

تأثیر 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: ۷۷۵-۱۴۵۱۵
- **مهدی سلطانی**: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۷۷۵-۱۴۵۱۵
- **هومن رجبی‌اسلامی**: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۷۷۵-۱۴۵۱۵
- **سید عبدالمجید موسوی**: گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین-پیشوا

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۳

چکیده

سد کارون چهار یکی از منابع آبی کشور می‌باشد. با توجه به حجم آبیگری حدود ۲/۵ میلیارد متر مکعب آب، می‌تواند از نظر آبی‌پروری مورد توجه قرار گیرد. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر قفس‌های پرورش ماهی بر بار باکتریایی آب دریاچه سد کارون چهار می‌باشد. بدین منظور نمونه‌برداری از آب دریاچه سد کارون در سال ۱۳۹۱ طی ۶ 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*، استافیلوکوک و استرپتوکوک در نمونه‌های مورد بررسی به ترتیب ۴۷٪، ۷۰٪ و ۲۳٪ 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*، استافیلوکوک 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 می‌تواند در افزایش بار باکتریایی آب به‌خصوص در نزدیکی قفس‌ها موثر باشد اما در کل این مقدار نمی‌تواند تأثیر چشم‌گیری در منطقه وسیع داشته باشد.

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



مقدمه

در گذشته و در هر منطقه خاص جغرافیایی بنابر ضرورت یا نیاز ساکنان آن‌جا نسبت به ایجاد سد، بند یا آبگیر 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 مکتون، ۱۳۸۳). ایرانیان به‌دلیل کمبود آب و کاهش نزولات جوی، از دیرباز به این صنعت توجه خاصی داشتند. سال‌هاست 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، ۱۳۹۳).

آبزی‌پروری به‌دلیل افزایش قابل توجه تقاضا برای ماهی و غذاهای دریایی در سراسر جهان به‌عنوان یک صنعت به‌سرعت در حال رشد می‌باشد (Gang و همکاران، ۲۰۰۵). آبزی‌پروری در دریاچه پشت سدها به‌منظور استفاده بهینه از مخزن سد جهت تأمین بخشی از پروتئین، بازسازی، احیاء ذخایر ماهی 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، ۱۹۹۱).

بدون شک، آبزی‌پروری در آینده نقش مهمی در عرضه جهانی خواهد داشت. با این حال، نگرانی‌هایی در مورد اثرات احتمالی ناشی از توسعه آبزی‌پروری چه در داخل سیستم‌های پرورش آبزیان و چه در محیط اکوسیستم‌های آبی به‌وجود خواهد آمد (Cao و همکاران، ۲۰۰۷).

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 آبزی‌پروری در قفس دارند (ASI، ۱۹۹۹).

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 تاثیر قرار دهد (Ling و همکاران، ۲۰۰۷).

میکروارگانسیم‌های 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 مدفوع و عمدتاً انتروکوک‌ها یکی از کارآمدترین آلودگی‌های مدفوعی را در آب تشکیل می‌دهند. استرپتوکوک مدفوعی یا انتروکوک‌ها گروه بزرگی از میکروب‌های طبیعی روده هستند که به‌طور دقیق شناخته نشده‌اند و در مدفوع انسان و حیوانات یافت می‌شوند. حضور استرپتوکوک‌های گرمایی در آب نشان‌گر آلودگی جدید در آب می‌باشد (Gorlach و همکاران، ۲۰۱۳؛ Clesceri و Greenberg، ۱۹۹۸).

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

استافیلوکوکوس‌ها باکتری‌هایی هستند که نسبت به گرم‌ها، 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، ۲۰۰۷).

Gorlach و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر 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 اشریشیاکلی مورد بررسی قرار گرفت.

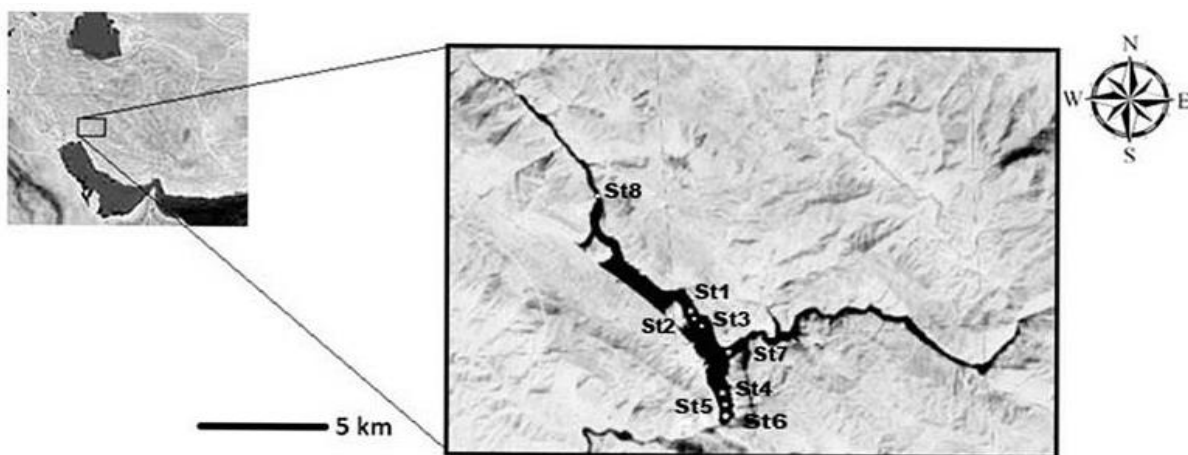
رودخانه کارون یکی از شریان‌های مهم آبی کشور محسوب می‌شود که طول زیادی از مسیر خود را از اجتماعات انسانی عبور می‌دهد و به‌همین دلیل در معرض انواع فاضلاب‌های



مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: یکی از منابع آب‌های داخلی ایران رودخانه کارون می‌باشد. رودخانه کارون با طول ۸۵۰ کیلومتر و با عرضی متفاوت بزرگ‌ترین رودخانه ایران می‌باشد که از کوه‌های بختیاری در سلسه جبال زاگرس (زاگرس جنوبی) و نواحی ونک، کوه‌رنگ، ارمند، خرسان 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 اردل کیار و شهرستان لردگان در فاصله ۱۸۰ کیلومتری جنوب‌غربی شهر کرد و چهار کیلومتری پایین دست محل تلاقی رودخانه‌های ارمند و بازفت واقع شده است (Honarbakhsh و همکاران، ۲۰۱۱).

شهری و کشاورزی و صنعتی قرار دارد (نیک‌آئین و همکاران، ۱۳۸۹). سد کارون چهار یکی از منابع آبی کشور می‌باشد با توجه به ذخیره میلیاردها 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 محل قفس‌های احداث شده اشاره نمود.



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در دریاچه کارون

ایستگاه ۱: قفس، ایستگاه ۲: ۵۰ متری قفس، ایستگاه ۳: ۷۰ متری قفس، ایستگاه ۴: ۲۰۰ متری تاج سد، ایستگاه ۵: ۱۰۰ متری تاج سد، ایستگاه ۶: تاج سد، ایستگاه ۷: ساحل، ایستگاه ۸: رودخانه کارون

آماده‌سازی محیط کشت: به منظور مطالعات آزمایشگاهی ابتدا سرم فیزیولوژی ۹٪ به میزان ۴/۵ 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 Stereoptoc 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، ۲۰۰۸؛ Dunca و همکاران، ۲۰۰۷).

نمونه برداری: عملیات نمونه‌برداری به صورت میدانی و در یک دوره ۶ ماهه انجام گرفت. برای اخذ نمونه‌ها از لوله‌های پلاستیکی استریل قابل اتوکلاو شدن استفاده شد. نمونه‌گیری از ۸ ایستگاه و در موقعیت‌های داخل قفس (با ظرفیت تولید ۲۰ هزار کیلوگرم)، فاصله نزدیک قفس و فاصله دور از قفس انجام گردید و معمولاً در اواخر ماه و از سطح آب دریاچه طی ۶ ماه بهار و تابستان سال ۱۳۹۱، اخذ و در کنار یخ به آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران انتقال یافته تا مطالعات آزمایشگاهی در مورد آن انجام پذیرد (Dunca و همکاران، ۲۰۰۷؛ American Public Health Association، ۱۹۹۸).



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 به‌میزان ۵۰۰ میکرولیتر (لاندا) رقت‌های متوالی ۱/۱، ۰/۱، ۰/۰۱، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۰۱ در سرم فیزیولوژی استریل تهیه شد. سپس ۱۰ میکرولیتر (۱۰۰ لاندا) از مخلوط بر روی محیط‌های کشت پخش و به‌روش کشت در سطح تکثیر شدند. تمام مراحل در کنار حرارت شعله و زیر هود میکروبی انجام شد. رقت‌های ۱۰^۴ و ۱۰^۵ برای کشت در محیط بلا‌آگار (شمارش کلی باکتری)، رقت‌های ۱۰^۲ و ۱۰^۳ بر روی محیط کشت مکانکی و بر روی محیط کشت مخصوص رشد باکتری‌های استافیلوکوک و استرپتوکوک هم مستقیماً ۱۰۰ لاندا نمونه آب اضافه گردید. پس از آن پلت‌های کشت داده شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ 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 ۱۰۰ ضرب و تعداد پرگنه باکتریایی در هر میلی‌لیتر آب محاسبه شد (شهرسواری پور و اسماعیلی‌ساری، ۱۳۹۰؛ Pote و همکاران، ۲۰۰۸؛ APHA، ۲۰۰۵).

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 آن‌گاه تجزیه واریانس ساده صورت پذیرفت. مقایسه بین میانگین تعداد هر یک از باکتری‌ها در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها به‌کمک آزمون kershal-wallis صورت پذیرفت.

نتایج

نتایج نشان داد که میانگین کل باکتری‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه از ۵/۰۲۹۴ تا ۷/۱۷۶۱ تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) در ایستگاه ۷ تا ۷/۱۷۶۱ تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) در ایستگاه ۲ نوسان داشت. ایستگاه ۳ (فاصله ۷۰ متری از قفس) با ۷/۸۴۶۲ تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) بیش‌ترین تعداد کلی باکتری و پس از آن ایستگاه ۲ (فاصله ۵۰ متری از قفس) با ۷/۱۷۶۱ تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) قرار دارد (شکل ۲).

میانگین کلی فرم در ایستگاه‌های مورد مطالعه نوسانات زیادی داشته و بیش‌ترین تعداد با ۷۴۸/۳ تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) در ایستگاه ۳ که با تمام ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار دارد (شکل ۳). هم‌چنین ایستگاه ۶ با ۷۷/۵ تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) به‌عنوان کم‌ترین تعداد با تمام ایستگاه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

میانگین *E.coli* در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داد بیش‌ترین تعداد باکتری *E.coli* در ایستگاه ۲ با ۶۳/۲۴۶ تعداد سلول زنده/میلی‌لیتر (واحد حجم) مشاهده شد. این باکتری در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و شهریور ماه در آب مشاهده شد و در سایر ماه‌ها وجود نداشت (شکل ۴).

میانگین باکتری استافیلوکوک در ایستگاه‌های مورد مطالعه بیان‌گر عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد. بیش‌ترین تعداد در ایستگاه ۳ مشاهده شد. این باکتری در ایستگاه‌های ۴ و ۵ و ۸ وجود نداشت ضمن این‌که حضور باکتری استافیلوکوکوس اورئوس در دریاچه کارون چهار منفی بود (شکل ۵).

میانگین به‌دست آمده از شاخص استرپتوکوک در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد. ایستگاه ۳ با ۱۰/۳۹۲ تعداد سلول زنده موجود/میلی‌لیتر (واحد حجم) دارای بیش‌ترین تعداد باکتری استرپتوکوک می‌باشد. شاخص استرپتوکوک در دریاچه کارون ۴ در ۶ ماه بهار و تابستان تنها در اردیبهشت ماه مشاهده شد (شکل ۶).

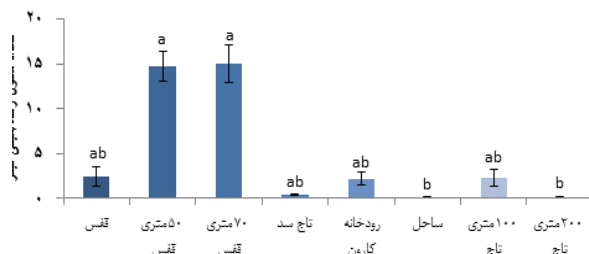
هم‌چنین نتایج نشان داد در طی دو فصل بهار و تابستان بیش‌ترین آلودگی در اطراف قفس به‌خصوص در فاصله ۷۰ متری قفس‌ها می‌باشد به‌طوری‌که با فاصله گرفتن از قفس بر میزان بار میکروبی آب افزوده می‌شود. بیش‌ترین تعداد باکتری‌ها به‌ترتیب در فاصله‌های نزدیک قفس (۵۰ متری و ۷۰ متری)، در داخل قفس و سپس فاصله‌های دور از قفس (تاج سد) مشاهده شد. به‌علاوه نتایج نشان داد میزان بار میکروبی در داخل قفس‌ها کم‌تر از فاصله‌های ۵۰ و ۷۰ متری از قفس می‌باشد. با فاصله گرفتن از قفس‌ها ابتدا میزان بار میکروبی آب افزایش می‌یابد به‌طوری‌که در فاصله ۵۰ متری و ۷۰ متری قفس‌ها بیش‌ترین تعداد باکتری مشاهده شد و در ادامه با افزایش فاصله از ایستگاه قفس از تعداد باکتری‌ها کاسته شد به‌طوری‌که تعداد باکتری‌ها در تاج سد (خروجی سد) کم‌تر از ایستگاه‌های داخل قفس و نزدیک قفس بود.

در طی مدت بررسی شاخص‌های باکتریایی مورد بررسی (به‌غیر از کلی‌فرم) به‌طور میانگین در فصل بهار بیش‌تر از فصل تابستان است به‌طوری‌که به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین

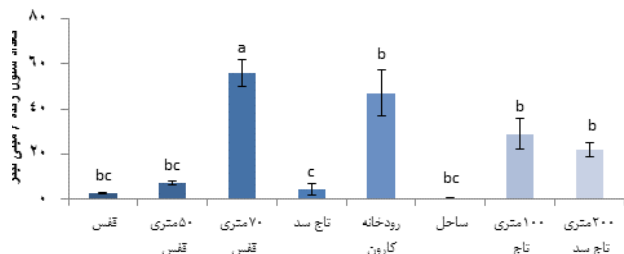


آلودگی میکروبی آب در اردیبهشت ماه و مرداد ماه مشاهده شد. لازم به ذکر است که بیشترین تعداد کلی فرم در اردیبهشت ماه

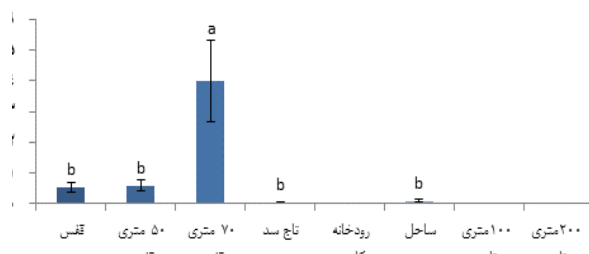
مشاهده شد ولی میانگین آن در فصل تابستان بیش تر از فصل بهار بود.



شکل ۲: تغییرات میانگین کل باکتری ها (Total count) در ایستگاه مورد مطالعه در فصول بهار و تابستان



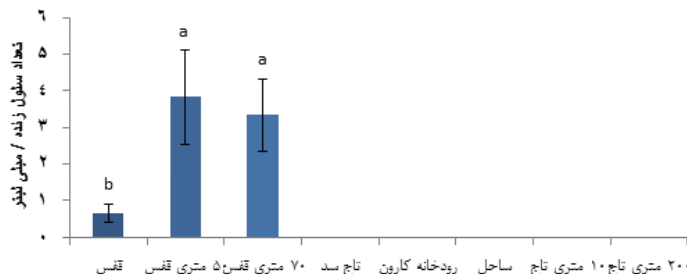
شکل ۳: تغییرات میانگین کلی فرم در ایستگاه های مورد مطالعه در فصول بهار و تابستان



شکل ۴: تغییرات میانگین E. coli در ایستگاه های مورد مطالعه در فصول بهار و تابستان



شکل ۵: تغییرات میانگین استافیلوکوکوس در ایستگاه های مورد مطالعه در فصول بهار و تابستان



شکل ۶: تغییرات میانگین استرپتوکوکوس در ایستگاه های مورد مطالعه در فصول بهار و تابستان

نتایج نشان داد در کل دوره مورد بررسی در ایستگاه های نزدیک قفس (۵۰ و ۷۰ متری) بیشترین تعداد باکتری ها وجود داشت اما این اختلاف تنها در مورد باکتری های کلی فرم و

استرپتوکوک معنی دار بود ($P < 0.01$) و در مورد سایر ایستگاه ها و باکتری ها تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.01$) (جدول ۱).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس ساده صفات بررسی شده در ایستگاه های مورد مطالعه

میانگین	منابع تغییرات			صفت
	تیمار	خطای نمونه	خطای آزمایشی	
	۷	۵	۳	
	میانگین مربعات			
Total count	۰/۷۹۱۷۷۵۹۶ ^{ns}	۰/۷۰۳۴۸۸۹۷	۰/۳۴۲۲۶۳۱۸	۶/۱۴۷۱۰۰
Coliform count	۲۹۰۱۷۸/۰۳۶**	۱۰۳۸۵/۰۹۶	۲۴۶۸۷/۰۵۶	۳۴۹/۴۵۶۳
E. coli	۵۵۰/۴۷۳۴۸۹ ^{ns}	۴۲/۸۶۳۲۱۹	۵۴۷/۳۸۰۸۸۴	۱۴/۱۳۴۶۶
Staphilococ	۱۶۶/۹۹۵۳۴۴ ^{ns}	۵۵۰/۹۲۰۷۲۰	۲۱۸/۸۶۹۲۱۰	۱۲۳/۷۴۷۶
Streptococ	۳۴/۰۱۷۱۷۰۹**	۸/۰۸۱۶۵۰۲	۱/۵۰۰۰۰۰۰	۲/۳۵۰۴۳۴

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪ ns غیر معنی دار



بحث

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 آلودگی‌های محیطی و انتقال مواد مدفوعی از طریق جویبارهای فصلی از ساحل به درون رودخانه، میزان آلودگی‌های میکروبی دریاچه در ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ نیز افزایش می‌یابد (American Public Health Association، ۱۹۹۸؛ Clark و همکاران، ۱۹۹۱).

به نظر می‌رسد استافیلوکوکوس‌ها به‌خصوص گونه *استافیلوکوکوس اورئوس* شاخص مفید برای تعیین کیفیت آب از منابع آبی می‌باشد (Gorlach-Lira و همکاران، ۲۰۱۳؛ Dunca و همکاران، ۲۰۰۷). بیش‌ترین تعداد استافیلوکوک‌ها در اردیبهشت ماه و در فاصله ۷۰ 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 (۲۰۰۸) 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 می‌تواند بر جمعیت باکتری‌ها موثر باشد (Waksman و Htchkiss، ۱۹۳۷).

تحقیق حاضر نشان داد آلودگی میکروبی آب علی‌رغم این‌که در موقعیت نزدیک قفس (۵۰ متری و ۷۰ 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 به‌خصوص نزدیک قفس‌ها و با توجه به 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

تحقیق حال حاضر نشان داد در طی دو فصل بهار و تابستان بیش‌ترین بار باکتریایی در اطراف قفس به‌خصوص در فاصله ۷۰ متری قفس‌ها می‌باشد. بیش‌ترین تعداد باکتری‌ها به‌ترتیب در فاصله‌های نزدیک قفس (۵۰ متری و ۷۰ متری)، در داخل قفس و سپس فاصله‌های دور از قفس (تاج سد) مشاهده شد. تحقیقات shakouri (۲۰۰۳) نشان داد تاثیر موضعی قفس‌های پرورش ماهی محدود به چند ده متر از قفس‌ها می‌باشد. نتایج تحقیقات gorlach-lira و همکاران (۲۰۱۳) و gondwe و همکاران (۲۰۱۱) مشابه نتایج تحقیق حال حاضر است.

وجود جریان مناسب آب و هم‌چنین ایجاد یک محیط قلیایی در قفس‌ها به‌دلیل وجود مواد دفعی ماهی (آمونیاک) سبب کاهش تعداد باکتری‌ها در محل قفس نسبت به فاصله‌های ۵۰ متری و ۷۰ متری از قفس می‌باشد. تحقیقات corlach-lira و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد pH و مواد غذایی ممکن است بر جمعیت باکتری‌ها موثر باشد.

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، ۲۰۰۲). نتایج تحقیقات Yang و همکاران (۲۰۰۲) 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 به‌خصوص در نزدیک قفس‌ها می‌شود. نتایج تحقیقات shakouri (۲۰۰۳) 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 کم‌ترین مقدار بود. با افزایش دما در مرداد ماه، ماهی‌ها از قفس‌ها صید و جمع‌آوری شد در نتیجه به‌دلیل 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، ۲۰۰۳). میانگین کل کلی‌فرم در فصل تابستان به نسبت بیش‌تر از فصل بهار مشاهده شد. تحقیقات An و همکاران (۲۰۰۲) نشان



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-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.
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. **Honarbaksh, 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

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 تبدلات آب در جاهایی که (سرعت جریان و اختلاط کم فیزیکی) نظیر خلیج‌ها با آب ساکن با توجه به فاصله از قفس تحت تاثیر قرار می‌گیرند. درحالی‌که در مناطق با شدت جریان بالا، مواد غذایی و ذرات جامد را به سرعت جایجا کرده و به مناطق پایین دست انتقال می‌دهد در نتیجه تاثیر اندکی را در منطقه وسیع به جای می‌گذارد. در این حالت پرورش در قفس به صورت منبع آلودگی مشخص در نمی‌آید و بنابراین اندازه‌گیری تاثیرات کمی آن مشکل است (ASI, ۱۹۹۹).

با توجه به ذخیره میلیاردها مترمکعب آب در پشت سد کارون ۴ و هم‌چنین تعویض ۴ مرتبه آب این دریاچه در سال محیط مناسبی برای رشد باکتری‌ها وجود ندارد و وجود این باکتری‌ها تاثیر اندکی را در منطقه وسیع دریاچه کارون به جای می‌گذارد.

منابع

۱. شیعتی، ک. و مکنون، ر.، ۱۳۸۳. بررسی و نقد جهانی گزارش کمیسیون جهانی سدها در خصوص اثرات زیست محیطی احداث سدهای بزرگ. تهران. کمیته ملی سدهای بزرگ ایران. ۴۶ صفحه.
۲. شهسواری پور، ن. و اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۹۰. بررسی آلودگی میکروبی رودخانه هراز و تعیین کاربری‌های مجاز آب رودخانه با توجه به استانداردهای جهانی. علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره ۱۳، شماره ۴، صفحات ۸۱ تا ۹۴.
۳. کریمی‌جشنی، ا. و چمانچی، م.، ۱۳۹۳. مقایسه اثرات مخرب زیست محیطی سدها با کاربرد ماتریس وتن وراثت. اولین کارگاه تخصصی سد و محیط زیست. صفحات ۵ تا ۴۶.
۴. نیک‌آئین، م.، پژوهان، ا.، جلالی، م. و حسن‌زاده، ف.، ۱۳۸۹. مقایسه روش سنجش آنزیمی با روش تخمیر چند لوله‌ای در ارزیابی میکروبی آب رودخانه کارون. آب و فاضلاب. دوره ۲۱، شماره ۷۵، صفحات ۵۸ تا ۶۳.
5. **American Public Health Association (APHA). 2005.** Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st Ed. Washington DC. 773 p



- 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 gastrointestinal tract of 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).

