهره برداری بیش از حد، قوانین ناقص در تجارت، سوء مدیریت، تخریب بستر محل زیست و از دست دادن زیستگاه های طبیعی ناشی از آن و آلودگی ها نقش بسیار مهمی را در نابودی این گونه از آبزیان اقتصادی داشته که لازم است هر چه سریعتر چاره ای اندیشیده تا بتوانیم ضمن بهره برداری پایدار تنوع زیستی این گونه ها را حفظ نماییم.

دریای خزر را در گروه دریاهای مولد تقسیم بندی نموده اند زیرا سالانه حدود ۲۲/۷ میلیون تن تولیدات اولیه کربنی دارد که ۵۰/۹ ٪ در شمال و وسط دریا و ۴۱٪ آن در بخش جنوبی آن می باشد (Kosarev and Yablonskaya, 1994). لذا حفاظت از فون و فلور این دریا نه تنها از بعد تنوع زیستی آن بسیار اهمیت دارد بلکه با توجه به رفتار شکارگری سیل دریایی، تنها پستاندار این دریا و سپس ماهیان خاویاری که بر جمعیت سایر آبزیان و ماهیان کوچکترو همچنین زئوبنتوزها و .... تاثیر مستقیم می گذارد، حفاظت از آنها به طور ثانویه به تعادل اکولوژیک موجودات این دریا کمک می نماید.

ماهیان خاویاری که بیشتر در رودخانه ها و سواحل دریاها و دریاچه های نیمکره شمالی زندگی می کنند، بیشتر از موجودات کفزی وحفار همچون کرم ها، نرم تنان، ماهیان کوچک، میگو و لارو حشرات تغذیه می کنند. این ماهیان با داشتن سیبیلک های بسیار حساس در نوک پوزه دریافتن نرم تنان و لارو حشرات و دیگر مواد غذایی بسیار موفق هستند(Levine, 2001).

جدول ۳۹: شمار گونه های دریای خزر(CEP, 1998)

منابع طبیعی	شمار گونه ها و زیر گونه ها	گونه های بومی
فیتوپلانکتون ها	۴۵۰	–
زئوپلانکتون ها	۳۱۵	–
فیتوبنتوزها	۶۴	–
زئوبنتوز ها	۳۷۹	–
ماهی ها	۱۲۶	۱۱۵
پستانداران	۱	۱
پرندگان	۴۶۶	–

۳-٤- خاویار دریای خزر:

در حال حاضر روسیه، آذربایجان و ایران تنها بسته بندی کننده های خاویار از تولیدات دریا می باشند که البته در برنامه های آتی، قزاقستان و ترکمنستان نیز به گروه بهره برداران از این منبع خدادادی می پیوندند. خاویار تحت سه نام معتبر بلوگا استحصال شده از ماهی خاویاری فیل، سوروگا از ماهی خاویاری استلات و اوسترا از ماهی خاویاری روسی می باشد. وارد کننده های اصلی خاویار جهان به ترتیب کشورهای اروپایی، ژاپن و ایالات متحده آمریکا می باشند که در بین سالهای ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۷ آمریکا به تنهایی حدود ۵۹ هزار تن خاویار در سال با متوسط قیمت جهانی ۶/۶ میلیون دلار وارد کشور نموده است.

از آنجا که برای بهره برداری از خاویارباید ماهی کشته شود، برخی پرورش دهندگان روش هایی جراحی ابداع تا بدون کشتن موجود تخم های مجاری تولید مثلی ماهی ماده را تخلیه نمایند و سپس با بخیه کردن محل بریدگی به موجود امکان ادامه بقا و احتمالا تولیدات بعدی را بدهند. متاسفانه با تشکیل کشورهای مستقل در حاشیه دریای خزر و تفکیک آنها از روسیه سابق در سال ۱۹۸۹ قوانین بهره برداری از این دریا تحت آشوب زدگی قرار گرفت و روند بهره برداری غیر اصولی سرعت گرفت و لذا در ده سال گذشته بیشترین آسیب به ذخایر این دریا ثبت شده است. به همین دلیل از سال ۱۹۹۰ تا کنون چندین کنوانسیون و همایش برای تنظیم قوانین بهره برداری مسئولانه و پایدار از این دریا در بین کشورهای حاشیه ای آن تشکیل و برگزار گردیده است.

٤-٤- گونه های ماهیان خاویاری دریای خزر:

در داخل دریای خزر ۵ گونه از این ماهیان به نام های فیل ماهی (Huso huso) ، تاسماهی ایرانی (قره برون، A. persicus) ، تاسماهی روسی (چالباش، A. guldenstaedtie)، اوزون برون (A. stellatus) و شیپ (A. nudiventris) زندگی می کنند. متاسفانه به دلیل آلودگی آب دریای خزر، صید بی رویه و غیر مسوولانه، از بین رفتن محل های تخمریزی و ایجاد سدها و پل ها بر روی رودخانه ها، جمعیت آنها بشدت کاهش یافته است (کیوان، ۱۳۸۱) و این ماهیان از طریق تولید مثل طبیعی قادر به بقا نسل نیستند. مهمترین اقدام در جهت حفظ این آبزیان، تکثیر مصنوعی و رهاسازی بچه ماهیان است. در حال حاضر مراکز تکثیر مصنوعی، منبع اصلی تامین و تولید بچه ماهیان خاویاری است و سالانه حدود نود میلیون قطعه بچه ماهی خاویاری از طریق مراکز تکثیر کشورهای حاشیه ای به دریای خزر رها سازی می شود .

٥-٤-مراحل زندگی ماهیان خاویاری شامل:

در تکوین انتوژنیک این ماهی مراحل مختلفی وجود دارد که دارای اختصاصات خاص می باشد. مرحله جنینی، پیش لاروی که تا زمان شروع تغذیه فعال ادامه می یابد، لاروی ، نوزادی که در این مرحله شروع به مهاجرت به سمت پایین دست رودخانه می کند، جوان که به مرحله قبل از رسیدگی جنسی اطلاق می شود ومرحله بالغ که قادر به تولید مثل است .

در زیر به انواع ماهیان خاویاری بومی دریای خزر با جزئیات زیستی و اکولوژیکی آنها پرداخته می شود.

۱) چالباش:

بدن دوکی ، تیره رنگ، با سایه روشن های زرد رنگ. دهان عرضی، لب پایینی آویزان. غشا آبششی به ایستموس چسبیده است. صفحات پشتی ۱۸-۹ عدد، صفحات شکمی ۱۲-۷ عدد، شعاع های آبششی ۲۹-۱۹. سر و پوزه نسبتا کوتاه است.

Acipenser gueldenstaedtii **Brandt, 1833**

شکل ۷)چالباش

پراکنش در دریای خزر:

این گونه پراکنش وسیعی در دریا دارد ولی مناطق تغذیه ای آن بیشتر مناطق شمالی و مناطق ساحلی است ولذا در مناطق میانی دریا دیده نمی شود. همچنین کمتر در سواحل شرقی مشاهده شده است.

این گونه در لیست قرمز گونه های در معرض خطر انقراض قرار دارد. این گونه جزء نکتون ها قرار دارد . زیستگاه آنها در طی زمانهای مختلف تغییر می کند و در مراحل اولیه زندگی تکوین، د ر رودخانه های آب شیرین زندگی می کنند ولی در مرحله جوانی به سمت دریاها مهاجرت نموده و در آنجا رشد نموده به فرم بالغ تولید مثل کننده تبدیل و سپس برای تخم ریزی مجددا به رودخانه ها باز می گردند. آنها به عنوان ماهیان ساکن کف معروف شده ا ند. به همین دلیل تولید مثلی به این نوع ماهیان مهاجر تولید مثل کننده آنادروموس می گویند. این گونه به گونه یوری هالین یعنی گونه ای که دامنه تغییرات وسیعی از شوری را (۱۴/۳۴-۵/۴۳ گرم در لیتر) تحمل می کند معروف است هرچند که در آبهای لب شور زندگی می کند. از نظر دمایی نیز یوترمیک هستند و از ۲ تا ۲۵ درجه ساتیگراد تغییرات دمایی را تحمل می کنند (Legeza, 1972)). گر چه ماده های تولید مثل کننده در دمای ۲ تا ۴ درجه سانتیگراد وارد رودخانه ولگا می شوند ولی بیشترین تخم ریزی را در دمای ۲۲ تا ۲۷ درجه سانتیگراد انجام می دهند (Zhuravleva, 2000). این گونه اعماق مختلفی را در می نوردد(از ۲ تا ۱۳۰ متر اعماق) و در زمستان در اعماق ۴۰-۱۰ متری یافت می شوند. در بهار به اعماق ۳۰-۱۰ متر و در تابستان به اعماق کمتر از ۲۰ متر می روند زیرا بیشترین توده غذایی در این اعماق یافت میشوند ولی در پاییز به اعماق بیش از ۱۰۰ متر فرو می روند.

چالباش ماهیان به کمبود اکسیژن و حتی فقدان اکسیژن مقاومند. در شرایط کمبود اکسیژنی ۴۰/۵- درصد تا بالای حد اشباع اکسیژنی یعنی ۱۳۳/۱+ درصد یافت شده اند. این ماهی برای تکوین معمولی خود به شرایط

مناسب همچون دما بین ۲۱-۹ درجه سانتیگراد ، اکسیژن، قلیائیت و مواد لازم مناسب احتیاج دارد. زمان رسیدن به بلوغ در این ماهی حدود ۷ سال برای نرها و ۸ سال برای ماده ها است. اخیرا بالغین با متوسط سن بیشترنر ۸ ساله و ماده ۱۰ ساله بدست آمده اند(Legeza, 1972).

معادله رشد برای بالغ این ماهی در رودخانه ولگا در زیر آورده شده است.

نرها: $Y= 0.47x - 32.8 - 0.0007x^2$, Y - بر حسب سال سن

ماده ها: $Y= 0.3x - 25.6 - 0.0001x^2$, x – طول کل بر حسب سانتیمتر

تغذیه:

این ماهی هتروتروف و یا به عبارت بهتر هولوزوئیک است یعنی ضمن اینکه دگر خواری دارد ولی به یک باره صید خود را وارد دهان می کند. نحوه تغذیه آن بدین صورت است که با سیبیلک ها غذا را کشف و با حالت مکندگی که ناشی از عضلات انقباضی دهانی است غذای زنده را می مکد. در مرحله لاروی بیشتر بر زئوپلانکتون هایی چون دافنی، بوسمینا و سیکلوپس تغذیه می کند. البته دیده شده از کرم های کم تار، پر تار و لارو و شفیره شیرونومیده ها هم تغذیه نموده است. در مرحله جوانی (طول کل بدن حدود ۸۰-۴۱ سانتیمتر) که به دریا وارد می شوند، از سخت پوستان و نردیس از کرم های حلقوی کم تار استفاده می کنند همچنین در لوله گوارش آنها خرچنگ گرد و ماهیان کوچک هم دیده شده است که با افزایش سن میزان مصرف آنها بیشتر می شود. با افزایش رشد تغذیه خود را بیشتر به سمت نرم تنان سوق می دهند بطوری که د رمرحله بلوغ بیشترین محتوای روده ای آنها را نرم تنان تشکیل می دهند.

نرخ مصرف غذا یا ضریب پرشدگی معده در مرحله نوزادی(با وزن کل یک گرم) در زیستگاه های مختلف ، متفاوت می باشد بطوریکه در رود اورال بین ۲۳۸-۱۵۴ و در رودخانه ولگا بین ۴۷۸-۱۲۳ درصد می باشد. این ضریب در لارو با طول ۷-۴ سانتیمتر ۱۱۶ درصد، ودر مرحله جوان با طول ۱۰ سانتیمتر حدود ۱۹۸ درصد که با افزایش طول کاهش می یابد بطوری که در بالغ ۴۰ سانتیمتری، این ضریب ۶۲ درصد می شود. نرخ تغذیه روزانه نوزاد این گونه از ماهیان خاویاری (با وزن بین ۲-۱ گرم) از شیرونومیده حدود ۲۰-۱۶ درصد، از گاماریده حدود ۱۰/۶ درصد و از می سید ۲۰ درصد می باشد (Stygar, 1984).

۲) ازون برون یا درکول:

بدن کشیده و دوکی، با ۵ ردیف طولی صفحات استخوانی . صفحات شامل ۱۶-۹ پشتی: ۴۳-۲۶ طرفین و ۱۴-۹ شکمی. کناره های بدن دارای دندانه دندانه بین ردیف صفحات استخوانی است. بالای سر بوسیله صفحه سپر مانندی پوشیده شده است. پوزه کشیده و تقریبا نصف اندازه سر را به خود اختصاص داده است . دهان در زیر پوزه قرار دارد و مثل یک شکاف عرضی است. لب پایینی آویزان است تیره رنگ، با سایه روشن های زرد رنگ. دهان عرضی، لب پایینی آویزان است. سیبیلک ها بدون زلف و حاشیه اند . راکرهای آبششی روی اولین کمان آبششی بطور متوسط ۲۵/۵-۷/ ۲۴است.

Acipenser stellatus **Pallas, 1771**

شکل ۸) ازون برون

پراکنش در دریای خزر:

این گونه پراکنش محدودی دارد ودر زمان تخم ریزی به رودخانه های ولگا، اترک و دیگر رودخانه های مهم بر می گردد. همانطور که در نقشه زیر پیداست یک پراکنش پیوسته در نواحی شمالی و دیگری در ناحیه جنوب شرق دریا دارد ضمن اینکه بصورت پراکنده در غرب و جنوب نیز پراکنش دارد. از نظر اکولوژیکی نکتون می باشد. به نسبت گونه چالباش بیشتر پلاژیک می باشد بطوری که در ستون عمقی حرکت دارد. با این وجود تغذیه آن از مناطق ساحلی دریا و شیب کفی سواحل است که غنی از مواد غذایی است. این گونه بستره شنی – ماسه ای را ترجیح می دهد زیرا گاماروس ها در این بستره ها به شدت یافت می شوند وغذای اصلی آنها را تشکیل می دهند(Legeza, 1972). تخم گذاری آنها بر روی بستره های رودخانه ای سنگی می باشد (Veshchev, 1994). این گونه نیز با مهاجرت تولید مثلی در گروه آبزیان آنادروموس قرار می گیرد. از نظر تحمل شوری، با اینکه در آب های لب شور زیست دارد ولی یوری هالین است که در مرحله جوان به نسبت بالغ کمتر به تغییر شوری بالا مقاوم است. در مرحله لاروی کمترین مقاومت به شوری را دارد بطوریکه حتی ۱ گرم در لیتر باعث مرگ آنها می شود. ولی بالغین می توانند دامنه ۱۴/۳۴-۰ گرم در لیتر شوری را تحمل نمایند. تحمل به دما در این گونه بین ۲۹-۲/۴ درجه سانتیگراد است. از نظر نیاز اکسیژنی، گرچه در مناطقی با اکسیژن ۱۳۱/۱۰-۶۴/۹۳ ٪ دیده می شوند ولی بیشترین تجمع آنها در اکسیژن بین ۹۴/۶۷-۶۴/۹۳٪ دیده شده است (Legeza, 1972). این گونه شکارگر ماهیانی چون گوبی و کیلکا هستند. Stygar در سال ۱۹۸۴ گزارشی اراده می دهد که در آن به سهم

۲۷٪ ماهی به عنوان غذا درلوله گوارش این گونه خاویاری می پردازد. این ماهی خود می تواند صید ماهیان خاویاری بزرگتر چون فیل ماهی شود.

مرگ ومیر شدید در این ماهی در مراحل لاروی رخ می دهد که دلیل اصلی آن پایین آمدن دمای آب، اکسیژن نامناسب و کمبود غذا در مرحله شروع تغذیه فعال می باشد. زمان رسیدن به بلوغ در این ماهی حدود ۷ سال برای ماده ها با وزن ۴/۶ کیلو گرم و طول ۱۱۷/۵ سانتیمتر و همان ۷ سال برای نر ها است اما با وزن کمتر و طول کوتاه تر(۴ کیلو گرم و ۱۱۴/۶ سانتیمتر) تخمین زده شده است. بزرگترین طول برای این ماهی ۱۹۰ سانتیمتر صید شده که بعدها در دریا تا ۲۱۸ سانتیمتر نیز گزارش شده است . طول دوره زندگی ۳۱ سال می باشد که ماده ها در سن ۱۷–۱۵ سال با طول کل ۱۵۲/۴–۱۴۸ سانتیمتر و وزن ۱۲/۱–۱۱/۱ کیلو گرم قابلیت تخم ریزی را می یابند. حد نهایی تخم ریزی در ماده ها ۲۹ سال است که در این سن ۱۸۲/۵ سانتیمتر طول و ۱۴/۴ کیلو گرم وزن دارند. این مرز برای نر ها ۲۵ سال و طول ۱۵۲/۵ سانتیمتر و وزن ۹/۸ کیلو گرم می باشد (Vlasenko et al., 2001).

تغذیه:

نحوه تغذیه این ماهی نیز هتروتروف و هولوزوئیک شبیه چالباش می باشد ولی بیشتر از کف زی ها و ماهی ها استفاده می کند. لارو این ماهی پس از ۹ روزخروج از تخم ، طولی حدود ۱۹–۱۸ میلی متر دارد که در این مرحله بیشتر از کرم های حلقوی ، گاماریده ها و می سید ها استفاده می کند. دیده شده که در لارو های بالای ۱۰ سانتیمتری که در شمال دریای خزر مورد بررسی قرار گرفته اند کورفیدا ۶۶ ٪، گاماریا ۲۳٪ غذای غالب را به خود اختصاص داده اند.

جدول ٤٠: عادت غذایی مرحله جوان اوزون برون در شمال دریای خزر ، درصد وزن (Polyaninova, 1979)

نوع غذا	طول لارو ماهی اوزون برون بر حسب سانتیمتر			
	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
کرم ها	۳/۱	۶/۴	۲۱/۲	–
سخت پوستان	۹۶/۱	۹۱	۷۸/۶	–
گاماریده ها	۲۳	۱۴	–	–
کوروفیدا	۶۶	۲۰/۷	–	–
می سیدها	۶/۷	۵۵/۹	۷۸/۶	–
دیگر مواد غذایی	–	۲/۳	–	۸۲/۱
پیسسها	۰/۴	۰/۴	۰/۱	–
شیرونومیده ها	۰/۸	۰/۳	۰/۱	۱۷/۹
متوسط وزن بر حسب گرم	۲/۸	۱۵/۳	۴۲/۵	۱۶۸

رژیم غذایی ماهی جوان با طول بیش از ۱۰ سانتیمتر شامل ۷۰-۵۶٪ می سیدا، ۲۰/۷ ٪ کوروفیدا و ۱۴٪ گاماریدا می باشد که حدود ۰/۴-۰/۱ ٪ هم ماهیان کوچک دیده شده است.

ماهیان بالغ بطور غالب از سخت پوستان (۹۴٪) استفاده می کنند. البته بعدها مشخص شد که نرئیس نیز غذای اصلی این ماهی در مرحله بلوغ می باشد. ماهیان کلوپیدا، گوبیدا از بقیه ماهیان بیشتر خورده می شوند و می توان بعد از نرئیس و نرم تنان در الویت غذایی این گونه قرار گیرند. در مرحله لاروی بیشتر از زئوهای کف زی چون پرتاران، سخت پوستانی همچون آمفی پودا، دکاپودا و نرم تنانی چون هیپانیس و ماهیان کلوپیدا و گوبی ها تغذیه می کنند.

ضریب پرشدگی معده در جمعیت این گونه در اطراف دریای خزر۸/۳ درصد در جمعیت شمال دریاچه ۸/۳ درصد ، در منطقه میانی ۱۰/۲ درصد و در منطقه جنوبی ۶/۶ درصد می باشد (Polyaninova, 1979).

۳) قره برون

متفاوت با چالباش، بدن این ماهی بیشتر کشیده و بزرگ است. سایه های آبی رنگی روی بدن دارد . سر بزرگ که حدود ۱۷/۶ ٪ طول کل بدن را به خود اختصاص داده است. پوزه و فاصله بین دو چشم در این گونه دورمی باشد. تعداد صفحات شکمی ۱۲-۶، پشتی ۵۰-۳۱ است (Putilina, 1985).

Acipenser persicus **Borodin, 1897**

شکل ۹) قره برون

پراکنش در دریای خزر:

قره برون یا ماهی خاویاری ایرانی بیشتر در قسمت های ساحلی مناطق شرقی جنوب دریا یافت می شود . البته افراد تک نیز در شمال دریا دیده شده اند. این گروه نیز در لیست در معرض خطر نابودی می باشد. این ماهی نیز از گروه نکتون ها است و زیستگاه آن درزمان تخم ریزی کف بستره می باشند همچنین بسترلجنی را نیز برای این کار انتخاب می کنند. این ماهی نیز آنادروموس است یعنی برای تخم ریزی به رودخانه ها آب شیرین مهاجرت می کند. گونه ای است یوری هالین که بیشتر اوقات خود را در آب دریا زیست می نماید. همچنین یوری ترمال نیز می باشد دماهای آب ۲۸-۴/۱۰ درجه سانتیگراد را تحمل می کند. در تابستان دماهای ۲۳/۵-۱۲ و در زمستان ۱۴-۱۲ و در بهار ۱۲-۱۰ درجه سانتیگراد را تحمل می کند (Legeza, 1972). برای تخم ریزی

در دمای ۵-۴ درجه به رودخانه ولگا وارد می شود. گونه ای است یوری بنتیک در بالای اعماق ۱۰۰ متر نیز رد یابی شده است ولی بطور عمده در اعماق ۴۰-۲۰ متر زندگی می کند. . این ماهی گونه ای اکسی فیلیک یعنی اکسیژن دوست است و در غلظت های بالای اکسیژن ۱۰۵/۵-۷۱/۷ ٪ دیده شده است.

تغذیه:

ماهی قره برون هتروتروف است و غذا را با گیرنده های حسی و چشایی می یابد و با ویژگی مکندگی آنها را وارد دهان می کند. لارو این ماهی با طول ۷۳-۱۶ میلیمتر بیشتر از می سید ها، شیرونومیده ها و گاماریدها استفاده می کند. ضریب پر شدگی معده ۱۰۰۰-۱۹۵ درصد می باشد. مرحله جوان دو تا سه ساله، د رجنوب شرق دریای خزر از خرچنگ های گرد و ماهی های کوچک استفاده می نمایند. قره برون های ۱۲۰-۸۱ سانتیمتر به میزان ۵۳/۴ ٪ از ماهی ها استفاده نموده اند . یکی از ویژگی های این گونه تغییر رژیم غذایی است بطوری که در بهار، غذای اصلی آنها گاماریدها و ماهی ها است حال آنکه در تابستان بیشتر از گاماریده ها و کوماسه آ استفاده می کنند(در بهار ضریب پر شدگی معده ۵۷/۵ درصد و در تابستان ۱۰ درصد می باشد. لاروهای این گونه بعد از ۹ روز پس از تفریخ با طول متوسط ۱۷ میلی متر شرع به تغذیه فعال می نمایند. نرها در ۹ سالگی و ماده ها در ۱۲ سالگی بالغ می شوند. البته در زیستگاه های مختلف سن بلوغ متفاوت است بطوری که در رودخانه کورا نرها در ۸-۷ سالگی و ماده ها ۱۱-۱۰ سالگی بالغ می شوند. فواصل تخم گذاری در ماده ها بین ۶-۳ سال و در بیشتر مواقع ۵-۴ سال می باشد.رشد این گونه در سال اول زندگی بسیار قابل توجه است و تا ۸ سال رشد قابل اندازه گیری است. معادله رشد خطی است که در دو سال نخست شیب آن تند است.

٤) شیپ:

بدنی اژدر شکل دارد پوزه مخروطی دارد، غشاهای آبششی به ایستموس چسبیده است . دهان در قسمت جلویی سر قرار دارد و عرضی است و تقزیبا نصف عرض پوزه را به خود اختصاص داده است. اولین صفحه استخوانی بزرگ است، لب پایینی آن آویزان نیست و سیبیلک های زلفی ندارد. بین ردیف های صفحات استخوانی هیچ گونه سپر استخوانی وجود ندارد. رنگ بدن قهوه ای . صفحات استخوانی شامل ۱۶-۱۱ پشتی، ۷۴-۵۱ طرفین و ۱۷-۲۲ شکمی.

Acipenser nudiventris **Lovetsky, 1828**

شکل ۱۰) شیپ

پراکنش در دریای خزر:

شیپ پراکنش نامشخصی دارد ولی بیشتر در مناطق جنوبی دیده می شود بطوری که به سفید رود هم وارد می شود. جزو گروه درمعرض خطر و نکتون قرار دارند. ماهی است که در کف مناطق کم عمق با شن زندگی می کند و همچنین کف رسی را هم ترجیح می دهد. در اعماق ۲۵-۱۱ متر و در دمای آب ۱۴-۲/۷ درجه سانتیگراد زندگی می کند. گونه ای آنادروموس است. گرچه یوری هالین است ولی برای طولانی مدت می تواند در آبهای شیرین زندگی کند. یوری ترمال است. استینوباتیک است و در اعماق بین ۵۰-۱۰ متر زندگی می کند. همچنین اکسیژن دوست ست ، اکسیژن کمتر از ۶۰ ٪ باعث مرگ و میر آنها می شود.

مرحله جوان این ماهی توسط گربه ماهیان رودخانه ای شکار می شود. میزان بقا آن معمولا کمتر از بقیه ماهیان خاویاری است زیرا دوره ماندن در رودخانه این گونه طولانی تر از بقیه است. سن بلوغ در نرها ۹ سال و در ماده ها معمولا ۱۴ سال است و بندرت ۱۳-۱۲ سال می شود. و همچون دیگر گونه سن بلوغ از جایی به جای دیگر متفاوت است و لذا در رودخانه اورال نرها در ۹-۶ سالگی و ماده ها ۱۰-۸ سالگی بالغ می شوند.بهترین دمای برای طی دوران لاروی ۲۱-۱۹/۵ درجه سانتیگراد می باشد.

تغذیه:

این ماهی نیز هتروتروف و هولوزوئیک نحوه تغذیه آن نیز شکارگر فعال است . این گونه در طی تخم ریزی و زمستان گذرانی تغذیه ندارد. بالغین در دریا بطور غالب از ماهیان تغذیه می کنند بطوری که بیش از ۹۰٪ محتوای غذایی آنها گوبی ها، کیلکا می باشند. همچنین سخت پوستان، گاماریده ها، کوماسه آ، می سیده ها و نرئیس هارا نیز به خوبی خرچنگ ها و میگو ها و نرم تنان مصرف می کنند. در مرحله جوان از زئو های کف زی استفاده غذایی دارد.

محتوای کیفی غذای شیپ ماهیان جوان در سالهای مختلف بسیار تغییر نشان داده است. در برخی سالها لاروهای با طول کل بیش از ۷۰ میلی متر حدود ۶۹-۳۸ ٪ از گاماریده ها و ۳۰-۲۲ ٪ کوروفیده، ۱۳-۱۲ ٪ لارو ترکوفورا و بالای ۱۳ ٪ لارو شیرنومیده ها را مصرف کرده اند. متوسط ضریب پر شدگی معده از ۶۶/۹ تا ۲۴۶ درصد متغییر است که در مرحله جوان این ضریب ۸۹-۳۳/۲ درصد و در بالغ ۲۳۱-۲۴/۸ درصد است .

۵) فیل:

بدنی اژدر شکل دارد نوتوکورد وجود دارد. باله دمی هتروسرکال است . اسپیراکل به خوب یتکوین یافته است. غشاء آبشش ها به همدیگرمتصل می باشند. دارای پوزه کوتاه و نوک تیز هستند. و صفحات استخوانی روی آن وجود ندارد. دهان جلویی، و در زمان بسته بودن به شکل تاج مانند است. لب پایین آویزان است و سیبیلک ها دارای زوائد برگ مانند می باشند. تعدا صفحان استخوانی روی بدن به ترتیب، ۱۵-۱۰ پشتی، ۵۱-۴۰ طرفین و ۱۱-۹ شکمی.

Huso huso **(Linnaeus, 1758)**

شکل ۱۱) فیل ماهی

پراکنش در دریای خزر:

فیل ماهی در تمام جاهای دریای خزر دیده می شود در معرض خطر می باشد و گونه ای پلاژیک است است که به سمت نکتون بودن تمایل یافته است. تغذیه آن در مناطق کم عمق بین ۳۰-۱/۵ متر است. در طی زمستان به اعماق ۱۸۰-۱۳۰ متری می رود ولی اغلب در اعماق ۶۰-۱۰ متر می باشد. یوری هالین است و در شوری های ۱۵-۱ گرم در لیتر زندگی می کن. یوری ترمیک است. بالغ ها در بهار آبهای ۱۶-۲ درجه سانتیگراد را ترجیح می دهد در حالیکه افراد جوان ۲۰-۷ درجه را ترجیح می دهند. در تابستان ۳۱-۲۰ درجه و در پاییز ۱۵-۸ درجه را می پذیرند. رابطه ای بین مناطق جغرافیایی و پذیرش دما در این گونه وجود دارد بطوری که در افراد نابالغ در مناطق میانی دریای خزر دماهای ۱۷-۱۵ درجه را و در مناطق جنوبی ۲۹-۱۰ درجه و بیشترین تراکم در دمای آب ۲۹-۲۲ درجه است. در زمستان بلوگا در مناطق میانی دریا در دمای ۵-۴ درجه سانتیگراد تغذیه می کند و در مناطق جنوبی ۱۲-۱۰ درجه سانتیگراد را برای تغذیه بر می گزیند. یوری باتیک است و در اعماق ۱/۵-۲ متر تا ۱۸۰-۱۱۰ متر زندگی می کند. گونه ای اکسیژن دوست است و در اکسیژن زیر ۶۰٪ می میرد. طول دوره لاروی در این گونه بسته به دمای آب ۲۴۰-۲۰۰ ساعت در دمای ۱۱-۸ درجه سانتیگراد و ۱۴۰-۱۳۰ ساعت در دمای ۱۶-۱۵ درجه سانتیگراد می باشد. دوره پیش لاروی با طول ۱۲-۱۱ میلیمتر در این گونه بزرگتر از بقیه گونه ها است و درزمان تغذیه فعال ۲۵ میلیمتر طول دارند.

نر ها در سن ۱۱- ۹ سالگی و ماده ها در سن ۱۳-۱۲ سالگی بالغ می شوند. دمای آب مناسب برای رشد لاروی در این گونه ۲۶-۱۵ درجه سانتیگراد است.

تغذیه:

هتروتروف و هولوزوئیک و نحوه تغذیه آن نیز شکارگری است که غذی خود را با یک حمله ناگهانی شکار می کند. ماهی جوان در سال اول زندگی از سخت پوستان، نرم تنان و ماهی ها استفاده می کند. در طی ماه ژوئن در دریا بطور غالب از سخت پوستان کف زی راسته مای سیدا ها استفاده می کنند. و دیده شده در کمبود می سیدا ها از گوبی ماهیان استفاده کرده اند.

ضریب پر شدگی معده از ۳۱۱/۳ درصد در ماهی با طول ۱۰ سانتیمتر تا ۷۵/۹ درصد در ماهیان با طول کل ۴۰-۳۱ سانتیمتر گزارش شده است. نرخ تغذیه به پارامترهای زیادی وابسته است، سطه تغذیه، فصل، دمای آب و توزیع غذا و تراکم آن و غیره (Polyaninova, 1979). بیشترین زمان ضریب پر شدگی معده در فیل ماهی حدود ۸۰ درصد برآورد شده است.

۵- تغذیه اختصاصی ماهیان خاویاری

تاسماهیان یکی از با ارزشترین آبزیان جهان بوده و گونه های مختلف آنها در آمریکا و دریای خزر زیست می کنند. تاسماهیانی که در حوزه دریای خزر زندگی می کنند جزء جنس Acipenser و Huso محسوب شده که از گروه ماهیان مهاجر می باشند. در سالهای اخیر در کشور ما نیز استقبال خوبی از پرورش ماهیان خاویاری صورت گرفته است.

پرورش ماهیان خاویاری به منظور استحصال خاویار و همچنین گوشت ماهیان خاویاری در آبهای گرم ودر استخرهای خاکی و همچنین در حوضچه های بتنی و فایبرگلاس صورت می گیرد. گونه های پرورشی قابل پرورش در ایران Acipenser ruthenus (استرلیاد ولگا) و Huso huso (فیل ماهی) می باشند. از آنجایی که رشد ماهیان خاویاری کند می باشد لذا انتخاب غذای مناسبی که با سطح مناسب انرژی و تامین کلیه المانهای مورد نیاز ماهی در شرایط متنوع آب و هوایی کشور باعث رشد هماهنگ ماهی با برنامه زمانبدی پرورش دهندگان باشد و از سویی دیگر از اتلاف وقت و کاهش رشد جلوگیری کند اهمیت بسزایی دارد.

تاسماهیان به دلیل رژیم گوشتخواری به درصد بالایی پروتئین در جیره غذایی نیاز دارد. پروتئین ماده اصلی تشکیل دهنده بافتهای ماهیان است که حدود ۶۵-۷۵ درصد از کل ماده خشک بدن را شامل می شود، در واقع ماهیان پروتئین را برای بدست آوردن اسیدهای آمینه مصرف می کنند. پروتئین در بدن هیدرولیز شده و اسیدهای آمینه را آزاد می کند، اسیدهای آمینه از روده جذب می شود و بوسیله خون بین بافتها و اندامهای بدن پخش می گردد، اما جذب و مصرف پروتئین در ماهیان به وجود منابع انرژی غیرپروتئینی و میزان پروتئین وابسته است (Qinghui et al., 2004). به گونه ای که پروتئین اضافی جیره در فعالیتهای حرکتی ویژه (SDA) به عنوان منبع انرژی مصرف شده و اضافه‌تر از آن بصورت نیتروژن آمونیومی دفع می‌شود (Legrow and Beamish, 1986).

بنابراین افزایش پروتئین جیره مازاد نیاز ماهی، موجب تنش در موجود زنده، افزایش هزینه تولید و در نهایت کاهش رشد می‌گردد (Thoman et al., 1999; Catacutan and coloso., 1995) (عابدیان و همکاران، ۱۳۸۱)

محققین زیادی از جیره های خالص و نیمه خالص برای تعیین نیاز پروتئین ماهیان استفاده کرده‌اند. نیاز به پروتئین در ماهیان مختلف متفاوت بوده و به میزان انرژی جیره، ترکیب اسیدهای آمینه پروتئین جیره و قابلیت هضم و جذب آن بستگی دارد. هر چند تاثیر عواملی نظیر، اندازه و سن ماهی، دمای آب، روش کار در اندازه گیری ازت، فراهم کردن نیاز حداقل پروتئین (پایه) را همواره باید مد نظر داشت (Halver, 1989). ماهیان مانند سایر حیوانات به مقدار ثابتی از پروتئین نیاز دارند، بطور متوسط نیاز ماهیان به پروتئین حدود ۳۵ تا ۵۵ درصد می باشد (Wilson and Halver, 1989; NRC, 1981) که این مقدار در مقایسه با حیوانات خشکی که در حدود ۱۲ـ۲۷ درصد است (NRC, 1997) بسیار زیاد است به گونه ای که کمبود پروتئین موجب کاهش رشد شدید در ماهیان می گردد.

ماهیان نیز مانند سایر جانوران برای تامین انرژی مورد نیاز جهت انجام کارهای میکانیکی (حرکت ماهیجه ها)، فعالیتهای شیمیایی (تحولات شیمیایی در بدن)، کارهای الکتریکی(فعالیت عصبی) و فعالیتهای اسمزی (تنظیم تعادل مایعات بدن با یکدیگر و با محیط) به انرژی نیاز دارند و آن را از طریق اکسیداسیون مواد غذایی (پروتئین، چربی و کربوهیدرات) به دست می‌آورند (Webster and Lim,2002) بنابراین تعیین سطوح مناسب و اپتیمم پروتئین و انرژی در جیره غذایی اهمیت بسزایی دارد.

از سوی دیگر، اگر چه پروتئین جیره یک فاکتور تاثیرگذار بر شاخصهای رشد است (Lovell,1989) و افزایش آن در جیره موجب بهبود بازده تولید بویژه در ماهیان گوشتخوار می گردد (Salhi et al ., 2004)، 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 کربوهیدات به عنوان منابع تولید کننده 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 آبزی پروری مدرن، تعیین نسبت مناسب پروتین به انرژی (انرژی تامین شده از منابع مختلف چربی و یا کربوهیدرات)به دلیل تاثیر 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 , 1976) و فرمولاسیون جیره های غذایی بر اساس سطوح پروتئین و انرژی به اندازه نیاز ماهی تنظیم می شوند (Salhi et al ., 2004). نتایج تحقیقات زیادی ثابت نموده است که در نظر نگرفتن نسبت مناسب پروتئین و انرژی و افزایش بی رویه پروتئین در جیره غذایی موجب افزایش غیرمنطقی هزینه تولید غذا، افزایش دفع ضایعات نیتروژنی به محیط پرورش و آلودگی آن و محیط زیست می گردد. تجربیات چندین ده ساله در خصوص تغذیه آبزیان بر این نکته اذعان دارد که منابع مختلف چربی به دلیل داشتن بار بیشتری از انرژی (حدود ۹/۸ کیلوکالری انرژی در هر گرم ماده خشک) و قابلیت متابولیسم بالا در مقایسه با کربوهیدراتها به عنوان منبع انرژی زای غیرپروتئینی از کارایی بیشتری در ماهیان

گوشتخوار برخوردار ند(NRC, 1983). اثر Protien sparing (صرفه جویی در مصرف پروتئین با اضافه کردن مواد انرژی زای غیر پروتئینی) در بسیاری از گونه های ماهیان گزارش شده است (Cho and Kaushik, 1990;De Silva et al., 1991). اما درخصوص مصرف انرژی، مقدار انرژی جیره و نیاز انرژی تاسماهیان در شرایط پرورش اطلاعات کافی وجود ندارد. اما مطالعات انجام شده نشان می دهد که چربیها در مقایسه با کربوهیدراتها در القای اثر protein sparing در قزل‌الای رنگین‌کمان (Lee and Putnnam,1973; Takeuchi et al.,1978) و تاسماهی سیبری (Acipenser baeri) (Kaushik et al.,1991) بهتر عمل نموده اند.

۱-۵- نیازهای تغذیه ای Nutrient Requirement :

به علت افزایش علاقه کارگاه های تکثیر دولتی به تولید بچه ماهی جهت رها سازی به آب های طبیعی و مزارع تجاری برای تولید گوشت و خاویار به اطلاعات تغذیه و غذادهی این ماهیان شدیداً نیاز می باشد.

اطلاعات فعلی ما در مورد احتیاجات غذایی لارو آبزیان پرورشی و به خصوص ماهیان دریایی بسیار محدود است (Holt, 2011). نیازمندی های غذایی این دوران هم از بعد کمی و هم کیفی با نیاز غذایی دوران جوانی و بلوغ آبزی کاملا متفاوت است زیرا که در این دوران، آبزی بشدت تحت تاثیر تغییرات ریختی و فیزیولوژیکی از جمله دگردیسی مربوط به انتوژنی قرار دارد. بعلاوه، لارو ماهی با سرعت در حال رشد است، بطور مداوم تغذیه می کند و بنابر این، غذایش باید از توانایی هضم و جذب بسیار بالایی برخوردار باشد. البته نرخ رشد در گونه های مختلف متفاوت است مثلا لارو ماهی کاد دارای نرخ رشد روزانه ۳۰٪ (Otterleiet al.,1999) و لارو گربه ماهی آفریقایی (Clariasgariepinus) دارای نرخ رشد روزانه ۱۰۰٪ می باشند(Conceic¸a˜oet al.,1998a). در خصوص برخی غذاهای ویژه، میزان نیازمندی، به شرایط فیزیولوژیکی ماهی بستگی دارد بطوریکه جذب این مواد غذایی نیازمند تکمیل آن شرایط فیزیولوژیک است(Izquierdo&Lall, 2004). با این وجود، طراحی و فرمولاسیون جیره بطور مستقیم به ترجمه نیازمندی غذایی به ترکیبات غذایی در جیره نیاز دارد(Kolkovskiet al. 2009).

نیاز به مواد غذایی میکرونی بلکه همچنین نیاز به درشت مولکولهایی شبیه پروتئین/ آمینو اسیدها، اسید های چرب و بقیه که به صورت درصد یا بخش های جیره غذایی در نظر گرفته می شوند، در شرایط تقاضایی همچون نرخ رشد بالا و یا در زمان دگردیسی معمولا آنچنان افزایشی نشان نمی دهند. با این وجود، چنانچه مصرف غذا افزایش یابد، بدیهی است که جذب مطلق هر کدام از ترکیبات غذایی نیز افزایش نشان می دهد. دلیل آن تمایز بین نیاز به حجم معینی از غذا و نیاز به بالانس جیره می باشد که غذاهای مختلف در نسبت های متفاوت و بسته به مرحله تکوین و نرخ رشد حیوان مورد درخواست خواهند بود(Hamre et al., 2013).

احتیاجات غذایی به معنی دستیابی به حداکثر رشد یا بقا می باشد (Izquierdo&Lall, 2004)) از طرف دیگر به رفع نیازهای حفظ و نگهداری بدن معنی شده است حال آنکه برای زنده نگهداشتن بدن کمترین هزینه غذایی لازم

است. با معانی همچون تامین احتیاجات به منظور حداقل تولید یا به منظور سلامتی ماهی نیز مواجه هستیم. به عنوان مثال غلظت های ویتامین ث(اسید آسکوربیک) و ویتامین E (آلفا توکوفرول) اگر بیش از نیاز ماهی مصرف شوند (NRC, 2011)سیستم ایمنی و مقاومت به تنش را در لارو یا مرحله جوان آبزی تحریک می نماید(Hamre, 2011). با این وجود، شمارمطالعات انجام شده روی این دو ویتامین محدود بوده و این ادعا که مرحله لاروی ماهی نسبت به مرحله جوان آن به مقادیر بیشتر این ویتامین ها نیاز دارد هنوز به خوبی اثبات نشده است. لذا باید اندازه گیری های مستقیم بر روی هر دو مرحله و هر دو ویتامین انجام تا بدرستی تفاوت نیاز هر دو مرحله زیستی مشخص شود. از طرف دیگر، مواد غذایی معین، مخصوصا ویتامین های محلول در چربی در غلظت های بالا، القا کننده اثرات بیماریزایی هستند. لذا، مصرف بیش از ویتامین A منجر به تغییر شکل سیستم اسکلتی و دیگر بد شکلی ها خواهد شد(Dediet al. 1997; Ferna´ndez et al., 2008, 2009: Fernandez &Gisbert, 2010).

در زیر نحوه اندازه گیری مستقیم نیازمندی های غذایی آورده شده است. دلیل اصلی معدود و نادر بودن روش های مستقیم، سخت بودن طراحی آزمایش ها با کنترل کامل ترکیبات غذایی و فاکتورهای محیطی(مثل تراکم ماهی، کیفیت آب و تعویض آب، شرایط نور و ....) در تمام تانک های آزمایشی است. غذاهای فرموله شده با میزان نشت پذیری متفاوت و متغییر و مشکل ثبات همراه هستند، و همین موضوع باعث بروز اشکالاتی در محاسبه دقیق ترکیبات غذا و میزان واقعی غذای هضم شده می شود. از طرف دیگر کنترل غلظت ترکیب غذاهای زنده بدلیل متابولیسم ذاتی آنها بسیار سخت است. البته برای این مشکلات راه حل هایی نیزوجود دارد. Dose response designs یکی از روش های محاسبه مستقیم نیاز به ترکیباتی همچون ویتامین ها است. در حالیکه در روش غیر مستقیم نیازهای غذایی در لارو ماهیان تخمین زده می شود.

۲-۵- روش مستقیم محاسبه نیازمندی های غذایی :DRD(Dose Response Designes)

مواد غذایی درشت مولکول:

مصرف ترکیبات غذایی در دوره وجود کیسه زرده، ترکیب و میزان ماندگاری زرده در تعیین نیازمندیهای غذایی لارو آبزیان مخصوصا در مرحله اولین تغذیه، بسیار حائز اهمیت است(Heming & Buddington 1988; Izquierdo, 1996). با اندازه گیری میزان هضم پذیری ترکیبات مختلف موجود در زرده و قابلیت ماندگاری آنها در لارو، کمیت و کیفیت نیازمندی به آن ترکیبات قابل محاسبه می باشند. در حقیقت ترکیبات تخم، انعکاسی از جیره غذایی والدین آنها است. با این رهیافت بسیاری از بررسی های مربوط به مصرف و ماندگاری ماده خشک، انرژی و ذرات درشت مولکول غذایی انجام شده است (Blaxter & Hempel 1966; Cetta & Capuzzo, 1982; Heming & Buddington, 1988; ronnestad et al., 1992a,b, 1993; Finn, 1994; Falerio & Narciso, 2010).

چندین مطالعه اختصاصی بر روی ماهیان دریایی به توصیف متابولیسم انرژی در مراحل اولیه زیست شامل مصرف ترکیبات موجود در زرده و نقش انرژیایی قطرات چربی تخم انجام شده است. بنظر می رسد اسید های آمینه آزاد(FAA) پروتئین ها و چربی ها فاکتورهای کلیدی برای متابولیسم انرژی محسوب می شوند (Cetta & & Buddington 1988; Rainuzzo et et al. 1983; Quantz 1985; Tocher et al. 1985a,b; Heming Capuzzo 1982; Vetter et al. 1998b; Yu´ fera et al. 1999a; et al.1992a,b, 1993; Finn et al. 1995, 1996; Conceic¸a˜o al. 1992; Rønnestad .(Buentello et al. 2011). Parra & Yu´ fera 2001;

از سوی دیگر اگر بخواهیم از غذاهای فرموله استفاده کنیم تا آزمایش فوق را برای میکروذرات انجام دهیم، معمولا دوران لاروی ماهی ها رغبت کمتری به غذاهای فرموله از خود نشان می دهند و در حقیقت کمبود برخی ترکیبات غذایی روی نتایج آزمایش اصلی تاثیر منفی از خود بجای خواهد گذاشت (پدیده ای که به نام گذاشتن ماسک روی نتایج آزمایش اصلی معرفی شده است). علیرغم این موضوع، تاکنون چندین آزمایش در این خصوص و با غذاهای فرموله در دوران لاروی آبزیان انجام شده است. Yufera وهمکاران (۲۰۰۵) از غذاهای میکرونی فرموله شده با دو سطح پروتئین (۵۵ و ۶۲٪) در تغذیه لارو ماهی سنگالس استفاده نمودند و دریافتند که لاروهایی که از غذای با محتوای پروتئین بالاتر استفاده نموده بودند رشد و بقا به نسبت بهتری داشتند. از طرف دیگر محققینی همچونYufera, Amaya and Harms, 2011نشان دادند که اصولا لارو ماهی ها با توجه به رفتار غذاخوری و عدم توسعه مناسب سیستم گوارش ظرفیت پایینی برای هضم و جذب غذاهای فرموله دارند. در مورد ماهی لارو بریم دریایی مشخص شد که فقط در زمانی که ماهی آنقدر خورده که معده اش پر شده است آنزیم های اسیدی پروتئولیتیک ترشح و عمل می کنند لذا در صورتی که غذا به اندازه لازم در دسترس نباشد سیستم گوارش لارو این ماهی آنزیم هضم کننده پروتئین ها را کمتر و یا ناقص ترشح می کند و لذا راندمان تغذیه غذاهای فرموله کاهش می یابد. لذا توصیه شده است که بررسی های آنزیمی سیستم گوارش در دوران لاروی آبزیان و به خصوص ماهی انجام گیرد. در خصوص ماهیان خاویاری هنوز پروژه جامعی در خصوص وضعیت آنزیم های گوارشی در دوران لاروی آنها انجام نشده است و بنظر می رسد این مهم یکی از شکاف های اصلی است که در گذشته بدان پرداخته نشده و حتما باید در نظام جامع تغذیه لارو ماهیان خاویاری وبلکه لارو همه آبزیان پرورشی بدان توجه ویژه شود.

در مطالعه ای تغییرات شیمی بافتی دستگاه گوارش تاسماهی ایرانی از مرحله شروع تغذیه فعال تا رها سازی مورد بررسی قرار گرفت. بدین صورت که نمونه برداری از سلولهای لایه مخاطی لوله گوارش سنین یک روزگی تا ۳۵ روزه لارو تاسماهی ایرانی انجام گردید و پس از انجام مراحل آماده سازی توسط میکروتوم برش های بافتی تهیه و با هماتوکسیلین، ائوزین، پریودیک شیف و برومفنول رنگ آمیزی اختصاصی انجام شد. لاروها پس از تفریخ از محتویات کیسه زرده شامل پروتئین، پلی ساکارید خنثی و میزان کم چربی آن استفاده می کنند. پس از آن شروع به تغذیه فعال خواهند نمود. نتایج آزمایشات نشان داد که ترشحات سلولهای جامی در اپیتلیوم دهان، حلق و مری از روز ۷ لاروی شروع گردید که به PAS پاسخ مثبت دادند. در ۹ روزگی با

شروع تغذیه فعال جوانه های چشایی در بافت پوششی دهان و حلق مشاهده گردید. در این زمان ترشحات برومونول بلو BPB در غدد معدی، باعث فعالیت هضمی آنزیم های معده خواهند شد. از نظر بافتی با شروع تغذیه فعال، بافت پوششی نواحی دهان، حلق و مری قدامی از نوع سنگفرشی مطبق و در مری خلفی، معده و روده ها از نوع استوانه ای است. عضلات مری از نوع مخطط و در نواحی معده و روده صاف می باشد. چین های بلند مخاطی در مری خلفی، معده غده ای و غیر غده ای، دلیلی بر افزایش سطح لوله گوارش و سطح هضم و جذب آن است.

در هنگام روی آوردن لاروها به تغذیه خارجی(تغذیه فعال) دندانهایی در حفره دهانی بنام دندانهای لاروی بوجود می آید که طی مراحل رشد کم کم حذف می شوند. از آن به بعد دندانهای آرواره ای برای گرفتن و نگهداری غذا در کام بالا و گلوی ماهی بوجود می آید. دوره لاروی این ماهیان عمدتا به کفزی خواری از بنتوزها و کرم های سفید کم تار، پرتار، سیکلوپس با اندازه های ترجیحی ۲-۱ میلیمتر و حتی بطور اجبار از فیتوپلانکتونها خواهد گذشت. جستجوی غذا برای لاروها در شروع تغذیه فعال بواسطه برخورد سطح پایین دهان، سیبیلک ها و یا لب ها به شکار انجام می گیرد چراکه در این مرحله اندام های بویایی و اندامهای بینایی رشد چندانی نکرده اند. بعبارت بهتر در این دوران بیشتر احساس لمس شکار منجر به تغذیه آنها خواهد شد تا احساساتی همچون بینایی یا بویایی. زمانی که غذا در فاصله ۰/۷ تا ۱ سانتیمتر ماهی قرار گیرند بسرعت قاپیده می شوند و در موارد تراکم بالای ماهی گاهی در اثر این رفتار شکارگری به باله ماهیان کناری نیز آسیب وارد می کنند که در برخی موارد از آن به هم جنس خواری یاد شده است. در حوضچه های پرورش لارو، این ماهیان از دافنی و نکتوبنتوزها به عنوان غذای آغازین استفاده می کنند. چنانچه غذا به حد کفایت در حوضچه ها وجود داشته باشد، رفتار هم جنس خواری و آسیب به همدیگر بسیار کاهش خواهد یافت. مشاهدات زیر می تواند به درک شروع تغذیه فعال کمک نماید:

- وجود خارهای پشتی که نشاندهنده مرحله ۴۵ لاروی است و تغذیه فعال در این مرحله شروع خواهد شد.
- ظهور دندانهای لاروی نیز می تواند به شروع تغذیه فعال کمک کند.
- تغییر حرکات و رفتار لاروها از مرحله خوابیده به شروع شناگری فعال.
- مشاهده اولین باله های سینه ای که صدمه دیده اند و نشان از ظهور دندان در لاروها است که منجربه تغذیه فعال خواهد شد.
- ظهور ماده سیاه رنگ انتهای لوله گوارش که نشاندهنده دفع ملانین پروپکا آنها است و خود نشاندهنده شروع تغذیه فعال است. البته به منظور رها سازی لاروها به استخرهای دارای غذای زنده باید به این نکته توجه نمود که از زمانی که۱۵ الی ۲۰٪ لاروها ملانین پروپکا خود را دفع کردند رها سازی باید شروع گردد تا مرحله به مرحله به جمع ماهیان با تغذیه فعال افزوده شود به عبارت دیگر چنانچه تعداد زیادی از ماهیان این ماده

دفعی را از دست داده وآن زمان اقدام به رها سازی نماییم، کمبود ناگهانی غذای زنده در استخرها، باعث بروز رفتار هم جنس خواری و کاهش رشد خواهد گردید.

- بررسی آزمایشگاهی و کنترل کردن دستگاه گوارش آنها که چنانچه غذایی خورده باشند مشخص خواهد شد.
- جدا شدن هر لارو از توده لاروهای دیگر نشاندهنده شروع تغذیه فعال انها می باشد.

در مطالعه دیگر که توسط قزل دردانشگاه تهران (۱۳۷۳) انجام گردید، رژیم غذایی طبیعی بچه فیل ماهیان در استخرهای خاکی مرکز تکثیر و پرورش شهید مرجانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی محتویات معدی و سایر بیومتری های بخش های لوله گوارش این ماهیان نشان داد که در استخرهای پرورشی فوق، شاخص پر بودن معده در تعداد معدودی از بچه ماهیان (حدود ۳۳٪ آنها) ۴۰۰ ارزیابی گردید که از تغذیه مناسبی برخوردار بوده اند. مشخصا بچه ماهیان نورس در اوزان پایین از شرایط تغذیه ای خوبی نسبت به اوزان بالاتر برخوردار بودند. درصد فراوانی موجودات بلعیده شده شامل ۶۲/۹۷٪ کلادوسرا، ۳۳/۳۵٪ شیرونومیده و تنها ۱/۳۶٪ سیکلوپس بود. ضریب رشد بچه ماهیان از حداقل ۰/۴۷۴ تا حداکثر ۰/۷۰۵ متغییر بوده که در وزنهای مختلف نشان داد با افزایش وزن و طول ماهی این ضریب کاهش می یابد. بیشترین ضریب رشد به ماهیانی که بیشتر از کلادوسرا تغذیه نموده اند تعلق دارد پس کلادوسرا را به عنوان غذای ترجیحی می توان در استخرهای پرورشی برای بچه ماهی فیل معرفی نمود. نکته جالب توجه در این پایان نامه آن است که توصیه شده اگر مدت زمان نگهداری در ونیرو کاهش و در اوزان پایین تر به استخرهای دارای غذای زنده طبیعی معرفی شوند، در مرحله بعد از تغذیه بهتری برخوردار خواهند بود. شاید نگهداری بیشتر در ونیرو به نوعی غریزه شکارگری آنها کاهش می دهد که در مراحل بعدی با کاهش راندمان شکارگری، به ضرر آنها تمام خواهد شد. در همین موضوع آقایی مقدم و اصلان پرویز (۱۳۸۲) به نقش زئوپلانکتونها در استخرهای پرورش قره برون می پردازند که ۹ گونه از ۶ جنس متعلق به دو خانواده کلادوسرا، دو جنس متعلق به دو خانواده از کوپه پودا، یک جنس از استراکودا و یک جنس از بنتوز ها را در سیستم گوارش این ماهیان شناسایی می کنند. مشخصا این ماهیان انتن منشعب ها و لارو شیرونومیده را بطور فعال صید می کنند و کوپه پودا و ناپلیوس آنها از اهمیت کمتری برخوردارند

نکته دیگر در مورد تغذیه لارو ماهی ها در دسترس بودن دائم غذا برای آنها است. مطالعات گذشته نشان داده است که در صورت در دسترس بودن غذا در همه زمانها، این موضوع بر زمان عبور غذا از سیستم گوارش اثر و متعاقب آن احتمال در دسترس بودن ترکیبات غذایی و ماکرو مولکولهای غذایی به بخش های مختلف بدن افزایش می دهد. هر چند شکل ترکیبات غذایی مورد مصرف نیز تاثیر بسزایی در رشد بهینه آبزی خواهد داشت. در مورد لارو ماهیان خاویاری نیالز است تا زمان گذر ترکیبات غذایی از بخش های لوله گوارش مورد مطالعه قرار گیرد.

درک و فهم تکوین مرحله لاروی به خصوص تکوین سیستم گوارش، بسیار حائز اهمیت است. بعد از تفریخ، بسیاری از لاروهای آبزیان دریایی به خوبی تکوین نیافته، چشم و سیستم گوارش خیلی فعالی ندارند. با استفاده از زرده به عنوان غذای Endogenous، لارو قادر به ادامه تکوین خود برای رسیدن به اولین مرحله تغذیه بیرونی خواهد گردید. به محض شروع تغذیه بیرونی ، چشم ها دارای رنگدانه و آرواره ها و دهان فعال می گردند. در این مرحله سیستم گوارش هنوز به یک لوله گوارش بدون تمایز با کبد و پانگراس ضعیف و غیر فعال شبیه می باشد. اگر هضمی هم انجام شود در بخش وسطی و انتهایی لوله گوارش خواهد بود. با پیشرفت لارو به سمت مرحله جوان، سیستم گوارشی شروع به متمایز شدن نموده سیکوم های پیلوریک تشکیل و معده متمایز می گردد.

از آنجا که بسیاری از تحقیقات تغذیه دوران لاروی با غذاهای فرموله با شکست مواجه شده است، این نتیجه گیری حاصل که حتما در این دوران به آنزیم های با منشاء بیرون از سیستم گوارش برای هضم این نوع غذاها نیاز است و به عبارت بهتر بدن لارو قادر به سنتز و ترشح آنزیم های هضم کننده غذاهای فرموله بیرونی نیست. حتی با بهره گیری از غذاهای زنده ، از آنزیم درون بدن آنها می توان به عنوان آنزیم کمکی برای سیستم گوارش لارو ماهیان دریایی استفاده نمود هر چند تاثیر این نوع آنزیم های کمکی بسیار کم خواهد بود(Lazo, 1999). از طرف دیگر Garcia-Ortega و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که کم بودن نرخ رشد و بقا درلارو آبزیانی که از غذاهای فرموله استفاده می کنند به نبود یا کمبود آنزیم های گوارشی آنها ارتباطی ندارد و چنانچه در ترکیب غذای فرموله آنها رعایت استاندارد های کیفی غذا صورت گیرد و ترکیبات قابل هضم به حد کافی در جیره غذایی گرانوله آنها وارد گردد، رشد و تکوین به خوبی انجام خواهد گردید. ولی با این وجود هنوز غذاهای زنده به خصوص برای لارو آبزیان دریایی در صورتی که با اندازه دهان، سرعت شنا و تراکم در دسترس آنها تطبیق داشته باشند، بهترین گزینه هستند.

میزان اسیدهای آمینه آزاد در تخم ماهیان پلاژیک ۴۰-۲۰٪ کل اسید های آمینه را به خود اختصاص می دهند حال آنکه در مورد ماهیان کفزی این میزان به ۴-۲٪ کل کاهش می یابند. در تخم های فاقد گلبولهای روغنی، اسید های آمینه به عنوان ذخیره اصلی آزاد، ۹۰-۴۰٪ تولید انرژی را در تغذیه اولیه بعهده دارد، حال آنکه در تخم ماهیانی که گلبولهای روغنی در زرده آنها وجود دارد، اسید های آمینه تنها ۱۰٪ نیاز انرژی تغذیه اولیه را تامین می کنند و بقیه انرژی توسط روغن تامین می گردد(Finn et al. 1995, 1996; Rønnestad et al., 1995). این نوع محاسبات می تواند در تخمین و ارزیابی تقریبی نیاز اولین تغذیه لارو ماهی به اسید های آمینه در متابولیسم انرژی بسیار کمک کننده باشند. از طرف دیگر اسید های آمینه در ساخت واحد های ساختمانی و فعالیت های فیزیولوژیکی بدن از جمله در ساختار پورین ها، هورمون ها، نروترانس میتر ها نقش اساسی دارند. بنابر این، کل نیاز اسید های آمینه باید با توجه به موارد فوق محاسبه گردد(Conceicao et al. 2003b). از طرف دیگر هر اسید آمینه یک نقش فیزیولوژیکی خاص خود را ایفا می کند.

محتوای چربی در تخم های گونه های مختلف ماهی، متفاوت هستند و از ۸ تا ۲۶٪ وزن خشک کل در نوسانند(Heming & Buddington, 1988) . از طرف دیگر ترکیبات چربی (کل چربی، رده های چربی و اسید های چرب) نیز متفاوت می باشند که بسته به شرایط دمایی اب محیط کشت آنها دارد.

در رابطه با ویتامین ها و مواد معدنی تخم نیز تفاوت های بین گونه های مختلف حسب زیستگاه های مختلفی که در آنها زندگی می کند، وجود دارد.

۳-۵- پروتئین و اسیدهای آمینه Amino acids & Protein :

اولین موضوع مهم ترکیبات غذایی کیفیت پروتئین جیره است. استفاده از پروتئین هیدرولیز شده با سطوح کم یا متوسط در تغذیه جایگزینی یا شیفت غذایی از گیاه خواری به گوشتخواری لارو آبزیان، نشان از بهبود رشد داشته است. در مورد لارو کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و باس دریایی اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) جایگزینی به ترتیب ۶۰ تا ۲۵۰ گرم پروتئین بر کیلو گرم غذا آنها با پروتئین هیدرولیز شده بهترین رشد را در بر داشت(Cahuet al. 1999; Carvalhoet al. 2004). در آزمایشی روی ماهی کاد (*Gadus morhua*)، استفاده از مکمل پروتئین پپتین هیدرولیز شده بیش از ۴۰۰ گرم در کیلو گرم پروتئین غذا، باعث بهبود نرخ بقا در مقایسه با لاروماهی هایی که از سطوح پایین تر این مکمل استفاده نموده بودند گردید حال آنکه ازمایش مشابه روی هالیبوت اتلانیک (*Hippoglossus hippoglossus*) چنین عملکرد بهبود یافته را با مکمل پروتئین هیدرولیز شده نشان نداد (Kvale و همکاران، ۲۰۰۹) استفاده از ۵۰۰ گرم پروتئین در کیلو گرم غذا در مورد چندین لارو ماهی ها آزمایش گردیده است (Kolkovski&Tandler 2000 که روی ماهی gilthead sea bream کار کردند، Carvalho و همکاران (۱۹۹۷) که روی ماهی کپور کار کردند ، Cahu و همکاران (۱۹۹۹) که روی ماهی *Dicentrarchus labrax*. نتایج کاملا با هم فرق داشت که به عواملی همچون اختلاف ظرفیت هضم و گوارش مرتبط باشد. اما نکته ای که در کنار نتایج یافت شد، نرخ بالای نشت پروتئین های محلول درآب بعضی غذاهای فرموله بود که از مجموع آزمایشات محققین بالا استخراج گردید (Hamre, 2006; Kvale et al., 2006).

یکی دیگر از تحقیقاتی که در مورد تغذیه لارو ماهی ها و از جمله ماهی خاویاری لازم است بیشتر مورد توجه قرار گیرد، نقش اسید های آمینه ضروری و یا آزاد در جیره غذایی است. کما اینکه Chen و همکاران (۲۰۰۴)، Pinto و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از مکمل اسید امینه سولفور دار تورین (Taurine) به عنوان ماده غنی ساز در روتیفر، باعث بهبود رشد در لارو ماهی های دریایی مورد مطالعه شدند. این اسید آمینه باعث افزایش تاخیر پروتئین (با بهره گیری از غذای زنده لیبل شده با کربن ۱۴) در بدنه لارو ماهی سنگالس گردید که متعاقب آن افزایش نرخ دگردیسی را در این ماهی بدست داد (Pinto et al. 2010).

Chen وهمکاران (۲۰۰۵) از سه سطح تورین در فلاندر ژاپنی (Paralichthys olivaceus) استفاده نمودند و دریافتند که با افزایش دوز این اسید امینه از ۰/۵ تا ۱/۷ گرم در کیلو گرم وزن خشک روتیفر، افزایشی در نرخ رشد این

ماهی بدست آمد. بعد از این محققین، افزایش سطح تا ۳ گرم در کیلو گرم روتیفر خشک نتایج بهتری را نشان نداد. همچنین قبلا اثر مثبت تورین بر دگردیسی ماهی نیز به اثبات رسیده بود.
مقدار پروتئین مورد نیاز برای رشد بهینه و بیشینه تاس ماهی سیبری و تاس ماهی سفید به ترتیب ۴۰٪ و ۵۰٪ می باشد.

حسینی و همکاران (۱۳۸۶) به بررسی احتیاجات غذایی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در مراحل انگشت قد (Fingerling) و دوران رشد (grow-out) پرداختند. در این مطالعه به منظور تعیین احتیاجات غذایی تاسماهی ایران با تاکید بر تاثیر مقادیر مختلف پروتئین، انرژی و روابط متقابل پروتئین به انرژی (P/E) بر روند رشد و ترکیب شیمیایی لاشه از مرحله بچه ماهی انگشت قد(fingerling) و دوره رشد (grow-out)، آزمایشی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل به روش فاکتوریل در سه فاز مطالعاتی به انجام رسید. در فاز اول (انگشت قد) تعداد ۹۶۰ عدد بچه تاسماهی ایرانی با وزن متوسط ۰/۱۱ ± ۱۰/۲۶ گرم در ۱۶ تیمار و ۴۸ تکرار با شانزده جیره غذایی حاوی چهار سطح پروتئین (۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درصد) 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 میلی‌گرم پروتئین در کیلوکالری) تغذیه شدند. در فاز دوم (مرحله اول دوران رشد) تعداد ۴۳۲ عدد بچه تاسماهی ایرانی با وزن متوسط ۱/۱۸۷ ± ۱۱۲/۲۵ گرم در۱۲ تیمار و ۳۶ تکرار با دوازده جیره غذایی حاوی سه سطح پروتئین (۴۰، ۴۵ و۵۰ درصد) 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 میلی‌گرم پروتئین درکیلوکالری) به مدت ۱۰۱ روز پرورش یافتند. درفاز سوم تعداد ۳۸۴ عدد تاسماهی ایرانی با وزن متوسط (۳/۵ ± ۸۰۳/۲۶) در قالب ۱۶ تیمار و ۳۲ تکرار با ۱۶ جیره غذایی بمدت۱۴۰ روز تغذیه شدند. در پایان هر دوره آزمایش۳۰ درصد از جمعیت ماهیان به طورتصادفی انتخاب و لاشه آنها جهت آنالیز پروتئین، چربی،رطوبت و خاکستر به آزمایشگاه ارسال شد. ضمنا شاخص هپاتوسوماتیک آنها اندازه گیری شد. نتایج پروژه بیانگر آن است که تاسماهی ایرانی بعد از گذر از مرحله سازگاری به غذای مصنوعی از روندرشد مناسبی برخوردار بوده و امکان پرورش این گونه در محیطهای محصور وجود دارد. با توجه به تجزیه و تحلیل آماری روند رشد و ترکیب لاشه، جیره ای حاوی (۴۰٪ پروتئین، ۲۰/۱ تا ۲۵/۹ درصد چربی با نسبت پروتئین به انرژی ۱۷/۸۶ میلی گرم در کیلوژول) تامین شده از منابعی با کیفیت مناسب ((آرد ماهی مرغوب، روغن جانوری (ترجیحا روغن ماهی) و روغن گیاهی (روغن آفتابگردن یا سویا)) جهت تغذیه این گونه در مراحل انگشت قد و دوران رشد توصیه می شود.

ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۳) به بررسی اثر مقادیر مختلف پروتئین و چربی بر شاخص های رشد و ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهی فیل پرداخته ۴۵ روز با جیره های آزمایشی ترکیبی پروتینی با سه سطح و چربی با چهار سطح به تغذیه انها می پردازند. بالاترین درصد افزایش وزن ، بهترین ضریب رشد، بازده پروتئین و کمترین ضریب تبدیل غذایی به ترتیب در جیره حاوی ۴۵ درصد پروتئین و ۱۴ درصد چربی بدست آمد.

انرژی Energy : اطلاعات کمی در مورد مصرف و توزیع انرژی ، میزان انرژی ترکیبات غذایی و نیاز انرژی ماهیان خاویاری تحت شرایط پرورشی وجود دارد. ۳/۲٪ تا ۵/۲٪ از انرژی غذا صرف تولید مدفوع می شود و با افزایش مقدار جیره روزانه مقدار هدر روی انرژی غذا به صورت ازت دفعی کاهش می یابد. در شرایط تغذیه با حداکثر جیره روزانه به طور متوسط ، ۶۴/۹٪ انرژی قابل متابولیسم صرف متابولیسم و ۳۵/۱٪ صرف رشد می شود.

٤-٥- لیپیدها و اسیدهای چرب Fatty acids & Lipids :

گرچه مطالعات زیادی در مورد چربی ها در جیره غذایی لارو آبزیان پرورشی انجام شده است، ولی نسبت فسفولیپیدها به لیپید های خنثی موضوع بسیار مهمی است که حتما باید مد نظر متخصصین علم تغذیه به خصوص در دوران لاروی آبزیان قرار گیرد. موضوعی که در مورد لارو ماهیان خاویاری کمتر مورد توجه بوده و لازم است در پروپوزال های بعدی محققین و دانشجویان بدان توجه شود. طرح آزمایشی dose response در مورد فسفولیپید ها بسیار کم مورد استفاده قرار گرفته است و بندرت در عنوان مقالات تحقیقاتی شاهد این موضوع هستیم. اگر فقط چربی به شکل تری اسیل گلیسیرول (TAG) ، در جیره غذایی لارو ماهی ها مصرف شود، (چیزی که بطور معمول استفاده می شود)، با تجمع آنها به شکل قطرات چربی در کبد و بافت روده، رشد و بقا ضعیفی در محصول نهایی بدست می آید که با افزودن فسفولیپید (PL) به جیره این مشکل حل می گردد ((Fontagne´ et al. 1998). نقش مهم PL در جیره غذایی به خصوص در دوران لاروی توسط Tocher و همکاران (۲۰۰۸)، Izquierdo and Koven (۲۰۱۱) بیان شده بود. فسفولیپیدها ترکیبات ساختمانی غشا زیستی هستند و برای رشد سریع لارو بسیار حیاتی می باشند. همچنین در هضم، جذب و انتقال چربی ها از روده به بقیه بدن دخیل هستند. شواهد عدیده ای وجود دارد که ماهی ها در دوران لاروی قادر به سنتز فسفولیپید ها، بر اساس نیاز بالای خود در شرایط رشد سریع، نیستند و حتما باید در غذای آنها به میزان کافی (متناسب با رشد سریع آنها) وجود داشته باشد (Izquierdo&Koven 2011). در مطالات بطور دقیق مشخص شده که ارگانل هایی که مسئول سنتز فسفولیپید ها هستند (شبکه آندوپلاسمیک صاف و زبر) بندرت در سلول گوارشی دوران لاروی ماهی ها دیده می شوند و این بدان معنی است که سنتز کافی این چربی مفید و لازم در این دوران بحد کافی صورت نمی گیرد(Sire et al. 1981; Caballero et al., 2006b).

Deplano و همکاران (۱۹۹۱) و Caballero و همکاران (۲۰۰۲ و ۲۰۰۶) با جدا سازی میکروزوم از سلولهای گوارشی نشان دادند که در ماهی gilthead seabream، سنتز فسفولیپید بطور اصلی از مسیر گلیسرول ۳ فسفات انجام می شود که فعالیتش در رژیم غذایی پرچرب دستخوش تغییر می شود. بعلاوه، محدودیت ها در نرخ سنتز PL، سیستم را مجبور به سنتز لیپوپروتئین می نماید(Liu et al. 2002). به همین دلیل افزودن ۲۰ گرم فسفولیپید لستین سویا در کیلوگرم غذای خشک (DM) به شکل ذرات میکرونی برای ۱۵ روز بعد از تفریخ لارو بریم

دریایی سر آبششی، البته در جیره ای که ۲۲۰ گرم چربی در کیلو گرم غذای خشک دارد، بطور معنی داری باعث افزایش ذرات لیپوپروتئین در لامینا پروپریا (لایه بافت همبند زیر بافت پوششی در لوله گوارش) شده و خود باعث افزایش انتقال و مصرف چربی های غذا و نهایتا بهبود رشد می گردد (Liu et al. 2002). میزان نیاز به فسفولیپید به سن و درجه تکوین سیستم گوارشی لارو ماهی بر می گردد (Kanazawa 1993; Izquierdo&Koven 2011).به همین دلیل، چندین نویسنده رشد کم ماهی بریم دریایی را بدلیل کمبود فسفولیپید جیره غذایی آن نسبت داده اند (مثلا Liu و همکاران (۲۰۰۹) میزان ۷۱ گرم فسفولیپید در کیلو گرم غذای خشک در صورتی که کل چربی آن غذا ۲۲۰ گرم در کیلو گرم غذای خشک باشد را مناسب دانستند و کمتر از آن را دلیل کاهش رشد دانسته اند) البته این میزان زمانی است که سیستم گوارش لارو کاملا تکوین یافته باشد (یعنی ۲۶ تا ۳۶ روز بعد از تفریخ) رشد بهینه را سبب می شود (Koven et al., 1993; Liu et al., 2002). سطوح ناکافی فسفولیپید در جیره غذایی (۲۳/۷ گرم فسفولیپید در کیلو گرم غذای خشک در صورتی که کل چربی غذا ۱۷۸/۵ گرم در کیلو گرم غذای خشک باشد (Salhi et al., 1997) باعث افزایش تجمع قطرات چربی در سلولهای گوارشی لارو ماهیان دریایی که از مقادیر کم فسفولیپید تغذیه نموده بودند، گردید (Salhi et al., 1999; Morais et al., 2005b) که به نوع، مقدار فسفولیپید جیره و میزان NL(neutral Lipid) ارتباط و وابستگی نشان دادند.

فسفولیپید ها علاوه بر بهبود رشد و بازماندگی، باعث افزایش مقاومت به تنش ها شده، باعث تکوین سیستم اسکلتی، دگردیسی و پیگمنتاسیون با راندمان بالاتر در لارو ماهی flatfish می شود (Kanazawa et al. 1981; Kanazawa 1993; Fontagne et al., 2000a,b; Weirich&Reigh, 2001; Koven, 2003; Zambonino-Infante&Cahu, 2007; Hamza et al., 2008; Ebrahimnezhadarabi et al., 2011).

آز آنجا که فسفولیپیدها حاوی دامنه وسیعی از ترکیباتی است که از اسید های چرب مشتق شده اند، اثرات انها در زیست دوران لاروی ماهی ها می تواند به تک تک ترکیبات موجود در آنها وابسته باشد. به عنوان مثال، قسفاتیدیل کولین (PC) اصلی ترین محصول سنتز فسفولیپید در سلولهای گوارشی ماهی است(Caballero et al., 2006a) که ابتدا باعث القا سنتز apolipoprotein B در مقادیر بالا می شود و سپس باعث القا سنتز بقیه تیپ های فسفولیپیدی می شود (Field & mathur, 1995).

افزایش سنتز لیپوپروتئین خود مسئول بهبود رشد ناشی از اثر فسفاتیدیل کولین است که با آزاد شدن جریان انرژی از موکوس روده بدرون خون است این افزایش سنتز لیپوپروتئین حاصل می گردد (Seiliez et al., 2006). به همین دلیل است که در لارو برخی گونه های آبزیان، فسفاتیدیل کولین نسبت به رده های محتلف فسفولیپیدی اثر بیشتر و بهتری بر روند رشد از خود نشان می دهد(Geurden et al., 1997, 1998; Hadas et al., 2003) و می تواند باعث افزایش فعالیت تغذیه و غذاخوری نیز گردد (Koven et al., 1998). فسفاتیدل اینوزیتول (PI) دارای دامنه وسیعی از اشکال و فعالیت ها درون سلول و در ضمن در ساختار غشا سلولی نیز نقش مهمی دارد. بنابر این، فسفاتیدیل اینوزیتول به عنوان یک پیش ساز دومین پیغامبر(به شکل اینوزیتول تری فسفات IP3) عمل

کرده و تنظیم کننده ورود یونهای کلسیم از شبکه آندوپلاسمی بدرون سلول است (Cahu et al., 2003b; Tocher et al., 2008). همچنین این ترکیب عاملی است که همچون یک قلاب در غشا سلولی باعث آویخته شده تعداد زیادی از پروتئین ها سطحی سلول به خود می شود. بنابر این، PI در فرآیند کنترل زیستی سیستم سیگنال دهی سلول در دوران اولیه تکوین مهره داران (از جمله ماهی ها) درگیر است(Berridge & Irvine, 1989). اثر این ترکیب بر تکوین مرحله لاروی آبزیان هنوز خوب مورد بررسی قرار نگرفته و به خصوص در مراحل لاروی ماهیان خاویاری نیاز است تا بدقت مورد مطالعه قرار گیرد. Sandel وهمکاران (۲۰۱۰) چهار نوع ترکیب غذایی با نسبت های مختلف فسفاتیدیل کولین به فسفاتیدل اینوزیتول و یک نوع جیره تجاری (آرتمیا ۱۰۰٪ غنی شده) به لارو های ۲۰ تا ۳۴ روز بعد از تفریخ ماهی بریم دریایی خوراندند. عملکرد تکوین لارو ها در روز ۴۰ بعد از تفریخ (نرخ رشد) و ۶۷ و ۱۴۱ روز بعد از تفریخ (بقا، رشد و نرخ ناهنجاری) آنالیز گردیدند. بالاترین نسبت PC/PI که کمترین PI را در خود داشت به عنوان کنترل انتخاب گردید. نتایج هیچ اثر مثبتی از این نسبت ها را نشان نداد. Cahuو همکاران (۲۰۰۳) مروری بر اثرات برخی ترکیبات غذایی بر روند تکوین سیستم اسکلتی لارو ماهیان دریایی داشتند و دریافتند که در باس دریایی سطح ۱۶ میلی گرم بر کیلوگرم ماده غذایی PI میکرونی در جیره در مراحل اولیه تغذیه مصرف شده و این خود باعث جلوگیری از بروز ناهنجاری های دوران لاروی می شود.

از طرف دیگر نوع اسید های چربی که می توانند به فسفاتیدیل اینوزیتول بچسبند نیز باید مورد توجه باشند که با توجه به اینکه لارو ماهیان دریایی شکارگر کوپه پودا هستند ، مقادیر غنی فسفولیپید ها در شکل اسید های چرب غیر اشباع بلند امگا سه از این طریق به بدن آنها می رسد. به عنوان مثال، در لارو ماهی ayu(Plecoglossus altivelis) فسفولیپید حاصل از تخم بدلیل غنی بودن از امگا سه در مقایسه با فسفولیپید حاصل از منابع گیاهی بیشتر و بهتر باعث بهبود رشد و بقا گردید. توضیح ممکن برای آن وجود محتوای اسید های چرب ضروری در این منبع فسفولیپیدی است(Hamre, et al., 2013).

Salhi و همکاران (۱۹۹۹) لارو بریم دریایی سر آبششی از روز ۱۱ بعد از تفریخ تا روز ۲۸ را با میکرو ذرات غذایی حاوی محتوای چربی یکسان (بین ۱۷۱ تا ۱۷۸ گرم چربی در کیلو گرم غذای خشک)، فسفولیپید (۲۴ تا ۲۸ گرم فسفولیپید بر کیلو گرم غذای خشک) و اسید های چرب ضروری (DHA به میزان ۹ گرم برکیلو گرم غذای خشک، EPA به میزان ۶ گرم بر کیلو گرم غذای خشک، آراشیدونیک اسید به میزان ۰/۵ گرم بر کیلو گرم غذای خشک) تغذیه کردند ولی از نظر فسفولیپیدی از دو منبع اسکوئید و سویا با هم فرق داشتند. نتایج طول و وزن لارو ماهی آنها بطور معنی دار اختلاف نشان داد بدین صورت که لارو هایی که از فسفولیپید غنی از امگا سه ها تغذیه شده بودند بهترین طول وزن را نشان دادند. اخیرا، جایگزینی غذایی ۲ گرم بر کیلو گرم غذای خشک لستین سویا (در جیره حاوی ۲۱۳ گرم چربی بر کیلو گرم غذای خشک، ۲۵ گرم فسفولیپید بر کیلو گرم غذای خشک، ۲۴ گرم DHA بر کیلو گرم غذای خشک) توسط فسفولیپید کریل (با ویژگی محتوای

چربی ۲۰۸ گرم بر کیلو گرم غذای خشک، ۲۷ گرم فسفولیپید بر کیلو گرم غذای خشک و ۳۵ گرم DHA بر کیلو گرم غذای خشک) باعث بهبود رشد (وزن، طول سلامت لوله گوارش و افزایش بهره وری هپاتیکی از چربی جیره غذایی) در لارو بریم دریایی گردید.

علیرغم اهمیت فسفولیپید ها، اطلاعات کمی در خصوص Dose Response تعیین نیازمندی های غذایی آن وجود دارد. Cahu و همکاران (۲۰۰۳) مطالعه ای را در این زمینه انجام دادند که در آن پنج سطح فسفولیپید در غذاهای با چربی یکسان (۱۱۶-۲۷ گرم فسفو لیپید بر کیلو گرم وزن غذای خشک، با چربی کل ۲۵۶ گرم در کیلو گرم غذای خشک) استفاده نمودند و نتیجه گرفتند که بالاترین سطح فسفو لیپید بهترین عملکرد و کمتریت ناهنجاری اسکلتی را بدست داد. چنین نتایج مشابهی را Hamza و همکاران (۲۰۰۸) بر روی ماهی پرچ(Pikeperch= Sander lucioperca) بدست آوردند. از طرف دیگر و برخلاف محققین قبلی، Geurden و همکاران (۱۹۹۸) افزایش نرخ ناهنجاری در لارو کپور معمولی را ناشی از افزایش سطح فسفولیپید جیره قلمداد نمودند.

Tocher و همکاران (۲۰۰۸) بعضی از نکات برجسته در تعیین نیاز فسفولیپید در لارو آبزیان پرورشی را چنین فهرست نموده اند:

غذاهای پلت شده برای لارو ماهیان دریایی مناسب نیستند و از طرف دیگر غذاهای سنتی(غذاهای زنده) بدلیل محتوای کم فسفولیپیدی خود نامناسب و غنی سازی آنها نیز سخت و هزینه بر است.

هم غذاهای پلت و هم میکروغذاها، مشکل دلپذیری کم را دارند

اگر چه فسفولیپید تجاری آماده (لستین) در دسترس است، ولی خیلی خالص نیستند و محتوای متغییری از فسفولیپید را در خود دارند همچنین از نظر اسید های چرب تیز بسیار تفاوت نشان می دهند

دسترسی به فسفولیپید خالص نیز بسیار کم، معدود و پر هزینه است، اگر چه در آزمایشگاه قابل خالص سازی است

جایگزینی گروه های لیپیدی با توجه به ترکیبات متفاوت فسفولیپیدی و اسید های چرب کنترل نهایی را سخت می نماید

با این مقدمه، اگر چه مطالعات زیادی در خصوص فسفولیپیدها انجام شده ولی:

هنوز میزان نیازمندی فسفو لیپید برای گونه های مختلف و به خصوص در مورد مرحله لاروی آنها با توجه به سن و تکوین سیستم گوارشی آنها از یک طرف و منابع فسفولیپیدی از طرف دیگر بدقت اندازه گیری و محاسبه نشده است

به منظور تعیین کیفی نیازمندی لارو آبزیان به نوع فسفولیپید و تعیین بهترین شرایط تغذیه ای نیز هنوز شکاف هایی وجود دارد

۵-۵- اسید های چرب ضروری

در خصوص اثرات اسید های چرب ضروری بر رشد، بقا، رفتار و فعالیت های زیستی آبزیان و ماهیان دریایی مطالعات گسترده ای صورت گرفته است، با این وجود هنوز مطالعات دقیق کمی نیاز به هر اسید چرب در مراحل تکوین لاروی گونه های مختلف آبزیان و به خصوص ماهیان دریایی انجام نشده و یا بسیار محدود می باشند. این نکته حائز اهمیت است که هر اسید چرب ضروری ممکن است برای گونه های مختلف لارو آبزیان درجات مختلف اهمیتی را داشته باشد(Dantagnan et al. 2010).

تاثیر میزان اسید های چرب امگا سه بلند زنجیره (HUFA) در روتیفر، آرتمیا و یا غذاهای ذره ای در مورد آبزیانی چون توربوت (Gatesoupe & Le Milinaire 1985)، بریم دریایی قرمز (Pagrus major; Izquierdo et al. 1989)، بریم دریایی سر آبششی (Koven et al. 1990; Rodrıguez et al. 1994; Salhi et al., 1994)، و پروگی قرمز(Pagrus pagrus; Roo et al., 2009) و همچنین تاثیر آنها در التهاب کیسه شنای بریم دریایی سر آبششی (Koven et al. 1990) مطالعه شده است. همچنین اثر آنها در تنش های ناشی از جابجایی (Activity test) در چندین گونه چون بریم قرمز (Izquierdo et al., 1989)) و سر آبششی (Montero et al. 1998) مطالعه شده است. این ترکیبات بلند زنجیره بر فعالیت شناگری، تغذیه و رفتار فرار(Izquierdo 1996; Benı´tez-Santana et al. 2007) و باز جذب آب در بریم قرمز (Izquierdo et al., 1989; Watanabe et al., 1989; Rodriguez et al., 1994.) و لارو ماهی بریم سر آبششی(Koven et al. 1990)) و تکوین سیستم اسکلتی آن ماهی (Villeneuve et al. 2005a; Roo et al. 2009) و همچنین بر رنگدانه سازی ماهی پهن (Rainuzzo et al. 1997; Hamre & Harboe, 2008b) تاثر گذار هستند.

در خصوص نیازمندی ماهیان دریایی به اسید های چرب ضروری اطلاعات خیلی تکمیل نشده است. Izquierdo وهمکاران (۱۹۸۹) نتیجه گرفتند که غنی سازی روتیفر و آرتمیا با ۹-۶ سطح مختلف HUFA امگا سه میزان نیازمندی بریم دریایی قرمز به این ترکیبات را مشخص نمود. مثلا در آزمایش مقاومت به تنش در این ماهی روتیفر غنی شده با دامنه های ۱۹/۷-۴/۷٪ HUFA چربی در صورتی که کل چربی روتیفر خشک ۲۰۰ گرم در کیلو گرم بود، بهترین رشد، بقا و مقاومت در سطح HUFA ۱۵٪ چربی یعنی ۳/۵٪ امگا سه HUFA از وزن خشک شامل ۷٪ DHA کل چربی و ۶/۴٪ EPA کل چربی بدست آمد. همچنین مشخص شد که هر دو اسید چرب DHA و EPA برای بهبود بقا ضرور یهستند ولی فقط DHA قادر به ایجاد بهترین رشد است (Watanabe et al., 1989).

در مورد نیاز به آراشیدونیک اسید(ARA) لارو ماهی بریم سر آبششی، زمانی که از سطوح مختلف آراشیدونیک اسید ولی سطوح ثابت HUFAامگا سه و نسبت ثابت DHA/EPA تغذیه شدند، ۱٪ آراشیدونیک از غذای خشک در غذای حاوی ۱۶۶ گرم چربی بر کیلو گرم غذای خشک بهترین پاسخ را در بر داشت (Bessonart et al. 1999). در مورد نسبت بهینه EPA/ARA، نرخ ۴ توسط Atalah و همکاران (2011a, b) بدست آمد. در مورد لارو ماهی خاویاری ایرانی (حافظیه ، ۱۳۸۸) بهترین سطوح DHA، EPA و ARA را بدست آوردند که هم باعث رشد و بازماندگی بهتر گردید و هم به مقاومت بیشتر در تنش شوری انجامید. با این وجود هنوز

برخی نایافته ها در مورد نیازمندی های واقعی لارو ماهیان خاویاری به اسید های چرب غیر اشباع بلند زنجیره و یا بطور کلی اسید های چرب ضروری و نسبت های دو به دو آنها وجود دارد که می تواند در لارو پروری موفق و اقتصادی این ماهیان چه در امر آبزی پروری و چه در روند بازسازی ذخایر این ماهیان ارزشمند به دریای خزر کمک شایانی نماید به خصوص آنکه رودخانه ها بسیار آلوده هستند و بستر تکثیر طبیعی مولدین این ماهیان به هم خورده و تخریب شده است و چنانچه غنی سازیهای این اسید های چرب ضروری به همراه غنی ساز ی ویتامین ها به بهترین شکل ممکن و با کامل ترین روند انجام گیرد موفقیت تضمین شده خواهد بود. کمبود این اسید های چرب می تواند منجر به برخی ناهنجاری ها از جمله نابسامانی در ساخت رنگدانه ها در ماهی پهن ناشی از کمبود آراشیدونیک اسید ((20:4 n-6) بوده است(Este´vez & Kanazawa 1995; Sargent et al., 1997; Naess & Lie, 1998; Estevez et al., 1999; Shields et al., 1999; Copeman et al., 2002; Villalta et al., 2005a; hamre et al., 2007). مطالعات نشان داده که گروه اسید های چرب ایکوزانوئید ها در تکوین رنگدانه ها بسیار موثر هستند و آراشیدونیک اسید به عنوان پیش ساز این اسید های چرب مهمترین نقش را خواهد داشت (Mc Evoy et al., 1998; Este´vez et al. 1999; Copeman et al. 2002; Villalta et al., 2005a). موضوع تاثیر اسید های چرب ضروری نه تنها در ساخت رنگدانه ها در ماهیان خاویاری بلکه در فرآیند و فعالیت تکوین، رشد و توسعه سیستم اسکلتی و عضلانی و سیستم عصبی نیز موضوعاتی هستند که نیاز مند توجه جدی بدان است و متاسفانه هنوز انجام نشده است. در مطالعات تعیین نیازمندی به روش Dose response ضروری است که فاکتورهای زیستی در کنلار فاکتور های غیر زیستی اثر سنجی شوند، بعبارت بهتر این فاکتور ها بر همکنش هایی دارند که گاه نتایج نهایی داده ها را دستخوش تغییراتی شگرف می نمایند. شوری، دما، اضافه نمودن آب سبز، تراکم پذیری سیستم کشت، و ارتباط بین سایر ترکیبات غذایی همچون آنتی اکسیدان ها و ویتامین ها با ۵ ترکیب اصلی غذا باید بدقت بدست آید و این موضوع در مورد تغذیه لارو ماهیان خاویاری نیازمند ده ها و بلکه صد ها طرح تحقیقاتی است که هنوز انجام نشده است.

تاس ماهیانی که با جیره حاوی ۲۵/۸٪ تا ۳۵/۷٪ چربی تغذیه شده بودند، رشد سریع و راندمان تغذیه بالاتری را نشان دادند که می تواند مبین این موضوع باشد که این ماهیان می توانند جیره های با چربی تا سطح ۳۵/۷٪ را به طورموٴثر مصرف کنند.

نجفی پور مقدم و همکاران (۱۳۹۰) اثر لسیتین را بر شاخص های رشد و ویژگی های خونی بچه تاسماهی سیبری مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمایشات ۸ هفته ای آنها نشان داد که لسیتین به میزان ۷/۵ ٪ جیره بطورمعنی داری بر شاخص های رشد این ماهی اثر مطلوب بجا گذاشت. از شاخص های هماتولوژیک، میزان هموگلوبین و هماتوکریت نیز در تیمار تغذیه شده با ۷/۵ ٪ لسیتین بیشترین مقدار را بدست داد. لذا توصیه شده است که در تغذیه بچه تاسماهی سیبری از لسیتین استفاده شود.

٦-٥- کربوهیدرات ها Carbohydrates:

توانایی تاس ماهی سفید برای مصرف کربوهیدرات ها با سایر گونه های ماهی تفاوت دارد. تاس ماهی سفید، D- گلوکز و مالتوز را بهتر از دکسترین ، نشاسته خام ذرت ، فروکتوز ، سوکروز و لاکتوز مصرف می کند. علاوه بر این مصرف D – گلوکز و نشاسته خام ذرت در تغذیه مداوم در مقایسه با تغذیه وعده ای بهبود می یابد.

۷-۵- ویتامین ها Vitamins:

اطلاعات تعیین نیازمندی لارو آبزیان پرورشی به ویتامین ها از روش Dose Response بسیار محدود و معدود است. ویتامین A در بینایی، رشد، تکوین استخوانها، تولید مثل و حفظ و نگهداری بافتهای پوششی لارو آبزیان پرورشی بسیار درگیر است. بدیهی است که کمبود آن و یا در نظر نگرفتن آن می تواند صدمات جبران ناپذیری را به آبزی پروری موفق وارد نماید. به خصوص در دو موضوع سیستم اسکلتی و بینایی که مورد توجه بسیاری از نویسندگان قرار گرفته است(Dedi et al., 1997; Estevez & Kanazawa, 1995; Villeneuve et al., 2005a).

در مورد ویتامین ث به اعتقاد Merchie وهمکاران (۱۹۹۷)، غذاهای زنده به حد کافی این ویتامین را دارند (۶۰۰-۴ میلی گرم در کیلو گرم) که چندان نیازی به غنی سازی ندارند. با این وجود غنی سازی تا ۲۵۰۰ میلی گرم در کیلو گرم می تواند جلو اثر بسیاری از تنش ها را بگیرد(Kolkovski et al., 2000). تک به تک ویتامین ها باید مورد ارزیابی قرار گیرند تا نه تنها نیازواقعی بدانها تعیین گردد بلکه عوارش ناشی از کمبود آنها نیز باید بدقت مورد مطالعه قرار گیرد. در مورد لارو ماهیان خاویاری تنها به چند ویتامین بسنده شده است و بقیه هنوز منتظر بررسی و تحقیق هستند. ویتامین ها با توجه به گستره فعالیت های زیستی، فیزیولوژیکی و کوآنزیمی از اهمیت زیادی برخوردار هستند و در یک تجربه آبزی پرور ی (یا لارو پروری) موفق نیازمند توجه جدی هستند. این موضوع در مورد ویتامین K بسیار جدی تر و لازم الاجرا تر است.

اخیراً نیاز ماهیان خاویاری به سه ویتامین (کولین ، ویتامین C ، ویتامین E) ویک ماده معدنی (سلنیوم) تعیین شده است. جیره های ماهیان پرواری Grow-out Diet: هیچ جیره استاندارد عملی برای تاس ماهیان در حال رشد در ایران وجود ندارد. چند جیره غذایی به وسیله پرورش دهندگان و کارخانه های غذا سازی تهیه شده است ولی این جیره ها هنوز در مرحله تحقیقاتی قرار دارند. بسیاری از پرورش دهندگان تاس ماهیان از جیره های تجاری شرکت بیومار فرانسه موجود در بازار استفاده می کنند. ویا از جیره های آزاد ماهیان با اعمال تغییرات یا بدون تغییرات استفاده می کنند.

تاتینا و همکاران(۱۳۹۱) پس از بررسی تاثیر ویتامین های C و E بر شاخص های رشد و بقا ماهی استرلیاد پرورشی نشان دادند که هر چند بهترین وزن بدست آمده در تیمار غنی شده با ۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم ویتامین ث و فاقد ویتامین E بود ولی بالاترین سرعت رشد، رشد ویژه، شاخص وزن، بازده غذایی و نرخ کارآیی پروتئین در تیمار ۱۰۰ میلی گرم ویتامین ث و ۴۰۰ میلی گرم ویتامین E در کیلو گرم جیره بدست آمد.

فلاحتکار(۱۳۸۴) با بررسی اثر سطوح مختلف ویتامین C(صفر،۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۸۰۰ و mg/kg ۱۶۰۰) به مدت ۸ هفته بر فیل ماهی(*Huso huso*) بین تیمارهای تغذیه کرده از جیره های حاوی ویتامین C در سطوح ۲۰۰ و ۸۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم و تیمار شاهد(صفر میلی گرم بر کیلو گرم) از نظر FCR, SGR و PER در مدت چهار هفته اول اختلاف معنی داری را گزارش نمودند. در صورتی که در هفته هشتم هیچ اختلاف معنی داری از لحاظ رشد بین تیمارها مشاهده نکرد.

اویسی پور (۱۳۸۵) از دافنی غنی شده با ویتامین C و روغن کبد ماهی کاد در زمانهای مختلف برای تغذیه لارو ماهی قره برون استفاده نمود که نتیجه گرفت غنی سازی دافنی با روغن ماهی و ویتامین C موجب افزایش معنی دار اسید های چرب ضروری و ویتامین C در دافنی شده ، زمان ۶ ساعت بهترین زمان غنی سازی دافنی است و دافنی غنی شده با روغن ماهی و ویتامین C باعث افزایش معنی دار رشد و زنده مانی لارو تاسماهی ایرانی می شود.

۸-۵- مواد معدنی Minerals:

در این مورد نیز اطلاعات جهانی بسیارمعدود است. در ایران میزان نیاز لارو ماهیان خاویاری در چند مورد معدود (کلسیم، سدیم و پتاسیم) از مواد معدنی محاسبه و اندازه گیری شده است ولی در مورد بقیه مطالعه و تحقیق ضروری است. بر اساس مستندات مطالعه بر روی مواد معدنی در تغذیه لارو آبزیان پرورشی از سال ۲۰۰۵ شروع شده است که مشخص می کند این تیپ مطالعات در جهان نیز بسیار جدید است. Hamre و همکاران (2008b) نشان دادند که مواد معدنی در پیکره روتیفردر مقایسه با کوپه پودا بسیار کم است حتی میزان سلنیوم روتیفر زیر خط تعیین شده توسط NRC(2011) برای ماهی است. در مورد مواد معدنی و تعیین نیازمندی واقعی آبزیان پرورشی به خصوص در دوران لاروی، مشکل وجود برخی از مواد در آب محیط کشت آبزی و همچنین دستیابی زیستی به برخی از آنها مطالعات را بسیار مشکل نموده است. همچنین این نیاز در دوران لاروی بسیار با دوران جوانی و بلوغ تفاوت خواهد داشت که می تواند بدلیل مهاجرت، تغییر در میزان نیاز، و یا شرایط فیزیولوژیک رشد یا تولید مثلی آنها است.

محسنی و ستوده(۱۳۹۲) به اثر۱۲ هفته ای سطوح مختلف سلنیوم به همراه مس بالا در جیره غذایی بچه فیل ماهی پرورشی اشاره نمودند که مشخص شد غلظت مس و سلنیوم کبد رابطه مستقیمی با غلظت این دو در کبد ماهی دارد . از طرفی سطوح مناسب مس و سلنیوم اضافه شده به جیره موجب کاهش استرس و بهبود پاسخ های ایمنی ماهی گردید.

زرج آبادی و سوداگر (۱۳۸۸) تاثیر سطوح مختلف نمک در جیره غذایی فیل ماهی پرورشی جوان را مورد آزمایش قرار داده و اثرات ان بر شاخص های رشد و بقا ماهی را مورد مطالعه قرار دادند. سطوح نمک افزوده به غذای پایه که غذای قزل آلا بود شامل صفر، ۰/۵، ۱ . ۱/۵ درصد وزن جیره و مدت زمان آزمایش ۳۳ روز

طراحی گردید. نتایج نشان داد که چنانچه به اندازه ۰/۵ درصد جیره غذایی پلت قزل آلایی مورد استفاده بچه فیل ماهی نمک اضافه گردد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، عملکرد غذا و FCR و در نهایت شاخص قیمت بطور معنی داری مطلوب تر از سایر تیمارها خواهد بود. البته بقا ارتباطی را با نمک افزودنی به غذا نشان نداد.

یک جیره غذایی برای ماهیان خاویاری در جدول ٤١ تنظیم شده است

عناصر	فعالیت	در ماده ای این عناصر یافت می شود
کربوهیدرات	منبع انرژی	محصولات غلات
چربی/روغن	منبع انرژی	روغن های گیاهی و یا روغن ماهی
پروتئین بافت هایی چون پوست، عضله و...	واحد های ساختمانی برای ایجاد	گوشت و ماهی بالاترین منبع پروتئین و یا گیاهان با منابع پروتئین کمتر
نمک های مواد معدنی واکنش های نگهدارنده بدن	در ساختار استخوانها، سلول و در	منابع این مواد گوناگونند
ویتامین های محلول در چربی		
ویتامین A(رتینول- رتینال)	بینایی، پوست، استخوان رشد دندان، ایمنی و تولید مثل	کبد، روغن کبد ماهی
D کلسیفرول کلسیم و فسفر	بهبود رسوب در استخوانها و جذب و سایر ماهی های روغنی	روغن کبد ماهی کاد،سالمون، ساردین
E توکوفرول	آنتی اکسیدانت، تنظیم کننده واکنش اکسیداسیون سویا،تثبیت غشا سلولی	روغن های گیاهی
K فیلوکینون تنظیم کلسیم خون	ساخت پروتئین های لخته خون،	کبد
ویتامین های محلول در آب		
B1 تیامین	انرژی متابولیسم و فعالیت های عصبی	کبد و مخمرها
B2ریبوفلاوین	انرژی متابولیسم، بینایی طبیعی و سلامتپوست	کبد و ماهی

B6 پیروکسین	متابولیسم اسید های آمینه و چرب، تولید RBC	ماهی
B5 پنتوتنیک	انرژی متابولیسم	در بیشتر غذاها
B3 نیاسین (نیکوتینیک اسید)	انرژی متابولیسم، سلامت پوست، سیستم عصبی و گوارشی	گوشت، کبد، عصاره مخمر
B12سیانوکوبالآمین	ساخت سلول های جدید، کمک به شکستن اسید های چرب و امینه و حافظ سلولهای عصبی	ماهی و کبد
H بیوتین	انرژی متابولیسم، ساخت چربی، متابولیسم اسید های چرب و آمینه های روده ساخته می شود	مخمر، کبد، همچنین توسط باکتری
C آسکوربیک اسید	سنتز کلاژن، متابولیسم اسید های آمینه، کمک به جذب آهن و سیستم ایمنی، انتی اکسیدانت	میوه ها و سبزیجات
M یا Bc فولیک اسید	تشکیل گویچه گلبول های قرمز	کبد و مخمر

در شروع تغذیه ماهیان خاویاری باید از غذاهای با اندازه ۲ میلیمتر قطر و به صورت پلت فرو رونده استفاده کنند. و بتدریج با رشد از پلت های فرو رونده ۳ و ۴/۵ میلیمتری استفاده می کنند. این غذاها باید ۴۴٪ پروتئین، ۲۰٪ روغن، ۶/۵٪ خاکستر، ۱/۷ ٪ فیبر و به اندازه کاهی ویتامین ها به خصوص ویتامین A,C,D3 و E داشته باشند. ترکیبات مورد استفاده برای تهیه این نوع غذا، پودر و روغن ماهی، پودر سویا برشته شه، گلوتن ذرت، گندم به عنوان ماده همبند، پرمیکس ویتامین و مواد معدنی، ویتامین A به مقدار ۱۵۰۰۰ واحد بین المللی برکیلو گرم ، ویتامین C حدود ۲۰۰ میلی گرم بر هر کیلوگرم، ویتامین d3 به مقدار ۲۰۰۰ واحد بین المللی بر هر کیلو گرم و ویتامین E ۳۰۰ میلی گرم در هر کیلو گرم غذا خواهد بود. با رشد ماهی از غذاهای پلت فرو روند با اندازه ۶ و ۸ میلیمتری باید استفاده نمود. در این شکل غذا باید دارای ۴۲٪ پروتئین، ۱۸٪ روغن،۹ خاکستر، ۱/۷٪ فیبر و ویتامین های گفته شده به مقدار کافی باشد. مواد مصرفی همان موارد گفته شده خواهد بود

اندازه پلت و اندازه ماهی مصرف کننده :

۲ میلیمترغذای شروعی ماهی خاویاری با ۱۰تا ۲۰ سانتیمتر طول

۳ میلیمتری برای ماهی ۳۶-۲۰ سانتیمتر

۴/۵ میلیمتری برای ماهی ۵۰-۳۰ سانتیمتر

۶ میلیمتربرای ماهی ۶۱-۳۶ سانتیمتر

و پلت ۸ میلیمتری برای ماهی بالای ۶۱ سانتیمتر

در برخی ماهیان خاویاری بدلیل اندازه دهان کوچکتر (Stellatus= *Acipenser staellatus*) و (Sterlets= *Acipenser ruthenus*) باید از سایز های کوچکتر پلت استفاده نمود.

۹-۵- تغذیه بچه ماهیان یک تابستانه

از آنجایی که بچه ماهیان بستر در مراکز تکثیر و پرورش عمدتا از غذای طبیعی تغذیه کرده و این غذا در رژیم غذایی ماهیان بزرگ نر نقش مهمی بازی نمی کند، در فن آوری پرورش متراکم ، یک روز پس از انتقال ماهیان، تغذیه اختصاصی آنها را شروع می کنند. در طول دوره تغذیه، غذادهی باید روزانه چند بار و در چند نقطه از استخر انجام شود و بررسی دقیق از چگونگی مصرف غذا و وضعیت ماهیان بعمل آید. زیرا مشخص شده که با کم کردن جیره روزانه، مدت زمان و میزان تغذیه کاهش می یابد(Greshanovich and Taufik, 1992). مقدار غذایی که در روزهای اول به ستخر داده می شود کمی بیشتر از حد عادی بوده و به اندازه ۲۰-۱۰٪ وزن بدن ماهیان است.

غذای مورد استفاده شامل ماهیان خرد شده تازه است که مواد مغذی آن نسبت به گوشت چرخ کرده، طحال و سایر مواد غذایی به نسبت کمتری در آب شسته می شود. از آنجایی که ممکن است ماهی های کم ارزش تازه همیشه در دسترس نباشند، می توان از ماهیان پرورشی معمولی استفاده نمود. در این حالت تلفات ابتدای دوره پرورش کاهش یافته و درصد بقا افزایش می یابد. برای تراکم ۲۰ هزار ماهی بستر ۵-۳ گرمی در هکتار، روزانه حدود ۱۰ کیلو گرم ماهی مورد نیاز است. این کار بدلیل کاهش میزان تلفات ماهیان جوان که اغلب از نقاط دور دست انتقال یافت هاند از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است.

بار رشد ماهیان یک تابستانه، اندازه غذا افزایش یافته و در اواسط یا اواخر تابستان می توان از ماهیان ریزتری مانند کیلکا و ماهی پهلو نقره ای به شکل کامل استفاده کرد. بیشترین افزایش وزن و مصرف غذایی در اواخر تابستان دیده می شود.

۱۰-۵- تغذیه بسترها

موثرترین غذا برای بسترهای مسن، ماهیان کوچک چون کیلکا و ماهی پهلو نقره ای هستند که ارجحیت بیشتری برای بسترهای داشته، اتلاف مواد غذایی آن کم تر بوده و هزینه تدارکات کمتری را نیاز دارند. ماهیان کم ارزش و تازه را باید به عنوان غذای بستر در نظر گرفت. انواع ماهی یخ زده کامل یا خرد شده، ماهی پخته و غذاهای مخلوط ماهی، گوشت و آرد استخوان، توسط بسیاری از پرورش دهندگا تاسماهی پیشنهاد شده است.

ترکیب غذای مخلوط در استخرها متفاوت است. زیرا دستورالعمل مشخصی جهت فرموله کردن آنها وجود ندارد. مصرف چنین غذایی بالا نبوده وماهیانی که از این غذاها استفاده می کنند، بقای کمتر و رشد کندتری را نشان می دهند. قیمت بالای غذاهای مخلوط، ارزش اقتصادی آنها را در پرورش بستر کاهش می دهد.

نمونه ای از یک غذای ترکیبی مخلوط به شرح زیر است:

گوشت چرخ کرده ماهیان دریایی یخ زده ۳۵٪، گوشت چرخ کرده ماهی تازه ۳۵٪، غذای کپور ۲۰٪، مخمر ۵٪، فسفاتید ۴٪، و پرمیکس قزل آلا ۱٪. ضریب مصرف غذایی در این مورد ۷ است.

چنانچه بستر فقط از ماهی یخ زده استفاده کند، پس از مدتی علائم کمبود ویتامین(avitaminosis)در آنها مشاهده می شود و در نهایت سبب نرم شدن شکم در منطقه کبد ایجاد لکه های زرد در ین منطقه می گردد.. گاهی نیز رنگ کل بدن زرد شده و آبشش ها کم خون به نظر می رسند. در این حالت کبد نرم، خرمایی رنگ و بزرگ می شود. همچنین تغییرات آسیب شناسی در سایر اندام های داخلی نیز مشاهده می شود.

هنگام مشاهده این علائم در اوایل دوره بیماری، باید بلافاصله رژیم غذایی ماهی یخ زده را قطع کرده وفقط ماهی تازه و غذای زنده، همراه با مقدار زیاد ویتامین B1 به ماهی داده شود. ماهیان دو ساله باید دو بار در روز تغذیه شوند، به طوری که میزان غذای آنها در هنگام صبح باید کمی بیشتر از غذای بعد ازظهر باشد. ماهیان سه ساله یا مسن تر باید یک بار در روز و فقط صبح ها تغذیه شوند. جیره غذایی بر اساس مقدار مصرف و درجه حرارت تنظیم می شود.

حداکثر میزان غذا۷-۵٪وزن بدن هنگام تغذیه با ماهی تازه و به عنوان یک قانون کلی ۱۰٪ وزن بدن هنگام تغذیه با غذای مخلوط است(Chinuakov, 1991). کنترل مصرف غذا(به کمک قفس آویزان) نیز باید گاه گاهی صورت گیرد. غذای تاسماهیان باید حتما به صورت تازه تهیه شود زیرا ذائقه این ماهیان نسبت به کیفیت غذا بسیار حساس بوده و از غذای مانده دوری می کنند(یوسف پور، ۱۳۷۰).

جدول ٤٢: بهترین نرم پرورشی تاسماهیان مختلف با توجه به شاخص های مختلف (کروپی، ۱۳۷٤)

شاخص ضریب رشد در تاسماهیان

گونه	خوب	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف
فیل ماهی	۷/۵–۹/۵	۵–۶	۴	۲–۳
قره برون	۶/۵–۷	۵	۴	۱–۲
ازون برون	۶	۴/۵–۵	۴	۱–۲

شاخص ضریب چاقی در رشد تاسماهیان

گونه	خوب	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف
فیل ماهی	۰/۶–۰/۷	۰/۵–۰/۶	۰/۳–۰/۴	کمتر از ۰/۳
قره برون	۰/۵–۰/۶	۰/۴–۰/۵	۰/۲–۰/۳	کمتر از ۰/۲
ازون برون	۰/۵–۰/۶	۰/۳–۰/۴	۰/۲–۰/۳	کمتر از ۰/۲

شاخص معده در رشد تاسماهیان

گونه	خوب	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف
یل ماهی	۸۰۰–۱۰۰۰	۴۰۰–۵۰۰	۲۰۰–۳۰۰	کمتر از ۲۰۰
قره برون	۵۰۰–۶۰۰	۳۰۰–۴۰۰	۱۰۰–۲۰۰	کمتر از ۱۰۰
ازون برون	۴۰۰–۵۰۰	۳۰۰–۴۰۰	۱۰۰–۲۰۰	کمتر از ۱۰۰

جدول ۴۳: محتوای چند غذای مصنوعی تسماهیان به درصد(Kozlov, 1993)

مواد و ترکیبات	ST-07	ST-4AZ	BM-1
آرد ماهی	۲۰	۳۵	۳۲
آرد گوشت و استخوان	–	–	۷
آرد خون	۱۵	۴	۱۰
شیر خشک	–	۵	۵
مخمر	–	–	۱۰
مواد فعال بیولوژیک*	۲۰	۵	–
کنجاله سویا	–	۱۵	۹
کنجاله آفتابگردان	–	۶	۸
گندم	–	۸	۸
ترکیبات میکروسنتتیک	–	۱۴	–
ترکیبات عمل آوری زئوپلانکتون ها	۷	–	–
کازئینات سدیم	۲۰	–	–
پرمیکس	۲	۱/۵	۱/۵
روغن ماهی	۸	۶	۹
فسفاتید	۸	–	–
کلرید سدیم	–	۰/۵	۰/۵
مقدار انرژی(ژول بر کیلو گرم)	۱۶	۱۴	۱۳
پروتئین خام	۵۴	۵۴	۴۰
چربی خام	۱۸	۹	۱۲
سلولز خام	۰/۲	۱/۲	۱/۱
لیزین	۲/۹	۲/۹	۲/۶
متیونین	۱/۲	۱/۱	۰/۹
تریپتوفان	۰/۶	۰/۷	۰/۶

مواد فعال بیولوژیک به راه های مختلف در تحریک فعالیت های متابولیک بدن، بهبود سیستم های ایمنی بدن، افزایش مقاومت در مقابل سموم محیطی و سایر عوامل نامطلوب محیط زندگی و افزایش تحریک رشد بدن موثر می باشند. از مهمترین این مواد می توان هورمون های گیاهی، کمپلکس های نوروپپتیدی و کمپلکس های اولیگونوکلوتیدی نام برد. مواد تهیه شده از سرم خون مرغ، فیتوهورمون مصنوعی به نام Epibrassinolid و فیتو

هورمون های Brassinostroid از انواع این مواد هستند که تاثیر آنها بر روی رشد ازون برون (Vitvitskaya and Egorov, 1999) و قره برون(Egorov and Vitvitskaya , 1997) به اثبات رسیده است.

جدول ۴۴: ترکیب غذای گرانوله برای پرورش فیل ماهی و ازون برون (شفچنکو، ۱۳۷۵)

ترکیب غذایی	مقدار درصد	
	فیل ماهی	قره برون
آرد ماهی	۲۵	۳۵
آرد گوشت و استخوان	۸	۴
آرد خون	۵	۵
آرد گندم	۱۲	۱۰
کنجاله سویا	۷	۱۰
کنجاله آفتابگردان	۸	۷
روغن ماهی	۹	۶
پرمیکس	۲	۲
مخمر	۱۴	۱۸
شیر خشک دامی بدون چربی	–	۳
پروتئین	۴۰	۴۲/۸
چربی	۱۵	۱۳/۶
کربوهیدرات	۳۰	۲۰/۵
اندزه قطر گرانول(میلیمتر)	۴	۳
نسبت قطر به طول	۱:۱/۵	۱:۱/۵
تریپتوفان		

جیره روزانه بستر های ۱۵۰–۵۰ گرمی، ۲۰–۳٪ وزن بدن بوده و برای بسترهای ۱۵۰۰–۱۵۰ گرمی، ۱۱–۱/۵ وزن بدن(در محدوده دمای ۳۰–۱۲ درجه سانتیگراد) می اشد. اندازه دانه های غذایی نیز در جدول زیر آمده است.

دفعات تغذیه برای لاروها، بچه ماهیان و ماهیان یک تابستانه ، ۱۲–۸ بار و برای ماهیان مسن تر ۸–۴ بار در روز می باشد. افزایش دما نیز سبب افزایش شدت تغذیه می گردد(قزل، ۱۳۷۲).

جدول ٤٥: اندازه دانه های غذایی برای اوزان مختلف تاسماهیان(Kozlov, 1993)

وزن بدن ماهی (گرم)	اندازه گرانول (میلی متر)
تا ۰/۱	۰/۲-۰/۴
۰/۱-۰/۴	۰/۴-۰/۶
۰/۴-۱/۲	۰/۶-۱
۱/۲-۲/۵	۱-۱/۵
۲/۵-۵	۱/۵-۲/۵
۵-۲۰	۳/۲
۲۰-۵۰	۴/۵
۵۰-۳۰۰	۶
بیش از ۳۰۰	۸

۱۱-۵- تغذیه بچه ماهیان خاویاری در استخرهای پرورش:

در استخرهای پرورش، تاس ماهیان ازغذاهای زنده که بطور طبیعی پرورش یافته اند تغذیه بعمل آورده و رشد می نمایند. بر طبق مطالعات و بررسی های بعمل آمده این ماهیان از زئوپلانکتونها کلادوسرا، کوپه پودا، روتاتوریا، فیلوپودا و از بنتوزها، شیرو نومیده، الیگوخت و ... که عمده ترین غذهای طبیعی این ماهیان محسوب می شوند، استفاده می نمایند هر چند همه این غذاهای طبیعی برای دوره لاروی تاسماهیان چندان مناسب نیستند.

۱۲-۵- تغذیه لارو تاسماهیان :

تغذیه لاروها در روزهای اول از طریق جذب ذخایر ویتلین محتوی کیسه زرده خود و در عین حال به وسیله تغذیه از میکروارگانیسم های ریز موجود در محیط مانند کوپه پودها و دافنی ها که طبعاً قادر به عبور از صافی بخش ورودی آب به حوضچه ها بوده اند، تامین می شود. به علاوه برای تغذیه بهتر لاروها مقدار زیادی از کرم سفید کم تار زنده (اولیگوخت) ساطوری شده را نیز به نسبت ۳ گرم برای هر یک هزار قطعه لارو در سطح حوضچه به طور پراکنده می ریزیم. به تجربه ثابت شده است که تغذیه لاروها با کرم اولیگوخت در این مرحله از پرورش به طور جالب توجهی به رشد آنها کمک نموده و به مقدار قابل ملاحظه ای از مرگ و میر آنها جلوگیری می نمایند. تغذیه لاروها با این غذا در دو روز اول زندگی آنها یک بار و هر بار در ساعت ۱۰ صبح انجام می گیرد. ولی از روز سوم یا چهارم به بعد این تغذیه دوبار در روز یکی در ساعت ۸ صبح و دیگری در ساعت ۳ بعدازظهر به اجرا گذاشته می شود. به هنگام توزیع غذا در حوضچه ها شدت جریان آب آنها را کندتر کرده و به مقدار ۰/۰۶ لیتر در ثانیه می رسانیم، زیرا این امر به لاروها اجازه می دهد که با سهولت بیشتر از طعمه

وارده در محیط خود تغذیه نمایند. پس از ۷ تا ۱۰ روز از سپری شدن زندگی لاروها و جذب کامل ویتلین کیسه زرده بر حسب درجه حرارت آب حوضچه های پرورشی و گونه های ماهیان خاویاری ، بچه ماهی ها به طور فعال شروع به تغذیه از قطعات درشت تر غذا می نمایند که این فعالیت در مقطعی از افزایش تدریجی درجه حرارت آب بیشتر می گردد. ماهی های جوان سریعاً با مصرف این غذای ساخته شده سازش حاصل می نمایند. در عین حال باید افزود که با رسیدن وزن بچه ماهی ها به ۳۰۰ میلی گرم، اضافه کردن کرم های کم تار درسته (اولیگوخت) به غذای آنها رژیم غذایی را از تناسب مطلوبی برخوردار می نماید. از وزن ۵۰۰ میلی گرم به بعد می توان به عنوان غذای زنده از سخت پوست آرتمیا استفاده نمود. ضرایب مصرف کرم اولیگوخت، آرتیما و دافنی به وسیله ماهیان خاویاری به ترتیب به نسبت های ۲، ۴ و ۶ می باشد.

۱۳-۵- دوره لاروی ماهیان خاویاری:

بعد از تفریخ تخم ها لاروها را به تانک های پرورشی انتقال می دهیم. ازون برون ۸ ، تاس ماهی ۱۰ و فیل ماهی ۲۲ میلی گرم وزن دارند. شمارش لارو ها بوسیله ظروف شاهدی که از قبل ظرفیت آنها برای تعداد یک هزار قطعه لارو از هر سه گونه ماهیان خاویاری فوق تعیین شده انجام می گیرد. از هنگامی که لارو قادر به شنای فعال گردید افزودن مقدار کمی غذای فرموله شده به محیط پرورش آنها آغاز گردیده و تا زمان دفع ملانین (ماده سیاه رنگ) ادامه پیدا می کند. پس از دفع ملانین دادن غذای پودری با قطر ۵۰ تا ۱۰۰ میکرون آغاز می گردد. در صورت عدم وجود غذای کافی در این مدت بچه ماهیان نورس ممکن است حباب های هوا را بلعیده و دچار بیماری حباب گازی کاذب شوند. مدت زمان لازم برای ایجاد گرایش به سمت غذا در لاروها ۲ تا ۳ شبانه روز به طول خواهد انجامید. بچه ماهیان خاویاری تا وزن ۳ گرم با غذای ترکیبی (شامل غذای زنده و غذای فرموله شده) تغذیه شده و از ۳ گرمی به بالا از غذا های فرموله شده استفاده می گردد. مقدار آب ورودی به حوضچه های پرورشی تا وزن ۳ گرم ۰٫۸ لیتر در دقیقه به ازاء هر کیلو گرم وزن ماهی تنظیم می شود و مقدار اکسیژن محلول بین ۸ تا ۱۰ میلی گرم در لیتر باید باشد.

جدو ل٤٦: تعداد روزهای عبور از زندگی لاروی و آغاز تغذیه فعال در ماهیان خاویاری

مشخصات	ازون برون		تاس ماهی		فیل ماهی
دما	۱۸-۲۰	۲۰-۲۲	۱۴-۱۸	۱۸-۲۲	۱۴-۱۶
تعداد روز	۸-۹	۷-۸	۹-۱۲	۷-۹	۱۱-۱۲

جدول ٤٧: مقدار غذای روزانه بر حسب درصد وزن بدن در دماهای مختلف

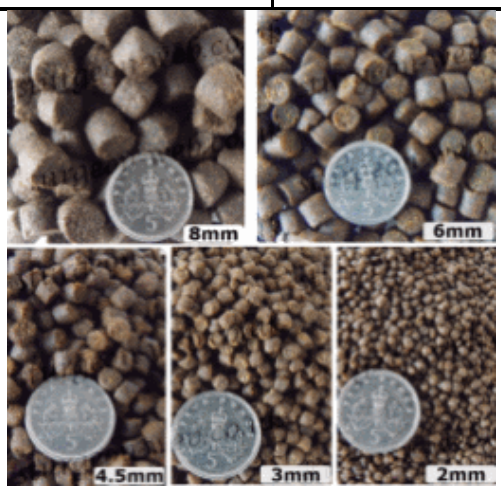
دما (C) / وزن (گرم)	۱۲-۱۷	۱۷-۲۰	۲۰-۲۴	۲۴-۲۷
تا ۰,۰۶	۳۵	۳۵	۳۵	۳۰
۰/۰۶-۰/۳	۲۵	۳۰	۳۰	۲۰
۰/۳-۰/۵	۱۵	۲۰	۲۵	۱۵
۰/۵-۱/۵	۱۲	۱۰	۱۵	۱۰
۱/۵-۳/۰	۱۰	۸	۱۲	۸
۳-۵	۶-۸	۵-۱۰	۸-۱۰	۶-۸
۵۰-۱۰۰	۴	۴-۵	۵	۳-۴
۱۰۰-۱۵۰	۴	۴-۵	۵	۳-۴
۱۵۰-۲۰۰	۳	۴-۵	۵	۳-۴
۲۰۰-۲۵۰	۳	۳-۴	۴	۲-۳
۲۵۰-۳۰۰	۳	۳-۴	۴	۲-۳
۳۵۰-۴۰۰	۲	۳-۴	۴	۲-۳
۴۵۰-۵۰۰	۲	۳	۴	۲-۳
۵۰۰-۸۰۰	۱/۵	۲	۳	۱
۸۰۰-۱۰۰۰	۱/۵	۲	۳	۱
۱۰۰۰-۱۲۰۰	۱/۵	۲	۳	۱
۱۲۰۰-۱۵۰۰	۱/۵	۲	۳	۱

جدول ٤٨: میزان افزودن غذای زنده به غذای فرموله تا وزن ۳ گرمی(دردمای۱۰ تا ۲۷ درجه سانتی گراد)

میزان غذای زنده برحسب درصد وزن بدن بچه ماهی		وزن بدن (گرم)
٪۵۰	(دافنی ریز) یا ۳۵ درصد آرتمیا	تا ۰,۰۶
٪۳۵	(۵۰٪ دافنی ، ۵۰٪ الیگوکت)	۰/۰۶-۰/۳
٪۲۵	(۲۵٪ دافنی، ۲۵٪ الیگوکیت، ۵۰٪ کرم خاکی)	۰/۳-۰/۵
٪۲۰	(۵۰٪ الیگو کیت، ۵۰٪ کرم خاکی)	۰/۵-۱/۵
٪۱۵	(کرم خاکی)	۱/۵-۳/۰

جدول ٤٩: اندازه دانه های غذای برای ماهیان خاویاری

وزن (گرم)	اندازه دانه های غذا (mm)
تا ۰,۰۶	۰/۰۵–۰/۱
۰/۰۶–۰/۳	۰/۱–۰/۴
۰/۳–۰/۵	۰/۴–۰/۶
۰/۵–۱/۵	۰/۶–۱/۵
۱/۵–۳/۰	۱/۵–۲
۳–۱۰	۲–۳
۱۰–۳۰	۳–۳/۵
۳۰–۵۰	۳/۵–۴/۵
۵۰–۱۵۰۰	۶–۸



شکل ۱۲: اندازه های مختلف پلت که در مقاطع سنی مختلف ماهیان خاویاری استفاده می شود

جدول ۵۰: تعداد دفعات غذا دهی روزانه

وزن (گرم)	دفعات غذا دهی
تا ۰,۰۶	۲۴
۰/۰۶–۰/۳	۱۲
۰/۳–۰/۵	۸
۰/۵–۱/۵	۸
۱/۵–۳/۰	۶
۳–۵	۵
۵۰–۱۰۰	۵
۱۰۰–۱۵۰	۵

۱۵۰-۲۰۰	۵
۲۰۰-۲۵۰	۵
۲۵۰-۳۰۰	۵
۳۵۰-۴۰۰	۵
۴۵۰-۵۰۰	۵
۵۰۰-۸۰۰	۴
۸۰۰-۱۰۰۰	۴
۱۰۰۰-۱۲۰۰	۴
۱۲۰۰-۱۵۰۰	۴

جدول ۵۱: ترکیب جیره پرواری ماهیان خاویاری

اقلام غذایی	درصد
آرد ماهی	۳۸
پودر گوشت	۶
پودر خون	۸
آرد گندم	۳
مخمر	۱۰
کنجاله سویا	۱۴
شیر خشک	۱۰
کنجاله تخم آفتابگردان	۲
روغن ماهی	۳
مکمل ویتامینی- معدنی	۱
گچ	۱
روغن آفتابگردان	۳
ترکیب شیمیایی	درصد
پروتئین	۴۰-۴۵
فیبر	۱-۱/۶
کربو هیدرات	۱۲-۱۶
چربی	۱۰-۱۵
انرژی کل	۱۶-۱۷

جدول ۵۲: تراکم پرورش بچه ماهیان خاویاری (برحسب قطعه در متر مکعب)

وزن (گرم)	تاس ماهی و اوزن برون	فیل ماهی و بستر
تا ۰,۰۶	۴۰۰۰-۶۰۰۰	۶۰۰۰-۸۰۰۰
۰/۰۶-۰/۱	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰
۰/۱-۱	۶۰۰-۸۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰
۱-۳۰	۵۰۰-۶۰۰	۶۰۰-۸۰۰
۳۰-۲۰۰	۴۰۰-۵۰۰	۴۰۰-۵۰۰
۲۰۰-۵۰۰	۳	۲۵۰-۳۰۰
۵۰۰-۱۵۰۰	۳۰-۸۰	۳۰-۸۰

مزایایی که باعث شده استفاده از غذای اکسترود شده بهترین گزینه برای تغذیه ماهیان خاویاری باشد:

۱- متعادل بودن نسبت پروتئین / چربی بهترین ضریب رشد را فراهم می نماید.
۲- ضریب تبدیل مناسب با توجه به رشد کند ماهیان خاویاری
۳- بهبود پاسخ ایمنی طبیعی ماهی نسبت به بیماریها بدلیل داشتن ترکیبات تحریک کننده سیستم دفاعی
۴- تأمین بودن مقادیر کافی ویتامین ها و مواد معدنی ، رشد و توسعه مناسب غضروفها را حمایت می نماید.
۵- چگالی مناسب خوراک و مدت زمان طولانی غوطه وری و سقوط در ستون آب که موجب استفاده حد اکثری از غذای داده شده می شود .
۶- حرکت زیگزاک غذا در هنگام سقوط که آنرا قابل رویت برای ماهیها می کند.
۷- استفاده از بهترین مواد اولیه با کیفیت بالا جهت تهیه این نوع غذا.
۸- قوام و پایداری مناسب و عدم گسستگی دانه های خوارک حتی پس از رسیدن به بستر که باعث کاهش آلودگی محیط پرورشی می گردد.

جدول ۵۳: مشخصات خوراکهای خاویاری

نام خوراک	قطر خوراک (mm)	وزن ماهی (گرم)	پروتئین خام (حداقل)	چربی خام٪ (حداقل)	انرژی قابل هضم (Kcal/Kg)	فیبر خام ٪ (حداکثر)	فسفر کل٪ (حداقل)	رطوبت٪ (حداکثر)
آغازین	۱,۵۰-۱,۰	۳۰ - ۰,۵	۵۴-۵۲	۱۵-۱۴	۴۴۰۰	۱,۵	۱,۳	۱۰
پیش رشد	۲,۵-۲,۰	۱۰۰-۳۰	۵۰-۴۸	۱۵-۱۴	۴۴۰۰	۱,۷	۱	۱۰
پیش رشد	۲,۵-۲,۰	۱۰۰-۵۰	۴۵-۴۴	۱۸-۱۷	۴۴۰۰	۱,۷	۱	۱۰
رشد	۶-۲	۵۰۰۰-۱۰۰	۴۲-۴۱	۱۸-۱۷	۴۴۰۰	۲	۰,۹	۱۰
رشد	۱۰-۳	۳۰۰۰۰-۱۰۰	۴۶-۴۵	۱۶-۱۵	۴۴۰۰	۲	۰,۹	۱۰
رشد	۱۲-۳	۵۰۰۰۰-۱۰۰	۴۹-۴۸	۱۱-۱۰	۴۲۰۰	۲	۰,۹	۱۰
تولید خاویار	۱۲	۳۰۰۰۰	۵۰-۴۸	۱۲-۱۱	۴۲۰۰	۱,۸	۱,۱	۱۰

جدول ٥٤: روش غذادهی در بچه ماهیان خاویاری با خوراک آغازین

وزن ماهی(گرم)	۲,۵-۰,۵	۶,۵-۲,۵	۱۰-۶,۵
اندازه خوراک (میلیمتر)	۱,۰	۱,۵/۱,۰	۱,۵
دمای آب (درجه سانتیگراد)	غذادهی براساس اشتهای ماهی		
۱۴-۱۲	۲,۴	۲,۲	۱,۶
۱۶-۱۴	۳,۰	۲,۸	۱,۹
۱۸-۱۶	۳,۴	۳,۲	۲,۳
۲۰-۱۸	۴,۰	۳,۸	۲,۷
۲۲-۲۰	۴,۶	۴,۴	۳,۱
۲۴-۲۲	۵,۳	۴,۹	۳,۴

جدول ۵۵: روش غذادهی در گونه خاویار بزرگ

اندازه ماهی (گرم)	حداقل غذادهی (٪بیوماس)	حداکثر غذادهی (٪بیوماس)	دفعات غذادهی (مرتبه/روز)	نام خوراک	اندازه خوراک (mm)	حداقل دمای آب (درجه سانتیگراد)	حداکثر دمای آب (درجه سانتیگراد)
۳۰-۱۰	۴,۰۰	۶,۰۰	۱۰	آغازین	۱,۵	۱۵	۲۲
۱۰۰-۳۰	۲,۹۰	۴,۵۰	۸	پیش رشد	۲,۰	۱۵	۲۲
۳۰۰-۱۰۰	۲,۰۰	۲,۹۰	۵	رشد	۳,۰	۱۵	۲۲
۸۰۰-۳۰۰	۱,۱۰	۱,۷۰	۴	رشد	۴,۵	۱۵	۲۲
۱۵۰۰-۸۰۰	۰,۵۰	۰,۹۰	۴	رشد	۴,۵	۱۰	۲۲
۳۰۰۰-۱۵۰۰	۰,۳۰	۰,۷۰	۳	رشد	۶,۰	۱۰	۲۲
۵۰۰۰-۳۰۰۰	۰,۲۵	۰,۵۵	۲	رشد	۶,۰	۱۰	۲۲
۱۵۰۰۰-۵۰۰۰	۰,۲۰	۰,۵۰	۲	رشد	۱۰,۰ / ۸,۰	۱۰	۲۲
۳۰۰۰۰-۱۵۰۰۰	۰,۱۵	۰,۴۰	۲	رشد	۱۰,۰	۱۰	۲۲
۵۰۰۰۰-۳۰۰۰۰	۰,۱۲	۰,۳۵	۱	رشد یا تولید خاویار	۱۲,۰	۱۰	۲۲
۵۰۰۰۰	۰,۱۲	۰,۳۰	۱	تولید خاویار	۱۲,۰	۱۰	۲۲

از سال ۱۳۵۰ تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری مانند سایر زمینه های پرورش ماهی در قسمت های جنوبی دریای خزر به مرحله اجرا و بهره برداری در آمد و بکار بردن غذای زنده از همین سالها نقش مهم خود را در تغذیه ماهیان خاویاری نشان داد.

نخست از کرم سفید و دافنی به عنوان غذای زنده پرورشی استفاده می گردید که بعلت گران بودن هزینه تولید آنها و مشکلات پرورش به خصوص در رابطه با کرم سفید یافتن جایگزین با شرایط سهل تر می توانست به پرورش اقتصادی این ماهیان با ارزش کمک شایانی نماید. همانطور که می دانیم مهمترین و حساسترین مرحله زیست این ماهیان همچون سایر آبزیان، مرحله لاروی است و چنانچه از تغذیه با کمیت و کیفیت مناسبی برخوردار باشندف تا پایان مراحل پرورش می تواند نقش تعیین کننده ای را داشته ضمن رشد وبقا بهتر به تولید تجاری آن محصول کمک نماید.

بررسی های مختلف به منظور تعیین جایگزین از جمله استفاده از کرم شیرونومیده (لارو مگس) و گاماروس انجام که بدلیل بزرگ بودن آنها و سخت بودن شرایط پرورشی و یا سخت بودن جمع آوری آنها از طبیعت، نتوانست توجه مراکز تکثیر و پرورش را به خود جلب نماید. در مورد گاماروس، کیتین جدار خارجی خود و آلودگی های باکتریایی معضلی بر مشکلات موجود افزود. بطوریکه سختی هضم آن و یا بروز بیماری ناشی از

مصرف آن توسط ماهی، باعث حذف آن از چرخه غذای زنده گردید. تا اینکه در سال ۱۳۵۲ استفاده از ناپلیوس آرتمیا و سپس زی توده آن در این مراکز بسیار توجیه پذیر نشان داد. این غذای زنده توانست ۵۰۵ نیاز غذایی دوران لاروی این ماهیان را تامین نماید. لارو ماهیان خاویاری با جذب ۵۰۵ کیسه زرده کم کم به سمت تغذیه فعال حرکت می نمایند. طی سه روز اول تغذیه فعال، براحتی از ناپلیوس آرتمیا تغذیه می کنند حتی در روزهای بعد با بزرگتر شدن اندازه دهان می توانند از آرتمیاهای بالغ نیز مصرف نمایند.

شاید اولین گزارش مربوط به آذری تاکامی (۱۳۵۱) است که آرتمیا رابه عنوان غذای با ارزش برای لارو ماهیان خاویاری معرفی نمود. در این مطالعه سیست آرتمیا از دریاچه ارومیه جمع آوری و به کارگاه پرورش ماهیان خاویاری سد سنگر رشت منتقل و پس از تفریخ بطور مقایسه ای با کرم سفید و دافنی مورد تغذیه لارو ماهیان خاویاری پرورشی قرار گرفتند. محاسن این غذای زنده چنین بیان شده است:

- پرورش آن در مقایسه با سایر غذاهای زنده آسانتر و راحت تر است و در تمام فصول سال با قیمت پایین امکانپذیر است.
- تخم های آرتمیا به راحتی از سواحل شنی- سنگی، باتلاقی دریاچه ارومیه و یا بطور شناور روی آب قابل جمع اوری است و از طرف دیگر قابلیت نگهداری اسان و طولانی مدت را خواهد داشت.
- بچه ماهیانی که از ناپلیوس آرتمیا استفاده غذایی نمودند دارای مقاومت بیشتر به تنش های محیطی همراه با رشد بهتر و هموگلوبین بیشتر خون بودند.
- بیماری های عفونی در بین بچه ماهیانی که از ناپلیوس آرتمیا استفاده کرده بودند به مراتب کمتر از سایرگروه ها بود.
- ماهیان این گروه حتی در مراحل بعد نیز از رشد بیشتر، تلفات کمتر در مقایسه با سایر گروه های تیماری برخوردار بودند.

در این بررسی لارو های تاسماهی ایرانی و ازون برون با وزن متوسط ۴۰ و ۳۰ میلی گرم(یعنی وزنی که پس از جذب کیسه زرده بدست آورده بودند) از ناپلیوس و بالغ آرتمیا تغذیه شدند. به منظور پرورش ارتمیا از محیط کشت خاک برگ، سولفات آمونیوم، سوپر فسفات و نمک پتاسیم و آب نمک سنگی ۷۰٪ استفاده شد. همچنین به عنوان کود آلی از فضله کبوتر به مقدار ۰/۵ کیلوگرم در هر متر مکعب استفاده گردید و به فاصله ۵-۳ روز مقدار ۲۰ گرم مخمر هیدرولیز شده به هر حوضچه اضافه گردید. با تغذیه لارو این دو ماهی خاویاری از تیمارهای مختلف غذای زنده به مدت ۱۰ روز نتایج نشان داد که بیشترین درصد افزایش رشد(۸۱۴ مربوط به تاسماهی ایرانی و ۹۴۵ مربوط به اوزون برون)، بیشترین درصد هموگلوبین (۲۳ مربوط به تاسماهی ایرانی و ۲۶ مربوط به ازون برون) و کمترین درصد تلفات (۱۷ مربوط به تاسماهی ایرانی و ۱۹ مربوط به ازون برون) در تیمار تغذیه شده با آرتمیا مشاهده گردید. از طرف دیگر هزینه پرورش آرتمیا حدود یک هشتم تا یک دهم هزینه تولید کرم سفید برآورد گردید(Azari Takami, 1975).

در مطالعه ای که توسط انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری انجام گردید، امکان استفاده از روتیفر (*Brachionus plicatilis*) در تغذیه لارو تاسماهی ایرانی مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه ناپلیوس آرتمیا، در سه درصد ۱۰۰ و ۷۵، و ۲۵٪ بطور مقایسه ای با تیمار ۵۰ آرتمیا و ۵۰٪ روتیفر و تیمار ۷۵٪ روتیفر با ۲۵٪ آرتمیا به مدت ۱۱ روز مورد استفاده غذایی لارو تاسماهی ایرانی قرار گرفتند. که در پایان آزمایش بهترین رشد در تیمار ۲۵٪ ناپلیوس ارتمیا و ۷۵٪ روتیفر با میانگین وزن ۰/۰۴±۴۱/۴ میلی گرم و ۵۶/۶۹٪ رشد مشاهده گردید. نتایج بررسی محتویات معده لارو ها نشان داد که در لاروها قبل از ۷ روز روتیفر نسبت به ناپلیوس آرتمیا بیشتر دیده شد بطوریکه تراکم آن ۱۴ عدد در معده مشاهده گردید حال آنکه فقط ۴ ناپلیوس ارتمیا در هر معده مشاهده گردید. روتیفر یک منبع غذایی بسیار عالی برای مراحل اولیه تغذیه لارو ماهیانی چون تاسماهی ایرانی است که می توان به کشت انبوه آن همت گماشت و در لارو پروری آبزیان از آن استفاده بهینه نمود. از طرف دیگر با توجه به مطالعات امیر خانی (۱۳۸۲) نیاز ماهی به پروتئین در سنین مختلف متفاوت ارزیابی شده است بطوریکه در اوایل رشد نسبت به مراحل بعدی رشد به پروتئین بیشتری نیاز دارد. دلیل آن کمتر بودن فعالیت های مربوط به هضم پروتئین در ماهیان جوان است که با افزایش رشد این فعالیت زیاد می شود هر چند عواملی نظیردمای آب، تراکم و دسترسی به ماده غذایی، کیفیت پروتئین جیره، وسطح انرژی آن نیز می تواند در میزان نیازمندی به پروتئین و سایر ترکیبات غذایی تاثیر گذار باشند. همچنین ایشان میزان نیاز ماهی خاویاری سیبری به پروتئین را ۴۰/۵۱٪ گزارش نموده است. در این مطالعه FCR حاصل از مصرف ترکیب روتیفر و ناپلیوس(حدود ۱/۱) کمتر از FCR تیماری که ۱۰۰٪ از ناپلیوس آرتمیا استفاده نمود(۱/۴)، بدست آمد(روفچاهی، ۱۳۸۹).

در مطالعه ای کازرونی منفرد (۱۳۷۴) نشان داد بین غذاهای زنده دافنی، کرم سفید، کرم خاکی، آخری ارزانترین غذای زنده است که در روند رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی مشکلی بوجود نمی آورد.

حافظیه و حسین پور(۱۳۸۹) با استفاده از ناپلیوس آرتمیا ارومیانا غنی شده با روغن‌های حاوی HUFA در پرورش ۲۰ روزه لارو تاسماهی ایرانی به این نتیجه رسیدند که از بین منابع مختلف روغنی حاوی اسید های چرب غیر اشباع بلند زنجیره تولید داخل کشور و وارداتی، گرچه بیشترین بازماندگی و درصد پروتئین و DHA لاشه در تیمار غنی شده با امولسیون تجاری بدست آمد ولی بیشترین طول کل و وزن خشک و چربی لاشه و کمترین ضریب تبدیل غذایی در تیماری بدست آمد که از یک منبع داخلی یعنی روغن تخمدان ماهی خاویاری با غلظت ۲۰۰ واحد در میلیون و طی ۱۲ ساعت غنی سازی غذای زنده بدست آمد و از این نظر می توان گفت که که این منبع روغنی داخلی می تواند با مقداری غنی سازی نقش یک امولسیون تجاری گران قیمت را بازی نماید.

از آنجا که مطالعات دقیق اکولوژی زیستگاه طبیعی با تاکید بر منابع غذایی آن می تواند در امر پرورش ماهیان خاویاری در آبهای داخلی ، تعیین چراگاههای طبیعی تاسماهیان و در مدیریت ذخایر و بازسازی ماهیان

خاویاری حائز اهمیت باشد .، با مروری بر روند مطالعات گذشته در خصوص رژیم غذایی تاسماهیان در دریای خزر نشان داده می شود که این ماهیان از گاماریده ها، لارو شیرونومیده، کرم‌های کم تار، کورفیده، میزیده، خرچنگ گرد، گاوماهیان، نرئیس و بارناکل‌ها و صدف تغذیه می نمایند. در مطالعه ای که توسط حدادی مقدم (۱۳۸۹) در اعماق کمتر از ۱۰ متر سواحل استان گیلان انجام شده نتایج نشان داد که دامنه غذاهای شناسایی شده در محتویات معده این گونه از ماهیان شامل انواعی از ماهیان استخوانی نظیر گاوماهی (*Neogobius* sp.) ، شیشه ماهی, (*Atherina* sp.) کیلکا ی معمولی (*Clupeonella cultriventris*) ، و کرم های آمفاریتیده جنس *Hypanai*، گونه نرئیس(*Nereis diversicolor*)، انواع سخت پوستان نظیر Paramysis گاماروس و صدف های دو کفه ای (*Abra ovata*) بوده است .همچنین براساس این مطالعات مشخص گردید که تغییر رژیم غذایی تاسماهی ایرانی از بنتوز خواری به ماهیخواری زمانی اتفاق می افتد که اندازه طولی آنها بیشتر از ۲۵ سانتی متری باشد. از طرف دیگر مشخص شد که کرم های پرتار با ۸۵٪ بیشترین محتویات معده آنها را تشکیل داده اند .

بابایی و همکاران (۱۳۹۰) لارو تاسماهی را با آرتمیا و دافنی تغذیه و ترکیب اسیدهای آمینه لاروها را مورد بررسی قرار دادند. لارو ها پس از جذب کیسه زرده(۱۰-۹ روز بعد از تفریخ) تا روز چهارده از ناپلیوس ارتمیا و سپس تا روز چهل پرورش از دافنی تغذیه نمودند. نتایج نشان داد در میان اسید های آمینه ضروری، آرژینین، لوسین، و متیونین نسبت به سایر اسیدهای آمینه ضروری دارای بالاترین میزان و هیستیدین کمترین مقدار را نشان داد. لذا چنانچه لارو تاسماهی تا روز چهلم فقط از غذای زنده تغذیه نماید برخی از اسید های آمینه از جمله مهمترین آنها فنیل آلانین، هیستیدین، لیزین و ترئونین با کمبود مواجه خواهند شد که باید به عنوان مکمل به لارو ها خورانده شود.

چوبیان و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی اثر دافنی غنی شده با ریز جلبک ها به عنوان غذای زنده و تاثیر آن بر زیست لارو تاسماهی ایرانی می پردازند. در این پژوهش جلبک های میکروسکوپی *Chlorella vulgaris* و *Scenedesmus dimorphus* جداسازی و در حد نیمه انبوه کشت شدند. این جلبک ها جهت تغذیه دافنی (*Daphnia longispina*)با اسید چرب DHA غنی گردیدند و طی تیمار های آزمایشی به مدت ۳۰ روز به تغذیه لارو تاسماهی ایرانی رسید. به منظور انجام این بررسی ۳ تیمار (با ۳ تکرار) و یک تیمار شاهد در نظر گرفته شد. جهت بررسی تغذیه لاروها در ۱۲ وان ۶۰ لیتری تعداد ۳۰ عدد لارو تاسماهی ایرانی(*Acipenser persicus*) با میانگین وزن اولیه ۳/۶±۶۸/۰ میلی گرم در نظر گرفته شد. تغذیه لاروها بترتیب در تیمار شاهد با دافنی صید شده از استخر، در تیمار ۱ با دافنی غنی شده با جلبک *Scenedesmus dimorphus* و در تیمار ۲ با دافنی غنی شده با جلبک *Chlorella vulgaris* و در تیمار ۳ با دافنی غنی شده با *Chlorella vulgaris* و *Scenedesmus dimorphus* (به نسبت ۵۰ درصد) انجام گردید. تراکم سلول های ریز جلبک جهت غنی سازی دافنی ۱۰۷× ۵ سلول در میلی لیتر بود. میزان غذادهی لاروها در شبانه روز به مقدار ۳۰ درصد وزن بدن و در ۴ نوبت انجام شد. طی دوره بررسی میزان دما ی آب بین۲۴-۱۸ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول بین ۷/۲-۵/۸ میلی گرم در لیتر و pH بین ۸/۲-۵/۶ در نوسان

بود. میزان کل MUFA با ۳۲/۳ درصد در دافنی غنی شده با *Chlorella vulgaris* دارای بیشترین مقدار بود. مقدار PUFA کل با ۱۹/۸ درصد در دافنی غنی شده با سندسموس از میزان بالاتر برخوردار بود. مقدار کل PUFA اندازه گیری شده در لاروهای تیمار ۳ با مقدار ۶/ ۲۱درصد دارای بیشترین و در لاروهای شاهد با ۱۳/۲ درصد دارای کمترین مقدار بود. در بررسی آماری درصد افزایش وزن لارو در تیمار ۳ دارای اختلاف معنی دار آماری با سایر تیمار ها بود(P‹ ۰/۰۵). حداقل و حداکثر میانگین شاخص رشد ویژه (SGR) به ترتیب در شاهد به میزان ۱/۱۳ ± ۴/۶ گرم و در تیمار۳ به میزان۲۴/ ۱± ۵/۵ گرم بود. حداقل بازماندگی مربوط به شاهد به مقدار ۶۸ درصد و حداکثر آن مربوط به تیمار ۳ با ۸۵ درصد به دست آمد. که تیمار لارو ماهی تغذیه شده از دافنی غنی شده با ترکیب دو ریز جلبک سندسموس و کلرلا بهترین بازماندگی، رشد ویژه و درصد افزایش وزن را نشان داد.

پژند و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی تاثیر کرم نرئیس (*Nereis diversicolor*) در رشد و بازماندگی . ترکیبات لاشه لارو تاسماهی ایرانی پرداختند. برای این منظور ۵ نوع تیمار و سه تکرار از هر کدام از جیره های غذایی مختلف شامل تیمار اول ۱۰۰٪ زئوپلانکتونهای موجود در استخر به عنوان تیمار شاهد (Z)، تیمار دوم ۱۰۰٪ کرم نرئیس (N)،تیمار سوم شامل ترکیبی از کرم نرئیس و دافنی به میزان هر کدام ۵۰٪ (NZ)، تیمار چهارم شامل ترکیبی از نرئیس و کنسانتره به میزان هر کدام ۵۰٪ (NC) و تیمار پنجم شامل ترکیبی از کرم نرئیس و دافنی و کنسانتره به میزان هر کدام ۳۳/۳٪ (NZC) در نظر گرفته شدند. در این بررسی ابتدا کرمهای نرئیس بر اساس دستورالعمل بیوتکنیک تکثیر و پرورش اجرا شده در انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری تولید گردید و تا رسیدن به وزن ۲۰۰ میلی گرم پرورش داده شدند و جمع آوری کرمها با استفاده از الک با چشمه ۰,۵ میلی متر انجام گردید. زئوپلانکتونهای موجود در استخر از مجتمع تکثیر و پرورش ماهی شهید بهشتی تهیه و غذای فرموله شده نیز در انستیتو ساخته شد. این مطالعه به مدت ۱۵ روز غذادهی بر روی لاروهای تاسماهی ایرانی با میانگین وزن اولیه ۶۶/ ۹۵ میلی گرم مورد بررسی قرار گرفت. جهت انجام این مطالعه در هر تکرار مورد بررسی ۶۰ عدد لارو تاسماهی ایرانی در مخازن ۶۰ لیتری در شرایط یکسان پرورشی (اکسیژن محلول، درجه حرارت، pH ، شدت جریان آب و ...) پس از مدت ۸ روز از شروع تغذیه فعال مورد بررسی قرار گرفتند. غذادهی بر اساس ۳۰-۲۰ درصد وزن لارو در هر تیمار ۵ بار در طی شبانه روز انجام گردید. در طول بررسی میانگین دما ۱,۳ ± ۲۲,۸ در جه سانتیگراد ، pH آب ۰,۱ ± ۷,۵ و اکسیژن محلول آب ۰,۹±۶,۵۸ میلی گرم در لیتر اندازه گیری گردید. جهت ارزیابی رشد، شاخصهای FBW، WG٪، SGR،K و FCR اندازه گیری شدند. لاشه ماهیان نیز از نظر مقدار چربی، پروتئین، رطوبت و پروفیل اسیدهای چرب آنالیز شدند. نتایج نشان داد بین شاخص های رشد و مصرف غذایی شامل FBW، WG٪، SGR،K وFCR اختلاف معنی داری وجود داشته است (P≤0/05). بررسی پارامترها نشان داد که استفاده ار کرم نرئیس در تغذیه لارو تاسماهی ایرانی بیشترین و مخلوط غذاهای کرم نرئیس ، دافنی و کنسانتره کمترین تاثیر را در فاکتورهای رشد داشته است. همچنین بین تیمارهای N وNZ

اختلاف معنی داری مشاهده نشد (P>0/05). نتایج ترکیبات بیوشیمیایی لاشه بین تیمارها نشان داد، بطور کلی ترکیب اسیدهای چرب لاشه به میزان نسبتا زیاد انعکاسی از منابع چربی جیره های غذایی بود. با توجه به وجود اختلاف معنی دار در میزان رشد بین تیمارها (P≤0/05)، ماهیان تیمار دوم نسبت به سایر تیمارها عملکرد رشد بهتری را بدست آوردند و این نتایج نشان داد لاروهای تاسماهیان پرورشی به اسیدهای چرب سری n-3، n-6 در جیره غذایی نیاز دارند.

Morais و همکاران (۲۰۰۵a) نشان داد که آرتمیای غنی نشده در مقایسه با آرتمیای غنی شده با اولئیک اسید در لارو ماهی Soleasene galensis باعث رشد بهتر گردید. توجیه این موضوع که بنظر خلاف روند بهبود رشد حاصل از غنی سازی می باشد، برهم خوردن تعادل نسبت پروتئین به چربی است که در آرتمیای غنی نشده این نسبت بیشتر از آرتمیای غنی شده می باشد. در اثر غنی سازی تعادل نسبت پروتئین به چربی بهم خورده و لذا رشد کمتری (نسبت به آرتمیای غنی نشده) را بدست داده است.

جایگزینی ها مفهومی است که از دو دهه قبل و بدلیل کاهش قیمت تمام شده تولید غذا و متعاقب آن تولید آبزی بسیار مورد توجه بوده و خواهد بود. عمده ترین جایگزینی ها، استفاده از منابع پروتئینی در کاهش سهم پودر ماهی جیره غذایی آبزیان پرورشی است.

ماهیان خاویاری قادر به هضم اغلب پروتیئن ها یا کربوهیدراتهای با منشاء گیاهی نیستند (زیرا باکتریهای لازم که این کار را انجام میدهند در لوله گوارش این ماهیان وجود ندارد) لذا در غذای آنها حتما باید از مقادیر بالای پودر ماهی و یا پودر میگو استفاده شود. از استفاده غذاهایی با ترکیب کامل سویا و گندم باید اجتناب نمود هر چند ممکن است ماهی براحتی از آنها تناول می کند اما باید بدانیم که این ترکیبات اگر به صورت کامل مصرف شوند برای ماهی چندان خوب نیستند و در صورت استفاده صد در صدی از آنها بدن ماهی خمیده و لاغر می شود

مطالعات اخیر نشان داده است که در صورت استفاده از درصد های پایین سویا هیچگونه مشکلی برای ماهی پیش نخواهد آمد ولی نمی توان کل پودر ماهی را با پودر سویا یا دیگر فرآورده های گیاهی جایگزین نمود. ماهیان خاویاری حتما به پروتئین پودر ماهی نیاز دارند و در حداقل ممکن باید ۴۰٪ از این ماده غذایی در جیره غذاییشان وجود داشته باشد . در کنار آن نیازمند روغن، ویتامین ها و مواد معدنی هستند. تحت شرایط مناسب و ایده آل در دمای تابستان بادی ۳-۲٪ وزن بدن در روز غذا داده شود

برخی از کارخانه های تولید کننده غذای آبزیان اغلب و حتی در تمام موارد از پروتئین های گیاهی بدلیل ارزان بودن آنها در مقایسه با پروتئین حیوانی استفاده می کنند. البته طبیعتا آنها فقط به فکر منافع خود هستند و به تولید بهینه ماهی توجهی ندارند.

امدادی و همکاران(۱۳۹۲) پس از بررسی تاثیر جایگزینی ۱۲ هفته ای مقادیرمختلف آرد ماهی توسط کنجاله سویا در جیره غذایی بچه ماهیان ازون برون به این نتیجه رسیدند که اختلاف آماری معنی داری در ترکیبات

غذایی لاشه تیمارهای مختلف مشاهده نگردید. پس امکان استفاده از سویا به جای آرد ماهی در جیره غذای این ماهی میسر و شدنی است.

اسعدی و همکاران (۱۳۹۰) در جیره غذایی فیل ماهی جوان به مدت ۸ هفته بتدریج از پودر سویا به همراه مکمل آنزیم فیتاز به جای پودر ماهی به عنوان منبع پروتئینی استفاده نمودند. باجایگزینی تدریجی سویا به جای پودر ماهی کاهش معنی داری در قابلیت هضم پروتئین و انرژی و همچنین میزان فسفر و کلسیم لاشه بدست آمد. افزودن فیتاز موجب افزایش معنی دار قابلیت هضم پروتئین و فسفر و کلسیم لاشه گردید($P<0.05$). پس پودر سویا به تنهایی نمی تواند جایگزین خوبی برای پودر ماهی باشد مگر آنکه با مکمل فیتاز مصرف شود.

پور علی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی مقایسه ای استفاده از غذاهای کنستانتره و زنده در رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی پرداختند. در پایان ۴۰ روز بررسی، بازماندگی درلاروهای تغذیه شده با غذی کنستانتره نسبت به غذای زنده برتری آماری نشان داد. غذای بیومار در شاخص های وزن نهایی، رشد روزانه، درصد افزایش وزن و کارآیی غذا نسبت به سایر تیمارها برتری آماری از خود نشان داد($P<0.05$).

شکوریان و همکاران (۱۳۹۲) اثر جایگزینی آرد ماهی با کنجاله سویا در جیره غذایی بچه ماهیان ازون برون را به مدت ۱۲ هفته بررسی نمودند. نتایج نشان داد به ترتیب تری گلیسیرید و آلبومن در تیمار ۱۰٪ جایگزینی کنجاله سویا به جای پودر ماهی بیشترین و کمترین مقدار را داشتند که با بقیه تیمارها اختلاف معنی دار نشان دادند. کلسترول و گلوکز در تیمار شاهد بیشترین و منیزیم در تیمار ۴۰٪ جایگزینی کمترین مقدار را بدست داد.

تقی زاده و همکاران (۱۳۹۰) با جایگزین نمودن منابع گیاهی به جای آرد ماهی در تغذیه دو ماهه فیل ماهی جوان به این نتیجه رسیدند که مخلوط آرد سویا و گلوتن ذرت جایگزین مناسبی برای آرد ماهی در جیره غذایی این ماهی نیست و بهترین نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در جیره پایه دارای آرد ماهی بدست آمد ولی میزان کلسترول پلاسما با کاهش آرد ماهی در جیره تغذیه شده کاهش نشان داد.

از آنجا که با گسترش سیستم کشت متراکم، بیماری ها بیشتر و بیشتر قابلیت بروز یافته و استفاده از آنتی بیوتیک ها به خصوص در بیمار یهای عفونی بسیار رایج گشته است. این موضوع خود به مشکلاتی بزرگ در راه مسائل زیست محیطی(بدلیل آلودگی آبها به آنتی بیوتیک) و افزایش مقاومت باکتری های بیماریزا، نیاز به تعویض آنتی بیوتیک ها و عدم تاثیر انواع قبلی آنها انجامیده است. امروزه استفاده از میکروارگانیسم های سودمند به منظور رقابت با باکتری های بیماریزا(تست انتاگونیستی) و همچنین کاربرد آنها در بهبود رشد و بازمانی، افزایش کیفیت آب و عدم نیاز به تعویض سریع آب و ..... بسیار رایج گشته است.

حسینی فر و همکاران (۱۳۹۰) به مدت شش هفته تاثیر نوعی پروبیوتیک *Saccharomyces cerevisiae* غیرفعال را بر رشد و بازماندگی فیل ماهی جوان مورد بررسی قرار دادندکه نشان داند بچه ماهی‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۵ درصد مخمر، بطور معنی‌داری وزن نهایی، نرخ رشد ویژه بیشتر، فاکتور وضعیت بهتر و ضریب تبدیل غذایی کمتری در مقایسه با تیمار شاهد و مخمر ۱ درصد داشتند. بررسی تراکم کل باکتری ها و

لاکتوباسیلوس‌ها مؤید افزایش معنی‌دار تیمار ۵ درصد مخمر و تیمار شاهد و ۱ درصد بود. لذا افزودن مخمر تا سطح ۵٪ به غذای بچه فیل ماهی می تواند به بهبود راندمان رشد بیانجامد.

جعفریان و همکاران (۱۳۸۸) گزارشی مبنی بر تاثیر پروبیوتیک ها در کارایی تغذیه و رشد لاروهای سه گونه از ماهیان خاویاری دریای خزر ارائه داده اند که در آن از مخلوط پروبیوتیک های باسیلی (باسیلوس لیکنی فورمیس، باسیلوس سابتیلیس، باسیلوس پلی میکسا، باسیلوس لتروس پروس و باسیلوس سیرکولانس) با نام محصول تجاری پروتکسین آکواتک برای غنی سازی ناپلی آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) و مخمر ساکارومایسیس سرویسیا به عنوان پروبیوتیک برای غنی سازی دافنی ماگنا استفاده و آرتمیای غنی شده را به خورد تاس ماهی ایرانی، ماهی شیپ و فیل ماهی و از دافنی غنی شده فقط در تغذیه تاسماهی ایرانی استفاده نمودند. وزن به دست آمده در تمامی تیمارهای آزمایشی لاروهای تاس ماهی، در مقایسه با تیمار شاهد (تیمار غنی نشده) اختلاف معنی دار داشت ($P<0.05$). در تیمارهای آزمایشی کارایی تبدیل غذا افزایش یافت در حالی که غذای نسبی خورده شده به طور معنی دار کاهش یافت ($P<0.05$). پروبیوتیک های باسیلی و مخمر تاثیرات مثبت معنی داری ($P<0.05$) برسرعت رشد ویژه، نرخ بقا، نسبت کارایی پروتئین و نسبت کارایی چربی در مقایسه با تیمار شاهد داشتند. آزمایش نشان داد که باسیلوس های پروبیوتیکی و مخمر ساکارومایسیس سرویسیا، قابلیت بالایی را درافزایش پارامترهای رشد و کارایی تغذیه در سیستم های پرورش لاروی تاس ماهیان دارند.

همچنین استفاده از محرک های رشد و محرک های ایمنی نیز بر موفقیت آبزی پروری افزوده و رفته رفته این روند را اقتصادی تر نموده است.

ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۱) اثر اسانس سیر بر شاخص های رشد فیل ماهی را بررسی نمودند . انها به مدت ۸ هفته از اسانس سیر با دوزهای مختلف در جیره غذایی این ماهیان استفاده که در پایان افزودن ۱۵۰ میلی گرم سیر در کیلو گرم غذا را توصیه نمودند زیرا که بالاترین میزان وزن نهایی، بیشترین افزایش وزنT بهترین راندمان پروتئین، بالاترین نرخ تبدیل پروتئین، کمترین ضریب مصرف غذا، و بیشترین میزان پروتئین لاشه را در این تیمار بدست آوردند که با بقیه اختلاف معنی دار نشان داد($P<0.05$).

احمدی فر و همکاران (۱۳۹۰). گزارش نمودند که ارگوسان به عنوان یک ماده با پایه جلبکی و محرک سیستم ایمنی در شکل غنی شده پیکر آرتمیا به عنوان غذای زنده در تغذیه لارو تاسماهی توانست روی پارامترهای رشد ماهی اثر مثبت گذاشته و میزان مرگ ومیر در استرس های دمایی بعد از ۲ ساعت را نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی دار دهد. جلالی و همکاران (۲۰۰۹) نیز به تاثیر بهینه ارگوسان بر رشد فیل ماهی و همچنین تقویت سیستم ایمنی آن تاکید کردند.

همانطور که دیده می شود، مطالعات گسترده ای در زمینه تغذیه دوران لاروی آبزیان پرورشی و به خصوص ماهیان خاویاری در ایران و جهان انجام شده است. اهمیت و حساسیت این دوران به حدی است که نیاز به

مطالعات بیشتر به منظور درک و فهم هر چه دقیقتر نیازمندی های واقعی این دوران را بیشتر و بیشتر می نمایاند.
دو هدف اصلی در این مطالعه شامل:
تجزیه و تحلیل دانش و اطلاعات موجود، تحقیقات و تلاشهای صورت گرفته
شناسایی شکافها و نقاط قوتی که مورد نیاز پروپوزال های آتی خواهند بود تا به تولید هر چه بهتر و بیشتر لارو آبزیان پرورشی بیانجامند.
دوران لاروی به خصوص در ماهیان دریایی بسیار آسیب پذیر است و از حساسیت بالایی برخوردار می باشند و به همین دلیل نیازهای زیستی و غیر زیستی آنها به منظور بقا، تکوین و رشد، بسیار صریح و دقیق باید ارزیابی و پاسخگویی شوند.

مطالعات گذشته در خصوص نیازمندی های غذایی این دوران از زندگی آبزیان پرورشی هر کدام از یک جنبه خاص مورد توجه قرار گرفته اند (Holt, 2011). از طرف دیگر تحقیقات انجام شده عمدتا در شرایط آزمایشگاهی انجام شده که با شرایط طبیعی حیات وحش موجود چه از حیث عوامل زیستی و غذا و چه از بعد عوامل غیر زیستی بسیار متفاوت می باشند و شاید به همین دلیل در استفاده از نتایج آنها در شرایط پرورشی، این ره یافت ها تاثیر آنچنانی را از خود نشان نداده اند. از طرف دیگر گوناگونی در اونتوژنی یا تکوین فردی، فیزیولوژی تغذیه و نیازمندی های غذایی در بین گونه های مختلف حتی اگر مربوط به یک خانواده نیز باشند بسیار زیاد است و در نهایت اینکه بسیاری از فرآیند های تخصصی از یافته های بدست آمده مدل های آزمایشگاهی قابل کاربرد نیستند و حتما باید بر روی خود موجود امتحان شوند.
کاملا مشخص است که وقتی صحبت از نیازمندی های غذایی دوران لاروی می شود تامین بهترین جیره غذایی و تدوین پروتوکل مربوطه بطوریکه منجر به تولید کمی و کیفی لارو و یا مرحله جوان زیست آبزی شود، مد نظر قرار خواهد گرفت. با اینحال، با توجه به حساسیت مرحله لاروی آبزی، دستیابی به نیازمندی واقعی غذایی با وجود محدودیت های فیزیولوژیکی و متابولیکی که هر کدام نقش مهمی در کاهش رشد و یا جلوگیری از تکوین موفق و بهینه را بازی می کنند، کار بسیار مشکلی است. لذا هم موضوع احتیاجات غذایی لارو و هم طراحی دقیق جیره غذایی آن از فاکتورهای مهم و ضروری در تدوین نیازمندی های غذایی لاروی به منظور دستیابی به گوارش، هضم و جذب بهینه غذا می باشند لذا این مطالعه مروری، که بدنبال پوشش دادن به شکافهای موجود در دانش تغذیه ای و نیازمندی های غذایی لارو آبزیان پرورشی طراحی شده است، حتما باید همراه با مطالعه انجام شده توسط Rønnestad و همکاران (۲۰۱۱) که بدنبال پوشش دادن به مفاهیم اشتها، احتیاجات غذایی و فیزیولوژی گوارشی لارو این آبزیان می باشد، تجمیع و مورد استفاده مطالعاتی قرار گیرد.
با توجه به همه این محدودیت ها و بر اساس آنالیز اطلاعات موجود در حوضه تغذیه آبزیان به خصوص آبزیان دریایی، این مطالعه مروری تلاش دارد تا به معرفی مهمترین و موثرین شکافهای موجود بپردازد به این امید که با بدست آمدن راه حل های بدست آمده حاصل از تحقیقات آینده، شاهد افزایش راندمان تولید لارو آبزیان با بالاترین کیفیت باشیم.

منابع

- آذری تاکامی، ق. و کهنه شهری، م ۱۳۵۳ تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری. انتشارات دانشگاه تهران.۲۸۱ ص.
- آقایی مقدم، ع.ع. و اصلان پرویز، ح. ۱۳۸۲. نقش زئوپلانکتونها در مناسبات تغذیه ای بچه ماهیان خاویاری گونه قره برون در استخرهای پرورش مرکز تکثیر و پرورش ماهی شهید رجایی ساری. مجله علمی پژوهش و سازندگی- امور دام و آبزیان شماره ۶۰. صفحات ۸۳-۷۷.
- ابراهیم، ع.، تنگستانی، ر.، علیزاده، ا.، و زارع، پ. ۱۳۹۱. اثر سطوح مختلف اسانس سیر بر شاخص های رشد، تغذیه و ترکیب شیمیایی لاشه فیل ماهی. مجله علوم فنون دریایی. دوره ۱۱ شماره ۴ زمستان ۹۱.
- ابراهیمی، ع.، ۱۳۸۳. سطوح مختلف پروتئین و چربی بر رشد و کیفیت لاشه بچه ماهیان انگشت قد فیلماهی و تاسماهی ایران، پایان نامه دکترای شیلات. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۱۳ صفحه.
- ابراهیمی، ع.، پوررضا، ج.، پاناماریف، س.و.، کمالی، ا.ق.، حسینی، ع. ۱۳۸۳. اثر مقادیر پروتئین و چربی بر شاخص های رشد و ترکیب شیمیایی لاشه بچه انگشت قد فیل ماهی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب خاک . جلد ۸، شماره ۲. صفحات ۲۴۲-۲۲۹.
- احمدی فر، ا.، شهریاری، ع.، و اکرمی، ر. ۱۳۹۰. بررسی اثرات تغذیه با *Artemia urmiana* غنی شده با ارگوسان بر رشد، درصد بقا و مقاومت در برابر استرس حرارتی لارو تاسماهی ایرانی. مجله زیست شناسی ایران جلد ۲۴، شماره ۴ صفحات ۵۱۶-۵۰۷.
- اسعدی، ر.، ایمانپور، م.ر.، اصغری، م.، و عنایت غلامپور، ط. ۱۳۹۱. اثرات جایگزینی تدریجی پودر ماهی با پودر سویا و مکمل آنزیم فیتاز بر قابلیت هضم و ترکیبات عناصر لاشه فیل ماهی جوان. مجله دامپزشکی ایرتان دوره هشتم، شماره ۱. صفحات ۱۴-۵.
- امدادی، ب.، سجادی، م.م.، یزدانی، م.ع.، و شکوریان . م. ۱۳۹۲. تاثیر جایگزینی مقادیر مختلف آرد ماهی توسط کنجاله سویا در جیره غذایی بچه ماهیان ازون برون *Acipenser stallatus* بر میزان رشد، ضریب تبدیل غذایی و میزان ترکیبات شیمیایی لاشه، عضله و بافت کبد. مجله علمی شیلات ایران . دوره ۲۲. شماره ۲ صفحات ۳۲-۲۳.
- امیر خانی، ا. اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره غذایی روی رشد فیل ماهی جوان. پایان نامه کارشناسی ارشد.
- اویسی پور م.ر . ۱۳۸۵: غنی سازی دافنی با روغن ماهی و ویتامین C و اثر آن بر رشد و بازماندگی و ترکیبات بدنی لارو تاسماهی ایرانی . رساله فوق لیسانس دانشگاه تربیت مدرس. ۱۶۵ص.

- امینی، ک ۱۳۷۲ دو رگ گیری بین فیل ماهی و ازون برون و پرورش نسل حاصل در شرایط کنترل شده. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی سازمان تحقیقات و آموزش شیلات ایران. مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران.
- باباخانی، خ ۱۳۶۶. بررسی تغذیه بچه ماهیان خاویاری در استخرهای پرورشی ماهی سد سنگر. پایان نامه دکتری دامپزشکی. دانشکده دامپزشکی. دانشگاه تهران.
- بابایی، ص.، عابدیان کناری، ع.م. و نظری، ر. م. ۱۳۹۰. مطالعه ترکیب اسید های امینه لارو تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus* تغذیه شده با غذاهای زنده آرتمیا و دافنی. مجله علمی شیلات ایران دوره ۲۰، شماره ۲ صفحات ۸-۱.
- برادران طهوری، 1373. تاثیر کود دهی بر رشد تاسماهی ایرانی . دانشگاه ازاد اسلامی واحد تهران شمال پایان نامه کارشناسی ارشد. ۱۰۵ صفحه.
- برادران طهوری، ه. ۱۳۷۹. پرورش ماهیان خاویاری در ایران، تاریخچه و چشم انداز توسعه. آبزی پرور، سال هشتم شماره ۳۱، ص: ۱۲-۱۰.
- برادران نویری، ش. ۱۳۸۰.پرورش تاسماهیان. انتشارات حق شناس ص ۱۱۵.
- بنی اسماعیلی ، یلدا .۱۳۸۷ . بررسی تاثیر آنزیمیت و پلی ویتام بر فاکتور های رشد تاسماهی ایرانی *Acipoense persicus* .پایان نامه کار شناسی ارشد دانشگاه آزاد لاهیجان . ۱۲۱ ص.
- بهمنی، م ۱۳۷۷. بررسی فیلوژنتیک و سیستماتیک تاسماهیان. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۲، سال هفتم، تابستان ۷۷، ص ۳۰-۹.
- بهمنی، م.، کاظمی، ر.، پوردهقان، م.، حلاجیان، ع.، وهابی، ی.، محسنی، م.، دژندیان، س.، محمدی پرشکوهی، ح .، ۱۳۸۴. گزارش نهایی پروژه مطالعه فیزیولوژیک جهت بررسی نارسائیها در القاء تکثیر مصنوعی ماهی ازون برون، انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۶۸ صفحه.
- پرندآور،ح.، ۱۳۸۲. گزارش بررسی امکان صید مولدین ماهیان خاویاری در پای سد سنگر و لاروهای حاصل از تکثیر طبیعی احتمالی، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان .۴۶ ص.
- پژند، ذ.، حدادی مقدم، ک.، چوبیان، ف.، روفچایی، ر.،پورعلی فشتمی، ح.ر. ۱۳۹۰. ررسی تاثیر کرم نرئیس (*Nereis diversicolor*) در رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی. گزارش نهایی پروژ تحقیقاتی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۵۸ صفحه.
- پور علی، ح.، پور کاظمی، م.، بهمنی، م.، یگانه، ه.، . نظامی، ا. بررسی مقایسه ای وضعیت رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی .مجله علمی اقیانوس شناسی سال دوم، شماره ۶ تابستان ۱۳۹۰ صفحات ۴۲-۳۱.

- پور علی، ح.ر.، محسنی، م.، آق تومان، و.و توکلی، م ۱۳۷۷. پرورش بچه فیل ماهی با درصدهای مختلف غذای کنسانتره فرموله شده. اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری ایران .۱۳۷۷، رشت. کتابچه خلاصه مقالات، ص ۳۲.
- پورکاظمی ،م.، بهمنی، م.، مهدی نژاد، ک.، توکلی، م.، محسنی ، م.، کاظمی ، ر.، شناور ، ع.، فشخامی، م.، زارع گشتی، م. ۱۳۸۶. کتابچه برنامه راهبردی تحقیقات ماهیان خاویاری، انستیتوتحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان. رشت. ۳۷۵ ص.
- تاتینا، م.، طاعتی، ر.، بهمنی، م.، سلطانی، م. قریب خانی، م. ۱۳۹۱. اثر سطوح مختلف ویتامین های C و E بر شاخص های رشد و بقای ماهی استرلیاد پرورشی *Acipenser ruthennus*. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۱. شماره ۱ صفحات ۱۲-۱.
- تقی زاده، و.، ایمانپور، م.ر.، اسعدی، ر.، چمن آرا، و. و شربتی، س. ۱۳۹۰. تاثیر جایگزینی پروتئین گیاهی به جای آرد ماهی روی شاخص های رشد، کیفیت لاشه و پارامترهای بیوشیمیایی خون فیل ماهی . مجله علمی شیلات ایران دوره ۱۹، شماره ۴ صفحات ۴۲-۳۳.
- توکلی، م.، مقیم، م ۱۳۸۲. گزارش سفر به روسیه و گشت تحقیقاتی ارزیابی ماهیان خاویاری در آبهای خزر شمالی (گشت تابستان ۱۳۸۲)، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان.۱۳ ص.
- جوشیده، ه.،۱۳۸۵. گزارش سفر به کشور روسیه جهت شرکت در گشت ارزیابی ذخایر ماهیان خاویاری در آبهای خزر شمالی (تابستان ۱۳۸۵)، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری.۲۱ ص.
- جعفریان ،ح.، ,شاهی، ق.، و یزدانی، ع.، ۱۳۸۸. تاثیر پروبیوتیک ها در کارایی تغذیه و رشد لاروهای سه گونه از ماهیان خاویاری دریای خزر علوم کشاورزی و منابع طبیعی جلد ۱۶ شماره ۲
- جیران، آ. بررسی تغذیه طبیعی تاسماهی ایرانی در استخرهای خاکی از مرحله بچه ماهی نارس تا انگشت قد. پایان نامه کارشناسی ارشد.
- چوبیان، ف.، رمضانپور، ز.، حافظیه، م.، صادقی راد، م.، حدادی مقدم، ک.، پژند، ذ.، روفچاهی، ر.، و پور علی، ح.ر. ۱۳۹۲. مطالعه اثرات استفاده از دافنی غنی شده با جلبک های میکروسکوپی بر بازماندگی و برخی شاخص های رشد لارو تاسماهی ایرانی . مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۲. شماره ۲ صفحات ۵۴-۴۵.
- حافظیه، م. ۱۳۸۲. آرتمیا میگوی آب شور.موسسه تحقیقات شیلات ایران . ۱۸۰ ص
- حافظیه ،م.،۱۳۸۸ . بررسی بچه تاسماهی ایرانی در تغذیه های مختلف با آرتمیای غنی شده . گزارش نهایی پروژه موسسه تحقیقات ایران .۶۷ ص.
- حافظیه، م. و حسین پور، ح. ۱۳۸۹. استفاده از ناپلیوس آرتمیای ارومیانا *A.urmiana* غنی شده با روغن های حاوی HUFA در پرورش لارو تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus*. مجله علمی شیلات دوره ۱۶ شماره ۳ ، صفحات ۴۰-۲۹.

- حدادی مقدم، ک.،بررسی تغذیه ماهیان خاویاری در سنین مختلف حیات آنها و تا عمق ۱۰ متری دریای خزر. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات شیلات ایران.
- حدادی مقدم ،ک .، سپهداری ، آ. و فلاحی کپورچالی،م.، و پرند آور،ح. ، و پژند،ذ. ، و چوبیان، ف. ۱۳۸۰ . بررسی امکان استفاده از روتیفر *(Brachionus plicatilis)* در تغذیه لارو تاسماهی ایرانی. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان. ۴۷ ص.
- حسینی، م.ر. محسنی، م.، زاهدی فر، م.، سید حسنی، م.ح.، پورعلی، ح.ر.، علیزاده، م.، شاهی فر، ر.۱۳۸۶. بررسی تعیین احتیاجات غذایی ماهی قره برون از مرحله لاروی تا عرضه به بازار. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۱۴ صفحه.
- حسینی فر، س. ح.، میرواقفی، ع.، مجازی امیری، ب.، خوشباور رستمی، ح.ع.، پور امینی، م.، درویش بسطامی، ک.۱۳۹۰. بررسی اثرات پروبیوتیکی مخمر *Saccharomyces cervisiae* غیر فعال بر برخی شاخص هعای رشد، مصرف جیره، بازماندگی و میکروبیوتای روده بچه فیل ماهی. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۶ شماره ۴ صفحات ۵۵ تا ۶۶ .
- حلیم بری، ط. بررسی رژیم غذایی تاسماهیان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات شیلات ایران.
- خوجه، ت.م. ۱۳۷۷. پرورش بچه فیل ماهی به منظور رها سازی در دریا به روش حصار توری در خلیج گرگان. اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری ایران .۱۳۷۷، رشت. کتابچه خلاصه مقالات، ص ۳۴.
- خوش قلب، م.، ۱۳۸۳. گزارش سفر به کشور روسیه جهت شرکت در گشت ارزیابی ذخایر ماهیان در آبهای خزر شمالی (تابستان ۱۳۸۳)، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتردادمان. ۲۴ ص.
- درویشی بسطامی، ک.، سوداگر، م.، ایمانپور، م.، و طاهری، س. ۱۳۷۸. تاثیر سطوح مختلف عصاره دافنی و آرتمیا به عنوان مواد جاذب غذایی بر روی غذاگیری و شاخص های رشد در بچه فیل ماهی پرورشی . مجله علمی شیلات ایران. سال ۷. شماره ۴ صفحات ۴۳-۳۵.
- زرج آباد، ا.، و سوداگر، م.، ۱۳۸۸. تاثیر سطوح مختلف نمک در جیره غذایی بر شاخص های رشد و بقاء فیل ماهیان جوان پرورشی *Huso huso* در آب شیرین. مجله کشاورزی و منابع طبیعی گلستان جلد دوم، شماره اول، ۹۳-۸۷.
- رامک، ا. اهمیت غذای زنده در پرورش بچه تاسماهیان. پایان نامه کارشناسی ارشد.
- روفچایی، ر.، فلاحی کپور چالی ،م.،پژند،ذ .،۱۳۸۵ . بررسی سم تری کلرو فون بر *Brachionus calyciflorus* .نخستین همایش شیلاتی دریای خزر . کتابچه مقالات کامل . ۷ ص .
- روفچائی،ر.،چوبیان،ف.،پژند،ذ.،ارشاد.ه.،۱۳۸۸.بررسی تغییرات اندازه روتیفر آب شیرین Brachionus (calyciflorus) با تراکم های غذایی مختلف. مجله علمی زیست شناسی ایران ،شماره ۲۲ زمستان ۱۳۸۸ .

- روفچاهی، ر. ۱۳۸۹. بررسی امکان استفاده از روتیفر آب شیرین جهت تغذیه بچه تاسماهی ایرانی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات شیلات ایران.
- سپهداری، ا. ۱۳۷۷. تعیین و مقایسه میزان پروتئین و درصد آمینواسیدهای مورد نیاز ازون برون در محدوده وزنی ۲۰۰-۱۰ گرمی و ۱۰۰۰-۲۰۰ گرمی بر مبنای آنالیز لاشه ای. اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری ایران .۱۳۷۷، رشت. کتابچه خلاصه مقالات، ص ۵۳.
- ستاری ،م.ماهی شناسی (۱) تشریح و فیزیولوژی .. انتشارات نقش مهر . ۱۳۸۱ . ۶۵۹ ص .
- سلطانی ،م .فلاحتکار ،ب.پور کاظمی،م.پور کاظمی ،م.ابطحی،ب.کلباسی ،م.محسنی،م.۱۳۸۷. اثر ال-آسکوربیل – ۲ – پلی فسفات بعنوان منبع ویتامین C بر شاخص های رشد فیل ماهی (*Huso huso* L.). مجله علمی شیلات ایران ، سال هفدهم ، شماره ۳ ، پاییز ۱۳۸۷ . صفحه۱۰۷-۱۱۹.
- سوداگر ،م.،زادمجید ،و.،.۱۳۸۸ . مقدمه ای بر ریخت شناسی ، زیست شناسی ،تکثیر و پرورش دافنی .انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان .۱۴۶ ص.
- سیدحسنی، ح.، ۱۳۸۴. تاثیر نسبتهای مختلف کربوهیدرات به چربی در دو سطح پروتئین بر روند رشد، ترکیب لاشه و شاخص هپاتوسوماتیک فیلماهی جوان(*Huso huso*). پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان. ۶۸ صفحه.
- شکوریان، م.، یزدانی، م.ع.، سجادی، م.م.، امدادی، ب.، پوردهقانی، م. ۱۳۹۲. اثر جایگزینی آرد ماهی با کنجاله سویا در جیره غذایی بچه ماهیان ازون برون (، بر ترکیبات لاشه و فاکتورهای بیوشیمیایی پلاسمای خون *Acipenser stellatus*). نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان. جلد دوم، شماره اول، بهار ۹۲.
- شفچنکو، و.ن.، ۱۳۷۴. تکنولوژی پرورش گوشتی تاسماهی ایران در وانهای فایبرگلاس با استفاده از غذاهای مصنوعی. ترجمه صدرایی، ه. مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی. ۴۸ صفحه.
- شفچنکو، و.ن. ۱۳۷۵. تکنولوژی پرورش گوشتی تاسماهیان ایران در وان های فایبر گلاس با استفاده از غذای مصنوعی. دوره آموزشی، مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی رشت. ۴۰ ص.
- صارمی، بررسی تغذیه ماهیان خاویاری در سواحل جنوب دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد.
- عابدیان، ع.، آذری تاکامی، ق.، نیکخواه، ع.، غفله مرمضی، ج.،۱۳۸۱. اثرات سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره بر توان تولید میگوی سفید هندی. مجله علمی شیلات ایران. سال یازدهم ـ شماره ۳.
- عقیلی، ک.، پرورش بچه ماهی *Huso huso* در استخرهای خاکی با استفاده از غذای کنستانتره تا مرحله بازاری. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات شیلات ایران.
- فارابی، س.م.وف بررسی اثرات چهار رژیم غذایی روی رشد و ترکیب بدن چالباش و فیل ماهی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات شیلات ایران.

- فدایی، ب.، ۱۳۸۴. سفر به کشور روسیه جهت شرکت در گشت تحقیقاتی ارزیابی ذخایر ماهیان خاویاری در دریای خزر، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان. ۲۸ ص.
- فلاحتکار، ب. ۱۳۸۴: اثرات ویتامین C جیره بر برخی شاخص های هماتولوژیک، بیوشیمیای و رشد در فیل ماهی (*Huso huso*) . رساله دکتری شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، ۸۴ ص.
- فلاحی کپورچالی،م.، قناعت پرست،آ وصلواتیان،م.، ۱۳۸۱.بررسی نقش روتیفر *Brachionus plicatilis* در افزایش بقاء لارو ماهی سفید و مقایسه آن با غذای کنسانتره. مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر. ۳۶ص.
- فلاحی، م .مرادی، م .تهرور، م .روحی، ج .سرپناه، ع . 1382 .بررسی رشد و بقاء لارو ماهی سفید با تغذیه روتیفر و مقایسه آن با غذای کنسانتره .مجله پژوهش و سازندگی. .شماره ۶۳
- قزل، ع. ۱۳۷۰. تکثیر مصنوعی فیل ماهی و پرورش آن با صید مولد از دریا. مجموعه مقالات کنفرانس ملی بهره برداری مناسب از ذخایر آبزیان دریای مازندران.مهر ۱۳۶۹، بابلسر. ص ۵۴۳-۵۲۵.
- قزل، ع.غ. ۱۳۷۳. بررسی رژیم غذای طبیعی بچه ماهیان فیل *Huso huso* در استخرهای خاکی مرکز تکثیر و پرورش شهید مرجانی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران.
- کازرونی منفرد، م.، ۱۳۷۴. پرورش بچه ماهی انگشت قد تاسماهی ایرانی با استفاده از کرم خاکی، دانشگاه تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد. ۱۰۶ صفحه.
- کر، د.، ۱۳۸۴. بررسی تغییرات جمعیت ماهیان خاویاری در اعماق ساحلی استان مازندران، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر (گزارش نهایی طرح تحقیقاتی). ۶۸ ص.
- کر، د. ۱۳۷۷. پرورش بچه ماهیان خاویاری به روش پن کالچر در خلیج گرگان. اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری ایران .۱۳۷۷، رشت. کتابچه خلاصه مقالات، ص ۳۵.
- کرد جزی، ض. ، کمالی، ا. ، نظری ، ر.م. یغمایی، ف. .۱۳۸۳ . اثر زمان شروع غذا دهی روی رشد و بقاء لارو تاسماهی ایرنی.(*Asipenser persicus*).شماره ۱،سال سیزدهم ،بهار ۲۴۵.۱۳۸۳ ص.
- کروپی، و. ۱۳۷۴. هیدرولوژی و بیولوژی استخرهای خاکی، دوره آموزشی، مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی رشت. ۴۰ ص.
- کیوان، ا. ، ۱۳۸۱، ماهیان خاویاری ایران، تهران : انتشارات نقش مهر.۲۴۵ص .
- مشایی ،م.، ۱۳۸۵ . نکات کاربردی در تغذیه و غذا دهی آبزیان پرورشی.
- محسنی ،محمود.،پور کاظمی ،م.،بهمنی ،م.، پور علی ،ح.، سجادی ،م.،۱۳۸۶ . اثرات سطوح متفاوت نسبت پروتئین به انرژی جیره غذایی بر روی رشد و ترکیب بدن تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus* پرورشی.مجله علمی شیلات . سال شانزدهم ،شماره ۱ ، بهار ۱۳۸۶ . صفحات ۱۲۹ – ۱۳۹ .

- محسنی، م. ۱۳۷۷. بررسی تاثیر عوامل محیطی نظیر افزایش تراکم کشت تخم و لارو فیل ماهیان حاصل از تکثیر مصنوعی در بروز ناهنجاری های ریختی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دنشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- محسنی، م.، زاهد فر، م.، حقیقیان، م.، محبوبی، ن.، بهمنی، م.، پور علی، ح.، علیزاده، م.، جمالزاده، ف. ۱۳۸۵. تعیین احتیاجات غذایی فیلماهی از مرحله لاروی تا عرضه به بازار. گزارش نهایی موسسه تحقیقات شیلات ایران .۲۱۵ صفحه.
- محسنی، م. و ستوده، ا.م.، ۱۳۹۲. اثر سطوح مختلف سلنیوم جیره غذایی بر روند رشد و استرس اکسیداتیو بچه فیلماهی پرورشی تغذیه شده با سطوح بالای مس. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۱ شماره ۴ صفحات ۱۰۵-۱۱۴.
- محسنی، م.، ۱۳۸۱. ارزیابی پرورش گوشتی فیلماهی در حوضچه های فایبرگلاس. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. ۸۵ صفحه.
- محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی، ر.، آقتومان، و.، ۱۳۸۴. تشکیل و پرورش گله های مولد از مولدین پرورش یافته در کارگاههای تکثیر و پرورش ماهی، فاز اول: بیوتکنیک پرورش گوشتی فیلماهی در آب شیرین. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۳۶ صفحه.
- مقیم، م.، خوشقلب، م.، ۱۳۸۱. سفر به کشور روسیه و گشت تحقیقاتی ارزیابی ذخایر(گشت بهار۱۳۸۱)، گزارش سفر تحقیقاتی. ۱۶ ص.
- مقیم ،م۸۱ ۱۳. ارزیابی ذخایر و بررسی برخی پارامترهای جمعیتی تاس ماهی ایران (*Acipenser persicus*) در سواحل ایرانی درای خزر .مجله علمی و پژوهشی شیلات شماره ۴ ، سال ۱۱ ،زمستان ۱۳۸۱ . صفحه (۹۷-۱۱۸).
- نجفی پور مقدم، ا.، فلاحتکار، ب. و کلباسی . م.ر.، ۱۳۹۰. اثر لسیتین جیره بر شاخص های رشد و ویژگی های خونی بچه تاسماهی سیبری Acipenser baeri. مجله علمی شیلات ایران دوره ۲۰ شماره۳ صفحات ۱۵۴-۱۴۳.
- نظری،ر.،عبدالحی،ح.،مدانلو،م.،کلانتریان،ح.،سهراب نژاد،م.،اویسی پور،م.،۱۳۸۸ . اثر اندازه تخمک بر درصد بازماندگی ، روند رشد و نمو مراحل پیش لاروی و تغذیه آغازین لارو تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus*، صفحه۱۳۷ - ۱۵۲.
- واسیلیوا، ل.م.،۲۰۰۰. مسائل و مشکلات پرورش گوشتی تاسماهیان درشرایط کنونی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس علمی، عملی آستاراخان (بیوس). ص۱۱-۷.
- یوسف پور، ح.، ۱۳۸۲. مطالعه بهترین درصد غذا نسبت به وزن توده زنده در تاسماهی ایران. مجله علمی شیلات ایران. ویژه نامه اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خایواری. صفحه ۱۸۰-۱۶۹.

- یوسف پور، ح.، ۱۳۷۷. مطالعات تغذیه ای پرورش لارو، بچه ماهی انگشت قد و پرواری تاسماهی ایران. موسسه تحقیقات شیلات ایران.
- یوسف پور، ح. ۱۳۷۰. پرورش ماهیان خاویاری در آب شیرین. مجموعه مقالات کنفرانس ملی تکثیر و پرورش آبزیان. شرکت سهامی شیلات ایران. آذر ۱۳۷۰، تهران ص ۸۴-۶۵.

- Abdel-Fattah, M.,El-Sayed, Shin-ichi, T., 1992. Protein and energy requirements of Nile tilapia (Orechromis niloticus) fry. Aquaculture, 103, 55-63.
- Abdelghany, A.E., Ahmad, H.M., 2002. Effects of feeding rates on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. Aquaculture Research, 33, 415 – 423.
- Abdullah, M.S., Wuan, T.O., Kawahara, S., 1987. Preliminary studies on stocking density and production of hamoor (Epinephelus tauvina) in PVC-lined raceways. Journal of the World Aquaculture Society, 18, 237-241.
- Abubakr,B & Jones, D.A.(1992) Functional morphology and ultrastructure of the anterior midgut diverticulae of Penaeus monodon(Fabricius, 1789) larvae.Crustaceana 62: 142-158.
- Aby-ayad, S.-M.E.-A., Melard, C., Kestemont, P., 1997. Effects of fatty acids in Eurasian perch broodstock diet on egg fatty acid composition and larvae stress resistance. Aquacult. Int. 5, 161–168.
- Ackman, R.G., 1967. Characteristics of the fatty acid composition and biochemistry of some freshwater fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids. Comp.Biochem.Physiol., 22:907-22
- Afzal khan, M., Jafri, A.K., Chadha, N.K., 2005. Effects of varying dietary protein levels on growth, reproductive performance, body and egg composition of rohu, Labeo rohita Hamilton .Aquaculture Nutrition, 11,11-17.
- Agh, N., Noori, F., Irani, A., and Makhdom, N. M., 2012. First feeding strategy for hatchery produced Beluga sturgeon, Huso huso larvae. Iranian Journal of Fisheries Sciences 11(4) 713-723.
- Aguirre, P. and Gatlin, D.M., 1999. Dietary vitamin C requirement of red drum Sciaenops ocellatus. Aquaculture Nutrition, 5:247-249.
- Ainsworth, A.J., Bowser, P.R., Beleau, M.H., 1985. Serum cortisol levels in channel catfish, from production ponds. Prog. Fish-Cult., 47, 176-181.
- Akiyama, T., Shiraaishi, M., Yamamoto, T., Unuma, T., 1996. Effect of dietary tryptophan on maturation of ayu Plecoglossus altielis. Fish. Sci. 62 (5), 776–782.
- Al Hafedh,E., 1999. Effect of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia , (Oreochromis niloticus L.) Aquaculture Research, 30, 385-393.
- Al-Amoudi, M.M., El-Nakkadi, A.M.N. and El-Nouman, B.M., 1992. Evaluation of optimum dietary requirement of vitamin C for the growth of Oreochromis spilurus fingerlings in water from the Red Sea. Aquaculture, 105:165–173.
- Albrektsen, S., Lie, O. and Sandnes, K., 1988. Ascorbyl palmitate as a dietary vitamin C source for rainbow trout (Salmo gaidneri). Aquaculture, 71:359-368.
- Alsted, N., Jokumsen, A., 1990. The influence of dietary protein: fat ratio on the growth of rainbow trout, Salmo gairdneri.In: The current status of Fish Nutrition in Aquaculture (Takeda, M. and Watanabe, T.eds), pp.209-232.Tokyo University of Fisheries, Tokyo.
- Alsted, N.S., 1991. Studies on the reduction of discharges from fish farms by modification of the diet.In: Nutritional Strategies and Aquaculture Waste (Cowey, C.B. and Cho, C.Y.eds), pp .77 -89.University of Guelph.
- Amerio, M., Vignali, C. and Gabaudan, J., 1998b. Mediterranean sea bream (Spams aurata) and ascorbyl 2-polyphosphate: blood and liver concentration of ascorbic acid. (VIII International Symposium on nutrition and feeding of fish, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, June 1-4.
- Amerio, M.G.R., Rovelli, R.M. and Volker, L., 1998a. Ascorbic acid availability from ascorbyl 2-polyphosphate and ascorbyl 2-sulfate in sea bass (Dicentrarchus labrax). Aquaculture, 159:233-237.
- Anbarasu, K. and Chandran, M.R., 2001. Effects of ascorbic acid on the immune response of the catfish, Mystus gulio (Hamilton), to different bacterins of Ameromonas hydrophila. Fish and Shellfish Immunology, 11:347–355.
- Anonymous 1991. The design and operation of live feeds production systems. In: Rotifer and micro-algae culture systems, Fulks, W. and Main K.L. (Eds.). Proceedings of a US-Asia Workshop, Honolulu, Hawaii, January 28-31, 1991The Oceanic Institute, Hawaii, USA, pp 3-52.

- Antychowicz J. and Nogajewski, R., 1986. Choroby karpi i pstrą̇gẃ [Diseases of carp and trout].. Wyd. Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie. (In Polish).
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1995. Official methods of analysis. 12th edn. AOAC, Washington. DC.215pp
- AOAC (Association of official Analytical Chemists),1997. Official Methods of Milk Analysis. 16th Ed., 3rd Revision Washington, USA.
- Applebaum SL, Rønnestad I (2004) Absorption, assimilation and catabolism of individual free amino acids by larval Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus). Aquaculture 230: 313–322.
- Aquaculture 227: 245–258.
- Aragaˆo C, Conceic¸aˆo LEC, Dinis MT, Fyhn HJ (2004a) Amino acid pools of rotifers and Artemia under different conditions:
- Aragaˆo C, Conceic¸aˆo LEC, Fyhn HJ, Dinis MT (2004b) Estimated amino acid requirements during early ontogeny in fish with different life styles: gilthead seabream (Sparus aurata) and Senegalese sole (Solea senegalensis). Aquaculture 242: 589–605.
- Aragaˆo C, Conceic¸aˆo LEC, Lacuisse M, Yu´ fera M, Dinis MT (2007) Do dietary amino acid profiles affect performance of larval gilthead seabream? Aquatic Living Resources 20: 155–161.
- Aragaˆo C, Conceic¸aˆo LEC, Martins D, Rønnestad I, Gomes E, Dinis MT (2004c) A balanced dietary amino acid profile improves amino acid retention in post-larval Senegalese sole (Solea senegalensis). Aquaculture 233: 293–304.
- Arthur DK (1976) Food and feeding of larvae of three fishes occurring in California current, Sardinops sagax, Engraulis mordax, and Trachurus symmetricus. Fishery Bulletin 74:517–530.
- Asian Fisheries Society, Manila, the Philippines. Asian Fisheries Science, 15:145-154.
- Asnes ER (2006) Optimal makronæringsstoffsammensetning i foˆ r til torskeyngel (Gadus morhua L.) og effekt av pepsinprehydrolysert protein i foˆr pa° vekst og overlevelse. University of Bergen, Bergen.
- Asturiano, J.F., 1999. El proceso reproductivo de la lubina europea (Dicentrarchus labrax L. Efectos de los a´cidos grasos de la dieta: estudios in vivo e in vitro. PhD Thesis, Valencia University, Spain, 251 pp.
- Atalah E, Herna´ndez-Cruz CM, Benı´tez-Santana T, Ganga R, Roo J, Izquierdo M (2011a) Importance of the relative levels of dietary arachidonic acid and eicosapentaenoic acid for culture performance of gilthead seabream (Sparus aurata) larvae. Aquaculture Research 42: 1279–1288.
- Atalah E, Herna´ndez-Cruz CM, Ganuza E, Benı´tez-Santana T, Ganga R, Roo J et al. (2011b) Importance of dietary arachidonic acid for the growth, survival and stress resistance of larval European sea bass (Dicentrarchus labrax) fed high dietary docosahexaenoic and eicosapentaenoic acids. Aquaculture Research 42: 1261–1268.
- Atalah E, Herna´ndez-Cruz CM, Montero D, Ganuza E, Benıtez-Santana T, Ganga R et al. (2008) Enhancemnt of Gilthead Seabream and sea bass larval growth by dietary vitamin E in relation to different levels of essential fatty acids. In: XIII International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, June 1–5, Florianopolis, Brazil.
- Aubrey, D.G., 1994. Conservation of biological diversity of the Caspian Sea and its coastal zone. A Proposal to the Global Environment Facility. Report to GEF. 250 pp.
- Austreng, E., Risa, S., Edwards,D.J., Hvidsten, H.,1979. Carbohydrate in rainbow trout diets. Influence of carbohydrate levels on chemical composition and feed utilization of fish from differentf amilies.Aquaculture,11, 39-50.
- Azari Takami, G., 1975. Culture of Artemia salina for nutrition of small fishes. Journal of Iranian veterinary medical association. Vol.5, no. 1 pp. 10-16 (in Persian).
- Azari Takami, G., 1987. The use of Artemia from Ormia Lake (Iran) as food for sturgeon fry. Artemia research and its application, 1987. Vol.3, Ecology, Calturing, use in aquaculture. Universa press, Wetteren, Belgium. 556p.
- Azevedo P.A., Cho C.Y., Bureau D.P., 1998. Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Aquat. Living Resour. 11 : 227-238.
- Baer A, Langdon C, Mills S, Schulz C, Hamre K (2008) Particle size preference, gut filling and evacuation rates of the rotifer Brachionus ‘Cayman’ using polystyrene latex beads. Aquaculture 282: 75–82.
- Balarin, J.D ., Haller. R.D.1982. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. In: Recent Advances in Aquaculture (ed.by J, F.Muir & R, J.Roberts), p.265-356.Croom Helm, London.
- Barnabé, G. 1990. Harvesting micro-algae. In: Aquaculture, Volume I. Barnabé, G. (Ed.). Ellis Horwood, New York, pp 207-212.

- Barr Y, Helland S (2007) A simple method for mass-production of liposomes, in particular large liposomes, suitable for delivery of free amino acids to filter feeding zooplankton. Journal of Liposome Research 17: 79–88.
- Barton, B.A., Peter, R.E., Paulencu, C.R., 1980. Plasma cortisol levels of fingerling rainbow trout (Salmo gairdneri) at rest, and subjected to handling, confinement, transport, and stocking. Can. J. fish. Aquat. Sci, 37, 805-811.
- Baskerville-Bridges B, Kling LJ (2000) Development and evaluation of microparticulate diets for early weaning of Atlantic cod Gadus morhua larvae. Aquaculture Nutrition 6: 171–182.
- Battaglene, S.C. and Cobcroft, J.M., 2007. Advances in the culture of striped trumpeter larvae: a review. Aquaculture, 268:195-208.
- BBC/Interfax. 2000. Sturgeon season in Caspian to be extended. September 22, 2000.
- Bell, J. G., McEvoy, L. A., Estevez, A., Shields, R. J. and Sargent, J.R., 2003. Optimizing lipid nutrition in first-feeding flatfish larvae. Aquaculture, 227:211-220.
- Bell, J.G., Henderson, R.J. and Sargent, J.R., 1985b. Changes in the fatty acid composition of phospholipids from turbot_Scophthalmus maximus, in relation to dietary polyunsaturated fatty acid deficiencies. Comp. Biochem. Physiol., 81B: 193–198.
- Bell, J.G., Henderson, R.J., Pirie, B.J.S. and Sargent, J.R., 1985a. Effect of dietary polyunsaturated fatty acid deficiencies on mortality, growth and gill structure in the turbot (Scophthalmus maximus). J. Fish Biol., 26:181–191.
- Bell, M.V. and Dick, J.R., 1993. The appearance of rods in the eyes of herring and increased docosahexaenoyl molecular species of phospholipids. J. Mar. Boil. Ass. UK., 73: 679-688.
- Bell, M.V., Batty, R., Navarro, J.C., Sargent, J.R. and Dick, J.R., 1995. Dietary deficiency of docosahexanenoic acid impairs vision at low light intensities in juvenile herring (Clupea harengus L.). Lipids, 30:443-449.
- Bell, M.V., Henderson, R.J., Sargent, J.R., 1986. The role of polyunsaturated fatty acids in fish. Comp. Biochem. Physiol. 83B, 711–719.
- Benı´tez-Santana T, Masuda R, Carrillo EJ, Ganuza E, Valencia A, Herna´ndez-Cruz CM et al. (2007) Dietary n-3 HUFA deficiency induces a reduced visual response in gilthead seabream Sparus aurata larvae. Aquaculture 264: 408–417.
- Berglund, I., 1995. Effects of spring temperature and feeding regime on sexual maturation in Atlantic salmon Salmo salar L. male parr. In: Goetz, F.W., Thomas, P. (Eds.., Reproductive Physiology of Fish) Fish Symp. 95, Austin, 1995, pp. 170–172.
- Berridge MJ, Irvine RF (1989) Inositol phosphates and cell signaling. Nature 341: 197–205.
- Bessonart M, Izquierdo MS, Salhi M, Herna´ndez-Cruz CM, Gonza´lez MM, Ferna´ndez-Palacios H (1999) Effect of dietary arachidonic acid levels on growth and survival of gilthead sea bream (Sparus aurata L.) larvae. Aquaculture 179: 265–275.
- Betancor MB, Atalah E, Caballero MJ, Benı´tez-Santana T, Roo J, Montero D et al. (2011) Alpha-tocopherol in weaning diets for European sea bass (Dicentrarchus labrax) improves survival and reduces tissue damage caused by excess dietary DHA contents. Aquaculture Nutrition 17: E112–E122.
- Betancor MB, Nordrum S, Atalah E, Caballero MJ, Benı´tez Santana T, Roo J et al. (2012) Potential of three new krill products for seabream larval production. Aquaculture Research 43: 395–406.
- Birstein, V.J., J.R. Waldman & W. E. Bemis eds. 1997. Sturgeon Biodiversity and Conservation. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 1997.
- Blaxter JHS, Hempel G (1966) Utilization of yolk by herring larvae. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom 46: 219–234.
- Blom, J.H., Dabrowski, K., 1995. Reproductive success of female rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) in response to graded dietary ascorbyl monophosphate levels. Biol. Reprod. 52, 1073–1080.
- Boonyaratpalin, M., Boonyaratpin, S. and Supamataya, K., 1994. Ascorbyl-phosphate-Mg as a dietary vitamin C source for sea bass Lates calcarifer. In: Proc. 3rd Asian Fisheries Forum (Chou, L.M., Munro, A.D., Lam, T.J., Chen, T.W., Cheong, L.K.K., Ding, J.K., Hooi, K.K., Khoo, H.W., Phang, V.P.E., Shim, K.F. and C.H. Tan, eds), pp. 725-728. Asian Fisheries Society, Manila, the Philippines.
- Botsford, L.W. and Hobbs, R.C., 1984. Optimal fishery policy with artificial enhancement through stocking: California's white sturgeon as an example. Ecological Modeling, 23(4):293-312.
- Brague, C., Corraze . G., Medale, F., 1995. Effect of dietary levels of carbohydrate and lipid on gloucose oxidation and lipogenesis from glucose in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) reared in freshwater or in seawater.Comp Bioshim physiol Physiol (in press).

- Brague, C., Medale, F., Corraze, G., 1994. Effect of dietary carbohydrate levels performance and glycemia in rainbow trout, reared in seawater. Aquaculture , 123,109-120.
- Bransden MP, Cobcroft JM, Battaglene SC, Morehead DT, Dunstan GA, Nichols PD et al. (2005) Dietary 22: 6n-3 alters gut and liver structure and behaviour in larval striped trumpeter (Latris lineata). Aquaculture 248: 275–285.
- Bransden, M. P., Battaglene, S. C., Morehead, D. T., Dunstan, G. A. and Nichols, P.D., 2005. Effect of dietary 22:6n-3 on growth, survival and tissue fatty acid profile of striped trumpeter (Latris lineata) larvae fed enriched Artemia. Aquaculture, 243:331-344.
- Bremer, H., 1980. Some investigations on the relationship between the feeding behavior and the secretory mode of exocrine pancreas of the hybrid sturgeon (Huso huso × Acipenser ruthenus). Zool. Jahrb. Abt. Ant. Ontog. Tiere, 104, 69-67.
- Brendan, J., Hung, S.S.O., Mederano, J., 1988. Protein requirement of hatchery-produced juvenile white sturgeon (Acipenser transmontanus) .Aquaculture, 71, 235-245.
- Britz, P., Hechet, T., 1997. Effect of dietary protein and energy level on growth and body composition of South African abalone (Haliotis midae). Aquaculture, 156, 195-210.
- Brown, S.B., Fitzsimons, J.D., Palace, V.T., Vandenbillaardt, L., 1998. Thiamin and early mortality syndrome in lake trout. In: McDonald, G., Fitzsimons, J.D., Honeyfield, D.C. (Eds), Early Life Stage Mortality Syndrome in Fishes of the Great Lake and Baltic Sea. American Fisheries Society, Symposium, vol. 21, pp. 18–25, Bethesda, MD, USA.
- Buddington R.K ., Doroshov S.I., 1984. Feeding trials with hatchery produced white sturgeon Juvenile (Acipenser transmontaus). Aquaculture, 36, 237-243.
- Buddington, R.K and Doroshov, S.I., 1986. Structural and functional relations of the white sturgeon alimentary canal (Acipenser transmontaus).Journal of Morphology , 190, 201-213.
- Buentello JA, Pohlenz C, Margulies D, Scholey VP, Wexler JB, Tovar-Ramirez D et al. (2011) A preliminary study of digestive enzyme activities and amino acid composition of early juvenile yellowfin tuna (Thunnus albacares). Aquaculture 312: 205–211.
- Busch KET, Falk-Petersen IB, Peruzzi S, Rist NA, Hamre K (2010) Natural zooplankton as larval feed in intensive rearing systems for juvenile production of Atlantic cod (Gadus morhua L.). Aquaculture Research 41: 1727–1740.
- Caballero MJ, Gallardo G, Robaina L, Montero D, Ferna´ndez A, Izquierdo M (2006a) Vegetable lipid sources affect in vitro biosynthesis of triacylglycerols and phospholipids in the intestine of sea bream (Sparus aurata). British Journal of Nutrition 95: 448–454.
- Caballero MJ, Obach A, Rosenlund G, Montero D, Gisvold M, Izquierdo MS (2002) Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Aquaculture 214: 253–271.
- Caballero MJ, Torstensen BE, Robaina L, Montero D, Izquierdo M (2006b) Vegetable oils affect the composition of lipoproteins in sea bream (Sparus aurata). British Journal of Nutrition 96: 830–839.
- Cahu C, Zambonino-Infante JL, Takeuchi T (2003a) Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae.
- Cahu CL, Zambonino-Infante JL, Barbosa V (2003b) Effect of dietary phospholipid level and phospholipid: neutral lipid value on the development of sea bass (Dicentrarchus labrax) larvae fed a compound diet. British Journal of Nutrition 90: 21–28.
- Cahu CL, Zambonino-Infante JL, Quazuguel P, Le Gall MM (1999) Protein hydrolysate vs. fish meal in compound diets for 10-day old sea bass Dicentrarchtus labrax larvae. Aquaculture 171: 109–119.
- Calder, P.C., 1998. Immun-regulatory and anti-inflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. Braz. J. Med. Biol. Res., 31:467–490.
- Canario, A.V.M., Condeca, J., Power, D.M., Ingleton, P.M., 1998. The effect of stocking density on growth in the gilthead sea-bream (Sparus aurata L.). Aquaculture Research, 29, 177-181.
- Carvalho AP, Escaffre AM, Teles AO, Bergot P (1997) First feeding of common carp larvae on diets with high levels of protein hydrolysates. Aquaculture International 5: 361–367.
- Carvalho AP, Oliva-Teles A, Bergot P (2003) A preliminary study on the molecular weight profile of soluble protein nitrogen in live food organisms for fish larvae. Aquaculture 225: 445–449.
- Carvalho AP, Sa R, Oliva-Teles A, Bergot P (2004) Solubility and peptide profile affect the utilization of dietary protein by common carp (Cyprinus carpio) during early larval stages. Aquaculture 234: 319–333.
- Castell, J.D., Bell, J.G., Tocher, D.R. and Sargent, J.R., 1994a. Effects of different dietary arachidonic acid: docosahexaenoic acid ratios on phospholipids fatty acid composition and prostaglandin production in juvenile turbot (Scophthalmus maximus). Aquaculture, 155:149–164.

- Castell, J.D., Bell, J.G., Tocher, D.R. and Sargent, J.R., 1994b. Effects of purified diets containing different combination of arachidonic and docosahexaenoic acid on survival, growth and fatty acid composition of juvenile turbot (Scophthalmus maximus). Aquaculture, 128: 315–333.
- Castell, J.D., Sinnhuber, R.O., Wales, J.H. and Lee, D.J., 1972a. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (Salmo gairdneri), growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms. J. Nutr., 102: 77– 86.
- Catacutan, M.R., Coloso, R.M., 1995. Effect of dietary protein to energy rations on growth, survival, and body composition of juvenile Asian sea bass (Lates calcarifer). Aquaculture, 131, 125-133.
- Catacutan, M.R., Pagador, G.E. Teshima, S., 2001. Effect of dietary protein and lipid levels and protein to energy ration on growth, survival and body composition of the mangrove red snapper (Lutjanus aregentimaculatus Frsskal, 1775). Aquaculture Research, 32,811-818
- Cavalli, R.O., Batista, F.M. M., Lavens, P., Sorgeloos, P., Nelis, H.J. and De Leenheer, A.P., 2003. Effect of dietary supplementation of vitamins C and E on maternal performance and larval quality of the prawn Macrobrachium rosenbergii. Aquaculture, 227:131-146.
- Ceirwyn, S.J., 1995. Analytical Chemistry of Foods. Chapman & Hall, London, 889p.
- CEP (Caspian Environment Programme), 1998. National reports of the Caspian Sea countries (Azerbaijan, Iran, Kazakhstan, Russian Federation, Turkmenistan), 28pp.
- Cerda´, J., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J., 1994a. Effect of food ration on estrogen and vitellogenin plasma levels, fecundity and larval survival in captive sea bass, Dicentrarchus labrax: preliminary observations. Aquat.Living Resour. 7, 255–256.
- Cerda´, J., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J., de la Higuera, M., 1994b. Influence of nutritional composition of diet on sea bass, Dicentrarchus labrax L., reproductive performance and egg and larval quality. Aquaculture 128, 345–361.
- Cetta CM, Capuzzo JM (1982) Physiological and biochemical aspects of embryonic and larval development of the winter flounder Pseudopleuronectes-americanus. Marine Biology 71: 327–337.
- Chang, S., Huang, C., Liao,I.,1988. The effect of various feeds on seed production by Taiwanese red tilapia. In: The Second International Symposium on Tilapias in Aquaculture (ed. by R.S.V. Pullin.T .BHUKA-sawan .K Tonguthal & J.L Maclean). pp. 329- 33. ICLARM , Manila , Philippines.
- Chebanov, M. and Billard, R., 2001. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. Aquatic Living Resources, 14(6):375-381.
- Chen JN, Takeuchi T, Takahashi T, Tomoda T, Koisi M, Kuwada H (2004) Effect of rotifers enriched with taurine on growth and survival activity of red sea bream Pagrus major larvae. Nippon Suisan Gakkaishi 70: 542–547.
- Chen JN, Takeuchi T, Takahashi T, Tomoda T, Koisi M, Kuwada H (2005) Effect of rotifers enriched with taurine on growth in larvae of Japanese flounder Paralichthys olivaceus. Nippon Suisan Gakkaishi 71: 342–347.
- Cho C.Y., 1990.Fish nutrition, feeds, and feeding with special emphasis on salmonid aquaculture. Food Rev. Int. 6:333-357.
- Cho C.Y., 1992.Feeding systems for rainbow trout and other salmonids with reference to current estimates of energy and protein requirements. Aquaculture 100:107-123.
- Cho C.Y., Bureau D.P., 1997.Reduction of waste output from salmonid aquaculture through feeds and feeding. Progress. Fish. Cult. 59:155-160.
- Cho C.Y., Cowey C.B., Watanabe T., 1985.Finfish nutrition in Asia, Methodological approaches to research and development. International Development Research Centre, Ottawa. Publication No. IDRC-233e ,154 p.
- Cho C.Y., Hynes J.D., Wood K.R., Yoshida H.K., 1991.Quantitation of fish culture wastes by biological (nutritional) and chemical (limnological) methods; the development of high nutrient dense (HND) diets, In: Cowey C.B., Cho C.Y. (eds) Nutritional Strategies and Aquaculture Waste, Proceedings of the 1st International Symposium on Nutritional Strategies in Management of Aquaculture Waste, University of Guelph, Ontario, Canada, pp.37-50.
- Cho C.Y., Hynes J.D., Wood K.R., Yoshida H.K., 1994:Development of high nutrient-dense, low pollution diets and prediction of aquaculture wastes using biological approaches, Aquaculture 124 :293-305.
- Cho C.Y., Kaushik S.J., 1990.Nutritional energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (Salmo gairdneri), World Rev. Nutr. Diet. 61 :132-172.
- Cho, C.Y., Bureau, D.P., 1998. Development of bioenergetic models and the Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture. Aquat. Living Resour. 11: 199-210.
- Cho, S.H., Hur, S.B. and Jo, J.Y., 2001. Effect of enriched live feeds on survival and growth rates in larvae Korean rockfish, Sebastes schlegeli Hilgendorf. Aquaculture Research, 32:199-208.

- Chou, B.S. and Shiau, S.Y., 1999. Both n-6 and n-3 fatty acids are required for maximal growth of juvenile hybrid tilapia. N. Am. J. Aquac., 61:13–20.
- Choubert, G., 1986. Pigments carote´noides et reproduction des poissons. Bull. Fr. Peˆche Piscic. 300, 25–32.
- Choubert, G., Blanc, J.M., 1993. Muscle pigmentation changes during and after spawning in male and female rainbow trout, Oncorhynchus mykiss, fed dietary carotenoids. Aquat.Living Resour. 6, 163–168.
- Ciereszco, A., Dabrowski, K., 1995. Sperm quality and ascorbic acid concentration in rainbow trout semen are affected by dietary vitamin C: an across season study. Biol. Reprod. 52, 982–988.
- Cisse, A., 1988. Effect of varying priotien levels on spawning frequency and growth of Sarotherodon melanotheron. In: The Second International Symposium on Tilapias in Aquaculture (ed. by R.S.V. Pullin.T .BHUKA-sawan .K Tonguthal & J.L Maclean). pp. 329- 33.ICLARM , Manila , Philippines.
- Clawson, J.A. and Lovell, R.T., 1992. Improvement of nutritional value of Artemia for hybrid striped bass/white bass (Morone saxatilis x M. chrysops) larvae by n-3 HUFA enrichment of nauplii with menhaden oil. Aquaculture, 108:125-134.
- Clegg, J.S., 1962. Free glycerol in dormant cysts of the brine shrimp Artemia salina, and its disappearance during development. Biological Bulletin, 123: 295-301.
- Company, R., Calduch-Giner, J.A., Kaushik, S., Perez-Sanchez, J., 1999. Growth performance and adiposity in gilthead sea bream (Sparus aurata) risks and benefits of high-energy diets.Aqua culture, 171, 279-292.
- Conceic¸a˜o LEC, Araga˜o C, Richard N, Engrola S, Gavaia P, Mira S et al. (2010a) Novel methodologies in marine fish larval nutrition. Fish Physiology and Biochemistry 36: 1–16.
- Conceic¸a˜o LEC, Dersjant-Li Y, Verreth JAJ (1998a) Cost of growth in larval and juvenile African catfish (Clarias gariepinus) in relation to growth rate, food intake and oxygen consumption. Aquaculture 161: 95–106.
- Conceic¸a˜o LEC, Grasdalen H, Dinis MT (2003a) A new method to estimate the relative bioavailability of individual amino acids in fish larvae using C-13-NMR spectroscopy. Comparative Biochemistry and Physiology B 134: 103–109.
- Conceic¸a˜o LEC, Grasdalen H, Rønnestad I (2003b) Amino acid requirements of fish larvae and post-larvae: new tools and recent findings. Aquaculture 227: 221–232.
- Conceic¸a˜o LEC, Morais S, Rønnestad I (2007) Tracers in fish larvae nutrition: a review of methods and applications. Aquaculture 267: 62–75.
- Conceic¸a˜o LEC, Ozorio ROA, Suurd EA, Verreth JAJ (1998b) Amino acid profiles and amino acid utilization in larval African catfish (Clarias gariepinus): effects of ontogeny and temperature. Fish Physiology and Biochemistry 19: 43–57.
- Conceic¸a˜o LEC, Rønnestad I, Tonheim SK (2002) Metabolic budgets for lysine and glutamate in unfed herring (Clupea harengus) larvae. Aquaculture 206: 305–312.
- Conceic¸a˜o LEC, van der Meeren T, Verreth JAJ, Evjen MS, Houlihan DF, Fyhn HJ (1997) Amino acid metabolism and protein turnover in larval turbot (Scophthalmus maximus) fed natural zooplankton or Artemia. Marine Biology 129:255–265.
- Conceic¸a˜o LEC, Yu´ fera M, Makridis P, Morais S, Dinis MT (2010b) Live feeds for early stages of fish rearing. Aquaculture Research 41: 613–640.
- Copeman LA, Parrish CC, Brown JA, Harel M (2002) Effects of docosahexanoic, eicosapentaenoic and arachidonic acids on the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder (Limanda ferruginea): a live food enrichment experiment. Aquaculture 210: 285–304.
- Corraze, G., Larroquet, L., Maisse, G., Blanc, D., Kaushik, S., 1993. Effect of temperature and of dietary lipid
- Coutteau, P. and Sorgeloos, P., 1997. Manipulation of dietary lipids, fatty acids, and vitamins in zooplankton cultures. Freshwater Biol., 124:283-282.
- Coutteau, P., Sorgeloos, P. and Lavens, P., 1994. Progress in use of live food in larviculture of marine fish. Aquaculture, 124:283-282.
- Cowey, C.B. and Sargent,J. R., 1979. Nutrition. In: W.Hoar and D.Randall (Editors), Fish Bliss (editor), The Biology of Crustacea, Vol. 5. Academic Press, New York, NY, pp. 215-261.
- Cowey, C.B., 1980. Protein and amino acid requirements of finfish.In Halver, J.E. and Tiews, K.(editors),finfish nutrition and fish feed technology.Proceedings of a world symposium sponsored and supported by EFAC of FAO, ICES, IUNS, hamburg, 20-23 June 1978. Heenemann, Berlin, pp: 4-15.
- Craig, S,R ., McLean, E., 2005. The organic movement: a role for NuPro as an alternative protein source. In: Jacques, K., Lyons, T.P.(Eds.), nutritional Biotechnology in the food and feed industry. Nottingham University Press, United Kingdom.
- Craik, J.A.C., Harvey, S.M., 1986. Egg quality in Atlantic salmon. ICES Reports 1986, F:2, 9 pp.
- Craik, J.C.A., 1985. Egg quality and egg pigment content in salmonid fishes. Aquaculture 47, 61–88.

- Cripe, G.M., 1989. Effect of food availability on the acute toxicity of four chemicals to Mysiodopsis bahia (Mysidacea) in static exposures. Environmental Toxicology and Chemistry, 8:333-338.
- Curnow J, King J, Bosmans J, Kolkovski S (2006) The effect of reduced Artemia and rotifer use facilitated by a new microdiet in the rearing of barramundi Lates calcarifer (BLOCH) larvae. Aquaculture 257: 204–213.
- Czesny, S., Kolkovski, S., Dabrowski, K., Culver, D. 1999. Growth, survival, and quality of juvenile walleye Stizostedion oitreum as influenced by ny3 HUFA enriched Artemia nauplii Aquaculture 178:103–115.
- Dabrowski, K. and Ciereszko, A., 1993. Influence of fish size, origin, and stress on ascorbate concentration in vital tissues of hatchery rainbow trout. Progr. Fish-Cult., 55: 109-I 13.
- Dabrowski, K. and Glogowski, J., 1977. Studies on the proteolytic enzymes of invertebrates constituting live fish food, Hydrobiology, 52: 171-187.
- Dabrowski, K., 1984.Feeding of fish larvae. Present state of rate and perspective. Re-pord. Nutr. Develop, 24, 807-833.
- Dabrowski, K., 1991. Some aspects of ascorbate metabolism in developing embryos of the brine shrimp. Canadian Journal of Fish Aquaculture Science, 48:1905-1908.
- Dabrowski, K., 1992. Ascorbate concentration in fish ontogeny. J. Fish Biol., 40:273-279.
- Dąbrowski, K., 1994. Primitive Actinopterigian fishes can synthesize ascorbic acid. Experientia, 50:745-748.
- Dabrowski, K., Matusiewicz, M. and Blom, J.H., 1994. Hydrolysis, absorption and bioavailability of ascorbic acid esters in fish. Aquaculture, 124:169– 191.
- Dabrowski, K., Moreau, R., El-Saidy, D. and Ebeling, L., 1996. Ontogenetic sensitivity of channel catfish to ascorbic acid deficiency. J. Aqua. Animal Health, 8:22-27.
- Dabrowski, K.R., 1979. The role of proteolytic enzymes in fish digestion, in cultivation of fish fry and its live food, Styczynska-jurewicz, E., Backiel, T., Jaspers, E., and G. Persoone, eds. European Mariculture Society, Bredene, Belgium, 107pp.
- Dabrowski,K., Kaushik, S.J. and Fauconneau, B. 1985. Rearing of sturgeon (Acipenser baeri Brandt) larvae: I. Feeding trial. Aquaculture, Volume 47, Issues 2–3, 15 July 1985, Pages 185–192
- Dantagnan P, Borquez A, Herna´ndez A, Izquierdo M (2010) Effect of EPA/DHA ratios on the growth and survival of Galaxias maculatus (Jenyns, 1842) larvae reared under different salinity regimes. Aquaculture Research 41: e239–e244.
- Darias MJ, Mazurais D, Koumoundouros G, Glynatsi N, Christodoulopoulou S, Huelvan C et al. (2010) Dietary vitamin D-3 affects digestive system ontogenesis and ossification in European sea bass (Dicentrachus labrax, Linnaeus, 1758). Aquaculture 298: 300–307.
- Das, S. K., Tiwari, V. K., Venkateshwarlu, G., Reddy, A. K., Parhi, J., Sharma, P. and Chettri, J.K., 2007. Growth, survival and fatty acid composition of Macrobrachium rosenbergii (de Man, 1879) post larvae fed HUFA-enriched Moina micrura. Aquaculture, 269:464-475.
- Davis, D.A., Arnold, C.R., 1997. Response of Atlantic croaker fingerlings to practical diet formulations with varying protein and energy contents. J .World Aquaculture.Soc ,28, 241-248.
- Day OJ, Howell BR, Jones DA (1997) The effect of dietary hydrolysed fish protein concentrate on the survival and growth of juvenile Dover sole, Solea solea (L.), during and after weaning. Aquaculture Research 28: 911–921.
- De Silva, S.S., Gunasekera, R.M., Collins, R.A., ingram B.a., 2004.Performance of Juvenile Murry cod (Maccullochella peelii peelii Mitchell), fed with diets of different protein to energy ratios. Aquaculture.Nutrition, 8, 79-85.
- De Silva, S.S., Gunasekera, R.M., Shim, K.F., 1991. Interactions of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia: evidence of protein sparing. Aquaculture, 95, 305-318.
- Dedi J, Takeuchi T, Seikai T, Watanabe T, Hosoya K (1997) Hypervitaminosis a during vertebral morphogenesis in larval Japanese flounder. Fisheries Science 63: 466–473.
- Deng, D.F., Hemre, G.I., Koshio, S., Yokoyama, S., Bai, S. C., Shao, Q., Cui, Y. and Hung, S.S.O., 2003. Effects of feeding rate on growth performance of white sturgeon (Acipenser transmontanus) larvae. Aquaculture, 217:589-598.
- Deng, D.F., Koshio, SH., Yokoyama, S., Bai, S.C ., Shao, Q ., Cui, Y., Hung, S.S.O., 2003. Effects of feeding rate on growth performance of white sturgeon (Acipenser transmontanus) Larvae. Aquaculture, 23. 211-225.
- Deplano M, Diaz JP, Connes R, Kentouri-Divanach M, Cavalier F (1991) Appearance of lipid-absorption capacities in larvae of the sea bass Dicentrarchus labrax during transition to the exotrophic phase. Marine Biology 108: 361–371.
- Dettlaff T.A. and Goncharov, B. F. 2002. Contribution of evelopmental biology to arti.cial propagation of sturgeon in Russia. J. Appl. Ichtyol. 18:266-270.

- Dhert P (1996) Rotifers. In: Sorgeloos P, Lavens P (eds) Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture, pp. 49–78. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Dhert P, Rombaut G, Suantika G, Sorgeloos P (2001) Advancement of rotifer culture and manipulation techniques in Europe. Aquaculture 200: 129–146.
- Dhert, Ph., Sorgeloos, P. and Devresse, B., 1993. Contributions towards a specific DHA enrichment in the live food Bruchionus plicatilis and Artemia sp. In: Reinertsen, H., Dahle, L.A., Jorgensen, L. and K. Tvinnereim (eds.), Fish Farming Technology. BaIkema, Rotterdam, Netherlands. pp.109-115.
- Dhont J, Van Stappen G (2003) Biology, tank production and nutritional value of Artemia. In: Stottrup JG, McEnvoy LA (eds) Live Feeds in Marine Aquaculture, pp. 65–121. Blackwell Publishing, Oxford.
- Dickey-Collas, M. and Geffen, A.J., 1992. Importance of the fatty acids 20: 5n-3 and 22: 6n-3 in the diet of plaice Pleuronectes platessa larvae. Mar. Biol., 113:463-468.
- Duan , Q., Mai, K., Zhong, H., Si., L., Wang, X., 2001. Studies on nutrition of large yellow croacker, Pseudosciaena crocea R. : 1.Growth response to graded levels of dietary protein and lipid. Aquaculture Research, 32, 46-52.
- 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.
- Durve, V.S and Lovell, R.T., 1982. Vitamin C and disease resistence in channel catfish (Ictalurus punctatus). Can.J. Fish. Aqua. Sci. 39: 948-951.
- Ebrahimnezhadarabi M, Saad CR, Harmin SA, Kamal M, Satar A, AbedianKenari A (2011) Effects of phospholipids in the diet on biochemical factors of sturgeon fish (Huso huso) juveniles. African Journal of Biotechnology 10: 8511–8516.
- Einen, O., Roem, A.J., 1997. Dietary protein/energy ratios for Atlanmtic salmon in relation to fish size: growth, feed utilization and slaughter quality. Aquacult.nutr, 3, 115-126.
- El-Sayed, A.M., 1987. Protein and energy requirements of Tilapia zilli fingerlings. P.h.D Dissertation , Michigan State University, East Lansing, MI. 98pp.
- El-Sayed, K.A., 2002. Study of determine maximum growth capacity and amino acid requirements of Tilapia genotypes. Theses Doctor of Agricultural Science of faculty of Agricultural Sciences. Suez Canal University, Ismailia, Egypt. Pp91.
- Engrola S, Dinis MT, Conceic¸a˜o LEC (2010) Senegalese sole larvae growth and protein utilization is depressed when cofed high levels of inert diet and Artemia since first feeding. Aquaculture Nutrition 16: 457–465.
- Engrola S, Mai M, Dinis MT, Conceic¸a˜o LEC (2009) Co-feeding of inert diet from mouth opening does not impair protein utilization by Senegalese sole (Solea senegalensis) larvae. Aquaculture 287: 185–190.
- Erfanullah,A.,Jafri, A.K., 1995. Protein sparing effect of dietary carbohydrate in diets for fingerling (Laebo rohita). Aquaculture, 136, 331-339.
- Eskelinen, P., 1989. Effects of different diets on egg production and egg quality of Atlantic salmon (Salmo salar)L.) Aquaculture 79, 275–281.
- Este´vez A, Kanazawa A (1995) Effect of n-3 PUFA and vitamin A Artemia enrichment on pigmentation success of turbot, Scophthalmus maximus (L.). Aquaculture Nutrition 1: 159–168.
- Este´vez A, McEvoy LA, Bell JG, Sargent JR (1999) Growth, survival, lipid composition and pigmentation of turbot (Scophthalmus maximus) larvae fed live-prey enriched in arachidonic and eicosapentaenoic acids. Aquaculture 180: 321–343.
- Estevez, A., Ishikawa, M. and Kanazawa, A., 1997. Effects of arachidonic acid on pigmentation and fatty acid composition of Japanese flounder Paralichthys olivaceus (Temminck and Schlegel). Aquaculture Res., 28:279–289.
- Evjemo, J. O., Coutteau, P., Olsen, Y. and Sorgeloos, P., 1997. The stability of docosahexaenoic acid in two Artemia species following enrichment and subsequent starvation. Aquaculture, 155:135-148.
- Evjemo, J. O., Danielsen, T. L. and Olsen, Y., 2001. Losses of lipid, protein and n-3 fatty acids in enriched Artemia franciscana starved at different temperatures. Aquaculture, 193: 65-80.
- Evjemo, J.O., Reitan, K.I. and Olsen, Y., 2003. Copepods as live food organisms in the larval rearing of halibut larvae (Hippoglossus hippoglossus L.) with special emphasis on the nutritional value. Aquaculture, 227:191-210.
- Ezquieta, B. and Vallejo, C.G., 1987. Artemia trypsin like proteinase – a developmentally regulated proteinase, In: Artemia Research and its Application , Vol. 2, Decleir, W., Moens, L., Slegers, H., Sorgeloos, P., and E. Jaspers, E. (eds). Universa Press, Wetteren , Belgium, 53pp.
- Fagerlund, U.H.M., McBride, J.R., Stone, E.T., 1981. Stress-related effects of hatchery rearing density on coho salmon. Trans. Am. Fish. Soc, 110, 644-649.

- Faleiro F, Narciso L (2010) Lipid dynamics during early development of Hippocampus guttulatus seahorses: searching for clues on fatty acid requirements. Aquaculture 307: 56–64.
- Falk-Petersen, S., Sargent, J.R., Fox, C., Falk-Petersen, I.-B., Haug, T., Kjorsvik, E., 1989. Lipids in Atlantic halibut(Hippoglossus hippoglossus) eggs from planktonic samples in Northern Norway. Mar. Biol. 101, 553–556.
- Fauconneau, B., Aguirre, P., Dabrowski, K. and Kaushik, S.J., 1986. Rearing of sturgeon (Acipenser baeri Brandt) larvae: 2. Protein metabolism: Influence of fasting and diet quality. Aquaculture, 51:117-131.
- Feng-Cheng Wu, Yun-Yuan Ting and Houng-Yung Chen, 2002. Docosahexaenoic acid is superior to eicosapentaenoic acid as the essential fatty acid for growth of grouper, Epinephelus malabaricus. The American Society for Nutritional Sciences J. Nutr. 132:72-79.
- Ferna´ndez I, Gisbert E (2010) Senegalese sole bone tissue originated from chondral ossification is more sensitive than dermal bone to high vitamin A content in enriched Artemia. Journal of Applied Ichthyology 26: 344–349.
- Ferna´ndez I, Hontoria F, Ortiz-Delgado JB, Kotzamanis Y, Este´vez A, Zambonino-Infante JL et al. (2008) Larval performance and skeletal deformities in farmed gilthead sea bream (Sparus aurata) fed with graded levels of vitamin A enriched rotifers (Brachionus plicatilis). Aquaculture 283:102–115.
- Ferna´ndez I, Pimentel MS, Ortiz-Delgado JB, Hontoria F, Sarasquete C, Este´vez A et al. (2009) Effect of dietary vitamin A on Senegalese sole (Solea senegalensis) skeletogenesis and larval quality. Aquaculture 295: 250–265.
- Ferna´ndez-Palacios, H., Izquierdo, M., 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.
- Ferna´ndez-Palacios, H., Izquierdo, M.S., Gonzalez, M., Robaina, L., Valencia, A., 1998. Combined effect of dietarya-tocopherol and ny3 HUFA on egg quality of gilthead seabream broodstock (Sparus aurata). Aquaculture 161, 475–476.
- Ferna´ndez-Palacios, H., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Valencia, A., Salhi, M., Vergara, J., 1995. Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead seabream (Sparus aurata L.). Aquaculture 132, 325–337.
- Field FJ, Mathur SN (1995) Intestinal lipoprotein synthesis and secretion. Progress in Lipid Research 34: 185–198.
- Filipiak J., Sadowski, J. and Trzebiatowski, R., 1998. Effects of different conditions of wintering and feeding intensity on results of rearing the Siberian sturgeon (Acipemer baeri). Folia Univ. Agric. Stetin., 184,
- Finn RN (1994) Physiological Energetics of Developing Marine Fish Embryos and Larvae. University of Bergen, Bergen, Norway.
- Finn RN, Fyhn HJ, Evjen MS (1995) Physiological energetic of developing embryos and yolk-sac larvae of Atlantic cod (Gadus morhua). 1. Respiration and nitrogen metabolism. Marine Biology 124: 355–369.
- Finn RN, Fyhn HJ, Henderson RJ, Evjen MS (1996) The sequence of catabolic substrate oxidation and enthalpy balance of developing embryos and yolk-sac larvae of turbot (Scophthalmus maximus L). Comparative Biochemistry and Physiology A 115: 133–151.
- Fishbase .2006. world wide web electronic publication. ((available at http://www .fishbase .org).
- Fleming A, Sato M, Goldsmith P (2005) High-throughput in vivo screening for bone anabolic compounds with zebrafish. Journal of Biomolecular Screening 10: 823–831.
- Fontagne´ S, Burtaire L, Corraze G, Bergot P (2000a) Effects of dietary medium-chain triacylglycerols (tricaprylin and tricaproin) and phospholipid supply on survival, growth and lipid metabolism in common carp (Cyprinus carpio L.) larvae. Aquaculture 190: 289–303.
- Fontagne´ S, Geurden I, Escaffre AM, Bergot P (1998) Histological changes induced by dietary phospholipids in intestine and liver of common carp larvae. Aquaculture 161: 213–223.
- Fontagne´ S, Robin J, Corraze G, Bergot P (2000b) Growth and survival of European sea bass (Dicentrarchus labrax) larvae fed from first feeding on compound diets containing medium-chain triacylglycerols. Aquaculture 190: 261–271.
- Fracalossi, D.M., Allen, M.E., Yuyama, L.K. and Oftedal, O.T., 2001. Ascorbic acid biosynthesis in Amazonian fishes. Aquaculture, 192:321-332.
- Fraser AJ, Gamble JC, Sargent JR (1988) Changes in lipid-content, lipid class composition and fatty-acid composition of developing eggs and unfed larvae of cod (Gadus Morhua). Marine Biology 99: 307–313.
- Fraser, A.J., Sargent, J.R. and Gamble, J.C., 1989. Lipid class and fatty acid composition of Calanus finmarchicus (Gunnerus), Pseudocalanus sp. and Temora longicornis Muller from a nutrient-enriched seawater enclosure. J. exp. Mar. Biol. Ecol., 130: 81-92.

- Fre´mont, L., Le´ger, C., Petridou, B., Gozzelino, M.T., 1984. Effects of a polyunsaturated fatty acid deficient diet on profiles of serum vitellogenin and lipoprotein in vitellogenic trout (Salmo gairdneri). Lipids 19 (7), 522–528.
- Fyhn, H.J. and Serigstad, B., 1987. Free amino acids as energy substrate in developing eggs and larvae of the cod Gadus morhua. Mar. Biol., 96:335–341.
- Fynn- Aikins, K.F., Hung, S.S.O., Liu, W., Li, H., 1992. Growth, Lipogenesi and liver composition of juvenile white sturgeon (Acipenser transmontanus) fed different carbohydrate levels of D-Gloucose. Aquaculture, 10 , (1991) 61-72.
- Gapasin, R. S. J., Bombeo, R., Lavens, P., Sorgeloos, P. and Nelis, H., 1998. Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effects on milkfish (Chanos chanos) larval performance. Aquaculture, 162:269-286.
- Garcia-Ortega, A., J. Verreth, A. V. Hoornych and H. Segner. 2000. Heat treatment affects protein quality and protease activity in decapsulated cysts of Artemia when used as starter food for larvae of African catfish Clarias gariepius (Burchell). Aquaculture Nutrition. 6:25-31.
- Garling, D.I.Jr., Wilson, R.P., 1976. The optimum protein to energy ratio for channel catfish (Ictalurus punctatus).J.Nutr, 106, 1368-1375.
- Gatesoupe FJ, Le Milinaire C (1985) Adaptation de la qualite´ alimentaire des filtreurs-proies aux besoins nutritifs des larvaes de poissons marins. Colloques Franco Japonaise du Oce´anographie Marseille 85: 51–63.
- Gatesoupe, F.J. and Le Milinaire, C., 1985. Adaptation de la qualite alimentaire des filtreurs-proies aux besoins nutritifs des larvae de poissons marins. Coll. Fr.-Jpn Oceanogr. Marseille, 8:51-63.
- Gaumnitz, L. & Zimmerman, J. 2001. Honoring the Ancient Ones. Wisconsin Natural Resources, June.
- Gershanovich, A.D., Taufik, L.R., 1992. Feeding dynamics of sturgeon fingerlings (Acipenseridae) depending on food concentration and stocking density. Journal of Fish Biology, 41 , 425-453.
- Geurden I, Coutteau P, Sorgeloos P (1997) Effect of a dietary phospholipid supplementation on growth and fatty acid composition of European sea bass (Dicentrarchus labrax L) and turbot (Scophthalmus maximus L) juveniles from weaning onwards. Fish Physiology and Biochemistry 16: 259–272.
- Geurden I, Reyes OS, Bergot P, Coutteau P, Sorgeloos P (1998) Incorporation of fatty acids from dietary neutral lipid in eye, brain and muscle of postlarval turbot fed diets with different types of phosphatidylcholine. Fish Physiology and Biochemistry 19: 365–375.
- Ghelichi, A., Makhdoomi, N.M., Jorjani, S. and Taheri, Ali. 2010. Effect of water temperature on the timing of initial feeding of Persian sturgeon Acipenser persicus larvae. International Aquatic Research 2: 113-119
- Giri, S.S., Sahoo, S.K., Sahu, P.K. and Meher, P.K. 2003. Effect of protein level on growth, survival, feed utilization and body composition of hybrid Clarias cat fish (Clarias batrachus × Clarias gariepinus). Journal Animal Feed Science and Technology, 104 , 169-178.
- Gisbert E. and Williot. P.1997. Larval behaviour and effect of the timing of initial feeding on growth and survival of Siberian sturgeon (Acipenser heri) larvae under small scale hatchery production Aquaculture 156: 63-76
- Glencross, B.D. and Smith, D.M., 2001. Optimizing the essential fatty acids, eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid in the diet of the prawn, Penaeus monodon. Aquaculture Nutrition, 7:101-112.
- Gouillou-Coustans MF, Bergot P, Kaushik SJ (1998) Dietary ascorbic acid needs of common carp (Cyprinus carpio) larvae. Aquaculture 161: 453–461.
- Greene, D.H.S and Selivonchick, D.P. 1987. Lipid metabolism in fish. Prog. Lip. Res. 25:53-85.
- Gurr, M.I. and Harwood, J.L. 1991.In: Lipid biochemistry. Suffolk, UK, Chapman & Hall. 4-9.
- Hadas E, Koven W, Sklan D, Tandler A (2003) The effect of dietary phosphatidylcholine on the assimilation and distribution of ingested free oleic acid (18: 1n-9) in gilthead seabream (Sparus aurata) larvae. Aquaculture 217:577–588.
- Haga Y, Takeuchi T, Murayama Y, Ohta K, Fukunaga T (2004) Vitamin D3 compounds induce hypermelanosis on the blind side and vertebral deformity in juvenile Japanese flounder Paralichthys olivaceus. Fisheries Science 70: 59–67.
- Halver, J.E., 1980. in: Aquaculture development and coordination program, Fish food technology. FAO 980 ADCP/REP/80/11. 224 p.
- Halver, J.E., 1989. The vitamins. In: Halver, J.E.(Ed.), Fish Nutrition, 2nd edn. Academic Press, San Diego, pp. 32-109.
- Halver, J.E., 1989.The vitamins. In: Halver, J.E. (Ed)., Fish Nutrition. Academic Press, San Diego, USA, pp. 32–111.
- Halver, J.E., 1995. Vitamin requirement study techniques. J. Appl. Ichthyol. 11 (3-4):215-224.
- Hamre K (2006) Nutrition in cod (Gadus morhua) larvae and juveniles. ICES Journal of Marine Science 63: 267–274.

- Hamre K (2011) Metabolism, interactions, requirements and functions of vitamin E in fish. Aquaculture Nutrition 17: 98–115.
- Hamre K, Baeverfjord G, Harboe T (2005) Macronutrient composition of formulated diets for Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus, L.) juveniles, II: protein/lipid levels at low carbohydrate. Aquaculture 244: 283–291.
- Hamre K, Harboe T (2008a) Artemia enriched with high n-3 HUFA may give a large improvement in performance of Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus L.) larvae. Aquaculture277: 239–243.
- Hamre K, Harboe T (2008b) Critical levels of essential fatty acids for normal pigmentation in Atlantic halibut (Hippoglossus
- Hamre K, Holen E, Moren M (2007) Pigmentation and eye migration in Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus L.) larvae: new findings and hypotheses. Aquaculture Nutrition 13: 65–80.
- Hamre K, Lukram IM, Rønnestad I, Nordgreen A, Sæle O (2011) Pre-digestion of dietary lipids has only minor effects on absorption, retention and metabolism in larval stages of Atlantic cod (Gadus morhua). British Journal of Nutrition 105: 846–856.
- Hamre K, Mangor-Jensen A (2006) A multivariate approach to optimization of macronutrient composition in weaning diets for cod (Gadus morhua). Aquaculture Nutrition 12: 15–24.
- Hamre K, Mollan TA, Sæle O, Erstad B (2008a) Rotifers enriched with iodine and selenium increase survival in Atlantic cod (Gadus morhua) larvae. Aquaculture 284: 190–195.
- Hamre K, Øfsti A, Næss T, Nortvedt R, Holm JC (2003) Macronutrient composition in formulated diets for Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus, L.) juveniles – a multivariate approach. Aquaculture 227: 233–244.
- Hamre K, Opstad I, Espe M, Solbakken J, Hemre G-I, Pittman K (2002) Nutrient composition and metamorphosis success of Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus, L.) larvae fed natural zooplankton or Artemia. Aquaculture Nutrition 8: 139–148.
- Hamre K, Srivastava A, Rønnestad I, Mangor-Jensen A, Stoss J (2008b) Several micronutrients in the rotifer Brachionus sp. may not fulfil the nutritional requirements of marine fish larvae. Aquaculture Nutrition 14: 51–60.
- Hamre, K., Yufera, M., Ronnestad, I., Boglione, Cl. Conceicao, L.E.C. and Izquierdo, M. 2013. Fish larval nutrition and feed formulation: Knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. Reviews in Aquaculture %(Suppl. 1), S26-S58. Doi:10.1111/j.1753-5131.2012.01086.x
- Hamza N, Mhetli M, Ben Khemis I, Cahu C, Kestemont P (2008) Effect of dietary phospholipid levels on performance, enzyme activities and fatty acid composition of pikeperch (Sander lucioperca) larvae. Aquaculture 275: 274–282.
- Han, K., Geurden, I. and Sorgeloos, P., 2000. Enrichment strategies for Artemia using emulsions providing different levels of n-3 highly unsaturated fatty acids. Aquaculture, 183:335-347.
- Han, K., Geurden, I., and Sorgeloos, P., 2001. Fatty acid changes in enriched and subsequently starved Artemia Franciscana nauplii enriched with different essential fatty acids. Aquaculture, 199:93-105.
- Hanaee, L., Agh, N., Hanaee, M., Delazar, A. and Sarker, S.D., 2005. Studies on the enrichment of Artemia urmiana cysts for improving fish food value. Animal Feed Science and Technology, 120:107-112.
- Harada K (1992) Effects of attractant and repellent mixtures on behavior of the oriental weatherfish Misgurnus-anguillicaudatus. Nippon Suisan Gakkaishi 58: 1427–1430.
- Harada K, Eguchi A, Kurosaki Y (1987) Studies on the feeding attractants for fishes and shells. 14. Feeding attraction activities in the combinations of amino-acids and other compounds for abalone, oriental weatherfish and yellowtail. Nippon Suisan Gakkaishi 53: 1483–1489.
- Harboe T, Mangor-Jensen A, Moren M, Hamre K, Rønnestad I (2009) Control of light condition affects the feeding regime and enables successful eye migration in Atlantic halibut juveniles. Aquaculture 290: 250–255.
- Hardy, R.W., Matsumoto, T., Fairgrieve, W.T., Stickney, R.R., 1990. The effects of dietary lipid source on muscle and egg fatty acid composition and reproductive performance of Coho Salmon (Oncorhynchus kisutch). In: Takeda, M., Watanabe, T. (Eds)., The Current Status of Fish Nutrition in Aquaculture. Proc. Third Int. Symp.on Feeding and Nutr. in Fish, Japan Translation Center, Tokyo, pp. 347–356.
- Harel, M., Gavasso, S., Leshin, J., Gubernatis A. and Place, A.R., 2001. The effect of tissue DHA and AA levels on hypersalin tolerance and leucocyte composition in striped bass (Morone saxatilis) larvae. Fish Physiology and Biochemistry, 24:113-123.
- Harel, M., Lund, E., Gavasso, S., Herbert, R. and Place, A.R., 2000. Modulation of arachidonate and docosahexaenoate in Morone saxatilis larval tissues and the effect on growth and survival. Lipids, 35:1269–1280.

- Harel, M., Tandler, A., Kissil, G.Wm., 1992. The kinetics of nutrient incorporation into body tissues of gilthead sea bream S. aurata females and subsequent effects on egg composition and egg quality. Isr. J. Aquacult. Bamidgeh 44 (4), 127 (Only abstract).
- Harel, M., Tandler, A., Kissil, G.Wm., Applebaum, S., 1994. The kinetics of nutrient incorporation into body tissues of gilthead sea bream S. aurata females and subsequent effects on egg composition and egg quality. Br. J. Nutr. 72, 45–58.
- Hari, B. and Kurup, B. M., 2002. Vitamin C (ascorbyl 2 polyphosphate) requirement of freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii (de Man).
- Harris, L.E., 1984. Effects of a broodfish diet fortified with canthaxanthin on female fecundity and egg color. Aquaculture 43, 179–183.
- Hastey RP, Phelps RP, Davis DA, Cummins KA (2010) Changes in free amino acid profile of red snapper Lutjanus campechanus, eggs, and developing larvae. Fish Physiology and Biochemistry 36: 473–481.
- Hawkyard M, Sæle O, Nordgreen A, Langdon C, Hamre K (2011) Effect of iodine enrichment of Artemia sp on their nutritional value for larval zebrafish (Danio rerio). Aquaculture 316: 37–43.
- Hebb, C.D., Castell, J.D., Anderson, D.M ., Batt, J., 2003. Growth and feed conversion of juvenile winter flounder (Pleuronectes americanus) in relation to different protein to – lipid levels in isocaloric diets. Aquaculture, 221, 439-449.
- Helland S, Oehme M, Ibieta P, Hamre K, Lein I, Barr Y (2010) Effects of enriching rotifers Brachionus (Cayman) with protein, taurine, arginine, or phospholipids – start feed for cod larvae Gadus morhua L In: Aquaculture Europe 2010, October 6–10. European Aquaculture Society, Porto. Heming TA, Buddington RK (1988) Yolk absorption in embryonic and larval fishes. In: Hoar WS, Randall DJ (eds) The Physiology of Developing Fish. Part A. Eggs and Larvae, pp. 407–446. Academic Press, New York, NY.
- Hemre, G.I., Mangor-Jensen, A., Lie, O., 1994. Broodstock nutrition in turbot (Scophthalmus maximus) effect of dietary vitamin E. Fiskeridir. Skr., Ser. Ernaer. 8, 21–29.
- Henderson, R.J. and Tocher, D.E., 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. Prog. Lipid Res., 26:281–347.
- Herna´ndez-Cruz CM, Salhi M, Bessonart M, Izquierdo MS, Gonza´lez MM, Ferna´ndez-Palacios H (1999) Rearing techniques for red porgy (Pagrus pagrus) during larval development. Aquaculture 179: 489–497.
- Hernandez, M .D., Egea, M.A., Rueda, F.M., Aguado, F., Martinez, F.J., Garcia, B., 2001. Effects of commercial diets with different P/E ratios on sharp snout sea bream (Diplodus punctatus) growth and nutrient utilization. Aquaculture. 195, 321-329.
- Hillestad , M., Johnsen, F., Asgard, T., 2001. Protein to carbohydrate ratio in high energy diet for Atlantic salmon. Aquaculture, 105,175-190.
- hippoglossus L.) larvae. Aquaculture 277: 101–108.
- Hochleithner, M., Gessner, J., 1999. The Sturgeon and Paddlefishes (Acipenseriformes) of the wrld , Bioliogy and Aquaaculture. Aqua Tech Publications, 212 pp.
- Holm, J.C., Refstie, T., Bo, S., 1990. The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Aquaculture, 89, 3-4.
- Holt J (2011) Larval Fish Nutrition, pp. 435. Wiley-Blackwell, Chichester, UK.
- Hong, H., Lin, L., Chen, X., Hu, J., Zhou, L., 1999. Studies on the optimal content and protein sparing effect of lipid in artificial foodstuff for lateolabrax japonicus. J. Jimei Univ., 4, 41-44.
- Hornung, M.W., Miller, L., Peterson, R.E., Marcquenski, S., Brown, S., 1998. Efficacy of various treatments conducted on Lake Michigan salmonid embryos in reducing early mortality syndrome. In: McDonald, G., Fitzsimons, J.D., Honeyfield, D.C. (Eds)., Early Life Stage Mortality Syndrome in Fishes of the Great Lake and Baltic Sea.American Fisheries Society, Symposium, vol. 21, pp. 124–134, Bethesda, MD, USA.
- Houlihan, D., Boujard, T., Jobling, M., 2001. Food intake in fish. Blackwell Science.pp:152
- Hughes SG (1990) Effects of aqueous amino acid solutions on the feed intake of juvenile Atlantic salmon. Salmonid 13: 13–14.
- Hung ,S.S.O.,1991b. Sturgeon, Acipenser spp. In. Wilson,R.P.(ed.). Hand book of Nutrient Requirement s of Finfish. CRC press, Boca Ration, Florida, pp. 153-160.
- Hung, S.O.O., Storebakken, T., Cui, Y., Tian, L., Einen, O., 1997. High-energy diets for white sturgeon (A. transmontanus) Richardson. Aquaculture Nutrition, 3, 281-286.
- Hung, S.S.O., 1999. Growth of juvenile chinease sturgeon Acipenser sinensis Grey fed live and formulated diets. North American Journal Aquaculture, 61 ,184-188.
- Hung, S.S.O., Deng, D.F., 2002. Sturgeon Acipenser spp. In Lim, C. and Webster, C.D.(eds). Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CAB Inter. Pub. Wallingford, UK, 418pp.
- Hung, S.S.O., Paul, B. L., Conte, F., Storebakken, T., 1989. Growth and feed efficiency of white sturgeon (A. transmontanus) to utilize different carbohydrate. J. Nutr,119,727-733.

- Ibeas, C., Izquierdo, M.S. and Lorenzo, A., 1994. Effect of different levels of n-3 HUFA on growth and fatty acid composition of juvenile gilthead seabream (Sparus aurata). Aquaculture, 127:177-188.
- ICES., 1994. Report of ICES Working Group on Mass Rearing of Juvenile Marine Fish. International Council Exploration Sea Committee Meeting, Mariculture Community, F, 6.
- Immanuel, G., Palavesam, A., Sivaram, V., Babu, M. M. and Marian, M.P., 2004. Feeding trash fish Odonus niger lipid enriched Artemia nauplii on growth, stress resistance and HUFA requirements of Penaeus monodon postlarvae. Aquaculture, 237:301-313.
- Iranian Fisheries Organization, 2006. Statistical analysis data on fisheries and aquaculture in Iran. Plan and program department. 56p.
- Ivanov, 2000. The restoration cofficent of sturgeon fish tagged in the Caspian Sea. Final report of Research Project. Astarakhan. 130p.
- Izquierdo MS (1988) Essential Fatty Acid Requirements for Marine Fish Larvae, pp. 211. Tokyo Suisan Daigaku, Tokyo. Izquierdo MS (1996) Review: essential fatty acid requirements of cultured marine fish larvae. Aquaculture Nutrition 2: 183–191.
- Izquierdo MS (2005) Essential fatty acid requirements in Mediterranean fish species. Cahiers Options Mediterrane´ennes 63: 91–102.
- Izquierdo MS, Arakawa T, Takeuchi T, Haroun R, Watanabe T (1992) Effect of n-3 hufa levels in Artemia on growth of larval Japanese flounder (Paralichthys olivaceus). Aquaculture 105: 73–82.
- Izquierdo MS, Koven W (2011) Lipids. In: Holt J (ed.)Larval Fish Nutrition, pp. 47–84. Wiley-Blackwell, John Wiley and Sons, Chichester, UK.
- Izquierdo MS, Lall S (2004) Experimental design for lipid research. Workshop on Methodologies in Fish Nutrition Research. 2–7 May 2004, Phuket, Thailand.
- Izquierdo MS, Tandler A, Salhi M, Kolkovski S (2001) Influence of dietary polar lipids' quantity and quality on ingestion and assimilation of labelled fatty acids by larval gilthead seabream. Aquaculture Nutrition 7: 153–160.
- Izquierdo MS, Watanabe T, Takeuchi T, Arakawa T, Kitajima C (1989) Requirement of larval red seabream Pagrus major for essential fatty-acids. Nippon Suisan Gakkaishi 55: 859–867.
- Izquierdo, M. S., Arakawa, T., Takeuchi, T., Haroun, R. & Watanabe, T. 1992. Effect of n-3 HUFA levels in Artemia on growth of larval Japanese flounder (Paralichthys olivaceus). Aquaculture, 105:73-82.
- Izquierdo, M., 1996. Essential fatty acid requirements of cultured marine fish larvae. In: Gajardo G, Coutteau P (Eds.) Improvement of the commercial production of marine aquaculture species. In: Proceedings of a workshop on fish and mollusk larviculture, Puerto Montt, Chile, 5-9 December, 1994. Impresora Creces, Santiago, pp. 27-40.
- Izquierdo, M., 1996.Essential fatty acid requirements of cultured marine fish larvae.Aquacult.Nutr. 2, 183–191.
- Izquierdo, M., Ferna´ndez-Palacios, H., 1997.Nutritional requirements of marine fish larvae and broodstock. Cah.Options Mediterr. 22, 243–264.
- Izquierdo, M.S Ferna´ndez-Palacios H. and Tacon, A.G.J., 2000: Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. Aquaculture 197: 25-42.
- Izquierdo, M.S., Watanabe, T., Takeuchi, T., Arakawa, T. and Kitajima, C., 1989. Requirement of larval red sea bream Pagrus major for essential fatty acids. Nippon Suisan Gakk., 55: 859-867.
- Jahan, P., Watanabe, T., Satoh, S., Kiron, V., 2002. A laboratory-based assessment of phosphorus and nitrogen loading from currently available commercial carp feeds. Fisheries Science 68, 579-586.
- Jalali, M A., Ahmadifar, E., Sudagar, M., Azari Takami, GH., 2009. Growth efficiency, body coposition, survival and haematological change in great sturgeon (Huso huso Linnaeus, 1758) juveniles fed diets supplemented with different levels of Ergosan. Aquaculture research 40: 804-809.

- Jantrarotai, W., Sitasit,P., Riachapakdee,S.,1994. The optimum carbohydrate to lipid ratio in hybrid Clarias catfish (Clarias macrocephalus*C.gariepinus) diets containing raw broken rice . Aquaculture, 127, 61-68.
- Jobling, M.,1985. Growth. In: Tylter, P. and P. Calow, (Eds.), Fish Energetics: New Perspective. Croom Helm, London, pp. 213– 230.
- Johnsen, F., Hillested, M., Austereng, E., 1993. High energy diets for Atlantic salmon: effect on Pollution.In: Fish nutrition practice.Biarritz, France, 24-27 June 1991.Les Colloques ,NO . 6 ,inra .Paris ,pp .391-401.
- Johnsen, F., Wandsvik, A., 1991. The impact of high energy diets on pollution control in the fish farming industry.In Nutritional Strategies and Aquaculture Waste(Cowey, C.B.and Cho , C . Y.eds.), pp .51 - 63,University of Guelph.

- Jorge, D., Rueda-Jasso, R., Panserat, S., Conceicao L.E.C., Gomes, E.F., Dinis M.T., 2004. Effect of dietary carbohydrate – to lipid ratios on growth, lipid deposition and metabolic hepatic enzymes in juvenile Sengalese sole (Solea sengalensis , Kaup). Aquaculture Research , 35, 1122-1130.
- Jorgensen, E.H., Christiansen, J.S., Jobling, M. 1993. Effects of stocking density on food intake, growh performance and oxygen consumption in Arctic charr (Salvelinus alpinus). Aquaculture, 110 , 191-204.
- Jover, M., Garcia Gomez, A.,Tomas, A., Gandara, F and Perez, L.1999. Growth of mediterranean yellowtail (Seriola dumerilii) fed extruded diets containing different levels of protein and lipid. Aquaculture 179:25-33.
- Kah, O., Zanuy, S., Pradelles, P., Cerda´, J., Carrillo, M., 1994. An enzyme inmunoassay for salmon gonadotropin-releasing hormone and its application to the study of the effects of diet on brain and pituitary GnRH in the sea bass, Dicentrarchus labrax. Gen. Comp. Endocrinol. 95, 464–474.
- Kanazawa A (1993) Nutritional mechanisms involved in the occurrence of abnormal pigmentation in hatchery-reared flounder. Journal of the World Aquaculture Society 24: 162–166.
- Kanazawa A, Teshima S (1988) Microparticulate diets for fish larvae. In: NOAA. Tech. Rep. NMFS, pp. 57–62. Natl. Mar. Fish. Ser., Seattle, WA.
- Kanazawa A, Teshima S, Inamori S, Iwashita T, Nagao A (1981) Effects of phospholipids on growth, survival rate and incidence of malformation in the larval Ayu. Memoirs of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University 30: 301–309.
- Kanazawa A., 1993. Nutritional mechanisms involved in the occurrence of abnormal pigmentation in hatchery reared at fish. J. World Aquaculture Soc., 24:162-166.
- Kanazawa, A., 1985. Nutrition of peaneid prawns and shrimps. In: Proceeding of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps (Taki, Y., Primavera, J.J. and J.A. Liobrera, Eds.). pp.123-130. Aquaculture Department, SEAFDEC, Iloilo City,
- Kanazawa, A., 2003. Nutrition of marine fish larvae .J. Appl. Aquac., 13:103–143.
- Kanazawa, A., Teshima, S. and Ono, K., 1979b. Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. Comp. Biochem. Physiol., 63B:295– 298.
- Kasumian, A.O.,Kazhlaev, A.A., Sidorov, S.S., Pashchenko, H.I., 1992. Issledovanie zapakhovykh I vkusovykh svojstev komponentov kombikormove dla molodi sevriugi .sb .Nautch .Trud.M.:Vniro ,21-34.
- Kaushik, S,J., Oliva-Teles, A., 1985. Effect on digestible energy on nitrogen and energy balance in rain bow trout. Aquaculture, 50, 89-101.
- Kaushik, S. J., Medale,F., 1994. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids.Aquaculture,124 ,81-97.
- Kaushik, S.J., Breque, J ., Blanc, D., 1991. Requirement for protein and essential amino acids and their utilization by Siberian sturgeon (A. barei).in.p: Williot (editor) proceeding of the First International symposium on sturgeon, Cemegre, France, Publ. 1991, p 25-37.
- Kaushik, S.J., Luquet, P., Blanc, D., Paba, A., 1989. Studies on the Nutrition of Siberian Sturgeon, (Acipenser baeri) .1.Utilization of Digestible Carbohydrate by Sturgeon. Aquaculture, 76 , 97-107.
- Ketola, H.G., Bowser, P.R., Wooster, L.R., Wedge, L.R., Hurst, S., 1998. Thiamin remediation of early mortality in fry of Atlantic salmon from Cayuga Lake. Great Lakes Res. Rev. 3, 21–26.
- Khalfoun, B., Thibault, F., Watier, H., Bardos, P. and Lebranchu, Y., 1997. Docosahexaenoic and eicosapentaenoic acids inhibit in vitro human endothelial cell production of interleukin-6. Adv. Exp. Med. Biol., 400B:589-597.
- Kim .j.D., Kaushik, S.J. 1994. Contribution of digestible energy from carbohydrate and estimation of protein/ energy requirement of rainbow trout. Aquaculyure, 106,161-169.
- Kim, J.D., Lall, S.P., 2001. Effects of dietary protein level on growth and utilization of protein and energy by juvenile haddock (Melanogrammus aeglefinus).Aquaculture, 195, 311-319.
- Kinne, O., 1963. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. Temperature, Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 1: 301-340.
- Kinne, O., 1977. Cultivation of animals. Marine ecology. III. Cultivation, Part 2. Wiley, London, 1293p.
- Kjorsvik, E., Mangor-Jesen, A., Holmefjord, I., 1990.Egg quality in fishes. Advances in Marine Biology, vol. 26, Academic Press, London, pp. 71–113.
- Kleinow W, Wratil H, Kuhle K, Esch B (1991) Electron-microscope studies of the digestive-tract of Brachionus plicatilis (Rotifera). Zoomorphology 111: 67–80.
- Klinger, H., Delventhal, H. and Hilga, V., 1983. Water quality and stocking density as stressors of channel catfish (Ictalurus punctatus Raf.). Aquaculture, 30, 263-272.
- Knight, J., Holland, J.W., Bowden, L.A., Halliday, K., Rowley, A.F., 1995. Eicosanoid generating capacities of different tissues from the rainbow trout, Onchorhynchus mykiss. Lipids 30 (5), 451–458.

- Kofi, F. A., Hung, S.S.O., Liu, W., hongbin, Li., 1992. Growth, Lipogenesis and liver composition of various starter. Archives of polish Fisheries, 4, 45-56
- Kolkovski S, Arieli A, Tandler A (1997) Visual and chemical cues stimulate microdiet ingestion in sea bream larvae. Aquaculture International 5: 527–536.
- Kolkovski S, Czesny S, Yackey C, Moreau R, Cihla F, Mahan D et al. (2000) The effect of vitamins C and E in (n-3) highly unsaturated fatty acids-enriched Artemia nauplii on growth, survival and stress resistance of fresh water walley Stizostedion vitreum larvae. Aquaculture Nutrition 6: 199–206.
- Kolkovski S, Lazzo J, Leclercq D, Izquierdo M (2009) Fish larvae nutrition and diet: new developments. In: Burnell G, Allan G (eds) New Technologies in Aquaculture Improving Production Efficiency, Quality and Environmental Management, pp. 315–369. CRC Woodhead, Cambridge, UK.
- Kolkovski S, Tandler A (2000) The use of squid protein hydrolysate as a protein source in microdiets for gilthead seabream Sparus aurata larvae. Aquaculture Nutrition 6: 11–15.
- Kolkovski S, Tandler A, Kissil GW, Gertler A (1993) The effect of dietary exogenous digestive enzymes on ingestion, assimilation, growth and survival of gilthead seabream (Sparus aurata, Sparidae, Linnaeus) larvae. Fish Physiology and Biochemistry 12: 203–209.
- Kolkovski, S., Czesny, S., Yackey, C., Moreau, R., Cihla, F., Mahan, D., and Dabrowski, K., 2000. The effect of vitamin C and E in (n-3) highly unsaturated fatty acid-enriched Artemia nauplii on growth, survival, and stress resistance of fresh water walleye Stizostedion vitreum larvae. Aquaculture Nutrition, 6:199-206.

- Kolman, R., Srany, L., Szezepkowski, M., 1996. Comparison of the effects of rearing sturgeon fry using various starters. Archives of Polish Fisheries, 4, 45-56.
- Kosarev, A.N. and Yablonskaya, E.A., 1994. The Caspian Sea, SPB Academic Publishing, The Hague, 259 pages.Sources Associated Press, “Black caviar exports cut in half,” October 11, 1999.
- Koven W (2003) Key factors influencing juvenile quality in mariculture: a review. Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh 55: 283–297.
- Koven W, Kolkovski S, Hadas E, Gamsiz K, Tandler A (2001) Advances in the development of microdiets for gilthead seabream, Sparus aurata: a review. Aquaculture 194: 107–121.
- Koven WM, Kolkovski S, Tandler A, Kissil GW, Sklan D (1993) The effect of dietary lecithin and lipase, as a function of age, on n-9 fatty-acid incorporation in the tissue-lipids of Sparus aurata larvae. Fish Physiology and Biochemistry 10: 357–364.
- Koven WM, Parra G, Kolkovski S, Tandler A (1998) The effect of dietary phosphatidylcholine and its constituent fatty acids on microdiet ingestion and fatty acid absorption rate in gilthead sea bream, Sparus aurata, larvae. Aquaculture Nutrition 4: 39–45.
- Koven WM, Tandler A, Kissil GW, Sklan D, Friezlander O, Harel M (1990) The effect of dietary (n-3) polyunsaturated fatty-acids on growth, survival and swim bladder development in Sparus aurata larvae. Aquaculture 91: 131–141.
- Koven, W., Barr, Y., Lutzky, S., Ben-Atia, I., Weiss, R., Harel, M., Behrens, P. and Tandler, A., 2001. The effect of dietary arachidonic acid (20:4n-6) on growth, survival and resistance to handling stress in gilthead sea bream (Sparus aurata) larvae. Aquaculture, 193:107-122.
- Koven, W.M., Kolkovski, S., Tandle, A., Kissil, GW. and Sklan, D., 1993. The effect of dietary lecithin and lipase, as a function of age, on n-9 fatty acid incorporation in the tissue lipids of Sparus aurata larvae. Fish Physiol Biochem., 10:357-364.
- Kva°le A, Yu´ fera M, Nygard E, Aursland K, Harboe T, Hamre K (2006) Leaching properties of three different micropaticulate diets and preference of the diets in cod (Gadus morhua L.) larvae. Aquaculture 251: 402–415.
- Kvale A, Harboe T, Mangor-Jensen A, Hamre K (2009) Effects of protein hydrolysate in weaning diets for Atlantic cod (Gadus morhua L.) and Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus L.). Aquaculture Nutrition 15: 218–227.
- Labbe, C., Loir, M., Kaushik, S., Maisse, G., 1993. The influence of both rearing and dietary lipid origin on fatty acid composition of spermatozoan polar lipids in rainbow trout (Oncorrhynchus mykiss). Effect on sperm cryopreservation tolerance. Fish Nutrition in Practice, Biarritz (France), June 24–27, 1991. Ed. INRA, Paris 1993 (Les Colloques, no. 61), pp. 49–59.
- Labbe, C., Maisse, G., 1996. Influence of rainbow trout thermal acclimation on sperm cryopreservation: relation to change in the lipid composition of the plasma membrane. Aquaculture 145, 281–294.
- Langdon C (2003) Microparticle types for delivering nutrients to marine fish larvae. Aquaculture 227: 259–275.
- Langdon C, Clack B, Onal U (2007) Complex microparticles for delivery of low-molecular weight, water-soluble nutrients and pharmaceuticals to marine fish larvae. Aquaculture 268: 143–148.

- Langdon C, Nordgreen A, Hawkyard M, Hamre K (2008) Evaluation of wax spray beads for delivery of low-molecular weight, water-soluble nutrients and antibiotics to Artemia. Aquaculture 284: 151–158.
- Lavens, P., Leger, P. and Sorgeloos, P., 1989. Manipulation of the fatty acid profile in Artemia offspring produced in intensive culture systems. In: Aquaculture Biotechnology in Progress (ed. by De Pauw, N., Jaspers, E., Ackefors, H. and N. Wilkins), pp. 731-739.
- Lazo, J.P. 1999. Development of the digestive system in red drum (Sciaenops ocellatus) larvae.Dissertation. Dept. of Marine Sciences, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA.
- Leboulanger, J., 1977. Les vitamines.Biochemie-Mode da´ction-Inte´re^t the´rapeutique.Ed. Roche, Neuilly-sur-Seine, France, 194 pp.
- Lee, D.J., Putnam, G.B., 1973. The response of rainbow trout to varying protein and energy ratios in test diet. J.Nutr.103, 916-922.
- Lee, S.M., Kim, K.D., 2001. Effect of dietary protein and energy levels on growth, protein utilization and body composition of juvenile masu salmon (Oncorhynchus masou Brevoort). Aquaculture research, 32 (suppl.l), 39-45.
- Lee, S.M., Lee, J.H. and Kim, K.D., 2003. Effect of dietary essential fatty acids on growth, body composition and blood chemistry of juvenile starry flounder (Platichthys stellatus). Aquaculture, 225:269-281.
- Leger, P., Bieber, G.F. and Sorgeloos, P., 1985. International study on Artemia. XXXIII. Promising results in larval rearing of Penaeus stylirostris using a prepared diet as algal substitute and for Artemia enrichment. J. World Aquac. Soc., 16:354-367.
- Léger, P., Grymonpre, D., Van Ballaer, E. and Sorgeloos, P. 1989. Advances in the enrichment of rotifers and Artemia as food sources in marine larviculture. In: Aquaculture Europe'89, Short Communications and Abstracts, Special Publication, Vol. 10:141-142.
- Leger, Ph., Bengston, D.A., Simpson, K. L. and Sorgeloos, P., 1986. The use and nutritional value of Artemia as a food source, Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 24, 521p.
- Legeza, M.I. 1972. Role of abiotic environmental factors in the distribution of sturgeons (the family Acipenseridae, Pisces) in the Caspian Sea. Voprosy Ikhtyologii (Problems of Ichthyology). Vol. 12, 1: 13-24
- Legrow, S.M., Beamish, F.W.I., 1986. Influence of dietary protein and lipid on apparent heat increment of rainbow trout, Salmo gaidneri. J. Fish Aquat. Sci , 43 ,19-25.
- Lemm, C.A. and Lemarie, D.P., 1991. Survival and growth of larval striped bass (Morone saxatilis) fed Artemia enriched with highly unsaturated fatty acids (HUFA). Aquaculture, 99:117-126.
- Lewis-McCrea LM, Lall SP (2010) Effects of phosphorus and vitamin C deficiency, vitamin A toxicity, and lipid peroxidation on skeletal abnormalities in Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus). Journal of Applied Ichthyology 26: 334–343.
- Li, Y. and Lovell, R.T., 1985. Elevated levels of dietary ascorbic acid increase immune responses in channel catfish. J. Nutr., 115:123–131.
- Lie Ø (1993) Changes in the fatty acid composition of neutral lipids and glycerophospholipids in developing cod eggs. In: Walther BT, Fyhn HJ (eds) Physiological and Biochemical Aspects of Fish Development, pp. 330–337. University of Bergen, Bergen, Norway.
- Lie, O., Mangor-Jensen, A., Hemre, G.I., 1993. Broodstock nutrition in cod (Gadus morhua) effect of dietary fatty acids. Fiskeridir. Skr., Ser. Ernaer. 6, 11–19.
- Lindemann N, Kleinow W (2000) A study of rotifer feeding and digestive processes using erythrocytes as microparticulate markers. Hydrobiologia 435: 27–41.
- Liu J, Caballero MJ, Izquierdo M, Ali TES, Herna´ndez-Cruz CM, Valencia A et al. (2002) Necessity of dietary lecithin and eicosapentaenoic acid for growth, survival, stress resistance and lipoprotein formation in gilthead sea bream Sparus aurata. Fisheries Science 68: 1165–1172.
- Lopez-Alvarado J, Langdon CJ, Teshima S-I, Kanazawa A (1994) Effect of coating and encapsulation of crystalline amino acids on leaching in larval feeds. Aquaculture 122: 335–346.
- Lovell, T., 1989. Nutrition and feeding of fish (second edition). Kluwer academic publisher (USA) .108p.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ (1951) Protein measurement with the Folin phenol reagent. Journal of Biological Chemistry 193: 265–275.
- Lubzens E, Tandler A, Minkoff G (1989) Rotifers as food in aquaculture. Hydrobiologia 186: 387–400.
- Lubzens E, Zmora O, Barr Y (2001) Biotechnology and aqua culture of rotifers. Hydrobiologia 446: 337–353.
- Mæland A, Rønnestad I, Fyhn HJ, Berg L, Waagbo R (2000) Water-soluble vitamins in natural plankton (copepods) during two consecutive spring blooms compared to vitamins in Artemia franciscana nauplii and metanauplii. Marine Biology 136: 765–772.
- Mæland A, Rønnestad I, Waagbo R (2003) Folate in eggs and developing larvae of Atlantic halibut, Hippoglossus hippoglossus L. Aquaculture Nutrition 9: 185–188.

- Mai MG, Engrola S, Morais S, Portella MC, Verani JR, Dinis MT et al. (2009) Co-feeding of live feed and inert diet from first-feeding affects Artemia lipid digestibility and retention in Senegalese sole (Solea senegalensis) larvae. Aquaculture 296: 284–291.
- Mangor-Jensen, A., Birkeland, R.N., Sandnes, K., 1993. Effects of cod broodstock dietary vitamin C on embryonic growth and survival. Milestone. Rapp. Sent. Havbruk, Imr. Norw. Beren-Norw. Inst. Mar. Res. No. 18, 8 pp.
- Martinez. Liorens, S., Vidal, A.T., M Onino, A.V., Torres, M.P. Cerda, M.J., 2007. Effects of dietary soybean oil concentration on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of gilthead sea bream (Sparus aurata). Aquaculture, 38, 76-81.
- Martins DA, Este´vez A, Stickland NC, Simbi BH, Yu´ fera M (2010) Dietary lecithin source affects growth potential and gene expression in Sparus aurata larvae. Lipids 45: 1011–1023.
- Mathis, N., Feidt, C., Brun-Bellut, J., 2003. Influence of protein / energy ratio on carcass quality during the growing period of Eurasian perch (Perca fluviatatilis). Aquaculture, 217, 453-764.
- Matusiewicz, M., Dabrowski, K., Volker, L. and Matusiewicz, K., 1994. Regulation of saturation and depletion of ascorbic acid in rainbow trout. J. Nutr. Biochem., 5:204-212.
- Maziere, C., Conte, M.A., Degonville, J., Ali, D. and Maziere, J.C., 1999. Cellular enrichment with polyunsaturated fatty acids induces an oxidative stress and activates the transcription factors API and NfkappaB. Biochem. Res. Commun., 265:116-122.
- Mazurais D, Glynatsi N, Darias MJ, Christodoulopoulou S, Cahu CL, Zambonino-Infante JL et al. (2009) Optimal levels of dietary vitamin A for reduced deformity incidence during development of European sea bass larvae (Dicentrarchus labrax) depend on malformation type. Aquaculture 294: 262–270.
- McEvoy LA, Este´vez A, Bell JG, Shields RJ, Gara B, Sargent JR (1998) Influence of dietary levels of eicosapentaenoic and arachidonic acid on the pigmentation success of turbot (Scophtalmus maximus) and halibut (Hippoglossus hippoglossus). Bulletin of the Aquaculture Association of Canada 98(4): 17–20.
- McEvoy, L. A., Navarro, J. C., Bell, J. G. and Sargent, J.R., 1995. Autoxidation of oil emulsions during the Artemia enrichment process. Aquaculture, 134:101-112.
- McEvoy, L. A., Navarro, J. C., Hontoria, F., Amat, F. and Sargent, J.R., 1996. Two novel Anemia enrichment diets containing polar lipid. Aquaculture, 144: 339-352.
- McGogan, B.B., Galtin, D.M., 1999. Dietary manipulations affecting growth and nitrogenous waste production of red drum (Scianeops ocellatus). Effect of dietary protein and energy levels . Aquaculture, 178, 333-348.
- Mead, C.G. and Finamore, F.J., 1969. The occurrences of ascorbic acid sulfate in the brine shrimp Artemia salina. Biochemistry, 8:2652-2655.
- Medale, F., Blank, D., Kaushik, S.J., 1991. Studies on the nutrition of Siberian sturgeon, (A. baeri .11. Utilization of dietary non protein energy by sturgeon. Aquaculture, 93, 143-154.
- Meed, J.F. and Kayama, M., 1967. Lipid metabolism in fish. In Fish oils, edited by M.E. Stansby. Westport, Conn., Avi Publ. Co., pp. 289-99
- Meeren, van der. T, Olsen RE, Hamre K, Fyhn HJ (2008) Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish. Aquaculture 274: 375–397.
- Merchie G, Lavens P, Sorgeloos P (1997) Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae: a review. Aquaculture 155: 165–181.
- Merchie, G., Lavens, P. and Sorgeloos, P., 1997. Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae: a review. Aquaculture, 155:165-181.
- Merchie, G., Lavens, P., Dhert, Ph., Pector, R., Mai Soni, A.F., Abbs, M., Nelis, H., De Ollevier, F., Leenheer, A. and Sorgeloos, P., 1995b. Live food mediated vitamin C transfer to Dicentrarchus labrax and Clarias gariepinus. J. Appl. Ichthyol., 11: 336-341.
- Merchie, G., Lavens, P., Radull, J., De Nelis, H., Leenheer, A. and Sorgeloos, P., 1995a. Evaluation of vitamin C-enriched Artemia nauplii for larvae of the giant freshwater prawn. Aquaculture, Int. 3:355-363.
- Merchie, G., Lavens, P., Storch, V., Ubel, U., De Nelis, H., Leenheer, A. and Sorgeloos, P., 1996. Influence of dietary vitamin C dosage on turbot Scophthalmus maximus and European sea bass Dicentrarchus labrax nursery stages. Comp. Biochem. Physiol., 114:123-133.
- Mercure, F., Van Der Kraak, G., 1995. Inhibition of gonadotropin-stimulated ovarian steroid production by polyunsaturated fatty acids in teleost fish. Lipids 30, 547–554.
- Meyer, G., Fracalossi, D.M., 2004. Protien requirement of Iundia carp fingerlings, Rhamdia quelen, at two dietary energy concentrations, Aquaculture, 240 , 331-343.
- Miki, W., Yamaguchi, K., Konosu, S., Watanabe, T., 1984. Metabolism of dietary carotenoids in eggs of red sea bream. Comp. Biochem. Physiol. 77B (4), 665–668.

- Milliamena, O.M., 2002. Replacement of fish meal by animal by-product meals in practical diet for grow-out culture of grouper (Epinephelus coioides). Aquaculture, 204, 75-84.
- Moe, Y.Y., Koshio, Sh., Ishikawa, M., Teshima, Sh., Panganiban, A., Thu, M., Raafat Michael, F. and Ren, T., 2005. Vitamin C requirement of kuruma shrimp postlarvae, Marsupenaeus japonicus (Bate), using L-ascorbyl-2- monophosphate-Na/Ca. Aquaculture Research, 36:739-745.
- Mohler, J., Fynn-Aikins, K., Barrows, R., 1996. Feeding trials with juvenile sturgeon propagated from wild brood stock. The progressive Fish-Culturist , 58, 173-177.
- Mollan TA, Tonheim SK, Hamre K (2008) Pre-hydrolysis improves absorption of neutral lipids in Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus L.) larvae. Aquaculture 275: 217–224.
- Monaco G., Budington. R.K ., Doroshov, S.I., 1985 Growth of white sturgeon (Acipenser transmomtanus) under hatchery conditions. J. World Agriculture .Soc, 12. 113-121.
- Monroig O, Navarro JC, Amat F, Gonza´lez P, Bermejo A, Hontoria F (2006) Enrichment of Artemia nauplii in essential fatty acids with different types of liposomes and their use in the rearing of gilthead sea bream (Sparus aurata) larvae. Aquaculture 251: 491–508.
- Montero D, Tort L, Izquierdo MS, Robaina L, Vergara JM (1998) Depletion of serum alternative complement pathway activity in gilthead seabream caused by alpha-tocopherol and n-3 HUFA dietary deficiencies. Fish Physiology and Biochemistry 18: 399–407.
- Montero, D., Marrero, M., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Vergara, J.M. and Tort, L., 1999. Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthead seabream (Sparus aurata) juveniles subjected to crowding stress. Aquaculture, 171:269-278.
- Moore, J., Hung, S.S.O., Medrano, J., 1988. Protein requirement of hatchery–production juvenile white sturgeon, A. trasmontanus. Aquaculture , 71, 235-245.
- Moore, P.K., 1995. Prostanoids: Pharmacological, Physiological and Clinical Relevance. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Morais S, Conceic¸a˜o LEC (2009) A new method for the study of essential fatty acid requirements in fish larvae. British Journal of Nutrition 101: 1564–1568.
- Morais S, Conceic¸a˜o LEC, Dinis MT, Rønnestad I (2004a) A method for radiolabeling Artemia with applications in studies of food intake, digestibility, protein and amino acid metabolism in larval fish. Aquaculture 231: 469–487.
- Morais S, Koven W, Rønnestad I, Dinis MT, Conceic¸a˜o LEC (2005a) Dietary protein/lipid ratio affects growth and amino acid and fatty acid absorption and metabolism in Senegalese sole (Solea senegalensis Kaup 1858) larvae. Aquaculture 246:347–357.
- Morais S, Koven W, Rønnestad I, Dinis MT, Conceic¸a˜o LEC (2005b) Dietary protein: lipid ratio and lipid nature affects fatty acid absorption and metabolism in a teleost larva. British Journal of Nutrition 93: 813–820.
- Morais S, Lacuisse M, Conceic¸a˜o LEC, Dinis MT, Rønnestad I (2004b) Ontogeny of the digestive capacity of (Solea senegalensis), with respect to and metabolism of amino acids from Senegalese sole digestion, absorption Artemia. Marine Biology 145: 243–250.
- Morais S, Rojas-Garcia CR, Conceic¸a˜o LEC, Rønnestad I (2005c) Digestion and absorption of a pure triacylglycerol and a free fatty acid by Clupea harengus L. larvae. Journal of Fish Biology 67: 223–238.
- Morais S, Torten M, Nixon O, Lutzky S, Conceic¸a˜o LEC, Dinis MT et al. (2006) Food intake and absorption are affected by dietary lipid level and lipid source in seabream (Sparus aurata L.) larvae. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 331: 51–63.
- Morais, S., Bell, J.G., Robertson, D.A., Roy, W.J., Morrris. P.C ., 2001. Protein /lipid rations in extruded diets for Atlantic cod (Gadus morhua L.): effects on growth, feed utilization, muscle composition and liver histology. Aquaculture, 203, 101 – 119.
- Moreau, R., Dabrowski, K., 1996. Feeding stimulants in semipurified for juvenile lake sturgeon (Acipenser fulvescens) Rafinesque.Aquaculture Research , 27, 963-957.
- Moren M, Gundersen TE, Hamre K (2005) Quantitative and qualitative analysis of retinoids in Artemia and copepods by HPLC and diode array detection. Aquaculture 246: 359–365.
- Moren M, Naess T, Hamre K (2002) Conversion of beta-carotene, canthaxanthin and astaxanthin to vitamin A in Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus L.) juveniles. Fish Physiology and Biochemistry 27: 71–80.
- Moren M, Opstad I, Berntssen MHG, Infante JLZ, Hamre K (2004) An optimum level of vitamin A supplements for Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus L.) juveniles. Aquaculture 235: 587–599.
- Morris AL, Hamlin HJ, Francis-Floyd R, Sheppard BJ, Guillette LJ (2011) Nitrate-induced goiter in captive whitespotted bamboo sharks Chiloscyllium plagiosum. Journal of Aquatic Animal Health 23: 92–99.

- Mourente G, Rodrı´guez A, Grau A, Pastor E (1999a) Utilization of lipids by Dentex dentex L-(Osteichthyes, Sparidae) larvae during lecitotrophia and subsequent starvation. Fish Physiology and Biochemistry 21: 45–58.
- Mourente G, Tocher DR, Diaz-Salvago E, Grau A, Pastor E (1999b) Study of the n-3 highly unsaturated fatty acids requirement and antioxidant status of Dentex dentex larvae at the Artemia feeding stage. Aquaculture 179: 291–307.
- Mourente, G. and Tocher, D.R., 1992. Lipid class and fatty acid composition of brain lipids from Atlantic herring (Clupea harengus) at different stages of development. Mar. Biol., 112: 553-558.
- Mourente, G., Carrascosa, M.A., Velasco, C., Odriozola, J.M., 1989. Effect of gilthead sea bream (Sparus aurata L.)broodstock diets on egg lipid composition and spawning quality. EAS Spec. Publ. 10, 179–180.
- Mourente, G., Odriozola, J.M., 1990. Effect of broodstock diets on lipid classes and their fatty acid composition in eggs of gilthead sea bream (Sparus aurata L... Fish Physiol. Biochem. 8 (2), 93–101.
- Mustin, W.G. and Lovell, R.T., 1992. Na-L-ascorbyl-2-monophosphate as a source of vitamin C for channel catfish. Aquaculture, 105:95-100.
- Næss T, Lie Ø (1998) A sensitive period during first feeding for the determination of pigmentation pattern in Atlantic halibut, Hippoglossus hippoglossus L., juveniles: the role of diet. Aquaculture Research 29: 925–934.
- Nankervis L, Southgate P (2009) Enzyme and acid treatment of fish meal for incorporation into formulated microbound diets for barramundi (Lates calcarifer) larvae. Aquaculture Nutrition 15: 135–143.
- Nankervis L, Southgate PC (2006) An integrated assessment of gross marine protein sources used in formulated microbound diets for barramundi (Lates calcarifer) larvae. Aquaculture 257: 453–464.
- Nankervis, L., Matthews, S.J., Appleford, P., 2000. Effect of dietary non – protein energy source on growth, nutrient retention and circulating insulin – like growth factor I and triiodothyronine levels in juvenile barramundi, Lates cacarifer. Aquaculture. 191,323- 335.
- Nanton, D.A., Lall, S.P., Mcniven, M.A., 2001. Effect of dietary lipid level on liver and muscle lipid deposition in juvenile haddock, Melanbogrammus aeglefinus L .Aquaculture Research , 21 (Suppl.1) .225-234.
- Nanton, D.A., Lall, S.P., Rose, N, W., McNiven, M.A .2003. Effect of dietary lipid level pn fatty acid B-oxidation and lipid composition on various tissues of haddock, Melanogrammus aeglefinus L. Comparative Biochemistry and Physiology- Part B 135, 95-108.
- Narciso, L., Pousao-Ferreira, P., Passos, A. and Luis, O., 1999. HUFA content and DHA/EPA improvements of Artemia sp. with commercial oils during different enrichments periods. Aquaculture Research, 30:21– 24.
- Navarro JC, Henderson RJ, McEvoy LA, Bell MV, Amat F (1999) Lipid conversion during enrichment of Artemia. Aquaculture 174: 155–166.
- Navarro, J.C., Amat, F. and Sargent, J.R., 1992a. Fatty acid composition of coastal and inland Artemia sp. populations from Spain. Aquaculture, 102:219–230.
- Navarro, J.C., Henderson, R.J., McEvoy, L.J., Bell, M.V. and Amat, F.,1999. Lipid conversion during enrichment of Artemia. Aquaculture, 174: 155–166.
- Navas, J.M., Bruce, M., Trush, M., Farndale, B.M., Bromage, N., Zanuy, S., Carrillo, M., Bell, J.G., Ramos, J., 1997. The impact of seasonal alteration in the lipid composition of broodstock diets on egg quality in the European sea bass. J. Fish Biol. 51, 760–773.
- Navas, J.M., Trush, M., Ramos, J., Bruce, M., Carrillo, M., Zanuy, S., Bromage, N., 1996. The effect of seasonal alteration in the lipid composition of broodstock diets on egg quality in the European sea bass Dicentrarchus labrax).Proc. V Int. Symp. Rep. Physiol. Fish. Austin, TX, 2–8 July 1995, pp. 108–110.
- Nelis, H.J., Merchie, G., Lavens, P., Sorgeloos, P. and De Leenher, A.P., 1994. Solid phase extraction of ascorbic acid-2-sulfate from cysts of the brine shrimp Artemia franciscana. Anal. Chem., 66:1330-1333.
- Nematipour,G. R., Brown, M.L.,Galtin,D.M., 1992. Effect of dietary carbohydrate:lipid ratio on growth and body composition of hybride striped bass.j.World Aquacult. Soc , 23 ,128-132.
- Ng, W.K., Soon, S.C., Hashim, R., 2001. The dietary protein requirement of a bagrid catfish (Mystus nemurusb Cuvier and Valenciennes), determined using semipurified diets of varying protein level.Aquac.Nutr.7, 45-51.
- Nguyen VT, Satoh S, Haga Y, Fushimi H, Kotani T (2008) Effect of zinc and manganese supplementation in Artemia on growth and vertebral deformity in red sea bream (Pagrus major) larvae. Aquaculture 285: 184–192.
- Nicklason PM, Johnson RB (2008) Real-time measurement of protein leaching from micro-particulate larval fish feeds. Aquaculture Research 39: 1793–1798.

- Noga, E.J., Kerby, J.H., King, W., Aucoin, D.P. and Giesbrecht, F., 1994. Quantitative comparison of the stress response of striped bass (Moronre saxatilis) and hybrid striped bass (M. saxatilis*M. chrysops and M. saxatilis * M. americana) Am.J. Vet. Res., 55:405-409.
- Nordgreen A, Hamre K, Langdon C (2007) Development of lipid microbeads for delivery of lipid and water-soluble materials to Artemia. Aquaculture 273: 614–623.
- Nordgreen A, Tonheim S, Hamre K (2009) Protein quality of larval feed with increased concentration of hydrolysed protein: effects of heat treatment and leaching. Aquaculture Nutrition 15: 525–536.
- Nordgreen A, Yu´fera M, Hamre K (2008) Evaluation of changes in nutrient composition during production of cross-linked protein microencapsulated diets for marine fish larvae and suspension feeders. Aquaculture 285: 159–166.
- NRC (2011) Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Academic Press, Washington D.C.
- NRC (National Research Council)., 1981. Nuttrient Requirement of mestic Animals. No.16, Nutrient Requirement of Coldwater Fishes. National Academy press. Washington, 63PP
- NRC (National Research Council)., 1983. Nuttrient Requirement of Domestic Animals. Nutrient Requirement of Warmwater Fishes and Shellfishes, revised edn. National Academy Press,Washington, DC, 102 pp.
- NRC (National Research Council)., 1997. Nutrient requirement of domestic animals. Number 16. Nutrient requirent of swine, 8th revised edition. National Academy Press, Washington, DC , 63 pp.
- nutritional implications for fish larvae. Aquaculture 234: 429–445.
- Ohkubo N, Sawaguchi S, Nomura K, Tanaka H, Matsubara T (2008) Utilization of free amino acids, yolk protein and lipids in developing eggs and yolk-sac larvae of Japanese eel Anguilla japonica. Aquaculture 282: 130–137.
- Øie G, Makridis P, Reitan KI, Olsen Y (1997) Protein and carbon utilization of rotifers (Branchionus plicatilis) in first feeding of turbot larvae (Scophthalmus maximus L.). Aquaculture 153: 103–122.
- Oikawa S, Itazawa Y (1984) Allometric relationship between tissue respiration and body-mass in the carp. Comparative Biochemistry and Physiology A: Physiology 77: 415–418.
- Oliva-Teles A, Cerqueira AL, Gonc¸alves P (1999) The utilization of diets containing high levels of fish protein hydrolysate by turbot (Scophthalmus maximus) juveniles. Aquaculture 179:195–201.
- Olsen Y (2004) Live food technology of cold-water marine fish larvae. In: Kjørsvik EM, Olsen Y (eds) Culture of Cold-water Marine Fish, pp. 73–193. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Olsen, R.E., Henderson, R.J. and Pedersen, T., 1991. The influence of dietary lipid classes on the fatty acid composition of small cod Gadus morhua L. juveniles reared in an enclosure in northern Norway. J. Exp. Mar. Biol Ecol., 148: 59-76.
- Omori, M. and Ikeda, T., 1984. Methods in marine zooplankton ecology. Chapter 7. Feeding. John Wiley and Sons, New York, pp 134-172.
- Onal U, Langdon C (2004) Lipid spray beads for delivery of riboflavin to first-feeding fish larvae. Aquaculture 233: 477–493.
- Onal U, Langdon C (2005) Development and characterization of complex particles for delivery of amino acids to early marine fish larvae. Marine Biology 146: 1031–1038.
- Ortuno, J., Cuesta, A., Esteban, A. and Meseguer, J., 2001. Effect of oral administration of high vitamin C and E dosages on the gilthead seabream (Sparus aurata L.) innate immune system. Vet. Immunol. Immunopathol, 79:167–180.
- Ortuno, J., Esteban, A. and Meseguer, J., 1999. Effects of high dietary intake of vitamin C on non-specific immune response of gilthead seabream (Sparus aurata L.). Fish and Shellfish Immunology, 9:429– 443.
- Osse J, Boogaart J (1995) Fish larvae, development, allometric growth, and the aquatic environment. ICES Marine Science Symposium 201: 21–34.
- Ostaszewska, T., Kolman, R., Kamaszewski, M., Wiszniewski, G., Adamek, D., Duda, A., 2011. Morphological changes in digestive tract of Atlantic sturgeon Acipenser oxyrinchus during organogenesis. International Aquatic Research, 3: 101-105
- Otterlei E, Nyhammer G, Folkvord A, Stefansson SO (1999) Temperature- and size-dependent growth of larval and early juvenile Atlantic cod (Gadus morhua): a comparative study of Norwegian coastal cod and northeast Arctic cod. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 56: 2099–2111.
- Ozkizilcik S, Chu FLE (1996) Preparation and characterization of a complex microencapsulated diet for striped bass Morone saxatilis larvae. Journal of Microencapsulation 13: 331–343.
- Page, J.W., Andrews, J.W., 1973. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (Ictalurus punctatus). J.Nutr, 103, 1339-1346.

- Palmtag, M.R., 2004. Captive rearing and larval nutrition of the fire shrimp (Lysmatade belius).MS thesis, University of Texas at Austin, United States, 187p.
- Palombo, J.D., De Michele, S.J., Boyce, P.J., Lydon, E.E., Liu, J.W., Huang, Y.S., Fors, R.A., Mizgerd, J.P. and Bistrian, B.R., 1999. Effect of short-term enternal feeding with eicosapentaenoic and gamma-linolenic acids on alveolar macrophage eicosanoid synthesis and bacterial function in rats. Crit. Care. Med., 27:1908-1915.
- Papp G.Z., M. Saroglia, Z. G, Jeney, and Terova, Jeney, G., 1997. Effects of vitamin C on collagen status of sturgeon hybrid (Acipenser ruthenus L. χ Acipenser baeri L.). III International Symposium on Sturgeon, Piacenza, Italy, My 8-11 1997. Booklet of abstracts.
- Parra G, Yu´ fera M (2001) Comparative energetics during early development of two marine fish species, Solea senegaensis (Kaup) and Sparus aurata (L.). Journal of Experimental Biology 204: 2175–2183.
- Pedersen, B.H. and Hjelmeland, K., 1988. Fate of trypsin and assimilation efficiency in larval herring Clupea harengus following digestion of copepods. Mar. Biol., 97:467–476.
- Pedersen, B.H., Nilssen, E.M. and Hjelmeland, K., 1987. Variations in the content of trypsin and trypsinogen in larval herring Clupea harengus digesting copepod nauplii. Mar. Biol., 94:171–181.
- Penglase S, Hamre K, Sweetman JW, Nordgreen A (2011) A new method to increase and maintain the concentration of selenium in rotifers (Brachionus spp.). Aquaculture 315: 144–153.
- Penglase S, Nordgreen A, van der Meeren T, Olsvik PA, Sæle O, Sweetman JW et al. (2010) Increasing the level of selenium in rotifers (Brachionus plicatilis 'Cayman') enhances the mRNA expression and activity of glutathione peroxidase in cod (Gadus morhua L.) larvae. Aquaculture 306: 259–269.
- Peragon, J., Barroso,J .B., Garcia-Salguero, L., De La Higuera, M., Lupianez, .A., 1999. Carbohydrates affect protein-turn over rates, growth and nucleic acid content in white muscle of rainbow trout (Onchorhynchus kiss).Aquaculture, 179, 25-43.
- Perez, L., Gonzales, H., Jover, M., Fernandez, C.J., 1997. Growth of European sea bass fingerlings (Dicentrarchus labrax) fed extruded diets containing varying levels of protein, lipid and carbohydrate .Aquaculture,?, 159-193.
- Perona, R., Ezquieta, B. and Vallejo, C.B., 1987. The degradation of yolk in Artemia, in Artemia Research and its Application, Vol. 2, Declier, W., Moens, L., Slegers, H., Sorgeloos, P. and E. Jaspers,(eds.) , Universa Press, Wetteren, Belgium, 105p.
- Perumal P, Rajkumar M, Santhanam P (2009) Biochemical composition of wild copepods, Acartia spinicauda and Oithona similis, from Parangipettai coastal waters in relation to environmental parameters. Journal of Environmental Biology 30: 995–1005.
- Phillips. A., M., Tunison, A.V., Brockway, D.R., 1948.The utilization of carbohyd rate by trout. New York Conservation Department, Fisheries Research Bulletin 11, Albany.
- Pickering, A.D. and Pottinger, T.G., 1987. Crowding produces prolonged leucopenia in salmonid fish, despite interregnal acclimation. J. Fish Biol., 30:701-712.
- Pickering, A.D., Stewart, A., 1984. Acclimation of the interregnal tissue of brown trout (Salmo trutta L) to chronic crowding stress. J. Fish Biol., 24, 731-740.
- Pickova, J., Dutta, P.C., Larsson, P.O., Kiessling, A., 1997. Early embryonic cleavage pattern, hatching success and egg-lipid fatty acid composition: comparison between two cod stocks. Can. J. Fish.Aquat.Sci. 54, 2410–2416.
- Pinto W, Figueira L, Dinis MT, Araga˜o C (2009) How does fish metamorphosis affect aromatic amino acid metabolism? Amino Acids 36: 177–183.
- Pinto W, Figueira L, Ribeiro L, Yu´ fera M, Dinis MT, Araga˜o C (2010) Dietary taurine supplementation enhances metamorphosis and growth potential of Solea senegalensis larvae. Aquaculture 309: 159–164.
- Polyaninova, A.A. 1979. Daily feeding and diets of Russian and stellate sturgeon in the Northern Caspian. In: Biological principles of sturgeon fisheries development in the USSR water bodies. Nauka Press. Moscow. Pp. 170-180. (in Russian).
- Pourkazemi, M. 2006. Caspian Sea sturgeon conservation and fisheries: past, present, future. In: Proceeding of the 5th International Symposium on Sturgeon, Ramsar, Iran, May 9-13, 2006.
- Putilina L.A. 1985. Quantitative and qualitative assessment of spawning population of Persian sturgeon in the Volga river. "Rybnoe khozyaistvo (Fishing industry)". 10: 71-72.
- Quantz G (1985) Use of endogenous energy-sources by larval turbot Scophthalmus maximus. Transactions of the American Fisheries Society 114: 558–563.
- Quinghui, A., Kangsen, M., Huitao, L., Chunxiao, Z., Lu, Z., Qingyuan, D., Beiping, T., Wenbig, Z., Zhigou, L., 2004. Effects of dietary protein to energy ration on growth and body composition of juvenile Japanese sea bass (Lateolabrax japonicus). Aquaculture, 230, 507-516.

- Rainuzzo JR, Reitan KI, Jorgensen L (1992) Comparative-study on the fatty-acid and lipid-composition of 4 marine fish larvae. Comparative Biochemistry and Physiology B 103: 21–26.
- Rainuzzo JR, Reitan KI, Olsen Y (1997) The significance of lipids at early stages of marine fish: a review. Aquaculture 155: 103–115.
- Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I. and Olsen, Y., 1994b. Effect of short- and long term enrichment on total lipids, lipid class and fatty acid composition in rotifers. Aquaculture Int., 2:19-32.
- Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I., Jorgensen, L. and Olsen, Y., 1994a. Lipid composition in turbot larvae fed live feed cultured by emulsion of different lipid classes. Comp. Biochem Physiol., 107A: 699-710.
- Rainuzzo, J.S., Reitan, K.I. and Olsen, Y., 1997. The significance of lipids at early stages of marine fish: a review. Aquaculture, 155:103-115.
- Rapoport, R., Sklan, D., Wolfenson, D., Shaham-Albalancy, A., Hanukoglu, I., 1998. Antioxidant capacity is correlated with steroidogenic status of the corpus luteum during bovine estrous cycle. Biochem.Biophys. Acta 1380, 133–140.
- Rasowo, J., Devresse, B., Leger, P. and Sorgeloos, P., 1995. Growth, survival, stress resistance and development rate of larval Macrobrachium rosenbergii (de Man) fed Artemia nauplii enriched with ω3-highly unsaturated fatty acids. Kenya J. Sci. Technol., Ser., B11:23-31.
- Raymakers, C., 2001. Sturgeon Aquaculture volumes and values.Traffic Europe.31, 24-28.
- Reddy H.R. and Ramesh, T.J., 1996. Dietary essentiality of ascorbic acid for common carp Cyprinus carpio L. Indian J. Exp. Biol, 34 (11): 1144-1146.
- Rees, J.F., Cure, K., Piyatiratitivorakul, S., Sorgeloos, P. and Menasveta, P., 1994. Highly unsaturated fatty acid requirements of Penaeus monodon postlarvae: an experimental approach based on Artemia enrichment. Aquaculture, 122:193– 207.
- Refstie, T. and Kittelsen, A., 1976. Effect of density on growth and survival of artificially reared Atlantic salmon. Aquaculture, 8, 319-326.
- Reinitz, G., Hitzel,F., 1980. Formulation of practical diets for rainbow trout based on desired performance and body composition. Aquaculture, 19, 243-252.
- Reis, L.M., Reutebuch, E.M., Lovell, R.T., 1989. Protein to energy ratios in production diets and growth, feed conversation and body composition of channel catfish (Ictalurus punctatus) Aquaculture, 77, 21-27.
- Reitan, K.L., Rainuzzo, J.R. and Olsen, Y., 1994. Influence of lipid composition of live feed on growth, survival and pigmentation of turbot larvae. Aquaculture. Int. 2: 33–34.
- Ribeiro ARA, Ribeiro L, Sæle O, Hamre K, Dinis MT, Moren M (2011) Iodine-enriched rotifers and Artemia prevent goitre in Senegalese sole (Solea senegalensis) larvae reared in a recirculation system. Aquaculture Nutrition 17: 248– 257.
- Robaina, L., Izquierdo, M.S., Moyano, F.J., Socorro, J., Vergara, J.M., Montero, D., Ferna´ndez-Palacios, H., 1995. Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead seabream (Sparus aurata): nutritional and histological implications. Aquaculture 130, 219–233.
- Roberts, M.L., Davies, S.J. and Pulsford, A. L., 1995. The influence of ascorbic acid (vitamin C) on non-specific immunity in the turbot (Scophthalmus maximus L.). Fish and Shellfish Immunology, 5:27– 38.
- Rodrı´guez C, Perez JA, Badia P, Izquierdo MS, Ferna´ndez-Palacios H, Herna´ndez AL (1998) The n-3 highly unsaturated fatty acids requirements of gilthead seabream (Sparus aurata L.) larvae when using an appropriate DHA/EPA ratio in the diet. Aquaculture 169: 9–23.
- Rodrı´guez C, Perez JA, Diaz M, Izquierdo MS, Ferna´ndez-Palacios H, Lorenzo A (1997) Influence of the EPA/DHA ratio in rotifers on gilthead seabream (Sparus aurata) larval development. Aquaculture 150: 77–89.
- Rodrı´guez C, Perez JA, Izquierdo MS, Mora J, Lorenzo A, Ferna´ndez-Palacios H (1993) Essential fatty acid requirements for larval gilthead sea bream (S. aurata). Aquaculture and Fisheries Management 24: 295–304.
- Rodrı´guez C, Perez JA, Lorenzo A, Izquierdo MS, Cejas JR (1994) N-3 HUFA requirement of larval gilthead seabream Sparus aurata when using high-levels of eicosapentaenoic acid. Comparative Biochemistry and Physiology A: Physiology 107: 693–698.
- Rojas-Garcı´a CR, Rønnestad I (2003) Assimilation of dietary free amino acids, peptides and protein in post-larval Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus). Marine Biology 142: 801–808.
- Romero-Romero S, Yu´ fera M (2012) Contribution of gut content to the nutritional value of Brachionus plicatilis used as prey in larviculture. Aquaculture (in press).
- Rønnestad I, Conceic¸a˜o LEC (2012) Artemia protein is processed very fast in Solea senegalensis larvae: a dynamic simulation model. Aquaculture 350: 154–161.

- Rønnestad I, Conceic¸a˜o LEC, Aragа˜o C, Dinis MT (2000) Free amino acids are absorbed faster and assimilated more efficiently than protein in postlarval Senegal sole (Solea senegalensis). Journal of Nutrition 130: 2809–2812.
- Rønnestad I, Finn RN, Groot EP, Fyhn HJ (1992a) Utilization of free amino-acids related to energy-metabolism of developing eggs and larvae of lemon sole Microstomus kitt reared in the laboratory. Marine Ecology Progress Series 88: 195–205.
- Rønnestad I, Finn RN, Lein I, Lie Ø (1995) Compartmental changes in the contents of total lipid, lipid classes and their associated fatty acids in developing yolk-sac larvae of Atlantic halibut, Hippoglossus hippoglossus (L.). Aquaculture Nutrition 1: 119–130.
- Rønnestad I, Fyhn HJ, Gravningen K (1992b) The importance of free amino-acids to the energy-metabolism of eggs and larvae of turbot (Scophthalmus maximus). Marine Biology 114: 517–525.
- Rønnestad I, Groot EP, Fyhn HJ (1993) Compartmental distribution of free amino-acids and protein in developing yolksac larvae of Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus). Marine Biology 116: 349–354.
- Rønnestad I, Hamre K, Lie Ø, Waagbø R (1999) Ascorbic acid and alpha-tocopherol levels in larvae of Atlantic halibut before and after exogenous feeding. Journal of Fish Biology 55: 720–731.
- Rønnestad I, Hemre G-I, Finn RN, Lie Ø (1998) Alternate sources and dynamics of vitamin A and its incorporation into the eyes during the early endotrophic and exotrophic larval stages of Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus L.). Comparative Biochemistry and Physiology Part A, 119:787–793.
- Rønnestad I, Lie Ø, Waagbø R (1997) Vitamin B-6 in Atlantic halibut, Hippoglossus hippoglossus – endogenous utilization and retention in larvae fed natural zooplankton. Aquaculture 157: 337–345.
- Rønnestad I, Rojas-Garcı´a CR, Tonheim SK, Conceic¸a˜o LEC (2001) In vivo studies of digestion and nutrient assimilation in marine fish larvae. Aquaculture 201: 161–175.
- Rønnestad I, Yu´ fera M, Ueberschaॅr B, Ribeiro L, Sæle Ø. Izquierdo M, Boglione C (2012) Feeding behaviour and digestion physiology in larval fish – current knowledge and gaps and bottlenecks in research. Reviews in Aquaculture (inpress).
- Rønnestad, I., Thorsen, A. and Finn, R.N., 1999. Fish larval nutrition: a review of recent advances in the roles of amino acids. Aquaculture, 177: 201– 216.
- Rønnestad, I., Tonheim, S.K., Rojas-Garcý´a, C.R., Fyhn, H.J., Kamisaka, Y., Koven, W., Finn, R.N., Terjesen, B.F., Barr, Y. and Conceica˜o, L.E.C., 2003. The supply of amino acids during early feeding stages of marine fish larvae: a review of recent findings. Aquaculture, 227:147–164.
- Ronyai, A., Peteri, A., Radics, F., 1990. Cross breeding of sterlet and sturgeon. Aquaculture. Hungrica (Szarwas), 6 , 13-18.
- Roo FJ, Herna´ndez-Cruz CM, Socorro JA, Ferna´ndez-Palacios H, Montero D, Izquierdo MS (2009) Effect of DHA content in rotifers on the occurrence of skeletal deformities in red porgy Pagrus pagrus (Linnaeus, 1758). Aquaculture 287: 84–93.
- Rosenthal, H., 2000. Status and prospects of sturgeon farming in Europe. Institute fur Meereskunde Kiel Dusternbrooker Weg 20 2300 Kiel, Federal Republik of Germany. pp: 144-157.
- Rubio VC, Sa´nchez-Va´zquez FJ, Madrid JA (2003) Macronutrient selection through postingestive signals in sea bass fed on gelatine capsules. Physiology and Behavior 78: 795–803.
- Sa´nchez-Va´zquez FJ, Yamamoto T, Akiyama T, Madrid JA, Tabata M (1999) Macronutrient self-selection through demand-feeders in rainbow trout. Physiology and Behavior 66: 45–51.
- Saavedra M, Beltran M, Pousa˜o-Ferreira P, Dinis MT, Blasco J, Conceic¸a˜o LEC (2007) Evaluation of bioavailability of individual amino acids in Diplodus puntazzo larvae: towards the ideal dietary amino acid profile. Aquaculture 263: 192–198.
- Saavedra M, Conceic¸a˜o LEC, Helland S, Pousa˜o-Ferreira R, Dinis MT (2008a) Effect of lysine and tyrosine supplementation in the amino acid metabolism of Diplodus sargus larvae fed rotifers. Aquaculture 284: 180–184.
- Saavedra M, Conceic¸a˜o LEC, Pousa˜o-Ferreira P, Dinis MT (2006) Amino acid profiles of Diplodus sargus (L., 1758) larvae: implications for feed formulation. Aquaculture 261: 587–593.
- Saavedra M, Conceic¸a˜o LEC, Pousa˜o-Ferreira P, Dinis MT (2008b) Metabolism of tryptophan, methionine and arginine in Diplodus sargus larvae fed rotifers: effect of amino acid supplementation. Amino Acids 35: 59–64.
- Saavedra M, Pousa˜o-Ferreira P, Yu´ fera M, Dinis MT, Conceic ¸a˜o LEC (2009) A balanced amino acid diet improves Diplodus sargus larval quality and reduces nitrogen excretion. Aquaculture Nutrition 15: 517–524.
- Sadowski J., Filipiak, J., Trzebiatowski, R. and Plust, M., 1999. Preliminary studies on effects of diet enrichment with propiscin, bio-immuno, and ascorbyl sulphate on cage culture of carp (Cyprinus carpio L.) juveniles in cooling water. Folia Univ. Agric. Stetin., 192 Piscaria (25): 71-77.

- Sadowski, J., Trzebiatowski, R. and Wielopolska, M., 2000. Effects of ascorbic acid and glucose applied as food supplements on selected indices of Siberian sturgeon (Acipenser baeribandt, 1858) culture in cooling water. Acta Ichthyol. Piscat. 30 (2):13-20.
- Salhi M, Herna´ndez-Cruz CM, Bessonart M, Izquierdo MS, Ferna´ndez-Palacios H (1999) Effect of different dietary polar lipid levels and different n-3 HUFA content in polar lipids on gut and liver histological structure of gilthead seabream (Sparus aurata) larvae. Aquaculture 179: 253–263.
- Salhi M, Izquierdo MS, Herna´ndez-Cruz CM, Gonza´lez M, Ferna´ndez-Palacios H (1994) Effect of lipid and n-3 HUFA levels in microdiets on growth, survival and fatty-acid composition of larval gilthead seabream (Sparus aurata). Aquaculture 124: 275–282.
- Salhi M, Izquierdo MS, Herna´ndez-Cruz CM, Socorro J, Ferna ´ndez-Palacios H (1997) The improved incorporation of polyunsaturated fatty acids and changes in liver structure in larval gilthead seabream fed on microdiets. Journal of Fish Biology 51: 869–879.
- Salhi, M., Bessonart, M., Chediak, G., Bellagamba, M., Carnevia, D., 2004. Growth, feed utilization and body composition of black cat fish, Rahmdia quelen, and fry fed diets containing different protein and energy levels. Aquaculture, 231, 435-44.
- Samaee SM, Este´vez A, Gime´nez G, Lahnsteiner F (2009) Evaluation of quantitative importance of egg lipids and fatty acids during embryos and larvae development in marine pelagophil teleosts: with an emphasis on Dentex dentex. Journal of Experimental Zoology Part A 311A: 735–751.
- Samantary, K., Mohanty, S.S., 1997. Interaction of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead Channa striata. Aquaculture.156, 241-249.
- Sandel E, Nixon O, Lutzky S, Ginsbourg B, Tandler A, Uni Z et al. (2010) The effect of dietary phosphatidylcholine/phosphatidylinositol ratio on malformation in larvae and juvenile gilthead sea bream (Sparus aurata). Aquaculture 304: 42–48.
- Sandnes, K., 1991. Vitamin C in fish nutrition—a review.Fiskeridir. Skr., Ser. Ernaer. 4, 3–32.
- Sandnes, K., Torrisen, O. and Waagbù, R., 1992. The minimum dietary requirement of vitamin C in Atlantic salmon Salmo salar fry using Ca ascorbate-2-monophosphate as dietary source. Fish Physiol. Biochem., 10:315-319.
- Sandnes, K., Ulgenes, Y., Braekkan, O.R., Utne, F., 1984. The effect of ascorbic acid supplementation in broodstock feed on reproduction of rainbow trout (Salmo gairdneri). Aquaculture 43, 167–177.
- Santiago, C.B., Reyes, O.S., 1993. Effect of dietary lipid source on reproductive performance and tissue lipid levels of Nile tilapia Oreochromis niloticus(Linnaeus) broodstock. J. Appl. Ichthyol. 9, 33–40.
- Sargent JR, McEvoy LA, Bell JG (1997) Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. Aquaculture 155: 117–127.
- Sargent, J., Bell, G., McEvoy, L., Tocher, D.and Estevez, A., 1999. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. Aquaculture, 177:191–199.
- Sargent, J.R., Bell, J.G. and McEvoy, L.A., 1997. Requirements, presentation and sources of poly-unsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. Aquaculture, 155:117–127.
- Sargent, J.R., Bell, J.G., Bell, M.V., Henderson, R.J. and Tocher, D.R., 1993. The metabolism of phospholipids and polyunsaturated fatty acids in fish. In: Lahlou, B. and P. Vitiello (eds.) Aquaculture: fundamental and applied research. Coastal and estuarine studies 43, American Geophysical Union, Washington DC, pp 103-124.
- Sargent, J.R., Henderson, R.J. and Tocher, D.R., 1988. The lipids. In: Halver J.E. (Editor), Fish nutrition. Academic Press, Inc., San Diego, pp 154-218.
- Sargent, J.R., Henderson, R.J. and Tocher, D.R., 1989. The lipids. In: Halver, J.E. (Eds.), Fish Nutrition, 2nd ed. Academic Press, London, pp 153-218.
- Sasayama, Y., Takahashi, H., 1972. Effect of starvation and unilateral astration in male goldfish, Carassius auratus, and a design of bioassay for fish gonadotropin using starved goldfish. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 22, 267–283.
- Sato M, Yoshinaka R, Kuroshima R, Morimoto H, Ikeda S(1987) Changes in water-soluble vitamin contents and transaminase-activity of rainbow-trout egg during development. Nippon Suisan Gakkaishi 53: 795–799.
- Sawchyn, W.W., 1987. Ecological factors controlling the hatchability of Artemia cysts in inland saline lakes in Canada. Artemia Research and its Application. Universa press, Wetteren Belgium. Vol. 3, p. 411-424.
- Seenappa. D., Devaraj .K.V..1995. Effect of different levels of protein, fat and carbohydrate on growth, feed utilization and body carcass composition of fingerlings in Catla catla Ham. Aquaculture, 129 , 243-249.
- Seiliez I, Bruant JS, Zambonino-Infante JL, Kaushik S, Bergot P (2006) Effect of dietary phospholipid level on the development of gilthead sea bream (Sparus aurata) larvae fed a compound diet. Aquaculture Nutrition 12: 372–378.
- Shepherd, C.J. and Bromage, N.R., 1988. Intensive Fish Farming. BSP Professional Books, Oxford. 404 p.

- Shiau, S.Y. and Hsu, T.S., 1999. Quantification of vitamin C requirement for juvenile hybrid tilapia, Oreochromis niloticus* Oreochromis aureus, with l-ascorbyl-2-monophosphate-Na and l-ascorbyl-2-monophosphate- Mg. Aquaculture, 175:317–326.
- Shiau, S.Y., Lan, C.W., 1996. Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (Epinephelus malabaricus). Aquaculture, 145, 259-266.
- Shields RJ, Bell JG, Luizi FS, Gara B, Bromage NR, Sargent JR (1999) Natural copepods are superior to enriched Artemia nauplii as feed for halibut larvae (Hippoglossus hippoglossus) in terms of survival, pigmentation and retinal morphology:relation to dietary essential fatty acids. Journal of Nutrition 129: 1186–1194.
- Siman, C.M., Erikkson, U.J., 1997. Vitamin E decreases the occurrence of malformations in the offspring of diabetic rats. Diabetes 46, 1054–1061.
- Sire MF, Lutton C, Vernier JM (1981) New views on intestinal absorption of lipids in teleostean fishes – n ultrastructural and biochemical study in the rainbow trout. Journal of LipidResearch 22: 81–94.
- Smith, D. M., Allan, G.F.,Booth, M.A.,2002. Aquaculture Diet Development Subprogram: Nutrient Requirements of Aquaculture Species. SW Fisheries Final Report Series No. 59, ISSN 1440-3544.
- Sohn, Y.C., Suetake, H., Yoshiura, Y., Cobayashi, M., Aida, K., 1998. Structural and expression analysis of gonadotropin 1-beta subunit genes in goldfish (Carassius auratus). Gene 222, 257–267.
- Solbakken JS, Berntssen MHG, Norberg B, Pittman K, Hamre K (2003) Differential iodine and thyroid hormone levels between Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus L.) larvaefed wild zooplankton or Artemia from first exogenous feeding until post metamorphosis. Journal of Fish Biology 61:1345–1362.
- Sorensen, P.W., Hara, T.J., Stacey, N.E., Goetz, F.W., 1988. F prostaglandins function as potent stimulants that comprise the post-ovulatory female sex pheromone in goldfish. Biol. Reprod. 39, 1039–1050.
- Sorgeloos, P. and Léger, Ph. 1992. Improved larviculture outputs of marine fish, shrimp and prawn. J. World Aquaculture Soc., 23(4):251-264.
- Sorgeloos, P., 1978. The culture and use of brine shrimp Artemia salina as food for hatchery raised larval prawns, shrimp and fish in South East Asia. FAO Report THA/75/008/78/WP3, 50 p.
- Sorgeloos, P., 1980. The use of the brine shrimp Artemia in aquaculture. In: Persoone, G., Sorgeloos, P. Roels, 0. and E. Jaspers (Editors), The Brine Shrimp Artemia, Vol. 3: Universa Press, Belgium, pp 25-46.
- Sorgeloos, P., 1995. Live food mediated vitamin C transfer to Dicentrarchus labrax and Clarias gariepinus. J. Appl. Ichthyol., 4:28-49
- Sorgeloos, P., Coutteau, P., Dhert, Ph., Merchie, G. and Lavens, P., 1998. Use of brine shrimp, Artemia spp., in larval crustacean nutrition: a Review. Reviews in Fisheries Science, 6(1-2):55-68.
- Sorgeloos, P., Dehasque, M. Dhert, Ph. and Lavens, P. 1995. Review of some aspects of marine fish larviculture. ICES mar. Sci. Symp., 201:138-142.
- Sorgeloos, P., Dhert, Ph. and Candreva, P., 2001. Use of brine shrimp, Artemia spp ,in marine fish larviculture. Aquaculture, 200:147-15.
- Southgate, P.C. and Lou, D.C., 1995. Improving the n – 3 HUFA composition of Artemia using microcapsules containing marine oils. Aquaculture, 134:91-99.
- Srivastava A, Hamre K, Stoss J, Chakrabarti R, Tonheim SK(2006) Protein content and amino acid composition of the live feed rotifer (Brachionus plicatilis): with emphasis on thewater soluble fraction. Aquaculture 254: 534–543.
- Srivastava A, Hamre K, Stoss J, Nordgreen A (2012) A study on enrichment of the rotifer Brachionus 'Cayman' with iodine from different sources. Aquaculture 334: 82–88.
- Srivastava A, Stoss J, Hamre K (2011) A study on enrichment of the rotifer Brachionus 'Cayman' with iodine and selected vitamins. Aquaculture 319: 430–438.
- Stacey, N.E., Goetz, F.W., 1982. Role of prostaglandins in fish reproduction.Can. J. Fish.Aquat. Sci. 39, 92–98.
- Steffens, W., 1981. Protien utilization of rainbow trout (Salmo gairdnerii) and carp (Cyprinus carpio) : A brief review. Aquaculture 23, 337-345.
- Stickney, R.R. and Andrews, J.W., 1972. Effects of dietary lipids on growth, food conversion, lipid and fatty acid composition of channel catfish. J. Nutr. ,102:249– 258.
- Storebakken, T., Shearer, K.D., Roem, A.J., 1998b . Availibility of protein, phosphorus and other elements in fish meal, soy protein oncentrate and phytate-treated soy- protein concentrate- based diet to Atlantic salmon. Aquaculture, 161, 365-379.
- Stuart, J.S., Silas. S. O. Hung. 1989. Growth of Juvenile white sturgeon (Acipenser transmontanus) fed different proteins. Aquaculture, 76, 303-316.
- Sturman JA (1993) Taurine in development. Physiological Reviews 73: 119–147.

- Sturmer, L.N. 1987. Zooplankton composition and dynamics in fingerling red drum rearing ponds. In: Manual on red Drum Aquaculture. Chamberlain, G.W., R.J. Miget and M.G. Haxby, (Eds). Sea Grant Technical Report, Corpus Christi-Texas, USA, pp III-53-74.
- Stygar, V.M. 1984. Feeding and nutritional relations between young sturgeons and other fish in the lower reaches of the Ural River. Author's Abstract of the Ph.D. Dissertation. VNIRO Press. Moscow. 24 p.
- Sullivan, M.H.F., Cooke, B.A., 1985. Effects of calmodulin and lypoxigenase inhibitors on LH- and LHRH-agonist stimulated steroidogenesis in rat leydig cells. Biochem. J. 232, 55–59.
- Summerfelt, R.C., 1996. Walleye culture manual. NCRAC culture series 101. North Central Regional Aquaculture Center Publ. Office, Iowa State University, Ames, IA.
- Tackuchi, T., Wtanabe, T., Ogino, C., 1979. Optimum ratio of dietary energy to protein for carp.Bull. Jap.Soc.Sci.Fish , 45, 983-987.
- Tacon, A.G.J., 1981. Speculative review of possible carotenoid function in fish. Prog.Fish-Cult. 43 (4), 205–208.
- Takeda, M., Shimino, S., Hosokawa, H., Kajiyama, H., Kaisyo, T., 1975. The effect of dietary calorie-to-protein ratio on the growth, feed conversion and body composition of young yellow tail. Bull.Jap.Soc.Sci.Fish , 41, 443-447.
- Takeuchi, T., Watanabe, T., Ogino, C., 1978. Suplementary effect of lipids in a high protein diet of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) .Bull.Jpn.c.Sci. Fish , 44 ,677-681.
- Tande, K.S. and Henderson, R.J., 1988. Lipid composition of copepodite stages and adult females of Calanus glacialis in arctic waters of the Barents Sea. Polar Biol., 8: 333-339.
- Tandler, A., Harel, M., Koven, W.M., Kolkovsky, S., 1995. Broodstock and larvae nutrition in gilthead seabreamSparus aurata new findings on its involvement in improving growth, survival and swim bladder inflation. Isr. J. Aquacult. Bamidgeh 47, 95–111.
- Tandler, A., Watanabe, T., Satoh, S., Fukusho, K., 1989. The effect of food deprivation on the fatty acid and lipid profile of red seabream larvae (Pagrus major). Br. J. Nutr. 62, 349–361.
- Thoman, E.S., Davis, D., Arnold, C.R., 1999. Evaluation of grow out diets with varying and energy levels for drum (Sciaenops ocellatus) .Aquaculture. 176, 342-353.
- Tibbets, S.M., LALL, S,P., Miley, J.E., 2005. Effect of dietary protein and lipid levels and DP DE-1 growth , feed utilization and hepatosomatic index of juvenile haddock(Melanogrammus aeglefinus L) .Aquaculture Nutrition , 11, 67-75.
- Tilseth, S., Blom, G. and Naas, K. 1992. Recent progress in research and development of marine cold water species for aquaculture production in Norway. Journal of the World Aquaculture Society, 23(4): 277-285.
- Tocher DR, Bendiksen EA, Campbell PJ, Bell JG (2008) The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish. Aquaculture 280: 21–34.
- Tocher DR, Fraser AJ, Sargent JR, Gamble JC (1985a) Fattyacid composition of phospholipids and neutral lipids during embryonic and early larval development in Atlantic herring (Clupea harengus, L). Lipids 20: 69–74.
- Tocher DR, Fraser AJ, Sargent JR, Gamble JC (1985b) Lipid class composition during embryonic and early larval development in Atlantic herring (Clupea harengus, L). Lipids 20: 84–89.
- Tocher DR, Sargent JR (1984) Analyses of lipids and fattyacids in ripe roes of some northwest European marine fish. Lipids 19: 492–499.
- Tocher, D.R., Mourente, G. and Sargent, J.R., 1997. The use of silages prepared from fish neural tissues as enriches for rotifers (Brachionus plicatilis) and Artemia in the nutrition of larval marine fish. Aquaculture, 148: 213-231.
- Tonheim SK, Espe M, Hamre K, Rønnestad I (2005) Pre-hydrolysis improves utilisation of dietary protein in the larval teleost Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus L.). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 321: 19–34.
- Tonheim SK, Koven W, Rønnestad I (2000) Enrichment of Artemia with free methionine. Aquaculture 190: 223–235.
- Tonheim SK, Nordgreen A, Hogoy I, Hamre K, Rønnestad I (2007) In vitro digestibility of water-soluble and water-insoluble protein fractions of some common fish larval feeds and feed ingredients. Aquaculture 262: 426–435.
- Torrissen, O.J., 1984. Pigmentation of salmonids—effects of carotenoids in eggs and start feeding diet on survival and growth rate. Aquaculture 43, 185–193.
- Torrissen, O.J., 1990. Biological activities of carotenoids in fishes. In: Takeda, M., Watanabe, T. (Eds)., The Current Status of Fish Nutrition in Aquaculture. Japan Translation Center, Tokyo, Japan, pp. 387–399.
- Torrissen, O.J., Christiansen, R., 1995. Requirements for carotenoids in fish diets. J. Appl. Ichthyol. 11, 225–230.

- Tulli F, Tibaldi E (1997) Changes in amino acids and essential fatty acids during early larval rearing of dentex. Aquaculture International 5: 229–236.
- Udagawa M (2001) The effect of dietary vitamin K (phylloquinone and menadione) levels on the vertebral formation in mummichog Fundulus heteroclitus. Fisheries Science 67: 104– 109.
- Urup, B. 1994. Methods for the production of turbot fry using copepods as food. In: Turbot Culture: Problems and Prospects. Lavens, P. and R.A.M. Remmerswaal, (Eds.). European Aquaculture Society, Special Publication No. 22, Gent, Belgium, pp 47-53.
- Utting, S.D. 1993. Procedures for the maintenance and hatchery-conditioning of bivalve broodstocks. World Aquaculture, 24(3): 78-82.
- Utting, S.D. and Spencer, B.E. 1991. The hatchery culture of bivalve mollusc larvae and juveniles. MAFF Laboratory Leaflet Number 68. Directorate of Fisheries Research, Lowestoft, UK. 31pp.
- Van Stappen, G., 1996. Introduction, biology and ecology of Artemia. In: Manual on the production and use of live food for aquaculture. Lavens, P. and P. Sorgeloos, (Eds.). FAO Fisheries technical paper, 361:79-163.
- Vanhaecke, P. and Sorgeools, P., 1982. The hatching rates of Artemia cysts- a comparative study. XVIII International Study on Artemia. Aquaculture. Eng., pp 252- 263.
- Vanhaecke, P. and Sorgeools, P., 1983. Hatching data for ten commercial sources of shrimp cysts and reevaluation of the "hatching efficiency" concep. Aquaculture, pp 30-43.
- Verakunpiriya, V., Watanabe, K., Mushiake, K., Kawano, K., Kobayashi, T., Hasegawa, I., Kiron, V., Satoh, S., Watanabe, T., 1997. Effect of a krill meal supplementation in soft-pellets on spawning and quality of egg of yellowtail. Fish. Sci. 63, 433–439.
- Verdonck, L., Swings, J., Kesters, K., Dehasque, M., Sorgeloos, P. and Léger, P. 1994. Variability of the microbial environment of rotifer Brachionus plicatilis and Artemia production systems. Journal of the World Aquaculture Society, Vol. 25(1):55-59.
- Vergara, J.M., Robaina, L., Izquierdo, M., De La Higuera, M., 1996. Protein sparing effect of lipids in diets for fingerlings of gilthead sea bream. Fish.Sci. 62, 620-623.
- Verlhac, V., Obach, A., Gabaudan, J., Schuep, W. and Hole, R., 1998. Immunomodulation by dietary vitamin C and glucan in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Fish and Shellfish Immunology, 8:409– 424.
- Verpraet, R., Chair, M., Léger, Ph., Nelis, J., Sorgeloos, P. and De Leenheer, A.P. 1992. Live food mediated drug delivery as a tool for disease treatment in larviculture. 1. The enrichments of therapeutics in rotifers and Artemia nauplii. Aquacultural Engineering, 11:133-139.
- Verreth, J., Storch, V. and Segner, H. 1987. A comparative study on the nutritional quality of decapsulated Artemia cysts, micro-encapsulated egg diets and enriched dry feeds for Clarias gariepinus (Burchell) larvae. Aquaculture, 63: 269-282.
- Veshchev, P.V. 1994. Scales of natural reproduction of the Volga stellate sturgeon under the present environmental conditions. Ecology, 2: 59-68 (in Russian).
- Vetter RD, Hodson RE, Arnold C (1983) Energy-metabolism in a rapidly developing marine fish egg, the red drum (Sciaenops ocellata). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 40: 627–634.
- Vijayan, M.M., Leatherland, J.F., 1988. High stocking density affects cortisol secretion and tissue distribution in brook charr, Salvelinus fontinalis. J. Endocrino, 124 , 311-318.
- Villalta M, Este´vez A, Bransden MP (2005a) Arachidonic acid enriched live prey induces albinism in Senegal sole (Solea senegalensis) larvae. Aquaculture 245: 193–209.
- Villalta M, Este´vez A, Bransden MP, Bell JG (2005b) The effect of graded concentrations of dietary DHA on growth, survival and tissue fatty acid profile of Senegal sole (Solea senegalensis) larvae during the Artemia feeding period. Aquaculture 249: 353–365.
- Villalta, M., Estevez, A. and Brannsden, M.P., 2005. Arachidonic acid enriched live prey induces albinism in Senegal sole (Solea senegalensis) larvae. Aquaculture, 245: 193-209.
- Villeneuve L, Gisbert E, Delliou HL, Cahu CL, Zambonino- Infante JL (2005a) Dietary levels of all-trans retinol affect retinoid nuclear receptor expression and skeletal development in European sea bass larvae. British Journal of Nutrition 93: 791–801.
- Villeneuve L, Gisbert E, Zambonino-Infante JL, Quazuguel P, Cahu CL (2005b) Effect of nature of dietary lipids on European sea bass morphogenesis: implication of retinoid receptors. British Journal of Nutrition 94: 877–884.
- Vlasenko, A.D., P.V. Veshchev et al. 2001. Assessment of the status of Caspian stellate sturgeon stocks and predication of its catch in 2002. In: Fisheries research in the Caspian Sea. (Results of research work in 2000). Astrakhan. Pp. 155-163.
- Volkman, J.K., Jeffrey, S.W., Nichols, P.D, Rogers, G.I. and Garland, C.D. 1989. Fatty acids and lipid classes of ten species of microalgae used in mariculture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 128: 219-240.

- Vonshak, A. 1986. Laboratory techniques for the cultivation of microalgae. In: CRC Handbook of microalgal mass culture. Richmond A. (Ed.). CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA, pp 117-145.
- Wade, M.G., Van der Kraak, G., Gerrits, M.F., Ballantyne, J.S., 1994. Release and steroidogenic actions of polyunsaturated fatty acids in the goldfish testis. Biol. Reprod. 51, 131–139.
- Walford J, Lam TJ (1987) Effect of feeding with microcapsules on the content of essential fatty-acids in live foods for the larvae of marine fishes. Aquaculture 61: 219–229.
- Walsh, D.T., Withstandley, C.A., Kraus, R.A., and Petrovits, B.J. 1987. Mass culture of selected marine microalgae for the nursery production of bivalve seed. J. Shellfish Res., 6: 71-77.
- Wang, X.J., Kim, K.W., Bai, S.C., Huh, M.D. and Cho, B.Y., 2003. Effects of the different levels of dietary vitamin C on growth and tissue ascorbic acid changes in parrot fish (Oplegnathus fasciatus). Aquaculture, 215: 21– 36.
- Warner, A.H., MacRae, T.H. and Bagshaw J.C. (Eds). 1989. Cell and molecular biology of Artemia development. New York, USA, Plenum Press, 453 pp.
- Watanabe T (1993) Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. Journal of the World Aquaculture Society 24: 151–161.
- Watanabe T, Izquierdo MS, Takeuchi T, Satoh S, Kitajima C (1989) Comparison between eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in terms of essential fatty-acid efficacy in larval red seabream. Nippon Suisan Gakkaishi 55: 1635– 1640.
- Watanabe, T. and Ackman, R.G., 1974. Lipids and fatty acids of the American (Crassostrea uirginica) and European flat (Ostrea edulis) oysters from a common habitat, and after one feeding with Dicrateria inornata or Zsochrysis galbana. J. Fish. Res. Board Can., 31:403-409.
- Watanabe, T. and Kiron, V., 1994. Prospects in larval fish dietetics. Aquaculture. 124:223–251.
- Watanabe, T., 1982.Lipid nutrition in fish. Comp. Biochem. Physiol. 73 (1), 3–15.
- Watanabe, T., 1983. Lipid nutrition in fish. Comp. Biochem. Physiol., 73: 3-15.
- Watanabe, T., 1990.Effect of broodstock diets on reproduction of fish. Actes Colloq. - IFREMER 9, 542–543.
- Watanabe, T., 1993. Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. J. World Aquaculture Soc., 24:152–161.
- Watanabe, T., Arakawa, T., Kitajima, C., Fujita, S., 1984a. Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of red sea bream. Nippon Suisan Gakkaishi 50 (3), 495–501.
- Watanabe, T., Fujimura, T., Lee, M.J., 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)4), 695–698.
- Watanabe, T., Itoh, A., Murakami, A., Tsukashima, Y., 1984c. Effect of nutritional quality of diets given to broodstocks on the verge of spawning on reproduction of red sea bream. Nippon Suisan Gakkaishi 50 (6), 1023–1028.
- Watanabe, T., Itoh, A., Satoh, S., Kitajima, C., Fujita, S., 1985a. Effect of dietary protein levels on chemical components of eggs produced by red sea bream broodstock. Nippon Suisan Gakkaishi 51 (9), 1501–1509.
- Watanabe, T., Kiron, V., 1995. Broodstock management and nutritional approaches for quality offsprings in the Red Sea Bream. In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. (Eds.)., Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 424 pp.
- Watanabe, T., Kitajima, C. and Fujita, S. 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. Aquaculture, Vol. 34:115-143.
- Watanabe, T., Koizumi, T., Suzuki, H., Satoh, S., Takeuchi, T., Yoshida, N., Kitada, T., Tsukashima, Y., 1985b. Improvement of quality of red sea bream eggs by feeding broodstock on a diet containing cuttlefish meal or raw krill shortly before spawning. Nippon Suisan Gakkaishi 51 (9), 1511–1521.
- Watanabe, T., Lee, M., Mizutani, J., Yamada, T., Satoh, S., Takeuchi, T., Yoshida, N., Kitada, T., Arakawa, T., 1991a. Effective components in cuttlefish meal and raw krill for improvement of quality of red sea breamPagrus major eggs. Nippon Suisan Gakkaishi 57 (4), 681–694.
- Watanabe, T., Ohhashi, S., Itoh, A., Kitajima, C., Fujita, S., 1984b. Effect of nutritional composition of diets on chemical components of red sea bream broodstock and eggs produced. Nippon Suisan Gakkaishi 50 (3), 503–515.
- Watanabe, T., Ohta, M., Kitajima, C. and Fujita, S. 1982. Improvement of dietary value of brine shrimp Artemia salina for fish larvae by feeding them w3 highly unsaturated fatty acids. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. Nippon Suisan/Gakkaishi, Vol. 48(12):1775-1782.

- Watanabe, T., Oowa, F., Kitajima, C. and Fujita, S., 1978. Nutritional quality of brine shrimp, Artemia salina, as a living feed from the viewpoint of essential fatty acids for fish. Bull. Jpn. Soc. Fish., 44:1115–1121.
- Watanabe, T., Takeuchi, T., Saito, M., Nishimura, K., 1984d. Effect of low protein–high calorie or essential fatty acid deficiency diet on reproduction of rainbow trout. Nippon Suisan Gakkaishi 50 (7), 1207–1215.
- Webster, C.D., Lim, C.E., 2002. Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture .CAB International, CABI publishing. pp 418.
- Webster, C.D., Tiu, L.G., Tidwell, J.H., Wyk, P.V., Howerton, R.D., 1995. Effects of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of sunshine bass Marone chrysops * M. saxatilis reared in cages. Aquaculture. 131, 291-301.
- Weirich CR, Reigh RC (2001) Dietary lipids and stress tolerance of larval fish. In: Lim C, Webster CD (eds) Nutrition and Fish Health, pp. 301–312. Food Products Press, New York, NY.
- Williams, W.D. and Geddes, M.C., 1991. Anostracans of Australians salt lakes, with particular references to a comparison of Parartemia and Artemia. In: Browne, R.A., Sorgeloos, P. and C.N.A. Trotman, (Eds.), Artemia Biology, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, pp 351-368.
- Williot, P., Saeau, 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.
- Wilson , R.P. 1989. Protien and amino acid requirements of fishes. In: Progress in Fish Nutrition (ed.by S.Shiau). pp .51 -76. National Taiwan Ocean University, Keelung. Taiwan.
- Wilson, R.P., Halver, J.E., 1989. Protein and amino acid requirements of fishes. Annu.Rev. Nutr, 6, 225-244.
- Winfree, R.A., Stickney, R.R., 1981.Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of Tilapia aurea, J .Nutr .111, 1001-1012.
- Woodward B (1994) Dietary vitamin requirements of cultured young fish, with emphasis on quantitative estimates for salmonids. Aquaculture 124: 133–168.
- Wooster, G.A., Bowser, P.R., 2000. Remediation of Cayuga Syndrome in landlocked Atlantic Salmon Salmo salar using egg and sac-fry bath treatments of thiamin-hydrochloride. J. World Aquacult. Soc. 31, 149–157.
- Wright, P.A. and Fyhn, H.J., 2001. Ontogeny of nitrogen metabolism and excretion. In: Wright, P.A. and A.J. Anderson, (eds.), Nitrogen Excretion. Academic Press, San Diego, USA, pp 149–199.
- Xie. F., Chang, L. Moe, W. 2006. Growth and survival rates among fishes (Plecoglossus altivelis) fed diets supplemented with and without vitamin C. Aquaculture. 259:120-137.
- Yang, S.D., Liou, C.H., Liu, F., 2002. Effect of dietary protein level on growth performance, carcass composition and ammonia excretion in juvenile silver perch (Bidyanus bidyanus). Aquaculture, 213 363-372.
- Yu´ fera M (2007) Swimming behaviour of Brachionus plicatilis in relation to food concentration and feeding rates. Hydrobiologia 593: 13–18.
- Yu´ fera M, Ferna´ndez-Dı´az C, Pascual E (2005) Food microparticles for larval fish prepared by internal gelation. Aquaculture 248: 253–262.
- Yu´ fera M, Ferna´ndez-Dı´az C, Pascual E, Sarasquete MC, Moyano FJ, Dı´az M et al. (2000) Towards an inert diet for first-feeding gilthead seabream Sparus aurata L. larvae. Aquaculture Nutrition 6: 143–152.
- Yu´ fera M, Kolkovski S, Ferna´ndez-Dı´az C, Dabrowski K (2002) Free amino acid leaching from a protein-walled microencapsulated diet for fish larvae. Aquaculture 214: 273–287.
- Yu´ fera M, Kolkovski S, Ferna´ndez-Dı´az C, Rinchard J, Lee KJ, Dabrowski K (2003) Delivering bioactive compounds to fish larvae using microencapsulated diets. Aquaculture 227: 277–291.
- Yu´ fera M, Parra G, Santiago R, Carrascosa M (1999a) Growth, carbon, nitrogen and caloric content of Solea senegalensis (Pisces: Soleidae) from egg fertilization to metamorphosis. Marine Biology 134: 43–49.
- Yu´ fera M, Pascual E, Ferna´ndez-Dı´az C (1999b) A highly efficient microencapsulated food for rearing early larvae of marine fish. Aquaculture 177: 249–256.
- Zambonino-Infante JL, Cahu CL (2007) Dietary modulation of some digestive enzymes and metabolic processes in developing marine fish: applications to diet formulation. Aquaculture 268: 98–105.
- Zheng, F., Takeuchi, T., Yoseda, K., Kobayashi, M., Hirokawa, J. and Watanabe, T., 1996. Requirement of larval cod for arachidonic acid, eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid by using their enriched Artemia nauplii. Nippon Suisan Gakk., 62:669-676.
- Zhuravleva, O.L. 2000. Dynamics of biological characteristics of the Russian sturgeon (Acipenser gueldenstaedtii Brant) spawning population in the Volga River under conditions of regulated river flow. Author's Abstract of the Dissertation for Ph. D. VNIRO Press. Moscow. 28 p.
- Zohar, Y., Harel, M., Hassin, S., Tandler, A., 1995.Gilthead seabream. In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. .Eds.), Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 424 pp

Abstract:
In the first chapter, all documents in aquaculture feed, feed formulation, nutritional requirement and basic concepts of aquatic feeding had been collected. The second chapter focused on broodstock feeding in order to improve reproduction effecieny . The third chapter performed to importance of live food specially in sturgeon fishes larvae and the forth chapter attended to biology and ecology of this fishes and finally in the fifth chaper, special nutrition and feeding in sturgeon fish larvae had been brought with all the works out in Iran on. There are 63 documents including papers, thesis and reports from different research library and universities among them 34 base on sturgeon larvae nutrition specially on Huso huso and Persian sturgeon species and almost there are not any documents on the other three species. 14 documents comes from the role of protein, energy and lipid replacements basically in the first growth year, 3 of back to the special nutrition requirement of Persian and Huso huso species and 12 were on digestive enzymes physiology, the role of probiotic and prebiotic on growth and survival rate. Almost there is not any organization in Iran to work on this species specificly and it seems every student and researcher paid attend to a narrow way of high way sturgeon fish researches. There is not any data bank on these important fishes and some repeated worked out by researchers in different parts of the country.
Beside of this documents there had been gathered some research documents from the other countires for comparing and showing the correct way in this regards. First, we must focus on broodstock sturgeon feeding, then on egg and yolk analysis, larval stages, morphology, measurement of larval mouth and finding the best live food for different stages of sturgeon larviculture and finnaly on digestive physiology and enzymatic activities. In the stage of shifting from endogenous to exogenous feeding, nutritional requirement, protein digestibility, essential and free amino acids, essential fatty acids spcially PUFA and HUFA, vitamins, minerals, pigments, growth and survival stimulants and resistance to physiological environmental stress are very important to search.

Key words: Sturgeon fishes, Nutrition and feeding, Biological stages, Iran

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION

Project Title : Active analysis of condition of feed and feeding in Iranian sturegeon fish larvae
Approved Number: 2-12-12-92120
Author: Mahmoud Hafezieh
Project Researcher : Mahmoud Hafezieh
Collaborator(s) *:* Abbas MatinFar, Mahmoud Bahamani, Forozan Chobian, Shahram Dadgar, Mansor Sharifian, Zohreh Mokhayer
Advisor(s): –

Supervisor: –

Location of execution :Tehran province
Date of Beginning : 2014
Period of execution : 1 Year & 3 Months
Publisher : ***Iranian Fisheries Research Organization***
Date of publishing : ***2015***
All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION

Project Title :

Active analysis of condition of feed and feeding in Iranian sturegeon fish larvae

Project Researcher :

Mahmoud Hafezieh

Register NO.

45625