

بررسی تاثیر عوامل فیزیکی-شیمیایی و حالت تروفي آب بر پرورش ماهی در قفس در سد ارس (آذربایجان غربی)

- مسعود صیدگر*: مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
- فریدون محبی: مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
- علی نکوئی فرد: مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
- سیدرضا سیدمرتضایی: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- شهرام دادگر: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ژاله علیزاده اوصالو: مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
- صابر شیرینی: مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۸

چکیده

عواملی مانند افزایش مصرف جهانی ماهی، کاهش صید ماهیان دریایی و اقتصادی بودن باعث توجه به پرورش ماهی در قفس شده است. در پرورش ماهی معمولاً آبی دارای کیفیت مطلوب است که بقا و رشد ماهیان را به بهترین وجه تامین کند. هدف از این تحقیق بررسی کیفیت آب از لحاظ مناسب بودن برای پرورش ماهی در قفس در دریاچه پشت سد ارس آذربایجان غربی می باشد. نمونه برداری از ۳ ایستگاه با تناوب فصلی از تابستان سال ۱۳۹۶ الی بهار ۱۳۹۷ انجام شد. نمونه برداری ها در ورودی، وسط دریاچه و تاج سد از سطح آب انجام شد. اندازه گیری دمای آب (درجه سانتی گراد)، هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی متر) و کل مواد جامد محلول (میلی گرم در لیتر) با استفاده از دستگاه EC متر WTW و pH توسط pH متر WTW، اکسیژن (میلی گرم در لیتر) توسط اکسی متر WTW ۳۲۰ انجام شد. مقادیر شاخص تروفي TSI براساس پارامترهای فسفر کل و عمق رویت سشی دیسک محاسبه شد. میزان شفافیت آب در ایستگاه های نمونه برداری بین ۰/۵ تا ۱/۳ متر متغیر بود. میزان فسفر کل در هر ایستگاه نمونه برداری در فصل تابستان بالاتر از سایر فصول بود. وضعیت تروفي آب سد ارس هیپروتروف است که نشان دهنده بار فسفر بالا و آلودگی حاصل از رواناب های کشاورزی در این دریاچه است. مفهوم ظرفیت برد، کمبود منابع آب شیرین و وجود حالت هیپروتروفی در تمام ایستگاه ها و فصول، حاکی از آن است که شرایط اکولوژیکی سد ارس برای پرورش ماهی در قفس مناسب نمی باشد و بنابراین توصیه نمی شود.

کلمات کلیدی: پرورش در قفس، ماهی، فاکتورهای فیزیکی-شیمیایی آب، سد ارس



مقدمه

۱۴۵ کیلومتر، ۱۴۵۰۰ هکتار را اشغال نموده و حجم کل آن ۱۳۵۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. این دریاچه در ارتفاع ۷۷۰ متر از سطح دریا واقع شده و حداکثر حرارت هوا در تابستان تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد و حداقل برودت در زمستان تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد زیر صفر ثبت شده است. هدف از این تحقیق بررسی کیفیت آب از لحاظ تروپیکی و بار فسفر برای پرورش ماهی در قفس در دریاچه پشت سد ارس آذربایجان غربی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی تغییرات فیزیکی و شیمیایی آب، نمونه‌برداری از ۳ ایستگاه به‌صورت فصلی از تابستان سال ۱۳۹۶ الی بهار ۱۳۹۷ انجام شد. مختصات جغرافیایی مناطق مورد مطالعه در جدول ۱ و موقعیت جغرافیایی دریاچه سد ارس در شکل ۱ ارائه شده است. نمونه‌برداری‌ها بر روی ورودی، وسط دریاچه و تاج سد از سطح آب انجام شد. نمونه‌های ازت و فسفر کل (در ظروف شیشه‌ای) ابتدا در محل توسط اسید سولفوریک ۹۸٪ (Merck) تثبیت گردیدند و سپس در یخدان‌های یخی در محدوده دمایی ۴-۳ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه انتقال داده شدند. فاکتورهای نیترات، نیتريت، آمونیاک، ازت و فسفر کل مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. سنجش فسفر کل (میلی گرم در لیتر) با استفاده از روش هضم با پراکسید سولفات، سنجش نیترات (میلی گرم در لیتر) با روش اسپکتروفتومتری ماوراء بنفش، سنجش نیتريت (میلی گرم در لیتر) با روش رنگ‌سنجی و سنجش آمونیاک (میلی گرم در لیتر) با روش نسلر، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VIS مدل T80+ صورت گرفت (APHA, ۲۰۰۵). اندازه‌گیری دمای آب (درجه سانتی‌گراد)، هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی‌متر) و کل مواد جامد محلول (میلی گرم در لیتر) با استفاده از دستگاه EC متر WTW و pH توسط pH متر WTW، اکسیژن (میلی گرم در لیتر) توسط اکسی متر WTW مدل ۳۲۰ انجام شد.

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در دریاچه سد ارس

ایستگاه	نام ایستگاه	طول جغرافیایی (°E)	عرض جغرافیایی (°N)
۱	قل قشلاق	۳۸/۹۳"	۴۵° ۹' ۸۲/۵۶"
۲	باغ سیب	۴۳/۵۸"	۴۵° ۱۶' ۴۸/۱۶"
۳	بایرام پمپی	۵۹/۵۷"	۴۵° ۲۲' ۲۸/۱۰"

به‌منظور محاسبه مقادیر شاخص تروپی TSI براساس پارامترهای

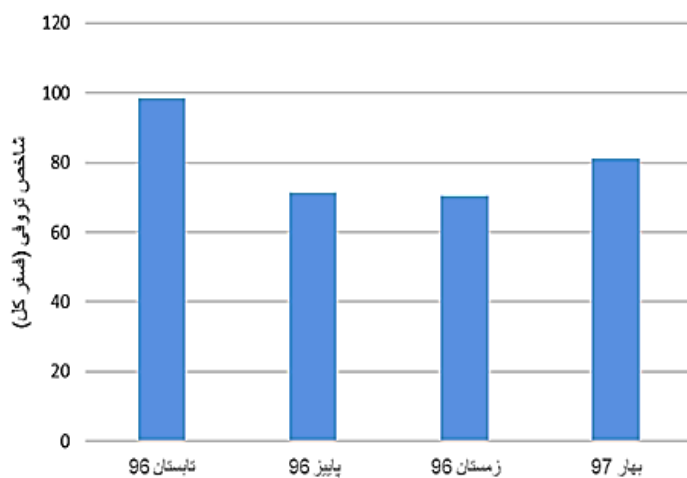
فسفر کل و عمق رویت سشی دیسک از فرمول‌های زیر استفاده شد:

$$TSI (SD) = 60 - 14/41 \ln (sd)$$

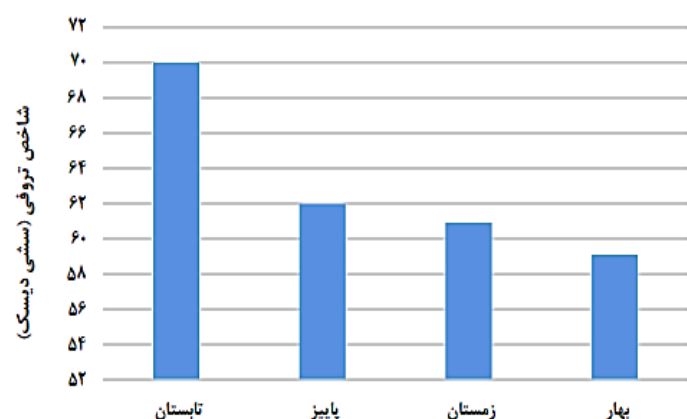
$$TSI (TP) = 14/42 \ln (TP) + 4/15 (\mu g.l^{-1})$$

که در آن‌ها Ln لگاریتم طبیعی، SD عمق سشی دیسک و TP فسفر کل است.

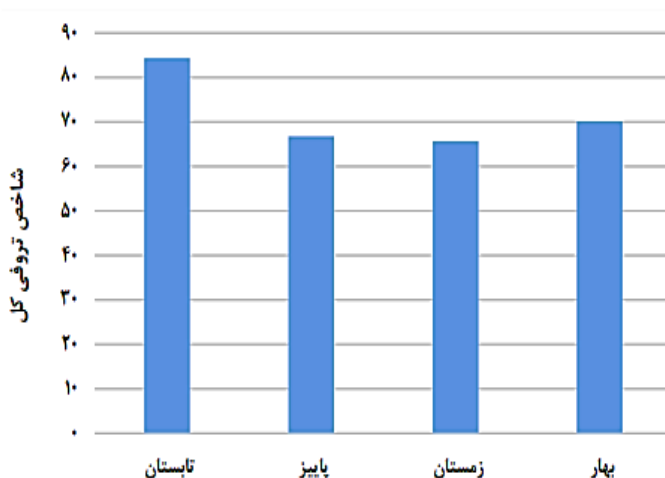
امروزه پرورش ماهی در قفس، مورد توجه محققین و پرورش دهندگان قرار گرفته است. عواملی مانند افزایش مصرف جهانی ماهی، کاهش صید ماهیان دریایی و سودآور و اقتصادی بودن باعث شده که توجه به پرورش ماهی در قفس افزایش یابد. منشا اولین قفس‌های پرورشی از نظر تاریخی مبهم و ناشناخته می‌باشد. اولین قفس‌های واقعی به‌منظور پرورش ماهی، در اواخر قرن ۱۹ در جنوب شرق آسیا مورد استفاده قرار گرفتند (Halwart و همکاران، ۲۰۰۷). افزایش تولید ماهی، کاهش فشار صید بر ذخایر آب‌های طبیعی، صرفه اقتصادی و ایجاد اشتغال عمده مزایای اجرای طرح پرورش ماهی در قفس‌های شناور است. اما به‌دلیل ماهیت متراکم پرورش ماهی در قفس و تراکم بالای بیومس و غلظت زیاد مواد زائد، ناگزیر اثراتی روی محیط آب می‌گذارد. پرورش ماهی در قفس با پتانسیل تولید بالا، فرصتی برای بهره‌برداری بهینه از منابع آب‌های داخلی و پاسخی برای تقاضای روبه افزایش نیاز به پروتئین حیوانی در کشور محسوب می‌شود. کیفیت نامطلوب آب منجر به بهره‌وری کم، کیفیت نامطلوب محصول و خطرات بالقوه برای انسان می‌شود (Anusuya Devi و همکاران، ۲۰۱۷). موجودات آبزی از جمله ماهی‌ها وابستگی بسیار زیادی به آب اطراف خود دارند به نحوی که هرگونه تغییری در آب به‌طور مستقیم و غیرمستقیم وضعیت تغذیه‌ای، متابولیسم و دفاعی آن‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. کیفیت آب در پرورش ماهی نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کند و تغییرات نامطلوب آن عامل اکثر بیماری‌های محیطی و بسیاری از بیماری‌های عفونی وابسته به محیط است (ابراهیم‌زاده موسوی و همکاران، ۱۳۸۸). کیفیت آب را مجموعه‌ای از متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی تعیین می‌کنند. این متغیرها کیفیت آب را بسته به نوع استفاده از آب تحت تاثیر قرار می‌دهند. در پرورش ماهی معمولاً آبی دارای کیفیت مطلوب محسوب می‌شود که بقا و رشد ماهیان را به بهترین وجه تامین کند و طبعاً فقط چند متغیر محدود بر آن حاکم است (Bailey و Sandford, ۲۰۰۲). رودخانه ارس یکی از بزرگ‌ترین رودخانه‌های شمال غرب ایران و حوزه آبریز دریای خزر می‌باشد. علی‌رغم نقش مهم این رودخانه در منطقه به‌عنوان منبع اصلی تأمین آب برای مصارف مختلف، مطالعات معدودی کیفیت آب دریاچه پشت سد ارس را با توجه به تغییرات جمعیتی فیتوپلانکتون‌ها مورد توجه قرار داده‌اند (نظامی و همکاران، ۱۳۷۷). رودخانه ارس به‌عنوان خط مرزی بین ایران و آذربایجان در نظر گرفته می‌شود. سد ارس یک سد مشترک می‌باشد که به‌صورت یک سد چندمنظوره در سال ۱۳۵۰ ساخته شده است. مخزن دریاچه سد ارس به طول ۵۲ کیلومتر و عرض متوسط هشت کیلومتر و عمق متوسط ۲۰ متر و مساحتی حدود



شکل ۲: تغییرات شاخص تروفی (فسفر کل) در دریاچه سد ارس در فصل‌های مختلف (۱۳۹۶-۱۳۹۷)



شکل ۳: تغییرات شاخص تروفی (سشی دیسک) در دریاچه سد ارس در فصل‌های مختلف (۱۳۹۶-۱۳۹۷)



شکل ۴: تغییرات میزان شاخص تروفی کل سد ارس در فصل‌های مختلف (۱۳۹۶-۱۳۹۷)

$$TSI \text{ (کل)} = TSI \text{ (SD)} + TSI \text{ (TP)} / 2$$



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی دریاچه سد ارس

جدول ۲: محدوده‌های شاخص وضعیت تروفی (Carlson, ۱۹۷۷)

مقادیر شاخص TSI	وضعیت تروفی
۰-۳۰	الیگوتروف
۳۰-۴۰	مزوتروفیک خفیف
۴۰-۵۰	مزوتروفیک
۵۰-۶۰	مزوتروفیک حاد
۶۰-۷۰	یوتروفیک
۷۰-۸۰	هایپروتروفیک
۸۰-۱۰۰	هایپروتروفیک حاد

نتایج

نتایج به دست آمده از بررسی پارامترهای فیزیکی شیمیایی آب دریاچه سد ارس و تغییرات آن‌ها در طی سال ۱۳۹۶ الی ۱۳۹۷ در ایستگاه‌های مختلف (۳ گانه) در جدول ۳ آورده شده است. میزان شفافیت آب بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری بین ۰/۵ تا ۱/۳ متر متغیر بود. این مقادیر پایین شفافیت حاکی از بار آلودگی بالای آب دریاچه سد ارس می‌باشد. بالاترین مقدار فسفر کل (TP) برابر ۹/۴۶ میلی گرم در لیتر مربوط به تابستان در ایستگاه قزل قشلاق بود (جدول ۳). به طور کلی میزان TP در هر ایستگاه نمونه‌برداری در فصل تابستان بالاتر از سایر فصول بود. میزان اکسیژن محلول آب بین ۶/۳۴ تا ۱۶/۱ میلی گرم در لیتر متغیر بود که این مقادیر نشان دهنده این است که آب دریاچه سد ارس از کمبود اکسیژن رنج نمی‌برد. میزان شاخص تروفی (فسفر کل) (TSI (TP) در فصل تابستان بالاتر از سایر فصول بود و میزان شاخص تروفی (فسفر کل) نیز در فصل تابستان بالاترین مقدار را داشت (اشکال ۲ و ۳). به طور کلی میزان TSI کل نیز در تابستان بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است (شکل ۴).



جدول ۳: تغییرات فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه سد ارس در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصل‌های مختلف (۱۳۹۶-۱۳۹۷)

ایستگاه	بایرام پمپی				باغ سیب				قزل قشلاق			
	تابستان ۹۶	پاییز ۹۶	زمستان ۹۶	بهار ۹۷	تابستان ۹۶	پاییز ۹۶	زمستان ۹۶	بهار ۹۷	تابستان ۹۶	پاییز ۹۶	زمستان ۹۶	بهار ۹۷
دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۴/۲	۱۰/۳	۶/۵	۱۶/۴	۲۴	۱۱/۱	۶/۷	۱۶/۴	۲۲/۵	۱۱/۳	۶/۳	۱۶
pH	۸/۸	۸/۷۵	۸/۲۱	۷/۱۹	۸/۸۷	۸/۷۶	۸/۵۲	۷/۱۸	۹/۳۵	۸/۹۷	۹/۱۲	۷/۱۴
هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)	۲۱۶	۱۲۲۰	۱۱۴۰	۹۳۳	۲۱۸	۱۲۳۹	۱۱۵۰	۱۰۵۰	۲۲۱	۲۳۹۰	۱۲۷۴	۹۹۰
شفافیت (متر)	۰/۵	۱/۱	۱/۱	۱/۱۵	۰/۵	۱/۱	۱	۱/۳	۰/۵	۰/۵۵	۰/۷۵	۰/۸
کل مواد جامد محلول (میلی‌گرم در لیتر)	۱۳۸	۷۱۳	۶۶۴	۶۲۳	۱۴۰	۷۲۲	۶۷۵	۶۲۰	۱۴۱	۱۴۱۰	۱۳۰۲	۵۹۱
فسفر کل (میلی‌گرم در لیتر)	۸/۱۶	۰/۲۰۲	۰/۱۷۴	۴/۹	۷/۹۴	۰/۳۵۲	۰/۲۶۷	۰/۷۳	۹/۴۶	۰/۲۵	۰/۲۵	۲/۱۳
نیتروژن کل (میلی‌گرم در لیتر)	۳/۷۸	۲/۹۱	۲/۹۶۳	۴/۷۴	۴/۵۸	۱/۰۶۱	۱/۰۷۴	۴/۵۵	۴/۷۹	۲/۱۸۵	۲/۱۸۱	۵/۶۷
ازت کل کج‌دال (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۷	۰/۶۲	۰/۶۵	۲/۷۶	۱/۵	۰/۷۵	۰/۷۶	۲/۵۸	۱/۷	۰/۶۷	۰/۶۶	۳/۶۹
اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	۶/۳۴	۹/۴۳	۱۵/۴	۱۳	۶/۶۶	۱۰/۶	۱۳/۹	۱۳	۸/۶۸	۱۱/۴	۱۶/۱	۱۳
درصد اکسیژن (٪)	۸۰/۴	۹۱/۳	۱۵۸	۱۳۹	۸۵/۸	۱۰۶/۱	۱۴۹	۱۳۸	۱۰۹/۵	۱۱۷/۱	۱۶۴	۱۴۴
ازت نیترونی (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۰۸	۰/۰۳۹	۰/۰۳۸	۰/۰۵۶	۰/۰۸	۰/۰۱۹	۰/۰۱۸	۰/۰۴۸	۰/۰۹	۰/۰۶۱	۰/۰۶	۰/۰۵۸
نیتريت (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۲۵	۰/۱۲۸	۰/۱۲۵	۰/۱۸۴	۰/۲۶	۰/۰۶۲	۰/۰۵۹	۰/۱۵۸	۰/۳	۰/۲۰۱	۰/۱۹۸	۰/۱۹۱
ت نیتراتی (میلی‌گرم در لیتر)	۲/۱	۲/۲۵۱	۲/۲۷۵	۱/۹۲۳	۳/۲	۰/۲۹۲	۰/۲۹۶	۱/۹۹	۳/۴	۱/۴۵۴	۱/۴۶۱	۱/۹۱
نیترات (میلی‌گرم در لیتر)	۹/۳	۹/۹۶	۱۰/۰۷	۸/۵۱۶	۱۴/۷	۱/۲۹	۱/۳۱	۸/۸۳	۱۵/۰۵	۶/۴۳	۶/۴۷	۸/۴۹

بحث

مدیریت کیفیت آب کلید اصلی عملیات پرورش ماهی در قفس می‌باشد (Joseph, ۲۰۰۹). بنابراین فاکتور کیفیت آب در موفقیت و عدم موفقیت فعالیت آبی‌پروری عامل اصلی به حساب می‌آید. کیفیت آب در هر اکوسیستم، اطلاعات جامعی درباره منابع در دسترس برای حمایت از حیات در آن اکوسیستم در اختیار پرورش‌دهنده قرار می‌دهد. کیفیت خوب منابع آبی به تعداد زیادی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب بستگی دارد. ارزیابی و پایش این پارامترها برای تعیین میزان شدت و منشاء آلودگی ضروری است (Thirupathaiah و همکاران، ۲۰۱۲). کیفیت آب یعنی ترکیبات موجود در آب که منجر به رشد بهینه موجودات آبی می‌شود و توسط برخی پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی تعیین می‌شود (Keremah و همکاران، ۲۰۱۰؛ Keremah و همکاران، ۲۰۱۴). افزایش دمای آب باعث کاهش اکسیژن محلول و افزایش میزان آمونیاک و کاهش بیش از حد دمای آب نیز منجر به تشکیل سولفید هیدروژن، دی‌اکسید کربن و متان شده که سلامت ماهی را تهدید می‌کند (Devi و Bhatnagar, ۲۰۱۳). در بررسی پرورش ماهی در قفس با گونه قزل‌آلای رنگین‌کمان در جنوب دریای خزر (منطقه دور از ساحل ترکمنستان) مشخص شد که برای این گونه عامل دما اهمیت زیادی دارد (Bugrov, ۱۹۹۲). در منطقه مورد بررسی حداکثر و حداقل دمای آب به ترتیب ۲۴/۲ و ۶/۵ درجه سانتی‌گراد در تابستان

و زمستان در ایستگاه بایرام پمپی به دست آمده که با توجه به دمای مناسب برای پرورش ماهیان سردابی (۱۷-۹ درجه سانتی‌گراد) و ماهیان گرمابی (۳۰-۱۶ درجه سانتی‌گراد) (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۵)، از نظر دمایی محدودیتی جهت پرورش ماهیان گرمابی و سردابی محسوب نمی‌شود. میزان pH از ۶/۴ تا ۸/۳ برای رشد ماهی مناسب است (Robert و همکاران، ۱۹۴۰). pH ممکن است در قفس‌های پرورش ماهی به خاطر ضایعات و فضولات پایین باشد (Beveridge, ۱۹۸۴؛ Pitta و همکاران، ۱۹۹۹؛ Demir و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعات نشان می‌دهد که در pH اسیدی میزان بیومس، تولید و یکنواختی فیتوپلانکتون‌ها تغییر می‌کند (Delince, ۱۹۹۳). بهترین pH برای پرورش ماهی ۹-۶/۵ می‌باشد (Boyd, ۱۹۹۰). pH کم‌تر از ۴ و بیش‌تر از ۱۱ برای آبیان کشنده است. در مطالعه حاضر تغییرات pH در دامنه ۷/۱۴-۹/۳۵ بود که حداکثر و حداقل مقدار آن به ترتیب ۹/۳۵ و ۷/۱۴ در تابستان و بهار در ایستگاه قزل قشلاق مشاهده شد. به نظر می‌رسد با توجه به نظریه Boyd منطقه مورد بررسی از نظر تغییرات pH برای پرورش در قفس محدودیتی ایجاد نمی‌کند. هرچند با افزایش pH احتمال سمیت مواد زاید آمونیاکی برای آبیان افزایش می‌یابد. میزان بالای pH (۸/۷ تا ۸/۸) در سد Halali در فصل تابستان توسط Jiwyam و Chareontesprasit (۲۰۰۱) اندازه‌گیری شد. این روند ممکن است به دلیل افزایش فعالیت فتوسنتزی و شکسته شدن مواد دیگر حاضر دریاچه باشد که باعث افزایش میزان

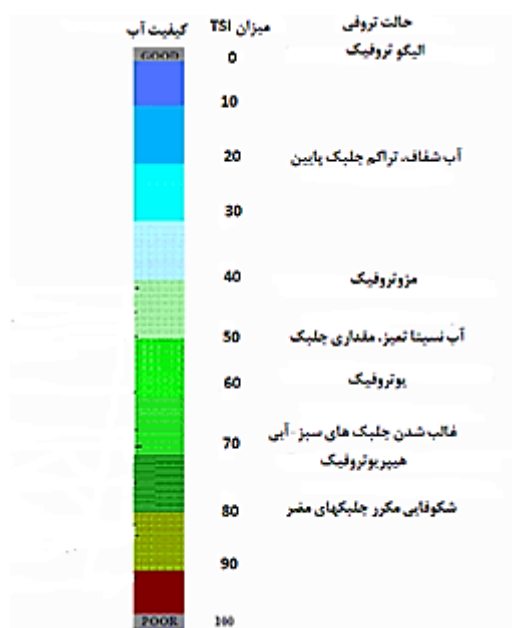


غلظت مواد مغذی در دمای بالا می‌شوند، ورود فاضلاب و ضایعات کشاورزی هم مسئول افزایش مقدار pH در آب هستند. از طرفی بالا بودن میزان pH در فصل تابستان با یافته فوق مطابقت دارد. منبع اکسیژن موجود در آب، اکسیژن موجود در هوا و فعالیت فتوسنتز پلانکتون‌های موجود در آب می‌باشد. میزان اکسیژن موجود در آب با افزایش دما، شوری، رطوبت هوا، گیاهان غرقاب، شکوفایی پلانکتونی و کاهش فشار اتمسفر کاهش می‌یابد که به دنبال آن کاهش تغذیه، کاهش رشد و در نهایت مرگ و میر ماهیان به صورت مستقیم و غیرمستقیم رخ می‌دهد (Bhatnagar و Garg، ۲۰۰۰). حد مطلوب میزان اکسیژن محلول در استخرهای پرورش ماهی بالاتر از ۵ میلی گرم در لیتر می‌باشد (Boyd، ۱۹۹۰). Boyd (۱۹۹۸) بیان کرد که غلظت مناسب اکسیژن محلول در آب ۵ تا ۱۵ میلی گرم در لیتر است. غلظت اکسیژن محلول ۵ میلی گرم در لیتر در طول مدت یک سال در منبع آبی برای پرورش ماهی در قفس لازم است (Tarzwell، ۱۹۵۷؛ Banerjee، ۱۹۶۷). در مطالعه حاضر تغییرات اکسیژن محلول در محدوده ۱۶/۱-۶/۳۴ میلی گرم در لیتر بود که حداکثر و حداقل آن به ترتیب ۱۶/۱ و ۶/۳۴ میلی گرم در لیتر در زمستان و تابستان در ایستگاه قزل قشلاق و بایرام پمپی مشاهده شد. احتمالاً افزایش دمای آب در تابستان منجر به افزایش فعالیت تجزیه کنندگان (ریز موجودات زنده) و افزایش نرخ تنفس گیاهان و به دنبال آن افزایش اکسیژن خواهی و کاهش اکسیژن محلول در آب می‌شود. از طرفی افزایش دما منجر به افزایش جمعیت فیتوپلانکتونی شده و جمعیت جلبک بیش تر منجر به بروز نوسانات بیش تر در مقادیر pH و اکسیژن محلول می‌شود. فاضلاب شهری، صنعتی، کشاورزی علل مهمی در آلودگی آب به نیتروژن هستند (کارگر، ۱۳۸۳). در دریاچه‌ها و تالاب‌ها نیتروژن معمولاً به صورت نترات وجود دارد. وقتی که نیتروژن برای رشد جلبک مورد استفاده قرار می‌گیرد به آمینو نیتروژن احیا و سپس در ترکیبات آلی وارد می‌شود. جلبک بعد از مرگ تجزیه شده و نیتروژن آلی در آب به صورت آمونیاک آزاد می‌گردد. آمونیاک فرم سمی از نیتروژن است که در اثر شکسته شدن پروتئین‌ها در آبزیان و از طریق تجزیه باکتریایی مواد آلی ناشی از مواد غذایی، یا زیست توده و گیاهان آبی وارد محیط آب می‌شود، آمونیاک در مقادیر کم باعث تغییرات فیزیولوژیک و مرفولوژیک و در مقادیر بالا باعث تلفات در آبزیان می‌شود (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۳؛ عزیزاده، ۱۳۸۲). مطابق نظریه Boyd (۱۹۹۸) غلظت مناسب نیتريت در آب برای آبی‌پروری کم‌تر از ۰/۳ میلی گرم در لیتر می‌باشد. غلظت نیتريت در سیستم‌های پرورش در قفس بین ۰/۰۱ تا ۰/۲۸ میلی گرم در لیتر گزارش شده است (Siti-Zahrah و همکاران، ۲۰۰۸؛ Eglal و همکاران، ۲۰۰۹؛ Mondal و همکاران، ۲۰۱۰؛ Jiwyam و Gorlach-Lira، ۲۰۱۲؛ همکاران، ۲۰۱۳). برخی گزارشات غلظت آمونیاک را در سیستم‌های پرورش

در قفس از ۰/۰۱ تا ۱/۱۵ میلی گرم در لیتر نشان دادند (Eglal و همکاران، ۲۰۰۹؛ Zanatta و همکاران، ۲۰۱۰؛ Mallasen و همکاران، ۲۰۱۲؛ Nyanti و همکاران، ۲۰۱۲؛ Gorlach-Lira و همکاران، ۲۰۱۳). منطقه مورد مطالعه جهت پرورش ماهیان گرمابی مناسب‌تر از سردابی می‌باشد (Boyd، ۱۹۹۸). غلظت مورد نیاز نترات را برای آبی‌پروری ۲/۰ تا ۱۰ میلی گرم در لیتر بیان کرد. رواناب‌های ناشی از فصولات و فعالیت‌های کشاورزی در میزان غلظت نترات آب‌های ورودی بسیار تاثیر می‌گذارد. هم‌چنین کودهای شیمیایی مورد استفاده در مزارع به واسطه شسته شدن و رواناب سطحی در طی بارندگی شدید در رودخانه می‌توانند باعث افزایش شدید میزان نترات در ورودی رودخانه‌ها شوند (Rao، ۲۰۱۱). تغییرات فسفر کل در منطقه مورد بررسی بین ۰/۱۷۴ الی ۹/۴۶ میلی گرم در لیتر بود که حداکثر مقدار آن ۹/۴۶ میلی گرم در لیتر در فصل تابستان در ایستگاه قزل قشلاق و حداقل مقدار آن ۰/۱۷۴ در فصل زمستان در ایستگاه بایرام پمپی مشاهده گردید. در تمام ایستگاه‌ها در فصل تابستان حداکثر و در فصول پائیز و زمستان حداقل مقدار فسفر مشاهده گردید. بیش تر بودن فسفات در فصل تابستان ممکن است به دلیل جریان کم تر آب و حضور بیش تر منابع نقطه‌ای باشد (Meynendonckx و همکاران، ۲۰۰۶). در طول فصل زمستان فسفر معدنی در نواحی سطحی و زیر لایه سطحی به دریاچه به دلیل افزایش ورودی آب شیرین و کاهش مصرف انباشته می‌شود. با افزایش دما به خصوص در فصل تابستان و شدت فتوسنتز منجر به مصرف فسفر معدنی می‌شود در مناطقی که پراکنش توده‌ای فیتوپلانکتون وجود دارد افزایش فسفر آلی به صورت توده‌ای و نقطه‌ای ایجاد می‌شود (Nausch و Nausch، ۲۰۰۷). از دلایل افزایش فسفات در تابستان می‌توان به افزایش شکوفایی فیتوپلانکتونی و کاهش شفافیت اشاره کرد. در فصل تابستان شکوفایی جلبکی در منطقه مورد نظر رخ داد که از دلایل آن می‌تواند افزایش میزان فسفات همراه با افزایش دما باشد. علت کاهش فسفات در پائیز احتمالاً به دلیل افزایش تراکم فیتوپلانکتون می‌باشد. غلظت فسفات جهت پرورش ماهیان گرمابی ۲-۳ میلی گرم در لیتر می‌باشد (اسماعیلی ساری، ۱۳۷۹). لذا براساس نتایج حاصله مقادیر فسفات در سد ارس جهت پرورش در حد مطلوب نمی‌باشد. سطح مطلوب هدایت الکتریکی برای پرورش ماهی بین ۲۰ تا ۱۵۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر است. دامنه مناسب آن برای ماهیان گرمابی کم‌تر از ۳۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر می‌باشد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۵). افزایش این پارامتر ناشی از فعالیت‌های کشاورزی و فاضلاب‌های شهری اطراف رودخانه است (Yang و Shieh، ۲۰۰۰). محدوده تغییرات هدایت الکتریکی بین ۲۳۹۰-۲۱۶ میکروزیمنس بر سانتی متر می‌باشد که حداکثر و حداقل مقدار آن به ترتیب ۲۳۹۰ و ۲۱۶ میکروزیمنس بر سانتی متر در ایستگاه قزل قشلاق در پائیز و ۲۱۶ میکروزیمنس بر



گردید. احتمالاً کاهش شفافیت در تابستان ناشی از پدیده شکوفایی جلبکی، افزایش جمعیت فیتوپلانکتون ها و تاثیر آن در نفوذ نور و در نتیجه افزایش کدورت و کاهش شفافیت آب می باشد. افزایش شفافیت در بهار به علت عدم بارندگی و افزایش دما و افزایش جمعیت زئوپلانکتون ها (مصرف کننده فیتوپلانکتون ها) می باشد. گل محمدی و شریعتی (۱۳۹۵) دریافتند که وضعیت تروفي تالاب امیرکلايه در زمستان ۱۳۹۲ در حالت مزوتروف قرار داشت که تا تابستان ۱۳۹۳ به سمت یوتروف پیش رفت و به طور میانگین تالاب در محدوده مزوتروف حاد قرار گرفت.



شکل ۵: نسبت بین میزان TSI، حالت تروفي و کیفیت آب

سانتی متر در ایستگاه بایرام پمپی در تابستان مشاهده شد. به نظر می رسد ورود فاضلاب شهری و خانگی و پساب کشاورزی در افزایش ناگهانی در پاییز در ایستگاه مورد نظر نقش مهمی داشته است. در منطقه مورد مطالعه، هدایت الکتریکی برای ماهیان سردآبی مناسب نبوده ولی محدودیتی جهت پرورش ماهیان گرمابی محسوب نمی شود. تغییرات بیش از اندازه کل مواد جامد محلول، نشانگر آلودگی های غیر نقطه ای یا غیر متمرکز است که با کاربری های متفاوت از زمین در ارتباط است. بالا بودن این عامل در آب، موجب افزایش کدورت و کاهش شفافیت آب شده و پیامدهای اکولوژیک و بیولوژیک به همراه دارد. در مطالعه حاضر دامنه تغییرات آن بین ۱۴۱۰-۱۳۸ میلی گرم در لیتر بود که حداکثر مقدار آن در ایستگاه قزل قشلاق در پاییز و حداقل مقدار آن ۱۳۸ میلی گرم در لیتر در ایستگاه بایرام پمپی در تابستان مشاهده گردید. میزان کل مواد جامد محلول برای پرورش ماهیان سردآبی باید < 200 میلی گرم در لیتر باشد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۵). لذا سد ارس از نظر میزان کل مواد جامد محلول برای پرورش ماهیان سردآبی مطلوب نمی باشد. Singh و Santhosh (۲۰۰۷) نشان دادند بهترین میزان تولید در استخرهای پرورش ماهی در میزان شفافیت ۳۰-۴۰ سانتی متر است. Bhatnagar و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند برای بازدهی بالای استخرهای پرورش ماهی عمق نفوذ نور از ۴۰-۱۵ سانتی متر مطلوب می باشد. دامنه مناسب آن برای ماهیان گرمابی ۳۵-۱۵ سانتی متر می باشد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۵). در مطالعه حاضر میزان تغییرات شفافیت بین ۱/۳-۰/۵ متر می باشد که حداکثر مقدار آن ۱/۳ متر در ایستگاه باغ سیب در فصل بهار و حداقل مقدار آن ۰/۵ متر در فصل تابستان در ایستگاه های قزل قشلاق و بایرام پمپی و باغ سیب مشاهده

جدول ۴: وضعیت تروفي آب در باچه سد ارس در ایستگاه های نمونه برداری و فصول ۹۶-۹۷

تاریخ	TSI (TP)	حالت تروفي	TSI (SD)	حالت تروفي	TSI کل	حالت تروفي
تابستان ۹۶	۹۸/۲۶	هیپر یوتروف	۶۹/۹۹	هیپر یوتروف	۸۴/۱۳	هیپر یوتروف
پاییز ۹۶	۶۹/۴۶	هیپر یوتروف	۵۸/۶۳	هیپر یوتروف	۶۴/۰۴	هیپر یوتروف
زمستان ۹۶	۶۸/۳۰	هیپر یوتروف	۵۸/۶۳	هیپر یوتروف	۶۳/۴۶	هیپر یوتروف
بهار ۹۷	۷۶/۳۶	هیپر یوتروف	۵۷/۹۸	هیپر یوتروف	۶۷/۱۷	هیپر یوتروف
تابستان ۹۶	۹۸/۰۴	هیپر یوتروف	۶۹/۹۹	هیپر یوتروف	۸۴/۰۱	هیپر یوتروف
پاییز ۹۶	۷۳/۷۸	هیپر یوتروف	۵۸/۶۳	هیپر یوتروف	۶۶/۲۰	هیپر یوتروف
زمستان ۹۶	۷۱/۶۳	هیپر یوتروف	۶۰/۰۰	هیپر یوتروف	۶۵/۸۲	هیپر یوتروف
بهار ۹۷	۷۹/۴۶	هیپر یوتروف	۵۶/۲۱	هیپر یوتروف	۶۷/۸۳	هیپر یوتروف
تابستان ۹۶	۹۹/۴۰	هیپر یوتروف	۶۹/۹۹	هیپر یوتروف	۸۴/۶۹	هیپر یوتروف
پاییز ۹۶	۷۱/۱۲	هیپر یوتروف	۶۸/۶۱	هیپر یوتروف	۶۹/۸۶	هیپر یوتروف
زمستان ۹۶	۷۱/۱۲	هیپر یوتروف	۶۴/۱۵	هیپر یوتروف	۶۷/۶۴	هیپر یوتروف
بهار ۹۷	۸۷/۸۰	هیپر یوتروف	۶۳/۲۱	هیپر یوتروف	۷۵/۵۰	هیپر یوتروف



- اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی دریاچه تالابی زریبار). شانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران. دانشگاه شیراز.
۲. اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۷۹. مانی مدیریت کیفی آب در آبی پروری. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۲۶۳ صفحه.
 ۳. اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۳. هیدروشیمنی بنیان آبی‌پروری. انتشارات اصلائی. ۲۴۹ صفحه.
 ۴. استاندارد ملی ایران. ۱۳۸۵. استاندارد کیفیت آب، تعیین آب‌استخر پرورش ماهی برای گونه‌های رایج گرمابی و سردابی، روش متداول، ویژگی‌ها (۸۷۲۶). موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۰ صفحه.
 ۵. ابراهیم‌زاده‌موسوی، ح.ع.؛ ذبیحی‌محمودآبادی، ع.؛ قره‌باغی، ع. و منصوری‌دانشور، م.، ۱۳۸۸. بیماری‌های ماهی‌های زینتی. انتشارات علمی آریان. تهران، چاپ اول، صفحات ۱۹۷ تا ۲۱۰.
 ۶. درویش‌صفت، ع.؛ جمال‌زاده‌فلاح، ف. و نظامی‌بلوچی، ش.، ۱۳۷۸. بررسی وضعیت تروفي تالاب انزلی با استفاده از GIS. مجله محیط‌شناسی. دوره ۲۵، صفحات ۱ تا ۱۱.
 ۷. علیزاده، م.، ۱۳۸۲. معرفی روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری آلودگی آب. انتشارات موج سبز. ۲۳ صفحه.
 ۸. کارگر، م.، ۱۳۸۳. بررسی لایه‌بندی حرارتی و تائی آن بر کیفیت وقوع اوتریفیکاسیون در مخزن سدحنا. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه. صفحات ۱۲۶ تا ۱۶۲.
 ۹. کاظمی، ک. و امیرنژاد، ر.، ۱۳۹۱. بررسی پرغذایی دریاچه زریبار در استان کردستان با استفاده از شاخص تروفي. دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست. دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران.
 ۱۰. گل‌محمدی، ا. و شریعتی، ف.، ۱۳۹۵. بررسی تروفي تالاب‌امیرکلایه در استان گیلان با استفاده از شاخص TSI. فصلنامه اکوبیولوژی تالاب. دوره ۳۰، صفحات ۶۳ تا ۷۲.
 ۱۱. میرزاجانی، ع.؛ عباسی، ک.؛ سبک‌آرا، ج.؛ مکارمی، م.؛ عابدینی، ع. و صیادبورانی، م.، ۱۳۹۱. لیمنولوژی دریاچه الیگو مزوتروف تهم در استان زنجان. مجله زیست‌شناسی ایران. دوره ۲۵، شماره ۱، صفحات ۷۴ تا ۸۹.
 ۱۲. نظامی، ش.؛ ملکی‌شمالی، م.؛ سبک‌آرا، ج. و مکارمی، م.، ۱۳۷۷. مطالعه جامع شیلاتی دریاچه سد ارس. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۲۴۸ صفحه.
۱۳. APHA (American Public Health Association). 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Technology and Engineering. 1200 p.
 ۱۴. Bhatnagar, A.; Jana, S.N.; Garg, S.K.; Patra, B.C.; Singh, G. and Barman, U.K., 2004. Water quality management in aquaculture. Course manual of summerschool on development of sustainable aquaculture technology in fresh & saline waters, CCS Haryana Agricultural, Hisar (India). pp: 203-210.
 ۱۵. Boyd, C.E., 1998. Water quality for pond aquaculture. Research and Development Series No.43. International center
- ابراهیم‌پور و همکاران (۱۳۷۴) در بررسی که در دریاچه زریبار انجام دادند به این نتیجه رسیدند که از ۲۲۰۰ هکتار محدوده دریاچه حدود نیمی از آن در وضعیت یوتروف و نیم دیگر در حالت هیپرتروف قرار دارد. کاظمی و امیرنژاد (۱۳۹۱) به این نتیجه رسیدند که وضعیت تروفي دریاچه از حالت یوتروف به سمت حالت هیپرتروف در حال تغییر است. درحالی‌که درویش‌صفت و همکاران (۱۳۷۸) در تالاب انزلی به این نتیجه رسیدند که تالاب انزلی از حالت مزوتروف به سمت حالت یوتروف پیش می‌رود. میرزاجانی و همکاران (۱۳۹۱) در دریاچه تهم در زنجان به این نتیجه رسیدند که دریاچه تهم در مراحل اولیه مزوتروف قرار دارد. Elmaci و همکاران (۲۰۰۹) دریافتند که دریاچه Uluabat ترکیه در وضعیت یوتروفیک قرار دارد. حالت تروفي دریاچه Mansi Ganga در هند از حالت الیگوتروف به سمت مزوتروف و سپس یوتروف پیش می‌رود (Sharma و همکاران، ۲۰۱۰). امروزه دریافت‌اند که توسعه بیش‌تر آبی‌پروری باید به طریقی مسئولانه‌تر طراحی شود تا اثرات منفی اجتماعی و زیست‌محیطی آن به حداقل برسد. یک هدف مدیریت آبی‌پروری داشتن ابزار قابل دسترسی است که بتواند ظرفیت یک ناحیه را برای حمایت از گونه‌های پرورشی پیش‌بینی و اندازه‌گیری کند. ظرفیت برد یک مفهوم مهم برای مدیریت اکوسیستم محور است که به تعریف محدوده‌های بالای تولید آبی‌پروری و محدوده‌های اکولوژیکی و قابلیت پذیرش اجتماعی آبی‌پروری بدون ایجاد تغییر غیرقابل قبول هم‌در اکوسیستم طبیعی و هم‌در ساختارها و عملکردهای اجتماعی کمک می‌کند. ظرفیت برد اکولوژیکی میزان تولید آبی‌پروری است که می‌توان پشتیبانی کرد بدون این که منجر به تغییرات معنی‌داری در فرآیندهای اکولوژیکی، گونه‌ها، جمعیت‌ها یا اجتماعات در محیط شود. در دهه ۱۹۹۰ تعیین ظرفیت برد برای آبی‌پروری در قفس با استفاده از مدل‌های آماری و براساس داده‌های تجربی بود (Beveridge, ۱۹۹۳). در دهه گذشته چندین مدل شبیه‌سازی برای پیش‌بینی تغییرات زیست‌محیطی با بار غذایی مختلف از مواد محلول و جامد حاصل از آبی‌پروری در قفس توسعه یافته‌اند. علی‌رغم وجود شرایط مناسب برای توسعه پرورش ماهی در قفس درس ارس با توجه به برخی عوامل فیزیکی و شیمیایی آب، ولی مفهوم ظرفیت برد، کمبود منابع آب شیرین و وجود حالت هیپرتروفی در تمام ایستگاه‌ها و فصول (جدول ۴)، حاکی از آن است که شرایط اکولوژیکی سد ارس برای پرورش ماهی در قفس مناسب نمی‌باشد و بنابراین توسعه آبی‌پروری در قفس در این سد تو صیه نمی‌شود.

منابع

۱. ابراهیم‌پور، ص.؛ محمدزاده، ح.؛ نادری، ا. و آذرپیکان، آ.، ۱۳۷۴. ارزیابی یوتریفیکاسیون و تغذیه‌گرایی دریاچه‌ها با استفاده از سیستم



- Freshwater Areas of Bayelsa State, Nigeria. Greener Journal of Biological Sciences. Vol. 4, No. 2, pp: 33-38.
۳۵. **Mallasen, M.; Barros, H.P.; Traficante, D.P. and Camargo, A.L.S., 2012.** Influence of a net cage tilapia culture on the water quality of the Nova Avanhandava reservoir, Sao Paulo state, Brazil. Acta Scientiarum Biological Sciences. Vol. 34, No. 3, pp: 289-296.
۳۶. **Meynendonckx, J.; Heuvelmans, G.; Muys, B. and Feyen, J., 2006.** Effects of watershed and riparian zone characteristics on nutrient concentrations in the River Scheldt Basin. Hydrology and Earth System Sciences Discussions. Vol. 3, No. 3, pp: 653-679.
۳۷. **Mondal, M.N.; Shahim, J.; Wahab, M.A.; Asaduzzaman, M. and Yang, Y., 2010.** Comparison between cage and pond production of Thai Climbing Perch and Tilapia under three management systems. J. Bangladesh Agril. Univ. Vol. 8, No. 2, pp: 313-322.
۳۸. **Nausch, M. and Nausch, G., 2007.** Bioavailable dissolved organic phosphorus and phosphorus use by heterotrophic bacteria. Aquatic biology. Vol. 1, pp: 151-160. doi:10.3354.
۳۹. **Nyanti, L.; Hii, K.M.; Sow, A.; Norhadi, I. and Ling, T.Y., 2012.** Impacts of Aquaculture at different Depths and Distances from cage culture sited in Batang Ai Hydroelectric Dam Reservoir Sarawak, Malaysia. World Applied Sciences Journal. Vol. 19, No. 4, pp: 451-456.
۴۰. **Pitta, P.; Karakassis, I.; Tsapakis, M. and Zivanovic, S., 1999.** Natural vs. mariculture induce variability in numbers and plankton in the eastern Mediterranean. Hydrobiologia. Vol. 391, pp:181-194.
۴۱. **Rao, M., 2011.** Impact of phosphorus on water quality. Publication no.SL 275, University of Florida, IFAD Extension.
۴۲. **Robert, C.S.; Grindley, E. and William, E.E., 1940.** Fish invest servl. Vol. 4, No. 2.
۴۳. **Santhosh, B. and Singh, N.P., 2007.** Guidelines for water quality management for fish culture in Tripura. ICAR Research Complex for NEH Region, Tripura Center, Publication. 29 p.
۴۴. **Sharma, M.P.; Kumar, A. and Rajvanshi, S., 2010.** Assessment of trophic state of lakes: a case of Mansi Ganga Lake in India. Hydro Nepal. Journal of Water, Energy and Environment. Vol. 6, pp: 65-72.
۴۵. **Shieh, S.H. and Yang, P.S., 2000.** Community structure and Functional Organization of Aquatic Insect in Agriculture Mounitain stream of Taiwan: 1985-1986 and 1995-1996.
۴۶. **Siti-zahrah, A.; Padilah, B.; Azila, R.; Rimatulhana, R. and Shahidan, H., 2008.** Multiple streptococcal species infection in cage-cultured Red Tilapia but showing similar clinical signs, pp 313-320. In: Bonded-Reantaso, M.G.; Mohan, C.V.; Crumlish, M. and Subasinghe, R.P., (Eds.), Disease in Asian Aquaculture VI. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. 505 p.
۴۷. **Tarzwel, C.M., 1957.** Water quality criteria for aquatic life. In: Biological problems in water pollutions. U.S. Dept of Health Education and welfare, P.H.S. pp: 246-272.
۴۸. **Thirupathaiah, M.; Samatha, Ch. and Sammaiah, C., 2012.** Analysis of water quality using physico-chemical parameters in lower manair reservoir of Karimnagar district, Andhra Pradesh. International Journal of Environmental Sciences. Vol. 3, No. 1, pp: 172-۱۸۰.
۴۹. **Zanatta, A.S.; Perbiche-Neves, G.; Ventura, R.; Ramos, I.P. and Carvalho, E.D., 2010.** Effects of a small fish cage farm on zooplankton assemblages (Cladocera and Copepoda: Crustacea) in a sub-tropical reservoir. Pan American Journal of Aquatic Sciences. Vol. 5, No. 4, pp: 530-539.
- for aquaculture & aquatic environments, Alabama agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.
۱۶. **Boyd, C.E., 1990.** Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University. Birmingham Publishing.
۱۷. **Delince, G., 1993.** The ecology of fish pond ecosystem. Springer-Siece.
۱۸. **Elmaci, A.; Ozengin, N.; Teksoy, A.; Olcaytopac, A. and SavasBaskaya, H., 2009.** Evaluation of trophic state of lake Uluabat, Turkey. Journal of Environmental Biology. Vol. 30, No. 5, pp: 757-760.
۱۹. **Anusuya Devi, P.; Padmavathy, P.; Aanand, S. and Aruljothi, K., 2017.** Review on water quality parameters in freshwater cage fish culture. International Journal of Applied Research. Vol. 3, No. 5, pp: 114-120.
۲۰. **Bailey, M. and Sandford, G., 2002.** The Ultimate Aquarium, A Definitive Guide to Identifying and Keeping Freshwater and Marine Fishes, Lorenz books. pp: 54-87.
۲۱. **Banerjee, S.M., 1967.** Water quality and soil condition of fishponds in states of India in relation to fish production. Indian Journal of Fisheries. Vol. 14, No. 1-2, pp: 115-144.
۲۲. **Beveridge, M.C.M., 1984.** Cage and pen fish farming: carrying capacity models and environmental impacts. FAO Fish. Tech. Pap. Vol. 255, pp: 1-131.
۲۳. **Beveridge, M.C.M., 1993.** Cage and pen fish farming: carrying capacity models and environmental impact. FAO Fisheries Technical Paper. No. 255. Rome, FAO. 131 p.
۲۴. **Bhatnagar, A. and Devi, P., 2013.** Water quality guidelines for the management of pond fish culture. International J of Environmental Sciences. Vol. 3, No. 6, pp: 1980-2009.
۲۵. **Bhatnagar, A. and Garg, S.K., 2000.** Causative factors of fish mortality in still water fish ponds under subtropical conditions. Aquaculture. Vol. 1, No. 2, pp: 91-96.
۲۶. **Bugrov, L., 1992.** Rainbow trout culture in submersible cages near offshore oil platforms. Aquaculture. Vol. 100, No. 1-3, pp: 169. DOI: 10.1016/0044-8486(92)90359-S.
۲۷. **Demir, N.; Kirkagac, M.U.; Pulatsu, S. and Bekcan, S., 2001.** Influence of trout cage culture on water quality, plankton and benthos in an Anatolian Dam Lake. The Israeli Journal of Aquaculture. Vol. 53, No. 3-۴, pp: 115-۱۲۷.
۲۸. **Eglal, A.O.; Nour, A.M.; Essa, M.A.; Zaki, M.A. and Mabrouk, H.A., 2009.** Technical and economical evaluation of small-scale fish cage culture for youth in the River Nile for Egypt: 1. Effect of stocking density of monosex Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. In: Yang, Y.; Wu, X.Z. and Zhou, Y.Q., (Eds.), Cage aquaculture in Asia: Proceeding of the International symposium on cage aquaculture in Asia: pp: 107- 114. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines and Zhejiang University, Hangzhou, China.
۲۹. **Gorlach-Lira, K.; Pacheco, C.; Carvalho, L.C.T.; Junior, H.N.M. and Crispim, M.C., 2013.** The influence of fish culture in floating net cages on microbial indicators of water quality. Braz. J. Biol. Vol. 73, No. 3, pp: 457-۴۶۳.
۳۰. **Halwart, M.; Soto, D. and Richard Arthur, J., 2007.** Cage aquaculture regional review and global overview. 1st ed., Food and Agriculture Organization of the United Nation Publisher Co, Rome. pp: 14-29.
۳۱. **Jiwyam, W., 2012.** Extensive net cage culture of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings in nutrient-enriched pond. Our Nature. Vol. 10, pp: 61-70.
۳۲. **Jiwyam, W. and Chareontesprasi, N., 2001.** Cage culture of Nile tilapia and its loading in a Freshwater Reservoir in Northeast Thailand. Pakistan Journal of Biological Sciences. Vol. 4, No. 5, pp: 614-617.
۳۳. **Joseph, I., 2009.** Important management measures in cage culture. In: National training on 'cage culture of Seabass' held at CMFRI, Kochi. pp: 50-56.
۳۴. **Keremah, R.I.; Davies, O.A. and Abezi, I.D., 2014.** Physico-Chemical Analysis of Fish Pond Water in

