View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

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

عنوان :

پایش و تکثیر شانه‌دار مهاجم
Mnemiopsis leidyi
حوزه جنوبی دریای خزر

مجری مسئول :
ابوالقاسم روحی

شماره ثبت
۵۰۹۶۱

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

عنوان طرح /پروژه : پایش و تکثیر شانه‌دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* حوزه جنوبی دریای خزر
کد مصوب : ۹۱۵۱-۱۲-۷۶-۱
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : ابوالقاسم روحی
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : ابوالقاسم روحی
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : ابوالقاسم روحی
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : مژگان روشن طبری
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -
محل اجرا : استان مازندران
تاریخ شروع : ۹۱/۶/۱
مدت اجرا : ۳ سال و ۶ ماه
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

طرح/پروژه : پایش و تکثیر شانه‌دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* حوزه جنوبی دریای خزر

کد مصوب : ۹۱۵۱-۱۲-۷۶-۱

شماره ثبت (فروست) : ۵۰۹۶۱ تاریخ : ۹۵/۱۰/۸

با مسئولیت اجرایی جناب آقای ابوالقاسم روحی دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته بیولوژی دریامی‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ ۹۵/۶/۲۴ مورد ارزیابی و با رتبه خوب تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده ■ مرکز □ ایستگاه □

با سمت مدیر گروه زیستی در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر مشغول بوده است.

عنوان	«فهرست مندرجات»	صفحه

چکیده ۱
۱. مقدمه ۳
۲. مواد و روشها ۷
۲-۱- ایستگاههای مورد مطالعه ۷
۲-۲- نمونه برداری و بررسی شانه دار ۸
۲-۳- نمونه برداری و بررسی زئوپلانکتون ۹
۲-۴- تکثیر شانه دار در طی مدت مطالعه ۱۱
۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری ۱۱
۳. نتایج ۱۲
۳-۱- بررسی جمعیت شانه دار در طی مدت مطالعه ۱۲
۳-۲- بررسی تنوع گونه ای و جمعیت زئوپلانکتون در طی مدت مطالعه ۲۰
۳-۳-تکثیر شانه دار طی مدت مطالعه ۲۶
۴. بحث ۳۳
منابع ۴۱
چکیده انگلیسی ۴۷

چکیده

با ورود گونه مهاجم شانه دار *Mnemiopsis leidyi* به دریای خزر در سال ۱۳۷۹ این اکوسیستم دچاره تغییرات گسترده ای شده است. لذا این طرح با هدف پایش و تکثیر شانه دار *M. leidyi* در سواحل جنوبی دریای خزر طی در سال ۱۳۹۲ صورت گرفت. جهت بررسی تراکم و زیتوده شانه دار و زئوپلانکتون، نمونه برداری طی چهار فصل بهار، تابستان، پائیز و زمستان در ۴ نیم خط عمود بر ساحل (انزلی، تنکابن، نوشهر و امیر آباد) و جمع آوری نمونه های شانه دار برای بررسی تولید مثل و هم آوری شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در حوزه جنوبی دریای خزر منطقه خزر آباد در اعماق ۵ ، ۱۰ و ۲۰ متر انتخاب گردید. نمونه برداری از شانه دار و زئوپلانکتون به ترتیب با استفاده از تور پلانکتون با چشمه ۵۰۰ و ۱۰۰ میکرون بصورت کشش عمودی در لایه های ۵-۰، ۱۰-۰ و ۲۰-۰ متر انجام شد.

همچنین برای بررسی تولید مثل و هم آوری شانه دار، تعداد ۱۲ عدد آکواریوم به حجم ۵۰ لیتر با آب دریای خزر با شوری های مختلف جهت بررسی تولید مثل و میزان هم آوری شانه دار طراحی شد. تعداد ۳ عدد از آکواریوم ها با شوریppt۱±۹ ، ۳ تعداد از این آکواریوم ها با شوریppt ۱±۱۱و ۳ عدد از آنها با شوریppt ۱±۱۲ با آب دریای خزر پر شد. تیمارهای درجه حرارت آب در هر یک از تیمارها در سه گروه ^{o}C ۲±۲۰، ^{o}C ۲±۲۳ و ^{o}C ۲±۲۵ تنظیم شد. همچنین تعداد ۳ عدد آکواریوم در شوری متوسط (ppt ۱۲/۵) و دمای همزمان آب دریای مازندران (^{o}C ۲۵،۲۳،۲۰) طی نمونه برداری بعنوان شاهد در نظر گرفته شد.

نتایج نشان داد که میانگین تراکم و زیتوده سالیانه شانه دار به ترتیب ۱/۵±۱۶/۸ عدد در مترمکعب (۴۱/۱±۱۳۹/۵ عدد در متر مربع) و ۰/۱±۱/۰۹ گرم در مترمکعب (۰/۷±۵/۳ گرم در متر مربع) بود. بیشترین میزان میانگین تراکم شانه دار در فصل پائیز با ۱۳/۸±۳۶/۶ (خطای معیار ± میانگین) عدد در مترمکعب (۱۰۳/۶±۳۵۵/۱ (خطای معیار ± میانگین) عدد در متر مربع) و بیشترین میزان میانگین زیتوده شانه دار در فصل تابستان با ۰/۲±۱/۹ (خطای معیار ± میانگین) گرم در مترمکعب (۱/۵±۱۵/۰ (خطای معیار ± میانگین) گرم در متر مربع) به ثبت رسید که اختلاف معنی داری بین تراکم و زی توده شانه دار در فصول مختلف وجود داشت ($P<0/05$). میانگین تراکم و زیتوده سالیانه میزان زئوپلانکتون به ترتیب ۶۳۴±۳۶۳۷/۲ عدد در مترمکعب و ۶/۷±۳۵/۴ گرم در مترمکعب بود. همچنین بیشترین میزان میانگین تراکم و زیتوده زئوپلانکتون در فصل زمستان با ۱۹۷۸±۴۹۴۸ عدد در مترمکعب ۲۲/۸±۵۷/۶ گرم در مترمکعب به ثبت رسید. کمترین میزان میانگین تراکم و زیتوده زئوپلانکتون در فصل پائیز به ترتیب با۳۸۷ ± ۱۶۷۶ عدد در متر مکعب و ۳/۵ ±۱۴/۸ میلی گرم در متر مکعب بود. بررسی ساختار گروه های طولی (اندازه) جمعیت شانه دار *M. leidyi* نشان داد که تراکم شانه‌دارانی با گروه طولی کمتر از ۱۵ میلیمتر (قبل از بلوغ) حدود ۸۸/۱ درصد را تشکیل میدهند. همچنین گروه بالغین شانه دار (بزرگتر از ۱۶ میلیمتر) در ۱۱/۹ درصد جمعیت شانه دار را شامل شدند. بررسی پراکنش منطقه ای شانه دار مهاجم در حوزه جنوبی دریای خزر نشان دادکه در این حوزه از لحاظ میزان تراکم و زیتوده مناطق دارای

اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵). بررسی جمعیت شانه دار نشان داد که دو منطقه غرب و شرق از لحاظ تراکم و زیتوده مشابه بوده و با منطقه مرکزی تفاوت دارند. منطقه شرقی و غربی نسبت به منطقه میانی از تراکم بیشتری برخوردار می باشد.

مطالعات آزمایشگاهی تولید مثل شانه دار در آب حوزه جنوبی دریای خزر با اندازه های مختلف در دماهای مختلف نشان داد که بطور متوسط ۱۲ عدد تخم در روز مشاهده می گردید. بیشترین میزان تخم ریزی شانه دار با ۱۱۵ عدد تخم در روز برای نمونه های ۴۶-۱۵ میلیمتر (۹/۷-۰/۷ گرم) به ثبت رسید که با افزایش اندازه تعداد تخم افزایش یافت. تعداد متوسط تخم ریزی شانه دار *M. leidyi* در شوریppt ۱۱ (۲۸ عدد تخم در روز) در دمای ºC ۲۵ تقریباً دو برابر شوری ppt ۱۲ بوده (۱۴ عدد تخم در روز) در حالیکه در شوریppt ۱۲ در دمای ºC ۲۳ تقریبا میزان تعداد تخم ۲/۵ برابر دمایºC ۲۵ و یک برابر دمایºC ۲۰ به ثبت رسید. بیشترین تعداد تخم شانه دار در دمای ۲۳ و شوری ppt ۱±۱۲ با ۳۵/۳±۲۲/۸ عدد تخم در روز بود. همچنین میزان هم آوری شانه دار با اندازه و وزن شانه دار رابطه مستقیمی دارد که با افزایش اندازه از بیش ۱۶ میلیمتر تعداد تخم ها در روز افزایش پیدا می کند. تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده از شانه دار طی سال ۱۳۹۲ نشان داد که فراوانی شانه دار با درجه حرارت آب دارای رابطه مستقیم و معنی داری است (p<۰/۰۵، r=۰/۷۸۹) و با شوری رابطه معنی داری ندارد (P>۰/۰۵). بنابراین با افزایش درجه حرارت آب در فصل تابستان (با دمای ۳۰-۲۵ درجه سانتیگراد) میزان فراوانی شانه دار نیز افزایش یافته و با کاهش دمای آب در فصل زمستان (در دمای ۱۲-۸ درجه سانتیگراد) میزان شانه دار کاهش نشان داد. بنابراین، . این امر می تواند به دلیل رابطه مستقیم میزان هم آوری با اندازه، وزن شانه دار و دمای اب بستگی داشته باشد.

کلمات کلیدی: شانه دار *Mnemiopsis leidyi*، تراکم، زیتوده، هم آوری، دریای خزر

۱. مقدمه

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. مرز بین خزر شمالی با خزر میانی جزیره چچن–دماغه توب کارگان و مرز خزر میانی با خزر جنوبی جزیره ژیلوی–دماغه کوولی می باشد (Aladin and Plotnikov, 2004). تغییرات وسیع شوری در شمال دریای خزر از ۱/. گرم در هزار در دهانه رودخانه ولگا و اورال تا ۱۱–۱۰ گرم در هزار در محدوده مرزی ناحیه مرکزی خزر مشاهده می شود . تغییرات شوری در نواحی مرکزی و جنوبی برابر ۱۲/۶ – ۱۳ در هزار می باشد(Tzikhon-Lukanhna *et al*., 1992).

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 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. شانه دار *Mnemiopsis leidyi* از شاخه *Ctenophora* و خانواده Lobateidaee و بومی مناطق پلاژیک اقیانوس اطلس و شمال و جنوب امریکا که به طور تصادفی در اوایل سال ۱۹۸۲ میلادی احتمالا بوسیله آب توازن از شمال غربی آتلانتیک به دریای سیاه معرفی شد(Vinogradov *et al*., 1989) و سپس 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 (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Ivanov *et al*., 2000) و دریای آدریاتیک (Shiganova and Malej, 2009) انتشار یافته، و در دریای بالتیک (Javidpour *et al*., 2006) و بخش هایی از دریای شمال (Hansson, 2006) گسترش یافت. ورود شانه دار به هر یک از اکوسیستم های آبی منجر به کاهش فراوانی و تنوع زئوپلانکتون شده (Kideys, 2002; Kideys et al., 2005; Oguz *et al*., 2008; Roohi *et al*., 2008, 2010)، و اغلب با کاهش آبشارگونه سطوح غذایی با افزایش فوق العاده فیتوپلانکتون همراه بوده است (Kideys *et al*., 2008; Roohi *et al*., 2010).

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 (Kremer, 1994). این شکارچی مهاجم اثر اکولوژیکی آن غالب شدن در جامعه زئوپلانکتون می باشد (Shiganova 1998; Viitasalo *et al*., 2008; Huwer *et al*., 2008; Haslob *et al*., 2007). *M. leidyi* دارای دامنه وسیع تغذیه ای می باشد و از زئوپلانکتون ها تخم و ایکتیوپلانکتون تغذیه می کند (Kremer, 1979). شانه دار ممکن است روی ذخائر ماهی به طور مستقیم با خوردن تخم و لارو ماهی و همین طور به طور غیر مستقیم با رقابت و کاهش غذای اصلی برای ماهیان پلانکتون خوار (Planktivorous) اثر منفی بگذارد (Niermann *et al*., 1994). در دریای سیاه شانه دار باعث شد که صید تجاری ماهیان پلانکتون خوار (بخصوص ماهی آنچوی *Engraulis encrasicolus*) از ۶۳۰۰۰۰ تن در

سال ۱۹۸۸به۱۵۰۰۰۰ تن در سال ۱۹۹۱ برسد (Kideys, 1994, Prodanov *et al*., 1997)، و در دریای خزر صید ماهیان پلاژیک از جمله کیلکا ماهیان از ۹۵ هزار تن طی سال ۸۸-۱۳۷۸ به کمتر از ۲۰ هزار تن در سال های ۸۴-۱۳۸۳ رسید (Fazli *et al*.,2011, 2007a).

بررسی زئوپلانکتون های حوضه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۷۵ نشان داد که از ۵۵ گونه شناسائی شده ۵ گونه از Protozoa، ۶ گونه از Rotatoria، ۹ گونه ازCopepoda و ۲۹ گونه از Cladocera و ۶ گونه از مروپلانکتون بوده اند (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۲). در حالیکه پس از ورود شانه دار تنوع گونه ای زئوپلانکتونها بشدت کاهش یافته و به ۲۹ گونه طی سال های ۸۶-۱۳۸۰ رسید (Roohi *et al*., 2010).

اثرات شانه دار در اکوسیستم دریای خزر با توجه به بسته بودن آن به مراتب بدتر از دریای سیاه می باشد. در زیر به این اثرات اشاره شده است:

-کاهش صید ماهیان پلاژیک: صید کیلکا ماهیان در طی سال های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۱ تقریبا در کشورهای ایران-آذربایجان و روسیه ۵۰ درصد کاهش داشته است (Fazli and Roohi, 2002).

- کاهش زیاد صید ماهی خسارات اقتصادی زیادی را بر جامعه صیادی تحمیل کرد به طوری که صد ها میلیون یورو در هر سال برآورد شد.

- با کاهش ماهیان پلاژیک ماهیان بزرگ مثل ماهی خاویاری *Huso huso* و فک دریای خزر *Phoca casica* که از این ماهیان تغذیه می کنند دچار آسیب و کاهش شده است (Hashemian and Roohi, 2004).

- نه تنها تعداد زئوپلانکتون ها کاهش یافته است بلکه تعداد گونه های زئوپلانکتونی نیز کاهش داشته است. به طوری که تعداد گونه های کوپه پودا و کلادوسرا در طی سال های ۲۰۰۱-۲۰۰۲ سه عدد گزارش گردید در حالیکه در سال های قبل از حضور شانه دار (۱۹۹۵ یا ۱۹۹۶) ۲۲ گونه گزارش شد ه است (Roohi et al., 2010).

در دریای سیاه و آزوف بعد از تهاجم *M. leidyi* در سال ۱۹۸۹ تخم و لارو ماهی آنچوی به مقدار زیاد کاهش یافت. اما در سال ۱۹۹۲ و همین طور سال ۱۹۹۶ که شانه دار رو به کاهش بود و زئوپلانکتون های قابل خوردن (Edible zooplankton) بیومس شان افزایش یافت این ماهی پلانکتون خوار (Planktivorous) به تدریج زیاد شد. بعد از کنترل شانه دار در سال ۱۹۹۶ تخم ماهیانی که در طی سال های ۱۹۹۲-۱۹۹۵ اصلا دیده نشده بودند دوباره در نمونه برداری ها مشاهده گردید و فراوانی ایکتیوپلانکتون ها با فراوانی شانه دار رابطه عکس دارد. در سال ۱۹۹۹ بعد از ورود *Beroe ovata*، ایکتیوپلانکتون در مقایسه با تعداد آن در سال های قبل بسیار زیاد شده و تنوع گونه ای افزایش یافت. در قسمت جنوبی دریای خزر بعد از تهاجم شانه دار میزان صیدکیلکا معمولی(*Clupeonella cultriventris*) افزایش وکیلکای آنچوی (C. *engrauliformis*) کاهش داشته است. به طوری که کیلکا معمولی صید بیشتری را نسبت به کیلکا آنچوی تشکیل داده است. میزان صید آنچوی از ۹۵۰۰۰ تن در سال ۱۹۹۹ به کمتر از ۲۰۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۷ رسیده است (Parafkandeh Haghighi and Kaymaram, 2012).

با حضور شانه دار *M. leidyi* در دریای بالتیک جنوبی ماهی Sprat (*Sprattus sprattus*) و هرینگ (*Clupea harengus*) در معرض خطر قرار گرفتند (Janas and Zgrundo, 2007). Haslob و همکاران (۲۰۰۷) بیان می کنند که تخم های ماهی Cod (*Gadus morhua*) و *M. leidyi* در دریای بالتیک در یک لایه قرار دارند و تخم ها مورد شکار شانه دار قرار می گیرند. بر اساس مطالعه اسلامی و همکاران (۱۳۹۴) مشخص گردید که دامنه فراوانی و پراکنش شانه دار (ADR= Abundance and Distribution Range) طی سال های ۱۳۸۰–۱۳۸۸ در گروه E (بیومس زیاد و در همه مکان ها) و در سال ۱۳۸۹، ADR در گروه D (بیومس متوسط در همه مکان ها) ارزیابی شد.

بهرحال، با ورود شانه دار *Mnemiopsis* به دریای خزر مطالعات گسترده ای در خصوص تراکم و پراکنش این جانور در حوزه جنوبی به صورت مجزا توسط روحی و همکاران،۱۳۸۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۱; باقری و همکاران ، ۱۳۸۴ ; رستمیان و همکاران، ۱۳۹۰ ; مکرمی و همکاران، ۱۳۹۲ صورت گرفت.

در این مطالعات روحی و همکاران (۱۳۸۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۱) اظهار داشتند که بیشترین فراوانی و زیتوده شانه دار در فصل تابستان و کمترین میزان فراوانی و زیتوده در فصول بهار و زمستان مشاهده گردید. حداکثر میزان متوسط فراوانی و زیتوده شانه دار بترتیب با۱۲۰۲ عدد در متر مربع و ۱۳۹/۵ گرم در متر مربع در لایه ۲۰–۰ متری مشاهده شد. فراوانی طولی شانه دار طی سالهای ۸۵–۱۳۸۴ نشان داد که حداکثر اندازه شانه دار در سالهای ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ بترتیب ۵۵ و ۶۰ میلیمتر بود. شانه دار با اندازه کوچکتر از ۱۰ میلیمتر طی سال های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ بترتیب ۸۳/۱۶ و ۸۲/۸۸ درصد از جمعیت را تشکیل داده اند. همچنین باقری و همکاران (۱۳۸۴) بیان نمودند که دامنه طولی شانه داران کمتر از ۱۰ میلیمتر در قسمت جنوب غرب دریای خزر بیش از ۷۰ درصد جمعیت را شکل دادند. رستمیان و همکاران (۱۳۹۰) و مکرمی و همکاران (۱۳۹۲) اعلام کردند که لایه های بالای ۲۰ متر دارای بیشترین میزان تراکم و زیتوده و تنها شانه داران اندکی در عمق بیش از ۵۰ متر زندگی میکنند.

انجام طرحهای تحقیقاتی متعدد در خصوص میزان تراکم و زیتوده این جانور خصوصاً طرح بررسی جامع اکولوژیک و امکان کنترل جمعیت شانه دار مهاجم دریای خزر با ارزیابی ابعاد مشکل هجوم شانه دار مهاجم به دریای خزر و اثرات آن بر سایر آبزیان نشان داد که پراکنش و فراوانی شانه دار در سواحل ایرانی دریای خزر در فصول گرم سال یعنی تابستان و اوایل پائیز با تراکم بالا (بیش از ۴۰۰ گرم در متر مربع و یا ۱۵۰ گرم در متر مکعب) حضور دارد (Roohi *et al*., 2010). نقش عمده شانه دار در دریای خزر تغذیه از زئوپلانکتون ها ست و مطالعات مشخص نمود که این جانور بقدری از پلانکتونهای دریای خزر مصرف می کند که چندین برابر (گاها تا سه برابر، Finenko *et al*., 2006) وزن بدن خود می باشد، بنحوی که ذخایر زئوپلانکتون‌ها توسط این جانور مهاجم بطور قابل ملاحظه ای کاهش نشان می دهد (Roohi *et al*., 2008).

در خصوص آزمایشات تکثیر و هم آوری شانه دار با آب دریای خزر و دمای ۲۱ و ۲۴ درجه سانتی گراد میتوان به مطالعات روحی و همکاران (۱۳۸۶)، Kideys *et al*. (2004)، Shiganova *et al*. (2004) و Finenko *et al*. (2006) اشاره کرد. در آزمایشاتی که توسط روحی و همکاران (۱۳۸۶) انجام شد، سه گروه طولی Mnemiopsis مورد

مطالعه قرار گرفتند: ۱) اندازه ۵ میلیمتر ۲) ۱۰ میلیمتر و ۳) ۱۵-۲۰ میلیمتر . نتایج این آزمایشات نشان داد که شانه دارها هنگامیکه طول آن به ۱۵ میلیمتر برسد ، در آب دریای خزر تولید تخم می نمایند، اگرچه نمونه های تخم از شانه دار با اندازه ۱۲ میلیمتر و وزن ۰/۵ گرم نیز مشاهده شد. میانگین باروری Mnemiopsis در دریای خزر ۱۱۷۴ عدد تخم در روز بوده که حداکثر تولید تخم ۲۸۲۴ عدد در روز برای نمونه هائی با طول ۳۰-۳۹ میلیمتر و وزن ۲/۷-۲/۰ گرم می باشد (Shiganova *et al*. (2004. همچنین در این آزمایشات مشخص شد که نرخ چرا (حجمی راکه Mnemiopsis قادر به جارو کردن یا پاک کردن غذا برای مصرف مقدارتغذیه می باشد) حدود ۳۸+۵۱ تا ۵۵.۶+۱۱۴ لیتر / نمونه / ساعت متغیر بود که با افزایش وزن جانور افزایش می یافت (Kideys *et al*., 2003، Finenko *et al*,. (2006)).

در این طرح روند تغییرات تراکم شانه دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* حوزه جنوبی دریای خزر همراه با تغییرات زئوپلانکتون طی سال ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفت. اهداف این طرح عبارتند از:

- تعیین فراوانی و بیوماس شانه دار در ایستگاه ها، مناطق و فصول نمونه برداری
- شناسایی گونه های مختلف زئوپلانکتون و تعیین تراکم و زیتوده آنها
- شناسایی مکان های پر تراکم زئوپلانکتون ها در حوزه جنوبی دریای خزر
- بررسی اثرات شانه دار بر روی زئوپلانکتون های حوزه جنوبی دریای خزر
- تعیین میزان هم آوری شانه دار در آب دریای خزر با دماها و شوری های مختلف
- اقدام جهت دستیابی به بیوتکنیک تکثیر شانه دار در آب دریای خزر

۲- مواد و روشها

۲-۱- ایستگاههای مورد مطالعه

نمونه برداری از شانه دار (*Mnemiopsis leidyi*) و زئوپلانکتون های حوزه جنوبی دریای خزر طی چهار فصل بهار، تابستان، پائیز و زمستان در ۴ ترانسکت انزلی (استان گیلان)، تنکابن و نوشهر (استان مازندران)، امیر آباد (استان گلستان) و در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰ متر در سال ۱۳۹۲ انجام شد. مشخصات ایستگاهها ، موقعیت و اعماق نمونه برداری در شکل ۲-۱ و جدول ۲-۱ آمده است.

شکل ۲-۱: ایستگاههای نمونه برداری شانه دار در حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۹۲

جدول ۲-۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاههای نمونه برداری به همراه نام ایستگاهها و عمق در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۲

نام ایستگاه		۵ متر	متر ۱۰	۲۰ متر
بندر انزلی	طول جغرافیایی	۴۹° ۲۹`	۴۹° ۲۹`	۴۹° ۲۹`
	عرض جغرافیایی	۳۷° ۲۹`	۳۷° ۲۹`	۳۷° ۳۰`
تنکابن	طول جغرافیایی	۵۰° ۵۴`	۵۰° ۵۴`	۵۰° ۵۵`
	عرض جغرافیایی	۳۶° ۴۹`	۳۶° ۴۹`	۳۶° ۵۰`

نام ایستگاه		۵ متر	متر ۱۰	۲۰ متر
نوشهر	طول جغرافیایی	۵۱° ۳۰`	۵۱° ۳۰`	۵۱° ۳۰`
	عرض جغرافیایی	۳۶° ۴۰`	۳۶° ۴۱`	۳۶° ۴۱`
بندر امیر آباد	طول جغرافیایی	۵۳° ۱۸`	۵۳° ۱۷`	۵۳° ۱۶`
	عرض جغرافیایی	۳۶° ۵۲`	۳۶° ۵۳`	۳۶° ۵۶`

۲-۲- نمونه برداری و بررسی شانه دار

نمونه برداری از شانه دار *M. leidyi* با استفاده از تور پلانکتون با چشمه ۵۰۰ میکرون‌و قطر دهانه ۵۰ سانتی‌متر انجام شد (Kideys and Shiganova, 2001). نمونه های شانه دار بصورت کشش عمودی در لایه های ۵-۰، ۱۰-۰ و ۲۰-۰ متر جمع آوری گردید. در پایان هر کشش، تور با آب اضافی از بیرون شستشو گردید و محتوی جمع آوری شده در ظرفی که برای شمارش در نظر گرفته شده بود، منتقل 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 دیش‌با چشم غیر 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 شمارش‌شدند. فراوانی ها در گروه های طولی ۵-۰، ۱۰-۶، ۱۵-۱۱ و....میلیمتر زیست سنجی شدند و تراکم هر یک از گروه های طولی شانه دار با استفاده از حجم آب فیلتر شده (محاسبه مساحت دهانه‌تور و عمق‌تورکشی) محاسبه‌شد. اندازه‌گیری وزن این‌موجودات‌در دریا عملی‌نبود بنابراین با انتقال نمونه ها به آزمایشگاه و توزین آنها، رابطه طول و وزن شانه‌دار جهت یافتن زیتوده آن بر اساس رابطه نمائی‌بین‌طول و وزن یعنی $W=al^b$ ($W=۰/۰۰۱۳\times L^{۲/۳۴}$، $n=۹۰$، $R^2=۰/۶۵$ $w=$ وزن‌به‌گرم و $L=$ طول‌به‌میلی‌متر و $a=۰/۰۰۱۳$ ضریب ثابت و $b=۲/۲۴$ مقدار ثابت) برآورد شد (Kideys and Shiganova, 2001).

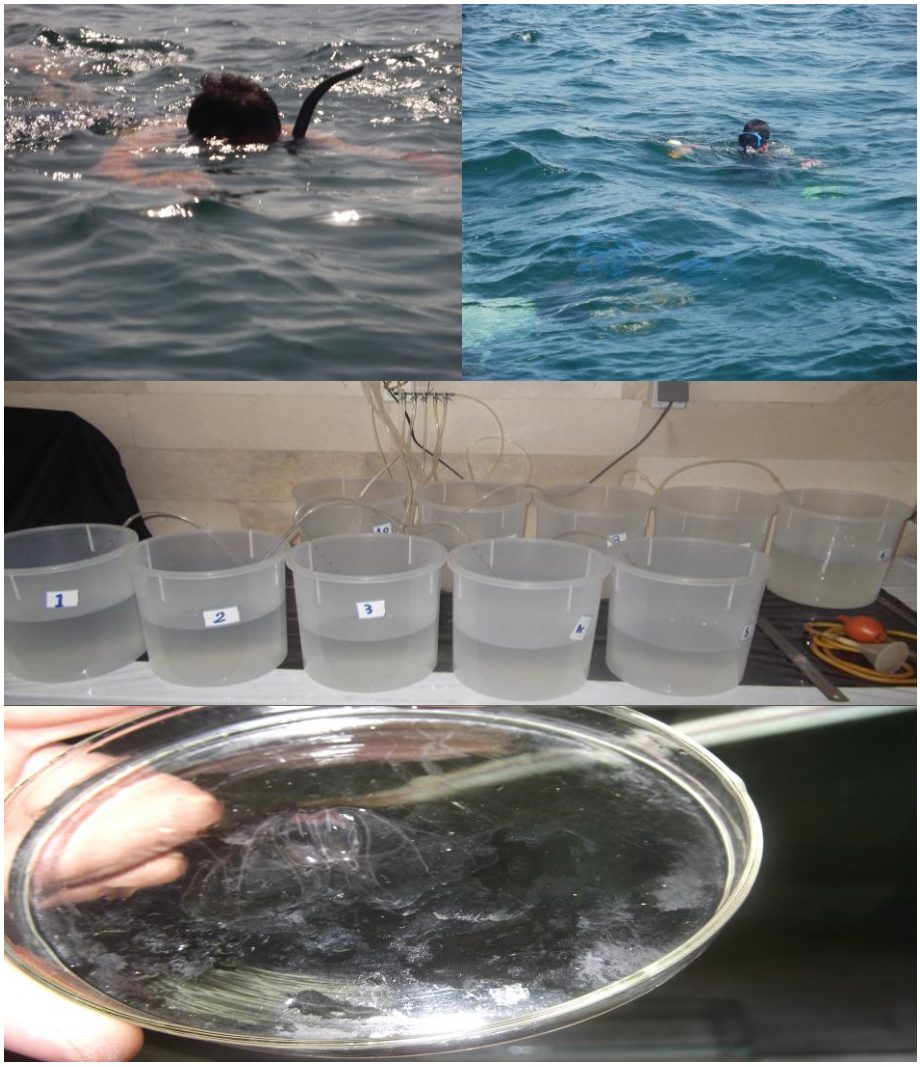
برای تجزیه و تحلیل مطلوب گروه طولی شانه دار به سه گروه لاروی (کمتر از ۵ میلیمتر)، نابالغ یا انتقالی (۱۵-۶ میلیمتر) و مرحله بالغ (بزرگتر از ۱۶ میلیمتر) طبقه بندی شدند (Dumont *et al*. 2004, Salihoglu *et al*., 2011).

درجه حرارت آب در لایه های سطح، ۵، ۱۰ و ۲۰ متر با ترمومتر برگردان (با دقت یک درجه سانتیگراد) و شوری آب نیز با شوری سنج (با دقت یک هزارم) اندازه گیری شد.

همچنین نمونه برداری و روش نگهداری طولانی مدت شانه دار جهت مطالعه دستیابی به بیوتکنیک تکثیر شانه دار در فصل تابستان در منطقه خزر آباد ساری (استان مازندران) و در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰ متر در سال ۱۳۹۲ انجام شد که مراحل انجام کار در شکل های ۲-۲و ۲-۳ آمده است. در کل تعداد ۱۲ عدد آکواریوم به حجم ۳۰ لیتر با آب دریای خزر با شوری های مختلف جهت بررسی تولید مثل و میزان هم آوری شانه دار طراحی شد که در

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

هر یک از آنها هوا دهی بصورت مستمر (بصورت ایجاد ۵۰ حباب در دقیقه) صورت گرفت. تعداد ۳ عدد از آکواریوم ها با شوری۹±۱ ppt ، ۳ تعداد از این آکواریوم ها با شوری۱۱±۱ pptو ۳ عدد از آنها با شوری ۱۲±۱ppt با آب دریای خزر پر شد. تیمارهای درجه حرارت آب در هر یک از تیمارها در سه گروه ۲۰±۲ oC، ۲۳±۲ oC و ۲۵±۲ oC تنظیم شد. همچنین تعداد ۳ عدد آکواریوم در شوری (۱۲/۵ ppt) و دمای آب دریای مازندران (۲۰،۲۳،۲۵ oC) طی نمونه برداری بعنوان شاهد در نظر گرفته شد.



تصویر ۲-۱: مراحل اجرای نمونه برداری جهت بررسی تولید مثل و هم آوری شانه دار

۳-۲- نمونه برداری و بررسی زئوپلانکتون

نمونه برداری زئوپلانکتون توسط قایق با تور مخروطی پلانکتون با چشمه ۱۰۰ میکرون با قطر دهانه۳۶ سانتی متر صورت گرفت. در هر یک از ایستگاه ها تور به اعماق۵، ۱۰ و۲۰ متر فرستاده شد و از کف تا سطح به صورت کشش عمودی نمونه برداری شد.

تصویر ۲-۲: طرح کلی آکواریوم استاندارد Pseudokreisel جهت نگهداری شانه دار برای مدت طولانی

در هر فصل ۱۲ نمونه از ۴ترانسکت جمع آوری و در ظرف شیشه ای با فرمالین به نسبت ۴ درصد تثبیت شدند(Wetzel and linkens, 1991). سپس کد نمونه روی ظرف نوشته و همراه با فرم نمونه برداری که تاریخ، مکان، طول و عرض جغرافیایی، عمق و لایه نمونه برداری نوشته شده است برای بررسی به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه برای شمارش زئوپلانکتون، ابتداً برای تغلیظ نمونه از تور با چشمه ۵۰ میکرون کوچک تر از تور نمونه برداری استفاده شد و آب اضافی از نمونه خارج شد. نمونه وارد یک ظرف مدرج و توسط پی پت Stample پس از همگن کردن روی لام شمارشBogarov قرار گرفت و نمونه هایی که در سطح محفظه پرا کنده شده اند شمارش شدند. پی پت Stample یک سرنگ با دهانه باز است که قسمت پایین به صورت پیستون می باشد. وقتی پیستون بالا می آید حجم ۰/۵سانتی متر مکعب از نمونه در دیواره پی پت نگه داری می شود و نمونه به ظرف شمارش Bogarovبه حجم ۱۰ سانتی متر مکعب منتقل می گردند و بقیه ظرف با آب پر می شود (Postel *et al*., 2000; Newell and Newell, 1977) برای شناسایی و شمارش زئوپلانکتون به دلیل استفاده از لام بوگاروف از میکرو سکوپ وارونه (Invert) و کلیدهای موجود استفاده شد (Boltovskoy 2000; Kuticova, 1970; Manolova, 1964)Birshtein *et al* ۱۹۶۸). .برای محاسبه وزن زئوپلانکتون در این بررسی از وزن استاندارد موجودات در دریای سیاه استفاده شده است این وزن ها معمولا برای خزر نیز استفاده شده است (Petipa , 1957) . نمونه ها پس از اتمام کار در ظروف در بسته تا اتمام پروژه برای اطمینان در روند کار نگهداری شدند.

۲-۴- تکثیر شانه دار طی مدت مطالعه

۲-٤-۱- نگهداری طولانی مدت شانه دار در آکواریوم استاندارد Pseudokreisel

برای مطالعه نگهداری طولانی مدت شانه دار *Mnemiopsis leidyi* به منظور بررسی رشد و نمو آنها، سه گروه طولی با اندازه ۵ میلیمتر، ۱۰ میلیمتر و ۱۵-۲۰ میلیمتر مورد مطالعه قرار گرفتند. نمونه ها مورد نظر در منطقه خزر آباد (ساری) نزدیک محل آزمایشگاه تکثیر شانه داران (پژوهشکده اکولوژی دریای خزر) از سطح آب بدون استفاده از تور پلانکتون و با ظروف مخصوص در فصل تابستان ۱۳۹۲ جمع آوری گردید و سپس به محل آزمایشگاه و درون آکواریوم استاندارد Pseudokreisel (شکل ۲-۳) منتقل گردید. طراحی این آکواریوم ها به گونه ای است که آب همواره در آنها جریان داشته و مانع از نشست و یا سقوط شانه دار به ته آکواریوم ها می شود. لذا شانه دارها به درون این آکواریوم ها که از قبل با آب فیلتر شده (۵ میکرون) دریای خزر با شوری ۱۲±۰/۵ppt و دمای اتاق ۱±۲۵ درجه سانتیگراد پر شده بود، انتقال یافت. تعداد ۳-۵ نمونه از شانه داران با گروه های طولی فوق الذکر به آکواریوم اضافه گردید. تغذیه این شانه داردان در فواصل زمانی ۱۲ ساعت با زئوپلانکتون *Acartia tonsa* مطابق جدول ذیل صورت گرفت. بررسی رشد و تکثیر شانه داران در صبح هر روز که هر شب نمونه ها برای تخم ریزی در تاریکی مطلق قرار میگرفتند، صورت گرفت.

جدول ۲-۲- مراحل زندگی نوزادی و کوپه پودیت گروه پاروپایان

گونه *Acartia tonsa*	زندگی کوپه پودیت									نوزادی یا ناپلیوسی		
مرحله زندگی	I	II	III	IV	Vf	Vm	VI f	VI m	N1	N2	N3
تعداد در لیتر	۱۰	۵	۱۵	۹	۸	۵	۰	۱۰	۳۲	۷۸	۶۲

N1، N2 و N3= مراحل نوزادی یک تا سه گونه *Acartia tonsa*

I، II، III، IV= مراحل زندگی یک تا چهارم کوپه پودیت گونه *Acartia tonsa*

Vmو VIm= مراحل پنجم و ششم نر گونه *Acartia tonsa*

VFو VIf= مراحل پنجم و ششم ماده گونه *Acartia tonsa*

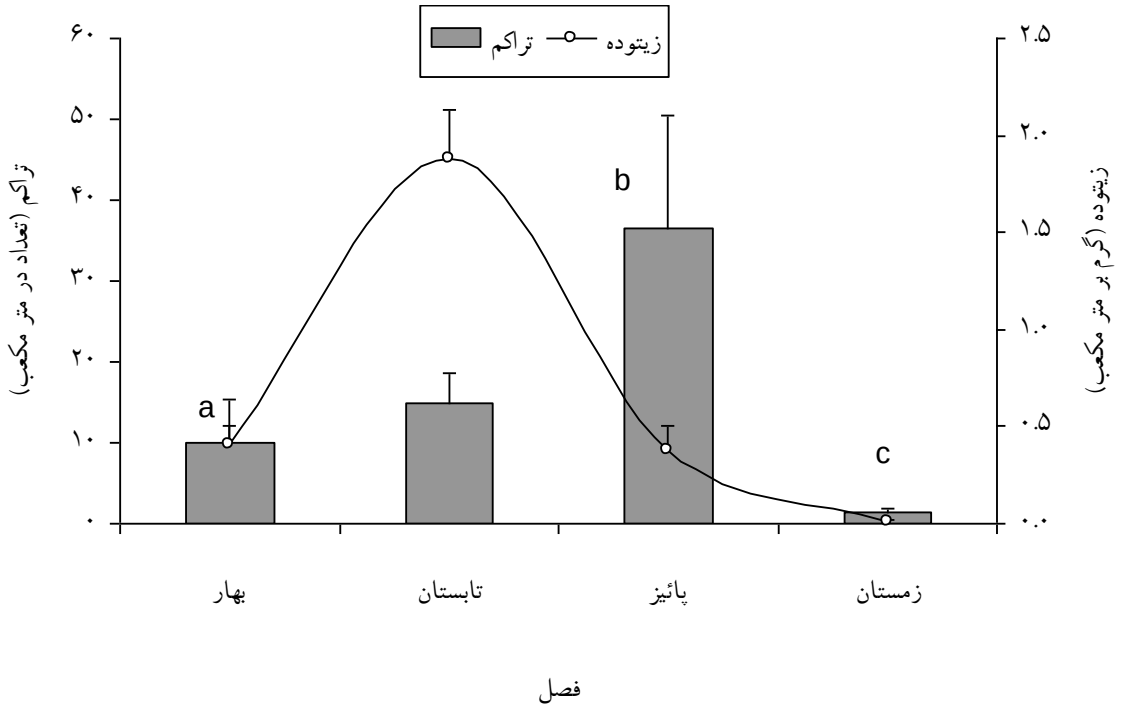
۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

در این مطالعه دو گروه از فاکتورها یعنی فاکتور های مستقل (ایستگاه ها، فصل ها، نیم خط‌ها، اعماق، لایه ها و نواحی) و فاکتور وابسته (تراکم و زیتوده شانه دار) 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) استفاده گردید. در ضمن تمام میانگین ها به همراه خطای معیار (Mean±SE) می باشد.

۳- نتایج

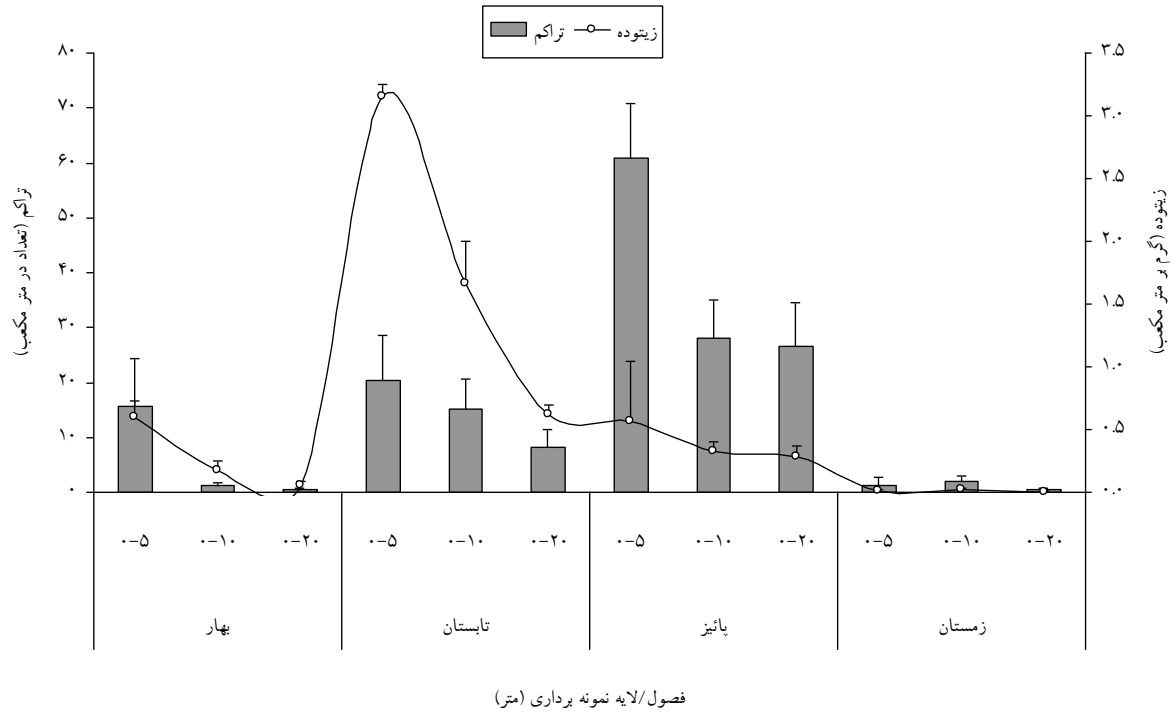
۱-۳- بررسی جمعیت شانه دار طی مدت مطالعه

تراکم و زیتوده فصلی شانه دار طی سال ۱۳۹۲ بیانگر افزایش تراکم و زیتوده آن طی فصول تابستان و پائیز و کاهش قابل ملاحظه آن طی فصول بهار و زمستان است. بررسی شانه دار مهاجم *M. leidyi* دریای خزر نشان داد که میانگین سالیانه تراکم و زیتوده شانه دار به ترتیب ۱/۵±۱۶/۸ عدد در مترمکعب و۴۱/۱±۱۳۹/۵ عدد در متر مربع) و ۰/۱±۱/۰۹ گرم در مترمکعب و۰/۷±۵/۳ گرم در متر مربع بود. بیشترین میزان میانگین تراکم شانه دار در فصل پائیز با ۱۳/۸±۳۶/۶ عدد در مترمکعب و ۱۰۳/۶±۳۵۵/۱ عدد در متر مربع و بیشترین میزان میانگین زیتوده شانه دار در فصل تابستان با ۰/۲±۱/۹ گرم در مترمکعب و ۱/۵±۱۵/۰ گرم در متر مربع به ثبت رسید. کمترین میزان میانگین تراکم شانه‌دار در فصل زمستان با ۰/۵±۳/عدد در مترمکعب و کمترین میزان زیتوده در فصل زمستان با ۰/۰۰۵±۰/۰۱ گرم در مترمکعب بود (شکل ۳-۱).. مقایسه آماری نشان داد که از لحاظ تراکم شانه دار، فصول بهار و تابستان دارای اختلاف معنی داری نبوده ($P>0/05$)، ولی با فصل زمستان اختلاف معنی داری را نشان میدهند ($P<0/05$). از طرفی فصل پائیز با دارا بودن بیشترین میزان تراکم نسبت به سایر فصول دارای اختلاف معنی داری بود ($P<0/01$) . از نظر زیتوده نیز فصل تابستان زیتوده بیشتری داشته و اختلاف معنی داری را با سایر فصول سال دارد ($P<0/05$). (شکل ۳-۱).



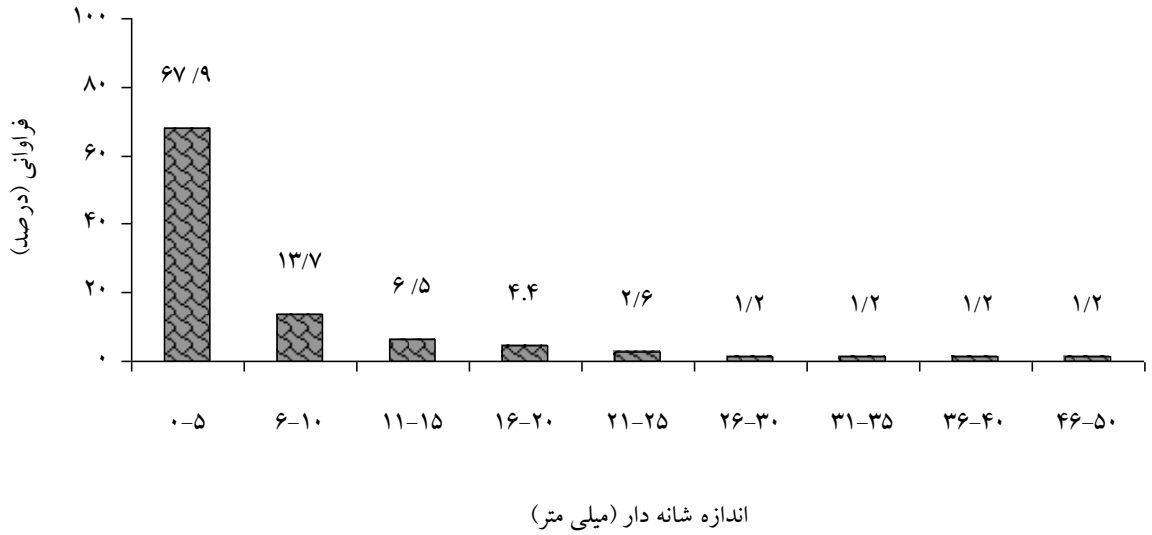
شکل ۳-۱: میانگین تراکم، زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در فصول مختلف حوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۲ (آنتنک ها نشان دهنده خطای معیار می باشند)

بررسی نوسانات تراکم و زیتوده شانه دار در فصول و لایه های آبی مختلف نشان داد که لایه های آبی ساحلی (۰-۵ متر) در کلیه زمان ها دارای بیشترین میزان بودند. در فصل بهار بیش از ۹۵ درصد جمعیت شانه دار در لایه فوقانی (۵-۰ متر) و تنها ۲ درصد این جانوران در لایه بیش از ۱۰ متر زندگی می کنند و این در حالی است که در فصول تابستان و پائیز این جانور عمدتاً در تمامی لایه های نمونه برداری حضور داشته است ولی حداکثر فراوانی آن در لایه ۵-۰ متر مشاهده گردید. در فصل زمستان شانه دارهای اندکی در لایه های بالاتر از ۲۰ متر مشاهده شده و به عبارت دیگر کمترین فراوانی شانه داران در این فصل در نوار ساحلی ثبت گردید (شکل ۳-۲). در مجموع بیشترین میزان میانگین سالانه تراکم شانه دار در لایه ۵-۰ متر فصل پائیز با ۱۰/۰±۶۰/۸ عدد در متر مکعب و بیشترین میزان میانگین زیتوده در لایه ۵-۰ متر فصل تابستان با ۰/۱±۳/۱ گرم در متر مکعب به ثبت رسید. بررسی رابطه تراکم و زیتوده شانه‌دارهای جمع آوری شده طی سال ۱۳۹۲ نشان داد که ارتباطی منفی بین آنها وجود دارد (r^2=-۰/۶۵). در فصل پائیز با وجود تراکم زیاد شانه دار زیتوده آنها کم است در حالیکه در فصل تابستان با وجود تراکم کمتر نسبت به فصل پائیز شانه داران جمع آوری شده از زیتوده بالاتری برخوردار بودند (P<۰/۰۵) (شکل ۳-۲)



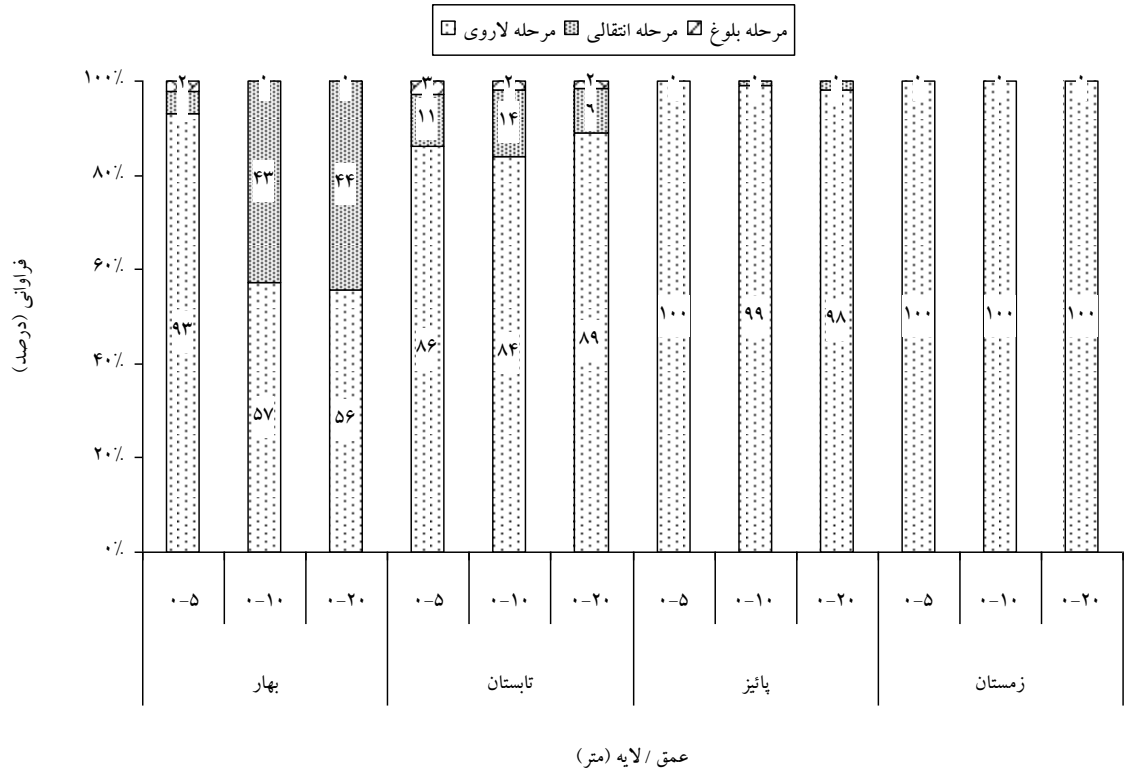
شکل ۳-۲: میانگین پراکنش تراکم، زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در فصول و لایه های مختلف حوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۲

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 ۶۸ درصد را تشکیل میدهند و میزان درصد فراوانی گروه طولی بین۱۵-۶ میلیمتر حدود ۲۵ درصد و همچنین گروه بالغین شانه دار (بزرگتر از ۱۶ میلیمتر) تقریباً ۷ درصد جمعیت شانه دار را شامل شدند. حداکثر اندازه شانه دار طی مدت مطالعه در سال ۱۳۹۲ ۵۰ میلیمتر بود که طی فصل بهار و تابستان مشاهده گردید (شکل ۳-۳) .



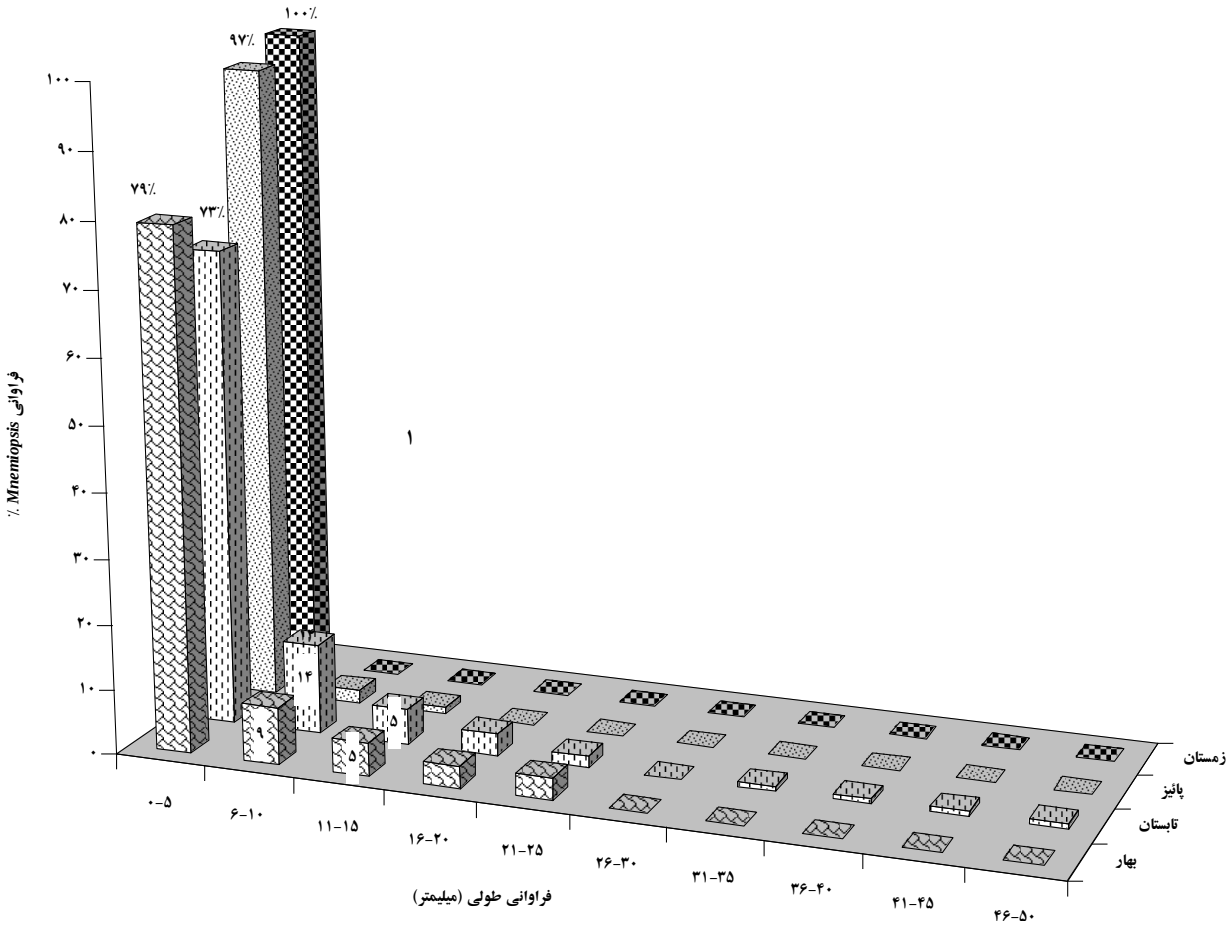
شکل ۳-۳ درصد فراوانی طولی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در حوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۲

بررسی فراوانی طولی شانه دار طی سال ۱۳۹۲ نشان میدهد که شانه داراران برای تکمیل زندگی خود از سه مرحله نوزادی یا لاروی (Cydipid) با اندازه کوچکتر از ۵ میلیمتر، مرحله انتقالی (Transition) با اندازه بین ۱۰-۱۵ میلیمتر و در نهایت مرحله بالغ (Adult) با اندازه بیش از ۱۵ میلیمتر میگذرد. در این بررسی درصد حضور شانه داران با فراوانی طولی کمتر از ۵ میلیمتر (مرحله لاروی) طی فصول بهار ۹۳-۵۶ درصد ، مرحله انتقالی ۴۴-۵ درصد و تنها ۲ درصد از جمعیت شانه دار را مرحله بالغ تشکیل داد. در فصل تابستان ۸۹-۸۴ درصد از درصد حضور شانه داران با فراوانی طولی مرحله لاروی، مرحله انتقالی ۱۴-۹ درصد و مرحله بالغ ۳-۲ درصد از جمعیت شانه دار را شامل شدند. مرحله لاروی با ۱۰۰-۹۸ درصد حضور را در فصل پائیز تشکیل داده و مرحله انتقالی ۲-۱ درصد و در تمامی لایه ها مرحله بالغ مشاهده نگردید. همچنین در فصل زمستان، شانه داران تماماً دارای اندازه کوچکی بوده و از اینرو مرحله لاروی ۱۰۰ درصد جمعیت شانه دار را بخود اختصاص داد. در مجموع بررسی اندازه شانه داران طی سال ۱۳۹۲ نشان داد که بزرگترین اندازه شانه داران در فصل بهار و کوچکترین جمعیت از لحاظ اندازه در فصل زمستان به ثبت رسید (شکل ۳-۴).



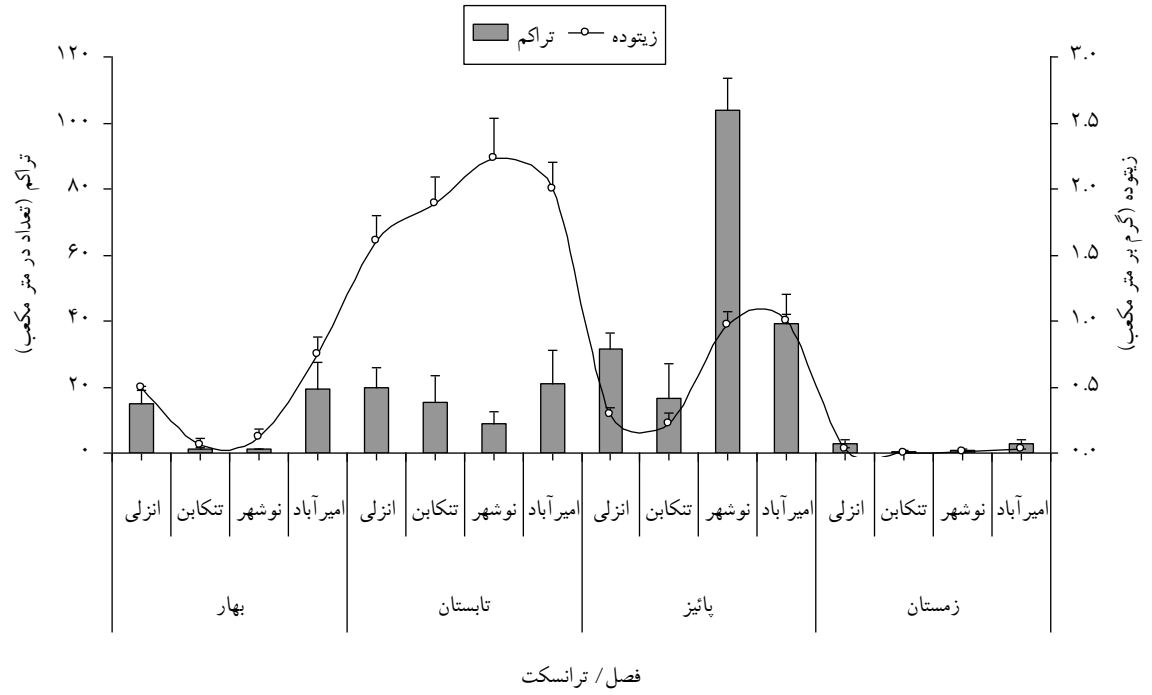
شکل ۳-۴: فراوانی طولی مراحل مختلف چرخه زندگی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* طی فصول مختلف درحوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۲

بررسی فصلی شانه دار نیز نشان میدهد که جانوران با اندازه کوچک و در مرحله نوزادی یا لاروی در طول زمستان و پائیز بسیار بیشتراز بقیه فصول است در حالیکه جانوران بالغ شانه دار طی فصل تابستان بیش از سایر فصول می باشد (شکل ۳-۵).



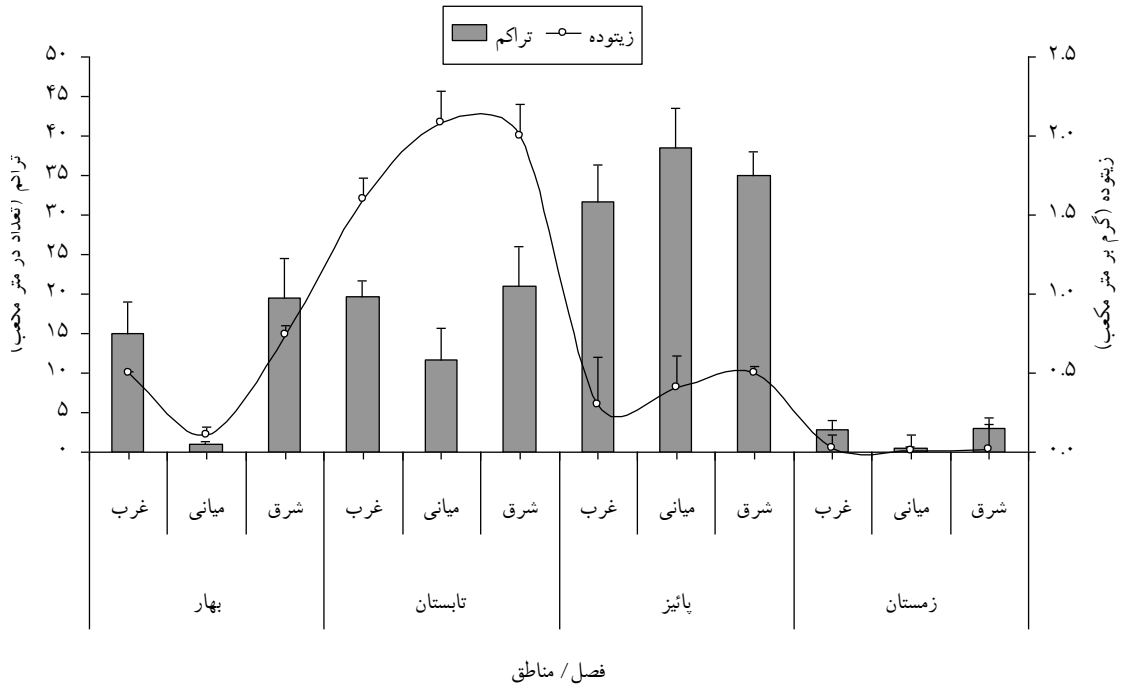
شکل ۳-۵: درصد فراوانی گروه های طولی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در فصول مختلف منطقه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۹۲

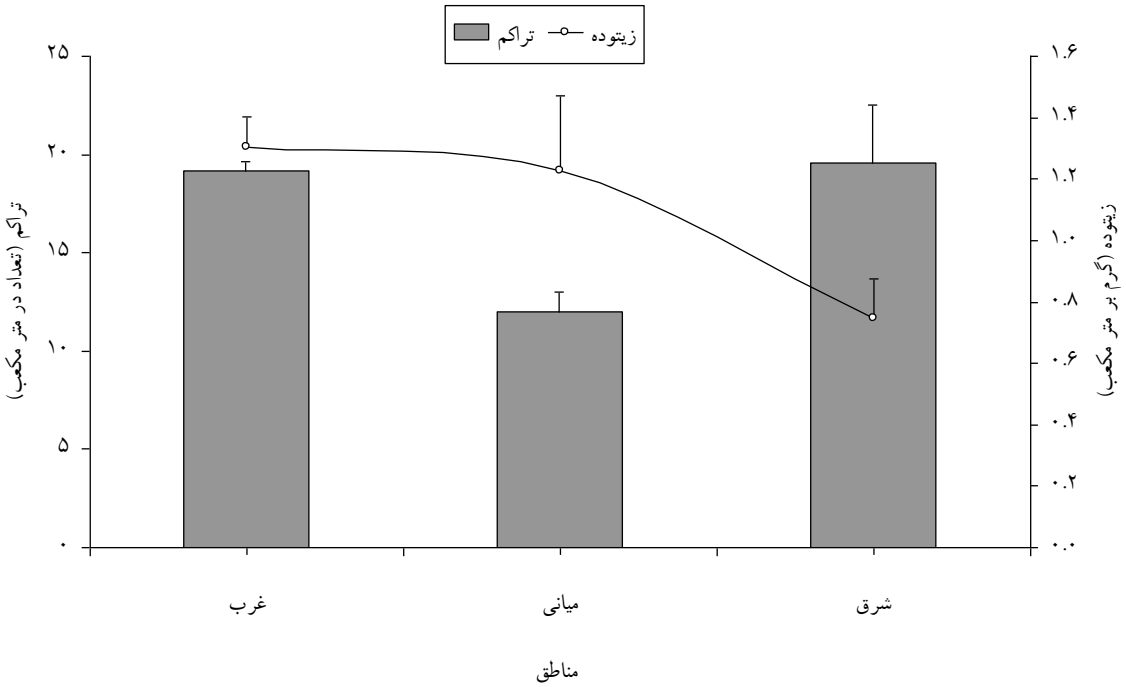
بررسی روند جمعیت شانه دار مهاجم در فصول و ترانسکت های مختلف سال ۱۳۹۲ نشان داد که تغییرات آن در ایستگاههای مختلف متفاوت بوده که بیشترین میزان تراکم شانه دار در فصل پائیز در ترانسکت نوشهر با ۱۰/۱±۱۰۳/۶ (خطای معیار ± میانگین) عدد در متر مکعب و بیشترین میزان زیتوده در فصل تابستان با ۰/۳±۲/۲ (خطای معیار ± میانگین) گرم در متر مکعب در ترانسکت نوشهر به ثبت رسید. کمترین میزان تراکم و زیتوده شانه دار در فصل زمستان به ترتیب با ۰/۱±۰/۳ (خطای معیار ± میانگین) عدد در متر مکعب و ۰/۰۰۱±۰/۰۰۳ (خطای معیار ± میانگین) گرم در متر مکعب در ترانسکت تنکابن مشاهده گردید (شکل ۳-۶).



شکل ۳-۶: میانگین تغییرات تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* درترانسکت های و فصول مختلف حوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۲ (آنتنک ها نشان دهنده خطای معیار می باشند)

مطالعه پراکنش منطقه ای شانه دار در فصول مختلف نشان داد که در فصول بهار و تابستان قسمت جنوب شرقی و جنوب غربی دریای خزر از تراکم و زیتوده بیشتری نسبت به قسمت مرکزی برخوردار است. در حالیکه در فصل پائیز تراکم و زیتوده قسمت مرکزی اندکی بیشتر از نواحی شرق و غرب بود و در فصل زمستان نیز نواحی غرب و شرق دارای تراکم بیشتری نسبت به منطقه مرکزی بود. در مجموع، بررسی پراکنش منطقه ای شانه دار مهاجم در حوزه جنوبی دریای خزر نشان دادکه در این حوزه از لحاظ میزان تراکم و زیتوده مناطق دارای اختلاف معنی داری تنها در فصل بهار هستند ($P<۰/۰۵$). جمعیت شانه دار نشان داد که دو منطقه غرب و شرق از لحاظ تراکم و زیتوده مشابه بوده و با منطقه مرکزی تفاوت دارند. منطقه شرقی و غربی نسبت به منطقه میانی از تراکم بیشتری در فصول بهار و تابستان برخوردار می باشد. تراکم و زیتوده شانه دار در کل سال در سه منطقه شرقی ، میانی و غربی به ترتیب ۴±۱۹، ۲±۱۱ و ۳±۲۰ عدد در متر مکعب و۰/۱± ۱/۳ ،۰/۲± ۱/۴ و ۰/۱±۱/۳ گرم بر متر مکعب محاسبه گردید . (شکل ۳-۷).



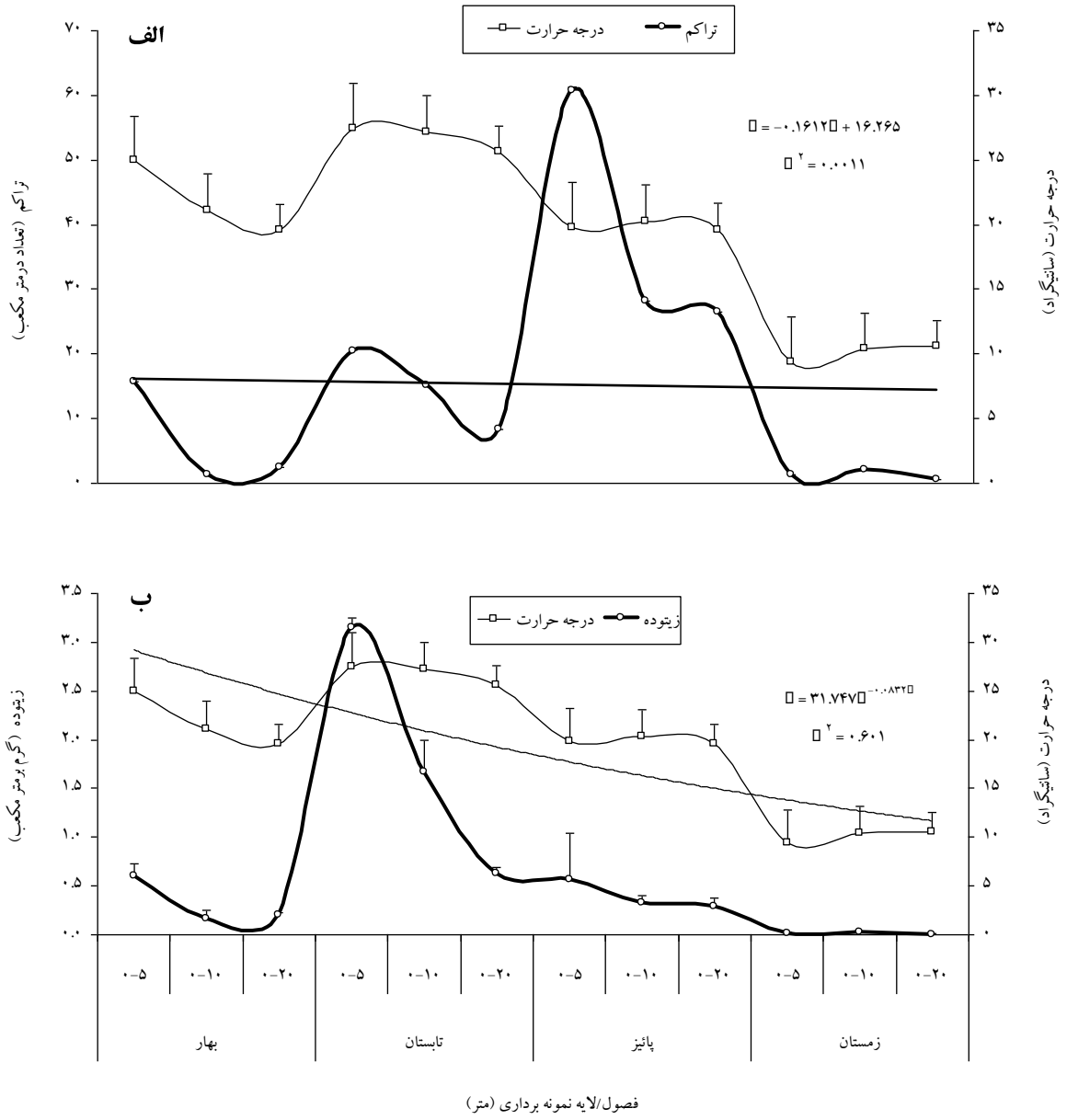


شکل ۳-۷: میانگین تراکم و زیتوده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در مناطق مختلف حوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۲ (آنتنک ها نشان دهنده خطای معیار می باشند)

تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده از شانه دار طی سال ۱۳۹۲ نشان میدهد که فراوانی شانه دار با درجه حرارت آب ($P<۰/۰۵$،$r=۰/۷۸۹$) دارای رابطه معنی دار مستقیم و با شوری (دامنه شوری:ppt ۱۳/۸–۱۲/۰) رابطه معنی داری ندارد ($P>۰/۰۵$).

بنابراین با افزایش درجه حرارت آب در فصل تابستان میزان فراوانی شانه دار نیز سریعاً افزایش یافته و با کاهش دمای آب در فصل زمستان فراوانی شانه دار کاهش می یابد. بیشترین میزان زیتوده شانه دار در فصل تابستان با درجه حرارت ۳۰-۲۵ درجه سانتیگراد و بیشترین میزان تراکم شانه دار نیز در فصل پائیز و کمترین میزان آن در دمای ۱۰-۸ درجه سانتیگراد مشاهده می شود (شکل ۳- ۸، الف و ب).

÷



شکل ۳-۸: ارتباط الف) تراکم و ب) زی توده شانه دار *Mnemiopsis leidyi* با درجه حرارت آب حوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۲ (آنتنک ها نشان دهنده خطای معیار می باشند)

۲-۳- بررسی تنوع گونه ای و جمعیت زئوپلانکتون طی مدت مطالعه

۱-۲-۳- تنوع گونه ای

در این بررسی ۹ گونه هولوپلانکتون از گروه هایCopepoda ، Cladocera، Rotatoria وProtozoa شناسایی شد. از راسته Copepoda گونه Acartia tonsa در همه ترانسکت ها وجود داشت و گونه Ectinosoma concinnum فقط در ترانسکت امیر آباد دیده شد. از راسته Cladocera گونهPodonpoly phemoides در همه ترانسکت ها و Evadne anonyx فقط در ترانسکت انزلی دیده شد. ازشاخه Rotatoria گونه Asplanchna priodonta در همه ترانسکت ها و Brachionus calyciflorus فقط در انزلی انتشار داشتند. از شاخه Protozoa گونه های Foraminifera sp و Tintinopsis tubulosa در امیر آباد مشاهده شده است. Cirripedia و Lamelibranchia larvae که از مروپلانکتون هستند در همه ترانسکت ها وجود داشتند.

۲-۲-۳- تراکم و زیتوده

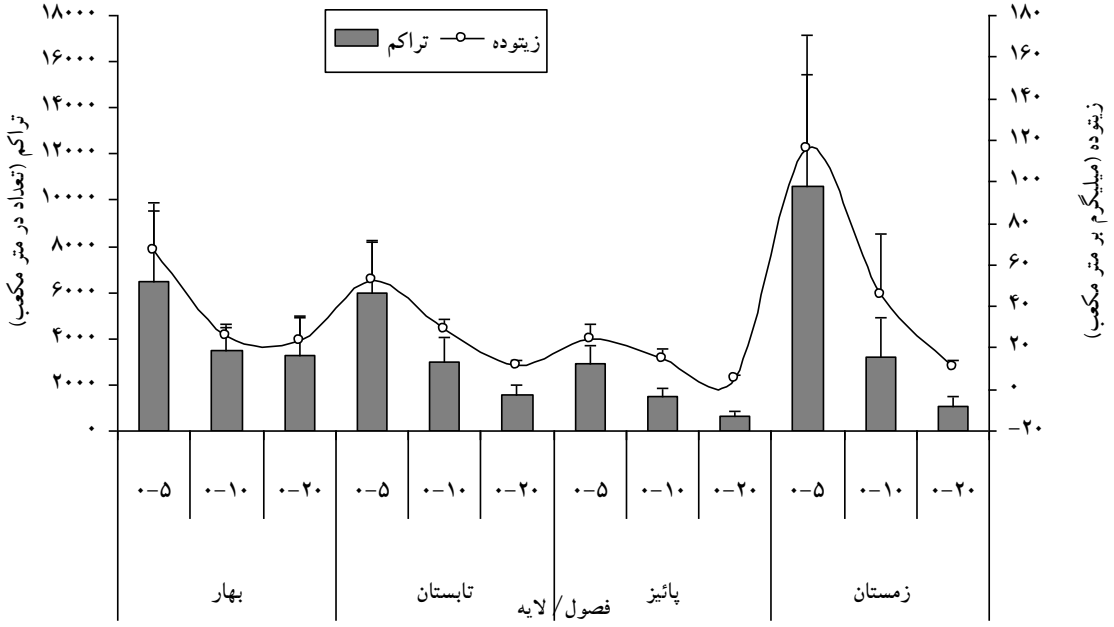
همچنین بررسی میانگین تراکم و زیتوده سالیانه میزان زئوپلانکتون به ترتیب ۶۳۴±۳۶۳۷/۲ عدد در مترمکعب و ۶/۷±۳۵/۴ گرم در مترمکعب بود. همچنین بیشترین میزان میانگین تراکم و زیتوده زئوپلانکتون در فصل زمستان با ۱۹۷۸±۴۹۴۸ عدد در مترمکعب ۲۲/۸±۵۷/۶ گرم در مترمکعب به ثبت رسید. کمترین میزان میانگین تراکم و زیتوده زئوپلانکتون در فصل پائیز به ترتیب با۳۸۷±۱۶۷۶ عدد در متر مکعب و ۳/۵±۱۴/۸ میلی گرم در متر مکعب بود (جدول ۳-۱).

جدول ۳-۱- میانگین تراکم و زیتوده زئوپلانکتون ها در فصول مختلف سال ۱۳۹۲ حوزه جنوبی دریای خزر

فصول	تراکم (تعداد در متر مکعب)	زیتوده (میلیگرم بر متر مکعب)
بهار	۱۱۷۷±۴۴۱۸	۹/۹±۳۸/۶
تابستان	۹۳۵±۳۵۰۶	۷/۸±۳۰/۸
پائیز	۳۸۷±۱۶۷۵	۳/۵±۱۴/۸
زمستان	۱۹۷۸±۴۹۴۸	۲۲/۸±۵۷/۶
میانگین	**۶۳۴±۳۶۳۷**	**۶/۷±۳۵/۴**

همچنین بیشترین میزان تراکم و زیتوده زئوپلانکتونها در لایه ۵-۰ متری فصل زمستان به ترتیب با۴۸۳۵ ± ۱۰۵۷۱ عدد در متر مکعب و ۵۴/۷±۱۱۶/۱ میلی گرم بر متر مکعب ، در حالیکه کمترین میزان میانگین تراکم و زیتوده

زئوپلانکتونها در لایه ۲۰-۰متری فصل پائیز به ترتیب ۱۸۸±۶۴۸ عدد در متر مکعب و ۱/۵±۵/۶ میلی گرم بر متر مکعب به ثبت رسید (P>۰/۰۵) (شکل ۳-۹).

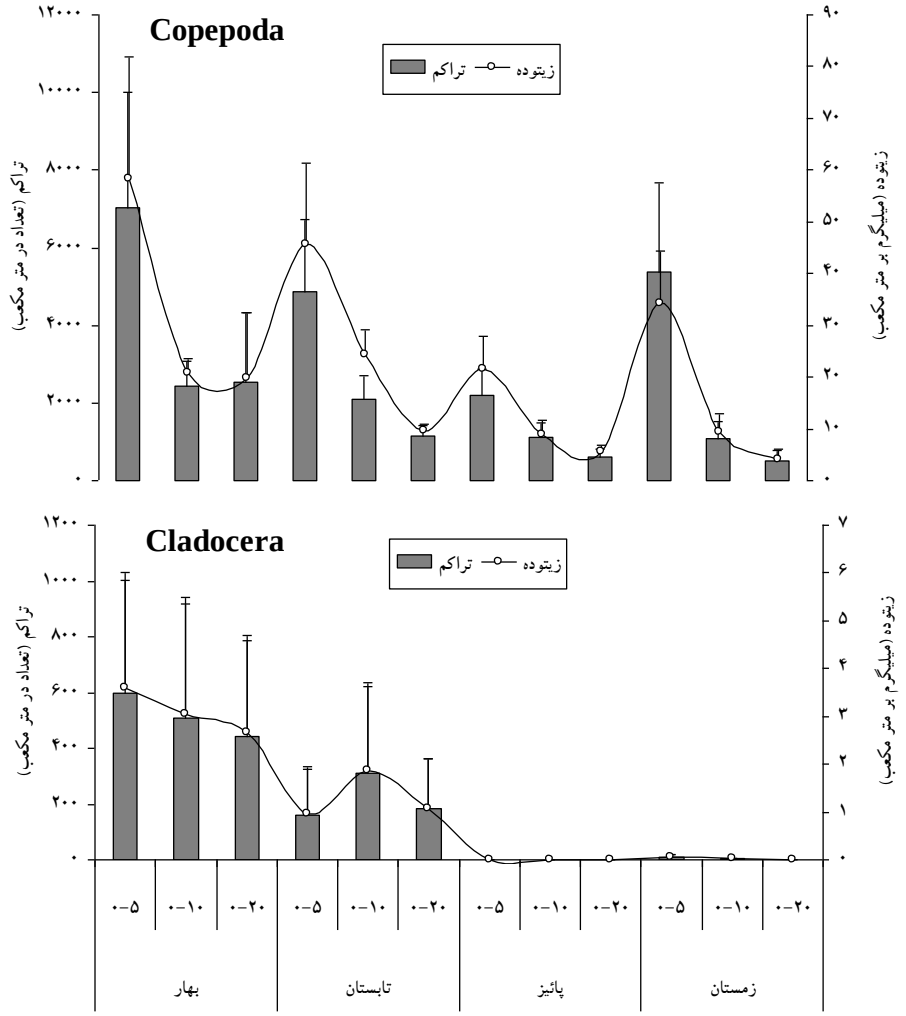


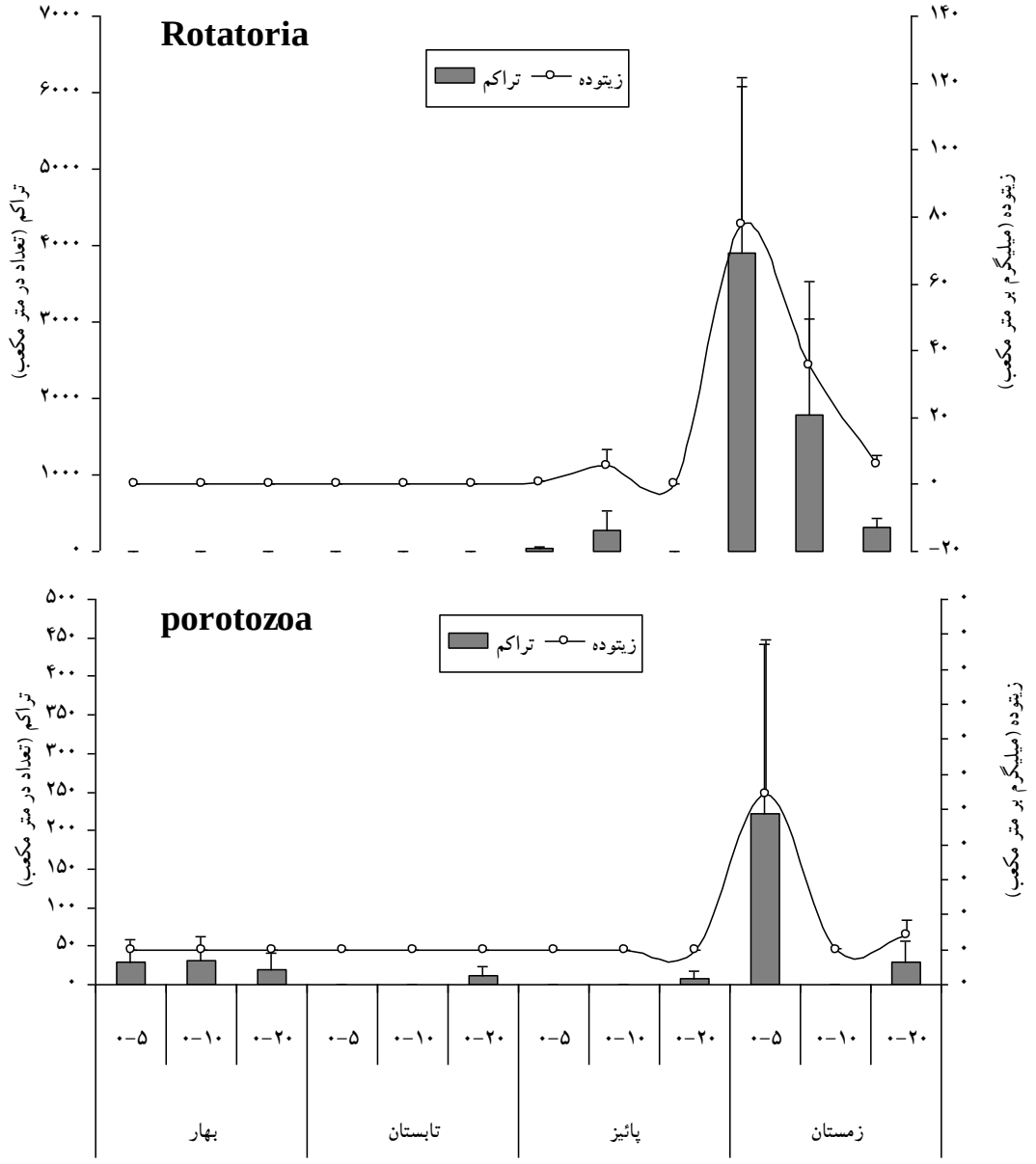
شکل ۳-۹: میانگین تراکم، زیتوده زئوپلانکتون در فصول و لایه های مختلف حوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۲

طی مدت مطالعه در سال ۱۳۹۲، از میان گروه های مختلف زئوپلانکتونی، گروه Copepoda با میانگین ۲۵۸۲/۲ عدد در متر مکعب حدود ۷۱ درصد جمعیت زئوپلانکتون و با ۲۱/۸ میلی گرم در متر مکعب تقریباً ۶۱/۵ درصد زیتوده را تشکیل داده اند. گروه های Cladocera، Rotatoria و protozoa به ترتیب با ۵/۱، ۱۴/۴ و ۰/۸ درصد پس از گروه Copepoda بوده اند. همچنین سایر گروه های زئوپلانکتونی (پلانکتون های موقتی) شامل Foraminifera، *Tintinopsis tubulosa*، Cirripedia و Lamelibranchia larvae به ترتیب با تراکم و زیتوده ۳۱۷/۶ عدد در متر مکعب و۱/۲ میلی گرم در متر مکعب تنها ۸/۷ و ۵/۸ درصد تراکم و زیتوده زئوپلانکتون را شامل شدند (جدول ۳-۲) در میان زئوپلانکتون ها، بیشترین میزان گروه Copepoda در لایه ۵-۰ متری فصول مختلف سال به ثبت رسید در حالیکه حداکثر تراکم و زیتوده گروه Cladocera در لایه های ۵-۰ و ۱۰-۰ متری فصول بهار و تابستان بوده و در فصول پائیز و زمستان مشاهده نگردیدند. از طرفی گروه های Rotatoria و protozoa حداکثر فراوانی را طی فصل زمستان و در لایه ۵-۰ متری داشته اند (شکل ۳-۱۰).

جدول ۳-۲- میانگین تراکم و زیتوده (درصد) گروه های مختلف زئوپلانکتون در سال ۱۳۹۲

زئوپلانکتون	تراکم (تعداد در متر مکعب)	درصد	زیتوده (میلیگرم بر متر مکعب)	درصد
Copepoda	۲۵۸۲/۲	۷۱/۰	۲۱/۸	۶۱/۵
Cladocera	۱۸۴/۸	۵/۱	۱/۱	۳/۱
Rotatoria	۵۲۳/۵	۱۴/۴	۱۰/۵	۲۹/۵
Protozoa	۲۹/۳	۰/۸	۰/۰۱	۰/۰۲
Other group	۳۱۷/۶	۸/۷	۲/۱	۵/۸
Zooplankton	۳۶۳۷/۴	۱۰۰/۰	۳۵/۵	۱۰۰/۰

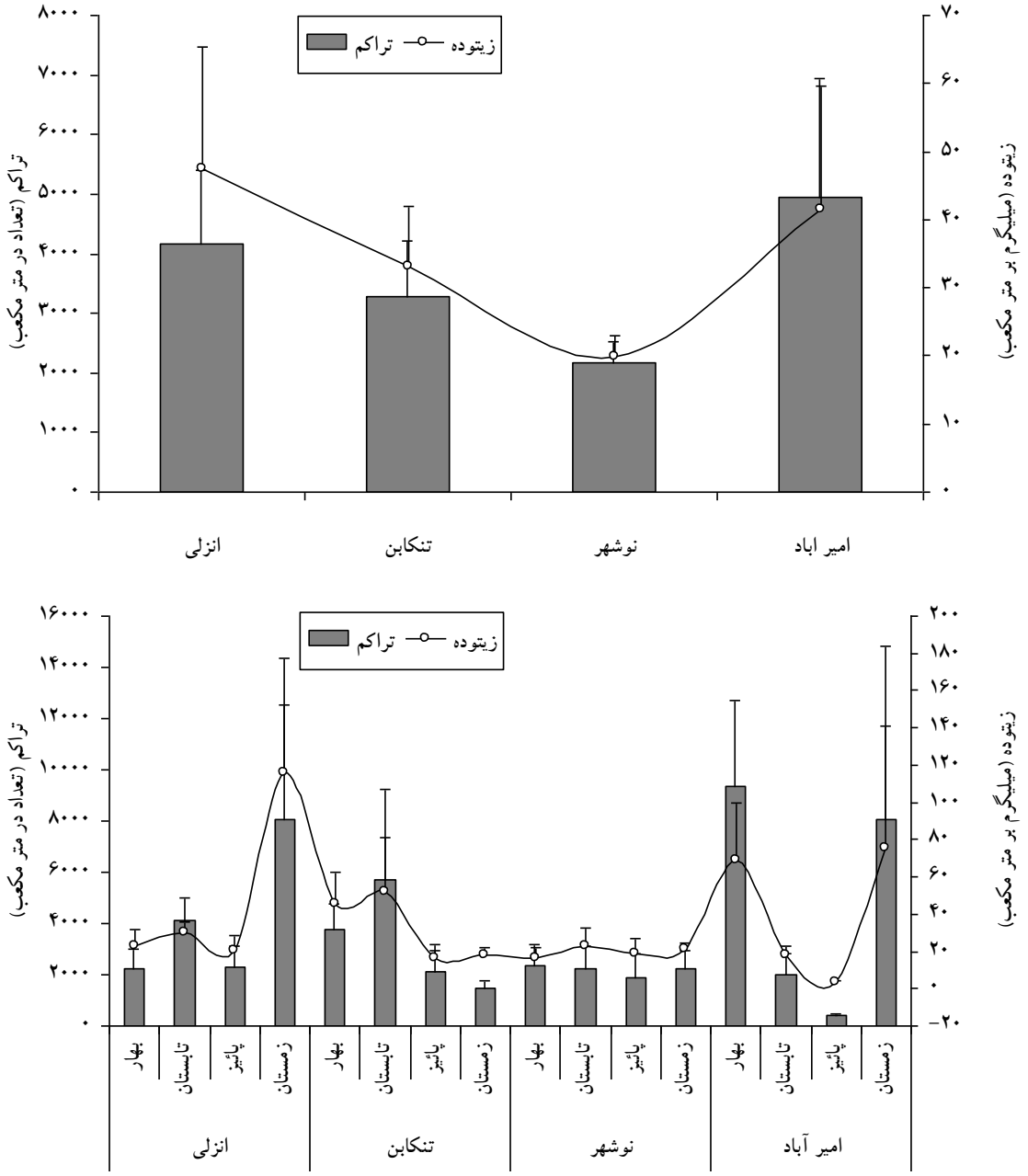




شکل ۳-۱۰: میانگین تراکم، زیتوده گروه های زئوپلانکتون در فصول و لایه های مختلف حوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۲

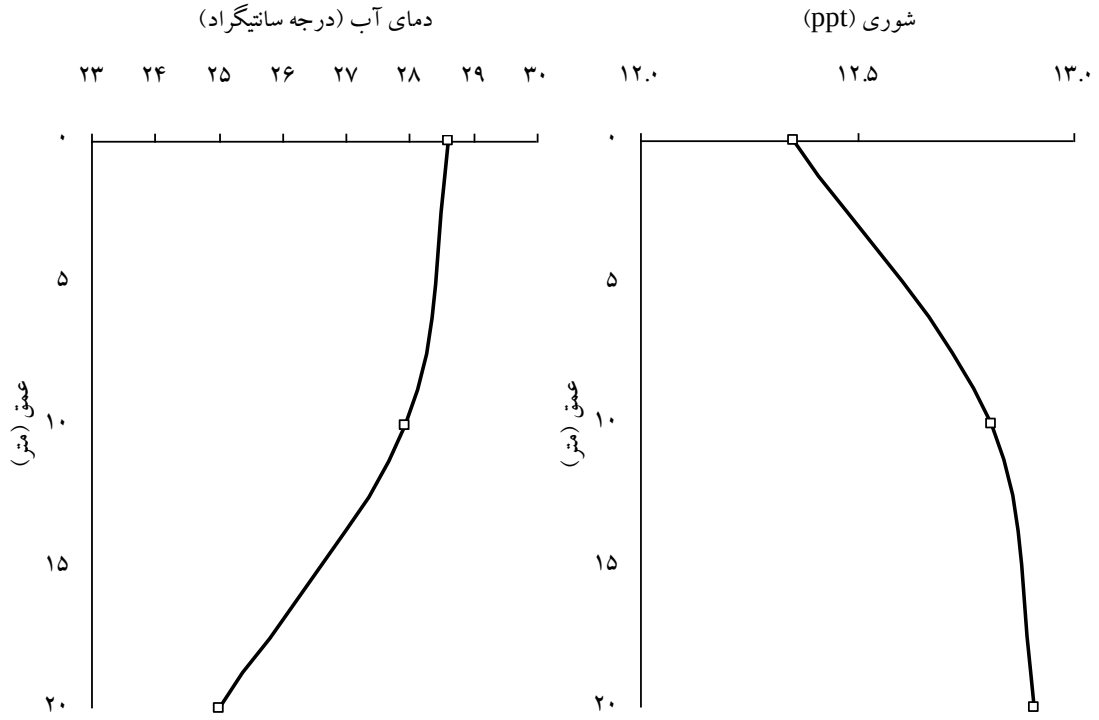
بررسی منطقه ای حوزه جنوبی دریای خزر نیز نشان داد که قسمت شرق (امیر آباد) و غرب (انزلی) به ترتیب با تراکم و زیتوده ۴۹۵۴ و ۴۱۶۲ عدد در متر مکعب و ۴۱/۵ و ۴۷/۳ میلی گرم در متر مکعب بیشترین مقدار زئوپلانکتون را داشته اند. منطقه مرکزی (نوشهر) دارای کمترین میزان تراکم و زیتوده زئوپلانکتون با ۲۱۶۴

عدد در متر مکعب و ۱۹/۸ میلی گرم بوده است (شکل ۳-۱۱). بطور کلی منطقه شرق دریای خزر در فصل زمستان و بهار دارای بیشترین میزان میانگین تراکم و زیتوده زئوپلانکتونی است (شکل ۲-۱۱)



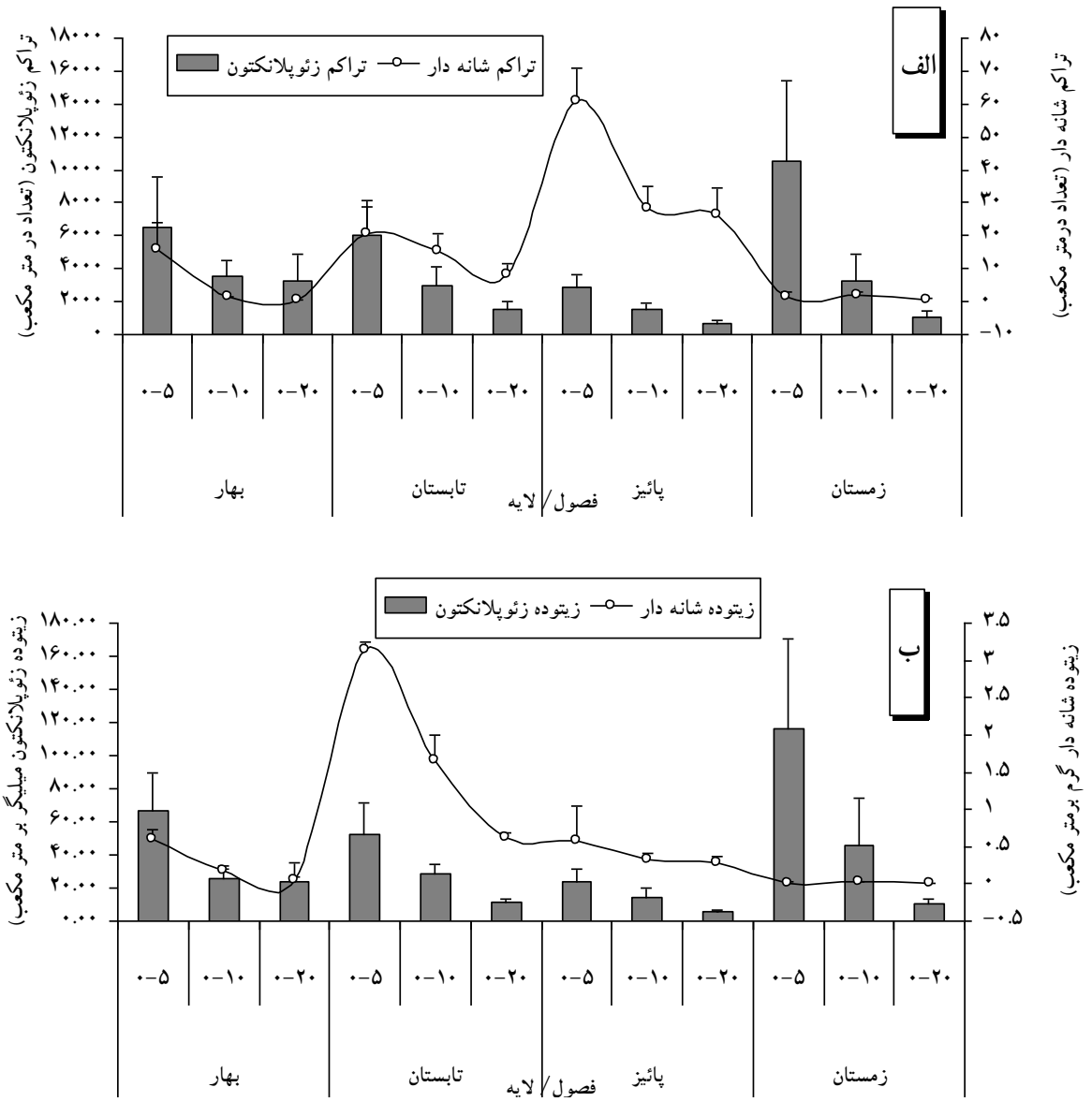
شکل ۳-۱۱- تراکم و زیتوده زئوپلانکتون در ایستگاههای مختلف حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۹۲

همچنین طی مدت مطالعه دمای متوسط آب در لایه های مختلف فصول بهار ۱°C±۱۸-۱۴، تابستان °C ۱/۰± ۲۸-۲۳ درجه سانتیگراد، پائیز°C ۱±۱۹-۱۵ و زمستان °C ۱±۱۴-۱۱ و نوسانات شوری آب حوزه جنوبی دریا ی خزر ppt۰/۰۶±۱۲/۰۵ بود (شکل ۳-۱۲).



شکل ۳-۱۲: تغییرات دمای آب و شوری در منطقه مورد مطالعه حوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۲ (فصل تابستان)

بررسی روابط متقابل شانه دار و زئوپلانکتون طی مدت مطالعه در سال ۱۳۹۲ نشان داد که در فصل بهار با گرم تر شدن دمای آب میزان زئوپلانکتون شروع به ازدیاد نموده (دامنه تغییرات تراکم زئوپلانکتون در فصل بهار: ۶۴۷۴-۳۲۶۷ عدد در متر مکعب و زیتوده آن ۶۷-۲۳ میلی گرم بر متر مکعب) و همزمان میزان شانه دار افزایش (دامنه تغییرات تراکم شانه دار در فصل بهار: ۱۵-۰/۶ عدد در متر مکعب و زیتوده آن ۰/۶-۰/۱ گرم بر متر مکعب) می یابد. در فصل تابستان شانه دار با مصرف غذای زئوپلانکتونی (تراکم و زیتوده: ۵۹۸۸-۱۵۵۹ عدد در متر مکعب و زیتوده آن ۵۲-۱۱میلی گرم بر متر مکعب)، سریعاً میزان تراکم و زیتوده شانه دار افزایش داشته (دامنه تراکم: ۲۰-۸ عدد در متر مکعب و زیتوده آن ۳/۱-۰/۶ گرم بر متر مکعب) و در فصل پائیز با مصرف بیشتر زئوپلانکتون (تراکم و زیتوده: ۲۸۸۳-۶۴۹ عدد در متر مکعب و زیتوده آن ۲۴-۶ میلی گرم بر متر مکعب) و تراکم شانه دار (۶۱-۲۷ عدد در متر مکعب) افزایش داشته ولی زیتوده آن (۰/۶-۰/۳ میلی گرم بر متر مکعب) کاهش می یابد. در فصل زمستان با کاهش شدید دمای آب (کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد) تراکم و زیتوده شانه دار (دامنه تراکم و زیتوده: ۲-۰/۵ عدد در متر مکعب و زیتوده آن ۰/۰۰۵- ۰/۰۲ گرم بر متر مکعب) بشدت کاهش یافته و کاهش میزان شانه دار فرصت مجددی را برای افزایش زئوپلانکتون (تراکم و زیتوده: ۱۰۵۷۱-۱۰۶۶ عدد در متر مکعب و زیتوده آن ۱۱۶-۱۱ میلی گرم بر متر مکعب) پدید می آورد (شکل ۳-۱۳).



شکل ۳-۱۳: تغییرات تراکم (الف) و زیتوده (ب) شانه دار و زئوپلانکتون در منطقه مورد مطالعه حوزه جنوبی دریای خزر سال ۱۳۹۲

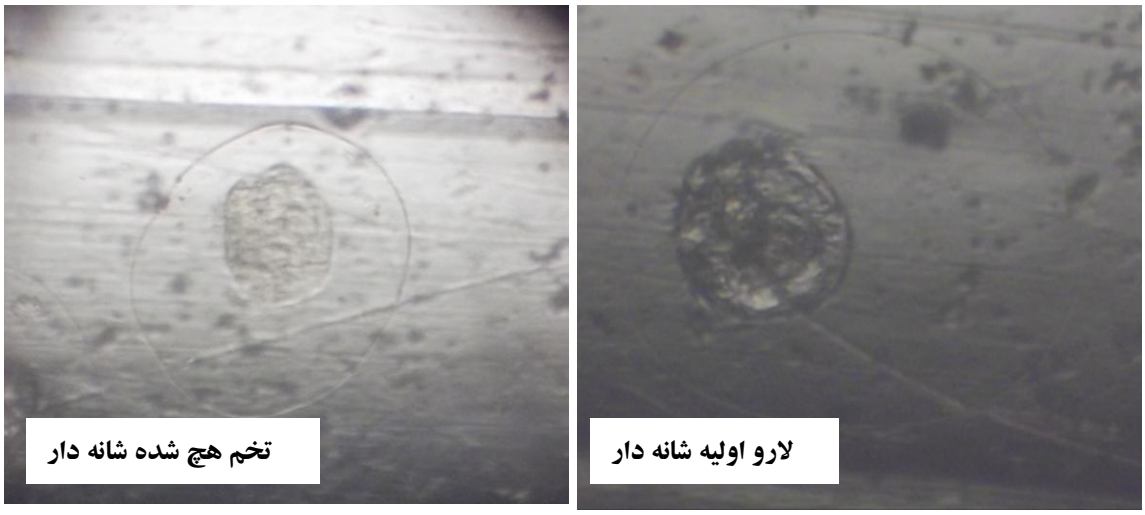
۳-۳-تکثیر شانه دار طی مدت مطالعه

نتایج حاصل از مطالعات تکثیر و هم آوری شانه دار نشان داد که نمونه های شانه دار با تغذیه از زئوپلانکتون رشد داشته که بطور متوسط ۰/۳ میلیمتر بود. ۱ نمونه از شانه داران با گروه طولی کوچک تر از ۵ میلی متر و ۲ نمونه از گروه طولی ۱۰-۱۵ میلی متر رشد نداشتند که دلیل عدم رشد ممکن است بخاطر شرایط نامناسب جانور

در اثر برخورد مداوم شانه دار با دیواره ظرف بوده که دهان شانه دار را زخمی نموده و در نتیجه ظاهر نمونه دچار بیماری قارچی گردید (مشاهده میکروسکوپی) . تخم ها و جنین های ابتدائی از نمونه های تغذیه شده توسط *Mnemiopsis* در آکواریوم با آب دریای خزر گرفته شده و در انکوباتور و پتری دیش ۱۰۰ میلی لیتر برای بررسی رشد و نمو و هچ هر ۵ ساعت مورد بررسی قرار گرفتند. در مجموع تعداد ۱۵۳ عدد تخم جمع آوری گردید که تنها ۳۱ عدد از آنها به لارو تبدیل گردیدند. مشاهدات میکروسکوپی نشان داد که تخم های شانه داران هچ شده و به لارو تبدیل شدند که متاسفانه لارو ها توانائی بالغ شدن را نداشتند. داده های ثبت شده زیر میکروسکوپ نشان داد که زمان تبدیل تخم به لارو طی ۳۰ ساعت انجام میشود (جدول ۳-۴).

جدول ۳-۴- مراحل رشد تخم و لارو شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در آب حوزه جنوبی دریای خزر در شرایط آزمایشگاهی

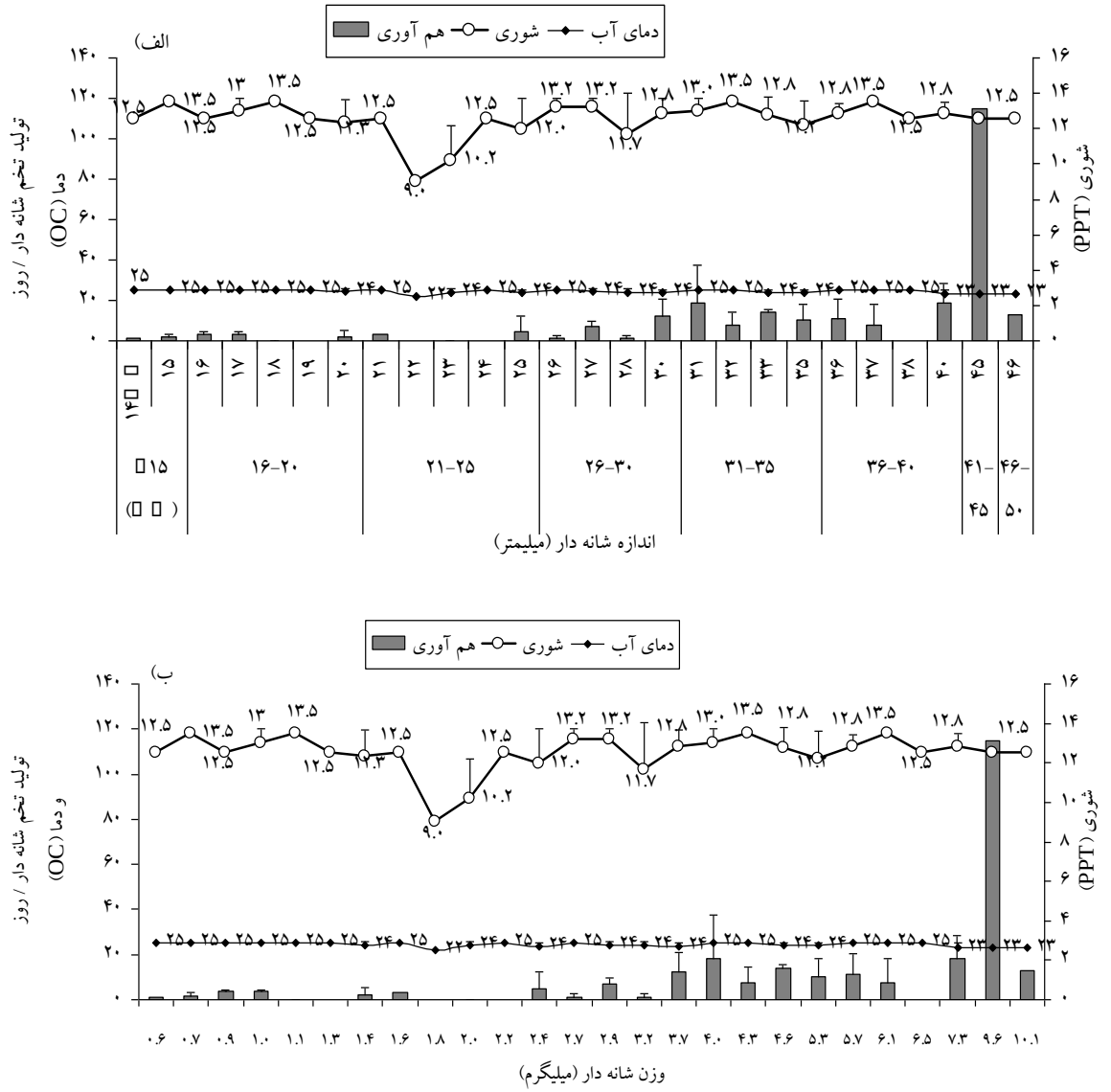
زمان تقریبی	اندازه شانه دار (لوپ تا لوپ)	مرحله رشد و توسعه شانه دار) دما25= درجه سانتیگراد(
h۰	µm۱۴۰-۱۲۰	تخم
h۱/۰	µm۱۷۰	4-cell stage (مرحله ۴ سلولی)
h۶/۰	-	Gastrulation (شروع تقسیمات سلولی یا گاسترولاسیون)
h۱۲/۰	µm۲۰۰	First appearance of ctenes (مشاهده اولین شانه)
h۱۶-۱۸	µm۳۰۰	Tentacle outgrowth (ظاهر شدن تانتاکول ها)
h۲۴-۲۱	µm۳۲۰-۲۶۰	Tentaculate stage Hatching (رشد تانتاکول ها)
	–	Lobate stage (بوجود آمدن لوپ ها)
h ۲۸	mm۲/۵-۲/۲	Meridional canal meets (ایجاد کانال گوار شی)
h ۳۰	mm +۱۶	Larval stage (تبدیل تخم توسعه یافته به لارو)



تصویر ۳-۴- تخم و لارو حاصل از تکثیر شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در آب حوزه جنوبی دریای خزر – سال ۱۳۹۲

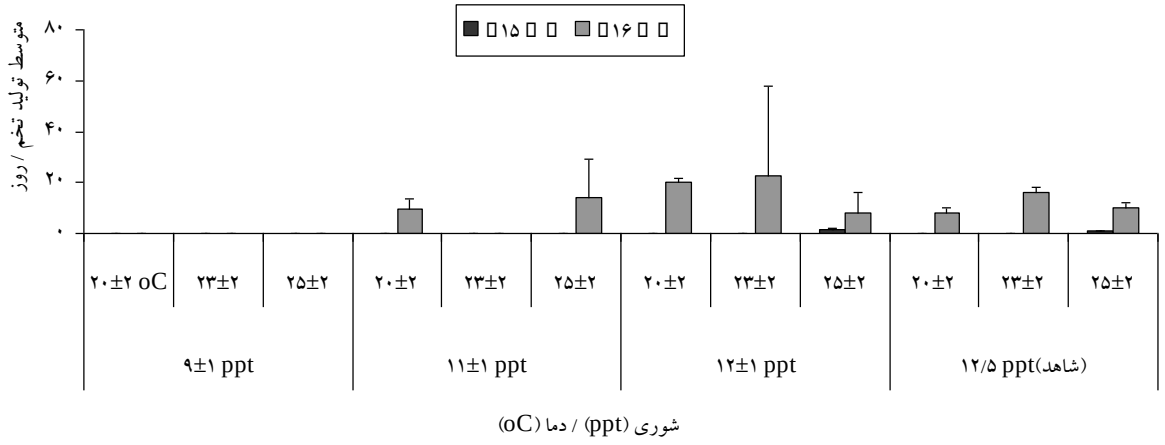
۱-۳-۳- میزان هم آوری (تولید مثل) شانه دار *Mnemiopsis leidyi*

مطالعات آزمایشگاهی تولید مثل شانه دار در دماها و شوری های مختلف نشان داد که بطور متوسط ۱۲ عدد تخم در روز در هر شانه دار تولید می شود. بیشترین میزان تخم ریزی (هم آوری) شانه دار با ۱۱۵ عدد تخم در روز برای نمونه های ۴۵-۴۱میلیمتر (۹/۷-۰/۷ گرم) به ثبت رسید که با افزایش اندازه میزان تخم ریزی افزایش یافت (شکل ۳-۱۴).



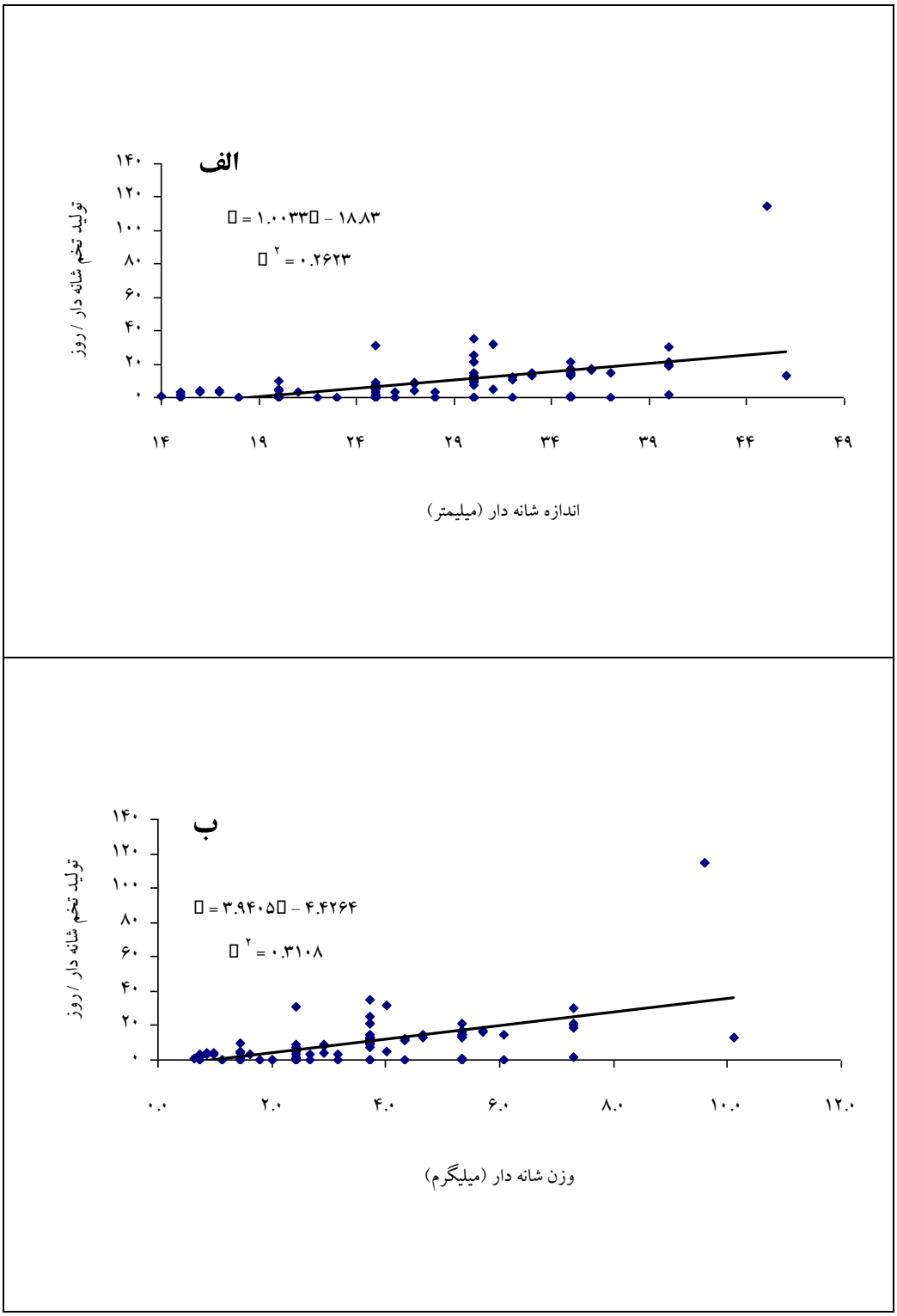
شکل ۳-۱۴: تولید تخم (میزان هم آوری) شانه دار الف) در اندازه های مختلف در دما و شوری های مورد مطالعه آب حوزه جنوبی دریای خزر

بررسی میزان هم آوری شانه دار در تیمارهای مختلف نشان داد که اختلاف معنی داری بین دما و تعداد تخم و همچنین شوری و تعداد تخم وجود دارد (جدول ۱ ضمیمه، P.<۰/۰۱). بطوریکه بر اساس شکل ۳-۱۵، در شوری ۹±۱ppt، در سه تیمار دمایی ۲۰±۲oC، ۲۳±۲oC و ۲۵±۲oC شانه دار با طول های مختلف هیچگونه تخم ریزی انجام نداده در حالیکه در شوری های بیشتر از ۱۰ppt شروع به تخم ریزی کرد. .از طرفی مشخص گردید که شانه دارهایی با اندازه طولی کوچک تر از ۱۵ میلیمتر تنها در شوری ppt ۱±۱۲ قادر به تخم ریزی بوده در حالیکه تخم ریزی شانه دارهایی با طول بیش از ۱۶ میلیمتر در شوری ۱±۱۱ppt صورت گرفت (شکل 3-5). تعداد متوسط تخم ریزی شانه دار M. leidyi در شوری ۱۱ppt در دمای oC ۲۵ تقریباً دو برابر شوری ۱۲ppt بوده (۱۴ عدد تخم در روز) در حالیکه در شوری ۱۲ppt در دمای oC ۲۳ تقریبا میزان تعداد تخم ۲/۵ برابر دمای۲۵oC و یک برابر دمای۲۰oC به ثبت رسید. بیشترین تعداد تخم شانه دار در دمای ۲۳ و شوری ۱±۱۲ppt با ۲۲/۸±۳۵/۳ عدد تخم در روز مشاهده گردید (شکل ۳-۱۵).



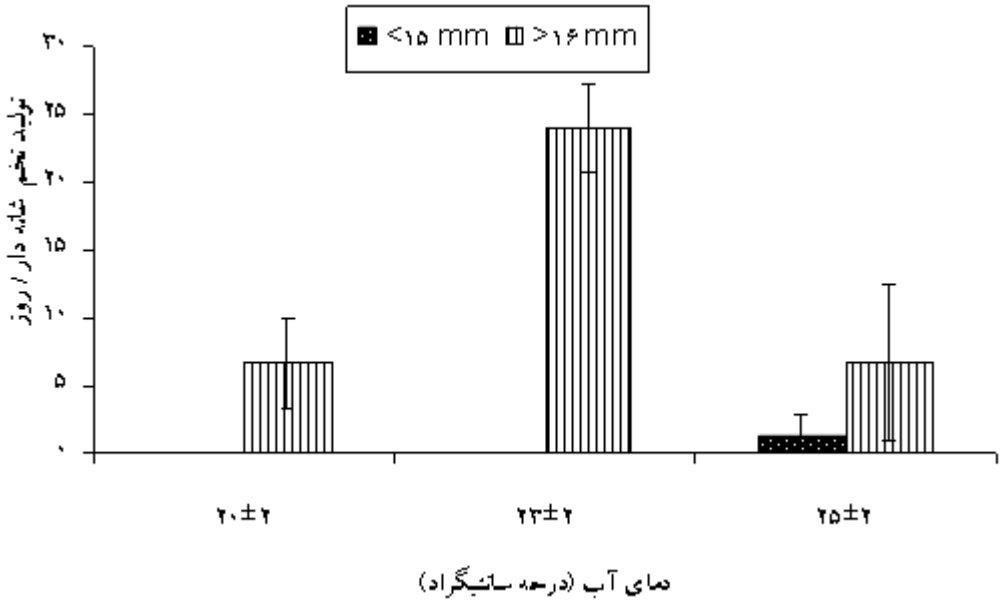
شکل ۳-۱۵: تولید تخم شانه دار در تیمارهای دمایی و شوری های مختلف آب حوزه جنوبی دریای خزر

همچنین میزان هم آوری شانه دار با اندازه و وزن شانه دار رابطه مستقیمی دارد که با افزایش اندازه از بیش ۱۶ میلیمتر و وزن ۰/۷ گرم تعداد تخم ها در روز افزایش پیدا می کند (شکل ۳-۱۶- الف و ب).



شکل ۳-۱۶: رگرسیون بین هم آوری شانه دار با الف) اندازه و ب) وزن شانه دار در آب حوزه جنوبی دریای خزر

در مجموع بررسی مقایسه ای اثر دمای آب در سه تیمار مختلف نشان داد که شانه دارهایی با اندازه کوچک تر از ۱۵ میلیمتر تنها در دمای ۲°C±۲۵ قادر به تخم ریزی بوده و در دمای پایین تز از ۲۵°C نمی توانند در آزمایشگاه تخم ریزی کنند. در حالیکه شانه دارهایی با اندازه طولی بزرگتر از ۱۶ میلیمتر قادر به تخم ریزی در دمای بالاتر از ۲°C±۲۰ بوده و در آبهایی با دمای ۲°C±۲۳ بیشترین میزان هم آوری را دارند (متوسط ۳/۳±۲۴/۰ عدد تخم در روز) (شکل ۳-۱۷و جدول ۳-۵).



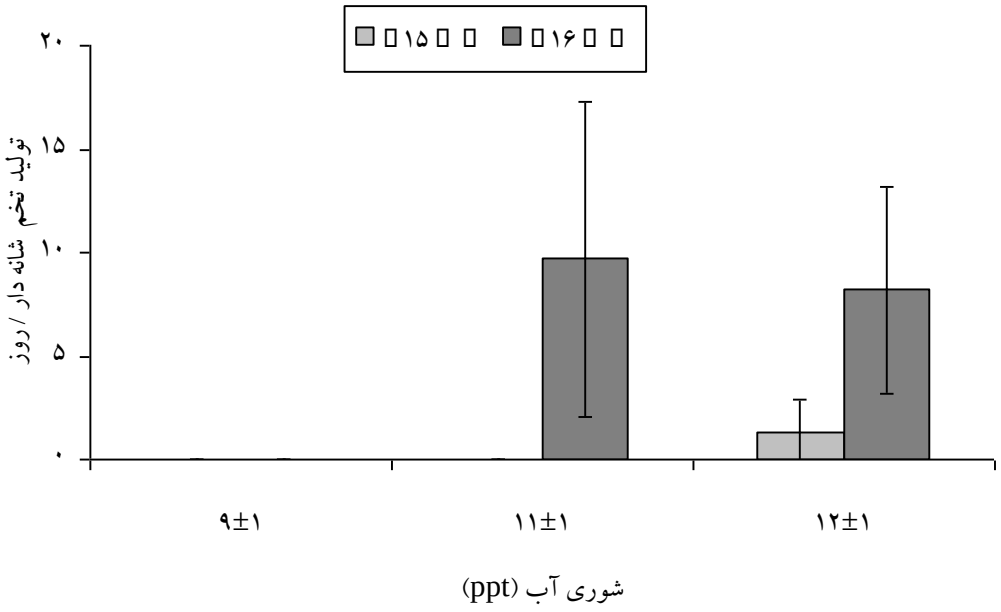
شکل ۳-۱۷: مقایسه تیمار دمای آب و اندازه شانه دار در میزان هم آوری شانه دار حوزه جنوبی دریای خزر

جدول ۳-۵: اثر اندازه شانه دار و دمای آب بر هم آوری *Mnemiopsis leidyi* حوزه جنوبی دریای خزر

	اندازه شانه دار (میلی متر) تعداد تخم / روز			
دما	mm۱۵<	SD	mm۱۶>	SD
20±2	۰	۰	۶/۷	۳/۳
23±2	۰	۰	۲۴/۰	۳/۳
25±2	۱/۳	۱/۵	۶/۷	۵/۷

بررسی مقایسه ای اثر سه تیمار شوری آب مختلف در میزان هم آوری شانه دار نیز نشان داد که این جانور هرگز در شوری کمتر از ppt ۱۱ قادر به تخم ریزی نبود. شانه دارهایی با فراوانی طولی کمتر از ۱۵ میلیمتر تنها در شوری ppt۱±۱۲ به میزان یک هشتم (متوسط ۱/۵±۱/۳ عدد تخم در روز) نمونه های بزرگتر از ۱۶ میلیمتر تخم ریزی می کنند. بررسی میزان هم آوری شانه دارهایی با گروه طولی بیش از ۱۶ میلیمتر نیز نشان داد که بیشترین

میزان تخم ریزی این جانور در شوری ppt۱±۱۱ بود (متوسط ۷/۶±۹/۷ عدد تخم در روز). بررسی آماری نشان داد که اختلاف معنی داری در میزان هم آوری شانه دار در شوری های مختلف وجود دارد، در حالیکه تخم ریزی در شورهای بیش از ppt۱۱ اختلاف معنی داری را نشان نمی دهد (P>۰/۰۵) (شکل ۳- ۱۸و جدول ۳-۵).



شکل ۳-۱۸- اثر شکل ۳-۱۸- مقایسه ای تیمار شوری آب و اندازه در میزان هم آوری شانه دار حوزه جنوبی دریای خزر

جدول ۳-۵: اثر اندازه شانه دار و شوری آب بر هم آوری *Mnemiopsis leidyi* حوزه جنوبی دریای خزر

شوری/ اندازه شانه دار	تعداد تخم /روز			
	mm ۱۵<	SD	mm۱۶>	SD
۹±۱	۰	۰	۰	۰
۱۱±۱	۰	۰	۹/۷	۷/۶
۱۲±۱	۱/۳	۰/۹	۸/۲	۵/۰

٤- بحث

با توجه به اینکه شانه دار دارای اثر تخریبی بر روی برخی از موجودات پلانکتونی از جمله زئوپلانکتون می باشد که براساس اطلاعات موجود زئوپلانکتونها بعنوان غذای اصلی این گونه شناخته شده (Karpyuk et al., 2004; Bagheri et al., 2008) و در سالهای اخیر باعث کاهش جمعیت آنها گردیده است. بطوری که میزان تراکم و زیتوده زئوپلانکتون به ترتیب از ۴۱۹۹۵ عدد در متر مکعب و ۳۲۳/۶ میلی گرم در متر مکعب در سال ۱۳۷۵ به ۴۵۶۸ عدد در متر مکعب و ۳۴/۸ گرم در متر مکعب در سال ۱۳۸۹ کاهش یافته است جائیکه بعد از حدود ۱۴ سال میزان تراکم زئوپلانکتون حدود ۸۹/۱ درصد و میزان زیتوده حدود ۸۹/۲ درصد کاهش داشته است. علاوه بر این از نظر تنوع گونه ای زئوپلانکتون دارای ضریب تغییرات کاهش ۵۸/۳ درصدی بوده است. تنوع گونه ای زئوپلانکتون از ۳۶ گونه در سال ۱۳۷۵ به ۱۵ گونه در سال ۱۳۸۹ تقلیل یافت (روحی و همکاران ۱۳۹۱، Roohi et al., 2010).

در سالهای قبل از ورود شانه دار ۳ زیر راسته Calanoida، Harpacticoida وCyclopoida (از راسته Copepoda) در دریای خزر وجود داشتند که دو جنس *Eurytemora* و *Acartia* جمعیت غالب زیر راسته Calanoida را در سال ۱۳۷۵ تشکیل می و در حال حاضر تنها گونه *Acartia tonsa* جمعیت پاروپایان را در دریای خزر به خود اختصاص داده است که جمعیت غالب زئوپلانکتون دریا نیز شده است دادند (روشن طبری و همکاران ،۱۳۹۲). همچنین در سال ۱۳۷۵ قبل از ورود *M. leidyi* ۲۹ گونه از Cladocera در دریای خزر وجود داشت که پس از ورود *M. leidyi* در سال ۱۳۸۰ Cladocera به ۱گونه (گونه *Podonpoly phemoides* (Roohi et al., 2010) و ۲ گونه *Podonpoly phemoides* و *Evadne anonyx*) کاهش داشت (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۲ و ۱۳۸۲). بنابراین، با افزایش زیتوده و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و تغییر گونه‌های غالب آنها بویژه کاهش *Rhizosolenia calcar-avis* بعنوان مهمترین گونه غالب خزر جنوبی از دیاتومه‌ها و افزایش سیانوباکترها و دینوفلاژله‌ها، (براساس گزارش ها گونه های فیتوپلانکتون در سال ۱۳۹۲ از گونه های گروه سیانوفیت ها (Cyanophyta) و بعضا گروه کلروفیتا (Chlorophyta) بودند که نسبت به گروه کریزوفیتا (Chrysophyta) ارزش غذایی کمی دارند و ضمنا زئوپلانکتونها اغلب از گروه کریزوفیتا تغذیه میکنند که در دریای خزر تراکم آنها کم شده است (مخلوق و همکاران، ؟؟؟؟، در دست انتشار) کاهش جانوران در سطوح غذایی بالاتر از جمله کاهش زئوپلانکتون ها و بالطبع ذخایرکیلکا ماهیان و تغییر نسبت آنها اشاره کرد (Roohi et al., 2010، Ganjian Khenari, 2010, 2011، Fazli, 2011، Nasrollazadeh et al., 2008).

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،۱۳۸۶، ۱۳۸۸، ۱۳۹۰، ۱۳۹۱، ۱۳۹۲؛باقری و همکاران ، ۱۳۸۴ ; رستمیان و همکاران، ۱۳۹۰ ; مکرمی و همکاران، ۱۳۹۲ ; Kideys ; Kideys and Moghim, 2003; Shiganova *et al*., 2003 ; Roohi *et al*., 2008, 2010, 2013

Bagheri *et* al., 2008 ; Shiganova *et al*., 2004 ; *et al*., 2008). از اینرو ارزیابی ADR، وضعیت شانه دار طی سال های ۸۸-۱۳۸۰ در گروه E (شانه دار در همه ایستگاه های مورد نمونه برداری) ارزیابی شد و سال ۱۳۸۹ درصد زیتوده نسبی کاهش و ADR در گروه D ارزیابی گردید. بنابراین سال ۱۳۸۰ که زیتوده نسبی شانه دار بیش از ۹۰ درصد می باشد تهاجم شانه دار در مرحله گسترش و سال های بعد (۸۷-۱۳۸۱) با توجه کاهش و افزایش متناوب و سپس روند کاهشی (۸۹-۱۳۸۷) مرحله سازگاری ارزیابی شد (اسلامی و همکاران، ۱۳۹۴; فضلی و همکاران، ۱۳۹۴).

شانه دار *M. leidyi* از گروه زئوپلانکتون‌ها بوده و دارای ۲ مرحله تکاملی لاروی (با اندازه 15> میلیمتر) و بلوغ (Lobate، با اندازه 16> میلیمتر) می باشد (Sullivan and Gifford, 2004). این شانه‌دار با توجه به ویژگی تغذیه ای آن (یک شکارچی پلانکتون خوار با محدوده وسیعی از شکار)، مقاومت بالا به شرایط محیطی، همآوری بالا، کوتاه بودن دوره تولیدمثل و ظرفیت خود لقاحی می تواند به سرعت در یک اکوسیستم افزایش یابد (Mirzajani et al., 2007، Roohi et al., 2010). شانه‌دار *M. leidyi* هم از طریق کاهش جامعه زئوپلانکتونی و هم از طریق رهاسازی مواد مغذی می تواند سبب بروز تغییرات زیادی در اکوسیستم ساحلی خزر جنوبی شود (Roohi et al., 2008). با وجود اینکه فراوانی شانه‌دار *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 شکل پایدار و موثر باقی بماند (Reeve et al., 1978، Purcell et al., 2001، Purcell, 2005، Kideys et al., 2004، Roohi et al., 2010).

مطالعات اخیر در جنوب دریای خزر نشان داد که تراکم شانه دار *M. leidyi* در فصول گرم (تابستان و پائیز) افزایش داشته که این پدیده اغلب در اوایل شروع تهاجم شانه دار (سال ۱۳۸۰، روحی و همکاران، ۱۳۸۶) بیشتر مشهود بوده و در سال ۱۳۹۲ نیز بیشترین میزان تراکم شانه دار در فصل پائیز و سپس در فصل تابستان مشاهده گردید (شکل ۳-۱). همچنین مطالعات سال ۱۳۹۲ جمعیت شانه دار *M. leidyi* در فصول تابستان ـ پائیز نشان داد که در منطقه نورگیر ساحلی تراکم و زیتوده آن نسبت به اوایل ورود (سال های ۸۳-۱۳۸۱) به میزان بیش از ۹۵٪ کاهش یافت (۸۳۱±۶۷۴ عدد در متر مکعب و ۴۱/۴±۴۸/۱ گرم در متر مکعب در سال ۱۳۸۰ به ۵±۱۵ عدد در متر مکعب و ۰/۱±۰/۷ گرم در متر مکعب در سال ۱۳۹۲). بنظر میرسد که دلایل کاهش جمعیت شانه دار در دریای خزر با توجه به بسته بودن این اکوسیستم اثرات شانه دار بر روی جامعه زئوپلانکتون و ناشی از کمبود زئوپلانکتون خوراکی باشد (Roohi *et al*., 2013، اسلامی و همکاران، ۱۳۹۴).

یکی از عواملی که موجب تحول عظیم و گسترش سریع شانه دار *M. leidyi* در دریای سیاه که حتی در آبهای محیط بومی در مناطق مصبی آمریکای شمالی مشاهده نشد ، عدم وجود یک شکارچی کنترل کننده جمعیت آن بود (Purcell et al., 2001). بررسی طولانی مدت پلانکتون های ژلاتینی در دریای خزر نیز نشان دارد که تا کنون

بغیر از *M. leidyi*، شانه دار دیگری مشاهده نگردید (رستمیان، ۱۳۹۰، Karpyuk et al., 2004; Roohi et al., 2013, CEP, 2005). از دیگر عواملی که منجر به موفقیت تشکیل کلنی های بزرگ شانه دار در اوایل ورود به هر اکوسیستم جدید گردیده، 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 (Bij de Vaate et al., 2002; Roohi et al., 2010; Finenko et al., 2006).

بر اساس مطالعات Karpyuk و همکاران (۲۰۰۴) و Bagheri و همکاران (۲۰۰۸) غذای اصلی شانه دار در دریای خزر مراحل ناپلیوسی (نوازدی)، copepodites و بالغین گونه *A. tonsa* (۶۶٪) و لارو دو کفه ایها (۱۳٪) است. در مطالعات اخیر (Roohi *et al*., 2013) نیز اغلب نمونه های شانه دار هائی که توسط دست و یا از طریق غواصی از ستون های مختلف آب حوزه جنوبی دریای خزر جمع آوری شده بودند اگرچه دارای محتویات شکم خالی بودند که احتمالاً حاکی از گرسنگی زیاد آنها بوده اما با این وجود مراحل copepodites و بالغین گونه *A. tonsa* (مراحل IV-VI) و گردتنان (Rotifer) بترتیب با ۹۰٪ و ۱۰٪ بیشترین طیف ترکیب غذائی را تشکیل داده بودند. شانه دار *Mnemiopsis* میتواند مقادیر زیادی از زئوپلانکتونها را شکار کند اگرچه بررسی های نرخ تغذیه ای بر اساس داده های میدانی (دریائی) بسیار اندک است. با این حال، کاهش هم آوری شانه داران بر اثر سوء هاضم و کمبود شدید مواد غذائی کاملاً مشخص شده است (Shiganova *et al*., 2004). از طرف دیگر، بررسی های آزمایشگاهی نشان داد که اگرچه شانه دار *M. leidyi* از طیف وسیعی از زئوپلانکتون ها تغذیه میکند ولی در نوع تغذیه انتخابی عمل میکند (Roohi *et al*., 2013). لذا با کاهش شدید زئوپلانکتون ها در سال های اخیر و بعد از ورود شانه دار (فاطمی و همکاران،۱۳۹۲) نسبت به سال های قبل از ورود شانه دار در سال ۱۳۷۵ (حسینی و همکاران، 1390) میتوان اظهار داشت که یکی از دلایل ماندگاری شانه دار در دریای خزر وجود برخی از گونه های زئوپلانکتونی که قادر به تکثیر و رشد و نمو سریع بوده که گونه *A. tonsa* یکی از گونه های مهم زئوپلانکتونی محسوب می شود (روحی و همکاران، ۱۳۹۴) که هم اکنون بیش از ۸۰ درصد جمعیت زئوپلانکتون حوزه جنوبی را تشکیل داده است.

مطالعات اخیر در جنوب دریای خزر نشان داد که تراکم شانه دار *M. leidyi* بسمت فصل تابستان افزایش داشته که این پدیده مخصوصا در اوایل شروع تهاجم بیشتر مشهود بوده و با این حال با تراکم کمتر باقی ماند که این امر با داده های بدست آمده در تحقیق حاضر مطابقت دارد (شکل 3-۱). همچنین مطالعات اخیر نیز نشان داد که جمعیت شانه دار *M. leidyi* در فصل تابستان بیش از بهار بوده که در منطقه ساحلی فراوانی آن بیشتر است. توزیع فراوانی طولی شانه دار بیانگر این است در حالیکه ۸۳٪ جمعیت آن از موجودات لاروی و نابالغ تشکیل شده اند، تنها کمتر از ۱۷٪ متعلق به گروه بالغین شانه دار می باشد (شکل ۳-۲). از طرفی بزرگترین اندازه شانه ار طی مدت مطالعه ۴۵ میلیمتر بوده در حالیکه بزرگترین اندازه شانه دار دریای خزر در حوزه جنوبی ۷۰ میلیمتر طول

داشته (Roohi et al., 2010) که طی شهریور سال ۱۳۸۱ شناسائی گردید و فراوانی طولی شانه دار طی مطالعات گذشته نشان داد که ۹۵٪ جمعیت این جانور را اندازه ۱۵-۰ میلیمتر تشکیل دادند (Roohi et al., 2008). .

از نظر فراوانی طولی، شانه دار دریای خزر بسیار کوچکتر از دریای سیاه است ، بزرگترین اندازه جمع آوری شده در شمال دریای خزر ۴۸ میلیمتر(Shiganova et al,. 2001) و در سواحل جنوب شرقی ۶۴ میلیمتر (باقری و همکاران ،۱۳۸۴) و در این تحقیق ۵۰ میلی متر بوده، در حالیکه بیش از ۹۰٪ شانه دار را نمونه هائی با اندازه کوچکتر از ۱۰ میلیمتر تشکیل داده است. در دریای سیاه طول شانه‌دار به ۱۲۰ میلیمتر(Kideys et al,. 2001) تا ۱۸۰ میلیمتر (Shiganova et al., 1998) نیز می رسد. کوچک بودن اندازه شانه دار در دریای خزر ارتباط با کم بودن شوری آب دریای خزر (بطور متوسط شوری در دریای خزر ppt ۱۲ و در دریای سیاه ppt۲۲-۱۸) دارد (Shiganova et al., 2001). تجزیه تحلیل داده های فراوانی طولی در این بررسی نشان داد که وضعیت فوق در دریای خزر از چنین روندی پیروی می کند زیرا که حداکثر طول شانه دار صید شده ۶۰-۵۵ میلیمتر بوده و حداکثر شوری آب در قسمت جنوبی دریای خزر ۱۳/۲۳ گرم در هزار می باشد (بایرامی و همکاران، ۱۳۸۲). از طرفی البته کوچک بودن اندازه شانه دار را تنها نمی توان به شوری نسبت داد ، شاید اندازه شانه دار به اندازه غذای در دسترس نیز ارتباط داشته باشد.

جمعیت غالب شانه دار دریای خزر را افراد کوچکتر از ۱۰ میلیمتر تشکیل میدهد (روحی و همکاران ،۱۳۸۶; باقری و همکاران ، ۱۳۸۴ ; Kideys and Moghim 2003). بالا بودن شدت تولید مثل و بلوغ لاروی شانه دار در دریای خزر عامل مهم در افزایش جمعیت گروه طولی کوچک می باشد (Bagheri and Kideys, 2003). Vinogradov و همکاران در سال ۱۹۸۹ و Volovik و همکاران در سال ۱۹۹۸ تغییرات مشابهی را در ساختار طولی شانه دار یافتند بطوریکه در دریای سیاه نیز افراد جوان (کوچکتر از ۱۰ میلی متر) حداکثر فراوانی را در فصل تابستان داشته است . تولید مثل زیاد، کاهش غذای در دسترس و شوری مهمترین عامل در کاهش طول شانه دار در فصول گرم سال می باشد ، همچنین عدم تغذیه شانه دار در فصول اواخر پائیز و زمستان عامل دیگری در کوچک بودن اندازه این Ctenophore بوده ، بطوریکه در فصل بهار با گرم شدن آب شانه دار شروع به رشد و نمو نموده و افزایش طول پیدا خواهد کرد (Mutlu, 1999). یافته های فوق با نتایج بدست آمده در خصوص گروههای طولی در منطقه جنوبی دریای خزر طی سال ۱۳۹۲ در خصوص گروههای طولی همخوانی دارد.

بررسی توالی زمانی (فصلی) شانه دار نیز نشان میدهد که جانوران بااندازه کوچک و در مرحله نوزادی در طول زمستان و پائیز بسیار بیشترازبقیه فصول است در حالیکه جانوران بالغ شانه دار طی فصل تابستان بیش از سایر فصول می باشد(شکل ۳-۸).

بررسی چرخه زندگی شانه دار *M. leidyi* در منطقه جنوبی دریای خزر نشان میدهد که شروع رشد آن از فصل بهار شروع می شود و با افزایش دمای آب، شوری مناسب و غذای زئوپلانکتونی در دسترس در فصل تابستان تکثیر سریع را آغاز نموده و تا پائیز ادامه می یابد و سپس در فصل زمستان به حداقل میزان می رسد (شکل ۳-

۹). بهرحال، چرخه زندگی شانه دار در دریای خزر به گونه ای است که در فصل بهار موجودات بالغ حاصل از بقاء در فصل زمستان شروع به زاد و ولد نموده و در فصل تابستان با فراهم بودن دمای آب مناسب (۳۰-۲۵ درجه سانتیگراد) و غذای مورد نیاز (خصوصاً زئوپلانکتونهای گروه Copepoda و Cladocera) سریعاً تکثیر نموده و بدین علت گروههای کوچک زیادی از این شانه دار را در این فصل مشاهده می کنیم که تا اواسط پائیز نیز ادامه خواهد داشت. سپس در فصل زمستان مجدّداً با کاهش دمای آب (۱۵-۸ درجه سانتیگراد) از فراوانی شانه دار کاسته می شود. بدین ترتیب توالی این شانه دار شکل می گیرد که این چرخه طی سال ۱۳۹۲ تکرار گردید (روحی و همکاران، ۱۳۸۶).

بر اساس مطالعات Shiganova و همکاران (۲۰۰۱) بدلیل وجود گردش آب از شمال غربی به جنوب شرقی سبب کاهش سریع دما و انتقال آن به قسمت جنوبی خواهد شد. . تغییرات دمائی طی دوره مطالعه به نحوی است که با افزایش عمق در طی فصول اواخر بهار، تابستان و اوایل پائیز در عمق بیش از ۲۰ متر شاهد بروز لایه ترموکلاین بوده که در تمام مناطق یکسان نبوده و از لایه ۵۰-۲۰ متر امتداد دارد. همچنین بر اساس مطالعات روحی و همکاران (۲۰۱۰) و باقری و همکاران (۱۳۸۴) نیز حداکثر دمای آب را ۳۲ (در جنوب شرقی دریای خزر) و ۲۹/۹ درجه سانتیگراد (در جنوب غربی دریای خزر) گزارش نمودند. همچنین کمترین میزان دمای آب طی فصل زمستان بین ۴/۵ تا ۷/۳ درجه سانتیگراد بوده است.

در این تحقیق، مطالعات آزمایشگاهی تولید مثل شانه دار *Mnemiopsis* در شوری ها و دمای آب مختلف نشان داد که هم آوری این جانور بطور متوسط ۱۲ عدد تخم در روز بوده که بیشترین میزان تخم ریزی شانه دار با ۱۱۵ عدد تخم در روز برای نمونه های ۴۶-۱۵ میلیمتر (۹/۷-۰/۷ گرم) بوده است (شکل ۳-۴)، درحالیکه Shiganova و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که زمانی که طول شانه دار به اندازه ۱۶ میلیمتر میرسد قادر به تخمریزی بوده و متوسط تعداد تخم در هر روز ۱۱۷۴ عدد و بیشترین میزان آن ۲۸۲۴ عدد تخم در روز در شانه دارهائی با طول ۳۹-۳۰ میلیمتر و وزن حدود ۲/۷-۲/۰ گرم است. مقایسه داده های این تحقیق با Shiganova و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که میزان هم آوری شانه دار *Mnemiopsis* از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ حدود ۸۸٪ کاهش داشته (شکل ۳-۶ تا ۳-۸) که می تواند ناشی از شرایط نامطلوب دریای خزر از جمله کاهش مواد غذائی در دسترس (زئوپلانکتون) باشد. بر اساس مطالعات Zaika and Revkov در سال ۱۹۹۴، هم آوری شانه دار *Mnemiopsis* در دریای اژه (Aegean) (متوسط ۴۴۸-۴۰۰ عدد تخم در روز) کمتر از دریای سیاه (متوسط ۳۰۰۰-۲۰۰۰ عدد تخم در روز) بوده که آنها به این حقیقت که کاهش باروری ناشی از کمتر بودن محتویات شکم (تغذیه) شانه دار در دریای اژه است اشاره داشتند. Shiganova و همکاران (۲۰۰۴) نیز به اثر کاهش مواد غذائی در دسترس (زئوپلانکتون) برای تغذیه شانه دار *Mnemiopsis* در مطالعات خود دست یافتند. همچنین تحقیق دیگری بر روی شانه دار *Bolinopsis vitrea* (از ژله ماهیان) نشان داد که هم آوری ضعیف (۹۶-۱۲ عدد تخم در روز) احتمالاً در اثر کاهش تراکم غذا در محتویات معده این شانه دار بوده است (Shiganova et al., 2004).

در حوزه جنوبی دریای خزر، بر اساس مطالعات صورت گرفته (Roohi *et al*., 2010، فاطمی و همکاران ،۱۳۹۲) بیشترین تراکم گونه زئوپلانکتون های مربوط به *Acartia tonsa* بوده که در گذشته این گونه وجود نداشته و احتمالا از طریق آب توازن کشتی ها از طریق دریای سیاه وارد دریای خزر گردید (Kurashova and Abdullaeva, 1984). از طرفی شانه دار *Mnemiopsis* نیز گروه پاروپایان (copepoda) و آنتن منشعبان (Cladocera) را برای تغذیه ترجیح میدهد که انرژی بیشتری دارند (عبدالله زاده کلانتری و همکاران، ۱۳۹۱، Reeve et al., 1989). بر اساس مطالعات Karpyuk و همکاران (۲۰۰۴) و Bagheri و همکاران (۲۰۰۸) غذای اصلی شانه دار در دریای خزر مراحل ناپلیوسی (نوازدی)، copepodites و بالغین گونه *A. tonsa* (۶۶٪) و لارو دو کفه ایها (۱۳٪) است. در مطالعات اخیر جهت بررسی تغذیه شانه دار در حوزه جنوبی دریای خزر نیز مشخص شد که اغلب نمونه های شانه دار هائی که توسط دست و یا از طریق غواصی جمع آوری شده بودند دارای محتویات شکم خالی بودند که حاکی از گرسنگی زیاد آنها بود و نمونه های شانه داری که دارای محتویات تغذیه ایی بودند اغلب شامل مراحل زندگی نوزادی یا ناپلیوسی و کوپه پودید *A. tonsa* بوده اند (باقریان فرح آبادی، ۱۳۹۰). مطلوب بودن ترکیبات شیمیایی *Mnemiopsis* در اکوسیستم های آبی مختلف بیانگر دسترسی این موجود به غذای کافی می باشد. بعنوان مثال، شانه دارانی که حاوی مقادیر زیادی گلیکوژن، لیپدها و.... بودند نشانگر شرایط مطلوب غذایی آنها بوده است (Annensky, 1994) . مثلاً وجود موم در بدن *Mnemiopsis* موید اهمیت غذایی پاروپایان برای این گونه در دریای سیاه گزارش شده است. بهرحال، بالا بودن میزان گلیکوژن و لیپدهای ذخیره در بدن *Mnemiopsis* بستگی به میزان فراوانی موجودات غذایی آن منطقه دارد بطوریکه زمانی مقدار گلیکوژن در بدن شانه دار افزایش می یابد که پراکنش آنها کمتر و شرایط غذایی (زئوپلانکتونها) مناسب باشد. از این رو از داده های مربوط به ترکیبات بیوشیمیایی بدن شانه دار میتوان بعنوان شاخصی جهت بررسی وضعیت تغذیه شانه دار استفاده نمود (Tzikhon-Lukanhna et al., 1992). مقایسه ترکیب شیمیایی بدن شانه دار *M. leidyi* در دریای سیاه (Annensky, 1994) و دریای خزر (Yousefian and Kideys, 2003)نشان داد که میزان مواد آلی در پیکر شانه دار دریای سیاه ۰/۱۵ ±۱/۱۵ میلی گرم در گرم وزن تر ($mg\ g^{-1}$ WW) بوده که از ۰/۹۸ تا ۱/۵۵ میلی گرم در گرم در اندازه های ۳ تا ۶۸ میلیمتر متغیر است. همچنین در اندازه های مشابه (۴۰-۳ میلیمتر)، میزان مواد آلی شانه دار دریای سیاه حدود ۰/۱۶ ±۱/۱۲ میلی گرم در گرم وزن تر ($mg\ g^{-1}$ WW) می باشد که با مواد آلی شانه دار دریای خزر ۰/۱۹ ±۱/۱۸ میلی گرم در گرم وزن تر ($mg\ g^{-1}$ WW) یکسان است. بنابراین علیرغم شرایط زیست محیطی مختلف (نظیر شوری و مواد غذایی و غیره) دریای سیاه و دریای خزر اختلاف معنی دار ($P>0/05$) در میزان مواد آلی ترکیبات بدن شانه دار این دو اکوسیستم مشاهد نمی شود (Finenko et al., 2006) که این امر دلیل کاهش تراکم شانه دار در هر دو اکوسیستم دریای سیاه و دریای خزر طی ۲-۳ سال پس از ورود آن به این اکوسیستم ها و فقز تغذیه ای می باشد.

بنابراین بنظر میرسد که در حوزه جنوبی دریای خزر کاهش تراکم شانه دار نسبت به سال های اولیه ورود آن به دلیل کاهش زئوپلانکتون خوراکی باشد. این نتایج و مطالعات Finenko و همکاران (۲۰۰۶) ، Shiganova و همکاران (۲۰۰۴) و Rowshantabari و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که فشار زیاد وارد شده از طرف شانه دار بر روی موجودات زئوپلانکتون و به ویژه گروه پاروپان سبب گردید تا غذای کافی و مناسب در دسترس این جانور قرار نگیرد که در نتیجه زاد و ولد و نیز هم آوری آن بشدت کاهش یافته است. 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 (Kideys et al., 2005).

تشکر و قدردانی:

لازم است در اینجا از مدیران محترم جناب آقای دکتر عباسعلی مطلبی و نیز دکتر پورکاظمی (رئیسان سابق و حال موسئسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور) و نیز از معاونت موسئسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و کلیه همکاران بخش اکولوژی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر که در اجرای پروژه زحمات نمونه برداری، عملیات آزمایشگاهی و کمک در تدوین گزارشات نهایی را بر عهده داشته اند کمال تشکر را دارم.

منابع

- اسلامی، ف.، پورنگ، ن.، نصرالله زاده ساروی، ح.، فضلی، ح.، روحی، ا.، روشن طبری.، ۱۳۹۴، ارزیابی کمی اثرات شانه دار برساختارزئوپلانکتونی حوزه جنوبی دریای خزرطی -سالهای۸۹-۱۳۷۵، مجله علمی شیلات ایران، شماره۱، ۵۹-۴۷
- 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.
- باقری ، س.،سبک آرا،ج.،روحی،ا.،پرافکنده حقیقی،ف.،قاسمی،ش.،رضوی صیاد،ب.،۱۳۸۴. بررسی فراوانی و پراکنش شانه دارا در حوزه جنوبی دریای خزر (سواحل استان گیلان) .۳۲ صفحه.
- باقریان فرح آبادی، ص (۱۳۹۰). بررسی تغذیه پلانکتونی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در حوزه جنوبی دریای مازندران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر ، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته تکثیر و پرورش آبزیان ، ۵۵ صفحه.
- بایرامی، ا.، ابطحی، ب.، فرج زاده، م.، محمدی، م.، رهنما، م.، حقدوست، م.، ۱۳۸۲، سنجش شوری مقادیر یونهای اصلی آب در جنوب شرقی خزر، مجله علوم دریایی ایران دورهٔ , شمارهٔ , بهار تابستان ۱۳۸۲
- حسینی، س.ع.، گنجیان ، ع.، مخلوق،آ.، کیهان ثانی، ع.، تهامی، ف.س.، محمدجانی، ط.، حیدری، ع.، مکارمی، م.، مخدومی، ن.م.،روشن طبری، م.، تکمیلیان، ک.، روحی، ا.، رستمیان، م.ت.، فلاحی، م.، سبک آرا، ج.، خسروی ، م .، واردی، س.ا .،هاشمیان ، م.، واحدی،ف .،نصرالله زاده ساروی ، ح .، نجف پور، ش.، سلیمانرودی ، ع .، لالویی، ف .،غلامی پور ، س.، علومی، ی .و سلاروند ، غ.، . 1390 هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوزه جنوبی دریای خزر . موسسه تحقیقات شیلات ایران 504 . صفحه.
- رستمیان ،م.ت.،مکرمی ،ع.، خداپرست،ن.، کیهان ثانی،ع.،نصرالله تبار، ع .۱۳۹۰. بررسی پراکنش شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در آبهای جنوبی دریای خزر موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد:۸۶۹۰-۸۶۰۵-۱۲-۷۶-۲.
- روحی ، ا.، آذری، ر.، شاپوری، م.، نادری جلودار، م.، (۱۳۹۴). بررسی چرخه زندگی کوپه پود *Acartia tonsa* تحت تیمارهای دمایی و شوری مختلف آب حوزه جنوبی دریای خزر، اقیانوس شناسی، شماره ۲۳ صفحات ۴۹-۵۵
- روحی ، ا.،نظران ، م.، خداپرست،ن.، واحدی، ف.، رستمیان، م.ت..، واردی، ا.، یونسی، ح.، علومی، ی.، کیهان ثانی،ع.،نصرالله تبار، ع.، تهامی، ف.س.، پورمند، ت.م.۱۳۸۸. بررسی پراکنش شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در آبهای جنوبی دریای خزر موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد: ۸۴۰۳۲-۰۴-۲۰-۰۳۲-۲.
- روحی ،ا.نصرالله زاده ساروی ،ح. ،مکرمی ، ع. ،رستمیان، م.ت. ،کیهان ثانی ع.،نصرالله تبار، ع . ، زاهدی ،آ. ،رازقیان ، غ.ر. ،خداپرست، خ. ،کاردر رستنی م.، اسلامی،ف. ،الیاسی، ف. ، ف. ، پورمند ، ت.م. ۱۳۹۱ .

بررسی فراوانی و بیوماس شانه دار *Mnemiopsis leidyi*در منطقه جنوبی دریای خزر.موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد: ۸۹۱۳۸-۸۹۰۶-۱۲-۷۶-۱۲

- روحی ،ا.هاشمیان ، ع. ، نادری ،م. ،واحدی ، ف. ،روشن طبری، م. ،مقیم ،ع.، سلمانی، ع . ،افرایی ،م.ع. ، باقری ، سیامک. ،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 ۱:بررسی پراکنش و فراوانی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در سواحل ایرانی دریای خزر.موسسه تحقیقات شیلات ایران.کد:۳۹-۰۷۱۰۲۴۲۰۰۰-۸۲
- روحی ابوالقاسم، گنجیان خناری علی، پورغلام رضا، (۱۳۹۲) بررسی تغییرات زئوپلانکتونهای حوزه جنوبی دریای خزر قبل و بعد از ورود شانه دار، کنفرانس ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قشم، آبان ماه ۱۳۹۲
- روحی،ا .پورغلام، ر . گنجیان، ع. سجادی، آ. هاشمیان، ع. فارابی،س ،م ، و . رستمیان، م، ت. مکرمی رستمی، ع.روشن طبری، م. مخلوق، آ.(۱۳۹۰) اثرات زیست محیطی و تغیرات تنوع زیستی ورود شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در حوزه جنوبی دریای خزر.دومین کنفرانس ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی،۱۳۹۰.
- روشن طبری، م. ۱۳۷۹. پراکندگی زوپلانکتون‌های حوضه جنوبی دریای خزر(راسته کپه پودا Copeooda). پایان نامه کارشناسیارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- روشن‌طبری، م،.تکمیلیان،ک.، سبک آرا، ج.، روحی، ا. ورستمیان، م. ت. ۱۳۸۲. پراکنش زوپلانکتون در حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران،(۳)۱۲ ،صفحه۹۶-۸۳.
- روشن طبری ، م.، پورغلام ، ر.، نصراله زاده ساروی،ح.، سلیمان رودی، ع.، خداپرست، ن.، اسلامی، ف.، ضوانی، غ.، عوفی، ف.، مخلوق، آ.،سبک آرا، ج.، کیهان ثانی، ع.، الیاسی، ف.، مکرمی، ع.، شیخ الاسلامی، ع.، رضایی، م.، رحمتی، ر. ۱۳۹۲. بررسی تنوع، زیتوده و فراوانی زئوپلانکتون در منطقه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد: ۸۹۱۰۴ -۸۹۰۶-۱۲-۷۶-۱۲
- عبدالله زاده کلانتری، ر.، نجات خواه معنوی، پ.، روحی، ا.، پورغلام، ر. (۱۳۹۱) بررسی رفتار تغذیه ای و ارجحیت غذایی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* دریای خزر از گونه های زئوپلانکتون در شرایط آزمایشگاهی، فصلنامه محیط زیست جانوری،سال دوم، شماره ۴، ۹-۱۹.

- فاطمی، م.، روشن طبری، م.، پورغلام، ر.، موسوی ندوشن ر.، وثوقی، غ. م.، رحمتی، ر.، خداپرست، ن.، (۱۳۹۲)، پراکنش گروه های مختلف زئوپلانکتون در اعماق مختلف حوضه ی جنوبی دریای خزر در سال 1387، مجله اقیانوس شناسی، سال چهارم شماره، 14، ص ۹۲-۸۲
- فضلی، ح.، نصرالله زاده، ح.، پو رنگ، ن.، روحی، ا.، اسلامی، ف.، ۱۳۹۴. اثر شانه دار مهاجم دریای خزر (*Mnemiopsis leidyi*) بر ذخایر پنج گونه ماهی مهم تجاری در سواحل جنوبی دریای خزر، مجله علمی-پژوهشی زیست شناسی دریا/ دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال ششم، شماره بیست و پنجم، صفحات ۳۴-۲۳.
- 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

- Aladin, N. B. and Plotnikov, I.S. (2004). The Caspian Sea, Lake Basin Management Initiative, the Caspian Bulletin 4: 112–126.
- Annensky, B. E. 1994. Chemical composition of different size individuals of three species of gelatinous macroplankton in the Black Sea, Biol Morya 20: 390-305 (in Russia).
- Bagheri S, Kideys A (2003) Distribution and abundance of *Mnemiopsis leidyi* in the western Iranian coasts of the Caspian Sea. Oceanography of Eastern Mediterranean and Black Sea – Similarities and Differences of Two Interconnected Basins (Ed. A. Yilmaz), TUBITAK Publishers, Ankara, Turkey, 7 pp. 851-856.
- Bagheri, S., Mirzajani, A., Makaremi, M. and Khanipour, A. (2008) Investigation of *Mnemiopsis leidyi* feeding from the Caspian Sea zooplankton, Iranian Scientific Fisheries Journal , 3, 35-46.
- Bij de Vaate, A., Jazdzewski, K., Ketelaars, H., Gollasch, S., Van der Velde, G. (2002) Geographical patterns in range extension of macroinvertebrate Ponto-Caspian species in Europe. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 59, 1159-1174.
- Birshtein, 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)
- Boltovskoy, D. 2000. South Atlantic zooplankton. Netherlands: Backhuys publisher.
- 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.
- Dumont HJ, Shiganova TA & Niermann U (2004) Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas. Springer, Norwell, MA, pp. 322.
- Fazli, H. and Roohi, A. 2002.The impacts of *Mnemiopsis leidyi* on species composition, catch and CPUE of Kilka in Iranian commercial catch. UNESCO, Caspian Floating University research bulletin, Astrakhan (KaspNIRKh) 3: 99–104 (in Russian).
- Fazli, H., 2011: Some environmental factors effects on species composition, catch and CPUE of Kilkas in the Caspian Sea. International Journal of Natural Resources and Marine Sciences, 1: 75–82.
- Fazli, H., Zhang, C. I., Hay, D. E., Lee, C. W., Janbaz, A. A. and Borani (2007a). Population Dynamics and Stock Assessment of common Kilka (Clupeonella cultriventris caspia) in the Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 7(1), 47-70.
- 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.
- 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.

- Ganjian-khenari, A., Maznah, W.O.W., Yahya, K., Najafpour, S., Najafpour, G.D., Fazli, H. and Roohi, A., 2010: Principal component analysis and multivariate index for assessment of eutrophication in southern part of Caspian Sea. World Applied Science Journal, 9: 283–290.
- Hansson, H. G. (2006) Ctenophores of the Baltic and adjacent seas – the invader *Mnemiopsis* is here! *Aquatic Invasions*, 1, 295–298.
- Hashemian, A. and Roohi, A., 2004. A survey of *Mnemiopsis leidyi* impacts on Sturgeon fish feeding in the Southern Caspian Sea, 2th International applied biological Congress,Mashhad AzadUniversity, Mashhad, Iran.
- Haslob H, Clemmesen C, Schaber M, Hinrichsen H-H,Schmidt JO, Voss R, Kraus G and Köster FW (2007) Invading *Mnemiopsis leidyi* as a potential threat to Balticfish. Marine Ecology Progres Series 349: 303-306.
- Huwer B., Storr-Paulsen M., Riisgard H.U., Haslob H. 2008. Abundance, horizontal and vertical distribution of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the central Baltic Sea, November 2007. Aquatic Invasions 3(2):113-124.
- 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.
- Janas U, and Zgrundo A ., 2007. First record of *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 in the Gulf of Gdansk (southern Baltic Sea). Aquatic Invasions 2(4):450-454.
- 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.
- Karpyuk, M. I., Katunin, D. N., Abdusamadov, A. S., Vorobyeva, A. A., Lartseva, L. V., Sokolski, A. F., Kamakin, A. M., Resnyanski, V. V. and Abdulmedjidov, A. (2004) Results of research into *Mnemiopsis leidyi* impact on the Caspian Sea ecosystem and development of biotechnical principles of possible introduction of Beroe ovata for biological control of Mnemiopsis population. First Regional Technical Meeting, February 22-23, 2004. Tehran. 2004; pp. 44-64. http://www.caspianenvironment.org
- Kideys A. E., G. Finenko, B. Anninski, T. Shiganova, Aboulghasem Roohi, M. Roushan-Tabari, M. Youseffyan, M. T. Rostamian, H. Rostami, H. Negarestan. 2004. Physiological characteristics of the ctenophore Beroe ovata in the Caspian Sea water. Marine Ecology Progress Series 266: 111-121.
- 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., Moghim M., 2003. Distribution of the alien ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea in August 2001. Marine Biology, 142,163-171.
- Kideys, A. , Shiganova, T.,(2001). Methodology for the *Mnemiopsis* monitoringin the Caspian Sea. A report prepared for the Caspian Environment Programme, Baku,Azerbaijan.
- Kideys, A. E. (2002) Ecology, fall and rise of the Black Sea ecosystem, *Science*297, 1482–1484.
- Kideys, A.E., 1994. Recent dramatic changes in the Black Sea ecosystem. The reason for the sharp decline in Turkish anchovy fisheres. J. Mar. Syst. 5,171-181.
- Kremer, P. 1979. Predation by the ctenophore Mnemiopsisleidyi in Narragansett Bay. Rhode Island. Estuaries 2:97-105
- Kremer, P. 1994. Patterns of abundance for *Mnemiopsis* in U.S. coastal waters: a comparative overview. ICES Journal of Marine Science 51: 347-354
- Kurashova, E. K. and Abdollaevo, N. M (1984), *Acartia clausi* Giesbrecht (Calanoidae , Acartiidae) in Caspian Sea, *Zoological*, 63, 931-933.
- Kuticova, L. A. 1970. Rotatoria. Mosco : Leningrad. 744 P. (in russion)
- Manolova, E. Q. 1964. Cladocera. Mosco : Leningrad. P:326. (in Russion)
- Mirzajani A. R., Shiganova T., Finenko G., Bagheri S., Kideys A. E., and Roohi A. (2007). Reproduction of the ctenophore, Beroe ovata in the Caspian Sea water, Iranian Journal of Fisheries Sciences, Vol. 6, No. 2, 93-104 p.
- Mutlu, E. (1999). Distribution and abundance of ctenophores, and their zooplankton food in the Black Sea. II. *Mnemiopsis leidyi*. Marine Biology 135: 603-613.
- Newell, G. E. and Newell, R. C. 1977. Marine plankton: a practical guide. London:Hutchinson. UK.
- 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.
- Parafkandeh Haghighi, F.; Kaymaram, F., 2012. Significant changes in pelagic fish stocks of *Clupeonella* spp. in the south Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences Journal, 11(3), 559-569.
- Petipa, T. S. 1957. On average weight of the main zooplankton forms in the BlackSea. Proc. Sevastopol. Biological Station,9:39-57 .
- 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. G., Daskalov, K., Chashchin, A., Arkhipov, A., Shlyakhov, V. and Ozdamar, E. 1997. Environmental impact on fish resources in the Black Sea. In:Ozsoy E, Mikaelyan A (eds) Sensitivity of the North Sea, Baltic Sea and Black Sea to anthropogenic and climatic changes. Kluwer, Dordrecht p 163–181.
- Purcell, J. E., Shiganova, T. A., Decker, M. B., Houde, E. D. (2001) The ctenophore *Mnemiopsis* in native and exotic habitats: U.S. estuaries versus the Black Sea basin, *Hydrobiologia*, 451, 145-176.
- Purcell, J.E., 2005: Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review. Journal of the Marine Biological Association of the UK, 85: 461–476.
- Reeve, M. R., Walter, M. A., Ikeda, T. (1978) Laboratory studies of ingestion and food utilization in lobate and tentaculate ctenophores, *Limnology and Oceanography*, 23, 740-751.
- Reeve, M., Syms, M., Kremer, P. (1989) Growth dynamics of a Ctenophore (*Mnemiopsis*) in relation to variable food supply. I. Carbon biomass, feeding, eggs production, growth and assimilation efficiency. *Journal of Plankton Research*, 11, 535-552.
- Roohi, A., Kideys, A., Sajjadi, A., Hashemian, A., Pourgholam, R., Fazli, H., Ganjian Khanari, A., 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*. *Biol Invasions*, 12, 2343–2361.
- Roohi, A., Pourgholam, R., Ganjian Khenari, A., Kideys, E. A., Sajjadi, A., and Ramin Abdollahzade Kalantari, 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), 1 (3), 299-313.
- Roohi, A., Zulfigar, Y., Kideys, A., Aileen, T., Eker-Develi, E., Ganjian Khenari, A. (2008) Impact of a new invasive ctenophore (*Mnemiopsis leidyi*) on the zooplankton community of the Southern Caspian Sea. *Mar Ecol*, 29, 421–434.
- Rowshantabari, M., Finenko G., Kideys, A., Kiabi, B., (2012), Effect of temperature on clearance rate, daily ration and digestion time of *Mnemiopsis leidyi* from the southern Caspian Sea, Caspian J. Env. Sci. 2012, Vol. 10 No.2 pp. 157-167.
- Salihoglu, B., Fach, B.A. and Oguz, T. Control mechanisms on the ctenophore Mnemiopsis population dynamics: A modeling study, j. Marine. Syst., 2011; 87: 55-65.
- Shiganova T. 1998. Invasion of the Black Sea by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and resent changes in pelagic community structure. Fisheries Oceanography, 7 (3/4): 305-310.
- Shiganova, T. A, et al. (2001) Population development of the invader ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea and in other seas of the Mediterranean basin. *Mar Biol*, 139, 431–445.
- Shiganova, T. A., Malej, A. (2009) Native and non-native ctenophores in the Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea, *J Plankton Res*,31, 61–71.
- Shiganova, T., Sapozhnikov, V., Musaeva, E., Domanov, M., Bulgakova, y., Belov, A., Zazulya, N., Zernova, V., Kuleshov, A., Sokolsky, A., Imirbaeva, R. and Mikuiza, A. (2003). Factors Determining the Conditions of Distribution and Quantitative Characteristics of the Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the North Caspian, Oceanology, Vol. 43 (5), pp. 676–693.
- Shiganova, T.A., Dumont, H.J., Sokolsky, A.F., Kamakin, A.M., Tinenkova, D. and 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.
- Studenikina, E. I., Volovik, S. R., Mirzoyan, Z. A., Luts, G. I. (1991) Comb jelly *Mnemiopsis leidyi* in the Azov Sea. *Okeanologiya*, 31, 722–725.
- Sullivan, L.G. and Gifford, D.J., 2004: Diet of the larval ctenophore *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz (Ctenophora, Lobata). Journal of Plankton Research, 26: 417–431.
- Tzikhon-Lukanhna, E. A, O.G. Reznichenko, T.A. Lukasheva, 1992. What does the Ctenophore Mnemiopsis eat in Black Sea in shore waters. Oceanology. Vol. 32, pp.724-729.

- Viitasalo, S., Lehtiniemi, M. and Katajisto, T., 2008. The invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* overwinters in high abundances in the subarctic Baltic Sea. Journal of Plankton Research 30(12): 1431-1436
- Vinogradov, M.E., Shuskina, E.A., Musayeva, E.I. and Sorokin, P.Y., 1989: A new acclimated species in the Black Sea: The ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora: Lobate). Oceanology, 29: 220–224.
- Volovik, S.P. and Ed., Rostov-on-Don, 1998.*Grebnevik Mnemiopsis leidyi (A. Agassiz) v Azovskomi Chernom moryakh i posledstviya ego vseleniya* (Grebnevik *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) in the Sea of Azov and the Black Sea and After effects of its Invasion).
- Wetzel, R. G, and Likens, G. E. 1991. Limnological analysis. New York USA: Springer-Verlag.
- Yousefian, M. and Kideys A,. 2003. Biochemical composition of *Mnemiopsis leidyi* in the southern Caspian Sea, *Fish Physiology and Biochemistry* 29: 127–131, 2003.
- Zaika, V. E. and Revkov, N. K. (1994), Gonads anatomy and reproduction of ctenophore Mnemiopsis sp. In the Black Sea. Zoologicheskii Zhurnal, 73, 5-9.

Astract

With the arrival of the invasive comb jelly *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea in 1991, extensive changes have been occurred. Therefore, this project aims to investigate the comb jelly *M. leidyi* monitoring and rearing in the southern Caspian Sea in 2013. To survey of *M. leidyi* and zooplankton abundance and biomass, sampling was carried out during the four seasons at spring, summer, autumn and winter in 4 half-transect (Anzali, Tonekabon, Noshar and Amirabad) and also samples for the ctenophore rearing was done at depths of 5, 10 and 20m. Sampling was performed with a 500 and 100 µ plankton net vertically at layers of 0-5, 0-10 and 0-20 m. 12 aquaria of 50 L volume were designed with salinity of the Caspian Sea to study the breeding and fecundity with aeration. 3 of aquariums with salinity of 9±1pp, 3 with 11±1ppt and 3 of 12±1 ppt filled with Caspian Sea water. Water temperature in each of the three treatments was set in 20±2^{o}C, 23±2^{o}C and 25±2oC. 3 of aquaria were set at the salinity of 12.5 ppt and at the same temperature of the Caspian Sea (20, 23, 25^{o}C) as control. Mean annually *Mnemiopsis* abundance and biomass were 16.8±1.5 ind.m^{3} (139.5±41.1 ind.m^{2}) and 1.9±0.1 g.m^{3}.(5.3±0.7 g.m^{2}). Maximum mean abundance was recorded in autumn with 36.6.7±13.8 ind.m^{3} (355.1±103.6 ind.m^{2}) and maximum biomass was observed in summer of 1.9±0.2 g.m^{3} (15.0±1.5 g.m^{2}). Minimum mean abundance was found in spring with 1.3±0.5 ind.m^{3} and minimum biomass was in winter of 0.01±0.005 g.m^{3}. Regional distribution of *M. leidyi* in the southern Caspian Sea showed aggressive area in terms of density and biomass are areas with significant differences (P<0.05). Comb jelly population showed that both West and East in terms of abundance and biomass were similar but different with the central region. Eastern and western regions compared to the central region have the higher abundance. Laboratory studies on *M. leidyi* reproduction of different sizes at different temperatures showed an average of 12 eggs per day spawning. Maximum spawning rate was registered with 115 eggs per day, for *M. leidyi* of 46-15 mm (0/7-9/7 g) which increased with increasing size. Average *M. leidyi* spawning recorded in 11ppt with 25^{o}C was twice in 12ppt (14 eggs. day^{-1}) while in salinity of 12ppt of 23^{o}C the fecundity was two half-times in temperature of 25^{o}C and equal of 20^{o}C. Maximum *M. leidyi* fecundity was recorded at 23oC with salinity of 12±1ppt with 22.8±35.5 eggs.day^{-1}. There was a direct regression between size and weight fecundity of *M. leidyi*, in which fecundity of more than 16 mm length showed the maximum spawning. Based on the study looks at the rise and persistence parameters of comb jelly, it seems two main factors such as water temperature to the desired value, especially in summer (22-30$^{°C}$), and food availability (zooplankton) have more roles in the increasing of *M. leidyi* the southern of the Caspian Sea. After the invasion of *M. leidyi* into the Caspian Sea, not only the abundance and biomass of zooplankton decreased but also the species diversity decreased from 36 to 15 species. Hence, it seems the decline in the South Caspian comb jelly was due to decreased of fecundity for lack of zooplankton feeding resources.

Keywords: *Mnemiopsis leidyi*, Abundance, Biomass, fecundity, Caspian Sea

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute – Caspian Sea Ecology Research Center

---

Project Title: Monitoring and rearing survey of *Mnemiopsis leidyi* in the southern of Caspian Sea
Approved Number:
Author: Aboulghasem Roohi
Project leader Researcher : Aboulghasem Roohi
Collaborator(s):M. Roshan tabari
Advisor(s): -
Supervisor: -
Location of execution: Mazandaran province
Date of Beginning: 2012
Period of execution:3 years and 6 months
Publisher: Iranian Fisheries Science Research Institute
Date of publishing : 2016

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

Project Title :

Monitoring and rearing survey of *Mnemiopsis leidyi* in the southern of Caspian Sea

Project leader Researcher:

Aboulghasem Roohi

Register NO.

50961