View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – انستیتو تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر

عنوان:

بررسی و تحلیل نوع و روش مناسب تغذیه‌ای در معرفی انواع قفس‌های پرورش ماهی در منطقه جنوبی دریای خزر

مجری:
محمود محسنی

شماره ثبت
۵۱۸۲۸

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- انستیتو تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر-
پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان طرح/پروژه : بررسی و تحلیل نوع و روش مناسب تغذیه‌ای در معرفی انواع قفس‌های پرورش ماهی در منطقه جنوبی دریای خزر
کد مصوب: ۹۲۰۰۷-۹۲۵۶-۱۲-۳۲-۱۴
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : محمود محسنی
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : -
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : محمود محسنی
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : عباس متین فر، محمود حافظیه، محمود بهمنی، سیدمحمدوحید فارابی، محمدعلی یزدانی، شهرام دادگر، محمود شکوریان، حمیدرضا پورعلی، میرحامدسید حسنی، هوشنگ یگانه، احمد نظامی، شهرام بهمنش، منصور شریفیان، محبعلی پورغلام، حمزه پورغلام، عبدالحمید آذری، حمید رمضانی، غفور شیخ، امیدرضا اصغری
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -
محل اجرا : استان‌های گیلان و مازندران
تاریخ شروع : ۹۲/۱۰/۱
مدت اجرا : ۲ سال و ۴ ماه
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۶
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»

طرح/پروژه : بررسی و تحلیل نوع و روش مناسب تغذیه‌ای در معرفی انواع قفس‌های پرورش ماهی در منطقه جنوبی دریای خزر

کد مصوب : ۹۲۰۰۷-۹۲۵۶-۱۲-۳۲-۱۴

شماره ثبت (فروست) : ۵۱۸۲۸ تاریخ : ۹۶/۳/۲۵

با مسئولیت اجرایی جناب آقای محمود محسنی دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته شیلات- تغذیه ماهی می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اصلاح نژاد و تکثیر و پرورش آبزیان در تاریخ ۹۵/۱۱/۲۷ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده □ مرکز ■ ایستگاه □

با سمت رئیس مرکز در مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور مشغول بوده است.

عنوان	«فهرست مندرجات»	صفحه

چکیده ۱
۱- مقدمه ۲
۲- پیشینه تحقیق ۶
۳- مواد و روش کار ۱۳
۴- نتایج ۱۴
۱-۴- غذا و اجزای آن ۱۴
۱-۱-۴- پروتئین، اسیدهای آمینه و منابع غذایی پروتئینی ۱۶
۲-۱-۴- چربیها و اسیدهای چرب ۱۷
۳-۱-۴-کربوهیدرات‌ها ۱۸
۴-۱-۴-ویتامین ۱۸
۵-۱-۴- مواد معدنی ۱۹
۶-۱-۴- آب ۱۹
۲-۴- منابع تامین مواد غذایی ۲۰
۳-۴- خوراک اکسترود ماهیان پرورشی در قفس ۲۲
۱-۳-۴- خوراک اکسترود ماهی قزل آلا ۲۲
۲-۳-۴- خوراک اکسترود ماهیان خاویاری ۲۴
۴-۴- انواع روش‌های غذادهی در قفس ۲۵
۱-۴-۴- غذادهی دستی ۲۵
۲-۴-۴- غذادهی مکانیکی ۲۶
۳-۴-۴- غذاده خودکار ۲۷
۴-۴-۴- غذاده‌های زیرسطحی ۲۹
۵-۴- تعیین غذای روزانه در ماهیان پرورشی ۲۹
۱-۵-۴- تغذیه بیش از حد (Excess) ۳۱
۲-۵-۴- اشباح (Satiation) ۳۱
۳-۵-۴- حالت محدود (Restricted) ۳۱
۶-۴- دستورالعمل نگهداری خوراک ۳۱

عنوان	«فهرست مندرجات»	صفحه

۴-۷-مشکلات انبار کردن خوراک..... ۳۳
۴-۸- نکاتی در مورد انبار کردن خوراک..... ۳۵
۴-۹- گونه‌های مناسب پرورشی در قفس در دریای خزر..... ۳۶
۴-۹-۱- ماهیان سرد آبی..... ۳۶
۴-۹-۲- فیل ماهی..... ۳۸
۴-۹-۳- کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)..... ۳۹
۴- بحث..... ۴۰
۴-۱- کاربرد دو روش کلی برای تولید پلت‌های خشک در کارخانجات..... ۴۱
۴-۱-۱- پلت‌های تولید شده با استفاده از بخار آب و هوای فشرده..... ۴۱
۴-۱-۲- پخت خوراک به وسیله اکسترود کردن (اکستروژن)..... ۴۲
۴-۲- برنامه کامل خوراک برای پرورش ماهیان در قفس..... ۴۴
۴-۳- اثرات زیست محیطی پرورش آبزیان در قفس..... ۵۰
۵- نتیجه گیری نهایی..... ۵۶
منابع..... ۵۹
چکیده انگلیسی..... ۶۴

چکیده

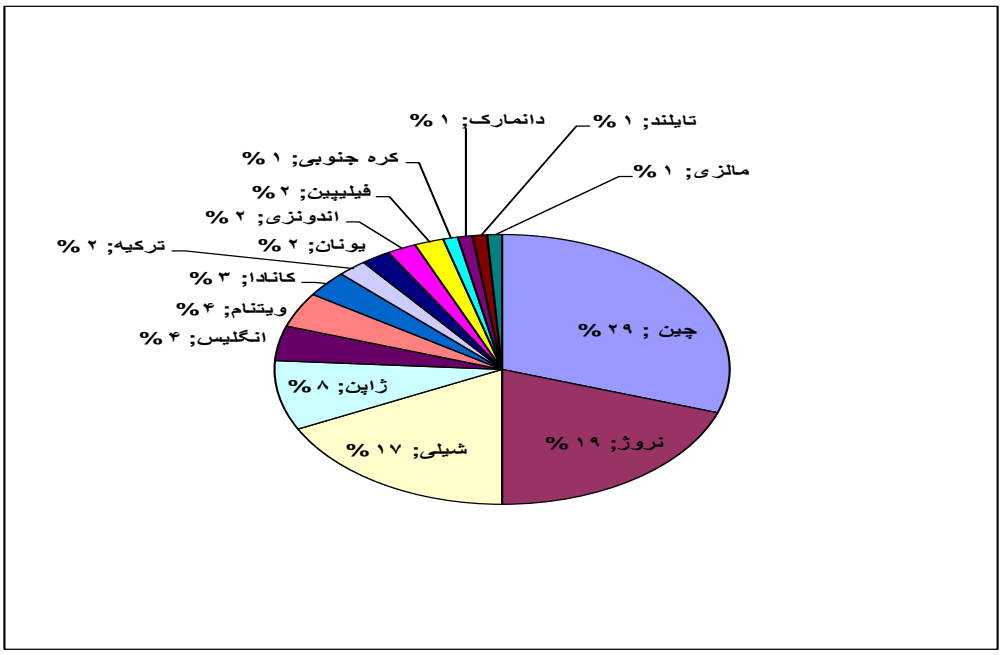
در امر پرورش ماهی در قفس به منظور به حداقل رساندن آسیب به محیط زیست و رسیدن به حداکثر روند رشد، در نظر گرفتن تمام نیازهای غذایی مناسب با احتیاجات آبزیان لازم و ضروری می باشد. متخصصین تغذیه آبزیان بایستی از آنالیز، قابلیت هضم (digestion) و جذب (ptionabsor) مواد مغذی در جیره غذایی آگاهی داشته تا بتوانند جیره متناسب با احتیاجات آبزیان را تنظیم و تهیه نمایند. همچنین، غذا باید دارای ویژگی‌های فیزیکی مناسب بوده تا مصرف غذا با حداقل هدر رفت مواد مغذی در آب صورت گیرد. مصرف منابع نامناسب و کم کیفیت پروتئین یا انرژی در خوراک، موجب کاهش کارایی رشد و افزایش دفع مواد نیتروژنی در محیط پرورشی می شود. غذا باید طوری طراحی شود که با توازن مواد معدنی داخل خوراک به حفظ فشار اسمزی داخل بدن ماهی در آب شور کمک نماید. نیازمندهای غذایی و کارایی ضریب تبدیل غذایی با تغییرات شرایط محیط زیستی (اکسیژن محلول، دما، کیفیت آب، سرعت جریان، شدت نور و طول روز) متغییر می‌باشد. ماهیان موجود در قفس باید با پلت‌های شناور که توانایی ایستادن در ستون آب را دارند غذادهی شوند. پلت‌های شناور امکان این را بوجود می‌آورند که ماهیان زمان و فرصت کافی برای پیدا کردن غذا داشته باشند، اما پلت‌های فرورونده بسرعت از قفس گذشته و برای ماهیان غیرقابل دسترس می‌شوند. با توجه شرایط دریای خزر بهتر است از غذای اکسترود مجهز به هایژنایزر (آرام پز) که بخشی از آن در سطح آب مانده و بخشی از آن به آرامی در ستون آب به سمت پایین با حالت غوطه وری حرکت نموده (آرام ته نشین شونده) تا به مصرف ماهی برسد، استفاده نمود. مقدار، تعداد و زمان غذادهی فاکتورهای مهمی برای ارزیابی فعالیت تغذیه‌ای می‌باشد. بطورکلی، ماهیان بین ۲ تا ۳ درصد وزن بدن از غذای خشک تغذیه می کنند. مصرف غذا همچنین با توجه به کیفیت غذا و فاکتورهای فیزیولوژیکی ماهی مانند سن، اندازه، مرحله زندگی و سطح استرس متغیر است. توزیع غذا ماهی از طریق تغذیه دستی و یا بوسیله دستگاه های غذادهی شامل غذاده‌های تقاضایی، پرتابی و اتوماتیک انجام می‌شود. مدیر مزرعه باید به نکاتی مانند جریان‌های آبی در قفس، باد، اشتهای ماهی، جریان‌های تلفیقی در قفس در هنگام توزیع غذا و همچنین انبار کردن خوراک‌ها در مکان‌های خشک و دارای سیستم تهویه مناسب جهت جلوگیری از رشد قارچ‌ها و فعالیت حشرات توجه نماید تا از هدر رفت غذا جلوگیری کند. همچنین اضافه نمودن مواد آنتی اکسیدان به میزان ۱۵۰-۱۰۰ گرم در تن در هنگام نگهداری غذاهای خشک از جمله موارد مهم خصوصا در پیشگیری بیماری لیپوئیدوز کبدی ماهیان دارای حایز اهمیت است.

واژگان کلیدی: پرورش ماهی در قفس، قزل آلا، تغذیه، دریای خزر

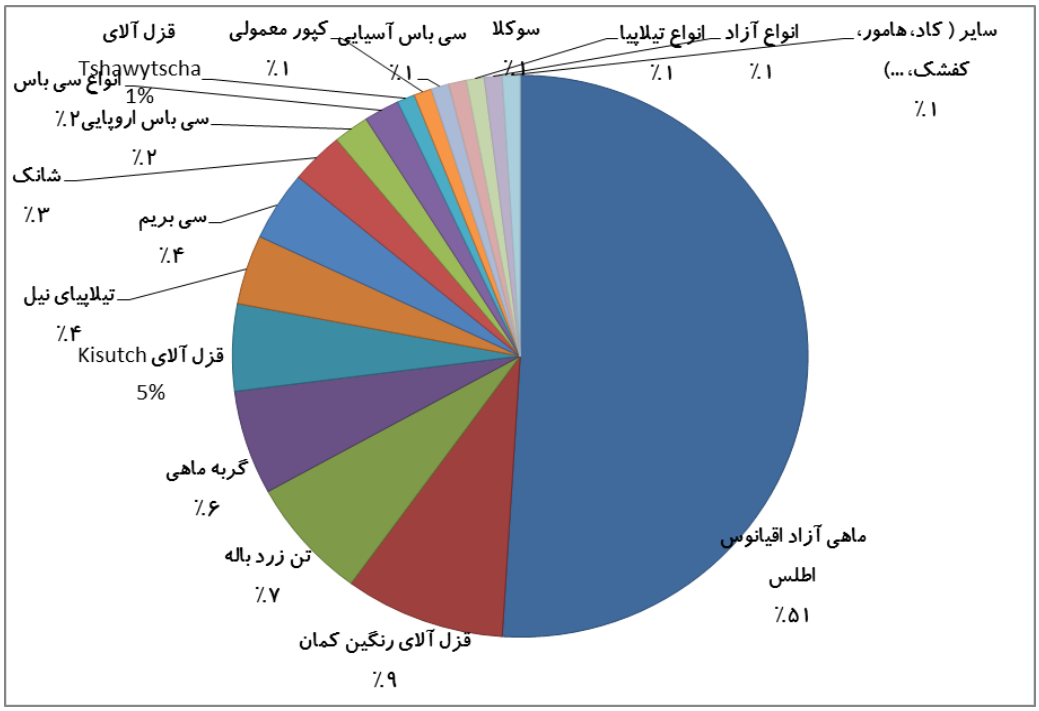
۱- مقدمه

امروزه پرورش ماهی در قفس، مورد توجه محققین و پرورش دهندگان قرار گرفته است. عواملی مانند افزایش مصرف جهانی ماهی، کاهش صید ماهیان دریایی و سودآور و اقتصادی بودن باعث شده که توجه به پرورش ماهی در قفس افزایش یابد. پرورش ماهی در قفس یکی از روش‌های نوین پرورش آبزیان در جهان است که در بسیاری از نقاط دنیا بطور گسترده در حال اجرا بوده و به سرعت در حال توسعه است. در شرایطی که تولید گوشت و محصولات کشاورزی با برخی از محدودیت‌ها روبروست، ظرفیت‌های موجود در دریاها و منابع آبهای داخلی توانمندی‌های بالقوه فراوانی را برای تولید مواد غذایی پیش روی ما قرار می‌دهند. برغم وجود منابع آبی بزرگ در شمال و جنوب کشور و آبهای داخلی، بهره برداری از این منابع سهم ناچیزی را در تولید آبزیان در کشور به خود اختصاص می‌دهند. دریای خزر منبع عظیم خدادی است که دارای ظرفیت بالقوه با ارزشی برای پرورش ماهیان خاویاری بویژه پرورش در قفس است که موقعیت ممتازی را برای توسعه صنعت آبزی پروری بخصوص از طریق پرورش در قفس فراهم می‌نماید. لذا توسعه صنعت آبزی پروری خصوصا تاسماهی پروری پس از صنعت نفت و گاز، می‌تواند در دومین جایگاه صنعت پایدار بزرگ تولیدی کشور قرار گیرد. این در شرایطی است که بر اساس پیش‌بینی های بعمل آمده این منابع توان تولید بیش از یک میلیون تن ماهی پرورشی را دارند که همچنان دست نخورده باقی مانده اند. در صورت عملیاتی شدن پرورش ماهیان خاویاری در قفس در دریای خزر در افق میان مدت و در چشم اندازه ده ساله پیش بینی می‌شود که بیش از ۱۰ هزار تن گوشت ماهیان خاویاری با رعایت الزامات زیستی محیطی در دریای خزر تولید شود.

پرورش ماهی در قفس به دلیل سهولت سازگاری ماهی با شرایط فیزیک و شیمیایی آب، عدم نیاز به زمین یا آب، میزان سرمایه‌گذاری اولیه بسیار پایین و کیفیت مناسب گوشت ماهی تولید شده، نسبت به سیستم‌های پرورشی دیگر برتری دارد. بنابراین در خصوص پرورش ماهی در قفس در محیط‌های حاوی آب شور، لب شور و شیرین شامل دریاها، اقیانوس‌های باز، مصب‌ها، دریاچه‌ها، مخازن پشت سد، آبگیرها، آب‌بندها و رودخانه‌ها تجربیات زیادی در سراسر جهان وجود دارد. به طور مثال، در آسیای جنوب شرقی، پرورش ماهی در قفس نقش مهمی در تولید ماهی برای پرورش دهندگان در کشورهایی همچون ویتنام، اندونزی و تایلند در مقیاس کوچک‌تر ایفاء می‌کند. کشورهای چین، نروژ، شیلی و ژاپن به ترتیب بیشترین سهم در پرورش ماهی در قفس را دارا می باشند (شکل ۱). مهم‌ترین خانواده‌های ماهیان پرورشی در جهان، آزاد ماهیان، مقوا ماهیان، گربه ماهیان، سیچلایدها، عقرب ماهیان، کپور ماهیان و سوف ماهیان می باشند. طبق آمار فائو، بالغ بر ۴۰ خانواده شامل آزاد ماهیان، شانک ماهیان، مقوا ماهیان، پینگاسیده و سیکلیده بیش از ۹۰٪ کل تولیدات را به خود اختصاص داده و آزاد ماهیان بیش از ۶۶٪ تولید (شکل ۲) در قفس را شامل می‌شود (Liao & Lin, 2000, 2001).



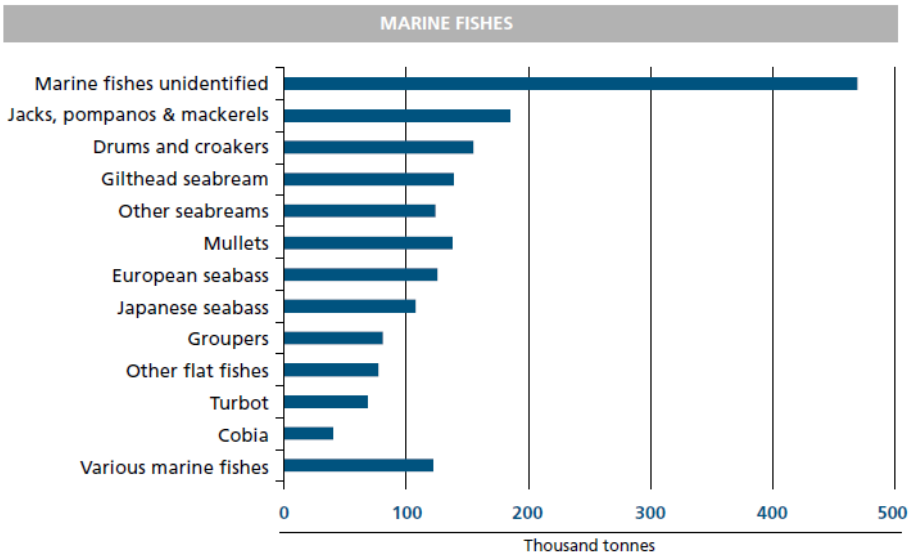
شکل ۱- ده کشور برتر تولید کننده آبزیان در قفس در جهان در سال ۲۰۰۵ (فائو ۲۰۰۷)



شکل۲- مهمترین انواع ماهیان پرورشی در قفس (فائو ۲۰۰۷)

در حال حاضر، با توجه به محدودیت های فراوان در بهره برداری از منابع آبی، توسعه پرورش ماهی در قفس و جایگزینی آن با فعالیت های صیادی در اغلب کشورها آغاز گردیده است (Woo et al., 2002). آبزی پروری در

قفس در دهه گذشته به عنوان یکی از روش‌های نوین پرورش آبزیان بسرعت در جهان رشد و توسعه یافته است. امروزه قفس های پرورش ماهی در اشکال مختلف و با استفاده از مواد گوناگون ساخته می‌شوند. قفس‌های شناور معمولی ترین نوع قفس پرورش ماهی هستند که بوسیله شناورهای مناسب در سطح آب نگهداری شده و بوسیله لنگر و طناب های مهار ثابت می گردند. پرورش ماهی در قفس در آبگیرها و آب بندانها و دریاچه‌های پشت سدها و دریاها در مناطق ساحلی و دور از ساحل صورت می‌پذیرد (Guo & LiZ, 2003). میزان تولید ماهیان دریایی در قفس در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- میزان تولید ماهیان دریایی (FAO, 2012)

اولین وظیفه مدیریت مزرعه پرورش ماهی در قفس، افزایش میزان سود مزرعه است. لذا سیاست‌گذاری مدیریت مزرعه پرورش ماهی در قفس می‌بایستی به گونه‌ای باشد، ضمن اینکه هزینه ها را کنترل می‌نماید. با برنامه‌ریزی مناسب از تلفات ماهیان پرورشی جلوگیری و راندمان تولید را افزایش دهد. به عبارت دیگر اعمال مدیریت صحیح مزرعه پرورش ماهی در قفس مستلزم رعایت نکات ذیل است:

- ذخیره سازی بچه ماهی متناسب با شرایط محل، گونه و روش پرورش
- پیشگیری و مراقبت‌های بهداشتی مورد نیاز
- غذادهی با مؤثرترین و با صرفه‌ترین روش (ضریب تبدیل مناسب و میزان آلودگی پایین)
- تأمین بهترین کیفیت آب در درون قفس‌ها (پایش فاکتورهای فیزیکو شیمیایی آب)
- مهار مناسب قفس ها و کنترل و نگهداری از آنها
- کنترل منظم ماهیان پرورشی از لحاظ علائم بیماری، اثرات نوع و نحوه غذادهی، پایش میزان رشد، ضریب تبدیل غذا، درمان ماهیان بیمار و جمع آوری تلفات

- تأمین امنیت و راحتی شرایط کاری کارکنان
- نگهداری غذای ماهیان در شرایط مناسب
- توجه به بیمه نمودن محصول و سازه‌های دریایی
- بازاریابی مناسب

به منظور کسب موفقیت در طرحهای پرورش ماهی و دستیابی به حداکثر راندمان تولید و بهروری اقتصادی و همچنین توسعه پایداریٔ همیشگی آن، استفاده و آگاهی صحیح و اصولی (علمی) از عوامل اصلی موثر بر توسعه پایدار از اهمیت ویژه برخودار است. تنها در این حالت روند پرورش منجر به کاهش عوارض نامطلوب و از همه مهمتر باعث پائین آمدن هزینه های تولید می گردد. مدیران مجموعه پرورش ماهی موظف به رساندن سود به حداکثر می باشند. این در حالی است که مدیران مزرعه به طور کلی کنترل کمی روی عوامل اقتصادی مانند ماهی و قیمت خوراک دارند. افرادی که مدیریت قفس‌های پرورش ماهی را برعهده داشتند کنترل کمی بر روی اکثر عوامل محیطی دارند (Bjorndal & Uhler, 1993). استراتژی های مدیریت مزارع قفس بایستی به سمت به حداقل رساندن تلفات منابع و افزایش رشد مناسب در حالی که هزینه ها کنترل می شوند با هدف توسعه پایدار آن (شکل ۴)، که این در عمل به این معنی است که: ماهی دار کردن سایت ها با توجه به تراکم مناسب، گونه پرورشی و روش پرورش، مقرون به صرفه ترین شیوه تغذیه در پرورش، اطمینان از بهترین کیفیت آب ممکن در مزارع قفس، نگهداری قفس، پهلوگیری، لنگر انداختن و لوازم یدکی، نظارت منظم بر منابع ماهی در برابر علائم بیماری، معدوم کردن لاشه ها و درمان ذخایر آلوده

با این حال، بر اساس دستاوردهای علمی و عملی پرورش ماهی در قفس میتوان اذعان نمود که کارهای مختلف روزانه در مزرعه، مانند حمل و نقل، ماهی دار کردن، درجه بندی، تغذیه، نمونه برداری وزنی (وزن کشی) و برداشت، عمدتاً از ملزومات مدیریت پرورش ماهیان می باشد.

برای رسیدن به یک صنعت سود آور و سازگار با محیط زیست در حال حاضر، بایستی دانش بیشتر جهت حمایت از توسعه صنعتی پرورش ماهی در قفس، راهنمای فرآیندهای نظارتی، اطلاع رسانی و اطمینان بخشیدن به تحقیقات عمومی و استراتژیک مد نظر باشد. در واقع اثرات زیست محیطی درک شده و بالقوه از آبزی پروری ماهیان دریایی در قفس بر کیفیت آب، نگرانی اصلی آبزی پروری در محیط زیست دریایی می‌باشد. مطالعات انجام شده در زمینه پرورش ماهیان در قفس‌های دریایی طی سالهای اخیر نشان‌دهنده موفقیت‌آمیز بودن این صنعت درآمدزا در کشور با رعایت نکات ایمنی و زیست‌محیطی می‌باشد. به طورکلی از آنجا که غذادهی یکی از مهمترین فاکتورهای هزینه‌ساز در تولید ماهی بوده و غذادهی خردمندانه می‌تواند منجر به سودآوری بیشتر برای پرورش دهندگان شود (Halwart et al., 2007). بنابراین در مطالعه حاضر، بررسی و تحلیل نوع و روش مناسب تغذیه‌ای در معرفی انواع قفس‌های پرورش ماهی در منطقه جنوبی دریای خزر به سفارش اداره کل شیلات استان مازندران در دستور کار قرار گرفت.

۲- پیشینه تحقیق

دریای خزر که به عنوان بزرگترین دریاچه جهان نامیده می‌شود، بزرگترین پهنه آبی محصور در خشکی است. این دریاچه با طول تقریبی ۱۲۰۰ کیلومتر، عرض متوسط ۳۲۰ کیلومتر، مساحت ۴۳۸۰۰۰ کیلومتر مربع و حجم ۷۷۰۰۰۰ کیلومتر مکعب بزرگترین دریاچه جهان است. با طول نوار ساحلی ۹۹۰ کیلومتر و شرایط محیطی دریا کل حوضه آبهای ایران به ۳ منطقه غرب، مرکز و شرق تقسیم گردیده است. در غرب از آستارا تا دهانه سفیدرود به دلیل شیب ملایم بستر محل استقرار قفس از ساحل دور بوده و ظرفیت تولید از ۵۰ هزار تا ۲۰۰ هزار تن ارزیابی می شود. در مرکز از رودسر تا شرق بابلسر شرایط عمق دریا مناسب بوده ولی به دلیل وجود امواج بیش از ۶ متر می بایست از قفسهای مقاومتر استفاده شود. ظرفیت تولید در این منطقه ۲۰۰ هزار تن می باشد. منطقه شرق به دلیل عمق بسیار کم و شیب خیلی ملایم بستر برای پرورش مناسب نبوده و ظرفیت تولید ۱۰ تا ۴۰ هزار تن برآورد شده است بنابراین در کل سواحل دریای خزر می توان ۳۰۰ هزار تن ماهی در قفس پرورش داد. لازم به ذکر است این ظرفیت برای آبهای نزدیک به ساحل بوده و با احتساب آبهای دور از ساحل افزایش می‌یابد.

نگاهی به سابقه پرورش ماهی در قفس در ایران نشان می دهد، که پرورش ماهی در قفس در ایران از سابقه اندک برخوردار است (خدادادی و همکاران، ۱۳۹۳). در سال ۱۳۴۹ برای اولین بار قفس های چوبی در ابعاد ۲×۱×۱/۵ متر برای پرورش ماهی قزل آلا در خلیج گرگان مستقر شد (شکوریان، ۱۳۹۲). پس از آن در سال های ۶۱ و ۶۲ پرورش ماهی کپور در قفس در سد دز در استان خوزستان انجام شد، که پس از اجرای یک دوره کوتاه متوقف شد و سپس با همکاری کارشناسان آلمانی پرورش ماهیان گرمآبی در سد دز در سال ۱۳۶۴ انجام شد که آن نیز ادامه نیافت. در نهایت در سال ۱۳۷۲ پرورش آزمایشی ماهی قزل آلا در خلیج گرگان و سد خاکی قرخ ارخاج در شهرستان سراب و منبع آبی چاه نیمه در زابل با ده قفس از جنس لوله های داربستی انجام شد. در خلیج گرگان قفس ها به شکل دایره ای به قطر ۸ متر و در چاه نیمه قفس ها به شکل مربع و در ابعاد ۷×۷ متر بود. نظر به اینکه نتایج پرورش ماهی قزل آلا در این منابع با موفقیت همراه بود تعداد قفس های مورد استفاده برای پرورش قزل آلا بتدریج افزایش یافت و به ۵۶ دستگاه تا سال ۱۳۷۶ رسید (شیرازی ۱۳۷۹). طبق آمار موجود پرورش ماهی قزل آلا در قفس های از جنس لوله های داربستی در یازده استان کشور انجام می شود که میزان تولید در سال ۱۳۸۵ در حدود ۳۳۱ تن بود (شیرازی، ۱۳۸۵).

پرورش ماهی در قفس در طی دو دهه اخیر به عنوان یکی از ظرفیت‌های توسعه آبزی پروری کشور مطرح بوده است و با توجه به شرایط عمومی و اقلیمی کشور و وجود برخی امکانات زیر بنایی طبیعی و انسان ساخت همچنان به عنوان یکی از نقاط دست نخورده توسعه مطرح است. براساس گزارش سازمان جهانی FAO/NACA در سال 2012 در ایران اولین بار ماهیانی از خانواده کپور ماهیان، تاس ماهیان و آزاد ماهیان و گونه Caspian salmon به روش Cage Culture پرورش یافته اند (FAO/NACA, 1995). بهره برداری از طرح پرورش ماهی قزل آلا

در قفس برای نخستین بار در سواحل دریای خزر انجام شد. برای نخستین بار استان گیلان در سال ۸۹ نخستین قفس شناور از نوع SCD را در منطقه جفرود بندرانزلی مستقر کرد. پرورش ماهیان دریایی در قفس نیز در اواخر دهه هفتاد و اوایل دهه هشتاد مورد توجه قرار گرفت. در طی دهه هفتاد استقرار قفس‌های کوچک در محیط‌های آبی نظیر دریاچه پشت سدها و دریاچه‌ها و آببندانها گوشه کوچکی از ظرفیت‌های توسعه پرورش ماهی در قفس را به نمایش گذاشت به طوری که در سال ۱۳۹۲، ۴۵ مزرعه فعال قفس در ۱۲ استان کشور، بیش از ۱۱۵۰ تن ماهی قزل آلا تولید می کنند. در حال حاضر در بسیاری از مناطق استان گیلان و مازندران از پرورش ماهی در قفس جهت استفاده بهینه از منابع آبی و آبگیر ها و دریاچه ها استفاده می‌شود. سازمان شیلات ایران ظرفیت تولید در دریای خزر را ۳۵۰ هزار تن اعلام نموده است. برای سال ۱۳۹۵ برای دریای خزر در قفس میزان تولید ۲۰۰۰۰ تن در نظر گرفته شده است، میزان تولید در قفس برای سال ۱۳۹۵ برای استان مازندران را میزان ۵۰۰۰ تن هدف گذاری نموده است. برای سال ۱۳۹۶ نیز ۵۶۰۰۰ تن برای دریای خزر در نظر گرفته شده است که از این میزان، سهمیه استان مازندران ۱۲۰۰۰ تن میباشد. در برنامه ششم توسعه نیز تولید ۲۰۰ هزار تن ماهی در قفس را برنام ریزی نمودند که ۴۰۰۰۰ تن آن متعلق به استان مازندران خواهد بود. در این راستا شرکت سمام گستر شمال با ظرفیت تولید ۲۰۰ تن با ۱۰ قفس فعال با استفاده از ماهیان سردآبی شروع به فعالیت نمود.

در سال ۱۳۹۴ برای اولین بار پرورش ماهیان سردآبی در قفس در مزرعه آقای سمامی از اردیبهشت تا مهر ماه مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. در این بررسی تاثیر بیومس کشت بر میزان رشد، ضریب تبدیل غذایی، شاخص رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن در پرورش قزل آلا ۱ و ۲ ساله با توجه به درجه حرارت آب ارایه گردید. بر اساس نتایج به دست آمده از این مطالعه قفس برای پرورش گونه قزل آلا مناسب بوده و این روش فرصتهای جدیدی را برای بهره برداری بهینه از منابع آبی فراهم می‌آورد، بطوریکه وزن روزانه ماهی قزل آلا معادل ۱۰ گرم که در مقایسه با استخرهای بتنی پرورش ماهی قزل آلا (۵ گرم) بیشتر افزایش می‌یابد. علاوه بر تولید بیشتر و هزینه‌های کمتر در مقایسه با دیگر روشهای پرورش در محیط طبیعی و نزدیک بودن طعم و مزه آبزیان به ماهیان صید شده در دریا، از مزایای مهم اجرای این طرح بود. به نظر می‌رسد با حمایت جدی دولت از سرمایه گذاران این طرح، گامی اصولی در حفظ نسل و احیای ذخایر دریایی برداشته شود، بدون شک طرح پرورش ماهی در قفس علاوه بر اینکه راهکاری مناسب برای افزایش تولید ماهی و سرانه مصرف آبزیان است، گامی مناسب برای رفع مشکل بیکاری نیز خواهد بود. همچنین در استان مازندران، سیستم پرورش ماهی در قفس برای پرورش سایر گونه‌ها آبزیان از جمله کپور ماهیان مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به افزایش درجه حرارت در فصول تابستان و مالکین مزرعه حلال گستر میلاد نور در منطقه تنکابن اقدام به پرورش کپور ماهیان به تعداد ۳۵۰۰۰ عدد با وزن اولیه ۱۰۰ گرم در یک قفس و مزرعه آقای خانی در شهرستان رامسر در دو قفس با ۵۰۰۰۰ عدد کپور دریایی با وزن اولیه ۳۰ تا ۷۰ گرم از تیر تا اواخر شهریور ماه نمودند.

در سال ۱۳۸۹ برای اولین بار پرورش ماهیان خاویاری در قفس های شناور توسط شکوریان و همکاران مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. در این بررسی تاثیر بیومس کشت بر میزان رشد، ضریب تبدیل غذایی، شاخص رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن در پرورش فیلماهیان دو ساله با میانگین وزن ۳۸۲/۷ ± ۱۲۶۳/۴ گرم در بیومس های ۳/۹ ، ۵ و ۶/۳ کیلو گرم در متر مربع (هر تیمار در دو تکرار) به مدت ۹۰ روز در قفس های شناور مطالعه شد. در انتهای دوره پرورش فیلماهیان به میانگین وزن ۳۱۰۰ گرم رسیدند و میزان تولید معادل ۱۱ تا ۱۵ کیلوگرم در مترمکعب بود. بر اساس نتایج به دست آمده از این مطالعه قفس های شناور برای پرورش فیلماهی درقفس مناسب بوده و این روش فرصتهای جدیدی را برای بهره برداری بهینه از منابع آبی فراهم می آورد.

در سال ۱۳۸۹ پروژه" بررسی امکان پرورش فیلماهی در قفس" از سوی انستیتو با حمایت مالی اداره کل شیلات گیلان به اجرا درآمد و نتایج آن بسیار موفقیت آمیز بود. در این پروژه گونه فیلماهی با میانگین وزن ۱۲۶۳ گرم در تراکم های ۳/۹ و ۵ و۶/۳ کیلوگرم در مترمکعب در قفس های شناور به مدت ۹۰ روز پرورش یافتند و در انتهای دوره پرورش فیلماهیان به میانگین وزن ۳۱۰۰ گرم رسیدند و میزان تولید معادل ۱۱ تا ۱۵ کیلوگرم در مترمکعب بود. با استفاده از نتایج بدست آمده از این پروژه، در سال ۱۳۹۰ فعالیتهایی در زمینه پرورش فیلماهی در قفس در دریاچه سد ارسباران در شمال استان آذربایجان شرقی با حمایت مالی مدیریت شیلات استان در حال انجام می باشد که در راستای اجرای آن تعداد هزار عدد فیلماهی به یک دستگاه قفس شناور به قطر ده متر معرفی شده اند که نتایج آن بسیار نوید بخش است (شکوریان، ۱۳۹۲). تعداد ۴۲۸۱ بچه فیلماهی به وزن متوسط ۲۲۹ گرم در طی۶ مرحله بطور متناوب (۹۰/۳/۲۲ الی ۹۰/۷/۱۲) در قالب طرح پایلوت تحقیقاتی فیمابین انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری و اداره کل شیلات استان گیلان، در قفس در دریای خزر ذخیره سازی شده اند (مهدی نژاد و همکاران، ۱۳۹۰). رشد روزانه بچه فیلماهیان در طی ۱۴۷ بطور متوسط ۴/۴ گرم در روز بود. حداقل و حداکثر وزن بچه ماهیان بترتیب ۵۳۰ و ۱۱۵۰ گرم و متوسط آن ۷۵۵ گرم در نوسان بود. براساس آمار ارائه شده از سوی اداره کل شیلات گیلان از تاریخ ۸ شهریور الی ۲۰ آبان در طی مدت ۷۳ روز فیلماهیان جمعاً به مدت ۵۲ روز در دو وعده و گاهاً در یک وعده تغذیه شدند. غذای مورد استفاده از نوع بیومار بود و جمعاً مقدار ۱۳۳۸ کیلوگرم غذا برای تغذیه فیلماهیان در قفس داده شد. حداقل مقدار غذای روزانه ۱۴ کیلوگرم و حداکثر آن ۳۴ کیلوگرم بود. با توجّه به تعداد ماهی موجود در قفس این مقدار غذا معادل ۱ تا ۲/۵ درصد در روز بود که با در نظر گرفتن دمای آب و احتمال پرت درصدی از غذای داده شده مقدار غذای داده شده کمتر از مقدار مورد نیاز بوده است و به نظر میرسد که روزانه حداقل ۴ درصد وزن موجود می بایستی غذا در اختیار ماهیها قرار گیرد. براساس اندازه گیریهای انجام شده و بموجب آخرین زیست سنجی و با احتساب تعداد ۳۸۵۱ ماهی باقی مانده مقدار تولید ماهی معادل ۱۷۷۵/۳ کیلوگرم است. لذا با توجه به مقدار غذای داده شده ضریب تبدیل غذا مقدار ۰/۷۵ می باشد که رقم بسیار قابل توجه است. تاثیر بیومس کشت بر میزان رشد، ضریب تبدیل غذایی، شاخص رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن در پرورش فیلماهیان دو ساله با میانگین وزن ۳۸۲/۷ ±

۱۲۶۳/۴ گرم در بیومس های ۳/۹ ، ۵ و ۶/۳ کیلو گرم در متر مربع (هر تیمار در دو تکرار) به مدت ۹۰ روز در سال ۱۳۹۰در قفس های شناور مستقر شده در یک واحد استخر ۴ هکتاری واقع در مرکز بازسازی ماهیان استخوانی کارگاه شادروان دکتر یوسفپور سیاهکل مورد بررسی قرار گرفت. فیلماهیان با استفاده از غذای کنسانتره وارداتی (بیومار) حاوی ۴۳ درصد پروتئین و ۲۲ درصد چربی به میزان ۲ تا ۳ درصد وزن بدن روزانه در دو وعده تغذیه شدند. درجه حرارت آب از حداقل ۱۴ تا حداکثر ۲۷ درجه سانتیگراد در طی دوره پرورش متغیر بود. نتایج بدست آمده حاکی از تاثیر منفی بیومس کشت بر روند رشد، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی بود. اما بین میانگین داده های بدست آمده اختلاف معنی دار مشاهده نشد. از نظر میانگین وزن انتهایی بیومس حداقل (۳/۹ کیلوگرم در مترمربع) دارای بالاترین وزن انتهایی بود، اما اختلاف معنی دار با سایر تیمارها نشان نداد. میزان تولید تحت تاثیر بیومس کشت قرار گرفت و با افزایش بیومس میزان تولید در واحد سطح و قفس افزایش یافت. بیومس ۶/۳ کیلو گرم در متر مربع دارای بیشترین مقدار تولید در واحد سطح و بیومس ۳/۹ کیلو گرم در متر مربع دارای کمترین مقدار تولید بود. همانطور که غذا و استرس عامل رقابتی بسیار مهمی در تراکم های بالا هستند که تاثیر معکوس بر شاخص های رشد دارند، رشد انفرادی و تراکم جمعیت نیز ارتباط تنگاتنگی با برخوردهایی دارد که بین افراد رخ میدهد. با توجه به اینکه میانگین وزن انتهایی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی دار با یکدیگر نشان نداد می توان بیان نمود که بیومس های معرفی شده کمتر از ظرفیت تولید قفس ها بوده است. نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر بر این نکته اذعان دارد که پرورش در قفس روش مناسبی برای پرورش فیلماهی است و این ماهی می تواند به شرایط پرورش در قفس های شناور سازگار شده و رشد نماید. نتایج این تحقیق نقطه روشنی به منظور امکان بهره‌برداری از منابع آبی، آبگیرها، آببندانها و دریاچه‌های پشت سدها برای پرورش فیلماهی در قفس است.

در راستای توسعه آبزی پروری ماهیان خاویاری در استان آذربایجان شرقی، طرح پرورش فیلماهی در قفس در دریاچه سد ارسباران واقع در شمال استان و نزدیک شهرستان آبش احمد به مرحله اجرا درآمد. تعداد هزار عدد فیلماهی با میانگین وزن ۱۳۰ گرم به یک دستگاه قفس شناور به قطر ۱۰ متر و ارتفاع ۶ متر و اندازه چشمه ۱۶ میلیمتر معرفی گردیدند و بمدت ۱۲ ماه از شهریور ۱۳۹۰ لغایت شهریور ۱۳۹۱ پرورش داده شدند. میانگین وزن فیلماهیان پس از ۱۲ ماه از ۱۳۰ گرم به ۲۴۵۳ گرم رسید. حداکثر وزن ۳۰۶۱ گرم و حداقل آن ۲۰۰۰ گرم بود. در این مدت مقدار ۳۰۵۰ کیلوگرم غذا برای تغذیه فیلماهیان مورد استفاده قرار گرفت. ضریب تبدیل غذا از ۱/۱۲ تا ۲/۹۴ و بطور متوسط ۱/۵ متغیر بود. تراکم ماهی از ۰/۲۸ کیلوگرم بر متر مکعب به مقدار ۵/۵۱ کیلوگرم بر متر مکعب رسید، در طی این مدت زیتوده ماهی در قفس از ۱۳۰ کیلوگرم به رقم ۲۰۷۶ کیلوگرم رسید و حدود ۱۶ برابر افزایش یافت. درجه حرارت آب دریاچه از حداقل ۵ تا حداکثر ۳۱ درجه سانتیگراد در طی دوره پرورش در نوسان بود. نتایج نشان داد در صورت برنامه‌ریزی و سیاست گذاری برای توسعه پرورش ماهیان خاویاری در استان آذربایجان‌شرقی استفاده از روش پرورش در قفس در برخی از منابع آبی استان که شرایط

محیطی لازم نظیر دما و سایر پارامترهای مورد نیاز را در بر داشته باشد، ضمن بهره برداری بهینه از منابع آب می‌تواند موجبات تولید گوشت مرغوب و ایجاد اشتغال مولد و سازنده را به همراه داشته باشد.

طرح پایلوت پرورش ماهیان خاویاری در قفس در دریای خزر با نظارت انستیتو تحقیقات با همکاری و پشتیبانی اداره کل شیلات گیلان طراحی و اجرا گردید. در این راستا تعداد ۳۳۰۰ عدد فیلماهی با میانگین وزن ۲۵۸ گرم طی شهریور و مهر ۱۳۹۱ به قفس معرفی شدند. برای انتقال فیلماهیان از کمپرسی تانکر دار استفاده شد. فیلماهیان پس از حمل به اسکله صیادی بندر انزلی در داخل سه دستگاه مخزن پلی اتیلنی که مجهز به سنگ هوا و اکسیژن مستقر بر روی یک فروند لنج صیادی بارگیری شدند. سپس ماهیان به قفس دریا منتقل و به آرامی به قفس معرفی گردیدند. در طی مدت ۱۷۰ روز پرورش، فیلماهیان بطور متوسط معادل ۲۰۵۵ گرم رشد داشته اند و در این مدت حداقل وزن از ۲۵۸ گرم به ۱۱۰۰ گرم و حداکثر وزن از ۳۲۶ گرم به ۳۱۵۰ گرم رسید. همچنین اندازه گیری طول کل ماهیان نشان می دهد که میانگین طول کل از ۴۲ به ۶۶/۹ سانتیمتر رسید و حداکثر طول کل از ۴۵ به ۷۵ سانتیمتر و حداقل طول کل از ۴۰ به ۵۸ سانتیمتر افزایش یافت. مقدار رشد روزانه (GR)، با نوسان همراه بود. میزان رشد روزانه از حداقل ۱/۱۱ گرم در روز تا حداکثر ۱۱/۴۳ گرم در روز اندازه گیری شد. فیلماهیان با استفاده از خوراک اکسترودر شرکت بیومار با ترکیب ۳۸ تا ۴۰ درصد پروتئین، ۱۲ تا ۲۰ درصد چربی روزانه در دو وعده صبح عصر و گاهی بدلیل وضعیت و شرایط دریا در یک وعده تغذیه شدند. جمعا طی مدت۵۲ روز مقدار ۱۳۰۰کیلوگرم غذا در اختیار ماهیان قرار گرفت. حداقل مقدار غذای روزانه ۲۰ کیلوگرم و حداکثر آن ۵۰ کیلوگرم بود. مقدار غذای روزانه معادل ۱ تا ۲/۵ درصد وزن بدن محاسبه و در اختیار ماهیان قفس قرار داده شد. در بعضی از روزها بدلیل بروز شرایط بد جوی و وجود کولاک، غذادهی انجام نگردید که در مجموع به مدت ۱۰۸روز غذادهی انجام شد و در این مدت جمعا مقدار ۴ تن غذا در اختیار ماهیان قفس قرار گرفت. رفتار و نحوه غذاگیری فیلماهیان به هنگام پرورش در قفس با استفاده از یک دستگاه دوربین عکاسی، فیلمبرداری گردید.

دستیابی به ساختار مناسب قفس و روش مناسب جهت مدیریت بهینه پرورش و تغذیه در پرورش ماهی در قفس در دریای خزر با توجه به شرایط دریای خزر از نظر جریانات و امواج و خصوصیات بیولوژیکی ماهیان بسیار حائز اهمیت است، لذا مکان یابی استقرار قفس در این شرایط یکی از حساسترین و مهمترین مراحل در زمینه ایجاد سایت های پرورش در محیط‌های محصور در دریای خزر است. به عبارت دیگر طراحی و ساخت قفس‌ها الزاما می بایستی با شرایط ماهیان انطباق داشته باشد. پرورش در قفس‌های دریایی، روشی جدید جهت تولید آبزیان در ایران می‌باشد. آموزش کادری برای کار در زمینهٔ مذکور، نیازمند تفکری جدید می‌باشد که متفاوت با کارگاه‌های آبزی پروری مستقر در خشکی است. کارگاه‌های آبزی پروری در دریا، اجزای متعددی دارند که شامل قایق‌ها، شناورهای غذادهی ماهی و نیز محیطی برای اسکان کارکنان گردانندهٔ مزارع می‌باشند. در صورت تحقق موارد فوق پیش بینی می‌گردد که در آینده نه چندان دور، اولا ایجاد واحدهای تولیدی و پرورش ماهی

خصوصا ماهیان خاویاری در قفس در دریای خزر منجر به ایجاد اشتغال مولد برای صیادان و فارغ التحصیلان رشته شیلات گردیده و به مقدار قابل توجه گوشت و خاویار تولید و به بازارهای داخلی و خارجی عرضه شود. ثانیا با تولید و عرضه کافی گوشت ماهیان خاویاری فشار صید بر اندک ذخایر باقیمانده کاهش یافته و این امر منجر به حفظ و احیاء ذخایر ماهیان خاویاری گردیده و در یک دوره زمانی مناسب ذخایر ماهیان خاویاری مجددا در دریای خزر احیاء گردند.

بر اساس ظرفیت سنجی انجام شده توسط شرکت REFA از کشور نروژ در سال 1380، آبهای شمالی و جنوبی کشور از ظرفیت بالقوه مناسبی برای توسعه برخوردار است و می‌توان بیش از 900 هزار تن ماهی را در قفس در مناطق نزدیک به ساحل (Inshore) پرورش داد (جدول ۱). انتظار می رود با پیشرفتهای حاصله در زمینه سخت افزاری و تکنیک های ساخت قفس و بهره برداری بهینه از ظرفیتهای موجود بازدهی بیشتری در مناطق دور از ساحل (Offshore) حاصل گردد. اهمیت بهره‌برداری از این ظرفیت هنگامی بیشتر روشن می‌شود که بدانیم میزان تولید گوشت قرمز تقریبا نزدیک به این عدد می‌باشد و میزان کل تولید آبزیان (صید و پرورش) در ایران در حال حاضر از این مقدار کمتر است. بنابراین بهره‌برداری از ظرفیت محیط‌های دریایی علاوه بر اینکه موجب تشدید محدودیت حاکم بر استفاده از منابع آب شیرین نخواهد شد بلکه با کاهش فشار بر استفاده از منابع آبی سهم خود را در کاهش بحران آب ایفا می‌کند.

سفر وزیر وقت جهاد کشاورزی و مدیران شیلات ایران در آن زمان به کشور نروژ و مشاهده توسعه پرورش ماهی در قفس در این کشور نقطه عطفی در تصمیم سازی برای توسعه پرورش ماهی در قفس بود که یکی از پیامدهای آن انجام مطالعات اولیه میدانی و ارزیابی‌های مقدماتی از امکان توسعه پرورش ماهی در دریای خزر و آبهای جنوب کشور بود (جدول ۲). ماحصل این مطالعه و مذاکرات و پیگیری ها دایر شدن اولین پایلوت "مهندسی ساز" پرورش ماهی در قفس در استان هرمزگان با ظرفیت تولید ۱۸۰ تن ماهی در سال ۱۳۸۴بود.

جدول ۱. ظرفیت سنجی امکان تولید ماهیان دریایی در قفس در ایران (مطالعات Refa)

استان	طول نوار ساحلی (کیلومتر)	ظرفیت تولید (هزار تن)
مازندران	۳۵۰	۲۰۰
گیلان	۳۰۰	۵۰-۲۰۰
گلستان	۳۰۰	۴۰
هرمزگان (با جزایر)	۱۰۵۰	۷۵-۱۲۰
بوشهر (با جزایر)	۵۰۰	۲۰-۳۰
سیستان و بلوچستان	۳۰۰	۳۰۰
خوزستان	۲۵۰	۵
مجموع	۳۰۵۰	۹۱۰

اهداف اصلی این طرح را می توان سنجش شرایط محیطی و توان گونه های بومی و غیر بومی، تربیت نیروی انسانی و انتقال دانش فنی و ارزیابی اقتصادی از امکان تولید ماهیان دریایی در قفس برشمرد. در اواخر دهه ۸۰ (سال ۱۳۸۹) موضوع پرورش ماهی در قفس مجددا مورد تاکید مسئولین عالی وزارت جهاد کشاورزی قرار گرفت و متعاقبا" با حضور بخش غیر دولتی و با مساعدت سازمان شیلات ایران طرحهای پایلوت آزمایشی در مقیاس تجاری در استان‌های گیلان، مازندران و خوزستان به اجرا در آمده است. دریای خزر منبع عظیم خدادی است که ظرفیت‌های بالقوه فراوانی برای پرورش ماهی داشته و این امر موقعیت ممتازی را برای توسعه صنعت آبزی‌پروری ماهیان از جمله ماهیان سردآبی، گرم آبی و خاویاری بویژه از طریق پرورش در قفس فراهم آورده است.

با توجه به تاکیدات وزیر جهاد کشاورزی و ابلاغ سیاست‌های دو ساله سازمان شیلات ایران در زمینه پرورش ماهی در قفس در آبهای ساحلی شمال و جنوب کشور، رویکرد جدیدی در خصوص توسعه صنعت آبزی‌پروری ماهیان در کشور بوجود آمده است. میزان کم سرمایه گذاری در زیرساخت‌ها همراه با تولید بالا باعث شد که پرورش در قفس بعنوان یکی از سیستمهای اصلی تولید تجاری ماهیان مورد توجه قرار گیرد، هر چند نتایج پژوهش‌های انجام شده درباره پتانسیل رشد و پرورش ماهیان در قفس بسیار اندک است. مطالعات انجام شده در زمینه پرورش ماهیان در قفس‌های دریایی طی سالهای اخیر نشان‌دهنده موفقیت‌آمیز بودن این صنعت درآمدزا در کشور با رعایت نکات ایمنی و زیست‌محیطی می‌باشد.

جدول ۲. پیش بینی تولید ماهی در قفس و بچه ماهی مورد نیاز استان های ساحلی در سال ۱۳۹۴(سازمان شیلات ایران)

استان	تعدا مزرعه درسال جاری	تعداد مجوزهای صادره تا پایان سال ۱۳۹۴		ظرفیت تولید (تن)		برنامه پیشنهادی تولید ماهی در قفس در سال ۱۳۹۵ (تن)	پیش بینی تعداد بچه ماهی مورد نیاز در سال ۱۳۹۵ (میلیون قطعه)
		موافقت اصولی	پروانه تاسیس	موافقت اصولی	پروانه تاسیس		
گیلان	۲	۳۰	۸	۴۰۳۰۰	۱۰۰۰۰	۴۰۰۰	۶
مازندران	۹	۴۹	۱۹	۱۷۲۰۰	۵۴۰۰	۵۰۰۰	۷/۵
گلستان	۱	۱	–	۵۰۰	–	۱۰۰۰	۱/۵
خوزستان	۴	۵	–	۲۲۵	–	۲۰۰۰	۵
بوشهر	۲	۱۲	۲	۱۸۰۰۰	۸۰۰۰	۲۰۰۰	۵
هرمزگان	۳	۱۴	۵	۴۳۷۰۰	۱۰۰۰۰	۶۰۰۰	۱۵
سیستان و بلوچستان	۲	۱۱	۳	۲۶۰۰۰	۸۰۰۰	۲۰۰۰	۵
جمع	۲۳	۱۲۲	۳۷	۱۴۵۹۲۵	۴۱۴۰۰	۲۲۰۰۰	۴۵

۳- مواد و روش کار

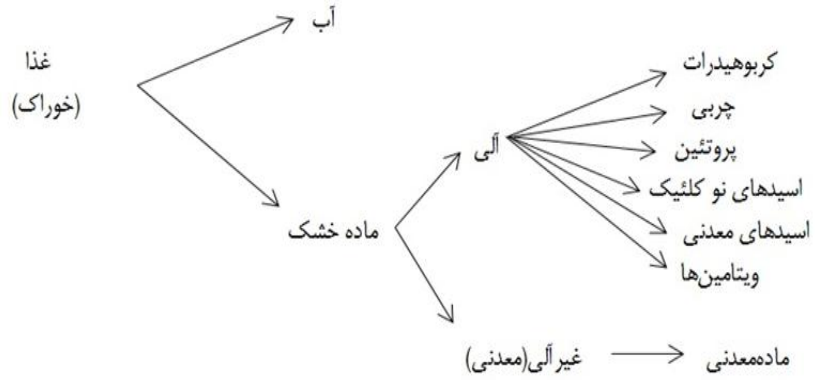
جهت پرورش موفقیت آمیز آبزیان لازم است جیره غذایی مناسب با احتیاجات آبزیان تهیه گردد. لازم است تا متخصصین تغذیه آبزیان، از آنالیز مواد خوراکی مصرفی در جیره غذایی آگاهی داشته تا بتوانند جیره متناسب با احتیاجات آبزیان را تنظیم و تهیه نمایند. همچنین، غذا باید دارای ویژگیهای فیزیکی مناسب برای گونه مد نظر در قفس باشد تا مصرف غذا با حداقل هدر رفت مواد مغذی در آب صورت گیرد. تامین نوع غذای مصرفی، مقدار، دفعات، زمان غذادهی و نحوه غذادهی فاکتورهای مهمی برای ارزیابی فعالیت تغذیه‌ای ماهیان می‌باشد. در این ارتباط موضوعات مختلف به تفکیک مراحلی که ذیلا به آن اشاره شده است مورد بررسی قرار خواهد گرفت:

۱. جمع آوری اطلاعات موجود در زمینه تغذیه و مدیریت پرورش
۲. بررسی منابع تامین غذا در منطقه جنوبی دریای خزر
۳. معرفی غذاهای شناور و یا غوطه ور به تفکیک گونه‌های پرورشی
۴. دستور العمل نگهداری غذا تا زمان مصرف
۵. تشریح روش‌های نوین در غذادهی ماهیان در قفس و مطابق با شرایط گونه‌های پرورشی
۶. ارائه دستورالعمل کاربردی مدیریت تغذیه و پرورش به پرورش دهندگان
۷. تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده
۸. جمع بندی و ارائه گزارش

۴ - نتایج

۱-۴- غذا و اجزای آن

پرورش ماهی در قفس یکی از روش‌های نوین پرورش ماهی در جهان است که با توجه به ظرفیت‌های موجود در دریاها، پتانسیل خوبی را برای تولید ماهی فراهم آورده است. در این روش، ماهی به راحتی با محیط جدید سازگار شده و گوشت ماهی تولیدی دارای کیفیت مناسب و مرغوبی می باشد. مهمترین بخش تولید ماهی در قفس مربوط به بخش تغذیه می‌باشد که بیش از ۶۰ درصد کل هزینه تولید را تشکیل می‌دهد، لذا جهت پرورش موفقیت‌آمیز ماهیان، لازم است تا شناخت درستی از نیازمندی غذایی هر گونه و آنالیز مواد غذایی مصرفی در جیره غذایی انجام گیرد تا بتوان جیره متناسب با احتیاجات هر گونه تنظیم و تهیه نمود (محسنی و همکاران، ۱۳۹۱). غذادهی مناسب ماهی می‌تواند اثرات زیست محیطی را کاهش دهد. با توجه به بازدیدهای میدانی و برآورد ضرایب تبدیل غذا در پرورش ماهیان در قفس، با توجه به اطلاعات حاصل از جدول ۱ بطور متوسط ۹۰۰ هزار تن غذا (ضریب تبدیل ۱) مورد نیاز می‌باشد که بایستی دقیقا مدیریت گردد. مواد مغذی یا نوترینت‌ها، اجزای غذایی هستند که توسط آبزیان به عنوان منبع انرژی و یا برای مصرف در فرآیندهای متابولیک مورد مصرف قرار می‌گیرند. مواد مغذی موجود در رژیم غذایی ماهی، بایستی علاوه بر تأمین انرژی لازم، شامل مواد مغذی همچون اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب ضروری، ویتامین و مواد معدنی باشد تا به روند رشد و تولید مثل جانور کمک نماید (شکل ۵).



شکل ۴- اجزای اصلی تشکیل دهنده غذا

انجام فرمولاسیون خوراک باعث متعادل سازی پروتئین خام و سطح انرژی غذا می‌گردد. برای فرمولاسیون مناسب یک جیره غذایی لازم است تا موارد زیر مد نظر قرار گیرد:

۱- نیازمندی های غذایی مانند نیاز پروتئینی (اسیدهای آمینه)، چربیها (اسیدهای چرب)، انرژی، مواد معدنی و ویتامینی مورد نیاز آبزی پرورشی مشخص گردد و عوامل موثر در تعیین نیازمندیهای غذایی مانند سن، وزن بدن آبزی، دمای آب، اکسیژن محلول و فاکتورهای کیفی دیگر آب بررسی گردد.

۲- ترکیبات شیمیایی مواد غذایی مانند ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، کربوهیدرات، فیبر خام، انرژی قابل هضم، خاکستر و غیره مورد توجه قرار گیرد.

۳- قیمت خوراک‌ها باید با توجه به نوع ماده غذایی مصرفی، محدودیت استفاده از برخی مواد غذایی، هزینه عمل آوری، حمل و نقل و انبار داری بررسی گردد.

مواد مغذی موجود در غذا اجزاء شیمیایی تشکیل دهنده غذایی (پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی و آب) هستند که در بدن سه نقش عمده تولید انرژی، تنظیم اعمال بدن، عمل رشد و ترمیم بافتهای بدن را به عهده دارند (Tacon, 1995).

کربوهیدرات‌ها، چربیها و پروتئین‌ها تنها منابع انرژی غذایی بوده، لذا آنها را مواد مغذی انرژی‌زا می نامند (محسنی و ستوده، ۱۳۹۲). انرژی یک ماده غذایی (نوترینت) نیست، بلکه قابلیتی از مواد مغذی را در طی فرایند اکسیداسیون متابولیکی پروتئن ها، چربی ها و کربوهیدرات های آزاد شده را دارد. بنابراین انرژی یک مفهوم انتزاعی می باشد که فقط هنگام تبدیل از یک شکل به شکل دیگر قابل اندازه‌گیری است. انرژی توانایی انجام کار تعریف می‌شود، اما از دیدگاه زیست شناختی به عنوان عامل فعالیت ماهیچه‌ای، انرژی مورد نیاز برای انجام واکنشهای شیمیایی در بدن، جابجایی مولکولها در مقابل یک غلظت با نرخ متغیر و سایر فرایندهای حیاتی شرکت می‌کند. ماهی نیز مانند سایر حیوانات برای زندگی نیاز به انرژی دارد. ماهی مانند سایر حیوانات باید انرژی را از اکسیداسیون پیوندهای شیمیایی بدست آورد. انرژی در واحد گرمایی اندازه‌گیری می‌شود و کالری نام دارد که بعنوان مقدار گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک گرم آب به میزان یک درجه سانتی‌گراد (از ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد به ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد) شناسایی شده است. تعدادی از فاکتورهایی که نیاز انرژی ماهیان را تحت تاثیر قرار می‌دهد عبارتند از: ۱- فعالیت فیزیکی ۲- دما ۳- اندازه ماهی ۴- نرخ رشد ۵- گونه ماهی، ۶- مصرف غذا.

فعالیت فیزیکی شامل شنا کردن، فرار از شکارچی و استرس می باشد. دمای آب بزرگترین فاکتوری است که نیاز به انرژی در ماهی ها را تحت تاثیر قرار می دهد، از آنجایی که دمای بدن ماهی مشابه محیط آبی اطراف آن می باشد، هنگامی که دمای آب نزدیک به دمای بهینه برای گونه خاص ماهی باشد یک افزایش نرخ متابولیسم، اشتها، نرخ رشد و افزایش میزان فعالیت ماهی را بدنبال خواهد داشت. برعکس اگر دمای آب از حد بهینه کمتر گردد نرخ متابولیکی ماهی کاهش خواهد یافت. اندازه ماهی نیز بر نیاز انرژی آن تاثیر می‌گذارد، زیرا ماهیهای کوچک به ازاء واحد وزن خود نیاز انرژی بیشتری نسبت به ماهیهای بزرگتر دارد. بطور مشابه همچنین ماهیهای سریع الرشد نسبت به ماهیهای کند رشد نیاز به انرژی بیشتری دارند. در بیشترحیوانات خشکزی کربوهیدراتها منبع اصلی انرژی هستند، در حالیکه ماهیها عموما به اندازه جانوران خشکزی از کربوهیدراتها استفاده نمی کنند. قابلیت هضم کربوهیدراتها برای ماهی کپور بین ۵۵ ٪ تا۶۰٪ می باشد. کربوهیدرات ها حاوی۴/۱ کیلوکالری انرژی خام در هر گرم هستند و ارزانترین منبع انرژی در جیره غذایی هستند. کربوهیدرات ها، برای منبسط کردن

جبره های غذایی در هنگام اکسترود به منظور کنترل شناوری و وزن مخصوص پلت (Pellet) بکار میرود. پروتئینها محتوی ۵/۶ کیلوکالری در گرم انرژی خام (انرژیِ ناخالص) هستند که براحتی توسط ماهیها مصرف می‌شوند، از آنجایی که پروتئین گرانترین اجزای تشکیل دهنده جیره غذایی است، مصرف آنها بعنوان منبع انرژی مقرون بصرفه نیست. بنابراین چربیها و کربوهیدراتها منابعی هستند که با افزودن آنها به جیره های غذایی به منظور افزایش انرژی ضروری هستند. چربی ها مهمترین منبع انرژی است که در آبزی پروری به جیره های غذایی اضافه می شود. چربی ها تقریبا حاوی ۹/۴ کیلوکالری درگرم انرژی خام دارند. چربیها بعلت داشتن مقدار کربن و هیدروژن بیشتر حاوی انرژی زیادی هستند. اکسیداسیون یک گرم هیدروژن ۳۴/۵ کیلوکالری انرژی تولید می کند، در صورتیکه اکسیداسیون یک گرم کربن ۸ کیلوکالری انرژی تولید می‌کند. در اکسیداسیون چربی‌ها هیدروژن‌های آنها اکسید می‌شود در صورتی که کربن‌ها هنوز اکسید شده نیستند.

۱-۱-۴- پروتئین، اسیدهای آمینه و منابع غذایی پروتئینی

پروتئین‌ها جزئی از ترکیب هر سلول زنده است و در ساختمان عضلات، استخوان، غضروف، پوست و مایعات بدن وجود دارد. آنزیم‌ها و اکثر هورمون‌های بدن از پروتئین و یا مشتقات پروتئینی ساخته شده‌اند. پروتئین‌ها ترکیبات آلی هستند که از نسبتهای اتصال اسیدهای آمینه‌ای که اختصاصات هر پروتئین هستند تشکیل شده‌اند. پروتئین از کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن تشکیل شده‌اند، گرچه برخی از پروتئینها شامل گوگرد، فسفر و آهن نیز می‌باشند. از آنجاییکه بیشتر پروتئینها حدود ۱۶ درصد نیتروژن دارند، میزان پروتئین خام یک فراورده را می‌توان با تعیین مقدار نیتروژن و ضرب آن در عدد ۶/۲۵ بدست آورد (۶/۲۵=۱۶÷۱۰۰). پروتئین‌های بدن بطور مداوم در معرض دو فرایند قرار دارند: سنتز پروتئین (آنابولیسم) و تجزیه پروتئین (کاتابولیسم). میزان پروتئین دفعی تقریبا برابر با میزان پروتئین سنتز شده منهای پروتئین تجزیه شده است. اجزاء اساسی تشکیل دهنده پروتئین ها، اسیدهای آمینه هستند. مهره داران از جمله ماهیان قادر به سنتز ۱۰ نوع از اسید آمینه های ضروری نیستند که باید در جیره غذایی آنها تامین گردد. اسیدهای آمینه، ضروری عبارتند از: آرژنین، هیستدین، لوسین، ایزولیوسین، لیزین، متیونین، فنیل الانین، ترئونین، تریپتوفان و والین. همچنین اسیدهای آمینه غیرضروری که بدن قادر به سنتز آن می‌باشد عبارتند از: آلانین، آسپاراژین، اسیدآسپاراتیک، سیستئین، اسیدگلوتامیک، گلوتامین، گلیسین، هیدروکسی پرولین، پرولین، سرین و تیروزین. اسیدآمینه های غیرضروری می توانند با انتقال یک گروه آمینو (آمینی) به آلفا کتواسید سنتز شوند که خود آلفا کتواسیدها می تواند از منابع غیرپروتئینی مثل گلوکز مشتق شوند. هنگامی که در یک جیره غذایی یک آمینواسید ضروری موجود نباشد آن اسیدآمینه بعنوان یک آمینواسید محدود کننده مطرح و باعث محدودیت سنتز پروتئین می شود.

عوامل متعددی بر نیازمندی پروتئین ماهی تاثیر می‌گذارد. یکی اندازه ماهی می باشد، ماهیان کوچک از ماهیان بزرگتر به پروتئین بیشتری نیاز دارند. عامل سوم درجه حرارت آب است، هنگامی که درجه حرارت آب، برابر یا

نزدیک به دمای مطلوب رشد ماهی باشد، یک سطح پروتئین بالاتری از جیره برای رشد مطلوب مورد نیاز است. عامل چهارم نرخ تغذیه است، اگر ماهی تمام غذای مورد نیاز روزانه خود را دریافت کند، نسبت به زمانی که مصرف غذا محدود باشد، نیاز کمتری به پروتئین دارد. عامل پنجم وجود مواد غذایی طبیعی در سیستم پرورش می باشد. عامل آخری سطح انرژی جیره غذایی است که بر نیاز پروتئینی تاثیر می گذارد. اگر سطح انرژی غیرپروتئینی در جیره کم باشد ماهی برای تامین انرژی متابولیکی خود از پروتئین استفاده می‌کند که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود. اگر سطح انرژی در جیره غذایی بسیار بالا باشد، ماهی قسمتی از غذا و در نتیجه پروتیئن موجود در آن را مصرف نکرده و این امر ممکن است باعث کاهش رشد و افزایش آلودگی محیط میگردد (محسنی و همکاران، ۱۳۸۵).

پودر ماهی یکی از منابع حیوانی سرشار از پروتئین در سراسر جهان می باشد که از ماهیان کامل و یا ضایعات ماهیان تهیه می شود. میزان پروتئین پودر ماهی اغلب ۵۶- ۵۰ درصد می‌باشد. پودر ماهی حاصل از ماهیان فاسد نشده، منبع خوبی از کلسیم به میزان ۷- ۲/۲ درصد، فسفر به میزان ۳/۸- ۱/۹ درصد، آهن، روی و سایر عناصر کمیاب و همچنین ویتامین‌هایی نظیر کولین، بیوتین، اسیدپانتوتنیک، نیاسین، B12 و تمامی اسیدهای‌آمینه ضروری است.

پودر سویا از مواد پروتئینی گیاهی در جیره غذایی ماهیان می باشد که می‌تواند تا حدود زیادی جایگزین پودر ماهی در جیره غذایی گردد. البته دانه سویا حاوی مواد ضد تغذیه‌ای است و باعث اختلال در فعالیت آنزیم تریپسین می‌گردد. تریپسین آنزیم مهمی در هضم مواد پروتئینی محسوب می‌گردد، لذا استفاده از سویا پیش از تخریب ساختار این مواد در جیره غذایی، برای بسیاری از ماهیان توصیه نمی‌گردد. استفاده از حرارت مناسب یا خشک کردن می‌تواند مواد ضد تغذیه را از بین برده و میزان هضم‌پذیری پروتئین موجود در سویا را برای ماهی بالا ببرد. اسید فیتیک از جمله مواد موجود در سویا است که می‌تواند موجب کاهش جذب مواد معدنی و نیز کاهش قابلیت هضم پروتئین‌ها در رژیم غذایی در ماهیان گردد. از سویی دیگر کنجاله سویا پخته شده حاوی ۳۸ درصد پروتئین خام است که می‌تواند به عنوان ماده‌ای مناسب در جیره غذایی ماهی قرار گیرد. همچنین قیمت پایین‌تر این ماده گیاهی نسبت به سایر پروتئین‌های جانوری از امتیازات استفاده از آن است.

۲-۱-۴- چربیها و اسیدهای چرب

چربی‌ها از اتم‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده‌اند. به مولکول‌های چربی، تری گلیسرید نیز اطلاق می‌گردد که از ترکیب سه مولکول اسید چرب و یک مولکول گلیسرول به وجود آمده‌اند. چربی‌ها گروهی از مواد موجود در بافت‌های گیاهی و حیوانی می‌باشند که در آب نامحلول بوده، اما در حلال‌های آلی مانند اتر و کلروفرم قابلیت انحلال دارند. چربی‌های غذایی منابع اسیدهای چرب ضروری در جیره های آبزیان می باشند. آنها منبع غنی از انرژی و فسفولیپیدهای غذایی هستند و این فسفو لیپیدها به عنوان ترکیبات ساختاری غشاها و

حیاتی می باشند. چربی های غذایی همچنین به عنوان حاملان دیگر عناصر غذایی قابل جذب از جمله ویتامین های محلول در چربی مانند ویتامین E,D,A و K و رنگدانه های طبیعی یا مصنوعی به کار می روند و منبع استرول های ضروری و فسفولیپیدها نیز می باشند. استرول ها وظایف بیولوژیکی بسیاری دارند و به عنوان مواد پیش ساز در سنتز ویتامین و هورمون ها به کار می روند.

۳-۱-۴- کربوهیدرات‌ها

کربوهیدرات ها به ترکیبات شیمیایی خنثی حاوی کربن، هیدروژن و اکسیژن اطلاق می‌شوند. کربوهیدرات‌ها منبع طبیعی و ارزان انرژی محسوب می‌شوند. مصرف کربوهیدرات‌های قابل هضم در مقادیر مطلوب، نیاز به پروتئین برای رشد را در گونه‌های همه چیز خوار و علفخوار کاهش می‌دهد. مواد قندی مهم در تغذیه آبزیان عبارتند از:

الف) منوساکاریدها یا قندهای‌ساده مانند گلوکز فروکتوز گالاکتوز، زایلوز، ریبوز، مانوز

ب) دی ساکاریدها (ترکیب دو منو ساکارید) مانند ساکارز (گلوکز+ فروکتوز)، مالتوز (گلوکز+ گلوکز)، لاکتوز (گلوکز+ گالاکتوز)

ج) اولیگوساکاریدها از ترکیب ۳ تا ۱۰ واحد مونوساکارید تشکیل شده اند. مانند رافینوز (تری ساکارید) (گالاکتوز + گلوکز+ فروکتوز)

د) پلی ساکاریدها از ترکیب بیش از ۱۰ واحد مونوساکارید تشکیل شده اند. به دو دسته قابل هضم مانند نشاسته و گلیکوژن و پلی ساکاریدهای ساختمانی مانند سلولز (دیواره سلولی گیاهان) و کیتین (اسکلت خارجی و پوسته سخت پوستان) تقسیم می شوند.

مصرف کربوهیدرات‌ها به عنوان یک منبع غذایی توسط گونه‌های آبزی کمتر از مقادیر مصرفی در حیوانات خشکزی است. آبزیان می‌توانند انرژی مورد نیاز خود را از طریق پروتئین و چربی بدست آورند. اما از آنجایی که مواد قندی یک منبع انرژی ارزان‌تری نسبت به منابع پروتئینی به شمار می‌آیند لذا باید در حد مجاز در جیره غذایی آنها منظور گردد تا از شکسته شدن مولکول های پروتئین و چربی جلوگیری به عمل آید.

۴-۱-۴- ویتامین

ویتامین‌ها ترکیبات آلی پیچیده‌ای هستند که جزو پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها، مواد معدنی و آب نیستند. مخزن ویتامین‌ها در کبد و سایر اندام‌ها است که برای رشد، ادامه حیات و تولید مثل طبیعی ضروری هستند و در چربی و آب به صورت محلول وجود دارند که شامل۴ ویتامین مهم محلول در چربی (A-D-E-K) و ۱۱ ویتامین محلول در آب،B1 (تیامین)، B2 (ریبوفلاوین)، B6 (سیانوکوبالامین)، اسید پانتوتنیک، نیاسین، H (بیوتین)، اسید فولیک، اینوزیتول و C (اسید آسکوربیک) است. این ترکیبات در طبیعت توسط تک یاخته ای

ها، سلول‌های گیاهی و سلول های پاره ای از جانوران ساخته می شوند (Halver, 2002). اکثر اعمال حیاتی بدن به کمک آنها انجام می‌گیرد و در حقیقت می‌توان آنها را کاتالیزورهای حیاتی نامید (NRC, 1982; Kaushik et al., 1998). بطورکلی این ترکیبات به منظور رشد، تولید مثل و متابولیسم مطلوب در کلیه جانوارن نقش بسزایی دارد و اغلب به صورت ترکیبات کوآنزیمی یا آنزیمی موجب تسریع فعالیت‌های زیستی می‌گردد، به علاوه سبب می‌شود تا بدن بتواند سایر ترکیبات موجود در جیره غذایی را به خوبی مصرف نماید. نیاز به ویتامینها تحت تأثیر عواملی چون گونه، سن، سرعت رشد، اثرات متقابل مواد مغذی، سموم محیطی، وضعیت فیزیولوژیک (مقاومت در برابر بیماری‌ها و ...)، سیستم پرورشی و عادت غذایی ماهی قرار دارد (Tian et al., 2012). بنابراین به سختی می‌توان یک سطح ویتامینی مناسب برای تمام گونه‌های ماهیان ارایه نمود (Black & Pickering, 1998). برخی از ویتامین‌ها ممکن است در ضمن فرایند تهیه خوراک توسط حرارت، تغییر pH، وجود برخی فلزات، اکسیداسیون چربیها و عوامل دیگر تخریب شوند (Webster & Lim, 2002) در نتیجه سطح مکمل های ویتامینی باید بیش از سطح مورد نیاز در نظر گرفته شود.

۵-۱-۴- مواد معدنی

ماده معدنی ماده‌ای است که پس از سوزاندن غذا یا بافت بدن در خاکستر یافت می‌شود. در خصوص نیازهای ماهیان به مواد معدنی اطلاعات نسبتا کمی وجود دارد، این امر به دلیل پیچیدگیهای مربوط به توانایی جذب مواد معدنی از آب بوسیله جانوران آبزی و نیز عکس العملهای متفاوت آنها در مقابل تنظیم نمک و فشار اسمزی میباشد (Cowey & Stargent, 1972). مواد معدنی بر اساس مقادیر نسبی مورد نیاز در جیره به دو گروه اصلی طبقه بندی می‌شوند (NRC, 1982): ماکرومینرالها (عناصر پرنیاز): عناصری هستند که به مقادیر زیاد مورد نیاز است مثل کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد. وظائف اساسی مواد معدنی و عناصر کمیاب به صورت زیر خلاصه شده است: (۱) تشکیل دهنده اصلی ساختار اسکلت مانند استخوان ها و دندان ها (۲) نقش کلیدی در حفظ فشار اسمزی ایفا میکنند و تنظیم تبادل آب و نمک های محلول بدن جانور (۳) تشکیل دهنده ساختاری بافت های نرم (۴) انتقال تحریکات عصبی و انقباض عضلات (۵) نقش مهم در تبادل اسید و باز در بدن و نیز تنظیم PH خون و سایر مایعات بدن (۶) تشکیل دهنده‌ی اصلی بیشتر آنزیم‌ها، ویتامین‌ها، هورمون‌ها و رنگدانه‌های تنفسی و نیز عامل کمکی در تنظیم متابولیسم، کاتالیزورها و فعال‌کننده آنزیم‌ها می‌باشند.

۶-۱-۴- آب

آب یک ماده غذایی نیست، اما ۷۵٪ وزن بدن یک حیوان بالغ را تشکیل می‌دهد. آب به عنوان حلالی برای نقل و انتقال مواد مغذی و تولیدات دفعی محصولات پس از واکنش‌های شیمیایی از جمله هیدرولیز محسوب می‌شود. نیاز به آب در رژیم غذایی گونه‌های مختلف ماهی، متفاوت است.

۲-۴- منابع تامین مواد غذایی

مهمترین بخش خوراک، پروتئین و انرژی خوراک می باشد. پروتئین خوراک از طریق مواد پروتئینی جانوری و گیاهی به ترتیب مانند پودر ماهی و پودر سویا و انرژی می‌تواند از چربی و کربوهیدارت جیره تامین شود. آمار فائو نشان می‌دهد که حدود ۱۸/۸ درصد پودر ماهی و ۲۴/۷ درصد روغن ماهی در بخش آبزی پروری ماهیان دریایی مصرف می شود. پودر ماهی از ماهیان کامل و ضایعات ماهی تهیه می شود. طی سال های آینده با توجه به کاهش میزان ذخایر ماهیان پلاژیک (جهت تولید پودر ماهی) و افزایش قیمت پودر ماهی، استفاده از ضایعات ماهی برای پودر ماهی و یا منابع گیاهی مانند پودر سویا و ... افزایش می یابد. ایران نیز با دارا بودن ذخایر بزرگی از فانوس ماهیان، ساردین، بخش کم‌تری کیلکا و ماهیان غیر مأکول، که فاقد بازار صادراتی هستند، پتانسیلی برای تولید پودر ماهی محسوب می گردد.

غذاها براساس رطوبت، ترکیب غذایی و شکل به سه گروه تقسیم بندی می شوند:

الف) غذای تر یا مرطوب: غذاهایی که رطوبت آنها بین ۷۵-۴۵ درصد بوده و از مواد اولیه طبیعی با رطوبت زیاد مانند ماهیان بی ارزش و دور ریز و ضایعات صنایع شیلاتی و کشتارگاهی و غیره تهیه شود. این غذاها به صورت روزانه تهیه و بیشتر به مصرف ماهیان گوشتخوار مانند هامورماهیان می رسد.

ب) غذای نیمه مرطوب: رطوبت این غذاها بین ۴۵-۲۵ درصد بوده و از مواد اولیه طبیعی با رطوبت بالا به همراه مواد اولیه خرد شده مانند آرد غلات ساخته می شود. غذاهای مرطوب و نیمه مرطوب به دلیل خوش خوراکی و دارا بودن بافت نرم برای بسیاری از گونه‌ها کاربرد دارند. اما استفاده از این غذا ها مشکلات و راه حل‌هایی را به همراه دارد که عبارتند از:

۱- برای جلوگیری از فاسد شدن آنها، حمل و نگهداری آنها تا زمان مصرف باید در مکان سرد انجام گیرد.

۲- تهیه این نوع غذا دشوار و امکان برنامه‌ریزی برای تهیه این نوع غذاها کم است.

۳- امکان انتقال بیماری از این نوع غذا به ویژه برای ضایعات کشتارگاهی و شیلاتی زیاد است.

۴- انتقال و نگهداری نامناسب این غذاها باعث از بین رفتن برخی ویتامین ها و چربی های ناپایدار شده و محل مساعدی برای قارچ ها و باکتری ها به وجود می‌آورد.

۵- مصرف این غذاها روی کیفیت آب اثر نامطلوب بر جای می‌گذارد.

ج) غذاهای خشک: غذاهای خشک رطوبتی بین ۱۳-۷ درصد دارند و از مواد اولیه خشک و یا با مخلوطی از مواد اولیه خشک و مرطوب به صورت آرد، پلت، گرانول و ورقه ای و ... تولید می‌شود. ساخت، حمل و نقل، نگهداری طولانی مدت و توزیع آن ها در استخر و قفس نسبتاً ساده می‌باشد. از مزایای دیگر این غذاها می‌توان به امکان خرید عمده، هزینه پایین، برنامه‌ریزی برای تولید غذا، ضریب تبدیل غذایی پایین و انتخاب مواد اولیه گوناگون اشاره نمود. غذاهای خشک را می‌توان در اندازه‌های مختلف و مناسب با نیازهای ویژه هر مرحله از

گونه‌ها با تغییر جیره غذایی در مراحل مختلف تولید کرد. در این نوع از غذاها می‌توان به راحتی از مواد آنتی بیوتیکی، مواد افزودنی مجاز و انواع هورمون‌ها استفاده نمود.

امروزه پلت‌های فرورونده، کمی فرورونده و یا شناور تولید می‌شوند که وابسته به نوع تغذیه گونه‌های ماهیان پرورشی می‌باشد. بررسی تکنولوژی‌ها از شروع خرد کردن ماده خشک تا خمیر کردن آن برای تولید پلت می‌باشد. غذا باید دارای ویژگی‌های فیزیکی مناسب برای ماهی باشد تا مصرف غذا با حداقل هدر رفت مواد مغذی در آب صورت گیرد. برای ماهیان دریایی گوشتخوار، پلت‌های شناور یا کمی فرورونده مناسب می‌باشد. پلت‌های فرورونده بطور عمده در پرورش میگو کاربرد دارد که توسط پلت سازهای بخاری تولید می‌شود که بخار برای پخت و ژلاتینه کردن نشاسته در تولید بایندر بکار می‌رود.

پلت‌های تولید شده توسط اکسترودرها از قابلیت تنوع فیزیکی و خصوصیات تغذیه‌ای مناسب‌تری نسبت به نوع اول برخوردارند، به علاوه پلت‌هایی که به وسیلهٔ بخار و هوای فشرده تولید شده‌اند، وزن مخصوص بالاتری دارند و سریع‌تر در آب فرو می‌روند. پلت‌هایی که به وسیلهٔ اکسترودرها تهیه می‌گردد، دارای سطحی صاف‌ترند و به مدت ۵-۲ دقیقه پس از فرموله و مخلوط شدن توسط بخار آب و فشار، پخته می‌شوند، به طوری که در پایان، محصول تولیدی حاوی ۳۰-۲۰ درصد رطوبت است. معمولاً اینگونه پلت‌ها دارای حدود ۲۵ درصد چربی و حاوی میزان کمی کربوهیدرات هستند، از اینرو علاوه بر خواص تغذیه‌ای بیشتر، قابلیت شناوری بهتری نیز دارند.

فرآیند اکستروژن از دو نظر با پلت متفاوت است: اول اینکه مرحله آسیاب در اکسترودر پیش از الک کردن برای حذف مواد خارجی و ذرات بزرگ انجام می‌شود و در تمام فرآیندهای ساخت خوراک از مگنت (آهن ربا) برای جدا کردن مواد فلزی استفاده می‌گردد (جدول۳). همچنین توصیه شده که قبل از اکستروژن نیز با نصب مگنت از وقوع آسیب‌های احتمالی پیشگیری گردد. ثانیاً مواد اکسترود شده معمولاً رطوبت بیش‌تری نسبت به مواد پلت شده دارند. رطوبت بیش از ۱۲ تا ۱۵ درصد وزن مواد اکسترود شده، باید در مرحله خشک کردن از بین برود. وجود رطوبت بالا در فرآیند اکستروژن به نوع مواد و درجه انبساط (Expanding) بستگی دارد. به دلیل دمای بالا و زمان پخت کوتاه در سیستم کستروژن، باید قدرت تحمل مواد در این شرایط را در نظر گرفت. اکستروژن به‌طور کامل موجب از بین رفتن توکسین‌ها (سموم)، مواد ضد تغذیه‌ای و فاکتورهای ضد رشد نمی‌شود، بلکه در بسیاری موارد، فعالیت این مواد را کاهش می‌دهد. تحقیقات نشان داده است که دمای مخصوص اکستروژن برای کاهش میزان سموم (Toxins) مناسب است (جدول ۴). ویروس‌ها، قارچ‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا (Pathogens) در حین اکستروژن از بین می‌روند. پارامترهای فرآوری و تولید در اکستروژن در مرحله پخت نیازمند فرآیندی با دمای بالا و زمان کوتاه است. وجود دمای بالا در حین اکسترود کردن، چالش‌هایی را در ارزیابی مواد مغذی ایجاد می‌کند. عواملی مثل رطوبت، حرارت، ساختار اکسترودر، سرعت اکسترودر و آماده‌سازی اولیه مواد (Preconditioning) قبل از اکستروژن، در میزان فرآوری تاثیرگذارند.

جدول۳. تفاوت‌های خوراک اکسترود با خوراک پلت در تغذیه ماهی

شاخص کیفیت	خوراک پلت	خوراک اکسترود
شناوری (درصد)	۰	نسبت به نوع آبزی ۱ ٪ تا ۹۰٪
یکنواختی دانه بندی (درصد)	۵	۷۰
حداکثر خاکه خوراک (درصد)	۵	۰/۳
ماندگاری در آب در یک زمان (درصد)	۱۰	۳۰
حداکثر میزان فضولات تولیدی به ازاء مصرف یک هزار کیلوگرم خوراک (کیلوگرم)	۲۵۰	۱۱۰
حداکثر میزان جذب روغن (درصد)	۱۶	۳۰
حداکثر امکان ورود بار میکروبی (درصد)	۳۰	۱
ماندگاری ویتامین‌ها در خوراک (درصد)	۲۰	۷۰
قابلیت افزایش ظرفیت تولید در شرایط مساوی (درصد)	۱۰	۵۰
حداکثر زمان انبارداری (ماه)	۲	۶
حداکثر ضریب تبدیل (FCR)	۲	۱

جدول ۴. تأثیر خوراک اکسترود آبزیان بر محیط زیست

سایز ماهی	ضریب تبدیل	فضولات kg	ازت دفع شده درآب kg	ازت مدفوع Kg	فسفر دفع شده درآب kg	فسفر مدفوع Kg
استارتر	۰/۷ ≤	۴۷	۳۷/۴	۴	۲/۳	۳/۲
انگشت قد	۰/۷	۵۷/۲	۲۲/۶	۳/۴	۰/۴	۲/۳
پیش پرواری	۰/۸	۸۲/۸	۲۳	۴/۶	۰/۶	۲/۴
پرواری	۰/۹	۸۹/۴	۲۹/۶	۵/۲	۰/۶۲	۲/۴

اعداد مذکور به ازاء مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم خوراک بوده و قبل از هرگونه تغییری در کیفیت آب خروجی محیط پرورش می‌باشد.

۳-۴- خوراک اکسترود ماهیان پرورشی در قفس

۱-۳-۴- خوراک اکسترود ماهی قزل آلا

خوراک ماهی قزل آلای رنگین کمان با استفاده از جدیدترین اطلاعات تغذیه‌ای و جدیدترین تکنولوژی اکستروژن، بایستی فرموله و تولید گردد. این خوراک ضمن دارا بودن شکل منظم و شناوری غوطه‌وری مناسب، در سطح و ستون آب بایستی به راحتی در دسترس ماهی قرار گیرد، این امر موجب رشد سریع و یکنواخت گله ماهی خواهد شد. در تولید خوراک ماهی قزل آلای رنگین کمان، بایستی از مواد اولیه با کیفیت و با قابلیت هضم بالا استفاده شود (جدول ۵). منابع حیوانی مانند انواع پودر ماهی با کیفیت (کیلکا، ساردین، موتو و فانوس ماهیان) بخش اعظم جیره را تشکیل دهند. سایر اقلام جیره عبارتند از کنجاله سویا، کنسانتره‌های پروتئینی

گیاهی، آرد گندم گلوتن گندم، گلوتن ذرت، ژلاتین روغن ماهی، روغن‌های گیاهی مکمل‌های معدنی و ویتامینه، مواد محرک سیستم ایمنی و مواد جاذب غذایی. خوراک آغازین ماهی قزل‌آلا با انرژی متوسط و پروتئین بالا بوده که برای بچه ماهیان لارو تا وزن ۱۵ گرم فرموله می‌گردد. استفاده از ویتامین‌ها و ترکیبات ریزمغذی و نیز ترکیبات تقویت‌کننده‌ی سیستم ایمنی در این خوراک، ضمن حفظ فلور میکروبی مفید دستگاه گوارش، افزایش مقاومت بچه ماهیان در برابر استرس و عوامل بیماری‌زا را نیز سبب می‌گردد. خوراک پیش‌پرواری با داشتن ترکیبی یکنواخت در اجزای جیره و آردینگی میکرونیزه، ضمن داشتن شکل منظم با شناوری و غوطه‌وری مناسب موجب دسترسی راحت خوراک و رشد سریع و یکنواخت با ضریب تبدیل مناسب در این دوره‌ی بحرانی تولید می‌باشد. این خوراک برای بچه ماهیان قزل‌آلا از وزن ۱۵ تا ۵۰ گرم با توجه به سایز دهانی بچه ماهیان تولید می‌شود.

خوراک پرواری به منظور دوران پروار ماهی و برای وزن‌های ۵۰ گرم به بالا فرموله و تولید می‌گردد، با توجه به استفاده از مواد اولیه با قابلیت هضم بالا و نیز تأمین ریزمغذی‌های مورد نیاز ماهی، رشد خوب و ضریب تبدیل کم خوراک در طول دوران پرواری را سبب می‌گردد.

خوراک مولد برای ماهی مولد بوده که با استفاده از مواد مغذی با قابلیت هضم بالا و تعادل مناسب آمینو اسیدی، جیره‌ای کاملا مناسب به منظور حفظ سلامت ماهیان مولد همراه با بهبود در باربری و تخم‌ریز آنها می‌باشد. استفاده از رنگدانه در این خوراک، موجب افزایش کیفیت تخم و بقاء مناسب لارو می‌گردد.

جدول ۵. آنالیز تقریبی خوراک اکسترود ماهی قزل آلا

ترکیب شیمیایی	آغازین			پیش پرواری		پرواری				مولد
	SFT1	SFT2	SFT3	FFT1	FFT2	GFT1	GFT2	GFT3	GFT 4	BFT
پروتئین خام	۵۰-۴۶			۴۰-۴۴		۳۸-۴۲				۳۸-۴۲
چربی خام	۱۵-۱۱			۱۲-۱۶		۱۳-۱۶				۱۲-۱۶
فیبر خام	۳-۵/۱			۲-۴		۲-۴				۲-۴
خاکستر	۱۳-۹ ۷-۱۰			۷-۱۱		۷-۱۱				۷-۱۱
رطوبت	۱۱-۵			۵-۱۱		۵-۱۱				۵-۱۱
فسفر	۱-۵/۱			۱-۵/۱		۱-۵/۱				۱-۵/۱
فرم خوراک شناوری	نیمه شناور	نیمه شناور	نیمه شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور
اندازه خوراک (میلی متر)	۱/۶±۰/۲	۲/۰±۰/۲	۲/۴±۰/۲	۰/۳±۰/۳	۴/۰±۰/۳	۰/۵±۰/۴	۶/۰±۰/۵	۷/۵±۰/۵	۰/۵±۰/۵ ۹	۹/۵±۰/۵
وزن ماهی (گرم)	۴-۲	۸-۴	۱۵-۸	۲۵-۱۵	۵۰-۲۵	۱۰۰-۵۰	۲۵۰-۱۰۰	۲۵۰-۶۰۰	>۶۰۰	>۱۰۰۰
دفعات خوراک دهی (در روز)	۸	۷	۶	۵	۵	۴	۳	۳	۳	۲

۲-۳-۴- خوراک اکسترود ماهیان خاویاری

ماهیان خاویاری به‌دلیل دارا بودن خاویار گران‌قیمت جزء گونه‌های بسیار با ارزش محسوب می‌شوند، در تهیه جیره غذایی تاسماهیان بایستی سعی گردد تمامی نیازهای تغذیه‌ای ماهی تامین گردد (جدول ۶). نسبت مناسب پروتئین به انرژی قابل هضم، پروفایل مناسب اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب، وجود مکمل های معدنی و ویتامینه اختصاصی و همچنین استفاده از سایر ترکیبات زیست فعال و مواد جاذب غذایی ترکیبی منحصر به فرد تامین گردد. این خوراک نیز بایستی دارای مقادیر زیادی از انواع پودر ماهی (کیلکا، ساردین، موتو و فانوس ماهیان) باشد که موجب افزایش رشد و کاهش ضریب تبدیل غذایی در انواع گونه‌های ماهیان خاویاری شود. استفاده از پودر ماهی با کیفیت در کنار سایر مواد اولیه مناسب و با قابلیت هضم بالا مانند: کنجاله سویا، کنجاله کلزا، گلوتن گندم، روغن ماهی، در کنار مواد جاذب غذایی موجب می‌گردد، ماهی به خوبی این خوراک را مصرف کرده و ضمن رشد مناسب و ضریب تبدیل کم، میزان مدفوع کمتری تولید نماید، که این امر می‌تواند در حفظ کیفیت و شرایط آب محیط پرورش کمک نماید. (محسنی و همکاران، ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۹).

خوراک آغازین با توجه به سایز دهانی جهت تغذیه لارو تا بچه ماهی ۳۰ گرمی به فرم کرامبل (خرد شده) و پلیت تولید خواهد شد. بخش اعظم این خوراک را مواد اولیه با منشا دریایی مانند انواع پودر ماهی و روغن ماهی (بخصوص پودر ماهی کیلکا) تشکیل می دهد. استفاده از این مواد نه تنها پروفایل مناسبی از اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب برای ماهی تامین می کند، بلکه از نظر بویایی جذابیت بالایی برای این ماهیان دارد و موجب افزایش مصرف خوراک می شود. استفاده از مواد محرک سیستم ایمنی و سایر ریز مغذی ها و مواد زیست فعال در این جیره ها موجب افزایش بقاء لارو و بچه ماهیان در زمان شروع تغذیه فعال و تغییر رژیم غذایی زنده به غذای پلیت می شود.

خوراک پیش پرواری با ترکیب مناسبی از مواد اولیه با کیفیت و قابلیت هضم بالا، نه تنها موجب افزایش رشد و بقاء ماهیان می‌گردد بلکه دلیل استفاده از مواد محرک سیستم ایمنی و مواد جاذب غذایی، بچه ماهیان را در برابر تنش های محیطی و پرورشی مقاوم می‌سازد. این خوراک برای ما هیان ۳۰- ۳۰۰ گرم در دو سایز تولید و عرضه می‌گردد.

خوراک پرواری برای ماهیان پرواری با وزن بیش از ۳۰۰ گرم در ۵ سایز تولید و عرضه می‌گردد. نسبت مناسب انرژی پروتئین و استفاده از مقادیر قابل توجهی از منابع پروتئینی دریایی، رشد مناسب و افزایش بقاء و کاهش ناهنجاری های اسکلتی در ماهیان پرواری را تضمین می‌کند.

با توجه به اهمیت مولد سازی برای تولید خاویار و یا تولید تخم، خوراک ماهیان مولد نیز باید دارای ترکیب منحصر به فردی از مواد درشت مغذی و ریز مغذی باشد که تولید تخم و یا خاویار با کیفیت را تضمین کند.

جدول ۶. آنالیز تقریبی خوراک اکسترود فیلماهیان پرورشی

ترکیب شیمیایی	آغازین		پیش پرواری		پرواری					مولد	
	SFS 1	SFS2	FFS 1	FFS	GFS 1	GFS 2	GFS 3	GFS4	GFS5	BFS1	BFS2
پروتئین خام	۵۴-۵۰		۵۰-۴۸		۴۳-۴۶		۴۰-۴۴			۴۶-۴۸	۴۸-۵۰
چربی خام	۱۴-۱۲		۱۶-۱۲		۱۲-۱۶		۱۲-۱۶			۱۰-۱۴	۱۰-۱۴
فیبر خام	۳-۱		۳/۵-۱		۲-۴		۲-۴			۲-۴	۲-۴
خاکستر	۱۱-۷		۷-۱۰		۷-۱۰		۷-۱۰			۷-۱۰	۷-۱۰
رطوبت	۱۱-۶		۶-۱۱		۶-۱۱		۶-۱۱			۶-۱۱	۶-۱۱
فسفر	۲-۱		۱-۵/۱		۱-۵/۱		۱-۵/۱			۱-۵/۱	۱-۵/۱
فرم پلت	فرورونده	فرورونده	فرورونده	فرورونده	فرورونده	فرورونده	فرورونده	فرورونده	فرورونده	فرورونده	فرورونده
اندازه خوراک (میلی متر)	۱/۲	۱/۵	۲	۳	۴	۶	۸	۱۰	۱۳	۱۳-۱۰	۱۳-۱۰
وزن ماهی (گرم)	۵-۱	۳۰-۵	۱۰۰-۳۰	۳۰۰-۱۰۰	۱۴۰۰-۳۰۰	۴۰۰۰-۱۴۰۰	۹۰۰۰-۴۰۰۰	۲۰۰۰۰-۹۰۰۰	<۲۰۰۰۰	۳۰۰۰۰-۹۰۰۰	<۳۰۰۰۰
دفعات خوراک دهی (در روز)	۱۰	۸	۶	۵	۴	۴	۴	۳	۲	۲	۱

۴-۴- انواع روش‌های غذادهی در قفس

روش‌های معمول برای توزیع غذا از طریق غذادهی دستی و یا بوسیله دستگاه های غذادهی شامل غذاده‌های تقاضایی، پرتابی و اتوماتیک می‌باشد. مدیر مزرعه باید به نکاتی مانند جریان‌های آبی در قفس، باد، اشتهای ماهی، جریان‌های تلفیقی در قفس و نوع توزیع غذا توجه نماید.

۴-۴-۱- غذادهی دستی

در اکثر مزارع پرورش ماهی در قفس در مقیاس کوچک، جهت تغذیه ماهیان از روش غذادهی دستی استفاده می‌نمایند. مزیت عمده غذادهی دستی اینکه می‌توان میزان غذادهی را با میزان اشتهای ماهیان تنظیم نمود (شکل ۵). در مزارع پرورش ماهی در قفس که ماهیان بطور نیمه متراکم پرورش داده می‌شود، غذادهی دستی بهترین روش می‌باشد، چون فعالیت‌ها معمولاً کوچک است و کمیت و کیفیت مواد مورد استفاده ممکن است بسیار متغیر باشد. غذادهی دستی هزینه کارگری را بالا می‌برد. در سالهای اخیر به لحاظ صرفه جویی در هزینه‌ها، از غذاده‌های مکانیکی استفاده می‌شود.

شکل ۵- تغذیه دستی در قفس

۲-۴-۴- غذادهی مکانیکی

در سالهای اخیر بخاطر صرفه جویی نیروی کار، اکثر مزارع قفس، غذاده های مکانیکی را جایگزین غذادهی دستی کرده اند. دو نوع عمده غذاده وجود دارد : ۱- غذاده تقاضایی ۲ - غذاده پرتابی.

۱-۲-۴-۴- غذاده تقاضایی یا خودتغذیه‌ای

یکی از تجهیزات غذادهی مکانیکی استفاده از غذادهی تقاضایی (Demand feeders) است. غذاده تقاضایی معمولاً از یک مخزن قیفی شکل غذا که یک صفحه در زیر آن قرار تشکیل شده است و این صفحه به یک میله پاندولی متصل است و سر این پاندول در آب قرار می‌گیرد. غذاده‌ها را معمولاً در وسط قفس قرار می‌دهند و وقتی پاندول توسط ماهیان لمس شود (شکل ۶). صفحه مشبک تکان می‌خورد و مقداری غذا از قیف رها می‌شود (غذا از طریق پاندولی که درون آب وارد شده با ضربه زدن ماهیان بر سطح آب ریخته می‌شود). غذاده‌های تقاضایی ارزان هستند، غذا در هر لحظه در دسترس است و به ماهی اجازه می‌دهد که هر وقت می خواهد غذا بخورد.

شکل ۶- غذاده تقاضایی در قفس

۲-۲-۴-۴- غذاده پرتابی

این نوع غذادهی، سیستم غذادهی نیمه اتوماتیک می‌باشد. غذا اغلب بوسیله دست در داخل دستگاه پرتاب غذا قرار گرفته و توزیع غذا بصورت مکانیزه انجام می باشد. ساده‌ترین سیستم است که شامل ظرف غذای کوچک ۵۰ لیتری همراه با یک ایر بلوئر یا پمپ آب می‌باشد که بوسیله موتور دیزلی، گازوئیلی و یا هیدرولیکی غذا را

در قفس توزیع می‌کند. بسته به نوع و اندازه موتور ، پخش غذا تا بیش از ۳۰ متر می‌تواند برسد. ظرفیت توزیع غذا معمولاً بین ۲۵ تا ۱۵۰ کیلوگرم در دقیقه متغییر است (شکل ۷). غذاده های پرتابی متحرک در اندازه‌های مختلف وجود دارد که بیشتر آنها توسط یک نفر قابل کار هستند. غذاده‌های پرتابی مشابه با غذادهی دستی بوده و باید مسائل جریان های آبی، باد و اشتهای ماهی و غیره برای آن لحاظ شود. این نوع غذاده را می‌توان روی قایق نیز نصب نمود.

شکل ۷- غذاده پرتابی در قفس

۳-۴-۴- غذاده خودکار

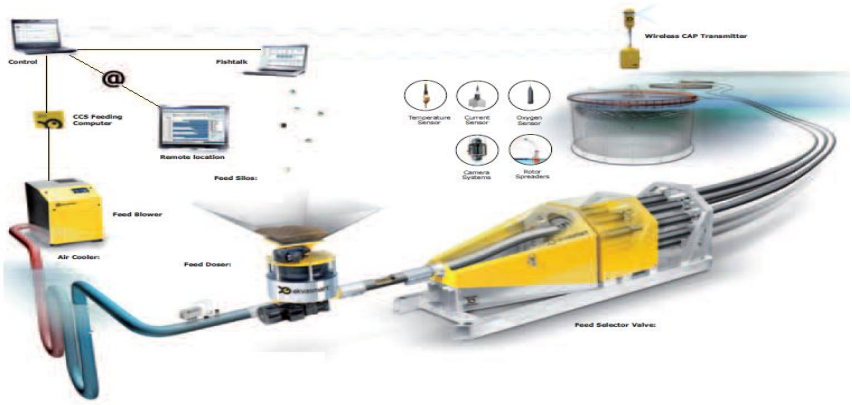
غذاده‌های اتوماتیک سیستم های کاملاً اتوماتیک هستند که مقدار غذا را با توجه به ویژگی قفس در زمانهای مناسب توزیع می‌کنند. بطورکل غذاده اتوماتیک شامل سه بخش مهم، ظرف غذا، دستگاه مقدار و توزیع، دستگاه زمان بندی می‌باشند. غذاده‌های اتوماتیک برقی و باتری‌دار دارای تایمرهای کنترلی هستند که زمان غذادهی و زمان بین غذادهی را تنظیم می‌کند. برای هر غذاده می‌توان یک واحد کنترلی تعریف کرد و یا یک سیستم مرکزی برای کنترل غذاده های متعدد تعبیه نمود. این تجهیزات معمولاً برای سایتهای پرورش در قفس دور از ساحل مناسب نیستند بخاطر اینکه این تجهیزات سبک بوده و تحمل شرایط دریایی را ندارند. در این روش مدیر مزرعه با کنترل ماهیان آمده به سطح آب و نیز تصاویر ویدیویی زیر آب، رفتار ماهیان را کنترل می‌کند (شکل ۸). سیستم‌های غذادهی مرکزی شامل بخش‌های زیر می‌باشد. ۱- سوله غذا برای ذخیره غذا در اندازه‌ها و ظرفیت‌های مختلف ۲- ایربلوئر جهت پرتاب غذا ۳- لوله‌های انتقال غذا به داخل قفس ۴- سیستم کنترل دستگاه غذاده بوسیله کامپیوتر و سیستم غذادهی اتوماتیک مرکزی (سیستم کنترل اشتها از طریق دوربین‌های ویدیویی و شمارشگرهای پلت انجام می‌گردد). دوربین‌های ویدیویی زیر آبی در چند گوشه قفس نصب و سیگنال ویدیو به مانیتور مرکزی وصل می‌شود. غذا معمولاً در درون لوله‌ها به وسیله آب پمپاژ شده و منتقل می‌شوند، اگرچه در برخی از سیستم‌ها جریان هوا این عمل را انجام می‌دهد. لوله‌هایی که قطری برابر با ۵۰ میلی متر دارند، می‌توانند انواع اندازه‌های غذا را برای مسافت‌هایی بیشتر از ۵۰۰ متر جابجا کنند. سیستم‌های

غذاده لوله‌ای معمولاً در سیستم‌های پرورش در قفس و برای پرورش ماهی آزاد اطلس، قزل آلای رنگین کمان، باس دریایی و سیم دریایی به کار می‌روند.

بسیاری از غذاده های خودکار که در پرورش در قفس کاربرد دارند با روش غذادهی کم ولی با تکرار زیاد عمل می‌کنند تا غذا برای تمام جمعیت ماهی بطور یکسان پخش شود. بیشتر قفس‌های ماهی، سطح به نسبت کوچکی در مقایسه با حجم خود دارند، بنابراین غذای کم حجم که به تناوب داده می‌شود شانس بیشتری را برای ماهی‌ها بوجود می‌آورد تا به طرف سطح بیایند. درحالیکه بکارگیری این روش در قفس‌هایی با ذخیره سازی زیاد امری ضروری به نظر می‌رسد ولی ممکن است با رفتارهای تغذیه‌ای طبیعی ماهی ها سازگار نباشد و در نتیجه ضریب تبدیل غذایی بالا می‌رود. تغذیه مداوم، ساختار گروهی ماهی درون قفس‌ها را برهم می‌زند زیرا ماهیها بطور مداوم برای خوردن غذا به رقابت با یکدیگر می‌پردازند. این نوع الگوهای رفتاری در کاهش رشد نقش مؤثری دارند. امروزه سیستم های پیشرفته‌ای در توزیع غذا در قفس به کار می‌رود. برای تعدیل مشکلات مربوط به تغذیه ماهی‌های درون قفس، حسگرهای غذایی هیدرواکوستیکی تعبیه شده‌اند که غذای شناور درون قفس را تشخیص می‌دهند. زمانیکه ماهی گرسنه باشد به سطح قفس می‌آید تا برای یافتن غذا با ماهیهای دیگر رقابت کند بنابراین، امکان هدر رفت غذای شناور که در عمق کمتر از یک سوم قفس شناور باشد وجود دارد. آزمایش‌ها نشان داده‌اند یافتن غذایی که در عمق بیش از ۲/۵ متر شناور است دلالت بر کاهش اشتها دارد. این دستگاه ها که یک زاویه ۳۶۰ درجه را تحت پوشش قرار می دهند. نتایج حاکی از آن است که ماهی آزاد اطلس پرورش یافته در قفس که به وسیله دستگاه های خودکار غذادهی شده اند، نسبت به گروهی که بر اساس جدول‌های غذادهی شده‌اند، رشد بیشتر و ضریب تبدیل غذایی پایین‌تری دارند.

از جمله مشکلات غذاده‌های اتوماتیک: ۱. پرورش دهنده ماهی برای استفاده از این نوع غذاده باید آموزش داده شود

۲. این دستگاه‌ها نیاز به تنظیم فرکانس دارند. ۳. پرورش دهنده می بایست نحوه غذا خوردن ماهی را مشاهده کند تا به وجود بیماری، سلامت ماهی و کیفیت آب پی ببرد. این نوع غذاده‌ها فقط برای پرورش دهندگان با تجربه توصیه می‌شود که نوع رفتار ماهی را تشخیص می دهند. ماهیان در قفس باید حداقل ۶ روز در هفته تغذیه شوند. مگر در شرایط آب و هوای بد، بروز بیماری یا کیفیت بد آب. میزان غذای روزانه نیز با توجه افزایش وزن ماهی افزایش خواهد یافت.



شکل ۸- غذاده اتوماتیک در قفس

۴-۴-۴- غذاده‌های زیرسطحی

یک دستاورد جدید به منظور پرهیز از اتلاف غذا در سیستم های پرورش در قفس استفاده از این وسیله به منظور تخلیه غذا از قسمت زیر یا به عبارتی عمق قفس‌هاست (Jafa, 1994). غذایی که با وزن مخصوص مشخص از کف قفس تخلیه می‌شود به آرامی به طرف بالا و به سمت سطح شناور می‌شود. غذای خورده نشده (باقی مانده) که به سطح می رسد، نشان دهنده لزوم کاهش یا قطع غذادهی است. تغذیه زیر سطحی، زمان مصرف غذا را افزایش می‌دهد، زیرا غذا در سطح برای مدت زمانی که به جریانها و امواج وابسته است، شناور می‌ماند. همچنین، این نوع تغذیه نیاز ماهیها را برای مهاجرت دایمی به سطح قفس برای جستجوی غذا کاهش می‌دهد.

۴-۵- تعیین غذای روزانه در ماهیان پرورشی

ماهیان پرورش یافته در قفس در بسیای موارد غذای طبیعی دریافت نمی‌کنند. بنابراین غذای تجاری باید دارای پروتئین و انرژی در حد کافی بوده و از بالانس مناسب مکمل‌های معدنی، ویتامینی، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه برخوردار باشد. هر چند در حال حاضر غذاهای تجاری زیادی تولید شده است، اما فقط بعضی از کارخانجات تولید کننده غذا، غذایی را تولید می‌کنند که فرمولاسیون آنها مخصوص پرورش ماهیان در قفس می‌باشند. بسیاری از غذاهای تجاری تولید شده در داخل کشور از لحاظ مواد معدنی، ویتامینی و مکملهای لازم ماهیان خاویاری کمبود داشته و این مواد بعدا باید به جیره اضافه شود.

بعنوان یک قانون کلی، بیشتر مهره‌داران مانند ماهی بین ۲ تا ۳ درصد وزن بدن از غذای خشک تغذیه می‌کنند. میزان و تعداد غذادهی به رشد ماهی وابسته است. ماهیان کوچک و لاروها نیاز به جیره غذایی با پروتئین بالا دارند. وقتی ماهیان رشد نموده و بزرگتر می‌شوند، میزان و تعداد غذادهی کاهش می‌یابد. بطورکل، رشد و تبدیل غذا با افزایش در تعداد غذادهی افزایش می‌یابد. گذشته از این، فاکتورهای دیگری نیز بر میزان غذادهی ماهیان تاثیر دارند. غذادهی ماهیان تحت تاثیر زمان روز، فصل، دمای آب، میزان اکسیژن محلول و فاکتورهای کیفی دیگر آب است.

نیازمندی‌های غذایی و کارایی ضریب تبدیل غذایی با تغییرات شرایط محیط زیستی (اکسیژن محلول، دما، کیفیت آب، سرعت جریان، شدت نور، طول روز) تغییر می‌کند. مصرف غذا همچنین با توجه به کیفیت غذا و فاکتورهای فیزیولوژیکی ماهی مانند سن، اندازه، مرحله زندگی و سطح استرس متغییر است. میزان غذادهی روزانه با توجه به درصد وزن بدن در هر روز تعیین می‌شود و تحت تاثیر فاکتورهای مهمی مانند اندازه ماهی، دمای آب و ترکیبات غذایی است. از این رو، پارامترهایی به مانند اشتهای ماهی، میزان اکسیژن محلول، بیماری‌ها، شرایط دریایی، اتفاقات استرسی (دستکاری، برداشت و غیره) نیز روی میزان غذادهی تاثیر دارد. هر جدول غذادهی، میزان غذایی که باید با توجه به تراکم ماهی و با توجه به اندازه مناسب پلت توزیع شود را نشان می‌دهد. این مقادیر در براساس درصد بیوماس (زیست توده) است. انتخاب اندازه و مقدار مناسب برای جیره غذایی و برنامه های تغذیه، عوامل مهمی در مدیریت موثر تغذیه محسوب می شوند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۳). میزان جیره غذایی روزانه و تناوب زمانی غذادهی، عوامل کلیدی موثرتری در رشد و ضریب تبدیل غذایی هستند. در حالیکه برخی پرورش دهندگان با توجه به یک الگوی معین با تغییرات اندکی عمل غذادهی را انجام می‌دهند، اما تخمین جیره‌های روزانه با در نظرگرفتن عوامل متعدی مانند عوامل زیستی و محیطی که بر اشتها تاثیر می‌گذارند، امری مهم و ضروری است.

نرخ تغذیه معمولاً براساس زی‌توده کل در روز بیان می‌شود. اولین قدم برای برآورد میزان تغذیه، پیش‌بینی افزایش وزن مورد انتظار در طی یک دوره ثابت تحت شرایط پرورش (بعنوان مثال تحت درجه حرارت، تراکم ذخیره‌سازی و سیستم پرورش خاص) است. این فرایند از طریق ایجاد یک منحنی رشد برای ماهی انجام می‌شود که در آن، مرحله سنی که ماهی در آن قرار دارد (به عنوان مثال مرحله بچه ماهی، انگشت قد و رشد) نیز در نظر گرفته می‌شود.

گرچه برای دستیابی به حداکثر میزان رشد بایستی ماهی‌ها به طور دائم، غذادهی گردند، اما در شرایط دمای بالای آب، دستکاری و یا بروز بیماری، ۴۸- ۲۴ ساعت قبل از حمل و نقل، ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌گیری، ۴-۳ روز قبل از عمل‌آوری، در شرایط کمبود اکسیژنی آب و در شرایط کیفیت نامناسب آب، بهتر است غذادهی متوقف شود. غذادهی بعنوان یکی از اقدامات کلیدی در پرورش متراکم آبزیان در قفس تابع عوامل متعددی مانند نوع و مقدار غذا، میزان کل ماهی موجود در قفس، اندازه ماهی، نوع و میزان امکانات تولید غذا و استراتژی معمول غذادهی در مزرعه است. به علاوه، در نظر گرفتن عوامل متعددی نظیر دمای آب، اندازه ماهی و وزن توده زنده موجود در قفس‌ها در محاسبه میزان غذای مورد نیاز بسیار مهم است. بطورکلی غذا را می‌توان در حد زیاد، اشباع یا با مقادیری محدود، فراهم و در اختیار ماهی قرار داد:

۴-۵-۱- تغذیه بیش از حد (Excess)

تغذیه بیش از حد یا ad libitum نشان دهنده در دسترس بودن مداوم غذاست. در پرورش احشام، تغذیه اضافی امری معمولی است زیرا هرگونه غذای مصرف نشده را می‌توان جمع و اندازه‌گیری کرد و دوباره به مصرف رساند. به عکس، تغذیه بیش از اندازه در سیستم‌های آبزی پروری کاملا بی‌فایده است، زیرا غذایی که به دلیل خورده نشدن مرطوب شده، تفییر ماهیت می‌دهد و چنین غذایی برای استفاده مجدد قابل مصرف نیست. تغذیه بیش از حد باعث بالا رفتن ضریب تبدیل غذایی شده و فساد غذاهای خورده نشده موجب کاهش کیفیت آب می‌شود. فقط در مراحل اولیه پرورش در تفریخگاه، تغذیه اضافی جزیی، به عنوان یک امر پذیرفتنی انجام می‌شود.

۴-۵-۲- اشباح (Satiation)

تغذیه در حالت اشباع یا سیری، یعنی غذادهی به آبزیان (در ساعت‌های مشخص) به اندازه حداکثر مقداری که می‌توانند مصرف کنند. در عمل، به کارگیری روش تغذیه اشباع با در نظر گرفتن پرهیز از اسراف در اکثر سیستم‌های پرورشی امر دشواری است. پرورش دهندگانی که از این نوع روش تغذیه بهره می‌برند بیشینه غذایی را که ماهیها می‌توانند برای چندین مرتبه در طول روز مصرف کنند، به کار می‌برند. بطوریکه میزان واقعی این غذاها به اندازه ماهی و دمای آب بستگی دارد. برای گونه‌های گوشتخوار، این عمل به هضم غذای زیاد و رشد فراوان منجر می‌شود.

۴-۵-۳- حالت محدود (Restricted)

جیره‌های محدود، جیره‌های از پیش تعیین شده‌ای هستند که کمتر از مقدار جیره بیشینه تخمین زده می‌شوند (در حالیکه پرورش دهندگان عموما در پی رشد ماهی هستند، اما در چرخه تولید مزارع، دوره‌هایی وجود دارد که به علت سیاست‌ها و اهداف تولیدی، کاهش یا کنترل میزان رشد در نظر است).

۴-۶- دستورالعمل نگهداری خوراک

۴-۶-۱- نگهداری خوراک

خوراک ماهی و میگو معمولاً از مواد غذایی مختلفی ساخته می شوند. برخی از این مواد غذایی ویژگی های شیمیایی خاصی دارند که مشکلاتی را در هنگام انبار کردن خوراک بوجود می آورند. بطور مثال، پودر ماهی که بخاطر روغن بالا مستعد اکسید شدن است. خوراک ماهی و میگو جزو تولیدات فاسد شدنی محسوب می شوند. خوراک های دارای روغن بالا نسبت به خوراک های معمولی نرمتر بوده و در مواردی که خوراک به صورت مناسب جابجا و یا حمل و نقل نگردند سریع آسیب می بینند. تولیدکنندگان خوراک در تلاش هستند تا

خوراک های آبزی پروری مناسب و پایدار تر و با کمترین ضایعات تولید نمایند که لازمه این کار، نگهداری خوب مواد اولیه در انبار خوراک و جابجایی مناسب این مواد می باشد. از آنجایی که خوراک ماهی درصد بالایی از هزینه های تولید ماهی و میگو را تشکیل می دهد از بین رفتن آن بخاطر فساد، هزینه تولید کل را بالا می برد که صرفه اقتصادی برای تولید ندارد. بنابراین، داشتن اطلاعات عملی درباره انبارداری و جابجایی مناسب انواع خوراک می تواند مشکلات از بین رفتن خوراک را کاهش دهد. در تولید خوراک ماهی، زمان انبار داری خوراک با توجه به مصرف آن متغیر است. خوراک های تولیدی بطور معمول باید چند روز پس از تولید مصرف گردند. اما در مقیاس تجاری، زمان مصرف خوراک معمولاً مشخص نیست. به طور کل، ذخیره خوراک بین چند روز تا چند هفته متغیر است، اما در مواردی ممکن است خوراک بین ۶-۴ ماه در انبار نگهداری شود که بستگی به مکان کارخانه، حجم خوراک مصرفی، دوری بین مکان تولید خوراک و مکان مصرف دارد. بنابراین باید به خوراکی که به مدت طولانی انبار می شود توجه ویژه ای نمود. در صنعت آبزی پروری، معمولاً دو نوع خوراک خشک و تر وجود دارند، اما به دلیل هزینه و سهولت، خوراک خشک بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد. خوراک خشک شامل خوراک اکسترود، پلت ها، خوراک های خرد شده و ورقه ای می باشند. در مورد خوراک های تر، بخاطر وجود رطوبت بالا توجه ویژه ای باید انجام شود. در بیشتر موارد خوراک های تر در کانتینرهای کاملاً بسته و در کیسه های مخصوص ذخیره می شوند و در هنگام مصرف باز می شوند. قانون کلی برای نگهداری خوراک خشک، ذخیره این مواد در مکان های خشک و دارای تهویه خوب می باشد، تا خوراک را از تغییر سریع دما محافظت نماید. فاکتورهای کلیدی موثر در انبار داری خوراک ها، مقدار رطوبت خوراک، رطوبت نسبی و دما محیط می باشد. دمای پایین برای انبارداری بهتر است، بخاطر اینکه رشد قارچ و فعالیت حشرات را کاهش می دهد.

۲-۶-۴- انبار کردن خوراک

انبار کردن خوراک به صورت کیسه ای یا فله ای، وابسته به شرایط ویژه کارخانجات تولید خوراک، سیستمهای حمل و نقل و مزارع پرورش ماهی دارد. استفاده هر یک از روشها معمولاً به مسائل اقتصادی و مدیریتی بر می گردد.

الف) انبار کردن به روش کیسه ای: کیسه های مصرفی در صنعت آبزی پروری در اندازه های و ظرفیت های مختلفی هستند که بین ۲۵ تا ۱۰۰ کیلوگرم و در مواردی تا یک تن خوراک را در خود جای می دهند. کیسه هایی که توسط کارگران جابجا می شوند معمولاً دسته دار هستند اما کیسه های بار برای جابجایی نیاز به لیفت تراک یا جرثقیل دارند. از مزیت های استفاده از کیسه می توان به ذخیره کردن این کیسه ها در هر نوع انبار به مدت طولانی اشاره نمود. کیسه های خوراک باید دور از آب و در مکان هایی با تهویه خوب ذخیره سازی شوند. لایه خارجی کیسه ها بعنوان لایه محافظ عمل کرده و خوراک را از هجوم عوامل مزاحم در زمان انبار

داری حفظ می کند. از مزیت های دیگر کیسه ها، توزیع آسان آن در مزارع پرورش می باشد و تعداد کیسه ها نیز می تواند به عنوان شاخص ارزیابی کمی مصرف غذا باشد. برخی از جنبه‌های مهمی که باید در زمان استفاده از کیسه های خوراک برای انبار داری به آن توجه نمود عبارتند از: ۱- بخاطر انتقال رطوبت از کف زمین به کیسه ها همیشه باید کیسه ها روی تخته های پلات قرار گیرند. تعداد کیسه هایی که روی یک پلات قرار می گیرند از ۸ تا ۱۰ ردیف نباید تجاوز کند. ۲- پلات ها باید بیش از ۵۰ سانتی متر از دیوارهای محل انبار فاصله داشته باشند تا از انتقال گرما و رطوبت به کیسه ها اجتناب گردد. ۳- انبارهای مورد استفاده برای انبار کردن کیسه ها باید دارای تهویه خوب و مکان خشک باشند. در برخی موارد نیاز به فن ها برای تهویه بهتر هوای داخل انبار می باشد تا دمای هوای داخل انبار پایین نگه داشته شود.

انبار کردن فله ای خوراک معمولاً در گنجایش ها و مکان های ویژه ای انجام می شود که دارای شیب کمتر از ۶۰ درجه برای آسانی بارگیری باشد. از مزایای استفاده از انبار داری فله ای روش سیلویی است که در برخی موارد در کنار مزارع پرورش قرار می گیرد و به سیستم های غذادهی مرتبط است. همچنین نیاز به هزینه کارگری پایین تری در این روش می باشد. از معایب این روش هزینه اولیه بالای سرمایه گذاری در مقایسه با انبار کردن خوراک به روش کیسه ای می باشد و مشکلات متراکم شدن در داخل سیلو ها ممکن است اتفاق افتد.

۴-۷- مشکلات انبار کردن خوراک

برخی از مشکلات موجود در انبار کردن خوراک از قبیل قارچ زدگی، هجوم عوامل مزاحم مانند حشرات و جوندگان، مشکلات ویتامین ها و ترشیدگی چربی ها و ... می‌باشد.

۴-۷-۱- قارچ زدگی خوراک

در بیشتر موارد، خوراک‌های انبار شده در سالن های هچری و مزارع به دلیل قارچ زدگی از بین می روند. این فرآیند بخاطر وجود قارچ و میکروارگانیسم های دیگر است که به طور طبیعی در محیط قرار دارند. قارچ ها در زمانی که مقدار رطوبت خوراک بین ۱۴/۵ تا ۲۰ درصد باشد بهتر رشد می کنند و در رطوبت نسبی ۹۰-۷۰ درصد دارای رشد مناسب هستند. خوراک های پلت و اکسترود با سطح رطوبت پایین تولید می شوند. حداکثر مقدار رطوبت پیشنهادی برای خوراک های اکسترود ۱۲ درصد است. بیشتر خوراک های تولیدی در صنعت آبزی پروری دارای سطح رطوبت، ۱۰ درصد یا زیر ۱۰ درصد می باشند.

اولین گونه از قارچ‌ها که معمولاً در خوراک رشد می کند گونه *Aspergillus glaucus* است که حداقل رطوبت محیطی مورد نیاز آن ۱۴/۵ درصد می باشد. در سطح رطوبت نزدیک به ۱۸ درصد، امکان قارچ زدگی خوراک

به قارچ گونه نیز *Aspergillus flavus* وجود دارد. این دو گونه قارچ بخاطر تولید افلاتوکسین جزو خطرناکترین گونه های قارچ های خوراک هستند.

احتمال تولید افلاتوکسین در خوراک کامل، خیلی پایین است. این احتمال در محصولات با رطوبت بالا مانند بادام زمینی، دانه پنبه و ذرت وجود دارد. مطالعات نشان می دهد که میکروارگانیسم های دیگری که در خوراک ماهی تولید افلاتوکسین می کنند گونه هایی از قارچ ها مانند *Fusarium* و *Penicillium* بوده که تولید سم می کنند. هر نوع تغییر در رنگ خوراک مانند رنگ قهوه ای، آبی، و یا سبز یا تغییر در بوی خوراک مانند ترشیدگی، کهنگی یا کپک زدگی نشان دهنده آلودگی قارچی خوراک می باشد. افزایش دما در طی انبار داری خوراک می‌تواند باعث افزایش رشد قارچ و فعالیت حشرات گردد.

۲-۷-۴- هجوم عوامل مزاحم

وجود حشرات و جوندگان در انبار خوراک را بخاطر مشکلات جدی در آبزی پروری نمی‌توان نادیده گرفت. این عوامل مزاحم نه تنها خوراک را مصرف می‌کنند بلکه با آسیب رساندن به کیسه‌های خوراک و با توجه به شرایط محیطی انبار باعث رشد قارچ‌ها خواهند شد. هجوم حشرات مشکل جدی در خوراک‌های ذخیره شده در طی دوره انبارداری می‌باشند. بیشتر حشرات روی خوراک با ۱۴-۱۲ درصد رطوبت رشد می‌کنند. این حشرات توسعه کاملی از دوره تخم تا بلوغ در طی ۳۰ روز با دمای بین ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی گراد دارند. در دمای ۱۶ درجه سانتی‌گراد فعالیت تولید مثلی این حشرات کاهش می‌یابد. از دیگر عوامل مزاحم در انبار خوراک، جوندگانی مانند موش‌ها هستند که در محیط‌های انبار از خوراک‌ها تغذیه می‌کنند و با آسیب زدن به خوراک‌های بسته‌بندی شده و بیرون ریختن خوراک باعث می‌شوند تا خوراک در معرض با دیگر عوامل مزاحم مانند حشرات و قارچ ها قرار گیرد. از طرفی موش ها به خاطر عامل انتقال بیماری و انواع باکتری ها در غذا می توانند مشکلاتی را برای سلامت کارگران انبار و ماهیان ایجاد نمایند. برای کنترل هجوم حشرات و جوندگان، از مواد سمی مانند حشره کش‌ها و ... استفاده می‌شود و لازم است تا تمهیداتی اتخاذ گردد تا خوراک انبار شده در معرض با این سموم قرار نگیرد.

۳-۷-۴- مشکلات ویتامینی خوراک

بیشتر ویتامین های موجود در خوراک طی دوره انبار داری از بین می روند که بخاطر ناپایداری و عکس العمل بالای برخی از ترکیبات آلی خوراک می باشد. شرایط گرمایی، میزان اکسیژن، رطوبت و حتی شدت نور می تواند به آسانی باعث از بین رفتن ویتامین ها گردد. مقدار فعالیت ویتامین در خوراک فرموله شده کاهش می یابد و بسته به نوع ویتامین، منبع تامین آن و شرایط نگهداری در انبار دارد. پایداری متوسط انواع ویتامین ها و

منابع تامین آن ها در خوراک های خشک در جدول ۵-۱ آورده شده است. اطلاعات نشان می دهد که میزان فعالیت ویتامین تحت شرایط مناسب انبار نیز کاهش می‌یابد.

۴-۷-۴- ترشیدگی چربی ها

چربی های مصرفی در خوراک آبزی پروری معمولاً دارای سطح بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع بوده و برای رشد و سلامتی بیشتر گونه های ماهی و میگو مورد نیاز می باشد. درجه بالای اسید های چرب غیر اشباع باعث مستعد شدن ترشیدگی اکسیداتیو خوراک می شود. تولید کنندگان خوراک تلاش می کنند تا با استفاده از مواد آنتی اکسیدانی به خوراک مانع از اکسید شدن منابع چربی مانند روغن ماهی گردند. بهترین روش در کاهش اکسید شدن چربی های خوراک در مزارع پرورش و در طی انبارداری می تواند استراتژی چرخشی کردن سریع موجودی انبار باشد. در مزارع با نیاز به حجم بالای خوراک می توان از این روش استفاده نمود. البته مدیریت در استفاده از خوراک های استارتر، خوراک های ریز و پلت های مولدین بسیار مشکل است.

۴-۸- نکاتی در مورد انبار کردن خوراک

مدیریت ضعیف در انبار داری خوراک می تواند منجر به افزایش هزینه‌های تولید (ضریب تبدیل غذایی بالا، طولانی شدن مدت پرورش، بالا رفتن هزینه های مدیریت و غیره) و افزایش اثرات زیست محیطی از غذای نخورده شده گردد.

خوراک باید در انبارهایی با ویژگی های زیر ذخیره شود که عبارتند از :

۱- انبار خوراک باید ویژه ذخیره خوراک باشد.

۲- رطوبت انبار باید پایین باشد (غذا در جای خشک نگهداری شود)

۳- دمای انبار نباید از ۴۰ درجه سانتی گراد بیشتر شود.

۴- همه سطوح انبار باید قابل تمیز شدن باشد.

۵- از ورود افراد متفرقه به انبار جلوگیری شود.

۶- انبار خوراک باید دارای ویژگی‌های فیزیکی مانند قابلیت دسترسی با دستگاه لیف تراک (Forklift) و فضای کافی برای حرکت دادن خوراک ها باشد.

انبار کردن خوراک باید با توجه به اولویت بر اساس خوراک قدیمی و جدید انجام شود. یعنی اینکه وقتی یک سفارش جدید خوراک وجود دارد، خوراک قدیمی باید به مکانی که قابل دسترس است انتقال یابد و پشت خوراک جدید ذخیره نشود. انبار ها با توجه به حجم ذخیره سازی، توزیع و جابجایی آسان خوراک ارزش گذاری می شوند، بخاطر اینکه بخش بزرگی از مکانیزاسیون مورد نیاز برای انتقال، برچسب زدن و توزیع خوراک مورد نیاز در شرایط انبار است.

۹-۴- گونه‌های مناسب پرورشی در قفس در دریای خزر

گونه‌هایی از ماهیان با بازار پسندی زیاد شامل خاویاری، قزل‌آلا و کپور در کشور وجود دارند (جدول ۷) که امکان تامین بچه ماهی آنها از مراکز تکثیر داخلی (با انعقاد قرارداد) برای پرورش در قفس وجود دارد. بچه ماهیان ۱۰- ۵ گرمی از مراکز تکثیر تحویل و در مراکز به وزن رسانی در ساحل به وزن ۱۰۰ -۷۵ گرم رسیده و سپس در قفس‌ها ذخیره سازی می‌شوند.

جدول ۷. گونه‌های اصلی پرورشی برای پرورش در قفس در دریای خزر

ردیف	نام فارسی گونه	نام انگلیسی	نام علمی
۱	ماهی آزاد دریای خزر	Brown trout	*Salmo trutta caspius*
۲	قزل آلای رنگین کمان	Rainbow trout	*Oncorhynchus mykiss*
۳	فیل ماهی	Sturgeon	*Huso huso*
۴	کپور معمولی	Comon Carp	*Cyprinus carpio*

۱-۹-۴- ماهیان سرد آبی

ماهیان که در میانگین حرارتی ۷ تا ۱۷ درجه سانتیگراد به خوبی رشد می‌کنند را تحت عنوان ماهیان سرد آبی شناسایی می‌نمایند این ماهیان از خانواده آزاد ماهیانsalamonidae بوده و مشتمل بر ماهیان آب شیرین و ماهیان مهاجر موجود در نیم کره شمالی می‌باشند. امروزه گونه‌های مختلف آزاد ماهیان در کشورهایی که دارای شرایط آب و هوایی مناسب رشد این ماهیان می‌باشند پرورش داده می‌شود. گوشت این ماهیان بسیار لذیذ بوده و از نظر اقتصادی از جمله ماهیان با ارزش خوراکی محسوب می‌گردند. سیستم پرورش ماهی در قفس امروزه برای پرورش گونه های مختلفی از آبزیان مورد استفاده قرار می گیرد. یکی از مهمترین این گونه ها، آزاد ماهیان هستند (Tacon and Halwart, 2007). در سیستم قفس رشد آزاد ماهیان بسیار بالا و دوره رشد و ضریب تبدیل آنها بسیار کمتر از سیستم‌های سنتی است. علاوه بر این آزاد ماهیانی که در قفس رشد یافته‌اند از بازار پسندی مناسب‌تری به نسبت همسان‌های رشد یافته در استخر برخوردار هستند (Tacon and Halwart, 2007).

قزل‌آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss*

قزل آلای رنگین کمان هر چند گونه ای از امریکای شمالی به حساب میآید، ولی در سال ۱۹۶۰ از اروپا وارد ایران شد. این ماهی به مراتب آسانتر از قزل‌آلای خال قرمز نسبت به محیط سازگاری حاصل نموده تمایل بیشتری به اهلی شدن داشته و از غذای دستی آسانتر استفاده می‌نماید. به درجه حرارت‌های بالا و کمبود اکسیژن مقاوم بوده و در آبهایی که به اندازه کافی تعویض گردند، می‌تواند درجات ۲۰ الی ۲۲ درجه سانتی گراد را تحمل نماید. بررسیهای انجام شده و مطالعات موجود حاکی از آن است که در بین گونه های گوشتخوار

رودخانه ها دارای اندازهٔ بزرگتری است. سیستم گوارش پیشرفتهٔ گوشتخواری (زواید پیلوریک و ...) و دندانهای Vomerبه قزل‌آلا رنگین کمان این اجازه را میدهد که در رژیم غذایی طیفی وسیع و انعطاف پذیری بالایی داشته باشد و از حشرات آبزی و سخت پوستان بزرگی سود ببرد که سایر گونه های گوشتخوار قادر به تغذیه از آنها نیستند. این ماهی دارای رشد سریع می‌باشد و در صورتی که خوب تغذیه شوند و در یک سالگی به وزن ۴۰۰ الی ۵۰۰ گرم و حداکثر وزن آن به ۷ کیلو و حداکثر طول گزارش شده به ۷۰ سانتی متر می‌رسد. مناسب‌ترین ماهی سرد آبی جهت پرورش می‌باشد، بطوریکه آسانتر به غذای دستی عادت کرده و نسبت به درجه حرارت و کیفیت آب کمتر حساس می‌باشد.

این ماهی بعد از سازش تدریجی می‌تواند به خوبی در آب لب شور زندگی کند. امروزه پرورش این ماهی در دریا در قفس صورت می‌گیرد. قزل‌آلای رنگین‌کمان در شرایط طبیعی در آب شیرین و مناطق معتدل که حرارت در تابستان حدود ۱۲ درجه سانتی گراد است زندگی می‌کند این ماهی در شرایط خوب پرورش می تواند نوسانات صفر تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد را تحمل نماید. طبق تحقیقات Griffith and Angradi (۱۹۸۹) روی ترتیب زمانی تغذیه طی شبانه روز، کمترین میزان غذای موجود در معدهٔ این ماهی بعد از ساعت ۴ صبح بوده است و به طور مشخص میزان معده‌های پر بین ساعات ۱۰-۱۲ صبح افزایش مییابد و بعد از غروب (شامگاه) ظاهراً تغذیه ای صورت نمی‌پذیرد.

بسیاری از ماهیان سردآبی و معتدله دارای روده ای کوتاه می باشند این خاصیت مربوط به ماهیان گوشتخوار و همه چیز خوار است. این ماهیان به رژیم غذایی غیر زنده یا مصنوعی نیز عادت می کنند. گوشتخواری این ماهیان سبب می شود تا رژیم غذایی آنها از لحاظ پروتئین های حیوانی غنی باشد و به همین علت تغذیه این ماهی گران تمام می شود. ماهی قزل آلا فقط مقدار کمی از مواد نشاسته‌ای قابل هضم را مورد استفاده قرار می‌دهد، ولی مواد چربی بهتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بعضی از گونه‌های آزاد ماهیان و قزل‌آلای دریاچه‌ای مواد چربی ممکن است به عنوان منبع انرژی تا ۲۰ درصد از وزن خشک را به جای پروتئین و کربوهیدرات‌ها تشکیل دهد.

ماهی آزاد دریای خزر

این گونه با نام علمی *Salmo trutta caspius* در قسمت‌های شمالی و جنوبی دریای خزر زیست می‌کند و یکی از گونه‌های با ارزش این دریا محسوب می‌شود. این گونه برعکس بعضی از آزاد ماهیان مهاجر که پس از تخم ریزی در رودخانه می‌میرند، به دفعات می‌تواند از دریا به رودخانه های مناسب مهاجرت کرده و پس از تخمریزی به دریا باز گردد. این ماهی طی یک دوره پرورش یک تا دو ساله به وزن ۲-۱ کیلوگرم می‌رسد. ماهی آزاد دریای خزر به راسته Salmoniformes ، خانواده Salmonidae و جنس Salmon تعلق دارد.

بچه ماهیان آزاد دریای خزر از زمان تفریخ تا مرحله رهسپاری، سه مرحله را طی می‌نمایند که عبارتند از: دوره لاروی – دوره بچه‌ماهیان انگشت قد (فینگرلینگ) و دوره بچه ماهیان رهسپار شونده به دریا (اسمولت).

دوره لاروی: اولین مرحله نوزادی آزاد ماهیان می‌باشد. زمانی که تخمها تفریخ می شوند، لاروی که دارای کیسه زرده است، ظاهر می‌گردد که به لارو کیسه زرده دار، اصطلاحاً آلوین اطلاق می گردد. در مرحله آلوین، لاروها به هیچ وجه تغذیه نمی‌نمایند. با رشد لاروها، زمانی که قسمت اعظم کیسه زرده جذب گردیده و لاروها تغذیه خارجی خود را شروع می‌کنند، تحت عنوان Fry (بچه ماهی نورس) نامیده می‌شوند. بنابراین در مرحله لاروی، دو مرحله ALVIN و FRY وجود دارد.

دوره بچه ماهیان انگشت قد: این دوره پس از دوره لاروی است و بچه ماهیان پار در این دوره دیده می‌شوند. زمانیکه بچه ماهیان اولین تابستان سال رشد را گذرانده باشند به مرحله پار معروفند که با ظهور خطوط عمودی در جوانب بدن مشخص می‌گردد.

دوره بچه ماهیان رهسپار شونده به دریا: خوش رشدترین بچه ماهیان ماهی آزاد که دارای طول بین ۱۵-۱۲ سانتی‌متر هستند، زودتر به دوره اسمولت گام می‌نهند. این اندازه از رشد از یک سالگی به بالا و معمولاً از فروردین و اردیبهشت سال بعد حاصل می‌شود. در این مرحله بچه ماهیان پار(Parr)، با گذراندن فرایند Smoltification که با نقره‌ای شدن جوانب بدن همراه است، سازگاریهای فیزیولوژیکی لازم برای زندگی در آب دریا را پیدا می کنند. بهترین درجه حرارت آب برای رشد این ماهیان بین ۱۶-۱۲ $\mathring{C}$ است و در این محدوده حداکثر ضریب تبدیل غذا و میزان رشد حاصل می‌شود. در دمای بالای ۱۸ $\mathring{C}$ میزان کاتابولیسم افزایش یافته و تمایل به خوردن غذا کاهش می‌یابد، ولی در دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد میزان متابولیسم بدن ماهی همراه با کاهش دمای آب به طور تصاعدی کاهش می‌یابد. میزان مصرف اکسیژن در خانواده آزاد ماهیان به عواملی نظیر دمای آب، اندازه ماهی، میزان مواد آلوده کننده، متابولیسم غذا و دیگر فعالیت‌های فیزیکی و فیزیولوژیکی بستگی دارد. حداقل اکسیژن لازم برای زنده ماندن خانواده آزاد ماهیان ppm ۵ است. بهترین pH برای دوام حیات خانواده آزاد ماهیان بین ۸-۶/۵ می‌باشد و خارج از این محدوده را pH بحرانی گویند. اگرچه آزاد ماهیان موجوداتی یوری هالین هستند لیکن رشد آزاد ماهیان در آب لب شور سریعتر از آب شیرین است.

۲-۹-۴- فیل ماهی

نام علمی گونه (۱۷۵۸، Linnaeus) *Huso huso* و از خانواده تاس ماهیان، Acipenseridae که در دریای مازندران، دریای آدریاتیک، دریای اژه، دریای سیاه، دریای مدیترانه، دریای آزوف، دریای مرمره، دانوب، دون، رودخانه کوبان، اورال و ولگا صید میشود. این گونه در آب‌های شیرین، شور و لب شور، دارای بسترهای گلی، نزدیک به بستر زندگی می‌کند. در جوانی از پلانکتون های جانوری، سخت پوستان کفزی، کرمها، حشرات کفزی و بی‌مهره‌گان و به تدریج از نکتونها، ماهیانی نظیر کلمه، شیشه ماهی و کپور و در فصل مهاجرت به رودخانه از

ماهی استرلیاد، کاراس، ماهی سیم، ماش‌ماهی و بسیاری از ماهیان دیگر تغذیه می‌نماید. طیف غذاهای مورد استفاده توسط این گونه در کشورهای دیگر تا ۳۰ گونه گزارش شده است. در مراحل اولیه زندگی همنوع خواری نیز در آنها دیده شده است. این گونه شکار خود را تعقیب می‌نماید. بیشتر در اعماق ۳۰ – ۱/۵ متری شکار می‌نماید و برای انسان بی‌خطر هستند. جنس نر در سن ۱۴-۱۳ سالگی و جنس ماده در سن ۱۸-۱۶ سالگی در محیط طبیعی بالغ می‌گردند. البته این مدت در محیط و شرایط پرورشی در استخرهای بتونی به ۱۰-۱۲ سال می‌رسد. لارو این ماهیان از بی‌مهرگان آبزی و سپس با افزایش سن از سایر ماهی ها نظیر ماهی کلمه، گاو ماهی و ... تغذیه می‌نمایند. این ماهیان به راحتی به غذای کنسانتره عادت کرده و قابلیت رشد و پرورش در آب شیرین را نیز دارند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۹) که پرورش آنها با استفاده از آب رودخانه و چاه در استان‌های مختلف کشور، بویژه استان‌های شمالی ایران میسر شده است.

۳-۹-۴- کپورمعمولی (Cyprinus carpio)

به طور کلی سر دسته ماهیان پرورشی گرمابی، کپور ماهیان هستند. آنها بزرگترین خانواده ماهیان آب شیرین هستند. ۹۰ درصد ماهیان آب شیرین متعلق به این خانواده‌اند که ۲۰۰ جنس دارند. بدن این ماهی کشیده در پهلوها کمی فشرده است. دهانش کمی قابل ارتجاع است. کپور معمولی از موجودات حاضر در بستر استخرها نظیر کرم، حلزون، لارو حشرات و توده‌های گیاهی وجانوری استفاده می‌کند و تنها گونه موجود در استخر می باشد که برای تغذیه آن از غذای دستی کنسانتره (پلت) استفاده می‌شود. این نوع غذاها شامل موادی چون: آرد گندم، آرد جو، کنجاله سویا، سبوس گندم، کنجاله آفتابگردان، کنجاله پنبه دانه، حبوبات، ارزن، سورگم، آرد ماهی، آرد غلات، آرد علوفه، پودر کربنات کلسیم و مکمل‌های معدنی و ویتامینی است که به نسبت‌های مختلف با هم ترکیب شده‌اند. نکته قابل توجه در تغذیه انواع کپور ماهیان چینی این است که در غذا دهی ماهیان باید مقدار و دفعات غذادهی مد نظر قرار گیرد، بطوری که در سنین پایین که اندازه ماهیها کوچکتر است، غذادهی بیشتر و مقدار غذا نیز نسبت به وزن ماهیها بیشتر است که این نسبت با رشد ماهیها تغیر می‌کند. بهتر است برای تغذیه ماهی‌ها مکان ثابتی را در نظر گرفت چرا که کپور ماهیان به مکان غذادهی عادت پیدا می‌کنند. در سال‌های اخیر کپور معمولی را همانند ماهی قزل آلا در استخرهای بتنی بصورت متراکم پرورش داده‌اند و از خوراک پلت شده استفاده شده است و از نظر اقتصادی نتایج بسیار مناسبی کسب شده است.

۴- بحث

پس از آگاهی داشتن از نوع و ترکیب شیمیایی ماده غذایی، لازم است تا مقدار مورد نیاز مواد غذایی در جیره با توجه به احتیاجات هر گونه از ماهیان پرورشی به خوبی تنظیم و با یکدیگر مخلوط گردد. انجام فرمولاسیون جیره غذایی باعث متعادل سازی پروتئین خام و سطح انرژی غذا می گردد. بطور کل در حالت ایده‌آل فرمولاسیون خوراک باید براساس ترکیبات غذایی و با حداقل هزینه و دارای پروتئین، کربوهیدرات، چربی، مواد معدنی و ویتامین ها، مجموع اسیدهای‌آمینه ضروری، فسفولیپیدها، کارتنوئیدها، بایندرها و انتی اکسیدانت ها و ... مناسب انجام گیرد. مهمترین بخش جیره غذایی، پروتئین و انرژی می باشد که پروتئین از طریق مواد پروتئینی جانوری و گیاهی (مانند پودر ماهی و سویا) و انرژی از طریق چربی (روغن ماهی و سویا) و کربوهیدارت تامین می‌شود. جیره غذایی ایده‌آل، جیره‌ای است که با حداقل قیمت، حداکثر تولید آبزی را در پی داشته باشد. جیره غذایی گران قیمت با حداکثر تولید مرقون به صرفه اقتصادی نمی‌باشد. بطورکلی، مخلوط کردن مواد غذایی باعث ایجاد یک جیره نامتعادل یا بالانس نشده خواهد شد و لازم است تا مخلوط کردن بطور علمی و از طریق محاسبات علمی صورت گیرد. برای مثال، پروتئین‌های گیاهی کمبود سولفور منشا از اسیدهای آمینه سیستئین و متیونین را دارند. در حالیکه پروتئین‌های حیوانی غنی از دو ماده اسید آمینه سیستئین و متیونین می‌باشند. به طور مشابه، پروتئین‌های گیاهی غنی از کلسیم و فقیر از فسفر و غلات فقیر از کلسیم و غنی از فسفر هستند.

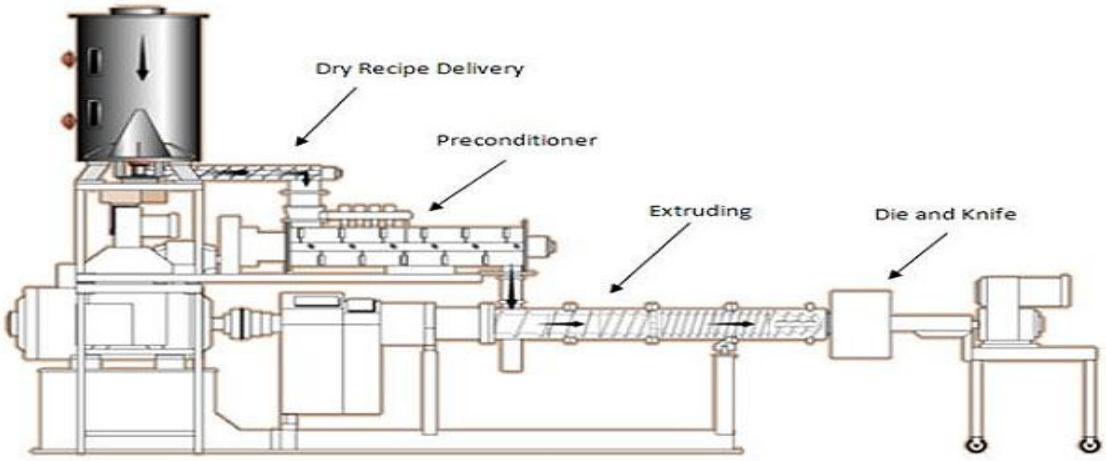
پس از انجام فرمولاسیون مرحله آسیاب کردن/ خرد کردن و الک کردن خوراک یکی از حیاتی‌ترین مراحل در تولید خوراک ماهیان می‌باشد که با قابلیت همبندی (اتصال اجزاء) خوراک ارتباط مستقیمی دارد. قابلیت همبندی بر قوام خوراک در آب تأثیرگذار بوده و هنگامی که خوراک در محیط آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد بسیار مهم می‌باشد. ذرات خوراک با اندازه ۵۰۰ میکرون به خوبی به هم متصل می‌گردند. آسیاب نمودن سبب بهبود اختلاط و قابلیت‌های پلت شده و افزایش حجم اجزاء تشکیل دهنده خوراک می‌شود. همچنین این مرحله سبب بهبود قابلیت پذیرش و هضم خوراک توسط ماهی می‌گردد. سپس اجزاء تشکیل دهنده خوراک بصورت دقیق با توجه به اندازه، شکل، وزن مخصوص، رطوبت و یا بار الکتریکی مختلف، کاملا با یکدیگر مخلوط شده تا با اختلاط مناسب محصول نهایی، وجود تمامی مواد تشکیل دهنده را با نسبت مشابه در فرمولاسیون تضمین و کارایی خوراک را تضمین نماید.

امروزه غذاهای خشک به طور عمده به شکل پلت و با اندازه‌ها و ترکیبات گوناگون ساخته می‌شود، البته اندازه گرانول‌های غذایی، نوع ترکیبات و مواد متشکله آن‌ها با توجه به نوع گونه ماهی مورد نظر و اندازه ماهی‌ها متفاوت است.

۱-۴- کاربرد دو روش کلی برای تولید پلت‌های خشک در کارخانجات

۱-۱-۴- پلت‌های تولید شده با استفاده از بخار آب و هوای فشرده

فرآیند پلت کردن عبارت است از متراکم کردن اقلام غذایی توسط عبور دادن با فشار آنها از طریق سوراخهای یک صفحه یا قالب فلزی Die با استفاده از یک فرآیند مکانیکی با هدف تولید پلتهای خوراکی کامل از نظر مواد مغذی که بتواند با هزینه تولید پایین در برابر سختی های حمل و نقل و جابجایی و دستکاری مقاومت نماید، بنابراین آماده سازی مخلوط خوراکی پیش از پلت کردن از اهمیت فراوانی برخوردار است. پلت کردن به وسیله بخار عبارت است از تبدیل غذاهای پودری به قطعاتی با اندازه مشخص (عمدتاً ۴ تا ۸ میلی‌متر) که توسط ماشین‌های پلت ساز (شکل ۵) انجام می‌گیرد.



شکل ۹- دستگاه پلت ساز

در این ماشین‌ها مواد غذایی تحت تأثیر بخار آب و فشار و در دمایی حدود ۸۰ درجه سانتی‌گراد به پلت تبدیل می‌شود. میزان بهینه رطوبت خوراک جهت تولید پلت با کیفیت، بر حسب ترکیب خوراک متغیر است، ولی معمولاً حدود ۱۵ تا ۱۸ درصد مناسب می‌باشد. امروزه حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد از خوراک‌های مصرفی در بخش علوم دامی به شکل پلت می‌باشد. مصرف غذا به شکل پلت، سبب افزایش بازده تولید غذا و افزایش رشد می‌گردد. این پلت‌ها که با قطر و اندازه منظم ساخته می‌شوند، خوش خوراک بوده و درصد بالایی از خوراک آبزیان را به خود اختصاص می‌دهند. قابلیت هضم پلت به طورکلی بیش‌تر از شکل‌های دیگر غذا است که موجب بهبود رشد می‌گردد. در حین تبدیل غذای آردی به پلت، تغییرات به صورت فیزیکی و شیمیایی در آن به شرح ذیل حاصل می‌شود:

۱) **تغییرات فیزیکی:** پلت کردن غذا سبب افزایش تراکم ذرات غذایی شده و در نتیجه آبزیان با تلاش و انرژی کمتری غذای مورد نیاز خود را به دست آورده و انرژی موجود در غذا بیشتر صرف رشد و تولید مثل می‌شود.

۲) تغییرات شیمیایی: حرارت و بخار آبی در حین تهیه پلت، سبب می‌گردد که عوامل ضد تغذیه‌ای که در برخی از مواد غذایی وجود دارد (مانند بازدارنده تریپسین در سویا، گوسیپول در کنجاله پنبه دانه، بازدارنده پیریدوکسین در کتان و ساپونین موجود در یونجه) از بین رفته و در نتیجه، با تغذیه پلت رشد بهتری حاصل شود. موادی که در فرموله کردن خوراک استفاده می‌شود در مجاورت هوا اکسید شده و موجب کاسته شدن کیفیت خوراک می‌شود. همین امر مزید علت است تا پلت کردن جیره‌ها با ذرات بسیار ریز غالباً مطلوب‌تر باشد، چرا که پلت‌کردن مانع از قرار گرفتن آزاد این ریزمغذی‌ها و مکمل‌ها (Additive) در مجاورت مستقیم هوای آزاد می‌شود.

۲-۱-۴-پخت خوراک به وسیله اکسترود کردن (اکستروژن)

در پروسه اکستروژن از ترکیبی از رطوبت، فشار، دما و برش‌های مکانیکی در صنعت خوراک استفاده شده و تغییرات فیزیکی و شیمیایی، کاهش سایز خوراک، ژلاتینه شدن نشاسته و غیر فعال شدن آنزیم‌ها را موجب می‌شود. پروسه اکستروژن معمولاً هضم پروتئین‌های گیاهی را افزایش داده و بر رشد و نمو ماهی مؤثر است. همچنین اکسترود تمامی مزایای تکنیک اکسپنژن را دارد، علاوه بر این به خاطر تخلخل پلتهای اکسترود شده امکان افزایش تلفیق لیپید توسط پوشاندن با روغن وجود دارد. از جمله مزایای دمای بالایی که در طی پخت اکستروژن بکار می‌رود، شکست غشای سلولزی اطراف سلول‌های گیاهی، گرانول‌های نشاسته دانه غلات و دانه‌های روغنی را آسان کرده و نشاسته ژلاتینه شده و باعث افزایش انرژی‌زایی حاصل از این قندها می‌گردد. محصولات تولید شده با سیستم اکسترودر متنوع می‌باشد و می‌تواند انواع خوراک با سایزهای مختلف از لارو تا ماهی پرواری را ایجاد کند. بنابراین پخت به وسیله اکستروژن منجر به ژلاتینه شدن میزان بالایی از نشاسته و در نتیجه ثبات مناسب خوراک در آب می‌گردد. این پروسه با متراکم سازی اجزای خوراک روی فرورونده‌گی پلت در آب تاثیر گذاشته و خوراک می‌تواند چندین ساعت در سطح آب بدون متلاشی شدن شناور بماند. این پروسه می‌تواند هم پلت‌های فرورونده و هم پلت‌های شناور که نسبت به پلت‌های تولید شده توسط بخار، بیش‌تر قابل هضم هستند را تولید نماید. با این حال، چنانچه از درجه حرارت‌های بالا استفاده گردد، دناتوره شدن اجزای غذایی بیش‌تر محتمل می‌گردد. مطالعات انجام شده روی خوراک تهیه شده به روش اکستروژن نشان می‌دهد که میزان پروتئین ذخیره افزایش یافته (به واسطه مصرف بیش‌تر ماهی از لیپیدها و کربوهیدرات‌ها در فرآیند مصرف انرژی) که علاوه بر تسریع در فرایند رشد در ماهی، دفع نیتروژن را به وسیله محدود کردن اکسیداسیون اسیدهای آمینه کاهش می‌دهد. ماهی‌های قزل‌آلا به‌ویژه قزل‌آلای رنگین‌کمان به دلیل نقص در آنزیم آمیلاز قادر به هضم کافی نشاسته خام (خوراک پلت) نیستند بنابراین رژیم غذایی شامل نشاسته ژلاتینه (خوراک اکسترود شده) انرژی قابل هضم بیش‌تری را برای این گونه از ماهی‌ها ایجاد می‌کند، در نتیجه تغذیه با این نوع پلت باعث حفظ پروتئین در بافت ماهی شده و افزایش وزن ماهی را در پی دارد. بنابراین پلت کردن اکسترود

شامل عمل آوری اقلام غذایی در دماها، سطوح رطوبت و فشارهای بالاتر از مقادیر استفاده شده در پلت کردن با بخار سنتی می‌باشد. این موضوع می‌تواند منجر به کاهش دسترسی به بعضی مواد مغذی مثل لیزین از طریق واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی (واکنش میلارد) و افزایش خطر از بین رفتن سایر مواد مغذی مثل ویتامین‌های حساس در برابر حرارت گردد. توسعه و پیشرفت شکلهای پایدار بعضی از ویتامینها مثل مشتقات فسفاته اسید اسکوربیک به همراه افزودن مکمل‌های غذایی پس از عمل‌آوری بعضی از این مشکلات را برطرف کرده است. پروسه اکستروژن این امکان را می‌دهد که خوراک اکسترود شده در مراحل پوشش دهی (Coating) چربی بیش‌تری را نسبت به خوراک پلت جذب کند. از جمله خصوصیات دیگر خوراک تولید شده به این روش شناوری آن است که می‌تواند به مدت طولانی بدون فروپاشی روی سطح آب باقی بماند، در حالی که خوراک پلت به سرعت در آب شکسته شده و ماده مغذی آن از دست می‌رود. به علاوه، این اتفاق در معده ماهی نیز انجام می‌شود و باعث ایجاد گاز در معده ماهی می‌گردد. تولید سایزهای مختلف خوراک از لارو تا بلوغ که برای ماهی اهمیت ویژه‌ای دارد با استفاده از این روش امکان پذیر است.

با انجام تنظیمات برای پروفیل های درجه حرارت و فشار در درون اکسترودر و با تغییر دادن مقدار نشاسته مخلوط خوراکی، تولید پلت های اکسترود شده با ویژگیهای تراکم و شناوری مختلف امکان پذیر است. بنابراین امکان تولید پلت های شناور Floating ، آرام فرو رونده Slow Sinking یا فرو رونده Sinking با تجهیزات اکسترود یکسان وجود دارد. این موضوع از اهمیت برخوردار است، زیرا اجازه تولید خوراک های متناسب با رفتار تغذیه ای یک گونه معین را می دهد. به عنوان مثال خوراکهای اکسترود شده به کار رفته در پرورش آزاد ماهیان به آرامی از میان ستون آب فرو می روند و نسبت به پلت‌های متراکم‌تر فشرده شده با بخار قابلیت دسترسی افزایش یافته است.

اکثر رژیم های غذایی که حالت غرق شودنده دارند اکسترود هستند که با استفاده از بخار کم فشار و فشار بالای تهویه بخار قبل از پلیت کردن که در نتیجه یک رژیم غذایی منبسط شده و اکسترود شده بدست می آید که چگالی آن نسبتا کم است که به تبع شناور یا به آرامی فرو می رود. پلت شناور ابتدا در سال ۱۹۶۰ برای گربه ماهی ساخته شد و محبوبیت پیدا کرد (Avault, 1981)، زیرا تغذیه ماهی قابل مشاهده بود. همچنین پلت‌های منبسط شده در حالت شناور خاصیت بازماندگی و با ثبات‌تری داشته و براحتی هضم می‌شوند و نسبت به پلت‌های غرق شونده سطوح بالاتری از مواد روغنی را می‌تواند همراه داشته باشد (Jackson, 1988; Jobling, 1993; Jobling et al., 2001). معایب آن شامل هزینه‌ها و آسیب بالای برخی از ویتامین‌ها در حین فرایند عمل‌آوری است.

پلت‌های غرق شونده در آب باید برای گونه‌هایی مورد استفاده قرار گیرد که از حس لامسه مانند ماهیان خاویاری به منظور گرفتن مواد غذایی خود بهره می‌برند (Romanycheva & Barybina, 1979) یا اینکه در پایین قفس باقی می‌ماند تا خورده شود (e.g. Turbot, halibut). این سوال که آیا برای پرورش ماهی در قفس از غذاهای

غرق شونده یا شناور استفاده شود، موضوع مورد بحثی است که باقی می‌ماند. دو عامل مهم وجود دارد: به حداقل رساندن تلفات و اطمینان از اینکه بسیاری از جمعیت‌های ماهی در قفس امکان دسترسی به مواد غذایی خواهند داشت. این امر به ویژه هنگام تغذیه ماهی در قفس بسیار مهم است (Harder & Summertelt , 1996). قفس در مقایسه با سیستم‌های دیگر دارای سطح کوچکتری نسبت به حجم آن می‌باشد، مواد خوراکی بسرعت توسط جریان‌ها حمل شده و از دسترس دور می‌شوند و همچنین بخاطر عمق محفظه قفس، سطوح نوری در بیشتر نقاط سیستم کم باشد. شرایط زیست محیطی، به خصوص سطوح نور، تغییر فصل و مدت زمان روشنایی روز، بر توزیع ماهی در حالت عمودی موثر است. مطالعه Petrell & Ang (۲۰۰۱) در مورد تغذیه در قفس ماهی آزاد اقیانوس اطلس با استفاده از نور و پلت رنگی (تیره) و معمولی نشان داد که ماهیان، تغذیه در سطوح کم نور با پلت رنگی (تیره) را ترجیح می دهند. تراکم، اندازه بدن و سن بر ساختار جمعیت و دسترسی به مواد غذایی تاثیر می‌گذارد (Anras et al., 2001). در نهایت، نوع مواد غذایی در تعیین روش تغذیه مهم است.

Coche (1979, 1982) استدلال کرد که ضایعات پلت شناور به راحتی قابل کنترل است تا ضایعات پلت‌های مستغرق، و به این نتیجه رسید که تغذیه با پلت شناور برای پرورش ماهیهای چون تیلاپیا در قفس‌های کوچک مناسب‌تر است. Newton (۱۹۸۰) بیان نمود گربه ماهی در قفس در آب زلال و شفاف به سطح آب تغذیه نمی‌کند، در حالی که Schmitt (۱۹۹۳) اذعان نمود گربه ماهی، کپور معمولی و تیلاپیا می‌توانند به آسانی از هر دو نوع روش تغذیه در قفس استفاده نمایند.

در رابطه با قزل آلا، بیان می‌شود پایین رفتن غذا بهتر است و باعث کاهش تنوع اندازه در میان جمعیت آنها می‌شود، همچنین مشاهده شده است که ماهیان غالب، با تشکیل نیچ‌های غذایی (مناطق غذایی) محدوده غذایی بیشتری را در انحصار خود درمی‌آورد. استدلال دیگر به کیفیت مواد غذایی می‌باشد. به این حال، بخش در دسترس کربوهیدرات غذای شناور پلت شده با بخار، تا به حدی می‌تواند افزایش یابد که در عملکرد کبد آزاد ماهیان اختلال ایجاد کند (Hilton et al., 1981). می‌توان به واسطه حفظ سطح کربوهیدرات گنجانده شده در رژیم غذایی به مقدار کمتر از ۲۰٪ از این مشکل اجتناب کرد (Jobling, 1993).

۲-۴- برنامه کامل خوراک برای پرورش ماهیان در قفس

در حال حاضر صنعت تولید خوراک با چالش‌هایی همچون لزوم کاهش اثرات بر محیط زیست به منظور توسعه پایدار مواجه می باشد. برنامه تهیه خوراک جهت آبزیان دریایی رشد را تسریع و کارآمد نموده و تأثیر بر محیط‌زیست، آلودگی و مصرف آب را به حداقل می‌رساند. هر محموله از خوراک تولید شده پیش از عرضه به بازار توسط سیستم تضمین کیفیت مورد بررسی قرار می‌گیرد و در این راستا مشتریان می‌توانند از بابت خرید تولیدات و محصولات دارای بالاترین کیفیت و مقرون به صرفه، آسوده خاطر باشند. مقدار غذا بر حسب اندازه ماهی و دمای آب متغیر است. میزان غذای روزانه بر حسب وزن ماهی و دمای هفته ای یکبار تعیین و به وسیله ی

دستگاه های غذادهی در اختیار ماهیان قرار می‌گیرد. ساعات و دفعات غذادهی نیز بر حسب وزن ماهی و درجه حرارت آب متفاوت است از آنجا که به دلیل شرایط ویژه حاکم بر دریاچه‌ها، از غذاده‌های خودکار و اتوماتیک برای غذادهی استفاده می‌شود و از غذادهی بصورت دستی با استفاده از کارگر پرهیز می‌گردد.
لذا برنامه غذادهی روزانه بر مبنای استفاده از دستگاه‌های اتوماتیک انجام خواهد شد. بر این اساس پس از محاسبه مقدار غذای روزانه از طریق دستگاه‌های غذاده در اختیار ماهیان قرار می‌گیرد. ذکر این نکته ضروری است که جهت موفقیت در امر پرورش ماهی در قفس تولید کننده باید مطمئن باشد غذایی را دریافت می کند که کامل و مناسب برای گونه پرورشی مورد نظر است. ماهیان قفس باید با غذاهای شناور که توانایی ایستادن در ستون آب را داشته باشند، غذادهی شوند. غذاهای شناور امکان این را بوجود می‌آورند که ماهیان هنگام تغذیه از آنها دیده شوند. غذا خوردن می‌تواند نشانه‌ای بر کیفیت خوب یا بد آب و نیز سلامتی ماهیان باشد. غذاهایی که در آب ته نشین می‌شوند، درون قفس سقوط کرده و توسط ماهیان خورده نمی‌شوند. پلتهای غذایی در سایزهای مختلف (۰/۸، ۱/۱، ۱/۵، ۱/۹ ، ۳، ۶/۵، ۸ و ۹ میلیمتر) قابل دسترسی هستند. همیشه باید به خاطر داشته باشیم که اندازه پلت باید متناسب با دهان ماهی باشد. اندازه بیشینه ذره‌هایی که ماهیها و میگوها می‌توانند مصرف کنند همراه با رشد این جانوران افزایش می‌یابد. علاوه بر اندازه پلت، شکل آن نیز مورد توجه است. پلت‌های به کار رفته برای پرورش ماهیها معمولا استوانه‌ای شکل، با قطر به نسبت دقیق و طول متغیرند. برخی مطالعات نشان می‌دهند که پلت‌های کوتاه‌تر بهتر از انواع بلندتر آن توسط ماهی آزاد اطلس بلعیده می‌شوند (Smith et al., 1995). شکل جدیدی از غذای تجاری نیز به تازگی معرفی شده است. این نوع غذاها تا اندازه‌ای به شکل استوانه پهن هستند، بطوریکه در زمان افتادن درون آب حرکت ویژه‌ای پیدا می‌کنند. تولیدکنندگان ادعا می‌کنند که این نوع غذا برای ماهیها بیش از دیگر پلت‌های معمولی جذابیت دارد. می‌توان انتظار داشت که در آینده توجه بیشتری بر استفاده از پلت‌ها با شکل‌ها، رنگ ها و بافت‌های مختلف و تاثیر آن روی میزان بلع متمرکز شود (Strademeyer, 1992). همچنین نوع و کیفیت ماده غذایی استفاده شده در تغذیه ماهیان خاویاری و سردآبی پرورش یافته در قفس بسیار مهم است.
ماهیان قفس باید با غذاهای شناور که توانایی ایستادن در ستون آب را داشته باشند، غذادهی شوند. غذاهای شناور امکان این را بوجود می‌آورند که ماهیان زمان و فرصت کافی برای پیدا کردن غذا داشته باشد (Stevens, 1996).

پلتهای فرو رونده بسرعت از قفس گذشته و برای ماهیان غیرقابل دسترسی می‌شوند. تولید ماهیان در مقیاس تجاری نیازمند غذایی با ترکیب ارزان و موثر و کارآمد است که هنگام استفاده، رشد مناسب و کمترین مقدار F.C.R را در آنها ایجاد نماید (Hung and Deng, 2002). بنابراین کیفیت و کمیت غذای مورد استفاده مستقیماً در میزان کمیت و کیفیت تولید موثر می‌باشد، این امر خصوصاً برای ماهیانی با دوره رشد طولانی نمود بیشتری خواهد. در بعضی موارد خاص که پلتهای فرو رونده دارویی برای درمان بیماری نظیر عفونت باکتریایی

توصیه می‌گردد، بایستی از توریهای فلزی با مش مناسب، در ته قفس تعبیه گردند تا پلت‌های فرو رونده در ته قفس جمع گردند. برای رسیدن به بهترین نتیجه، سینی غذادهی باید بزرگ و ترجیحا که تمام کف قفس را با یک لبه عمودی به پهنای ۶ اینچ چند سانتی متر بالای کف قفس را بپوشاند. این لبه از شسته شدن غذا در کناره های قفس جلوگیری می کند. حلقه غذادهی معمولا حاوی غذا بوده و در داخل قفس قرار می کیرد و از پاشیده شدن آن به خارج از قفس بوسیله حرکات ماهی جلوگیری می کند. حلقه غذادهی معمولا از قاب لوله مانند PVCدرست می شود که کوچک بوده و ۱۱۸ اینچ مساحت دارد و اندازه مشهای آن ۳/۱۶ اینچ بوده که اندازه مشهای آن بین ۸ تا۱۲ اینچ در بالا و پایین سطح آب است. پیشنهاد می‌شود که حلقه غذادهی تا حد امکان بزرگ در نظر گرفته شود، ترجیحا اینکه اندازه آن داخلی با اندازه داخل قفس یکسان و قابل برداشت باشد تا غذای خورده نشده و آلگهای رشته ای که مشها را مسدود می‌کنند و تعویض آب را مختل می‌کنند از آنها برداشته شود. ماهیان همیشه در طیف دمایی مطلوبشان یا در دمایی نزدیک به آن و زمانیکه سطح اکسیژن بالا است بطور فعال تغذیه می‌کنند. اکسیژن در فاصله زمانی صبح بسیار زود تا ساعات آخر بعد از ظهر در سطوح بالا قرار دارد و اینکه این فاصله زمانی با جدول زمانبندی غذادهی همزمان شود، بسیار مهم و پر اهمیت است. تغذیه ماهیان در قفس دوبار در روز در ماههای گرم نشان داده است که بطور معنی داری موجب افزایش تولید ماهی می‌شود و بهترین ضریب تبدیل غذایی را خواهند داشت. ماهیان در دمایی نزدیک به دمایی اپتیمم و سطوح اکسیژن بالا (بالای۶۰٪ اشباع) نسبت به غذا بسیار حریص خواهند بود اکسیژن تاحد معمول در نیمه صبح و اواخر عصر درحد قابل قبولی است. از دیدگاه اکسیژن، ماهیان گرم آبی نظیر گربه ماهی غذا را بهتر در اواخر بعداز ظهر فصل بهار که اکسیژن افزایش می‌یابد مصرف خواهند کرد، اما بهتر است به این ماهیان در فصل تابستان نیمه صبح غذا داد. معمولا ماهیان این توانایی را دارند که زمانهای غذادهی را بخاطر بسپارند، غذادهی می‌تواند در ساعت ۶ (نیمه صبح) و مجددا در ابتدای عصر انجام شود. تغییر در برنامه غذایی باید بتدریج انجام شود (نباید تغییر در زمان غذادهی بیش از۳۰ دقیقه در روز باشد). مطالعات بسیاری نشان داده است که اگر وعده‌ای غذادهی به دوبار در روز حداقل با فاصله زمانی ۶ ساعت تقسیم شود ماهیان دارای رشد سریعتر بوده و ضریب تبدیل غذایی بهتری خواهند داشت. این امر برای گربه ماهیان کوچک، قزل‌آلا، تیلاپیا و ماهیان خاویاری بسیار مهم می‌باشد. با توجه به اینکه پرورش ماهی در قفس، تابع جیره‌های غذایی فرموله شده می‌باشد (Phuong, 1998) و مواد دفعی حاصل از مصرف بطور مستقیم به محیط آب رها می‌گردد. میزان مواد دفعی از پرورش ماهی در قفس به کمیت و کیفیت میزان غذای ورودی به قفس بستگی دارد. همچنین شرایط فیزیکی ماهیان در قفس در تغذیه ماهی تأثیر به‌سزایی دارد (Pillay, 1992)، بنابراین به منظور ایجاد کم‌ترین میزان استرس و به حداکثر رساندن رشد ماهی، تغذیه مناسب و رعایت اصول تغذیه مورد نیاز است. با توجه به عدم امکان دسترسی به غذای طبیعی در قفس، لازم است پرورش دهندگان از جیره‌هایی استفاده کنند که تمام نیازهای غذایی گونه مورد نظر را فراهم نماید، غذادهی مناسب ماهی می‌تواند اثرات زیست محیطی را کاهش دهد. فاکتورهای مهمی در نوع

سیستم غذادهی در مزارع نقش دارند که عبارتند از: هزینه کارگری، آسانی عملکرد، گونه‌های پرورشی، مقیاس و نوع عملکرد مزرعه، نوع و مقدار غذا، تاثیر توزیع غذا در سیستم مزرعه، مقدار غذایی که در هر وعده غذایی داده می‌شود. شرایط فیزیکی ماهی در قفس در تغذیه ماهی تاثیر بسزایی دارد، بمنظور به حداقل رسانیدن استرس و به حداکثر رسانیدن رشد ماهی تغذیه مناسب و رعایت اصول تغذیه‌ای مورد نیاز است. استرس‌های تغذیه‌ای در شیوه پرورش در قفس امری عادی است، در واقع، بسیاری از ناکامیهای تحقیقاتی در پرورش تجاری ماهیان در قفس قبل از ۱۹۷۵ میلادی در ارتباط با کیفیت غذا بود. امروزه دانشمندان و متخصصین تغذیه از لحاظ بالانس کل جیره غذایی پیشرفتهای قابل توجهی داشته و توانسته‌اند غذاهای فرموله شده را برای انواع ماهیان بسازند. این جیره‌های کامل بصورت جیره‌های غذایی تجاری در دسترس و برای رشد مناسب ماهیان پرورش یافته در قفس ضروری هستند Chua & Tech, (1978, 2002). ماهیان درون قفس باید با غذاهای شناور که توانائی غوطه‌وری در ستون آب را دارا می‌باشند و با فرم دهانی ماهیان مناسب است، تغذیه شوند. غذاهای شناور این امکان را به وجود می‌آورد که ماهی زمان و فرصت کافی برای دسترسی به غذا را داشته باشد به عنوان مثال پلت‌های فرو رونده به سرعت از قفس خارج شده و برای ماهیان غیر قابل دسترس می‌شوند. در موارد خاص که پلت‌های فرورونده دارویی برای درمان بیماری‌هایی نظیر عفونت باکتریایی توصیه می‌گردد، بایستی تورهای فلزی با مش مناسب، در ته قفس تعبیه گردد تا این پلت‌ها در کف قفس جمع‌آوری شوند. میزان جیره‌بندی را باید با نوسان‌های کوتاه مدت که در اشتها رخ می‌دهد تطبیق داد و باید آن را با توجه به تقاضای غذایی متغیر متناسب با رشد آبزی، دمای آب و عوامل محیطی دیگر تنظیم نمود. ماهی‌های قفس را بایستی، به زمان‌های مشخص غذادهی عادت داد. با توجه به طول و وزن متوسط هر ماهی، غذا با سایز مشخصی استفاده شود، از دادن غذا در مواقع تاریکی یا کدورت آب باید خودداری شود.

فعالیت تغذیه‌ای بطور معنی‌داری در ماههای سرد سال کاهش می‌یابد. گرچه فعالیت تغذیه‌ای ماهی در فصل زمستان کم است، اما دادن غذا برای حفظ سلامت ماهیان در فصل سرد سال امر مهمی است، زیرا ماهی‌ها در این مواقع اشتهای مناسبی ندارند. از دادن غذا هنگام تاریکی یا کدورت آب باید خودداری شود. از غذادهی در هنگام سرما یا گرمای شدید و هنگام طوفان بایستی بدون هیچ گونه واهمی خودداری شود، زیرا ماهی‌ها در این مواقع اشتهای مناسبی ندارند. بر اساس مطالعات صورت گرفته در سیستم پرورش ماهی آزاد آتلانتیک در قفس مهمترین عامل در جذب غذا دمای آب می‌باشد. به عبارت دیگر هرچه دمای آب بالاتر یا پایین‌تر از استاندارد پرورش باشد میزان جذب غذا و در نتیجه نرخ رشد کاهش می‌یابد. بر همین اساس زمان غذادهی و دوره غذادهی ارتباطی با غذا گیری ماهی آزاد در قفس ندارد (Smith et al., 1993). همچنین مطالعات دیگری از همین دست نشان داد شدت غذا دهی در قفس تاثیری بر بروز اختلاف وزن میان ماهی ها ندارد. با این حال شدت غذادهی (غذا به ازای هر ماهی در واحد زمان) بر سرعت رشد و ضریب تبدیل اثری نداشته است. البته در همین تحقیقات نشان داده شد که شدت غذا دهی بر کیفیت سیستم پرورش قفس نیز تاثیری نداشته است (Juell et al.,

1994). حال سوال اینجاست که اساسا غذادهی در سیستم قفس برای آزاد ماهیان بهتر است با استفاده از پلت یا اکسترود انجام شود.

بر اساس تحقیقات به عمل آمده توسط Any and Detvell (۱۹۹۸) نوع غذادهی در سیستم قفس بستگی زیادی به کیفیت آب محل پرورش دارد. هرگاه آب شفاف و میدان دید ماهی در آب وسیع باشد غذادهی در ستون آب می‌تواند به جذب بهتر غذا و کاهش هدر رفت غذا در آب منجر شود. اما در مواردی که آب محیط پرورش کدر و شفافیت آن پایین است بهتر است غذادهی در سطح آب انجام شود. برای رسیدن به نتیجه مطلوب، بهتر است از سینی غذادهی (توری با چشمه ریز که در چند سانتی‌متری کف تعبیه می‌شود) استفاده گردد. سینی غذادهی باید بزرگ بوده و در چند سانتی‌متری بالاتر از کف قفس را بپوشاند، این لبه از شسته شدن غذا در کناره‌های قفس جلوگیری می‌کند.

با توجه به این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که در آب دریای خزر که محیط آن بیشتر کدر و شفافیت آن خصوصا در منطقه ساحلی محدود است بهتر است از غذای اکسترود مجهز به هایژنایزر (آرام پز) که بخشی از آن در سطح آب مانده و بخشی از آن به آرامی در ستون آب به سمت پایین با حالت غوطه وری حرکت نموده (آرام ته نشین شونده) تا به مصرف ماهی برسد، استفاده نمود.

گرچه برای دستیابی به حداکثر میزان رشد بایستی به طور دائم ماهی‌ها غذادهی گردند، اما در شرایط دمای بالای آب، دستکاری ماهیان و یا در شرایط بیماری، ۴۸- ۲۴ ساعت قبل از حمل و نقل، ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌گیری، ۴-۳ روز قبل از عمل‌آوری، در شرایط کمبود اکسیژنی آب و در شرایط کیفیت نامناسب آب، بهتر است غذادهی متوقف شود. محدودیت غذایی برای بسیاری از جانوران آبزی نظیر ماهی‌ها یک رخداد طبیعی است که به علت کمبود غذا، تغییرات آب و هوایی، تولید مثل، مهاجرت (Hinch *et al.*, 2005; Davis and Gaylord, 2011) و... رخ می‌دهد. این موجودات می‌توانند در دوره های طولانی مدت بدون مصرف هیچ گونه غذایی زنده بمانند. همچنین برای تعداد بسیاری از گونه‌های ماهی، دوره‌ی گرسنگی بخشی از چرخه طبیعی زندگی موجود محسوب می‌شود. در شرایط پرورشی هم ماهی‌ها دوره‌های گرسنگی را تحمل می‌کنند که می‌تواند مربوط به عوامل استرس زا، عوامل بیماریزا، کدورت و نوسانات دمایی در محیط پرورش باشد (Falahatkar, 2012). قابل ذکر است که در آبزی پروری، محدودیت یا محرومیت غذایی برای دوره‌های کوتاه مدت ممکن است بخشی از یک استراتژی تغذیه‌ای برای رفع مشکلات کیفی آب، کاهش اثرات سو، استرس ناشی از دستکاری (Davis and Gaylord, 2011)، کاهش مرگ و میر در اثر بیماری، یا کاهش هزینه های مزرعه باشد (Gaylord and Wang *et al.*, 2000; Caruso *et al.*, 2011). یکی از پدیده‌هایی که به دنبال گرسنگی اتفاق می‌افتد، رشد جبرانی است که محققان را به تحقیق در ارتباط با استفاده از گرسنگی به عنوان یک محرک برای رشد جبرانی علاقمند کرده است. رشد جبرانی فاز سریع الرشد و بیشتر از حالت طبیعی است که با تغذیه مجدد به دنبال یک دوره محرومیت

غذایی بوجود می آید (Wang *et al.*, 2000) و شامل پرخوری، افزایش جذب غذا و بهبود کارایی تبدیل غذا می باشد (Boujard, 2000).

در بسیاری از گونه ها تغییرات بیوشیمیایی و مکانیسم فیزیولوژیک به ماهی کمک می کند تا از عهده شرایط نامطلوب محرومیت غذایی برآید (Caruso *et al.*, 2011). گرسنگی ممکن است از چند هفته تا چندین ماه ادامه یابد و منجر به کاهش شدید ذخایر انرژی بدن ماهی و تحلیل بافت ها به منظور ادامه حیات گردد (شیروانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Kulkari & Barad, 2015). پاسخ های هر گونه به کمبود غذایی به عواملی نظیر سن و شرایط زیستی و سطح ذخایر انرژی ماهی وابسته است (Black and Love, 1986; Navarro and Gutiérrez, 1995). در طول دوره های محرومیت و یا محدودیت غذایی، جانوران مکانیسم های رفتاری، فیزیولوژیک و ساختاری مختلفی را برای پوشش نیازهای متابولیک به کار می‌گیرند تا از منابع خود استفاده کنند (Navarro and Gutierrez, 1995) که شامل کاهش تحرک و فعالیت‌های متابولیک، اصلاح ظرفیت های متابولیک بافت (Guderley *et al.*, 1996) و استفاده از منابع پروتئینی ماهیچه (Black & Love, 1986) است. از آنجا که عادات تغذیه‌ای ماهی بر پاسخ متابولیک به دوره‌های محرومیت غذایی تاثیر دارد، ماهیان گوشتخوار به دلیل کمتر بودن دفعات تغذیه و تحمل دوره‌های کمبود غذا در شرایط طبیعی با این شرایط بهتر سازگار می‌شوند، در حالیکه ماهیان همه چیزخوار و گیاهخوار به طور مداوم در حال تغذیه‌اند (Bond, 1996).

برخی ماهی‌ها از چربی/ پروتئین به عنوان مهمترین منابع انرژی در دوران گرسنگی استفاده می‌کنند و ذخایر گلیکوژنی کبد را حفظ می‌نمایند، در صورتیکه بعضی از گونه ها از چربی زودتر از محتوای گلیکوژن استفاده می‌کنند (Furné *et al.*, 2008). به نظر میرسد در تاسماهیان در واقع اولین ذخیره بافتی مصرف شده در طول دوران کمبود غذایی، محتوای چربی و سپس منابع پروتئینی است. Liu و همکاران در سال ۲۰۱۱ در خصوص تاسماهی چینی بیان کردند در ماهیان گرسنه، ذخایر چربی به ویژه چربی کبدی در هفته اول گرسنگی و به میزان بالاتری نسبت به پروتئین ها مورد استفاده قرار می گیرد. محتوای چربی تاسماهی آمور، *Acipenser schrenckii* در طول ۲۱ – ۱۴ روز گرسنگی کاهش یافت، اگرچه کاهشی در محتوای پروتئینی مشاهده نشد (Gao *et al.*, 2004). در دوران گرسنگی و محدودیت غذایی نه تنها ذخیره سازی مواد در کبد متوقف می شود، بلکه مواد ذخیره شده کبدی نیز تخلیه می شوند. پس منطقی به نظر می رسد که در درجه اول شاخص کبدی و سپس شاخص احشایی کاهش یابد. کاهش شاخص کبدی و احشایی سابقاً در تاسماهی سیبری در معرض دوره کوتاه مدت گرسنگی (۸ – ۴ روز) نیز مشاهده شده است (Ashouri *et al.*, 2013). این نتایج نشان می دهد که متابولیسم کبد نسبت به بافت ماهیچه بیشتر تحت تاثیر گرسنگی قرار می‌گیرد.

مطالعات قبلی نشان داده است که انگشت قدهای تاسماهی آمور، پس از یک دوره گرسنگی ۲۱ روزه، گلیکوژن کبدی خود را سریع تر از گلیکوژن ماهیچه، محتوای چربی و پروتئینی مصرف می کنند (Gao *et al.*, 2004). به نظر می رسد ذخایر چربی با ارجحیت نسبت به ذخایر پروتئین در مراحل اولیه گرسنگی جهت تامین

انرژی مصرف می شوند (Black and Love 1986; Navarro and Gutierrez,1995). تغییر دامنه کمتر پروتئین نسبت به چربی در ماهیان گرسنه از مواردی بود که در تاسماهی چینی (Xiao *et al.*, 2011) و تاسماهی آمور (Gao *et al.*, 2004) نیز همانند تحقیق بر روی تاسماهی سیبری (شیروانی و همکاران،۱۳۹۲) ملاحظه شده است. نتایج این مطالعه موافق با نتایج Xiao و همکاران (۲۰۱۱) در مورد تاسماهی چینی است که نشان می دهد در طول گرسنگی وزن کبد و احشاء نسبت به وزن بدن بیشتر تحت تاثیر قرار می گیرد. Hung و همکاران در ۱۹۹۷ نتیجه مشابهی را در تاسماهی سفید منتشر کردند. می‌توان اذعان نمود پاسخ‌های رشد ماهیان که در معرض دوره‌های طولانی مدت تیمارهای مختلف تغذیه کامل، محدود و گرسنگی، به صورت قابل توجهی تحت تاثیر قرار گرفت و شدت این تاثیر به میزان غذای در دسترس ماهی بستگی داشت.

همچنین نتایج نشان داد ماهی آزاد دریای خزر در زمان گرسنگی، سایر منابع را برای تامین انرژی مورد نیاز بدن به پروتئین ترجیح می دهد، اما در صورت طولانی شدن دوره گرسنگی، استفاده از این منبع افزایش می‌یابد که جبران آن نیز به مدت زمان تغذیه جبرانی نیازمند می‌باشد (حاجی مرادی و همکاران، ۱۳۸۶). کاهش چربی پس از گرسنگی یک نوع پاسخ در جبران یا تصحیح خسارت قطع غذاست (Hur & Lee, 2015). آنان اذعان نمودند که بچه ماهی آزاد دریای خزر می‌تواند در صورت بکارگیری دوره مناسب تغذیه مجدد با دوره گرسنگی سازگار شود. به نظر می‌رسد که در شرایط نامساعد، می‌توان نرخ تغذیه را در شرایط نامساعد نظیر کاهش دمای آب در زمستان گذرانی و یا بروز بیماری در دوره های کوتاه، بدون ایجاد اثر شدید بر روی رشد و فیزیولوژی ماهی در نظر گرفت و احتمالاً می توان با از سرگیری تغذیه در دوره‌های بعد، شاهد بازیابی ذخایر از دست رفته ماهی در زمان کوتاه بود.

۳-۴- اثرات زیست محیطی پرورش آبزیان در قفس

هدف نخست از توسعه آبزی پروری تولید ماهی بیشتر بدون افزایش قابل ملاحظه استفاده از منابع طبیعی (آب و زمین) است (Barrington et al., 2010). در آبزی پروری افزایش تراکم ذخیره سازی، یکی از راه حل‌های افزایش تولید در واحد سطح می‌باشد. توسعه متراکم آبزی پروری با افزایش اثرات زیست محیطی همراه است. دما و سطوح اکسیژن محلول در آب، فعالیت تغذیه ای، متابولیسم و رشد را تحت تاثیر قرار می‌دهند. در فرایند تولید و تغذیه آبزیان به همراه پساب مزارع پرورشی، مقادیر زیادی از ضایعات آلوده کننده از قبیل غذاهای خورده نشده، مدفوع، ترکیبات ارگانیک (پروتئین، هیدروکربن، چربی و ویتامین) و غیرارگانیک (نیتروژن، فسفر، کربن،کلسیم و آهن) به محیط وارد می‌شوند (Azodi et al., 2013). آبهای خارج شده از مزارع پرورشی (پساب) که شامل آبهای تعویض شده در طول دوره پرورش، لجن استخر و آب شستشوی استخر بعد از برداشت می‌باشد، مخلوطی غنی از مواد جامد معلق و مواد مغذی است که مستقیما وارد منابع آبی می‌شود. این پساب با ورود به منابع آبی اثرات نامطلوب زیست محیطی برکیفیت منبع آبی پذیرنده بر جای می گذارد که موجب افزایش میزان

آمونیاک، نیتریت و نیترات و از طرفی سبب تغییر میزان pH (Potential of hydrogen) ، EC (Electrical Conductivity) ، میزان اکسیژن بیوشیمیایی (BOD: Biological Oxygen Demand) و فسفات منبع آبی پذیرنده پساب می‌شود. با لحاظ نمودن اهمیت احداث سیستم‌های نوین پرورشی در افزایش اشتغال و ایجاد امنیت غذایی برای جمعیت رو به رشد و جلوگیری از نابودی منابع تجدید شونده و بهره‌برداری بیش از حد از ذخایر دریایی، بایستی خصوصیات کیفی پساب خروجی و مشکلات احتمالی ناشی از ورود پساب این مزارع که موجب کاهش کیفیت منبع آب پذیرنده می‌شود مورد بررسی قرار گیرد. اصولا بخش اعظم مواد الاینده آب خروجی استخرهای پرورش ماهی متشکل از باقیمانده مواد غذایی مورد استفاده جهت تغذیه ماهیان می‌باشد که معمولا غنی از مواد ارگانیکی فسفر و نیتروژن است، ورود این پسابها احتمال بروز تغییراتی در محیط دریایی را به وجود می‌آورد که می‌توان خطر نیتریفیکاسیون بالا، حاصلخیزی زیاد با افزایش تولیدات اولیه و کاهش اکسیژن و افزایش تعداد میکروارگانیسم ا را نام برد. مهمترین این تاثیرات بر کف دریا، یعنی جایی که موجودات کفزی بیشترین مصرف کننده اکسیژن هستند، خواهد بود و لذا رسوبات غیرهوازی، تولید گازهای سمی کرده و منجر به کاهش تنوع زیستی آن منطقه می‌گردد. اثرات نامطلوب زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های آبزی‌پروری از نقاط ضعف این صنعت به حساب می‌آید. بنابراین کاهش این اثرات فعالیت این صنعت و استمرار آن را تضمین خواهد کرد. جمع‌آوری و حذف ضایعات (جامد و محلول) بسیار هزینه بر و تقریبا غیرممکن است، زیرا آنها به طور سریع در اکوسیستم آبی منتشر می‌شوند. رهاسازی این ضایعات اثرات یوتروفیکیشن بر محیط آبی را تحمیل می‌کنند، ضایعات جامد شامل مدفوع و غذاهای پرت شده با ته نشین شدن روی بستر اثرات خود را ایجاد می‌کنند به طوریکه مصرف این مواد توسط باکتری‌ها باعث کاهش میزان DO و در نهایت ایجاد یک محیط غیرهوازی می‌گردند. اگرچه پتانسیل آلودگی پسابهای پرورش ماهی به میزان قابل توجهی کم است، حتی بسیار کمتر از پسابهای شهری، ولی ممکن است به دلیل تخلیه حجم زیادی از پسابهای بازیافت یا رقیق نشده مسئله آلودگی آب بروز کرده و حتی خیلی شدید گردد.

از آنجاییکه حجم بیشتر ضایعات آبزی پروری از جیره‌های غذایی منشا می‌گیرند تلاشها در زمینه کاهش این ضایعات باید بر روی تغذیه و غذادهی و به خصوص بهبود فرمولاسیون غذا و استراتژی غذادهی صورت گیرد. مسلما جلوگیری از پخش این مواد در اکوسیستم‌های آبی بسیار کم هزینه‌تر از تصفیه و حذف آنها از این اکوسیستم‌ها می‌باشد. در این راستا در مرحله اول حذف مواد اجزاء غذایی با قابلیت هضم کم و استفاده از اجزاء با قابلیت هضم بالا می باشد. کاهش بیشتر ضایعات جامد از طریق انتخاب دقیق اجزاء غذایی جهت بهبود قابلیت هضم ظاهری و ایجاد تعادل در جیره امکان پذیر است. ضایعات دفعی ازته را می‌توان با کاهش DP/DE و انتخاب دقیق اجزاء غذایی و بهینه سازی میزان فسفر جیره در سطح تامین نیازهای ماهی کنترل نمود، و در نهایت غذادهی و روشهای آن نقش بسزایی در کاهش پرت غذا خواهد داشت. بطوریکه اتلاف خوراک یکی از منابع آلوده کننده اکوسیستم‌های آبی می‌باشد (Beveridge & Little, 1987). تاثیرات زیست محیطی آبزی‌پروری دریایی (در

قفس) به عوامل مختلفی از جمله گونه، روش پرورش، میزان تراکم ذخیره سازی، نوع غذا، هیدروگرافی سایت و تجربیات آبزی پروری بستگی دارد. در مجموع حدود ۸۵ درصد فسفر، ۸۰-۸۸ درصد کربن و ۹۵-۵۲ درصد نیتروژن غذای وارده به محیط کشت آبزی پروری دریایی، از طریق ضایعات غذایی، دفع و تنفس ماهی به محیط رها می‌شوند. تمیز کردن تور قفس حتی اگر به صورت دوره ای نیز باشد تا حدود زیادی به آزاد شدن بار آلی به درون محیط آب و آلوده نمودن آن کمک میکند. مشکلات حاصل بار آلی زیاد و مواد غذایی، نوعی تعارض را با سایر استفاده کنندگان از مناطق ساحلی رقم خواهد زد. استفاده از انواع مواد شیمیایی، ویتامینها و معرفی عوامل بیماریزا و سویه های جدید ژنتیکی، همگی به محیط آب آسیب های جدی وارد می کنند. مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که حدود ۲۳ درصد کربن، ۲۱ درصد نیتروژن، ۵۳ درصد فسفر غذای وارده به سیستم پرورش در رسوبات کف تجمع می‌یابند و تاثیر معنی‌داری بر اکولوژیک آب منطقه تا شعاع یک کیلومتری مزرعه از خود بجای می‌گذارند. مهمترین این تاثیرات بر کف دریا، یعنی جایی که موجودات کفزی بیشترین مصرف کننده اکسیژن هستند، خواهد بود و لذا رسوبات غیرهوازی، تولید گازهای سمی کرده و منجر به کاهش تنوع زیستی آن منطقه می‌گردد. کاهش اکسیژن محلول و افزایش سطوح مواد غذایی و بار آلی در آب نیز گرچه کاملاً مشهود است (Beveridge, 1987, 1996, 2004).

سطح تخلیه نیتروژن: روند افزایش سطح نیتروژن در آبهای ساحلی به دلیل منابع انسانی (جدول ۸)، بدلیل شکوفایی جلبکی و کمک به غنی سازی مواد غذایی و یا یوتریفیکاسیون یک نگرانی در سراسر جهان است (Cloern, 2001, Galloway et al., 2004, Anderson et al., 2008, Holmer et al., 2008, Tett, 2008, Karydis & Kitsiou, 2012). عملیات آبزی پروری در قفس های دریایی یک منبع شناخته شده تخلیه نیتروژن هم به شکل ذرات (غذاهای نخورده و مدفوع حاوی مواد غذایی هضم نشده که از دستگاه گوارش ماهی عبور می کند) و ضایعات سوخت و ساز بدن حل شده از جمله آمونیاک و اوره می باشد (Cole, 2002, Nash et al., 2005, Huntington et al., 2006, IUCN, 2007, Pittenger et al., 2007).

جدول ۸. مقدار نیتروژن آزاد شده از قفس در گونه های مختلف ماهیان دریایی

نرخ بارگذاری	گونه پرورشی	منبع
۷۷۰ تن نیتروژن منتشر شده به ازای ۷۰۰۰۰ تن تولید Salmon	آزاد اقیانوس اطلس	Husa et al., 2014
۶۴٪ نیتروژن در غذای هدر رفته به صورت حل شده و ضایعات ذرات	قزل آلا و آزاد اقیانوس اطلس	Bouwman et al., 2013
۸۶-۹ تن نیتروژن آزاد شده به ازای تولید ۷۰۰-۱۰۰ تن	باس دریایی و سیم دریایی	Tsagaraki et al., 2011
۶۳٪ نیتروژن در غذای هدر رفته به صورت نیتروژن معدنی محلول	قزل آلا	á Norði et al., 2011
۴۴ کیلوگرم نیتروژن منتشر شده به ازای تولید هر تن ماهی Salmon	آزاد اقیانوس اطلس	Olsen et al., 2008
۸۶-۶۸ ٪نیتروژن در غذای هدر رفته به عنوان ضایعات ماهی	مختلف	Islam, 2005

نرخ بارگذاری	گونه پرورشی	منبع
۳۳ کیلوگرم نیتروژن آزاد شده به عنوان ضایعات ماهی به ازای تولید هر تن ماهی Salmon	آزاد اقیانوس اطلس	Strain & Hargrave, 2005
۷۹ درصد نیتروژن در غذای هدر رفته به عنوان ضایعات	میش ماهی و سوکلا	Alston et al., 2005
۹۵-۵۲ درصد نیتروژن در غذای هدر رفته به عنوان ضایعات	مختلف	Wu, 1995; Pearson & Black, 2001

افزایش تخلیه نیتروژن محلول در ستون آب به عنوان تأثیر بالقوه مهم پرورش در قفس های دریایی ذکر شده است (Cloern ,2001; Hargrave, 2003; Nash et al., 2005; Pittenger et al., 2007; Holmer et al., 2008; Olsen *et al.*, 2008) و اثر بالقوه اش بر کیفیت آب در زیستگاه های مختلف دریایی سراسر جهان مورد مطالعه قرار گرفته است. در برخی موارد افزایش مواد مغذی در ستون آب قابل اندازه گیری نبوده است. Tlusty و همکاران (۲۰۰۵)، کیفیت آب مزارع پرورش ماهی آزاد Newfoundland را مورد پایش قرار دادند و با وجود جمع آوری بیش از ۲۵۰۰۰ نمونه آب مکان های مزارع در عمق ۲۰-۵ متر افزایش نوتریفیکاسیون را نیافتند. نتایج مشابه از مزارع پرورش ماهی آزاد در شیلی گزارش شد که در ۹ مزرعه و مکان مزرعه کنترل افزایش معنی داری در غلظت نیتروژن حل شده مشاهده نشد (Soto & Norambuena, 2004).

سطح تخلیه فسفر: گرچه نیتروژن به طور کلی محدود کننده مواد مغذی در آبهای دریایی است روند افزایش سطح فسفر در آبهای ساحلی با توجه به منابع انسانی نیز نگران کننده است (جدول ۹). زیرا تولید اولیه در برخی از سیستم های دریایی مانند آبهای گرمسیری، فسفر محدود است. در این موارد افزایش فسفر می تواند سبب شکوفایی جلبکی و یوتریفیکاسیون شود (Cloern, 2001; Nordvarg & Hakanson, 2002). مشابه نیتروژن، فسفر از طریق غذای مصرف نشده مزارع پرورش ماهی، مواد غذایی هضم نشده که از دستگاه گوارش ماهی می گذرد و به صورت فسفات محلول ناشی از ضایعات سوخت و ساز بدن آزاد می شود (Price *et al.*, 2015). مطالعات اثرات زیست محیطی پرورش در قفس های دریایی شامل اطلاعات کمتری در مورد فسفر نسبت به نیتروژن است.

جدول ۹. مقدار فسفر بارگذاری شده در مکان های آبزی پروری ماهیان اقیانوسی

نرخ بارگذاری	گونه پرورشی	منبع
۱۲۷ تن فسفر آزاد شده به ازای ۷۰۰۰۰ تن تولید Salmon	آزاد اقیانوس اطلس	Husa et al., 2014
۶۷٪ فسفر در غذای هدر رفته به صورت حل شده و ضایعات ذرات	آزاد اقیانوس اطلس و قزل آلا	Bouwman et al., 2013
۶/۵-۰/۶ تن فسفر آزاد شده به ازای ۷۰۰-۱۰۰ تن تولید ماهی	باس دریایی و سیم دریایی	Tsagaraki et al., 2011
۷۱/۴٪ فسفر در غذای هدر رفته به عنوان ضایعات	مختلف	Islam, 2005
۴/۹ کیلوگرم فسفر هدر رفته به عنوان ضایعات به ازای تولید هر تن ماهی Salmon	آزاد اقیانوس اطلس	Strain & Hargrave, 2005
۴۱-۳۴ درصد فسفر در غذای هدر رفته به صورت فسفر محلول	مختلف	Pearson & Black, 2001
۸۲٪ فسفر در در غذای هدر رفته به عنوان ضایعات	آزاد ماهیان	Wu, 1995

انتشار فسفر در آبهای اقیانوسی و اثرات پرغذایی (nutrification) زیان آور همچنان به عنوان موضوع مطالعات پایش و مدل سازی در اکوسیستم های دریایی سراسر جهان مطرح می باشد (Buschmann et al.,, 2009)، همانطورکه برای نیتروژن محلول، نتایج اثرات مختلفی را در مناطق مختلف نشان می دهد. طی دو سال پایش مواد مغذی در مزارع Salmon در فلات Newfoundland هیچ تغییری در کیفیت آب ناشیاز تخلیه مزارع یافت نشد (Tlusty et al., 2005). Soto & Norambuena (۲۰۰۴)، ۲۹ جایگاه پرورش Salmon در شیلی را ارزیابی کردند و هیچ اثری از پرورش بر غلظت فسفر محلول که قابل مقایسه با مناطق مرجع باشد نیافتند. Schembri و همکاران (۲۰۰۲)، گزارش کردند که هیچ تغییرات سازگار یا معنی داری در کیفیت آب، از جمله سطوح فسفر محلول در عملیات پرواربندی ماهی تن در Malta رخ نداده است. به طور مشابه، نمونه برداری در مزارع پرورش ماهی مدیترانه نشان داد که هیچ افزایشی در فسفر محلول در مقایسه با مناطق مرجع وجود ندارد (Pitta *et al.*, 2005).

نتایج بررسی Huntington در سال 2006 بین دو مزرعه ی ماهی سالمون و ماهی دریایی سی باس نشان داد که بین ٪۶۲-۳۱ از نیتروژن و ٪۳۴-۱۱ از فسفر در خوراک بعنوان ته ماند قابل انحلال و ۲۲ گرم از نیتروژن و ۹/۵ گرم از فسفر بعنوان ته ماند ویژه به ازای هر ۱۰۰۰ گرم ماهی بالغ تولید می گردد (Olsen et al., 2008). مشخص نمودند که ٪۳۷/۳ نیتروژن و ٪۳۰/۷ از فسفر در خوراک در بدن ماهی پرورشی جذب می گردد و باقیمانده بعنوان ته ماند گمشده در محیط می باشد. آنها همچنین تغییرات غذادهی را که از یک قفس دارای ۱۰۰۰ تن ماهی سالمون که ۱۴ تن نیتروژن و ۵/۲ تن فسفر را بعنوان محصولات ته آبی تولید می نمایند را بعنوان مدل بررسی نموده (Braaten, 2007) و گزارش دادند که ٪۱۹ نیتروژن و٪۵۰ فسفر در خوراک ماهی سالمون در نهایت به شکل رسوب در ته ماند در محیط پرورش آن در انتهای قفس نشست می نماید. در اسپانیا، افزایش فسفر در ته ماند قفس های ماهی باس و ماهی سیم دریا یافت شد. آنان تغییرات و تفاوت معنی دار را در مقدار نیتروژن و فسفر در زیر و مجاور قفس مشاهده نمودند (Porrello, 2005 ;Gimenez et al.,2006). نتایج مطالعات حاکی از آن بود که فسفر در ته ماند نزدیکترین مکان به قفس بخصوص در فصل تابستان افزایش می‌یابد (Mantzavrakos, 2005; Dolence et al., 2007; Matijevic, 2008). مطالعه Apostolaki در سال (2007) از رسوبات در گیاهان دریایی نزدیک مزارع ماهی باس و سیم دریایی در یونان، اسپانیا و ایتالیا نشان داد که مقدار فسفر با افزایش فاصله از مزرعه کاهش می یابد. جریان نیتروژن در ته ماند در دو مزرعه ی ماهی سیم و ماهی تن دم زرد در ژاپن ۲/۵ بیشتر از مکان های مرجع در خارج از مزرعه بوده است که به دلیل حداقل بودن اختلاط عمودی در طول فرآیند غذادهی بوده است (Abery et al., 2005). با توجه به تحقیقات Olsen et al. (2006) مهمترین عوامل تاثیرگذار بر روی مواد غذایی ستون آب، کیفیت آب و اکوسیستم پلاژیک عبارتند از: میزان تجدید مواد غذای غیر ارگانیک، خصوصا نیتروژن در دریا و فسفر در آب شیرین، هیدرودینامیک منطقه و عمق قرارگیری قفس، میزان نزدیکی به خلیج یا مصب و تاثیر آب ورودی تازه به منطقه، تراکم پرورش ماهی و ضریب تبدیل غذایی در پرورش در قفس و پن، آب به طور آزادانه از محیط تورها عبور می‌کند و تراکم مواد غذایی به مقدار زیادی

تحت تاثیر هیدرودینامیک محل پرورش می‌باشد (Woo et al., 2002). همه مواد غذایی اضافی به محیط طبیعی باز می‌گردند و باعث افزایش مقادیر مواد غذایی محلول در آب می‌شوند که در نهایت باعث غنی شدن بستر محل پرورش می‌شود. اگر طبیعت با سرعت مناسب قادر به حذف این مواد غذایی نباشد، این مواد افزایش یافته و باعث ایجاد یوتروفی و تغییر محیط بنتوزی می‌شوند. غذا و مدفوع اضافی نسبت منابع غذایی در جریان خارج از مزرعه دریایی برتری خواهد داشت (Beveridge, 1987). پسماندهای بیولوژیکی که از رسوبات زیستی درون شبکه ای موجود خارج می گردد ممکن است در فرآیند غذادهی شرکت و تداخل نموده که البته این در مقایسه با فرایند غذادهی و مدفوع به نسبت کوچک خواهد بود. حجم کلی مواد غذایی مورد استفاده و همچنین بازده غذایی در قفس بستگی به تغییرات فاکتورهایی شامل اندازه ماهیان موجود، تعداد قفس، دانسیته موجود، نوع غذایی که مورد استفاده قرار می‌گیرد و نحوه مدیریت دارد (Holmer et al., 2005).

در مجموع و با توجه به نتایج بدست آمده از پرورش گوشتی فیلماهی و ماهی آزاد دریای خزر در قفس در دریای خزر داوری و قضاوت در مورد نتایج بدست آمده و ارزیابی اقتصادی آن با عنایت به اینکه هنوز یک دوره کامل پرورش ماهی در قفس که به ترتیب حدود ۳۰ تا ۳۶ و ۸ تا ۱۰ ماه بطول می‌انجامد اجرا نشده است، بسیار دشوار است. لذا بسیاری از اطلاعات فنی مورد نیاز نامشخص بوده و هزینه‌های مترتب با پروژه از جمله هزینه‌های استهلاک و هزینه‌های لوازم و تجهیزات پشتیانی کننده از یک سو و واکنش ماهیان نسبت به پرورش طی یک دوره کامل در تعامل با محیط و شرایط متفاوت فصول از سوی دیگر مشخص نگردیده است، لذا بسیاری از سئوالات و ابهامات در این زمینه همچنان باقی مانده که طی اجرای پروژه های مطالعاتی تکمیلی می‌بایست به آنها پاسخ داده شود، تا بتوان بر اساس آن دستورالعمل‌ها و فرآیندهای دانش بنیان لازم را برای احداث مزارع پرورش ماهی در قفس را ارائه نمود.

۵- نتیجه گیری نهایی

پرورش ماهی در قفس یکی از های نوین پرورش ماهی در جهان است که با توجه به ظرفیت‌های موجود در دریاها، پتانسیل خوبی را برای تولید ماهی فراهم آورده است. در این روش، ماهیان به راحتی با محیط جدید سازگار شده و گوشت ماهی تولیدی دارای کیفیت مناسب و مرغوبی می باشد. کشور ایران با داشتن نوار ساحلی طولانی در دریای خزر و همچنین دارا بودن گونه های بومی مناسب جهت پرورش، پتانسیل تولید بالایی در بخش پرورش ماهی در قفس دارد.

مهمترین بخش تولید ماهی در قفس مربوط به بخش تغذیه می‌باشد که بیش از ۶۰ درصد کل هزینه تولید را تشکیل می‌دهد، لذا جهت پرورش موفقیت آمیز ماهیان، لازم است تا شناخت درستی از نیازمندی های غذایی هر گونه و آنالیز مواد غذایی مصرفی در جیره غذایی انجام گیرد تا بتوان جیره متناسب با احتیاجات هر گونه تنظیم و تهیه نمود.

اکثر مشکلات مربوط به پرورش ماهی در قفس با تغذیه نامناسب ارتباط دارند. امروزه علم تغذیه به مرحله‌ای رسیده است که جیره های بالانس شده اختصاصی گونه‌های مختلف ساخته می‌شود. این جیره توسط کارخانه غذا سازی تهیه و در اختیار پرورش دهندگان قرار می گیرند. ماهیان پرورش در قفس در بسیاری از موارد از غذای طبیعی محروم هستند. بنابراین، این ماهیان باید غذایی کاملا بالانس شده با مقادیر کافی از پروتیین، چربی و انرژی که مقادیر آمینو اسید های ضروری، اسیدهای چرب ضروری، ویتامین‌ها، مواد معدنی و ترکیبات غذایی دیگر مانند مواد افزودنی (روغن، فسفولیپیدها، کارتنوئید ها) و مواد غیر تغذیه ای (بایندرها و انتی اکسیدانت ها و ضد قارچ ها) را در اختیار داشته باشند.

در تغذیه آبزیان، خوراک یا غذا باید دارای ویژگی های فیزیکی مناسب برای ماهی باشد تا مصرف غذا با حداقل هدر رفت مواد مغذی در آب صورت گیرد. خوراک ها را براساس رطوبت، ترکیب غذایی و شکل تقسیم بندی می کنند. امروزه، غذاهای خشک به دلیل سهولت دسترسی و تهیه، غذادهی با سرعت بیشتر، آلودگی کمتر محیط آبی، قابلیت انبارداری و حمل و نقل بهتر، بیشتر مصرف می‌شوند. غذاهای خشک به طور عمده به شکل پلت و با اندازه‌ها و ترکیبات گوناگون ساخته می‌شوند، البته اندازه گرانول‌های غذایی، نوع ترکیبات و مواد متشکله آن‌ها با توجه به نوع گونه ماهی مورد نظر و اندازه ماهیان متفاوت است.

بطورکلی، غذای خشک به سه شکل پلت های فرورونده، کمی فرورونده و یا شناور تولید می شود که برای ماهیان دریایی گوشتخوار، پلت های شناور یا کمی فرورونده که توانایی ایستادن در ستون آب را دارند، مناسب می باشد. پلت‌های شناور امکان این را بوجود می‌آورند که ماهیان زمان و فرصت کافی برای پیدا کردن غذا داشته باشند، اما پلت‌های فرورونده بسرعت از قفس گذشته و برای ماهیان غیرقابل دسترس می‌شوند.غذای شناور یا قوطه ور برای تغذیه ماهیان سردآبی در قفس مناسب می باشد. غذای شناور در حلقه قفس مهار می شود و به پرورش دهنده این امکان را می دهد تا ماهیان را بازدید کنند. با توجه شرایط دریای خزر بهتر است از غذای

اکسترود مجهز به هایژنایزر (آرام پز) که بخشی از آن در سطح آب مانده و بخشی از آن به آرامی در ستون آب به سمت پایین با حالت غوطه وری حرکت نموده (آرام ته نشین شونده) تا به مصرف ماهی برسد، استفاده نمود.

مقدار، تعداد و زمان غذادهی پارامترهای مهمی برای ارزیابی تغذیه ماهی محسوب می شوند. میزان غذادهی روزانه با توجه به درصد وزن بدن در هر روز تعیین می‌شود و تحت تاثیر فاکتورهای مهمی مانند اندازه ماهی، دمای آب و ترکیبات غذایی است. پارامترهایی مانند اشتهای ماهی، میزان اکسیژن محلول، بیماری ها، شرایط دریایی، اتفاقات استرسی (دستکاری، برداشت و غیره) نیز روی میزان غذادهی روزانه تاثیر دارد. غذادهی ماهیان به یکی از روش‌های معمول مانند تغذیه به روش دستی و یا بوسیله دستگاه‌های غذادهی مانند غذاده‌های تقاضایی، پرتابی و اتوماتیک انجام می شود، لذا لازم است تا در هنگام توزیع غذا، مدیر مزرعه به نکاتی مانند جریانهای آبی در قفس، باد، اشتهای ماهی، جریان های تلفیقی در قفس و نوع توزیع غذا توجه نماید تا از هدر رفت غذا جلوگیری گردد.

بر اساس تحقیقات به عمل آمده نوع غذادهی در سیستم قفس بستگی زیادی به کیفیت آب محل پرورش دارد. هرگاه آب شفاف و میدان دید ماهی در آب وسیع باشد غذادهی در ستون آب می‌تواند به جذب بهتر غذا و کاهش هدر رفت غذا در آب منجر شود. اما در مواردی که آب محیط پرورش کدر و شفافیت آن پائین می‌باشد، غذادهی در سطح آب پیشنهاد می‌گردد. ماهیان معمولا زمانیکه در طیف دمایی مطلوبشان قرار دارند طی ۱۰ تا ۳۰ دقیقه غذایشان را خواهند خورد، لذا باید از غذادهی بیش از حد اجتناب نمود تا از هدر رفتن غذا و سرمایه و نیز پائین آمدن کیفیت آب که در نهایت منجر به بروز استرس و بیماری در ماهیان می‌شود، اجتناب نمود.

با توجه به این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که در آب دریای خزر که محیط آن بیشتر کدر و شفافیت آن خصوصا در منطقه ساحلی محدود و بهتر است از غذای اکسترود که بخشی از آن در سطح آب مانده و بخشی از آن به ارامی در ستون آب به سمت پایین با حالت غوطه‌وری حرکت نموده (آرام ته نشین شونده) و به مصرف ماهی برسد.

با توجه به اکوسیستم حساس دریا، به منظور پیشگری از عوارض ناخواسته ناشی از مصرف انواع آنتی بیوتیک ها، لازم است از خوراک های حاوی پروبیوتیک و پری‌بیوتیک استفاده گردد. با توجه به فاصله قفس از خشکی لازم است غذادهی ماهیان موجود در قفس بایستی در زمان‌های مشخصی (ترجیحا ۶ صبح و ابتدای عصر) انجام شود.

در تولید خوراک ماهی، زمان انبار داری خوراک با توجه به مصرف آن متغیر است. خوراک های تولیدی به طور معمول باید چند روز پس از تولید مصرف گردند، اما در مقیاس تجاری، زمان مصرف خوراک معمولاً مشخص نیست. بطور کل، ذخیره خوراک بین چند روز تا چند هفته متغیر است، اما در مواردی ممکن است خوراک بین ۶-۴ ماه در انبار نگهداری شود که بستگی به مکان کارخانه، حجم خوراک مصرفی، دوری بین

مکان تولید خوراک و مکان مصرف دارد، لذا لازم است نگهداری خوراک در انبار، در مکان های خشک و دارای تهویه مناسب صورت گیرد تا مانع از قارچ زدگی، ترشیدگی چربی ها و ... گردد. همچنین اضافه نمودن مواد آنتی اکسیدان به میزان ۱۵۰-۱۰۰ گرم در تن در هنگام نگه داری غذاهای خشک از جمله موارد مهم خصوصا در پیشگیری بیماری لیپوئیدوز کبدی ماهیان دارای حایز اهمیت است.

منابع

- خدادای، ا. عرب زاده،پ. رسولی، سهراب. مرادپور، علیرضا. عابدیان امیری، آرمین. ۱۳۹۳. بررسی تلفات ماهیان قزل آلای رنگین کمان پرورشی مزارع Cage Culture (پرورش در قفس) سد حسنلو استان آذربایجان غربی. آسیب شناسی درمانگاهی دامپزشکی، دوره ۸، شماره ۲.
- شکوریان، م.، پورکاظمی، م. ، یزدانی، م.ع.، پیکران مانا، ن.، پورعلی، ح.ر.، پژند، ذ.، صادقی راد، م.، رمضانپور، ز.، چوبیان، ف.، معصوم‌زاده، م. و کاظمی، ر. ۱۳۹۲. بررسی امکان پرورش فیلماهی (*Huso huso*) در قفس در دریاچه سد ارسباران. گزارش نهایی پروژه موسسه تحقیقات شیلات ایران.
- شیرازی ج.غ.ر. ۱۳۷۹. پرورش ماهی در قفس ،معاونت تکثیر و پرورش آبزیان اداره کل آموزش و ترویج.
- شیرازی ج.غ.ر. ۱۳۸۵. پرورش آبزیان در قفس، نوشته مالکوم سی ام بوریچ، انتشارات معاونت تکثیر و پرورش آبزیان- اداره کل آموزش و ترویج سازمان شیلات ایران، ۳۸۴ صفحه.
- شیروانی، س.، فلاحتکار، ب.، علاف نویریان، ح .و عباسعلی زاده، ع.، ۱۳۹۲ . تاثیر اعمال دورهی طولانی مدت گرسنگی و محدودیت غذایی بر عملکرد رشد و ترکیب بدن در بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii* Brandt 1869). مجله علمی شیلات ایران، سال بیست و دوم، ۱۰۲- ۹۱.
- محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، صالح پور، م.، پورعلی، ح.، کاظمی، ر. ۱۳۸۳ .بررسی اثر دفعات غذادهی بر ویژگیهای رشد بچه فیلماهیان (*Huso huso*) پرورشی. مجله علمی شیلات ایران. ص ۱۵۹-۱۴۵.
- محسنی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی.، آق تومان، و. و پورکاظمی، م.، ۱۳۸۴. گزارش نهایی پروژه تشکیل و پرورش گله های مولد از مولدین پرورش یافته در کارگاههای تکثیر و پرورش (فاز اول: بیوتکنیک پرورش گوشتی فیلماهی). انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۳۳ صفحه.
- محسنی، م .، بهمنی ، م.، پورعلی، ح.، ارشد، ع.، علیزاده، م.، جمالزاد، ف.، محبوبی صوفیانی، ن.، حقیقیان، م. و زاهدی‌فر، م. ۱۳۸۵. تعیین احتیاجات غذایی فیلماهی از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۲۴۵ صفحه.
- محسنی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی ر. و حلاجیان، ع.، ۱۳۸۹. گزارش نهایی پروژه مطالعه امکان تولید گوشت، خاویار و بچه ماهی از تاسماهیان پرورشی (تاسماهی ایرانی، فیلماهی، شیپ و ازون برون). انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۳۴ صفحه.
- محسنی،م .، سپهداری، آ.، پورعلی، ح.، سیدحسنی،م. ح.، ارشد، ع.، علیزاده، م.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، زارع گشتی،ق.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م. و سجادی، م، م.، ۱۳۹۱. مطالعه پررش گوشتی فیلماهی (*Huso huso*) با استفاده از جیره های مختلف غذایی. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۱۱۴ صفحه.

- محسنی، م.، ستوده، م.،۱۳۹۲. اثرات سطوح مختلف سلنیوم جیره غذایی بر روند رشد و استرس اکسیداتیو بچه فیلماهی پرورشی تغذیه شده با سطوح بالای مس ، مجله علمی شیلات ایران، ص ۱۰۵-۱۰۴
- á Norði, G., Glud, R.N., Gaard, E. & Simonsen, K. 2011. Environmental impacts of coastal fish farming: carbon and nitrogen budgets for trout farming in Kaldbaksfjørður (Faroe Islands). Mar Ecol Prog Ser 431: 223-241.
- Abery, N.W., Sukadi, F., Budhiman, A.A., Kartamihardja, E.S., Koeshendrajana, S., Buddhiman & De Silva, S.S. 2005. Fisheries and cage culture of three reservoirs in West Java, Indonesia; a case study of ambitious development and resulting interactions. Fisheries Management and Ecology, 12: 315–330.
- Alston, D.E., Cabarcas, A., Capella, J., Benetti, D.D., Keene-Meltzoff, S., Bonilla, J. & Cortes, R. 2005. Environmental and social impacts of sustainable offshore cage culture production in Puerto Rican waters. Final report to the National Oceanic and Atmospheric Administration, Contract NA16RG1611.
- Anderson, D.M., Burkholder, J.M,, Cochlan, W.P. & Glibert, P.M. 2008. Harmful algal blooms and eutrophication: examining linkages from selected coastal regions of the United States. Harmful Algae 8: 39-53.
- Angradi, R.T. & Griffith, S.J. 1990. Diel feeding chronology and diet selection of Rainbow Trout (*Onchorhynchus mykiss*) in the Henrys fork of the snake River. Can. J. Fish Aquat. Sci. Idaho 47.
- Anras, M.L. B., Beauchaud, M., Juell, J.E., Coves, D. & Lagardere, J.P. 2001. Environment, factors and feed intake: rearing systems. In: Food Intake in Fish (Ed. by D. Houlihan, T. Boujar & M. Jobling), pp. 157-88. Blackwell, Oxford.
- Any, K.P. & Petrell, R.J. 1998. Pellet wastage and subsurface and surface feeding behaviors associated with different feeding systems in sea cage farming of salmonids, Aquaculture engineering, vol18(2): 95-115
- Apostolaki, E.T., Tsagaraki, T.T., Sapaki, M. & Karakassis, I. 2007. Fish farming impact on sediments and macrofauna associated with seagrass meadows in the Mediterranean. Estuar Coast Shelf Sci 75: 408−416.
- Ashouri, G., Yavari, V., Bahmani, M., Yazdani, M. A., Kazemi, R., Morshedi, V. & Fatolahi, M. 2013. The effect of short-term starvation on some physiological and morphological parameters in juvenile siberian sturgeon, *Acipenser baerii* (Actinopterygii: Acipenseriformes: Acipenseridae). ACTA ICHTHYOLOGICA ET PISCATORIA 43: 145-150.
- Avault, J.J.R. 1981. Prevention of fish diseases - some basics. Aquacult. Mag., 7(5): 40-1.
- Azodi, M., Ebrahimi, E., Farhadian, O. & Mahboobi Soofiani, N. 2013. Response of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) to short term starvation periods and refeeding. World Journal of Fish and Marine Sciences, 5: 474-480.
- Barrington, K., Ridler, N., Chopin, T., Robinson, S. & Robinson, B. 2010. Social aspects of the sustainability of integrated multi-trophic aquaculture. Aquaculture International 18:201-211.
- Beveridge, M.C.M. 1987. Cage Aquaculture. Fishing News Books LTD. Farnham, Surrey, England. 352 pp.
- Beveridge, M.C.M. 1996. Cage Aquaculture. 2nd Edition. Fishing News Books Ltd., Oxford. 346p.
- Beveridge, M. C. M. & Little, D. C. 2002. Aquaculture in traditional societies. In: Ecological Aquaculture (Ed. by B. A. Costa-Pierce), pp. 3-29. Blackwell, Oxford.
- Beveridge, M.C.M. 2004. Cage Aquaculture. 3rd ed., Blackwell publisher Co, Oxford, pp: 37-120.
- Black, D. & Love, R.M. 1986. The sequential mobilisation and restoration of energy reserves in tissues of Atlantic cod during starvation and refeeding. Journal of Comparative Physiology and Biochemistry 156: 469-479.
- Bond, C.E. 1996. Nervous and endocrine systems. In: Bond, C. E (ed.). Biology of fishes. Saunders College Publishing, Fort Worth, pp 241-258.
- Bouwman, L., Beusen, A., Glibert, P.M. & Overbeek, C. 2013. Mariculture: significant and expanding cause of coastal nutrient enrichment. Environ Res Lett 8: 26-44.
- Boujard, T., 2000. Effect of past nutritional history and fasting on feed intake and growth in rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*). Aquatic Living Resources, 13: 129-137.
- Braaten, B. 2007. Cage culture and environmental impacts. In: Bergheim A (ed) Aquacultural engineering and environment. Research Signpost, Kerala, p 49-91.
- Buschmann, A.H., Cabello, F., Young, K., Carvajal, J. & Varela, D.A. 2009. Salmon aquaculture and coastal ecosystem health in Chile: analysis of regulations, environmental impacts and bioremediation systems. Ocean Coast Manag 52: 243-249.
- Caruso, G., Denaro, M. G., Caruso, R., Mancari, F., Genovese, L. & Maricchiolo, G., 2011. Response to short term starvation of growth, haematological, biochemical and non specific immune parameters in

European sea bass (*Dicentrarchus* labrax) and blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). Marine Environmental Research 72: 46-52.

- Chua, T.E. & Tech, E. 1978. Effects of feeding frequency on the growth of young estuary grouper Epinephelus salmoides Maxwell, cultured in floating net cages. Aquaculture, 14：31-47.
- Chua, T.E. & Tech, E. 2002. Introduction and history of cage culture. In: Diseases and Disorders of Finfish in Cage Culture (Ed. by P. T. K. Woo, D. W. Bruno & L. H. S. Lim), pp. 1- 39. CABI Publishing, Wallingford.
- Cloern, J.E, 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. Mar Ecol Prog Ser 210: 223-253.
- Coche, A.G. 1982. Cage culture of tilapia. In: R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (Editors), The Biology and Culture of Tilapia. ICLARM, Manila, Philippines.
- Coche, A.G. 1978. The cultivation of fish in cages. A bibliography. FAO Fish.Circ. 150P.
- Cowey, C.B. & Stargent, J.R.M. 1972. The essential amino-acid requirements of the prawn, Palaemon serratus, The growth of prawns on diet ontaining proteins of different amino- acid compositions. Mar.Biol. 10:77-81.
- Davis, K.B. & Gaylord, T.G. 2011. Effect of fasting on body composition and responses to stress in sunshine bass. Comparative Biochemistry and Physiology. Part A 158: 30-36.
- Falahatkar, B. 2012. The metabolic effects of feeding and fasting in beluga Huso huso. Marine Environmental Research 82: 69-75.
- FAO/NACA. 1995. Regional Study and Workshop on the Environmental Assessment and Management of Aquaculture Development (TCP/RAS/2253). NACA Environment and Aquaculture Development Series No. 1. Network of Aquaculture Centers in Asia-Pacific, Bangkok: pp: 4-16.
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). 2012. Marine cage culture development in Asia – FAO. www.fao.org/ Special Session on Cage Aquaculture/Book.
- Furné, M., Morales, A. E., Trenzado, C. E., García-Gallego. M., Hidalgo, M. C., Domezain. A. & Sanz Rus. A. 2012. The metabolic effects of prolonged starvation and refeeding in sturgeon and rainbow trout. Journal of Comparative Physiology. Part B 182: 63-76.
- Galloway, J.N., Dentener, F.J., Capone, D.G. & Boyer, E.W. 2004. Nitrogen cycles: past, present, and future. Biogeochemistry 70: 153−226.
- Gao, L.J., Chen, L.Q. & Song, B. 2004. Effect of starvation and compensatory growth on feeding, growth and body biochemical composition in *Acipenser schrenckii* juveniles. Journal of Fisheries of China 28: 279-284.
- Guo, L. & LiZ, M. 2003. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. Aquaculture 226: 201-212.
- Guderley, H., Dutil, J.D. & Pelletier, D. 1996. The physiological status of Atlantic cod, Gadus morhua, in the wild and the laboratory: estimates of growth rates under field conditions. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 53: 550-557.
- Halver, J.E., & Hardy, R.W. 2002. Fish Nutrition. Academic Press, San Diego, CA, USA. 824P.
- Halwart, M. Soto, D. & Richard Arthur, J. 2007. Cage aquaculture regional review and global overview. 1st ed., Food and Agriculture Organization of the United Nation Publisher Co, Rome, pp: 1429.
- Harder, T. & Summertelt, R.C. 1996.Training walleye to formulated feed in cages. Pages 267-271 in R. C. Summertelt, editor. Walleye culture manual. NCRAC Culture Series 101. North Central Regional Aquaculture Center Publications Office, Iowa State University, Ames.
- Hilton, J.W., Cho, C.Y. & Slinger, S.J. 1981. Effect of extrusion, processing and steam pelleting diets on pellet durability , pellet water absorption and the Physiogical response of rainbow trout. Aquacalture, 25: 185-94.
- Hinch, S.G., Cooke, S.J., Healey, M.C. & Farrel, A.P. 2005. Behavioural physiology of fish migrations: salmon as a model approach. Fish Physiology 24: 239-295.
- Holmer, M. 2010. Environmental issues of fish farming in offshore waters: perspectives, concerns, and research needs. Aquacult Environ Interact 1: 57−70
- Holmer, M., Hansen, P.K., Karakassis, I., Borg, J.A. & Schembri, P. 2008. Monitoring of environmental impacts of marine aquaculture. In: Holmer M, Black K, Duarte CM, Marba N, Karakassis I (eds) Aquaculture in the ecosystem. Springer, Dordrecht, p 47-85.
- Huntington, T.C., Roberts, H., Cousins, N. & Pitta, V. 2006. Some aspects of the environmental impact of aquaculture in sensitive areas. Final report to the Directorate- General Fish and Maritime Affairs of the European Commission. Poseidon Aquatic Resource Management Ltd., Lymington.

- Hung, S.S.O. & Deng, D.F. 2002. Sturgeon, Acipenser spp. In: Nutrient requirements and feeding of Finfish for aquaculture (Webester, C.D.,ed.), CAB International, CABI publishing, pp. 344-357.
- Hung, S.S. O., Liu, W., Li, H., Storebakken, T. & Cui, Y. 1997. Effect of starvation on some morphological and biochemical parameters in white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. Aquaculture 151: 357-363.
- Hur, J.W. & Lee, J.Y. 2015. Body composition and compensatory growth in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, under different feeding intervals. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 10: 1-12.
- Husa, V., Kutti, T., Ervik, A., Sjøtun, K., Hansen, P.K. & Aure, J. 2014. Regional impact from fin-fish farming in an intensive production area (Hardangerfjord, Norway). Mar Biol Res 10: 241-252. Islam, M.S. 2005. Nitrogen and phosphorus budget in coastal and marine cage aquaculture and impacts of effluent loading on ecosystem: review and analysis towards model development. Mar Pollut Bull 50: 48-61.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature), 2007. Guide for the sustainable development of Mediterranean aquaculture. Interaction between aquaculture and the environment. IUCN, Gland.
- Jackson, D.A. 1988. Fish communities in lakes of the Black and Hollow River watersheds, Ontario. M.Sc. thesis, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.
- Jobling, M., Baardvik, B.M., Christiansen, J.S. & Jergensen, E.H. 1993.The effects of prolonged exercise training on growth performance and production parameters in fish. Aquaculture International, 1:95-111.
- Jobling, M.D., Covcs, B., Damsg, H.R., Kristiansen, J., Koskela, T.E., Pctursdonir, S., Kadri, O. & Gudmundsson, O. 2001. Tcchniqucsformcasuringfccdimakc. In Houlihan. D. T. Boujard & M. Jobling (eds). Food lnrnkc in Fish. Blackwell Science Ltd. London. 49-87.
- Juell, J.E., Bjordal, B.J. & Ferno, A. 1994. Effect of feeding intensity on food intake and growth of Atlantic Salmon, Salmo salar, in sea cage, Aquaculture Research, vol2(4): 453-464.
- Karydis, M. & Kitsiou, D. 2012. Eutrophication and environmental policy in the Mediterranean Sea: a review. Environ Monit Assess 184: 4931-4984.
- Kulkari, R.S. & Barad, V.S. 2015. Effect of Starvation on Haematological and Serum Biochemical Changes in the Fresh Water Fish, Notopterus Notopterus (Pallas). International Journal of Innovative Studies in Aquatic Biology and Fisheries, 1: 24-29.
- Liao, I.C. & Lin, C.K. 2000. Cage Aquaculture in Asia:Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia, pp. 21–37. Asian Fisheries Society, Manila, and World Aquaculture Society-Southeast Asian Chapter, Bangkok.
- Mantzavrakos, E., Kornaros, M., Lyberatos, G. & Kaspiris, P. 2005. Impacts of a marine fish farm in Argolikos Gulf on the water column and the sediment. In: Proc 9th Int Conf Environ Sci Tech, Rhodes Island, Greece, 1−3.
- Nash, C.E., Burbridge, P.R. & Volkman, J.K. 2005. Guidelines for ecological risk assessment of marine fish aquaculture. NOAA Tech Memo NMFS-NWFSC-71. US Dept of Commerce, NOAA, Seattle, WA
- Navarro, I. & Gutiérrez, J. 1995. Fasting and starvation. In: Hochachka, P.W., Mommsen, T.P. (eds.), Biochemistry and Molecular Biology of Fishes, vol. 4. Elsevier, New York, pp 393-433.
- NRC (national Research Council), 1982. Nutrient Requirement of Domestic Animals. Nutrient Requirement of Warmwater Fishes and Shellfishes, revised edn. National Academy Press,Washington,DC, 102PP.
- Nordvarg, L. & Håkanson, L. 2002. Predicting the environmental response of fish farming in coastal areas of the Åland Archipelago (Baltic Sea) using management models for coastal water planning. Aquaculture 206: 217-243.
- Olsen, Y., Agusti, S., Andersen, T., Duarte, C.M., Gasol, P., Gismervik, I., Heiskanen, A.S., Hoell, E., Kuuppo, P., Lignell, R., Reinertsen, H., Sommer, U., Stibor, H., Tamminen, T., Vadstein, O., Vaqué, D. & Vidal, M. 2006. A comparative study of responses in planktonic food web structure and function in contrasting European coastal waters exposed to experimental nutrient addition. Limnology and Oceanography, 51: 488-503.
- Pearson, T.H. & Black, K.D. 2001. The environmental impacts of marine fish cage culture. In: Black KD (ed) Environmental impacts of aquaculture. CRC Press, Boca Raton, FL, p 1-31.
- Petrell, R.J. & Ang, KP. 2001. Effects of pellet contrast and light intensity on salmonid feeding behaviours. Aquacultural Engineering, 25:175-186.
- Phuong, N.T. 1998. Cage culture of Pangasius catfish in the Mekong delta, Vietnam: Current situation analysis and studies for feed improvement. Unpublished Ph.D. dissertation, National Institute Polytechnique of Toulouse, France.
- Pillay, T.V.R. 1992. Aquaculture and Environment. Blackwell Scientific Publications Inc., Cambridge, England.
- Pitta, P., Apostolaki, E.T., Giannoulaki, M. & Karakassis, I. 2005. Mesoscale changes in the water column in response to fish farming zones in three coastal areas in the Eastern Mediterranean Sea. Estuar Coast Shelf Sci 65: 501−512.

- Pitta, P., Tsapakis, M., Apostolaki, E.T., Tsagaraki, T., Holmer, M. & Karakassis, I. 2009. Ghost nutrients, from fish farms are transferred up the food web by phytoplankton grazers. Mar Ecol Prog Ser 374: 1-6.
- Pittenger, R., Anderson, B., Benetti, D.D. & Dayton, P. 2007. Sustainable marine aquaculture: fulfilling the promise; managing the risks. Marine Aquaculture Task Force, Takoma Park, MD 53-59.
- Price, C., Kenneth D. Black, Hargrave., B., Morris, J.A. & Marine, J. 2015. cage culture and the environment: effects on water quality and primary production aquaculture environment interactions Aquacult Environ Interact Vol. 6: 151–174.
- Romanycheva, O.D. & Barybina, I.A. 1979. A study of behaviour of bester (a hybrid between beluga and sterlet sturgeons) and a mathematical model for fish feeding in cages. In: Proceedings of the 7th Japan-Soviet Joint Symposium on Aquaculture, pp.
- Schmitt, J. 1993. Reaction norms of morphological and life history traits to light availability in Impatiens capensis. Evolution, 47: 1654-1668.
- Schembri, P.J., Baldacchino, A.E., Mallia, A., Schembri, T., Sant, M.J., Stevens, D.T. & Vella, S.J. 2002. Living resources, fisheries and agriculture. In: Axiak V, Gauci V, Mallia A, Mallia E, Schembri PJ, Vella AJ, Vella L (eds) State of the environment report for Malta, 2002. A report to the Ministry for Home Affairs and the Environment, Santa Venera, Malta, p 162-346.
- Smith, I.P., Metcalf, N.B., Huntingford, F.A. & Kadri, S, 1993. Daily and seasonal patterns in the feeding behaivior of Atlabtic Salmon (Salmo salar) in a sea cage, Aquaculture, 117(1):165-178.
- Smith, I.P., Metcalfe, N.B. & Huntingford, F.A. 1995. The effects of food pellet dimensions on feeding responses by Atlantic salmon (*Salmon sala*r L.) in a marine net pen. Aquacalture, 130: 165-75.
- Stevens, C.G. 1996. Cage culture of walleye and its hybrids to food size. Pages 273-274 in- R.C. Summerfelt, editor. Walleye culture manual. NCRAC Culture Series 101. North Central Regional Aquaculture Center Publications Office, Iowa State University, Ames.
- Strademeyer, L. 1992. Appearance and taste of pellets influence feeding behaviour of Atlantic salmon. In: The Importance of Feeding Behavior for the Efficient Culture of Salmonid Fishes, ed. J.E. Thorpe and F.A. Huntingford, pp. World Aquaculture Society, 120: 21-28.
- Strain, P. & Hargrave, B. 2005. Salmon aquaculture, nutrient fluxes and ecosystem processes in southwestern New Brunswick. In: Hargrave BT (ed) Environmental effects of marine finfish aquaculture. Handbook of environmental chemistry, Vol 5M. Springer-Verlag, Berlin, p 29-57.
- Soto, D. & Norambuena, F. 2004. Evaluation of salmon farming effects on marine systems in the inner seas of southern Chile: a large-scale mensurative experiment. J Appl Ichthyol, 20: 493-501.
- Tacon A.G. and Cowey C.B., 1995. Protein and amino acid requirements In: Tytler, P., callow, P, (Eds.), FISH Energetic and New Perpectives. Croom- Helm, London, PP. 155-183.
- Tacon, A.G.J. & Halwart, M. 2007. Cage culture: a global overview, FAO Fisheries Technical Papers, No.498, Rome, 241pp
- Tett, P. 2008. Fish farm waste in the ecosystem. In: Holmer M, Black K, Duarte CM, Marba N, Karakassis I (eds) Aquaculture in the ecosystem. Springer, Dordrecht, p 1-46.
- Tian, L.X., Liu, Y.J., Yang, H.J. & Liang, G.Y. 2012. Effects of different dietary wheat starch levels on growth, feed efficiency and digestibility in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Aquaculture International, 20: 283-293.
- Tlusty, M.F., Pepper, V.A. & Anderson, M.R. 2005. Reconciling aquaculture's influence on the water column and benthos of an estuarine fjord a case study from Bay d'Espoir, Newfoundland. In: Hargrave BT (ed) Environmental effects of marine finfish aquaculture. Handbook of environmental chemistry, Vol 5M. Springer-Verlag, Berlin, p 115-128.
- Tsagaraki, T.M., Petihakis, G., Tsiaras, K. & Triantafyllou, G. 2011. Beyond the cage: ecosystem modeling for impact evaluation in aquaculture. Ecol Modell 222: 2512-2523.
- Wang, Y., Cui, Y., Yang, Y. & Cai, F. 2000. Compensatory growth in hybrid tilapia, Oreochromis mossambicus × O. niloticus, reared in seawater. Aquaculture 189: 101-108.
- Webster, C.D. & Lim. C. 2002. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing. 418P
- Woo, P.T.K. Bruno, D.W. & Lim, L.H.S. 2002. Diseases and Disorders of Finfish in Cage Culture. 1st ed. London: International CABI Publisher Co., pp: 38-125 .
- Wu, R.S.S. 1995. The environmental impact of marine fish culture: towards a sustainable future. Mar Pollut Bull 31: 159-166.
- Xiao, H., Zhu, X., Shi, X. T., Lu, X. B., Zheng, D. Z., Rao, J. & Jian, J.L., 2011. Compensatory growth and body composition in juvenile Chinese sturgeon *Acipenser sinensis* following temporary food deprivation. Journal of Applied Ichthyology 27: 554- 557.

Abastarct
Regarding the fish farming in cages, taking into account all nutritional requirements appropriate to the needs of aquaculture is essential in order to minimize damage to the environment and achieve maximum growth. Fish nutritionists should be aware about the analysis of ability to digest and absorb nutrients in the diet to prepare and adjust the diet according to the needs of aquaculture. Food must also have appropriate physical properties for food intake with minimal loss of nutrients in the water. Inadequate resources with low quality or energy consumption within food, reduced the growth performance and increased the excretion of nitrogen in the environment. Food must be designed so that the balance of minerals in food will help maintain osmotic pressure within the body of fish in salty water. Food requirements and efficiency of food conversion ratio (FCR) is variable by changing environmental conditions (dissolved oxygen, temperature, water quality, flow rate, light intensity ,day length). The fish of cages are feeding by floating pellets which have the ability to stand in the water column. The floating pellets allows the fish to have sufficient time and opportunity for finding food. But sinking pellets pass rapidly from the cage and are inaccessible to fish. According to the Caspian sea conditions is better the extruded food equipped with Hygenizer to be used that a portion of it remains on the water surface and part of it moves gently down with an immersion mode in the water column (Softly deposited) for fish consumption. The amount, number and time of feeding are important factors to assess the nutritional activities. In general, fish feed from dry food between 2 to 3 percent of their body weight. Food consumption was also varied due to the quality of the food and fish physiological factors such as age, size, stage of life and stress level. Fish food distribution being fed manually or by means of demand, launcher and automatic feeding. The farm managers should pay attention to the things like water flows in the cage, wind, fish appetite, consolidated flows in the cage during food distribution as well as food storage in dry places with proper ventilation system to prevent the growth of fungi and insects activities to prevent loss of food. Also, adding antioxidants to the 100-150 ppm when storing dry foods including the important cases particularly in prevention of fish liver *lipoidosis* disease is considered.

Keywords: cage culture, salmon, feeding, Caspian Sea

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute – Caspian Sea Ecology Research Center–International Sturgeon Research Institute

---

Project Title: Analyze the Types and Methods Suitable Nutrition in Intrducting a Variety of Fish Cages in the Southern Part of Caspain Sea
Approved Number: 14-32-12-9256-92007
Author: Mahmoud Mohseni
Project Researcher: Mahmoud Mohseni
Collaborator(s)*:* A. Matinfar, M. Hafeziyeh, M. Bahmani, S.M.V. Farabi, Sh. Dadgar, M.A. Yazdani, M. Shakorian, H.R. Pourali, M.H. Seed Hasani, H.Yeganeh, A. Nezami, Sh. Behmanesh, M. Sharifian, M.A. Pourgholam, A.H. Azari, H. Ramzani, Gh. Shikh, O.A. Asghari, H. Pourgholam
Advisor(s):-
Supervisor: -
Location of execution: Guilan & Mazandaran provinces
Date of Beginning : 2014
Period of execution : 2 Years & 4 Months
Publisher: Iranian Fisheries Science Research Institute
Date of publishing : 2017

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 Science Research Institute -Caspian Sea Ecology Research Center–
International Sturgeon Research Institute

Project Title:

Analyze the Types and Methods Suitable Nutrition in Intrducting a Variety of Fish Cages in the Southern Part of Caspain Sea

Project Researcher:

Mahmoud Mohseni

Register NO.
51828