مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر / ISSN: 2008-0026 سال هشتم، شماره چهارم، زمستان ۹۳ / صفحات: ۲۲-۱۳

بررسی امکان پرورش ماهی در قفس در کرانه جنوبی دریای خزر با تأکید بر پارامترهای دما، شوری و اکسیژن محلول آب

*سیدمحمدوحید فارابی[۱]، رضا پورغلام[۱] و عبدالحمید آذری[۱]

[۱]مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، فرح‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/٦/١٤

چکیده

پرورش ماهی در قفس به‌دلیل تقاضای جهانی به تولیدات آبزی در سال‌های اخیر رشد فزاینده‌ای داشته است و در حال حاضر به‌عنوان سریع‌ترین روش در پاسخ به نیاز جهانی، به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه است. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که در کشورهای در حال توسعه، مصرف ماهی به‌میزان ۵۷ درصد از سال ۱۹۹۷ (٦٢/٧ میلیون تن) تا سال ۲۰۲۰ (۹۸/٦ میلیون تن) افزایش می‌یابد. در کشور ایران مطالعات منسجم و ادامه‌داری بر روی پرورش ماهی در قفس تا مرحله بهره‌برداری صورت نگرفت. این بررسی در منطقه جنوبی دریای خزر انجام شد. اهداف این پژوهش شامل تعیین مناطق و معرفی گونه‌های ماهیان پرورشی با تأکید بر عمق مناسب و برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی (دما، شوری و اکسیژن محلول) در لایه‌های مختلف آب و در فصل‌های مختلف بود. نتایج نشان داد که منطقه مرکزی در جنوب دریای خزر واقع در استان مازندران، به‌عنوان بهترین مکان تعیین گردید. همچنین، در استفاده از قفس شناور تا عمق ۲۰ متر، لازم است از ماهیانی استفاده نمود که دمای ٢٦ درجه سانتی‌گراد را در طول تابستان تحمل کنند. در غیر این صورت باید از قفس غوطه‌ور و استقرار آن در عمق بیش‌تر از ۲۰ متر استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: پرورش ماهی، قفس، دریای خزر، پارامترهای فیزیکوشیمیایی

مقدمه

پرورش ماهی در قفس یکی از سیستم‌های نوین پرورش در دنیا است که قدمت چندانی ندارد. امروزه رشد روزافزون جمعیت از یک‌سو و کاهش صید ماهیان وحشی از سوی دیگر، تقاضای آبزی‌پروری را بیش از پیش نمایانگر ساخت و نیاز جامعه را برای تولید بخشی از پروتئین حیوانی معطوف به محیط آبی نمود (Pillay و Kutty، ۲۰۰۵). تا سال ۲۰۰۵ تعداد ٦٢ کشور داده‌های مربوط به پرورش ماهی در قفس خود را به FAO گزارش نمودند. میزان تولید ماهی در قفس در این کشورها ٣٤٠٣٧٢٢ تن بوده است. در میان این کشورها، تولید کشور چین به تنهایی (۲۹ درصد) ۹۹۱۵۵۵ تن از تولید جهانی بود. نروژ (۱۹ درصد) با ٦٥٢٣٦٠ تن، شیلی (۱۷ درصد) ۵۸۸۰٦۰ تن، ژاپن (۸ درصد) ۲۷۲۸۲۱ تن، انگلیس ۱۳۵۲۵۳ تن، ویتنام ۱۲٦۰۰۰ تن، کانادا ۹۸٤٤۱ تن،

*مسئول مکاتبه: smv_farabi@hotmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

ترکیه ۷۸۹۲٤ تن، یونان ۷٦٥۷۷، اندونزی ٦۷٦۷۲ تن و فیلیپین ۲٤۹ تن کشورهای پیشرو در تولید ماهی در قفس بوده‌اند (Halwart و همکاران، ۲۰۰۷؛ Chen و همکاران، ۲۰۰۷). در دو دهه اخیر، سرعت رشد آبزی‌پروری مدیون پرورش ماهی در قفس می‌باشد، به‌طوری‌که در اروپا با پرورش ماهی آزاد اقیانوس اطلس و برخی گونه‌های دیگر در آب لب‌شور و دریایی، از سال ۲۰۱۰-۱۹۹۰ میزان رشد تولید از ٥٥/٦ درصد به ۸۱/٥ درصد رسید (FAO، ۲۰۱۲). پرورش ماهی در قفس از سیستم‌های جدید پرورش آبزیان در محیط محصور است که در نیم قرن اخیر به‌دلیل نیاز بشر و محدودیت آب‌های شیرین، توسعه یافته است. برخی از برتری‌های مهم این صنعت آبزی‌پروری شامل: استفاده از منابع آبی دریا به جای زمین‌های کشاورزی و ساحلی، تقلیل هزینه اجرایی پرورش ماهی، صرفه‌جویی در مصرف آب شیرین، کمک به حفظ ذخایر ماهیان بومی دریا، سهولت و سرعت احداث و سهولت امکان انتقال قفس‌ها به محیط دیگر، سهولت در تخلیه و استحصال ماهیان پرورشی و ایجاد اشتغال و ارزآوری می‌باشد. در نتیجه میزان سرمایه‌گذاری به‌ازای هر کیلوگرم در دریا ارزان‌تر از خشکی خواهد بود. تنها مشکل اصلی در توسعه صنعت آبزی‌پروری در کشور ایران، مربوط به نبود دانش فنی و عملیاتی آبزی‌پروری در قفس‌های دریایی است که با آموزش و ایجاد محیط آزمایش عملی می‌توان به این فنون دست یافت و بزرگ‌ترین عیب این سیستم مربوط به تغییر اکوسیستم منطقه است که با تمهیداتی می‌توان آن را به حداقل رساند (آذری، ۱۳۷٤). بنابراین با توسعه شهرنشینی، کشاورزی در منابع خشکی به‌سمت کشتاب‌ورزی پیش می‌رود و این مسأله به واسطه مسایل اقتصادی و افزایش تولید در واحد سطح است (Tilman و همکاران، ۲۰۰۲؛ Foley و همکاران، ۲۰۰٥) اولین ثبت پرورش ماهی در قفس به سال ۱۸۰۰ در آب شیرین دریاچه‌ها و سیستم‌های رودخانه‌ای Kampuchea بوده است (Beveridge، ۲۰۰٤). طبق تخمین De Silva و Phillips حدود ۹۰-۸۰ درصد پرورش ماهی در قفس مربوط به آسیا می‌باشد (Renato و همکاران، ۲۰۰۷). پرورش ماهی در قفس به‌دلیل تقاضای جهانی به تولیدات آبزی در ۳۰ سال اخیر رشد فزاینده‌ای داشته است و در حال حاضر به‌عنوان سریع‌ترین مسیر در پاسخ به نیاز جهانی، به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه است. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که در کشورهای در حال توسعه، مصرف ماهی به‌میزان ٥۷ درصد (از ٦۲/۷ میلیون تن در سال ۱۹۹۷ به ۹۸/٦ میلیون تن) تا سال ۲۰۲۰ افزایش می‌یابد، در صورتی که در کشورهای توسعه‌یافته میزان مصرف ماهی از ۲۸/۱ میلیون تن در سال ۱۹۹۷ به ۲۹/۲ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ می‌رسد (Delgado، ۲۰۰۳). در کشور ایران، مطالعات منسجم و ادامه‌داری بر روی پرورش ماهی در قفس تا مرحله بهره‌برداری صورت نگرفت. این مطالعات به‌صورت پراکنده در مناطق مختلف و با اهداف متفاوتی انجام شد. شروع پرورش ماهی در قفس‌های شناور در ایران مربوط به سال ۱۳٤۹ بوده است که در خلیج گرگان بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد (آذری، ۱۳۷٤). در سال‌های ۱۳٦۱ و ۱۳٦۲ در دریاچه سد دز خوزستان انجام شد و پس از آن در سال ۱۳٦٤

Archive of SID

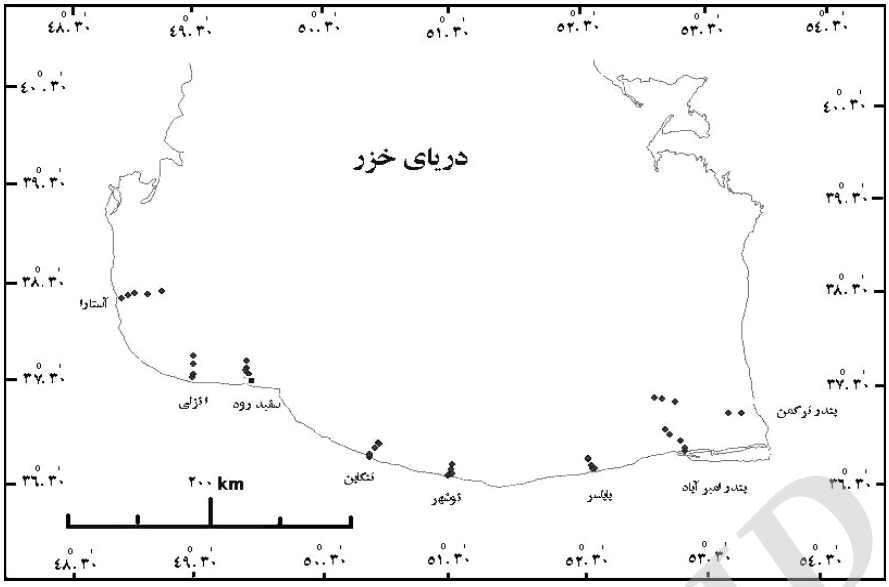
www.SID.ir

شرکت ماهی کارون با همکاری کارشناسان آلمانی به‌منظور تولید و پرورش ماهیان گرم‌آبی در دریاچه نام‌برده شروع به‌کار کردند (آذری، ۱۳۷٤). در سال ۱۳۷۱ مرکز تحقیقات شیلات استان مازندران اقدام به پرورش ماهی آزاد دریای خزر در قفس در منطقه خلیج گرگان نموده است. اما عمده پرورش ماهیان در محیط‌های محصور در خلیج گرگان در پن صورت گرفته است، خوجه و کر (۱۳۷۱) بچه‌فیل‌ماهی به‌دست آمده از تکثیر مصنوعی را به‌منظور رهاسازی به محیط‌های طبیعی در محیط محصور پن انجام دادند (خوجه و کر، ۱۳۷۱)، همچنین توسط نمایندگی شیلات در استان گلستان در سال ۱۳۷٤ برای اولین بار پرورش دو گونه از آزاد ماهیان (ماهی آزاد دریای خزر و قزل‌آلای رنگین‌کمان) در پن‌های با مساحت ۷۰۰ مترمربع انجام شد. سپس در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷٦ مطالعه بر روی پرورش و اثر تراکم بر ماندگاری ماهی قزل‌آلا در پن در خلیج گرگان ادامه یافت (جعفری‌شموشکی، ۱۳۷٦). در سال ۱۳۷۲ همچنین شرکت فراماهیک نماینده شرکت Dunlop در سال ۱۹۹٤ (۱۳۷٤) مطالعاتی در ارتباط با استقرار قفس در دریای خزر داشته است که در نهایت به نتیجه مطلوبی نرسید (آذری، ۱۳۷٤). در سال ۱۳۷۹ به‌وسیله کارشناسان آبزی‌پروری شرکت Refa، مطالعاتی در خصوص امکان‌سنجی پرورش ماهی در قفس در آب‌های دریای خزر، خلیج‌فارس و دریای عمان صورت گرفت (Refa، ۲۰۰۲). برای پرورش ماهی در قفس‌های دریایی نیاز به بررسی‌های زیست‌محیطی می‌باشد. هدف از این پژوهش، آگاهی از لایه‌بندی حرارتی و تغییرات شوری و به پیروی از آن اکسیژن محلول آب در فصل‌های مختلف برای استفاده در آبزی‌پروری دریایی و به‌خصوص در استقرار محیط‌های محصور در عمق‌های مختلف بوده است. بنابراین در این بررسی به امکان‌سنجی پرورش ماهی در قفس در منطقه جنوب دریای خزر با ارایه تمهیدات زیست‌محیطی با تأکید بر پارامترهای دما، شوری و اکسیژن محلول پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در کرانه جنوبی دریای خزر و بین عرض جغرافیایی ۳۸-۳٦ درجه شمالی و طول جغرافیایی ٥٤-٤۸ درجه شرقی و در سال ۱۳۸۷ صورت گرفت. نمونه‌برداری در ۸ ترانسکت (نیم‌خط عمود بر ساحل) آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن) به انجام رسید. نمونه‌برداری با استفاده از کشتی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران (کشتی گیلان) و به‌صورت فصلی (بهار: اردیبهشت؛ تابستان: مرداد؛ پاییز: آبان؛ زمستان: اسفند) و در ایستگاه‌های ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر و از سطح تا عمق‌های مربوطه صورت گرفت. تعداد نمونه‌ها در هر ترانسکت ۱۵ مورد و در هر فصل ۱۲۰ مورد و در کل ٤۸۰ نمونه‌برداری از آب دریا صورت گرفت (شکل ۱).

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱- محل استقرار ترانسکت‌های نمونه‌برداری در منطقه جنوبی دریای خزر.
(ایستگاه‌ها از ساحل به مناطق دور از ساحل دریا به‌ترتیب در عمق‌های ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر)

در این بررسی برخی از عوامل فیزیکوشیمیایی آب شامل (دما، شوری و اکسیژن محلول آب) در لایه‌ها و عمق‌های مختلف اندازه‌گیری شد. دمای آب با استفاده از دماسنج برگردان مستقر بر روی روتنر (دقت ۰/۱ سانتی‌گراد) اندازه‌گیری شد. شوری آب با استفاده از دستگاه شوری‌سنج الکتروسولیمر[1] (ГМ-65М) روسی با دقت ۰/۰۱ گرم در هزار اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان اکسیژن محلول، نمونه‌برداری از آب با استفاده از روتنر صورت گرفت. نمونه آب داخل شیشه‌های وینکلر جمع‌آوری و بلافاصله مقدار اکسیژن محلول در آب اندازه‌گیری شد. به این ترتیب که به هر نمونه یدور قلیایی (۲ سی‌سی) و کلرورمنگان (۲ سی‌سی) برای تثبیت نمودن اکسیژن به شیشه‌های وینکلر اضافه گردید. رسوب به‌دست آمده از تثبیت با اسید سولفوریک (۲ سی‌سی) محلول شده و محلول حاصل با EDTA- دی‌سدیک در مجاورت چسب نشاسته تیتر شد. میزان اکسیژن محلول بر حسب میلی‌گرم در لیتر با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد (Eaton و همکاران، ۲۰۰۷). پس از انجام آزمایش‌ها، داده‌ها در برنامه آماری اکسل وارد و محاسبه‌های مربوطه، انجام و نمودارها ترسیم شد. میانگین، ضریب تغییرات و خطای استاندارد، در برنامه آماری SPSS18 محاسبه گردید. همچنین برای آنالیز واریانس و مقایسه داده‌ها در فصل‌ها، ترانسکت‌ها، ایستگاه و عمق‌های مختلف، پس از نرمال نمودن داده‌ها با لگاریتم، به روش آنالیز واریانس ANOVA و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن انجام شد (NIST/SEMATECH، ۲۰۱۰).

نتایج

تغییرات سالانه دما، شوری و اکسیژن محلول آب در کرانه جنوبی دریای خزر از سطح دریا تا عمق ۱۰۰ متر به‌شرح جدول ۱ بوده است.

1- (ЭЛЕКТРОСОЛЕМЕР, ГМ-65М: Russia)

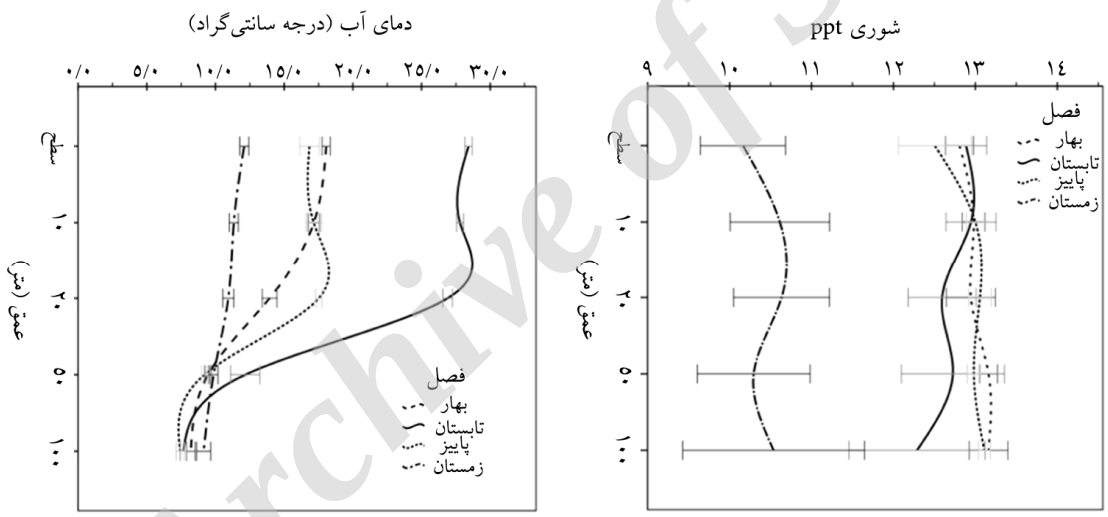
Archive of SID
www.SID.ir

این تغییرات بین فصل‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌داری بوده است (P<۰/۰۵)، اما در هر فصل و بین ترانسکت‌ها، این اختلاف وجود نداشته است (P>۰/۰۵). تغییرات شوری و دمای آب در فصل‌ها و عمق‌های مختلف به‌شرح شکل ۲ بود.

جدول ۱- میانگین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب از سطح دریا تا عمق ۱۰۰ متر در کرانه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۷) (میانگین ± خطای استاندارد).

عوامل	میانگین سالانه	ضریب تغییرات سالانه	میانگین بهار	میانگین تابستان	میانگین پاییز	میانگین زمستان
دمای آب (درجه سانتی‌گراد)	۰/۳±۱۶/۵۴	۳۹/۶۷	۱۵/۲±۰/۳^{b}	۲۴/۴±۰/۶^{a}	۱۵/۴±۰/۳^{b}	۱۱/۱±۰/۱^{c}
شوری (گرم در لیتر)	۰/۰۷±۱۲/۲۵	۱۲/۱۸	۱۲/۹۵±۰/۰۴^{a}	۱۲/۷۸±۰/۰۹^{a}	۱۰/۴۲±۰/۱۴^{a}	۱۲/۲۴±۰/۰۷^{b}
اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۰۵±۷/۹۵	۱۴/۹۸	۷/۷۴±۰/۰۹^{b}	۷/۲۰±۰/۰۷^{c}	۸/۴۱±۰/۰۸^{a}	۸/۴۳±۰/۱۳^{a}

حروف لاتین در هر ردیف نماینده اختلاف معنی‌دار در فصل‌های مختلف است.



شکل ۲- تغییرات شوری (ppt) و دمای آب (درجه سانتی‌گراد) در عمق‌ها و فصل‌های مختلف کرانه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۷) (میانگین ± خطای استاندارد) (عمق‌های ۵، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر).

دمای آب: در فصل بهار دامنه دمای آب (۷/۲-۲۰/۶) ۱۳/۴ درجه سانتی‌گراد و با میانگین ۱۵/۲±۰/۳ درجه سانتی‌گراد در لایه‌های مختلف ثبت گردید. دمای آب با افزایش عمق کاهش یافت، به‌طوری‌که حداقل دما در عمق ۱۰۰ متر و در ایستگاه انزلی (۷/۲ درجه سانتی‌گراد) و حداکثر آن مربوط به لایه سطحی آب در ایستگاه تنکابن (۲۰/۶ درجه سانتی‌گراد) ثبت گردید. در فصل تابستان دامنه دمای آب (۷/۴-۲۹/۸) ۲۲/۴ درجه سانتی‌گراد و با میانگین ۲۴/۴±۰/۶ درجه سانتی‌گراد در لایه‌های مختلف تعیین شد. دمای آب با افزایش عمق کاهش یافت، به‌طوری‌که حداقل آن در عمق ۱۰۰ متر و در ایستگاه انزلی (۷/۴ درجه سانتی‌گراد) و حداکثر آن در لایه سطحی و در ایستگاه امیرآباد (۲۹/۸ درجه

Archive of SID
www.SID.ir

سانتی‌گراد) تعیین شد. در فصل پاییز دامنه دمای آب (۱۸/۹-۶/۸) ۱۲/۱ درجه سانتی‌گراد و با میانگین ۰/۳±۱۵/٤ درجه سانتی‌گراد در لایه‌های مختلف ثبت گردید. دمای آب با افزایش عمق کاهش یافت، به‌طوری‌که حداقل آن در عمق ۱۰۰ متر و در ایستگاه انزلی (۶/۸ درجه سانتی‌گراد) و حداکثر آن در عمق ۱۰ متر و در ایستگاه آستارا (۱۸/۹ درجه سانتی‌گراد) ثبت گردید. در فصل زمستان دامنه دمای آب (۱٤-۸) ٦ درجه سانتی‌گراد و با میانگین ۰/۱±۱۱/۲ درجه سانتی‌گراد در لایه‌های مختلف ثبت گردید. دمای آب با افزایش عمق کاهش یافت، به‌طوری‌که حداقل دما مربوط به عمق ۵۰ متر در ایستگاه آستارا (۸ درجه سانتی‌گراد) و حداکثر آن در لایه سطحی و در ایستگاه بندرترکمن (۱٤ درجه سانتی‌گراد) ثبت گردید.

شوری آب: کم‌ترین میانگین شوری در فصل زمستان (ppt ۰/۱±۱۰/٤) تعیین شد. کم‌ترین شوری در ایستگاه انزلی و در لایه سطحی ایستگاه ۱۰ متر در فصل پاییز (ppt ٦/۷) و بیش‌ترین شوری در ایستگاه بابلسر در عمق ۵۰ متر ایستگاه ۱۰۰ متر در فصل تابستان (ppt ۱٤/۸٤) تعیین شد. دامنه تغییرات شوری در فصل بهار (ppt ۳/۷۲) بود که به مراتب کم‌تر از فصل‌های دیگر (ppt ۷/٤٦-٦/۱٤) تعیین شد. قابل ذکر است که دامنه تغییرات شوری در عمق‌های ۵۰ و ۱۰۰ متر فصل‌های بهار مشابه با فصل پاییز بوده است و به مراتب کم‌تر از فصل‌های تابستان و زمستان بود. شوری آب در عمق‌های مختلف در فصل پاییز و بهار از یکنواختی بیش‌تری برخوردار بود. کاهش شوری در فصل تابستان در عمق ۲۰ متر ایستگاه ۱۰۰ متر بیش‌تر مربوط به ایستگاه‌های آستارا، بابلسر و سفیدرود بود و در سفیدرود در کم‌ترین مقدار ppt ۸/۹۷ تعیین شد.

اکسیژن محلول آب: دامنه تغییرات اکسیژن محلول آب در طول و در عمق‌های مختلف (۱۰/۹۳-٤/۵۳) ٦/٤ میلی‌گرم بر لیتر بوده است. کم‌ترین میانگین اکسیژن محلول کرانه جنوبی دریای خزر در عمق‌های ۱۰۰-۵ متر مربوط به فصل تابستان (۰/۸۲±۷/۲۷ میلی‌گرم بر لیتر با ۲۱±۱۳۳ درصد اشباع) با کم‌ترین دامنه نوسان (۸/۸-۵/۱۲) ۳/٦۸ و بیش‌ترین آن مربوط به فصل زمستان (۸/٤۳-۱/٤۵) میلی‌گرم بر لیتر با ۲۱±۱۱٦ درصد اشباع) با بیش‌ترین دامنه تغییرات (۱۰/۹۳-٤/۵۳) ٦/٤ مشاهده گردید (P<۰/۰۵). مقایسه نسبی اکسیژن در عمق‌های مختلف در طول سال نشان داده است که در ایستگاه ۱۰۰ متر و عمق ۱۰۰ متر دارای کم‌ترین میزان اکسیژن محلول ۱/۰۵±٦/٤٦ میلی‌گرم بر لیتر با ۱۵±۸٦ درصد اشباع بوده است (P<۰/۰۵). کم‌ترین میانگین سالانه میزان اکسیژن محلول در ترانسکت امیرآباد به‌میزان ۱/۰۸±۷/٦ میلی‌گرم بر لیتر و بیش‌ترین آن در ترانسکت ترکمن به‌میزان ۱/۲±۸/۲ میلی‌گرم بر لیتر تعیین شد (P<۰/۰۵).

بحث

اطلاع از عوامل فیزیکوشیمیایی آب در پرورش ماهیان بسیار مهم می‌باشد. بیوتکنیک پرورش هر ماهی با توجه به این عوامل تعیین می‌شود. از طرفی برای استقرار قفس در یک محل نیاز است که عواملی چون: ۱- سطح و عمق مناسب، ۲- جریان و کیفیت آبی مناسب، ۳- حفاظت در برابر باد و امواج، ٤- نوسان نداشتن زیاد آب، ۵- تعیین سازه و گونه مناسب با توجه به شرایط آب و هوای منطقه مورد بررسی لازم قرار گیرد (Masser، ۱۹۹۷؛ Chou، ۱۹۸۸؛ Chua، ۱۹۷۹). در این بررسی به واسطه

Archive of SID

www.SID.ir

امکانات موجود سه پارامتر اصلی (دما، شوری و اکسیژن محلول در آب) تعیین‌کننده گونه پرورشی با توجه به محل‌های احتمالی استقرار قفس در کرانه جنوبی دریای خزر (تا محدوده عمق ۱۰۰ متر) مورد بررسی قرار گرفت. زیرا یکی از پارامترهای اصلی تعیین محل استقرار قفس نزدیک بودن به ساحل برای ارایه خدمات پشتیبانی است (Halwart، ۲۰۰۷).

دمای آب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای تعیین‌کننده بقاء و رشد ماهیان محسوب می‌گردد (Kausar و Salim، ۲۰۰٦). در فصل بهار لایه کاهشی شدید دمای آب بین عمق‌های ۲۰-۱۰ متر و به‌ترتیب از ۱۷/۱-۱۳/۹ درجه سانتی‌گراد، در فصل تابستان در عمق‌های بین ۵۰-۲۰ متر و به‌ترتیب از ۲٦/۹-۱۲/۱ درجه سانتی‌گراد، در فصل پاییز در عمق‌های بین ۵۰-۲۰ متر و به‌ترتیب از ۱۷/۵-۹/۲ درجه سانتی‌گراد متغیر بوده است. اما در فصل زمستان از لایه سطحی تا عمق ۱۰۰ متر از روند یکنواختی برخوردار بوده است. مقایسه دمای آب در سال ۱۳۸۷ با دوره دمایی آب در سال‌های ۸۵-۱۳۷۰ نشان داد که الگوی تغییرات دمایی در لایه‌های مختلف یکسان بوده است (فضلی و همکاران، ۱۳۸۸). اما روند تغییرات در سال ۱۳۸۷ با کمی افزایش روبرو بود، که با بررسی‌های قانقرمه و همکاران (۱۳۸۸) همخوانی دارد. دمای آب سطحی در طول سال به شیب منطقه مورد مطالعه بستگی دارد. به‌طوری‌که در شیب ملایم ناحیه شرقی بالاترین میانگین سالانه دمای آب سطحی (۱/۳±۱۹/۸۵ درجه سانتی‌گراد) مشاهده گردید که با اطلاعات سال‌های قبل در منطقه جنوبی دریای خزر مطابقت دارد (فضلی، ۱۳۸۸؛ قانقرمه و همکاران، ۱۳۸۸). تغییرات دمای آب در منطقه مورد بررسی نشان داد که در زمستان و عمق‌های مختلف از یکنواختی مناسبی به جهت تحمل دمایی برای ماهیان استخوانی و خاویاری برخوردار است. اما در تابستان دمای تا عمق ۲۰ متر (۲٦/۹ درجه سانتی‌گراد) منطقه جنوبی دریای خزر، احتمال زیست یا پراکنش گروهی ماهیان را به حداقل خواهد رساند. نتایج بررسی دمای آب نشان داد که عمق کم‌تر از ۲۰ متر برای پرورش و نگهداری ماهیان سردابی و خاویاری در طول تابستان مناسب نمی‌باشد. زیرا در این دما ماهیان سردابی قادر به زیست نیستند و ماهیان خاویاری با نبود تغذیه و کندی رشد مواجه شده و گاهی بر اثر کم‌ترین تغییر شرایط محیطی، تلف خواهند شد. بررسی‌های Beauchene (۲۰۱۰) در ۱۳۳۰ نمونه از ٤۸۳ ایستگاه از منابع آب‌های طبیعی محیط زیست ماهیان سردابی نشان داد که میانه داده‌های مربوط به دمای آب در ایستگاه‌های نام برده ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد بود و ۵۰ درصد داده‌ها در دامنه ۱۹/۳-۱۵/۲ درجه سانتی‌گراد قرار داشتند. همچنین بالاترین دمای آب را تنها در ۱۱ ایستگاه برابر ۲۵/٤ درجه سانتی‌گراد ثبت نمود. البته با شکست حرارتی بعد از لایه ترموکلاین پایداری مناسبی از نظر دمایی در فصل‌های مختلف مشاهده شد. بنابراین مناطقی مانند ایستگاه بابلسر، نوشهر، تنکابن و سفیدرود به‌واسطه دسترسی در فاصله کم‌تر به عمق‌های بیش از ۲۰ متر (فارابی، ۱۳۹۰؛ Refa، ۲۰۰۲)، نسبت به مناطق دیگر برتری دارند. در هر حال تغییرات شوری آب دریای خزر با شرایط هیدرولوژیک کنونی در مقابل آب‌های آزاد بسیار ناچیز (لب شور) است. نتایج نشان داد که میانگین شوری سالانه در سه فصل اول سال در دامنه ppt ۱۳-۱۲ در نوسان بوده است. اما در فصل

Archive of SID
www.SID.ir

زمستان کم‌تر از ppt ۱۲ (۰/۱۵±۱۰/۵٤ گرم در هزار) به ثبت رسید. علت اصلی کاهش در فصل زمستان به‌دلیل بارندگی و ورود بیش‌تر آب از رودخانه‌ها در این فصل بوده است. همچنین می‌توان بیان نمود که علت احتمالی بالا بودن شوری در عمق مربوط به اثر کم آب‌های رودخانه‌ای و نزولات جوی به لایه‌های زیرین و دانسیته آب شور و کاهش دما در عمق‌ها دانست (Chester، ۱۹۹۰؛ Riley و Skirrow، ۱۹۷۵). موازنه‌ای بین تبادل با اتمسفر، دمای آب، فتوسنتز و فرآیندهای بیولوژیک و دینامیک آب است (Chester، ۱۹۹۰). نتایج نشان داد که میزان اکسیژن محلول آب از سطح به عمق دارای روند نزولی است. این پدیده در منابع آبی دیگر نیز مشهود است (Chester، ۱۹۹۰؛ Millero، ۲۰۰٦). هر چند میزان اکسیژن و دمای آب در یک زمان مشخص با افزایش عمق دارای روند نزولی است، اما در بررسی سالانه و خصوصیات انحلال گازها در محیط مایع، نسبت معکوسی بین اکسیژن و دمای آب برقرار است (Chester، ۱۹۹۰). مطالعات سنوات گذشته نیز نشان داد که در بخش مرکزی ناحیه خزر شمالی توزیع اکسیژن محلول تقریباً یکنواخت است. در خزر میانی و جنوبی بیشینه اکسیژن محلول در نواحی کم‌عمق ساحلی و نواحی دلتایی دیده شد. به‌علت جریان آب سرد از خزر شمالی در طول ساحل غربی و جریان آب گرم در طول ساحل شرقی، همیشه میزان اکسیژن محلول در سواحل غربی بیش از مقدار آن در سواحل خاوری است. نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان اکسیژن در طول سال در لایه سطحی به‌میزان ۸/٤±۰/۹٦ میلی‌گرم در لیتر و کم‌ترین آن مربوط به عمق ۱۰۰ متر به‌میزان ٦/٤٦±۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است ($P<0/05$) که با افزایش عمق، دمای آب و میزان شوری دارای نسبت معکوس (همبستگی پیرسون در سطح ۰/۰۱) بوده است و با مطالعات Pinet در بررسی آب‌های اقیانوسی مطابقت دارد (Pinet، ۲۰۰۰). مقایسه عوامل مورد بررسی در ترانسکت‌های مختلف نشان داد که منطقه مرکزی (واقع در استان مازندران) با توجه به معیارهای انتخاب محل مناسب برای آبزی‌پروری دریایی، به‌عنوان بهترین منطقه است. تغییرات دمای سالانه آب در لایه‌های مختلف، به‌عنوان معیار مناسبی برای معرفی ماهیان پرورشی در منطقه جنوبی دریای خزر است. به‌طوری‌که در استفاده از قفس‌های شناور و تا عمق ۲۰ متر از سطح دریا، ماهیانی که دمای ۲٦ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کنند، می‌توانند به‌عنوان گونه پرورشی مورد استفاده قرار گیرند. در غیر این صورت باید از قفس‌های غوطه‌ور و استقرار آن‌ها در عمق‌های بیش‌تر از ۲۰ متر استفاده نمود. اما با توجه به نتایج ذکر شده می‌توان دریافت که انتخاب محل استقرار قفس در محیط دریایی علاوه‌بر تعیین پارامترهای نام‌برده و برای تکمیل اطلاعات، این خصوصیات سبب می‌گردد که مشکلات آتی زیست‌محیطی در ارتباط با پرورش ماهی در قفس کاهش یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱- آذری، ع.ح.، ۱۳۷٤. بررسی مقایسه‌ای امکان پرورش آزادماهیان در قفس‌های شناور آب‌های لب‌شور و شیرین. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه تهران. ۱۱۳ صفحه.

۲- جعفری‌شموشکی، و.، ۱۳۷٦. بررسی پرورش و اثرات تراکم در ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به روش پن در خلیج گرگان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۳- خوجه، ت.، و کر، د.، ۱۳۷۱. پرورش بچه‌ماهی فیل به‌منظور رهاسازی به دریا به روش حصار توری در خلیج گرگان. شماره فروست: ۸۳/٥٦۱. سازمان تحقیقات و آموزش شیلات ایران.

٤- فارابی، س.م.و.، ۱۳۹۰. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی در حوزه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. گزارش نهایی به شماره ثبت: ۲۰۱۸۹، ٦۹ صفحه.

۵- فضلی، ح.، فارابی، س.م.و.، دریانبرد، غ.، گنجیان، ع.، واحدی، ف.، واردی، س.ا.، هاشمیان، ع.، و روشن‌طبری، م.، ۱۳۸۸. تجزیه و تحلیل داده‌های هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر طی سال‌های ۷۰-۱۳۸۵. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. در دست انتشار.

٦- قانقرمه، ع.، ملک، ج.، زمانی، م.، و خوشروان، ه.، ۱۳۸۸. نوسانات آب دریای خزر در سال آبی (۸۷-۱۳۸٦) و عوامل محیطی مؤثر بر آن. مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر. ۱۱۷ صفحه.

7.Beauchene, M., 2010. Characterization of water temperature in cold water fish habitat. 17p. http://www.ct.gov/deep/lib/deep/water/water_quality_management/monitoringpubs/coldwater.pdf.

8.Beveridge, M.C.M., 2004. Cage aquaculture, 3rd edn. Oxford, Germany: Blackwell.

9.Chen, Y., Del Genio, A.D., and Chen, J., 2007. The tropical atmospheric El Niño signal in satellite precipitation data and a global climate model. J. Clim. 20, 3580-3601, doi:10.1175/JCLI4208.1.

10.Chester, R., 1990. Marine geochemistery, London, UNWIN HYMAN. 698p.

11.Chou, R., 1988. Singapore Report on Site Selection Criteria of Sea farming. UNDP/FAO Regional Sea farming Development and Demonstration Project, RAS/86/024. (Second National Coordinator Meeting, 20-23 Sept., 1988, Singapore).

12.Chua, T.E., 1979. Site Selection, Structural Design, Construction, Management and Production of Floating Cage Culture System in Malaysia. In: Proc. IDRC/SEAFDEC Int. Workshop on Pen and Cage Culture of Fish. Tigbauan, Iloilo, Philippines, 11-22 Feb. 1979. SEAFDEC, Iloilo, Philippines. pp. 65-80.

13.Delgado, C.L., Wada, N., Rosegrant, M.W., Meijer, S., and Ahmed, M., 2003. Fish to 2020: Supply and Demand in Changing Global Markets. International Food Policy Research Institute and WorldFish Center. 226p.

14.Eaton, A.D., Clesceri, L.S., Rice, E.W., and Greenberg, A.E., 2007. Standard methods for the examination of water and wastewater, American public Health Association, 21ST EDITION, 1179p.

15.Halwart, M., Soto, D., and Arthur, J.R., 2007. Cage aquaculture, Regional reviews and global overview. FAO Fisheries Technical Paper 259.

16.FAO, 2012. The state of world fisheries and aquaculture. 250p. http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e.pdf.

17.Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, S.F., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N., and Snyder, P.K., 2005. Global consequences of land use. Science, 309, 570-574.

18.Kausar, R., and Salim, M., 2006. Effect of water temperature on the growth performance and feed conversion ratio of *Labeo rohita*. Pak. Vet. J. 26 (3), 105-108. http://www.pvj.com.pk/pdf-files/26_3/page%20105-108.pdf.

Archive of SID

www.SID.ir

19.Masser, MP., 1997. Cage culture, site selection and water quality. SRAC publication No. 161.
20.Millero, F.J., 2006. Chemical Oceanography. 3th edt. CRC Press. 496p.
21.NIST/SEMATECH, 2010. e-Handbook of Statistical Methods, http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/, date. The National Institute of Standards and Technology (NIST) is an agency of the U.S. Commerce Department. Date created: September 12, 2008 | Last updated: November 11, 2010.
22.Pillay, T.V.R., and Kutty, M.N., 2005. Aquaculture: Principles and Practices, 2nd edt. Blackwell Publishing, Ames, IA, USA, pp. 458-460.
23.Pinet. P.R., 2000. Invitation to Oceanography. 2edt. Sudbury, Massachusetts. Colgate university. 556p.
24.Refa, 2002. Sea Cage culture development in Iran. Iranian fisheries organization. 305p.
25.Renato, F.A., Evelyn, T.B., and Emelita, C.A., 2007. Aquaculture Economics in Asia and the Pacific. FAO, 2007. http://www.fao.org/docrep/w7387e/W7387E04.htm.
26.Riley, J.P., and Skirrow, G., 1976. Chemical oceanography, Academic Press, London New York San Fracisco, 2nd edt. Vol 1. 606p.
27.Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., and Polasy, S., 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature, 418, 671-677.

Archive of SID

www.SID.ir