

تاثیر قفس‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر فلور باکتریایی آب دریاچه سد کارون چهار

- **فرشته خلیلی مورچه‌خورتی*:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: 775-14515
- **مهدی سلطانی:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: 775-14515
- **هومن رجبی‌اسلامی:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: 775-14515
- **سید عبدالمجید موسوی:** گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین-پیشوا

تاریخ پذیرش: شهریور 1393

تاریخ دریافت: اردیبهشت 1393

چکیده

سد کارون چهار یکی از منابع آبی کشور می‌باشد. با توجه به حجم آبیگری حدود 2/5 میلیارد متر مکعب آب، می‌تواند از نظر آبی‌پروری مورد توجه قرار گیرد. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر قفس‌های پرورش ماهی بر بار باکتریایی آب دریاچه سد کارون چهار می‌باشد. بدین منظور نمونه‌برداری از آب دریاچه سد کارون در سال 1391 طی 6 ماه بهار و تابستان و در فواصل مختلف از قفس‌های احداث شده صورت گرفت. نتایج نشان داد کل باکتری و کل کلی‌فرم در تمام نمونه‌های آب حضور داشت. حضور باکتری‌های *E. coli*، استرپتوکوک و استرپتوکوک در نمونه‌های مورد بررسی به ترتیب 47%، 70% و 23% تایید شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد باکتری‌های کلی‌فرم و استرپتوکوک دارای اختلاف معنی‌دار بوده ($P < 0/01$) و در مورد کل باکتری، *E. coli*، استرپتوکوک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/01$). همچنین نتایج نشان داد در کل دوره مورد بررسی در ایستگاه‌های نزدیک قفس بیش‌ترین تعداد باکتری‌ها مشاهده شد اما این اختلاف تنها در مورد باکتری‌های کلی‌فرم و استرپتوکوک معنی‌دار بود ($P < 0/01$). باقی‌مانده مواد غذایی و همچنین فلور روده ماهی می‌توانند در افزایش بار باکتریایی آب به‌خصوص در نزدیکی قفس‌ها موثر باشد اما در کل این مقدار نمی‌تواند تاثیر چشم‌گیری در منطقه وسیع داشته باشد.

کلمات کلیدی: سد، قفس‌های پرورش ماهی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، بار میکروبی، کل باکتری، کلی‌فرم، *E. coli*

مقدمه

این صنعت توجه خاصی داشتند. سال-هاست که احداث سدها به‌عنوان مانعی در برابر حرکت آب و ذخیره کردن آن در مخازن عظیم، کنترل سیلاب و تولید انرژی و ... یکی از راهکارهای اساسی به‌شمار رفته است (کریمی‌جشنی و چمانچی، 1393).

آبی‌پروری به‌دلیل افزایش قابل توجه تقاضا برای ماهی و غذاهای دریایی در سراسر جهان به-عنوان یک صنعت به‌سرعت در حال رشد می‌باشد (Gang و همکاران، 2005). آبی‌پروری در دریاچه پشت سدها به‌منظور استفاده بهینه از مخزن سد جهت تأمین بخشی از پروتئین، بازسازی، احیاء ذخایر ماهی

در گذشته و در هر منطقه خاص جغرافیایی بنابر ضرورت یا نیاز ساکنان آن‌جا نسبت به ایجاد سد، بند یا آبیگر اقدام می‌کرده‌اند تا نیازهای خود در زمینه آبیاری و آبرسانی را مرتفع سازند. در مناطقی نیز به‌خاطر پایین بودن سطح آب‌های رودخانه‌ها یا نیاز برای تغییر مسیر رود، سدسازی انجام می‌گرفته تا بتوانند سطح آب را بالا آورده و برای نیازهای کشاورزی و عمرانی از آن استفاده کنند (شیعتی و مکنون، 1383). ایرانیان به‌دلیل کمبود آب و کاهش نزولات جوی، از دیرباز به



که به‌طور دقیق شناخته نشده‌اند و در مدفوع انسان و حیوانات یافت می‌شوند. حضور استرپتوکوک‌های گرمایی در آب نشان‌گر آلودگی جدید در آب می‌باشد (Lira Gorlach و همکاران، 2013؛ Clesceri و Greenberg، 1998).

در این میان اشرشیاکلی شاخص آلودگی مدفوعی است و حضور آن مستقیماً با آلودگی مدفوعی آب ارتباط داشته و خطر وجود باکتری-های پاتوژن روده‌ای را آشکار می‌سازد و لذا شاخص قابل اعتمادتری است. انتخاب کلی‌فرم‌ها به‌ویژه گونه اشرشیاکلی به‌عنوان شاخص آلودگی به این علت که این باکتری در روده آدمی به‌تعداد زیادی وجود دارد و در مقایسه با انواع باکتری‌های بیماری‌زا مدت طولانی‌تری در آب زنده می‌ماند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین باکتری-های کلی‌فرم که اغلب در مدفوع یافت می‌شوند به‌عنوان شاخص آلودگی مدفوعی مطرح می‌باشند حضور آن‌ها در محیط‌های طبیعی نشان‌دهنده آلودگی مدفوعی می‌باشد.

استافیلوکوکوس‌ها باکتری-هایی هستند که نسبت به گرما، خشکی و مواد ضدعفونی‌کننده مقاوم بوده و قادرند در چنین شرایطی مدت طولانی به‌حالت عفونت‌زا باقی بمانند. یکی از مهم‌ترین گونه‌های استافیلوکوک‌ها، *Staphylococcus aureus* می‌باشد که رشد بی‌هوازی و ایجاد واکنش شیمیایی کوآگولاز مثبت جز مهم‌ترین خصوصیات این گونه محسوب می‌شود (Dunca و همکاران، 2007).

Lira Gorlach و همکاران (2013) تأثیر قفس‌های پرورش ماهی بر شاخص‌های میکروبی آب را مورد ارزیابی قرار دادند. در این پژوهش نمونه‌برداری از سه سایت (سایت قبل از قفس‌های، داخل قفس و سایت بعد از قفس‌های پرورش) انجام شد و از نظر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، کل باکتری، کل کلی‌فرم، استرپتوکوک مدفوعی و اشرشیاکلی مورد بررسی قرار گرفت.

رودخانه کارون یکی از شریان‌های مهم آبی کشور محسوب می-

دریاچه، اشتغال‌زایی و ارتقای سطح گردشگری مورد توجه می‌باشد. به‌علاوه رشد روزافزون جمعیت جهان و نیاز جوامع انسانی به منابع غذایی، استفاده از منابع آب‌های داخلی را از اهمیت ویژه‌ای برخوردار نموده و برنامه‌ریزی‌های اصولی جهت بهره‌برداری بهینه از این منابع در اکثر کشورها از اولویت خاصی برخوردار است (Clark و همکاران، 1991).

بدون شک، آبی‌پروری در آینده نقش مهمی در عرضه جهانی خواهد داشت. با این‌حال، نگرانی‌هایی در مورد اثرات احتمالی ناشی از توسعه آبی‌پروری چه در داخل سیستم‌های پرورش آبزیان و چه در محیط اکوسیستم‌های آبی به‌وجود خواهد آمد (Cao و همکاران، 2007).

فرایندهای شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی از جمله جریان آب (الگوی محلی جریان‌ها)، دمای آب، نوع غذای مصرفی، تراکم ذخیره‌سازی و کاهش سطوح اکسیژن تأثیرات بالقوه بر روی فعالیت‌های آبی‌پروری در قفس دارند (ASI، 1999).

سیستم قفس معمولاً با محیط زیست بسیار در ارتباط است. قفس‌ها به احتمال زیاد سبب تولید مقدار زیادی ضایعات هستند که به‌طور مستقیم به محیط زیست منتشر می‌کنند. تعداد نسبتاً بالایی از باکتری‌ها در مخزن قفس‌های پرورش ماهی و همچنین انتشار روز افزون مواد غذایی به محیط زیست به‌شدت می‌تواند کیفیت میکروبی آب را تحت تأثیر قرار دهد (Ling و همکاران، 2007).

میکروارگانیسم‌های شاخص مانند کل کلی‌فرم‌گرمایی، اشریشیا کلی، استرپتوکوک و استرپتوکوک مدفوعی، به‌طور معمول برای ارزیابی کیفیت میکروبی و سطح آلودگی آب و غذا استفاده می‌شود. استرپتوکوک مدفوعی و عمدتاً انتروکوک‌ها یکی از کارآمدترین آلودگی‌های مدفوعی را در آب تشکیل می‌دهند. استرپتوکوک مدفوعی یا انتروکوک‌ها گروه بزرگی از میکروب‌های طبیعی روده هستند



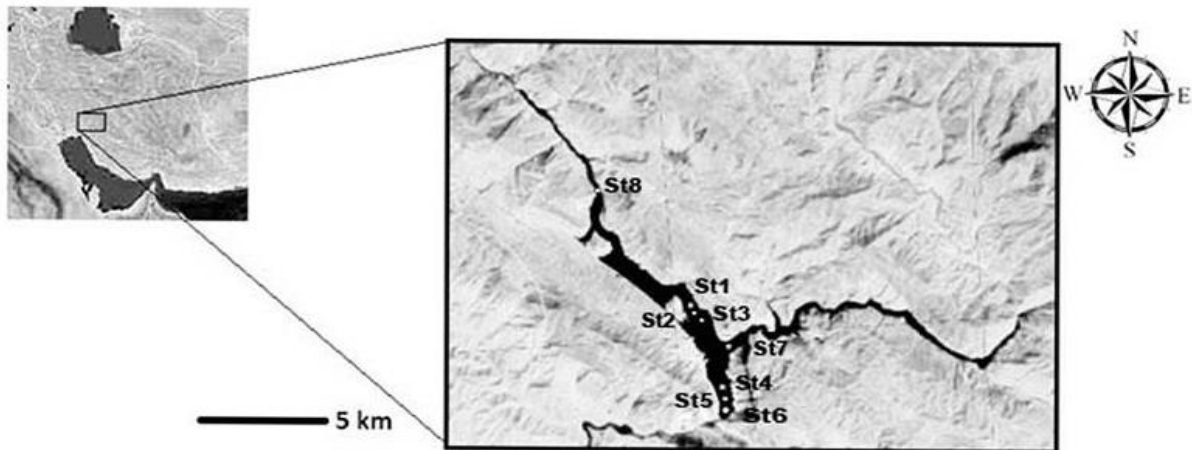
محل قفس‌های احداث شده اشاره نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه:

از منابع آب‌های داخلی ایران رودخانه کارون می‌باشد. رودخانه کارون با طول 850 کیلومتر و با عرضی متفاوت بزرگترین رودخانه ایران می‌باشد که از کوه‌های بختیاری در سلسه جبال زاگرس (زاگرس جنوبی) و نواحی ونک، کوه‌رنگ، ارمند، خراسان و بازفت سرچشمه می‌گیرد و پس از عبور از مناطق کوهستانی و پر پیچ و خم، در منطقه‌ای به نام گتوند وارد دشت خوزستان می‌شود. سد کارون چهار در مناطق شهرستان‌های اردل‌کیار و شهرستان لردگان در فاصله ۱۸۰ کیلومتری جنوب‌غربی شهرکرد و چهار کیلومتری پایین‌دست محل تلاقی رودخانه‌های ارمند و بازفت واقع شده است (Honarbakhsh و همکاران، 2011).

شود که طول زیادی از مسیر خود را از اجتماعات انسانی عبور می‌دهد و به همین دلیل در معرض انواع فاضلاب‌های شهری و کشاورزی و صنعتی قرار دارد (نیک‌آئین و همکاران، 1389). سد کارون چهار یکی از منابع آبی کشور می‌باشد با توجه به ذخیره میلیاردی متر مکعب آب در پشت این سد، موضوع استفاده از این دریاچه برای آبی‌پروری مورد توجه شیلات کشور واقع شده است. اما مسلماً استفاده مناسب از این پتانسیل نیازمند مطالعات گسترده‌ای از جنبه‌های مختلف از جمله بررسی‌های شیلاتی (انتخاب بهترین گونه، روش پرورش و...) و علی‌الخصوص بررسی‌های زیستمحیطی می‌باشد بنابراین قبل از توسعه چنین فعالیت‌هایی ضرورت دارد تا بررسی‌های زیستمحیطی و شاخص‌های مورد نیاز آب سد برای پرورش گونه یا گونه‌های خاص ماهیان مورد مطالعه قرار گیرند که از آن جمله می‌توان به بررسی اثرات احداث قفس‌ها و ارزیابی میزان بار میکروبی آب در



شکل 1: موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در دریاچه کارون

ایستگاه 1: قفس، ایستگاه 2: 50 متری قفس، ایستگاه 3: 70 متری قفس، ایستگاه 4: 200 متری تاج سد، ایستگاه 5: 100 متری تاج سد، ایستگاه 6: تاج سد، ایستگاه 7: ساحل، ایستگاه 8: رودخانه کارون

تولید 20 هزار کیلوگرم)، فاصله نزدیک قفس و فاصله دور از قفس انجام گردید و معمولاً در اواخر ماه و از سطح آب دریاچه طی 6 ماه بهار و تابستان سال 1391، اخذ و در کنار یخ به آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشکده دامپزشکی

نمونه‌برداری: عملیات

نمونه‌برداری به صورت میدانی و در یک دوره 6 ماهه انجام گرفت. برای اخذ نمونه‌ها از لوله‌های پلاستیکی استریل قابل اتوکلاو شدن استفاده شد. نمونه‌گیری از 8 ایستگاه و در موقعیت‌های داخل قفس (با ظرفیت



در هر میلی‌لیتر آب محاسبه شد (شهسواری‌پور و اسماعیلی‌ساری، 1390؛ Pote و همکاران، 2008؛ APHA، 2005).

تجزیه و تحلیل آماری:

آنالیز و تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار Excel و SAS (Ver 9.1) انجام گرفت. قبل از انجام تجزیه واریانس، فرضیات مورد نیاز برای تجزیه واریانس (نرمال بودن توزیع داده‌ها، جمع‌پذیر بودن اثرات عامل‌ها و...) بررسی گردید و در موارد لازم با استفاده از تبدیل مناسب داده، فرضیات مورد نیاز برآورد شد و آن-گاز تجزیه واریانس ساده صورت پذیرفت. مقایسه بین میانگین تعداد هر یک از باکتری‌ها در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون kershal-wallis صورت پذیرفت.

نتایج

نتایج نشان داد که میانگین کل باکتری‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه از 5/0294 تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) در ایستگاه 7 تا 7/1761 تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) در ایستگاه 2 نوسان داشت. ایستگاه 3 (فاصله 70 متری از قفس) با 7/8462 تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) بیشترین تعداد کلی باکتری و پس از آن ایستگاه 2 (فاصله 50 متری از قفس) با 7/1761 تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) قرار دارد (شکل 2).

میانگین کلی‌فرم ایستگاه‌های مورد مطالعه نوسانات زیادی داشته و بیشترین تعداد با 748/3 تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) در ایستگاه 3 که با تمام ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار دارد (شکل 3). همچنین ایستگاه 6 با 77/5 تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) به عنوان کمترین تعداد با تمام ایستگاه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

میانگین *E.coli* در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داد بیشترین

دانشگاه تهران انتقال یافته تا مطالعات آزمایشگاهی در مورد آن انجام پذیرد (Dunca و همکاران، 2007؛ American Public Health Association، 1998).

آماده‌سازی محیط کشت: به-

منظور مطالعات آزمایشگاهی ابتدا سرم فیزیولوژی 9% به میزان 4/5 سی‌سی در لوله‌های آزمایش تهیه شد. محیط‌های کشت عمومی و اختصاصی با برند مرک آلمان شامل محیط کشت ژلوز خون (بلاد آگار) برای شمارش کلی باکتری (T.C)، محیط کشت Kf Stereoptococ برای رشد باکتری استرپتوکوک، محیط کشت mannitol salt phenol برای رشد باکتری‌های استافیلوکوک، محیط کشت Mackonkey agar برای شمارش باکتری‌های کلی‌فرم (C.C) و *E.coli* تهیه شد (Pote و همکاران، 2008؛ Dunca و همکاران، 2007).

اندازه‌گیری

بار

باکتریایی: ابتدا نمونه آب مورد آزمایش را تکان داده تا باکتری‌های رسوب کرده در انتهای لوله‌های آب در تمام محیط آب حضور یابند سپس از نمونه‌های آب به میزان 500 ماکرولیتتر (لاندا) رقت‌های متوالی 0/1، 0/01، 0/001، 0/0001 و 0/00001 در سرم فیزیولوژی استریل تهیه شد. سپس 10 میکرولیتر (100 لاندا) از مخلوط بر روی محیط‌های کشت پخش و به روش کشت در سطح تکثیر شدند. تمام مراحل در کنار حرارت شعله و زیر هود میکروبی انجام شد. رقت‌های 10^4 و 10^5 برای کشت در محیط بلاد آگار (شمارش کلی باکتری)، رقت‌های 10^2 و 10^3 بر روی محیط کشت مکانکی و بر روی محیط کشت مخصوص رشد باکتری‌های استافیلوکوک و استرپتوکوک هم مستقیماً 100 لاندا نمونه آب اضافه گردید. پس از آن پلت‌های کشت داده شده در دمای 25 درجه سانتی‌گراد به مدت 24 ساعت در انکوباتور قرار گرفته و پس از طی این زمان نسبت به شمارش تعداد پرگنه‌ها اقدام شد. سپس تعداد پرگنه‌ها و میانگین تعداد سه پلت (سه تکرار) در رقت مربوطه در عدد 100 ضرب و تعداد پرگنه باکتریایی



طوری که با فاصله گرفتن از قفس بر میزان بار میکروبی آب افزوده می شود. بیشترین تعداد باکتری ها به ترتیب در فاصله های نزدیک قفس (50 متری و 70 متری)، در داخل قفس و سپس فاصله های دور از قفس (تاج سد) مشاهده شد. به علاوه نتایج نشان داد میزان بار میکروبی در داخل قفس ها کمتر از فاصله های 50 و 70 متری از قفس می باشد. با فاصله گرفتن از قفس ها ابتدا میزان بار میکروبی آب افزایش می یابد به طوری که در فاصله 50 متری و 70 متری قفس ها بیشترین تعداد باکتری مشاهده شد و در ادامه با افزایش فاصله از ایستگاه قفس از تعداد باکتری ها کاسته شد به طوری که تعداد باکتری ها در تاج سد (خروجی سد) کمتر از ایستگاه های داخل قفس و نزدیک قفس بود.

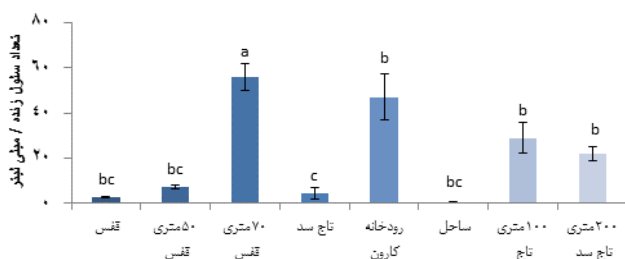
در طی مدت بررسی شاخص های باکتریایی مورد بررسی (به غیر از کلی فرم) به طور میانگین در فصل بهار بیشتر از فصل تابستان است به طوری که به ترتیب بیشترین و کم ترین آلودگی میکروبی آب در اردیبهشت ماه و مرداد ماه مشاهده شد. لازم به ذکر است که بیشترین تعداد کلی فرم در اردیبهشت ماه مشاهده شد ولی میانگین آن در فصل تابستان بیشتر از فصل بهار بود.

تعداد باکتری *E.coli* در ایستگاه 2 با 63/246 تعداد سلول زنده/ میلی لیتر (واحد حجم) مشاهده شد. این باکتری در ماه های فروردین، اردیبهشت و شهریور ماه در آب مشاهده شد و در سایر ماه ها وجود نداشت (شکل 4).

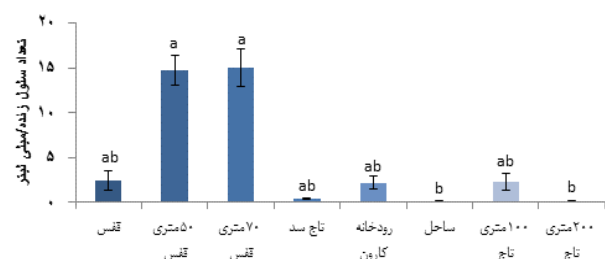
میانگین باکتری استافیلوکوک در ایستگاه های مورد مطالعه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار می باشد. بیشترین تعداد در ایستگاه 3 مشاهده شد. این باکتری در ایستگاه های 4 و 5 و 8 وجود نداشت ضمن این که حضور باکتری استافیلوکوکوس اورئوس در دریاچه کارون چهار منفی بود (شکل 5).

میانگین به دست آمده از شاخص استرپتوکوک در ایستگاه های مورد مطالعه نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار می باشد. ایستگاه 3 با 10/392 تعداد سلول زنده موجود/ میلی لیتر (واحد حجم) دارای بیشترین تعداد باکتری استرپتوکوک می باشد. شاخص استرپتوکوک در دریاچه کارون 4 در 6 ماه بهار و تابستان تنها در اردیبهشت ماه مشاهده شد (شکل 6).

همچنین نتایج نشان داد در طی دو فصل بهار و تابستان بیش ترین آلودگی در اطراف قفس به خصوص در فاصله 70 متری قفس ها می باشد به

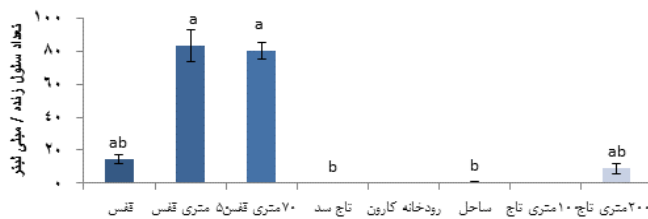


شکل 3: تغییرات میانگین کلی فرم در ایستگاه های مورد مطالعه در فصول بهار و تابستان

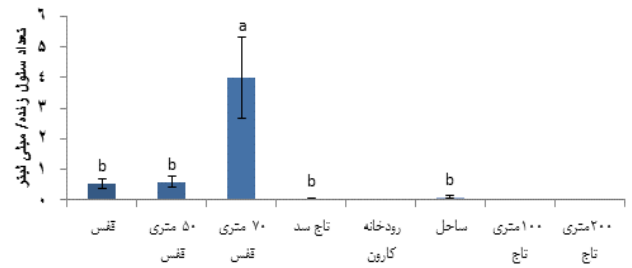


شکل 2: تغییرات میانگین کل باکتری ها (Total count) در ایستگاه مورد مطالعه در فصول بهار و تابستان

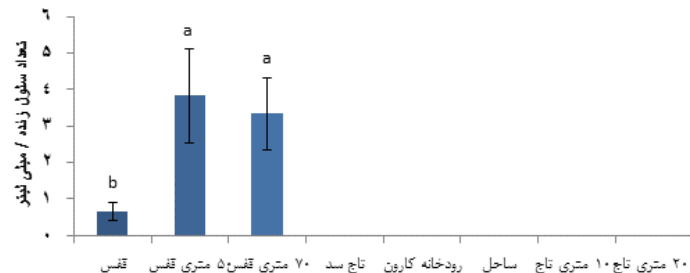




شکل 5: تغییرات میانگین استافیلوکوکوس در ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصول بهار و تابستان



شکل 4: تغییرات میانگین *E. coli* در ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصول بهار و تابستان



شکل 6: تغییرات میانگین استرپتوکوکوس در ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصول بهار و تابستان

کلی‌فرم و استرپتوکوک معنی‌دار بود ($P < 0/01$) و در مورد سایر ایستگاه‌ها و باکتری‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/01$) (جدول 1).

نتایج نشان داد در کل دوره مورد بررسی در ایستگاه‌های نزدیک قفس (50 و 70 متری) بیشترین تعداد باکتری‌ها وجود داشت اما این اختلاف تنها در مورد باکتری‌های

جدول 1: نتایج تجزیه واریانس ساده صفات بررسی شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه

میانگین	خطای نمونه		تیمار		منابع تغییرات
	خطای آزمایشی	خطای نمونه	3	5	
میانگین	3	5	7	میانگین مربعات	صفت
6/147100	0/34226318	0/70348897	0/79177596 ^{ns}		Total count
349/4563	24687/056	10385/096	290178/036**		Coliform count
14/13466	547/380884	42/863219	550/473489 ^{ns}		<i>E. coli</i>
12/37476	218/869210	550/920720	166/995344 ^{ns}		Staphilococ
2/350434	1/5000000	8/0816502	34/0171709**		Streptococ

ns غیر معنی‌دار

** معنی‌دار در سطح احتمال 1%

gorlach-lirl و همکاران (2013) و gondwe و همکاران (2011) مشابه نتایج تحقیق حال حاضر است.

وجود جریان مناسب آب و همچنین ایجاد یک محیط قلیایی در قفس‌ها به دلیل وجود مواد دفعی ماهی (آمونیاک) سبب کاهش تعداد باکتری‌ها در محل قفس نسبت به فاصله‌های 50 متری و 70 متری از قفس می‌باشد. تحقیقات corlach-lira و همکاران (2013) نشان داد pH و مواد غذایی ممکن است بر جمعیت باکتری‌ها موثر باشد.

بحث

تحقیق حال حاضر نشان داد در طی دو فصل بهار و تابستان بیشترین بار باکتریایی در اطراف قفس به خصوص در فاصله 70 متری قفس‌ها می‌باشد. بیشترین تعداد باکتری‌ها به ترتیب در فاصله‌های نزدیک قفس (50 متری و 70 متری)، در داخل قفس و سپس فاصله‌های دور از قفس (تاج سد) مشاهده شد. تحقیقات shakouri (2003) نشان داد تأثیر موضعی قفس‌های پرورش ماهی محدود به چند ده متر از قفس‌ها می‌باشد. نتایج تحقیقات



پرورش ماهی در قفس در مناطق مختلف سبب افزایش بار مواد مغذی و در نتیجه منجر به رشد سریع فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون و باکتری می‌شود (Yang و همکاران، 2002). نتایج تحقیقات Yang و همکاران (2002) همچنین نشان داد فلور باکتریایی ماهی ممکن است منعکس‌کننده شرایط باکتریولوژیک آب و در نتیجه به‌عنوان یک پتانسیل شاخص آلودگی باشد.

تراکم بالای ماهی در قفس‌ها سبب افزایش بار میکروبی آب به-خصوص در نزدیک قفس‌ها می‌شود. نتایج تحقیقات shakouri (2003) مشابه نتایج تحقیق حال حاضر است. با کاهش تراکم ماهی در قفس‌های پرورش در ماه‌های تیر و مرداد، بار میکروبی آب دریاچه نیز کاهش یافت. در تیر ماه کم‌ترین تراکم ماهی در قفس‌ها وجود داشت در این ماه بار باکتریایی آب به نسبت ماه‌هایی که پرورش انجام می‌شد کم-ترین مقدار بود. با افزایش دما در مرداد ماه، ماهی‌ها از قفس‌ها صید و جمع‌آوری شد در نتیجه به-دلیل عدم حضور ماهی در قفس کم‌ترین تعداد باکتری‌ها در طی دو فصل بهار و تابستان در این ماه دیده شد. قابل ذکر است حضور و یا عدم حضور باکتری‌ها در آب ممکن است به‌دلیل تغییرات درجه حرارت فصلی محیط برای بعضی از جمعیت‌های باکتریایی باشد (shakouri، 2003). میانگین کل کلی‌فرم در فصل تابستان به نسبت بیشتر از فصل-بهار مشاهده شد. تحقیقات An و همکاران (2002) نشان داد تراکم کل کلی‌فرم‌ها تا حد زیادی در تابستان افزایش می‌یابد.

باکتری استرپتوکوک در مدفوع انسان و حیوانات وجود دارد بنابراین حضور آن با آلودگی مدفوعی در ارتباط است. از آنجا که این باکتری تنها در اردیبهشت ماه مشاهده و با توجه به این‌که بیش‌ترین بارندگی در این ماه گزارش شد می‌توان حضور این باکتری را مرتبط با بارندگی دانست.

آلودگی آب با میزان بارندگی و نزولات آسمانی ارتباط مستقیمی دارد به گونه‌ای که در ماه‌هایی از سال که میزان بارندگی به دفعات و مقادیر بیشتری صورت می‌گیرد به دلیل آلودگی شدن آلودگی‌های محیطی و انتقال مواد مدفوعی از طریق جویبارهای فصلی از ساحل به درون رودخانه، میزان آلودگی‌های میکروبی دریاچه در ایستگاه‌های 1، 2 و 3 نیز افزایش می‌یابد (American Health Association Public، 1998؛ Clark و همکاران، 1991).

به‌نظر می‌رسد استافیلوکوکوس‌ها به‌خصوص گونه *استافیلوکوکوس اورئوس* شاخص مفید برای تعیین کیفیت آب از منابع آبی می‌باشد (Gorlach-Lira و همکاران، 2013؛ Dunca و همکاران، 2007). بیش-ترین تعداد استافیلوکوک‌ها در اردیبهشت ماه و در فاصله 70 متری از قفس‌ها مشاهده شد. باکتری‌هایی همچون استافیلوکوک و استرپتوکوک و *E. coli* که جزء فلور داخلی بدن ماهی محسوب می‌شوند می‌توانند بر بار میکروبی آب موثر باشند. تحقیقات pote و همکاران (2008) نشان داد تعداد و نوع باکتری در آب ممکن است با توجه به فلور روده ماهی باشد. ضمن این‌که جذب باکتری‌ها توسط روسوبات، اثر نور خورشید، عدم وجود مواد غذایی مورد نیاز و همچنین حضور مواد سمی در آب می‌توانند بر جمعیت باکتری‌ها موثر باشد (Waksman و Htchkiss، 1937).

تحقیق حاضر نشان داد آلودگی میکروبی آب علی‌رغم این‌که در موقعیت نزدیک قفس (50 متری و 70 متری) بیش‌تر از موقعیت‌های قفس و فاصله دور از قفس وجود داشت اما با توجه به نتایج آماری مقدار آن ناچیز و اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>0/01$). همچنین احداث قفس‌ها می‌تواند در افزایش تعداد باکتری‌ها موثر باشد اما با توجه به حجم عظیم آب و وجود جریان مناسب آب در دریاچه کارون و به-خصوص نزدیک قفس‌ها و با توجه به



مجاز آب رودخانه با توجه به استانداردهای جهانی. علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره 13، شماره 4، صفحات 81 تا 94.

3. کریمی‌جشنی، ا. و چمانچی، م.، 1393. مقایسه اثرات مخرب زیست‌محیطی سدها با کاربرد ماتریس وتن ورائو. اولین کارگاه تخصصی سد و محیط زیست. صفحات 5 تا 46.
4. نیک‌آئین، م.، پژهان، ا.، جلالی، م. و حسن‌زاده، ف.، 1389. مقایسه روش سنجش آنزیمی با روش تخمیر چند لوله‌ای در ارزیابی میکروبی آب رودخانه کارون. آب و فاضلاب. دوره 21، شماره 75، صفحات 58 تا 63.

5. American Public Health Association (APHA). 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st Ed. Washington DC. 773 p
6. American Public Health Association (APHA). 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. American Public Health Association. Washington DC. 682 p.
7. An, Y.J.; Kampbell, D.H. and Beidenbach, G.P., 2002. Escherichia coli and total coliforms in water and sediments at lake marinas. Environ. Pollution. Vol. 120, No. 3, pp: 771-778.
8. ASI. 1999. Literature review of the Environmental impact of Caged Aquaculture. 351 p.
9. Cao, L.; Wang, W.; Yang, Y.; Yang, C.; Yuan, Z.; Xiong, S. and Diana, J., 2007. Environmental Impact of Aquaculture and Countermeasures to Aquaculture Pollution in China. Environ Sci Pollut Res Int. Vol. 14, No. 7, pp: 452-62.
10. Clark, D.L.; Milner, B.B.; Stewart, M.H.; Wolfe, R.L. and Olson, B.H., 1991. Comparative study of commercial 4-methylumbelliferyl-b-D-glucuronide preparations with the standard methods membrane filtration fecal coliforms test for the detection of Escherichia coli in water samples. Appl. Environ. Microbiol. Vol. 57, No. 5, pp: 1528-1534.
11. Clesceri, L.S. and Greenberg, A.E., 1998. Examination of Water and Wastewater. 20th ed. American Public Health Association. Washington. DC. 773 p.
12. Doran, J.W. and Linn, D.M., 1998. Bacteriological quality of runoff water from pastureland. Journal of Applied and Environmental Microbiology. Vol. 37, No. 5, pp: 985-991.
13. Dunca, S.; Stefan, M.; Hama, A. and Ganciu, A., 2007. Study of the bacteriological indicators of pollution in the basin of the ciric river. Secțiunea Genetică și Biologie Moleculară. pp: 151-159.
14. Gabutti, G.; De Donno, A.; Bagordo, F. and Montagna, T., 2000. Comparative survival of faecal and human contaminants and use of *Staphylococcus aureus* as an effective indicator of human pollution. Mar. Poll. Bulletin. Vol. 40, No. 8, pp: 697-700
15. Gang, Q.; Clark, C.K.; Liu, N.; Harold, R. and James, E.T., 2005. Aquaculture waste water treatment and reuse by wind-driven reverse osmosis membrane technology: a pilot study on Coconut Island, Hawaii. Aquacultural Engineering. Vol. 32, pp: 365-378.

نتایج آماری مقدار آن ناچیز و تفاوت معنی‌دار حاصل نشد ($P>0/01$). با توجه به محل قرارگیری قفس که در نزدیکی دهانه ارمند و دهانه بازفت می‌باشد جریان مناسب آب در قفس‌ها وجود داشته و سبب کاهش آلودگی میکروبی در داخل قفس نسبت به ایستگاه‌های خارج از قفس شده است. به علاوه این جریان سبب دور شدن مواد زائد (مدفوع ماهی، غذای مصرف نشده و زیست توده باکتریایی) که در اثر پرورش ماهی در قفس‌ها به وجود آمده است می‌شود و در نهایت آلودگی زیست محیطی ناشی از احداث قفس‌ها را کاهش می‌دهد.

الگوی محلی جریان‌ها و سرعت تبادل آب، اختلاط آب در درون و بیرون قفس‌ها را تحت کنترل قرار می‌دهند مناطق با میزان کم تبادلات آب در جاهایی که (سرعت جریان و اختلاط کم فیزیکی) نظیر خلیج‌ها با آب ساکن با توجه به فاصله از قفس تحت تأثیر قرار می‌گیرند. درحالی‌که در مناطق با شدت جریان بالا، مواد غذایی و ذرات جامد را به سرعت جابجا کرده و به مناطق پایین‌دست انتقال می‌دهد در نتیجه تأثیر اندکی را در منطقه وسیع به‌جای می‌گذارد. در این حالت پرورش در قفس به‌صورت منبع آلودگی مشخص در نمی‌آید و بنابراین اندازه‌گیری تأثیرات کمی آن مشکل است (ASI، 1999).

با توجه به ذخیره میلیاردها مترمکعب آب در پشت سد کارون 4 و همچنین تعویض 4 مرتبه آب این دریاچه در سال محیط مناسبی برای رشد باکتری‌ها وجود ندارد و وجود این باکتری‌ها تأثیر اندکی را در منطقه وسیع دریاچه کارون به‌جای می‌گذارد.

منابع

1. شیعنی، ک. و مکنون، ر.، 1383. بررسی و نقد جهانی گزارش کمیسیون جهانی سدها در خصوص اثرات زیست محیطی احداث سدهای بزرگ. تهران. کمیته ملی سدهای بزرگ ایران. 46 صفحه.
2. شهسواری‌پور، ن. و اسماعیلی‌ساری، ع.، 1390. بررسی آلودگی میکروبی رودخانه هراز و تعیین کاربری‌های



16. Gondwe, M.I.S.; Gu, S.J. and Hecky, R.E., 2011. Carbon, nitrogen and phosphorus loadings from tilapia fish cages in Lake Malawi and factors influencing their magnitude. *Journal of Great Lakes Research*. Vol. 37, pp: 93-101.
17. Gorlach-Lira, K.; Pacheco, C.; Carvalho, L.C.T.; Melo, J.H.N. 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: 457-463.
18. Honarbakhsh, A.; Sedaei, N. and mousavi, F., 2011. Survey of Relationship between Input Parameters and Calculated Suspended Sediment Discharge by Bagnold and Lane- Kalinske Method (Bazoft River, Iran). *Journal of Rangeland Science*. Vol. 1, No. 4, pp: 263-267.
19. Kamel, M.M., 2005. Evaluation of various selective and modified media for recovery of *Staphylococcus aureus* from aquatic environments. *Egypt. J. Appl. Sci*. Vol. 20, No. 8A, pp: 1120-1128.
20. Ling, C.; Weimin, W.; Yi, Y.; Chengtia, Y.; Zonghui, Y.; Shanbo, X. and James, D., 2007. Environmental Impact of Aquaculture and Countermeasures to Aquaculture Pollution in China. *Environmental Science and Pollution Research International*. Vol. 14, No. 7, pp: 452-462
21. Pote, J.; Haller, L.; Kottelat, R. and Sastre, V., 2008. Persistence and growth of faecal culturable bacterial indicators in water column and sediments of Vidy Bay, Lake Geneva, Switzerland. *J Environ Sci (China)*. Vol. 21, No. 1, pp: 62-9.
22. Shakouri, M., 2003. Impact of cage culture on sediment chemistry a case study in mjoifjordur. The United Nations University. Fisheries training programme. 44 p.
23. Sugita, H.; Oshima, K.; Tamura, M. and Deguchi, Y., 1983. Bacterial flora in the gastrointestine in the freshwater fishes in the river. *Bull. Japanese Soc Sci Fish*. Vol. 49, No. 9, pp: 1387-1395.
24. Waksman, S.A. and Htchkiss, M., 1937 Viability of bacteria in sea water. *J. Bacteriol*. Vol. 33, pp: 389-400.
25. Yang, Z.F.; Chen, L.Q.; Zhou, Z.L.; Chen, Y. and Wu, L.K., 2003. Effects of fishery development on water environment and its countermeasures in Taihu Lake. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*. Vol. 11, pp: 156-158 (in Chinese with English abstract).
26. Yang, Z.Y.; Guo, C.H. and Chen, Q.Y., 2002. A Study on the Environmental Problems in Aquaculture Industry of China. *Ecological Economy*. Vol. 10, pp: 44-46 (in Chinese with English abstract).

