

دانشگاه پیام نور

پرورش آبزیان (ماهی و میگو)

دکتر سیدافشین ناطقی شاه رکنی ستاره بدری

«امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.»^۱

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

۱. پیام مقام معظم رهبری به مناسبت آغاز هفته کتاب ۷۲/۱۰/۴

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

مقدمه ٲٲ

پیشگفتار یازده

فصل اول. اصول آبی پروری ٲ

هدف کلی ٲ

هدف‌های یادگیری ٲ

١-١ تاریخچه آبی پروری ٢

٢-١ هدف‌های آبی پروری ٥

٣-١ تولید جهانی آبیان ٥

٤-١ سیستم‌های پروری ١٠

١-٤-١ استخرهای آب جاری ١٤

٢-٤-١ سیستم‌های پروری بازچرخشی ١٥

٣-٤-١ پروری در مزارع برنج ١٥

٤-٤-١ پروری در قفس‌ها، تانک‌ها و محوطه‌هایی که درون آن آب جریان دارد ١٥

٥-٤-١ پروری ماهی در کنار پروری دام و طیور ١٦

٦-٤-١ پروری تک گونه‌ای یا مونو کالچر ١٦

٧-٤-١ پروری چندگونه‌ای یا توأم یا پلی کالچر ١٦

٨-٤-١ پروری اویسترها روی چارچوب آویزان در پایین بستر ١٧

٥-١ زیستگاه و چرخه زندگی ٢٧

٦-١ گونه‌های پروری ٣٥

١-٦-١ برخی ماهیان پروری در ایران ٣٥

٢-٦-١ برخی میگوهای آب‌های خلیج فارس ٥٣

۶۰	خلاصه فصل اول.....
۶۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول.....
۶۳	فصل دوم. اصول تکثیر و پرورش آبزیان.....
۶۳	هدف کلی.....
۶۳	هدف‌های یادگیری.....
۶۴	۱-۲ اصول تکثیر و پرورش آبزیان.....
۶۴	۱-۱-۲ انتخاب سایت پرورشی.....
۶۴	۱-۱-۲-۱ توپوگرافی و خاک منطقه.....
۶۵	۱-۱-۲-۲ منبع و کیفیت آبی.....
۶۷	۱-۱-۲-۳ دسترسی.....
۶۷	۲-۲ طراحی و ساخت استخر و مراحل آماده‌سازی استخر آبزیان.....
۶۹	۱-۲-۲ نمونه‌برداری از خاک.....
۷۰	۲-۲-۲ خشک کردن.....
۷۰	۳-۲-۲ شخم زدن بستر.....
۷۲	۴-۲-۲ آهک پاشی.....
۷۳	۵-۲-۲ کوددهی.....
۷۳	۶-۲-۲ آبیاری استخر.....
۷۴	۳-۲ سالن‌های هجری (تخم‌ریزگاه یا تفریخگاه) آبزیان.....
۷۶	۴-۲ انتقال تخم، لارو و بالغین در آبزیان.....
۷۸	خلاصه فصل دوم.....
۷۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم.....
۸۱	فصل سوم. تکثیر و پرورش آبزیان.....
۸۱	هدف کلی.....
۸۱	هدف‌های یادگیری.....
۸۱	۱-۳ تکثیر و پرورش آبزیان.....
۸۱	۱-۱-۳ تکثیر آبزیان.....
۸۳	۱-۱-۳-۱ تکثیر ماهیان سردابی.....
۸۴	۱-۱-۳-۲ تکثیر ماهیان گرمابی.....
۸۴	۱-۱-۳-۳ تکثیر میگو.....
۸۶	۲-۱-۳ پرورش آبزیان.....
۸۷	۱-۲-۱-۳ پرورش ماهیان سردابی.....
۸۸	۲-۲-۱-۳ پرورش ماهیان گرمابی.....
۸۸	۳-۲-۱-۳ پرورش میگو.....
۹۰	خلاصه فصل سوم.....
۹۰	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم.....

فصل چهارم. تغذیه آبزیان.....	۹۳
هدف کلی.....	۹۳
هدف‌های یادگیری.....	۹۳
۱-۴ تغذیه آبزیان.....	۹۳
۱-۱-۴ تغذیه و رفتارهای غذایی آبزیان.....	۹۳
۱-۱-۴-۱ تغذیه ماهیان سردابی.....	۹۵
۱-۱-۴-۲ تغذیه ماهیان گرمابی.....	۹۶
۱-۱-۴-۳ تغذیه میگوها.....	۹۶
خلاصه فصل چهارم.....	۹۷
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم.....	۹۸

فصل پنجم. بیماری‌های آبزیان.....	۹۹
هدف کلی.....	۹۹
هدف‌های یادگیری.....	۹۹
۱-۵ کلیات.....	۹۹
۲-۵ برخی بیماری‌های مهم ماهیان سردابی.....	۱۰۱
۱-۲-۵ بیماری‌های ویروسی ماهیان سردابی.....	۱۰۱
۱-۱-۲-۵ بیماری سپتی سمی هموراژیک.....	۱۰۱
۲-۱-۲-۵ بیماری فساد بخش‌های خون‌ساز.....	۱۰۲
۳-۱-۲-۵ بیماری فساد عفونی لوزالمعده.....	۱۰۲
۲-۲-۵ بیماری‌های باکتریایی ماهیان سردابی.....	۱۰۳
۱-۲-۲-۵ بیماری دهان قرمز روده‌ای یا یرسینیوزیس.....	۱۰۳
۲-۲-۲-۵ بیماری جوش قرمز یا استرپتوکوزیس.....	۱۰۳
۳-۲-۲-۵ بیماری فورونکلوزیس.....	۱۰۴
۳-۲-۵ بیماری‌های قارچی ماهیان سردابی.....	۱۰۴
۱-۳-۲-۵ بیماری ساپروولگنیازیس.....	۱۰۴
۴-۲-۵ بیماری‌های انگلی ماهیان سردابی.....	۱۰۵
۱-۴-۲-۵ بیماری کاستیازیس یا ایکتیوبودیازیس.....	۱۰۵
۲-۴-۲-۵ بیماری ایکتیوفتیریازیس (بیماری لکه سفید آب شیرین).....	۱۰۶
۳-۴-۲-۵ بیماری ژیروداکتیلوزیس.....	۱۰۶
۴-۴-۲-۵ بیماری چرخش.....	۱۰۷
۵-۴-۲-۵ بیماری آرگولوزیس.....	۱۰۷
۳-۵ برخی بیماری‌های مهم ماهیان گرمابی.....	۱۰۸
۱-۳-۵ بیماری‌های ویروسی ماهیان گرمابی.....	۱۰۸
۱-۱-۳-۵ ویرمی بهاره کپور ماهیان.....	۱۰۸
۲-۱-۳-۵ کویی هرپس ویروس.....	۱۰۸

۱۰۹.....	بیماری رثوویروس آمور..... ۳-۱-۳-۵
۱۰۹.....	بیماری‌های باکتریایی ماهیان گرمابی..... ۲-۳-۵
۱۰۹.....	سپتی سمی خونریزی دهنده باکتریایی..... ۱-۲-۳-۵
۱۱۰.....	بیماری‌های قارچی ماهیان گرمابی..... ۳-۳-۵
۱۱۰.....	بیماری برانکیومایکوزیس..... ۱-۳-۳-۵
۱۱۰.....	بیماری‌های انگلی ماهیان گرمابی..... ۴-۳-۵
۱۱۰.....	بیماری لکه سفید ماهی..... ۱-۴-۳-۵
۱۱۱.....	بیماری ناشی از سخت‌پوست لرنه آ..... ۲-۴-۳-۵
۱۱۱.....	بیماری دیپلوستومیازیس..... ۳-۴-۳-۵
۱۱۲.....	بیماری داکتیلوژیروزیس..... ۴-۴-۳-۵
۱۱۲.....	برخی بیماری‌های مهم میگوها..... ۴-۵
۱۱۲.....	بیماری‌های ویروسی میگو..... ۱-۴-۵
۱۱۲.....	بیماری سندرم لکه سفید میگو..... ۱-۱-۴-۵
۱۱۳.....	بیماری کله زرد یا سر زرد..... ۲-۱-۴-۵
۱۱۳.....	بیماری سندرم تورا..... ۳-۱-۴-۵
۱۱۴.....	بیماری نکروز عفونی پوستی و خونی..... ۴-۱-۴-۵
۱۱۴.....	بیماری (MBv) Monodon Baculovirus..... ۵-۱-۴-۵
۱۱۵.....	بیماری‌های باکتریایی میگو..... ۲-۴-۵
۱۱۵.....	بیماری ویبریوزیس..... ۱-۲-۴-۵
۱۱۵.....	بیماری‌های قارچی میگو..... ۳-۴-۵
۱۱۵.....	بیماری آفلاتوکسیکوزیس..... ۱-۳-۴-۵
۱۱۵.....	بیماری فوزاریوزیس..... ۲-۳-۴-۵
۱۱۶.....	بیماری‌های انگلی میگوها..... ۴-۴-۵
۱۱۶.....	بیماری انگل‌های گرگ‌ارین‌ها..... ۱-۴-۴-۵
۱۱۶.....	بیماری انگل هیرودینا..... ۲-۴-۴-۵
۱۱۷.....	خلاصه فصل پنجم.....
۱۱۷.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم.....
۱۱۹.....	پاسخنامه.....
۱۲۱.....	منابع.....

مقدمه

علوم شیلاتی مجموعه وسیعی از علوم هستند که به بررسی و شناسایی آبزیان، اکولوژی، تکثیر و پرورش، صید و بهره‌برداری، نگهداری، عمل‌آوری و فراوری آبزیان یا محصولات حاصل از آن‌ها می‌پردازد.

کتاب حاضر تلاشی همه‌جانبه در زمینه افزایش مطالب مرتبط با علوم شیلاتی است و هدف، کمک به علاقه‌مندان و دانشجویان رشته‌های شیلات، زیست‌شناسی دریا و محیط‌زیست است تا با استفاده از دستاوردهای موجود در این کتاب داشته‌های خود را افزایش داده و به ابهامات و سؤالات موجود در ذهن خود پاسخ دهند.

تمام تلاش ما نگارش کتابی به زبان ساده و روان بوده است تا تمامی خوانندگان بتوانند به راحتی با آن ارتباط برقرار کنند لذا سعی شده است از اصطلاحات علمی معمول و پر استعمال شیلاتی درون متن به همراه واژه‌های زبان اصلی در زیرنویس صفحات استفاده شده است.

با توجه به وجود آبزیان مختلف در صنعت آبی‌پروری جهان و نیز ایران، ماهی و میگو را به عنوان نمونه‌های پرکاربرد مورد استفاده در این کتاب انتخاب کرده و از آن بین، ماهی کپور از ماهیان گرمابی و ماهی قزل‌آلا از ماهیان سردمیزی و میگوهای ببری سبز و سفید هندی را به عنوان شاخص‌هایی از میگوهای حاضر در کتاب در نظر گرفته شده‌اند و معرفی آن‌ها، بیولوژی و اکولوژی، بررسی روند تکثیر و پرورش و نیز بیماری‌هایشان مورد اشاره قرار گرفته است.

یکی از مشکلات کتاب‌های اینچنینی محدودیت صفحات به لحاظ صبر و حوصله خواننده است لذا سعی شده است اطلاعات کاربردی و متداول‌تر ارائه شود. امید است مؤلفان، رسالتی را که در نگارش این کتاب بر عهده داشته‌اند به خوبی به سرانجام رسانده باشند و کتاب حاضر نهایت استفاده را برای خوانندگان داشته باشد.

با سپاس فراوان

دکتر سید افشین ناطقی شاه رکنی - ستاره بدری

زمستان ۱۳۹۸

پیشگفتار

با توجه به نیازسنجی که در مرکز تدوین کتب دانشگاهی در دانشگاه پیام نور دیده شده بود و ضرورتی که در فضای علمی موجود دیده شد تدوین این کتاب صورت پذیرفت. این کتاب برای دانشجویان رشته‌های شیلات، زیست‌شناسی دریا و محیط‌زیست تدوین شده است تا مقدمه‌ای برای کاوش‌های آینده و پویایی ذهن این عزیزان باشد.

مطالب و مندرجات موجود، براساس سرفصل مورد تائید کتاب‌های درسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری پایه‌گذاری شد و سعی شده، با اطلاعات به‌روز حوزه شیلاتی، پوشش و تکمیل شود.

انتخاب لفظ آبریان در عنوان کتاب به‌دلیل قرار گرفتن جنس‌ها و گونه‌های متخلف آبریان مورد استفاده در کتاب بوده است. درست است که مطالب مندرج این کتاب قادر به پوشش کامل گروه آبریان نیست ولی قرار گرفتن نمونه‌های شاخص موجود در آب‌های ایران در این کتاب می‌تواند برای همراهان حوزه شیلاتی اطلاعات طبقه‌بندی‌شده و مدونی را ارائه کند که اطلاعات تخصصی در خصوص برخی ماهی‌ها و میگوها را رخ نمایاند.

باشد که عزیزان همراه، ما را در ارائه نکات ناگنجانده و موردنیاز در چاپ‌های بعدی یاری دهند. در این راه از اساتید و دانشگاهیان عزیز یاری می‌طلبیم. جمع همه این اوصاف به‌آسانی میسر نیست و تجربه و ذوق فراوان می‌طلبد.

با سپاس فراوان

دکتر سید افشین ناطقی شاه رکنی - ستاره بدری

زمستان ۱۳۹۸

فصل اول

اصول آبی‌پروری

هدف کلی

آشنایی با صنعت آبی‌پروری است علمی که به پرورش آبزیان مختلف شامل جانوران و گیاهان آبی می‌پردازد و این مهم در طی سالیان طولانی به‌عنوان صنعتی پویا در تولید منابع مهم غذایی، حفظ ذخایر، اشتغال و اقتصاد به‌شمار رفته است. در این فصل ضمن پرداختن به تاریخچه این صنعت در جهان و ایران، اهمیت آن و میزان تولید جهانی را از نقطه‌نظر سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد مورد بررسی قرار داده است. همچنین تقسیم‌بندی‌های مختلف سیستم‌های پرورش آبزیان و انواع آن را ارائه داده است. معرفی برخی ماهیان پرورشی موجود در ایران و میگوهای خلیج فارس بخش انتهایی این فصل را شامل می‌شود.

هدف‌های یادگیری

از دانشجو انتظار می‌رود پس از مطالعه این فصل بتواند آگاهی لازم را در خصوص موارد ذیل کسب کند:

۱. آشنایی با تاریخچه آبی‌پروری صورت پذیرد.
۲. دسترسی به میزان صید و تولید در ایران و جهان روی دهد.
۳. با انواع سیستم‌های پرورشی آبزیان آشنا شود.
۴. برخی گونه‌های پرورشی آبزیان مورد معرفی و شناسایی قرار گیرد.

۱-۱ تاریخچه آبی پروری

به‌طور معمول به پرورش ماهی‌ها، «آبی پروری»^۲ می‌گویند که «دریازی پروری»^۳ نیز نامیده می‌شود. آبی پروری براساس تعریف FAO^۴ (سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد)؛ شاخه‌ای از صنعت است که هدف از آن پرورش آبزیانی نظیر ماهیان، میگوها، نرم‌تنان، گیاهان آبی، جلبکها و دیگر موجودات آبی جهت مصارف خوراکی و صنعتی است و شامل تکثیر و پرورش جمعیت‌های آب شیرین و آب شور تحت شرایط کنترل شده است که نوعی از دست‌کاری در روند پرورش به‌منظور افزایش تولید، تغذیه، تنظیم و حفاظت از ذخایر طبیعی و غیره است. آبی پروری از نقطه نظر آژانس علمی و فناوری ژاپن (JST)^۵ یک فرایند صنعتی است که در جهت بالا بردن موجودات آبی تا تولید نهایی تجاری آن‌ها با توجه به مناطق آبی، کنترل فاکتورهای محیطی و مدیریت چرخه زندگی موجودات صورت می‌پذیرد.

اولین شواهد تاریخی در این رابطه به ۶۰۰۰ سال پیش از میلاد بازمی‌گردد که بومی‌های منطقه ویکتوریای استرالیا به‌وسیله تله، گونه‌هایی از مارماهی را در کانال‌های منتهی به یک دریاچه سیلابی به دام می‌انداختند (Klinger et al., 2012)؛ اما آغاز صنعت آبی پروری به ۲۵۰۰ سال پیش از میلاد در چین بازمی‌گردد که به‌طور معمول از کپور ماهی معمولی^۶ به‌عنوان ابتدایی‌ترین این ماهی‌های پرورشی نام می‌برند و اولین بار در روم بود که ماهیان را در حوضچه پرورش دادند (FAO, 2009). دانشمند چینی «فان لی»^۷ در ۴۷۳ سال پیش از میلاد کتابی تحت عنوان «اصول رایج پرورش ماهی»^۸ نوشت که اولین کتاب در مورد پرورش ماهی در دنیا است و اولین تکثیر مصنوعی ماهی با قزل‌آلا در آب شیرین آغاز شد که به سال ۱۷۶۳ میلادی توسط «استفان لودویک یاکوبی»^۹ دانشمند آلمانی در کشور آمریکا بازمی‌گردد (Lu and Li, 2006).

اما در کل؛ بررسی مطالب چاپ شده در رابطه با تاریخچه آبی پروری نشان می‌دهد که حداقل ۴ نظریه در رابطه با شروع آبی پروری مطرح است (Hickling, 1962 and 1968):

-
1. Pisciculture or Fish Farming
 2. Aquaculture
 3. Mariculture
 4. Food And Agriculture Organization
 5. Japanese Resource Council, Science and Technology Agency
 6. *Cyprinus Carpio*
 7. Fan Li
 8. The Classic of Fish Culture
 9. Stephen Ludwig Jacobi

۱. **نظریه نعل اسبی شکل یا U شکل**^۱. این نظریه در اصل از آبی‌پروری در رودخانه‌های طبیعی و دارای جریان به‌ویژه در مناطق داخلی گرفته‌شده است. این رودخانه‌ها، در دوره‌های زمانی خاص و با توجه به توپوگرافی و جغرافیای طبیعی منطقه، با استفاده از منحنی‌ها و ساختارهای U شکل از جنس‌ها و اندازه‌های مختلف و به‌طور معمول سیم‌پیچی شده ایجاد می‌شدند که حکم محل زندگی آبیان را داشتند. باگذشت زمان و اثراتی که سیلاب‌ها بر این رودخانه‌ها وارد می‌کرد و همچنین تجمع موجودات زنده دیگر همراه با ماهیان، افزایش حاشیه رود نشینی، تغییرات فصلی آب‌وهوای منطقه، خشک‌سالی‌ها و ایجاد سدهای خاکی مانع استفاده از این روش و برداشت محصول در آن‌ها به‌صورت درازمدت شد.

۲. **نظریه گرفتن و نگه‌داشتن**^۲. ماهی و سایر محصولات آبی همیشه توسط حاکمان و امپراتوری‌های بزرگ اولیه در یک محیط خاص نگهداری می‌شدند. در این زمان‌ها، جهت تأمین آب شهرها، ایجاد مناطق تفریحی و حتی ایجاد مناطق دفاعی دور قلعه‌ها آب را به سمت‌های موردنظر خود هدایت می‌کردند. ازجمله مناطقی که آب‌گیری شدند مناطق تحت پرورش ماهی‌ها بودند اما با در نظر گرفتن تغییرات فصلی؛ برخی از ماهی‌های تحت پرورش در این آب‌های مصنوعی قادر به زنده ماندن و رشد نبوده و می‌مردند. لذا از گونه‌هایی بیشتر استفاده می‌شد که جان سالم به در برده و قابلیت رشد داشته باشند. باگذشت زمان کم‌کم این امر در صومعه‌های اروپا، امپراتوری‌های کشورهای درحال‌توسعه نیز رشد کرده و سراسر جهان را مشمول خود قرار داد.

۳. **نظریه تمرکز**^۳. در بسیاری از مناطق گرمسیری جهان که تحت تأثیر بادهای موسمی قرار می‌گیرند، در طول زمان بارندگی و ایجاد رودخانه‌هایی که با طغیان همراه‌اند؛ اگر حوزه آبریز گسترده و پهن باشد، موجب آب‌گرفتگی می‌شوند و تالاب‌های گسترده غنی از پوشش گیاهی و موجودات آبی، ازجمله ماهی ایجاد می‌کنند که زیستگاه مطلوب برای رشد و تولیدمثل در طول فصل سیلاب است. زمانی که فصل بارانی کاهش می‌یابد؛ آب در این مناطق نیز به‌تدریج فروکش می‌کند. این امر منجر به کاهش تمرکز ماهی‌ها می‌شود.

1. Oxbow Theory

2. Catch And Hold Theory

3. Concentration Theory

۴. نظریه دام و برداشت محصول^۱. درحالی که سه نظریه اول بیشتر به عنوان توسعه‌های موجود در سرزمین‌های داخلی آب شیرین مربوط هستند؛ نظریه چهارم از ویژگی‌های توسعه‌ای در آب‌های لب‌شور و مناطق دریایی تحت تأثیر نوسانات جزرومدی است. مناطق ساحلی معمولاً اطراف خلیج‌های کوچک، لاگون‌ها، استخرهای دائمی، مرداب‌های محصور و یا حتی کم تلاطم که به صورت دوره‌ای، کامل و یا جزئی تخلیه آب‌شده و تحت تأثیر حداقل جزرومد معمولی و یا شدید وجود دارند. جمعیت‌های ساکن در سواحل جزرومدی در مدت‌زمان طولانی متوجه شدند که این مناطق به‌طور منظم و طبیعی با ماهیان باله دار، سخت‌پوستان و حتی نرم‌تنان و دیگر منابع اقتصادی آبی در این آب پیداشده‌اند مواجه است. با این آگاهی، آن‌ها شروع به نصب دام‌هایی کردند که هنگام خروج این ماهیان و سخت‌پوستان که ممکن است توسط جریانات آب منطقه‌ای در طی یک جزرومد وارد دام شده و مسدود شده باشند.

اسطوره‌های ایرانی «جمشید» از پادشاه پیشدادی را نخستین فردی اعلام کرده‌اند که به پرورش ماهی پرداخت. ایرانیان باستان محل پرورش ماهی را «ماهی‌خانه» می‌نامیدند اما تاریخچه فعالیت رسمی تکثیر و پرورش آبزیان در ایران به سال ۱۳۰۶ هجری شمسی برمی‌گردد که با تکثیر ماهیان خاویاری در استان گیلان رسمیت بخشید. اولین کارگاه پرورش ماهیان سرد آبی (ماهی قزل‌آلا) در ایران در سال ۱۳۳۹ هجری شمسی در کرج و اولین مرکز تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی (ماهی کپور) به سال ۱۳۴۵ هجری شمسی در استان گیلان آغاز به فعالیت کردند (Noorhosseini and Bagherzadeh, 2012).

تاریخچه پرورش میگو نسبتاً طولانی است و به سال ۱۹۳۴ میلادی بازمی‌گردد، اما پرورش تجارتي آن به سال‌های ابتدایی دهه ۱۹۶۰ میلادی در ژاپن بر روی گونه میگوی ژاپنی^۲ بازمی‌گردد. در کشور آسیای جنوب شرقی مانند تایلند، فیلیپین، اندونزی، سنگاپور، مالزی و هند و نیز کشورهایی چون مکزیک، پاناما، کاستاریکا، اکوادور و پرو پرورش میگو رشد سریعی داشته است. در ایران پرورش میگو به سال ۱۳۷۱ در مرکز تکثیر و پرورش میگو در روستای کلاهی از توابع شهرستان میناب بازمی‌گردد که طی آن میگوی سفید هندی^۳ مورد پرورش قرار گرفت البته در حال حاضر پرورش در استان‌های خوزستان، بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان نیز در

1. Trap-And-Crop Theory

2. *Penaeus Japonicus*

3. *Penaeus Indicus*

حال انجام است البته استان‌های مازندران، گیلان، قم و یزد نیز تجاری در این زمینه دارند.

با قبول این واقعیت که پرورش آبزیان قدمت دیرین دارد؛ در برخی از مناطق جهان به‌عنوان یک صنعت نسبتاً جدید مطرح است.

۱-۲ هدف‌های آبی‌پروری

فعالیت‌های آبی‌پروری دارای هدف‌های کوتاه، متوسط و بلندمدت جهت تأمین امنیت غذایی، بهبود تغذیه، تولید درآمد اضافی و حفاظت از محیط‌زیست است که می‌تواند موجب پایداری اجتماعی و اقتصادی خانواده‌ها و جوامع نیز شود (FAO, 1996). آبزیان بسته به نوع گونه، یک منبع مهم پروتئین باکیفیت بالا و چربی‌های امگا ۳ هستند (FAO, 2018). امروزه پرورش موجودات زنده آبی بسیار موردتوجه قرار گرفته است که علت آن می‌تواند؛ افزایش هزینه‌های صید آبزیان، قیمت سوخت، نگرانی از کاهش آبزیان در اثر صید بی‌رویه، افزایش تقاضا، درآمدزایی، نیاز پروتئینی و غذایی بالا، اشتغال‌زایی، فعالیت‌های تفریحی و جذب توریست باشد.

گیاهان آبی، جلبک‌ها، پلی‌کیت‌ها، دوکفه‌ای‌ها (صدف مروارید ساز، صدف‌های خوراکی)، سخت‌پوستان (میگو، لابستر، دافنی، آرتیمیا)، خارپوستان (خیار دریایی)، ماهی‌ها (دهان گرد، غضروفی، استخوانی)؛ دوزیستان (قورباغه)، خزندگان (کروکدیل) و پستانداران (دلفین) از آن جمله هستند. در این بین؛ ماهی‌ها و میگوها با توجه به نیاز و طبع غذایی مردم بیشتر مورد توجه و تکثیر و پرورش قرار گرفته است که گونه‌های مورد توجه در هر منطقه به‌علت تفاوت در اقلیم، نوع آب، خاک، توپوگرافی، دسترسی و غیره متفاوت است.

۱-۳ تولید جهانی آبزیان

امروزه روند رو به افزایش رشد جمعیت و افزایش قابل‌توجه صید آبزیان کاهش ذخایر آبزیان را به دنبال داشته است بنابراین برای بازسازی ذخایر و دستیابی به برابری تولید و تقاضا و بهره‌برداری مناسب از ذخایر، چاره‌ای جز روی آوردن به پرورش آبزیان در محیط‌های قابل‌کنترل و همچنین تکثیر انواع ماهیان به‌منظور رهاسازی و بازسازی ذخایر نبود. پرورش ماهی شامل افزایش ماهیان تجاری در

تانک یا استخر است که معمولاً به عنوان مواد غذایی مورد استفاده قرار می گیرند البته در برخی موارد با آزادسازی ماهیان در محیط های طبیعی یا مصنوعی جهت ازدیاد ذخایر یا فعالیت های تفریحی همراه است. کپورماهیان، آزادماهیان، تیلپا، گریه ماهی از جمله مهم ترین ماهیان تجاری هستند که در سرتاسر جهان مورد پرورش قرار می گیرند. بیش از ۵۰ درصد از ماهی هایی که در سطح جهان توسط انسان ها مصرف می شود، پرورشی است که این مهم نسبت به سال ۱۹۹۵ تنها ۲۸ درصد افزایش یافته است و این روند رو به رشد همچنان ادامه خواهد یافت، زیرا آبی پروری نقش مهمی در تأمین ماهی برای مصرف کنندگان جهانی دارد (FAO, 2018). براساس آخرین گزارش سالانه سازمان جهانی شیلات و آبزیان؛ تجارت جهانی محصولات ماهی و ماهیگیری در دهه های اخیر به طور قابل توجهی گسترش یافته است. برای مثال در خصوص ماهی هایی که برای مصرف انسان ها استفاده می شوند این میزان از سال ۱۹۷۶ بیش از ۵۰۰ درصد افزایش یافته است (SOFIA^۱, 2016). افزایش تقاضا برای مصرف ماهی، منجر به صید بی رویه گسترده از محیط های طبیعی شده است؛ اما روند تولید آبزیان پرورشی در سال های اخیر به گونه ای بوده است که سعی در جبران کاهش ذخایر، صید بی رویه و پاسخ به تقاضای مصرف کننده بوده است (FAO, 2014) به گونه ای که میزان بازسازی ذخایر جهانی طی پرورش ماهی در سال ۲۰۰۸ را بالغ بر ۳۳/۸ میلیون تن به ارزش حدود ۶۰ میلیارد دلار اعلام کرده است (FAO, 2008) (شکل ۱-۱).

FAO (۲۰۱۲)؛ میزان آبی پروری در سال ۲۰۱۲ در کل جهان را حدود ۶۶/۶۳۳ میلیون تن برآورد کرده است که از آن میان ۲۴/۶۸۷ میلیون تن سهم آبی پروری در دریاها و ۴۱/۹۴۶ میلیون تن سهم آبی پروری در خشکی ها بوده است. در مجموع سهم گروه های مختلف آبی به شرح زیر است:

۴۴/۱۵۱ میلیون تن ماهی (۶۶/۲٪)

۱۵/۱۷۱ میلیون تن نرم تنان (۲۲/۸٪)

۶/۴۴۷ میلیون تن سخت پوستان (۹/۷٪)

۰/۸۶۵ میلیون تن دیگر آبزیان (۱/۳٪)

سهم قاره‌های مختلف دنیا در این میزان تولید نیز به شرح زیر است:

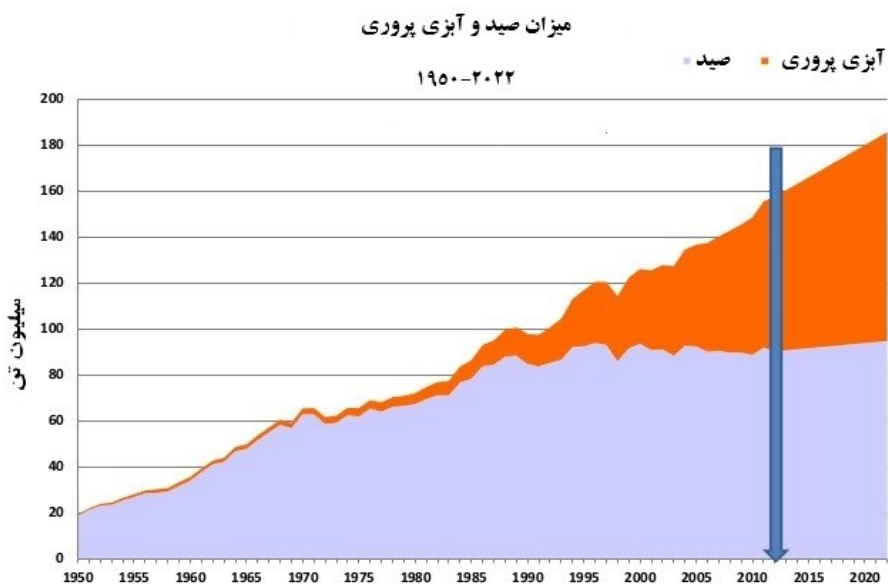
۵۸۸۹۵۷۳۶ تن آسیا (۸۸/۳۹٪)

۳۱۸۷۳۱۹ تن آمریکا (۴/۷۸٪)

۲۸۸۰۶۴۱ تن اروپا (۴/۳۲٪)

۱۴۸۵۳۶۲ تن آفریقا (۲/۲۳٪)

۱۸۴۱۹۱ تن اقیانوسیه (۰/۲۸٪)



میزان صید جهانی و آبی‌پروری						
۲۰۱۴	۲۰۱۳	۲۰۱۲	۲۰۱۱	۲۰۱۰	۲۰۰۹	
صید						
۱۱/۹	۱۱/۷	۱۱/۶	۱۱/۱	۱۱/۳	۱۰/۵	آبهای داخلی
۸۱/۵	۸۱/۰	۷۹/۷	۸۲/۶	۷۷/۹	۹۷/۷	دریاها
۹۳/۴	۹۲/۷	۹۱/۳	۹۳/۷	۸۹/۱	۹۰/۲	کل صید
آبی‌پروری						
۴۷/۱	۴۴/۸	۴۲/۰	۳۸/۶	۳۶/۹	۳۴/۳	آبهای داخلی
۲۶/۷	۲۵/۵	۲۴/۴	۲۳/۲	۲۲/۱	۲۱/۴	دریاها
۷۳/۸	۷۰/۳	۶۶/۵	۶۱/۸	۵۹/۰	۵۵/۷	کل آبی‌پروری
۱۶۷/۲	۱۶۲/۹	۱۵۷/۸	۱۵۵/۵	۱۴۸/۱	۱۴۵/۹	در مجموع

شکل ۱-۱. رابطه بین آبی‌پروری و صید از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴ (براساس میلیون تن) و پیش‌بینی تا ۲۰۲۲ (FAO, 2016).

طبق گزارش‌ها در سال ۲۰۱۶، در مجموع ۸۰ میلیون تن آبزیان خوراکی پرورشی (۲۳۱/۶ میلیارد دلار) و ۳۰/۱ میلیون تن جلبک‌های آبی (۱۱/۷ میلیارد دلار) در جهان تولید می‌شوند که آبزیان خوراکی پرورشی شامل ۵۴/۱ میلیون تن ماهی‌ها (۱۳۸/۵ میلیارد دلار)، ۱۷/۱ میلیون تن نرم‌تنان (۲۹/۲ میلیارد دلار)، ۷/۹ میلیون تن سخت‌پوستان (۵۷/۱ میلیارد دلار) و ۹۳۸/۵ هزار تن دیگر جانوران آبی (۶/۸ میلیارد دلار) مانند لاک‌پشت‌ها، خیارهای دریایی، قورباغه‌ها و عروس‌های دریایی خوراکی‌اند و محصولات غیرخوراکی (مروارید، صدف و غیره) ۳۷/۹ هزار تن معادل ۲۱۴/۶ میلیون دلار هستند (FAO, 2018). امروزه حدود ۴۸ میلیون نفر فقط در آسیا (۸۷ درصد کل جمعیت آسیا) در صنعت شیلات و آبی‌پروری مشغول به کار هستند که این تعداد با حدود ۱۷۰ میلیون نفر دیگر به طور مستقیم و غیرمستقیم در این زنجیره ارزشمند درگیر هستند (FAO, 2018) (جدول ۱-۱).

در سال‌های اخیر پرورش میگو نیز روند رو به رشدی داشته است از جمله دلایل مهم آن می‌توان به وجود پروتئین سرشار و مواد معدنی بی‌نظیر در گوشت میگو، کوتاه بودن زمان تکثیر و پرورش و امکان تولید پست لارو به تعداد انبوه، تقاضای روزافزون جهانی برای مصرف مواد پروتئینی و ارزآور بودن فروش لارو زنده و میگوی بالغ اشاره کرد. براساس گزارش FAO؛ کل میگوی تولیدی سالیانه طی پرورش در مزارع پرورشی در سال ۲۰۰۳ را بیش از ۱/۶ میلیون تن، در سال ۲۰۰۵ میلادی ۲/۵ میلیون تن و در سال ۲۰۰۶ میلادی ۳/۲ میلیون تن در سال برآورد کرده است. امروزه پرورش میگو یکی از سودآورترین صنعت‌های موجود در جهان است که احتمالاً به ذائقه و بازارپسندی آن بازمی‌گردد. به طور معمول پرورش میگوها در مناطق ساحلی و مناطق حرا روی می‌دهد. البته پرورش میگو باعث آسیب‌های زیست‌محیطی در برخی مناطق نیز می‌شود که در برخی موارد پرورش به دلیل مشکلات مختلف از جمله شیوع و تکرار بیماری در منطقه صرفاً در زمان‌های کوتاه و در چند سال صورت می‌پذیرد. حدود ۷۵٪ میگوهای پرورشی در کشورهای آسیایی به ویژه چین و تایلند و ۲۵٪ مابقی در کشورهای آمریکای لاتین تولید می‌شوند. به طور معمول صنعت پرورش میگو یک فعالیت صادراتی محسوب می‌شود؛ که با توجه به شرایط، بیشتر در کشورهای آسیا انجام گرفته و به کشورهایمانند ژاپن، ایالات متحده، اروپا و کانادا صادر می‌شود. بیشترین صادرکننده میگو در حال حاضر تایلند است (Klinger, et al., 2012).

جدول ۱-۱. ده گونه مهم ماهی پرورشی آب شیرین، آب لب‌شور و آب‌شور در جهان در سال ۲۰۱۲ (FAO, 2012)

تن	پرورش در آب شیرین	تن	پرورش در آب‌شور	تن	پرورش در آب لب‌شور
۴۳۳۷۱۱۴	کپور علفخوار ^۱	۱۴۲۱۶۴۷	آزادماهی اطلس ^۲	۳۶۷۷۶۹۱	هامور روغنی ^۳
۴۱۱۶۸۳۵	کپور نقره‌ای ^۴	۳۷۸۶۲۲	شوریده بزرگ زرد ^۵	۳۳۳۳۲۲	کفال سرپهن ^۶ خاکستری ^۶
۳۸۶۹۹۸۴	کپور هندی ^۷	۲۷۰۴۳۶	آزادماهی ^۸	۱۱۲۵۳۹	ماهیان دریایی ^۹
۳۴۴۴۲۰۳	کپور معمولی ^{۱۰}	۲۱۵۰۲۸	هامور روغنی	۱۰۷۴۸۹	تیلاپای نیل ^{۱۱}
۲۵۸۵۹۶۲	کپور سرگنده ^{۱۲}	۱۴۳۷۵۱	قزل‌آلای دریایی ^{۱۳}	۱۰۰۰۰۰	کپور ^{۱۴}
۲۲۱۷۷۹۸	کپور کاراسیان ^{۱۵}	۱۳۹۰۷۷	گیش ژاپنی ^{۱۶}	۴۹۲۳۴	سوف ^{۱۷}
۱۹۹۰۲۷۵	تیلاپای نیل	۱۱۸۲۱۲	سی باس سرطلایی ^{۱۸}	۳۴۱۲۳	گوبی مرمری ^{۱۹}
۱۳۰۵۲۷۷	گره‌ماهی ^{۲۰} پنگاس ^{۲۰}	۱۰۷۹۰۳	سی باس ژاپنی ^{۲۱}	۲۳۵۶۲	تیلاپیا ^{۲۲}
۱۱۶۷۳۱۵	کپور روهو ^{۲۳}	۱۰۲۵۳۸	سی باس اروپایی ^{۲۴}	۲۳۳۱۳	سی باس اروپایی
۱۰۸۰۲۴۱	ماهیان آب شیرین ^{۲۵}	۷۳۹۲۴	سی بریم نقره‌ای ^{۲۶}	۱۷۱۰۳	تیلاپای موزامبیک ^{۲۷}
† در آمار FAO گزارش نشده است					

1. Gross Carp
2. Atlantic Salmon
3. Greasy Grouper
4. Silver Carp
5. Large Yellow Croaker
6. Flathead Grey Mullet
7. Catla (Indian Carp)
8. Salmonids Nei†
9. Marine Fishes Nei†
10. Common Carp
11. Nile Tilapia
12. Bighead Carp
13. Sea Trout
14. Cyprinids Nei†
15. Crucian Carp
16. Japanese Amberjack
17. Barramundi
18. Gilthead Seabream
19. Marble Goby
20. Pangas Catfishes Nei†
21. Japanese Seabass
22. Tilapias Nei†
23. Roho Labeo
24. European Seabass
25. Freshwater Fishes Nei†
26. Silver Seabream
27. Mozambique Tilapia

اکثراً میگوهای پرورشی از خانواده Penaeidae هستند. فقط دو گونه میگوی پا سفید و میگوی ببری غول‌پیکر حدود ۸۰٪ از تمام میگوهای پرورشی را به خود اختصاص می‌دهند (جدول ۱-۲).

جدول ۱-۲. نه گونه میگو مهم پرورشی در جهان (FAO, 2008)

نام انگلیسی	نام عمومی	نام علمی	میزان تولید در سال ۲۰۰۵ (تن)
میگوی پا سفید	Whiteleg shrimp	<i>Penaeus vannamei</i> ^۱	۱۵۹۴۰۳۹
میگوی آب شیرین ببری	Giant tiger prawn	<i>Penaeus monodon</i>	۷۱۰۸۰۶
میگوی پتئوس	Penaeus shrimp – nei †	<i>Penaeus</i> spp.	۱۲۵۰۲۵
میگوی موزی آب شیرین	Banana prawn	<i>Penaeus merguensis</i>	۸۱۱۰۵
میگوی گوشتی آب شیرین	Fleshy prawn	<i>Penaeus chinensis</i>	۵۱۳۰۰
میگوی کروما	Kuruma prawn	<i>Penaeus japonicas</i>	۴۳۱۸۱
میگوی سفید هندی	Indian white prawn	<i>Penaeus indicus</i>	۳۱۸۷۵
میگوی متاپتئوس	Metapenaeus shrimp – nei †	<i>Metapenaeus</i> spp.	۱۴۶۰۰
میگوی آبی	Blue shrimp	<i>Penaeus stylirostris</i>	۳۱۷۰
† در آمار FAO گزارش نشده است			

۴-۱ سیستم‌های پرورشی

سیستم‌های آبی‌پروری براساس معیارهای مختلفی مورد دسته‌بندی قرار می‌گیرند:

الف) امکانات پرورشی (حوضچه‌ها، قفس، کانال دراز پشت سرهم، تانک، فضای باز، با چوب بامبو،...)

ب) تبادل آب (باز یا بسته).

ج) میزان تراکم (گسترده، نیمه متراکم، متراکم و فوق متراکم).

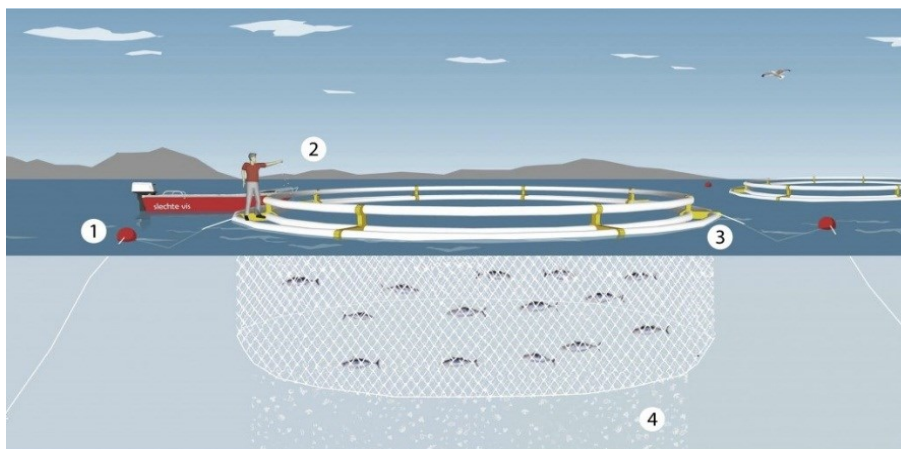
د) روش‌های کشت ماهی (تک کشت و توأم).

آبی‌پروری به لحاظ ارتباط فضای پرورشی با محیط و نحوه جابه‌جایی آب، به‌صورت سیستم‌های باز^۲، نیمه بسته^۳ و بسته^۴ تقسیم‌بندی می‌شوند (Klinger, et al., 2012).

1. Litopenaeus Vannamei
2. Open System
3. Semi-Closed System
4. Closed System

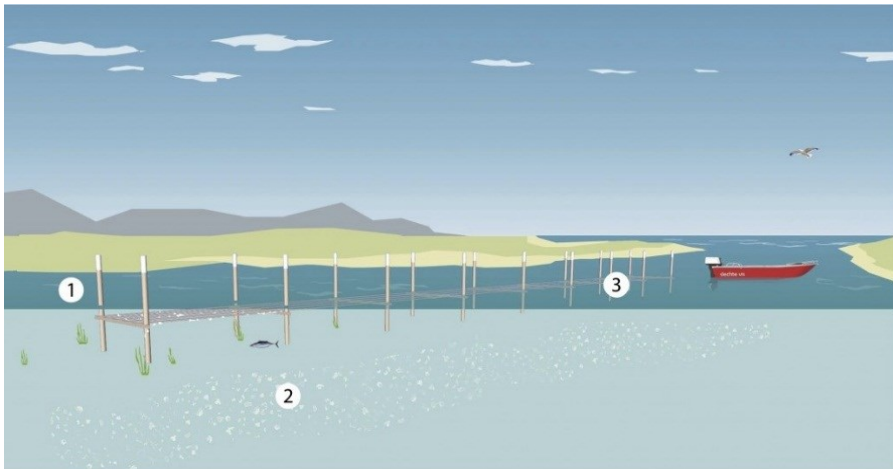
سیستم‌های باز آبی پروری؛ تولیدات کمی بیش از آنچه در طبیعت تراکم دارد را در برمی‌گیرد. به‌طور کلی، اینچنین سیستم‌هایی قدرت نگهداری کمی دارند. بستر در استخرهای نرم‌تان و سخت‌پوستان آبی^۱ کمتر قابل مدیریت است. در شروع چرخه پرورش، ماهیان انگشت قد یا لاروهای نرم‌تان و سخت‌پوستان آبی ذخیره می‌شوند؛ در انتهای دوره رشد، ماهی‌ها یا نرم‌تان و سخت‌پوستان آبی برداشت و به فروش می‌رسند. از جمله این نوع پرورش می‌توان به پرورش در قفس اشاره کرد (شکل ۱-۲ و ۳-۱).

سیستم‌های نیمه بسته آبی پروری؛ تراکم موجودات تولیدشده آبی بیش از طبیعت هستند؛ در نتیجه، نیازهای تولید بیشتر شامل مدیریت و سرمایه‌گذاری به‌صرفه‌تر است برای مثال تغذیه ماهی در یک حوضچه، قفس یا تور پرورشی و مدیریت پرورش نرم‌تان و سخت‌پوستان آبی را در برمی‌گیرد. این روش دارای پیچیدگی‌هایی است از جمله سیستم‌های پمپاژ آب، نحوه هوادهی کمکی یا مداوم و اضافه کردن غذاهای تجاری. در سیستم‌های پرورشی نیمه بسته بازچرخش آب صورت می‌پذیرد و همین امر موجب افزایش هزینه‌های تولید، از بین رفتن انرژی و افزایش پسماندهای تولیدی توسط آبزیان می‌شود. به‌طور معمول آبی پروران تمایل به استفاده از سیستم‌های پرورشی نیمه بسته دارند (شکل ۱-۴).



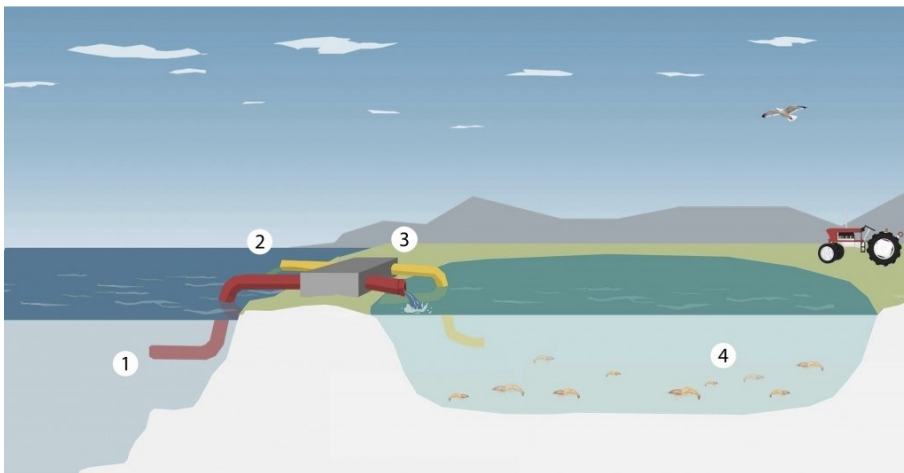
۱. نگهداری حالت مغلق قفس‌ها با لنگر
۲. اضافه کردن غذا جهت تغذیه ماهی‌ها
۳. توله‌های شناور برای شناوری قفس
۴. ریزش مدفوع و ضایعات ماهی از لایه‌ای شبکه‌های قفس

شکل ۱-۲. سیستم‌های آبی پروری باز (ماهی و میگو)



۱. رشد ماسل یا اویستر در چارچوب یا در قفس ۲. غذاگیری از آب ۳. سیستم های فیرغمال در خوربات و آب های آزاد

شکل ۱-۳. سیستم های آبی پروری باز (صدف و جلبک)



۱. ورودی آب از دریا ۲. خروجی آب و ضایعات به دریا ۳. پمپ ۴. این روش اغلب جهت میگوها استفاده می شود

شکل ۱-۴. سیستم های آبی پروری نیمه بسته

سیستم های بسته آبی پروری؛ فشرده گی و تراکم موجودات تولیدشده آبی در این سیستم ها بسیار بیشتر از طبیعت هستند؛ پرورش دهنده می بایست همه نیازهای بیولوژیکی موجودات زنده پرورشی را تأمین کند به عنوان مثال، جیره کامل مواد غذایی، هوادهی مداوم یا اکسیژن دهی، فیلتراسیون بیولوژیکی، مدیریت پسماندها. سیستم های