وزارت جهادکشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان گزارش (علمی-فنی):

پایش اثرات زیست محیطی پرورش ماهی در قفس بر موجودات پلانکتونیک (زئوپلانکتون و شانه دار) در جنوب دریای خزر (منطقه نوشهر) طی سال های ۹۷-۱۳۹۶

نویسنده:
ابوالقاسم روحی

شماره ثبت: ۶۰۳۶۰
تاریخ ثبت: ۱۴۰۰/۷/۱۷

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور ـ پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان گزارش (علمی- فنی): پایش اثرات زیست محیطی پرورش ماهی در قفس بر موجودات پلانکتونیک (زئوپلانکتون و شانه دار) در جنوب دریای خزر (منطقه نوشهر) طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶

نویسنده: ابوالقاسم روحی

همکاران: حسن نصراله‌زاده‌ساروی، ولی اله محمد زاده، عسگری منعمی، مسطوره دوستدار، محمد علی افرائی بندپی، مهدی نادری جلودار، علیرضا کیهان ثانی،- عبداله نصراله تبار آهنگر، فاطمه سادات تهامی، فرامرز لالوئی، سید رضا سیدمرتضائی، نیما پورنگ، رضا صفری، مژگان روشن طبری، نوربخش خداپرست، غلامرضا سالاروند، مرضیه رضائی، مجید نظران، ایرج رجبی ساسی، متین شکوری، اسداله سجادی

ناشر: مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ‌انتشار: ۱۴۰۰

حق چاپ برای مولف محفوظ است. نقل مطالب، تصاویر، جدوال، منحنی ها و نمودارها با ذکر ماخذ بلامانع است.

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
۱- مقدمه ۳
۱-۱- مطالعه پلانکتون های دریای خزر با تاکید بر پلانکتون اطراف قفس ۳
۱-۲- مطالعه زئوپلانکتون دریای خزر با تاکید بر زئوپلانکتون های اطراف قفس ۸
۱-۲-۱- در دریای خزر ۱۰
۱-۲-۲- مطالعه زئوپلانکتون در خارج از کشور ۱۲
۱-۲-۳- مطالعه زئوپلانکتون در قفس های دریایی ۱۳
۱-۳- مطالعه شانه دار در دریای خزر ۱۴
۱-۴- سوابق پرورش ماهی در قفس ۱۸
۱-۴- ۱- سوابق پرورش ماهی در قفس در ایران ۱۸
۱-۴-۲- سوابق پرورش ماهی در قفس در خارج از کشور ۲۲
۲- مواد و روش ها ۲۴
۲-۱- روش بررسی زئوپلانکتون ۲۴
۲-۱-۱- روش جمع آوری و مناطق مورد مطالعه ۲۴
۲-۱-۲- بررسی نمونه های زئوپلانکتون در آزمایشگاه ۲۴
۲-۲- روش بررسی شانه دار ۲۷
۳-نتایج ۲۸
۳-۱- ترکیب گونه زئوپلانکتون ها ۲۸
۳-۱-۱- قبل از ماهی دار کردن قفس ۲۸
۳-۱-۲- ترکیب گونه ای زئوپلانکتون در شروع پرورش ماهی در قفس ۲۸
۳-۱-۳- ترکیب گونه ای زئوپلانکتون در اواسط پرورش ماهی در قفس ۲۹
۳-۱-۴- ترکیب گونه ای زئوپلانکتون در انتهای پرورش ماهی در قفس ۳۰
۳-۱-۵- تراکم و زیتوده زئوپلانکتون ۳۲
۳-۲- تراکم و زیتوده شانه دار ۴۳
۴-نتیجه گیری کلی ۵۴
۵- بحث ۶۲
۵-۱- بررسی روند پلانکتون ها در دریای خزر ۶۲
۵-۲- بررسی وضعیت زئوپلانکتونهای سایت قفس پرورش ماهی در منطقه نوشهر ۶۳
۵-۳- بررسی وضعیت شانه دار در سایت پرورش ماهی در قفس نوشهر ۶۶
منابع ۶۹
چکیده انگلیسی ۷۸

عنوان	« فهرست جداول »	صفحه

جدول ۳-۱- حضور و عدم حضور گونه های زئوپلانکتونی در دوره قبل از شروع پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۲۸

جدول ۳-۲- حضور و عدم حضور گونه های زئوپلانکتونی در شروع دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۲۹

جدول ۳-۳- حضور و عدم حضور گونه های زئوپلانکتونی در اواسط دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)..... ۳۰

جدول ۳-۴- حضور و عدم حضور گونه های زئوپلانکتونی در انتهای دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۳۱

جدول ۳-۵: حضور و عدم حضور و تعداد گونه های زئوپلانکتون مشاهده شده در دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)... ۳۲

جدول ۳-۶: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در اواسط (فصل زمستان) پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان در قفس مناطق مختلف جغرافیائی درسواحل جنوبی دریای خزر(مازندران-نوشهر)..... ۴۴

عنوان	« فهرست تصاویر »	صفحه

تصویر ۲-۱- شمای کلی پوآر برای سیفون کردن نمونه زئوپلانکتون ۲۵
تصویر ۲-۲- شمای کلی پیپت استمپل (stemple pipette) برای برداشت نمونه زئوپلانکتون جهت شمارش ۲۵
تصویر ۲-۳- شمای کلی لام شمارش بوگاروف (Bogarov tray) در زیر میکروسکوپ معکوس ۲۵

عنوان	« فهرست نمودارها »	صفحه

نمودار ۳-۱- تعداد گونه های زئوپلانکتون مشاهده شده طی مدت مطالعه در دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۳۱
نمودار ۳-۲- تراکم و زیتوده گونه های زئوپلانکتون ها قبل از پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۳۳
نمودار ۳-۳- تراکم و زیتوده گونه های زئوپلانکتون ها در شروع پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۳۳
نمودار ۳-۴- تراکم و زیتوده گونه های زئوپلانکتون ها در اواسط پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۳۴
نمودار ۳-۵- تراکم و زیتوده گونه های زئوپلانکتون ها در انتهای دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۳۵
نمودار ۳-۶- تراکم و زیتوده کل زئوپلانکتون قبل پرورش، شروع، اواسط و انتهای پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۳۷
نمودار ۳-۷- تراکم زئوپلانکتون کل طی دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۳۸
نمودار ۳-۸- زیتوده زئوپلانکتون کل طی دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۳۹
نمودار ۳-۹- تراکم زئوپلانکتون کل در قبل، شرو،، اواسط و انتهای دوره پرورش ماهی در سایه، ۲۰۰ (۱۰۰) متر، و ۱۰۰۰ متری قفس ها (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۴۰
نمودار ۳-۱۰- زیتوده زئوپلانکتون کل در قبل، شرو،، اواسط و انتهای دوره پرورش ماهی در سایه، ۲۰۰ (۱۰۰) متر، و ۱۰۰۰ متری قفس ها (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۴۱
نمودار ۳-۱۱- تراکم و زیتوده زئوپلانکتون کل در فاصله سایه، ۲۰۰ (۱۰۰) ، و ۱۰۰۰ متری پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۴۲
نمودار ۳-۱۲- تراکم و زیتوده زئوپلانکتون کل قبل، شروع، اواسط و انتهای دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۴۲
نمودار ۳-۱۳: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در شروع پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان در مناطق مختلف جغرافیائی منطقه نوشهر ۴۳
نمودار ۳-۱۴- درصد فراوانی طولی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در شروع پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان در مناطق مختلف جغرافیائی منطقه نوشهر ۴۴
نمودار ۳-۱۵: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق مختلف جغرافیائی سایت پرورش ماهی در قفس در اواسط دوره پرورش ماهی (فصل زمستان) در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۴۵
نمودار ۳-۱۶: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق سایه، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس سایت پرورش ماهی در اواسط (فصل زمستان) درسواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۴۶
نمودار ۳-۱۷: درصد فراوانی طولی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در دوره اواسط (فصل زمستان) سایت پرورش ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۴۷
نمودار ۳-۱۸: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق مختلف جغرافیائی سایت پرورش ماهی در قفس در اواخر دوره پرورش ماهی (فصل بهار) در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۴۸
نمودار ۳-۱۹: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق سایه، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس سایت پرورش ماهی در اواخر (فصل بهار) درسواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۴۹
نمودار ۳-۲۰: درصد فراوانی طولی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در دوره اواخر (فصل بهار) سایت پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۵۰
نمودار ۳-۲۱: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق مختلف جغرافیائی سایت پرورش ماهی در قفس در دوره قبل از پرورش ماهی (فصل پائیز) در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۵۱
نمودار ۳-۲۲: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق سایه، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس سایت پرورش ماهی در دوره قبل از ماهی دار کردن قفس ها (فصل پائیز) درسواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۵۲
نمودار ۳-۲۳: درصد فراوانی طولی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در دوره قبل از ماهی دار کردن (فصل پائیز) سایت پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۵۳

نمودار ۳-۲۴: میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در شروع، اواسط، انتها و قبل از ماهی دار کردن سایت پرورش ماهی در قفس در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۵۴
نمودار ۳-۲۵: تغییرات میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در قبل از شروع سایت پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۵۵
نمودار ۳-۲۶- تغییرات میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در شروع سایت پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۵۶
نمودار ۳-۲۷: تغییرات میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در اواسط دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۵۷
نمودار ۳-۲۸: تغییرات میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در انتهای دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶) ۵۸
نمودار ۳-۲۹: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق مختلف جغرافیائی سایت پرورش ماهی در قفس درسواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۵۹
نمودار ۳-۳۰: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق سایه، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس سایت پرورش ماهی در کل دوره درسواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۶۰
نمودار ۳-۳۱: درصد فراوانی طولی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در کل دوره پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر) ۶۱
نمودار ۴-۱: روند تغییرات تراکم و زیتوده فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون طی سال های گذشته (۹۷ تا ۱۳۸۰-۱۳۷۵) ۶۳
نمودار ۴-۲: روند تغییرات تراکم و زیتوده زئوپلانکتون و شانه دار طی سال های گذشته (۹۷ تا ۱۳۸۰-۱۳۷۵) ۶۵
نمودار ۴-۳: روند تغییرات جمعیت شانه دار پس از ورود، استقرار و کاهش زاد و ولد در منطقه نوشهر در عمق ۳۰-۲۰ متری ۶۸

چکیده

از آنجایی که دریای خزر به دلیل موقعیت استراتژیک خود دارای شرایط خاصی میباشد لذا آگاهی از گروه های زیستی شامل فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون و شانه دار اهمیت ویژه ای خواهد داشت. زیرا که دریای خزر در دهه های اخیر پدیده های نوظهوری از جمله ورود گونه های غیر بومی و شکوفا شدن برخی از آنها را تجربه کرده است. شانه دار غیر بومی و مهاجم (*Mnemiopsis leidyi*) یکی از نمونه های بارز از این گونه هاست که در سال ۲۰۰۰ میلادی از دریای سیاه از طریق آب توازون کشتی ها وارد دریای خزر گردید. این جانور از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ در همه مناطق این دریا با بیوماس زیاد گسترش یافت و پس از آن در حد پائینی ماندگار گردید.

در این بررسی نمونه برداری زئوپلانکتون و شانه دار در چهار دوره شروع پرورش ماهی، اواسط دوره، انتهای دوره و قبل از ماهی دار کردن قفس ها به ترتیب توسط تور پلانکتون با چشمه ۱۰۰ میکرون و قطر دهانه ۳۶ سانتی‌متر و تور پلانکتون با چشمه ۵۰۰ میکرون و قطر دهانه ۵۰ سانتی متر در چهار جهت جغرافیائی شمال، شرق، جنوب و غرب قفس در فواصل سایه قفس پرورش ماهی، ۱۰۰ (۲۰۰) متری از قفس و ۱۰۰۰ متری در فواصل سایه قفس، ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری صورت گرفت. نمونه های فیتوپلانکتون از لایه سطح، ۱۰ و ۳۰ متر در حالیکه نمونه های زئوپلانکتون و شانه دار از لایه های ۱۰-۰ و ۳۰-۱۰ متر بصورت کشش عمودی جمع آوری گردید.

ترکیب گونه ای زئوپلانکتون طی دوره بررسی (۹۷-۱۳۶) مناطق پیرامون قفس ها به گونه ای است که در این دوره ۱۰ گونه متعلق به ۴ گروه از زئوپلانکتون های دائمی (پاروپایان ۳ گونه) Copepoda (*Acartia tonsa*, *Halicyclops sarsi*, *Ectinosoma consimum*)، آنتن منشعبان ۱ گونه (*Podon polyphemoides*) Cladocera، گردتنان ۱ گونه (*Brachionus calyciflorus*) Rotatoria و آغازیان ۱ گونه (Foraminifera sp.) Protozoa و ۴ گونه از مرحله لاروی زئوپلانکتون های موقتی (*Hediste diversicular*) Nereidae، Lamellibranchiate larvae، Balanidae (*Amphibalanus improvisus*) و *Hypania invalida* مشاهده گردید. حضور و عدم حضور گروه های مختلف زئوپلانکتونی به گونه ای که در قسمت های جغرافیائی غرب، شمال، شرق و غرب به ترتیب ۹، ۸، ۷ و ۸ گونه به ثبت رسید.

بررسی زئوپلانکتون در قبل از پرورش ماهی در قفس های منطقه نوشهر در حوضه جنوبی دریای خزر طی سال های ۹۷-۱۳۹۶ نشان داد که میانگین تراکم و زیتوده آن به ترتیب ۲/۳±۲۷۶۴/۹ عدد در مترمکعب و ۰/۰۲±۱۳/۶ میلی گرم بر مترمکعب بود که ۹۶/۷ درصد تراکم زئوپلانکتون های این دوره را گروه پاروپایان با گونه *Acartia tonsa* با میانگین تراکم و زیتوده به ترتیب ۱/۸±۲۰۵۷/۲ عدد در مترمکعب و ۰/۴±۱۰/۷ میلی گرم بر مترمکعب تشکیل داد. میانگین تراکم و زیتوده زئوپلانکتون ها در شروع دوره پرورش ماهی در قفس منطقه نوشهر به ترتیب ۲/۱±۱۷۵۵/۵ عدد در مترمکعب و ۰/۰۶±۱۷/۴ میلی گرم بر مترمکعب و در اواسط دوره پرورش ماهی در قفس ها به ترتیب ۲/۵±۳۱۷۶/۲ عدد در مترمکعب و ۰/۱۹±۱۹/۳ میلی گرم بر مترمکعب، در

انتهای دوره پرورش ماهی در قفس، میانگین تراکم و زیتوده زئوپلانکتون ها به ترتیب ۰/۳±۲۸۹۶/۸ عدد در مترمکعب و ۰/۱±۲۵/۸ میلی گرم بر مترمکعب، به ثبت رسید که بیانگر اختلاف معنی دار تراکم زئوپلانکتون در شروع دوره پرورش با اواسط و انتهای دوره پرورش ماهی در قفس بوده است (P<۰/۰۰۵).

بررسی میزان میانگین تراکم کل زئوپلانکتون در جهات مختلف جغرافیائی شمال، شرق، جنوب و غرب و نیز در فواصل سایه، ۲۰۰ (۱۰۰) متر و ۱۰۰۰ متری لایه های سطح (۱۰-۰ متر) و عمق (۳۰-۱۰ متر) در شروع پرورش ماهی در قفس در منطقه نوشهر نشان داد که میانگین تراکم کل زئوپلانکتون در این دوره ۲/۱±۱۷۵۵/۵ عدد در متر مکعب و میانگین زیتوده ۰/۰۲±۳۰/۹ عدد در متر مکعب بود که نشان داد اختلاف معنی داری بین تراکم زئوپلانکتون در لایه ۱۰-۰ با فواصل ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری از قفس بوده است (P<۰/۰۰۵).

بررسی شانه دار سایت پیرامونی قفس های پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان طی چهار دوره نشان داد که بیشترین میزان میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در قبل از پرورش ماهی در قفس با ۲۵/۶ عدد در متر مکعب و ۰/۳۴ گرم بر متر مکعب (با بیشترین میزان تراکم و زیتوده به ترتیب با دامنه ۷۱-۵۵ تعداد در متر مکعب و ۱/۸-۱ گرم بر متر مکعب) در فواصل ۱۰۰۰ و ۱۰۰ متر (لایه ۱۰-۰ متر) و کمترین میزان تراکم و زیتوده شانه دار به ترتیب با ۱/۹ عدد در متر مکعب و ۰/۱۲ گرم بر متر مکعب در انتها و شروع دوره پرورش ماهی به ثبت رسید که نشان دهنده اختلاف معنی دار تراکم شانه دار در ابتدا و انتهای دوره پرورش ماهی در قفس بوده است (P<۰/۰۰۵). بررسی ساختار شانه دار در شروع پرورش ماهی (فصل پائیز) نشان داد که میانگین تراکم و زیتوده شانه دار به ترتیب ۱/۵±۱۵/۸ عدد در مترمکعب و ۰/۰۲±۰/۳ گرم در مترمکعب که بیشترین میزان میانگین تراکم شانه دار در فاصله ۱۰۰۰ متری شمالی از قفس با تراکم و زیتوده ۶/۸±۷۱/۳ عدد در مترمکعب در لایه ۰-۱۰ متری دارای زیتوده ۰/۶±۱/۹ گرم بر متر مکعب به ثبت رسید. کمترین میزان شانه دار در سایه قفس شمال و جنوب قفس ها که بدون حضور شانه دار بود که بیانگر اختلاف معنی دار تراکم شانه دار در لایه ۱۰-۰ متری با فاصله ۱۰۰۰ متری از قفس های پرورش ماهی در قفس بوده است (P<۰/۰۰۵).. بررسی فراوانی ساختار گروه های طولی (اندازه) جمعیت شانه دار نشان داد که شانه‌دارانی با گروه طولی کمتر از ۵ میلیمتر حدود ۹۰/۲ درصد را تشکیل میدهند و میزان درصد فراوانی گروه طولی بین ۱۵-۶ میلیمتر حدود ۶/۱ درصد و همچنین گروه بالغین شانه دار (بزرگتر از ۱۶ میلیمتر) تقریباً ۳/۶ درصد جمعیت شانه دار را شامل شدند. بهرحال، با توجه به وجود شرایط مزوتروف در آب های ساحلی اکوسیستم منطقه جنوب دریای خزر، شایسته است که هر نوع توسعه آبزی پروری در این منطقه با رویکرد احتیاطی و در ابتدا بصورت پایلوت صورت پذیرد تا با مشکلات زیست محیطی روبرو نگردد.

کلمات کلیدی: قفس، زئوپلانکتون، شانه دار، تراکم، دریای خزر

۱- مقدمه

۱-۱- مطالعه پلانکتون های دریای خزر با تاکید بر پلانکتون اطراف قفس

دریای خزر با طول تقریبی ۱۲۰۰ کیلومتر و عرض متوسط ۳۲۰ کیلومتر و مساحت ۴۳۸۰۰۰ کیلومتر مربع و حجم ۷۷۰۰۰۰ کیلومتر مکعب بزرگترین دریاچه آب نسبتاً شیرین جهان است. باریک‌ترین عرض آن ۲۲۰ کیلومتر بین شبه جزیره آبشوران و دماغه کواولی و عریض‌ترین بخش آن حدود ۵۴۵ کیلومتر در شمال آن قرار دارد. وجود منابع عظیم نفت و گاز، ساخت و سازهای ساحلی، ورود پساب های شهری، کشاورزی و صنعتی، زهکشی و لایروبی و نیز اثرات پرورش ماهی در قفس همه و همه بر ایجاد استرس ها در دریای خزر افزوده است. در مدیریت و حفاظت از اکوسیستم ها در برابر این تغییرات جهانی اولین قدم، شناخت کافی از این اکوسیستم ها و موجودات ساکن در آنهاست. این اطلاعات پایه‌ای می‌توانند کمک به تصمیم گیری در راستای تعیین برد ظرفیتی جهت برنامه‌ریزی های مدیریتی آینده باشند. در ایران مطالعات با رویکرد اثرات پرورش ماهی در قفس بسیار اندک است واز آنجایی که دریای خزر به دلیل موقعیت استراتژیک خود دارای شرایط خاصی می باشد، بنابراین اتخاذ تصمیمات مدیریتی و پایشی اکوسیستم ها در جهت حفاظت و احیا آنها در مقابل تغییرات جهانی و نیز شناخت کامل از اثرات پرورش ماهی در قفس امری ضروری است. این پهنه آبی به‌طور طبیعی محیطی پر تنش از نظر دما و شوری است (فارابی و همکاران، ۱۳۹۵) و از طرفی وجود منابع عظیم نفت و گاز، ساخت و سازهای ساحلی، ورود پساب های شهری، کشاورزی و صنعتی، زهکشی و لایروبی و نیز اثرات پرورش ماهی در قفس همه و همه بر ایجاد استرس ها در دریای خزر افزوده است. در مدیریت و حفاظت از اکوسیستم ها در برابر این تغییرات جهانی اولین قدم، شناخت کافی از این اکوسیستم ها و موجودات ساکن در آنهاست. این اطلاعات پایه‌ای می‌توانند کمک به تصمیم گیری در راستای تعیین برد ظرفیتی جهت برنامه‌ریزی های مدیریتی آینده باشند. موفقیت پرورش ماهی در قفس به کیفیت مناسب آب موجود در اطراف قفس بستگی کامل داشته و پرورش دهنده بایستی تلاش کند تا فشارهای محیطی وارده به ماهیها را به حداقل برساند. یکی ازعوامل مهمی که فشارهای محیطی بر قفس را ایجاد و تشدید می کنند وجود مواد مغذی فراوان است که میتواند خطراتی نظیر تغییر دینامیک جوامع فیتوپلانکتون، اجازه رشد بیش از حد گونه های مضر، امکان رشدآبزیان غیربومی و مهاجم به دریای خزر (Tahami, *et al.*, ۲۰۱۲) و بلعکس کاهش یا حذف برخی گونه ها و نیز شکوفایی جلبکی (Draganov, *et.al.*, ۱۹۸۴) را ایجاد کند که در مواقعی ممکن است برای پرورش خطرناک باشد. همچنین با توجه به این که رژیم غذائی ماهیان حوزه جنوبی دریای خزر به میزان ماکروبنتوزها نیز وابسته است لذا آگاهی از وضعیت ساختار جمعیتی بی مهرگان کفزی نیز بعنوان یک شاخص بیولوژیک (Bio-indicator) در منطقه مورد مطالعه و تاثیر احتمالی قفس ها ی دریایی و پسماندهای ناشی از فعالیت های صنعتی بر روی بستر نواحلی ساحلی ضروری بنظر می رسد. در نتیجه برای داشتن پرورش موفق ماهی در قفس نیاز به مدیریت صحیح آب اطراف ماهیان قفس است چرا که هر گونه تغییر در دینامیک جوامع زیستی بر ماهیان

اکوسیستم تاثیر و نیز هر گونه اشکال مدیریتی در امر پرورش ماهی در قفس میتواند بر اکوسیستم دریای خزر اثر گزار باشد. لذا مطالعه جوامع فیتوپلانکتون و تاثیر متقابل آن ها با پرورش ماهی امری ضروری و مهم می باشد. لذا در این تحقیق در محدوده قفس و نیز اطراف آن و نیز قبل و بعد از دوره پرورش ماهی در قفس بر اساس روش های ارائه شده نمونه برداری و شناسایی خواهند شد و در نهایت لیست گونه‌ها، تنوع و پراکنش مکانی آنهاو نیز اثرات متقابل آنها بر پرورش ماهی در قفس بدست می آید. صنعت پرورش ماهی در قفس در کشورمان جوان بوده وبهمن دلیل اطلاعات اندکی در مورد تاثیر گذاری آن بر محیط زیست و موجودات یافت میشود. تحقیقاتی در این زمینه در دریای خزر توسط برخی محققینن ایرانی صورت گرفته است که به تعدادی از آن‌ها می‌پردازیم.

افرایی و همکاران (۱۳۹۵) در محدوده استقرار قفس های دریایی در منطقه کلارآباد گزارش نمودند که تعداد ۷ گونه از بزرگ بی مهرگان کفزی متعلق به ۵ جنس از ۴ خانواده شناسایی شدند. *گونه Streblospio gynobranchiata* از پرتاران با ۹۳/۳ درصد یه‌عنوان گونه غالب شناخته شد. از گروه فیتوپلانکتون ۳۷ گونه شناسایی شد که متعلق به شاخه های باسیلاریوفیتا (۲۲ گونه)، پیروفیتا (۸ گونه)، سیانوفیتا (۴ گونه)، کلروفیتا (۱ گونه) و اوگلنوفیتا (۲ گونه) بود. شاخه کلروفیتا و باسیلاریوفیتا به ترتیب کمترین و بیشترین فراوانی گونه ها با ۳٪ و ۵۶٪ را به خود اختصاص دادند بطوری که گونه های *Nitzschia acicularis*، *Skeletonema costatum* و *Thalassionema nitzschoides* دارای بیشترین حضور در فصول مختلف بودند. از گروه زئوپلانکتون گونه *Acartia tonsa* از زیررده Copepoda بیشترین فراوانی با ۶۲٪ و گونه های *Podon polyphemoides* و *Evadne anonyx* از راسته Cladocera کمترین میزان تراکم را با ۸٪ به خود اختصاص دادند.

فارابی و همکاران (۱۳۹۵) همگام با شروع پرورش ماهی در قفس در سال ۱۳۸۹، مطالعه جامع اکوسیستم منطقه جنوبی دریای خزر با هدف استقرار قفس و توسعه آبزی پروری دریائی را به انجام رساندند که با توجه به جدید بودن برنامه پرورش ماهی در قفس (Cage culture) در جهت توسعه آبزی پروری در کشور و به ویژه در دریای خزر، عدم رعایت ملاحظات زیست محیطی و اجرای آن در چارچوب یک برنامه مدون ممکن است خسارت جبران ناپذیری را بوجود.

کریمیان (۱۳۹۵) نشان داد که امکان آلودگی از طریق پرورش ماهی در قفس بر محیط اطراف وجود دارد، ولی جریانات آبی در خزر جنوبی سبب پراکنده شدن و عدم تجمع آن در اطراف قفس می شود.

جهانی و همکاران (۱۳۸۹) در سنجش کیفی بار آلودگی ناشی از اثرات احتمالی فعالیت های آبزی پروری در خور غزاله (خلیج فارس) بر کفزیان با استفاده از شاخص ABC به بررسی اثرات احتمالی قفس های پرورش ماهیان دریایی خور غزاله بر روی جوامع بنتیک به عنوان شاخص آلودگی پرداختند. به این منظور ۴ ایستگاه بر حسب فاصله از زیر قفس های پرورشی (زیر قفس، ۵۰ متری قفس، ۱۵۰ متری قفس، ۴۰۰ متر قفس بعنوان شاهد) انتخاب و از هر ایستگاه نمونه رسوب برای شناسایی ماکروبنتوز، آنالیز دانه بندی رسوبات و سنجش میزان

مواد آلی درون رسوبات یا TOM برداشت شد. نتایج این بررسی نشان داد که ایستگاه زیر قفس، ۵۰ متری قفس و ۱۵۰ متری قفس دارای آلودگی متوسط محیطی هستند، در صورتیکه ایستگاه ۴۰۰ متری قفس (شاهد) دارای شرایط بدون آلودگی است.

آذری و همکاران (۱۳۷۴) بیان نمودند که در ایران شروع پرورش ماهی در قفس های شناور مربوط به سال ۱۳۴۹ می باشد که برای یکسری آزمایشات مقایسه¬ای در خلیج گرگان بر روی قزل‌آلای رنگین کمان و داخل جعبه‌های مخصوص چوبی انجام شد. در سال های ۱۳۶۱ و ۱۳۶۲ این روش بصورت آزمایشی در دریاچه سد دز خوزستان انجام شد و پس از آن در سال ۱۳۶۴ شرکت ماهی کارون با همکاری کارشناسان آلمانی به منظور تولید و پرورش ماهیان گرم‌آبی در دریاچه مذکور شروع به کار کردند. در سال ۱۳۷۱ مرکز تحقیقات شیلات استان مازندران اقدام به ساخت قفس به حجم ۴۰ متر مکعب در خلیج گرگان و پرورش ماهی آزاد دریای خزر در قفس نموده است. این ماهی طی هفت ماه دوره پرورش از آبان ۱۳۷۱ لغایت خرداد ۱۳۷۲ از وزن ۲۵ گرم به وزن ۳۰۰ گرم رسید. در این روش، جهت تغذیه از غذای قزل آلا استفاده گردید و در خرداد ماه با افزایش دما به مرز ۲۷ درجه سانتی گراد تلفات گسترده ای در ماهیان مشاهده شد. افزایش دما در ماه خرداد در منطقه خلیج گرگان بدلیل کاهش شیب بستر دریا در این منطقه است. سپس در سال ۱۳۷۲ در ادامه سیاست‌های توسعه و ترویج روش های جدید و نوین در معاونت تکثیر و پرورش آبزیان سازمان شیلات ایران شروع به اجرای پرورش ماهی در قفس واقع در آب های داخلی نمود که ابتدا در سد خاکی قرخ آرخاج واقع در شهرستان سراب دو عدد قفس دایره و مربع به ترتیب به حجم ۱۵۰ متر مکعب (استوانه: ۳×۱۶×۳/۱۴ متر مکعب و مکعب: ۳×۷×۷ متر مکعب) دایر شد و پس از آن قفس هایی در چاه نیمه زابل و خلیج گرگان ایجاد گردید.

اگر چه بررسی پلانکتون های سایت پرورش ماهی در قفس در ایران موضوع جدیدی محسوب می شود ولی پروژه های متعددی از شرایط زیستی منجمله پلانکتون ها در آب های حوضه جنوبی دریای خزر انجام گرفت که می‌توانند به تجزیه و تحلیل های این پروژه نیز کمک کنند که در اینجا به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

Roohi و همکاران (۲۰۰۹)، در مجموع ۱۸ گونه زئوپلانکتون شامل ۱۳ گونه مروپلانکتون (پلانکتونهای موقتی) و تنها ۵ گونه هالوپلانکتون (پلانکتونهای دائمی) بعد از ورود شانه‌دار به دریای خزر باقی مانده است. در حالی که پیش از ورود شانه‌دار این میزان حداقل ۳۶ گونه بوده‌است. بنابراین هر گونه برنامه‌ریزی جهت بهره برداری پایدار از منابع بیولوژیک دریای خزر نیازمند بررسی و مطالعه زئوپلانکتونها به عنوان یکی از مهمترین منابع غذائی جهت ادامه حیات در این دریا میباشند.

حسینی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش نمودند که در بررسیهای‌انجام‌شده‌در پروژه هیدرولوژی‌و هیدروبیولوژی حوزه‌جنوبی‌دریای‌خزر طی سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۵، پنج‌شاخه‌از فیتوپلانکتونها شامل شاخه های Bacillariophyta، Pyrrophyta، Chlorophyta، Cyanophyta و Euglenophyta مشاهده‌شدند که‌بیشترین‌میانگین‌تعداد و زیتوده‌متعلق‌به شاخه‌Bacillariophyta (دیاتومه) و سپس شاخه‌Pyrrophyta بوده‌است.

Hall و همکاران (۱۹۹۰) یکی از مشکلات محیطی پرورش در قفس را غنای مواد آلی بستر می داند که معمولاً بیشترین تأثیر را در فاصله نزدیک قفس ایجاد می کند.

Karakassis و همکاران (۱۹۹۸) به بررسی تنوع فصلی پروفیل رسوب در زیر قفس پرورش ماهی در دریای مدیترانه پرداختند. نتایج بررسی نشان داد که ضخامت لایه رسوب در زیر قفس ها با تغییر فصل تغییر می کند، در حالی که در تمام فصول سال با افزایش فاصله از قفس کاهش می یابد.

Loreau و همکاران (۲۰۰۱) و نیز Jackson و همکاران (۲۰۰۱) فعالیت های انسانی نظیر تغییر زیستگاه، آلودگی و بهره برداری بیش از حد از منابع زنده را زیان بخش بر سطوح تنوع زیستی و تامین منابع زیستی برای نسل‌های آینده دانستند.

Sutherland و همکاران (۲۰۰۱) و Hargrave و همکاران (۱۹۹۳) و Hall و همکاران (۱۹۹۰) بیان نمودند که در چند دهه‌ی گذشته، تاثیر انسان بر روی زیست گاه‌های کفزیان دریایی افزایش یافته است که بخشی از این مشکلات نیز به فعالیت‌های آبزی‌پروری مربوط می‌شود. از سوی دیگر، قفس‌های پرورشی باعث تخریب محیط دریایی با ورود حجم بالای فضولات ماهیان پرورشی و غذای خورده نشده به شکل مواد معدنی محلول و ذرات مواد آلی می شوند.

Pitta و همکاران (۲۰۰۶) مطالعاتی را بر روی اثرات قفس‌های ماهی بر پلانکتون‌های دریایی و گسترش مواد مغذی را بخوبی نشان داده‌اند اما تعداد کمی از این مطالعات بطور کامل بر ساختار جمعیت پلانکتون ها و رابطه آنها با پارامترهای محیطی تحت فشار پرورش ماهیان در دریا تمرکز نموده اند.

David و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که سطوح یوتروفیکی و تغییر ترکیب مواد مغذی شکوفایی های خطرناک جلبکی را القا می کند.

San Diego-McGlone و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیان نمودند که نه تنها سطوح یوتروفیکی و تغییر ترکیب مواد مغذی میتوانند شکوفایی‌های خطرناکی را به دنبال داشته باشند، بلکه بر ماهیان پرورشی در قفس نیز اثر می گذارد.

Jelic Mrcelic و Sliskovic (۲۰۱۰) در مطالعه ای از اثرات پرورش ماهی در قفس بر کیفیت آب در یکی از مزارع پرورشی در کرواسی پس از نمونه برداری از ۵ ایستگاه (سایه قفس، ۱۰۰ متری، ۳۰۰ متری، ۷۰۰ متری و ایستگاه شاهد در ورودی خلیج) نشان دادند که رابطه ی ضعیفی بین مواد غذایی و پارامترهای کیفی آب (حجم مواد غذایی و بیوماس فیتو پلانکتون ها) یافت شد.

Gao و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند که تغییر در ساختار جوامع زیستی بعد از استقرار قفس‌های پرورش ماهی همراه با مقدار مواد مغذی آب مشهود بود و این افزایش در مقدار مواد مغذی باعث افزایش زی‌توده پلانکتون و در نتیجه افزایش زی‌توده بی مهرگان گیاهخوار بخصوص گروههای زوپلانکتونی شامل کلادوسرا و موجودات کفزی خواهد شد و همچنین طی مطالعات آزمایشگاهی خود نشان دادند که بافت ماهی هرز بعنوان یکی از غذاهای ماهیان در قفس، می تواند منبع مستقیم مواد مغذی برای حمایت از رشد پلانکتون ها باشد

Jiang و همکاران (۲۰۱۲) اعلام نمودند که توسعه و بهره برداری بیش از حد از آبزی‌پروری در دریا بطور بالقوه اثرات زیست‌محیطی منفی را خواهد داشت، بویژه آنکه پرورش ماهی مقادیر فراوانی مواد مغذی و انرژی از منبع جیره غذایی ماهیان وارد آب می کند جایی که اثرات بومی پرورش ماهی بر محیط زیست در مقایسه با سایر سیستم های پرورش آبزیان مثل گیاهان دریایی یا صدف ها در بالاترین حد قرار دارد و این در حالی است که منافع اقتصادی آن نیز ممکن است در بالاترین مقدار باشد. همچنین قفس‌های متراکم ماهیان مقادیر قابل توجهی از زائدات آلی ذره‌ای و غیر آلی محلول را فراهم می کنند و ورود مقادیر زیادی از مواد مغذی از خشکی به همراه ترکیب شدن با ازت و فسفر خروجی پرورش فشرده آبزیان در دریا سیستم های ساحلی را به سمت یوتریفیکاسیون هدایت خواهد کرد.

Silva و همکاران (۲۰۱۲) مطالعات زیادی در مدیترانه بر روی اثرات پرورش ماهی در قفس بر شیمی ستون آب ، گیاهان دریایی، مواد مغذی و پلانکتون ها داشتند که این مطالعات نشان می‌دهند که فیتوپلانکتون‌ها نقش کلیدی در جذب مواد آلی و ورود بیش از حد مواد مغذی از پرورش ماهی به ستون آب را ایفا می کنند، این تولید کنندگان اولیه توسط گروههای بزرگتری در زنجیره تروفیکی مثل زوپلانکتون ها چرا می شوند و بدین وسیله به سطوح بالاتر هرم غذایی منتقل می‌شوند.

Hussain and Pandite (۲۰۱۲) گزارش نمودند که ماکروبنتورها نقش مهمی را در اکوسیستمهای آبی ایفا می کنند و نقش یک پیوند در انتقال مواد و انرژی از تولیدکنندگان به مصرف کنندگان سطح بالا را دارد و همچنین به عنوان اندیکاتور زیستی عالی سلامت جریان آب عمل میکنند. بنابراین آگاهی از وضعیت گروههای ماکروبنتوزی با توجه به زیستگاه انها در رسوبات (جنس بستر و نوع دانه بندی آنها) می توانند نقش بسیار مهمی را در طبقه بندی سواحل دریایی و کیفیت اب ایفا نمایند.

مطالعه جوامع فیتوپلانکتون، و تاثیر متقابل آن ها با پرورش ماهی امری ضروری و مهم می باشد. لذا در این تحقیق در محدوده قفس و نیز اطراف آن و نیز قبل و بعد از دوره پرورش ماهی در قفس بر اساس روش های ارائه شده نمونه برداری و شناسایی شد.

۱-۲- مطالعه زئوپلانکتون دریای خزر با تاکید بر زئوپلانکتون های اطراف قفس

دریای خزر در اواسط دوران پیلوسن به طور کامل از دریای سیاه جدا گردید و به صورت بومسامانهای محصور شکل گرفت .از این دوران به بعد فون گیاهی و جانوری لب شور پدیدار شد و تاامروز باقی ماند (Kosarev and Yablonskaya, 1994). دریای خزر بزرگترین دریاچه دنیا بوده و طول آن از شمال به جنوب 1200کیلومتر است و بخش عمدهای از منابع آبهای داخلی را در دنیا به خود اختصاص داده است (Dumont, 1998). فون و فلور دریای ۱/۸ میلیون سال پیش شکل گرفت و به دلیل بسته بودن، در مقایسه با سایر دریاها دارای گونه های بومی بسیار زیادی است (Karpinsky, 2010). از آغاز دهه ۱۹۹۰ بوم سامانه دریای خزر به شدت تحت تاثیر فعالیتهای انسانی و آلودگیهای شدید محیطی قرار گرفته است .به دلیل افزایش استفاده از کودها و سموم کشاورزی، جنگل زدایی، غلظت مواد مغذی در رودخانه افزایش یافته و میزان آن در سالهای اخیر بیش از دو برابر گردیده است (Dumont, 1998; Roohi et al., 2010; Bagheri et al., 2012; Mohammadi *et al*., 2017).

خزر بزرگترین اکوسیستم آبی لب شور دنیا است که مساحت آن بالغ بر ۳۷۶۵۰۰کیلومتر مربع، حجم آب آن ۷۵۱۰۰کیلومتر مکعب، میانگین عمق ۱۹۴ متر و بیش ترین عمق ۱۰۲۵ متر می باشد. دریای خزر از نظر بستر و هیدرولوژی به سه قسمت خزر شمالی، خزر میانی و خزر جنوبی تقسیم می شود. دریای خزر محل زیست گونه ها و گروه های مختلفی از آبزیان از جمله پلانکتون ها تا ماهیان است که مورد بهره برداری قرار می گیرند، متاسفانه در طی دهه گذشته این دریا با ورود و انتشار سریع برخی از گونه های غیر بومی نظیر شانه دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* ، *Acartia tonsa*، *Balanus eburneus*، *Liza salins* و *Balanus improvisus* سبب تغییرات عمده ای در این دریا شده است (Aladin and Plotnikov, 2004).

پلانکتون ها به مجموعه موجودات شناوری که توسط جریان آب جابجا می شوند و قادر نیستند در مقابل این جریان آب از خود واکنشی نشان دهند، گرچه برخی از موجودات جانوری پلازیک که به اختصار زئوپلانکتون خوانده می شوند بدلیل دارا بودن زوائد حرکتی از قبیل تاژک با تغییر شرایط زیست محیطی نظیر نور، مواد مغذی قادر به مهاجرت ای شبانه روزی می باشند که به دو دسته زئوپلانکتون های دائمی و موقتی تقسیم بندی می شوند. گروه های پاروپایان (Copepoda)، آنتن منشعبان (Cladocera)، پروتوزوآ یا آغازیان (Protozoa) و گردتنان (Rotatoria) از زئوپلانکتون های دائمی (Holoplankton)، در حالیکه گروه های کشتی چسب ها (Balanidae)، لارو دو کفه ای ها (Lamellibranchiata) و لارو برخی از کفزیان (Microinvertebrate) از زئوپلانکتونئهای موقتی بوده که احتمالا در یکی از مراحل زندگی خویش به حالت پلانکتونی زندگی می کنند. . بعضی از گونه های زئوپلانکتون، عمدتاً بدلیل کوچکی اندازه شان (کمتر از ۵۰ میکرون) در لایه های سطحی (بالاتر از ۲۰ متر) و بالای لایه ترموکلاین زندگی می کنند (نظیر Cilliophora)، ولی موجودات زئوپلانکتون با اندازه های بزرگتر از ۵۰ میکرون نظیر Copepoda و Cladocera در آبهای عمیق مشاهده می شوند (روشن طبری، ۱۳۸۶، Roohi *et al*., 2008, 2010; Kidey *et al*., 2005, Shiganova *et al*., 2004).

بطور کلی زئوپلانکتون ها موجودات بسیار ریز جانوری و آغازی، که هتروتروف (تولیدکننده نیستند) و مثل فیتوپلانکتون ها حرکتشون به جریان های آب بستگی دارد. گرچه بعضی از آنها قادرند به طور ضعیف شنا و حرکت کنند. این ها مثل حیوانات قادر به تولید غذای خود نیستند. این جانداران در هر دو محدوده نورانی و تاریک زندگی میکنند و شامل هولوپلانکتون ها (مثل کریل ها که تمام عمر خود پلانکتون باقی می مانند) و مروپلانکتون ها (تخم و مرحله لاروی سخت پوستانی مثل لابسترها و خرچنگ ها، کرم ها، نرم تنان، توتیاها و اکثر ماهیان که زندگی خود را به صورت پلانکتونی (بسیار ریز و میکروسکوپیک) شروع میکنند و بعد از بلوغ، جزو نکتون ها قرار میگیرند. زئوپلانکتون ها جزءِ قاطع شبکه غذایی دریاها بوده و از فیتوپلانکتون ها تغذیه میکنند.

در چرخه غذایی پلاژیک،زئوپلانکتونها نقش مهمی در انتقال انرژی بین تولید کنندگان اولیه و جمعیت ماهی های پلاژیک ایفا می کنند، و بنابراین عامل کلیدی هستند که بر تولید ماهی اثر می گذارند (Gowen et al., **1999**، Mollmann et al., **2000**، Biktashev et al., **2003**). علاوه بر آن، به این دلیل که قسمت عمده آنها صافی خوار (Filter Feeder) هستند، به عنوان پالاینده های ستون آب از مواد معلق و بنابر این به طور مشخص بهبود کیفیت آب ، عمل می کنند که بخصوص در مدیریت آبهای ساحلی به منظور اهداف بازسازانه بسیار مهم است (Kovalev et al., **1998**).

از میان زئوپلانکتونها، پاروپایان یکی از مهمترین گروه های تشکیل دهنده جمعیت زئوپلانکتونها با بیش از ۵۰۰۰ گونه می باشند. پاروپایان از تمامی انواع زئوپلانکتون، فراوانتر هستند و تقریبا تمامی اقیانوسها و دریاهای حاشیه ای را اشغال کرده اند. پاروپایان ها در حدود ۷۰٪ جانوران پلانکتونی را تشکیل می دهند (Raymont, **1983**).

اغلب پاروپایان دریایی می باشند اما آنها در آب شیرین، زمینهای مرطوب، یا به عنوان انگل نیز یافت میشوند. اندازه آنها از کمتر از ۱ میلیمتر تا چندین میلیمتر متغیر است. پاروپایان عمده ترین مصرف کنندگان فیتوپلانکتونها هستند و متعاقب آن نقش کلیدی در انتقال کربن به سطوح غذایی بالاتر ایفا می کنند. همچنین با شرکت در تشکیل مواد آلی محلول (DOM) از طریق دفع، ترشح و تغذیه صافی خواری، در چرخه میکروبی نیز شرکت دارند. مواد آلی محلول تولید شده توسط کوپه پودها حلقه مهمی در زنجیره غذایی است زیرا تنها در حدود نیمی از کربن مورد نیاز باکتریو- پلانکتونها می تواند مستقیما با آزاد کردن کربن آلی از فیتوپلانکتونها تولید شود. پاروپایان و مراحل ناپلیوسی آنان غذای طبیعی ویژه برای لارو بسیاری از ماهی های دریایی می باشند. کالانوئیدها عمدتا از فیتوپلانکتون، برخی ذرات آلی و زئوپلانکتونهای کوچکتر تغذیه می کنند (Gowen et al.,**1999**).

تراکم و تنوع زئوپلانکتونها در دریای خزر در سال های اخیر تغییرات زیادی داشت به طوری که متاسفانه در طی سال های ۱۳۸۰ به دلیل عدم مدیریت صحیح با ورود و انتشار سریع شانه دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* سبب حذف یا ناپدید شدن بسیاری از گونه های زئوپلانکتونی گردید به طوری که:

۱-۲-۱- در دریای خزر

Kasimov (۱۹۸۷) گزارش نمود که در دریای خزر ۳۱۵ گونه و زیر گونه مشخص شده است که عبارتند از۱۳۵ گونه از Infusoria، ۲ گونه Coelenterata، ۶۷ گونه Rotatoria، ۳۲ گونه Copepoda، ۵۴ گونه Cladocera، ۱ گونه Osteracoda، ۶ گونه Mysidacea، ۵ گونه Cumacea، ۶ گونه Amphipoda، ۱ گونه Isopoda، ۱ گونه Hydrocarina و ۵ گونه نوزاد نرمتنان، خرچنگ مانندهای ده پا، تخم و نوزاد ماهی های کیلکا و کفال می باشد.

قاسم اف (۱۹۹۴) بیان نمود که در خزر شمالی ۲۱۶ گونه، میانی ۱۹۶ گونه و در خزر جنوبی ۱۸۰ گونه زئوپلانکتون دائمی و موقتی زندگی می کردند.

Kasimov در سال ۲۰۰۴ اظهار داشت که در دریای خزر ۸۸ گونه آب شیرین، ۶۸ گونه آب لب شور و ۳۱ گونه دریایی وجود داشت که ۷۶ گونه متعلق به Rotatoria که به ترتیب ۵۶، ۱۴ و ۶ گونه، از ۵۹ گونه گروه Cladocera، ۱۶، ۱۴ و ۲ گونه و از ۴۷ گونه پاروپایان، ۱۶، ۱۲ و ۱۹ گونه در آب شیرین، لب شور و دریایی زندگی می کردند.

روحی و همکاران (۱۳۸۲) عنوان نمودند که بررسی زئوپلانکتون های حوضه جنوبی دریای خزر از سال ۱۳۷۰ آغاز شد که داده های بدست آمده نشان داد که گروه های پاوپایان، گردتنان، آغازیان و آنتن منشعبان از گروه های اصلی موجودات پلانکتونی پلازیک سواحل ایران بودند. از آنجائیکه شناسائی دقیقی از تنوع زیستی در این گشت دریایی صورت گرفت اطلاعات تنها نشان دهنده حضور گروه های فوق بودند.

روشن طبری و همکاران (۱۳۷۹) گزارش نمودند که در سال ۱۳۷۳ تحقیق مشترکی باحضور کارشناسان روسیه و از سال ۷۵-۱۳۷۴ به طور مستمر توسط دو مرکز تحقیقاتی شیلات مازندران و گیلان در حوضه جنوبی دریای خزر از آستارا تا حسینقلی در اعماق مختلف انجام شد. نتایج این مطالعات نشان داد که گروه پاروپایان بیشترین تراکم را در تمامی مناطق جنوبی دریای خزر دارا بود.

لالوئی و همکاران (۱۳۸۳) تغییرات زئوپلانکتون را در اعماق ۱۰ متر و کمتر در خزر جنوبی بررسی نمودند در این تحقیق ۶۶ گونه زئوپلانکتون شناسائی گردید که دو گروه Cladocera و Rotatoria بیش ترین تنوع را داشته، در حالیکه گروه Copepoda همچنان بالاترین سطح تراکم را بخود اختصاص داده بود. نتایج این تحقیق نشان داد که تراکم موجودات از غرب دریا به شرق کاهش داشت.

روشن طبری و همکاران (۱۳۸۶) عنوان داشتند که بیش ترین تراکم زوپلانکتون در تابستان در عمق ۱۰ متر و در نواحی مرکزی دریا و در فصل زمستان در عمق ۵ متر و در نواحی شرق وجود داشت.

حسینی و همکاران (۱۳۹۰) در سال ۷۵-۱۳۷۴ تقریباً ۴۶ گونه از زئوپلانکتون های حوضه جنوبی دریای خزر را شناسائی نمودند که ۵۲/۱ درصد متعلق به Cladocera، ۱۴/۵ درصد مربوط به Copepoda و ۱۰/۴ درصد به گروه Rotatoria تعلق داشتند. در حالیکه از لحاظ تراکم هنچنان گروه Copepoda بیشترین میزان را دارا بودند. در این تحقیق گونه های *Acartia* sp.، *Calanipeda aquae-dulcis* و *Limnocalanus grimaldii* بیشترین تراکم را بترتیب در نواحی ساحلی تا مناطق عمیق بیش از ۲۰۰ متر دارا بودند. لازم بذکر است که بجزء گونه اول، دو گونه بعدی بعد از تهاجم شانه دار در دریای خزر ناپدید شدند.

هاشمیان و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقات از زئوپلانکتون های حوضه جنوبی دریای خزر به همراه کفزیان دریافتند که ۶۶ گونه زئوپلانکتون در لایه های ۱۰-۰ متر وجود داشته که ۱۳ گونه Protozoa، ۲۲ گونه Rotatoria، ۲۱ گونه Cladocera، ۵ گونه Copepoda و ۵ گونه از سایر زئوپلانکتون های موقتی شناسائی گردید.

Roohi و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که از بیش از ۶۰ گونه زئوپلانکتون در ده های گذشته ۹ گونه از پاروپایان، ۶ گونه متعلق به گردتنان، ۵ گونه به آغازیان و ۲۴ گونه به آنتن منشعبان تعلق داشت.

روشن طبری و همکاران (۱۳۸۲) گزارش نمودند که در سال های قبل از ورود شانه دار (۱۳۷۵) تقریباً بیش از ۴۹ گونه زئوپلانکتون در حوضه جنوبی زیست می کردند.

روحی وهمکاران (۱۳۸۲، ۱۳۸۶) بیان نمودند که در سال های پیش از حضور شانه دار در میان زئوپلانکتون های حوضه جنوبی دریای خزر ۲۴ گونه از آنتن منشعبان (Cladocera) وجود داشت که امروز تنها ۲ گونه مشاهده می شود.

Karpyuk و همکارانش (۲۰۰۴) گزارش نمودند که ۹۷-۹۰ درصد غذای ماهیان کیلکای آنچوی[1] که عمده ترین ماهی کیلکای بنادر صیادی است توسط دو گونه از گروه پاروپایان نظیر *Eurytemora grimmi, E. minor and Limnocalanus grimaldii* فراهم می گردد. بنابراین هنگامی که شانه دار که رقیب غذایی ماهیان خصوصاً کیلکا ماهیان در دریای خزر وارد شد، ترکیب گونه ای زئوپلانکتون ها در خزر میانی و جنوبی (سواحل روسیه، آذربایجان و ایران) بطور قابل ملاحظه ای کاهش یافت.

Shiganova و همکاران (۲۰۰۴) شواهدی بدست آوردند که زیتوده زئوپلانکتون ها در طی سال های اخیر (بعد از سال ۲۰۰۱) به ۱۰ برابر کاهش یافت و همچنین فراوانی زئوپلانکتون ها به یک پنجاهم تنزل یافت. در این وضعیت، غذای ماهیان که طی سال های قبل از ورود شانه دار عمدتاً از گونه *Eurytemora* spp. و سایر پاروپایان بود، هم اکنون بعد از ورود شانه دار توسط گونه *Acartia tonsa* جایگزین گردید.

افرایی بندپی و همکاران (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) در مطالعه ای در بخش جنوب شرقی دریای خزر در سواحل مازندران و در منطقه گهرباران ۱۰ گونه از زئوپلانکتون شناسایی نمودند که اختلاف معنی داری از نظر تراکم و زی توده

[1] Clupeonella angilaformis

بین گروههای زئوپلانکتون در ایستگاههای مختلف وجود داشت (P<۰/۰۵). همچنین عنوان نمودند که روند تغییرات تراکم و زیتوده زئوپلانکتون ها روند کاهشی داشته است.

۱-۲-۲- مطالعه زئوپلانکتون در خارج از کشور

اولین تحقیقات زئوپلانکتون توسط Sars (۱۸۹۷، ۱۹۰۲ و ۱۹۲۷) در آقیانوس ها صورت گرفت که تقسیم بندی زئوپلانکتونها را به شکل امروزی با معرفی گروه های Copepoda، Cladocera، Rotatoria و Protozoa ارائه نمود. سپس Knipovich (۱۹۰۷ و ۱۹۲۱) تحقیقات را بر روی مهاجرت عمودی و افقی زئوپلانکتون ها نشان داد. تحقیقات Derzhavin (۱۹۱۲) و Tikhiy (۱۹۱۶)اصطلاح و گروه ژله ماهیان و یا به عبارت دیگر اصطلاح هیدروپلانکتون را به مطالعات زئوپلانکتونی اضافه کرد. Chugonov (۱۹۲۱) اولین مطالعات زئوپلانکتونی را در خزر شمالی انجام داد که لیست گونه های زئوپلانکتون و وابستگی توزیع آن ها را با شوری آب بیان کرد. از آن پس در سال **1929** مرکز علمی اقتصاد شیلاتی ماهی در حوالی ولگا - خزر و سپس در سال ۱۹۴۸ انستیتو تحقیقاتی شیلات دریای خزر KaspNIRKH تاسیس شد. در این سال ها از نظر ترکیب گونه ای و مقدار کمی زئوپلانکتون در دریای خزر بررسی چندانی انجام نشد، ازفوریه تا مارس ۱۹۳۴ هیئت مطالعاتی آکادمی علوم شوروی سابق طی مجموعه مطالعات انجام شده در خزر میانی و جنوبی نمونه های زئوپلانکتون را در ۶ قسمت و ۷۳ایستگاه تهیه و جمع آوری کردند. کارهای Bening (۱۹۳۷) مقدار کمی زئوپلانکتون را در دریای خزر تعیین کرد. مهاجرت عمودی *Eurytemora grimmi* در سال۱۹۳۹ مطالعه شد و نشان داد که در روز در لایه 50 تا 80 متری و در شب در لایه ۱۰ تا ۲۵ متری وجود دارند (Bogarov, 1939). در خزر میانی و جنوبی *Limnocalanus grimaldii* اساسا در لایه ۱۰۰-۵۰ متر وجود داشت و تقریبا در لایه های ۱۰-۰ و ۲۵-۱۰ مشاهده نشد. Epstain (۱۹۵۸) عنوان نمود که ۱۷ گونه زئوپلانکتون در خلیج Kyzylagach وجود دارد که گونه *Calanipeda aquae dulcis* غالبیت دارد.

Kurashova (۱۹۷۱) گزارش کرد که در شمال دریای خزر **88** گونه مشاهده شد که گروه های غالب Rotatoria (۲۸ گونه)، Copepoda (۲۴ گونه)و Cladocera (۲۰ گونه) وجود داشتند. در طی سال های ۶۱-۱۹۵۹ در قسمت غربی خزر جنوبی ۲۱ گونه زئوپلانکتون با ترکیب Rotatoria (۴ گونه)، Copepoda (۷ گونه) و Cladocera (۱۰ گونه) شناسائی گردید.

بر اساس تحقیقات Badlov (۱۹۷۵) در سال های ۱۹۶۰ تا **1969** زی توده زوپلانکتون در قسمت غربی خزر جنوبی از۲۷۳/۳ ۷۱/۸ میلی گرم بر متر مکعب کاهش یافت که به دلیل وجودآلودگی نفتی در آب های آن منطقه بود. در خلیج ترکمن نیز ۱۶ گونه زئوپلانکتون توسط Badlov (۱۹۸۳) شناسائی گردید که که زی توده زوپلانکتون ۲۶/۶ میلی گرم بر متر مکعب در فصل بهار، ۳۲/۶ میلی گرم بر متر مکعب در تابستان و ۶۸/۸ میلی گرم بر متر مکعب در فصل پادیز بود.

در اواسط سال های پنجاه هیدروبیولوژیست های کاسپنیرخ تحت رهبری وینوگرادوف در سال **۱۹۵۹** تغییرات تولیدات دریای خزر را ناشی از تنظیم جریان آب رودخانه ها، با مطالعات زئوپلانکتون و بنتوز انجام انجام شد و ترکیب گونه ای، بیوماس کلی و تغییرات سالانه رشد و نمو زوپلانکتون در دریا بررسی گردید. مطالعات همه جانبه پلانکتون دریای خزر طی سالهای **۱۹۶۱- ۱۹۵۵** (Birshteina et al., 1968) در مطالعات خزر میانی سال **۱۹۹۴** توده زنده مزوزئوپلانکتون **۵۸/۸۸-۲۴/۸۴** میلی گرم بر متر مکعب نزدیک جزیره Chilov بود. بیش ترین توده زنده در تابستان و کمترین در فوریه و ژوئن گزارش شد.

۱-۲-۳- مطالعه زئوپلانکتون در قفس های دریایی

پرورش ماهی در قفس یکی از فعالیتهای شیلاتی است که طی دو سال اخیر در سواحل جنوب دریای خزر شکل گرفته است (Bagheri et al., 2016). Borges و همکاران (۲۰۱۰) و Guo و Li (۲۰۰۳) با مطالعه بر اثرات پرورش ماهی در قفس، تغییر در سطح تغذیه گرایی، کاهش تنوع زیستی، شکوفایی جلبکی، معرفی گونه های غیربومی و افزایش بیماری در بومسامانه آبی را گزارش نمودند. پرورش ماهی در قفس به دلیل هدر رفتن غذا در محیط پرورش، تنفس و دفع مواد زاید به طور مستقیم در آب، میزان مواد مغذی و مواد آلی و شکوفایی فیتوپلانکتونی را افزایش می دهد (Islam, 2005). بر اساس مطالعات Olsen و همکاران(۲۰۰۸) میزان ۶۷ کیلوگرم نیتروژن و ۱۱ کیلوگرم فسفات به ازای هر تن تولید ماهی در شرایط حداقل هدر رفتن غذا و FCR مناسب، وارد دریا خواهند شد .مطالعات در خصوص اثرات پرورش ماهی بر بومسامانه دریای خزر، به دلیل جوان بودن این صنعت در سواحل جنوبی دریای خزر بسیار محدود است.

پیشینه مطالعات در خصوص اثرات پرورش ماهی در قفس بر جامعه زئوپلانکتون در دریای خزر طولانی مدت نبوده که در این راستا Bagheri و همکاران (2016) و همچنین Afraei Bandpei و همکاران (۱۳۹۶) و کریمیان و همکاران (۱۳۹۶) انجام گرفت. در این مطالعه تنوع گونه های و ساختار جمعیت زئوپلانکتون تغییرات محسوسی را نشان داد، به طوری که جمعیت گونه های غیر بومی و فرصت طلب در مجاور سایت پرورش ماهی در جنوب غربی دریای خزر افزایش چشمگیری داشت . Afraei Bandpei و همکاران (2016) اظهار داشتند، پرورش ماهی در علاوه قفس بر موجودات پلانکتونی اثر گذاشته و شکوفایی جلبکی در سطح وسیع در صورت افزایش سایتهای پرورش ماهی در قفس در آبهای استان مازندران در منطقه کلار آباد دور از انتظار نیست. همچنین مطالعات Bagheri و همکاران (2016) در خصوص پریفیتونها در سایت پرورش ماهی در قفس، افزایش تراکم جلبک های *Cordylophora caspi*، *Spirogyra* sp. و *Cladophora* sp. را نشان داد و بیشترین تراکم جلبکی از جنس *Cladophora* sp. با میزان حدود ۵۰۰ هزار عدد در مترمربع گزارش شد. علاوه براین، حضور Nematoda با با فراوانی **100** عدد در یک میلی متر در سایت پرورش ماهی در قفس گواه بر افزایش بار مواد مغذی و بار آلودگی در سایت پرورش ماهی در منطقه جفرود در جنوب دریای خزر است (Bagheri et al., 2016). همچنین Parafkandeh و

همکارن (۲۰۱۶) مطالعه روی پراکنش، فراوانی و زیتوده کفزیان در محل استقرار قفس در سواحل کلار آباد- مازندران در جنوب دریای خزر گزارش نمودند که فراوانی و زیتوده بی مهرگان کفزی در محل استقرار قفس در مقایسه با مناطق دیگر کاهش داشته است .اولین پرورش ماهی در قفس در دریای خزر در اردیبهشت ماه 1391 در استان گیلان آغاز شد و با صدور مجوز از سوی سازمانهای مرتبط تعداد آنها در سال های اخیر افزایش یافته است (Bagheri et al., 2016). بنابراین در این مطالعه سعی شده است تا بخشی از اثرات پرورش ماهی در قفس بر ساختار جامعه زئوپلانکتون های دریای خزر در سواحل جنوب دریای خزر (استان مازندران- منطقه نوشهر) طی سال های ۹۷-۱۳۹۶ مورد بررسی قرار گیرد. زیرا که غیر ممکن است مکانیسم شکل گیری جدید اکوسیستم دریای خزر بدون مطالعه شرایط هیدرولوژیک از جمله تنوع زیستی جوامع زئوپلانکتون به عنوان اولین مصرف کننده شبکه جیات در زنجیره غذائی میسر شود.

۱-۳- مطالعه شانه دار در دریای خزر

دریای بسته خزر بزرگترین دریاچه لب شور[1] جهان است (Grigorovich و همکاران، ۲۰۰۳). این دریاچه به واسطه موقعیت جغرافیایی، جدا شدن از اقیانوس‌ها، ترکیب و میزان شوری آن و نیز ترکیب گونه‌های زیستی و تعداد بیشمار گونه‌های بومی (۴۲٪) بعنوان یک اکوسیستم منحصر به فرد در جهان مطرح است (Volovik and Korapakova, 2004). این اکوسیستم بر اساس جغرافیای فیزیکی و توپوگرافی کف به ۳ قسمت خزر شمالی، میانی و جنوبی تقسیم می شود (Shiganova et al., 2004; Creteux and Birkett, 2006). مشخصات جغرافیایی آن '۳۶°۳۳- '۴۷°۰۷ شمالی و'۵۴°۵۰- '۴۶°۴۳ شرقی می‌باشد. این دریا از شمال و شمال غربی به روسیه، از غرب به آذربایجان، از شرق به قزاقستان، از جنوب شرقی به ترکمنستان و از جنوب به ایران محدود می‌شود. مساحت آن بالغ بر ۳۷۸۴۰۰ کیلومتر مربع و حجم آب آن ۷۸۱۰۰ کیلومتر مکعب می‌باشد. طول این دریا ۱۰۳۰ کیلومتر و عرض آن ۴۳۵ کیلومتر و بیش ترین عمق آن ۱۰۲۵ متر است که حدود ۴۰٪ آبهای دریاچه های جهان را به خود اختصاص داده‌است (Aladin and Plotnikov, 2004 ;Kostyanoy and Kosarev, 2005). شوری، در قسمتهای مختلف آن متفاوت است به طوری که از آب کاملاً شیرین در ورودی رودهای بزرگ مانند دهانه ولگا تا ۱۳ppt در بخش جنوبی متغیر است (Kosarev and Yablonskaya, 1994). شرایط متغیر شوری نیز باعث افزایش تنوع جانوری شده به طوری که گونه‌های آب شیرین، لب شور، مقاوم به شوری[2] و فراشور قادر به بقا هستند، و به دلیل تشابه ترکیب یونی آب دریای خزر با آب دریاها، بسیاری از گونه های دریایی[3] نیز می‌توانند در این دریا زیست کنند (Aladin and Plotnikov, 2004). حوضه جنوبی دریای خزر در کنار سه استان گلستان ، مازندران و گیلان قرار دارد و سلسله جبال البرز در قسمت جنوبی این حوضه واقع شده است . رودهایی مانند سفید رود ، گرگان رود، تجن،

[1] Brackish water
[2]-Euryhaline
[3] marine

هراز ، شیرود ، سردابرود ، تالار ، بابل رود و غیره به دریا می ریزند . از مهمترین ویژگی های بی نظیر این دریا داشتن آبزیان منحصر بفرد و با ارزش آن همچون ماهیان خاویاری ، فک خزری و بسیاری از ماهیان استخوانی می باشد.

این دریاچه متاسفانه بدلیل عدم مدیریت صحیح در طی سال های گذشته با پدیده های زیست محیطی نظیر آلودگیها و نیز ورود گونه های غیر بومی (exotic) مواجع شده است که یکی از نمونه‌های بارز آن ورود زئوپلانکتونی مانند *Acartia tonsa* بود (Kurashova and Abdullaeva, 1984). در سالیان اخیر، جانور مهاجم دیگری بنام *Mnemiopsis leidyi* از گروه شانه داران (Ctenophore) وارد دریای خزر گردید. وجود این گونه در سال ۱۹۹۹ برای اولین بار در جنوب دریای خزر گزارش شد (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۷۸). تقریباً در همان زمان در خزر میانی و شمالی هم مشاهده گردید (Ivanov et al., 2000).

گونه های غیر بومی (non-native species) نظیر شانه دار *Mnemiopsis* گونه های هستند که به طور طبیعی در یک منطقه وجود نداشته و معمولا بر اثر مداخله انسان بصورت تعمدی یا تصادفی وارد می شود و بعنوان گونه مهاجم (invasive species) تلقی می گردند. این گونه ها قادر به استقرار و تکثیر ، تهاجم و رقابت با گونه های بومی و گرفتن محیط زیست شان می باشند . هدف گونه های مهاجم ، اغلب تصاحب کردن یک اکوسیستم، بقا و تولید مثل در محیط جدید است. گونه های مهاجم خصوصیات منحصربفردی دارند که از آن جمله می توان گفت که بسیار سخت جان هستند و قادرند در یک سفر هزاران کیلومتری زنده بمانند. سازمان ملی دریانوردی (International Maritime Organization, IMO) تخمین می زند ۱۰ بیلیون تن آب هر سال در جهان جابجا می شود و هر روز طبق تخمین IMO، **۱۰۰۰-۷** گونه جانور در آب جابجا می شود که هر ۹ هفته یک گونه مهاجم در جایی جدید مستقر می شود.بنابراین، این سازمان جهانی اعلام نمود که آب توازون یکی از۴ عامل تهدید کننده دراقیانوسهای جهان به دلیل انتقال جانوران آبزی مضر و بیماری زا است و قوانینی را مبنی بر کنترل مدیریت آب توازن کشتی ها اتخاذ نمود که کشتی ها بایستی کمترین موجودات مضر و بیماریزارا منتقل کنند. . بنابراین گونه های مهاجم با گونه های بومی به رقابت می پردازند و حتی گونه های انگل و بیماریزا به محیط جدید معرفی می کنند. گونه های بومی را شکار می کنند و محیط را دچار تغییرات شدید می کنند برای مثال ساختار هرم اکولوژیک یک اکوسیستم را به هم می ریزند(Brodeur *et al*., 2002).

بهرحال، اگرچه ورود شانه دار غیر بومی *M. leidyi* به دریای خزر پیش از این پیش بینی شده بود(Dumont, 1995; GESAMP, 1997) اما حضور این جانور در حوضه جنوبی دریای خزر ابتدا در سال ۱۳۷۸ توسط اسماعیلی و همکاران، و سپس در سال ۲۰۰۰ درقسمت های میانی و جنوبی گزارش گردید (روحی ۱۳۸۰ و Ivanov et al., 2000). تهاجم *M. leidyi* به دریاهای سیاه و مازندران یک پدیده مهم زیست محیطی است که اکوسیستم این دریاها را مورد تهدید جدی قرار داده است. تغذیه ماهیان زئوپلانکتون خوار در نتیجه ورود این شانه دار بشدت در دریای سیاه (Volovik and Rostov-on-Don 1993 ، Prodanov et al., 1997، Shiganova et al., 1998) و دریای

مازندران (باقری و سبک آراء، ۱۳۸۲، روحی و همکاران ۱۳۸۵،Roohi et al., 2008) کاهش پیدا یافت. کاهش صید کیلکا در کلیه کشورهای حاشیه دریای مازندران بدلیل ورود شانه دار گزارش شده است (Shiganova , 2002، فضلی و روحی ، ۱۳۸۱، فضلی و همکاران، ۱۳۸۶، ۱۳۸۹، جانباز و همکاران، ۱۳۹۲، ۱۳۹۵).

یکی از عواملی که موجب افزایش زیاد شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در ابتدای ورود به دریای سیاه گردید عدم وجود شکارچی کنترل کننده جمعیت آن بود (Purcell et al., 2001). از طرفی، بررسی طولانی مدت پلانکتون های ژلاتینی در دریای خزر نیز نشان دارد که تا کنون بغیر از *M. leidyi*، شانه دار دیگری مشاهده نگردید (Karpyuk et al., 2004; Roohi et al., 2008, 2010; CEP, 2005). از دیگر عواملی که منجر به تشکیل کلنی های بزرگ شانه دار در اوایل ورود به هر اکوسیستم جدید گردیده، وجود رژیم همه چیز خواری (omnivorous) در شانه داران و نیز کوچکتر شدن چرخه تولید مثلی و هم آوری یا باروری زیاد می باشد (Roohi et al., 2010; Finenko et al., 2006). از طرفی همانطوریکه Ghabooli و همکاران. (۲۰۱۰) اظهارداشتند تجزیه و تحلیل ژنتیکی جمعیت شانه دار مهاجم نشان داد که تهاجم این جانور به ناحیه اوراسیا (Eurasia) حداقل از دو مسیر مختلف ، اول از خلیج مکزیک (به عنوان مثال، خلیج Tampa) به دریای سیاه و پس از آن به دریای خزر، دوم از بخش شمالی امریکا (به عنوان مثال، خلیج Narragansett) به دریای بالتیک و سپس دریای سیاه و خزر وارد شدند (Shiganova, 2010). بهرحال، معرفی و گسترش گونه های غیر بومی (Non-Indigenous Species, NIS) فراتر از محدوده بومی خود را در طول نیمه دوم قرن بیستم به دلیل طیف وسیعی از فعالیت های انسانی شتاب بیشتری پیدا نمود (Streftaris et al. 2005; Wonham and Carlton 2005; Ricciardi 2006; Leuven et al. 2009). شانه دار شکارچی *Mnemiopsis leidyi*، گونه ای همه جا زی از گروه شانه داران lobate است که بومی مناطق پلاژیک اقیانوس اطلس و شمال و جنوب امریکا می باشد. *M. leidyi* به عنوان یک شکارچی همه چیز خوار، ابتداً در سال ۱۹۸۰ در دریای سیاه (Vinogradov et al., 1989) و به فاصل کوتاهی در دریای آزوف (Studenikina et al., 1991) مرمره و قسمت شرقی دریای مدیترانه (Shiganova et al., 2001) انتشار یافت. این جانور در حال حاضر به طور گسترده ای در دریای خزر (گزارش شده در سال ۱۹۹۹) (Ivanov et al., 2000) و دریای آدریاتیک (گزارش شده در سال ۲۰۰۵) (Shiganova and Malej, 2009) انتشار یافته، و اخیرا در دریای بالتیک (گزارش شده در سال ۲۰۰۶) (Javidpour et al., 2006) و بخش هایی از دریای شمال (Hansson, 2006) گسترش یافت.

شانه دار *Mnemiopsis* در زیستگاه اصلی در آب های اقیانوس اطلس در ایالت متحده آمریکا در آبهای با درجه حرارت بین ۲- ۳۲ درجه سانتی گراد و شوری بین ۲-۳۸ گرم در هزار راتحمل می کند . با این حال، ورود این جانور به هریک از این اکوسیستم ها منجر به کاهش فراوانی و تنوع زئوپلانکتون ها شده Kideys, 2002; Kideys et al., 2005; Oguz et al., 2008; Roohi et al., 2008, 2010)، و اغلب با کاهش آبشارگونه سطوح غذائی با افزایش فوق العاده فیتوپلانکتونه ها همراه بوده است (Kideys et al., 2008; Roohi et al., 2010). بهرحال، *M. leidyi* جانور خودلقاح بوده و از انواع مختلف طیف غذائی نظیر لارو ماهیان تا زئوپلانکتونهای کوچک تغذیه میکند و قادر به

رقابت با ماهیان زئوپلانکتون خوار برای تغذیه می باشد (Niermann et al., 1994). باروری بالای شانه دار (به طور میانگین از ۸۰۰۰ تخم در ۲۳ روز در آب های مناطق بومی، حدود ۱۲۰۰۰ تخم در ۱۰ روز در دریای سیاه) و میزان نرخ رشد زیاد (تا دو برابر شدن زیتوده روزانه) حاکی از شدت بالای نرخ تغذیه و ماندگاری آن در هر اکوسیستم می باشد (Reeve et al., 1978; Purcell et al., 2001)

بررسی میزان شانه دار در دریای مازندران با جنبه های اکولوژیک متفاوت آن توسط محققین مختلفی در مناطق شمالی، میانی و جنوب دریای مازندران صورت گرفت. بعنوان مثال، بررسی هائی توسط Shiganova et al. (2001) در تابستانو پاییز سال‌در دریای خزر شمالیو میانی و نیز اسماعیلی و همکاران ۱۳۷۸ (Esmaeili Sari et al., 2000) در خزر جنوبی، روحی و همکاران در طی سالهای ۸۵-۱۳۸۰، رستمیان و همکاران در سال ۱۳۸۷، مکرمی و همکاران درسال ۱۳۸۸ در آبهای جنوبی دریای خزر در قسمت جنوبی انجام دادند (Roohi et al., 2008, 2010). همچنین باقری و همکاران (۱۳۸۲) میزان شانه دار را در آبهای سواحل غربی دریای مازندران جنوبی و Kideys and Moghim (2003) در دریای مازندران شمالی، میانی و جنوبی مورد بررسی قرار دادند.

در مطالعات گذشته (روحی و همکاران ، ۱۳۸۱و ۱۳۸۳)، پراکنش و فراوانی شانه دار*M. leidyi* همراه با فیتوپلانکتون ، زئوپلانکتون و نوترینتها درطول ۶ ترانسکت در ۴۰ ایستگاه و ۶۴ عمق در حوضه جنوبی دریای مازندران بصورت فصلی و گاهاً ماهانه مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه به منظور بررسی تراکم و پراکنش شانه دار مهاجم به همراه فاکتورهای زیستی نظیر فیتو پلانکتون (Ganjian Khanari, 2011; Nasrollahzadeh Saravi et al., 2008) و زئو پلانکتون در سواحل جنوبی دریای خزر (آبهای ایران) از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۸۵ انجام شد. بررسی های اولیه نشان داد که بیشترین میزان شانه دار در فصل تابستان ۱۳۸۱ (۱۳۸۴۸ عدد در مترمربع با وزن ۱۱۳۹ گرم در مترمربع) و کمترین میزان آن در فصل زمستان ۱۳۸۰ (۲۴۳ عدد در مترمربع با وزن ۲۳ گرم در مترمربع) گزارش شد. همچنین دامنه تغییرات فراوانی وزیتوده شانه دار درسال ۱۳۸۴بترتیب ۲۷۵۱-۲۸۴ عدد در متر مربع و ۳۹۰/۹-۱۶/۹ گرم درمترمربع بود. فصل پائیز بیشترین میزان فراوانی وزیتوده و کمترین میزان درفصل زمستان به ثبت رسید (Roohi et al., 2008).

از طرفی بر اساس برآورد محققین (Bilio and Niermann, 2004، Kideys et al., 2005) میزان خسارات وارده این گونه به ذخایر زنده دریای آزوف سالانه ۲۴۰ میلیون دلار برآورد گردید، در حالیکه میزان خسارات دریای خزر نسبت به دریای آزوف به مراتب بیشتر می باشد. همچنین Volovik and Rostov-on-Don (1993) عقیده دارند که اثر مخرب این گونه در دریای خزر به مراتب بیشتر از خسارات آن در دریای آزوف می باشد. با ورود گونه غیر بومی *M. leidyi* به دریای سیاه موضوع تقسیم منبع غذایی و یا به عبارت صحیح تر رقابت برای تغذیه مشترک جهت دستیابی به غذای بیشتر و در نتیجه تولید مثل و زاد آوری و یا بقاء نسل بیشتر مد نظر قرار گرفت. به طوریکه رشد و نمو بسیار سریع این شانه‌دار در سال ۱۹۸۹ در کل حوضه دریای سیاه رو به افزایش بوده و در سال ۱۹۹۰ ، میزان آن به ۹۰۰ میلیون تن (۱۰ برابرکل صید ماهی در تمام اقیانوسهای جهان) رسید. دوم اینکه به

طور مستقیم (تغذیه از تخم و لارو) و یا به غیر مستقیم (کاهش ذخایر غذایی) در ذخایر ماهیان اختلال (کاهش) عظیمی را به وجود می آورد، به طوریکه قبل از ورود این شانه دار به دریای سیاه ، صید ماهی آن ۲۵۰ هزار تن بوده است ، اما در سال ۱۹۸۹ صید ماهی به ۳۰ هزار تن تقلیل یافت (۸۸ درصد کاهش صید) (Gucu, 2002; Kideys et al., 2005; Kideys and Romanova, 2001; Shiganova, 1997).

با هجوم شانه دار به دریای خزر، ذخایر شگ ماهیان ، کیلکا ماهیان ، کفال ماهیان، ماهیان خاویاری و میدان‌های غذایی آنها و در مجموع کل اکوسیستم دریای خزر با مشکلات عدیده ای گردید که بر اساس نتایج بررسی‌ها اگر روند نظارتی دقیقی در خصوص جمعیت *M. leidyi* در دریای مازندران صورت نگیرد، موجودات این دریا در معرض خطر و یا انقراض قرار خواهند گرفت (Dumont et al., 2005). بررسی ها نشان داد که میزان صید کیلکا ماهیان پس از ورود *M. leidyi* به دریای خزر به طور قابل توجهی کاهش یافته است به طوری که میزان کاهش صید ۲۵۰۰۰ تن برآورد شده است (Daskalov and Mamedov, 2007; Mamedov, 2006). کاهش صید کیلکا ماهیان در دریای خزر تقریباً مصادف با پراکنش گسترده شانه دار *M. leidyi* بوده که ورود شانه دار یکی از دلایل نابودی تخم و لارو این ماهیان می باشد (Kideys et al., 2005).

شانه دار مهاجم بر روی جمعیت زئوپلانکتون تاثیر منفی قابل ملاحظه ای گذاشت بطوریکه جمعیت زئوپلانکتون از تابستان ۱۳۸۰ افت شدیدی یافت. همچنین میزان زی توده زئوپلانکتون نیز نسبت به سالهای قبل از ورود شانه دار ۲۶ درصد کمتر بوده و این کاهش روی جمعیت پاروپایان Copepoda و نیز سایر زئوپلانکتونها تاثیر داشته است. بررسی مقایسه ای ترکیب گونه ای زئوپلانکتون بیانگر تاثیر منفی ورود شانه‌دار بوده که سبب گردید تنوع گونه ای زئوپلانکتون ها که از قبل ورود شانه دار به جنوبی دریای خزر ۳۶ گونه بود، در طی سال های اخیر تنها ۱۷ گونه از زئوپلانکتون شامل Rotatoria (۸گونه)، Copepoda (۴گونه)، Cilliophora (۴ گونه) و Cladocera (۱ گونه) باقی بمانند (Roohi et al., 2008, 2010; روحی و همکاران، ۱۳۸۳). بنابراین هر گونه برنامه ریزی در جهت مبارزه با شانه دار و یا آگاهی از میزان اثرات اقتصادی ناشی از تهاجم این جانور در دریای خزر مستلزم داشتن اطلاعات کافی در زمینه پراکنش زمانی و مکانی ، تغییرات فصلی و میزان توده زنده این جانور مهاجم می باشد.

۱-٤- سوابق پرورش ماهی در قفس

۱-٤- ۱- سوابق پرورش ماهی در قفس در ایران

در ایران شروع پرورش ماهی در قفس های شناور مربوط به سال ۱۳۴۹ می باشد که برای یکسری آزمایشات مقایسه ای در خلیج گرگان بر روی قزل‌آلای رنگین کمان و داخل جعبه‌های مخصوص چوبی انجام شد (آذری، ۱۳۷۴).

در سال های ۱۳۶۱ و ۱۳۶۲ این روش بصورت آزمایشی در دریاچه سد دز خوزستان انجام شد و پس از آن در سال ۱۳۶۴ شرکت ماهی کارون با همکاری کارشناسان آلمانی به منظور تولید و پرورش ماهیان گرم‌آبی در دریاچه مذکور شروع به کار کردند (آذری، ۱۳۷۴).

در سال ۱۳۷۱ مرکز تحقیقات شیلات استان مازندران اقدام به ساخت قفس به حجم ۴۰ متر مکعب در خلیج گرگان و پرورش ماهی آزاد دریای خزر در قفس نموده است .این ماهی طی هفت ماه دوره پرورش از آبان ۱۳۷۱ لغایت خرداد ۱۳۷۲ از وزن ۲۵ گرم به وزن ۳۰۰ گرم رسید .در این روش، جهت تغذیه از غذای قزل آلا استفاده گردید و در خرداد ماه با افزایش دما به مرز ۲۷ درجه سانتی گراد تلفات گسترده ای در ماهیان مشاهده شد .افزایش دما در ماه خرداد در منطقه خلیج گرگان بدلیل کاهش شیب بستر دریا در این منطقه است (آذری، ۱۳۷۴).

در سال ۱۳۷۲ در ادامه سیاست‌های توسعه و ترویج روش های جدید و نوین در معاونت تکثیر و پرورش آبزیان سازمان شیلات ایران شروع به اجرای پرورش ماهی در قفس واقع در آب های داخلی نمود که ابتدا در سد خاکی قرخ آرخاج واقع در شهرستان سراب دو عدد قفس دایره و مربع به ترتیب به حجم ۱۵۰ متر مکعب (استوانه :۳×۱۶×۳/۱۴ متر مکعب و مکعب :۳×۷×۷ متر مکعب) دایر شد و پس از آن قفس هایی در چاه نیمه زابل و خلیج گرگان ایجاد گردید (آذری، ۱۳۷۴).

در سال ۱۳۷۳ ضمن برقراری قفس‌های فوق‌الذکر و افزایش بعضی از آنها، قفس‌هایی را نیز در سدهای خاکی استان آذربایجان شرقی (سدهای خاکی ملایعقوب و بافتان شهرستان سراب و ...سراب یاوری کرمانشاه، دریاچه اوان قزوین، دریاچه ولشت چالوس و رودخانه هراز (امامزاده علی) احداث گردید (آذری، ۱۳۷۴).

همچنین شرکت فراماهیک نماینده شرکت Dunlop در سال ۱۹۹۴ (۱۳۷۴) مطالعاتی در ارتباط با استقرار قفس در دریای خزر داشته است. در سال ۱۳۷۹ توسط شرکت رفا (Refa) مطالعات گسترده ای در منطقه جنوبی دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان جهت استقرار قفس انجام گرفته است .در این مطالعه امکان سنجی مناطق فوق الذکر به جهت استقرار قفس با استفاده از پارامتر های محیطی بانجام رسید .مدل توصیه ای شرکت رفا برای پرورش ماهی در قفس در ایران راه اندازی پایلوت تجاری برای ارزیابی ظرفیت های توسعه پرورش ماهی در قفس با برقراری حمایت های دولتی بوده است .پیشنهاد این شرکت پیرامون معرفی گونه مناسب برای پرورش در قفس در منطقه جنوب دریای خزر شامل فیل ماهی، ماهی آزاد دریای خزر، ماهی کپور، ماهی سیم، ماهی سفید و قزل آلای رنگین کمان بوده است (Refa Holding, 2002).

شیلات ایران بر اساس مناقصه بین‌المللی در اواخر سال ۱۳۸۲ قراردادی با شرکت فیوژن مارین از کشور اسکاتلند جهت اجرای طرح پایلوت مزرعه پرورش ماهی در قفس در استان هرمزگان (بین جزیره قشم، هنگام) برای خرید قفس شناور، مدیریت پرورش، برگزاری دوره‌های آموزشی، طراحی کارگاه تکثیر ماهی، خرید و تولید بچه‌ماهی، انتقال تکنولوژی و معرفی استراتژی بازار جهانی منعقد نمود .سپس در تاریخ ۱۳۸۳/۱/۹ کار اجرائی

استقرار قفس در جنوب کشور شروع شد که در مورخ ۱۳۸۳/۴/۱۵ کار احداث و نصب ۶ قفس پلی‌اتیلن با تجهیزات لازم آن در نزدیکی جزیره هنگام به اتمام رسید و نیز مراحل تهیه بچه‌ماهی و غذا جهت معرفی در قفس‌ها به پایان رسید .در این زمان شیلات ایران مبادرت به صدور مجوز به ظرفیت ۵۹۰۰۰ تن (۳۱۰۰۰ تن برای آب‌های خلیج‌فارس و ۲۸۰۰۰ تن برای دریای خزر) نمود که برخی از شرکت‌های متقاضی تا مرحله اخذ وام از بانک برای احداث و عقد قرارداد با شرکت‌های خارجی پیش رفتند .

در استان گیلان در سال ۱۳۸۹ نصب و راه اندازی تعداد ۲ حلقه قفس شناور ساخت داخل (قطر ۱۶و عمق ۸ متر) و با ظرفیت تولید ۶۰ تن توسط بخش خصوصی در منطقه جفرود انزلی با حمایت مالی شیلات صورت گرفت . در این سال تامین بچه ماهیان آزاد و خاویاری، ارائه خدمات کارشناسی و حفاظتی و بخشی از اعتبارات مورد نیاز توسط شیلات تامین گردید و در سال ۱۳۹۰ قراردادی با انسیتو ماهیان خاویاری و پژوهشکده آبزی پروری در آب های داخلی (انزلی) برای پایش و نظارت بر پرورش ماهی در قفس به امضاء رسید .در سال ۱۳۹۰ پرورش آزمایشی ماهی آزاد دریای خزر و فیلماهی در قفس ها انجام شد .در سال ۱۳۹۱ و۱۳۹۲ بازسازی و اصلاح قفس ها توسط شرکت ترکیه ای و انجام دو دوره پرورش آزمایشی ماهی قزل آلای رنگین کمان صورت گرفت که بر اثر طوفان با مشکلاتی روبرو شدند .در سال ۱۳۹۰ پروژه ارزیابی اجمالی پرورش ماهی در قفس درسایت کلارآباد منطقه جنوبی دریای خزر توسط پژوهشکده اکولوژی دریای خزر بانجام رسید .قابل ذکر است که در دوره اجرای پروژه فوق الذکر یک دوره کامل پرورش ماهی برای بررسی های پس از استقرار قفس به سرانجام نرسید .

در سال کاری ۱۳۹۲ یک دوره کامل پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در قفس های استان مازندران در منطقه جنوبی دریای خزر (کلارآباد، عباس آباد و نشتارود) تحقق یافت.

در سال ۱۳۹۳ علاوه بر مناطق فوق الذکر در سال ۱۳۹۲ در جنوب دریای خزر، شرکت جهاد نصر فعالیت پرورش ماهی در قفس را با ۱۶ قفس شناور و پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در منطقه چالوس شروع نمود.

همگام با شروع پرورش ماهی در قفس در سال ۱۳۸۹، مطالعه جامع اکوسیستم منطقه جنوبی دریای خزر با هدف استقرار قفس و توسعه آبزی پروری دریائی طبق قراردادی فی مابین سازمان شیلات و موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور با هدف :معرفی مکان مناسب جهت استقرار قفس با بررسی مناطق پیشنهادی استقرار قفس از لحاظ پارامترهای زیست محیطی و پارامترهای فیزیکوشیمیایی ، معرفی قفس مناسب با توجه به شرایط محیطی دریای خزر و انتخاب گونه ماهی مناسب پرورش در قفس با توجه به بررسی های زیست محیطی منطقه جنوبی دریای خزر بانجام رسید (فارابی، ۱۳۹۵). در همین راستا دو پروژه دکترا بصورت بررسی اجمالی برخی اثرات زیست محیطی پرورش ماهی در قفس بر محیط اطراف قفس در منطقه عباس آباد و کلار آباد بعنوان قسمت هایی از پروژه مصوب پژوهشکده اکولوژی دریای خزر به اجرا در آمد و یکی از این رساله ها با عنوان

" مطالعه شرایط زیست محیطی پرورش در قفس قزل آلای رنگین کمان *(Oncorhynchus mykiss)* در منطقه عباس آباد حوضه جنوبی دریای خزر" در اسفند ۱۳۹۵ در دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر دفاع گردید (کریمیان، ۱۳۹۵) .نتایج کریمیان نشان داد که امکان آلودگی از طریق پرورش ماهی در قفس بر محیط اطراف وجود دارد، ولی جریانات آبی در خزر جنوبی سبب پراکنده شدن و عدم تجمع آن در اطراف قفس می شود . لذا بررسی های پایشی را برای این منطقه توصیه نموده است .

تحقیقات مختلفی نیز پیرامون پرورش ماهی در قفس در مناطق مختلف کشور به انجام رسیده است که برخی از آن به شرح ذیل آمده است :

جهانی و همکاران (۱۳۸۹) در سنجش کیفی بار آلودگی ناشی از اثرات احتمالی فعالیت های آبزی پروری در خور غزاله (خلیج فارس) بر کفزیان با استفاده از شاخص *ABC* به بررسی اثرات احتمالی قفس های پرورش ماهیان دریایی خور غزاله بر روی جوامع بنتیک به عنوان شاخص آلودگی پرداختند .به این منظور ۴ ایستگاه بر حسب فاصله از زیر قفس های پرورشی (زیر قفس، ۵۰ متری قفس، ۱۵۰ متری قفس، ۴۰۰ متر قفس بعنوان شاهد) انتخاب و از هر ایستگاه نمونه رسوب برای شناسایی ماکروبنتوز، آنالیز دانه بندی رسوبات و سنجش میزان مواد آلی درون رسوبات یا *TOM* برداشت شد .نتایج این بررسی نشان داد که ایستگاه زیر قفس، ۵۰ متری قفس و ۱۵۰ متری قفس دارای آلودگی متوسط محیطی هستند، در صورتیکه ایستگاه ۴۰۰ متری قفس (شاهد) دارای شرایط بدون آلودگی است.

Shakouri (۲۰۰۳) در بررسی اثرات پرورش ماهی در قفس بر شیمی رسوب، از سه ایستگاه در فواصل متفاوت از قفس) ۵ متر، ۹۵ متر و ۶۰۰ متر) جهت تجزیه و تحلیل کل مواد آلی، کل کربن آلی، ازت کل و فسفر در عمق های مختلف، نمونه برداری انجام گرفت. نتایج این تحقیق افزایش قابل توجهی در همه پارامترهای مورد تجزیه و تحلیل در ایستگاه ۱ (۵ متر از قفس) را نشان می دهد همچنین تفاوت بین ایستگاه شاهد (۶۰۰ متر از قفس) و ایستگاه ۲ (۹۵ متر از قفس) ناچیز بود .پارامترهای مورد تجزیه و تحلیل تفاوت معنی داری را در شیمی رسوب از محیط قفس با ایستگاه شاهد را نشان نمی دهد و این به معنی تأثیر ناچیز آبزی پروری در قفس بر محیط اطراف قفس می باشد، که علت آن را به عمق آب و سرعت متوسط جریان آب در منطقه استقرار قفس نسبت دادند.

نبوی و همکاران (۱۳۸۹) به منظور بررسی تغییرات فراوانی و تنوع پرتاران در زیر قفس های پرورش ماهی خور غزاله (خور موسی) از ۴ ایستگاه از زیر قفس تا فاصله ۴۰۰ متری از قفس نمونه برداری انجام گرفت .نتایج نشان داد که تنوع گونه ای از ایستگاه ۱ (زیر قفس) تا ایستگاه ۴ (۴۰۰ متری از قفس) از ۱/۷۹ به ۲/۱۱ و غالبیت از ۰/۴۱ به ۰/۱۶ رسیده است .

Jahani و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثرات آبزی پروری در قفس بر جوامع بنتیک با استفاده از شاخص BOPA در خور غزاله؛ از ۳ ایستگاه، صفر متر (زیر قفس)، ۵۰ متری و ۴۰۰ متری از قفس (شاهد) نمونه برداری انجام گرفت .مقایسات نتایج با استفاده از شاخص BOPA نشان دادند که همه ایستگاه ها از شرایط بد زیست محیطی

برخوردار می باشند اما میزان آلودگی در ایستگاه شاهد نسبت به ایستگاه زیر قفس بطور قابل توجهی کمتر می باشد (جهانی و همکاران، ۱۳۸۹).

۱-٤-۲- سوابق پرورش ماهی در قفس در خارج از کشور

در خصوص پرورش ماهی در قفس در محیطهای حاوی آب شور و شیرین شامل دریاها، اقیانوسهای باز، مصبها، دریاچه ها، مخازن پشت سدها، آبگیرها و آببندانها و رودخانه، تجربیات زیادی در سراسر جهان وجود دارد (Beveridge, 2004). کشورهایی مانند نروژ، شیلی و فرانسه با استفاده از منابع آب های شور و لب شور تولید آبزی پروری خود را در مدت کوتاهی به چندین برابر رسانیده‌اند بطوریکه طی مدت ۱۲ سال ، از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۰۰ پرورش ماهی قزل آلا در دریا در دو کشور شیلی از ۱۸۵۳ تن به ۱۰۸۷۷۱ تن و در نروژ از ۳۷۹۶ تن به ۸۳۲۴۲ تن رسید که عمده موفقیت این رشد به استفاده از سیستم پرورش ماهی در قفس بر می گردد .بنابراین با توسعه شهرنشینی، کشاورزی در منابع خشکی به سمت کشتاب ورزی پیش می رود و این مساله بواسطه مسائل اقتصادی و تولید در واحد سطح است (Foley, et al., 2005).

Karakassis و همکاران (۱۹۹۸) به بررسی تنوع فصلی پروفیل رسوب در زیر قفس پرورش ماهی در دریای مدیترانه پرداختند .نتایج بررسی نشان داد که ضخامت لایه رسوب در زیر قفس ها با تغییر فصل تغییر می کند، در حالی که در تمام فصول سال با افزایش فاصله از قفس کاهش می یابد.

Karakassis و همکاران (۲۰۰۰) به مطالعه ای از اثرات آبزی پروری در قفس بر بستر دریا در سه منطقه از سواحل مدیترانه پرداختند .نمونه برداری جهت بررسی از ماکروفون ها و متغیرهای ژئوشیمیایی از ۵ ایستگاه (صفرمتر زیر قفس، ۲۵ متر، ۵۰ متر، ۱۰۰ متر و ۱۰۰۰متر ایستگاه شاهد) در هر سه منطقه انجام گرفت .کربن آلی و محتوای نیتروژن در ایستگاه نزدیک به قفس در مقایسه با ایستگاه شاهد مقدار افزایشی را نشان داد .اما ماکروفون جامعه تا ۲۵ متر از قفس تحت تاثیر قرار گرفتند .بطور کلی تنوع فصلی از متغیرهای ژئوشیمیایی و ماکروفون ها در نزدیکی قفس مقدار بالاتری را نشان داد .همچنین نتایج اثرات متفاوتی از پرورش در قفس را در سه منطقه مورد مطالعه نشان می دهد که بطور قابل توجهی این نتایج را مرتبط با ویژگی های منطقه اعلام داشتند.

Karakassis و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه ای از اثرات آبزی پروری در دریای مدیترانه از طریق تصاویر پروفیل رسوبات؛ مقایسه کمی نشان داد که تعداد زیادی از ویژگی های*SPI* با ویژگی های ژئوشیمیایی و بیولوژیکی مربوط به اثر پرورش ماهی در بستر همبستگی مثبت و یا منفی و معنی دار نشان داد.

Jelic Mrcelic و Sliskovic (۲۰۱۰) در مطالعه ای از اثرات پرورش ماهی در قفس بر کیفیت آب در یکی از مزارع پرورشی در کرواسی پس از نمونه برداری از ۵ ایستگاه (صفر متر زیر قفس، ۱۰۰ متری، ۳۰۰ متری، ۷۰۰ متری و ایستگاه شاهد در ورودی خلیج) و تجزیه و تحلیل داده ها نشان دادند که رابطه ی ضعیفی بین مواد غذایی و پارامترهای کیفی آب (حجم مواد غذایی و بیوماس فیتو پلانکتون ها) یافت شد .

Tsutsumi و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که در فعالیت های پرورش در قفس، مواد آلی (غذای خورده نشده ماهیان و مدفوع ماهی ها) و همچنین موادی مانند داروها و آفت‌کش‌ها در زیر قفس ها ته نشین می شوند که سرعت تجمع این مواد بسته به نوع قفس، مکان پرورش، ژئوشیمی خاک، عمق و شرایط هیدرودینامیکی محیط آبی متفاوت است.

یک روش استاندارد برای ارزیابی فعالیت های مختلف انتروپوژینیکی روی محیط دریا، مطالعه ماکروبنتوز به ویژه برای بررسی فعالیت های پرورش ماهی در قفس می باشند (GESAMP, 1996، Gray, 1981). جوامع بنتوزی از آشفتگی های محیطی متأثر می شوند و مطالعات متعددی در مورد آنها و تغییرات آنتروپوژنیک (ناشی از فعالیت های انسانی) بر روی رسوبات وجود دارد (Morrisey et al., 2000، Simboura et al., 1995).

Hall و همکاران (۱۹۹۰) یکی از مشکلات محیطی پرورش در قفس را غنای مواد آلی بستر می داند که معمولاً بیشترین تأثیر را در فاصله نزدیک قفس ایجاد می کند.

این گزارش با هدف تعیین فراوانی شانه دار و ساختار آن و تعیین روند تغییرات مکانی و زمانی شانه دار در محیط اطراف و فواصل دور از مزارع پرورش ماهی در قفس های شناور دریایی در منطقه نوشهر در سال ۹۷-۱۳۹۶ ارائه شده است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- روش بررسی زئوپلانکتون

۲-۱-۱- روش جمع آوری و مناطق مورد مطالعه

در این تحقیق، نمونه برداری از زئوپلانکتون در دوره های مختلف با استفاده از تور پلانکتون با چشمه ۱۰۰ میکرون و قطر دهانه ۵۰ سانتی‌متر انجام شد (Newel and Newel, 1997). نمونه های شانه دار بصورت کشش عمودی در چهار جهت جغرافیائی محل استقرار قفس های پرورش ماهی در موقعیت شمال، جنوب، شرق و غرب در فواصل سایه قفس، فاصله ۲۰۰ متری (قبل از ماهی دار کردن قفس ها در فاصله ۱۰۰ متر) و فاصله ۱۰۰۰ متری از قفس در چهار دوره: شروع پرورش ماهی، اواسط دوره، انتهای دوره و قبل از ماهی دار کردن قفس ها در عمق ۳۰ متری و از لایه های ۱۰-۰، ۳۰-۱۰ متر جمع آوری شد. نمونه های زئوپلانکتون پس از جمع آوری ابتداً با فرمالین (حجم نهائی ۴٪) فیکس شده و سپس مشخصات نمونه مانند تاریخ، مکان، عمق و لایه نمونه برداری بر روی ظرف نوشته شده و به آزمایشگاه منتقل شدند.

۲-۱-۲- بررسی نمونه های زئوپلانکتون در آزمایشگاه

پس از اتمام نمونه برداری و انتقال نمونه ها به آزمایشگاه، ابتداً باید برای متراکم کردن و مشاهده بیشتر نمونه ها زیر میکروسکوب آنها را تغلیظ نمود. برای این منظور نمونه های حاوی زئوپلانکتون در بشر ۱۰۰ سی سی ریخته شده و پس از سیفون کردن آب رویی[1] با استفاده از پوآر[2] (تصویر ۲-۱)، حجم نمونه را به مقدار مناسب تلغیظ نموده و آماده برای شناسائی و شمارش می‌نماییم. قبل از مشاهده و شناسایی نمونه های زئوپلانکتون در زیر میکروسکوپ نمونه‌ها باید کاملاً همگن شده و سپس توسط پی پت استمپل[3] با حجم ۰/۵ میلی لیتر نمونه برداشت گردد (تصویر ۲-۲) و برای شمارش به لام بوگاروف[4] منتقل شده و در زیر میکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفت (تصویر ۲-۳).

[1] supernatant
[2] Poar
[3] Stemple Pipette
[4] Bogorov Tray

تصویر ۲-۱- شمای کلی پوآر برای سیفون کردن نمونه زئوپلانکتون

تصویر ۲-۲- شمای کلی پیپت استمپل (stemple pipette) برای برداشت نمونه زئوپلانکتون جهت شمارش

تصویر ۲-۳- شمای کلی لام شمارش بوگاروف (Bogarov tray) در زیر میکروسکوپ معکوس

هنگام شمارش زئوپلانکتون، بر حسب غلظت نمونه ممکن است، نمونه اصلی غلیظ یا رقیق گردد، بر اساس دستورالعمل Postel و همکاران (۲۰۰۰)، چنانچه تعداد نمونه در ۰/۵ سی سی جهت شمارش به عدد ۱۰۰ برسد شمارش به همراه شناسایی زئوپلانکتونها ادامه خواهد یافت. ولی هنگامی که تعداد نمونه داخل لام شمارش خیلی زیاد باشد و در زیر میکروسکوپ به راحتی قابل شناسایی و شمارش نباشد نمونه را رقیق می‌نماییم. در صورتی که تعداد نمونه در ۰/۵ سی سی کمتر از ۱۰۰ عدد باشد، نمونه تغلیظ می‌گردد. در صورتی کل محتویات داخل بشر اصلی[1] مورد شناسایی و شمارش قرار می‌گیرند که تعداد نمونه در۰/۵ سی سی براحتی قابل شمارش و تعداد آنها اندک باشد. عمل شمارش زئوپلانکتونها در سه مرحله شامل دو بار تکرار ۰/۵ سی سی و یک بار ۱۰ سی سی صورت گرفت. در مرحله سوم شمارش (۱۰ سی‌سی) تنها نمونه های زئوپلانکتونی مورد شمارش قرار می‌گیرند که یا در هریک از مراحل اول و یا دوم (۰/۵ سی‌سی) وجود نداشته باشند و یا تنها یکبار دیده شده باشند. برای شناسایی موجودات پلانکتونی، نمونه ها در زیر میکروسکوپ معکوس[2] مورد بررسی قرار گرفت و موجودات زئوپلانکتونی بر اساس کلید های شناسایی موجود تا حد جنس و در برخی موارد گونه شناسایی شدند (Postel et al., *2000*). برای برآورد تعداد نمونه زئوپلانکتون پس از شمارش از رابطه (۱) استفاده گردید:

$$N = (n_1 + n_2) \times (0.1 \times Vol) \quad (۱)$$

N	تعداد نمونه در حجم آب
VOL	حجم ظرف حاوی نمونه
n_1	تعداد نمونه در ۰,۵ سی سی اول
n_2	تعداد نمونه در ۰,۵ سی سی دوم

در این مطالعه دو گروه از فاکتورها یعنی فاکتور های مستقل موقعیت جغرافیائی، دوره های نمونه برداری، فواصل نمونه برداری تا قفس ها و لایه ها) و فاکتور وابسته (تراکم و زیتوده زئوپلانکتون) در نظر گرفته شدند (Bluman, 1998). داده ها بر اساس فرایند لگاریتم طبیعی انتقال داده شده و سپس با رسم نمودارQ-Q plot نرمال بودن آن بررسی گردید (Siapatis *et al*., 2008). برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون های پارامتریک آنالیز واریانس (ANOVA) و آزمون Tukey بر روی داده های نرمال شده استفاده گردید. ثبت اطلاعات و کلاسه بندی داده ها در نرم افزار Excel, 2010, 2003 و تجزیه و تحلیل داده ها در برنامه های آماری SPSS (Version 11.5)

[1] total
[2] inverted

استفاده گردید. مقایسه آماری ایستگاه‌های نمونه برداری و همچنین فواصل نمونه برداری از قفس با استفاده از آنالیز واریانس بررسی گردید. در ضمن تمام میانگین ها به همراه خطای معیار (Mean±SE) می باشد.

۲-۲- روش بررسی شانه دار

در این تحقیق، نمونه برداری از شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در دوره های مختلف با استفاده از تور پلانکتون با چشمه ۵۰۰ میکرون و قطر دهانه ۵۰ سانتی‌متر انجام شد (Roohi et al., 2008). نمونه های شانه دار بصورت کشش عمودی در چهار جهت جغرافیائی محل استقرار قفس های پرورش ماهی در موقعیت شمال (North)، جنوب (South)، شرق (East) و غرب (West) در فواصل سایه قفس (N0, S0, E0, W0)، فاصله ۲۰۰ متری (قبل از ماهی دار کردن قفس ها در فاصله ۱۰۰ متر) از قفس (N200, S200, E200, W200) و فاصله ۱۰۰۰ متری از قفس (N1000, S1000, E1000, W1000) در چهار دوره: شروع پرورش ماهی، اواسط دوره، انتهای دوره و قبل از ماهی دار کردن قفس ها در عمق ۳۰ متری و از لایه های ۱۰-۰، ۳۰-۱۰ متر جمع آوری شد. شمارش نمونه های شانه دار به صورت شمارش کل نمونه موجود در ظرف[1] و یا زیر نمونه‌گیری[2] بلافاصله پس از نمونه برداری در پتری دیش با چشم‌غیر مسلح‌بوسیله خط کش (از لوپ[3] تا لوپ جانور) با دقت میلی متر اندازه‌گیری و در گروه های طولی ۵ میلی متر طبقه بندی و شمارش شد. فراوانی ها در گروه های طولی ۵-۰، ۱۰-۶، ۱۵-۱۱ و....میلیمتر زیست سنجی شده و تراکم هر یک از گروه های طولی شانه دار با استفاده از حجم آب فیلتر شده (محاسبه مساحت دهانه‌تور و عمق‌تورکشی) محاسبه شد. اندازه‌گیری وزن این موجودات در دریا عملی نبود، بنابراین با انتقال نمونه ها به آزمایشگاه و توزین آنها، رابطه طول و وزن شانه‌دار جهت یافتن زیتوده آن بر اساس رابطه نمائی بین طول و وزن یعنی ($W=al^b$ ؛ $W=۰/۰۰۱۳\times L^{۲/۳۴}$، $n=۹۰$، $R^۲=۰/۶۵$ $w=$ وزن‌به‌گرم و $L=$ طول‌به‌میلی‌متر و $a=۰/۰۰۱۳$ ضریب ثابت و $b=۲/۲۴$ مقدار ثابت) برآورد شد.

[1] Total count
[2] sub sampling
[3] lobe

۳-نتایج

۳-۱- ترکیب گونه زئوپلانکتون ها

۳-۱-۱- قبل از ماهی دار کردن قفس

ترکیب گونه ای زئوپلانکتون طی دوره بررسی (۹۷-۱۳۶) مناطق پیرامون قفس ها به گونه ای است که در این دوره ۱۰ گونه متعلق به ۴ گروه از زئوپلانکتون های دائمی (پاروپایان ۳ گونه) Copepoda (*Acartia tonsa*, *Halicyclops sarsi*, *Ectinosoma consimum*)، آنتن منشعبان ۱ گونه (*Podon polyphemoides*) Cladocera، گردتنان ۱ گونه (*Brachionus calyciflorus*) Rotatoria و آغازیان ۱ گونه (Foraminifera sp.) Protozoa و ۴ گونه از مرحله لاروی زئوپلانکتون های موقتی (*Hediste diversicula*.) Nereidae، Lamellibranchiate larvae، Balanidae (*Amphibalanus improvisus*) و *Hypania invalida*. مشاهده گردید. حضور و عدم حضور گروه های مختلف زئوپلانکتونی به گونه ای که در قسمت های جغرافیائی غرب، شمال، شرق و غرب به ترتیب ۹، ۸، ۷ و ۸ گونه به ثبت رسید. در دوره قبل از ماهی دار کردن قفس ها گروه های پاروپایان (گونه *Acartia tonsa*)، لارو دوکفه ای ها، لارو کشتی چسب ها و آنتن منشعبان در تمامی جهات قفس حضور داشتند (جدول ۳-۱).

جدول ۳-۱- حضور و عدم حضور گونه های زئوپلانکتونی در دوره قبل از شروع پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

گروه	زئوپلانکتون	گونه	موقعیت جغرافیائی			
			غرب	شمال	شرق	جنوب
Holoplankton	Copepoda	*Acartia tonsa*	+	+	+	+
		Halicyclops sarsi	+	-	-	+
		Ectinosoma consimum	+	-	-	-
	Cladocera	*Podon polyphemoides*	+	+	+	+
	Rotatoria	*Asplanchna priodonta*	-	-	-	-
		Brachionus calyciflorus	+	+	-	+
	Protozoa	*Foraminifera* sp.	+	+	+	+
		Tintinnopsis tubulosa	-	-	-	-
Meroplankton	Balanidae	*Amphibalanus improvisus*	+	+	+	+
	Bivalve	Lamellibranchiate larvae	+	+	+	+
	Nematidae	Nematoda	-	-	-	-
	Polychaeta	*Hypania invalida*	+	+	+	+
	Nereidae	*Hediste diversicular*	-	+	+	-
	Chironomids	*Chironomus albidus*				
	Others	Fish Larvae				
جمع			۹	۸	۷	۸

۳-۱-۲- ترکیب گونه ای زئوپلانکتون در شروع پرورش ماهی در قفس

بررسی ترکیب گونه ای زئوپلانکتون ها در شروع پرورش ماهی در سایت قفس منطقه نوشهر نشان داد که در این دوره ۸ گونه متعلق به 2 گروه از زئوپلانکتون های دائمی (پاروپایان 2 گونه) Copepoda (*Acartia tonsa*,

(*Halicyclops sarsi*، آغازیان ۱ گونه (Protozoa (Foraminifera sp. و 5 گونه از زئوپلانکتون های موقتی Neridae (*Hediste* sp.)، Lamellibranchiate larvae، Balanidae (*Balanus* sp.)، Nematidae (*Nematod* sp.) و Hypania sp. مشاهده گردید. حضور و عدم حضور گروه های مختلف زئوپلانکتونی به گونه ای که در قسمت های جغرافیائی غرب، شمال، شرق و غرب به ترتیب 8، ۸، ۷ و ۸ گونه به ثبت رسید. در دوره شروع پرورش ماهی در قفس ها گروه های آنتن منشعبان (Cladocera) و گردتنان (Rotatoria) حضور نداشتند. ولی پاروپایان (گونه *Acartia tonsa*)همچنان از گروه های ثابت زئوپلانکتون در تمامی جهات قفس بود (جدول ۳-۲).

جدول ۳-۲- حضور و عدم حضور گونه های زئوپلانکتونی در شروع دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

گروه	زئوپلانکتون	گونه	موقعیت جغرافیائی			
			غرب	شمال	شرق	جنوب
Holoplankton	Copepoda	*Acartia tonsa*	+	+	+	+
		Halicyclops sarsi	-	-	-	-
		Ectinosoma consimum	+	+	+	+
	Cladocera	*Podon polyphemoides*	-	-	-	-
	Rotatoria	*Asplanchna priodonta*	-	-	-	-
		Brachionus calyciflorus	-	-	-	-
	Protozoa	*Foraminifera* sp.	+	+	+	+
		Tintinnopsis tubulosa	-	-	-	-
Meroplankton	Balanidae	*Amphibalanus improvisus*	+	+	+	+
	Bivalve	Lamellibranchiate larvae	+	+	-	+
	Nematidae	Nematoda	+	+	+	+
	Polychaeta	*Hypania invalida*	+	+	+	+
	Nereidae	*Hediste diversicular*	+	+	+	+
	Chironomids	*Chironomus albidus*	-	-	-	-
	Others	Fish Larvae	-	-	-	-
جمع			۸	۸	۷	۸

۳-۱-۳- ترکیب گونه ای زئوپلانکتون در اواسط پرورش ماهی در قفس

بررسی ترکیب گونه ای زئوپلانکتون ها در اواسط دوره پرورش ماهی در سایت قفس منطقه نوشهر نشان داد که در این دوره ۱۱ گونه متعلق به ۴ گروه از زئوپلانکتون های دائمی (پاروپایان ۳ گونه) Copepoda (*Acartia tonsa*, *Halicyclops sarsi*, *Ectinosoma consimum*)، آغازیان 2 گونه (*Tintinnopsis tubulosa*, Foraminifera sp.) Protozoa و 6 گونه از زئوپلانکتون های موقتی Chironomids، Lamellibranchiate larvae، Balanidae (*Balanus* sp.)، Nematidae (*Nematod* sp.) و Hypania sp. مشاهده گردید. حضور و عدم حضور گروه های مختلف زئوپلانکتونی به گونه ای که در قسمت های جغرافیائی غرب، شمال، شرق و غرب به ترتیب 8، ۸، 6 و 9 گونه به ثبت رسید. در اواسط دوره پرورش ماهی در قفس ها گروه های آنتن منشعبان (Cladocera) و گردتنان (Rotatoria) که در شروع

دوره پرورش حضور نداشتند مجدداً در نمونه های مشاهده گردیدند. پاروپایان (گونه *Acartia tonsa*)همچنان از گروه های ثابت زئوپلانکتون در تمامی جهات قفس بود (جدول ۳-۳).

جدول ۳-۳- حضور و عدم حضور گونه های زئوپلانکتونی در اواسط دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

گروه	زئوپلانکتون	گونه	موقعیت جغرافیائی			
			غرب	شمال	شرق	جنوب
Holoplankton	Copepoda	*Acartia tonsa*	+	+	+	+
		Halicyclops sarsi	-	+	-	+
		Ectinosoma consimum	-	-	-	+
	Cladocera	*Podon polyphemoides*	+	+	+	+
	Rotatoria	*Asplanchna priodonta*	+	+	-	+
		Brachionus calyciflorus	-	-	-	-
	Protozoa	*Foraminifera* sp.	+	+	+	+
		Tintinnopsis tubulosa	+	-	+	-
Meroplankton	Balanidae	*Amphibalanus improvisus*	+	+	+	+
	Bivalve	Lamellibranchiate larvae	+	+	+	+
	Nematidae	Nematoda	+	+	-	+
	Polychaeta	*Hypania invalida*	-	-	-	-
	Nereidae	*Hediste diversicular*	-	-	-	-
	Chironomids	*Chironomus albidus*	-	-	-	-
	Others	Fish Larvae	-	-	-	-
جمع			۸	۸	۶	۹

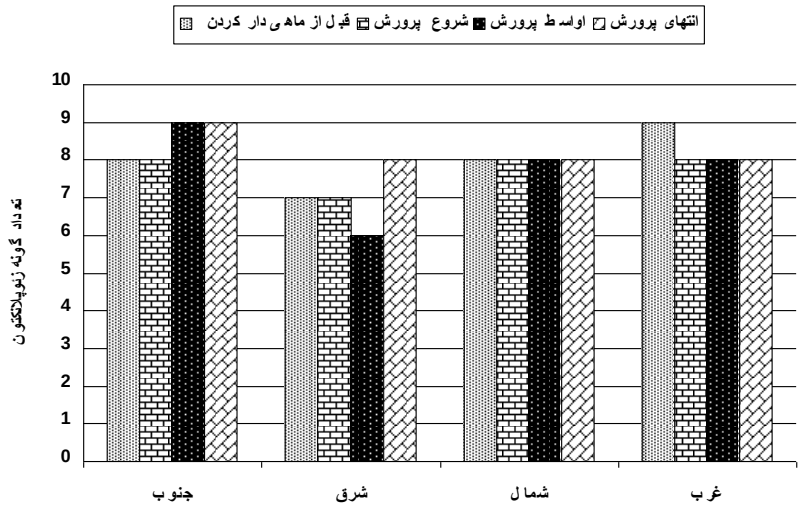
۳-۱-٤- ترکیب گونه ای زئوپلانکتون در انتهای پرورش ماهی در قفس

بررسی ترکیب گونه ای زئوپلانکتون ها در انتهای دوره پرورش ماهی در سایت قفس منطقه نوشهر نشان داد که در این دوره ۱۰ گونه متعلق به ۳ گروه از زئوپلانکتون های دائمی (پاروپایان ۲ گونه) Copepoda (*Acartia tonsa*, *Halicyclops sarsi*)، آغازیان ۱ گونه (Protozoa (Foraminifera sp. و 6 گونه از زئوپلانکتون های موقتی Fish Larvae، Lamellibranchiate larvae، Balanidae (*Balanus* sp.)، Nematidae (*Nematod* sp.) و Hypania sp. مشاهده گردید. حضور و عدم حضور گروه های مختلف زئوپلانکتونی به گونه ای که در قسمت های جغرافیائی غرب، شمال، شرق و غرب به ترتیب 8، 8، 8 و 9 گونه به ثبت رسید. در انتهای دوره پرورش ماهی در قفس ها گروه گردتنان (Rotatoria) حضور نداشتند. پاروپایان (گونه *Acartia tonsa*)همچنان از گروه های ثابت زئوپلانکتون در تمامی جهات قفس بود (جدول ۳-۴).

جدول ۳-٤- حضور و عدم حضور گونه های زئوپلانکتونی در انتهای دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹٦)

گروه	زئوپلانکتون	گونه	موقعیت جغرافیائی			
			غرب	شمال	شرق	جنوب
Holoplankton	Copepoda	*Acartia tonsa*	+	+	+	+
		Halicyclops sarsi	-	-	-	+
		Ectinosoma consimum	-	-	-	-
	Cladocera	*Podon polyphemoides*	+	+	+	+
	Rotatoria	*Asplanchna priodonta*	-	-	-	-
		Brachionus calyciflorus	-	-	-	-
	Protozoa	*Foraminifera* sp.	+	+	+	+
		Tintinnopsis tubulosa	-	-	-	-
Meroplankton	Balanidae	*Amphibalanus improvisus*	+	+	+	+
	Bivalve	Lamellibranchiate larvae	+	+	+	+
	Nematidae	Nematoda	+	+	-	+
	Polychaeta	*Hypania invalida*	+	+	+	+
	Nereidae	*Hediste diversicular*	+	+	+	+
	Chironomids	*Chironomus albidus*	-	-	-	-
	Others	Fish Larvae	-	-	+	-
جمع			۸	۸	۸	۹

در مجموع ۱۵ گونه زئوپلانکتون طی سال های ۹۷-۱۳۶ در محیط منطقه مورد مطالعه در اطراف، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس های پرورش ماهی در منطقه نوشهر مشاهده گردید که بررسی ترکیب گونه ای زئوپلانکتونها بیانگر عدم تاثیر منفی پرورش ماهی طی مدت مطالعه می باشد (جدول ۳-۵) به طوری که قبل و یا شروع تعداد گونه های زئوپلانکتون از ۱۰-۸ عدد بوده که انتهای دوره پرورش نیز همین تعداد گونه با ترکیب گونه ای مشابه مشاهده گردید (نمودار ۳-۱).



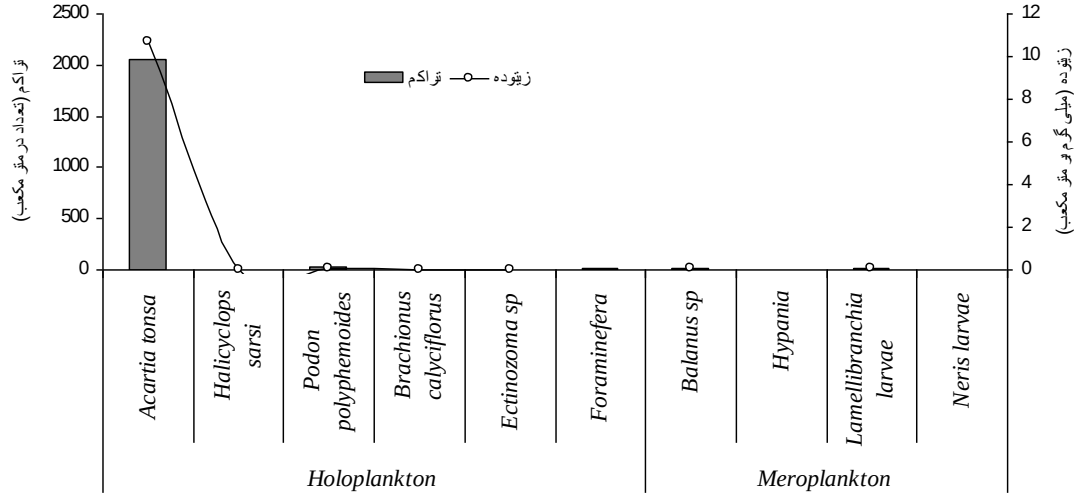
نمودار ۳-۱- تعداد گونه های زئوپلانکتون مشاهده شده طی مدت مطالعه در دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹٦)

جدول ۳-۵: حضور و عدم حضور و تعداد گونه های زئوپلانکتون مشاهده شده در دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

گروه	زئوپلانکتون	گونه	فاصله قفس ها		
			سایه قفس	۱۰۰ متر	۱۰۰۰ متر
Holoplankton	Copepoda	*Acartia tonsa*	+	+	+
		Halicyclops sarsi	-	-	-
		Ectinosoma consimum	-	-	-
	Cladocera	*Podon polyphemoides*	+	+	+
	Rotatoria	*Asplanchna priodonta*	-	-	-
		Brachionus calyciflorus	-	-	-
	Protozoa	Foraminifera sp.	+	+	+
		Tintinnopsis tubulosa	-	-	-
Meroplankton	Balanidae	*Balanus* sp.	+	+	+
	Bivalve	Lamellibranchiate larvae	+	+	+
	Nematidae	Nematoda	+	+	-
		Hypania sp.	+	+	+
	Neridae	*Nereis* sp.	+	+	+
	Chironomids	*Chironomus* sp.	-	-	-
		Fish Larvae	-	-	+
جمع			۸	۸	۸

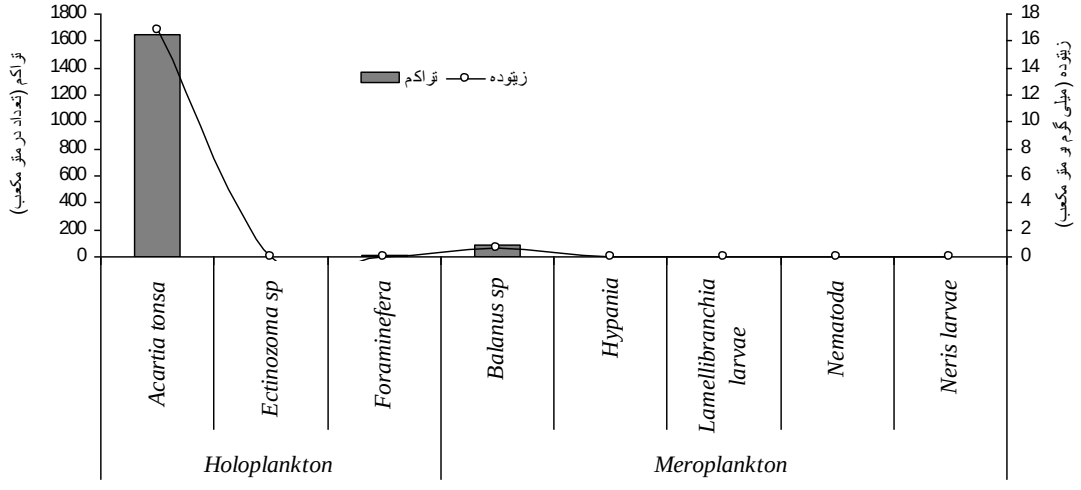
۳-۱-۵- تراکم و زیتوده زئوپلانکتون

بررسی زئوپلانکتون در قبل از پرورش ماهی در قفس های منطقه نوشهر در حوضه جنوبی دریای خزر طی سال های ۹۷-۱۳۹۶ نشان داد که میانگین تراکم و زیتوده آن به ترتیب ۲۷۶۴/۹±۲/۳ عدد در مترمکعب و ۱۳/۶±۰/۰۲ میلی گرم بر مترمکعب بود که ۹۶/۷ درصد تراکم زئوپلانکتون های این دوره را گروه پاروپایان با گونه *Acartia tonsa* با میانگین تراکم و زیتوده به ترتیب ۲۰۵۷/۲±۱/۸ عدد در مترمکعب و ۱۰/۷±۰/۴ میلی گرم بر مترمکعب تشکیل داد. در این دوره گروه پلانکتون های دائمی (گونه های *A. tonsa*، *Podon polyphemoides*، *Foraminefera* و *Brachionus calyciflorus* مجموعاً ۹۸/۵ درصد (٪) و زئوپلانکتون های موقتی تنها حدود ۱/۵ درصد تراکم و زیتوده جمعیت را تشکیل دادند (نمودار ۳-۲).



نمودار ۳-۲- تراکم و زیتوده گونه های زئوپلانکتون ها قبل از پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

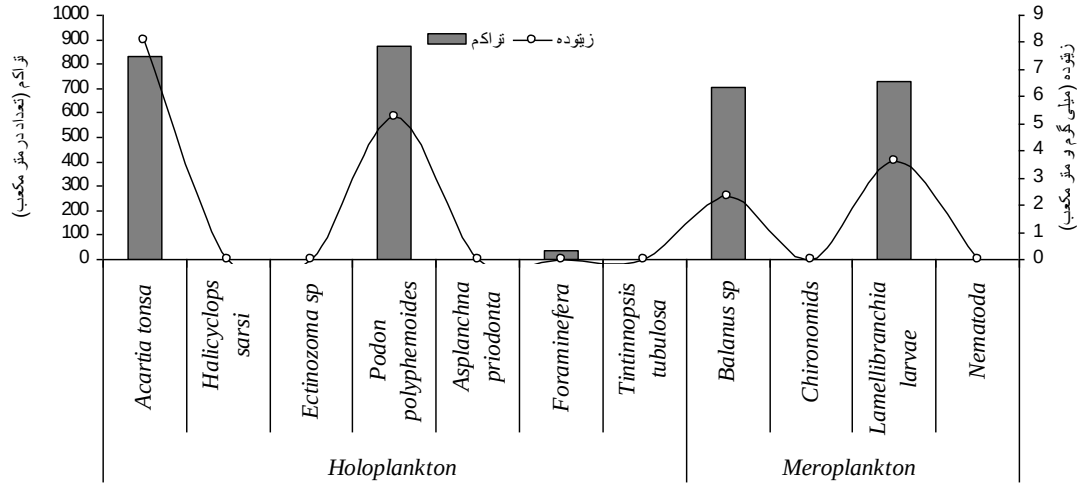
میانگین تراکم و زیتوده زئوپلانکتون ها در شروع دوره پرورش ماهی در قفس منطقه نوشهر به ترتیب ۲/۱±۱۷۵۵/۵ عدد در مترمکعب و ۰/۰۶±۱۷/۴ میلی گرم بر مترمکعب به ثبت رسید که بیشترین میزان تراکم و زیتوده متعلق به گروه پاروپایان و گونه *A. tonsa* با ترتیب ۲/۱±۱۶۵۰/۷ عدد در مترمکعب و ۰/۰۱±۱۶/۷ میلی گرم بر مترمکعب که حدود ۹۴٪ ، در حالیکه گونه *Balanus* sp. حدود ۴/۸٪ جمعیت را تشکیل دادند. در مجموع ۹۵٪ جمعیت زئوپلانکتون این دوره متعلق به زئپلانکتون های دائمی و ۵ ٪ آن مربوط به زئوپلانکتو نهای موقتی بود (نمودار ۳-۳).



نمودار ۳-۳- تراکم و زیتوده گونه های زئوپلانکتون ها در شروع پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

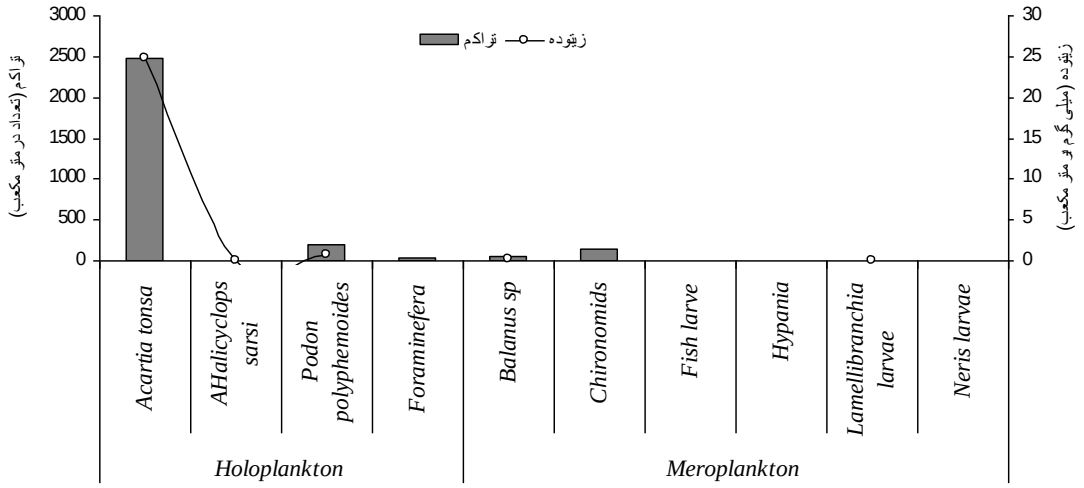
همچنین میانگین میزان تراکم و زیتوده زئوپلانکتون ها در اواسط دوره پرورش ماهی در قفس ها به ترتیب ۲/۵±۳۱۷۶/۲ عدد در مترمکعب و ۰/۱۹±۱۹/۳ میلی گرم بر مترمکعب به ثبت رسید که بیشترین میزان تراکم و

زیتوده متعلق به گروه آنتن منشعبان با گونه *Podon polyphemoides* به ترتیب با ۱/۴±۸۷۳/۵ عدد در مترمکعب و ۰/۱±۵/۲ میلی گرم بر مترمکعب که حدود ۲۷/۵٪ جمعیت زئوپلانکتون ها را تشکیل داد. گروه های پاروپایان (گونه *A. tonsa*) ، کشتی چسب ها (*Balanus* sp.) و دوکفه ای ها به ترتیب با ۲۶/۱، ۲۲/۳ و ۲۲/۹ ٪ نیز از گروه های عمده جمعیت زئوپلانکتون ها بودند. در این دوره در مجموع زئوپلانکتون های دائمی ۵۴/۸ ٪ و زئوپلانکتون های موقتی ۴۵/۲٪ جمعیت زئوپلانکتون ها را تشکیل دادند که حاکی از افزایش زیاد گروه زئوپلانکتون های موقتی در جمعیت است (نمودار ۳-۴).



نمودار ۳-٤- تراکم و زیتوده گونه های زئوپلانکتون ها در اواسط پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹٦)

در انتهای دوره پرورش ماهی در قفس، میانگین تراکم و زیتوده زئوپلانکتون ها به ترتیب ۰/۳±۲۸۹۶/۸ عدد در مترمکعب و ۰/۱±۲۵/۸ میلی گرم بر مترمکعب بوده که بیشترین میزان تراکم و زیتوده متعلق به گروه پاروپایان (گونه گونه *A. tonsa*) با ۱/۵±۲۴۷۱/۰ عدد در مترمکعب و ۰/۱±۲۴/۸ میلی گرم بر مترمکعب بود. در این دوره زئوپلانکتون های دائمی ۹۲/۹٪ و زئوپلانکتون های موقتی تنها ۷/۱ جمعیت را تشکیل دادند (نمودار ۳-۵).



نمودار ۳-۵- تراکم و زیتوده گونه های زئوپلانکتون ها در انتهای دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

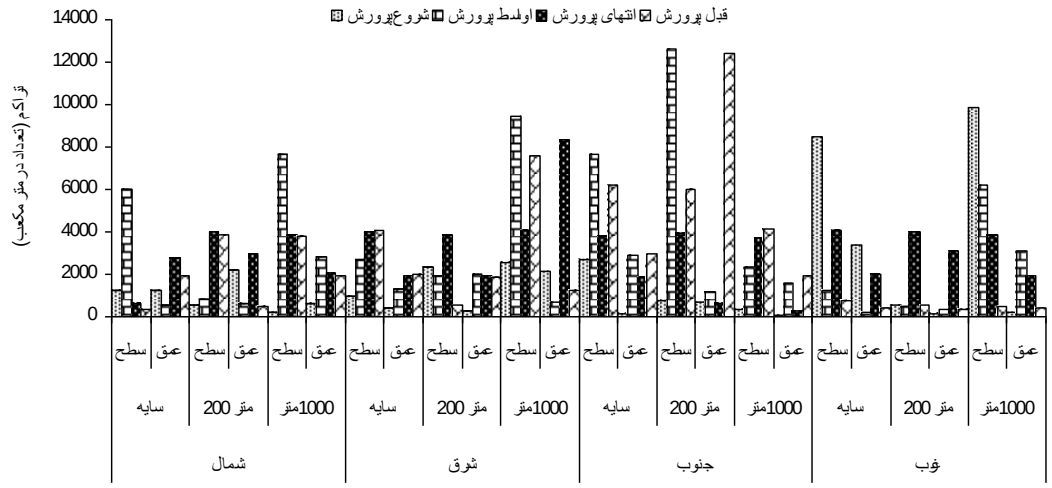
بررسی میزان میانگین تراکم کل زئوپلانکتون در جهات مختلف جغرافیائی شمال، شرق، جنوب و غرب و نیز در فواصل سایه، ۲۰۰ (۱۰۰) متر و ۱۰۰۰ متری لایه های سطح (۱۰-۰ متر) و عمق (۳۰-۱۰ متر) در شروع پرورش ماهی در قفس در منطقه نوشهر نشان داد که میانگین تراکم کل زئوپلانکتون در این دوره ۲/۱±۱۷۵۵/۵ عدد در متر مکعب و میانگین زیتوده ۰/۰۲±۳۰/۹ عدد در متر مکعب بود. بیشترین میزان تراکم زئوپلانکتون با ۹۸۸۳/۴ عدد در متر مکعب در لایه عمقی فاصله ۱۰۰۰ متری غرب قفس ها و کمترین میزان میانگین تراکم در قسمت جنوب در لایه عمقی فاصله ۱۰۰۰ متری با ۹۲/۹ عدد در متر مکعب بود. میانگین تراکم کل زئوپلانکتون در شروع دوره پرورش در قسمت شمال، شرق، جنوب و غرب به ترتیب ۸۸۹/۲، ۱۴۵۹/۴، ۷۷۰/۹ و ۳۷۹۳/۷ عدد در متر مکعب بود که قسمت غرب دارای بیشترین میزان تراکم بود. همچنین بیشترین میزان میانگین زیتوده کل زئوپلانکتون در قسمت غرب لایه سطحی با ۱۲۵/۷ میلی گرم در متر مکعب در فاصله ۱۰۰۰ متری قفس و کمترین میزان با ۰/۶ میلی گرم در متر مکعب در لایه عمقی غرب با فاصله ۲۰۰ متری مشاهده گردید. میانگین زیتوده کل زئوپلانکتون ها در قسمت های شمال، شرق، جنوب و غرب به ترتیب ۸/۷، ۱۰/۶، ۶/۱ و ۴۴/۲ میلی گرم بر متر مکعب بوده که قسمت غرب دارای بالاترین میزان زیتوده نیز بوده است.

در اواسط دوره پرورش میانگین تراکم کل زئوپلانکتون ۲/۴±۳۱۷۵/۵ عدد در متر مکعب و میانگین زیتوده ۰/۰۲±۲۰/۰ عدد در متر مکعب بود. بیشترین میزان تراکم زئوپلانکتون در قسمت جنوب لایه سطح در فاصله ۲۰۰ متری قفس با ۱۲۶۳۰/۷ عدد در متر مکعب و کمترین میزان تراکم با ۱۷۵/۶ عدد در متر مکعب در قسمت غرب لایه عمق در سایه قفس مشاهده گردید. میانگین تراکم زئوپلانکتون در نواحی شمال، شرق، جنوب و غرب به ترتیب ۳۰۷۷/۱، ۲۹۹۶/۲، ۴۷۰۳/۸ و ۱۹۲۵/۱ عدد در متر مکعب بود که قسمت غرب دارای بیشترین میزان بود. همچنین بیشترین میزان زیتوده زئوپلانکتون در جنوب در فاصله ۲۰۰ متری لایه سطحی آب با ۸۰/۸

میلی گرم بر متر مکعب و کمترین میزان با ۱/۱ میلی گرم بر متر مکعب در سایه قفس ناحیه غربی لایه عمقی به ثبت رسید. میانگین زیتوده کل زئوپلانکتون در نواحی شمال، شرق، جنوب و غرب به ترتیب با ۱۶/۸، ۲۰/۲، ۳۰/۲ و ۱۰/۱ میلی گرم بر متر مکعب بود که قسمت غرب بیشترین میزان زیتوده را دارا بود.

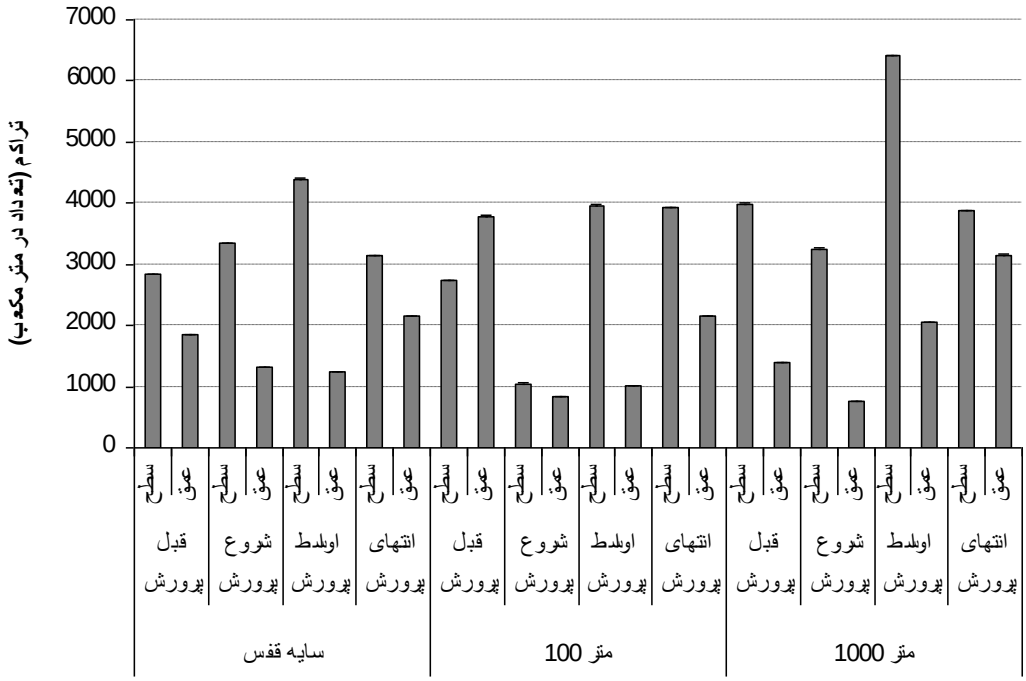
در انتهای دوره پرورش ماهی در قفس میانگین تراکم و زیتوده کل زئوپلانکتون به ترتیب ۱/۹±۳۰۶۸/۶ عدد در متر مکعب و ۰/۰۲±۱۵/۹ میلی گرم بر متر مکعب بود. بیشترین میزان میانگین تراکم زئوپلانکتون با ۸۳۵۰/۲ عدد در متر مکعب در قسمت شرق، لایه عمقی فاصله ۱۰۰۰ متری و کمترین میزان با ۳۰۰/۶ عدد در متر مکعب در قسمت جنوب، لایه عمقی فاصله ۱۰۰۰ متری قفس ها به ثبت رسید. میانگین تراکم کل زئوپلانکتون ها در نواحی شمال، شرق، جنوب و غرب به ترتیب ۲۷۰۵/۷، ۴۰۲۹/۹، ۲۳۸۲/۲ و ۳۱۵۶/۷ عدد در متر مکعب که بالاترین میزان تراکم در قسمت شرق گزارش شد. در همین دوره بیشترین میزان زیتوده کل زئوپلانکتون در فاصله ۱۰۰۰ متری لایه عمقی شرق قفس با ۷۵/۶ میلی گرم بر متر مکعب و کمترین میزان در فاصله ۱۰۰۰ متری، لایه عمقی منطقه جنوبی قفس با ۲/۰ میلی گرم بر متر مکعب به ثبت رسید. مقایسه میانگین زیتوده زئوپلانکتون در نواحی شمال، شرق، جنوب و غرب با ۲۶/۹، ۳۳/۵، ۲۱/۱ و ۳۳/۶ میلی گرم بر متر مکعب بیانگر بالاترین میزان زیتوده در نواحی شرق و جنوب بود که بیانگر اختلاف معنی دار تراکم زئوپلانکتون در شروع دوره پرورش با اواسط و انتهای دوره پرورش ماهی در قفس بوده است ($P<0/005$).

پیش از ماهی دار کردن قفس ها در منطقه نوشهر میانگین تراکم و زیتوده کل زئوپلانکتون ها به ترتیب ۲/۲±۲۷۶۴/۹ عدد در متر مکعب و ۰/۰۲±۱۳/۱ میلی گرم بر متر مکعب بود، که بیشترین میزان تراکم زئوپلانکتون ۱۲۴۲۸/۳ عدد در متر مکعب در ناحیه جنوب قفس در فاصله ۲۰۰ متری لایه عمقی . کمترین میزان در قسمت غرب قفس ها با ۳۵۸/۶ عدد در متر مکعب در فاصله ۲۰۰ متری لایه عمقی به ثبت رسید. میانگین تراکم کل زئوپلانکتون ها در نواحی شمال، شرق، جنوب و غرب به ترتیب ۲۰۵۹/۹، ۲۸۹۲/۷، ۵۶۱۵/۹ و ۴۹۱/۱ عدد در متر مکعب که بالاترین میزان تراکم در قسمت جنوب گزارش شد. در همین دوره بالاترین میزان میانگین زیتوده زئوپلانکتون با ۵۵/۲ میلی گرم بر متر مکعب در ناحیه جنوبی قفس ها در لایه عمقی فاصله ۲۰۰ متر، و کمترین میزان در همان فاصله ۲۰۰ متر، لایه سطح منطقه غرب با ½ میلی گرم بر متر مکعب بود. مقایسه میانگین زیتوده زئوپلانکتون در نواحی شمال، شرق، جنوب و غرب با ۱۵/۳، ۱۲/۰، ۲۳/۹ و ۳/۴ میلی گرم بر متر مکعب بیانگر بالاترین میزان زیتوده در ناحیه جنوبی قفس ها بود (نمودار ۳-۶).



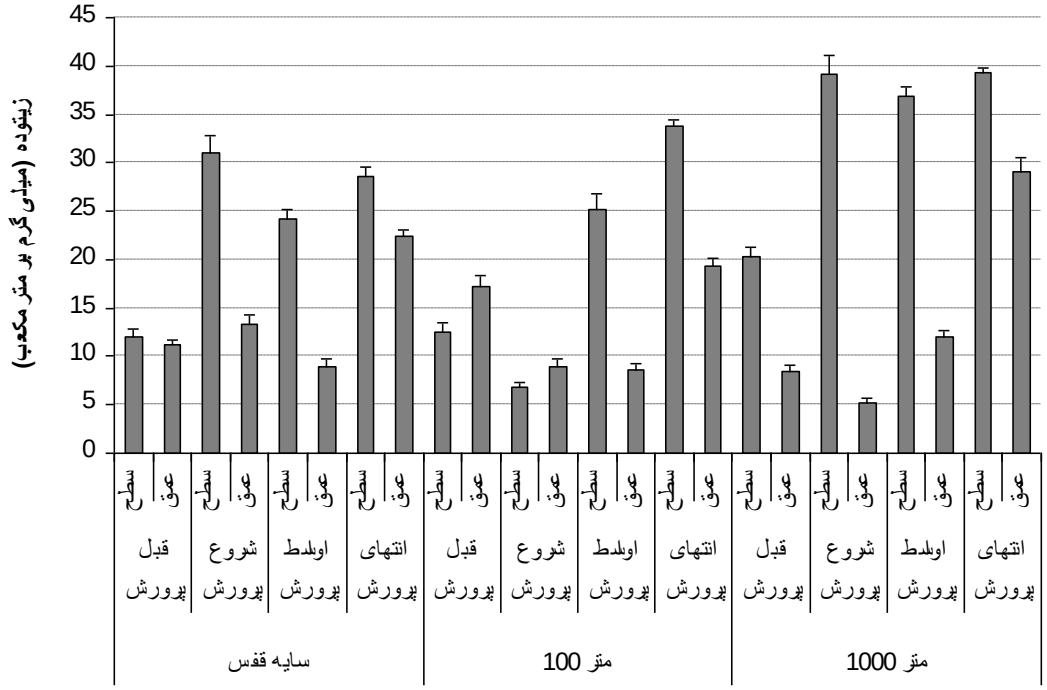
نمودار ۳-٦- تراکم و زیتوده کل زئوپلانکتون قبل پرورش، شروع، اواسط و انتهای پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹٦)

مقایسه تراکم کل زئوپلانکتون در قبل، شروع ، اواسط و انتهای دوره پرورش ماهی در قفس ها در فواصل سایه، ۲۰۰ (۱۰۰ متر) و ۱۰۰۰ متری نشان داد که در سایه قفس تراکم آن از ۲۸۳۸-۱۸۴۱ عدد در متر مکعب در قبل از ماهی دار کردن قفس ها به ۳۱۴۳-۲۱۴۸ عدد در متر مکعب در انتهای دوره پرورش خصوصاً در لایه سطحی افزایش یافت، همینطور در فاصله ۲۰۰ (۱۰۰) متری قفس نیز تراکم زئوپلانکتون از ۳۷۸۸-۲۷۳۴ عدد در متر مکعب در قبل از دوره پرورش به ۳۹۴۰-۲۱۵۷ عدد در متر مکعب در انتهای دوره پرورش رسید که حاکی از افزایش ۱/۴ برابر در لایه سطحی آب می باشد. در فاصله ۱۰۰۰ متری از قفس ها نیز تراکم زئوپلانکتون در قبل از ماهی دار کردن قفس ها نسبت به انتهای دوره پرورش حاکی از افزایش ۲ برابری تراکم آن در لایه عمقی (۳۱۵۴ : ۱۳۹۲ عدد در متر مکعب) بود (نمودار ۳-۷).



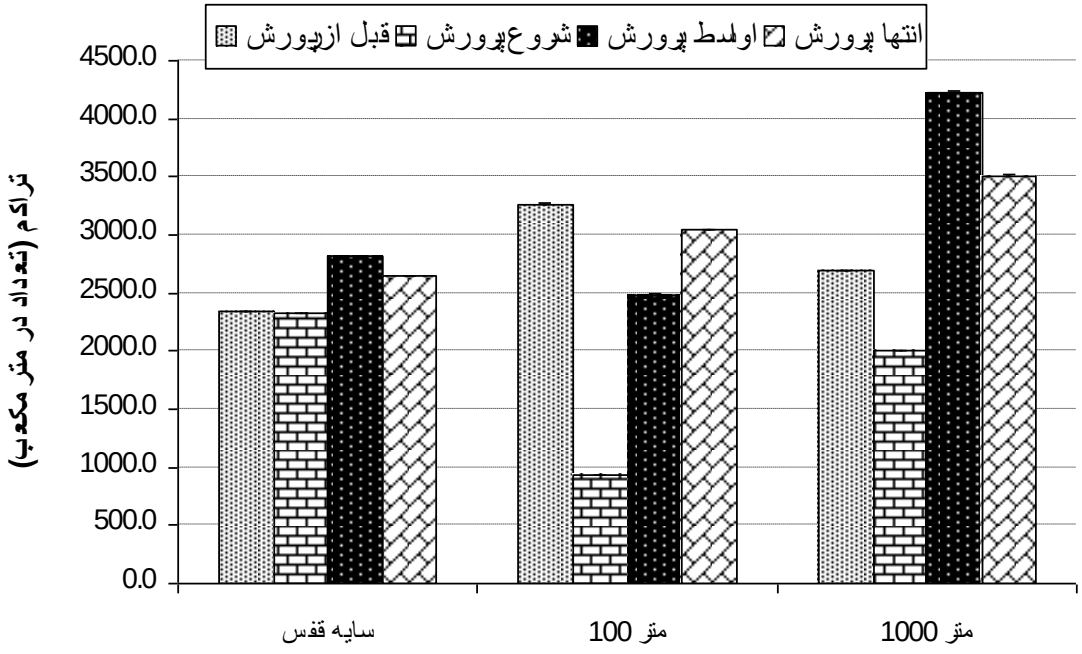
نمودار ۳-۷- تراکم زئوپلانکتون کل طی دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

همچنین مقایسه زیتوده کل زئوپلانکتون در قبل از دوره پرورش با انتهای آن بیانگر افزایش نسبی ۲ برابری می باشد به طوری که میزان زیتوده ۱۲/۱ در قبل از پرورش به ۲۸ میلی گرم بر متر مکعب رسید، در حالیکه میزان افزایش زیتوده زئوپلانکتون در فاصله ۲۰۰ (۱۰۰) متری قفس ها در انتهای پرورش خصوصاً در لایه سطحی به تقریبا سه برابری دوره قبل از ماهی دار کردن قفس ها رسید (۳۳/۷: ۱۲/۵ میلی گرم در قبل و انتهای پرورش). چنین وضعیت افزایش زیتوده در فاصله ۱۰۰۰ متری قفس نیز لایه سطح و عمقی آب نیز با افزایش ۳-۲ برابری زیتوده زئوپلانکتون در قبل و انتهای پرورش ماهی در قفس مشاهده گردید (۲۰/۲-۸/۵ به ۳۹/۳-۲۹/۱ میلی گرم به ترتیب در قبل و انتهای پرورش) (نمودار ۳-۸) که نشان داد اختلاف معنی داری بین تراکم زئوپلانکتون در لایه ۱۰-۰ با فواصل ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری از قفس بوده است ($P<0/005$).



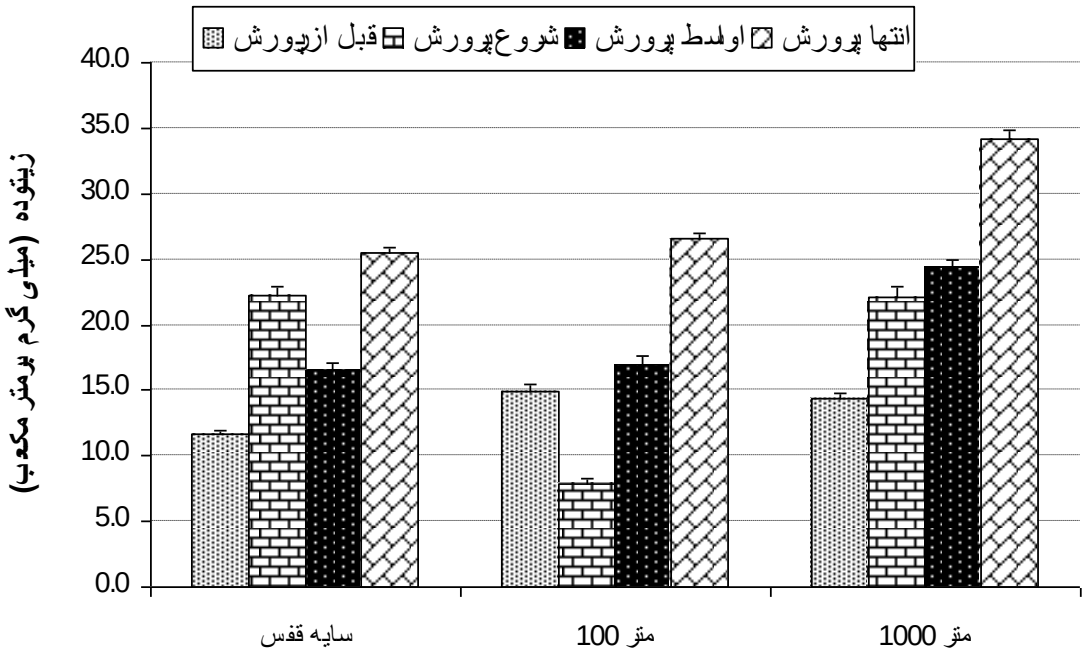
نمودار ۳-۸- زیتوده زئوپلانکتون کل طی دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

مقایسه تراکم زئوپلانکتون کل در قبل، شروع، اواسط و انتهای پرورش ماهی در قفس در سایه قفس نشان داد که میزان آن از ۲۳۴۰/۰ در قبل از پرورش به ۲۶۴۵/۴ عدد در متر معکب در انتهای دوره پرورش افزایش یافت، در حالیکه در فاصله ۲۰۰ (۱۰۰ متری) قفس ها میزان تراکم زئوپلانکتون از ۳۲۶۱/۹ در قبل از پرورش به ۹۳۷/۵ عدد در متر مکعب کاهش یافت و در فاصله ۱۰۰۰ متری نیز مجدداً از ۲۶۹۲/۸ در قبل از پرورش به ۳۵۱۱/۸ عدد در متر مکعب افزایش پیدا کرد (نمودار ۳-۹).



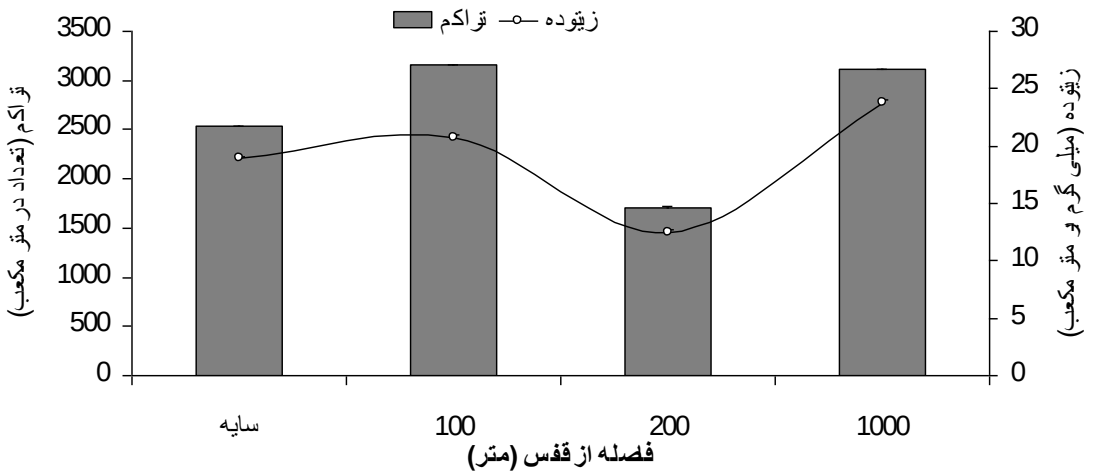
نمودار ۳-۹- تراکم زئوپلانکتون کل در قبل، شرو، اواسط و انتهای دوره پرورش ماهی در سایه، ۲۰۰ (۱۰۰) متر، و ۱۰۰۰ متری قفس ها (سال ۹۷-۱۳۹۶)

بررسی زیتوده زئوپلانکتون در قبل، شروع، اواسط و انتهای پرورش ماهی در قفس در سایه قفس نشان داد که میزان آن از ۱۱/۶ در قبل از پرورش به ۲۵/۵ میلی گرم افزایش یافت (تقریباً دو برابر)، در حالیکه این روند افزایش در فاصله ۲۰۰ (۱۰۰) متری نیز از ۱۴/۹ در ابتدای پرورش به ۲۶/۵ میلی گرم بر متر مکعب افزایش داشت و در فاصله ۱۰۰۰ متری از قفس نیز این روند افزایش از ۱۴/۴ در ابتدای پرورش به ۳۴/۲ میلی گرم در متر مکعب ادامه یافت (نمودار ۳-۱۰).



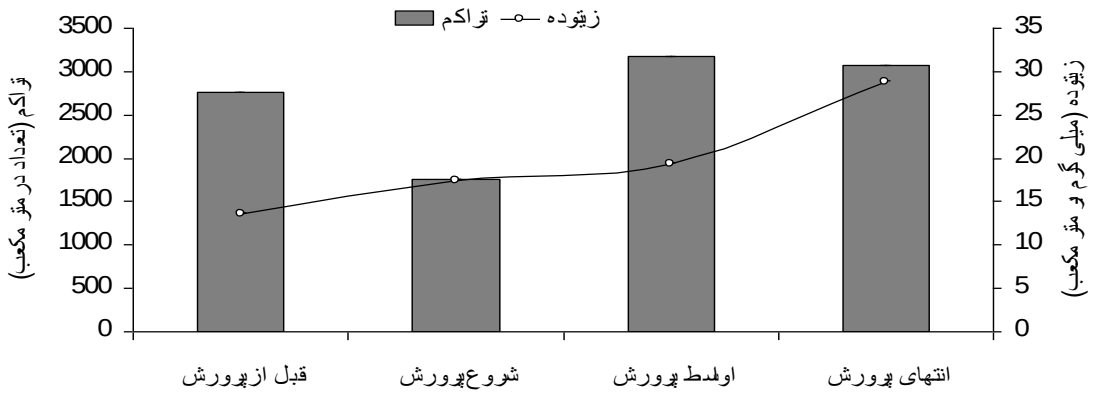
نمودار ۳-۱۰- زیتوده زئوپلانکتون کل در قبل، شرو،، اواسط و انتهای دوره پرورش ماهی در سایه، ۲۰۰ (۱۰۰) متر، و ۱۰۰۰ متری قفس ها (سال ۹۷-۱۳۹۶)

در مجموع بررسی تراکم و زیتوده زئوپلانکتون کل در فاصله سایه، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری از قفس ها نشان داد که بیشترین میزان تراکم آن در فاصله ۱۰۰ متری از قفس ها با میانگین ۳/۴ ±۳۱۵۵/۳ عدد در متر مکعب و بیشترین زیتوده در فاصله ۱۰۰۰ متری از قفس ها با میانگین ین ۰/۲ ±۲۳/۸ میلی گرم بر متر مکعب مشاهده شد. کمترین میزان تراکم و زیتوده زئوپلانکتون به ترتیب در فاصله ۲۰۰ متری از قفس با ۳/۴ ±۱۷۱۱/۳ عدد در متر مکعب و ۰/۳ ±۱۲/۴ میلی گرم بر متر مکعب به ثبت رسید (نمودار ۳-۱۱).



نمودار ۳-۱۱- تراکم و زیتوده زئوپلانکتون کل در فاصله سایه، ۲۰۰ (۱۰۰) ، و ۱۰۰۰ متری پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

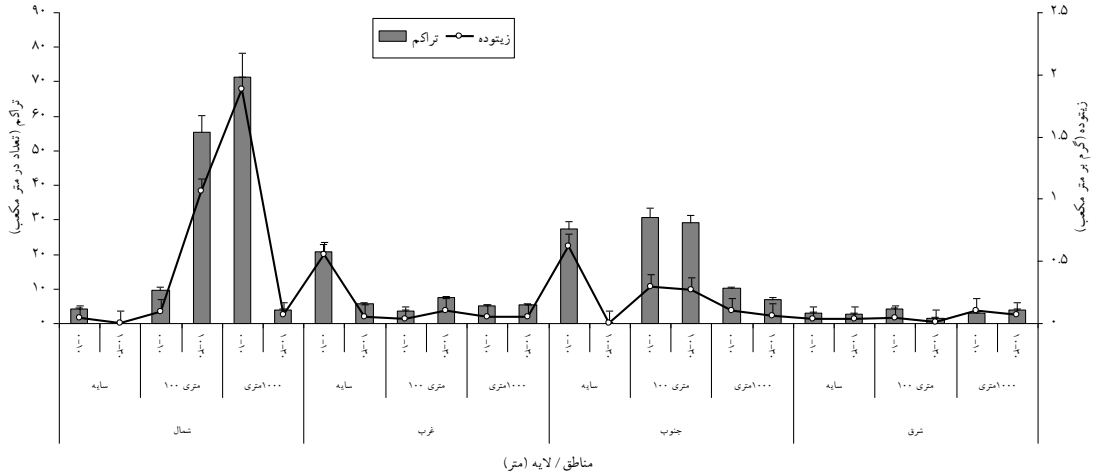
بررسی تراکم و زیتوده زئوپلانکتون کل در قبل از پرورش، شروع ، اواسط و انتهای پرورش نشان داد که بیشترین میزان در اواسط و انتهای پرورش با دامنه به ترتیب ۳۱۷۵-۳۰۶۸ عدد در متر مکعب و ۱۹-۱۵ میلی گرم بر متر مکعب، و کمترین میزان تراکم زئوپلانکتون در شروع پرورش ماهی با ۱۷۵۵ عدد در متر مکعب و کمترین میزان زیتوده آن با ۱۵ میلی گرم بر متر مکعب در انتهای دوره پرورش ماهی در قفس مشاهده گردید (نمودار ۳-۱۲) .



نمودار ۳-۱۲- تراکم و زیتوده زئوپلانکتون کل قبل، شروع، اواسط و انتهای دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

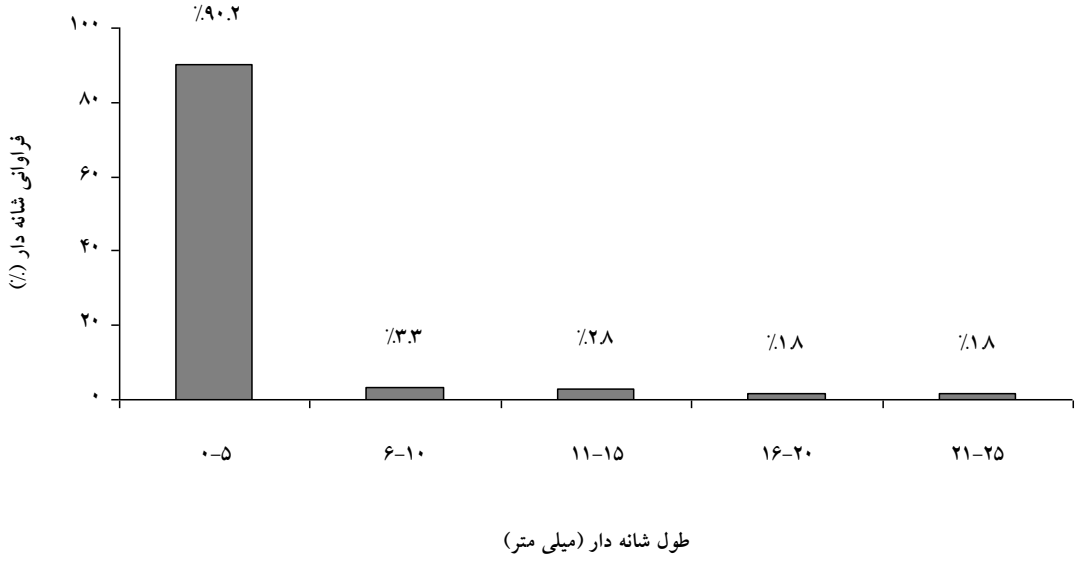
۳-۲- تراکم و زیتوده شانه دار

بررسی شانه دار مهاجم دریای خزر در شروع پرورش ماهی در سایت پیرامونی قفس های پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان نشان داد که میانگین تراکم و زیتوده شانه دار به ترتیب ۱/۵±۱۵/۸ عدد در مترمکعب و ۰/۰۲±۰/۳ گرم در مترمکعب بود. بیشترین میزان تراکم و زیتوده به ترتیب با دامنه ۷۱-۵۵ تعداد در متر مکعب و ۱/۸-۱ گرم بر متر مکعب در فاصله ۱۰۰۰ متری(لایه ۱۰-۰ متر) و ۱۰۰ متر (لایه ۱۰-۳۰ متری) به ثبت رسید. کمترین میزان شانه دار در سایه قفس با موقعیت جغرافیائی شمال و جنوب (N0, S0) قفس ها که بدون حضور شانه دار بوده است (نمودار ۳-۱۳).



نمودار ۳-۱۳: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در شروع پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان در مناطق مختلف جغرافیائی منطقه نوشهر

بررسی فراوانی ساختار گروه های طولی (اندازه) جمعیت شانه دار *M. leidyi* نشان داد که تراکم شانه‌دارانی با گروه طولی کمتر از ۵ میلیمتر حدود ۹۰/۲ درصد را تشکیل میدهند و میزان درصد فراوانی گروه طولی بین۱۵-۶ میلیمتر حدود ۶/۱ درصد و همچنین گروه بالغین شانه دار (بزرگتر از ۱۶ میلیمتر) تقریباً ۳/۶ درصد جمعیت شانه دار را شامل شدند. حداکثر اندازه شانه دار طی مدت مطالعه در سال ۲۵ میلیمتر بود که نسبت به مطالعات سال های گذشته در همین فصل تغییری در ساختار اندازه مشاهده نشده است (نمودار ۳-۱۴) .



نمودار ۳-۱٤- درصد فراوانی طولی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در شروع پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان در مناطق مختلف جغرافیائی منطقه نوشهر

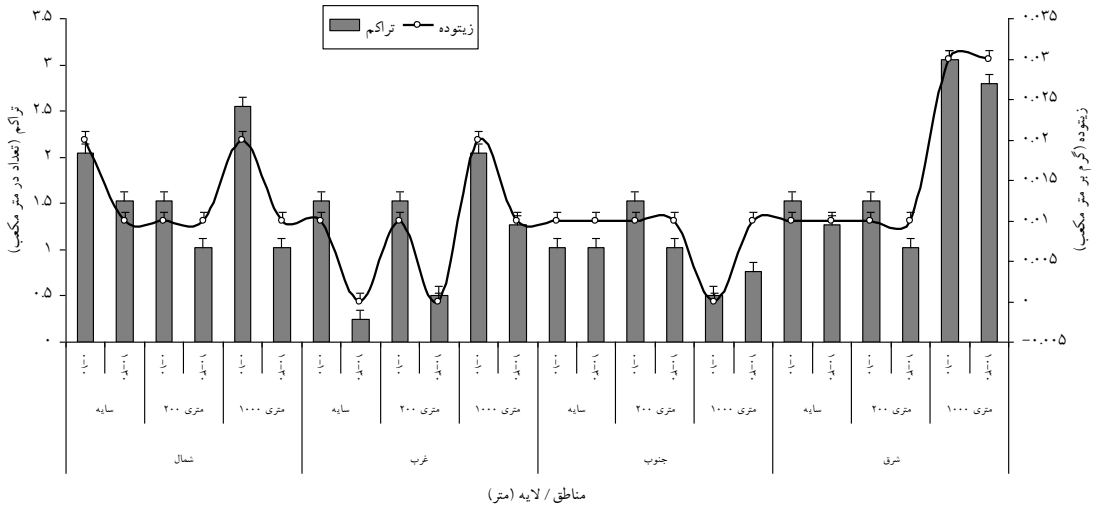
همچنین بررسی شانه دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* در اواسط پرورش ماهی در قفس های پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در منطقه نوشهر (فصل زمستان) نشان داد که میانگین بیشترین میزان تراکم شانه دار با ۲/۹ عدد در متر مکعب در ایستگاه شرقی ۱۰۰۰ متری و کمترین میزان تراکم در ایستگاه جنوب ۱۰۰۰ متری، با ۰/۶ عدد در متر مکعب، بیشترین میزان زیتوده شانه دار در ایستگاه شرق ۱۰۰۰ متری با ۰/۰۳ گرم در متر مکعب و کمترین میزان زیتوده شانه دار با ۰/۰۰۵ گرم بر متر مکعب در ایستگاه های جنوب ۳، غرب ۲۰۰ متری و سایه قفس به ثبت رسید (جدول ۳-۶).

جدول ۳-٦: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در اواسط (فصل زمستان) پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان در قفس مناطق مختلف جغرافیائی درسواحل جنوبی دریای خزر(مازندران-نوشهر)

منطقه	شمال سایه	شمال ۲۰۰ متر	شمال ۱۰۰۰ متر	غرب سایه	غرب ۲۰۰ متر	غرب ۱۰۰۰ متر	جنوب سایه	جنوب ۲۰۰ متر	جنوب ۱۰۰۰ متر	شرق سایه	شرق ۲۰۰ متر	شرق ۱۰۰۰ متر
تراکم	۱/۸	۱/۳	۱/۸	۰/۹	۱/۰	۱/۷	۱/۰	۱/۳	۰/۶	۱/۴	۱/۳	۲/۹
زیتوده	۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۰۱۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳

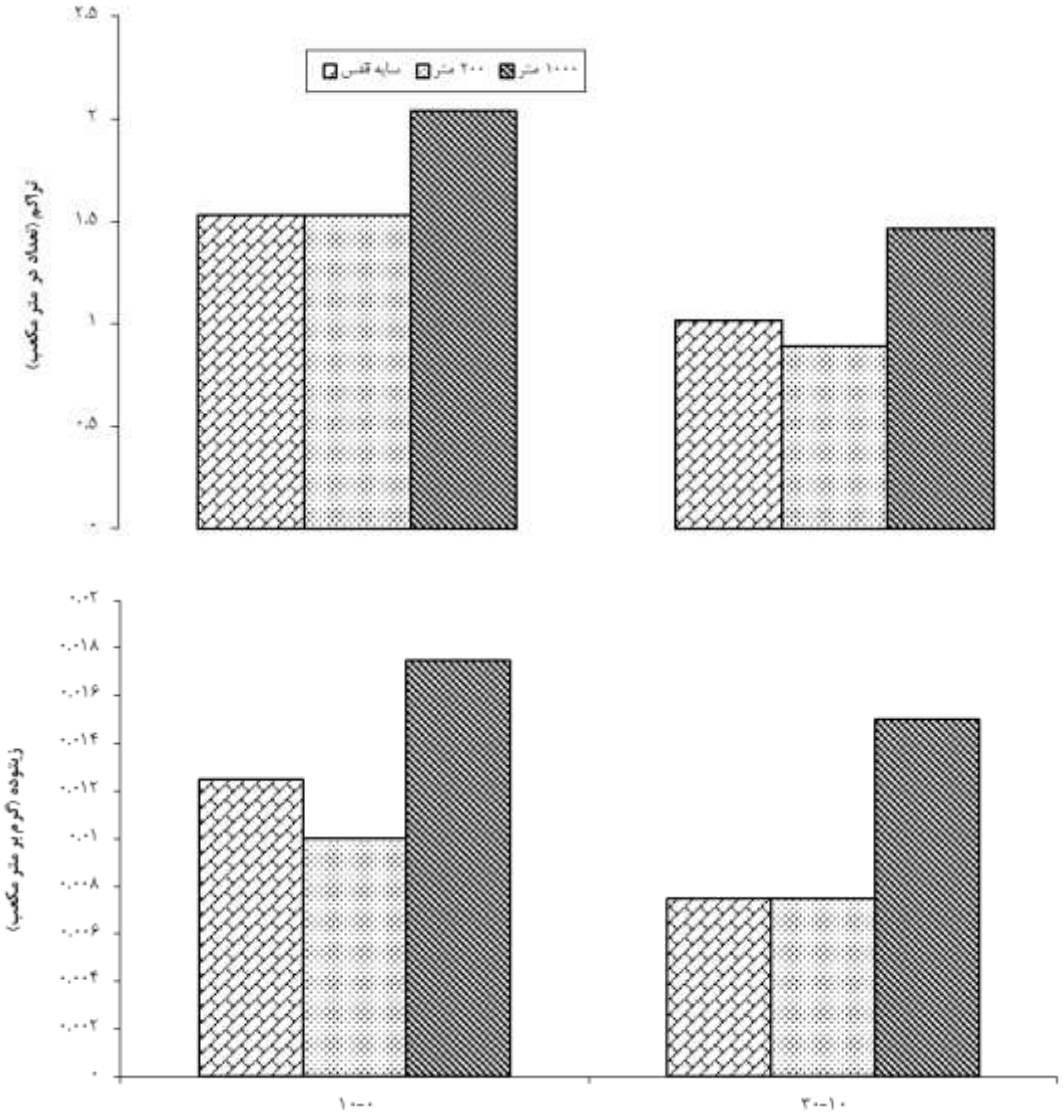
همچنین در این دوره از پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان در قفس دریایی میانگین سالیانه تراکم و زیتوده شانه دار به ترتیب ۰/۰±۱/۴ عدد در مترمکعب) و ۰/۰±۰/۰۱ گرم در مترمکعب بود. بیشترین میزان میانگین تراکم

شانه دار در فاصله ۱۰۰۰ متری شرقی از قفس (E1000) با تراکم و زیتوده ۰/۰±۳/۰۶ عدد در مترمکعب در لایه ۰-۱۰ متری و ۰/۰±۲/۸ عدد در مترمکعب در لایه ۱۰-۳۰ متری که به ترتیب دارای زیتوده ۰/۰±۰/۰۳ و ۰/۰±۰/۰۲۹ گرم بر متر مکعب به ثبت رسید. کمترین میزان شانه دار در سایه قفس موقعیت جغرافیائی غرب و جنوب (W0, S1000) قفس ها که دارای تراکمی با دامنه ۰/۵۱-۰/۲۵ عدد در مترمکعب بوده است (نمودار ۳-۱۵).



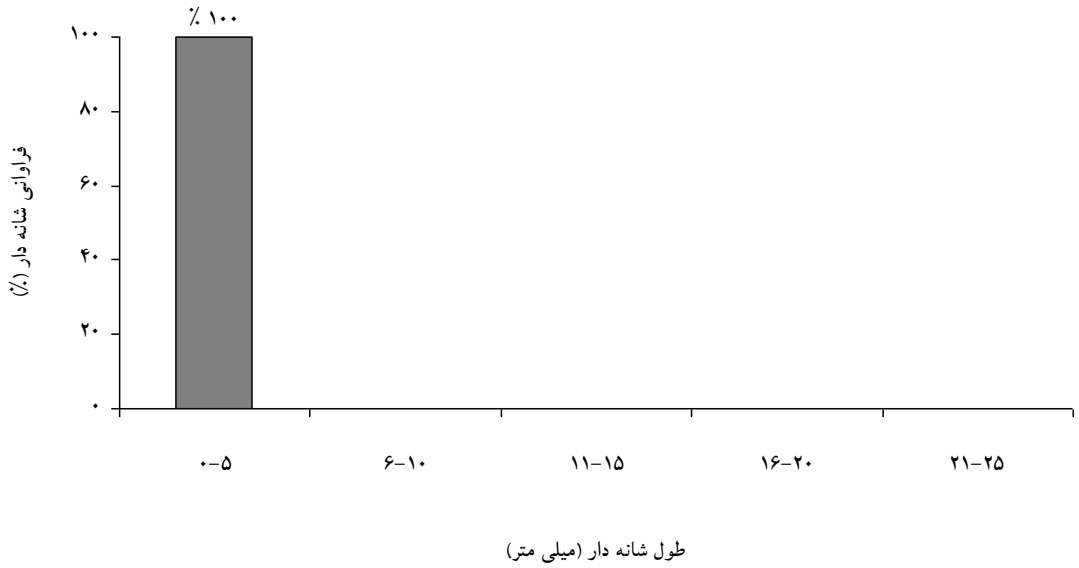
نمودار ۳-۱۵: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق مختلف جغرافیائی سایت پرورش ماهی در قفس در اواسط دوره پرورش ماهی (فصل زمستان) در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

بررسی میزان تراکم و زیتوده شانه دار در محیط پیرامون، فاصله ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری از قفس نشان میدهد که بیشترین میزان شانه دار در فاصله دور از قفس (۱۰۰۰ متری) با تراکم های ۲/۰۴ عدد در متر مکعب در لایه ۱۰-۰ متری و ۱/۵ عدد در متر مکعب در لایه ۳۰-۱۰ متری مشاهده گردید. بیشترین میزان زیتوده با ۰/۰۱۸ و ۰/۰۱۵ گرم بر متر مکعب نیز در فاصله ۱۰۰۰ متری لایه های ۱۰-۰ و ۳۰-۱۰ متری به ثبت رسید (نمودار ۳-۱۶).



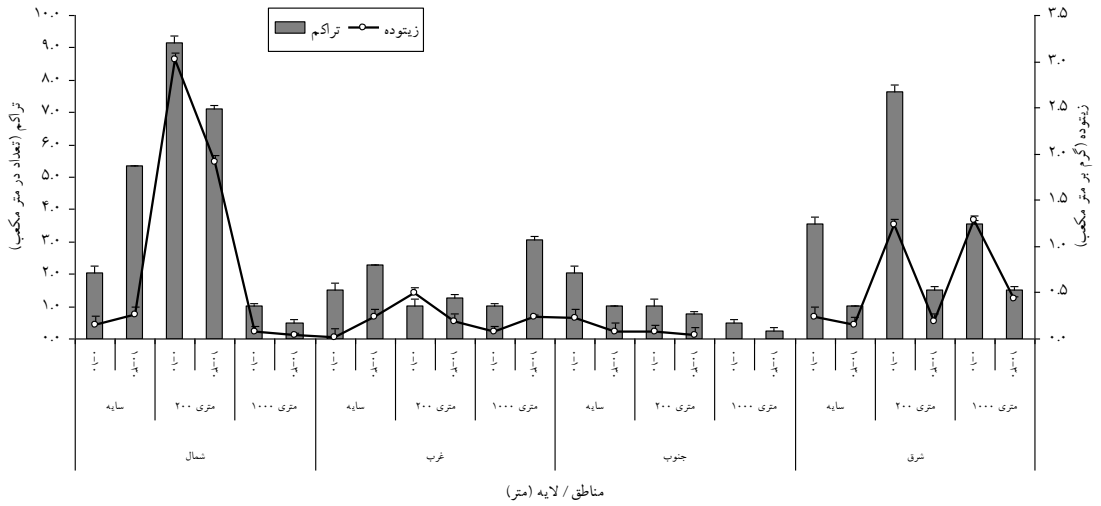
نمودار ۳-۱۶: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق سایه، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس سایت پرورش ماهی در اواسط (فصل زمستان) درسواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

بررسی فراوانی ساختار گروه های طولی (اندازه) جمعیت شانه دار *M. leidyi* نشان داد که تراکم شانه‌دارانی با گروه طولی ۵ میلیمتر ۱۰۰ درصد جمعیت را تشکیل میدهند و میزان درصد فراوانی گروه طولی بیش از ۵ میلیمتر و همچنین گروه بالغین شانه دار (بزرگتر از ۱۶ میلیمتر) در جمعیت مشاهده نشدند (نمودار ۳-۱۷) .



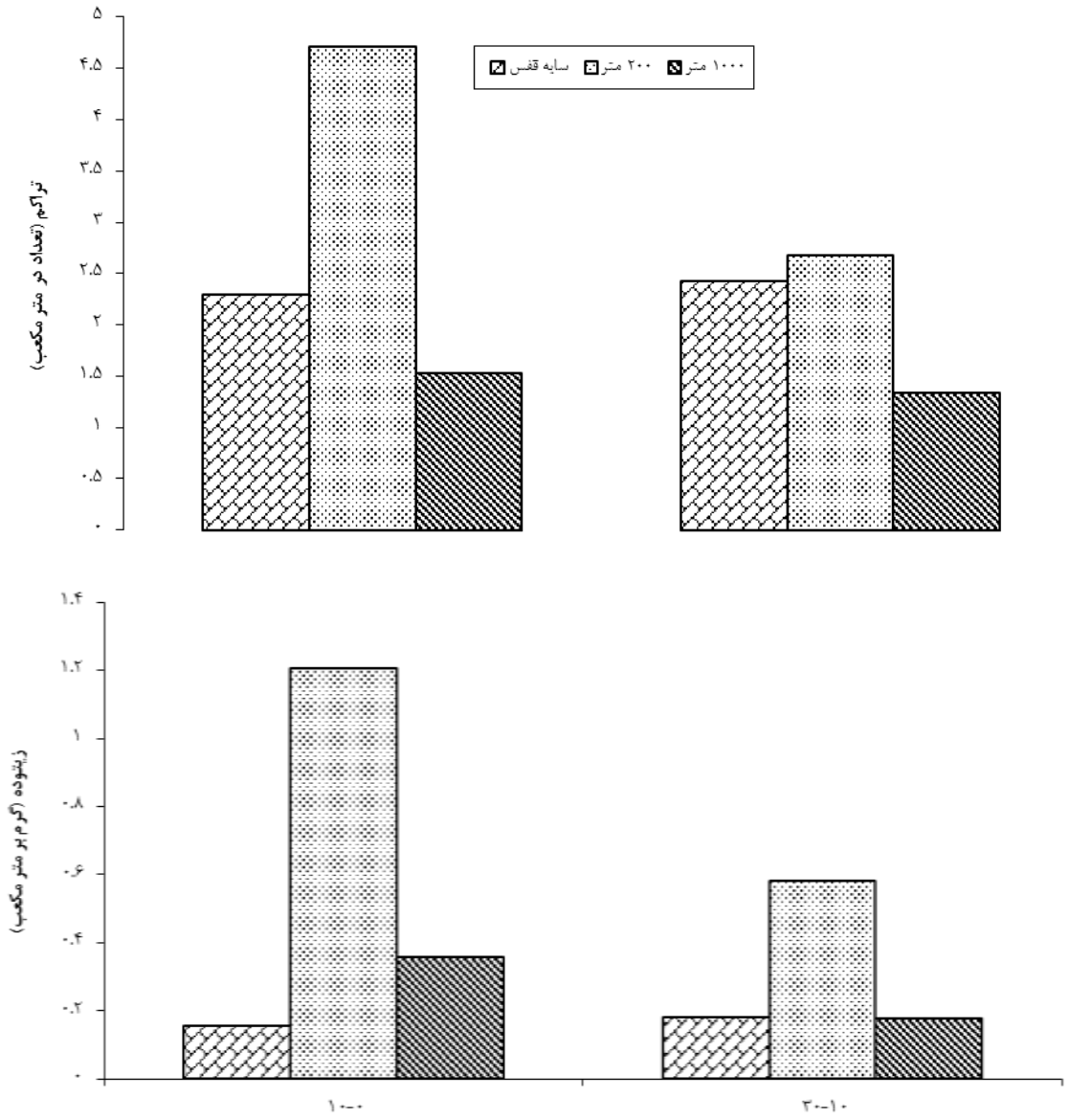
نمودار ۳-۱۷: درصد فراوانی طولی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در دوره اواسط (فصل زمستان) سایت پرورش ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

بررسی ساختار جمعیت شانه دار در اواخر دوره (فصل بهار) پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در سایت قفس های پرورش ماهی نشان داد که بیشترین میزان تراکم شانه دار با ۲۵ عدد در متر مکعب در ایستگاه شمال در فاصله ۱۰۰۰ متری قفس و کمترین میزان تراکم در ایستگاه جنوب در سایه قفس با ۰/۷ عدد در متر مکعب، بیشترین میزان زیتوده شانه دار در ایستگاه شمال در فاصله ۲۰۰ متری قفس با ۱/۰ گرم در متر مکعب و کمترین میزان زیتوده شانه دار با ۰/۰۲ گرم بر متر مکعب در ایستگاه جنوب در فاصله ۱۰۰۰ متری به ثبت رسید (نمودار ۳-۱۸).



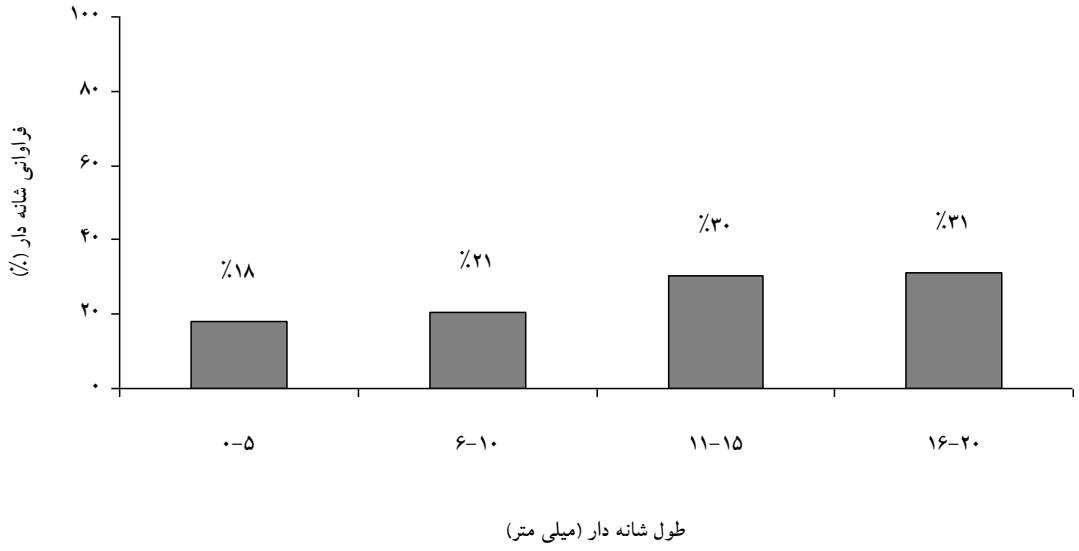
نمودار ۳-۱۸: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق مختلف جغرافیائی سایت پرورش ماهی در قفس در اواخر دوره پرورش ماهی (فصل بهار) در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

بررسی میزان تراکم و زیتوده شانه دار در سایت پرورش ماهی در قفس در فواصل سایه،۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری از قفس نشان داد که بیشترین میزان شانه دار در فاصله ۲۰۰ متری از قفس (لایه ۳۰-۱۰ متر) و ۱۰۰۰ متری (لایه ۱۰-۰ متر) از آن با تراکم ۹/۰ عدد در متر مکعب مشاهده گردید. بیشترین میزان زیتوده با میانگین ۰/۴ گرم بر متر مکعب نیز در فاصله ۲۰۰ متری قفس لایه ۱۰-۰ به ثبت رسید که نشان دهنده اختلاف معنی دار تراکم شانه دار در ابتدا و انتهای دوره پرورش ماهی در قفس بوده است ($P<0/005$) (نمودار ۳-۱۹).



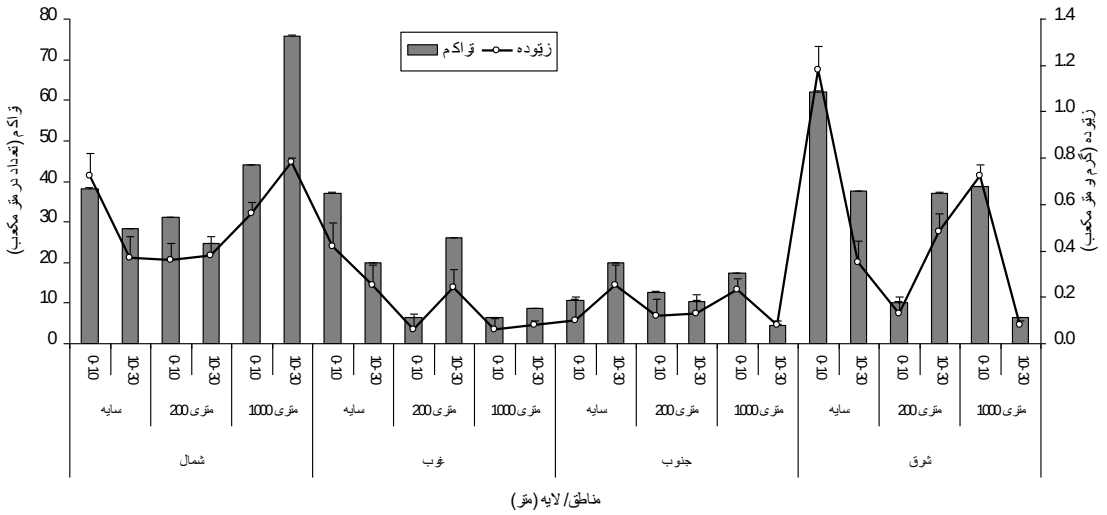
نمودار ۳-۱۹: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق سایه، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس سایت پرورش ماهی در اواخر (فصل بهار) درسواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

بررسی فراوانی ساختار گروه های طولی (اندازه) جمعیت شانه دار *M. leidyi* نشان داد که تراکم شانه‌دارانی با گروه طولی ۵ میلیمتر ۷۱ درصد جمعیت را تشکیل میدهند و میزان درصد فراوانی گروه طولی ۱۰-۶ در این دوره از بررسی ۹٪ و همچنین گروه انتقالی (۱۵-۱۱ میلیمتر) حدود ۱۱٪ و بالغین شانه دار (بزرگتر از ۱۶ میلیمتر) در جمعیت ۵٪ را تشکیل دادند (نمودار ۳-۲۰).



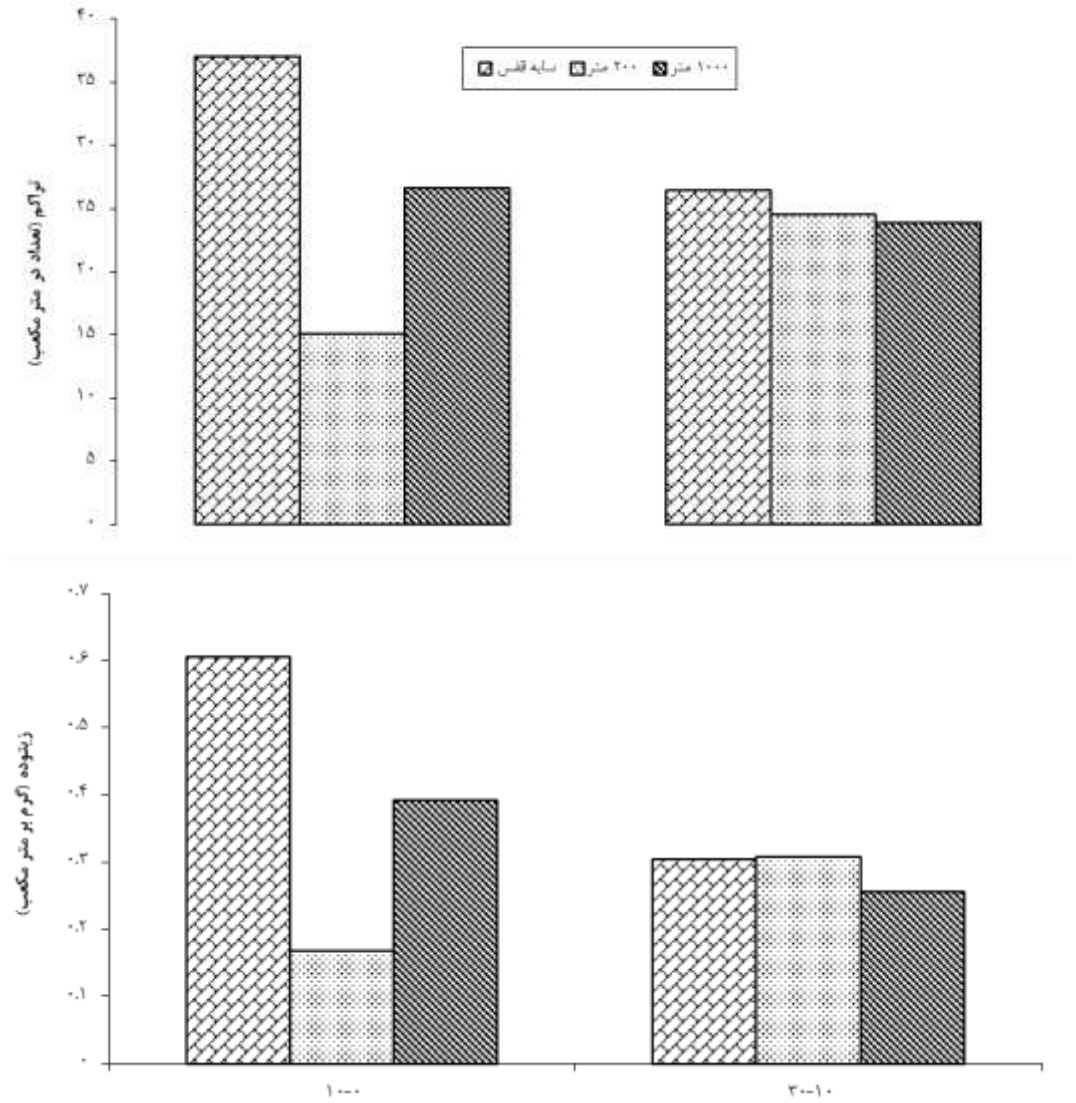
نمودار ۳-۲۰: درصد فراوانی طولی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در دوره اواخر (فصل بهار) سایت پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

بررسی ساختار جمعیت شانه دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* دریای خزر در دوره قبل از پرورش (فصل پائیز) ماهی در سایت پیرامونی قفس های پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان نشان داد که میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در طی این گشت دریایی به ترتیب با ۰/۱±۲۵/۶ عدد در متر مکعب و ۰/۳±۰/۱ گرم بر متر مکعب به ثبت رسید. بیشترین میزان تراکم شانه دار با ۷۵/۹ عدد در متر مکعب در ایستگاه شمال فاصله ۱۰۰۰ متری و کمترین میزان تراکم در ایستگاه جنوب۳ با ۴/۶ عدد در متر مکعب، بیشترین میزان زیتوده شانه دار در ایستگاه شرق ۱ با ۱/۲ گرم در متر مکعب و کمترین میزان زیتوده شانه دار با ۰/۰۶ گرم بر متر مکعب در ایستگاه غرب ۲ به ثبت رسید (نمودار ۳-۲۱).



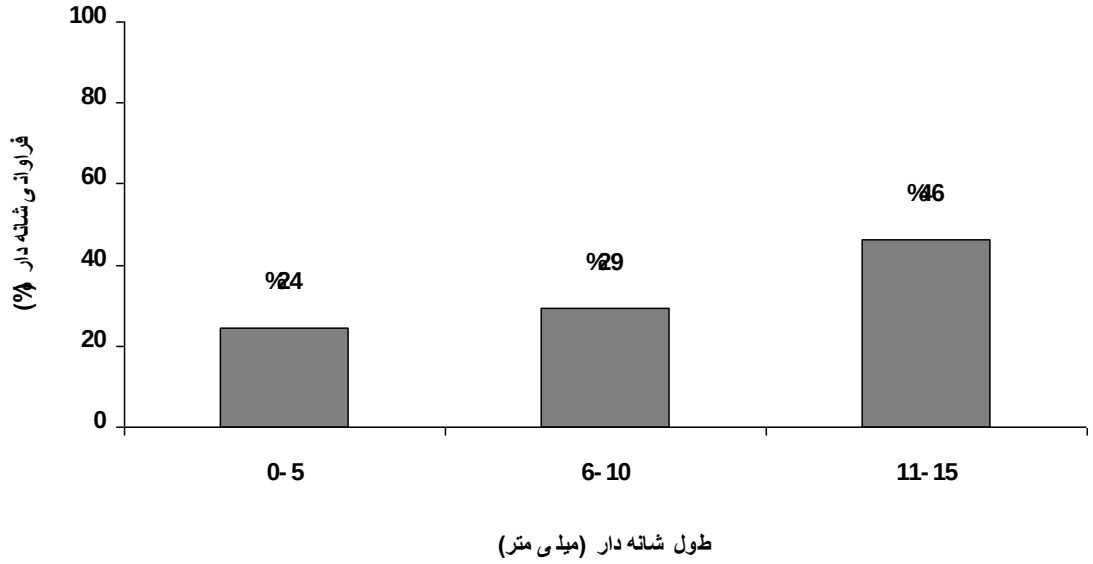
نمودار ۳-۲۱: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق مختلف جغرافیائی سایت پرورش ماهی در قفس در دوره قبل از پرورش ماهی (فصل پائیز) در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

بررسی میزان تراکم و زیتوده شانه دار در محیط پیرامون، فاصله ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری از قفس در زمان قبل از ماهی دار کردن قفس ها (فصل پائیز) نشان داد که بیشترین میزان شانه دار در سایه اطراف قفس (لایه ۱۰-۰ متر) و ۱۰۰۰ متری (لایه ۱۰-۰ متر) از آن با تراکم های ۳۷/۱ و ۲۶/۶ عدد در متر مکعب مشاهده گردید. بیشترین میزان زیتوده نیز به ترتیب با میانگین ۰/۶ و ۰/۴ گرم بر متر مکعب نیز در سایه اطراف قفس و فاصله ۱۰۰۰ متری از آن در لایه ۱۰-۰ به ثبت رسید (نمودار ۳-۲۲).



نمودار ۳-۲۲: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق سایه، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس سایت پرورش ماهی در دوره قبل از ماهی دار کردن قفس ها (فصل پائیز) درسواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

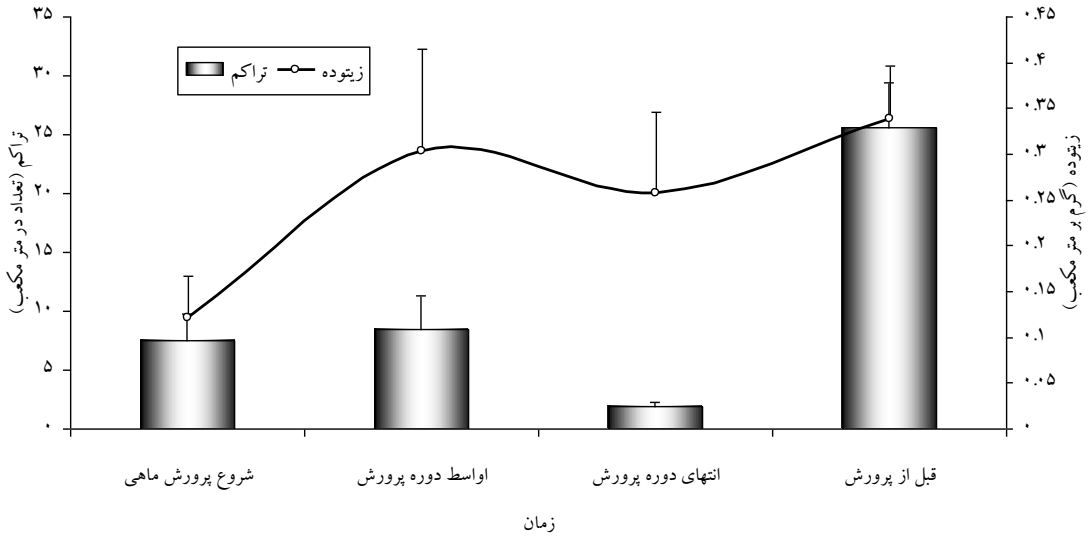
بررسی فراوانی ساختار گروه های طولی (اندازه) جمعیت شانه دار *M. leidyi* نشان داد که تراکم شانه‌دارانی با گروه طولی ۵ میلیمتر ۲۴ درصد جمعیت را تشکیل میدهند و میزان درصد فراوانی گروه طولی ۱۰-۶ در این دوره از بررسی ۲۹٪ و همچنین گروه انتقالی و بالغین شانه دار (۱۵-۱۱ میلیمتر) حدود ۴۶٪ را تشکیل دادند (نمودار ۳-۲۳).



نمودار ۳-۲۳: درصد فراوانی طولی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در دوره قبل از ماهی دار کردن (فصل پائیز) سایت پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

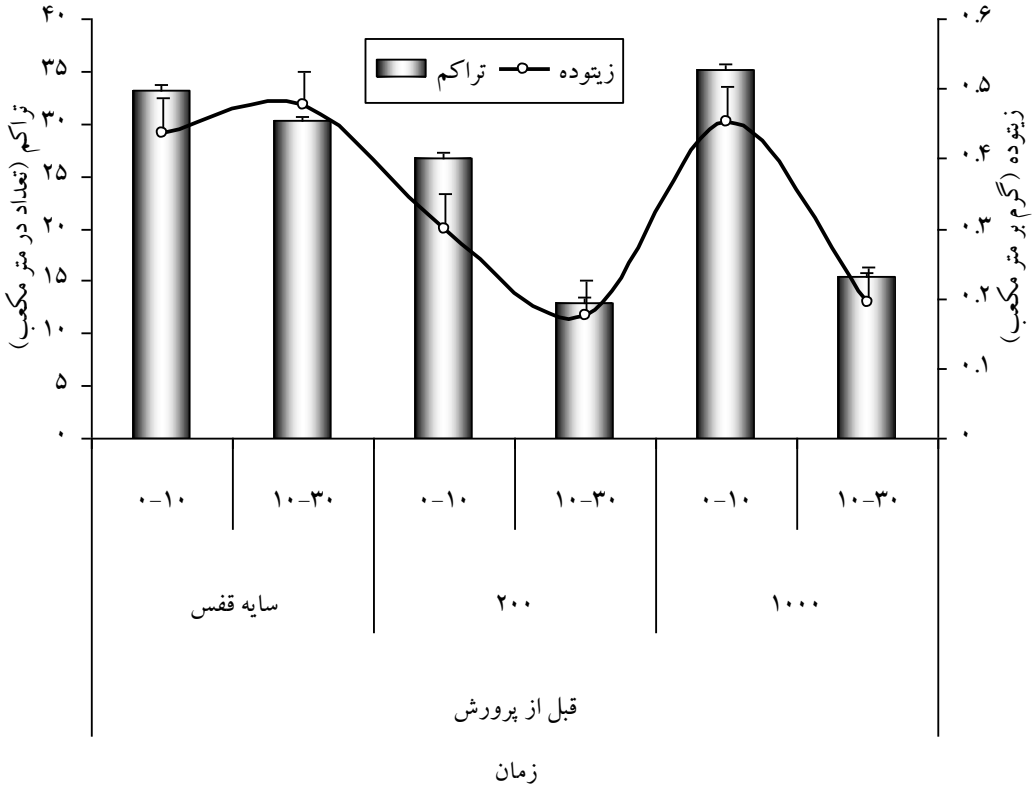
٤-نتیجه گیری کلی

در مجموع، برای بررسی شانه دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* دریای خزر در سایت پیرامونی قفس های پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان طی چهار دوره شروع پرورش ماهی، اواسط پرورش، انتهای پرورش و قبل از ماهی دار کردن قفس ها در کل ۹۶ نمونه مورد بررسی قرار گرفت که بیشترین میزان میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در قبل از پرورش ماهی در قفس با ۲۵/۶ عدد در متر مکعب و ۰/۳۴ گرم بر متر مکعب و کمترین میزان تراکم و زیتوده شانه دار به ترتیب با ۱/۹ عدد در متر مکعب و ۰/۱۲ گرم بر متر مکعب در انتهای دوره پرورش ماهی به ثبت رسید (نمودار ۳-۲۴).



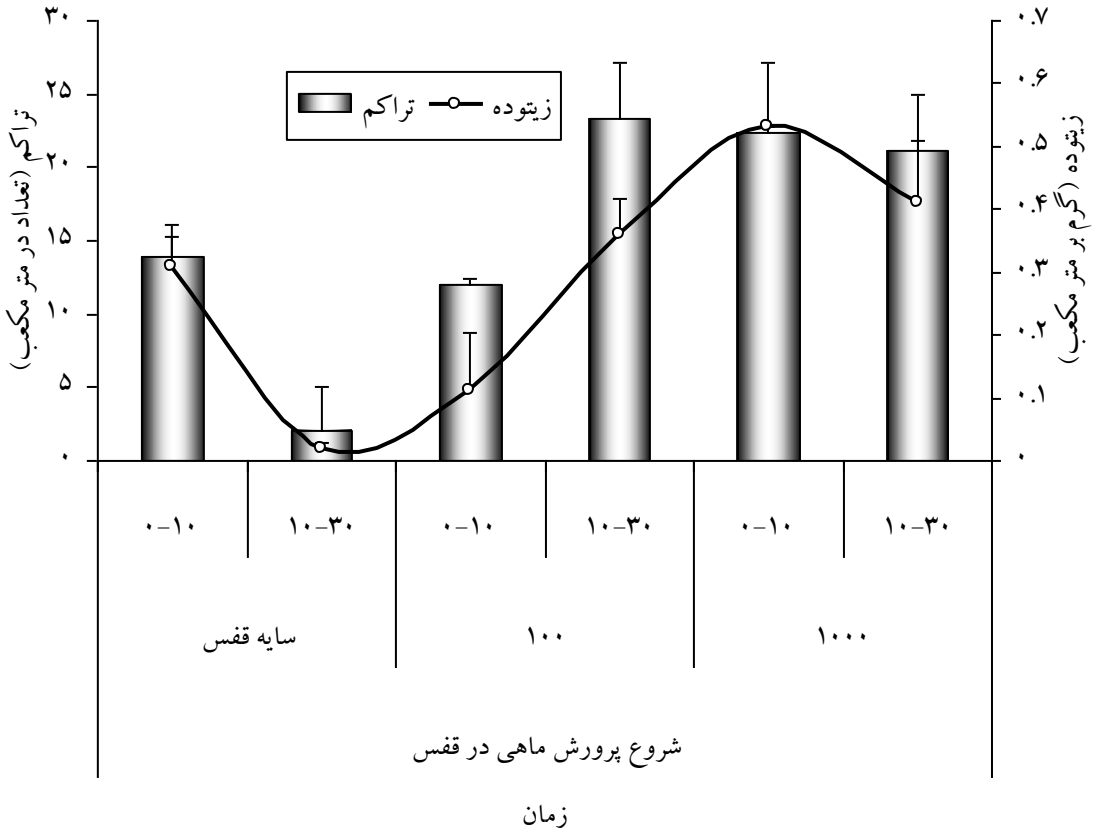
نمودار ۳-۲٤: میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در شروع، اواسط، انتها و قبل از ماهی دار کردن سایت پرورش ماهی در قفس در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

همچنین بررسی طول دوره پرورش ماهی در قفس نشان داد که قبل از پرورش ماهی قزل آلا در قفس ها بیشترین میزان شانه دار در لایه ۱۰-۰ متر فاصله سایه قفس، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ متری با دامنه تراکم ۳۵-۱۳ عدد در متر مکعب و زیتوده ۰/۵-۰/۲ گرم بر متر مکعب مشاهده شد (نمودار ۳-۲۵).



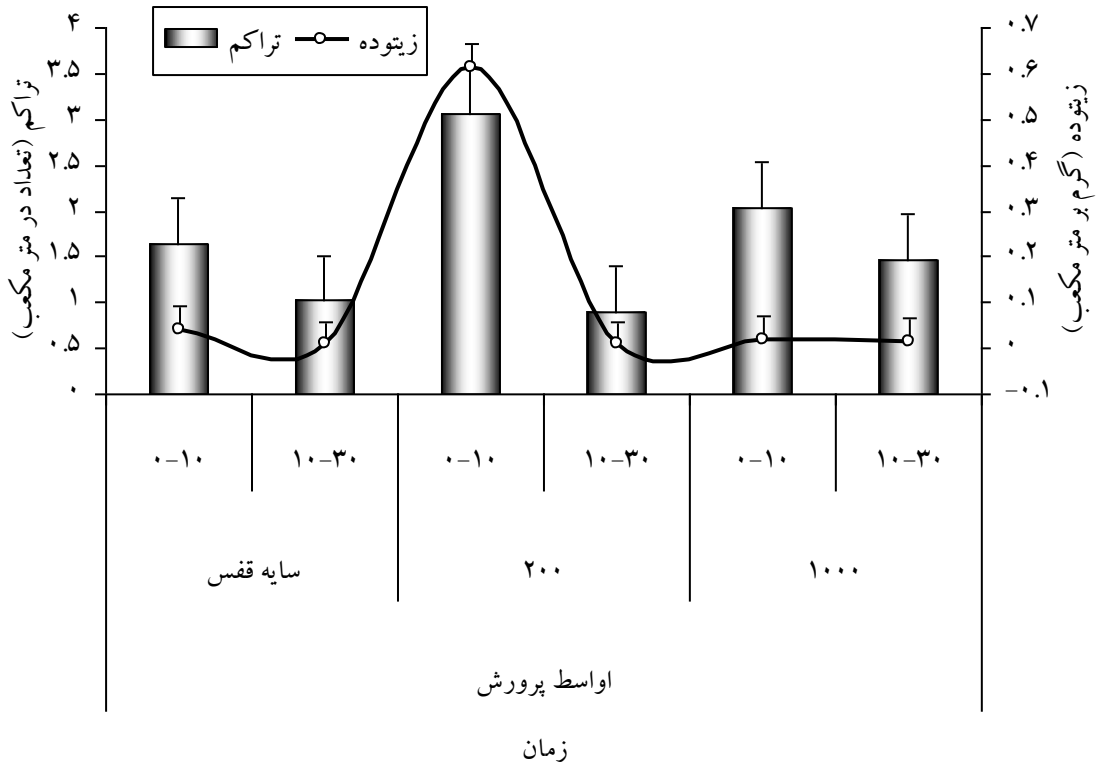
نمودار ۳-۲۵: تغییرات میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در قبل از شروع سایت پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

با شروع فعالیت پرورش ماهی در سایت نوشهر در استان مازندران قفس در فصل بهار میزان شانه دار کاهش داشته بطوریکه شانه داران در لایه زیرین آب (۳۰-۱۰ متر) بجزء در سایه قفس نفوذ کردند و دامنه تغییرات آن بین ۲۳-۲ عدد در متر مکعب و زیتوده ۰/۵-۰/۰۲ گرم بر متر مکعب بود (نمودار ۳-۲۶).



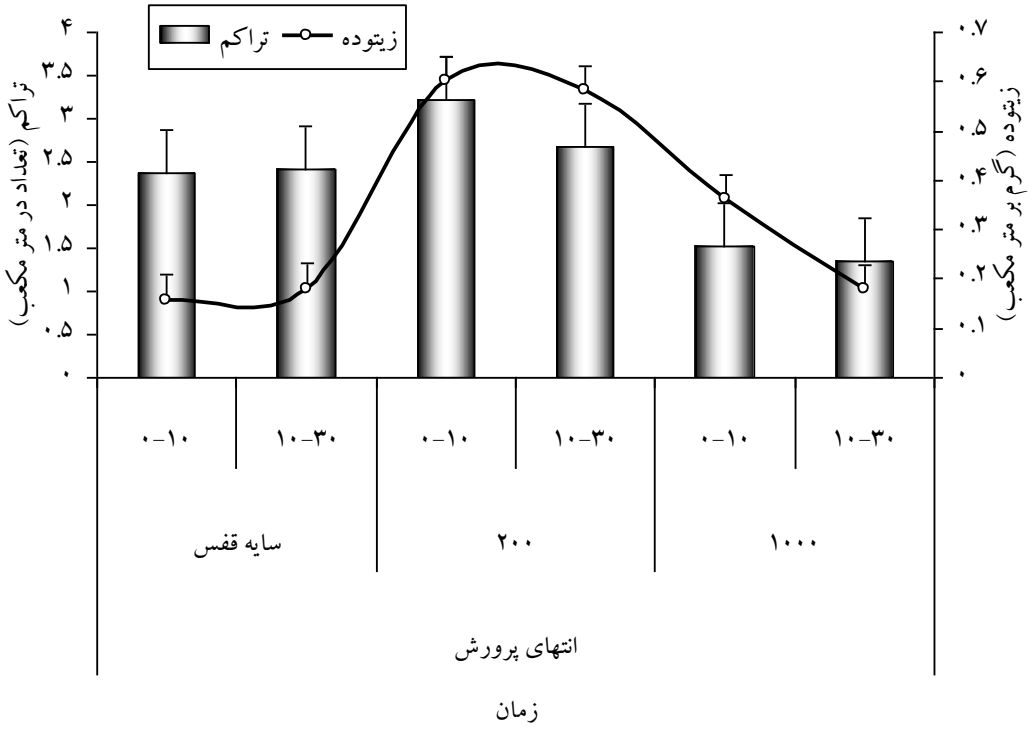
نمودار ۳-۲۶- تغییرات میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در شروع سایت پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

با ادامه روند پرورش ماهی قزل آلا در اواسط دوره پرورش مشاهده گردید که تراکم و زیتوده شانه داران به شدت کاهش یافت و دامنه تغییرات آن ۳-۱ عدد در متر مکعب و زیتوده ۰/۶-۰/۰۱ گرم بر متر مکعب به ثبت رسید (نمودار ۳-۲۷).



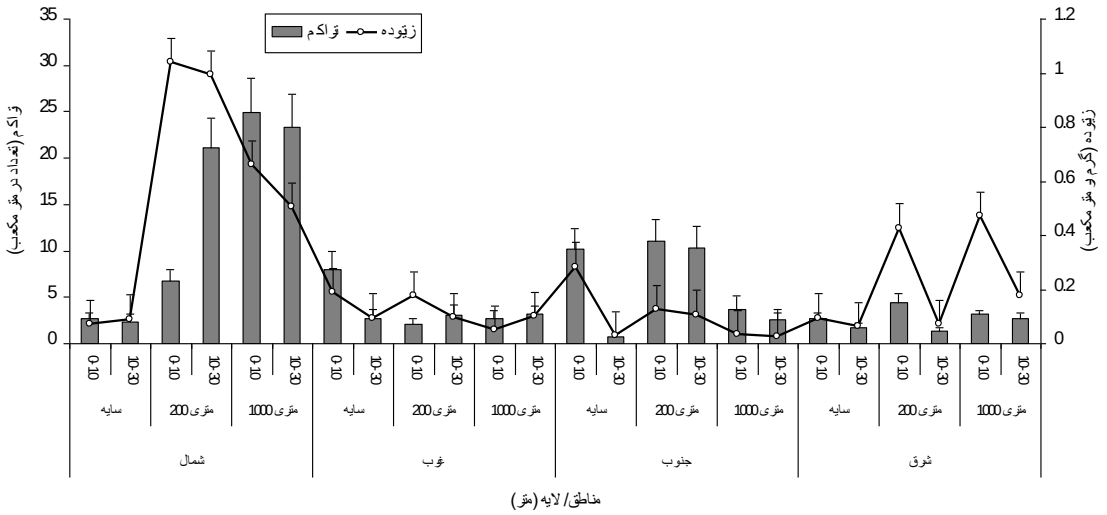
نمودار ۳-۲۷: تغییرات میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در اواسط دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

در انتهای دوره پرورش ماهی نیز جمعیت شانه دار در حد پائینی ثابت ماند و دامنه تغییرات جمعیت و زیتوده آن از ۳-۱ عدد در متر مکعب و ۰/۶-۰/۰۲ گرم در متر مکعب افزایش پیدا نکرد (نمودار ۳-۲۸).



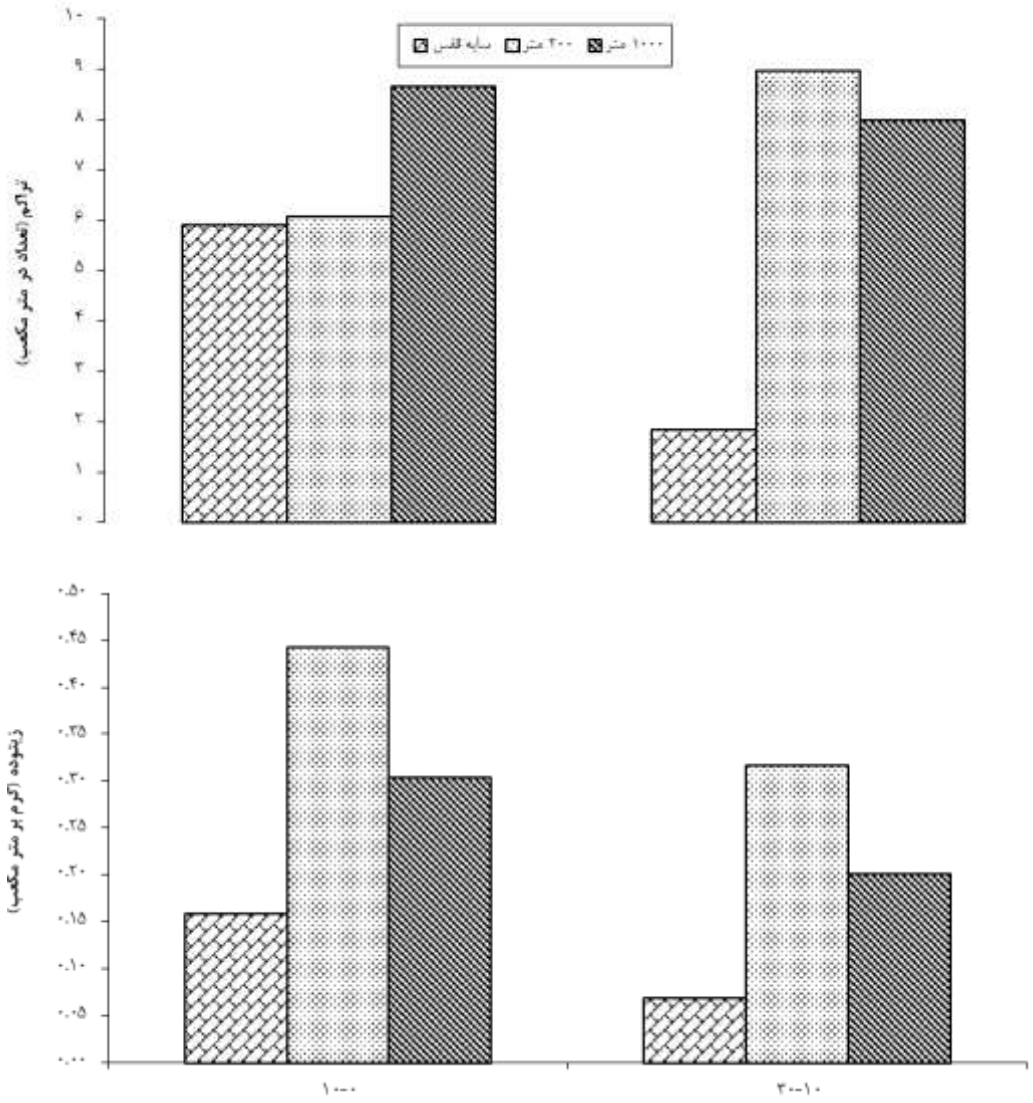
نمودار ۳-۲۸: تغییرات میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در انتهای دوره پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

همچنین بیشترین تراکم و زی توده شانه دار در لایه ۱۰-۰ متر در تمام جهت ها بود. بیشترین تراکم شانه دار در گروه طولی کمتر از ۵ میلی متر (۹۰٪) و حداکثر طول ثبت شده ۲۵ میلی متر بود. در پاییز و زمستان بیشترین تراکم شانه دار در ایستگاه دور از قفس (۱۰۰۰متری) بود و در بهار در ایستگاه ۲۰۰ متری ثبت شد. در زمستان ۱۰۰ ٪ جمعیت مربوط به گروه طولی ۵-۰ میلی متر بود. در بهار گروه بالغین با گروه طولی ۲۰-۱۶ میلی متر غالب جمعیت (۳۱٪) را تشکیل داده بودند. میانگین تراکم سالیانه حدود ۷ عدد در هر متر مکعب بود (نمودار ۳-۲۹).



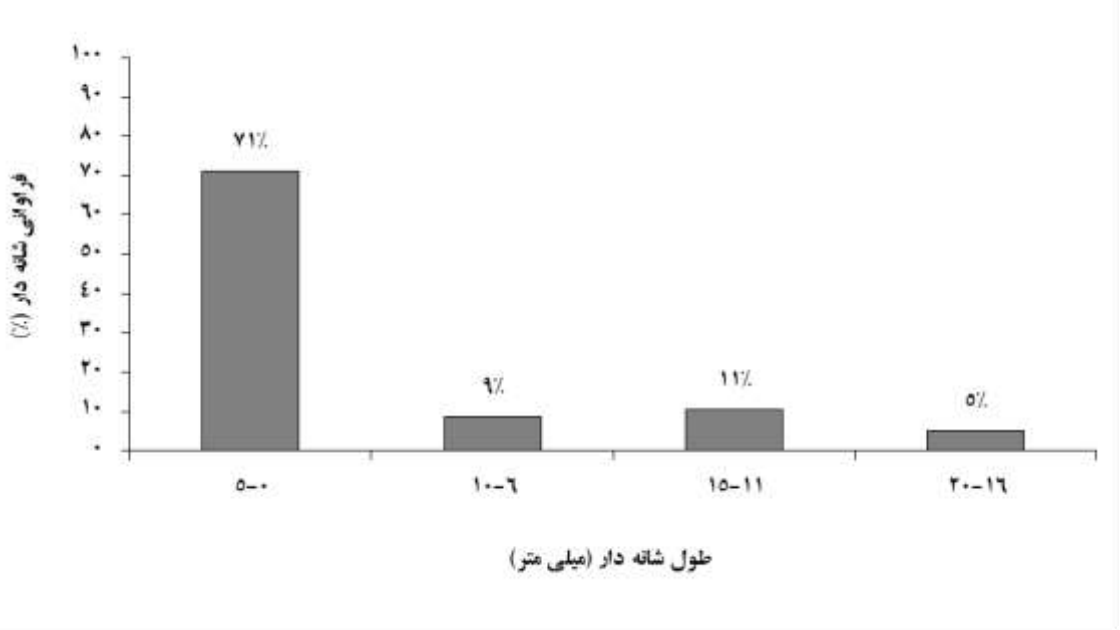
نمودار ۳-۲۹: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق مختلف جغرافیائی سایت پرورش ماهی در قفس درسواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

همچنین بررسی میزان میانگین تراکم و زیتوده شانه دار در محیط پیرامون، فاصله ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری از قفس طول دوره مطالعه نشان داد که بیشترین میزان شانه دار به ترتیب در فاصله ۲۰۰ متری قفس (لایه ۳۰-۱۰ متر) و ۱۰۰۰ متری (لایه ۱۰-۰ متر) از آن با تراکم های ۹/۰ و ۸/۷ عدد در متر مکعب مشاهده گردید. بیشترین میزان زیتوده نیز به ترتیب با میانگین ۰/۴ و ۰/۳ گرم بر متر مکعب نیز در فاصله ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری از آن در لایه ۱۰-۰ به ثبت رسید (نمودار ۳-۳۰).



نمودار ۳-۳۰: تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق سایه، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس سایت پرورش ماهی در کل دوره درسواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

در کل، بررسی فراوانی ساختار گروه های طولی (اندازه) جمعیت شانه دار *M. leidyi* نشان داد که تراکم شانه دارانی با گروه طولی ۵ میلی متر ۷۱ درصد جمعیت را تشکیل میدهند و میزان درصد فراوانی گروه طولی ۱۰-۶ در این دوره از بررسی ۹٪ و همچنین گروه انتقالی و بالغین شانه دار (۱۵-۱۱ میلیمتر) حدود ۱۶٪ را تشکیل دادند (نمودار ۳-۳۱).

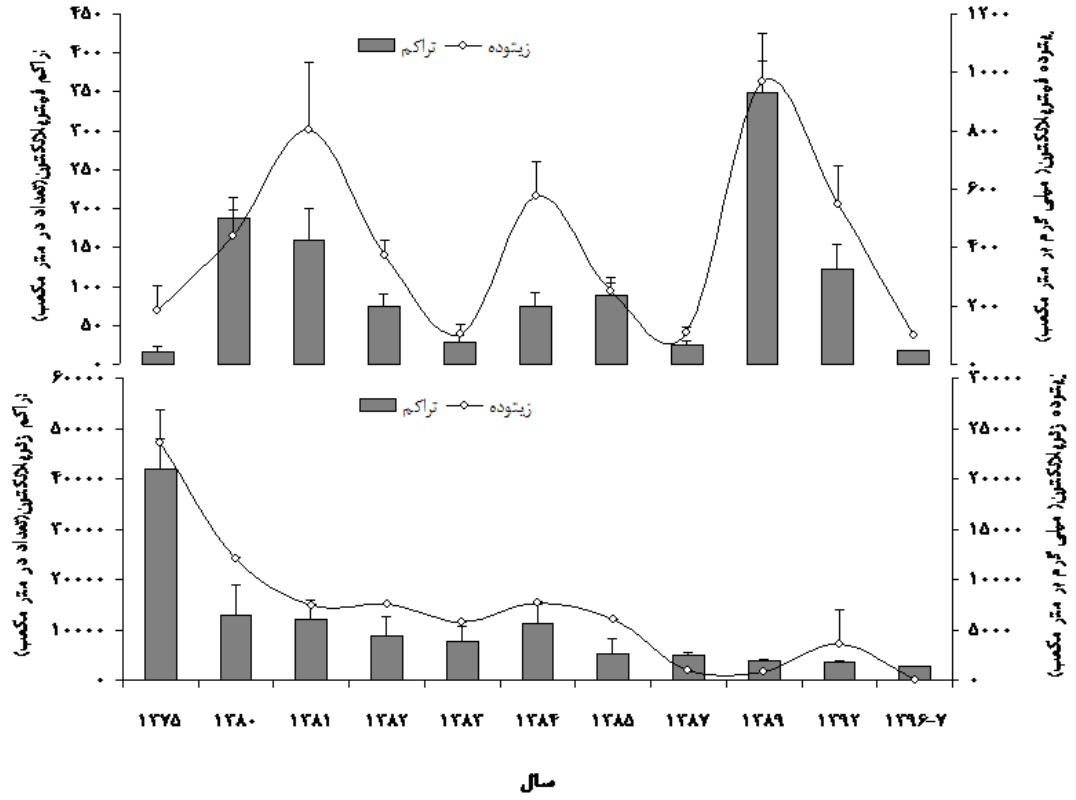


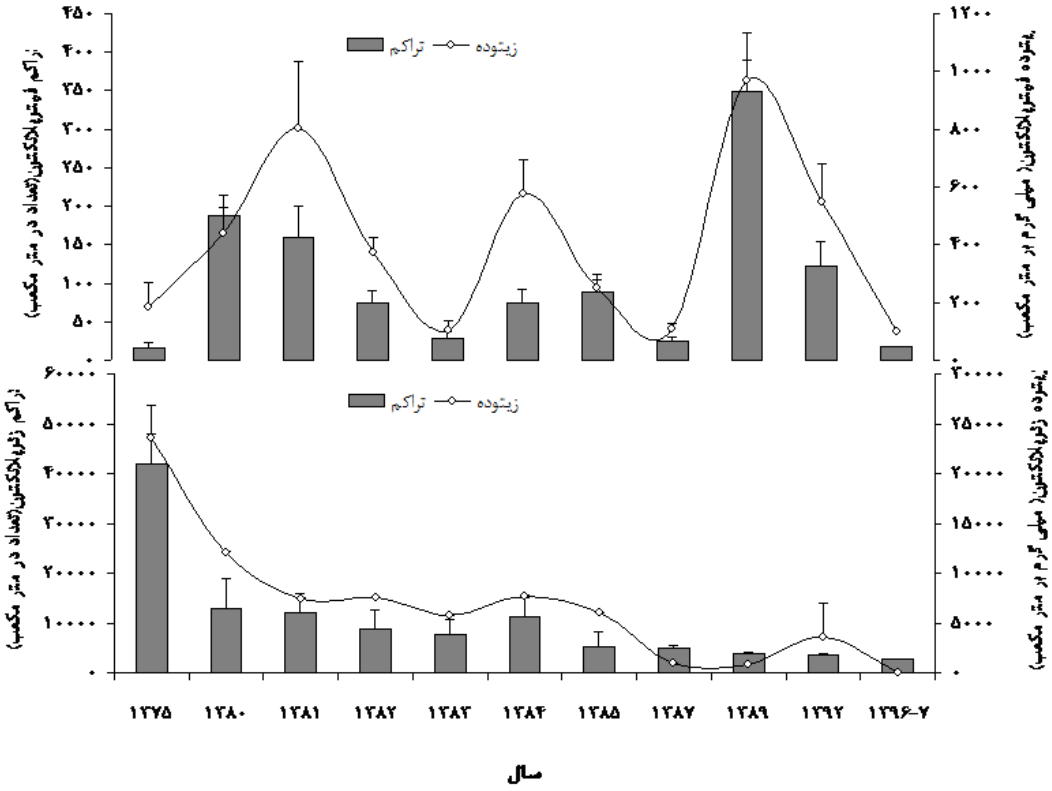
نمودار ۳-۳۱: درصد فراوانی طولی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در کل دوره پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در سواحل جنوبی دریای خزر (مازندران-نوشهر)

۵- بحث

۵-۱- بررسی روند پلانکتون ها در دریای خزر

بررسی روند تغییرات فیتوپلانکتون طی سال های ۱۳۷۵، ۹۷-۱۳۸۰ نشان داد که تراکم فیتوپلانکتون از ۱۵ میلیون عدد در متر مکعب در قبل از ورود شانه دار به ۱۸۸-۱۵۹ میلیون عدد در متر مکعب در طی سال های ۸۱-۱۳۸۰ رسید که تقریبا ۱۲ برابر افزایش داشت. همچنین در طی سال های بعد از ورود شانه دار تقریبا میزان تراکم فیتوپلانکتون بین ۳۴۹-۲۸ میلیون عدد در متر مکعب نوسان داشت که در طی سال های اخیر تراکم آن افزایش چشمگیری داشت. مقایسه روند تغییرات فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون نشان داد که با ورود شانه دار و مصرف بیش از حد زئوپلانکتون ها توسط شانه دار، فرصت مناسبی برای افزایش انجاری و ناگهانی فیتوپلانکتون با افزایش مواد نوترینت ها فراهم گشت. همچنین طی این مدت میزان زیتوده فیتوپلانکتون نیز از ۱۸۲/۲ میلی گرم بر متر مکعب در قبل از ورود شانه دار به ۸۰۳/۵-۴۳۸/۰ میلی گرم بر متر مکعب طی سال های ۸۱-۱۳۸۰ رسید که افزایش ۴-۲ برابری به ثبت رسید (شکل ۴-۱).





نمودار ٤-١: روند تغییرات تراکم و زیتوده فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون طی سال های گذشته (۹۷ تا ۱۳۸۰-۱۳۷۵)

بر اساس مطالعه فوق جوامع فیتوپلانکتونی در شرایط مختلف به شدت قابل تغییر است و از طرق مختلف می توانند بر سطوح تنوع زیستی و تامین منابع زیستی برای نسل‌های آینده تاثیر گذار باشند (Loreau *et al.*, 2001 ; Jackson *et al.*, 2001) لذا بررسی های پایشی برای این منطقه توصیه می گردد و با توجه به جدید بودن برنامه پرورش ماهی در قفس (Cage culture) در جهت توسعه آبزی پروری در کشور و به ویژه در دریای خزر، عدم رعایت ملاحظات زیست محیطی و اجرای آن در چارچوب یک برنامه مدون ممکن است خسارت جبران ناپذیری را بوجود آورد (فارابی و همکاران، ۱۳۹۵) به طوری که Gao و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش نمودند که تغییر در ساختار جوامع زیستی بعد از استقرار قفس‌های پرورش ماهی مشاهده شد.

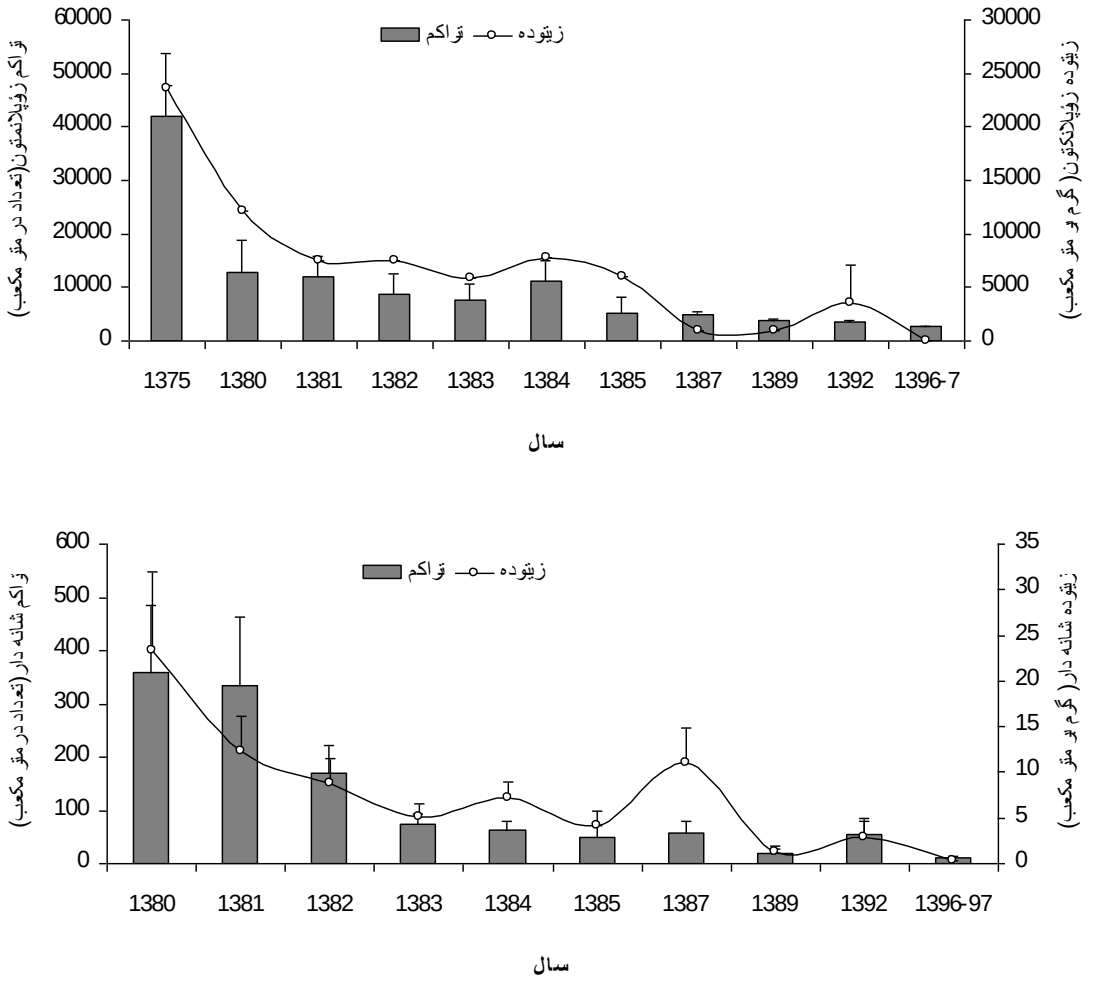
۵-۲- بررسی وضعیت زئوپلانکتونهای سایت قفس پرورش ماهی در منطقه نوشهر

متابولیسم و فعالیت زئوپلانکتون به عوامل فیزیکوشیمیائی محیط وابسته است و درجه حرارت یکی از مهمترین عوامل است که روی زئوپلانکتون تاثیر گذار است و موجب تغییرات در فراوانی و تنوع گونه ای در فصول مختلف می شود (McLaren, 1963). لذا در این تحقیق مشاهده می شود که تنوع گونه ای زئوپلانکتون قبل از پرورش ماهی در قفس با شروع پرورش، اواسط و انتهای پرورش تفاوت دارد (جداول ۳-۱ تا ۳-۴). به طوریکه

در اواسط دوره پرورش تنوعی از گونه ای های مختلف نظیر Podon polyphemoides، *Asplanchna priodonta*، *Tintinnopsis tubulosa*، Foraminifera sp.، *Balanus* sp. و Lamellibranchiate larvae به ثبت رسید. حضور برخی از گونه ها مانند *A. tonsa* و *Balanus* sp. در اغلب دوره های بررسی بدلیل سازگاری این گونه ها به تحمل دامنه وسیع دما آب به عنوان موجودات یوری ترمال (Eurythermal)می باشد (Roohi et al., 2016). همچنین علت حضور گسترده با تراکم زیاد گونه *Podon polyphemoides* در اواسط دوره پرورش ماهی در آب های محیط پیرامون قفس بدلیل شرایط مناسب دمای آب در این دوره (۲۵-۲۱≈درجه سانتیگراد) می باشد که در انتهای دوره پرورش ماهی بدلیل افزایش درجه حرارت آب به بیش از ۲۶ درجه سانتیگراد این گونه مشاهده نمی شود. لذا میتوان نتیجه گرفت که اولا این گونه فاقد تحمل دامنه وسیعی از حرارت است و ثانیاً بدلیل خوش خوراکی سریعاً توسط زئوپلانکتونخواران مورد مصرف قرار می گیرد (Karpyuk et al., 2004).

از طرف دیگر بر اساس تحقیقات انجام شده در دریای خزر (Mutlu,1999، Roohi et al., 2013، kideys et al, 2005) شانه دار مهاجم به طور حریصانه زئوپلانکتونها ، که منابع غذایی ماهیان زئوپلانکتون خوار را تشکیل می دهند را مصرف می کنند. کاهش سریع تخم و لارو ماهیان و زئوپلانکتون ها و تغییر ترکیب گونه ای اکوسیستم ها از هشدار های ورود این جانور می باشد (Konsulov and Kamburska,1998،Kovalev et al ,1998). هنگامی که شانه دار وارد دریای خزر شد، ترکیب گونه ای مزو- و ماکروپلانکتونها در قسمتهای میانی و جنوبی دریای خزر بشدت تغییر کرد، به طوری که زئوپلانکتون هائی نظیر *Eurytemora* که غذای اصلی ماهیان را تامین میکردند، توسط تنها گونه با تراکم بالای باقیمانده مانند *Acartia* جابجا شد (Karpyuk et al., 2004; Roohi et al.,2010). لذا تنوع گونه ای در مناطق ساحلی بشدت توسط شانه دار تغییرات زیادی داشته، بطوریکه در بررسی سال های ۷۴-۱۳۷۳ ، ۱۳۷۵ و ۸۰-۱۳۷۹ به ترتیب ۲۲ ، ۲۹ و ۲۹ گونه زئوپلانکتونی شناسایی شدند، در حالیکه قبل از ورود شانه دار بیش از ۵۰ گونه زئوپلانکتون در دریای خزر زیست می کردند. تعداد گونه های زئوپلانکتون پس از ورود شانه دار در سال ۱۳۸۲ به ۱۲ گونه کاهش یافت، در حالیکه در مطالعه اخیر تعداد گونه زئوپلانکتون به ۱۵ گونه رسید. همچنین در بررسی سال های ۷۶-۱۳۷۵ (حسینی و همکاران، ۱۳۹۰) سه گونه *Acartia tonsa*، *Eurytemora* spp. و *Calanipeda aquae dulcis* گونه های غالب پاروپایان از نظر تراکم و زیتوده زئوپلانکتون ها (بیش از ۹۰٪) را تشکیل می دادند در حالیکه بعد از ورود شانه و همچنین در مطالعه حاضر تنها گونه *A. tonsa* در نمونه ها مشاهده شد که بیشترین تراکم و زیتوده زئوپلانکتون (بیش از ۹۵٪) حال حاضر دریای خزر را شامل می شود.

شانه دار *Mnemiopsis leidyi* بر تغییرات فراوانی و زیتوده زئوپلانکتون (مستقیم) و فیتوپلانکتون (غیر مستقیم) موثر است. نمودار ۴-۲ روند تغییرات شانه دار و زئوپلانکتون را طی سال های مختلف نشان میدهد. هر چند میزان شانه دار مهاجم در سال های اخیر نسبتاً کاهش داشته است، اما توسعه و گسترش آن کاملاً وابسته به میزان زئوپلانکتون ها در محیط بوده است (Roohi *et al*, 2008 and 2010).



نمودار ٤-٢: روند تغییرات تراکم و زیتوده زئوپلانکتون و شانه دار طی سال های گذشته (۹۷ تا ۱۳۸۰-۱۳۷۵)

طبق بررسی Kovalev و همکاران (۱۹۸۸) حضور شانه دار در دریای سیاه در دهه ۱۹۸۰ موجب کاهش تراکم زئوپلانکتون در این دریا گردید، از طرفی ورود این جانور در تابستان ۱۹۸۹ سبب کاهش فراوانی گونه های پاروپایان و کلیه گونه های کلادوسرا، شکم پایان و پرتاران شد (Kovalev et al., 1998). میانگین فراوانی سالانه زئوپلانکتون در دریای خزر قبل از ورود شانه دار مهاجم به تعداد ۱۷۴۴۶ عدد در متر مکعب، در صورتیکه بعد از ورود شانه دارتراکم زئوپلانکتون به شدت کاهش یافت (فضلی و همکاران، ۱۳۸۹). بطوریکه میانگین فراوانی زئوپلانکتون در کرانه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷ به ۵۴۰±۴۹۴۶ عدد در متر مکعب در طول سال کاهش یافت. مقایسه تراکم های فوق با مطالعه حاضر (میانگین تراکم و زیتوده به ترتیب ۲/۳±۲۷۶۴/۹ عدد در مترمکعب و ۰/۰۲±۱۳/۶ میلی گرم بر مترمکعب) بیانگر کاهش ۶/۵ برابر تراکم و زیتوده زئوپلانکتون هاست (نمودار ۴-۲) .

بررسی روند تغییرات تراکم و زیتوده زئوپلانکتون در دوره های مختلف پرورش ماهی نشان داد (نمودار ۹-۸) که میزان جمعیت آن در اواسط دوره پرورش بیشتر شده که ممکن است ناشی از در دسترس قرار گرفتن مواد غذائی منجمله فیتوپلانکتون ها باشد.

مقایسه میزان تراکم زئوپلانکتون طی دوره های مختلف بیانگر آن است که در برخی از دوره ها تراکم و زیتوده زئوپلانکتون در لایع عمقی (۳۰-۱۰ متر) بیشتر از لایه سطحی است (نمودار ۷-۵)، که چنین موردی می تواند به اندازه موجودات زیست کننده در هر لایه مربوط باشد. به طوری که در لایه های ذیرین زئوپلانکتون های بالغ از گروه پاروپایان و یا کلادوسرا مربوط شود.

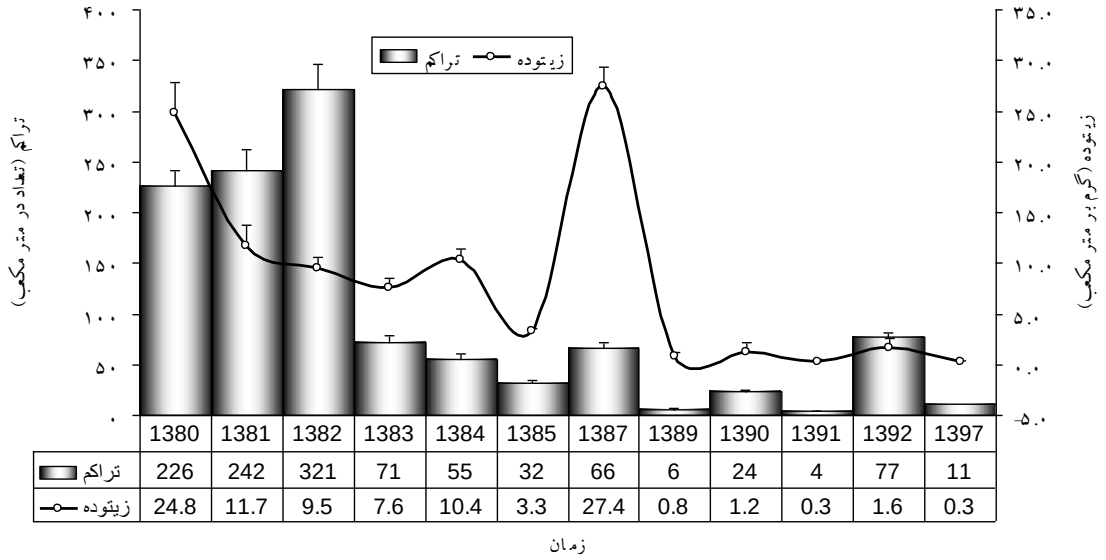
۵-۳- بررسی وضعیت شانه دار در سایت پرورش ماهی در قفس نوشهر

افزایش جمعیت انسانی به همراه نیاز غذایی با توجه به محدودیت آب های شیرین در جهان سبب گردید که توجه بشر برای تامین پروتئین مورد نیاز به منابع آبی دریاها و اقیانوس ها معطوف گردد (Pillay and Kutty, 2005). زیرا یکی از ساده ترین روش های تولید پروتئین حیوانی، تولید پروتئین از آبزیان است .توسعه آبزی پروری در سال های اخیر در جهان رشد فزاینده ای داشته است و این رشد مربوط به استفاده از منابع آبی شور و لب شور بوده است (Fegan et al., 2001، Briggs et al., 2004). کشور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته است و تحت تاثیر اقلیم نیمه خشک خاورمیانه قرار دارد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲ :بزی و همکاران، ۱۳۸۹). بدین ترتیب آینده توسعه آبزی پروری در ایران وابسته به دریا و استفاده از منابع آبی شور و لب شور است و در این مسیر راه های مختلفی از جمله پرورش ماهی در قفس های دریائی وجود دارد. پرورش ماهی در قفس در دنیا به عنوان یک روش جدید آبزی پروری است که در نیم قرن اخیر توسعه یافته است (Pillay and Kutty, 2005). این روش به عنوان یکی از روش های زود بازده با کمترین سرمایه گذاری اولیه محسوب می گردد .از آنجا که تامین پروتئین بعنوان مهمترین ماده غذای مورد نیاز انسان برای کشور ضروری است، لذا استفاده از این روش بعنوان بهترین راهکار عملی برای پروتئین سالم و منطبق با ملاحظات زیست محیطی است.

دریای خزر با ورود جانور مهاجمی بنام شانه دار (*Mnemiopsis leidyi*) سبب تغییرات اکولوژیک گسترده ای شده است. از طرفی پرورش ماهی نظیر قزل آلا در قفس از سیستم های جدید پرورش آبزیان در محیط محصور است که در نیم قرن اخیر رشد فزاینده ای داشته است. بنابراین هم زمان با توسعه پایدار آبزی‌پروری در قفس حفظ شرایط کیفی مناسب آب و ارزیابی‌های کمی و کیفی مواد مغذی در ارتباط با روند تغییرات اکوسیستم ضروری است. لذا پرورش ماهی در این اکوسیستم ممکن است مخاطراتی به همراه داشته باشد که نیاز به مطالعه دقیق اکولوژی منطقه می باشد. از طرفی شانه دار سبب کاهش ۸۰ درصدی ماهیان دریا شده و میلیون ها دلار به صنایع صید و صیادی خسارت وارد نموده است (جانباز و همکاران، ۱۳۹۵).

بیشترین زیتوده نسبی شانه دار متعلق به سال ۱۳۸۰ می باشد و از سال ۸۴-۱۳۸۱ تغییرات زیتوده به طور متناوب کاهش و افزایش داشته و سپس از سال ۸۹-۱۳۸۷ روند کاملا رو به کاهش بوده است (روحی و همکاران،۱۳۹۱; باقری و همکاران ، ۱۳۸۴ ; مکرمی و همکاران، ۱۳۹۲ ; Kideys and Moghim, 2003; , Roohi *et al*., 2016, 2013 ; Shiganova *et al*., 2004 ; Kideys *et al*., 2008). با وجود اینکه فراوانی شانه دار *M. leidyi* در آب های حوزه جنوبی دریای خزر بعد از سال ۲۰۰۳ کاهش یافت اما با توجه به برتری رقابتی این گونه، گرم شدن زمین، نبود عامل محدود کننده در خزر جنوبی، حساس بودن اکوسیستم بخاطر صید بی رویه و تنوع زیستی کم در دریای خزر می توان پیش بینی کرد که فراوانی این شانه‌دار در سال‌های آینده به نمودار پایدار و موثر باقی بماند. بنظر میرسد که در حوزه جنوبی دریای خزر کاهش تراکم شانه دار نسبت به سال های اولیه ورود آن به دلیل کاهش زئوپلانکتون خوراکی بر اثر مصرف بیش از حد خود شانه دار باشد. از دیگر عواملی که منجر به موفقیت تشکیل کلنی های بزرگ شانه دار در اوایل ورود به هر اکوسیستم جدید گردیده، وفور مواد غذایی (زئوپلانکتون ها) و وجود سیستم رژیم همه چیز خواری (omnivorous) در شانه داران و نیز کوچکتر شدن چرخه تولید مثلی و هم آوری یا باروری زیاد می باشد. همزمان با صید بی رویه، بدلیل هجوم شانه دار دریای خزر *Mnemiopsis leidyi* ساختار اکوسیستم دریای خزر نیز در این زمان تغییر کرده و بدلیل رقابت غذایی این گونه غیر بومی و مهاجم با کیلکا آنچوی سبب کاهش شدید ذخایر این ماهی شده است بطوریکه میزان صید ماهی کیلکای آنچوی از ۶۷۴۵۰ هزارتن در سال ۱۳۷۸ (۱۹۹۹) به ۷۹۱ تن در سال ۱۳۹۶ (۲۰۱۷) رسیده است .

مقایسه روند تغییرات شانه دار در منطقه نوشهر حوضه جنوبی دریای خزر نشلن داد که بیشترین میزان میانگین تراکم آن در سال ۱۳۸۲ با ۸±۳۲۱ عدد در متر مکعب و بیشترین میزان زیتوده در سال ۱۳۸۷ با ۰/۲±۲۴/۵ گرم در متر مکعب مشاهده گردید. مقایسه آماری میزان شانه دار در سال۹۷-۱۳۹۶ با سال های آغازین ورود آن نشان از کاهش ۲۰ برابری جمعیت آن و در مقایسه با ده سال حضور و گسترش شانه دار شاهد کاهش ۴ برابری آن (میانگین ۴۲ عدد در متر مکعب طی سال های ۹۲-۱۳۸۳: و ۱۱ عدد در متر مکعب در مطالعه حاضر) می باشد (نمودار ۴-۳).



	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1387	1389	1390	1391	1392	1397
تراکم	226	242	321	71	55	32	66	6	24	4	77	11
زیتوده	24.8	11.7	9.5	7.6	10.4	3.3	27.4	0.8	1.2	0.3	1.6	0.3

نمودار ٤-٣: روند تغییرات جمعیت شانه دار پس از ورود، استقرار و کاهش زاد و ولد در منطقه نوشهر در عمق ۳۰-۲۰ متری

بررسی جمعیت شانه دار در دریای خزر نشان میدهد که بر اساس نظریه Petran and Moldoveanu (1996) این جانور در هر مرحله از سیکل زندگی می تواند زاد ولد نماید که به این پدیده "تولیدمثل در هر سن" جانور (Pedogenesis) گفته می شود.

در بررسی ستون یا لایه های آب از لحاظ فراوانی و زیتوده شانه دار مشخص گردید که بیشترین میزان فراوانی و زیتوده در لایه های کمتر از ۲۰متر وجود دارد و در لایه های بیش از ۲۰ متر از میزان تراکم و بیوماس شانه دار بشدت کاسته می شود. بنابراین *M. leidyi* جانور سطح زی و ساحل زی می باشد.

در طول ۳۰ سال گذشته محیط زیست دریای خزر به علت نوسانات سطح دریا، آلودگی آب (Ivanov *et al.*, 2000) ، ورود شانه دار مهاجم به نام *Mnemiopsis leidyi* و ماهیگیری بیش از حد و در نهایت عدم وجود مدیریت یکپارچه در کشورهای حاشیه دریای خزر (Fazli *et al.*, 2009) به طور چشمگیری تغییر کرده که بدنبال آن تاثیرغیر مستقیمی هم بر روی چرخه تولیدات مواد غذایی داشته است لذا مدیریت بهینه برای بهره‌برداری پایدار از این ذخیره، نقش حیاتی در وضعیت و پایداری این اکوسیستم خواهد داشت. یکی از عواملی که موجب تحول عظیم و گسترش سریع شانه دار *M. leidyi* در دریای سیاه گردید، عدم وجود یک شکارچی کنترل کننده جمعیت آن بود (Purcell *et al.*, 2001). از طرفی با وجود شرایط خاص و شکننده دریای خزر بدلیل ورود انواع آلودگی ها بنظر نمی رسد که افزایش مجدد پلانکتونها و در نتیجه بازگشت به دوره مطلوب تغذیه ای در حوزه جنوبی دریای خزر قابل پیش بینی باشد مگر تا زمانیکه شانه دار *M. leidyi* از این دریا به روش های بیولوژیک حذف گردد.

منابع

- احسانی،م. و خالدی، ه. ۱۳۸۲ .شناخت و ارتقاء بهروری آب کشاورزی بمنظور تامین امنیت آبی و غذائی کشور .مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران در شهرستان تهران .ارتقاء بهروری آب کشاورزی و امنیت غذائی .۱۸ صفحه.
- آذری، ع .ح .۱۳۷۴ .بررسی مقایسه ای امکان پرورش آزاد ماهیان در قفس های شناور آب های لب شور و شیرین .پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.۱۱۳ صفحه.
- اسماعیلی ساری، ع.، خدابنده، ص.، ابطحی، ب.، سیف آبادی، ج. و ارشاد، هـ، ۱۳۷۸: گزارش مشاهدهٔ اولین مورد از شانه داران دریای خزر. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، سال اول، شماره ۳: ۶۳-۶۸.
- افرایی بندپی ، م.ع.، پرافکنده، ف.، کیهان‌ثانی ،ع.، خداپرست ،ن.، نادری،م. ۱۳۹۵. بررسی تغییرات گروههای زیستی (فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، بی مهرگان کفزی) در محدوده استقرار قفس های دریایی در سواحل کلارآباد. فصلنامه آبزیان دریای خزر - زمستان ۱۳۹۵، صفحه ۴۸-۶۰
- افرائی بندپی، م.ع.، نصراله زاده، ح.، روحی، ا.، مخلوق، آ.، خداپرست، ن.، تهامی، ف.، روشن طبری، م.، نادری، م.، دریانبرد، غ. ر.، رمضانی، ح.، اسلامی، ف. ۱۳۹۶، بررسی روابط اکولوژیک بین گروههای زیستی فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، شانه دار و ماکروبنتوز در بخش جنوب شرقی دریای خزر (مازندران-گهرباران)، مجله علمی شیلات ایران، زمستان ۱۳۹۶، صفحه ۳۱-۲۳.
- باقری، س.، سبک آراء، ج.، (۱۳۸۲). بررسی محتویات معده شانه دار در سواحل ایرانی دریای مازندران، مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۲. ص ۱-۱۴.
- باقری، س.، مکارمی، م. ۱۳۹۷، تغییرات ساختار زیشناوران گیاهی و مواد مغذی در پیرامون قفس دریایی پرورش ماهیان واقع در جنوب دریای خزر- سواحل گیلان، اقیانوس شناسی، ۹ (۳۵)، ص ۱۰-۱.
- جانباز، ع.ا .، فضلی، ح.، عبدالملکی، ش.، مقیم، م.، کر ، د.، افرایی، م.ع .، دریانبرد، غ.، صلواتیان، س.م.، نیک پور، م .، خدمتی ، ک.، ، راستین. ، ر، رضوانی، غ. ۱۳۹۵. پروژه بررسی رژیم غذایی، تولید مثل و پارامترهای زیستی ماهیان کیلکا در آبهای ایرانی دریای خزر. وزارت جهاد کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه¬ تحقیقات شیلات ایران، ۹۱۱۴۲-۱۲-۷۶-۰ .
- جانباز، ع.ا.، فضلی، ح.، پورغلام، ر.، کر ، د.، عبدالملکی، ش.۱۳۹۲. ارزیابی صید و ذخایر ماهی کیلکای معمولی (***Clupeonella cultriventris caspia***) در سواحل ایرانی دریای خزر طی سالهای ۱۳۷۵ الی ۱۳۹۰. مجله علمی شیلات ایران. سال بیست ودوم . شماره ۳.
- جهانی، ن.، نبوی، س .م .ب.، دهقان مدیسه، س .و سید مرتضایی، س .ر .۱۳۸۹ .سنجش کیفی بار آلودگی ناشی از اثرات احتمالی فعالیت‌های آبزی‌پروری در خور غزاله (خلیج فارس) روی کفزیان با استفاده از شاخص .**ABC** مجله علمی شیلات، ۱۹:۴، ص ۵۴-۴۳.

- حسینی ، س. ع.، روشن‌طبری،م.، سلیمانی‌رودی ،ع.، مخلوق ،ا.، تکمیلیان ،ک.، روحی ،ا.، رستمیان، م.ت.، گنجیان، ع.، واردی،ا.، کیهان ثانی،ع.، واحدی، ف.، نجف پور ، ش.، نصراله‌زاده ،ح.، هاشمیان ،ع.، تهامی، ف. س.، لالویی، ف.، غلامی‌پور، س ، علومی،ی.، سالاروند،غ. ۱۳۸۹. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۵۱۰ صفحه.
- حسینی، س .ع.، گنجیان، ع.، مخلوق، ا.، کیهان ثانی، ع.، تهامی، ف .س.، محمد جانی، ط .حیدری، ع. مکارمی، م.، مخدومی، ن.، روشن طبری، م.، تکمیلیان، ک.، روحی، ا.، رستمیان، م .ت.، فلاحی، ت.، سبک آرا، ج.، خسروی، م.، واردی، س .ا.، هاشمیان، ع.، واحدی، ف.، نصرالله زاده ساروی، ح.، نجف پور، ش.، سلیمان رودی، ع.، لالویی، ف.، غلامی پور، س.، علومی، ی.، سالاروند، غ . 1390 .هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر (۷۶-۱۳۷۵)،پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر ، سسه تحقیقات شیلات ایران 296 .صفحه.
- روحی ،ا.، هاشمیان ، ع.، نادری، م.، واحدی، ف.، روشن طبری، م.، مقیم، ع.، سلمانی، ع.، افرایی، م .ع.، باقری،س.، مخلوق، آ.، گنجیان خناری،ع.، واردی، س. ا.، فضلی، ح.، نصرالله زاده، ح.، پرافکنده، ف.،کیهان ثانی، ع.، نصرالله تبار، ع.، نظران، م.، خداپرست، ن.، سبک آرا ، ج.، ملک شمالی، م.، میرزاجانی، ع.، خداپرست، ح.، مکارمی، م.، طالب زاده، س. ع.، بیاتی، م.،عباسی،ک.، محمد جانی، ط.، حیدری، ع.، قانع، ا.، یوسف زاد، م.، ریاضی، ش. ع.، عزتی، ا. ۱۳۸۶. بررسی جامع اکولوژیک امکان کنترل جمعیت شانه دار مهاجم دریای خزر .فعالیت بررسی پراکنش و فراوانی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در سواحل ایرانی دریای خزر.موسسه تحقیقات شیلات ایران.کد:۳۹-۰۷۱۰۲۴۲۰۰۰-۸۲
- روحی، .ا، گنجیان خناری، ع.، پورغلام، ر.، عبداله زاده کلانتری، ر.، خدا پرست، ن.، باقریان، ف.، سجادی، آ. ۱۳۹۱. دلایل ماندگاری و کاهش جمعیت شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در حوضه جنوبی دریای خزر، همایش ملی "پژوهش های آبزیان و اکوسیستم های آبی"، ۲۴ و ۲۵ آبان ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سواد کوه مازندران
- روحی، ا .۱۳۸۰. مقدمه ای بر اکولوژی *Mnemiopsis leidyi* دریای خزر ، مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران . ۲۹ صفحه.
- روحی، ا.، حسن زاده کیابی، ب.، هاشمیان، ع.، نادری، م.، واحدی، ف.، قاسمی، ش.، افرائی، م.، باقری، س.، رستمیان، م.۱۳۸۳. بررسی پراکنش و فراوانی شانه دار در حوضه جنوبی دریای مازندران، موسئسه تحقیقات شیلات ایران، ۵۵ صفحه.
- روحی، ا.، حسن زاده کیابی، ب.، هاشمیان، ع.، نادری، م.، واحدی، ف.، قاسمی، ش.، (۱۳۸۱). گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی فراوانی و پراکنش شانه دار*Mnemiopsis leidyi*در حوضه جنوب شرقی دریای مازندران،موسئسه تحقیقات شیلات ایران ،۵۵ صفحه.

- روحی، ا.، حسن زاده کیابی، ب.، هاشمیان، ع.، نـادری، م.، واحـدی، ف.، قاسـمی، ش.، افرائـی، م.، بـاقری، س.، رستمیان، م. (۱۳۸۵). بررسی پراکنش و فراوانی شانه دار در حوضه جنوبی دریای مازنـدران، موسسـه تحقیقات شیلات ایران، ۷۵ صفحه.
- روحی، ا.، فضلی، ح .و کیدیش، ا .۱۳۸۲ . بررسی میزان تراکم و زی تـوده *Mnemiopsis leidyi* حـوزه جنـوبی دریای خزر در استان های گیلان و مازندران طی سال های ۸۰-۱۳۷۹، همایش بین المللی دریای خزر .صفحه ۱۷۰
- روشن طبری، م .۱۳۷۹ . پراکندگی زوپلانکتون های حوضه جنوبی دریای خزر(راسته کپه پـودا Copepoda) ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
- روشن طبری، م. ۱۳۸۶، پراکنش زوپلانکتون در حوضه جنـوبی دریـای خـزر .دانشـگاه آزاد اسـلامی، واحـد تهران شمال، ۸۷ صفحه
- روشن طبری، م.، .تکمیلیان، ک.، سبک آرا، ج.، روحی، ا.، رستمیان، م .ت. ۱۳۸۲ . پراکنش زوپلانکتون در حوضه جنوبی دریای خزر، مجله علمی شیلات ایران ، ۳ (۱۲)، ص ۹۶-۸۳.
- فارابی، س. م.، افرایی، م. ع.، نصراله‌زاده، ح.، بهمنش، ش.، محسنی، م.، آذری، ح.، دریانبرد،غ.، نجـف‌پـور، ش.، عابدیان، آ.، شـریف‌روحـانی،م.، متـین‌فـر، ع. عبـدالحی، ح.، نگارسـتان،ح.، پورنـگ، ن.، پـورغلام، ر.، فضلی، ح. ۱۳۹۵. . مطالعه جامع اکوسیستم منطقه جنوبی دریای خزر با هدف استقرار قفـس و توسـعه آبـزی پروری دریائی. سازمان تات، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.، ۱۸۸ صفحه.
- فارابی، س. م.و.، ۱۳۹۵. مطالعه جامع اکوسیستم منطقه جنوبی دریای خزر بـا هـدف اسـتقرار قفـس و توسـعه آبزی پروری دریائی .سازمان تات، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور .شماره مصوب :۹۲۵۶-۱۲-۷۶-۱۴. در دست انتشار
- فضـلی، ح.، جانبـاز، ع.، پرافکنـده، ف.، یادرضـوی، ب.، کـر، د.، طالشـیان، ح.، و بـاقرزاده، ف. ۱۳۸۶. مونیتورینگ (بیولوژی و صید) کیلکا ماهیان در مناطق صید تجاری سـال ۸۳-۸۱. وزارت جهـاد کشـاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۶۰ صفحه
- فضلی، ح.، فارابی، م.، گنجیان، ع.، نصراله زاده ساری، ح.، روشن طبری، م.، کیهانی ثـانی، ع.، هاشـمیان، ع. (۱۳۸۹). تجزیه و تحلیل داده‌هـای هیـدرولوژی و هیـدروبیولوژی دریـای مازنـدران طـی سـالهای ۸۵-۱۳۷۰. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۵۲ صفحه.
- فضلی، ح.، و روحی، ا.، (۱۳۸۱) تاثیر احتمالی ورود شانه دار*Mnemiopsis leidyi* روی ترکیب گونه ای ، صـید و ذخایر کیلکا ماهیان در حوضه جنوبی دریای مازندران (۸۰-۷۶)، مجله علمی شیلات ایران.
- فضلی، ح.، و همکاران، ۱۳۸۹. تجزیه و تحلیل داده‌های هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خـزر طـی سـال های ۸۵-۱۳۶۹. موسسه تحقیقات شیلات ایران. کدپروژه: ۸۶۰۸۹-۱۲-۷۶-۲.

- قاسم اف، ع .ح .۱۹۹۴ . اکولوژی دریای خزر (شریعتی، ا.،۱۳۷۷)، موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۲۶۹ صفحه
- کریمیان، ع. ۱۳۹۵. مطالعه شرایط زیست محیطی پرورش در قفس قزل آلای رنگین کمان (Oncorhynchus mykiss) در منطقه عباس آباد حوضه جنوبی دریای خزر، رساله دکترا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.
- کریمیان، ع.، ذاکری، م.، فارابی، س. م. و.، حقی، م.، کوچین، پ.، ۱۳۹۶، اثر پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان ((Oncorhynchus mykiss) در قفس شناور بر ساختار جمعیت زئوپلانکتونی منطقه عباس آباد، در جنوب دریای خزر، نشریه توسعه آبزی پروری، ۱۱(۳)، ص ۹۴-۷۵.
- مکرمی رستمی ، ع.، روحی، ا.، روحی، ا.، نصرالله زاده ساروی، ح.، نادری، م.، اسلامی، ف.،فارابی، س.م. و.، رستمیان، م.ت.، روشن طبری، م.،دوستدار ، م. ، کیهان ثانی، ع.، قانعی تهرانی، م.، سلیمانرودی، ع.، آذری تاکامی ،ح. ۱۳۹۲. بررسی فراوانی و بیوماس شانه دار ***Mnemiopsis leidyi*** در حوزه جنوبی دریای خزر . موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد: ۸۸۰۳۹-۱۲-۷۶-۸۸
- نبوی، س .م .ب.، یاوری، وحید.، دهقان مدیسه، س.، سید مرتضایی، س .ر .و جهانی، ن .۱۳۸۹ .بررسی تغییرات فراوانی و تنوع پرتاران (Polychaetes) در زیر قفس‌های پرورش ماهی خور غزاله .مجله اقیانوس شناسی، ۱:۱، ص ۹-۱.
- هاشمیان ، ع.، روشن طبری، م.، روحی، ا.، مخلوق، آ.، گنجیان، ع.، تهامی، ف .س.، رستمیان، م .ت.، کیهان ثانی، ع.، سالاروند، غ.، افرایی، م .ع.، الاسلامی، ع.، فراخی، ع.، امانی، ق.، واحدی، ف.، علومی، ی.، نصرالله تبار، ع.، واردی، س .ا.، نجف پور، ش.، غلامی پور، س.، یونسی پور، ح .و سلمانی، ع. ۱۳۸۸. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگیهای زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر . پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر :موسسه تحقیقات شیلات ایران، .۱۸۵ صفحه.
- Afraei Bandpei, M. A., Nasrolahzadeh, H., Rahmati, R., Khodaparast, N., Keihansani, A. 2016. Examining the effects of fish cage culture on phytoplankton and zooplankton communities in the southern coast of the Caspian Sea (Mazandaran Waters-Kelarabad). American Journal of Life Science Researches, 4(2): 63- 68.
- Afraei Bandpei, M. A., Nasrollahzadeh Saravi, H., Roohi, A., Parafkandeh, F., Khodaparast, N., Younesipour, H., Nasrolahtabar, A., Keihansani, A., 2016, Ecological Relationships between Biotic and Abiotic parameters within the establishment of Fish Farming Cage Culture in the southern Caspian Sea, International Journal of Farming and Allied Sciences, Vol., 5 (7): 491-502.
- Aladin, N. B. and Plotnikov, I. S. (2004). The Caspian Sea, Lake Basin Management Initiative, the Caspian Bulletin 4: 112–126.
- Badlov, F. G. 1975. Changes in zooplankton of Azerbaijan coast of the Caspian sea under the influence of oil pollution. Conference on protection of Caspian Sea from pollution. Baku: Elm. pp. 14-16. (in Russian)
- Badlov, F. G. 1983. Zooplankton of of the Turkmen gulf of the Caspian sea. Hydrobiological researches in Azerbaijan. Baku: Elm. pp: 31-32. (in Russian)
- Bagheri, S., Mirzajani, A., Sabkara, J. 2016. Preliminary studies on the impact of fish cage culture rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) on zooplankton structure in the southwestern Caspian Sea, Iranian Journal of Fisheries Sciences 15(3) 1202-1213.
- Bagheri, S., Niermann, U., Sabkara, J., Babaei, H., 2012. State of Mnemiopsis leidyi (Ctenophora: Lobata) and mesozooplankton in Iranian waters of the Caspian Sea during 2008 in comparison with previous surveys. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11, 732-754.
- Bening, A. L. 1937. On plankton of the Kultuk and Kaydak bays. Reports of the complex study of the Caspian Sea. Volume 1. pp: 126-154. (in Russian).

- Beveridge M. C. M. 2004. Cage aquaculture, 3rd edn. Oxford, Germany: Blackwell.
- Biktashev, V. N., J. Brindley and J. W. Horwood (2003). Phytoplankton blooms and fish recruitment rate. *J. Plankton Res.* **5**, 21–33.
- Bilio, M. and Niermann, U. 2004. Is the comb jelly really to blame for it all? *Mnemiopsis leidyi* and the ecological concerns about the Caspian Sea, *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES*, Vol. 269: 173–183.
- Birshteina, Y. A., Vinogradov, L. G., Kondakova, N. N., Koun, M. S., Astakhva, T. V. and Ramanova. N. N. 1968. Atlas of invertebrates in the Caspian Sea.Mosko.(in Russian)
- Bluman, A.G.1998. Elementary statistics: a step by step approach. USA : Tom Casson publisher, 3rd edition, 480 p.
- Borges, P.F.; Train, S.; Dias, J.D.; Bonecker, C.C., 2010. Effects of Fish farming on plankton structure in a Brazilian tropical reservoir. Hydrobiologia, 649: 279- 291.
- Briggs. M, Funge-Smith. S, Subasinghe. R and and M. Phillips, Michael. 2004. Introductions and movement of Penaeus vannamei and Penaeus stylirostris in Asia and the Pacific.
- Brodeur R. D., H. Sugisaki and G. L. Hunt Jr 2002. Increases in jellyfish biomass in the Bering Sea: implications for the ecosystem. *Marine Ecology Progress Series* 233: 89-103.
- CEP, (2005) Monitoring of *Mnemiopsis leidyi* and *Beroe ovata* in Southern Caspian Sea in summer- autumn 2005, Coordination Meeting in December 2005, Final Report, Prepared by H. - Negarestan and T. Shiganova Edited by T. A. Shiganova, Caspian Environment programme, http://www.caspianenvironment.org.
- Chugonov, N. L. 1921. On studying of plankton of the Northern part of the Caspian sea. Works of the Volga Biological Station. Volume 6(3):107-162. (in Russian).
- Cretaux, J. and Birkett, C., 2006: Lake studies from satellite radar altimetry. Comptes Rendus Geoscience, 338: 1098–1112.
- Daskalov, G. M., and Mamedov, E. V. 2007: Integrated fisheries assessment and possible causes for the collapse of anchovy kulak in the Caspian Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 64, 503-511.
- David, C. P .C., Maria, Y. Y. S., Siringan, F. P., Reotita, J. M., Zamora, P. B., Villanoy, C. L., Sombrito, E. Z. and Azanza, R. V., 2009. Coastal pollution due to increasing nutrient flux in aquaculture sites. Environ Geol. 435
- Derzhavin A. N. 1912. The Caspian Elements in the Volga Basin Fauna. Ichthyology Labiratory. 2, 5. (in Russian)
- Draganov, S., Georgiev, B., Mileva, E. and Georgieva, I. 1984. Blue-green algae of the northern and central parts of the Bulgarian Black Sea coast. Hydrobiology 20:51-64.
- Dumont H. J. 1998. The Caspian Lake: History, biota, structure, and function, Limnology Oceanography, 43(1), 44–52.
- Dumont, H. J. (1995). The Caspian Lake: history, biota, structure, and function. Limnology and Oceanography, 43: 44–52.
- Dumont, H., Shiganova, T. and Niermann, U. (2005). Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas, Kluwer Accademic publisher, Series IV: Earth and Environmental Sciences – Vol. 35. New York, USA.
- Epstain, B. M. 1958. Seasonal distribution of the plankton and benthos in the Lesser and Greater gulfs named after S. M. Kirov. Azerbaijan scientific research fishery laboratory, Baku. p: 26-30. (in Russian)
- Esmaeili Sari, A., Abtahi, B., Khoda bandeh, S., Talaeizadeh, R., Darvishi, F. and Terershad, H. (2000). First report on occurrence of a combjelly in the Caspian Sea. *Journal of Environmental Sciences and Technology*, Islamic Azad University, 3, 63–69.
- Fazli, H., Zhang, C.I., Hay, D.E., and Lee, C.W., 2009. Fishery biological characteristics and changes the annual biomass of bigeye kilka (Clupeonella grimmi) in the Caspian Sea. Asian Fisheries Science. 22, 923-940
- Fegan, D., Arthur, J.R., Subasinghe, R.P., Reantaso, M.B., Alday de Graindorge, V. & Phillips, M.J. 2001. Consultant report: A review of transboundary aquatic animal pathogen introductions and transfers. In: Report of the Puerto Vallata Expert Consultation. APEC/FAO/NACA/SEMERNAP, 2001. pp. 132-175.
- Finenko, G., Kideys, A. E., Anensky, B., Shiganova, T., Roohi, A., Roushantabari, M., Rostami, H., Bagheri, S. (2006) Invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea feeding, respiration, reproduction and predatory impact on the Zooplankton community. *Mar Ecol Prog Ser*, 314, 171–185.
- 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 P. K. Snyder. 2005. Global consequences of land use. Science, 309: 570–574.

- Ganjian khenari, A., 2011: Temporal distribution and composition of phytoplankton in the southern part of Caspian Sea in Iranian water from 1994 to 2007. PhD thesis. University Sciences Malaysia. Pp 248.
- Gao, Y., Yin, K., He, L. and Harrison, P.J., 2012. Phytoplanktongrowth on organic nutrients from trash fish. Aqua t. Ecosys. Health Manage. 15: 234–240.
- GESAMP. (1997). Opportunistic settlers and the problem of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* invasion in the Black Sea. Reports and Studies no. 8, GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), London.
- GESAMP. 1996. Monitoring the ecological effects of coastal aquaculture wastes. GESAMP Report and Studies No. 57. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. 38p.
- Ghabooli, S., Shiganova, T. A., Zhan, A., Cristescu, M. E., Eghtesadi-Araghi, P. and MacIsaac H. J. (2010) Multiple introductions and invasion pathways for the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Eurasia, *Biol Invasions*, DOI 10.1007/s10530-010-9859-8.
- Gowen, R. J., McCullough, G., Kleppel, G. S., Houchin, L., and Elliott, P. (1999). Arecopepodsimportantgrazersofthespringphytoplanktonbloominthe westernIrishSea? *J.PlanktonRes.* 21,465–483.doi:10.1093/plankt/21.3.465
- Gray, J. S. 1981. The ecology of marine sediment. Cambridge University Press. Cambridge. 185p.
- Grigorovich, I.A., Therriault, T.W. and MacIsaac, H.J., 2003: History of aquatic invertebrate invasions in the Caspian Sea. *Biological Invasions*, 5: 103–115.
- Gucu, A. C. (2002) Can overfishing be responsible for the successful establishment of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **54**, 439-451.
- Guo, L. and Li, Z., 2003. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. Aquaculture, 226: 201-212.
- Hall, P. O. J., Anderson, L. G., Holby, O., and Kollberg, S. 1990. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. I. Carbon. Marine Ecology Progrees Series. 61: 61-73.
- Hansson, H. G. (2006) Ctenophores of the Baltic and adjacent seas – the invader *Mnemiopsis* is here! *Aquatic Invasions*, 1, 295–298.
- Hargrave, B. T., Duplisea, D. E., Pfeifer, E. and Wildish, D. J., 1993. Seasonal changes in benthic fluxes of dissolved oxygen and ammonium associated with marine cultured Atlantic salmon. Mar. Ecol. Prog. Ser. 96: 249-257
- Hussain, Q. A. and Pandit, A. K. 2012. Macroinvertebrates in streams: A review of some ecological factors. International Journal of Fisheries and Aquaculture Vol. 4(7), pp. 114-123
- Islam, S. 2005. Nitrogen and phosphorus budget in coastal and marine cage aquaculture and impacts of effluent loading on ecosystem: review and analysis towards model development. Marine Pollution Bulletin, 50, 48-61.
- Ivanov, V. P., Kamakin, A. M., Ushivtzev, V. B., Shiganova, T. A., Zhukova, O., Aladin, N., Wilson, S. I., Harbison, G. R. and Dumont, H. J. 2000: Invasion of the Caspian Sea by the comb jellyfish *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora). *Biological Invasions*, 2: 255–258.
- Jackson, J. B. C., Kirby, M. X., Berger, W.H., Bjorndal, K. A., Botsford, L.W., Bourque, B. J., Bradbury, R. H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J. A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C. B., Lenihan, H. S., Pandolfi, J. M., Peterson, C. K., Steneck, R. S., Tegner, M. J. and Warner, R. R. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. Science. 293: 629-638.
- Jahani, N., Nabavi, S. N. B., Dehghan Madiseh, S., Mortezaie, S. R. S., and Fazeli, N. 2012. The effect of marine fish cage culture on benthic communities using bopa index in ghazale creek. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 11: 78-88.
- Javidpour, J., Sommer, U., Shiganova, T. A. 2006. First record of *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz 1865 in the Baltic Sea, *Aquatic Invasions*, **1**, 299–302.
- Jelic Mrcelic, G., and Sliskovic, M. 2010. The Impact of Fish Cage on Water Quality in One Fish Farm in Croatia. Word Academy of Science, Engineering and Technology. 44: 4p.
- Jiang, Z. B., Chen, Q. Z., Zeng, J. N., Liao, Y. B., Shou, L. and Liu, J. J. 2012. Phytoplankton community distribution in relation to environmental parameters in three aquaculture systems in a Chinese subtropical eutrophic bay. Mar. Eco. Prog. Swe. 446:73-89.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., and Hatziyanni E. 1998. Seasonal variability in sediment profiles beneath fish farm cages in the Mediterranean. Marine Ecology Progress Series. 162:243-252.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Papadopoulou, K. N., and Plaiti, W. 2000. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. ICES Journal of Marine Science. Journal du Conseil. 57:1462-1471.

- Karakassis, I., Tsapakis, M., Smith, C. J., and Rumohr, H. 2002. Fish farming impacts in the Mediterranean studied through sediment profiling imagery. Marine Ecology Progress Series. 227: 125-133
- Karpinsky, M. G. 2010, Review: the Caspian Sea benthos: unique fauna and community formed under strong grazing pressure Mar. Pollut. Bull., 61 (2010), pp. 156-161
- Karpyuk, M. I., Katunin, D. N., Abdusamadov, A. S., Vorobyeva, A. A., Lartseva, L. V., Kasimov A. G. 1987. The Wildlife of the Caspian Sea. Baku, Elm. P:156 (in Russian)
- Kasimov, A. 2004. Ecology of the Caspian Sea plankton. Adiloglu, Baku. 540 P.
- Kideys A. E. and Romanova, Z. 2001. Distribution of gelatinous macrozooplankton in the southern Black Sea during 1996-1999, *Mar Biol*. 139: 535-547
- Kideys A. E., Roohi, A., Bagheri, S., Finenko, G., Kamburska, L. 2005. Impacts of Invasive Ctenophores on the Fisheries of the Black Sea and Caspian Sea, *Oceanography-Black Sea Special Issue* 18, 76-85.
- Kideys A. E., Roohi, A., Eker-Develi, E., Mélin, F., Beare, D. 2008. Increased chlorophyll levels in the southern Caspian Sea following an invasion of jellyfish. *Res Lett Ecol*, 1–5.
- Kideys A.E. and Moghim M. 2003. Distribution of the alien ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea in August 2001. *Marine Biology* 142: 163-171.
- Kideys, A. E. 2002. Ecology, fall and rise of the Black Sea ecosystem, *Science* 297, 1482–1484.
- Knipovich, N. M. 1907. Report on researches in the Caspian Sea in 1914-1915. Reports of the Caspian expedition. 1, 943p. (in Russian)
- Knipovich, N. M. 1921. Hydrological investigation on the Caspian Sea in 1904. Reports of the Caspian expedition. 1, 1-83 (in Russian)
- Konsulov, A. S. and Kamburska L. T. 1998. Ecological determination of the new Ctenophore- Beroe ovata invasion in the Black Sea. Oceanology. Proc. Inst. Oceanol. Varna 2: 195-198.
- Kosarev, A. N. and Yablonskaya, E. A. 1994. *The Caspian Sea*. SPB Academic Publishing. Netherlands, 259 pp.
- Kosarev, A. N., Yablonskaya, E. A., 1994. The Caspian Sea. SPBAcademic ublishing, The Hague, 259 pp
- Kosarev, A.N., Yablonskaya, E.A. 1994. The Caspian Sea. SPB
- Kovalev, A. V., S. Besiktepe, J. Zagorodnyaya and Kideys A. E. 1998. Mediterraneanization of the Black Sea zooplankton is continuing. In L. Ivanov & T. Oguz (eds), Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London 47: 199-207.
- Kovalev, A. V., Shmeleva, A. A., Petran. A. 1988. Zooplankton of the western part of the Black Sea between Bosporus and through the Bosporus and its influence on hydrology and biology of the Black Sea. *Kiev (Naukova dumka)*, 208- 232.
- Kurashova, E. K. 1971. State of zooplankton in the North Caspian Sea within the period from 1962 to 1967. Report of Caspian NIRK. 26. 54-98. (in Russian)
- Kurashova, E. K. and Abdollaevo, N. M. 1984. *Acartia clausi* Giesbrecht (Calanoidae , Acartiidae) in Caspian Sea, Zoological, 63, 931-933.
- Leuven, R., Velde, G., Baijens, I., Snijders, J., Zwart, C., Lenders, H., Vaate, A. 2009. The river Rhine: a global highway for dispersal of aquatic invasive species, *Biol Invas*, 11, 1989–2008
- Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J. P., Hector, A., Hooper, D.U., Mamedov, E. V. 2006. The biology and abundance of kilka (*Clupeonella* spp.) along the coat of Azerbaijan ,Caspian Sea. ICES *Journal Of Marine Science* ,63:1665 – 1673.
- McLaren, I. A. 1963. Effects of temperature on growth of zooplankton and the adaptive value of vertical migration. *Fish Res. J.* Bd Can., 20, 685-727.
- Mohammadi, G. M., Solgi, E., Bozorgpanah, Z. 2017. An assessment of heavy metals in coastal sediments of the Caspian Sea, Guilan Province. Journal of Oceanography, 8 (31): 27-34.
- Mollmann, C., Kornilovs, G. and Sidrevics, L. 2000. Long-term dynamics of main mesozooplankton species in the Central Baltic Sea. *J. Plankton Res.*, 22, 2015–2038.
- Morrisey, D. J., Gibbs, M. M., Pickmere, S. E., Cole, R. G. 2000. Predicting impacts and recovery of marine-farm sites in Stewart Island, New Zealand, from the Findlay- Watling model. Aquaculture, 185:257-271.
- Mutlu, E. 1999. Distribution and abundance of ctenophores, and their zooplankton food in the Black Sea. II. *Mnemiopsis leidyi*. *Marine Biology*; 135: 603-613.
- Nasrollahzadeh Saravi, H.S., Din, Z.B., Foong, S.Y. and Makhlough, A. 2008: Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. Continental Shelf Research, 28: 1153–1165.
- Newel**,** G.E. and Newel, R. C. 1977. Marine plankton: a practical guide. London: Hutchinson press, 210 pp.
- Newel, G.E. and R.C. Newel. 2006. Marine plankton: a practical guide. Lymington, Hanys: Pisces Conservation

- Niermann, U., Bingel, F., Gorban, A., Gordina, A. D., Gugu, A. C., Kideys, A. E., Konsulov, A., Radu, G., Subbotin, A. A., Zaika, V. E. 1994. Distribution of anchovy eggs and larvae (*Engraulis engrasicolus* Cuv.) in the Black Sea in 1991-1992, *ICES Journal of marine Sciences*, 51, 395-406.
- Oguz, T., Fach, B., Salihoglu, B. 2008. Invasion dynamics of the alien ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and its impact on anchovy collapse in the Black Sea, *J Plankton Res*, 30, 1385–1397.
- Olsen, L.; Holmer, M.; Olsen, Y., 2008. Perspectives of nutrient emission from fish aquaculture in coastal waters: literature review with evaluated state of knowledge. Report number: 542014, 120P.
- Parafkandeh, F.; Afraei Bandpei M.A.; Solaimani Rudy, A. 2016. Distribution, abundance and biomass of macrobenthos in the location of fish cage culture in the community structure of zooplankton in a tropical reservoir. Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, 101: 75-84.
- Petran, A., Moldoveanu, M. 1996. Characteristics of the structure and quantitative development of zooplankton from the Black Sea shallow waters during 1990-1994, 29-30: 207-227.
- Pillay, T. V. R. and Kutty, M. N. 2005. Aquaculture: Principles and Practices, 2nd edn. Blackwell Publishing, Ames, IA, USA, pp.458–460.
- Pitta, P., Apostolaki, E.T., Tsagaraki, T., Tsapakis, M. and Karakassis, I., 2006. Fish farming effects on chemical and microbial variables of the water column: a spatiotemporal study along the Mediterranean Sea. Hydrobiologia .563:99–108.
- Postel, L., Fock, H. and Hagen, W. 2000. Biomass and abundance. In: Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H.R. and Huntley, M. (Eds.), Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, San Diego, pp. 83-192.
- Prodanov, K., Mikhailov, K., Daskalov, G. , Maxim, K., Chashchin, A., Arkhipov, A., Shlyakhov, V., Ozdamar, E. 1997. Environmental impact on fish resources in the Black Sea. In E. Ozsoy & A. Mikaelyan (eds), Sensivity of North Sea, Baltic Sea and Black Sea to antropogenic and climatic changes. Kluwer Academic, Dordrecht /Boston /London: 163-181.
- Purcell, J. E., Shiganova, T. A., Decker, M. B. and Houde, E. D. 2001. The ctenophore *Mnemiopsis* in native and exotic habitats: U.S. estuaries versus the Black Sea basin, Hydrobiologia, 451: 145–176.
- Raymont, J. E. G. 1983. Plankton and Productivity in the Oceans. Volume 2: Zooplankton, Pergamon Preass, Oxford, 824 pp.
- Reeve, M.R., Walter, M.A. and Ikeda, T. 1978. Laboratory studies of ingestion and food utilization in lobate and tentaculate ctenophores. Limnology and Oceanography, 23:740–751.
- Refa H. 2002. Main Frame Study for Sea Cage Culture Development in Iran. Executive Report to the Iran Fisheries Organization.
- Ricciardi, A. 2006. Patterns of invasion in the Laurentian Great Lakes in relation to changes in vector activity. *Divers Distrib*, 12, 425–433
- Roohi, A. 2009. Population dinamic and effects of the invasive species Ctenophore Mnemiopsis leidyi in the Southern Caspian Sea. University Sains, Malaysia. 152p.
- Roohi, A., Kideys, A.E., Sajjadi, A., Hashemian, A., Pourgholam, R., Fazli, H., Ganjian- Khanari, A. and Eker-Develi, E., 2010: Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. *Biological Invasions*, 12: 2343–2361.
- Roohi, A., Pourgholam, R., Ganjian Khenari, A., Kideys, E. A., Sajjadi, A., Abdollahzade Kalantari. R. 2013. Factors Influencing the Invasion of the Alien Ctenophore Mnemiopsis leidyi Development in the Southern Caspian Sea, ECOPERSIA (International Journal of Natural Resources and Marine Sciences, IJNRMS), 2013, 1 (3), 299-313.
- Roohi, A., Rowshantabari, M., Naderi Jolodar, M. and Sajjadi, A. 2016. The Effect of the Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora: Lobata) on the Population Density and Species Composition of Mesoplankton in Inshore Waters of the Caspian Sea, Ecology and Evolutionary Biology, 1(2): 29-34.
- Roohi, A., Yasin, Z., Kideys, A.E., Aileen, T., Ganjian-Khanari, A and Eker-Develi, E. 2008. Impact of a new invasive ctenophore (*Mnemiopsis leidyi*) on the zooplankton community of the Southern Caspian Sea. *Marine Ecology*, 29:421–434.
- San Diego-McGlone, M. L., Azanza, R.V., Villanoy, C. L. Jacinto, G.S. 2008. Eutrophic waters, algal bloom and fish kill in fish farming areas in Bolinao, Pangasinan, Philippines. Mar. Pollut. Bull. 57: 295–301.
- Sars, G. O. 1897. Pelagic Entomostraca of the Caspian Sea. Ann.zool. Museum of the Acad Science, 11: 39-43.
- Sars, G. O. 1902. On the Polyphmida of the Caspian Sea. Ann.zool. Museum of the Acad Science, 7, pp.31-54.

- Sars, G. O. 1927. Notes on the Crustacea fauna of the Caspian Sea. Collection of articles devoted to memory of N. M. Knipovich. M., 315-329.
- Shakouri, M. 2003. Impact of cage culture on sediment chemistry. A case study in Mjoifjordur (Doctoral dissertation, Dissertation (SHILAT). Tahran, Iran.
- Shiganova T. A. 1997. .*Mnemiopsis Leidyi* abundance in the Black Sea and its impact on the pelagic community. In: Ozsoy E,Mikaelyan A (eds) Sensitivity of North Sea, Baltic Sea and Blank Sea toanthropogenic and climatic changes Kluwer, Dordrecht, pp 117-130**.**
- Shiganova, A.T. 2002. Environmental Impact Assessment including Risk Assessment regarding a proposed Introduction of Beroe ovata to the Caspian Sea. Institute of Ocean logy RAS, Russia, 45 P.
- Shiganova, T. 2010. The *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Biotic Homogenization of Inland Seas of the Ponto-Caspian, Ecol. Evol. Syst. 2010. 41:103–25.
- Shiganova, T. A, Mirzoyan Z. A, E. A. Studenikina E. A., Volovik S. P, Siokoi-Frangou, I., Zervoudaki S., Christou E. D, Skirta A.Y., Dumont, H. 2001. A review of the invader ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) population development in the Black Sea and in the other seas of the Mediterranean basin. *Marine biology*, 139:431-445.
- Shiganova, T. A., Dumont, H. J., Sokolsky, A. F., Kamakin, A. M., Tinenkova, D., Kurasheva, E. K. 2004. edited by Dumont, H.J., Shiganova, T.A. and Niermann, U. Aquatic Invasions in the Black, Caspian and Mediterranean Seas. Kluwer Accademic publishers, 71-111.
- Shiganova, T. A., Malej, A. 2009. Native and non-native ctenophores in the Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea, *Journal Plankton Res*, 31, 61–71.
- Shiganova, T., Niermann, U., Gugu, A., Kideys, A. and Khoroshilov, V. 1998. Changes of species diversity and their abundance in the main components of pelagic community after *Mnemiopsis leidyi* invasion. "NATO Scientific Affairs Division" in: Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea. Kluwer Academic Publishers ed. L.Ivanov and T.Oguz. P.171-188.
- Siapatis, A. 2004. Study on the distribution and biology of the invader *M.leidyi* in the northern Aegean Sea, comparison with indigenous species *Bolinopsis vitrea.* Edc. Dumont, H., T. Shiganova & U. Niermann – The Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Ponto-Caspian and other aquatic invasions - NATO ASI Series, 2. Environment. Kluwer Academic Publishers: 113-135
- Silva, C., Yanez, E., Martin-Diaz, M. L. DelValls, T. A. 2012. Assessing a bioremediation strategy in a shallow coastal system affected by a fish farm culture – application of GIS and shellfish dynamic models in the Rio San Pedro, SW Spain. Mar. Pollut. Bull. 64: 751–765.
- Simboura, N., Zenetos, A., Panayotidis, P., and Makra, A. 1995. Changes in biothic community structure along an environmental pollution gradient. Marine Pollution Bulletin. 30: 470-474.
- Sourina, A. 1987. Phytoplankton Manual:Monograph of Oceanographic Methology.Paris:UNESCO.
- Streftaris, N., Zenetos, A., Papathanassiou, E. 2005. Globalisation in marine ecosystems: the story of non-indigenous marine species across European seas. *Oceanogr Mar Biol*, 43, 419–453
- Suthreland, T. F., Martin, A. J., Levings, C. D. 2001. Characterization of suspended particulate matter surrounding a salmonid net-pen in the Broughton Archiplago, British Columbia. ICES J. Mar. Sci 58: 404-410.
- Tahami F. S., Mazlan A. G., Negarestan H., Najafpour S., Lotfi W. W. M., Najafpour G. D. 2012. Phytoplankton Combination in the Southern Part of Caspian Sea. World Applied Sciences Journal, 99-105.
- Tikhiy, M. O. 1916. Planktonic hydroid of he Caspian Sea. Proceeding of the Petersburg Society of Natural History, 47, 4: 152-176 (In Russian).
- Tsutsumi, H., Fukunaga, S., Fujita, N. and Sumida, M. 1990. Relationship between growths of Capitella sp. And organic enrichment of the sediment. Marine Ecology Progress Series. 63:157-162.
- Vinogradov, M. E., Shushkina, E. A., Musaeva, E. I., Sorokin, P. 1989. New settler in the Black Sea—comb jelly *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz). *Okeanologiya*, 29, 293–299.
- Vollenweider A. R. 1974. A manual on methods for measuring primary production in aquatic enviromantal. Blackwell scientific Publication. Oxford, London. 423 P.
- Volovik, S. and Korpakova, I. 2004. Introduction of *Beroe* cf *ovata* to the Caspian Sea needed to control *Mnemiopsis leidyi*. Edited by Dumont, H. J., Shiganova, T.A. and Niermann, U. Aquatic Invasions in the Black, Caspian and Mediterranean Seas, Kluwer Academic publishers, 177-192.
- Volovik, S. P. and Rostov-on-Don, S. 1993. Grebnevik *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) v Azovskomi Chernom moryakh i posledstviya egovseleniya (Grebnevik *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) in the Sea of Azov and the Black Sea and After effects of its Invasion).
- Wonham, M. J. and Carlton, J. T. 2005. Trends in marine biological invasions at local and regional scales: the Northeast Pacific Ocean as a model system. *Biol Invas*, 7, 369–392

Abstract

Since the Caspian Sea has special conditions due to its strategic location, so knowledge of biological groups including phytoplankton, zooplankton and combs will be of particular importance. Because of the Caspian Sea has experienced emerging phenomena in recent decades, including the arrival of non-native species and the flourishing of some of them. Non-native and invasive comb (*Mnemiopsis leidyi*) is one of the prominent examples of this species that entered the Caspian Sea from the Black Sea in 2000 through the balanced water of ships. From 2001 to 2009, this animal spread in all areas of the sea with a lot of biomass and after that it remained at a low level.

In this study, zooplankton and comb jelly were sampled in four periods of beginning of fish breeding, mid-period, end of period and before cage fishing by plankton net with 100 µ and mouth diameter of 36 cm and plankton net with 500 µ, with the diameter 50 cm in four geographical directions: north, east, south and west of the cage in the shadow distances of the fish breeding cage with100 (200) M and 1000 M. Phytoplankton samples were collected from the surface layer, 10 and 30 m, while zooplankton and comb samples from 0-10 and 10-30 m layers were collected by vertical tows.

The species composition of zooplankton during the study period (1336-97) of the areas around the cages is such that in this period 10 species belong to 4 groups of permanent zooplankton (3 species of Copepoda (*Acartia tonsa*, *Halicyclops sarsi*, *Ectinosoma consimum*), 1 species of Cladocera (*Podon polyphemoides*), 1 species of Rotatoria (*Brachionus calyciflorus*) and 1 species of Protozoa (*Foraminifera* sp.) and 4 species of Lamellibranchiate larvae, Balanidae (*Amphibalanus improvisus*), *Hypania invalida* were observed. Presence and absence of different zooplankton groups so that 9, 8, 7 and 8 species were recorded in the geographical parts of west, north, east and west, respectively.

Examination of zooplankton before fish farming in cages of Nowshahr region in the southern Caspian Sea during 2017-18 showed that the average abundance and biomass were 2764.9± 2.3 ind.m^{-3} and 13.6± 0.02 mg.m^{-3}, respectively in which 96.7% of zooplankton abundance consisted of *Acartia tonsa* with average abundance and biomass of 2057.2±1.8 ind.m^{-3} and 10.7 ± 0.4 mg.m^{-3}, respectively. The average abundance and biomass of zooplankton at the beginning of the fish breeding period in the cage of Nowshahr region were 1755±2.5 ind.$m^{-3}$and 17.4± 0.06 mg.m^{-3}, respectively, and in the middle of the fish breeding period in the cages 3176.2± 2.5 ind.$m^{-3}$and 19.3± 0.19 mg.m^{-3}, at the end of the cage rearing period were 2896.8±0.3 ind.$m^{-3}$and 25.8± 0.1 mg.m^{-3}, indicating a significant difference in zooplankton abundance at the beginning of the breeding period with the middle and end of the fish breeding period in the cage (P <0.005).

Investigation of the average total abundance of zooplankton in different geographical directions of north, east, south and west and also in the distances of shadow, 200 (100) M and 1000 M of surface layers (0-10 meters) and depth (10-30 meters) at the beginning fish farming in cages in Nowshahr region showed that the average total density of zooplankton in this period was 1755.5± 2.1 ind.$m^{-3}$and 30.9±0.02 mg.m^{-3}, which showed a significant difference between zooplankton abundance in layer 0-10M and distances of 200 and 1000 M from the cage (P <0.005).

The survey of the comb jelly around rainbow trout farming cages during four periods showed that the highest average abundance and biomass at before cage farming in the cage were 25.6 ind.m^{-3} and 0.34 g.m^{-3} (with the highest abundance and biomass of 55-71 ind.m^{-3} and 1-1.8 g.m^{-3} respectively, at distance of 1000 and 100 M (layer 0-10 m) and the lowest abundance and comb biomass were recorded of 1.9 ind.m^{-3} and 0.12 g.m^{-3}g at the end and beginning of the fish breeding period, respectively, which showed a significant difference in comb jelly abundance at the beginning and end of the fish breeding period in the cage (P<0.005). Comb jelly structure at the beginning of fish farming (autumn) showed that the average abundance and comb biomass were 15.8±1.5 ind.m^{-3} and 0.3±0.02 g.m^{-3}, respectively that the highest average abundance was at a distance of 1000 m of north of the cage with abundance and biomass of 71.3±6.8 ind.m^{-3} in the layer of 0-10 m with an biomass of 1.9± 0.6 g.m^{-3}, respectively. The lowest amount of combing was recorded in the shade of north and south of the cage with the absence of comb jelly, indicating a significant difference in comb jelly abundance in the 0-10 m layer with a distance of 1000 m from the fish farming cages (P<0.005). The size structure of he comb population showed that the individuals of less than 5 mm make up about 90.2% , group between 6-15 mm was about 6.1 % and the group of adults (larger than 16 mm) included approximately 3.6% of the combed population. However, due to the presence of mesotrophic conditions in the coastal waters of the southern Caspian region, it is appropriate that any aquaculture development in this region be done with a precautionary approach and initially as a pilot to avoid environmental problems.

Keywords: Cage, Zooplankton, *Mnemiopsis leidyi*, Abundance, Caspian Sea

Ministry of Jihad – e – Agriculture

AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION

Iranian Fisheries Science Research Institute- Caspian Sea Ecology Research Center- Sari

---

Title: Monitoring the environmental effects of fish farming in cages on planktonic organisms (zooplankton and comb jelly) in the southern Caspian Sea (Nowshahr region) during 2017-18

Author: Abolghasem Roohi

Colaborators: Nasrallahzadeh Saravi, H., Mohammadzadeh, V., Monemi, A., Dostdar , M., Afraei Bandapi, M., Naderi Jelodar, M., Kayhan Shani, A., Nasrallah Tabar, A., Tahami, F., Laloui, F., Safari, R., Rowshan Tabari, M., Khodaparast, N., Salarvand, Q., Rezaei, M., Nazaran, M., Rajabi Sasi, E., Shakouri, M., Sajjadi A.

Publisher : ***Iranian Fisheries Science Research Institute***

Date of publishing : ***2021***

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE

AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION

Iranian Fisheries Science Research Institute - Caspian Sea Ecology Research Center

Title:

Monitoring the environmental effects of fish farming in cages on planktonic organisms (zooplankton and comb jelly) in the southern Caspian Sea (Nowshahr region) during 2017-18

Author:

Abolghasem Roohi

Registration No.

60380