تاثیر عوامل محیطی بر میزان موجودات نشست‌کننده زیستی در قفس‌های پرورش ماهیان در منطقه ایوشان خرم‌آباد

- **فاطمه رادفر**: گروه شیلات، دانشگده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
- **محسن صفائی***: گروه شیلات، دانشگده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
- **سعید گرگین**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **همیرا آگاه**: گروه زیست دریا، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، تهران، ایران
- **غلامرضا رفیعی**: گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۸

چکیده

موجودات نشست‌کننده زیستی دارای تنوع بالا و پراکنش جهانی و به‌طور پیوسته تحت تاثیر عوامل محیطی هستند و یکی از بزرگ‌ترین مشکلات جهانی در آبزی‌پروری ماهیان در قفس به‌شمار می‌روند. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر عوامل‌محیطی بر جمعیت موجودات نشست کننده زیستی در قفس‌های پرورش ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان سد ایوشان خرم آباد از زمستان ۱۳۹۵ الی پاییز ۱۳۹۶ انجام شد. نمونه‌ها، به‌منظور بررسی میزان زی‌توده و ترکیب گروه‌های موجودات نشست‌کننده زیستی، از پانل‌های توری (۰/۰۶۲۵ مترمربع) متصل شده به چهارچوب PVC، مستقر در عمق یک متری کنار قفس‌های پرورش ماهی جداسازی شدند و وزن تر اندازه‌گیری شد سپس با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر شناسایی گردید. در این مطالعه ۳ جنس از جلبک سبز و دیاتوم شناسایی شدند. براساس نتایج حاصل از تحلیل (DCA)، اکسیژن محلول، دما، اسیدیته، کدورت وهدایت الکتریکی، با جنس‌های *Naviculaceae* از دیاتوم‌ها و *Tetrasporaceae*، *Chlamydomonadaceae* ازجلبک‌های سبز همبستگی مثبتی را نشان دادند، اما براساس تحلیل همبستگی پیرسون دما و اسیدیته با وزن تر، درصد پوشش جلبکی و جنس‌های *Naviculaceae*، *Tetrasporaceae* درفصل تابستان همبستگی مثبت و معنی‌داری‌داشتند($p<0/05$). باتوجه به این‌که عوامل محیطی به‌خصوص دما و اسیدیته بر توسعه موجودات نشست‌کننده زیستی تاثیر داشتند بیش‌ترین کنترل بر قفس‌ها باید در زمان فصل تابستان با شستن تور هر ماه یک‌بار صورت بگیرد.

کلمات کلیدی: فولینگ، عوامل محیطی، قفس‌های پرورش ماهی، سد ایوشان خرم‌آباد

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: msn_safaie@yahoo.com

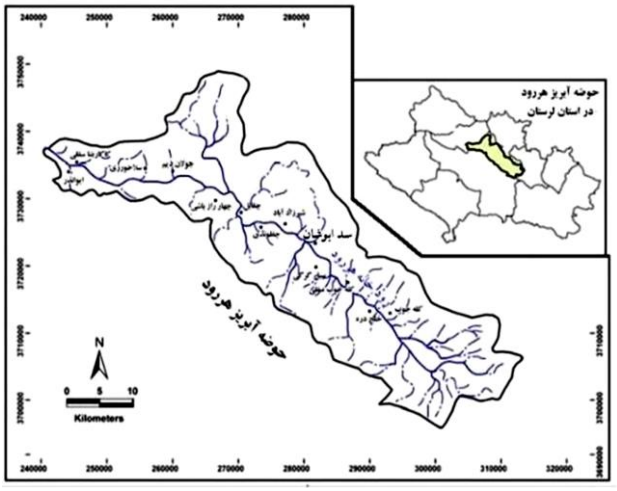
(DOI): 10.22034/aej.2020.120443

مقدمه

موجودات نشست‌کننده زیستی (Biofouling) یکی از بزرگ‌ترین مشکلات در آبزی‌پروری ماهیان در سراسر جهان به‌شمار می‌رود. موجودات نشست‌کننده زیستی شامل انواعی از موجودات کوچک از جمله گیاهان و جانوران هستند که بر سطوح اجسام در محیط‌های آبی استقرار می‌یابند (Mohamed، ۲۰۱۲). در گزارش FAO (۲۰۰۷) موجودات نشست‌کننده زیستی را اجتماعی از موجودات چسبنده و رشدکننده بر روی سطوح زیرآب، مثل بدنه کشتی، بندرگاه‌ها، تله‌های توری، قفس‌های توری و قایق‌ها تعریف شده است که تحت فرایند شناخته شده، کلونی‌هایی از موجودات دریایی بر سطوح غوطه‌ور در محیط‌های آبی تشکیل می‌گردد (Mohamed، ۲۰۱۲). رشد موجودات نشست‌کننده زیستی به‌وسیله عوامل فیزیکی مثل هیدرودینامیک آب، عوامل زیستی مانند ترشح مواد شیمیایی از موجودات، کنترل می‌شود. روند موجودات نشست‌کننده زیستی توالی از فرایندهاست که در آن ابتدا میکروارگانیزم‌ها مثل دیاتومه‌ها و سپس ماکرومولکول‌ها و باکتری‌ها کلونی تشکیل می‌دهند و درنهایت به‌دنبال آن لارو بی‌مهرگان، صدف‌ها و کرم‌ها استقرار می‌یابند (Svane و همکاران، ۲۰۰۶؛ Holmström و Kjelleberg، ۱۹۹۴). بیش از ۵ هزار گونه متنوع از موجودات نشست کننده زیستی در سراسر جهان گزارش شده است (Kassah، ۲۰۱۲). گسترش اجتماعات موجودات نشست‌کننده زیستی بر روی تورها می‌تواند گردش جریان آب در میان تور را کاهش دهد که در پی آن میزان اکسیژن، حذف مواد زائد و حساسیت ماهی پرورشی به بیماری تحت تاثیر قرار گیرد. انسداد و افزایش وزن تور، اثرات منفی بر ساختار و ثبات قفس دارد (Bloecher و همکاران، ۲۰۱۳). شرایط محیطی از عوامل تاثیرگذار بر آبزیان می‌باشد تغییرات آب و هوایی، بر تمامی مراحل زندگی موجودات زنده اثر می‌گذارد (Tian و همکاران، ۲۰۰۸؛ Stenseth و همکاران، ۲۰۰۴). اثرات تغییرات آب و هوایی می‌تواند اثری مستقیم داشته باشد نظیر دما و پدیده‌های وابسته به آن که مستقیماً بر حضور و پراکنش آبزیان اثر می‌گذارد (Pondella و همکاران، ۲۰۰۲). شرایط محیطی در محل پرورش آبزیان در قفس به‌سرعت در حال تغییر یا به‌عبارتی در حال کاهش یا افزایش برخی فاکتورها است که باعث ایجاد استرس در پرورش آبزیان می‌گردد (Dubost و همکاران، ۱۹۹۶). بررسی‌های بسیاری در ارتباط با میزان موجودات نشست‌کننده زیستی و موجودات آن در محیط‌های دریایی در قسمت‌های بسیار مختلف جهان انجام شده است (Braithwaite و همکاران، ۲۰۰۷؛ Lovegrove، ۱۹۷۹). اما مطالعات کمی در ارتباط با موجودات نشست‌کننده زیستی آب‌های شیرین و شور در ایران انجام شده است و هم‌چنین با توجه به اهمیت فراوان پرورش ماهی در قفس و نوپا بودن این صنعت در ایران، در این بررسی اقدام به رفع یکی از مشکلات این صنعت شده است. هدف از این بررسی شناسایی موجودات نشست‌کننده زیستی منطقه و مشخص کردن متغیر محیطی تاثیرگذار در توسعه موجودات نشست کننده زیستی است.

مواد و روش‌ها

محل نمونه‌برداری: این تحقیق از زمستان ۱۳۹۵ الی پاییز ۱۳۹۶ در ۴ دوره سه ماهه در سد ایوشان خرم‌آباد استان لرستان با طول و عرض جغرافیایی به‌ترتیب "۰۴ '۴۹ °۴۸ و "۲۷ '۲۸ °۳۳ انجام شد. سد ایوشان در ۵۷ کیلومتری خرم‌آباد واقع شده است از نوع خاکی سنگریزه‌ای با هسته ناتراوای رسی با مساحت حدود ۱۲۰ کیلومتر مربع، ارتفاع سد حدود ۷۲ متر، عرض تاج آن ۸ متر، طول تاج آن ۶۷۶ متر و حجم مخزن ۵۲ میلیون متر مکعب است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت سد ایوشان خرم‌آباد

تهیه بافته توری: به‌منظور تهیه بافته‌های توری مورد آزمایش، پانل توری به ابعاد ۲۵ سانتی‌متر در ۲۵ سانتی‌متر (مساحت ۰/۰۶۲۵ مترمربع) با جنس مولتی‌فیلامنت پلی‌آمید با شماره نخ ۲۱۰ D/۴۰ و اندازه چشمه ۱ سانتی‌متر (گره تا گره مجاور) تهیه شد (Kassah، ۲۰۱۲). پانل‌های توری متصل به یک چارچوب به‌کمک طناب نایلونی به بویه‌های قفس متصل شدند و وزنه آهنی ۵ کیلوگرمی به چارچوب PVC وصل شد و این چارچوب به‌منظور نمونه‌برداری آسان‌تر از پانل‌های

(DOI): 10.22034/aej.2020.120443

توری، در قسمت بیرونی قفس نصب شدند (Kassah، ۲۰۱۲).

برآورد میزان فولینگ در قفس‌ها و نحوه محاسبه آن: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از قبیل pH، اکسیژن محلول و دما، هدایت الکتریکی توسط دستگاه پرتابل (HQ40D) و کدورت توسط کدورت سنج (TUB-۴۳۰) اندازه‌گیری شد. تمام این اندازه‌گیری‌ها به‌صورت ماهانه، از سطح آب و در وسط روز انجام شد. پس از گذشت سه ماه پانل‌های توری جدید جایگزین شد و پانل‌های توری از آب برداشته شدند، درون ظرف‌های ۰/۵ لیتری که دو سوم آن با آب محل مورد نظر پر شده است، قرار گرفتند و به آزمایشگاه جانورشناسی دانشگاه علوم پزشکی لرستان انتقال داده شد. ابتدا از نمونه تورها در زمینه سفید عکس‌برداری شد و سپس به‌منظور بررسی میزان زی‌توده و ترکیب گروه‌های موجودات نشست‌کننده زیستی، آبزیان نشست‌کننده زیستی موجود در هر پانل توری جداسازی در مرحله بعد وزن تر (خیس) توسط ترازو با دقت ۰/۰۱ وزن شد. سپس در آزمایشگاه با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر (Krammer و Lange Bertalote، ۲۰۰۴؛ Sonneman و همکاران، ۱۹۹۷؛ John و همکاران، ۲۰۰۲) موجودات نشست‌کننده زیستی توسط میکروسکوپ اینورت مورد بررسی کیفی و کمی قرار گرفتند (Kassah، ۲۰۱۲). با استفاده از دوربین ۱۳ مگاپیکسلی از نمونه‌ها بر زمینه سفید عکس گرفته شد و در نرم‌افزار Image J 1.50e بارگذاری گردید (http://imagej.nih.gov.ij)، میزان بازشدگی چشمه اندازه‌گیری گردید و برای محاسبه درصد انسداد چشمه از رابطه ۱ استفاده شد (Braithwaite و همکاران، ۲۰۰۷):

$$PNO = 1 - \frac{PNA\ day\ n}{PNA\ day\ 0}$$

رابطه ۱:

PNO: درصد انسداد چشمه (درصد پوشش جلبک)، PNA day n: درصد بازشدگی چشمه در روز nام، PNA day 0: درصد بازشدگی چشمه در روز اول، قبل از فروبردن در آب

و برای محاسبه شاخص تنوع شانون (H) از رابطه ۲ استفاده گردید:

$$H = \sum_{i=1}^{s} \left(\frac{n_i}{N}\right)\left(log_2 \frac{n_i}{N}\right)$$

رابطه ۲:

که در آن N: تعداد کل افراد در واحد نمونه‌گیری، ni: تعداد افراد خانواده iام در واحد نمونه‌گیری است.

تجزیه تحلیل داده‌ها: برای تعیین عوامل محیطی مؤثر بر میزان موجودات نشست‌کننده زیستی، شاخص شانون (H) و درصد پوشش جلبکی مورد مطالعه، ماتریس اطلاعات خصوصیات محیطی و گونه‌ای تهیه و با استفاده از نرم‌افزار CANOCO پس از این‌که طول گرادیان و نوع روش رج‌بندی حاصل از آن به‌دست آمد و با درنظر گرفتن این‌که اندازه طول گرادیان محاسبه شده کم‌تر از ۳ حاصل شد، از روش آنالیز رج‌بندی متعارف (RDA) جهت بررسی روابط بین داده‌های میزان موجودات نشست‌کننده زیستی و عوامل محیطی استفاده شد. نتایج حاصل از مقادیر ویژه به همراه طول گرادیان محیطی به‌دست آمده در جدول ۱ آورده شده است. کاهش متوالی مقادیر ویژه نشان داد که داده‌های مربوط به میزان موجودات نشست‌کننده زیستی و عوامل محیطی به‌درستی سازماندهی شده‌اند (Ter Braak، ۱۹۹۸). نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف تعیین و هرجا نیاز بود از تبدیل لگاریتمی در پایه ۱۰ برای نرمال‌سازی داده‌ها و تحقق فرضیات استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Spss و انجام DCA،RDA از نرم‌افزار CANOCO و افزونه‌های آن استفاده گردید (Ter Braak و Smilauer، ۱۹۹۸).

جدول ۱: آمار رسته‌بندی RDA به‌همراه طول گرادیان‌های محیطی به‌دست آمده از تجزیه DCA

فصل	محور	اول	دوم	سوم
بهار	طول گرادیان محیطی DCA	۰/۰۰۶	–	–
	مقادیر ویژه RDA	۱	–	–
	واریانس توجیه شده	۱۰۰	۱۰۰	–
	همبستگی پیرسون (محیط-گونه)	۱	۰/۹۹۷	–
تابستان	طول گرادیان محیطی DCA	۰/۰۱۲	۰/۰۰۶	–
	مقادیر ویژه RDA	۱	–	–
	واریانس توجیه شده	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
	همبستگی پیرسون (محیط-گونه)	۱	۱	۱
پاییز	طول گرادیان محیطی DCA	۰/۰۵۴	–	–
	مقادیر ویژه RDA	۰/۹۹۹	۰/۰۰۱	–
	واریانس توجیه شده	۹۹/۹	۱۰۰	–
	همبستگی پیرسون (محیط-گونه)	۱	۱	–
زمستان	طول گرادیان محیطی DCA	۰/۱۲۵	–	–
	مقادیر ویژه RDA	۰/۹۹۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳
	واریانس توجیه شده	۹۹/۳	۹۹/۷	۱۰۰
	همبستگی پیرسون (محیط-گونه)	۱	۱	۱

*علامت – به‌معنی صفر (۰/۰۰۰) در جدول می‌باشد.

نتایج

نتایج این تحقیق نشان داد که موجودات نشست‌کننده زیستی موجود بر روی قفس‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در منطقه ایوشان خرم‌آباد متعلق به خانواده جلبک سبز و دیاتوم بودند. بررسی‌های

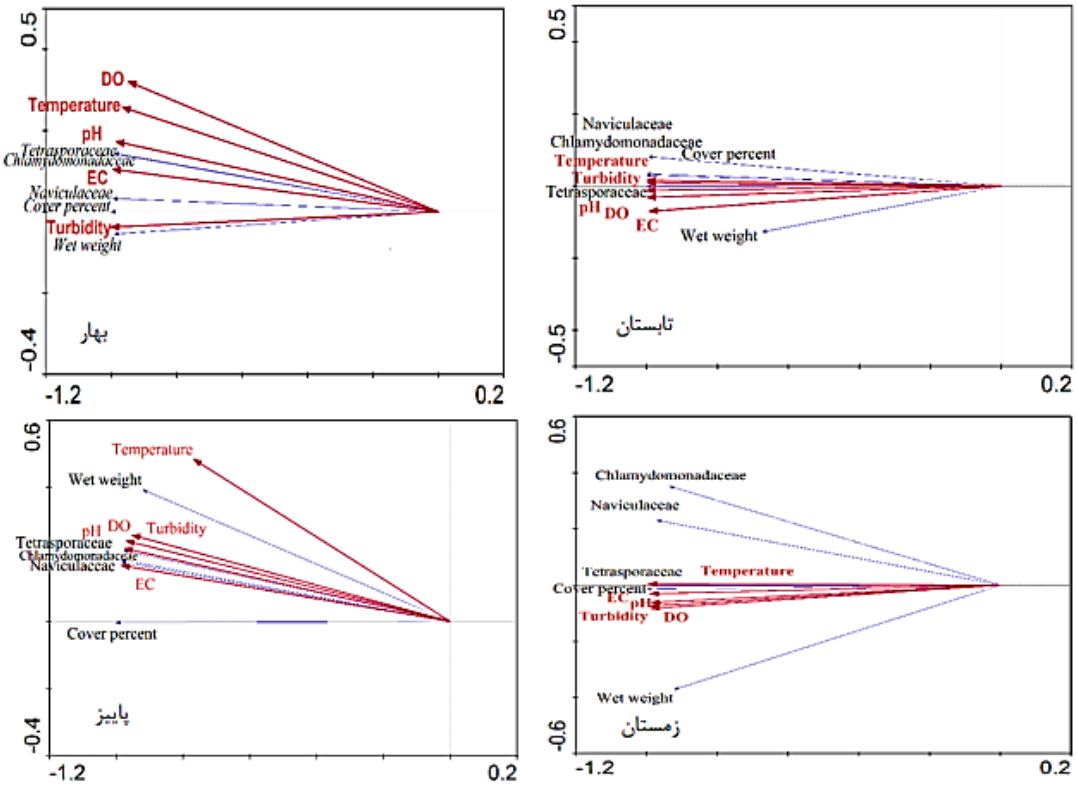
(DOI): 10.22034/aej.2020.120443

دقیق‌تر نشان داد که از خانواده دیاتومه‌ها *Naviculaceae*، و از جلبک سبز (*Chlamydomonadaceae* ،*Tetrasporaceae*) شناسایی گردید با توجه به جدول ۲ درصد فراوانی جلبک‌ها در فصل تابستان از سایر فصول بیش‌تر بود. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان جلبک شناسایی شده به‌ترتیب مربوط به جلبک سبز *Tetrasporaceae*(۸۲/۲۴۲ درصد) در فصل تابستان و دیاتوم *Naviculaceae* (۲/۱۹۴ درصد) می‌باشد. نتایج رسته‌بندی مستقیم RDA نشان داد که محورهای اول و دوم به‌ترتیب در فصل‌های بهار (۱۰۰ و ۱۰۰ درصد) و پاییز (۹۹/۹ و ۱۰۰) درصد، و هم‌چنین محورهای اول، دوم و سوم به‌ترتیب در فصل‌های تابستان (۱۰۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد) و زمستان (۹۹/۳، ۹۹/۷ و ۱۰۰) درصد تغییرات میزان موجودات نشست‌کننده زیستی، شاخص تنوع شانون و درصد پوشش جلبکی را توجیه می‌کنند.

جدول ۱: درصد فراوانی خانواده‌های شناسایی شده، میانگین وزن تر و درصد جلبکی± انحراف از معیار

متغیرها	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
(٪) *Naviculaceae*	۲/۰±۶۱۹/۳۰۴	۲/۰±۷۲۳/۶۲۱	۲/۰±۲۷۵/۴۶۰	۲/۰±۱۹۴/۵۲۹
(٪) *Tetrasporaceae*	۸۰/۱±۰۷۹/۴۵۱	۸۲/۰±۲۴۲/۷۳۷۸	۷۸/۰±۷۶۳/۲۱۳	۷۷/۱±۵۹۸/۰۱۲
(٪) *Chlamydomonadaceae*	۱۷/۱±۳۰۱/۳۴۵	۱۵/۰±۰۳۳/۲۹۸	۱۸/۰±۹۶۱/۸۲۰	۲۰/۴±۲۰۷/۴۱۷
وزن تر (گرم بر مترمربع)	۵۲۱/۶۵±۲۲/۹	۶۹۴/۷۶±۹۳/۲۳	۳۶۳/۴۳±۵۷/۱۹	۹۱/۲۵±۷/۰۱
درصد پوشش جلبکی (٪)	۲۴/۱±۶۶۷/۵۲۷	۶۴/۲±۶۵۷/۶۹۸	۳/۰±۰۶۶۷/۴۰۴	۰/۰±۹۲۱/۱۶۵

همبستگی بین عوامل محیطی در ۱ محور RDA بالاست. این نتایج بیان‌کننده همبستگی بسیار قوی بین میزان موجودات نشست کننده زیستی و عوامل محیطی اندازه‌گیری شده است. از همبستگی بین عوامل محیطی با محور اول RDA در جدول ۳ آمده است، که عوامل محیطی اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، اسیدیته، کدورت و دما در چهار فصل مورد مطالعه همبستگی بسیار قوی و منفی با محور اول دارند. این حقیقت به شکل واضح‌تری در نمودارهای رسته بندی RDA نشان داده شده است (شکل ۲).



شکل ۲: نمودار رسته‌بندی RDA میزان موجودات نشست‌کننده زیستی (فلش‌های مشکی) و عوامل محیطی(فلش‌های قرمز)

(DOI): 10.22034/aej.2020.120443

جدول ۳: ضرایب همبستگی بین متغیرهای محیطی و محورهای رسته‌بندی RDA

فصل	عامل	محور اول	محور دوم	محور سوم
بهار	DO	-۰/۹۴۶۹	۰/۳۱۹۹	۰
	EC	-۰/۹۹۴۳	۰/۱۰۴۶	۰
	pH	-۰/۹۸۴۸	۰/۱۷۲۳	-۰/۰۰۰۶
	کدورت	-۰/۹۹۹۱	-۰/۰۳۷۷	۰/۰۰۰۹
	دما	-۰/۹۶۶۱	۰/۲۵۶۷	۰/۰۰۰۱
تابستان	DO	-۰/۹۹۸۴	-۰/۰۳۱۴	۰/۰۴۶۱
	EC	-۰/۹۹۲۷	-۰/۰۶۹۹	-۰/۰۹۸۷
	pH	-۰/۹۹۹۹	-۰/۰۱۲۴	-۰/۰۰۲۱
	کدورت	-۰/۹۹۷۴	۰/۰۰۸۰	-۰/۰۷۱۵
	دما	-۰/۹۹۹۱	۰/۰۱۶۱	۰/۰۳۹۸
پاییز	DO	-۰/۹۶۹۹	۰/۲۴۰۱	۰
	EC	-۰/۹۸۴۹	۰/۱۶۷۷	۰
	pH	-۰/۹۷۵۶	۰/۲۱۷۶	۰
	کدورت	-۰/۹۵۳۰	۰/۲۵۷۸	۰
	دما	-۰/۷۶۸۱	۰/۴۸۳۱	۰
زمستان	DO	-۰/۹۸۸۴	-۰/۰۷۴۰	-۰/۱۳۲۳
	EC	-۰/۹۹۱۱	-۰/۰۳۰۶	-۰/۱۲۹
	pH	-۰/۹۹۱۱	-۰/۰۶۲۲	-۰/۱۴۸۶
	کدورت	-۰/۹۸۷۵	-۰/۰۸۲۹	-۰/۱۳۳۸
	دما	-۰/۹۹۵۴	۰/۰۰۴۲	-۰/۰۹۵۷

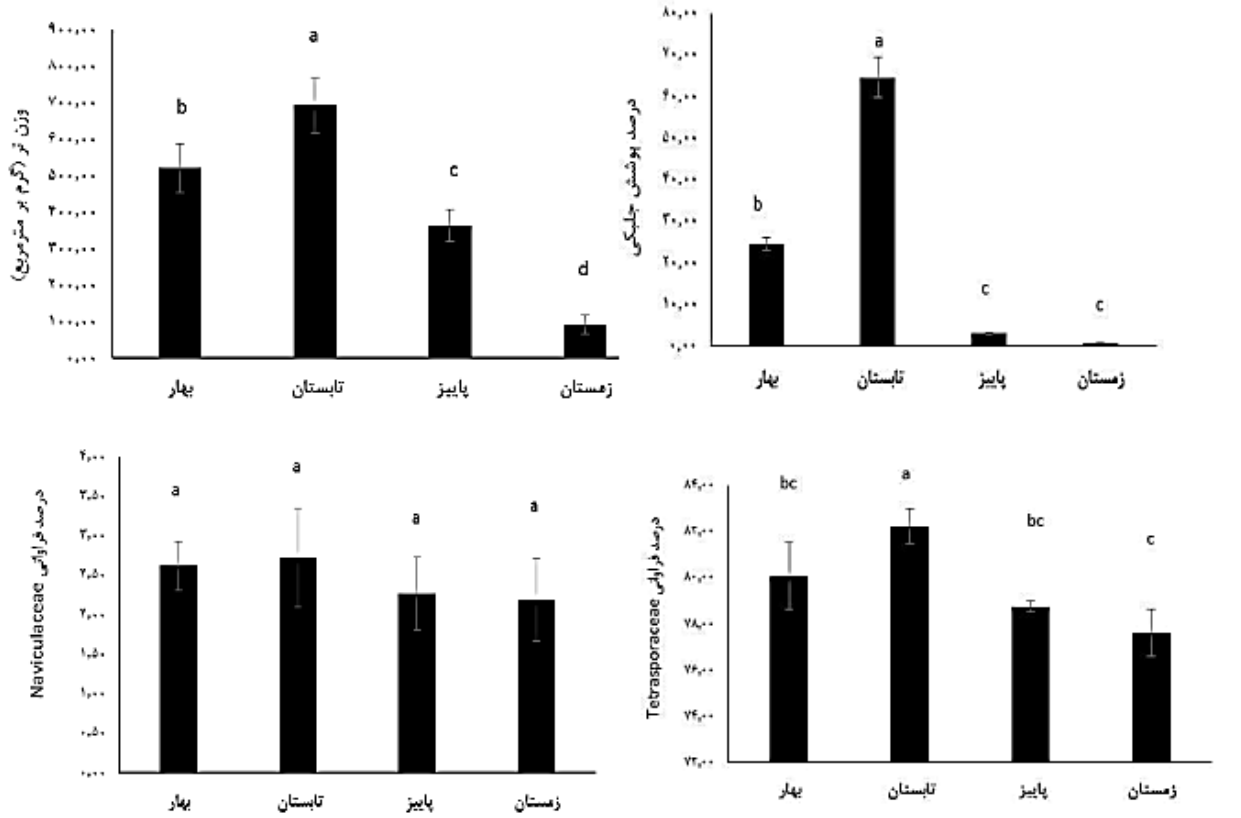
در نمودار حاصل از رسته‌بندی RDA، پارامترهای موجودات نشست‌کننده زیستی و متغیرهای محیطی توسط پیکان‌هایی نشان داده شده‌اند (شکل۲). نوک پیکان جهت حداکثر تغییرات و طول آن‌ها بیانگر میزان تغییرات است. همه عوامل محیطی داری طول پیکان‌های بزرگ‌تری هستندوهمبستگی‌بیش‌تری‌با پارامترهای‌موجودات نشست کننده زیستی دارند و تاثیر بیش‌تری بر تغییرات آن‌ها می‌گذارند. به عبارتی دیگر پنج فاکتور محیطی اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، اسیدیته، کدورت و دما از فاکتورهای بسیار موثر در تغییرات میزان موجودات نشست‌کننده زیستی و شاخص تنوع شانون و درصد پوشش جلبکی هستند هم‌چنین نتایج حاصل از همبستگی پیرسون جدول ۴ بیان‌کننده این است که همبستگی قوی بین عوامل محیطی و فاکتورهای موجودات نشست‌کننده زیستی وجود دارد اما از بین عوامل محیطی مورد بررسی اسیدیته و دما از جمله فاکتورهای موثر بر درصد فراوانی خانواده‌های *Naviculaceae* و *Tetrasporaceae*، وزن تر و درصد پوشش جلبکی می‌باشد (P<۰/۰۵). به منظور درک بهتر اثرگذاری این عوامل نمودارهای مربوط به آن‌ها ترسیم گردید (شکل ۳ و ۴). با توجه شکل ۳ مشاهده می‌گردد که میزان وزن تر، درصد پوشش جلبکی،درصد فراوانی *Naviculaceae* و *Tetrasporaceae* در فصل‌تابستان به‌صورت معنی‌دار بیش‌تر از سایر فصول است‌و هم‌چنین با توجه به شکل ۴ میزان دما و اسیدیته در فصل تابستان بیش‌تر از سایر فصل‌ها بود.

جدول ۴: همبستگی بین عوامل محیطی و میزان موجودات نشست‌کننده زیستی (درصد فراوانی خانواده‌های شناسایی شده، وزن تر و درصد پوشش جلبکی) قفس‌های پرورش ماهی سد ایوشان خرم‌آباد

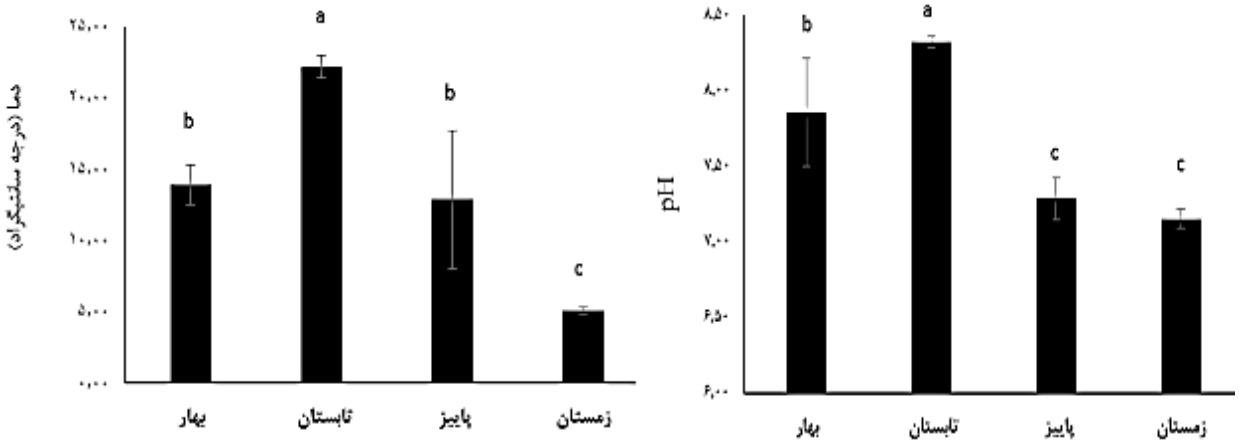
عامل	DO	EC	pH	کدورت	دما	*Naviculaceae*	*Tetrasporaceae*	*Chlamydomonadaceae*	وزن تر	درصد پوشش جلبکی
DO	۱	-۰/۹۸۱*	۰/۸۴۴	۰/۰۲۳	۰/۷۸۹	۰/۷۹۷	۰/۸۶۰	۰/۶۶۱	۰/۸۱۸	۰/۶۹۹
EC		۱	-۰/۷۷۸	۰/۱۶۶	-۰/۶۶۳	-۰/۷۰۳	-۰/۷۶۹	-۰/۵۴۵	-۰/۷۲۰	-۰/۶۱۰
pH			۱	۰/۳۵۱	۰/۹۱۱	۰/۹۸۷*	۰/۹۸۱*	۰/۹۴۳	۰/۹۸۱*	۰/۹۷۲*
کدورت				۱	۰/۶۲۳	۰/۴۶۹	۰/۴۵۸	۰/۶۳۰	۰/۵۰۶	۰/۵۰۴
دما					۱	۰/۹۵۷*	۰/۹۷۲*	۰/۹۴۰	۰/۹۷۳*	۰/۹۶۳*
Naviculaceae						۱	۰/۹۹۱**	۰/۹۷۹*	۰/۹۹۸**	۰/۹۸۴*
Tetrasporaceae							۱	۰/۹۵۰*	۰/۹۹۷**	۰/۹۵۲*
Chlamydomonadaceae								۱	۰/۹۷۲*	۰/۹۸۷*
وزن تر									۱	۰/۹۷۰*
درصد پوشش جلبکی										۱

* نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد.

(DOI): 10.22034/aej.2020.120443



شکل ۳: تغییرات فصلی وزن تر موجودات نشست‌کننده زیستی، درصد پوشش جلبکی، درصد فراوانی *Tetrasporaceae* و *Naviculaceae*



شکل ۴: تغییرات عوامل محیطی مؤثر در محل قفس‌های پرورش قزل‌آلای رنگین کمان سد ایوشان خرم‌آباد

بحث

بر اساس مطالعات Cheah و Chua (۱۹۷۹) گسترش موجودات نشست‌کننده زیستی بر تورهای شاهد در مدت کوتاه ۱ الی ۲ هفته بعد از قرار گرفتن تور در آب صورت گرفته است. در بررسی Hodson و همکاران (۱۹۹۵) درصد بازشدگی چشمه تور به‌دلیل نشست موجودات نشست‌کننده زیستی به‌مدت ۷ روز به‌میزان ۳۷ درصد کاهش داشت،

(DOI): 10.22034/aej.2020.120443

در این بررسی در بازه‌های زمانی ۹۰ روز در فصول بهار و تابستان میزان مشابهی از درصد پوشش جلبکی (درصد باز شدگی چشمه) موجودات نشست‌کننده زیستی اندازه‌گیری شد. گسترش موجودات نشست‌کننده زیستی در فصل بهار و تابستان بسیار افزایش داشت که در این زمان از سال معمول است، در بررسی Dubost و همکاران (۱۹۹۶)افزایش میزان موجودات‌نشست‌کننده زیستی‌در فصل‌تابستان گزارش شد که به عوامل محیطی مثل دما، گونه موجود در آب، حضور مواد مغذی، گردش آب و مدت غوطه‌وری بستگی دارد. وزن تر همراه با درصد پوشش جلبکی به‌دلیل تاثیر بر جریان آب و سلامت آبزیان در قفس یکی از مهم‌ترین عواملی است که با بررسی تصاویر آنالیز شده در نرم‌افزار Image J مشخص شد که تفاوت‌های اندازه‌گیری شده در درصد پوشش جلبکی ناشی از حضور جلبک‌های سبز و دیاتوم‌هاست که در اثر روشنایی بیش‌تر در آب‌های سطحی اتفاق افتاده است نور منبع انرژی رشد را فراهم کرده و برای موفقیت در تولید توده زیست جلبکی کاملاً ضروریست (Isik و همکاران، ۲۰۰۶؛ Meseck و همکاران، ۲۰۰۵). مقدار وزن تر در بررسی Dubost و همکاران (۱۹۹۶) در مدت ۲۱ روز به‌میزان ۱/۴ کیلوگرم بر مترمربع، در تحقیق Cronin و همکاران(۱۹۹۹)مقدار ۲/۲ کیلوگرم بر مترمربع، Lee و همکاران (۱۹۸۵) مقدار ۴/۵ کیلوگرم بر مترمربع، Cheah و Chua (۱۹۷۹) به‌ترتیب مقدار ۱۷۰ و ۳۹۹ گرم بر مترمربع بعد از ۲ و ۴ ماه و در بررسی Hodson و همکاران (۲۰۰۰) مقدار ۷/۸ کیلوگرم بر مترمربع ثبت گردیده است در این بررسی میزان وزن تر در فصل تابستان به‌میزان ۶۹۴/۹۴ گرم بر مترمربع ثبت شده که مشابه بررسی‌های دیگران می‌باشد. در این بررسی دو گروه جلبک شناسایی شد که مشابه با بررسی Cronin و همکاران (۱۹۹۹) می باشد. یکی از عوامل محیطی مؤثر برعملکرد جلبک‌ها درجه حرارت آب به‌عنوان فاکتور کلیدی است زیرا میزان پایه و معمول تمام واکنش‌های شیمیایی در سلول‌های جلبکی در کنترل آن می‌باشد. هم‌چنین دما از عواملی است که بر میزان رشد جلبک، اندازه سلول، ترکیب بیوشیمیایی و نیازهای غذایی جلبک تاثیر می‌گذارد (Richmond، ۱۹۸۶؛ Juneja و همکاران، ۲۰۱۳) اسیدیته قلیایی در فصل تابستان نشان‌دهنده قلیایی بودن خاک و اراضی اطراف و وجود مقادیر بالای کربن معدنی و تغییر آن به‌سوی مقادیر بالاتر در ماه‌های گرم سال، بیانگر فعالیت‌های فتوسنتزی گیاهان آبزی و فیتوپلانکتون‌هاست (Wetzel، ۲۰۰۱). Stevenson (۱۹۹۷) بیان کرد اسیدیته به‌طور مستقیم بر حضور جنس‌ها دیاتومه و در نتیجه ساختار جمعیت آن‌ها مؤثر است. در این بررسی دما و اسیدیته مهم‌ترین فاکتورهایی که بر فراوانی موجودات نشست‌کننده زیستی اثر داشت که با افزایش دما و اسیدیته در تابستان افزایش فراوانی موجودات نشست‌کننده زیستی مشاهده می‌شود که به‌دلیل افزایش سوخت وساز و رشد در برابر افزایش دما می‌باشد. Kagalou (۲۰۰۱) بیان نمودند در ماه‌های سرد سال با توجه به دمای پایین آب و رابطه مثبت میان فراوانی جلبک سبز و دما، تراکم پایینی از این شاخه دیده شده است. در بررسی شریفی‌نیا و همکاران (۱۳۹۱) اسیدیته و دما رابطه مستقیم با فراوانی دیاتومه داشتند و هم‌چنین در بررسی وحیدی و همکاران (۱۳۸۹) بیان داشتند همبستگی مثبت بین دما و اسیدیته با فراوانی جلبک سبز وجود دارد که همگی موید بررسی حاضر می‌باشد. در کل وجود موجودات نشست‌کننده زیستی بر قفس‌های پرورش آبزیان باعث افزایش حساسیت ماهی پرورشی به بیماری، انسداد چشمه‌ها و افزایش وزن تور، اثرات منفی بر ساختار و ثبات قفس می‌گردد (Moring و Moring، ۱۹۷۵؛ Huse و همکاران، ۱۹۹۰) در بررسی Dubost و همکاران(۱۹۹۶) در دریاچه Lindre که مقدار کمی موجودات نشست‌کننده زیستی وجود داشت بیان کردند شستن و تعویض تور در طول دوره پرورش آبزیان بین ژون و اکتبر ضروری‌نیست درحالی‌که در دریاچه Mirgenbach به‌دلیل مقدار بالای موجودات نشست‌کننده زیستی نیاز به تعویض تور یا شستن آن هر ماه یک‌بار در فصل تابستان و یک‌بار در ۳ ماه زمستان ضرورت دارد که در بررسی حاضر نیز با توجه به درصد پوشش جلبکی بالا در فصل تابستان و پس از آن بهار نیاز به شستن تور هر ماه یک‌بار در فصل تابستان، بهار و یک‌بار در ۳ ماه زمستان، پاییز می‌باشد. با توجه به این‌که عوامل محیطی به‌خصوص دما بر توسعه موجودات‌نشست‌کننده زیستی تاثیر دارند که در این بررسی بیش‌ترین کنترل بر قفس‌ها باید در زمان فصل تابستان و پس از آن بهار صورت بگیرد. تعویض تور و شستن آن روش‌هایی هستند که بر سودآوری مزارع پرورش ماهی تاثیر منفی می‌گذارند شستن تور روشی پر هزینه و زمان‌بر است و مستلزم تحمیل گرسنگی بر ماهی و در نتیجه افزایش استرس بر ماهی است. یافتن روش‌هایی برای کاهش میزان موجودات نشست‌کننده زیستی و یا به تاخیر انداختن حضور و رشد آن‌ها در ادوات توری ضمن کاهش بیش‌تر در هزینه‌های مبارزه با این پدیده، از موضوعات بررسی‌های آینده می‌باشد.بنابراین استفاده از پوشش‌های نانو و زیستی می‌تواند موضوع تحقیقات آینده باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از آقای مهندس بیرانوند رئیس اداره کل شیلات استان لرستان،مهندس ساکی کارشناس پرورش در قفس اداره شیلات

(DOI): 10.22034/aej.2020.120443

استان لرستان، کارشناس آزمایشگاه جانورشناسی دانشگاه علوم پزشکی لرستان و آقای محمد دارابی مسئول قفس‌های پرورش ماهی سد ایوشان به‌خاطر همکاری و ارائه نظرات سودمند در این پژوهش تشکر و قدردانی دارد.

منابع

۱. **رسولی، ع.ا.؛ بابائیان، ا.؛ قائمی، ه. و زوار‌رضا، پ.، ۱۳۹۰.** ارتباط بین بارش‌های فصلی ایران و دمای پهنه‌های آبی منطقه‌ای. پژوهش‌های اقلیم‌شناسی. صفحات ۷۲ تا ۹۰.

۲. **شریفی‌نیا، م.؛ ایمانپورنمین، ج. و رمضانپور، ز.، ۲۰۱۲.** کاربرد تکنیک رسته‌بندی در بررسی جمعیت دیاتومه‌ها و ارتباط آن‌ها با عوامل محیطی (مطالعه موردی: رودخانه ماسوله رودخان). زیست شناسی میکروارگانیسم‌ها. دوره ۱، شماره ۱، صفحات ۱۱ تا ۲۲.

۳. **وحیدی، ف.؛ موسوی‌ندوشن، ر.؛ فاطمی، م.ر.؛ جمیلی، ش. و خم‌خاجی، ن.، ۲۰۱۰.** بررسی ساختار جمعیت جلبک‌های سبز و سیانوباکترهای دریاچهٔ ولشت. زیست‌شناسی کاربردی. دوره ۲۳، شماره ۱، صفحات ۶۰ تا ۷۱.

۴. **Bloecher, N.; Olsen, Y. and Guenther, J., 2013.** Variability of biofouling communities on fish cage nets: A 1-year field study at a Norwegian salmon farm. Aquaculture. Vol. 416, pp: 302-309.

۵. **Braithwaite, R.A.; Carracosa, M.C. and McEvoy, L.A., 2007**. Biofouling of salmon cage netting and the efficacy of a typical copper-based antifoulant. Aquaculture. Vol. 262, pp: 219-226.

۶. **Cheah, S.H. and Chua, T.E., 1979.** A preliminary study of the tropical marine fouling organisms on floating net cages. Malay. Nat. J. Vol. 33, pp: 39-48.

۷. **Cronin, E.R.; Cheshire, A.C.; Clarke, S.M. and Melville, A.J., 1999.** An investigation into the composition, biomass and oxygen budget of the fouling community on a tuna aquaculture farm. Biofouling. Vol. 13, pp: 279-299.

۸. **Dubost, N.; Masson, G. and Moreteau, J.C., 1996.** Temperate freshwater fouling on floating net cages: method of evaluation, model and composition. Aquaculture. Vol. 143, pp: 303-318.

۹. **Hodson, S.L.; Burke, C.M. and Lewis, T.E., 1995.** In situ quantification of fish-cage fouling by underwater photography and image analysis. Biofouling. Vol. 9, pp: 145-151.

۱۰. **Hodson, S.L.; Burke, C.M. and Bissett, A.P., 2000.** Biofouling of fish cage netting: the efficacy of a silicone coating and the effect of netting colour. Aquaculture. Vol. 184, pp: 277-290.

۱۱. **Holmström, C. and Kjelleberg, S., 1994.** The effect of external biological factors on settlement of marine invertebrate and new antifouling technology. Biofouling. Vol. 8, No. 2, pp: 147-160.

۱۲. **Huse, I.; Bjordal, A.; Femo, A. and Furcvik, D., 1990.** The effect of shading in pen rearing of Atlantic samon (*Salmo salar*). Aquacult. Eng. Vol. 9, pp: 235-344.

۱۳. **Isik, O.; Hizaric, L.; Sayin, S.; Gokpinar, S. and Durmaz, Y., 2006.** The effect of the environmental factors on the vitamin C (ascorbic acid), E (alpha-tocopherol), carotene contents and the fatty acid composition of Spirulina platensis. J of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 23, pp: 257-261.

۱۴. **John, D.M.; Whitton, B.A. and Brook, A.J., 2002.** The freshwater algal flora of the british Isies. An identification guide to freshwater and terrestrial algae. The natural history museum Cambridge.

۱۵. **Juneja, A.; Ceballos, R.S. and Murthy, G., 2013.** Effects of Environmental Factors and Nutrient Availability on the Biochemical Composition of Algae for Biofuels Production: A Review. Energies. Vol. 6, pp: 4607-4638.

۱۶. **Kagalou, L.; Tsimarakis, G.L. and Paschos, L., 2001.** Water chemistry and biology in a shallow lake. Journal of Global nest, Greece. Vol. 2, pp: 58-94.

۱۷. **Kassah, J.E, 2012.** Development of biofouling on salmon cage nets and the effects of anti-fouling treatments on the survival of the hydroid, Norwegian University of Science and Technology. Department of Biology. 65 p. (*Ectopleura larynx*) (Ellis and Solander, 1786).

۱۸. **Krammer, K. and Lange-Bertalot, H., 2005.** Bacillariophyceae, Süsswasserflora von Mitteleuropa. New York: Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 1986-2004.

۱۹. **Lee, H.B.; Lim, L.C. and Cheong, L., 1985.** Observations on the use of antifouling paint in netcage fish farming in Singapore. Singap. J. Prim. Ind. Vol. 13, pp: 1-12.

۲۰. **Lovegrove, T., 1979.** Control of fouling in farm cages. Fish Farm. Int. Vol. 6, No. l, pp: 33-37.

۲۱. **Meseck, S.L.; Alix, J.H.; Gary, H. and Wikfors, G.H., 2005.** Photoperiod and light intensity effects on growth and utilization of nutrients by the aquaculture feed microalga, Tetraselmis chui. Aquaculture. Vol. 246, pp: 393-404.

۲۲. **Mohamed, E.N.H.H., 2012.** Studies on the Manufacture of Marine Nano Antifouling Material. Diss. Faculty of Engineering at Cairo University in Partial Fulfillment of the Requirements for the degree of doctor of pHilospHy in chemical engineering faculy of engineering, cairo university giza. 25 p.

۲۳. **Moring, J.R. and Moring, K.A., 1975.** Succession of net biofouling material and its role in the diet of pen-cultured chinook salmon. Prog. Fish-Cult. Vol. 37, No. l, pp: 27-30.

۲۴. **Pondella, D.J.; Stephens, J.S. and Craig, M.T., 2002.** Fish production of a temperate artificial reef based on thedensity of embiotocids. ICES Journal of Marine Science. Vol. 59, No. 88-93.

۲۵. **Richmond, A., 1986.** Cell response to environmental factors, In: Hand-book of Microalgal Mass Culture (Richmond A, ed), CRC Press, Boca Raton. pp: 69-99.

۲۶. **Sonneman, J.A.; Entwisle, T.J. and Lewis, S.H., 1997.** Freshwater algae in Australia. Sainty and associated, Australia.

۲۷. **Stenseth, N.C.; Ottersen, G.; Hurrel, J.W. and Belgrano, A., 2004.** Marine ecosystems and climate variation. Oxford University Press, New York. 266 p.

۲۸. **Stevenson RJ., 1997.** Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. J. North Am. Benthol. Vol. 16, pp: 248-262.

۲۹. **Svane, I.; Cheshire, A. and Barnett, J., 2006.** Test of an antifouling treatment on tuna fish-cages in Boston Bay, Port Lincoln, South Australia. Biofouling. Vol. 22, No. 4, pp: 209-219.

۳۰. **Ter Braak, C.J.F., 1988.** CANOCO- a FORTRAN Program for Canonical Community Ordination by Partial, Detrended, Canonical, Correspondence Analysis (Version 2.0). TNO Institute of Applied Computer Scince, Wageningen.

۳۱. **Ter Braak, C.J.F. and Smilauer, P., 1998.** CANOCO Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power, Ithaca.

۳۲. **Tian, Y.; Kidokoro, H.; Watanabe, T. and Iguchi, N., 2008.** The late 1980s regime shift in the ecosystem of Tsushima Warm Current in the Japan/East Sea: evidence from historical data and possible mechanisms. Progressive in Oceanography. Vol. 77, pp:127-145.

۳۳. **Wetzel, R.G., 2001.** limnology: lake and river Ecosystems 3 nd Ed. Academic Press, San Diego.

(DOI): 10.22034/aej.2020.120443

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 3, Autumn 2020

The impact of environmental variables on the amount of fouling in fish cage farms in the region Ayush of Khorramabad

- **Fatemeh Radfar:** Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran
- **Mohsen Safaei*:** Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran
- **Saeid Gorgin:** Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
- **Homeira Agah:** Department of Marine Biology, National Institute of Oceanography and Atmospheric Sciences, Tehran, Iran
- **Gholamreza Rafiei:** Department of Fisheries, Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: August 2019 Accepted: November 2019

Key words: Fouling, Environmental variables, Fish cage farms, Ayush dam of Khorramabad

Abstract

Fouling are highly divers and ubiquitous, and constantly correlate with environmental variables, and one of the largest global problems in cage culture. The present study was conducted to evaluate effects of environmental parameters on abundance of fouling cages fish culture of rainbow trout in Ayush dam of Khorramabad from winter 2016 to autumn 2016. The samples were collected from net panels (0.0625 m^2) that attached to the PVC frame, located at a depth of one meter from the side of the fish culture cages, and wet weight was measured, then it was identified with valid authentication keys. In this study 3 genera of green algae and diatom were identified. The analyses showed that DO, temperature, pH, turbidity and electrical conductivity were positively correlated with the genus *Naviculaceae* from diatoms and (*Tetrasporaceae*, *Chlamydomonadaceae*) from green algae. The temperature and pH were positively and significantly correlated with *Tetrasporaceae* and *Naviculaceae*, wet weight and Algae cover percentage. The high level of fouling due to environmental factors, especially temperature and pH made it necessary to clean the nets once a month in summer.

* Corresponding Author's email: msn_safaie@yahoo.com