

## بررسی اثرات زیست محیطی آبی پروری در ایران

رضا ارجمندی

استادیار دانشکده محیط زیست و انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

عبدالرضا کرباسی

عضو هیات علمی دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

رکسانا موگویی

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست و انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

(عهده دار مکاتبات)

تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۰/۱

تاریخ دریافت: ۸۵/۷/۱۵

### چکیده

این مقاله به بررسی اثرات زیست محیطی آبی پروری در ایران می پردازد. در استفاده از آب به عنوان منبع تولید، توجه به دو اکوسیستم شکننده مانگرو و تپه های مرجانی ضروری است. در ایران ۷۰٪ بارش سالیانه از دسترس خارج و عدم استفاده کارا از ظرفیت باقی مانده نیز هزینه های زیست محیطی در بر دارد. در این پژوهش ظرفیت های توسعه، کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب با تاکید بر گونه پرورشی سردابی رایج در ایران ( قزل آلا) بررسی شده و اهمیت آبی پروری در ایجاد امنیت غذایی برای رشد جمعیت، افزایش اشتغال و افزایش تولید ناخالص ملی تبیین می شود. سپس راهکارهای توسعه پایدار آبی پروری مثل استفاده از فن آوری زیستی و روش های تلفیقی کشاورزی- آبی پروری مطرح گردیده و مدیریت تغذیه به عنوان عامل کاهش اثرات زیست محیطی معرفی و آلودگی سیال خروجی از استخرهای پرورش ماهی بررسی می شود. تصفیه سیال خروجی با استخرهای ته نشینی و هوادهی باکمپرسورهای هواده و سپس استفاده از استخرهای نهایی به عنوان راهکار کاهش اثرات سوء آبی پروری در محیط زیست تشریح می شود.

**واژه های کلیدی:** آبی پروری، زیست محیطی، میانگین رشد، مانگرو، تپه های مرجانی.

### مقدمه

در سازمان برنامه و بودجه، نهاد مربوطه تاسیس و بین سال های ۴۴ تا ۴۶، ۱۵ میلیون تخم چشم زده قزل آلا رنگین کمان وارد، تفریح و منجر به تولید و رهاسازی ۳ میلیون قطعه بچه ماهی قزل آلا به رودخانه ها و دریاچه های پشت سد ها گردید. طی همین سال ها تعدادی ماهی مولد قزل آلای خال قرمز ( بومی رودخانه های کرج، جاجرود و لار) به خصوص از رودخانه کرج صید و پس از تکثیر مصنوعی، بچه ماهیان تولیدی، به رودخانه های مناسب رها شدند. از سال ۱۳۴۴ بنا به تصمیم ایستگاه علمی ماهی شناسی فعالیت در زمینه تکثیر، پرورش، تغذیه و بیماری های ماهی آزاد و قزل آلا، ماهیان گرمابی، بومی، وارداتی و ماهیان زینتی آغاز و از سال ۱۳۶۸ وارد عرصه جدیدی از فعالیت ها شده است (۱).

آبی پروری در دو دهه اخیر بیشترین رشد را بین سایر بخش های تولید غذا نشان می دهد. بر اساس گزارش سازمان خوار و بار جهانی بین ۷۰ سیستم پرورشی، تنها منبعی است که بیشترین انگیزش را برای فقرزدایی دارد. از سوی دیگر فشار بر ذخایر دریایی و صید آبیان برای تامین غذا، گونه های فراوان دریایی را در معرض فشار و انقراض قرار داده است. توسعه آبی پروری علاوه بر تامین امنیت غذایی، در حفظ اکوسیستم های دریایی بسیار موثر است. در ایران بر اساس اسناد و مدارک موجود تا قبل از سال ۱۳۴۰ هیچ فعالیتی در زمینه تولید و پرورش ماهیان سردابی گزارش نشده است. در سال ۱۳۴۱ هم زمان با تصویب طرح ماهی دار کردن رودخانه ها و دریاچه های داخلی ایران

## روش تحقیق

در این تحقیق از روش مطالعات کتابخانه ای با استفاده از منابع داخلی و خارجی، اطلاعات مربوط به آبیاری پروری جمع آوری شد. در تابستان ۱۳۸۵ بخش عمده اطلاعات از سازمان شیلات ایران اخذ و سپس با مطالعات میدانی در چند استخر پرورش قزل آلا در استان لرستان برخی از پارامترهای اساسی پرورش از قبیل دمای آب و نوع تغذیه آبیاری بررسی شد. سپس اطلاعات مربوط به روند پیشرفت آبیاری پروری در نقاط مختلف جهان جمع آوری و تجزیه و تحلیل گردید. ضرورت توسعه این بخش در ایجاد امنیت غذایی و استفاده پایدار از منابع با استفاده از آمار و ارقام و رسم نمودارها بیان و روش های کاهش اثرات ناسازگار و کنترل آلودگی های زیست محیطی ارائه گردید.

## عوامل تولید در آبیاری پروری

در بررسی زیست محیطی منابع مورد استفاده در آبیاری پروری در محیط زیست دریایی ایران می توان به دو اکوسیستم شکننده مانگرو و تپه های مرجانی اشاره نمود. این اکوسیستم های آبی شکننده اهمیت طبیعی زیادی داشته و از چند طریق در سلامتی ناحیه ساحلی نقش اساسی دارند. تولید و چرخه مواد غذایی، ایجاد سطوح وابستگی برای ارگانسیم های دریایی، ایجاد بستر مناسب برای تخم گذاری ماهی ها، سخت پوستان و حلزون ها، ایجاد پناهگاه بین ریشه و شاخه های درختان مانگرو از نقش های مهم زیست محیطی این اکوسیستم ها است. سلامت جنگل های مانگرو برای انسان ها از نظر ماهیگیری تفریحی و تجاری و نیمه تجاری اهمیت دارد. حفاظت از خسارات ناشی از امواج و جریان های دریایی، پیشگیری از فرسایش و پایداری خط ساحلی با استفاده از سیستم ریشه ای خاص، از آثار زیست محیطی برجسته این جنگل ها است. تغییر در الگوهای کاربری با اثرات بلند مدت بر منابع همراه است. تبدیل جنگل های مانگرو به حوضچه های پرورشی در کاربری های دیگر سواحل از قبیل ماهیگیری اثرگذار بوده و تغییر در عادات طبیعی باعث تغییر در تنوع زیستی حیات آبی وابسته به مانگروها می شود. این تغییرات

اکولوژیکی می تواند منشا تغییرات اقتصادی اجتماعی باشد. تجمع مواد غذایی در زیر قفس های آبیاری پروری آثار منفی زیست محیطی به وجود می آورد. سیال خروجی از محل های آبیاری پروری، همراه زایدات سوخت و ساز، مواد غذایی مصرف نشده، پاتوژن ها و حتی گونه های گیاهی خودرو، در طبیعت شیمیایی و زیستی اکوسیستم ها تغییر ایجاد می کند. عملیات ساختمانی ایجاد حوضچه های پرورش ماهی در محیط زیست محلی تاثیر گذار است. بنابراین نیازمند ارزیابی اثرات زیست محیطی<sup>۱</sup> و پایش تغییرات اکوسیستم های آبی است (۲). در ایران تا شعاع ۱۵ کیلو متری از جنگل های مانگرو تاسیس مزارع پرورش ماهی مجاز نیست. استقرار این مزارع در نزدیکی تپه های مرجانی نیز ممنوع است.

## آب: ( ظرفیت های توسعه در ایران )

میزان بارش سالانه در ایران حدود ۴۰۰ میلیارد متر مکعب برآورد شده است که نزدیک به ۲۸۰ میلیارد متر مکعب آن یعنی ۷۰٪ به صورت تبخیر و تعرق از دسترس خارج می شود. نزدیک به ۲۵٪ از امکانات موجود آبی از طریق سدها مهار و کنترل می شود (۳). پارامترهای قابل بررسی در آب شیرین مناسب تکثیر و پرورش قزل آلا رنگین کمان عبارتند از:

**دما:** دمای بهینه برای رشد، ۱۵ درجه سانتی گراد و حد نهایی تحمل دما ۲۵/۷ درجه سانتی گراد است. ماهیان در دمای بالاتر از آن دچار مرگ و میر می شوند. دراستخرهای پرورشی بررسی شده در استان لرستان دمای آب در تابستان ۱۳ درجه سانتی گراد است. منبع آب مورد استفاده این استخرها چشمه می باشد.

**اکسیژن محلول:** نرخ مصرف اکسیژن ماهی بسته به گونه در محدوده ۲۰۰-۵۰۰ mg O<sub>2</sub>/kg/h قرار دارد. غلظت اکسیژن نباید از ۷۰٪ اشباع کمتر باشد. حداقل OD برای پرورش ماهیان سردآبی ۶ میلی گرم در لیتر در دمای بهینه رشد است. برای قزل آلا رنگین کمان از غلظت ۳ میلی گرم در لیتر مرگ و میر آغاز می شود (۴).

آمونیاک<sup>۱</sup> اندازه گیری می شود، که شامل دو نوع آمونیاک است. آمونیاک یونیزه نشده<sup>۲</sup> (NH<sub>۳</sub>) و یون آمونیوم (NH<sub>۴</sub><sup>+</sup>) آمونیاک یونیزه نشده برای آبیان سمی است.

$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$$

دما و pH زیاد ← دما و pH کم →

دما و pH آب بر نسبت NH<sub>۴</sub><sup>+</sup> تاثیر گذار است. در دما و pH کم واکنش ۱ از سمت چپ به راست پیش می رود و درصد فرم سمی آمونیاک (NH<sub>۳</sub>) کم می شود.

pH: محدوده ای بین ۵/۸ - ۶/۵ و در طلوع آفتاب به طور معمول بین ۸ - ۷ است. این در شرایطی است که آب تحت تاثیر آلاینده ها نباشد. تغییرات ناگهانی pH باعث مرگ و میر ماهیان می شود (معادل ۱/۷ واحد).

**محلول آمونیاک:** منبع اصلی آمونیاک در آب سیستم های پرورش ماهی یا آب خروجی استخرها، مدفوع ماهی است. آمونیاک توسط جانوران در متابولیسم پروتئین تولید می شود. توسط تجزیه شیمیایی (روش نسلر) کل نیتروژن

جدول ۱- درصد NH<sub>۳</sub> به عنوان تابعی از pH و دما (۵)

دما (°C)	pH				
	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱۰	۰/۰۱۸۶	۰/۱۸۶	۱/۸۳	۱۵/۷	۶۵/۱
۱۵	۰/۰۲۷۴	۰/۲۷۳	۲/۶۶	۲۱/۵	۷۳/۲
۲۰	۰/۰۳۹۷	۰/۳۹۶	۳/۸۲	۲۸/۴	۷۹/۹
۲۵	۰/۰۵۶۸	۰/۵۶۶	۵/۳۸	۳۶/۳	۸۵/۰
۳۰	۰/۰۸۰۵	۰/۷۹۹	۷/۴۵	۴۴/۶	۸۹/۰

BOD<sub>۵</sub>: ۱/۳ میلی گرم در لیتر  
 COD: ۱۰ میلی گرم در لیتر  
 قلیائیت (CaCO<sub>۳</sub>): ۱۸۱ میلی گرم در لیتر  
 هدایت الکتریکی: ۴۳۲  
 نیتريت (NO<sub>۲</sub>): کمتر از ۰/۵۵ میلی گرم در لیتر  
 آمونیاک (NH<sub>۳</sub>): کمتر از ۰/۰۳ میلی گرم در لیتر به طور ثابت  
 و کمتر از ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر به طور متناوب  
 آمونیوم (NH<sub>۴</sub><sup>+</sup>): ۱۲۵ میلی گرم در لیتر  
 SH<sub>۳</sub> (سولفید تیدرژن): کمتر از ۰/۰۰۲ میلی گرم در لیتر  
 کلر: کمتر از ۰/۳ میلی گرم در لیتر  
 مواد معلق: کمتر از ۲۰ میلی گرم در لیتر جهت بچه ماهیان  
 و کمتر از ۶ میلی گرم در لیتر جهت تخم در انکوباسیون  
 فسفر (P): ۱/۰ میلی گرم در لیتر  
 منیزیم: ۲۰ میلی گرم در لیتر  
 آهن: ۰/۱ میلی گرم در لیتر  
 مس: ۰/۶ میلی گرم در لیتر در آب های سخت و ۰/۰۰۶ میلی گرم در لیتر در آب های سبک  
 سولفات: ۰/۳ میلی گرم در لیتر

سمیت ناشی از TAN در pH و دمای بالا بیشتر است. این شرایط در نیمه تابستان در استخرهایی با تراکم زیاد مشاهده می شود. احتمال شکوفایی جلبکی نیز وجود دارد. در نیمه بعد از ظهر مقدار pH نزدیک ۹ می رسد. اگر مقدار TAN برابر ۴، دما معادل ۳۰ درجه سانتی گراد و pH معادل ۹ فرض شود، با توجه به جدول، آمونیاک یونیزه نشده ۴۴/۶٪ از کل (۴ میلی گرم در لیتر) و معادل ۱/۷ میلی گرم در لیتر خواهد بود. برای آزادماهیان غلظت آمونیاک یونیزه نشده نباید فراتر از محدوده ۰/۰۲ - ۰/۱۲۵ میلی گرم در لیتر شود. غلظت سمی آمونیاک یونیزه نشده برای قزل آلاهی رنگین کمان حدود ۰/۳۲ میلی گرم در لیتر است.

**سختی آب:** غلظت های سختی برای جانداران آبی مهم و وجود کلسیم و منیزیم برای تشکیل استخوان و فلس ماهی ضروری است. اساسی ترین جزء سختی کل، غلظت کلسیم است. کلسیم محیطی برای تنظیمات اسمزی بسیار ضروری است. محدوده مطلوب آن ۷۵ تا ۲۵۰ میلی گرم در لیتر و غلظت حد اقل آن ۲۰ میلی گرم در لیتر است (۶).  
 CO<sub>۳</sub>: غلظت مناسب ۲ میلی گرم در لیتر

1- TAN: Total Ammonia Nitrogen  
 2- UJA: Unionized Ammonia

جیوه: کمتر از ۰/۱ میلی گرم در لیتر

روی: کمتر از ۰/۱ میلی گرم در لیتر

کادمیوم: کمتر از ۰/۱ میلی گرم در لیتر

نیروی کار و وضعیت اشتغال: در سال ۱۳۸۳ تعداد ۸۰۰

نیروی کار در بخش ماهیان زینتی فعالیت داشته اند(۷).

تعداد شاغلین و پرورش دهندگان در سال های ۱۳۸۳-

۱۳۷۴ در ایران به شرح جدول ۲ است

جدول ۲- تعداد پرورش دهندگان و صیادان شاغل در منابع آبی در ایران(۸) ارقام: نفر

شرح	۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲
تعداد پرورش دهندگان و صیادان در منابع آبی	۱۱۰۰۴	۱۱۶۳۰	۱۰۲۵۰	۱۶۶۶۱	۱۹۸۷۲	۲۳۵۸۱	۲۰۱۵۰	۲۰۲۴۰	۱۷۰۹۵

با توجه به جدول ۲ بیشترین رشد سالانه اشتغال با رقمی معادل ۶۲/۵٪ در سال ۱۳۷۷ و کمترین رشد سالانه در سال ۱۳۸۲ با ۱۵/۵٪ - مشاهده می شود. میانگین رشد سالانه اشتغال در فاصله سال های ۸۲ - ۷۴ ، ۸/۰۹٪ است.

**مواد غذایی مورد نیاز و غذا دهی:** مدیریت تغذیه مهمترین عامل در بهینه سازی استفاده منابع در آبی پروری است و اثرات ناسازگار زیست محیطی را به حداقل می رساند.

منابع، هزینه های تغذیه و ترکیبات مواد غذایی در کارایی اقتصادی سیستم تولید موثر است. در فرایند آبی پروری، سهولت دسترسی و اقتصادی بودن استفاده از غذای آبزیان از عوامل مهم تولید است. نهاده های سهم تاثیرگذار که غذا مهمترین آن هاست (بیش از ۵۰٪ از هزینه های تولید به غذا اختصاص می یابد)، در داخل کشور تولید می شود و صنایع مرتبط به آن داخلی است. پیش بینی می شود تا پایان برنامه چهارم بیش از ۱۲۰۰۰۰ تن خوراک انواع آبزیان در داخل مورد مصرف قرار گیرد و امکان صادرات آن نیز فراهم آید. (۹). کاربرد فن آوری زیستی در آبی پروری بر افزایش نرخ رشد، افزایش مقاومت در برابر بیماری ها، تولید ذخایر نازا و افزایش بردباری فیزیکی محدوده های زیست محیطی، تاکید دارد.

ارزیابی های مربوط به ایمنی از قبیل ارزیابی ریسک قبل از تولید گونه های جدید و یا غیر بومی یا محصولات مدرن فن آوری زیستی ضروری است. تولید ذخایری که نسبت به برخی عوامل بیماری زا مصون هستند و یا نسبت به عوامل بیماری زای ویژه ای مقاوم هستند، در کنترل

بیماری ها موثر است(۱۰). از فن آوری زیستی در کشف و ایزولاسیون ویروس ها و باکتری ها ی مولد بیماری برخی گونه ها استفاده می کنند. وضع استانداردهای ارزیابی کیفی وضعیت سلامت گونه های مورد پرورش از راهکارهای اساسی مدیریت بیماری ها در آبی پروری است.

باکشتاب ورزی می توان تازه ترین ماهی را در همه نقاط کشور عرضه گردد. در مواردی از قبیل برداشت خاک در مصارف جاده سازی یا ساختمانی و ایجاد استخر های آب شیرین در محل یا در زمین هایی که به دلیل شوری یا فقر مواد غذایی قابل کشت نیست از روش تلفیقی می توان استفاده نمود. آبی پروری - کشاورزی تلفیقی از دستاوردهایی است که در راستای تامین امنیت غذایی و افزایش سلامت جامعه با توسعه یافتگی روستاها به کار گرفته می شود(۱۱).

#### وضعیت تولید و مصرف در ایران

میانگین رشد سالانه آبی پروری در فاصله سال های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۳ معادل ۱۲٪ و به عبارت دیگر میزان آبی پروری در ایران در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۷۴ ، ۱۱۱٪ رشد یافته است. بیشترین تولید ماهیان سردابی در استان های چهارمحال و بختیاری، لرستان و گیلان و بیشترین تولید ماهیان گرمابی در استان های مازندران، گیلان و خوزستان انجام می شود. میزان تولید در آبی پروری در سال های مذکور به شرح جدول ۳ می باشد.

1- SPF: Specific Pathogen Free

2- SPR: Specific Pathogen Resistance

جدول ۳ - میزان آبی پروری به تفکیک گروه گونه ای در سال های ۱۳۸۳-۱۳۷۴ در ایران (۸) ارقام : تن

شرح	۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳
پرورش ماهیان گرمابی	۲۶۸۶۴	۲۷۹۱۶	۲۷۱۸۳	۲۷۳۷۴	۲۳۰۰۰	۲۷۵۰۰	۲۸۰۶۰	۵۴۸۰۱	۶۱۰۸۴	۶۵۴۰۰
پرورش ماهیان سردابی	۱۵۰۰	۱۹۰۰	۲۵۱۴	۴۹۹۴	۷۰۰۰	۹۰۰۰	۱۲۱۷۰	۱۶۰۲۶	۲۳۱۳۸	۳۰۰۰۰
پرورش میگو	۱۳۶	۱۶۳	۵۲۳	۸۶۹	۱۸۰۰	۴۰۱۰	۷۶۳۰	۵۹۹۰	۷۴۹۲	۸۹۳۰
برداشت از منابع آبی طبیعی و نیمه طبیعی	۳۰۵۰۰	۳۵۰۲۱	۳۴۷۸۰	۳۸۷۶۳	۳۶۰۰۰	۲۵۴۹۰	۲۵۷۸۵	۱۳۰۱۰	۱۸۴۶۱	۲۰۲۳۰
جمع	۵۹۰۰۰	۶۵۰۰۰	۶۵۰۰۰	۷۲۰۰۰	۶۷۸۰۰	۶۶۰۰۰	۷۳۶۴۵	۸۹۸۲۷	۱۱۰۱۷۵	۱۲۴۵۶۰

آبزیان در کشورهای توسعه یافته ۲۵ کیلوگرم، در کشورهای درحال توسعه ۹ کیلو گرم و در ایران ۶/۷ کیلو گرم است. ضروری است سرانه مصرف آبزیان در کشور تا پایان برنامه چهارم توسعه به ۱۰ کیلوگرم برسد (۱۲).

بیشترین رشد سالانه در سال ۱۳۸۲ با ۲۲/۶۵٪ و کمترین رشد در سال ۱۳۷۸ با ۵/۸٪- مشاهده می شود. از سال ۱۳۸۱ برداشت از آب بندان های اصلاح شده به تولید ماهیان گرمابی اضافه شده است. مصرف سرانه

جدول ۴ - میزان مصرف سرانه انواع آبزیان در سال های ۱۳۸۳-۱۳۷۴ در ایران (۸) (کیلوگرم)

شرح	۱۳۷۳	۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳
مصرف سرانه	۴	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۶	۵	۵	۵	۵/۲	۶/۲	۶/۷

$BOD_5$ : با افزایش BOD از میزان اکسیژن محلول در آب کاسته می شود.

**مواد دفعی نیتروژن دار:** مواد دفعی نیتروژن دار ناشی از ماهی و ترکیبات حاصل از آن در آب عبارتند از:

- آمونیاک
- آمونیوم
- نیتريت
- نیترات

بعد از اکسیده شدن پروتئین ها ، آمونیاک یکی از ابتدایی ترین ترکیبات زاید سوخت و ساز بدن ماهی می باشد. اگر غذای ماهی حاوی ۵۰-۴۰ درصد پروتئین (وزن خشک) باشد، مقدار زیادی آمونیاک در بدن ماهی تولید می شود. آمونیاک در آب به آمونیوم ، نیتريت و نیترات تبدیل می شود. آمونیاک توسط آبشش های ماهی دفع می گردد. این ماده در غلظت های پایین نیز بسیار سمی و بیشترین تاثیر آن بر روی آبشش ها می باشد. زیاد بودن غلظت آمونیاک در آب باعث کاهش میزان دفع این ماده از آبشش ها می شود. کمبود آمونیاک در آب نیز باعث کاهش رشد ماهی و کم شدن مقاومت آن در مقابل عفونت

با توجه به جدول ۴ رشد سالانه مصرف سرانه آبزیان در سال ۱۳۸۲ با ۱۹/۲٪ بیشترین میزان و در سال های ۱۳۷۵، ۱۳۷۶، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ ثابت باقی مانده است. میانگین رشد سالانه مصرف سرانه آبزیان در فاصله سال های ۱۳۸۳ - ۱۳۷۴، معادل ۵/۵٪ می باشد.

#### مواد زاید ناشی از متابولسیم ماهی

**مواد معلق:** با توجه به رژیم غذایی ماهی قزل آلا که شامل مقادیر زیادی پروتئین، چربی و هیدرات کربن است، مواد دفعی ماهی نیز شامل مواد نیتروژن دار، چربی دار و قند دار هضم نشده می باشد. حجم ماده دفعی ، به نوع تغذیه ( تر، خشک، مرطوب) ، میزان غذای مصرفی ماهی و کیفیت غذا بستگی دارد. تجمع مواد دفعی در استخر ، به پارامترهایی نظیر کمبود سرعت آب و افزایش زمان توقف آب بستگی دارد. مواد دفعی ماهی از طرفی سبب افزایش BOD و از طرف دیگر سبب کاهش اکسیژن محلول در آب می شود. این مواد سبب افزایش باکتری های محلول در آب گشته و با اثر سوء بر روی پوست و برانش های ماهی، موجب ضعیف شدن و بیماری ماهیان می گردد(۴).

الف: برای جداسازی مواد معلق و خروج آن ها به منظور جداسازی، آب باید از مراحل زیر عبور کند:

۱- آشغالگیر: عبارت است از یک سری میله های فولادی با سطح مقطع دایره ای به قطر ۳۰ - ۱۶ میلی متر و یا تسمه های فولادی با سطح مقطع مستطیل به پهنای ۸۰ - ۳۰ میلی متر و ضخامت ۲۰ - ۱۰ میلی متر که به صورت موازی و عمودی و یا با شیب ۱ به ۲ تا ۱ به ۳ در کانال خروجی مزرعه در ۲ ردیف قرار دارند. فواصل بین میله های ردیف اول ۱۵ - ۱۰ میلی متر و بین میله های ردیف دوم ۸ - ۶ میلی متر می باشد. برای محاسبه عرض کانال در محل آشغالگیر با توجه به مجموع ضخامت میله های آشغالگیر که ۷۵ تا ۸۵ درصد از سطح مقطع جریان را کم می کند، عرض کانال در محل کارگذاری شبکه های آشغالگیر پهنای بیشتری دارد. سرعت جریان آب خروجی در محل آشغالگیر باید بین ۱/۵ - ۰/۶ متر در ثانیه باشد. وجود یک سر ریز اضطراری لازم است، ارتفاع سر ریز کانال انحرافی ۱۰ سانتیمتر بالاتر از حداکثر ارتفاع مجاز برای پساب در نظر گرفته می شود. سرریز را با کمک شبکه آشغالگیری که فاصله میله های آن ۳۰ - ۲۰ میلی متر است تجهیز می کنند. در انتهای بالایی هر آشغالگیر بایستی پل پیاده رو با پهنای ۰/۸ متر جهت جمع آوری آشغال ها پیش بینی نمود. عمل جمع آوری آشغال ها به وسیله پمپ سیار ۱ اینچ صورت می گیرد.

۲- استخر های ته نشینی شامل دو نوع استخر می باشد:  
الف- استخر ته نشینی اولیه  
ب- استخر ته نشینی ثانویه یا نهایی  
ابعاد استخر ته نشینی اولیه ۵ - ۳ × ۵ × ۳۰ ( ارتفاع، عرض، طول ) حد اقل ارتفاع ۲ متر و در قسمت خروجی ۵ - ۳ متر و به طور متوسط ۳/۶ متر انتخاب می کنند. شیب کف از ورودی به خروجی ۱٪ تا ۳٪ انتخاب می شود.

**تقسیم بندی فضای درونی استخر ته نشینی:**

الف: در منطقه ورودی آب خروجی مزرعه به استخر با استفاده از دیوار آرام کننده سرعت ( با فاصله ۹۰ - ۶۰ سانتیمتر)، از تلاطم آب کاسته می شود و پخش آن به

ها می گردد. اثرات سمی ازدیاد آمونیاک در آب اگر با عوامل دیگری مثل آلودگی آب و کمبود اکسیژن نیز همراه شود بسیار خطرناک تر می شود. درجه تحمل آزاد ماهیان نسبت به آمونیاک و آمونیوم به شرح زیر است:

**آمونیاک و آمونیوم:** برای ماهی های کوچک، ۰/۴ - ۰ میلی گرم در لیتر و برای ماهیان بزرگ، ۰/۲ - ۰ میلی گرم در لیتر و آمونیوم برای همه گروه ها، ۰ تا ۱۲۵ میلی گرم در لیتر است. باکتری ها نیز با تجزیه بقایای مواد غذایی، مقادیر زیادی آمونیاک تولید می کنند. بنابراین باید از تجمع جن در کف استخرهای پرورش ماهی جلوگیری شود.  
برای جلوگیری از تولید آمونیاک در آب باید شرایط مناسبی از قبیل کیفیت خوب آب و تعویض مداوم آن را فراهم آورد و آمونیاک را به مواد نیتروژنی بی خطر تبدیل کرد که در سیستم های پرورش ماهی با گردش دوباره آب به کمک بیو فیلتر ها قابل انجام است. در مواقعی که میزان آمونیاک در آب زیاد است باید اقداماتی نظیر افزایش سرعت آب و یا قطع عمل غذادهی انجام گیرد.

#### تصفیه آب

کیفیت آبی که در مزارع پرورش ماهیان سردابی مورد استفاده قرار می گیرد به صورت زیر تغییر می یابد:

- ۱- کاهش اکسیژن محلول
- ۲- افزایش دی اکسید کربن
- ۳- افزایش آمونیاک
- ۴- افزایش نیتريت
- ۵- افزایش فسفات
- ۶- افزایش نترات
- ۷- افزایش مواد معلق و رسوبی
- ۸- افزایش BOD

هدف از تصفیه آب جداسازی مواد معلق و خارج کردن آن ها، استفاده از جن فعال برای تبدیل مواد نیتروژن دار مضر برای ماهیان نظیر آمونیاک و نیتريت به مواد بی ضرر نظیر نترات و خروج گازهای مضر نظیر دی اکسید کربن و آمونیاک و همچنین عمل بازیافت آب از طریق هوادهی است.

صورت یکنواخت انجام می شود.

ب: منطقه ته نشینی در استخر: سرعت آب به حداقل خود رسیده و عمل ته نشینی مواد معلق انجام می گیرد.  
ج: منطقه جمع آوری و متراکم شدن مواد معلق: این حجم برای مدت ۲۴ ساعت میزان مواد معلق ته نشین شده طراحی می شود.  
د: منطقه خروجی: به گونه ای طراحی می گردد که بیرون رفتن آب از استخر به طور یکنواخت انجام شود.  
استفاده از سرریزهای مثلثی با ظرفیت ۲۵۰ متر مکعب آب برای هر متر طولی در شبانه روز ضروری است. برای جلوگیری از بیرون رفتن مواد شناور و کف های تولید شده در سطح استخر قراردادن کف آبگیر در فاصله ۱۵ تا ۳۰ سانتی متری زیر سطح پساب ضروری و فاصله کف آبگیر از سرریز مثلثی ۳۰ سانتی متر است.

#### هوادهی

در این روش آب خروجی مزرعه پس از گذشتن از محل های آشغالگیر و ته نشینی اولیه، به استخر هوادهی وارد و پس از آن به استخر ته نشینی نهایی (خروج لجن) هدایت می شود. در این روش آب وارده به استخر، مرتباً هوادهی و یا در طول شبانه روز به مدت ۱۲-۴ ساعت لجن فعال (مواد معلق شناور با باکتری های هوازی) هوادهی می شود.

**روش اول:** دمیدن هوا توسط کمپرسورهای هواده، به کمک لوله هایی با سوراخ ریز به قطر ۰/۳ - ۰/۱ میلی متر انجام و حدود ۱۱٪ اکسیژن از هوای دمیده شده، جذب آب خروجی شده و در آن حل می گردد. برای از بین بردن ۱ کیلوگرم BOD<sub>۵</sub> تزریق ۳۲/۵ متر مکعب هوا در عمق ۳ متری زیر سطح آب لازم است و به طور تقریبی به ازای هر کیلو وات ساعت برق مصرفی، حل شدن ۱/۸ - ۱/۳ اکسیژن را در پساب می توان پیش بینی نمود. در این روش امکان گرفتگی سوراخ لوله ها وجود دارد.

**روش دوم:** دمیدن هوا توسط کمپرسورهای هواده، به کمک لوله های با سوراخ ۱ تا ۵ میلی متر انجام می گیرد. برای از بین بردن هر کیلو گرم BOD<sub>۵</sub> حدود

۶۵ متر مکعب هوا لازم است و به طور تقریبی به ازای هر کیلووات ساعت برق مصرفی ۱/۸ تا ۱/۱ کیلوگرم اکسیژن در آب حل می شود.

**روش سوم:** دمیدن هوا توسط کمپرسورهای هواده به کمک لوله هایی با سوراخ هایی به قطر ۳۰ میلی متر به درون آب انجام می شود. در این روش از کانال های انتقال هوا در کف استخر که به وسیله صفحه سوراخ داری که با قشری از ماسه پوشیده شده است استفاده می گردد. به ازای هر کیلو وات ساعت برق، می توان ۰/۹ - ۰/۷ کیلوگرم اکسیژن وارد آب نمود. آب خروجی مزرعه، پس از دریافت اکسیژن در استخر های هوادهی و کاهش BOD<sub>۵</sub> آن وارد استخر های ته نشینی شده، ذرات معلق که روی آن ها باکتری های هوازی قرار گرفته اند با هم لخته هایی به نام لجن فعال را تشکیل داده و در استخر ته نشینی نهایی، ته نشین می شوند.

وارد نمودن هوا در استخر های هوادهی به منظور رساندن اکسیژن به باکتری ها و شناور نگهداشتن لخته ها و دلمه های نگه دارنده باکتری ها به کار می رود. در شروع بهره برداری از استخرهای هوادهی به علت عدم حضور باکتری های زیاد در استخر، تصفیه زیستی به کندی و ناقص انجام می گیرد ولی در صورتی که هوادهی به طور کامل انجام گیرد و شروع بهره برداری از استخر هوادهی در زمستان نباشد تکثیر و تولید مثل باکتری ها به سرعت پیش رفته و پس از مدتی فرایند تصفیه زیستی به حالت کامل خود در می آید.

#### استخر ته نشینی نهایی

پس از تاسیسات تصفیه زیستی نهایی ساخته می شود، طول آن تا ۹۰ متر بوده و بهتر است از ۱۰ برابر عمق بیشتر نگردد. در استخر های ته نشینی بدون لجن روب مکانیکی شیب کف زیاد بوده (۶۰ درجه) و جریان آب در آن ها از پایین به بالا انجام می گیرد. استخر از دو قسمت تشکیل می گردد، قسمت استوانه ای و یا منشوری با دیوار قائم و قسمت مخروطی یا هرمی که در زیر آن قرار می گیرد. جریان آب نخست به درون استوانه پخش کننده مرکزی وارد و به سمت پایین حرکت و پس از گذشتن از زیر استوانه وارد

به مقدار مناسب مصرف از دیگر شاخص های اجتماعی توسعه پایدار است. هم اکنون متوسط سرانه مصرف ماهی جهان  $۱۶/۳$  کیلوگرم و ایران  $۶/۷$  کیلوگرم است. در ایران در سال  $۱۳۷۳$ ، کمتر از  $۱۳\%$  تولید آبزیان در بخش آبزی پروری و در سال  $۱۳۸۳$ ،  $۲۶/۵\%$  مربوط به این بخش بوده است که با توجه به عوامل تولید، امکان توسعه آن فراهم می باشد. (۱۴) کنترل موثر غذا، دفع زایدات و مدیریت سلامتی ماهیان از اثرات سازگار زیست محیطی آن می باشد. بنا براین نیازمند ارزیابی اثرات زیست محیطی و پایش تغییرات اکوسیستم های آبی است. مدیریت و تحقیق در این بخش علاوه بر علوم زیست شناسی در برگیرنده اطلاعات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی است. استفاده از تخم ماهی مناسب تغذیه با هزینه کمتر، ماهی با کیفیت بهتر و آثار زیست محیطی سازگارتری همراه خواهد داشت (۱۵). از آبزی پروری می توان در پرورش گونه های آبزی وحشی نادر یا در معرض خطر استفاده نمود. در فرمولاسیون غذا باید مواد غذایی مصرف نشده حداقل باشد (۱۶). در تکنولوژی های موجود، نوعی از آبزی پروری به کار گرفته می شود که سیال خروجی باعث افزایش مواد غذایی خالص در محیط زیست نشود (۸). استفاده از پروتئین توام گیاهی و جانوری برای تغذیه ماهی از آلودگی های زیست محیطی خواهد کاست. مشکل عمده استفاده از پروتئین گیاهی در تغذیه آبزیان تجزیه ترکیباتی است که مانع از جذب مواد غذایی و مضر برای آبزیان است. وجود آنزیم های غذایی از قبیل فیتاز امکان استفاده بهینه از فسفر قابل دسترس در پروتئین غذایی را برای ماهی فراهم می آورد (۹). منافع پایدار مستلزم کاهش هزینه های بیرونی و آثار منفی زیست محیطی و اجتماعی، با برنامه ریزی های مشاوره ای و مدیریت مشارکتی محقق می شود. افزایش کارایی استفاده از منابع و افزایش بهره وری مزارع باعث پایداری صنعت آبزی پروری خواهد بود. سیستم های سازگار با محیط زیست، مدیریت بهینه منابع آب، استراتژی های مناسب غذا دهی، استفاده از غذاهای سازگار با محیط زیست، مناسب بودن ژنتیکی گونه ها، مدیریت بهداشتی و تلفیقی کشاورزی-آبزی پروری از راهکار های مدیریتی حفظ محیط زیست تلقی

قسمت ته نشینی می شود. سپس آب به طرف بالا حرکت کرده و به طرف کناره های استخر و سر ریز های خروجی حرکت می کند. در حین بالا رفتن پساب مواد معلق، روی سطح شیب دار کف ته نشین شده و به سمت حوضچه جمع آوری لجن حرکت می کند. استوانه پخش کننده آب، تا ارتفاع  $۱۵$  سانتی متر بالاتر از سطح آب در استخر امتداد می یابد. سطح این استوانه  $۱$  تا  $۱/۲$  متر مربع مساحت دارد. بار سطحی در این استخرها  $۲۸/۸$  متر مکعب در ساعت بر هر متر مربع از سطح استخر و مدت زمان توقف  $۲$  ساعت در نظر گرفته می شود. حجم قسمت جمع آوری لجن در این استخرها  $۳۰\%$  کل حجم استخر است. قطر لوله خروجی لجن (مواد معلق متراکم) باید حداقل  $۶$  اینچ باشد. ابعاد کف حوضچه لجن گیر کوچک تر از  $۱/۲ \times ۱/۲$  متر و یا قطر آن از  $۱/۲$  متر کمتر است. پس از جداسازی لجن، آب خروجی به مسیر اصلی خود و یا به استخر بر می گردد.

#### بحث و نتیجه گیری

آبزی پروری از جمله روش های تولید غذا می باشد که توسعه آن مستقیماً از فشار به ذخایر آبزیان دریایی و اقیانوسی و غیر مستقیم با کمک به تولید پروتئین دامی از فشار بر مراتع می کاهد. در ایران  $۷۵\%$  از امکانات موجود آبی، مهار و کنترل نمی شود (۳) و  $۹۵\%$  نیاز کشور به خوراک آبزیان در داخل تامین می گردد بنابراین افزایش تولید ناخالص ملی، از فشار بخش های صنعتی و خدماتی بر منابع طبیعی و نهایتاً آلودگی آب، هوا، خاک و آلاینده های زیست محیطی خواهد کاست. در توسعه پایدار، شاخص های اجتماعی، برآیند توسعه و رفاه اجتماعی می باشند. تغییر در نرخ بیکاری موجود در کشور و افزایش سرانه کالری دریافتی از غذا نشانه تمایل روند توسعه به سمت توسعه پایدار است. هم اکنون در جهان متوسط مصرف انرژی هرنفر در روز حدود  $۲۸۰۰$  کیلوکالری است و  $۳۰$  کشور جهان مصرف سرانه زیر  $۲۲۰$  کیلوکالری دارند (۱۳). متوسط مصرف جهان در سال  $۲۰۳۰$  از مرز  $۳۰۰۰$  کیلوکالری خواهد گذشت که نشانه وضعیت تغذیه بهتر و کاهش سوء تغذیه است. سرانه واقعی مواد مصرفی نسبت



6. Wurts, W., and Masser, M.p., 2..2, Liming Pounds for aquaculture, [http:// SRAC Pubulation No 4100](http://SRAC.Pubulation.No.4100).
7. Poynton, S. L. and Lovatelli, A., 2006, Reginal Review on Aquaculture Development 2. Near East and North Africa, FAO fisheries No. 1017/2, Rome.
۸. سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۸۳، دفتر طرح و توسعه شیلات ایران، سازمان شیلات ایران
۹. مفتاحی، ۱۳۸۴، ۹۵٪ از نیاز کشور به خوراک آبزیان، در داخل تامین می شود.  
[www.iranfisheries.net/persian.asp](http://www.iranfisheries.net/persian.asp)
10. Subasinghe, R. P. and Curry, D. and Mc Gladdery, E and Bartly, D., 2003, Recent Technological Innovations in aquaculture.
11. Albert, J., Tacon, Aquaculture Production Trends Analysis, 1993, FAO Fisheries Circular . No. 886, Rev. 2. Rome.
۱۲. هدایتی، ع.، ۱۳۸۴، چالش ها و فرصت های افزایش مصرف،  
[www.iranfisherie.net/Persian/index.asp](http://www.iranfisherie.net/Persian/index.asp)
13. Federation of European Aquaculture Producers ( FEAP ) and network of Aquaculture centres in Asia - Pasific ( NACA), 1993, Producer Associations and Farmer Societies: Support to Sustainable Development and Management of Aquaculture, FAO, fisheries Circular. No. 886, Rev. 2. Rome.
- می شود. عوامل مهم توانمند سازی محیط زیست ، وجود سازماندهی قوی، چارچوب های قانونی و ضمانت اجرایی سیاست های زیست محیطی است. تلفیق این تکنولوژی ها به شبکه های ارتباطی قوی، داده های قابل دسترس و انتخاب سازگارترین سیستم و گونه با محیط زیست محلی تضمین کننده توسعه پایدار است. کاربرد تکنیک های پایدار افزایش ذخیره آبزیان، برنامه های پرورش، استفاده از گیاهان و جانوران آبزی جهت تغذیه، اجرای سیستم های تلفیقی در محیط زیست از قبیل سیستم های چرخشی، استفاده تلفیقی از آب و مدیریت شبکه غذایی اکوسیستم ها در حفظ محیط زیست بسیار مهم است.
- ### منابع
۱. مطالعات طرح جامع توسعه آبی پروری در آب های داخلی ، پیشینه تاریخی و روند گسترش آبی پروری آب های داخلی کشور. ۱۳۸۰ ، دفتر مطالعات جامع، شرکت سهامی شیلات ایران، تهران.
2. De Silva, S. S. and Moehl J. and Satia, B., 2003, Inland Fisheries and Aquaculture: A Synergy for Sustainable Food Fish Production.
۳. مبانی نظری و مستندات برنامه چهارم توسعه، ۱۳۸۳، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی مرکز مدارک علمی و انتشارات، چاپ اول.
۴. کرمی ، ع .، ۱۳۷۶، مدیریت آب و تنظیم اکسیژنی استخرهای پرورش ماهیان تکثیر و پرورش آبزیان، اداره کل آموزش و ترویج، معاونت سهامی شیلات ایران.
5. Summer Felt, R.C., 2000, Water Quality Considerations for Aquaculture, Department of Animal Ecology, Iowa State University.

- Pasific (NACA), 1993, Producer Associations and Farmer Soceties: Support to Sustainable Development and Management of Aquaculture, FAO, fisheries Circular. No. 886, Rev. 2.Rome.
۱۴. بدرقه، ع.، ۱۳۸۴، بحران زیست محیطی و توسعه پایدار  
[www.iranfisheries.net/Persian/index.asp](http://www.iranfisheries.net/Persian/index.asp)
15. Barg.U.C., 1992. Guide lines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development. Fish. Tech. Pap. 328. FAO. ISBN 92-5-103264-5.122pp
16. Federation of European Aquaculture Producers (FEAP) and network of Aquaculture centres in Asia