بررسی تاثیر عوامل فیزیکی-شیمیایی و حالت تروفی آب بر پرورش ماهی در قفس در سد ارس (آذربایجان‌غربی)

- **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 نکوئی‌فرد**: 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 علیزاده‌اوصالو**: مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
- **صابر شیری**: 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 آذربایجان‌غربی می‌باشد. نمونه‌برداری از ۳ ایستگاه با تناوب فصلی از تابستان سال ۱۳۹۶ الی بهار ۱۳۹۷ انجام شد. نمونه‌برداری‌ها در ورودی، وسط دریاچه و تاج سد از سطح آب انجام شد. اندازه‌گیری دمای آب (درجه سانتی‌گراد)، هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر) و کل مواد جامد محلول (میلی‌گرم در لیتر) با استفاده از دستگاه EC متر WTW و pH توسط pHمتر WTW، اکسیژن (میلی‌گرم در لیتر) توسط اکسی‌متر WTW ۳۲۰ انجام شد. مقادیر شاخص تروفی TSI براساس پارامترهای فسفرکل و عمق رویت سشی‌دیسک محاسبه شد. میزان شفافیت آب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری بین ۰/۵ تا ۱/۳ متر متغیر بود. میزان فسفرکل در هر ایستگاه نمونه‌برداری در فصل تابستان بالاتر از سایر فصول بود. وضعیت تروفی آب سد ارس هیپریوتروف است که نشان‌دهنده بار فسفر بالا و آلودگی حاصل از رواناب‌های کشاورزی در این دریاچه است. مفهوم ظرفیت برد، کمبود منابع آب‌شیرین و وجود حالت هیپریوتروفی در تمام ایستگاه‌ها و فصول، حاکی از آن است که شرایط اکولوژیکی سد ارس برای پرورش ماهی در قفس مناسب نمی‌باشد و بنابراین توصیه نمی‌شود.

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

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: seidgar21007@yahoo.com

مقدمه

امروزه پرورش ماهی در قفس، مورد توجه محققین و پرورش دهندگان قرار گرفته است. عواملی مانند افزایش مصرف جهانی ماهی، کاهش صید ماهیان دریایی و سودآور و اقتصادی بودن باعث شده که توجه به پرورش ماهی در قفس افزایش یابد. منشا اولین قفس‌های پرورشی از نظر تاریخی مبهم و ناشناخته می‌باشد. اولین قفس‌های واقعی به‌منظور پرورش ماهی، در اواخر قرن ۱۹ در جنوب‌شرق 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 به‌نحوی که هرگونه تغییری در آب به‌طور مستقیم و غیرمستقیم وضعیت تغذیه‌ای، متابولیکی و دفعی آن‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. کیفیت آب در پرورش ماهی نقش تعیین کننده‌ای ایفا می‌کند و تغییرات نامطلوب آن عامل اکثر بیماری‌های محیطی و بسیاری از بیماری‌های عفونی وابسته به محیط است (ابراهیم‌زاده‌موسوی و همکاران، ۱۳۸۸). کیفیت آب را مجموعه‌ای از متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و زیست شناختی 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 شمال‌غرب ایران و حوزهٔ 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 درنظر 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 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 تروفیکی و بار فسفر برای پرورش ماهی در قفس در دریاچه پشت سد ارس آذربایجان‌غربی 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 ۱و موقعیت جغرافیایی دریاچه سد ارس در شکل ۱ ارائه شده است. نمونه‌برداری‌ها بر روی ورودی، وسط دریاچه و تاج‌سد از سطح آب انجام‌شد. 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، نیتریت، آمونیاک، ازت و فسفر کل مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. سنجش فسفر کل (میلی‌گرم در لیتر) با استفاده از روش هضم با پراکسید سولفات، سنجش نیترات (میلی‌گرم در لیتر) با روش اسپکتروفتومتری ماوراء بنفش، سنجش نیتریت (میلی‌گرم در لیتر) با روش رنگ‌سنجی و سنجش آمونیاک (میلی‌گرم در لیتر) باروش 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 (میلی‌گرم در لیتر) با استفاده از دستگاه EC متر WTW و pH توسط pH متر WTW، اکسیژن (میلی‌گرم در لیتر) توسط اکسی‌متر 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	قزل قشلاق	۴۵ ° ۹ ' ۳۸/۹۳ "	۳۹ ° ۱۲ ' ۸۲/۵۶ "
۲	باغ سیب	۴۵ ° ۱۶ ' ۴۳/۵۸ "	۳۹ ° ۱۰ ' ۴۸/۱۶ "
۳	بایرام پمپی	۴۵ ° ۲۲ ' ۵۹/۵۷ "	۳۹ ° ۷ ' ۲۸/۱۰ "

به‌منظور محاسبه مقادیر شاخص تروفی TSI براساس پارامترهای فسفر کل و عمق رویت سشی‌دیسک از فرمول‌های زیر استفاده شد:

TSI (SD) = 60 – 14/41 Ln (sd)

TSI (TP) = 14/42 Ln (TP) + 4/15 (µg.l-1)

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

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

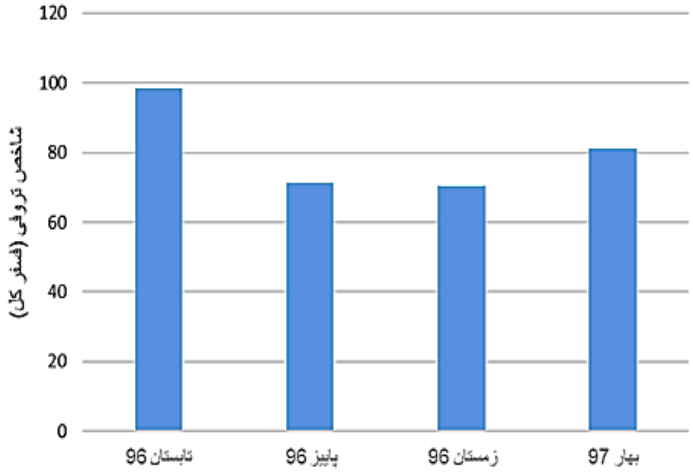
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی دریاچه سد ارس

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

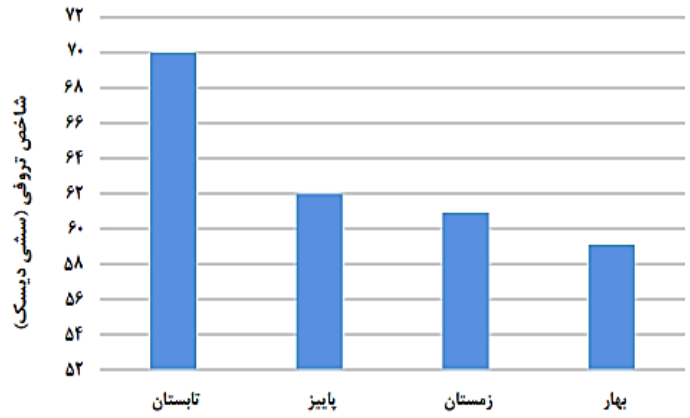
وضعیت تروفی	مقادیر شاخص TSI
الیگوتروف	۰-۳۰
مزوتروفیک خفیف	۳۰-۴۰
مزوتروفیک	۴۰-۵۰
مزوتروفیک حاد	۵۰-۶۰
یوتروفیک	۶۰-۷۰
هایپریوتروفیک	۷۰-۸۰
هایپرتروفیک حاد	۸۰-۱۰۰

نتایج

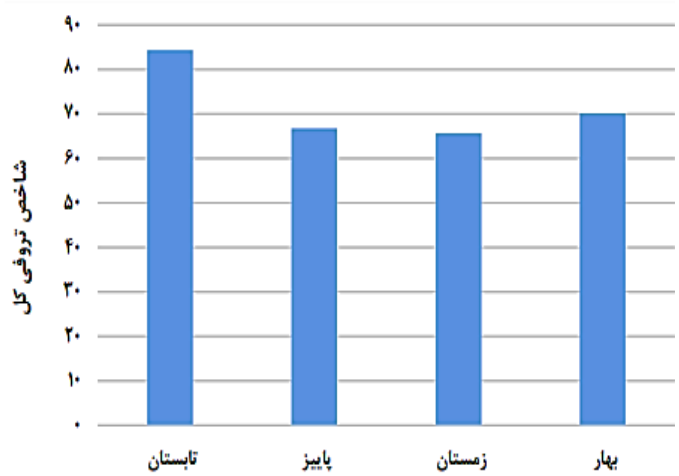
نتایج به‌دست آمده از بررسی پارامترهای فیزیکی شیمیایی آب دریاچه سد ارس و تغییرات آن‌ها در طی سال۱۳۹۶ الی ۱۳۹۷در ایستگاه‌های مختلف (۳ گانه) در جدول ۳ آورده شده است. میزان شفافیت آب بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری بین ۰/۵ تا ۱/۳ متر متغیر بود. این مقادیر پایین شفافیت حاکی از بار آلودگی بالای آب دریاچه سد ارس می‌باشد. بالاترین مقدار فسفر کل (TP) برابر ۹/۴۶ میلی‌گرم در لیتر مربوط به تابستان در ایستگاه قزل‌قشلاق بود(جدول ۳). به‌طور 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 میلی‌گرم در لیتر متغیر بود که این مقادیر نشان‌دهنده این است که آب دریاچه سد ارس از کمبود اکسیژن رنج نمی‌برد. میزان شاخص تروفی (فسفر کل) TSI (TP) درفصل تابستان بالاتر از سایرفصول‌بودو میزان شاخص تروفی(فسفرکل) نیز در فصل تابستان بالاترین مقدار را داشت (اشکال ۲ و ۳). به‌طورکلی میزان TSI کل نیز در تابستان بیش‌ترین مقدار را به‌خود اختصاص داده است (شکل ۴).



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



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



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

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

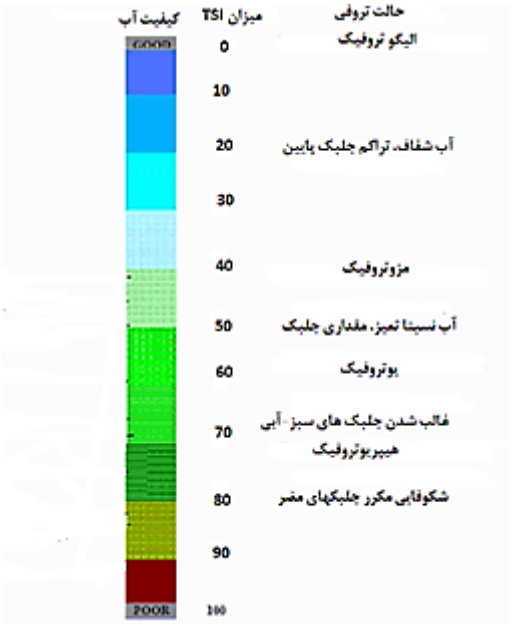
ایستگاه	بایرام پمپی				باغ سیب				قزل قشلاق			
متغیر	تابستان ۹۶	پاییز ۹۶	زمستان۹۶	بهار ۹۷	تابستان ۹۶	پاییز ۶۵	زمستان۹۶	بهار ۹۷	تابستان ۹۶	پاییز۹۶	زمستان۹۶	بهار ۹۷
دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۴/۲	۱۰/۳	۶/۵	۱۶/۴	۲۴	۱۱/۱	۶/۷	۱۶/۴	۲۲/۵	۱۱/۳	۶/۳	۱۶
pH	۸/۸	۸/۷۵	۸/۲۱	۷/۱۹	۸/۸۷	۸/۷۶	۸/۵۲	۷/۱۸	۹/۳۵	۸/۹۷	۹/۱۲	۷/۱۴
هدایت 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 درلیتر)	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 درلیتر)	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 کجلدال (میلی‌گرم درلیتر)	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 نیتریتی (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
نیتریت (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 آبزی‌پروری عامل اصلی به‌حساب می‌آید. کیفیت آب در هر اکوسیستم، اطلاعات جامعی درباره منابع در دسترس برای حمایت ازحیات درآن اکوسیستم دراختیار پرورش‌دهنده قرارمی‌دهد. کیفیت‌خوب منابع‌آبی به تعدادزیادی از پارامترهای‌فیزیکی‌و شیمیایی آب بستگی‌دارد. 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 آبزی 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 سولفیدهیدروژن،دی‌اکسیدکربن و متان‌شده‌که سلامت ماهی را تهدید می‌کند(Bhatnagar و Devi، ۲۰۱۳).دربررسی 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 به‌ترتیب ۲۴/۲و ۶/۵ درجه سانتی‌گراد در تابستان و زمستان در ایستگاه بایرام پمپی به‌دست آمدکه با توجه به دمای مناسب‌برای‌پرورش‌ماهیان‌سردابی(۱۷-۹ درجه سانتی‌گراد) و ماهیان گرمابی (۳۰-۱۶ درجه سانتی‌گراد) (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۵)، از نظردمائی‌محدودیتی جهت پرورش ماهیان گرمابی و سردابی محسوب نمی‌شود.میزان pH از ۶/۴ تا ۸/۳ برای‌رشدماهی‌مناسب‌است (Robert وهمکاران، ۱۹۴۰). pH ممکن است درقفس‌های‌پرورش ماهی به‌خاطر ضایعات و فضولات پایین باشد (Beveridge، ۱۹۸۴؛ Pitta و همکاران، ۱۹۹۹؛ Demir و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعات نشان می‌دهد که در pH اسیدی میزان‌بیومس،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 برای‌آبزیان‌کشنده‌است. در مطالعه حاضر تغییرات pH در دامنه ۹/۳۵-۷/۱۴ بودکه حداکثر و حداقل مقدار آن به‌ترتیب ۹/۳۵ و ۷/۱۴ در تابستان و بهار در ایستگاه قزل قشلاق‌مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد با توجه به نظریه Boyd منطقه موردبررسی ازنظرتغییرات pH برای پرورش در قفس محدودیتی ایجاد نمی‌کند. هرچند با افزایش pH احتمال سمیت مواد زاید آمونیاکی برای آبزیان افزایش می‌یابد. میزان بالای pH (۸/۷ تا ۸/۸) در سد Halaliدرفصل تابستان توسط Jiwyam و Chareontesprasit (۲۰۰۱) اندازه‌گیری‌شد.این‌روندممکن‌است به‌دلیل افزلیش 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 به‌دنبال آن کاهش تغذیه، کاهش رشد و درنهایت مرگ و میر ماهیان به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم رخ می‌دهد (Bhatnagar و Garg، ۲۰۰۰). حد مطلوب میزان اکسیژن محلول در استخرهای پرورش ماهی بالاتر از ۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (Boyd، ۱۹۹۰). Boyd (۱۹۹۸) بیان کرد که غلظت مناسب اکسیژن محلول در آب ۵ تا ۱۵ میلی‌گرم در لیتر است. غلظت اکسیژن محلول ۵ میلی‌گرم در لیتر در طول مدت یک‌سال 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 میلی‌گرم در لیتر بود که حداکثر و حداقل آن به‌ترتیب ۱۶/۱ و ۶/۳۴ میلی‌گرم 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 تجزیه‌کنندگان (ریزموجودات زنده) و افزایش نرخ تنفس گیاهان و به‌دنبال آن افزایش اکسیژن خواهی و کاهش اکسیژن محلول در آب می‌شود. از طرفی افزایش دما منجر به افزایش جمعیت فیتوپلانکتونی شده و جمعیت جلبک بیش‌تر منجر به بروز نوسانات بیش‌تر 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 به‌صورت نیترات 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 به‌صورت 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 زیست‌توده 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 (اسماعیلی‌ساری، ۱۳۸۳؛ علیزاده، ۱۳۸۲). مطابق نظریه Boyd (۱۹۹۸) غلظت مناسب نیتریت در آب برای آبزی‌پروری کم‌تر از ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. غلظت نیتریت در سیستم‌های پرورش در قفس بین ۰/۰۰۱ تا ۰/۲۸ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (Siti-Zahrah و همکاران، ۲۰۰۸؛ Eglal و همکاران، ۲۰۰۹؛ Mondal و همکاران، ۲۰۱۰؛ Jiwyam، ۲۰۱۲؛ Gorlach-Lira و همکاران، ۲۰۱۳). برخی گزارشات غلظت آمونیاک را در سیستم‌های پرورش در قفس از ۰/۰۱ تا ۱/۱۵ میلی‌گرم 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 نیترات را برای آبزی‌پروری ۲/۰ تا ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بیان کرد. رواناب‌های ناشی از فضولات و فعالیت‌های کشاورزی در میزان غلظت نیترات 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 نیترات در ورودی رودخانه‌ها شوند (Rao، ۲۰۱۱). تغییرات فسفر کل در منطقه مورد بررسی بین ۰/۱۷۴ الی ۹/۴۶ میلی‌گرم در لیتر بود که حداکثر مقدار آن ۹/۴۶ میلی‌گرم 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. بیش‌تر بودن فسفات در فصل تابستان ممکن است به‌دلیل جریان کم‌تر آب و حضور بیش‌تر منابع نقطه‌ای باشد (Meynendonckx و همکاران ، ۲۰۰۶). در طول فصل زمستان فسفر معدنی در نواحی سطحی و زیر لایه سطحی به دریاچه به‌دلیل افزایش ورودی آب‌شیرین 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 به‌صورت 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 شکوفائی 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 به‌دلیل افزایش تراکم فیتوپلانکتون می‌باشد. غلظت فسفات جهت پرورش ماهیان گرمابی ۳-۲ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (اسماعیلی‌ساری، 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 سانتی‌متر است. دامنه مناسب آن برای ماهیان گرمابی کم‌تر از ۳۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۵). افزایش این پارامتر ناشی از فعالیت‌های کشاورزی و فاضلاب‌های شهری اطراف رودخانه است (Shieh و Yang، ۲۰۰۰). محدوده تغییرات هدایت الکتریکی بین ۲۳۹۰-۲۱۶ میکروزیمنس بر سانتی‌متر می‌باشد که حداکثر و حداقل مقدار آن به‌ترتیب ۲۳۹۰ و ۲۱۶ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در ایستگاه قزل قشلاق در پائیز و ۲۱۶ میکروزیمنس بر

سانتی‌متر در ایستگاه بایرام پمپی در تابستان مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد ورود فاضلاب شهری و خانگی و پساب کشاورزی در افزایش ناگهانی در پاییز در ایستگاه موردنظر نقش مهمی داشته است. در منطقه مورد مطالعه، هدایت الکتریکی برای ماهیان سردآبی مناسب نبوده ولی محدودیتی جهت پرورش ماهیان گرمابی محسوب نمی‌شود. تغییرات بیش از اندازه کل مواد جامد محلول، نشانگر آلودگی‌های غیرنقطه‌ای یا غیرمتمرکز است که با کاربری‌های 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 به‌همراه دارد. در مطالعه حاضر دامنه تغییرات آن بین ۱۴۱۰-۱۳۸ میلی‌گرم در لیتر بود که حداکثر مقدار آن در ایستگاه قزل قشلاق در پاییز و حداقل مقدار آن ۱۳۸ میلی‌گرم در لیتر در ایستگاه بایرام پمپی در تابستان مشاهده گردید. میزان کل مواد جامد محلول برای پرورش ماهیان ماهیان سردابی باید ۲۰۰> میلی‌گرم در لیتر باشد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۵). لذا سد ارس از نظر میزان کل مواد جامد محلول برای پرورش ماهیان سردابی مطلوب نمی‌باشد. Santhosh و Singh (۲۰۰۷) نشان دادند بهترین میزان تولید در استخرهای پرورش ماهی در میزان شفافیت ۴۰-۳۰ سانتی‌متر است. Bhatnagar و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند برای بازدهی بالای استخرهای پرورش ماهی عمق نفوذ نور از ۴۰-۱۵ سانتی‌متر مطلوب می‌باشد. دامنه مناسب آن برای ماهیان گرمابی ۳۵- ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۵). در مطالعه حاضر میزان تغییرات شفافیت بین ۱/۳-۰/۵ متر می‌باشد 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 ایستگاه‌های قزل قشلاق و بایرام پمپی و باغ سیب مشاهده گردید. احتمالاً کاهش شفافیت در تابستان ناشی از پدیده شکوفایی جلبکی، افزایش جمعیت فیتوپلانکتون‌ها و تاثیر آن در نفوذ نور و در نتیجه افزایش کدورت و کاهش شفافیت آب می‌باشد. افزایش شفافیت در بهار به‌علت عدم بارندگی و افزایش دما و افزایش جمعیت زئوپلانکتون‌ها (مصرف کننده فیتوپلانکتون‌ها) می‌باشد. گل‌محمدی و شریعتی (۱۳۹۵) دریافتند که وضعیت تروفی تالاب امیرکلایه در زمستان ۱۳۹۲ در حالت مزوتروف قرار داشت که تا تابستان ۱۳۹۳ به سمت یوتروف پیش رفت و به‌طور میانگین تالاب در محدوده مزوتروف حاد قرار گرفت.



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

جدول ۴: وضعیت تروفی آب دریاچه سد ارس در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و فصول ۹۷-۹۶

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

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 نتیجه‌رسیدند که وضعیت تروفی دریاچه از حالت یوتروف به سمت حالت هیپرتروف در حال تغییر است. درحالی‌که درویش‌صفت و همکاران(۱۳۷۸)در تالاب انزلی به‌این نتیجه‌رسیدند 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 تروفی دریاچه Mansi Ganga در هند از حالت الیگوتروف به سمت مزوتروف و سپس یوتروف پیش می‌رود (Sharma و همکاران، ۲۰۱۰). امروزه دریافته‌اند که توسعه بیش‌تر آبزی‌پروری باید به طریقی مسئولانه‌تر طراحی شود تا اثرات منفی اجتماعی و زیست‌محیطی آن به‌حداقل برسد. یک هدف مدیریت آبزی‌پروری داشتن ابزار قابل دسترسی است که بتواند ظرفیت یک ناحیه‌را 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 آبزی‌پروری و محدوده‌های اکولوژیکی و قابلیت پذیرش اجتماعی آبزی‌پروری بدون ایجاد تغییر غیرقابل‌قبول هم‌در اکوسیستم طبیعی و هم‌در ساختارها و عملکردهای اجتماعی کمک می‌کند. ظرفیت برد اکولوژیکی میزان تولید آبزی‌پروری است که می‌توان پشتیبانی کرد بدون این‌که منجر به تغییرات معنی‌داری در فرآیندهای اکولوژیکی، گونه‌ها، جمعیت‌ها یا اجتماعات در محیط شود. در دهه ۱۹۹۰ تعیین ظرفیت برد برای آبزی‌پروری 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 آبزی‌پروری در قفس توسعه یافته‌اند. علی‌رغم وجود شرایط مناسب برای توسعه پرورش ماهی در قفس در سد ارس با توجه به برخی عوامل فیزیکی و شیمیایی آب، ولی مفهوم ظرفیت برد، کمبود منابع آب‌شیرین و وجود حالت هیپریوتروفی 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 آبزی‌پروری در قفس در این سد توصیه نمی‌شود.

منابع

۱. **ابراهیم‌پور، ص.؛ محمدزاده، ح.؛ نادری، ا. و آذرپیکان، آ.، ۱۳۷۴.** ارزیابی یوتریفیکاسیون و تغذیه‌گرایی دریاچه‌ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی دریاچه تالابی زریبار). شانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران. دانشگاه شیراز.

۲. **اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۷۹.** مبانی مدیریت کیفی آب در آبزی پروری. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۲۶۳ صفحه.

۳. **اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۳.** هیدروشیمی بنیان آبزی‌پروری. انتشارات اصلانی. ۲۴۹ صفحه.

۴. **استاندارد ملی ایران. ۱۳۸۵.** استاندارد کیفیت آب، تعیین آب استخر 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 آبزیان. تهران، چاپ اول، صفحات ۱۹۷ تا ۲۱۰.

۶. **درویش‌صفت، ع.؛ جمال‌زاده‌فلاح، ف. و نظامی‌بلوچی، ش.، ۱۳۷۸.** بررسی وضعیت تروفی تالاب انزلی با استفاده از GIS. مجله محیط شناسی. 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 تاثی آن بر کیفیت و 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 تروفی. دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست. دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران.

۱۰. **گل‌محمدی، ا. و شریعتی، ف.، ۱۳۹۵.** بررسی تروفی تالاب امیرکلایه 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 summer school 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

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. **Tarzwell, 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.

foraquaculture& 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. 3-٤, 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 (*Oreochromisniloticus*) 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: 457-٤٦٣.

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 Chareontesprasit, 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