فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال چهارم/ شماره سیزدهم/ تابستان ۹۶/ صفحات ۴۴-۲۳

ارزیابی کیفیت آب استخرهای پرورش ماهی در شمال ایران (مطالعه موردی: شهر رشت)

سهیلا رضائی‌تبار[۱]، عباس اسماعیلی ساری*[۲]، نادر بهرامی‌فر[۳]، زهره رمضانپور[۴]

چکیده

در تحقیق حاضر بمنظور ارزیابی کیفی استخرهای پرورش ماهی و تعیین مؤثرترین پارامترها بر میزان تولید و سلامت ماهیان، سه استخر پرورش ماهیان گرمابی در استان گیلان مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌برداری از آب و ماهیان استخرها، در نیمه‌ی خرداد، مرداد و مهر ماه سال ۱۳۹۳ صورت گرفت. برخی پارامترها در زمان و محل نمونه‌برداری (دما، pH، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، کدورت، نیترات و فسفات) و برخی دیگر در آزمایشگاه (کلروفیل a، آهن، روی، طول کل، وزن کل، فاکتور وضعیت ماهی (K) و شناسائی فیتوپلانکتون‌ها) بر اساس روش‌های استاندارد، اندازه‌گیری و بررسی شدند. روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و One-Way Anova بمنظور آنالیز آماری داده‌ها بکار گرفته شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد در دوره‌ی بررسی استخرهای مورد مطالعه، جمعیت غالب فیتوپلانکتونی بترتیب مربوط به رده‌ی باسیلاریوفیسه (۲۵ ٪)، کلروفیسه (۲۳ ٪) و سیانوفیسه (۲۲ ٪) بود. در میان سیانوباکترها نیز جنس کروکوکوس (۳۵ ٪) و مریسموپدیا (۲۵ ٪) بیشترین سهم را به خود اختصاص داده بودند. همچنین نتایج حاصل از PCA نشان داد که سه مؤلفه‌ی اول می‌تواند بیش از ۸۰ ٪ واریانس‌ها را تبیین کنند. از جمله مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار در مؤلفه‌ی اول می‌توان به EC، Chl-a، pH و عمق نفوذ نور اشاره کرد. در مقایسه‌ی ماهیانه‌ی پارامترهای فیزیکی، شیمیائی و زیستی مورد بررسی، اختلاف معنی‌دار در میزان دما، اکسیژن محلول، نیترات، کلرروفیل a، وزن و طول کل ماهیان در استخرهای مورد مطالعه مشاهده گردید. بر اساس حد مطلوب تعیین‌شده برای پارامترهای فیزیکی، شمیائی و زیستی مربوط به کیفیت آب در استخرهای پرورش ماهی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که استخرهای مورد مطالعه از نظر پارامترهای بررسی‌شده بجز میزان آهن در وضعیت مطلوبی هستند. همچنین نتایج حاصل از بیومتری ماهیان استخرها و فاکتور وضعیت آنها تائید می‌کند که استخرها از شرایط کیفی مناسبی برای تولید بهینه و سالم برخوردار هستند.

کلید واژه: استخر پرورش ماهی، پارامتر فیزیکی، شیمیائی و زیستی، فاکتور وضعیت ماهی، فیتوپلانکتون.

تاریخ وصول: ۱۳۹۵/۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۶

۱- دانشجوی دکتری آلودگی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریائی، نور، مازندران، ایران

۲*- استاد گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریائی، نور، مازندران، ایران(نویسنده مسؤول)
aesmaili34@yahoo.com

۳- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریائی، نور، مازندران، ایران

۴- استادیار مؤسسه بین‌المللی تحقیقات ماهیان خاویاری خزر، گیلان، ایران

۱- مقدمه

از آنجائی‌که ماهی‌ها منبع پروتئینی مناسب و محصول درآمدزایی محسوب می‌شوند، با افزایش جمعیت، تقاضا برای مصرف ماهی و بدنبال آن ایجاد استخرهای پرورش ماهی بیشتر شده است (Bhatnagar and Devi, 2013). در استخرهای پرورش ماهی، آب به عنوان محیط زیست ماهی، در تغذیه، زادآوری و چرخه‌ی زندگی ماهی مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کند (Bronmark and Hansson, 2005). یک استخر با کیفیت آب خوب، منجر به تولید ماهی بیشتر و سالم‌تری می‌شود که این مهم سلامت مصرف‌کننده را نیز تضمین می‌کند (Usman, 2015). کیفیت آب یعنی ترکیبات موجود در آب که منجر به رشد بهینه‌ی موجودات آبزی می‌شود و توسط برخی پارامترهای فیزیکی، شیمیائی و زیستی تعیین می‌شود (Keremah et al., 2014; Ehiagbonare and Ogunrinde, 2010). بطور طبیعی کیفیت آب پایدار نیست و با تغییر زمان، شرایط آب و هوا، دما، تراکم ماهیان موجود در آب، نرخ تغذیه و ... تغییر می‌کند (Davies and Ansa, 2010). همه موجودات آبزی، آستانه قابل تحملی از پارامترهای کیفی آب را دارند که می‌توانند در آن زندگی کنند. هر گونه نوسان در این پارامترها منجر به واردشدن شوک به موجودات زنده شده و اثرات سوئی را بر آنها خواهد داشت. با توجه به اینکه امروزه برای غنی‌سازی بیشتر استخرها و به منظور بازدهی بیشتر تولید ماهی از کودهای آلی و شیمیائی و آهک پاشی استفاده می‌شود، بالتبع، پارامترهای فیزیکو شیمیائی و زیستی آب تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Vanacker et al., 2015). شناسائی و تشخیص زودهنگام تغییرات در کیفیت آب باعث جلوگیری از اثرات جبران‌ناپذیر آن خواهد شد. بدین دلیل، کنترل کیفی استخرهای پرورش ماهی امری ضروری بنظر می‌رسد.

در ایران مطالعات متعددی در زمینه‌ی بررسی کیفیت استخرهای پرورش ماهی از طریق اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی، شیمیائی و زیستی پرداخته‌اند. از آن جمله می‌توان به تحقیقات Bakhtiari (۲۰۱۲)، Jamali و همکاران (۲۰۱۲)، Kamali و همکاران (۲۰۱۴)، Makhlough و همکاران (۲۰۱۳) و Arshad و همکاران (۲۰۱۴) اشاره کرد. همچنین مطالعات مشابهی در خارج از کشور انجام شده است که بطور خلاصه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج مطالعات مربوط به خصوصیات فیزیکی، شیمیائی و زیستی مربوط به استخرهای پرورش ماهی در خارج از کشور

نویسنده	Tem (^{o} C)	DO (mg/l)	pH	EC (us/cm)	SD (cm)	NO3 (mg/l)	PO4 (mg/l)	Fe (mg/l)	Zn (ug/l)	Chla (ug/l)
Chowdhury and Al Mamun 2006	19-25.6	2.7-5	7.5-9.1	-	33-37	-	0.04-0.07	-	-	-
Kwan and Hyun 2007	5-25	6-9.1	8-9	-	-	0.002-0.09	0.01-0.25	-	-	-
El-Nemaki et al. 2008	18-18.2	6.03-7.19	8.2-9.2	318-541	9-25	0.12-0.22	-	0.17- 1.11	0.09-0.16	-
Davies and Ansa 2010	26.5-32.7	1.6-7.9	5.6-6.4	71.5-985.5	-	-	0.05-0.29	-	-	-
Ehiagbonare and Ogunrinde, 2010	-	9.3-16.2	6.75-7.1	12-17	-	2.21-4.91	1.4-4.51	-	0.01-0.07	-
Kiran 2010	28-35.5	2-8.6	6.9-8.2	-	-	45-80.5	0.51-1.28	-	-	-
Rajagopal et al. 2010	27-32	2-7.5	6.5-7.8	145-806	-	-	-	-	-	-
Chia 2011	25.9-28.7	1-5.35	5.9-8.3	60-429.5	-	0.01-0.39	0.1-0.7	0-0.0012	0-0.81	-
Solomon Wisdom et al. 2013	24.5-28	7.13-8.5	7.74-9.02	58-262	-	-	-	-	-	-
Bhavimino and Puttaiah 2014	25.2-26.3	7.4-7.9	7-8.1	-	20-72	0.3-1.8	0.2-0.3	-	-	-
Torimiro 2014	27-29	0-4.8	6.65-7.8	87.1-431	-	0-1.45	0.25-1.81	-	-	-
Lee et al. 2015	-	1.53-16.73	7.16-9.62	-	-	0.07-2.05	0.03-0.21	-	-	4.04-64.70

لازم بذکر است علاوه برشرایط کیفی آب، بمنظور تولید بیشتر در استخرهای پرورش ماهی، یک گونه‌ی مناسب برای پرورش باید ویژگی‌هایی چون سریع‌الرشدبودن، مقاومت در برابر شرایط کیفی نامناسب و بیماری‌ها و کم‌هزینه بودن را دارا باشد (Soediono, 1989).

بر اساس معیارهای ذکرشده، فیتوفاگ یا کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) یکی از گونه-های رایج برای پرورش در استخرهای پرورش ماهی در شمال ایران و استان گیلان محسوب می‌شود. این گونه آب گرم را ترجیح داده و غذای اصلی آن فیتوپلانکتون‌ها و تا حد کمی زئوپلانکتون‌ها می‌باشد و جزء

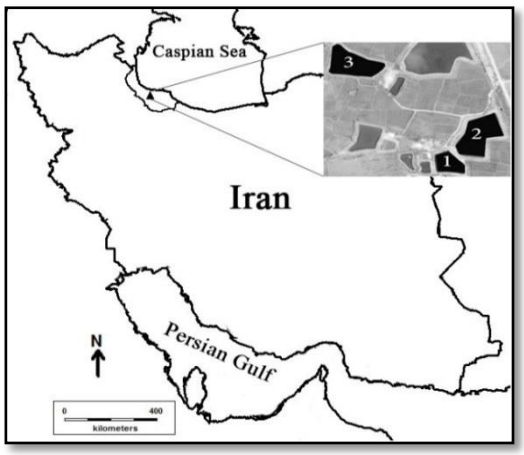
سطح تروفی ۲ می‌باشد (FAO, 1844).

در تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تغییرات فصلی پارامترهای کیفی آب در استخرهای پرورش ماهی و همچنین تعیین مهم‌ترین پارامترهای فیزیکی، شیمیائی و زیستی تأثیرگذار بر رشد و فاکتور وضعیت ماهی و بطور کلی ارزیابی کیفی استخرها در یک دوره‌ی پرورش، اقدام به سه مرحله نمونه‌برداری در استخرهای پرورش ماهی واقع در طول جغرافیائی ^{o}۴۳ ۴۹ و عرض جغرافیائی ^{o}۲۴ ۳۷ (استان گیلان، روستای نوده مرخال شفت از توابع شهر رشت) شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- موقعیت و ویژگی‌های استخرها

بمنظور ارزیابی کیفیت آب و تعیین مؤثرترین پارامترها بر میزان رشد و فاکتور وضعیت ماهیان در استخرهای پرورش ماهی، سه استخر خاکی پرورش ماهیان گرمابی واقع در روستای نوده مرخال شفت (توابع رشت) مورد بررسی قرار گرفتند. موقعیت استخرها در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت استخرهای مورد مطالعه

استخرها مساحتی بین ۱/۵ تا ۲ هکتار و عمق متوسط ۲ متر داشتند. آبگیری استخرها از طریق آب زهکشی مزارع، آب سد سفیدرود و آب چاه صورت می‌گرفت. فیتوفاگ از جمله گونه‌های پرورشی استخرهای مورد مطالعه بود که در تحقیق حاضر به‌منظور بررسی میزان رشد انتخاب شد. بچه ماهی‌های استخرهای مورد

مطالعه (۶۵ گرم) از استخرجداگانه‌ای که مخصوص پرورش لارو ماهیان بود تأمین می‌شد. در طول دوره‌ی پرورش ماهی در استخرها، بمنظور رشد جمعیت فیتوپلانکتونی، کودهای مختلف از جمله کود پتاس و اوره (یک تن) و کود حیوانی (شامل کود مرغی و گاوی ده تن) به آنها اضافه می‌شد. همچنین جهت جلوگیری از بلوم جلبکی و مبارزه با بیماری‌های ماهی‌ها و قارچ‌ها، از موادی چون آهک، تتراسایکلین ۵۰ ٪ و تری‌کلروفن استفاده گردیده بود. همچنین از پمپ اکسیژن به منظور هوادهی استخرها استفاده می‌شد.

۲-۲- نمونه‌برداری

به منظور بررسی پارامترهای مورد نظر، در هر استخر سه نقطه (در سه گوشه‌ی استخر) برای نمونه‌برداری بطور تصادفی منظم انتخاب شده و نمونه‌های آب با استفاده از بطری پلاستیکی (که از قبل با آب هر استخر شستشو داده می‌شد) از ستون آب (تا عمق ۲۰ سانتی‌متری) در سه مرتبه نمونه‌برداری (اواسط خرداد–مرداد و مهر) برداشت شدند. همچنین به منظور بررسی میزان رشد و فاکتور وضعیت نمونه‌های ماهی در فصول مورد مطالعه، نمونه‌های فیتوفاگ با استفاده از تور محلی (ماش) از هر استخر صید شدند (از هر استخر حداقل سه نمونه). برخی پارامترها در محل نمونه‌برداری و برخی دیگر در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردیدند. جهت جلوگیری از هر گونه تغییر شیمیائی، نمونه‌ها درون جعبه یخ به آزمایشگاه منتقل شدند.

۲-۳- پارامترهای اندازه‌گیری شده در محل

بمنظور اندازه‌گیری پارامترهای محیطی مانند دما، pH، هدایت الکتریکی (EC) و اکسیژن محلول (DO) از دستگاه Water Quality Meter مدل ۸۶۰۳ استفاده گردید. میزان عمق نفوذ نور (کدورت آب)، طبق روش APHA (۱۹۹۹)، با استفاده از صفحه‌ی سکشی اندازه‌گیری شد. بمنظور اندازه‌گیری نیترات (NO3) و فسفات (PO4) در محل نمونه‌برداری، از قرص‌های Palintest و دستگاه فوتومتر پرتابل Palintest 7000 استفاده گردید. میزان نیترات در طول موج ۵۷۰ و فسفات در طول موج ۶۸۰ نانومتر قرائت گردید.

۲-۴- پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در آزمایشگاه

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل a، پس از انتقال سریع نمونه‌ها به آزمایشگاه (در بطری‌های شیشه‌ای تیره

رنگ، درون یونولیت یخ)، از روش APHA (۱۹۹۹)، شماره 10200 H استفاده گردید. میزان کلروفیل a نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل Unico 2100 اندازه‌گیری گردید. بمنظور اندازه‌گیری میزان آهن و روی کل در نمونه‌ها از روش APHA (۱۹۹۹)، شماره 3030 E، استفاده گردید. بعد از برداشت نمونه-های آب از ایستگاه‌های مورد مطالعه، ۴ قطره اسید نیتریک غلیظ به آنها اضافه گردید و pH نمونه‌ها به زیر ۲ رسید. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، تا زمان آنالیز در یخچال در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفتند.

بعد از هضم، میزان جذب آهن و روی کل نمونه‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدلPU 9400 X قرائت شده و با استفاده از معادله‌ی کالیبراسیون بدست آمده از استانداردهای روی و آهن، غلظت آنها محاسبه گردید. برای شناسائی گونه‌های فیتوپلانکتون استخرها، بعد از برداشت نمونه‌های آب، جهت تثبیت نمونه‌ها، بلافاصله بعد از نمونه‌برداری، فرمالین ۴٪ به آنها اضافه شد. بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، جهت شناسائی، یک میلی‌لیتر از نمونه، درون محفظه ته نشینی Hydro Bios ریخته شد و بمدت چهار ساعت بدون حرکت باقی ماند تا گونه‌ها کاملاً ته‌نشین شوند. سپس با میکروسکوپ نوری Invert مدل Olympus و با عدسی چشمی 10 x و عدسی شیئی 40 x و با استفاده از کلیدهای شناسائی (Bellinger and Sigee, 2015؛ Vav Vuuren et al., 2006؛ Wehr, 2002) در حد جنس شناسائی گردیدند.

۲-۵- بیومتری نمونه‌های فیتوفاگ

در تحقیق حاضر به منظور بررسی میزان رشد ماهیان و عوامل موثر بر آن، از شاخص فاکتور وضعیت (CF۱) ماهی استفاده گردید. فاکتور وضعیت بیانگر شرایط کلی یا فیزیولوژیکی بدن ماهی است. هر چه میزان این ضریب بیشتر باشد نشان دهنده‌ی رشد بهتر ماهی است (Lizama et al., 2002؛ Teubner et al., 2015). بدین منظور بعد از بیومتری ماهیان صید شده از استخرها CF آنها با استفاده از معادله‌ی ۱ محاسبه گردید:

$$K = \left(\frac{G}{l^3}\right) * 100$$ معادله‌ی ۱

که در این معادله G وزن کل بر حسب گرم و L طول کل بر حسب سانتی‌متر می‌باشد (Fulton, 1904).

1 .Condition Factor

۳- آنالیز آماری

به منظور آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ و PC ORD نسخه‌ی ۵ و به منظور نمایش گرافیکی آنها از نرم افزار Sigmaplot نسخه‌ی ۱۲ استفاده شد. برای اطمینان از نرمال‌بودن توزیع داده‌ها و همگنی آنها بترتیب از آزمون‌های شاپیرو- ویلک و لون استفاده شد (Gkelis et al. 2014). برای مقایسه‌ی فصلی پارامترها از آزمون‌های توکی و دانکن و در صورت نرمال‌نبودن از آزمون‌های معادل ناپارامتریک استفاده گردید. بمنظور تعیین مؤثرترین پارامترها بر میزان رشد و فاکتور وضعیت ماهی از آزمون PCA استفاده گردید (Efitre et al., 2009). جهت مقایسه‌ی میانگین داده‌های فیزیکی و شیمیائی با حد مجازهای تعیین‌شده از آزمون One-sample T test استفاده گردید.

۴- نتایج

نتایج حاصل از بررسی پارامترهای فیزیکی، شیمیائی و زیستی آب و همچنین بیومتری نمونه‌های ماهی مربوط به استخرهای مورد مطالعه بترتیب در جدول ۲ و ۳ آورده شده است.

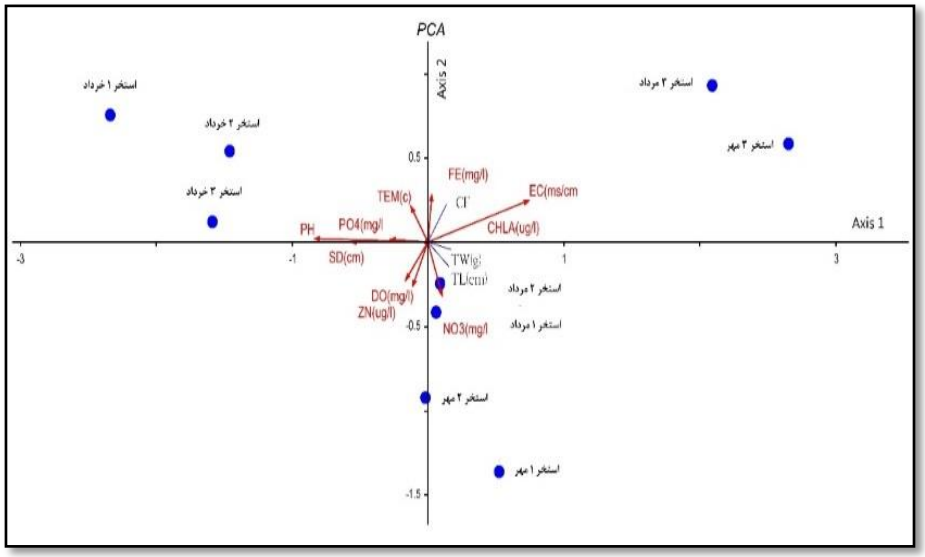
جدول ۲. میانگین (± خطای استاندارد) پارامترهای فیزیکی، شیمیائی و زیستی بررسی شده در استخرهای پرورش ماهی

	خرداد			مرداد			مهر	
استخر	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲
عمق نفوذ نور (سانتی‌متر)	۵ ± ۳۰	۳ ± ۲۵	۲ ± ۲۰	۴/۵ ± ۳۰	۴ ± ۳۰	۱/۵ ± ۱۵	۲/۵ ± ۲۱	۱ ± ۱۶
دما (درجه‌ی سانتی‌گراد)	۱/۲ ± ۲۶	۱/۴۵ ± ۲۹	۱/۸ ± ۳۱	۱/۶ ± ۳۰	۱/۸۵ ± ۳۱	۱/۹۶ ± ۳۱	۰/۷ ± ۲۲	۰/۹ ± ۲۲
pH	۰/۳۵ ± ۹/۴۵	۰/۲ ± ۸/۲	۰/۲۷ ± ۸/۶	۰/۱۱ ± ۸/۸۳	۰/۰۱ ± ۸/۰۱	۰/۰۹ ± ۷/۸۱	۰/۰۷ ± ۸/۱	۰/۰۸ ± ۸/۲۱
اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۴۴ ± ۱۰/۲	۰/۲۳ ± ۸/۸	۰/۳۶ ± ۱۰	۰/۳ ± ۹/۳	۰/۲۶ ± ۷/۱	۰/۱۴ ± ۷/۶	۰/۴۷ ± ۱۱	۰/۳۱ ± ۱۰
هدایت الکتریکی (میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر)	۰/۰۹ ± ۰/۹۹	۰/۱ ± ۱/۰۱	۰/۱۲ ± ۱/۳۱	۰/۰۷ ± ۰/۹۷	۰/۵ ± ۱/۶۲	۰/۷ ± ۲	۰/۰۶ ± ۰/۸	۰/۴ ± ۱/۵۶
نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۳ ± ۰/۲	۰	۰/۰۴ ± ۰/۳۴	۰	۰/۱ ± ۰/۰۱	۰/۰۱ ± ۰/۰۸	۰/۰۹ ± ۰/۶۲	۰/۲ ± ۱/۴۴
فسفات (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۱ ± ۰/۰۷	۰/۱ ± ۰/۴۷	۰/۴ ± ۱/۸	۰	۰	۰/۰۱ ± ۰/۰۶	۰/۰۱ ± ۰/۰۶	۰/۰۵ ± ۰/۲
آهن (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۱ ± ۰/۵۸	۰/۴۱ ± ۱/۵۸	۰/۵۲ ± ۱/۶۹	۰/۰۹ ± ۰/۴۲	۰/۳۸ ± ۱/۴۴	۰/۴۹ ± ۱/۶۴	۰/۱۳ ± ۰/۷	۰/۲ ± ۱/۰۶
روی (میکرو گرم بر لیتر)	۲ ± ۱۲	۱ ± ۵	۰/۹ ± ۵	۰/۸۷ ± ۵	۰/۰۵ ± ۲	۰/۰۷ ± ۲	۳/۵ ± ۲۰	۰/۰۱ ± ۰/۵
کلروفیل a (میکرو گرم بر لیتر)	۰/۰۲ ± ۰/۲	۰/۰۱ ± ۰/۰۶	۰/۰۳ ± ۰/۴	۰/۰۴ ± ۰/۵۳	۰/۰۴ ± ۰/۵۸	۰/۰۵ ± ۰/۶۳	۰/۰۰۲ ± ۰/۰۱	۰/۰۲ ± ۰/۲

جدول ۳. بیومتری نمونه‌های ماهی (میانگین ± خطای استاندارد)

	خرداد		مرداد			مهر		
استخر	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
طول کل (سانتی‌متر)	۱۹/۳۳ ± ۰/۶۷	۲۶/۶۶ ± ۱/۱	۲۷/۶۶ ± ۱/۰۵		۳۹ ± ۲	۳۸/۵ ± ۱/۸	۴۳ ± ۳/۴		۴۴/۵ ± ۵
وزن کل (گرم)	۷۵/۸۳ ± ۱۲	۲۰۶/۹۶ ± ۵۶	۲۲۰/۳ ± ۴۷		۶۴۶ ± ۱۲۳	۶۳۳ ± ۱۰۲	۱۰۷۰ ± ۲۸۱		۸۹۵/۱ ± ۲۱۹
فاکتور وضعیت ماهی	۱/۰۴ ± ۰/۱۶	۱/۰۹ ± ۰/۱۵	۱/۰۴ ± ۰/۰۶		۱/۰۸ ± ۰/۰۲	۱/۱ ± ۰/۰۱	۱/۳۴ ± ۰/۰۲		۱/۰۱ ± ۰/۰۵

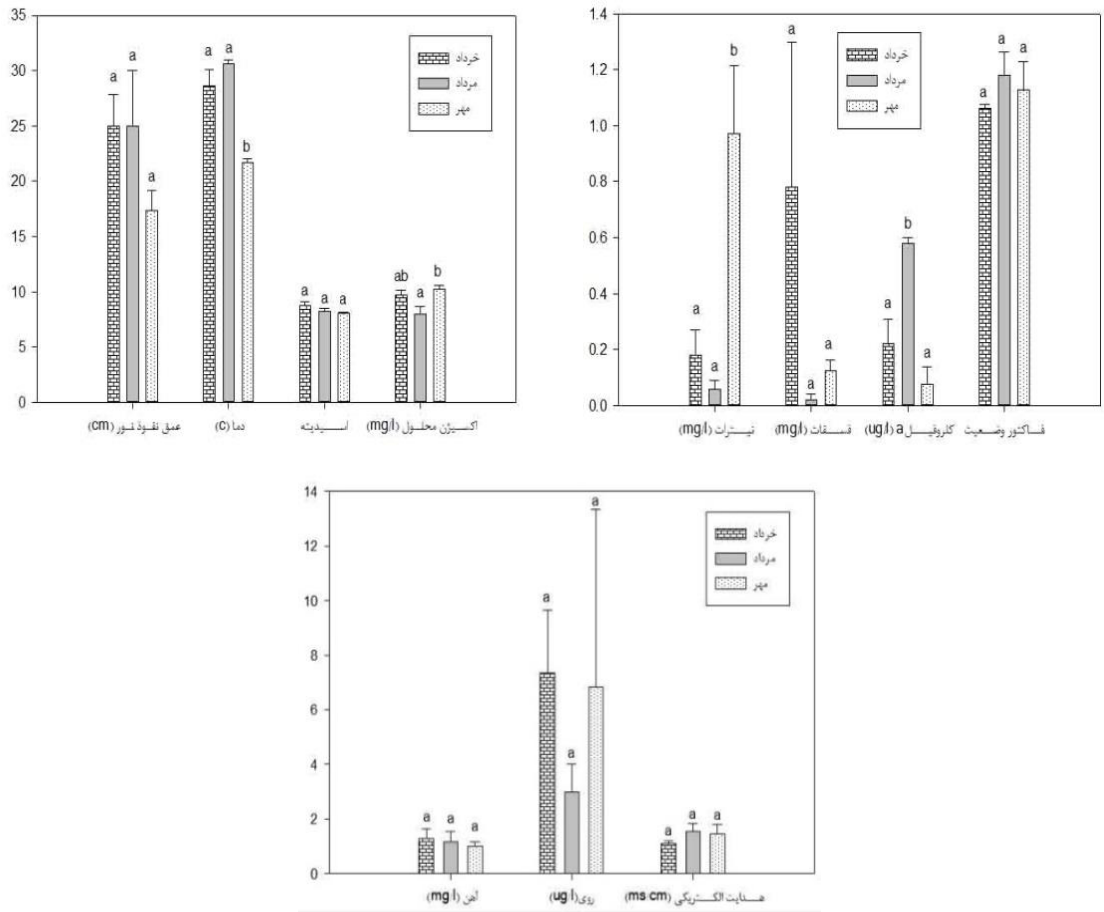
بمنظور بررسی همبستگی‌ها بین پارامترهای فیزیکی شیمیائی و زیستی آب با فاکتورهای رشد ماهی و تعین موثرترین پارامترها بر میزان رشد ماهی، آزمون PCA بکار گرفته شد. پیش از همسوکردن داده‌ها، مقدار همبستگی بین پارامترها بررسی شد که مبین مناسب‌بودن داده‌ها برای تحلیل مؤلفه‌های اصلی است. برای تعیین مهم‌ترین پارامترهای توجیه‌کننده‌ی واریانس، مولفه‌هائی که مقدار ویژه‌ی بزرگتر از یک داشتند در نظر گرفته شدند. نتایج حاصل از آزمون PCA نشان داد سه مولفه‌ی اول بیش از ۸۰ درصد واریانس‌ها را توجیه می‌کند. در شکل ۲ نمودار حاصل از آنالیز PCA آورده شده است.



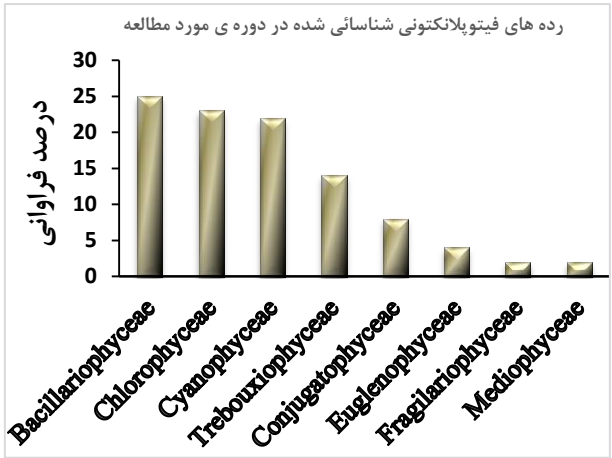
شکل ۲. آنالیز PCA مربوط به پارامترهای فیزیکی، شیمیائی و زیستی و فاکتورهای رشد ماهی در استخرهای مورد مطالعه

همچنین نتایج حاصل از مقایسه‌ی میانگین پارامترهای مورد بررسی در استخرهای پرورش ماهی در سه ماه مورد مطالعه در شکل ۳ آمده است.

شکل ۴ نیز نتایج حاصل از شناسائی و شمارش فیتوپلانکتون‌ها در استخرهای پرورش ماهی در دوره‌ی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. از جمله جنس‌های غالب در استخرها می‌توان به جنس‌های Navicula، Nitzschia، Caloneis (از رده‌ی Bacillariophyceae)، Scenedesmus، Pediastrum (از رده‌ی Chlorophyceae)، Chroococcus و Merismopedia از رده‌ی Cyanophyceae اشاره کرد.



شکل ۳. مقایسه‌ی میانگین‌های پارامترهای مورد بررسی در دوره‌ی مورد مطالعه



شکل ۴. درصد فراوانی رده‌های فیتوپلانکتونی در استخرهای پرورش ماهی

۵- بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱- غلظت ریزمغذی‌ها (نوترینت‌ها) در آب

کوددهی استخرها منجر به ورود مقادیر قابل توجهی از نوترینت‌ها به استخرها می‌گردد که منجر به رشد و تکثیر فیتوپلانکتون‌ها می‌شود. اگر چه این امر در رشد ماهی تاثیرگذار است ولی از طرفی در نوسانات pH و اکسیژن محلول موثر خواهد بود. بدین صورت که در طول روز و با حضور نور، فیتوپلانکتون‌ها طی فتوسنتز دی‌اکسید کربن موجود در آب را مصرف کرده و pH آب و میزان اکسیژن محلول افزایش می‌یابد. اما در طول شب، همین فیتوپلانکتون‌ها به مصرف کننده‌ی اکسیژن تبدیل شده و گاهی میزان اکسیژن و pH آب تا حد نگران کننده‌ای کاهش می‌یابد. نوسانات شدید pH و اکسیژن در طول شبانه روز منجر به بروز آسیب در ماهیان شده که این امر برای پرورش ماهیان در استخرها خطر مهمی تلقی می‌شود. بنابراین پایش میزان نوترینت‌ها در استخرهای پرورش ماهی بسیار حائز اهمیت است (Suther and Rissik, 2009).

از جمله نوترینت‌های مهم اضافه شده به استخرها می‌توان به نیتروژن و فسفر اشاره کرد. نیتروژن در آب به اشکال مختلف مولکول گازی (N2)، نیترات (NO3-)، نیتریت (NO2-)، آمونیوم، آمونیاک گازی (NH3)، ترکیبات آلی مانند اوره، آمینو اسید و پلی‌پپتیدها وجود دارد. منشاء یون نیترات (که از جمله فرم‌های در

دسترس نیتروژن برای فیتوپلانکتون‌ها می‌باشد) در آب از رواناب‌های حاصل از خاک‌های کشاورزی کوددهی شده و نیتروژن تثبیت شده در خاک می‌باشد. پیوند نیترات با ذرات خاک محکم نمی‌باشد و با باران سنگین شسته می‌شود (Delince, 1993). در تحقیق حاضر میانگین غلظت نیترات در سه ماه خرداد (۰/۰۹ ± ۰/۱۸)، مرداد (۰/۰۳ ± ۰/۰۶) و مهر (۰/۲۴ ± ۰/۹۷) کمتر از حد مجاز (۴ – ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر) عنوان شده توسط Scanthosh و Singh (۲۰۰۷) می‌باشد. همان گونه که در شکل ۳ مشخص است، میزان نیتروژن نیتراتی در مهر ماه بیشتر از خرداد و مرداد است و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده می‌شود که یکی از دلایل آن می‌تواند بارندگی‌های پائیزه و ورود نیترات به استخرها از طریق رواناب باشد. Jamali و همکاران (۲۰۱۲)، غلظت نیترات را در آبندان‌های پرورش ماهی بین ۳/۳۵ تا ۴/۷۱ میلی‌گرم بر لیتر گزارش کردند که از میانگین غلظت نیترات در تحقیق حاضر بیشتر می‌باشد.

فسفر برای همه‌ی گیاهان و جلبک‌های آبزی یک نوترینت ضروری محسوب می‌شود. فسفر در آب‌های سطحی بیشتر به شکل فسفات حضور دارد. فسفات درمحیط زیست به چهار شکل مختلف وجود دارد: ۱. اورتوفسفات (SRP۱) شامل فرم‌های معدنی فسفات مانند -PO43، -HPO42 و -H2PO4 است که بطور مستقیم برای استفاده جلبک‌ها و فیتوپلانکتون‌ها در دسترس می‌باشد. این فرم‌های فسفات بطور گسترده در کودهای استفاده شده و به استخرها اضافه می‌شود. ۲. فسفات آلی محلول، که بیشتر در فضولات انسانی و حیوانی موجود می‌باشد. ۳. پلی فسفات، مانند - P3O105 که در گذشته در شوینده‌ها موجود بود. ۴. فسفات کل، که مجموع سه شکل بالای فسفات است و در تحقیقات بیشتر این نوع فسفر گزارش می‌شود (Delince, 1993). در تحقیق حاضر نیز میزان فسفات کل اندازه‌گیری گردید.

میانگین غلظت فسفات بدست آمده در سه ماه خرداد (۰/۵۲ ± ۰/۷۸)، مرداد (۰/۰۲ ± ۰/۰۲) و مهر (۰/۰۴ ± ۰/۱۲) ، کمتر از حد مجاز (۲ – ۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر) عنوان شده توسط Bhatnagar و Devi (۲۰۱۳) بود. Jamali و همکاران (۲۰۱۲) غلظت فسفات را در آبندان‌های مورد مطالعه بین ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر گزارش کردند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد اختلاف معنی‌داری بین غلظت فسفر فسفاتی در سه ماه مورد بررسی وجود ندارد (شکل ۳).

1. Soluble Reactive Phosphorus

۵-۲- غلظت کلروفیل a و فاکتور وضعیت ماهیان

کلروفیل a، شاخصی از بایومس فیتوپلانکتون‌های موجود در آب می‌باشد (Vanacker et al., 2015). لذا در تحقیق حاضر بمنظور بررسی تاثیر تعداد فیتوپلانکتون‌ها بر میزان رشد ماهی و بازدهی استخرها، میزان کلروفیل a اندازه‌گیری گردید. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین غلظت کلروفیل a در مرداد ماه (۰/۰۲ ± ۰/۵۸) با خرداد (۰/۰۹ ± ۰/۲۲) و مهر (۰/۰۶ ± ۰/۰۷) وجود دارد و میزان آن در مرداد بیشتر است (شکل ۳). با توجه به اینکه یکی از عوامل موثر در رشد و تکثیر فیتوپلانکتون‌ها (و بدنبال آن افزایش میزان کلروفیل a) فاکتور دما می‌باشد، با توجه به افزایش دما در مرداد ماه، یکی از عوامل افزایش غلظت کلروفیل a در مرداد ماه را می‌توان به دما نسبت داد. مطالعات Makhlough و همکاران (۲۰۱۳)، روی تاثیر نوع کوددهی بر میزان کلروفیل و جمعیت فیتوپلانکتون‌های استخرهای پرورش ماهی گرمابی نشان داد استخرهائی که با ترکیب شیرابه‌ی گاوی و کود شیمیائی کوددهی می‌شوند میزان کلروفیل (۰/۱۱ میلی‌گرم بر لیتر) بیشتری نسبت به استخرهائی دارند که فقط با کود شیمیائی کوددهی می‌شوند (۰/۰۶ میلی‌گرم بر لیتر).

همچنین نتایج حاصل از بررسی فاکتورهای رشد ماهی در تحقیق حاضر نشان داد که میانگین طول و وزن کل ماهیان در خرداد ماه (طول: ۲/۶۲ ± ۲۴/۵۵ و وزن: ۴۶/۰۹ ± ۱۶۷/۶۹) اختلاف معنی‌داری با مرداد (طول: ۱/۴۲ ± ۴۰/۱۶ و وزن: ۱۴۳/۵۴ ± ۷۸۳) و مهر (طول: ۱/۶۶ ± ۴۳/۷ و وزن: ۱۸۳/۵۷ ± ۹۶۳/۴۳) دارد. اما اختلاف معنی‌داری بین میانگین فاکتور وضعیت آن‌ها در سه ماه مورد مطالعه (خرداد: ۰/۰۱ ± ۱/۰۶، مرداد: ۰/۰۸ ± ۱/۱۸ و مهر: ۰/۱ ± ۱/۱۲) در استخرهای پرورش ماهی یافت نشد. El-Nemaki و همکاران (۲۰۰۸)، میزان فاکتور وضعیت ماهی را در استخرهای پرورش ماهی تیلا پیا در مصر ۱/۶۹ تا ۲/۰۱ گزارش کردند. بر اساس مطالعات Bolger و Connolly (۱۹۸۹) زمانیکه فاکتور وضعیت ماهی در طول زمان ثابت می‌ماند نشان دهنده‌ی آن است که طول و وزن ماهی با یک نسبت افزایش یافته است و فقط زمانیکه میزان وزن ماهی بیش از طول آن فزایش یابد فاکتور وضعیت افزایش می‌یابد.

بر اساس نتایج بدست آمده از آزمون PCA، کلروفیل a از مهم‌ترین اجزاء مولفه‌ی اول می‌باشد که در رشد و فاکتور وضعیت ماهی موثر بوده است. از آنجائیکه فیتوفاگ ماهی تروفی سطح ۲ می‌باشد و فیتوپلانکتون خوار است لذا نتایج بدست آمده از این بخش نیز کاملاً تأیید می‌کند که میزان کلروفیل و جمعیت فیتوپلانکتونی در رشد فیتوفاگ مؤثر بوده است.

۵-۳- میزان عمق نفوذ نور

میزان عمق نفوذ نورتوسط صفحه‌ی سکشی اندازه‌گیری می‌شود و نشان دهنده‌ی کدورت آبی است که حاصل از ذرات معلق و حضور فیتوپلانکتون‌ها می‌باشد (Boyd, 1990). اگر در کدورت آب ذرات معلق نقش کمتری را داشته باشند، در اینصورت استفاده از صفحه سکشی ساده‌ترین راه برای تخمین میزان حضور جمعیت فیتوپلانکتونی می‌باشد. نتایج تحقیقات Santhosh و Singh (۲۰۰۷) نشان می‌دهد بر اساس عمق صفحه سکشی، بهترین میزان تولید در استخرهای پرورش ماهی در میزان شفافیت ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر است. همچنین نتایج مطالعات Bhatnagar و همکاران (۲۰۰۴) نشان می‌دهد برای بازدهی بالای استخرهای پرورش ماهی، عمق نفوذ نور از ۱۵ تا ۴۰ سانتی‌متر مطلوب می‌باشد. بر اساس نتایج تحقیق حاضر میانگین عمق نفوذ نور در مهر ماه (۱/۸۵ ± ۱۷/۳۳) کمتر از مرداد (۵ ± ۲۵) و خرداد (۲/۸۸ ± ۲۵) بود (شکل ۳). با توجه به نتایج بدست آمده از میزان کلروفیل a می‌توان نتیجه گرفت که در کدورت آب در مهر ماه، ذرات معلق نقش قابل توجهی را داشته‌اند که یکی از دلایل آن می‌تواند بارندگی پائیزه و شویش و فرسایش خاک اطراف استخرها باشد. Bakhtiari و همکاران (۲۰۱۲)، میزان شفافیت آب را در استخرهای خاکی پرورش میگو بین ۶۰ تا ۱۴۰ سانتی‌متر گزارش کردند که در مقایسه با استخرهای مورد مطالعه در تحقیق حاضر میانگین عمق نفوذ نور بیشتر بوده است.

نتایج بدست آمده از آزمون PCA نشان می‌دهد که میزان عمق نفوذ نور نیز از جمله اجزاء اصلی در مولفه-ی اول می‌باشد. با توجه به اینکه میزان عمق نفوذ نور بستگی به عواملی چون جمعیت فیتوپلانکتونی حاضر در استخرها دارد، و با در نظر گرفتن عادت تغذیه‌ای ماهی فیتوفاگ می‌توان استنباط کرد که نتیجه بدست آمده حاصل از همبستگی میزان رشد ماهی و میزان عمق نفوذ نور منطقی است.

۵-۴-دما

با توجه به اینکه ماهیان جزء موجودات خونسرد محسوب می‌شوند، دمای بدن آن‌ها تابع دمای آب است. افزایش دمای آب منجر به افزایش فعالیت زیست-شیمیائی ریز موجودات زنده (تجزیه‌کنندگان) و افزایش نرخ تنفس گیاهان و بدنبال آن افزایش اکسیژن خواهی می‌شود. افزایش دمای آب باعث کاهش اکسیژن محلول در آب و افزایش میزان آمونیاک در آب می‌شود. کاهش بیش از حد دمای آب نیز منجر به تشکیل سولفید

هیدروژن، دی‌اکسید کربن و متان شده که سلامت ماهی‌ها را تهدید می‌کند (Bhatnagar and Devi, 2013). لذا بررسی دمای آب از جمله پارامترهای مهم در ارزیابی کیفی استخرهای پرورش ماهی محسوب می‌شود. بر اساس مطالعات انجام شده توسط Boyd (۱۹۹۰)، بهترین دما برای پرورش کپور ماهیان بین ۲۰ تا ۳۰ درجه می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد علرغم اینکه اختلاف معنی‌داری بین دمای آب استخرها در خرداد (۱/۴۵ ± ۲۸/۶۶) و مرداد (۰/۳۳ ± ۳۰/۶۶) با مهر (۱/۸۵ ± ۱۷/۳۳) وجود دارد (شکل ۳) ولی دمای آب در دوره‌ی مورد مطالعه در سطح مطلوبی است. Jamali و همکاران (۲۰۱۲) دامنه‌ی تغییرات دمائی در آبندان‌های پرورش ماهی را بین ۲۳/۴ تا ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد گزارش کردند.

pH-۵-۵

pH آب، فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی ماهی‌ها را تحت تاثیر قرار داده همچنین سمیت آمونیاک برای ماهیان را افزایش می‌دهد. بهترین pH برای پرورش ماهی، pH خنثی (۹ – ۶/۵) میباشد (Boyd, 1990)؛ و pH کمتر از ۴ و بیشتر از ۱۱ معمولا برای آبزیان کشنده است. مطالعات مختلف نشان می‌دهد که در pH اسیدی، میزان بایومس، تولید و یکنواختی فیتوپلانکتون‌ها تغییر می‌کند (Delince, 1993). لذا pHی آب از پارامترهای مهم و تاثیرگذار بر میزان بازدهی استخرهای پرورش ماهی می‌باشد. در تحقیق حاضر میزان pH در خرداد (۰/۳۶ ± ۸/۷۵)، مرداد (۰/۳۱ ± ۸/۲۱) و مهر ماه (۰/۰۸ ± ۸/۰۸) در سطح مطلوبی بود و اختلاف معنی‌داری بین میزان pH در فصول مختلف مشاهده نگردید (شکل ۳). Jamali و همکاران (۲۰۱۲) دامنه‌ی تغییرات pH را در آبندان‌های مورد مطالعه بین ۷/۶ تا ۸/۴۲ گزارش کردند.

۵-۶- میزان اکسیژن محلول

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 در آب، بلوم پلانکتونی و کاهش فشار اتمسفر، کاهش می‌یابد. که بدنبال آن، کاهش تغذیه، گرسنگی، کاهش رشد و در نهایت مرگ و میر ماهیان بصورت مستقیم و غیر مستقیم رخ می‌دهد (Bhatnagar and Garg, 2000). بر اساس مطالعات انجام شده، حد مطلوب میزان اکسیژن محلول در استخرهای پرورش ماهی بالاتر از ۵ میلی‌گرم در

لیتر می‌باشد (Boyd, 1990). در تحقیق حاضر غلظت اکسیژن محلول در هر سه فصل (خرداد: ۰/۴۳ ± ۹/۶۶، مرداد: ۰/۶۶ ± ۸، مهر: ۰/۴۱ ± ۱۰/۲) در استخرهای مورد مطالعه در سطح مطلوبی بود. اختلاف معنی‌داری بین میزان اکسیژن محلول در فصل مرداد و مهر مشاهده شد (شکل ۳) بدین صورت که میزان اکسیژن محلول در مرداد ماه کمتر از مهر ماه بود. یکی از دلایل این امر می‌تواند افزایش دمای هوا در مرداد ماه باشد که منجر به کاهش میزان اکسیژن محلول در آب می‌شود. بختیاری و همکاران (۱۳۹۱)، میزان اکسیژن محلول را در استخرهای پرورش میگو بین ۳/۵ تا ۵/۵ میلی‌گرم بر لیتر گزارش کردند که بر اساس حد مجاز اکسیژن برای استخرهای پرورش ماهی، استخرهای مورد مطالعه‌ی آن‌ها در آستانه‌ی خطر قرار دارد.

۵-۷- هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی که بمعنی میزان ظرفیت آب در انتقال جریان الکتریکی است وابسته به میزان نمک‌های قابل یونیزه شدن در آب می‌باشد. میزان هدایت الکتریکی می‌تواند نشانه‌ای از آلودگی ایجاد شده در آب بواسطه‌ی خاک و شن، مواد مغذی اضافی، رواناب حاصل از بارندگی، ضایعات ایجاد شده توسط ماهی‌ها و سایر حشرات موجود در آب باشد (Delince, 1993). درکشورهای آفریقائی مهم‌ترین کاربرد اندازه‌گیری EC در استخرهای پرورش ماهی، برای ارزیابی میزان محصول قابل پیش‌بینی استخرها (Y بر حسب کیلوگرم در هکتار) با استفاده از شاخص MEI[1] (معادله‌ی ۲) می‌باشد.

معادله‌ی۲: $$MEI = \frac{EC\ (\mu S\ CM^{-1})}{Depth\ (m)} \quad and \quad Y = 14.31\ MEI^{0.4681}$$

آب‌ها از نظر میزان هدایت الکتریکی به سه دسته‌ی کم (< ۶۰۰)، متوسط (۶۰۰ – ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) و بالا (> ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) تقسیم‌بندی می‌شوند. آب‌های با میزان ec متوسط، اغلب دارای یون‌های سدیم، کلراید و بی‌کربنات هستند (Welcomme, 1983). بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، استخرهای مورد مطالعه در سه فصل (خرداد: ۰/۱ ± ۱/۱، مرداد: ۰/۳ ± ۱/۵۳، مهر: ۰/۳۵ ± ۱/۴۵ میلی زیمنس بر سانتی‌متر) از نظر میزان EC در دسته‌ی متوسط قرار می‌گیرند.

نتایج مطالعات نشان می‌دهد سطح مطلوب EC برای پرورش ماهی بین ۲۰ تا ۱۵۰۰ میکروزیمنس بر

1. Morphoedaphic Index

سانتی‌متر می‌باشد (Boyd, 1990) که میانگین EC بدست آمده از استخرهای مورد مطالعه در سه ماه، نزدیک به حد بالائی (یعنی۱۵۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) می‌باشد. همچنین اختلاف معنی‌داری بین میزان EC استخرها در فصول مورد مطالعه مشاهده نشد (شکل ۳). Jamali و همکاران (۲۰۱۲) حداقل میزان EC را در آبندان‌های پرورش ماهی مورد مطالعه ۰/۴۸ و حداکثر ۰/۹۸ گزارش کردند.

نتایج حاصل از آزمون PCA نشان داد که همبستگی قوی بین میزان EC و فاکتور وضعیت و رشد ماهی وجود دارد و EC از مهم‌ترین اجزاء مولفه‌ی اول می‌باشد. با توجه به مطالب ذکر شده در خصوص تاثیر میزان EC بر میزان تولید و رشد ماهی، لذا نتیجه بدست آمده کاملا منطقی بنظر می‌رسد.

۵-۸- آهن و روی

یکی از منابع حضور آهن در آب، خاک بستر استخرها می‌باشد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد با افزایش میزان آهن، فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و گاهی تنوع و ترکیب آن‌ها تغییر می‌یابد. آهن دو ظرفیتی (Ferrous) موجود در رسوبات، باعث ته نشست گاز سولفید هیدروژن حاصل از فعالیت‌های میکروبی در آب می‌شود. (Boyd, 2008). حلالیت آهن در آب به pH، پتانسیل اکسایش-کاهش، دما، اکسیژن و حضور موادی که آهن با آن‌ها ترکیب می‌شود (مانند -OH، -SO42، -Cl و ...) بستگی دارد. در آب‌های اکسیژن دار شده، آهن نامحلول (Fe3+) نسبت به آهن محلول (Fe2+) غالب است که روی آبشش ماهیان رسوب کرده و علاوه بر آسیب اپیتلیال، تنفس ماهی را نیز با اختلال مواجه می‌کند (Slaninova et al., 2014). Tucker و Robinson (۱۹۹۰)، بهترین غلظت آهن برای پرورش ماهیان گرمابی را غلظت کمتر از ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر گزارش کردند. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، میانگین کل غلظت آهن در استخرهای پرورش ماهی در دوره‌ی مورد مطالعه (خرداد: ۰/۳۵ ± ۱/۲۸، مرداد: ۰/۳۷ ± ۱/۱۶، مهر: ۰/۱۶ ± ۱/۰۱) اختلاف معنی‌داری با حد مجاز عنوان شده داشت و بیش از ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر بود. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد اختلاف معنی‌داری بین غلظت آهن در فصول مورد مطالعه وجود ندارد (شکل ۳). El-Nemaki و همکاران (۲۰۰۸)، غلظت آهن را در استخرهای پرورش ماهی در مصر ۰/۱۷ تا ۱/۱۱ میلی‌گرم بر لیتر گزارش کردند که با مقادیر مشاهده در تحقیق حاضر همخوانی دارد.

بر اساس نتایج تحقیق حاضر مقادیر آهن در سه فصل بیش از حد مجاز عنوان شده بود که با توجه به

اثرات ذکر شده از حضور آهن در آب اقدامات نظارتی و مدیریتی بیشتری در زمینه‌ی کنترل آهن در این استخرها باید صورت گیرد.

نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد با افزایش غلظت روی، بایومس برخی گونه‌های فیتوپلانکتونی مانند Chlorophyceae افزایش می‌یابد (Loez et al., 1995). همچنین نتایج تحقیقات نشان می‌دهد اگرچه روی در pHی قلیائی بصورت کربنات رسوب می‌کند، ولی اگر این رسوبات بصورت معلق دربیایند، روی آبشش نشسته و برای ماهیان سمی و کشنده خواهند بود. همچنین در غلظت‌های مزمن منجر به اختلال در سیستم آنزیمی ماهیان می‌شود. حتی برخی تحقیقات نشان می‌دهد روی بر میزان مقاومت در برابر بیماری و یا تولید مثل ماهیان نیز تاثیر گذار است (Alabaster and Lioyd, 2013). لذا در تحقیق حاضر غلظت روی در استخرهای پرورش ماهی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد میزان روی استخرها در فصول مورد مطالعه کمتر از حد مجاز عنوان شده (۱۰۰۰ میکروگررم بر لیتر) توسط EPA (www.epa.gov) می‌باشد. همچنین مشخص شد اختلاف معنی‌داری بین غلظت روی استخرها در فصول مورد مطالعه (خرداد: ۲/۳۳ ± ۷/۳۳، مرداد: ۱ ± ۳، مهر: ۶/۵۸ ± ۶/۸۳) وجود ندارد (شکل ۳). Arshad و همکاران (۲۰۱۴)، غلظت روی را در استخرهای مرکز تکثیر پرورش ماهیان شهید بهشتی بین ۰/۹۸ تا ۳۶ میکروگرم بر لیتر گزارش کردند.

۵-۹-جمعیت فیتوپلانکتونی

در استخرها با افزایش میزان نوترینت‌ها و در شرایط دمائی بهینه، برخی جلبک‌ها مانند سیانوباکترها شکوفا می‌شوند (Cook et al., 2004). شکوفائی سیانوباکترها از دو جنبه حائز اهمیت است. اول اینکه برخی گونه-های سیانوباکتر تولید سمومی تحت عنوان سیانوتوکسین می‌کنند که برای ماهیان و انسان‌ها خطرناک است. از طرف دیگر مرگ و تجزیه‌ی سیانوباکترها، منجر به کمبود اکسیژن، تولید گازهای سمی مانند سولفید هیدروژن، متان و آمونیاک شده که نه تنها این گازها برای موجودات آبزی از جمله ماهی بسیار خطرناک است بلکه باعث ایجاد منظره و بوی نامطبوع می‌شود (Kaushik et al., 2013)؛ لذا در تحقیق حاضر بمنظور شناسائی ترکیب جمعیت فیتوپلانکتونی، نمونه‌ها در حد جنس شناسائی گردیدند. در سه ماه مورد مطالعه در استخرهای پرورش ماهی بطور کلی ۳۰ جنس شناسائی گردیدند. درصد فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی در دوره‌ی مورد مطالعه در استخرهای پرورش ماهی در شکل ۴ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می-

شود جنس باسیلاریوفیسه ۲۵ ٪ و کلروفیسه ۲۳ ٪ فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی را به خود اختصاص داده‌اند. تقریبا یک چهارم جمعیت فیتوپلانکتونی موجود در استخرها را نیز سیانوباکترها به خود اختصاص داده بودند. اگر چه این رده بخش قابل توجهی از جمعیت فیتوپلانکتونی استخرها را تشکیل می‌دهد، ولی در میان جنس-های سیانوباکترها، بیشترین سهم مربوط به جنس‌های Chroococcus (۴۰٪) و Merismopedia (۳۰٪) بود که از جنس‌های تولید کننده‌ی سیانوتوکسین نمی‌باشند. برخی جنس‌های تولیدکننده‌ی سیانوتوکسین عبارتند از آنابنا، آنابنوپسیس، آفانیزومنون، آفانوکاپسا، سیلیندروسپرموپسیس، هاپالوسیفون، مایکروسیس‌تیس، نودولاریا، نوستوک، زودآنابنا، اسیلاتوریا و ... (Zurawell et al., 2005; Deblois et al., 2008). جنس‌های تولید کننده‌ی سیانوتوکسین در خرداد، مرداد و مهر ماه بترتیب ۱۰، ۳۰ و ۲۰٪ جمعیت سیانوباکترها را به خود اختصاص داده بودند. در میان جنس‌های تولید کننده‌ی سیانوتوکسین در استخرهای مورد مطالعه، جنس آنابنا بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده بود. Kamali و همکاران (۲۰۱۴) نیز بیشترین فراوانی سیانوباکترها در استخرهای پرورش ماهی مورد مطالعه خود را مربوط به مریسموپدیا گزارش کردند. Bakhtiari و همکاران (۲۰۱۲) نیز، اسیلاتوریا را در میان سیانوباکترها بعنوان جنس غالب در استخرهای پرورش میگو مشاهده کردند.

بطور کلی بر اساس نتایج بدست آمده حاصل از جمعیت فیتوپلانکتونی می‌توان نتیجه گرفت که حضور جلبک‌های سمی و تشکیل دهنده‌ی بلوم در استخرهای پرورش ماهی در حد نگران کننده نیست و سلامت ماهیان و انسان‌ها را تهدید نمی‌کند.

۵-۱۰- تعیین مؤثرترین پارامتر تأثیرگذار بر میزان رشد و فاکتور وضعیت ماهی

بر اساس نتایج بدست آمده از آزمون PCA، مولفه‌ی اول بیش از ۸۰ ٪ واریانس‌ها را توجیه می‌کند؛ بعبارتی پارامترهای مولفه‌ی اول منجر به ۸۰ ٪ اختلافات رشد می‌شوند. از جمله پارامترهای مهم مولفه‌ی اول می‌توان به EC، Chl-a، pH و SD اشاره کرد. این بدان معناست که برای مثال با افزایش مقدار EC و Chl-a، یا کاهش میزان pH وعمق نفوذ نور (SD)، مقادیر طول و وزن ماهی و بطور کلی فاکتور وضعیت ماهی افزایش یافته است. بنابراین در بررسی‌های مشابه، می‌توان با اندازه‌گیری پارامترهای ذکر شده، تا حد زیادی وضعیت استخر پرورش ماهی و میزان رشد ماهی را مشخص کرد. با توجه به اینکه دمای مناسب برای رشد سریع و بازدهی مطلوب استخرهای پرورش کپور، بالای ۲۰ درجه می‌باشد و کپور ماهی مقاوم به شوری است

و pH ۹ را نیز تحمل می‌کند؛ همچنین به نوسانات میزان اکسیژن کمتر حساس است و حتی میزان اکسیژن ۳-۴ میلی‌گرم بر لیتر را نیز تحمل می‌کند (Horvath et al., 1992) بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت استخرهای مورد مطالعه از وضعیت مناسبی برای پرورش ماهی برخوردار بودند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در مرداد ماه، افزایش دما منجر به افزایش جمعیت فیتوپلانکتونی شده است که اگر چه این فاکتور برای رشد ماهی موثر است ولی جمعیت جلبکی بیشتر، منجر به بروز نوسانات بیشتر در مقادیر اکسیژن و pH می‌شود که باید مورد توجه قرار گیرد و از راهکارهائی مانند هوادهی استخرها برای مقابله با این مقوله استفاده شود. همچنین افزایش جمعیت جلبکی ممکن است منجر به بروز بلوم جلبکی شود. اگر چه در استخرهای پرورش ماهی برای جلوگیری از بلوم جلبکی از برخی مواد مانند سولفات مس استفاده می‌شود، ولی همین امر منجر به مرگ سیانوباکترهای خطرناک و رها شدن توکسین از آنها شده که سلامت ماهیان و انسان‌ها را تهدید می‌کند. لذا نظارت و کنترل پیوسته‌ی پارامترهای فیزیکی، شیمیائی و زیستی در استخرهای پرورش ماهی بمنظور تولید حداکثر و محصول سالم‌تر همواره توصیه می‌شود.

فهرست منابع

1. **Alabaster, J. S., & Lloyd, R. S., (2013)**. Water quality criteria for freshwater fish.
2. **APHA (1999).** Standard methods for the examination of waste water, 20th Edn. American Public Health Association.
3. **Bellinger, E. G., & Sigee, D. C., (2015)**. Freshwater algae: identification and use as bioindicators. John Wiley & Sons.
4. **Bhatnagar, A., & Devi, P., (2013**). Water quality guidelines for the management of pond fish culture. International Journal of Environmental Sciences. 3(6), 1980–2009.
5. **Bhatnagar, A., & Garg, S. K., (2000)**. Causative factors of fish mortality in still water fish ponds under subtropical conditions. Aquaculture. 1(2), 91–96.
6. **Bhatnagar, A., Jana, S. N., Garg, S. K., Patra, B. C., Singh, G., & Barman, U. K., (2004)**. Water quality management in aquaculture. Course Manual of Summerschool on Development of Sustainable Aquaculture Technology in Fresh and Saline Waters, CCS Haryana Agricultural, Hisar (India), 203–210.
7. **Bolger, T., & Connolly, P. L., (1989)**. The selection of suitable indices for the

measurement and analysis of fish condition. Journal of Fish Biology, 34(2), 171–182.

8. **Boyd, C. E., (1990)**. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn university. Birmingham Publishing.
9. **Boyd, C. E. (2008)**. Iron Important To Pond Water , Bottom Quality. Global Aquaculture Advocate, (June), 59–60.
10. **Brönmark, C., & Hansson, L. A. (2005)**. The biology of lakes and ponds. Oxford University Press.
11. **Brönmark C E. (1990)**. Water quality in ponds for aquaculture.; Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn university.
12. **Cook, C. M., Vardaka, E., & Lanaras, T. (2004)**. Toxic Cyanobacteria in Greek Freshwaters, 1987—2000: Occurrence, Toxicity, and Impacts in the Mediterranean Region. Acta Hydrochimica et Hydrobiologica, 32(2), 107-124.
13. **Davies, O. A., & Ansa, E. (2010)**. Comparative assessment of water quality parameters of fresh water tidal earthen ponds and stagnant concrete tanks for fish production in Port Harcourt, Nigeria. International Journal of Science and Nature, 1(1), 34–37.
14. **Deblois, C. P., Aranda-Rodriguez, R., Giani, A., & Bird, D. F. (2008)**. Microcystin accumulation in liver and muscle of tilapia in two large Brazilian hydroelectric reservoirs. Toxicon, 51(3), 435–448.
15. **Delince, G. (1993)**. The ecology of fish pond ecosystem. Springer-Siece.
16. **Ehiagbonare, J. E., & Ogunrinde, Y. O. (2010)**. Physico-chemical analysis of fish pond water in Okada and its environs, Nigeria. African Journal of Biotechnology, 9(36), 5922–5928.
17. **El-Nemaki, F. A., Ali, N. A., Zeinhom, M. M., & Radwan, O. A. (2008)**. Impacts of Different Water Resources on the Ecological Parameters and the Quality of Tilapia Production at El-Abbassa Fish Farms in Egypt. In 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture 491, 491–512.
18. **FAO Fisheries & Aquaculture - Cultured Aquatic Species Information Programme - Hypophthalmichthys molitrix (Valenciennes, (1844)**. (n.d.). Retrieved January 9, 2016, from http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Hypophthalmichthys_molitrix/en
19. **Fulton, T. W., 1904**: The rate of growth of fishes. Twenty-second Annual Report, Part III. Fisheries Board of Scotland, Edinburgh, 141–241.
20. **Horváth L, Tamas G, and Seagrave CH. Carp and pond fish culture. (1992)**;

Halsted Press an Imprint of John Wiley & Sons, Inc., New York, 158 pp.

21. **Kaushik, R., & Balasubramanian, R. (2013)**. Methods and Approaches Used for Detection of Cyanotoxins in Environmental Samples: A Review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 43(13), 1349–1383.
22. **Keremah, R. I., Davies, O. A., & Abezi, I. D. (2014)**. Physico-Chemical Analysis of Fish Pond Water in Freshwater Areas of Bayelsa State, Nigeria. Greener Journal of Biological Sciences, 4(2), 33–38.
23. **Lizama M, De los A P, Ambrosio A M. (2002)**. Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Paraná River floodplain, Brazil. Brazilian Journal of Biology. 62(1):113–124
24. **Loez, C. R., Topalián, M. L., & Salibián, A. (1995)**. Effects of zinc on the structure and growth dynamics of a natural freshwater phytoplankton assemblage reared in the laboratory. Environmental Pollution, 88(3), 275–281.
25. **Santhosh, B., & Singh, N. P. (2007)**. Guidelines for water quality management for fish culture in Tripura. ICAR Research Complex for NEH Region, Tripura Center, Publication, 29.
26. **Slaninova, A., Machova, J., Svobodova, Z., & others. (2014)**. Fish kill caused by aluminium and iron contamination in a natural pond used for fish rearing: a case report. Veterinarni Medicina, 59(11), 573–581.
27. **Soediono, B. (1989)**. Summary for Policymakers. In Intergovernmental Panel on Climate Change (Ed.), Climate Change 2013 - The Physical Science Basis (53) 1–30. Cambridge: Cambridge University Press.
28. **Suthers, I., & Rissik, D. (2009**). Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality. CSIRO PUBLISHING.
29. **Teubner, D., Paulus, M., Veith, M., & Klein, R. (2015)**. Biometric parameters of the bream (Abramis brama) as indicators for long-term changes in fish health and environmental quality—data from the German ESB. Environmental Science and Pollution Research, 22(3), 1620–1627.
30. **Tucker, C. C., & Robinson, E. H. (1990)**. Channel catfish farming handbook. Springer Science & Business Media.
31. **US EPA, O.** (n.d.). National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life Criteria Table. Retrieved from http://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table
32. **Usman, D. (2015)**. Physicochemical analysis and fish pond conservation in Kano State , Nigeria. Archives of Applied Sience Research, 7(6), 28–34.

33. **Van Vuuren, S. J., Taylor, J., Van Ginkel, C., & Gerber, A. (2006)**. Easy identification of the most common Freshwater Alagae: A guide for the identification of microscopic algae in South African freshwaters.
34. **Vanacker, M., Wezel, A., Payet, V., & Robin, J. (2015**). Determining tipping points in aquatic ecosystems: The case of biodiversity and chlorophyll α relations in fish pond systems. Ecological Indicators, 52(6), 184–193.
35. **Wehr, J. D. (2002)**. Freshwater algae of North America: ecology and classification. Academic Press.
36. **Welcomme, R. L. (1983)**. River basins. FAO Fisheries Technical Paper, FIR/T 202, 60 pp.
37. **Zurawell, R. W., Chen, H., Burke, J. M., & Prepas, E. E. (2005)**. Hepatotoxic Cyanobacteria: A Review of the Biological Importance of Microcystins in Freshwater Environments. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, 8(1), 1- 37