

The study amount of filtration of oyster *Pinctada radiata* at different salinities by using of phytoplankton *Isochrysis aff galbana*

Amer Abdollah Nezhad Banaderi^{1*},
Soheila Ebrahimi²

1. M. A., Faculty of Science, Department of Biology, University of Payam Noor International Qeshm, Iran
2. Assistant Professor, Faculty of Science, Department of Biology, Professor University of Payam Noor Babylon Branch and International Qeshm, Iran
(Received: May 11, 2017 - Accepted: Dec. 29, 2018)

Abstract

Pearl oyster *Pinctada radiata* is belongs to the family Pteriidae and is one of the pearl oyster Persian GOLF. This study was amid to determine the optimum amount of salt and its effects on the filtration Pearl maker incidents using phytoplankton *Isochrysis aff galbana* in five treatments salinity (20, 25, 30, 35 and 40 parts per thousand), and 3 were repeated. Shells with an average length (dorsal-ventral) 49.67 ± 6.98 mm it was gathered from the Hendorabi island. The initial density of phytoplankton to town with 100,000 cells / ml were considered and at the time of one-hour and two-hour congestion they were counted again. The most of filtration rate was in 35 parts per thousand salinity that it is the first time 2459.77 ± 89.46 and 14.66% increase in the second hour with 2820.39 ± 57 /00ml / hour / shellfish with other treatments were significantly different ($P < 0.05$). The filtration rate was about 20 ppt salinity levels in the first hour 140.51 ± 37.02 and in the second hour with 32.12% decrease, 40.55 ± 22.11 ml/ h/ shellfish with Other treatments that were significantly different ($P < 0.05$). The results showed that best salt for biological activity such as eating, breathing and growing incidents of pearl was in 35 ppt salinity also increases the filtration at second hour in 30, 35 and 40 parts per thousand reflects its ability to adapt in salinity.

Keywords: Hendorabi Island, *Isochrysis aff galbana*, Pearl oyster, Phytoplankton.

بررسی میزان فیلتراسیون صدف مرواریدساز محار *Pinctada radiata* در شوری‌های مختلف

عامر عبدالله‌نژاد بنادری^{۱*}، سهیلا ابراهیمی^۲

۱. کارشناس ارشد، دانشکده علوم پایه، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، واحد بین‌الملل قشم، ایران
۲. استادیار، دانشکده علوم پایه، گروه زیست‌شناسی، استادیار دانشگاه پیام نور واحد بابل و پیام نور بین‌الملل قشم، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۲۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۰/۸)

چکیده

صدف مرواریدساز محار (*Pinctada radiata*) از خانواده Pteriidae یکی از مهم‌ترین صدف‌های مرواریدساز خلیج فارس می باشد. این مطالعه به منظور تعیین مقدار بهینه شوری و بررسی اثرات آن بر میزان فیلتراسیون صدف مرواریدساز محار با استفاده از فیتوپلانکتون *Isochrysis aff galbana* در ۵ تیمار شوری (۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ قسمت در هزار) و ۳ تکرار صورت پذیرفت. صدف‌ها با میانگین طول کل (پشتی-شکمی) 49.67 ± 6.98 میلی‌متر از جزیره هندورابی جمع‌آوری شد. تراکم اولیه فیتوپلانکتون جهت تغذیه با میانگین طول کل (پشتی-شکمی) 100000 سلول/میلی‌لیتر در نظر گرفته شد و در زمان‌های یک ساعته و دو ساعته مجدداً تراکم آنها شمارش شد. بیشترین فیلتراسیون در شوری ۳۵ قسمت در هزار بود که میزان آن در ساعت اول 2459.77 ± 89.46 و در ساعت دوم 2820.39 ± 57 میلی‌لیتر/ساعت/ صدف رسید که با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). کمترین فیلتراسیون در شوری ۲۰ قسمت در هزار بود که میزان آن در ساعت اول 140.51 ± 37.02 و در ساعت دوم 40.55 ± 22.11 میلی‌لیتر/ساعت/ صدف رسید که با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). نتایج نشان داد که بهترین شوری جهت انجام فعالیت‌های بیولوژیکی مانند تغذیه، تنفس و رشد صدف مرواریدساز محار ۳۵ قسمت در هزار می‌باشد. همچنین افزایش فیلتراسیون در ساعت دوم در شوری‌های ۳۰، ۳۵ و ۴۰ قسمت در هزار نشان‌دهنده توانایی سازگاری صدف در آن شوری‌ها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جزیره هندورابی، صدف مرواریدساز محار، *Isochrysis aff galban*.

مقدمه

صدف‌های مرواریدساز دریایی، نرم‌تنانی دوکفه‌ای از خانواده نرم‌تنان بالدار (*Petridae*) هستند که توانایی به دام انداختن ذرات خارجی و تولید لایه‌های مرواریدی اطراف آنها را دارند. خلیج فارس گذشته از اینکه یکی از غنی‌ترین دریاهای جهان از نظر وجود منابع زیرزمینی و تنوع گونه‌ای و انواع جانوران دریایی است، به جهت وجود جزایر متعدد و سکوه‌های مرجانی، اکوسیستم مناسبی نیز جهت رشد و پرورش آبزیان پلانکتون‌خوار خصوصاً انواع نرم‌تنان می‌باشد. در حدود یک قرن قبل خلیج فارس یکی از مراکز مهم صید مروارید به‌شمار می‌رفت. مروارید تنها سنگ جواهری است که از موجود زنده به‌دست می‌آید و تا قبل از اکتشاف و بهره‌برداری از ذخایر نفت در خلیج فارس، تجارت مروارید و فرآورده‌های جانبی آن محور اقتصاد منطقه بوده است (Saman Pajooch, 2004).

نرم‌تنان دارای ارزش اقتصادی فراوانی می‌باشند علاوه بر غذای انسان، در صنایع مثبت‌کاری، دکمه‌سازی و خوراک دام و طیور نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند و برخی از دوکفه‌ای‌ها نیز مروارید تولید می‌کنند.

از آنجایی که صدف‌ها دارای رشته‌های آبششی می‌باشند که غذای مورد نیاز خود را از طریق فیلتراسیون غیرانتخابی فیتوپلانکتون‌ها و ذرات دتریتوس آلی معلق موجود در آب به‌ویژه در اطراف خط جزر پایین تا عمق ۴۰ متری به‌دست می‌آورند بنابراین در شرایط پرورش نیز به‌نحوی غذای فیتوپلانکتونی مناسب باید در اختیار آنها قرار گیرد فاکتورهای متعددی بر میزان فیلتراسیون صدف‌های دوکفه‌ای مؤثر است که عبارتند از دمای آب و محیط، شوری آب، اندازه صدف، میزان حضور مواد مغذی، اندازه مواد مغذی و جریان آب می‌باشد (McMahon, 1991).

تحقیقی Abdolalian (2007) بر روی میزان فیلتراسیون صدف‌چپه‌های صدف مروارید ساز لب سیاه *Pinctada margaritifera* با استفاده از گونه‌های

فیتوپلانکتون *Isochrysis aff galbana* و *Cheatocheros calciterans* در دماهای مختلف انجام گرفت نتایج نشان داد که بهترین دما جهت پرورش این گونه دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد بوده است. در سال ۲۰۰۳ تحقیقی در مورد اختلاف میزان فیلتراسیون و تغذیه لاروهای لب سیاه را با استفاده از ۵ گونه جلبک که شامل دو گونه دیاتومه *Chaetoceros mullerii*، *Chaetoceros simplex* و سه گونه تاژک‌داران قهوه‌ای - طلایی به نام‌های *Isochrysis off galbana*، *Pavlova lutheri* و *Pavlova salina* را در تراکم‌های ۵ و ۱۰ سلول در میکرولیتر و در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. نتایج این تحقیق ثابت نمود که با افزایش اندازه لارو، میزان فیلتراسیون هم افزایش یافته است.

Ghorbani (2006) مطالعه‌ای بر میزان فیلتراسیون صدف دوکفه‌ای *Dreissena polymorpha* را در دو تیمار دمایی ۱۶ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد با استفاده از جلبک کلرلا مورد بررسی قرار داد که نرخ فیلتراسیون این گونه در دمای ۱۶ درجه سانتی‌گراد، ۱۲۵ میلی‌لیتر و برای تیمار ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ۵۸/۶۵ میلی‌لیتر به‌دست آمد.

McFalland et al. (2013) تحقیقی در مورد اثر اندازه جلبک، شوری و اندازه صدف بر روی میزان فیلتراسیون سه گونه صدف دوکفه‌ای *Perna*، *Crassostrea madrasensis viridis* و *Paphia malabarica* در تغذیه با جلبک *Isochrysis off galbana* انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان فیلتراسیون صدف *C. madrasensis* بیشتر از بقیه صدف‌ها و کمترین میزان فیلتراسیون به صدف *P. malabarica* در شرایط مشابه بر می‌گردد.

Riisgard et al. (2012) تحقیقی در مورد اثر شوری بر روی رشد صدف ماسل آبی *Mytilus edulis* در ترکیب مختلف شوری مورد مطالعه قرار دادند و نتایج آن‌ها نشان داد که بهترین میزان رشد در شوری ۱۵ تا

تحقیقاتی نرم‌تنان شهرستان بندر لنگه تهیه شد. این جلبک از نوع جلبک‌هایی می‌باشد که به منظور تهیه غذای آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرد. جهت تکثیر و ازدیاد جلبک ایزوکرایسیس مراحل کشت در محیط کشت گیلارد یا F2 صورت گرفت.

ابتدا کلیه لوازم مورد نیاز برای کشت جلبک از جمله ظروف شیشه‌ای با اسیدکلریدریک و لوازم شوینده، خوب شسته شد و سپس با آب مقطر و الکل ومجدداً با آب مقطر شسته و پس از خشک شدن توسط اتوکلاو استریل (ضد عفونی) شدند.

شوری مطلوب جهت کشت جلبک‌ها ۲۴-۲۰ قسمت در هزار، پس از آن از داخل فیلترهای ۲۰، ۱ و ۵/۰ میکرون (Abdolalian, 2007) و در نهایت از داخل UV عبور داده می‌شود تا آبی عاری از هر گونه ذرات معلق و تقریباً استریل مهیا گردد. این مرحله شامل کشت در ظروف با اندازه‌های مختلف از جمله لوله آزمایش (استوک)، ارلن ۲۵۰ یا ۵۰۰ سی‌سی و سپس به ارلن‌های ۲ یا ۵ لیتری انتقال داده شد. در کشت‌های داخل آزمایشگاه نور توسط لامپ‌های فلورسنت و ۱۲:۱۲ تأمین می‌گردد (Abdolalian, 2007). شدت نور برای کشت مناسب جلبک‌ها ۱۰۰۰۰-۱۰۰۰۰ لوکس بوده که اپتیمم آن ۲۵۰۰-۵۰۰۰ لوکس می‌باشد درجه محیط کشت جلبک ۲۴-۲۲ درجه سانتی‌گراد و pH آب محیط ۸/۷-۸/۲ بود (Anonymous, 1991).

جمع‌آوری صدف‌های مروارید ساز محار

صدف‌هایی با اندازه پستی- شکمی متوسط در اسفند ماه ۱۳۹۳ از منطقه جزر و مدی در جزیره هندورابی جمع‌آوری شده (شکل) و توسط ظرف‌های حاوی آب به محل انجام آزمایش درایستگاه تحقیقاتی نرم‌تنان شهرستان بندر لنگه انتقال داده شدند. ارتفاع (اندازه پستی- شکمی) صدف‌های جمع‌آوری شده ۴۹/۶۷±۶/۹۸ میلی‌متر بود. صدف‌ها پس از انتقال به محل انجام آزمایش با آب شیرین و برس شستشو داده

۲۵ قسمت در هزار بوده است. باتوجه در دسترس بودن گونه فیتوپلانکتون *Isochrysis off galbana* در شهرستان بندر لنگه و صدف محار در جزیره هندورابی برای انجام این تحقیق اقدام شد.

جلبک ایزوکرایسیس دارای میزان بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع نسبت به سایر گونه‌های جلبک مورد استفاده در تغذیه صدف‌های دوکفه‌ای می‌باشد (Helm, 1977). این گونه سریع‌الرشد بوده (۳-۵ میلیون سلول در میلی‌لیتر بعد از ۳-۵ روز در شرایط کشت آغازین) و برای یک مدت طولانی تا زمانی که به یک تراکم بالا در فاز ساکن (۹-۶ میلیون سلول در میلی‌لیتر بعد از ۱۰-۷ روز) و در شرایط نوری پایین، زنده می‌ماند. مهم‌ترین شاخصه این گونه اینست که در برابر آلودگی باکتریایی مقاوم بوده و به‌عنوان یک غذای مناسب برای یک دوره طولانی پرورش لارو محسوب می‌شود (Helm, 1977).

معرفی صدف‌های مروارید ساز

صدف‌های مروارید ساز دریایی، نرم‌تنانی دوکفه‌ای از خانواده نرم‌تنان بالدار (Petriidae) هستند که توانایی به دام انداختن ذرات خارجی و تولید لایه‌های مرواریدی اطراف آنها را دارند.

صدف‌های مرواریدساز متعلق به خانواده Petridae می‌باشد. این خانواده دارای دو جنس *Pinctada* و *Peteria* است.

جنس *Pinctada* به‌عنوان صدف‌های مروارید ساز واقعی شناخته می‌شوند که دارای لولای مستقیم با ۱-۲ دندان و یک حفره در بخش قدامی برای رشته ابریشم هستند. سطح بیرونی پوسته صدف به شکل پوسته پوسته و از نظر تغذیه‌ای صافی‌خوار می‌باشند (Saman Pajooch, 2004).

مواد و روش‌ها

کشت ریز جلبک *Isochrysis aff galbana*

گونه خالص جلبک ایزوکرایسیس از ایستگاه شیلاتی

مشاهده شد که متناسب با تعداد مربع‌های کوچک و بزرگ مشاهده‌شده در لام شمارش، تعداد جلبک‌ها شمارش شد.

با استفاده از فرمول محاسبه توسط میکروسکوپ الکترونی تراکم آیزوکرایسیس مورد استفاده ۱۱ میلیون سلول در هر میلی لیتر بود. حجم مورد نیاز از آیزوکرایسیس از رابطه زیر تعیین گردید.

= حجم آیزوکرایسیس (میلی لیتر)
تراکم آیزوکرایسیس ظرف کشت
حجم آب ظرف آزمایش به میلی لیتر ×
تراکم فیتویی مورد نیاز در هر میلی لیتر

بنابراین به هر ظرف آزمایش با حجم ۱۰ لیتر آب، میزان ۸۷/۳۳ میلی لیتر آیزوکرایسیس اضافه گردید (Doroudi et al., 2003).

مدت زمان نمونه برداری

با توجه به این که یکی از اهداف آزمایش تعیین میزان فیلتراسیون صدف بعد از مدت زمان یک ساعت می‌باشد، لذا پس از پایان ساعت اول به وسیله پیپت مقدار ۲۰ سی سی نمونه آب محتوی جلبک از آکواریوم برداشته شد (Abdolalian, 2007). برای این که از نظر زمانی اختلافی بین تکرارها پیش نیاید نمونه برداری از هر تیمار توسط یک نفر و به طور همزمان انجام گرفت. نمونه‌ها پس از برداشتن در داخل بشر ۴۰ سی سی ریخته شده و جهت جلوگیری از تغییرات احتمالی در تعداد سلول‌ها و همچنین سهولت و دقت کار در هنگام شمارش، به میزان یک قطره فرمالین ۵ درصد به آن تزریق شد. تراکم جلبکی مجدداً توسط لام هموسیتمتر و میکروسکوپ نوری با عدسی شیئی ۱۰ شمارش گردید. جهت بالا بردن ضریب اطمینان مقدار فیلتراسیون، پس از نمونه برداری در پایان ساعت دوم نیز مجدداً اقدام به نمونه برداری شد.

شده و به مخازن نگهداری با آب با شوری ۳۸ قسمت در هزار و دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد که از فیلترهای ۲۰، ۵/۰، ۱ میکرون و UV عبور داده شده، منتقل شدند.

زیست‌سنجی

جهت زیست‌سنجی صدف مروارید ساز لب سیاه، طول کل (ارتفاع پشتی - شکمی) (DVM)^۱، طول لولا (HL)^۲، ضخامت (THK)^۳ و وزن (TWT) آنها ثبت گردید (Gervis & Sims, 1992). بنابراین پس از تمیز نمودن و شستشوی مولدین توسط آب دریا، زیست‌سنجی ابعاد طولی توسط کولیس انجام گرفت.

چیدمان تیمارها

جهت این بررسی از ۵ تیمار صدف محار و هر تیمار با ۳ تکرار شمارش تعداد جلبک آیزوکرایسیس استفاده گردید. تیمارها در ظرف‌های پلاستیکی با حجم ۱۰ لیتر آب قرار داده شدند. در هر ظرف ۸ عدد صدف مروارید ساز لب سیاه قرار داده شد.

تنظیم شوری

آب دریا پس از عبور از فیلترهای شنی، ۲۰، ۵/۰، ۱ میکرون، ذغال اکتیو و UV مورد استفاده قرار گرفت.

تغذیه صدف‌ها

صدف‌ها با آیزوکرایسیس با تراکم ۱۰۰۰۰۰ سلول به ازای هر میلی لیتر حجم آب موجود در ظرف انجام آزمایش تغذیه شدند (Abdolalian, 2007; Doroudi et al., 2003).

به منظور شمارش جلبک‌ها از لام توما استفاده شد. جلبک را در زیر لام شمارش ریخته و آن را در زیر میکروسکوپ الکترونی قرار داده و چهارخانه‌هایی

1. Dorso ventral mesurment
2. Hinge length
3. Thickness

نتایج

اطلاعات میانگین‌ها و انحراف معیار آنها و پراکندگی ۹۵ درصدی داده‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. اطلاعات میانگین و انحراف معیار طول کل صدف‌ها و پراکندگی ۹۵ درصدی داده‌ها در هر تیمار شوری

تیمار شوری	میانگین طول پشتی-شکمی (mm)	انحراف معیار	پراکنش ۹۵٪ داده‌ها نسبت به میانگین	
			سطح پائین	سطح بالا
شوری ۲۰	۴۹/۶۲	۷/۱۱	۴۳/۶۸	۵۵/۵۷
شوری ۲۵	۴۹/۷۵	۶/۵۴	۴۴/۲۸	۵۵/۵۲
شوری ۳۰	۴۹/۲۵	۶/۶۵	۴۳/۶۹	۵۴/۸۱
شوری ۳۵	۴۹/۲۵	۷/۲۱	۴۳/۲۳	۵۵/۲۷
شوری ۴۰	۴۹/۶۲	۷/۴۲	۴۳/۴۲	۵۵/۸۳

میزان فیلتراسیون

میزان فیلتراسیون در ساعت اول در تیمار شوری میزان آب فیلترشده توسط صدف مرواریدساز محار (که با استفاده از فرمول محاسبه مقدار فیلتراسیون در مواد و روش‌ها اشاره شد) در شوری‌های مختلف بعد از گذشت یک ساعت از غذادهی در جدول ۲ و نمودار ۱ نشان داده شده است.

جدول ۲. میزان فیلتراسیون صدف مروارید ساز محار بعد از گذشت ۱ ساعت از غذادهی

شوری ppt	میزان فیلتراسیون بعد از گذشت یک ساعت (میانگین \pm انحراف معیار) بر حسب میلی لیتر به ازای هر صدف
شوری ۲۰	140.51 ± 37.02^a
شوری ۲۵	747.95 ± 123.64^b
شوری ۳۰	1293.59 ± 96.37^c
شوری ۳۵	2459.77 ± 189.46^d
شوری ۴۰	1096.29 ± 85.00^c

کمترین میزان فیلتراسیون در ساعت اول مربوط به شوری ۲۰ قسمت در هزار بوده که در این شوری حجم آب فیلترشده معادل 140.51 ± 37.02 میلی لیتر/ساعت/ صدف و با میزان فیلتراسیون در دیگر شوری‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$).

محاسبه مقدار فیلتراسیون

پس از پایان فاز عملیاتی پروژه و شمارش نمونه‌ها با استفاده از دو فرمول زیر میزان فیلتراسیون به دست می‌آید (Abdolalian, 2007; Doroudi et al., 2003).

$$CR = [(V(n*t)) * (\ln(C_0/C_t) - \ln(C_0/C_t))] / t$$

حجم فیلتراسیون (میکرولیتر / صدف / ساعت)

$$IR = [(V(n*t)) * ((C_0 - C_t) - (C_0 - C_t))] / t$$

تعداد سلول‌های مصرف شده (سلول / صدف / ساعت)

Clearance Rate = CR میزان تمیزی

Ingestion Rate = IR میزان هضمی

V = حجم ظرف بر حسب میلی لیتر

n = تعداد صدف در هر ظرف

t = زمان (ساعت)

C_0 = تراکم اولیه در ظرف تیمار یا تکرار (سلول در میلی لیتر)

C_t = تراکم ثانویه در ظرف تیمار یا تکرار (سلول در میلی لیتر)

C_0 = تراکم اولیه در ظرف شاهد (سلول در میلی لیتر)

C_t = تراکم ثانویه در ظرف شاهد (سلول در میلی لیتر)

فاکتور تصحیح‌کننده در فرمول CR شامل $\ln(C_0/C_t)$ و در فرمول IR شامل $(C_0 - C_t)$

می‌باشد که میزان خطای حاصل از رشد و یا مرگ میر جلبک با استفاده از اختلاف تراکم در ظرف شاهد را به حداقل می‌رساند (Lucas, 1982).

ثابت داده و آزمون‌های آماری

داده‌های جمع‌آوری شده در برنامه Excel 2010 وارد و نمودارهای میزان فیلتراسیون نیز توسط همین نرم‌افزار رسم شد. مقایسه میزان فیلتراسیون بین تیمارهای مختلف دما و شوری از تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده گردید و میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح ۵ درصد مقایسه شدند (Doroudi et al., 2003). داده‌ها به صورت انحراف معیار \pm میانگین گزارش شدند.

۴۰ قسمت در هزار این روند در ساعت دوم افزایشی بود (نمودار ۳).

در جدول ۴ تغییرات شوری در ساعت اول و دوم پس از غذادهی بر میزان فیلتراسیون صدف‌ها نشان داده شده است.

جدول ۳. میزان فیلتراسیون صدف مروارید ساز محار بعد از گذشت ۲ ساعت از غذادهی

میزان فیلتراسیون بعد از گذشت ۲ ساعت (میانگین \pm انحراف معیار) بر حسب میلی‌لیتر به ازای هر صدف	شوری (ppt)
۴۰/۵۵ \pm ۲۲/۱۱ ^a	شوری ۲۰
۷۴۷/۷۹ \pm ۸۹/۹۸ ^b	شوری ۲۵
۱۵۳۸/۰۵ \pm ۶۹/۷۷ ^d	شوری ۳۰
۲۸۲۰/۳۹ \pm ۵۷/۰۰ ^e	شوری ۳۵
۱۳۴۶/۴۷ \pm ۸۴/۰۴ ^c	شوری ۴۰

بحث و نتیجه گیری

بررسی‌های مختلف نشان داده است که بین میزان تنفس، تغذیه و فیلتراسیون در صدف‌های دوکفه‌ای با رشد آنها رابطه مستقیمی وجود دارد به طوری که بالاترین رشد همراه با بیشترین تغذیه بوده است (Abdolalian, 2007; Ghorbani, 2006;) (Albentosa, 1994). این قاعده در رابطه با صدف مرواریدساز محار *P. radiata* نیز صدق می‌کند بنابراین با پی بردن به میزان فیلتراسیون در شوری‌های مختلف در واقع می‌توان به رشد آنها در فاکتورهای ذکر شده مورد بررسی پی برد. صدف مرواریدساز محار یوری هالین بوده و دامنه وسیعی از تغییرات شوری را تحمل می‌کند (Alagarswami, 1976). بررسی کلی میزان فیلتراسیون صدف مروارید ساز محار *P. radiata* در شوری‌های مختلف نشان داد که بیشترین میزان فیلتراسیون صدف مرواریدساز محار در شوری ۳۵ قسمت در هزار (۲۸۲۰/۳۹) میلی‌لیتر/ساعت/ صدف یا ۴۷/۰۱ میلی‌لیتر/ دقیقه/ صدف) می‌باشد.

بیشترین میزان فیلتراسیون مربوط به شوری ۳۵ قسمت در هزار بود که معادل ۲۴۵۹/۷۷ \pm ۸۹/۴۶ میلی‌لیتر/ ساعت/ صدف و با میزان فیلتراسیون در دیگر شوری‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0/05$).

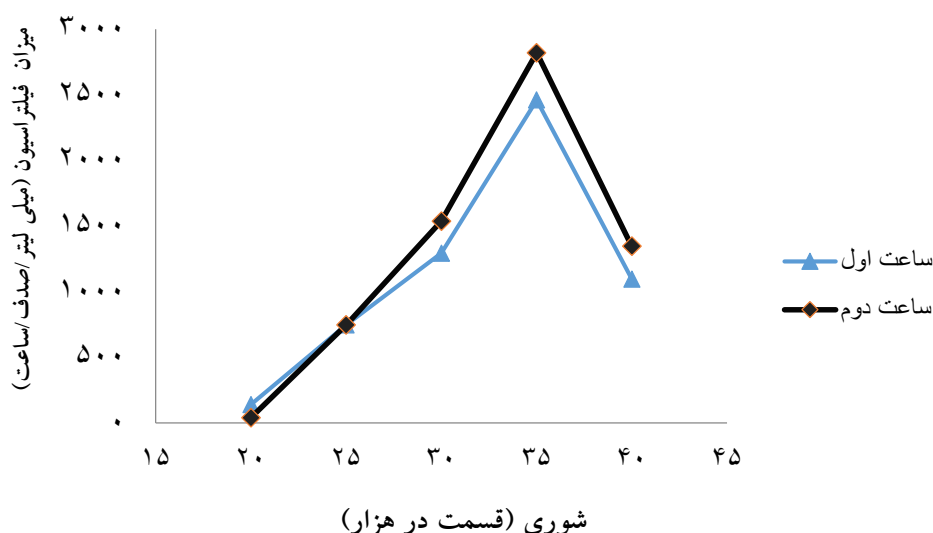
میزان فیلتراسیون در ساعت دوم در تیمار شوری

میزان فیلتراسیون توسط صدف مرواریدساز محار در شوری‌های مختلف در ساعت دوم در جدول ۳ و نمودار ۲ نشان داده شده است.

کمترین میزان فیلتراسیون در ساعت دوم مربوط به شوری ۲۰ قسمت در هزار بوده که در این شوری حجم آب فیلترشده معادل ۴۰/۵۵ \pm ۲۲/۱۱ میلی‌لیتر/ساعت/ صدف و با میزان فیلتراسیون در دیگر شوری‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0/05$). بیشترین میزان فیلتراسیون مربوط به شوری ۳۵ قسمت در هزار بود که معادل ۲۸۲۰/۳۹ \pm ۵۷/۰۰ میلی‌لیتر/ ساعت/ صدف و با میزان فیلتراسیون در دیگر شوری‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0/05$). اختلاف معنی‌داری بین میزان فیلتراسیون در همه تیمارها در سطح ۵ درصد وجود داشت.

مقایسه روند تغییرات شوری در ساعت اول و دوم بعد از غذادهی بر میزان فیلتراسیون صدف‌ها

روند تغییرات میزان فیلتراسیون صدف‌ها پس از ۲ ساعت از شروع تغذیه در حضور آیزوکرایسیس با میزان فیلتراسیون صدف‌ها پس از یک ساعت از شروع تغذیه روند یکسانی داشت. در هر دو مرحله اندازه‌گیری میزان فیلتراسیون، کمترین میزان فیلتراسیون مربوط به شوری ۲۰ قسمت در هزار و بیشترین میزان آن مربوط به شوری ۳۵ قسمت در هزار بود. ترتیب افزایش میزان فیلتراسیون صدف مرواریدساز محار در حضور آیزوکرایسیس به ترتیب مربوط به شوری ۲۰، ۲۵، ۴۰، ۳۰ و ۳۵ قسمت در هزار بود. میزان فیلتراسیون صدف‌ها در شوری ۲۰ و ۲۵ قسمت در هزار در ۲ ساعت پس از تغذیه روند کاهشی داشت. اما در شوری‌های ۳۰، ۳۵ و



نمودار ۱. مقایسه روند تغییرات شوری در ساعت اول و دوم بعد از غذادهی بر میزان فیلتراسیون صدف‌ها

جدول ۴. مقایسه روند تغییرات شوری در ساعت اول و دوم بعد از غذادهی بر میزان فیلتراسیون صدف‌ها

شوری (ppt)	حجم فیلتراسیون ساعت اول (ml)	حجم فیلتراسیون ساعت دوم (ml)	حجم تغییرات فیلتراسیون (ml)	درصد تغییرات فیلتراسیون
شوری ۲۰	۳۴۹/۳۳	۲۳۶/۴۱	-۱۱۲/۹۲	-۳۲/۱۲
شوری ۲۵	۹۵۶/۷۵	۹۱۳/۸۵	-۴۲/۹	-۴/۴۸
شوری ۳۰	۱۴۸۴/۵۴	۱۶۹۵/۱۲	۲۱۰/۵۸	۱۴/۱۸
شوری ۳۵	۲۴۵۹/۷۷	۲۸۲۰/۳۹	۳۶۰/۶۲	۱۴/۶۶
شوری ۴۰	۱۰۹۶/۷۷	۱۲۸۰/۶۲	۱۸۳/۸۵	۱۶/۷۶

شوری ۳۲ قسمت در هزار مشاهده شد به طوری که میزان آن به ترتیب معادل، ۱۰ لیتر/ساعت/ صدف، ۸ لیتر/ساعت/ صدف و ۲ لیتر/ساعت/ صدف بوده است (Rajesh et al., 2001).

در این مطالعه تغییرات میزان شوری در محدوده ۳۰ تا ۴۰ قسمت در هزار نسبت به شوری بهینه روند یکسانی داشت. اما میزان تغییرات فیلتراسیون نسبت به شوری مقدار بهینه با افزایش شوری در مقایسه با کاهش شوری، کاهش بیشتری داشت. به عبارت دیگر میزان فیلتراسیون در شوری ۴۰ قسمت در هزار نسبت به ۳۰ قسمت در هزار کمتر بوده است. از آنجاکه افزایش شوری به عنوان یک فاکتور محدودکننده (استرسی) برای کلیه ارگان‌سیم‌ها بحساب می‌آید این فرایند قابل توجه می‌باشد. میانگین دو

مطالعات محققین نشان می‌دهد که اغلب صدف‌های دوکفه‌ای دریایی در محدوده شوری ۳۰-۴۰ قسمت در هزار بیشترین میزان فیلتراسیون دارند. به طور مثال در اویستر *C. virginica* بیشترین میزان فیلتراسیون در شوری ۳۵ قسمت در هزار مشاهده شده است که معادل ۱۰ لیتر/ساعت/ گرم وزن خشک می‌باشد (McFalland et al., 2013). میزان فیلتراسیون کلم *Meretrix casta* در شوری‌های ۸، ۱۵، ۲۵، ۳۴، ۴۵، ۵۶ و ۶۴ قسمت در هزار مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد که بیشترین میزان فیلتراسیون در شوری ۳۴ معادل ۴/۳۲ میلی‌لیتر/ دقیقه/ صدف بود (Durve, 1963). همچنین بیشترین میزان فیلتراسیون صدف‌های ماسل سبز *P. viridis*، اویستر *C. madrasensis* و کلم *P. malabarica* در

مصرف نکردند (Vojdani et al., 2015). مشابه این رفتار در صدف ماسل سبز *Perna viridis* مشاهده شد به طوری که در ساعت اول در شوری ۱۰ قسمت در هزار تمام صدف‌ها و در شوری ۱۵ قسمت در هزار، نیمی از صدف‌ها کفه‌های خود را باز نکردند. درصد تلفات ماسل سبز در شوری‌های ۱۰ و ۱۵ پس از ۲۴ ساعت به ۵ درصد و در ۱۲۰ ساعت میزان تلفات به ۸ درصد صدف‌های باقی مانده رسید (McFalland et al., 2013). در این تحقیق در شوری‌های ۲۰ و ۲۵ قسمت در هزار هیچ تلفاتی در طول دو ساعت آزمایش در صدف مرواریدساز محار مشاهده نشد. اما در تحقیقات انجام‌گرفته در خلیج منار بر صدف محار *Pinctada fucata*، میزان مرگ‌ومیر صدف‌ها در شوری‌های بالاتر از ۵۰ قسمت در هزار و کمتر از ۱۴ قسمت در هزار پس از ۲ تا ۸ ساعت ۱۰۰ قسمت در هزار بوده است (Alagarwami, 1989). به نظر می‌رسد که کاهش شوری باعث افزایش متابولیسم درون سلول‌های آبششی می‌شود که مشابه این در صدف *Crassostrea virginica* مشاهده شده است به طوری که افزایش متابولیسم همراه با افزایش سطح آمونیاک دفعی می‌باشد (Ballantyne, 1987). کاهش شوری همچنین بر روی فعالیت روزانه مانند فرو رفتن در بستر در صدف‌های دوکفه‌ای اثر دارد به طوری که با کاهش شوری از ۲۰ قسمت در هزار باعث می‌شود که کلم‌های *Mactra veneriformis* و *Ruditapes philippinarum* بیشتر درون شن فرو روند (Nakamura et al., 2015).

بر اساس مطالعات انجام‌گرفته توسط Alagarwami در خلیج منار بر روی صدف مرواریدساز محار *Pinctada fucata*، بیشترین میزان فیلتراسیون صدف در شوری ۳۴/۲۳ قسمت در هزار بیان کردند. همچنین در این مطالعه میزان فیلتراسیون صدف در شوری‌های کمتر از ۲۰ قسمت در هزار به شدت کاهش داشته و به کمتر از ۲۵ قسمت در هزار تقلیل یافته بود. همچنین در شوری ۱۴ قسمت در

ساعته فیلتراسیون صدف ونوس رنگارنگ در شوری‌های مختلف نشان داد که بیشترین فیلتراسیون مربوط به شوری ۴۰ قسمت در هزار بود ولی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با شوری ۳۵ قسمت در هزار نداشت و با افزایش شوری از ۴۰ به ۴۵ قسمت در هزار میزان فیلتراسیون کاهش یافت (Vojdani et al., 2015). در صدف دوکفه‌ای *Gomphina veneriformis* بیشترین میزان فیلتراسیون مربوط به شوری ۳۰-۳۵ قسمت در هزار و کمترین آن مربوط به شوری‌های ۱۰-۱۵ قسمت در هزار می‌باشد (Shin et al., 2007).

بر اساس مطالعات Riisgard et al. (2013) بر میزان فیلتراسیون صدف *Mytilus edulis* در آب‌های لب شور دانمارک بیان داشتند بیشترین میزان فیلتراسیون این صدف در شوری ۱۵ قسمت در هزار (۴۷ میلی‌لیتر/ دقیقه/ صدف) می‌باشد. که توانایی تحمل دامنه وسیعی از تغییرات شوری را داراست. با افزایش شوری از ۱۵ قسمت در هزار تا ۳۰ قسمت در هزار میزان فیلتراسیون کاهش یافته اما تغییرات چشمگیری نداشته است اما صدف *Mytilus edulis* نسبت به کاهش شوری حساسیت بیشتری داشته و با کاهش شوری از ۱۵ به ۱۰ قسمت در هزار فیلتراسیون کاهش بیشتر و در شوری ۵ قسمت در هزار این کاهش بسیار چشم‌گیرتر بوده است.

در این مطالعه میزان فیلتراسیون صدف مروارید ساز محار در شوری ۲۰ قسمت در هزار بسیار اندک بود به گونه‌ای که پس از گذشت ۲ ساعت از شروع غذادهی میزان فیلتراسیون در هر صدف ۴۰/۵۵ میلی‌لیتر بود که در مقایسه با شوری ۳۵ قسمت در هزار (۲۸۲۰/۳۹ میلی‌لیتر/ ساعت/ صدف) کاهش بسیار چشم‌گیری داشت. میزان فیلتراسیون صدف ونوس رنگارنگ *Circenita callipyga* که شوری مقدار بهینه آن ۴۰ قسمت در هزار می‌باشد، در شوری‌های ۲۰ و ۲۵ قسمت در هزار در مدت زمان یک ساعته و حتی دو ساعته صفر و هیچ جلبکی را

۲۵ قسمت در هزار تفاوت معنی‌داری در میزان مرگ‌ومیر آنها وجود نداشت اما به‌طور قابل توجهی رشد آنها در شوری ۴۵، ۴۰ و ۲۵ قسمت در هزار کاهش یافته بود (Rose, 2004).

هزار هیچ یک از صدف‌ها کفه‌های خود را باز نکرده و پس از ۳ روز از بین رفتند (Alagarwami, 1989). صدفچه‌های صدف مرواریدساز *Maxima* پس از ۲۰ روز مطالعه تحت تأثیر شوری‌های ۴۵، ۴۰، ۳۴ و ۳۰

REFERENCES

- Abdolalian, A.; (2007). Investigating the degree of filtration of shellfish shellfish larvae on the phytoplankton species *Isochrysis affgalbana* and *Cheatocero* calciterans at different temperatures. M. Sc. Thesis, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, pp. 67.
- Albentosa, M.; Beiras, R.; Camacho, A.P.; (1994). Determination of optimal thermal condition for growth of clam *Venerupis pullastra* seed. *Aquaculture*; 126: 315-318.
- Ballantyne, J.S.; (1987). The effects of salinity acclimation on the osmotic proportion of mitochondria from the gill of *Crassostrea virginica*. *Journal Experimental Biology*; 133: 449-456.
- Doroudi, M.S.; Southgate, P.C.; Lucas, J.S.; (2003). Variation in clearance and ingestion rates by larvae of the black-lip pearl oyster *Pinctada margaritifera* feeding on various microalgae. *Aquaculture Nutrition*; 9: 11-16.
- Durve, V. S.; (1963). A study on the rate of the filtration of the clam *Meretrix casta* (Chemnitz). *Journal of the Marine Biological Association of India*; 5: 221-231.
- McFalland, K.; Donaghy, L.; Volety, A.K.; (2013). Effect of acute salinity changes on hemolymph osmolality and clearance rate of the non-native mussel, *Perna viridis*, and the native oyster, *Crassostrea virginica*, in Southwest Florida. *Aquatic Invasions*; 8: 299-310.
- Nakamura, Y.; Hashizume, K.; Koyama, K.; Tamaki, A.; (2015). Effects of salinity on burrowing activity, feeding and growth of the clams *Macra veneriformis*, *Ruditapes philippinarum* and *Meretrix lusoria*. *Journal of Shellfish Research*; 24: 1053-1059.
- Rajesh, K.V.; Mohamed, K.S.; Kripa, V.; (2001). Influence of algal cell concentration, salinity and body size on the filtration and ingestion rates of cultivable Indian bivalve. *Indian Journal of Marine Sciences*; 30:87-92.
- Riisgard, H.U.; Bottiger, L.; Pleissner, D.; (2013). Effect of Salinity on Growth of Mussels, *Mytilus edulis*, with Special Reference to Great Belt (Denmark). *Open Journal of Marine Science*; 2: 167-176.
- Rose, R. A.; (2004). Effects of salinity on growth and survival of silver-lip pearl oyster, *Pinctada maxima*, spat. *Journal of Shellfish Research*.
- Saman Pajoo, M.; (2014). Pearl (An overview of the history, catching and cultivating pearl shells in Iran and the world). Tehran, Scientific Publication Aqueduct. 240 pp.
- Shin, H.-C., Lee, J.-H.; Jeong, H.-J.; Lee, J.-S.; Park, J.-J.; Kim, B.-H.; (2009). The Influence of Water Temperature and Salinity on Filtration Rates of the Hard Clam, *Gomphina veneriformis* (Bivalvia). *The Korean Journal of Malacology*; 25(2): 161-171.
- Vojdani, F.N.; Salarzadeh, A.; Rameshi, H.; Sareban, H.; (2015). Investigating the filtration rate of the Pretty-blocked Venus *Circenita callipyga* by the microalga *Isochrysis aff galbana* at different temperatures and salinities. *New York Science Journal*; 8(3).