

اثرات پرورش ماهیان خاویاری در محیط محصور (پن) بر کیفیت آب در خلیج گرگان

- محمد فرهنگی*: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- سیدعباس حسینی: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- حجت‌الله جعفریان: گروه شیلات، دانشگاه گنبد کاووس
- رسول قربانی: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- محمد هرسیج: گروه شیلات، دانشگاه گنبد کاووس
- محمد سوداگر: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- سیدسحاب میرا: اداره کل حفاظت و محیط زیست استان گلستان
- عبدالحلیم بلاش: اداره کل حفاظت و محیط زیست استان گلستان

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۵

چکیده

تحقیقات حاضر به منظور بررسی اثرات پرورش ماهیان خاویاری در محیط محصور (پن) خلیج گرگان بر کیفیت آب در مدت یک سال از مرداد ۱۳۹۴ تا تیر ۱۳۹۵ صورت گرفت. ۳ محیط محصور مستقر در جزیره آشوراده - بندر ترکمن به عنوان شاخص مورد ارزیابی قرار گرفت. ماهیان خاویاری صید شده از دریا به ترتیب با وزن متوسط و تراکم متوسط $21/00 \pm 12/28$ کیلوگرم و $25/00 \pm 21/66$ قطعه در هر حصار ذخیره سازی شدند. میزان کل غذای ورودی طی دوره آزمایشی ثبت گردید. ۵ ایستگاه با ۳ تکرار شامل مرکز حصار، شعاع ۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ متری از حصار در نظر گرفته شد. تغییرات عوامل فیزیکی و شیمیایی آب مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از تغییرات فصلی عوامل فیزیکی و شیمیایی آب نشان داد که فاکتورهای شفافیت، کدورت، میزان کلروفیل آلفا و سیانو باکتر، فسفر و فسفات اختلاف معنی دار را در بین فصول نشان ندادند ($p > 0/05$). نتایج نشان داد که پرورش ماهی در حصار سبب تغییرات معنی داری در فاکتورهای مصرف اکسیژن شیمیایی، مصرف اکسیژن بیولوژیک، میزان نیتريت، آمونیاک کل، کل مواد جامد معلق داشت ($p < 0/05$). هم چنین ثابت شد، با فاصله گرفتن از حصار میزان گل آلودگی و میزان کلروفیل آلفا کاهش و میزان کدورت افزایش می یابد. بیشترین میزان کلروفیل آلفا، مصرف اکسیژن بیولوژیک، مصرف اکسیژن شیمیایی، نیتريت و آمونیاک در ایستگاه ۲۵ متری بود که با سایر ایستگاهها اختلاف معنی داری را نشان داد ($p < 0/05$). مطالعه هم چنین ثابت کرد تغذیه می تواند باعث افزایش میزان فسفر در محدوده حصار شود گرچه معنی دار نبود ($p > 0/05$). نتایج مطالعه نشان داد بیشترین تاثیر پرورش ماهی بر کیفیت آب در شعاع ۵ متری از حصار بود.

کلمات کلیدی: کیفیت آب، ماهیان خاویاری، حصار، خلیج گرگان، دریای خزر



مقدمه

ایران در خصوص اثرات ناشی از پرورش ماهی در محیط محصور و قفس صورت نگرفته است و بسیار محدود است و غالب مطالعات یا از جنبه پرورشی مورد نظر بوده است و یا از طریق نمونه‌سازی بررسی شده است. به‌طور کلی هر سیستم پرورشی به‌ازای سطح پرورش، تراکم و میزان غذای خورده شده، یک میزان بار آلی مشخص تولید می‌کند که براساس آن ظرفیت تحمل محیط از نظر آلودگی قابل تعریف است. اجرای طرح فوق ضمن بررسی اثرات پرورش ماهی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و اثرات آلودگی ناشی از آن می‌تواند الگویی مناسب جهت تعیین سطح زیر کشت براساس میزان آلودگی تعریف کند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه حصارهای پرورش ماهیان خاویاری واقع در شهرستان بندر ترکمن، جزیره آشوراده از خلیج گرگان واقع در جنوب شرقی دریای خزر بود. حصارهای پرورشی به تعداد ۳ حصار فعال با مساحت ۸۰ مترمربع به‌صورت ۶ ضلعی و با عمق متوسط یک متر بودند. حصارها با فواصل یک متر از هم قرار دارند. حصارهای پرورشی با ۵ گونه اصلی ماهیان خاویاری به ترتیب با وزن و تراکم متوسط $21/0 \pm 12/28$ کیلوگرم و $25/0 \pm 21/66$ قطعه در هر حصار ذخیره‌سازی شده بودند. دو حصار اول با ماهیان صید شده از دریا و حصار سوم با گونه فیل ماهی پرورشی ذخیره‌سازی شدند (شکل ۱).

موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه: ۵ ایستگاه در سه بخش بر روی محور شعاعی از نقطه مرکزی سه حصار پرورشی و نقاط ۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ متری از حصارها به ترتیب به‌عنوان ایستگاه ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ در جهات جنوب (تکرار ۱)، شرق (تکرار ۲) و غرب (تکرار ۳) در نظر گرفته شد (شکل ۲). مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جدول ۱ آمده است.

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب: به‌منظور بررسی اثرات پرورش ماهیان خاویاری بر کیفیت آب، عوامل فیزیکی و شیمیایی آب در طول دوره مطالعاتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. عواملی هم‌چون رطوبت هوا (Humd) و درجه حرارت هوا ($T^{\circ}a$) توسط دستگاه دیجیتال TESTO-605 H1، درجه حرارت آب ($T^{\circ}w$)، پی اچ (pH)، اکسیژن محلول (DO)، هدایت الکتریکی (EC)، شوری (Sal)، کل مواد جامد معلق (TDS) توسط مولتی پارامتر HACH- HQ40d، عمق آب (D) توسط عمق یاب مدل 7 HANDEX- PS، شفافیت به کمک سکنی دیسک (Secchidisc)، کدورت (Turb) توسط دستگاه HACH-21000، میزان کلروفیل آلفا ($Chol \alpha$) و سیانوباکتیریا (Cyano) توسط دستگاه طیف‌سنج ALGA TORCH و مصرف اکسیژن

با توجه به واقعیت‌های تلخ حاکم بر دریای خزر و عدم اعمال مدیریت اصولی توسط شیلات و سایر سازمان‌های نظارتی کشورهای حاشیه دریای خزر کاهش ذخایر طبیعی ماهیان خاویاری هم‌چنان ادامه دارد. در چنین شرایطی به موازات حمایت از ذخایر ماهیان خاویاری حوضه دریای خزر، توجه به پرورش تجاری این ماهیان به‌منظور تولید گوشت و خاویار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و بسیاری از مناطق کشور برای این امر بسیار مستعد می‌باشند. یکی از مناطق مورد توجه سواحل دریای خزر و خلیج گرگان است.

ماهیان خاویاری که متعلق به خانواده تاس‌ماهیان (Acipenseridae) و با نام عمومی استروژن (Sturgeon) شناخته می‌شوند، گونه‌های کم‌نظیری هستند که در نقاط مختلف جهان و به‌ویژه در دریای خزر زیست می‌کنند. از ۲۷ گونه ماهیان خاویاری جهان ۶ گونه در دریای خزر و رودخانه‌ها منتهی به آن یافت می‌شوند (ستاری، ۲۰۰۳). در پرورش ماهی، کیفیت و کمیت مناسب آب از موارد ضروری اولیه برای انتخاب مکان و مدیریت تولید آبی‌پروری می‌باشد. به سبب وابستگی کامل ماهی به سطوح بالایی آب برای تنفس، تغذیه، رشد، دفع مواد زائد، نگهداری تعادل نمک موجود در بدن، تولیدمثل و دانستن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب در موفقیت آبی‌پروری نقش بسیار حیاتی دارد. برای رسیدن به‌میزان رشد مطلوب، آب موفقیت یا شکست یک پروژه آبی‌پروری را تعیین می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که بار آلی تولید شده در نتیجه پرورش ماهی و میگو می‌تواند سبب کاهش کیفی آب و افزایش میزان آلودگی آب شود (Jahani و همکاران، ۲۰۱۲؛ khodami و همکاران، ۲۰۱۲؛ philipose و همکاران، ۲۰۱۲). شاید اصلی‌ترین عامل برهم زدن کیفیت آب در پرورش ماهی تغذیه مصنوعی باشد. در آبی‌پروری، نرخ تغذیه اغلب تابعی از عوامل مختلف مانند اندازه ماهی، زیست توده، زمان بهره‌وری از روز، سطح اکسیژن محلول، دما و دیگر متغیرهای کیفی است (Mwachiro و همکاران، ۲۰۱۲). بزرگ‌ترین منبع ضایعات در آبی‌پروری مواد ارگانیک (OM) است که از تغذیه ماهی کشت شده حاصل می‌شود. این مواد ارگانیک نسبتاً از نظر کربن و مواد غذایی هم‌چون نیتروژن و فسفر غنی هستند و به دو شکل ذرات ریز و حل شده در محیط آزاد می‌شوند. ذرات ریز از غذای خورده نشده و مدفوع ماهی ایجاد می‌شود درحالی‌که ضایعات حل‌شده از مدفوع ماهی و مدفوع ایجاد شده از متابولیسم ماهی مانند اوره ایجاد می‌شود (Sanz-Lázaro و Marín، ۲۰۱۱). از دیر باز تاکنون مطالعات مختلفی در زمینه اثرات پرورش ماهی در محیط‌های محصور و قفس بر کیفیت آب و جوامع بنتیک در جهان صورت گرفته است، اما تاکنون مطالعه جامعی در

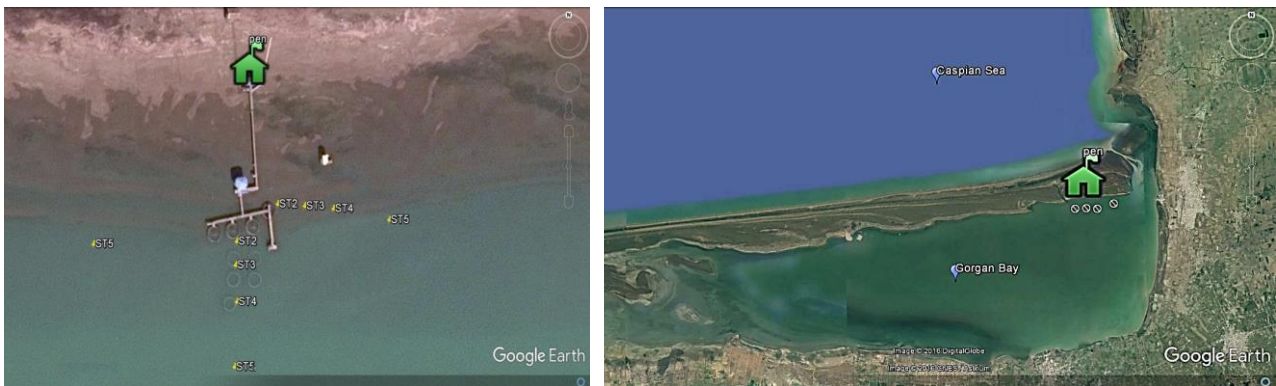


عمقی و نزدیک بستر توسط دستگاه نمونه بردار نسکین در محدوده ساعات ۱۰-۱۳ صورت گرفت (Marín و Sanz-Lázaro, ۲۰۱۱). نمونه‌های جمع‌آوری شده با استفاده از ظروف مخصوص و پوششی یخی به آزمایشگاه جهت اندازه‌گیری فاکتورهای مورد نظر انتقال یافتند (Nyanti و همکاران, ۲۰۱۲).

بیولوژیک (BOD₅) توسط دستگاه BODtrack-HACH به صورت ماهانه اندازه‌گیری شد. فاکتورهای مصرف اکسیژن شیمیایی (COD) توسط دستگاه HACH-DRB 200، نیتريت (NO₂⁻)، آمونیاک کل (NH₃⁺) و فسفات (PO₄³⁻)، فسفر کل (P) توسط دستگاه HACH DR ۲۸۰۰ به صورت یک ماه در میان اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری از ناحیه



شکل ۱: نمایی از حصارهای پرورشی ماهیان خاوباری در خلیج گرگان



شکل ۲: نمایی از موقعیت مکانی: الف- موقعیت مکانی در خلیج ب- موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری (برگرفته از Google earth)



جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

شماره ایستگاه	جهت	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	مرکز حصار	$E^{\circ} 53^{\circ} 58' 39/26''$	$N^{\circ} 36^{\circ} 53' 52/3''$
	جنوب	$E^{\circ} 53^{\circ} 58' 39/05''$	$N^{\circ} 36^{\circ} 53' 52/59''$
۲	شرق	$E^{\circ} 53^{\circ} 58' 40/49''$	$N^{\circ} 36^{\circ} 53' 53/52''$
	جنوب	$E^{\circ} 53^{\circ} 58' 39/01''$	$N^{\circ} 36^{\circ} 53' 52/01''$
۳	شرق	$E^{\circ} 53^{\circ} 58' 41/45''$	$N^{\circ} 36^{\circ} 53' 53/47''$
	جنوب	$E^{\circ} 53^{\circ} 58' 39/05''$	$N^{\circ} 36^{\circ} 53' 51/09''$
۴	شرق	$E^{\circ} 53^{\circ} 58' 42/46''$	$N^{\circ} 36^{\circ} 53' 53/41''$
	جنوب	$E^{\circ} 53^{\circ} 58' 38/97''$	$N^{\circ} 36^{\circ} 53' 49/48''$
۵	شرق	$E^{\circ} 53^{\circ} 58' 43/85''$	$N^{\circ} 36^{\circ} 53' 52/86''$
	غرب	$E^{\circ} 53^{\circ} 58' 33/98''$	$N^{\circ} 36^{\circ} 53' 52/52''$

محاسبه میزان و نحوه غذادهی به ماهیان: ماهیان با استفاده

از غذای تر (کیلکا) و براساس وزن بدن تغذیه شدند. غذادهی در سه نوبت از روز و توسط کارشناسان مربوطه صورت می‌گرفت. میزان غذادهی برای هر حصار با توجه به وزن انفرادی و تراکم (۱۲-۱۰ عدد ماهی بزرگ در حصارهای ۱ و ۳ و ۳۵ عدد ماهی کوچک در حصار ۴) ماهیان متفاوت بود. کل غذای داده شده در طول یک‌سال ثبت شد.

روش‌های آماری و تجزیه و تحلیل: آزمایش‌ها در طرح بلوک

کامل تصادفی در قالب اسپلیت پلات در زمان، اجرا و داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk تعیین شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excle و SPSS 16 و با استفاده از آزمون دانکن Duncan در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ صورت گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از آنالیز داده‌های کیفی آب در چند بخش به صورت فصلی و سالانه و جهت (تکرار) نمایش داده شده است.

نتایج حاصل از تغییرات فصلی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی

آب: تغییرات حاصل از عامل‌های کیفی آب ناشی از پرورش ماهی در حصار در جداول ۲ الی ۵ آمده است. همان‌طوری که در جدول ۲ مشخص است در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری فاکتورهای درجه حرارت آب، شفافیت، کدورت، شوری، هدایت الکتریکی، گل آلودگی،

میزان کلروفیل آلفا و سیانوباکتر، ترکیبات فسفر (P , PO_4^{+3}) اختلاف معنی‌دار را نشان ندادند ($p > 0/05$). سایر فاکتورها اختلاف معنی‌داری را در بین ایستگاه‌ها نشان دادند ($p < 0/05$). فاکتور اکسیژن محلول و اسیدیته اختلاف معنی‌داری را بین ایستگاه ۱ با سایر ایستگاه‌ها نشان داد ($p < 0/05$). به طوری که کم‌ترین میزان اکسیژن محلول و اسیدیته مربوط به ایستگاه ۱ بود. این در حالی است که در بین سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0/05$). براساس جدول ۲ کم‌ترین عمق مشاهده شده مربوط به ایستگاه ۱ و بیش‌ترین عمق به دست آمده در ایستگاه ۴ بود. نیتريت در بین ایستگاه‌های ۳ و ۴ اختلاف معنی‌داری را از خود نشان ندادند ($p > 0/05$). این در حالی است که بین ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۵ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p < 0/05$). کم‌ترین آن مربوط به ایستگاه ۵ و بیش‌ترین آن مربوط به ایستگاه ۲ بود. آمونیاک کل در بین ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p < 0/05$). کم‌ترین میزان آمونیاک مربوط به ایستگاه ۱ و بیش‌ترین آن مربوط به ایستگاه ۲ بود. در خصوص مصرف اکسیژن بیولوژیک و شیمیایی، نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان آن مربوط به ایستگاه ۲ و کم‌ترین آن مربوط به ایستگاه ۳ بود. در بین سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0/05$).

همان‌طوری که در جدول ۳ مشخص است در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری، فاکتورهای درجه حرارت آب، اکسیژن، اسیدیته، میزان سیانوباکتر، مصرف اکسیژن بیولوژیک و ترکیبات فسفر (P , PO_4^{+3}) اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند ($p > 0/05$).



جدول ۲: نتایج حاصل از اندازه گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب در ایستگاه‌های نمونه برداری: فصل بهار (درجه حرارت نسبی هوا ۲۶/۴۰ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی ۶۴/۲۷٪)

کدورت	شفافیت	عمق	اسیدیته	اکسیژن محلول	دمای آب	ایستگاه	فصل
(ان تی یو)	(سانتی متر)	(سانتی متر)	(pH)	(میلی گرم بر لیتر)	(سانتی گراد)		
۶/۹۷ ± ۳/۹۱	۶۹/۱۱ ± ۱۰/۵۳	۷۰/۷۸ ± ۱۰/۰۸ ^c	۹/۰۴ ± ۰/۰۶ ^b	۸/۴۸ ± ۰/۲۳ ^b	۲۲/۷۸ ± ۲۳/۳۱	۱	
۷/۹۰ ± ۵/۸۷	۸۶/۶۷ ± ۲۴/۸۷	۱۰۳/۳۳ ± ۱۵/۲۱ ^{bc}	۹/۱۰ ± ۰/۰۳ ^a	۹/۲۳ ± ۰/۵۳ ^a	۲۲/۶۰ ± ۲۳/۶۸	۲	
۹/۹۲ ± ۷/۳۷	۸۲/۲۲ ± ۲۸/۲۷	۱۱۳/۳۳ ± ۲۶/۹۲ ^{ab}	۹/۱۱ ± ۰/۰۴ ^a	۹/۰۹ ± ۰/۵۸ ^a	۲۲/۳۸ ± ۲۳/۵۷	۳	
۱۰/۴۶ ± ۶/۷۲	۶۶/۱۱ ± ۱۴/۴۸	۱۴۶/۱۱ ± ۵۱/۷۷ ^a	۹/۱۲ ± ۰/۰۴ ^a	۹/۰۷ ± ۰/۶۸ ^a	۲۲/۴۶ ± ۲۳/۴۹	۴	
۱۰/۸۹ ± ۸/۸۰	۷۲/۱۶ ± ۱۷/۵۳	۱۱۹/۸۹ ± ۴۹/۸۵ ^{ab}	۹/۱۱ ± ۰/۰۴ ^a	۹/۰۵ ± ۰/۵۳ ^a	۲۲/۹۴ ± ۳/۷۱	۵	
شوری	آمونیم	آمونیاک	نیتريت	فسفات	فسفر کل		
(گرم بر لیتر)	(میلی گرم بر لیتر)	(میلی گرم بر لیتر)	(میلی گرم بر لیتر)	(میلی گرم بر لیتر)	(میلی گرم بر لیتر)		
۱۱/۹۸ ± ۱/۱۸	۰/۴۲۰ ± ۰/۰۱ ^c	۰/۴۰۰ ± ۰/۰۱ ^c	۰/۰۰۸ ± ۰/۰۰ ^{bc}	۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۰۰۳ ± ۰/۰۰ ^a	۱	
۱۱/۶۳ ± ۱/۴۸	۰/۸۶۷ ± ۰/۱۷ ^a	۰/۸۱۳ ± ۰/۱۳ ^a	۰/۰۲۰ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۰۳۷ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۰۱۳ ± ۰/۰۱ ^a	۲	
۱۱/۹۰ ± ۱/۳۵	۰/۷۶۷ ± ۰/۰۷ ^{ab}	۰/۷۲۰ ± ۰/۰۷ ^{ab}	۰/۰۰۹ ± ۰/۰۰ ^b	۰/۰۲۰ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۰۱۰ ± ۰/۰۰ ^a	۳	بهار
۱۱/۹۴ ± ۱/۳۸	۰/۶۲۷ ± ۰/۰۴ ^{bc}	۰/۶۰۰ ± ۰/۰۴ ^{abc}	۰/۰۱۲ ± ۰/۰۰ ^b	۰/۰۳۷ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۰۱۳ ± ۰/۰۰ ^a	۴	
۱۱/۸۶ ± ۰/۳۶	۰/۵۲۷ ± ۰/۰۶ ^c	۰/۵۰۰ ± ۰/۰۶ ^{bc}	۰/۰۰۴ ± ۰/۰۰ ^c	۰/۰۳۳ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۰۱۰ ± ۰/۰۱ ^a	۵	
مصرف اکسیژن شیمیایی	مصرف اکسیژن بیولوژیک	سیانوباکتر	کلروفیل آلفا	کل مواد جامد معلق	هدایت الکتریکی		
(میلی گرم بر لیتر)	(میلی گرم بر لیتر)	(میکروگرم بر لیتر)	(میکروگرم بر لیتر)	(گرم بر لیتر)	(میکروموس بر سانتی متر)		
۸۶/۰۰ ± ۶/۲۴ ^{ab}	۴/۲۱ ± ۱/۶۰ ^b	۰/۴۷ ± ۱/۲۱	۳/۹۸ ± ۱/۰۵	۹/۹۰ ± ۱/۵۵	۱۶/۳۹ ± ۱/۰۶	۱	
۹۰/۵۰ ± ۲/۷۳ ^a	۵/۲۴ ± ۱/۷۳ ^a	۰/۵۷ ± ۱/۳۹	۳/۹۰ ± ۱/۸۱	۹/۶۷ ± ۱/۲۷	۱۶/۱۹ ± ۱/۰۲	۲	
۷۶/۵۰ ± ۱/۵۶ ^d	۳/۲۴ ± ۱/۵۷ ^c	۰/۴۸ ± ۱/۲۷	۴/۴۵ ± ۱/۱۷	۹/۹۱ ± ۱/۳۰	۱۶/۴۹ ± ۱/۳۲	۳	
۷۸/۵۰ ± ۱/۰۲ ^{cd}	۳/۷۸ ± ۱/۳۴ ^{bc}	۰/۴۷ ± ۱/۲۱	۴/۲۳ ± ۱/۸۰	۹/۸۷ ± ۱/۳۲	۱۶/۵۰ ± ۱/۳۹	۴	
۸۲/۰۰ ± ۲/۲۹ ^{bc}	۳/۸۱ ± ۱/۵۴ ^{bc}	۰/۵۲ ± ۱/۳۷	۳/۸۶ ± ۱/۰۸	۹/۷۹ ± ۱/۲۹	۱۶/۴۹ ± ۱/۲۹	۵	

*حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی دار در بین گروه‌هاست (p<۰/۰۵).

به طوری که بیشترین میزان گل آلودگی به دست آمده مربوط به ایستگاه‌های ۱ و ۲ بود. براساس نتایج به دست آمده میزان کلروفیل آلفا در ایستگاه‌های ۱ و ۲ بیش تر از سایر ایستگاه‌ها بود و اختلاف معنی داری را نشان داد (p<۰/۰۵). هم چنین براساس جدول ۳ بیشترین میزان نیتريت مربوط به ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ بود که گرچه باهم اختلاف معنی داری را نشان ندادند (p>۰/۰۵)، ولی با ایستگاه ۵ اختلاف معنی داری را نشان دادند (p<۰/۰۵). بیشترین میزان آمونیاک کل مربوط به ایستگاه ۱ بود که با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی داری را نشان داد (p<۰/۰۵). بین سایر ایستگاه‌ها با هم اختلاف معنی داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). مصرف اکسیژن شیمیایی در بین ایستگاه‌های نمونه برداری اختلاف معنی داری را نشان داد (p<۰/۰۵). به طوری که بیشترین میزان به دست آمده مربوط به ایستگاه ۲ و کمترین آن مربوط به ایستگاه ۳ بود.

این در حالی است که فاکتورهای عمق، شوری، گل آلودگی، میزان کلروفیل آلفا، نیتريت (NO₂⁻) و آمونیاک کل (NH₃⁺, NH₄⁺) اختلاف معنی داری (p<۰/۰۵) را در بین ایستگاه‌ها نشان دادند. با وجود آن که عمق در ایستگاه‌های ۱ و ۲ اختلاف معنی داری نداشتند (p>۰/۰۵). لکن با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی داری را نشان دادند (p<۰/۰۵). به طوری که بیشترین عمق مشاهده شده مربوط به ایستگاه ۴ بود. بیشترین شفافیت مشاهده شده در فصل تابستان مربوط به ایستگاه ۱ و کمترین آن مربوط به ایستگاه‌های ۴ و ۵ بود. در خصوص کدورت کمترین آن مربوط به ایستگاه ۱ و بیشترین آن مربوط به ایستگاه ۵ بود. بین سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). بیشترین میزان شوری و هدایت الکتریکی به ترتیب مربوط به ایستگاه ۲ و ۱ بود. نتایج نشان داد که بین ایستگاه ۱ و ۲ از نظر میزان گل آلودگی اختلاف معنی داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). گرچه با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی داری را نشان دادند (p<۰/۰۵).



جدول ۳: نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری: فصل تابستان (درجه حرارت نسبی هوا ۳۲/۳۳ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵۹/۳۳٪)

کدورت	شفافیت	عمق	اسیدیته	اکسیژن محلول	دمای آب	ایستگاه	فصل
(ان تی یو)	(سانتی‌متر)	(سانتی‌متر)	(pH)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(سانتی‌گراد)		
۴/۸۶ ± ۰/۷۰ ^c	۸۲/۵۶ ± ۹/۴۱ ^a	۱۰۰/۰۰ ± ۱۵/۶۱ ^b	۸/۷۳ ± ۰/۲۴	۸/۴۶ ± ۱/۱۳	۲۹/۲۰ ± ۰/۸۷	۱	
۶/۸۱ ± ۱/۱۸ ^{bc}	۷۲/۵۰ ± ۲/۷۹ ^{bc}	۱۰۲/۸۹ ± ۱۲/۸۱ ^b	۸/۶۸ ± ۰/۰۸	۸/۱۲ ± ۰/۳۳	۲۹/۹۰ ± ۲/۲۶	۲	
۱۰/۲۳ ± ۵/۶۳ ^{ab}	۷۸/۳۳ ± ۸/۲۹ ^{ab}	۱۳۴/۶۷ ± ۳۸/۸۲ ^{ab}	۸/۷۰ ± ۰/۲۶	۸/۱۰ ± ۰/۲۴	۳۰/۳۰ ± ۱/۱۶	۳	
۹/۰۴ ± ۱/۳۴ ^{ab}	۶۷/۲۳ ± ۰/۸۴ ^c	۱۴۷/۱۱ ± ۴۰/۸۱ ^a	۸/۸۷ ± ۰/۰۸	۷/۹۹ ± ۰/۲۵	۲۹/۹۹ ± ۱/۱۱	۴	
۱۰/۶۷ ± ۵/۷۰ ^a	۶۴/۱۹ ± ۱۴/۶۲ ^c	۱۲۴/۳۳ ± ۵۰/۴۲ ^{ab}	۸/۷۶ ± ۰/۲۳	۸/۲۷ ± ۰/۲۱	۳۰/۶۱ ± ۰/۶۸	۵	
شوری	آمونیم	آمونیاک	نیتريت	فسفات	فسفر کل		
(گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)		
۱۵/۹۸ ± ۰/۲۵ ^b	۱/۳۷۸ ± ۰/۵۶ ^a	۱/۳۱۵ ± ۰/۵۳ ^a	۰/۰۱۷ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۳۶۰ ± ۰/۲۴	۰/۱۴۱ ± ۰/۰۸	۱	
۱۶/۱۳ ± ۰/۰۵ ^a	۰/۱۵۶ ± ۰/۰۳ ^b	۰/۱۵۰ ± ۰/۰۳ ^b	۰/۰۱۴ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۱۷۳ ± ۰/۰۷	۰/۰۶۴ ± ۰/۰۲	۲	
۱۵/۹۲ ± ۰/۱۵ ^b	۰/۲۱۲ ± ۰/۰۸ ^b	۰/۱۹۳ ± ۰/۰۷ ^b	۰/۰۱۶ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۰۲۳ ± ۰/۰۰	۰/۰۱۵ ± ۰/۰۰	۳	تابستان
۱۶/۰۶ ± ۰/۰۷ ^{ab}	۰/۰۷۲ ± ۰/۰۲ ^b	۰/۰۸۵ ± ۰/۰۲ ^b	۰/۰۱۲ ± ۰/۰۰ ^{ab}	۰/۳۶۰ ± ۰/۲۴	۰/۱۱۵ ± ۰/۰۸	۴	
۱۶/۰۰ ± ۰/۱۳ ^{ab}	۰/۰۸۷ ± ۰/۰۶ ^b	۰/۱۰۵ ± ۰/۰۶ ^b	۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰ ^b	۰/۲۲۳ ± ۰/۱۰	۰/۰۴۰ ± ۰/۰۲	۵	
مصرف اکسیژن شیمیایی	مصرف اکسیژن بیولوژیک	سیانوباکتر	کلروفیل آلفا	کل مواد جامد معلق	هدایت الکتریکی		
(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم در لیتر)	(میکروگرم بر لیتر)	(میکروگرم بر لیتر)	(گرم بر لیتر)	(میکروموس بر سانتی‌متر)		
۸۵/۵۶ ± ۲۵/۲۹ ^{ab}	۲/۶۰ ± ۰/۹۲	۰/۵۳ ± ۰/۱۷	۵/۸۴ ± ۰/۷۳ ^a	۱۳/۱۹ ± ۰/۱۶ ^a	۲۴/۹۴ ± ۰/۲۹ ^a	۱	
۸۸/۵۷ ± ۲۷/۱۶ ^a	۲/۵۷ ± ۰/۵۹	۰/۴۲ ± ۰/۲۷	۵/۹۰ ± ۰/۷۴ ^a	۱۳/۰۷ ± ۰/۲۷ ^a	۲۴/۴۹ ± ۰/۳۴ ^{ab}	۲	
۶۴/۷۱ ± ۳/۱۶ ^b	۲/۵۳ ± ۰/۲۶	۰/۴۶ ± ۰/۱۸	۴/۵۴ ± ۰/۹۷ ^b	۱۲/۷۷ ± ۰/۳۵ ^b	۲۳/۹۸ ± ۰/۵۸ ^c	۳	
۷۵/۶۷ ± ۱۵/۵۱ ^{ab}	۳/۰۷ ± ۰/۲۲	۰/۴۷ ± ۰/۱۹	۴/۶۵ ± ۰/۸۵ ^b	۱۲/۷۸ ± ۰/۳۰ ^b	۲۳/۸۸ ± ۰/۶۱ ^c	۴	
۸۶/۱۱ ± ۱۵/۳۸ ^{ab}	۳/۰۰ ± ۱/۰۱	۰/۵۲ ± ۰/۲۶	۴/۵۱ ± ۰/۷۰ ^b	۱۲/۶۴ ± ۰/۴۲ ^b	۲۴/۱۷ ± ۰/۵۸ ^{bc}	۵	

*حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در بین گروه‌هاست (p < ۰/۰۵).

ایستگاه ۴ و کم‌ترین آن مربوط به ایستگاه ۱ بود. بین ایستگاه‌های ۲، ۳ و ۵ اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (p > ۰/۰۵). در خصوص میزان سیانوباکتر بین ایستگاه ۱ با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (p < ۰/۰۵). به طوری که بیش‌ترین میزان آن مربوط به ایستگاه ۱ بود. نتایج نشان داد که کم‌ترین میزان فسفر و فسفات مربوط به ایستگاه ۵ بود که با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار داشت (p < ۰/۰۵). هم‌چنین براساس جدول ۴ بیش‌ترین میزان نیتريت مربوط به ایستگاه ۲ و کم‌ترین آن مربوط به ایستگاه‌های ۳، ۴ و ۵ بود. بیش‌ترین میزان آمونیاک کل مربوط به ایستگاه ۵ بود که با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (p < ۰/۰۵). کم‌ترین آن مربوط به ایستگاه‌های ۳ و ۴ بود. براساس جدول مصرف اکسیژن شیمیایی در ایستگاه ۲ بیش‌ترین میزان و در نقطه ۳ کم‌ترین بود.

همان‌طوری که در جدول ۴ مشخص است در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری، فاکتورهای درجه حرارت آب، اکسیژن، اسیدیته، کدورت، شوری، هدایت الکتریکی، گل آلودگی و میزان کلروفیل آلفا اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (p > ۰/۰۵). این در حالی است که فاکتورهای شفافیت، میزان سیانو باکتر و مصرف اکسیژن شیمیایی اختلاف معنی‌داری را در بین ایستگاه‌ها نشان دادند. هم‌چنین براساس نتایج به‌دست آمده عمق، مصرف اکسیژن شیمیایی، ترکیبات فسفر (P, PO₄³⁻), نیتريت (NO₂⁻) و آمونیاک کل (NH₃⁺, NH₄⁺) اختلاف معنی‌داری را در بین ایستگاه‌ها داشتند (p < ۰/۰۵). بیش‌ترین عمق مشاهده شده مربوط به ایستگاه ۴ و کم‌ترین عمق مشاهده شده مربوط به ایستگاه ۱ بود. در بین سایر ایستگاه‌ها اختلاف خیلی معنی‌داری مشاهده شد (p < ۰/۰۵). بیش‌ترین شفافیت مشاهده شده در فصل پاییز مربوط به



جدول ۴: نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری: فصل پاییز (درجه حرارت نسبی هوا ۵۰/۲۳ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۶۲/۴۶٪)

کدورت	شفافیت	عمق	اسیدیته	اکسیژن محلول	دمای آب	ایستگاه	فصل
(ان تی یو)	(سانتی‌متر)	(سانتی‌متر)	(pH)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(سانتی‌گراد)		
۴/۰۹ ± ۱/۳۵	۶۶/۱۱ ± ۱۵/۵۷ ^b	۶۹/۴۴ ± ۱۹/۷۶ ^c	۸/۸۷ ± ۰/۳۳	۹/۸۲ ± ۱/۳۶	۲۰/۰۲ ± ۶/۵۶	۱	
۴/۸۹ ± ۲/۵۰	۸۱/۷۸ ± ۷/۸۸ ^{ab}	۸۳/۷۸ ± ۷/۶۱ ^{bc}	۹/۶۸ ± ۰/۰۴	۹/۹۴ ± ۰/۹۱	۱۹/۶۸ ± ۶/۹۴	۲	
۶/۳۰ ± ۵/۵۹	۸۲/۷۸ ± ۱۱/۴۹ ^{ab}	۹۲/۷۸ ± ۱۴/۳۹ ^{abc}	۹/۰۹ ± ۰/۱۳	۱۰/۰۵ ± ۰/۳۶	۲۰/۱۱ ± ۷/۲۴	۳	
۵/۴۸ ± ۱۳/۳۴	۹۲/۷۸ ± ۳۰/۲۲ ^a	۱۱۹/۴۴ ± ۳۳/۷۷ ^a	۹/۰۹ ± ۰/۱۵	۱۰/۱۰ ± ۰/۱۶	۲۰/۵۰ ± ۷/۳۸	۴	
۷/۱۳ ± ۵/۱۹	۸۱/۸۹ ± ۲۱/۱۱ ^{ab}	۱۰۳/۸۹ ± ۴۱/۸۹ ^{ab}	۹/۰۶ ± ۰/۱۸	۱۰/۱۳ ± ۰/۴۲	۲۰/۲۱ ± ۷/۶۷	۵	
شوری	آمونیم	آمونیاک	نیتريت	فسفات	فسفر کل		
(گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)		
۱۵/۳۷ ± ۰/۳۲	۲/۴۶۰ ± ۰/۰۵ ^{ab}	۲/۳۰۰ ± ۰/۰۶ ^{ab}	۰/۰۲۲ ± ۰/۰۰ ^b	۰/۰۲۳ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۰۱۰ ± ۰/۰۰ ^a	۱	پاییز
۱۵/۶۷ ± ۰/۴۹	۲/۲۷۳ ± ۰/۱۰ ^b	۲/۱۸۷ ± ۰/۱۱ ^b	۰/۰۲۷ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۰۲۲ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۰۰۹ ± ۰/۰۰ ^a	۲	
۱۵/۵۷ ± ۰/۳۹	۱/۷۶۰ ± ۰/۱۳ ^c	۱/۶۶۷ ± ۰/۱۲ ^c	۰/۰۱۷ ± ۰/۰۰ ^c	۰/۰۲۷ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۰۱۰ ± ۰/۰۰ ^a	۳	
۱۵/۶۶ ± ۰/۴۳	۱/۶۲۰ ± ۰/۱۰ ^c	۱/۵۳۳ ± ۰/۰۹ ^c	۰/۰۱۸ ± ۰/۰۰ ^c	۰/۰۲۷ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۰۱۰ ± ۰/۰۰ ^a	۴	
۱۵/۵۸ ± ۰/۵۰	۲/۷۰۷ ± ۰/۱۴ ^a	۲/۵۶۰ ± ۰/۱۳ ^a	۰/۰۱۷ ± ۰/۰۰ ^c	۰/۰۱۰ ± ۰/۰۰ ^b	۰/۰۰ ± ۰/۰۰ ^b	۵	
مصرف اکسیژن شیمیایی	مصرف اکسیژن بیولوژیک	سیانوباکتر	کلروفیل آلفا	کل مواد جامد معلق	هدایت الکتریکی		
(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم در لیتر)	(میکروگرم بر لیتر)	(میکروگرم بر لیتر)	(گرم بر لیتر)	(میکروموس بر سانتی‌متر)		
۷۶/۳۳ ± ۱/۱۶ ^{ab}	۲/۷۳ ± ۱/۰۲	۰/۷۰ ± ۰/۲۶ ^a	۴/۳۳ ± ۲/۳۷	۱۲/۴۹ ± ۰/۵۵	۱۹/۹۶ ± ۳/۹۳	۱	
۸۳/۰۰ ± ۴/۵۸ ^a	۲/۸۳ ± ۰/۵۴	۰/۴۳ ± ۰/۱۶ ^b	۳/۶۹ ± ۲/۰۳	۱۲/۶۹ ± ۰/۳۰	۱۹/۸۱ ± ۳/۵۷	۲	
۶۴/۳۳ ± ۳/۰۵ ^c	۲/۵۰ ± ۰/۴۳	۰/۳۶ ± ۰/۱۶ ^b	۳/۱۹ ± ۲/۲۳	۱۲/۵۸ ± ۰/۲۳	۱۹/۶۳ ± ۳/۱۴	۳	
۷۴/۰۰ ± ۴/۵۸ ^b	۳/۱۷ ± ۰/۳۱	۰/۴۱ ± ۰/۱۸ ^b	۳/۲۴ ± ۲/۲۵	۱۲/۵۶ ± ۰/۱۷	۱۹/۵۵ ± ۳/۰۷	۴	
۷۵/۳۳ ± ۲/۳۱ ^b	۳/۲۰ ± ۰/۵۶	۰/۳۹ ± ۰/۱۹ ^b	۲/۵۸ ± ۱/۵۰	۱۲/۵۱ ± ۰/۲۴	۱۹/۷۰ ± ۳/۲۸	۵	

*حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در بین گروه‌هاست (p < ۰/۰۵).

میزان سیانو باکتر در بین ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (p < ۰/۰۵). به طوری که بیش‌ترین آن مربوط به ایستگاه ۱ و کم‌ترین آن مربوط به ایستگاه‌های ۲، ۳ و ۵ بود که با هم اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (p > ۰/۰۵). بین میزان سیانوباکتر در ایستگاه ۱ و ۴ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (p > ۰/۰۵). بیش‌ترین میزان به‌دست آمده از مصرف اکسیژن بیولوژیک و مصرف اکسیژن شیمیایی مربوط به ایستگاه ۲ و کم‌ترین مربوط به ایستگاه ۳ بود. هم‌چنین براساس نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین میزان نیتريت در ایستگاه ۲ مشاهده شد، به طوری که اختلاف معنی‌داری را با سایر ایستگاه‌ها نشان داد (p > ۰/۰۵).

همان طوری که در جدول ۵ مشخص شده است فاکتورهای درجه حرارت آب، اکسیژن، اسیدیته، کدورت، شوری، هدایت الکتریکی، گل آلودگی، میزان کلروفیل آلفا، فسفر کل و آمونیاک کل اختلاف معنی‌داری را از خود نشان ندادند (p > ۰/۰۵). این در الی است که نتایج نشان داد فاکتورهای عمق، شفافیت، میزان سیانوباکتر، مصرف اکسیژن بیولوژیک، مصرف اکسیژن شیمیایی و نیتريت اختلاف معنی‌داری را در بین ایستگاه‌ها از خود نشان دادند (p < ۰/۰۵). کم‌ترین میزان عمق مشاهده شده مربوط به ایستگاه ۲ و بیش‌ترین مربوط به ایستگاه ۴ بود، به طوری که با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (p < ۰/۰۵). کم‌ترین شفافیت مشاهده شده مربوط به ایستگاه ۱ بود که با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (p < ۰/۰۵). بین سایر ایستگاه‌های دیگر باهم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (p > ۰/۰۵).



جدول ۵: فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری: فصل زمستان درجه حرارت نسبی هوا ۱۳/۳۶ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۷۱/۶۹ (%)

کدورت	شفافیت	عمق	اسیدیته	اکسیژن محلول	دمای آب	ایستگاه	فصل
(ان تی یو)	(سانتی‌متر)	(سانتی‌متر)	(pH)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(سانتی‌گراد)		
۷/۲۷ ± ۲/۲۴	۵۹/۴۴ ± ۱۴/۰۲ ^b	۶۱/۱۱ ± ۱۶/۱۶ ^c	۸/۹۸ ± ۰/۱۰	۱۰/۹۱ ± ۰/۸۱	۱۲/۰۰ ± ۱/۶۵	۱	
۴/۷۱ ± ۱/۹۸	۸۲/۴۴ ± ۱۰/۶۰ ^a	۸۶/۳۳ ± ۱۳/۵۴ ^{bc}	۹/۳۰ ± ۰/۴۳	۱۰/۷۰ ± ۰/۶۰	۱۱/۵۱ ± ۱/۹۵	۲	
۴/۵۴ ± ۳/۴۱	۹۱/۱۱ ± ۱۲/۱۹ ^a	۹۵/۵۵ ± ۱۶/۲۹ ^b	۹/۰۷ ± ۰/۰۴	۱۰/۶۸ ± ۰/۴۷	۱۱/۵۹ ± ۱/۹۴	۳	
۷/۶۶ ± ۸/۴۶	۸۹/۱۱ ± ۳۶/۰۷ ^a	۱۳۱/۳۱ ± ۴۲/۴۸ ^a	۹/۱۰ ± ۰/۰۴	۱۰/۶۶ ± ۰/۶۱	۱۱/۷۲ ± ۱/۸۶	۴	
۶/۳۲ ± ۶/۴۵	۸۶/۲۲ ± ۲۶/۷۶ ^a	۱۰۹/۰۰ ± ۴۴/۰۶ ^{ab}	۹/۰۵ ± ۰/۰۶	۱۰/۶۱ ± ۰/۵۷	۱۱/۶۴ ± ۱/۹۷	۵	
شوری	آمونیم	آمونیاک	نیتريت	فسفات	فسفر کل		
(گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)		
۱۳/۸۲ ± ۱/۰۷	۱/۸۵۲ ± ۰/۷۳	۱/۷۴۳ ± ۰/۷۰	۰/۰۲۸ ± ۰/۰۰ ^b	۰/۰۱۸ ± ۰/۰۱	۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰	۱	
۱۳/۶۴ ± ۰/۹۰	۱/۹۶۲ ± ۰/۵۸	۱/۸۵۳ ± ۰/۵۴	۰/۰۴۴ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۰۳۰ ± ۰/۰۱	۰/۰۱۰ ± ۰/۰۰	۲	
۱۳/۸۳ ± ۱/۰۲	۱/۳۸۸ ± ۰/۵۲	۱/۳۱۸ ± ۰/۵۰	۰/۰۳۶ ± ۰/۰۱ ^{ab}	۰/۰۴۳ ± ۰/۰۱	۰/۰۲۵ ± ۰/۰۱	۳	زمستان
۱۴/۱۱ ± ۱/۱۴	۱/۶۰۳ ± ۰/۵۶	۱/۵۲۰ ± ۰/۵۲	۰/۰۲۸ ± ۰/۰۱ ^b	۰/۰۳۷ ± ۰/۰۱	۰/۰۲۲ ± ۰/۰۱	۴	
۱۴/۰۱ ± ۱/۱۲	۱/۵۰۸ ± ۰/۵۷	۱/۴۲۱ ± ۰/۵۴	۰/۰۲۸ ± ۰/۰۱ ^b	۰/۰۲۸ ± ۰/۰۱	۰/۰۱۵ ± ۰/۰۱	۵	
مصرف اکسیژن شیمیایی	مصرف اکسیژن بیولوژیک	سیانوباکتر	کلروفیل آلفا	کل مواد جامد معلق	هدایت الکتریکی		
(میلی‌گرم بر لیتر)	(میلی‌گرم بر لیتر)	(میکروگرم بر لیتر)	(میکروگرم بر لیتر)	(گرم بر لیتر)	(میکروموس بر سانتی‌متر)		
۷۴/۲۵ ± ۴/۱۰ ^{ab}	۲/۴۴ ± ۰/۲۰ ^b	۰/۷۴ ± ۰/۴۵ ^a	۶/۱۸ ± ۲/۶۶	۱۰/۱۰ ± ۰/۹۲	۱۴/۴۴ ± ۰/۵۷	۱	
۸۱/۵۰ ± ۴/۷۲ ^a	۳/۱۶ ± ۰/۴۲ ^a	۰/۴۰ ± ۰/۲۴ ^b	۵/۴۳ ± ۳/۳۳	۱۱/۰۳ ± ۰/۹۰	۱۴/۲۶ ± ۰/۵۲	۲	
۶۴/۵۰ ± ۱/۷۳ ^c	۱/۹۷ ± ۰/۳۹ ^c	۰/۳۷ ± ۰/۱۳ ^b	۴/۱۷ ± ۳/۷۱	۱۱/۱۳ ± ۰/۸۸	۱۴/۴۰ ± ۰/۴۷	۳	
۶۸/۵۰ ± ۶/۹۵ ^{bc}	۲/۰۴ ± ۰/۳۲ ^{bc}	۰/۴۸ ± ۰/۳۷ ^{ab}	۴/۷۰ ± ۴/۴۲	۱۱/۱۲ ± ۰/۸۷	۱۴/۴۷ ± ۰/۴۵	۴	
۷۶/۸۳ ± ۷/۱۱ ^{ab}	۲/۳۹ ± ۰/۴۹ ^{bc}	۰/۴۱ ± ۰/۳۴ ^b	۴/۰۷ ± ۴/۱۹	۱۱/۱۰ ± ۰/۸۹	۱۴/۵۸ ± ۰/۴۹	۵	

*حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در بین گروه‌هاست ($p < 0.05$).

مقایسه میانگین فاکتورهای اندازه‌گیری شده در فصول

مختلف در منطقه مورد مطالعه: نتایج حاصل از مقایسه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در فصول مختلف در جدول ۶ آمده است. نتایج حاصل از آزمون واریانس یک‌طرفه در فصول مختلف سال (جدول ۶) نشان داد که فاکتورهای شفافیت، کدورت، میزان کلروفیل آلفا، میزان سیانو باکتر و میزان فسفر (P , PO_4^{+3}) با وجود تغییراتی که در فصول مختلف در بین ایستگاه‌ها از خود نشان داده‌اند (جدول ۳ و ۴) ولی اختلاف معنی‌داری در بین فصول سال از خود نشان ندادند ($p > 0.05$). در بین فاکتورهای متاثر از پرورش ماهی، گرچه گل آلودگی در فصل تابستان و پاییز اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند ($p > 0.05$)، لکن بین میزان گل آلودگی در فصول بهار و زمستان با فصول تابستان و پاییز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p < 0.05$). بیش‌ترین میزان اکسیژن بیولوژیک و اکسیژن شیمیایی مربوط به فصل بهار بود که اختلاف معنی‌داری را با فصول دیگر از خود نشان

داد ($p < 0.05$). کم‌ترین میزان نیتريت و آمونیاک کل به‌دست آمده مربوط به فصل بهار و تابستان و بیش‌ترین آن به‌ترتیب مربوط به فصل زمستان و پاییز بود.

مقایسه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده

در ایستگاه‌های نمونه‌برداری براساس تکرارهای موجود: نتایج حاصل از جدول نشان می‌دهد که در بین کلیه فاکتورهای اندازه‌گیری شده، فاکتور عمق در ایستگاه‌های ۳، ۴ و ۵ دارای اختلاف معنی‌داری هستند ($p < 0.05$). هم‌چنین شفافیت در مرکز حصار، بین حصار اول و سوم اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p > 0.05$). نیتريت به‌دست آمده در ایستگاه ۲ اختلاف معنی‌داری را نسبت به هم نشان دادند ($p < 0.05$). به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان به‌دست آمده مربوط به نقطه جنوبی (تکرار ۱) و کم‌ترین آن مربوط به نقطه شرقی از حصار (تکرار ۳) می‌باشد. فاکتورهای دیگر هیچ اختلاف معنی‌داری را در ایستگاه‌های نمونه‌برداری نشان ندادند ($p > 0.05$).



جدول ۶: مقایسه میانگین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصول مختلف

فصل	دمای آب (سانتی‌گراد)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	اسیدیته (pH)	عمق (سانتی‌متر)	شفافیت (سانتی‌متر)	کدورت (ان تی یو)	شوری (گرم بر لیتر)
بهار	۲۲/۶۳ ± ۰/۰۶ ^{ab}	۸/۹۸ ± ۰/۴۸ ^b	۹/۱۰ ± ۰/۰۳ ^a	۱۱۰/۶۹ ± ۱۳/۰۰ ^{ab}	۷۵/۲۶ ± ۱۷/۴۳	۹/۲۳ ± ۷/۱۳	۱۱/۸۶ ± ۰/۲۷ ^c
تابستان	۲۹/۹۹ ± ۰/۴۲ ^a	۸/۲۱ ± ۰/۳۶ ^b	۸/۷۳ ± ۰/۰۹ ^b	۱۲۲/۰۰ ± ۲۲/۷۵ ^a	۷۳/۲۲ ± ۳/۷۶	۸/۳۰ ± ۰/۵۳	۱۶/۰۱ ± ۰/۰۶ ^a
پاییز	۲۰/۱۰ ± ۸/۲۵ ^{bc}	۱۰/۰۱ ± ۰/۴۴ ^a	۹/۰۲ ± ۰/۲۱ ^a	۹۳/۸۷ ± ۳/۷۸ ^b	۸۱/۰۹ ± ۱۰/۵۱	۵/۵۸ ± ۳/۱۰	۱۵/۵۷ ± ۰/۴۶ ^a
زمستان	۱۱/۶۹ ± ۲/۱۴ ^c	۱۰/۷۱ ± ۰/۶۶ ^a	۹/۱۰ ± ۰/۰۹ ^a	۹۶/۶۷ ± ۶/۶۹ ^{ab}	۸۱/۶۷ ± ۸/۲۱	۶/۰۹ ± ۴/۰۹	۱۳/۸۸ ± ۱/۱۷ ^b
	هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی‌متر)	کل مواد جامد معلق (گرم بر لیتر)	مصرف اکسیژن بیولوژیک (میلی‌گرم بر لیتر)	مصرف اکسیژن شیمیایی (میلی‌گرم بر لیتر)	سیانوباکتر (میکروگرم بر لیتر)	کلروفیل آلفا (میکروگرم بر لیتر)	
بهار	۱۶/۴۱ ± ۱/۳۶ ^{bc}	۹/۸۳ ± ۰/۲۰ ^c	۴/۰۱ ± ۰/۴۹ ^a	۸۲/۹۲ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۶۴ ± ۰/۲۴	۴/۲۹ ± ۰/۰۹	
تابستان	۲۴/۳۱ ± ۰/۳۲ ^a	۱۲/۹۰ ± ۰/۲۸ ^a	۲/۷۶ ± ۰/۶۴ ^b	۸۱/۲۴ ± ۵/۹۴ ^{ab}	۰/۵۴ ± ۰/۱۷	۵/۲۹ ± ۰/۳۴	
پاییز	۱۹/۷۳ ± ۳/۹۲ ^b	۱۲/۵۷ ± ۰/۲۷ ^a	۲/۹۱ ± ۰/۵۶ ^b	۷۴/۶۰ ± ۰/۰۰ ^{bc}	۰/۴۶ ± ۰/۱۳	۳/۲۱ ± ۱/۲۸	
زمستان	۱۴/۴۳ ± ۰/۵۴ ^c	۱۱/۰۸ ± ۱/۰۳ ^b	۲/۴۲ ± ۰/۱۵ ^b	۷۲/۵۰ ± ۲/۱۲ ^c	۰/۴۸ ± ۰/۱۹	۴/۹۰ ± ۲/۳۱	
	نیتريت (میلی‌گرم بر لیتر)	آمونیاک (میلی‌گرم بر لیتر)	آمونیم (میلی‌گرم بر لیتر)	فسفر کل (میلی‌گرم بر لیتر)	فسفات (میلی‌گرم بر لیتر)		
بهار	۰/۰۱۱ ± ۰/۰۰ ^c	۰/۰۶۷ ± ۰/۰۴ ^c	۰/۶۴۱ ± ۰/۰۴ ^c	۰/۰۱۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۲۷ ± ۰/۰۰		
تابستان	۰/۰۱۳ ± ۰/۰۰ ^c	۰/۳۷۲ ± ۰/۱۳ ^c	۰/۳۸۳ ± ۰/۱۳ ^c	۰/۰۷۸ ± ۰/۰۶	۰/۲۳۸ ± ۰/۱۹		
پاییز	۰/۰۲۰ ± ۰/۰۰ ^b	۲/۰۴۹ ± ۰/۰۷ ^a	۲/۱۶۴ ± ۰/۰۸ ^a	۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰	۰/۰۲۱ ± ۰/۰۰		
زمستان	۰/۰۳۱ ± ۰/۰۰ ^a	۱/۵۷۱ ± ۰/۲۴ ^b	۱/۶۶۳ ± ۰/۲۵ ^b	۰/۰۱۵ ± ۰/۰۰	۰/۰۳۱ ± ۰/۰۱		

*حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در بین گروه‌هاست (p < ۰/۰۵).

جدول ۷: مقایسه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری براساس تکرار

ایستگاه	جهت	دمای آب (سانتی‌گراد)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	اسیدیته (pH)	عمق (سانتی‌متر)	شفافیت (سانتی‌متر)	کدورت (ان تی یو)
۱	۱	۲۰/۸۶ ± ۷/۵۴	۹/۱۰ ± ۰/۲۳ ^b	۸/۷۰ ± ۰/۴۰	۸۳/۷۵ ± ۱۴/۳۲	۷۵/۵۸ ± ۸/۶۶ ^a	۵/۴۹ ± ۲/۶۸
	۲	۲۰/۹۳ ± ۰/۶۳	۹/۴۳ ± ۱/۲۴ ^a	۸/۸۸ ± ۰/۳۰	۷۵/۱۷ ± ۲۱/۳۷	۶۹/۵۸ ± ۱۴/۰۸ ^{ab}	۵/۵۰ ± ۲/۵۲
	۳	۲۰/۹۷ ± ۷/۶۰	۹/۳۷ ± ۱/۳۸ ^a	۸/۸۲ ± ۰/۴۰	۶۷/۰۸ ± ۲۴/۹۰	۶۲/۷۵ ± ۱۸/۲۳ ^b	۶/۱۱ ± ۲/۹۰
۲	۱	۲۰/۷۰ ± ۸/۰۲	۹/۵۱ ± ۱/۱۵	۹/۰۶ ± ۰/۳۷	۹۷/۴۲ ± ۱۳/۴۰	۸۳/۶۷ ± ۱۵/۸۹	۵/۳۲ ± ۲/۶۱
	۲	۲۰/۸۰ ± ۸/۰۱	۹/۴۵ ± ۱/۲۰	۹/۰۳ ± ۰/۴۱	۹۶/۵۸ ± ۱۴/۱۹	۸۳/۸۳ ± ۱۵/۸۰	۶/۴۱ ± ۳/۸۵
	۳	۲۱/۲۶ ± ۸/۰۳	۹/۵۴ ± ۱/۱۶	۸/۹۹ ± ۰/۲۰	۸۸/۲۵ ± ۱۷/۱۹	۷۴/۵۰ ± ۱۰/۶۳	۶/۵۱ ± ۴/۰۹
۳	۱	۲۰/۷۳ ± ۷/۷۳	۹/۳۹ ± ۱/۱۶	۹/۰۱ ± ۰/۱۶	۱۲۱/۶۷ ± ۲۸/۶۳ ^a	۸۷/۶۷ ± ۱۸/۷۳	۶/۵۳ ± ۴/۹۸
	۲	۲۱/۰۱ ± ۷/۹۶	۹/۴۹ ± ۱/۰۳	۹/۰۲ ± ۰/۱۴	۱۲۱/۶۷ ± ۲۸/۶۳ ^a	۸۷/۶۷ ± ۱۸/۷۳	۹/۸۷ ± ۷/۸۰
	۳	۲۱/۵۳ ± ۸/۵۴	۹/۵۶ ± ۱/۱۱	۸/۹۴ ± ۰/۳۳	۸۳/۹۲ ± ۱۴/۴۴ ^b	۷۵/۴۲ ± ۱۰/۱۰	۶/۸۴ ± ۴/۴۱
۴	۱	۲۰/۹۵ ± ۷/۷۸	۹/۴۲ ± ۱/۱۳	۹/۰۳ ± ۰/۱۵	۱۶۰/۸۳ ± ۲۶/۱۰ ^a	۸۲/۵۰ ± ۳۲/۰۵	۸/۴۰ ± ۶/۵۲
	۲	۲۱/۲۱ ± ۷/۸۰	۹/۴۶ ± ۱/۰۹	۹/۰۱ ± ۰/۱۸	۱۶۶/۶۷ ± ۲۳/۸۷ ^a	۸۲/۷۱ ± ۳۱/۹۵	۹/۰۸ ± ۶/۵۰
	۳	۲۱/۳۶ ± ۸/۳۲	۹/۶۲ ± ۱/۰۸	۹/۰۳ ± ۰/۱۵	۸۴/۲۵ ± ۱۷/۵۲ ^b	۷۲/۴۵ ± ۱۰/۵۶	۶/۹۷ ± ۴/۲۵
۵	۱	۲۱/۳۲ ± ۸/۱۰	۹/۴۳ ± ۱/۱۸	۹/۰۱ ± ۰/۱۷	۱۷۲/۲۵ ± ۱۸/۱۶ ^a	۷۷/۹۲ ± ۳۱/۶۸	۱۰/۱۴ ± ۷/۵۶
	۲	۲۱/۳۴ ± ۸/۲۸	۹/۵۷ ± ۰/۹۴	۹/۰۲ ± ۰/۱۴	۸۵/۵۸ ± ۱۸/۶۶ ^b	۷۳/۳۳ ± ۱۱/۵۵	۹/۷۹ ± ۷/۳۸
	۳	۲۱/۴۰ ± ۸/۵۱	۹/۵۴ ± ۱/۰۲	۸/۹۶ ± ۰/۲۸	۸۵/۰۰ ± ۱۹/۶۶ ^b	۷۶/۹۲ ± ۱۷/۹۴	۶/۳۲ ± ۴/۷۲
ایستگاه	جهت	شوری (گرم بر لیتر)	هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی‌متر)	کل مواد جامد معلق (گرم بر لیتر)	فسفر کل (میلی‌گرم بر لیتر)	فسفات (میلی‌گرم بر لیتر)	نیتريت (میلی‌گرم بر لیتر)
	۱	۱۴/۱۵ ± ۱/۸۳	۱۸/۷۲ ± ۴/۷۳	۱۱/۴۸ ± ۱/۵۹	۰/۰۷۸ ± ۰/۰۶	۰/۲۰۱ ± ۰/۱۶	۰/۰۱۹ ± ۰/۰۰
۲	۱۴/۲۰ ± ۱/۷۵	۱۸/۸۳ ± ۴/۷۹	۱۱/۶۸ ± ۱/۴۸	۰/۰۳۸ ± ۰/۰۲	۰/۰۵۳ ± ۰/۰۴	۰/۰۱۹ ± ۰/۰۰	



۰/۰۱۸ ± ۰/۰۰	۰/۰۲۸ ± ۰/۰۰	۰/۰۱۲ ± ۰/۰۰	۱۱/۴۴ ± ۱/۷۲	۱۸/۸۳ ± ۴/۸۶	۱۴/۳۰ ± ۱/۷۵	۳	
۰/۰۳۲ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۰۷۰ ± ۰/۰۴	۰/۰۲۳ ± ۰/۰۲	۱۱/۶۹ ± ۱/۵۲	۱۸/۵۸ ± ۴/۲۹	۱۴/۳۰ ± ۱/۹۶	۱	
۰/۰۲۶ ± ۰/۰۰ ^{ab}	۰/۰۳۲ ± ۰/۰۱	۰/۰۱۵ ± ۰/۰۱	۱۱/۶۲ ± ۱/۴۴	۱۸/۷۰ ± ۴/۴۸	۱۴/۲۲ ± ۱/۹۹	۲	۲
۰/۰۱۶ ± ۰/۰۰ ^b	۰/۰۹۱ ± ۰/۰۳	۰/۰۳۲ ± ۰/۰۲	۱۱/۵۳ ± ۱/۵۴	۱۸/۷۸ ± ۴/۶۲	۱۴/۲۹ ± ۱/۸۸	۳	
۰/۰۱۸ ± ۰/۰۰	۰/۰۲۹ ± ۰/۰۱	۰/۰۱۳ ± ۰/۰۱	۱۱/۶۵ ± ۱/۳۲	۱۸/۵۹ ± ۴/۰۶	۱۴/۳۲ ± ۱/۷۲	۱	
۰/۰۲۱ ± ۰/۰۰	۰/۰۲۸ ± ۰/۰۱	۰/۰۱۳ ± ۰/۰۱	۱۱/۵۶ ± ۱/۲۶	۱۸/۶۴ ± ۴/۱۴	۱۴/۳۱ ± ۱/۷۸	۲	۳
۰/۰۱۵ ± ۰/۰۰	۰/۰۲۷ ± ۰/۰۱	۰/۰۱۵ ± ۰/۰۲	۱۱/۵۹ ± ۱/۳۴	۱۸/۶۴ ± ۴/۲۲	۱۴/۲۷ ± ۱/۷۹	۳	
۰/۰۱۶ ± ۰/۰۰	۰/۱۵۲ ± ۱/۱۲	۰/۰۵۱ ± ۰/۰۴	۱۱/۵۷ ± ۱/۲۸	۱۸/۶۴ ± ۴/۰۶	۱۴/۴۸ ± ۱/۷۸	۱	
۰/۰۱۹ ± ۰/۰۰	۰/۰۸۹ ± ۰/۰۴	۰/۰۲۵ ± ۰/۰۱	۱۱/۵۶ ± ۱/۲۶	۱۸/۵۶ ± ۳/۹۴	۱۴/۴۲ ± ۱/۷۷	۲	۴
۰/۰۱۴ ± ۰/۰۰	۰/۰۵۲ ± ۰/۰۱	۰/۰۲۳ ± ۰/۰۰	۱۱/۵۷ ± ۱/۳۷	۱۸/۴۸ ± ۴/۰۴	۱۴/۴۵ ± ۱/۸۶	۳	
۰/۰۱۲ ± ۰/۰۰	۰/۰۹۲ ± ۰/۰۵	۰/۰۱۸۳ ± ۰/۰۱	۱۱/۴۹ ± ۱/۲۶	۱۸/۷۴ ± ۴/۰۱	۱۴/۳۸ ± ۱/۷۱	۱	
۰/۰۱۲ ± ۰/۰۰	۰/۰۵۸ ± ۰/۰۴	۰/۰۱۵۰ ± ۰/۰۱	۱۱/۵۱ ± ۱/۲۹	۱۸/۶۳ ± ۴/۲۲	۱۴/۲۹ ± ۱/۸۰	۲	۵
۰/۰۱۶ ± ۰/۰۰	۰/۰۶۸ ± ۰/۰۴	۰/۰۱۲۵ ± ۰/۰۱	۱۱/۵۳ ± ۱/۴۱	۱۸/۸۴ ± ۴/۳۳	۱۴/۴۲ ± ۱/۹۲	۳	
مصرف اکسیژن شیمیایی (میلی گرم بر لیتر)	مصرف اکسیژن بیولوژیک (میلی گرم بر لیتر)	سیانوباکتر (میکرو گرم بر لیتر)	کلروفیل آلفا (میکروگرم بر لیتر)	آمونیم (میلی گرم بر لیتر)	آمونیاک (میلی گرم بر لیتر)	جهت	ایستگاه
۷۶/۵۷ ± ۶/۴۳	۲/۸۲ ± ۱/۱۹	۱/۰۰ ± ۰/۵۶	۴/۷۶ ± ۰/۶۱	۲/۱۲ ± ۰/۴۴	۱/۹۸ ± ۰/۴۲	۱	
۷۵/۶۶ ± ۷/۰۶	۲/۸۴ ± ۱/۰۱	۰/۵۳ ± ۰/۱۰	۴/۸۸ ± ۰/۷۴	۱/۱۱ ± ۰/۳۰	۱/۰۴ ± ۰/۲۸	۲	۱
۹۶/۱۶ ± ۲۷/۹۷	۳/۱۶ ± ۱/۲۶	۰/۶۶ ± ۰/۱۳	۵/۴۷ ± ۰/۷۰	۱/۱۷ ± ۰/۳۶	۱/۰۹ ± ۰/۳۴	۳	
۸۰/۵۰ ± ۵/۸۴	۳/۱۵ ± ۱/۱۷	۰/۴۶ ± ۰/۰۸	۴/۴۶ ± ۰/۷۱	۱/۳۳ ± ۰/۳۴	۱/۲۵ ± ۰/۳۲	۱	
۷۶/۵۰ ± ۴/۲۷	۳/۶۴ ± ۱/۲۱	۰/۴۲ ± ۰/۰۸	۴/۴۷ ± ۰/۷۱	۱/۰۵ ± ۰/۳۲	۱/۰۳ ± ۰/۲۸	۲	۲
۷۹/۹۱ ± ۱۲/۰۳	۳/۵۳ ± ۱/۲۵	۰/۵۰ ± ۰/۰۵	۵/۱۳ ± ۰/۶۳	۱/۴۹ ± ۰/۲۷	۱/۴۰ ± ۰/۲۷	۳	
۷۷/۲۵ ± ۱۳/۱۲۸	۲/۷۵ ± ۰/۷۳	۰/۹۱ ± ۰/۴۳	۴/۳۱ ± ۰/۶۹	۰/۸۴۱ ± ۰/۲۳	۰/۷۹۶ ± ۰/۲۲	۱	
۸۱/۵۸ ± ۲۴/۰۲	۳/۱۸ ± ۰/۶۰	۰/۳۵ ± ۰/۰۳	۴/۲۸ ± ۰/۶۷	۰/۸۵۵ ± ۰/۲۳	۰/۸۰۴ ± ۰/۲۲	۲	۳
۷۲/۰۰ ± ۴/۳۷	۲/۶۶ ± ۰/۸۰	۰/۴۱ ± ۰/۰۵	۳/۶۸ ± ۰/۶۳	۱/۱۲۰ ± ۰/۲۷	۱/۰۵۵ ± ۰/۲۵	۳	
۷۹/۵۸ ± ۲۶/۷۱	۳/۰۳ ± ۱/۶۰	۰/۴۶۷ ± ۱/۰۴	۴/۷۷ ± ۰/۸۱	۰/۹۰۱ ± ۰/۲۶	۰/۸۶۵ ± ۰/۲۴	۱	
۷۷/۵۰ ± ۶/۲۹	۲/۷۳ ± ۱/۵۴	۰/۴۳۳ ± ۱/۰۳	۴/۷۳ ± ۰/۷۹	۰/۸۸۷ ± ۰/۲۶	۰/۸۴۴ ± ۰/۲۵	۲	۴
۷۴/۵۸ ± ۶/۳۳	۲/۸۸ ± ۰/۶۸	۰/۴۸۳ ± ۱/۱۱	۴/۰۰ ± ۰/۷۴	۰/۸۵۲ ± ۰/۲۳	۰/۸۱۲ ± ۰/۲۱	۳	
۷۷/۲۵ ± ۵/۱۵	۳/۲۸ ± ۰/۷۳	۰/۴۴ ± ۰/۰۷	۴/۰۷ ± ۰/۷۸	۱/۱۴ ± ۰/۳۶	۱/۰۹ ± ۰/۳۳	۱	
۷۷/۵۰ ± ۵/۵۲	۲/۸۶ ± ۰/۸۸	۰/۵۲ ± ۱/۰	۳/۵۳ ± ۰/۶۹	۱/۱۷ ± ۰/۴۰	۱/۱۱ ± ۰/۳۸	۲	۵
۸۳/۰۸ ± ۱۴/۳۸	۳/۰۵ ± ۱/۸۴	۰/۴۵ ± ۰/۰۶	۳/۶۶ ± ۰/۵۸	۰/۹۹ ± ۰/۳۰	۰/۹۴ ± ۰/۲۸	۳	

*حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در بین گروه‌هاست (p < ۰/۰۵).

بحث

مطالعه حاضر اثرات پرورش ماهیان خاویاری در محیط محصور واقع در خلیج گرگان را بر کیفیت آب منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. آن‌چه مسلم است نتایج نشان می‌دهد که بار آلی تولید شده در نتیجه پرورش ماهی و میگو می‌تواند سبب کاهش کیفی آب و افزایش میزان آلودگی آب شود (Jahani و همکاران، ۲۰۱۲؛ khodami و همکاران، ۲۰۱۲؛ philipose و همکاران، ۲۰۱۲؛ Phillips و همکاران، ۱۹۸۵). نمونه گرفته شده از نزدیکی بستر جهت آنالیز کیفی آب، به‌خاطر

تأثیرپذیری بیش‌تر بستر از پسماندهای غذایی و مواد آلی است. این امر سبب ایجاد محیطی نامساعد در بستر و در نتیجه تأثیر آن بر آب نزدیک بستر است تا آب‌های سطحی. یافته‌های متعددی بیانگر اهمیت این موضوع می‌باشد (Marín و Sanz-Lázaro، ۲۰۱۱؛ Alpaslan و Pulatsü، ۲۰۰۸؛ Hallare و همکاران، ۲۰۰۹). (۲۰۱۱) بیان کردند، تأثیری که پرورش ماهی بر محیط دارد معمولاً بیش‌تر در بستر است تا ستون آب (جایی که ضایعات ذرات ریز بیش‌تر تمایل به تجمع دارند). دریک محیط آبی، کیفیت آب به‌وسیله اثر متقابل بسیاری از فاکتورها کنترل می‌شود. در مطالعه حاضر اختلاف



معنی داری در میزان اکسیژن محلول در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری مشاهده نشد ($p > 0.05$). به‌نظر می‌رسد میزان غذای داده‌شده در طول دوره پرورش نقش معنی‌داری را در کاهش اکسیژن محلول نداشته است و دلیل اصلی آن را نیز می‌توان جریان آبی مناسب در خلیج و به‌میزان اکسیژن مناسب موجود در خلیج گرگان نسبت داد. نتایج فوق با نتایج به‌دست آمده در آزمایشات Apostolakia و همکاران (۲۰۰۷) و Mrcelic و Sliskovic (۲۰۱۰) هم‌خوانی دارد. اسیدیته آب در تمامی ایستگاه‌ها در محدوده قلیایی قرار داشت (۸-۹ میلی‌گرم در لیتر) و اختلاف معنی‌داری در بین ایستگاه‌ها دیده نشد ($p > 0.05$). گرچه اختلاف معنی‌داری در بین میزان اسیدیته در فصول مختلف دیده شد ($p < 0.05$)، به‌طوری‌که کم‌ترین میزان به‌دست آمده مربوط به فصل تابستان بود. به‌نظر می‌رسد تجزیه مواد آلی فضولات و پوسیدگی پوشش گیاهی اطراف حصار دلیل این امر باشد. در این صورت با یافته‌های Nyanti و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. تغییرات عمق، شفافیت، کدورت و گل‌آلودگی در فصول مختلف و ایستگاه‌های نمونه‌برداری، متناسب با نتایج به‌دست آمده می‌تواند تا حدودی نشانه ارتباط این عوامل با هم می‌باشد. در مناطقی که از عمق کم‌تری برخوردار بودند (ایستگاه ۱ و ۲) میزان گل‌آلودگی بیش‌تر بود و با دور شدن از حصار کاهش نشان داد. دو دلیل برای آن می‌توان فرض کرد. اول آن‌که در این نقاط عمق آب کم‌تر بوده و به‌دلیل نزدیکی به ساحل و بستر شنی آشفته‌گی آب بیش‌تر است. دوم آن‌که به‌دلیل حضور ماهیان درشت در داخل حصار و غذادهی صورت گرفته در حصار و پسماندها غذایی به‌جامانده در کف، آشفته‌گی بیش‌تر خواهد بود. نتایج حاصل از آزمایشات ثابت کرد که گرچه اختلاف معنی‌داری در میزان کدورت در فصول مختلف دیده نشده است ($p > 0.05$)، با این وجود با فاصله گرفتن از حصار کدورت آب افزایش می‌یابد. درخصوص میزان تراکم کلروفیل آلفا و سیانو باکتر مطالعه نشان داد که تراکم سیانوباکترها از نوسانات بیش‌تری نسبت به کلروفیل آلفا برخوردار است (جدول ۲ الی ۵). با این حال اختلاف معنی‌داری در میزان تراکم کلروفیل آلفا و سیانوباکتر در فصول مختلف سال دیده نشد (جدول ۶). گرچه کلروفیل آلفا در ایستگاه ۱ و ۲ از همه بیش‌تر بود. این امر با یافته‌های Nyanti و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. براساس نتایج به‌دست آمده میزان کلروفیل آلفا در بین ایستگاه‌ها، تنها در فصل تابستان اختلاف معنی‌دار داشت ($p > 0.05$). این امر به‌دلیل شرایط دمایی و تابش نور خورشید در فصل تابستان بود. از طرفی غذادهی و فضولات پرورشی سبب آزادسازی ازت و فسفر لازم برای تولیدکنندگی شده است، که می‌تواند بر میزان کلروفیل آلفا در اطراف حصار تاثیرگذار باشد (جدول ۲ الی ۵). Ballai و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه رابطه بین عناصر غذایی و غلظت کلروفیل آلفا در تالاب بین‌المللی گمیشان بیان کردند که

ظرفیت تولید ماهی توسط دریاچه با حفظ کیفیت آب بستگی به رابطه بین ازت آزاد شده به دریاچه و سطوح کلروفیل آلفا دارد. آن‌ها بیان کردند بین غلظت کلروفیل آلفا و میزان نیتريت، نیتريت و آمونیاک یک همبستگی معنی‌دار وجود دارد و این درحالی‌است که بین کلروفیل آلفا و میزان سیلیس، سولفات و فسفر همبستگی معنی‌دار وجود ندارد. هم‌چنین مطالعه فوق نشان داد که میزان کلروفیل آلفا در محدوده حصار از میزان بیش‌تری برخوردار است و با دور شدن از محدوده حصار کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که در ایستگاه ۴ و ۵ از تراکم کلروفیل آلفا کاسته می‌شود و حداقل میزان به‌دست آمده مربوط به ایستگاه ۵ است. Mrcelic و Sliskovic (۲۰۱۰) با مطالعه اثرات پرورش ماهی در قفس بر کیفیت آب نشان دادند که تغذیه سبب افزایش رهاسازی ازت و فسفر به آب می‌شود که این امر اثرات مثبت معنی‌داری را بر کاهش اکسیژن محلول در آب و افزایش کلروفیل آلفا در ناحیه قفس دارد. مصرف اکسیژن بیولوژیک و اکسیژن شیمیایی در فصل بهار و زمستان اختلاف خیلی معنی‌داری را بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری نشان داد ($p < 0.05$). به‌طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان به‌دست آمده به‌ترتیب مربوط به ایستگاه ۲ و ۳ بود. نتایج نشان داد که با دور شدن از حصار در ایستگاه‌های ۴ و ۵ میزان این دو فاکتور افزایش می‌یابد. علت اصلی افزایش این دو فاکتور در محدوده حصار (ایستگاه ۱ و ۲) ناشی از اثرات بار آلی افزوده شده در نتیجه تغذیه و فعالیت پرورش است، حال آن‌که افزایش مجدد آن‌ها در ایستگاه‌های ۴ و ۵ می‌تواند ارتباط نزدیکی با نوع بستر (لجنی) داشته باشد. این امر با یافته‌های Nyanti و همکاران (۲۰۱۲) مغایر است. آن‌ها در مطالعات خود بیان کردند که تغییر معنی‌داری در میزان اکسیژن بیولوژیک با فاصله گرفتن از قفس دیده نشد ($p > 0.05$). با این حال پایین بودن میزان مصرف اکسیژن بیولوژیک آب می‌تواند بیانگر وضعیت مناسب آب از نظر آلودگی باشد. براساس جداول ۲ الی ۵ با وجود آن‌که در میزان فسفر کل در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0.05$)، با این حال نتایج نشان می‌دهد که میزان فسفر کل با دور شدن از حصار تا حدودی افزایش نشان داده است و همواره کم‌ترین میزان به‌دست آمده مربوط به ایستگاه ۵ است. این امر نشان‌دهنده آن است که غذادهی و پسماندهای آلی ناشی از پرورش می‌تواند بسته به‌میزان آن اثرات مهمی در افزایش مقادیر فسفر در محدوده حصار داشته باشد، لکن در این تحقیق مقدار غذای داده شده سطح معنی‌داری را از نظر تولید آلودگی نداشته است. مقادیر نیتريت و آمونیاک کل در بین ایستگاه‌ها در فصول مختلف متغیر بود و اختلاف معنی‌داری را در بین ایستگاه‌های مختلف شاهد بودیم ($p < 0.05$)، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان به‌دست آمده در ایستگاه ۲ بود. این امر نشان‌دهنده اثر مستقیم تغذیه و ورود پسماندهای



با وجود آلودگی ناشی از پرورش در محدوده حصار (شعاع ۵ متری) و تاثیر آن بر فاکتورهایی همچون کل مواد جامد معلق، نیتريت، آمونیاک کل، میزان کلروفیل آلفا، مصرف اکسیژن بیولوژیک و شیمیایی، می توان بیان داشت که طرح فوق نتوانسته کیفیت آب را تحت تاثیر خود قرار دهد و رعایت میزان غذادهی و تراکم ماهیان در سطح قابل قبول، امکان پرورش و توسعه ماهیان را در خلیج میسر می سازد. محمدخانی و همکاران (۱۳۹۳) نیز از طریق مدل سازی توزیع مکانی آلودگی های مختلف در خلیج گرگان به ارزیابی قابلیت آبی پروری در خلیج گرگان پرداختند. آن ها با اندازه گیری فاکتورهای مختلف فیزیکی و شیمیایی آب از جمله اکسیژن محلول، نیترات، نیتريت، آمونیاک، سختی، شوری، پی اچ در مناطق مختلف خلیج و مقایسه استانداردهای زیستی ماهی با مقادیر میانگین پارامترهای کیفی در خلیج گرگان در طول ۶ ماهه اول و دوم سال و کل سال نشان دادند که این خلیج برای پرورش تمامی گونه های مذکور مناسب می باشد.

تشکر و قدردانی

از زحمات و حمایت های مالی اداره کل حفاظت محیط زیست استان گلستان، اداره محیط زیست دریایی بندر ترکمن، اداره کل ماهیان خاویاری استان گلستان آقایان دکتر مهاجر، دکتر عقیلی نژاد، مهندس روشن، مهندس جعفری نژاد، مهندس بیانی، مهندس خیرآبادی، مهندس میرا، مهندس خزینی، سرکار خانم مهندس سفلائی و کلیه عزیزانی که در این راه مساعدت نمودند نهایت تشکر و قدردانی به عمل می آید.

منابع

۱. ستاری، م.، ۱۳۸۲. ماهی شناسی. جلد ۲. انتشارات حق شناس. ۶۵۵ صفحه.
۲. محمدخانی، ح.؛ طاهری، ح.؛ امینی، ک. و منصوری، ب.، ۱۳۹۳a. مدل سازی توزیع مکانی آلودگی های مختلف و ارزیابی قابلیت آبی پروری در خلیج گرگان. اولین همایش آبی پروری نوین فرصت ها، چالش ها. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران، گرگان، ۱۷ صفحه.
۳. محمدخانی، ح.؛ طاهری، ح.؛ یلقی، س. و حامی طبری، ا.، ۱۳۹۳b. مدل سازی کیفی دویعدی و مکان یابی آبی پروری در خلیج گرگان براساس توان خودپالایی. اولین همایش آبی پروری نوین فرصت ها، چالش ها. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران، گرگان، ۳۳ صفحه.

ناشی از پرورش در محیط اطراف حصار بر میزان نیتريت و آمونیاک کل می باشد. آنچه مسلم است بیشترین شعاعی که توانست تحت تاثیر فعالیت پرورشی و تغذیه باشد شعاع ۵ متری از حصار بود. گرچه این امر کاملاً وابسته به میزان تراکم ماهی، نوع بستر و میزان تغذیه صورت گرفته و حتی نوع غذای داده شده دارد. این امر با یافته های سایر محققین کاملاً مطابقت دارد (Mente و همکاران، ۲۰۰۶؛ Longgen و Zhongjie، ۲۰۰۳؛ Mrcelic و Sliskovic، ۲۰۱۱؛ محمدخانی و همکاران، ۱۳۹۳). تحقیقات حاضر هم چنین نشان داد که با فاصله گرفتن از حصار، بار آلودگی کاهش یافته است. به طوری که بیشترین میزان آلودگی محدود به شعاع ۵ متری از حصار بود. Mrcelic و Sliskovic (۲۰۱۰) در آزمایشات خود، اثرات پرورش در قفس را تنها به شعاع چند متری از آن ها محدود دانست و هم چنین بیان کردند که اثر سطحی قفس ها به طور عمودی نیز تنها منحصر به عمق ۵ متری قفس ها می باشد. Rodríguez-Gallego و همکاران (۲۰۰۸) ضمن بررسی اثرات پرورش میگوی صورتی (*Farfantepenaeus paulensis*) در حصار بر کیفیت آب، رسوبات و جوامع بنتیکی نشان دادند که بیشترین اختلاف معنی دار در مربوط به منطقه زیر حصار بوده است، جایی که بیشترین میزان آمونیاک وجود داشت. در مطالعه فوق در برخی موارد بیشترین میزان آمونیاک مربوط به منطقه زیر حصار بود (فصل تابستان، جدول ۳). کمترین میزان آلودگی مربوط به ایستگاه ۵ (۱۰۰ متری از حصار) بود. به همین خاطر می توان بیان کرد، قابل اطمینان ترین محدوده توسعه پرورشی در فواصل ۱۰۰ متری از هم می باشد. این امر با یافته های به دست آمده توسط محمدخانی و همکاران (۱۳۹۳)؛ Mente و همکاران (۲۰۰۶)؛ Longgen و Zhongjie (۲۰۰۳) مطابقت دارد. Zhongjie و Longgen (۲۰۰۳) بیشترین محدوده تحت تاثیر پرورش را در قفس های شناور را ۲۰ متر، Mente و همکاران (۲۰۰۶) بیشترین اثرات محیط زیستی در فواصل ۲۰-۵۰ متری از قفس بیان کردند. افزایش میزان فسفر در بین ایستگاه مشهود بود گرچه معنی دار نبود ($p > 0.05$) و Belias و همکاران (۲۰۰۳) در آزمایشات خود بیان کردند گرچه ستون آبی نزدیک قفس های پرورشی غنی از ازت و کربن آلی بود، ولی یوتروفیکاسیون واضحی در آب دیده نشد. اصولاً تاثیر آبی پروری بر عوامل کیفی آب و حتی رسوبات می تواند به علت میزان و ترکیب پسماندهای آلی ناشی از پرورش باشد. هم چنین افزایش زی توده ماهی و افزایش در میزان غذای ورودی نقش اساسی در تغییرات کیفی آب خواهد داشت. همان طوری که از جداول ۲ الی ۶ برمی آید ایستگاه ۲ که در فاصله ۵ متری از حصار بوده است بیشترین تغییرات را نشان داده است. این امر مطابق با یافته های Alpaslan و Pulatski (۲۰۰۸) می باشد.



- marine fish cage culture on benthic communities using BOPA index in Ghazale Creek (Persian Gulf). Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 11, No. 1, pp: 78-88.
۱۴. **Khodami, S.; Attaran Fariman, G.; Ghasemzadeh, J. and Mortazavi, M. S., 2012.** Comparison of different nitrogen compounds in three different environments of the Gwatar shrimp farms complex in the Gwatar Gulf region (Baluchistan-Iran). Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 10, No. 4, pp: 663-677.
۱۵. **Longgen, G. and Zhongjie, L., 2003.** Effects of nitrogen and phosphorous from fish cage culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. Aquaculture. Vol. 226, pp: 201-212.
۱۶. **Mente, E.; Pierce, G.S.; Maria Begoña Santos, M. and Neofito, C., 2006.** Effect of feed and feeding in the culture of salmonids on the marine aquatic environment: a synthesis for European aquaculture. Aquaculture International. Vol. 14, No. 5, pp: 499-522.
۱۷. **Mrcelic, G.J. and Sliskovic, M., 2010.** The impact of fish cages on water quality in one fish farm in Croatia. World Academy of Science, Engineering and Technology. Vol. 4, pp: 08-25.
۱۸. **Mwachiro, E.C.; Makilla, D.; Bett, D.K. and Ndeje, G.K., 2012.** A Comparative study of cage and earthen pond culture of *Oreochromis Jipe*, in Lake Jipe, Taita/Taveta district, Kenya. Global Advanced Research Journal of Agricultural Science. Vol. 1, No. 7, pp: 163-181.
۱۹. **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 sites in Batang Ai Hydroelectric Dam Reservoir, Sarawak, Malaysia. World Applied Sciences Journal. Vol. 19, No. 4, pp: 451-456.
۲۰. **Phillips, M.J.; Beveridge, M.C.M. and Ross, L.G., 1985.** The environmental impact of salmonids Cage culture on Inland fisheries: present status and future trends. Journal Fish Biology. Vol. 27, pp: 123-137.
۲۱. **Philipose, K.K.; Krupessha, S.R.; Jayasree, L.; Ayasree, L.; Damodaran, D.G.; Syadarao, G.; Vaidya, N.G.; Mhaddolkar, S.S.; Sadhu, N. and Dub, P., 2012.** میردار، ج؛ ارشدی، ع؛ نکوهی، م؛ شهریاری مقدم، م. و لطفی، م، ۱۳۸۸. بررسی اثرات پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس‌های شناور بر کیفیت آب شرب مخزن چاه نیمه در منطقه سیستم‌های سومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط‌زیست، ایران، تهران.
۵. **Alpaslan, A. and Pulatsü, S., 2008.** The effect of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) cage culture on sediment quality in Kesikköprü Reservoir, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 8, pp: 65-70.
۶. **APHA, 2003.** Standard methods for examination of water and wastewater. American public health association, Washington DC. 154 p.
۷. **Apostolakis, E.A.; Tsagarakia, T.; Tsapakisa, M. and Karakassis, I., 2007.** Fish farming impact on sediments and macro fauna associated with sea grass meadows in the Mediterranean. Estuarine, Coastal and Shelf Science. Vol. 75, No. 3, pp: 408-416.
۸. **Ballali, S.; Hosseini, S.A.; Ghorbani, R.; Kordi, H. and Amooei Khoseini, E., 2013.** Relationships between nutrients and chlorophyll-a concentration in the international Alma Gol Wetland, Iran. International Journal of Aquatic Biology. Vol. 12, pp: 68-75.
۹. **Belias, CH.V.; Bikas, V.G.; Dassenakis, M.J. and Scoulo, M.J., 2003.** Environmental impacts of coastal aquaculture in eastern Mediterranean bays the case of astakos gulf, Greece. Environmental Science and Pollution Research. Vol. 10, No. 5, pp: 287-295.
۱۰. **Chapman, D., 1996.** Water Quality Assessment E and FN spon, an imprint of Chapman and Hall. 2nd Edition.
۱۱. **Cornel, G.E. and Whoriskey, F.G., 1993.** The effects of rainbow trout cage culture on the water quality, zooplankton, benthos and sediment of Lac du Passage, Quebec. Aquaculture. Vol. 109, pp: 101-117.
۱۲. **Hallare, A.V.; Factor, P.N.; Santos, E.K. and Hollert, H., 2009.** Assessing the Impact of Fish Cage Culture on Taal Lake (Philippines) Water and Sediment Quality Using the Zebrafish Embryo Assay. Philippine Journal of Science. Vol. 138, No. 1, pp: 91-104.
۱۳. **Jahani, N.; Nabavi, S.N.B.; Dehghan Madiseh, S.; Mortezaie, S.R.S. and Fazeli, N., 2012.** The effect of



Observations on variations in physic chemical water parameters of marine fish cage farm off Karwar. Indian Journal Fish. Vol. 59, No. 1, pp: 83-88.

۲۲. **Rodríguez-Gallegoa, L.; Meerhoffa, E.; Poersch, L.; Aubriota, L.; Fagetib, C.; Vitancurtb, J. and Cond, D., 2008.** Establishing limits to aquaculture in a protected coastal lagoon: Impact of *Farfantepenaeus paulensis* pens on water quality, sediment and benthic biota. *Aquaculture*. Vol. 277, No. 1-2, pp: 3-30.
۲۳. **Sanz-Lázaro, C. and Marín, A., 2011.** Diversity patterns of benthic macrofauna caused by marine fish farming. *Diversity*. Vol. 3, pp: 176-199.
۲۴. **Varghese, M.; Joseph, S.; Joseph, I.; Ignatius, B.; Manisseri, M.K.; Thomas, V.J.; and Sydarao, G., 2010.** Preliminary studies on the impact of open sea cage culture of *Lates calcarifer* (Bloch) on the planktonic and benthic fauna off Cochin, Kerala. *Indian J. Fish.* Vol. 57, No. 3, pp: 75-77.
۲۵. **Walters, G.L., 1989.** Hach water analysis handbook. Hach Company, Colorado, USA.

