

## فصل دوم

### امور فنی پرورش آبزیان

## کنترل شرایط محیطی پرورش آبزیان

## مفاهیم کلیدی

زیست‌سنجی آبزیان، بررسی شاخص‌های کیفی آب، تعویض آب، کنترل عملکرد تجهیزات، نمون‌برگ‌های ثبت شرایط محیطی و مستندسازی، در واقع این مفاهیم رئوس مطالب قابل بحث در کلاس درس بوده و فرایند تدریس را مشخص می‌کنند.

## سوالات انگیزشی

- ۱ دستگاه‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری کیفیت آب در محل پرورش آبزیان کدام هستند؟
- ۲ تعویض آب استخرها چگونه و در چه زمانی صورت می‌گیرد؟
- ۳ کنترل عملکرد تجهیزات فنی مورد استفاده در آبی پروری چگونه انجام می‌شود؟
- ۴ در مواقع بحرانی و بروز مشکل در فرایند پرورش آبزیان چه کارهایی باید انجام داد؟

## مشخصات کلی کار

نوع درس: نظری - عملی

مدت زمان آموزش:

۲۴ نظری	۳۶ عملی	جمع: ۶۰ ساعت
---------	---------	--------------

## خلاصه محتوا

در این واحد یادگیری هنرجویان با انواع دستگاه‌های کنترل‌کننده شرایط محیطی در استخرهای پرورش ماهی و آکواریوم‌های ماهیان زینتی، تنظیم و ثبت اطلاعات آنها آشنا خواهند شد.

## مواد، تجهیزات و شرایط مورد نیاز

استخر، آکواریوم، ماهی، اطلاعات و داده‌های مربوط به پرورش ماهیان، داده‌های عملکرد تجهیزات، ابزار صید آبزیان، ساچوک، آب و هوای خنک، سطل، تخته زیست‌سنجی، خط‌کش، ترازوی دیجیتال، نمونه‌برگ ثبت، دماسنج، pH متر، اکسیژن متر، شوری سنج، صفحه فلزی، مشاهدات میدانی، ابزار نمونه‌برداری از آب، تجهیزات آزمایشگاهی، پمپ آب، هواده، پمپ، فیلتر، تجهیزات هشداردهنده.

## اهداف توانمندسازی

- زیست‌سنجی آبزیان را انجام دهد.
- شاخص‌های کیفی آب را بررسی کند.
- آب محل پرورش ماهی را تعویض کند.
- عملکرد تجهیزات را کنترل کند.
- اطلاعات مربوط به کنترل شرایط محیطی پرورش آبزیان را ثبت نماید.

## بودجه‌بندی واحد یادگیری تأمین و کنترل شرایط محیطی سالن پرورش ماکیان

پس از تهیه و آماده کردن، اجرایی و آموزشی پودمان تأمین و کنترل شرایط محیطی، سالن پرورش ماکیان را در قالب نمونه‌برگ زیر به ترتیبی تنظیم کنید که با توزیع مناسب زمانی قابل اجرا گردد.

واحد یادگیری	جلسه	موضوع و عنوان درس	اهداف توانمندسازی	فعالیت‌های تکمیلی
کنترل شرایط محیطی پرورش آبزیان				

**هدف توانمندسازی:** زیست‌سنجی آبزیان را انجام دهد.

**محل آموزش:** کلاس درس با امکانات نمایشی یا واحد سمعی و بصری، محل پرورش آبزیان.

#### موارد پیشنهادی:

- درس را با نام و یاد خداوند شروع کنید.
- پس از مرحله آغازین کلاس طبق الگوی طرح درس روزانه، برای درگیر کردن ذهن هنرجویان با موضوع مورد بحث و سنجش دانش قبلی آنها، تدریس را با چند پرسش ادامه دهید.
- زیست‌سنجی چیست؟
- برای آموزش و یادگیری مشارکت هنرجویان را افزایش دهید.
- مطابق با بیشتر بدانید صفحه ۸۲ درباره فعالیت کارگاهی زیست‌سنجی توضیح دهید.

در زیست‌سنجی باید به سه نکته اساسی توجه داشت:

۱ معده ماهی خالی باشد.

۲ هوا خنک باشد.

۳ نیروی کار شاداب و فعال در دسترس باشد.

ساعات اولیه کار روزانه برای انجام زیست‌سنجی بهتر است.

$$\text{وزن کل ماهیان} \\ \text{تعداد ماهیان} = \text{متوسط وزن}$$

برای تعیین طول متوسط از معادله زیر استفاده می‌شود:

$$\text{جمع کل طول ماهیان نمونه‌برداری شده (سانتی‌متر)} \\ \text{تعداد ماهیان نمونه‌برداری شده} = \text{طول متوسط (سانتی‌متر)}$$

همچنین می‌توان رشد روزانه را نیز تعیین کرد. معادله زیر برای تعیین میزان رشد روزانه به کار می‌رود:

$$\text{افزایش وزن متوسط ماهیان در فاصله دو زیست‌سنجی} \\ \text{تعداد روزهای پرورش} = \text{میزان رشد (افزایش وزن) روزانه}$$

میزان رشد روزانه را می‌توان با جداول استاندارد مقایسه کرد، چنانچه رشد روزانه کمتر از استاندارد باشد، احتمالاً عوامل زیر در کاهش رشد دخیل بوده‌اند:

- کاهش یا افزایش دما از حد مطلوب
  - نوسانات PH آب (آب‌های در معرض آلودگی)
  - کاهش میزان اکسیژن آب استخرهای پرورشی
  - آلودگی در استخرهایی که از آب رودخانه آب‌گیری می‌شوند.
  - غذای نامناسب یا دفعات غذادهی نامنظم.
- برای انجام فعالیت کارگاهی هنرجویان را به محل پرورش ماهی هدایت کرده و مطابق شرح کار عملیات کارگاهی را انجام دهید.

## آزمون ارزیابی عملکرد

ردیف	مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها / داوری / نمره دهی)	نمره
۱	زیست‌سنجی آبزیان	استخر، ماهی، ابزار صید آبزیان، آب و هوای خنک، سطل، تخته زیست‌سنجی، خط‌کش، ترازوی دیجیتال، نمون‌برگ ثبت	شایستگی کامل	زیست‌سنجی دقیق طول و وزن	۳
			شایسته	زیست‌سنجی نسبتاً دقیق طول و وزن	۲
			نیازمند آموزش	زیست‌سنجی نادرست طول و وزن	۱

**هدف توانمندسازی:** شاخص‌های کیفی آب را بررسی کند.

**محل آموزش:** کلاس درس با امکانات نمایشی یا واحد سمعی و بصری، محل پرورش آبزیان.

### موارد پیشنهادی:

- درس را با نام و یاد خداوند شروع کنید.
- پس از مرحله آغازین کلاس طبق الگوی طرح درس روزانه، برای درگیر کردن ذهن هنرجویان با موضوع مورد بحث و سنجش دانش قبلی آنها، تدریس را با چند پرسش ادامه دهید.

■ اهمیت کیفیت آب در پرورش ماهی چیست؟

■ کیفیت آب محل پرورش ماهی از طریق چه عواملی سنجیده می‌شود؟

■ برای انجام فعالیت کارگاهی هنرجویان را به محل پرورش ماهی هدایت کرده و مطابق شرح کار و با توجه به تجهیزات آزمایشگاهی در دسترس شاخص‌های کیفی مرتبط با آب را اندازه‌گیری کنید.

### کیفیت آب برای پرورش ماهی

برخلاف حیواناتی که در خشکی زندگی می‌کنند و تماس نسبتاً کمی بین میزبان و ارگانیسم‌های بیماری‌زا وجود دارد و در محیطی با ترکیب نسبتاً ثابت (هوا) حاوی اکسیژن زیاد اما با درجه حرارت بسیار متغیر زندگی می‌کنند، جانوران آبی در تماس نزدیک با محیطی هستند که ویسکوزیته (کند روانی) و ضریب حرارتی بالا (مقاومت در برابر تغییر درجه حرارت)، ترکیب شیمیایی بسیار متغیر و اکسیژن نسبتاً کم دارد. در همان حال که این موضوع کمک کرده است آبیان موجوداتی خون‌سرد باشند (درجه حرارت بدن = درجه حرارت محیط) و مجبور نیستند برای تنظیم درجه حرارت بدن به‌دمایی بالاتر از درجه حرارت محیط انرژی بسوزانند، تطبیق با این محیط زندگی مشکلات خاص خودش را دارد. ماهی‌ها مجبور بوده‌اند تا برای متابولیسم، فعالیت و رشد، سیستمی تخصص یافته و بسیار کارآمد (آبشش‌ها) برای استخراج اکسیژن کافی از آب داشته باشند. در نتیجه خون آنها تنها توسط لایه‌ای از سلول‌های بسیار نفوذپذیر از محیط جدا می‌شود و نوسانات در ترکیب آب ممکن است اثرات شدیدی بر آسایش و سلامت ماهی‌ها داشته باشد. نتیجه دیگر جریان زیاد آب بر روی یک اپیتلیوم ظریف (پوشش سلولی سطح بیرونی بدن) این است که ماهی‌ها بیشتر در معرض ارگانیسم‌های بیماری‌زا قرار می‌گیرند و اگر یکپارچگی این لایه پوششی (اپیتلیوم) به هم بخورد نفوذ به خون برای ارگانیسم‌ها نسبتاً آسان خواهد بود.

### اکسیژن محلول

اکسیژن محلول یکی از مهم‌ترین الزامات کیفیت آب برای ماهیان است. بیشتر ماهی‌ها اکسیژن را از آب به‌دست می‌آورند، اگرچه برخی گونه‌های تنفس‌کننده هوا همچون سویه *Ophicephalus* از گونه‌های سر ماری (*Snakehead*) و گربه‌ماهی راه رونده، *Clarias batrachus*، می‌توانند از طریق تنفس هوا، در آب‌های بدون اکسیژن نیز دوام بیاورند و تجربه نشان داده است که آنها در شرایطی که اکسیژن محلول در آب به‌طور مداوم پایین بماند، در برابر بیماری آسیب‌پذیری بیشتری خواهند داشت.

سه عامل فیزیکی اصلی، ظرفیت نگهداری اکسیژن آب (حلالیت اکسیژن در آب) را تحت تأثیر قرار می‌دهد:

- **درجه حرارت:** آب در دماهای بالاتر، اکسیژن محلول کمتری خواهد داشت.
- **شوری:** هرچه آب شورتر باشد، اکسیژن محلول آن کمتر است.
- **فشار:** هنگامی که فشار هوا کم باشد (مانند مناطق مرتفع)، اکسیژن محلول آب کمتر خواهد بود.

رابطه‌های میان حلالیت اکسیژن و دما در آب شیرین و شور		
درجه حرارت	حلالیت اکسیژن در آب شیرین و شور در ۱۰۰٪ اشباعیت	
درجه سانتی‌گراد (°C)	شوری آب ppt ° (۰ واحد در هزار واحد)	شوری آب ppt ۳۰ (۳۰ واحد در هزار واحد)
۰	۱۴/۶۰	۱۱/۹
۱۰	۱۱/۲۸	۹/۳۲
۲۰	۹/۰۸	۷/۶۰
۳۰	۷/۵۴	۶/۳۹

عوامل محیطی دیگری که میزان اکسیژن محلول آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند عبارت‌اند از:

- **تراکم فیتوپلانکتون‌ها:** به علت فتوسنتز فیتوپلانکتون‌ها، اکسیژن محلول در طی روز نوسان خواهد داشت. در این حالت بیشترین غلظت اکسیژن در آخرین ساعات بعد از ظهر و کمترین غلظت هنگام سپیده‌دم است. به علت تنفس باکتریایی، اکسیژن محلول توسط فیتوپلانکتون‌ها نیز کاهش خواهد یافت.
- **بار زیستی:** اکسیداسیون باکتریایی مواد آلی اکسیژن آب را کاهش خواهد داد.
- **تنفس ماهی و سایر مهره‌داران و بی‌مهرگان آبی.**
- نیاز پایه‌ای ماهی‌ها به اکسیژن محلول بسیار مختلف است و به عوامل زیر بستگی دارد:
- **گونه ماهی:** احتیاجات اکسیژن بین گونه‌های مختلف متفاوت است.
- **اندازه:** بچه ماهی نارس و ماهیان جوان معمولاً به ازای هر واحد وزن بدن بیش از ماهیان بالغ نیاز به اکسیژن دارند.
- **فعالیت:** ماهیان در حال تحرک و فعالیت نیاز به اکسیژن بیشتری نسبت به ماهیان در حال استراحت دارند.
- **درجه حرارت:** وقتی دما بالا می‌رود نیاز اکسیژن نیز افزایش می‌یابد (ظرفیت حمل اکسیژن پایین‌تر آب در دماهای بالاتر).
- **تغذیه:** نیاز اکسیژن پس از تغذیه افزایش می‌یابد؛ زیرا بخشی از اکسیژن برای

هضم خوراک مصرف می‌شود (SDA یا فعالیت دینامیک ویژه).

■ **استرس:** ماهی‌های تحت استرس، اکسیژن بیشتری نیاز دارند (به‌همین دلیل اگر ماهی‌ها در زمان کمبود اکسیژن یا پایین بودن کیفیت آب دچار استرس باشند مشکلاتی به‌وجود خواهد آمد).

احتیاجات اکسیژن ماهی‌ها به‌طور معمول در دامنه زیر قرار می‌گیرد:

ماهی در حال استراحت: ۵۰۰ - ۱۰۰ میلی گرم اکسیژن محلول در ساعت به‌ازای هر کیلوگرم ماهی

ماهی در حال فعالیت: ۱۵۰۰ - ۳۰۰ میلی گرم اکسیژن محلول در ساعت به‌ازای هر کیلوگرم ماهی

در موارد زیر نیاز اکسیژن ماهی ممکن است از اکسیژن محلول در آب بیشتر شود:

■ پس از تغذیه: هنگام غروب در استخرهای خاکی با باروری بالا غذادهی را انجام ندهید.

■ پس از افزودن کود آلی به‌استخر خاکی: کود آلی در زمان تجزیه شدن، مصرف اکسیژن را افزایش می‌دهد.

■ صبح خیلی زود در استخرهای خاکی

■ در طی مرگ فیتوپلانکتون‌ها: فرایند تجزیه نیاز به‌اکسیژن دارد.

■ افزایش درجه حرارت: ماهی به‌اکسیژن بیشتری احتیاج دارد اما اکسیژن محلول کمتری در آب است (تنفس باکتریایی نیز در این زمان افزایش می‌یابد).

■ کاهش جریان آب در سیستم‌های متراکم‌تر.

اولین نشانه استرس ناشی از کمبود اکسیژن ممکن است تغییری در رفتار ماهی‌ها باشد به‌طوری که در سطح یا ورودی استخر جمع می‌شوند و با دهان باز به‌دنبال اکسیژن هستند. اگر کمبود اکسیژن برای مدت زمانی ادامه یابد، ممکن است کشته یا بسیار زیان‌بار باشد.

#### راهنمای اکسیژن محلول مورد نیاز آزادماهیان

۰/۸ - ۰/۴ میلی گرم در لیتر	ممکن است برای آزادماهیان کشته باشد.
۰/۶ - ۰/۴ میلی گرم در لیتر	ممکن است بسیار زیان‌بار باشد، به‌عنوان رشد ضعیف، ضریب تبدیل غذایی بالا و کاهش مقاومت در برابر بیماری‌ها را سبب شود.
بیشتر از ۰/۶ میلی گرم در لیتر	آزادماهیان معمولاً رشد و تولیدمثل مناسبی خواهند داشت.
بیشتر از ۰/۷ میلی گرم در لیتر	برای سالن‌های تفریح توصیه شده است



راهنمای اکسیژن محلول مورد نیاز گونه‌هایی به جز آزادماهیان	
اگر مدتی ادامه یابد ممکن است برای بسیاری از گونه‌های ماهی کشنده باشد (اغلب گونه‌های ماهیان پرورشی در استخرهای خاکی می‌توانند برای مدت کوتاهی شرایط تقریباً بدون اکسیژن (به‌عنوان مثال: در سپیده دم) را تحمل کنند.	۰/۸ - ۰/۳ میلی گرم در لیتر
ممکن است بسیار زیان‌بار باشد، به‌عنوان رشد ضعیف، ضریب تبدیل غذایی بالا و کاهش مقاومت در برابر بیماری‌ها را سبب شود.	۰/۵ - ۰/۱ میلی گرم در لیتر
گونه‌های گرمابی رشد و تولید مثل مناسبی خواهند داشت.	بیشتر از ۰/۵ میلی گرم در لیتر

### غلظت اکسیژن محلول را می‌توان به روش‌های زیر کنترل نمود:

- هوادهی یا اکسیژن‌دهی؛
- تراکم و کوددهی صحیح استخر (میزان و زمان سنجی). بارورسازی استخر نیز می‌تواند برای متوقف ساختن مرگ فیتوپلانکتون‌ها به کار رود.
- افزایش جریان آب؛
- طراحی مناسب استخر: استخرهای عمیق مسقف بیش از استخرهای کم عمق غیرمسقف مستعد کمبود اکسیژن هستند.

### نیتروژن

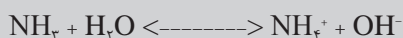
نیتروژن از اتمسفر منشأ می‌گیرد، اما می‌تواند به اشکال مختلفی در آب پدیدار شود: گاز نیتروژن، آمونیاک، آمونیوم، نیترات، نیتريت و اشکال مختلف نیتروژن آلی. نیتروژن عنصری بسیار مهم در پرورش ماهی است. از یک طرف به‌عنوان یک ماده مغذی برای رشد فیتوپلانکتون‌ها ضروری است و از طرف دیگر آمونیاک و نیتريت، دو ترکیب آلی نیتروژن برای موجودات آبی، سمی هستند.

**الف) آمونیاک:** آمونیاک معمولاً دومین پارامتر مهم در کیفیت آب (پس از اکسیژن محلول) بوده و کل غلظت آمونیاک در آب از دو بخش تشکیل می‌شود:

$\text{NH}_3$  آمونیاک یونیزه نشده (فرم گازی)

$\text{NH}_4^+$  آمونیاک یونیزه شده (یون آمونیوم)

این دو شکل آمونیاک طبق معادله زیر در تعادل هستند:



بخش آمونیاک یونیزه نشده (UIA) برای ماهی بسیار سمی است. غلظت آمونیاک یونیزه نشده در آب به pH و درجه حرارت آب بستگی دارد. به عنوان یک قاعده کلی، هرچه pH و درجه حرارت آب بیشتر باشد، درصدی از آمونیاک کل که به شکل سمی (یونیزه نشده) وجود دارد، بیشتر است. این اثر در جدول زیر نمایش داده شده است:

درصد آمونیاک یونیزه نشده (سمی) در آب هایی با pH و درجه حرارت مختلف		
دما		pH
۳۲°C	۲۰°C	
۱	۵/۴	۷/۵
۸/۸	۳/۸	۸/۵
۱۳/۲	۵/۹	۸/۲
۱۹/۵	۹/۱	۸/۴
۲۷/۷	۱۳/۷	۸/۶
۳۷/۸	۲۰/۱	۸/۸
۴۹/۵	۲۸/۵	۹
۶۰/۴	۳۸/۷	۹/۲
۷۰/۷	۵۰/۵	۹/۴
۷۹/۳	۶۱/۳	۹/۶
۸۵/۸	۷۱/۵	۹/۸
۹۰/۶	۷۹/۹	۱۰/۵
۹۳/۸	۸۶/۳	۱۰/۲

از طرف دیگر، درصد آمونیاک یونیزه نشده در نمونه ای فرضی از آمونیاک کل می تواند از طریق معادله زیر محاسبه شود:

$$pK_a = 0.09018 + 2729/92 / (273 + \text{درجه حرارت})$$

$$\%UIA = 10 / (1 + \text{antilog}(pK_a - pH))$$

UIA = درصد آمونیاک غیر یونیزه

آمونیاک در آب می تواند از منابع متعددی منشأ بگیرد:

- تجزیه مواد آلی به ویژه پس از بارورسازی استخرهای خاکی با کودهای آلی یا کودهای غیرآلی با پایه آمونیاکی.
- تجزیه خوراک هدر رفته در سیستم های متراکم پرورش ماهی نیز آمونیاک تولید خواهد کرد؛
- آلودگی خانگی و صنعتی؛
- دفع توسط جانوران آبی به ویژه ماهی و نرم تنان صدف دار در سیستم های متراکم پرورش ماهی و همچنین حین انتقال ماهی؛
- **ازت دهی:** در آب های اکسیژن دار شده آمونیاک در فرایندی به نام ازت گیری به نیترات بی ضرر و نیتريت اکسیده می شود. در آب های تخلیه شده از اکسیژن، نیترات به نیتريت و آمونیاک تبدیل می شود (ازت دهی). بنابراین تخلیه اکسیژن در استخرهای خاکی با باروری زیاد (همچون استخرهای پرورش متراکم گربه ماهی در تایلند) می تواند موجب افزایش تولید آمونیاک گردد.
- **از بین رفتن جلبک ها:** سطوح بالای آمونیاک در استخرهای خاکی معمولاً به حذف جلبک ها مرتبط است.

اثرات سمی آمونیاک یونیزه نشده بر ماهی ها بسته به گونه آن و شرایط محیطی بسیار متغیر است.

راهنمای عمومی در رابطه با مسمومیت آمونیاکی ماهی	
اثر	آمونیاک غیر یونیزه
کشنده برای بسیاری از گونه های ماهی. برخی گونه ها، همچون گربه ماهی، تحمل بسیار بالایی در برابر آمونیاک غیر یونیزه در غلظت های کشنده ۳/۴ میلی گرم در لیتر دارند.	۲/۵ - ۰/۴ میلی گرم در لیتر
اثرات بسیار زیان بار بسته به گونه ماهی، ممکن است افزایش حجم آبشش (در اثر افزایش غیرطبیعی تعداد سلول های آن)، کاهش تحرک و رشد، آسیب کبد، کلیه و مغز را به دنبال داشته باشد.	۰/۴ - ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر
غلظت ایمن برای بسیاری از گونه های ماهی مناطق معتدل و گرمسیری (آزاد ماهیان حساس تر از بقیه گونه ها هستند)	کمتر از ۰/۰۵ - ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر

با افزایش شوری آب و میزان بالای اکسیژن محلول و غلظت بالای کربن دی اکسید، مسمومیت آمونیاکی ماهی کاهش می یابد. برای کاهش اثرات مسمومیت آمونیاکی بر جمعیت ماهی، تکنیک های مختلفی ممکن است مورد استفاده قرار گیرد:

- افزایش غلظت اکسیژن محلول از طریق هوادهی، pH را کاهش خواهد داد (در نتیجه سمیت آن را کاهش می دهد) و ممکن است بخشی از آمونیاک غیر یونیزه گازی را از آب بزدايد.

- **مدیریت مناسب استخر خاکی:** افزایش جمعیت فیتوپلانکتون ها، میزان آمونیاک آب را کاهش می دهد. در زمان استفاده از کودهای تازه سرشار از آمونیاک باید احتیاط کرد (در صورت لزوم می توان آنها را برای چند روز به حال خود رها کرد تا خشک شده و گاز آمونیاک تبخیر شود).

- در سیستم های متراکم تر، کنترل تراکم و غذادهی و بهبود جریان آب سطوح آمونیاک را کاهش خواهد داد.

- **تیمار شیمیایی:** نشان داده شده که نمک سمیت آمونیاک را در گربه ماهی کاهش می دهد. برای تیمار استخرهای خاکی گربه ماهی در تایلند به طور معمول معادله زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

$$\text{rai} = 1600 \text{ m}^2 \quad 200-300 \text{ kg/rai}$$

انواع دیگر تیمار برای سیستم های متراکم تر شامل رزین های تبادل یونی (یا زئولیت) و افزودن اسید (معمولاً اسید کلریدریک) برای کاهش pH است؛

- **فیلتراسیون بیولوژیک:** ممکن است به منظور تیمار آب برای تبدیل آمونیاک و نیتريت به نیترات بی ضرر (ازت گیری) مورد استفاده قرار گیرد که بخش ضروری سیستم های مدار بسته پرورش ماهی می باشد.

- **نیتريت:** نیتريت محصول میانی در اکسیداسیون بیولوژیک آمونیاک به نیترات (ازت گیری) است. این ترکیب در غلظت های نسبتاً پایین در بیشتر آب های طبیعی و سیستم های سالم پرورش ماهی وجود دارد، ولی در صورت وجود آلودگی زیستی (سیستم های مدار بسته) یا سطوح پایین اکسیژن محلول غلظت آن افزایش می یابد.

نیتريت برای ماهی بسیار سمی است. وقتی نیتريت توسط ماهی جذب می شود با هموگلوبین واکنش نشان می دهد و مت هموگلوبین را ایجاد می کند. مت هموگلوبین به اندازه هموگلوبین حامل خوبی برای اکسیژن نیست، بنابراین ماهی هایی که در معرض مقادیر بالای نیتريت قرار می گیرند در نهایت از فقدان اکسیژن می میرند.

عامل محیطی اصلی که سمیت نیتريت را تحت تأثیر قرار می‌دهد غلظت کلراید (کلر ترکیب شده با عنصر یا ترکیب دیگر) است.

سطوح ایمن نیتريت در ماهی‌ها برای گونه‌های آب‌های معتدل		
کلراید (میلی گرم در لیتر)	سطوح ایمن نیتريت (میکروگرم در لیتر به صورت نیتروژن)	
	آزاد ماهیان	غیر آزاد ماهیان
۱	۱۰	۲۰
۵	۵۰	۱۰۰
۱۰	۹۰	۱۸۰
۲۰	۱۲۰	۲۴۰

آستانه کشنده نیتريت در گونه‌های مختلف تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارد، از ۱ میلی گرم در لیتر برای آزاد ماهیان در آب‌های کم کلراید تا ۱۵۲ میلی گرم در لیتر برای گونه‌های بسیار مقاوم همچون گربه ماهی. در آب‌های حاوی مقادیر بالای کلراید با روش‌های زیر می‌توان از مشکلات مربوط به نیتريت در پرورش ماهی جلوگیری کرد:

■ روش‌های صحیح تراکم، غذادهی و کوددهی و به‌ویژه با اکسیژن‌دهی مناسب استخرها؛

■ افزودن سدیم کلراید (نمک طعام) به استخرها در غلظت ۲۵۰ میلی گرم در لیتر که در پرورش گربه ماهی در تایلند با موفقیت به کار رفته است؛

■ بیوفیلتراسیون: تبدیل بیولوژیک نیتريت به نیترات بی‌ضرر.  
**ج) نیترات:** نیترات محصول نهایی اکسیداسیون بیولوژیک آمونیاک و نیتريت است. این ترکیب برای ماهی سمی نیست، مگر در غلظت‌های بالاتر از ۴۰۰ میلی گرم در لیتر. وجود چنین غلظت‌هایی از نیترات در اغلب منابع آبی غیر محتمل است.

**د) گاز نیتروژن:** هنگامی که غلظت گاز در آب به سطوح بالاتر از اشباع می‌رسد به آن فوق اشباع می‌گویند. بیشتر گازهای اتمسفر می‌توانند در فوق اشباع شدن نقش داشته باشند، اما به علت فراوانی بیشتر نیتروژن در اتمسفر، این گاز در بیشتر مشکلات فوق اشباع شدن نقش اصلی را بازی می‌کند. این مشکلات ممکن است در شرایط زیر ایجاد شود:

■ **حرارت دادن آب:** با افزایش دما حلالیت گازها در آب کاهش می‌یابد. بنابراین،

اگر آب اشباع حرارت داده شود و گازها در آب باقی بمانند، آب فوق اشباع خواهد شد. مخلوط کردن آب‌هایی با درجه حرارت‌های متفاوت می‌تواند اثر مشابهی داشته باشد؛

■ **تشکیل یخ:** زمانی که آب سرد می‌شود حلالیت گازها افزایش می‌یابد. زمانی که یخ تشکیل می‌شود، گازهای محلول در بقیه آب تغلیظ می‌شوند. در استخرهای کم عمق، ممکن است سطوح کشنده گازهای محلول در زیر یخ تشکیل شود؛

■ **نفوذ هوا:** هر بار که هوا و آب در فشارهایی بالاتر از فشار اتمسفر در تماس فرار می‌گیرند، امکان وقوع فوق اشباعیت گازی وجود دارد برای مثال در مجراهای سرریز آب‌بندان یا نفوذ هوا در لوله‌ها؛

■ **فتوسنتز:** تولید اکسیژن محلول در طی شکوفایی جلبکی ممکن است به فوق اشباعیت گازی بسیار زیان‌بار یا کشنده منجر شود.

■ **تغییرات فشار:** کاهش فشار ممکن است باعث فوق اشباعیت گازی شود (برای مثال در ماهی‌های حمل شده با هواپیما)

بیماری حباب گازی (تروما) به‌طور کلاسیک با حباب‌های گازی در خون، آبشش و اندام‌های دیگر شناخته می‌شود که آسیب‌های بافتی مختلفی را در پی دارد. سطوح ایمن: کمتر از ۱۰۵ درصد اشباعیت هوا.

### ذرات جامد معلق

ذرات جامد معلق معمولاً به‌عنوان مواد جامد موجود در آب شناخته می‌شوند که بعد از فیلتراسیون نمونه آب بر روی کاغذ صافی باقی می‌مانند. اندازه توری صافی نتیجه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به‌طور معمول توری ۰/۴۵ میکرومتری در اغلب آنالیزها استفاده می‌شود. همچنین می‌توان ذرات جامد معلق را به‌طور غیرمستقیم با استفاده از سشی دیسک (Secchi disk) که البته بیشتر برای سنجش میزان کدر بودن آب به کار می‌رود، اندازه‌گیری نمود.

ذرات جامد معلق ممکن است از حوزه آبریز یک منبع آب به‌واسطه فرسایش صخره‌ها (در اثر هوا) و آلودگی یا فرسایش زمین منشأ بگیرد. در سیستم‌های پرورش ماهی ذرات جامد معلق ممکن است از فیتوپلانکتون‌ها، ذرات نخورده شده غذا و فضولات ماهی ایجاد شود.

اثر سمی ذرات جامد معلق در بافت‌های حساس آبشش ظاهر می‌شود و آسیب آبششی، تولید بیش از حد مخاط و سرفه (پاک‌سازی آبششی) و بیماری باکتریایی آبشش پاسخ‌های معمول به‌مقادیر زیاد ذرات جامد معلق است. پوشش تخم‌ها توسط ذرات جامد معلق نیز می‌تواند بازدهی دریافت اکسیژن را کاهش داده و تلفات تخم‌ها را افزایش دهد.

آزادماهیان ذرات جامد معلق بسیار حساس هستند و سطوح ایمن زیر توصیه می‌شوند:

کمتر از ۲۰ میلی گرم در لیتر	قابل قبول برای دوران رشد
کمتر از ۵ میلی گرم در لیتر	ضروری برای سالن‌های تفریح

اغلب گونه‌های گرمسیری آب شیرین همچون تیلاپیاها، بسیاری از کپورماهیان و گربه‌ماهی‌ها به سطوح ذرات جامد تا ۱۰۰۰۰ میلی گرم در لیتر بسیار مقاوم هستند، اگرچه اثرات به طبیعت ذرات جامد بستگی خواهد داشت. ذرات جامد معلق و کدر بودن آب ممکن است در کاهش نفوذ نور به استخرهای پرورش، کاهش باروری و کاهش شدید اکسیژن نیز مؤثر باشند. استخرهایی با مشکلات دائمی کدر بودن (معمولاً در اثر ذرات رسی) باید توسط زاج (۲۵ تا ۴۵ کیلوگرم در هکتار) یا مواد آلی تیمار شوند.

### بخش چهارم: اسیدی و قلیایی بودن

pH آب مقیاسی از غلظت یون‌های هیدروژن در آب است:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

از آنجایی که این مقیاسی لگاریتمی است تغییر ۱ واحدی در pH معادل ۱۰ واحد تغییر در غلظت یون هیدروژن خواهد بود. pH در مقیاسی از ۱ تا ۱۴ تعریف می‌شود؛ pH کوچک‌تر از ۷ اسیدی و pH بزرگ‌تر از ۷ قلیایی است.

### اسیدی شدن آب‌ها

به‌طور طبیعی آب‌های اسیدی ممکن است از آبیگری باتلاق‌ها و مرداب‌ها، صخره‌های اسیدی یا خاک‌های اسید سولفات منشأ بگیرند. چنین آب‌هایی ممکن است به‌ویژه در طی سیل‌ها، بخصوص در بارانی که بعد از یک دوره خشکی می‌بارد، اسیدی باشند.

آلودگی حاصل از استخراج معادن، و صنایع مختلف نیز ممکن است اسیدی باشد. فاضلاب‌های چنین صنایعی ممکن است فلزات سنگین و آنیون‌های اسیدی دیگر را نیز در برداشته باشند (برای مثال کرومیک اسید) که همین می‌تواند برای ماهی بسیار سمی باشد. یون‌های فلزی در آب‌های اسیدی بیشتر محلول هستند و از این‌رو تمام آب‌های اسیدی ممکن است حاوی فلزاتی باشند که احتمالاً بیش از خود اسیدیته برای ماهی سمی هستند.

## اثر فیزیولوژیک آب‌های اسیدی

معمولاً آب‌های اسیدی با pH بین ۵ و ۶ به‌طور مستقیم برای ماهی سمی نیستند مگر اینکه ماهی‌ها به pH قلیایی سازگار شوند یا غلظت کربن دی‌اکسید آزاد بیش از ۲۰ میلی گرم در لیتر باشد یا آب حاوی مقدار زیادی از عناصر آهن و آلومینیوم باشد. افزایش سطوح  $H^+$  موجب از کار افتادگی تدریجی آبشش‌ها و اپیدرم (بیرونی‌ترین لایه پوست) می‌شود که به‌افزایش از دست دادن نمک‌های بدن و مشکلات دریافت اکسیژن منجر می‌شود. در نهایت ماهی‌ها ممکن است به‌علت اختلال اسمزی و یا فقدان اکسیژن محلول بمیرند. اثرات بر آبشش‌ها به‌صورت تورم یا تخریب سلول‌های لایه بیرونی و تولید بی‌رویه مخاط دیده می‌شود.

راهنمای عمومی در رابطه با اثرات pH اسیدی بر روی ماهی	
pH	اثر
کمتر از ۴	در بسیاری از گونه‌های ماهی ممکن است تلفات رخ دهد.
۰/۴ تا ۰/۵	در بسیاری از گونه‌ها اثرات بسیار زیان‌باری همچون از دست دادن نمک‌های بدن، آسیب آبششی، کاهش تخم‌ریزی، کاهش رشد و کاهش مقاومت در برابر بیماری دیده می‌شود.
۰/۵ تا ۰/۶	باروری ضعیف استخرهای خاکی

عوامل مختلفی بر سمیت اسید بر ماهی اثر می‌گذارند. در زیر به‌برخی از مهم‌ترین عوامل اشاره شده است:

- **کربن دی‌اکسید:** مقدار زیاد کربن دی‌اکسید آزاد سمیت اسید را افزایش می‌دهد.
- **کلسیم، منیزیم، سدیم و کلراید:** اولین اثر اسیدیته به‌هم زدن تعادل یونی در ماهی است. بنابراین، افزایش غلظت این یون‌ها موجب محافظت ماهی از اثرات منفی اسیدها می‌شود. در این رابطه کلسیم اهمیت ویژه‌ای دارد؛
- **گونه، اندازه، سن، تطابق‌پذیری ماهی:** لاروها و بچه ماهیان نارس معمولاً بیشترین آسیب‌پذیری را نسبت به اسید نشان می‌دهند. اگر در استخرهای اسیدی به‌جای بچه ماهیان نارس، ماهیان انگشت قد ریخته شوند، برخی از آنها را می‌توان با موفقیت برای پرورش ماهی مورد استفاده قرار داد. ماهی‌ها اگر به‌طور تدریجی در معرض pH پایین قرار بگیرند با آن سازگاری خواهند یافت. تغییرات سریع pH بیشترین خطر را برای ماهی دارند، به‌ویژه اگر ماهی‌ها به pH بالا عادت کرده باشند.



مشخص شده که بسیاری از اثراتی که در گذشته به یون‌های  $H^+$  ارتباط داده می‌شد، مربوط به آلومینیوم است.

### تیمار آب‌های اسیدی

آب‌های اسیدی را می‌توان با روش‌های مختلفی تیمار کرد:

■ **آهک‌پاشی:** افزودن مواد با پایه کلسیمی ارجحیت دارد زیرا کلسیم از آبش‌های ماهی در برابر اثرات سمی اسیدیته بیشتر محافظت می‌کند.

■ **آب شور:** در آب‌های ساحلی می‌توان آب دریا را از استخرها عبور داد تا اسیدیته خنثی شود.

### قلیایی شدن آب‌ها

آب‌هایی که به‌طور طبیعی قلیایی می‌شوند معمولاً از نواحی غنی از کلسیم و سیلیس منشأ می‌گیرد. علاوه بر این، افزایش جمعیت‌های جلبکی ممکن است به pH بسیار قلیایی منجر شود. آلودگی ناشی از صنایع نوشیدنی‌های غیرالکلی نیز ممکن است بسیار قلیایی باشد.

### اثرات فیزیولوژیک آب‌های قلیایی

محدوده بهینه pH برای اغلب گونه‌های آب شیرین از pH ۶ تا ۹ است. خارج از این محدوده، به‌علت اثرات سمی بر ماهی‌ها و اثرات منفی بر باروری استخر، موجب اثرات منفی فزاینده‌ای بر تولید ماهی می‌شود.

اثرات سمی مستقیم بر ماهی در pH قلیایی ممکن است از pH ۸ شروع شود (پژوهش‌ها نشان داده که تلقیح مصنوعی تیلاپیا، در آبی با pH بزرگ‌تر از ۷/۶ امکان‌پذیر نیست)، اما اثرات سمی بر اغلب گونه‌ها پس از اینکه مدتی در معرض pH بزرگ‌تر از ۹ قرار می‌گیرند، ایجاد می‌گردد.

راهنمادهای عمومی در رابطه با اثرات pH قلیایی بر ماهی	
بزرگ‌تر از ۱۱	کشنده برای بیشتر گونه‌های ماهی مگر برخی اوقات در استخرهایی با میزان بسیار زیاد اکسیژن محلول
۱۰ - ۱۱	کشنده برای بیشتر گونه‌های ماهی اگر برای مدت طولانی در معرض آن قرار بگیرند. اثرات بسیار زیان‌بار ممکن است شامل آسیب آبششی و آسیب به عدسی و قرنیه چشم شود (اغلب به‌صورت تیرگی چشم مشاهده می‌شود)
۹ - ۱۰	اثرات بسیار زیان‌بار برای بسیاری از گونه‌ها

اثرات سمی pH بالا ممکن است در صورت وجود فلزات (برای مثال روی) و از طریق افزایش مسمومیت ترکیبات دیگر (برای مثال آمونیاک) حتی بدتر هم شود.

### تیمار آب‌های قلیایی

آب‌های قلیایی ممکن است به‌روش‌های مختلفی تیمار شود:

- نوسانات سریع در pH ایجاد شده از طریق افزایش جلبک‌ها ممکن است با آهک‌پاشی مناسب استخر بر طرف شود و با اطمینان حاصل کردن از اینکه آب قلیاییت بیش از ۲۰ میلی گرم در لیتر به‌صورت  $\text{CaCO}_3$  دارد؛
- کودهای ایجادکننده اسید؛

■ افزودن اسید به‌منابع آبی ( $\text{HCl}$  و  $\text{H}_2\text{SO}_4$  مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ مقادیر اندک بیفزایید و تغییرات pH را تحت نظر بگیرید تا میزان دقیق را به‌دست آورید).

### قلیایی بودن

قلیایی بودن بر غلظت بازها در آب و ظرفیت آب برای دریافت اسید اشاره دارد (در واقع ظرفیت بافری آن یا همان ظرفیت مقاومت در برابر تغییرات pH). در بیشتر آب‌ها، بی‌کربنات و کربنات بازهای اصلی هستند. آب‌هایی با قلیاییت پایین (قلیاییت کل کمتر از ۲۰ میلی گرم در لیتر به‌صورت  $\text{CaCO}_3$ ) ظرفیت بافری بسیار پایینی دارند و به‌نوسانات pH بسیار حساس هستند (برای مثال در طی بارش باران و افزایش جلبک‌ها). چنین تغییراتی ممکن است به‌طور مستقیم برای ماهی‌ها مضر باشد. استخرهایی با قلیاییت پایین همچنین باروری بسیار کمتری از استخرهای با قلیاییت بالا دارند، اگرچه استخرهایی با قلیاییت بیش از ۳۰۰ میلی گرم در لیتر به‌صورت  $\text{CaCO}_3$  نیز ممکن است بارور نباشند که به‌علت محدودیت در دسترس بودن کربن دی‌اکسید در چنین غلظت‌های بالایی است. مطلوب‌ترین محدوده برای قلیاییت بین ۲۰ تا ۳۰ میلی گرم به‌صورت  $\text{CaCO}_3$  است. استخرهایی با قلیاییت پایین را می‌توان با آهک درمان کرد.

### سختی کل

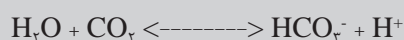
سختی کل آب از فلزات قلیایی معدنی به‌ویژه یون‌های کلسیم و منیزیم ساخته شده است. در بیشتر آب‌ها میزان سختی کل باید مشابه قلیاییت کل باشد زیرا کلسیم و منیزیم معمولاً به بازهای اصلی یعنی بی‌کربنات و کربنات متصل هستند. وقتی سختی کل آب از قلیاییت آن بالاتر رود، نشان دهنده این است که بخشی از کلسیم و منیزیم به آنیون‌هایی به غیر از بی‌کربنات و کربنات متصل است (برای مثال سولفات و کلراید). وقتی قلیاییت کل از سختی کل بیشتر باشد، نمایانگر این

است که بخشی از بی کربنات و کربنات به سدیم و پتاسیم متصل است (به جای اتصال به کلسیم و منیزیم).

در اغلب آب‌ها قلیائیت مهم تر از سختی کل است. سختی آب بالاتر از ۲۰ میلی گرم در لیتر به صورت  $\text{CaCO}_3$  برای باروری استخر رضایت بخش است و انتظار می رود تا از ماهی‌ها در برابر اثرات زیان بار نوسانات pH و یون‌های فلزی محافظت کند. سختی کل را می توان با آهک پاشی بهبود داد.

### کربن دی اکسید

کربن دی اکسید گازی است که در آب بسیار محلول است، اما از آنجایی که تنها میزان اندکی از آن در اتمسفر وجود دارد، غلظت آن در بیشتر آب‌ها اندک است. کربن دی اکسید واکنشی اسیدی با آب نشان می دهد:



به خاطر این واکنش، آب خالص در تعادل با اتمسفر pH اسیدی دارد. در ۲۵ درجه سانتی گراد، pH آب خالص ۵/۷ است. به عنوان یک قاعده کلی، دی اکسید کربن موجب افت pH به زیر ۴/۵ نمی شود و هر pH کمتر از ۴/۵ باید به علت اسیدیته مواد معدنی باشد. کربن دی اکسید در آب به ۳ شکل بسیار مرتبط مشاهده می شود:

$\text{CO}_2$ : کربن دی اکسید آزاد

$\text{HCO}_3^-$ : یون بی کربنات

$\text{CO}_3^{--}$ : یون کربنات

غلظت هریک به pH بستگی دارد.

اثر pH بر نسبت اشکال مختلف کربن در آب شیرین

درصد $\text{CO}_2$ کل در هر شکل متناسب با pH								$\text{CO}_2$
								pH
۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	
-	-	۰/۲	۲/۰	۱۷/۳	۶۷/۷	۹۵/۴	۹۹/۵	$\text{CO}_2$
۱۴/۳	۶۲/۵	۹۴/۱	۹۷/۴	۸۲/۷	۳۲/۲	۴/۶	۰/۵	$\text{HCO}_3^-$
-	۸۵/۷	۳۷/۵	۵/۷	۰/۶	-	-	-	$\text{CO}_3^{--}$

در میان این ۳ شکل، کربن دی اکسید آزاد برای ماهی سمی است. از این رو غلظت های زیاد و سمی معمولاً تنها در آب های خنثی یا اسیدی یافت می شوند. اغلب آب های طبیعی دارای غلظت اندکی از کربن دی اکسید آزاد هستند (کمتر از ۶ میلی گرم در لیتر). هر چند، در شرایط زیر ممکن است غلظت کربن دی اکسید بالا برود:

■ آب های اسیدی؛

■ در استخرهایی با جمعیت های فیتوپلانکتونی زیاد در طی موارد زیر:

مرگ فیتوپلانکتون ها؛

در شب به علت تنفس فیتوپلانکتونی؛

در زمان ابری بودن؛

■ در استخرهایی با بار کود آلی زیاد یا غذادهی فراوان.

■ انتقال ماهی: ماهی ها کربن دی اکسید دفع می کنند، بنابراین وقتی توده زنده زیادی از ماهی در حجم کمی از آب محصور می شود، ممکن است غلظت های زیاد کربن دی اکسید ایجاد شود. ایجاد کربن دی اکسید وقتی بدتر است که ماهی ها در کیسه های محصور حاوی اکسیژن حمل می شوند. احتمال ایجاد مشکلات کربن دی اکسید در مخازن باز مجهز به هواده کمتر است؛

■ بعد از استفاده از علف کش ها ممکن است غلظت های زیاد کربن دی اکسید در آب های طبیعی ایجاد شود.

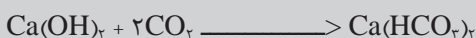
غلظت های زیاد کربن دی اکسید آزاد می تواند برای ماهی مضر باشد، زیرا مانع دریافت اکسیژن محلول می شود. در نتیجه اثرات منفی  $\text{CO}_2$  در شرایطی که اکسیژن محلول پایین باشد، بیشتر می شود.

۵۰ تا ۶۰ میلی گرم کربن دی اکسید در لیتر آب	کشنده برای بسیاری از گونه های ماهی که طولانی مدت در معرض آن قرار دارند.
۱۲ تا ۵۰ میلی گرم کربن دی اکسید در لیتر آب	اثرات بسیار زیان بار که ممکن است شامل استرس تنفسی و ایجاد سنگ کلیه در برخی گونه ها شود.

کربن دی اکسید با روش های مختلفی می تواند از آب حذف شود:

■ هوادهی شدید؛

■ افزایش pH با افزودن کلسیم هیدروکسید (آهک هیدراته):



باید احتیاط شود تا در استخرهایی با قلیائیت آهک بیش از اندازه استفاده نشود، زیرا آهک اضافی ممکن است باعث افزایش pH شود که ممکن است به طور مستقیم برای ماهی مضر باشد یا اگر غلظت آمونیاک کل زیاد باشد غلظت آمونیاک غیر یونیزه را افزایش دهد.

تحقیقات نشان داده است که تقریباً ۱ میلی گرم در لیتر از آهک هیدراته (آب خورده) می تواند ۱/۶۸ میلی گرم در لیتر از کربن دی اکسید را بزدايد؛

■ کنترل جمعیت های فیتوپلانکتونی و بار زیستی از طریق تراکم دهی، غذادهی و کوددهی صحیح؛

■ طراحی استخر: استخرهای کم عمق روباز کمتر از استخرهای عمیق سرپوشیده با مشکلات کربن دی اکسید روبه رو هستند.

### هیدروژن سولفید

هیدروژن سولفید توسط باکتری ها در آب های کم اکسیژن تولید می شود. این ترکیب در سیستم های پرورش ماهی که بار زیستی زیادی دارند معمول است (برای مثال در استخرهایی که کوددهی شدید شده اند یا در زیر مزارع پرورش متراکم در قفس).

$\text{HS}^-$ : یون سولفید یونیزه شده

$\text{H}_2\text{S}$ : گاز هیدروژن سولفید یونیزه نشده که برای ماهی سمی است.

نسبتی از این سولفید کل که به شکل گاز سمی هیدروژن سولفید است با pH رابطه دارد.

هیدروژن سولفید کل به شکل گازی سمی در ۲۵ درجه سانتیگراد

pH	درصد	pH	درصد
۵/۰	۹۹/۰	۷/۵	۲۴/۴
۵/۵	۹۷/۰	۸/۰	۹/۳
۶/۰	۹۱/۱	۸/۵	۳/۱
۶/۵	۷۶/۴	۹/۰	۱/۰
۷/۰	۵۰/۶		

بیشتر گونه‌های ماهی به‌شدت به‌گاز هیدروژن سولفید حساس هستند. سطوح سمی آن به‌صورت زیر است:

اثرات بسیار زیان‌بار که به گونه ماهی بستگی دارد، شامل آسیب آبشش.	۰/۰۵ تا ۰/۴ میلی گرم در لیتر
اثرات کشنده که به‌گونه مورد پرورش بستگی دارد.	۰/۰۱ تا ۵/۳ میلی گرم در لیتر

در آب‌هایی که به‌خوبی اکسیژن‌دار شده‌اند، سولفید به‌سولفات اکسید می‌شود. اکسیژن‌دار نگه داشتن مناسب آب بهترین روش توقف تشکیل هیدروژن سولفید و زدودن آن از سیستم، بخصوص نزدیک رسوبات است.

### پارامترهای قابل اندازه‌گیری در آزمایش آب

**پارامترهای عمومی:** معمولاً برای شناخت کیفیت هر نوع آبی سنجش میزان پارامترهای عمومی لازم است. TDS و TSS میزان مواد محلول و معلق را نشان می‌دهند که در آب مورد آزمایش وجود دارد. DO نشان‌دهنده میزان اکسیژن محلول است. در استخرهای پرورش ماهی کم شدن آن موجب مرگ ماهی‌ها می‌شود. به‌علاوه وجود اکسیژن در آب مانع فعالیت میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی مولد بوی بد می‌شود. به‌همین علت یکی از راه‌های کنترل بوی نامطبوع آب، افزایش اکسیژن محلول در آب است. کدورت و رنگ بر زیبایی و ظاهر آب تأثیر می‌گذارند. کدورت از حدی که بیشتر شود زلال بودن آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ضمن آنکه بر زندگی آبزیان هم تأثیرات منفی خواهد داشت.

Total Suspended Solids	کل مواد معلق	Turbidity	کدورت
Dissolved Total Solids	کل مواد محلول	Temperature	دما
pH	پی‌اچ	Color	رنگ
Dissolved Oxygen	اکسیژن محلول	Hardness	سختی

**پارامترهای میکروبیولوژی:** مهم‌ترین پارامتر میکروبی در پایش کیفیت آب مربوط به‌کلی‌فرم کل و کلی‌فرم گوارشی است. وجود این دو به‌مفهوم بیماری‌زا بودن آب نیست. اما نشان می‌دهد برای اطمینان از سلامتی آب نیاز به‌آزمایش‌های بیشتری است و برای برخی مصارف قابل استفاده نیست.

کل فرم کل	Total Coliform	باکتری های هتروتروف	HPC
کل فرم گوارشی	Fecal Coliform	اشرشیاکلی	Escherichia coli
سودوموناس	Pseudomonas	تخم انگل	Nematode
سالمونلا	Salmonella		

**آنیون ها:** کربنات و بی کربنات بیشتر با سختی آب ارتباط دارند. آب هایی که ترکیبات فسفر و نیتروژن دارند، مستعد رشد جلبک، کدر شدن آب و در موارد حاد مرگ آبزیان هستند. حضور آنیون های سیانید و نیتريت به علت سمیتی که دارند باید کاملاً جدی گرفته شوند.

سولفات	Sulfate	بروماید	Bromine
سولفیت	Sulfite	کربنات	Carbonate
سولفید	Sulfide	بی کربنات	Bicarbonate
کلراید	Chloride	نیترات	Nitrate
فسفات	Phosphate	نیتريت	Nitrite
فسفر کل	Total Phosphor	یداید	Iodide
سیانید	Cyanide	فلوراید	Fluoride

**کاتیون ها:** حضور یون آمونیوم دو معنا ممکن است داشته باشد. یکی ورود آلودگی تازه به آب و دیگری وقوع تجزیه بی هوازی و تبدیل نیترات به آمونیاک است. کلسیم و منیزیم هم در ایجاد سختی آب (اصطلاحاً گچ آب) مؤثرند. بخصوص کیفیت آب دیگ بخار به شدت متأثر از سختی آب است.

سدیم	Sodium	آمونیم	Ammonia
پتاسیم	Potassium	منیزیم	Magnesium
کلسیم	Calcium		

**مواد آلی:** مواد هیدروکربنی به علل مختلفی ممکن است وارد آب شوند. برخی از ترکیبات حلقوی مانند بنزن سمی هستند و لازم است نسبت به وجود آنها در آب عکس العمل سریع نشان داده شود.

Total Petroleum Hydrocarbons	کل هیدروکربن های نفتی
Volatile Organic Compounds	مواد آلی فرار
Semi-volatile Organic Compounds	مواد آلی نیمه فرار
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons	مواد هیدروکربنی حلقوی (PAHs)
PCBs	ترکیبات کلرینه شده
THMs	تری هالو متان ها

**فلزات:** برخی فلزات مانند سرب و جیوه سمی هستند و برخی مانند منگنز بر مزه و گوارایی آب تأثیر می گذارند.

Arsenic	آرسنیک	Mercury	جیوه
Iron	آهن	Cadmium	کادمیم
Copper	مس	Vanadium	وانادیم
Barium	باریم	Silver	نقره
Selenium	سلنیم	Lead	سرب
Nickel	نیکل	Chromium, total, hexavalent	کرم
Antimony	آنتیموان	Cobalt	کبالت

**باقی مانده سموم کشاورزی:** استفاده فراوان از سموم دفع آفات نباتی و حشره کش ها باعث شده است برخی منابع آبی با این سموم آلوده شوند. متأسفانه برخی سموم ماندگاری بالایی دارند؛ لذا باید در مصرف سموم کشاورزی دقت نمود.



Alpha_HCH	۱۵	-DDD ۴/۴	۱
beta_HCH	۱۶	Endrin_aldehyde	۲
gamma_HCH	۱۷	Endosufan_sulfate	۳
delta_HCH	۱۸	-DDT ۴/۴	۴
Heptachor	۱۹	Endrin_Ketone	۵
Aldrin	۲۰	Methoxychlor	۶
Heptachor_endo_epoxide	۲۱	Malathion	۷
Trans_Chlordane	۲۲	Permethrin	۸
Alpha_Endosufan	۲۳	Diazinon	۹
Cis-Chlordane	۲۴	Chlopyrofos	۱۰
Dieldrin	۲۵	Metalaxyl	۱۱
-DDE ۴/۴	۲۶	Bromopropylate	۱۲
Endrin	۲۷	Deltametrin	۱۳
beta_Endosufan			۱۴

#### پارامترهای بیولوژی:

کلروفیل ها	Chlorophylls	پریفیتون ها	Pryfytun
فیتوپلانکتون ها	Phytoplankton's	زئوپلانکتون ها	zooplanktons
ماکروبنتوزها	Macrobenthos	ماکروفیت ها	Microfit

سایر: بنابر استاندارد آب آشامیدنی میزان اندکی کلر آزاد باید در شبکه آب شهری وجود داشته باشد تا حتی در صورت ورود اندکی آلودگی به داخل شبکه، به میکروب های وارد شده فرصت رشد و نمو داده نشود. ضمناً وجود همین مقدار

کلر کمک می‌کند در حوزه شهری در صورت مشاهده نشت آب، آب شهری از آب خام یا فاضلاب تمییز داده شود. شاخص SAR برای متخصصین کشاورزی و منابع طبیعی اهمیت دارد. این شاخص مستقیماً بر کیفیت خاک تأثیر دارد. بالا بودن شاخص SAR به این معنی است که یون‌های سدیم جانشین یون‌های کلسیم شده و باعث متلاشی شدن بافت خاک می‌شوند. در زمان بهره‌برداری طراحی هر تصفیه‌خانه‌ای اعم از آب یا فاضلاب، لازم است تست انجام شود. با این آزمایش ساده، تأثیرات منعقدکننده‌ها و هزینه‌های اقتصادی بهره‌برداری قابل محاسبه و برآورد می‌شود. تأثیر منعقدکننده‌ها بر انواع فاضلاب یکسان نیست. در جار تست مشخص می‌شود که برای رسیدن به نتیجه‌ای واحد، چه میزان از هر منعقدکننده و در چه شرایطی لازم است.

Surfactants	پاک کننده	Grease and Oils	چربی و روغن
Sodium Adsorption Ratio	شاخص SAR	Chlorine, free	کلر آزاد باقی‌مانده
Phenolic Compound	ترکیبات فنلی	Jar Test	آزمایش جار

#### ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب محیط‌های پرورشی ماهیان گرم‌آبی و سردآبی

ملاحظات	دامنه مناسب		شاخص	ردیف
	ماهیان سردآبی	ماهیان گرم‌آبی		
ترجیحاً ۲۰-۲۸ درجه سلسیوس برای ماهیان گرم‌آبی ترجیحاً ۱۲-۱۶ درجه سلسیوس برای ماهیان سرد آبی	۹-۱۷ درجه سلسیوس	۱۶-۳۰ درجه سلسیوس	دما	۱
ترجیحاً حداقل درصد اشباع اکسیژن ۷۰ درصد برای ماهیان سردآبی می‌باشد.	۶-۱۲ میلی گرم در لیتر	۲-۹ میلی گرم در لیتر	اکسیژن	۲
ترجیحاً برای ماهیان سردآبی مقدار آن کمتر می‌باشد.	< ۱۵ میلی گرم در لیتر	۲۰ میلی گرم در لیتر	کربن دی‌اکسید (CO <sub>2</sub> )	۳
ترجیحاً ۶/۵-۸/۵ برای ماهیان گرم‌آبی	۶/۵-۸	۶/۵-۹/۵	pH	۴
برای ماهیان سردآبی آب باید شفاف باشد.		۱۵-۳۵ سانتی‌متر	شفافیت (عمق دید)	۵

۶	کل مواد محلول در آب (TDS)		<۲۰۰ میلی گرم در لیتر	برای ماهیان گرم آبی منبعی وجود ندارد
۷	هدایت الکتریکی (EC)	< ۸۰۰۰ میکروموس		ترجیحاً کمتر از ۳۰۰۰ برای ماهیان گرم آبی
۸	TSS کل مواد معلق در آب		<۸۰ میلی گرم در لیتر	برای ماهیان گرم آبی منبعی وجود ندارد
۹	قلیائیت کل	>۷۵ میلی گرم در لیتر	>۲۰ میلی گرم در لیتر	برای ماهیان گرم آبی ترجیحاً بین ۱۵۰-۲۰۰ میلی گرم در لیتر است (این محاسبه براساس میزان کربنات کلسیم است)
۱۰	سختی کل	۴۰۰	<۴۰۰ میلی گرم در لیتر	
۱۱	نیتريت	< ۰/۲ میلی گرم در لیتر	< ۰/۰۲	ترجیحاً برای ماهیان گرم آبی کمتر از ۰/۱ میلی گرم در لیتر براساس N-NO <sub>۲</sub> محاسبه می شود.
۱۲	نیترات	۲-۵ میلی گرم در لیتر		ترجیحاً کمتر از ۲ میلی گرم در لیتر
۱۳	آمونیاک N-NH <sub>۳</sub>	< ۰/۲ میلی گرم در لیتر	< ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر	
۱۴	ارنوفسفات	۰/۲-۰/۵ میلی گرم در لیتر		
۱۵	هیدروسولفوریک اسید	< ۰/۰۰۲ میلی گرم در لیتر	صفر	ترجیحاً باید صفر باشد
۱۶	آهن کل	< ۰/۹ میلی گرم در لیتر	< ۰/۲ میلی گرم در لیتر	
۱۷	مس	۰/۰۰۵-۰/۱	۰/۰۰۵-۰/۱ میلی گرم در لیتر	ترجیحاً مقدار حد مجاز مس بستگی به سختی آب دارد در سختی ۱۰ مساوی ۰/۰۰۵ در سختی ۵۰ مساوی ۰/۰۲۲ و در سختی ۱۰۰ مساوی ۰/۰۴ و در سختی ۳۰۰ مساوی ۰/۱۲۲ می باشد.

## نمون برگ ارزشیابی مرحله‌ای توانمندسازی بررسی شاخص‌های کیفی آب

شماره گروه	نام خانوادگی هنرجویان به تفکیک گروه	اهداف عملکردی													
		شایستگی های غیر فنی						شایستگی های فنی							
		۱- استفاده از لباس کار مناسب	۲- رعایت بهداشت و ایمنی	۲- مدیریت زمان	۴- حفظ ایمنی ماهی ها حین کار	۱- آماده کردن وسایل کار	۲- اندازه گیری دمای آب	۲- اندازه گیری pH آب	۴- اندازه گیری شفافیت آب	۵- ..... ۶- ..... ۷- .....	غیر فنی	فنی	غیر فنی	فنی	
۱	رفیعی														
	آهنگری														
	حسینی														
۲	یزدانی														
	محمدی														
	تقی زاده														
۳	.....														

**توجه:** نمون برگ‌های ارزشیابی مرحله‌ای توانمندسازی به صورت نمونه می‌باشد؛ لذا برحسب نوع فعالیت کارگاهی، تعداد مراحل کاری و ماهیت آنها می‌توانید آن را طراحی و تدوین کنید. تعداد ردیف‌ها در شایستگی‌های فنی و غیرفنی محدودیت ندارد و هرچه تعداد بیشتر باشد، سنجش دقیق‌تر خواهد بود. میانگین سنجش‌های مرحله‌ای می‌تواند به عنوان سنجش پایانی در برخی از پودمان‌ها باشد.

## ارزشیابی مرحله‌ای

در این مرحله فراگیران به صورت فردی یا گروهی مورد ارزشیابی قرار می‌گیرند. این ارزشیابی فرایند محور بوده یعنی در ضمن انجام عملیات در قالب نمون برگ‌های ارزشیابی و همچنین از روی نمونه کار انجام شده، قابل ارزیابی است. بررسی گزارش کارها می‌تواند به هنرآموز در قضاوت بهتر کمک کند. در نتیجه نیاز به یک زمان مجزا و افزون بر زمان آموزش برای ارزشیابی نیست. در ارزشیابی، علاوه بر عملکرد فنی و مهارتی، سنجش شایستگی‌های غیرفنی نیز باید مورد توجه قرار گیرد؛ زیرا پیش نیاز سنجش مهارت فنی، کسب حداقل نمره قبولی در شایستگی‌های غیرفنی است. شاخص‌های ارزیابی و معیار نمره‌گذاری ارزشیابی در این مرحله کاری در جدول زیر آمده است.

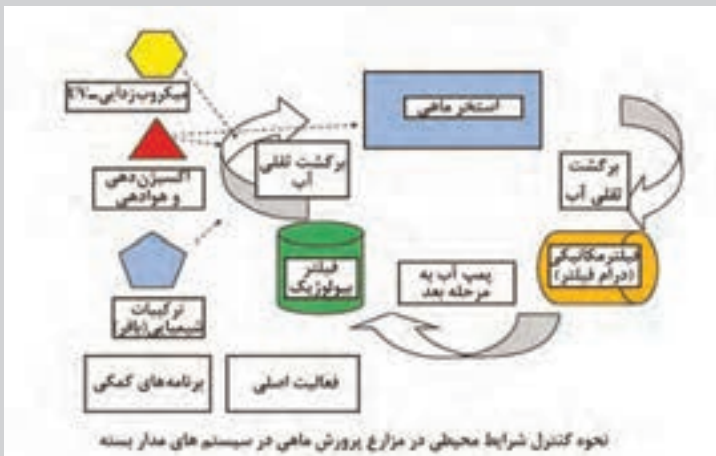
## آزمون ارزیابی عملکرد

ردیف	مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/ نمره‌دهی)	نمره
۲	بررسی شاخص‌های کیفی آب	دماسنج، pH متر، اکسیژن متر، شوری سنج، صفحه فلزی، مشاهدات میدانی، ابزار نمونه برداری از آب، تجهیزات آزمایشگاهی	شایستگی کامل	پایش دقیق کلیه شاخص‌ها	۳
			شایسته	پایش نسبتاً دقیق کلیه شاخص‌ها	۲
			نیازمند آموزش	پایش نکردن کلیه شاخص‌ها	۱

**هدف توانمندسازی:** آب محل پرورش ماهی را تعویض کند.  
**محل آموزش:** کلاس درس با امکانات نمایشی یا واحد سمعی و بصری، محل پرورش آبزیان.

## موارد پیشنهادی

- درس را با نام و یاد خداوند شروع کنید.
- توضیح دهید که کمیت و کیفیت آب اهمیت فوق العاده‌ای در پرورش آبزیان دارد.
- تمامی موارد ایمنی و حفاظتی توسط هنرجویان انجام پذیرد.
- ضمن انجام فعالیت، اقدام به ارزیابی مرحله‌ای فراگیران در قالب نمودار برگ ارزشیابی مرحله‌ای نمایید. بدیهی است که نقش نظارتی و هدایتی شما محفوظ بوده و از انحراف هنرجویان یا بدآموزی آنها ضمن توجه به نوآوری و بروز خلاقیت‌ها، ممانعت می‌شود. مواردی چون سرعت کار مناسب، هم‌فکری، مشارکت در انجام کار گروهی از عوامل مورد ارزیابی می‌باشد.



نمون برگ ارزشیابی مرحله‌ای توانمندسازی تعویض آب استخر یا آکواریوم

شماره گروه	نام خانوادگی هنرچویان به تفکیک گروه	اهداف عملکردی														
		شایستگی های غیر فنی						شایستگی های فنی								
		۱- استفاده از لباس کار مناسب	۲- رعایت کردن نکات ایمنی	۳- دفع بهداشتی پسماندها	۴- به کار گیری فناوری های مناسب	۱- آماده کردن وسایل مورد نیاز	۲- تخلیه آب استخر یا آکواریوم	۳- انتقال آب به داخل استخر یا آکواریوم	۴- نصب وسایل و تجهیزات	۵- ..... ..... .....	۶- ..... ..... .....	۷- ..... ..... .....				
۱	رفیعی															
	آهنگری															
	حسینی															
۲	یزدانی															
	محمدی															
	تقی زاده															
۳	.....															

## آزمون ارزیابی عملکرد

ردیف	مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره‌دهی)	نمره
۳	تعویض آب استخر یا آکواریوم	پمپ آب، عملکرد صحیح دریاچه‌های ورودی و خروجی	شایستگی کامل	تعویض مناسب آب	۳
			شایسته	تعویض نسبتاً مناسب آب	۲
			نیازمند آموزش	تعویض ناقص آب	۱

هدف توانمندسازی: عملکرد تجهیزات را کنترل کند.

محل آموزش: کلاس درس با امکانات نمایشی یا واحد سمعی و بصری، محل پرورش آبزیان.

### موارد پیشنهادی

- پس از مقدمات آغازین مطابق طرح درس روزانه، درباره انواع تجهیزات مورد استفاده در محل پرورش آبزیان و نقش هر کدام از هنجوین سؤال کنید.
- در صورت عملکرد نامناسب هر کدام از تجهیزات، آن را تعویض کنند.
- ضمن انجام فعالیت کارگاهی توسط هنجوین، اقدام به ارزیابی مرحله‌ای آنها در قالب نمون برگ ارزشیابی مرحله‌ای کنید. بدیهی است که نقش نظارتی و هدایتی شما محفوظ است. مواردی چون توجه به تکمیل دقیق و صحیح نمون برگ‌ها، سرعت کار مناسب، هم‌فکری، هم‌کاری در انجام کار گروهی از عوامل مورد ارزیابی می‌باشد.

### نمون برگ ارزشیابی مرحله‌ای مستندسازی

شماره گروه	نام خانوادگی هنرجویان به تفکیک گروه	اهداف عملکردی									
		شایستگی های غیر فنی					شایستگی های فنی				
		۱- استفاده از لباس کار مناسب	۲- رعایت بهداشت و ایمنی	۳- مدیریت زمان	۴- حفظ ایمنی ماهی ها حین کار	۱- آماده کردن وسایل مورد نیاز	۲- پاک سازی و بررسی تجهیزات استخر یا آکواریوم	۳- تعویض تجهیزات معیوب استخر یا آکواریوم	۴- نصب وسایل و تجهیزات	۵- .....	۶- .....
گروه	نام خانوادگی هنرجویان به تفکیک گروه	نتایج فردی از ۳ نمره	نتایج فردی از ۳ نمره	نتایج گروه از ۳ نمره	نتایج گروه از ۳ نمره	فنی	غیر فنی	فنی	غیر فنی	فنی	غیر فنی
۱	رفیعی										
	آهنگری										
	حسینی										
۲	یزدانی										
	محمدی										
	تقی زاده										
۳	.....										



## آزمون ارزیابی عملکرد

ردیف	مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره‌دهی)	نمره
۴	کنترل عملکرد تجهیزات	هواده، پمپ، فیلتر، تجهیزات هشدار دهنده	شایستگی کامل	عملکرد مناسب تجهیزات در دوره پرورش	۳
			شایسته	عملکرد نسبتاً مناسب تجهیزات در دوره پرورش	۲
			نیازمند آموزش	عملکرد نامناسب تجهیزات در دوره پرورش	۱

**هدف توانمندسازی:** اطلاعات مربوط به کنترل شرایط محیطی پرورش آبزیان را ثبت نماید.

**محل آموزش:** کلاس درس با امکانات نمایشی یا واحد سمعی و بصری، محل پرورش آبزیان.

### موارد پیشنهادی

- برای درک بهتر این واحد یادگیری لازم است از اهمیت ثبت روزانه شرایط محیطی (دما، میزان هوادهی، اکسیژن و...) به عنوان بخشی از برنامه پرورش آبزیان برای هنرجویان توضیح دهید.
- پس از مقدمات آغازین مطابق طرح درس روزانه، درباره روش تهیه یک نمون برگ ثبت اطلاعات به هنرجویان توضیح دهید.
- اجازه دهید هنرجویان نمون برگ‌ها را تهیه کنند.
- روش‌های ثبت و ذخیره اطلاعات که شامل ثبت دفتری و موجود در رایانه است را برای هنرجویان توضیح دهید.
- پس از جمع‌بندی مباحث نظری، کلاس درس را در محل پرورش آبزیان دنبال کنید.
- هنرجویان نمون برگ‌های مخصوص ثبت اطلاعات را با دقت تکمیل کنند.
- پس از پایان کار از هنرجویان بخواهید تا نمون برگ‌ها را داخل زونکن و کمد بایگانی کنند.
- یادآور شوید که تکمیل نمون برگ‌ها مهم‌ترین فعالیتی است که اطلاعات ارزشمندی را برای برنامه‌ریزی و مدیریت واحد پرورش آبزیان فراهم می‌کند.
- ضمن انجام فعالیت کارگاهی توسط هنرجویان، اقدام به ارزیابی مرحله‌ای آنها در قالب نمون برگ ارزشیابی مرحله‌ای کنید. مواردی چون توجه به تکمیل

دقیق و صحیح نمون برگ‌ها، سرعت کار مناسب، هم‌فکری، همکاری در انجام کار گروهی از عوامل مورد ارزیابی می‌باشد.

### نمون برگ ارزیابی مرحله‌ای مستندسازی

شماره گروه	نام خانواده‌گی هنرجویان به تفکیک گروه	اهداف عملکردی												نتایج فردی		نتایج گروه	
		شایستگی‌های غیرفنی						شایستگی‌های فنی						از ۳ نمره		از ۳ نمره	
		۱- استفاده از لباس کار مناسب	۲- به کارگیری فناوری‌های مناسب	۳- رعایت کردن نکات ایمنی	۴- مسئولیت‌پذیری	۱- تهیه نمون برگ‌ها	۲- بررسی و ثبت دما	۲- بررسی و ثبت شرایط محیطی	۳- ثبت تلفات ماهیان	۴- پایداری نمون برگ‌ها	۵- ..... .....	۶- ..... .....	۷- ..... .....	غیرفنی	فنی	غیرفنی	فنی
۱	رفیعی																
	آهنگری																
	حسینی																
۲	یزدانی																
	محمدی																
	تقی‌زاده																
۳	.....																

### آزمون ارزیابی عملکرد

ردیف	مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره‌دهی)	نمره
۵	مستندسازی	اطلاعات و داده‌های مربوط به پرورش ماهیان، داده‌های عملکرد تجهیزات	- شایستگی کامل	مستندسازی دقیق و منظم	۳
			- شایسته	مستندسازی نسبتاً دقیق و منظم	۲
			- نیازمند آموزش	مستندسازی ناقص و نامنظم	۱

## ارزشیابی شایستگی کنترل شرایط محیطی پرورش آبزیان

<p><b>شرح کار:</b></p> <p>۱- زیست‌سنجی آبزیان</p> <p>۲- بررسی شاخص‌های کیفی آب</p> <p>۳- تعویض آب</p> <p>۴- کنترل عملکرد تجهیزات</p> <p>۵- مستندسازی</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>کنترل شرایط محیطی محل پرورش آبزیان خوراکی زینتی به گونه ای که حداکثر تلفات در پایان دوره ۵ درصد باشد.</p>			
<p><b>شاخص‌ها:</b></p> <p>۱- اندازه‌گیری دقیق طول، وزن و میزان رشد ماهی</p> <p>۲- پایش دقیق کلیه شاخص‌ها</p> <p>۳- تعویض مناسب آب استخر یا آکواریوم</p> <p>۴- عملکرد مناسب تجهیزات در دوره پرورش</p> <p>۵- ثبت آمار و اطلاعات</p>			
<p><b>شرایط انجام کار:</b></p>			
<p><b>شرایط:</b></p> <p>استخر، آکواریوم، ماهی، اطلاعات و داده‌های مربوط به پرورش ماهیان، داده‌های عملکرد تجهیزات.</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b></p> <p>ابزار صید آبزیان، ساچوک، آب و هوای خنک، سطل، تخته زیست‌سنجی، خط‌کش، ترازوی دیجیتال، نمونه‌برگ ثبت، دماسنج، pH متر، اکسیژن متر، شوری سنج، صفحه فلزی، مشاهدات میدانی، ابزار نمونه‌برداری از آب، تجهیزات آزمایشگاهی، پمپ آب، هواده، پمپ، فیلتر، تجهیزات هشداردهنده.</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	زیست‌سنجی آبزیان	۲	
۲	بررسی شاخص‌های کیفی آب	۲	
۳	تعویض آب	۲	
۴	کنترل عملکرد تجهیزات	۱	
۵	مستندسازی	۲	
۶			
شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: درست کاری، صداقت، وقت‌شناسی، رعایت نکات ایمنی هنگام کار، دفع بهداشتی پسماندها.		۲	
میانگین نمرات			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.