همایش ملی تغذیه آبزیان با غذای زنده
National Conference on Nutrition and Live Food for Aquaculture

بررسی مقایسه میزان تغذیه صدفچه های دو کفه ای *Pinctada margaritifera* از دو گونه فیتوپلانکتون *Isochrysis aff galbana* و *Chaetoceros mulleri* در دماهای مختلف

عیسی عبدالعلیان*[1]؛ کیومرث روحانی قادیکلاهی[1]؛ حسین رامشی[2] ؛ مریم معزی[1]؛ حجت اله فروغی فرد[1] ؛ محمد رضا زاهدی[1]؛ فریبرز احتشامی[3]

1-پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان،موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، بندرعباس ، ایران.

2-ایستگاه تحقیقات نرم‌تنان خلیج‌فارس ، پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان،موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، بندرلنگه ، ایران.

3-موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران ، ایران

*آدرس الکترونیکی نویسنده مسئول:Abdolalian_1969@yahoo.com

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف دمایی (18/5، 20/2 ، 23/0 ، 24/5 ، 26/5 ، 27/5 و 28/5 درجه سانتی گراد) و زمان (1ساعته و 2 ساعته) بر میزان فیلتراسیون صدفچه‌های صدف مروارید ساز لب سیاه *Pinctada margaritifera* با استفاده از دو گونه ریز جلبک *Isochrysis aff galbana* و *Chaetoceros mulleri* با تراکم 100 سلول در میکرو لیتر صورت گرفت. نتایج حاصل از فیلتراسیون صدفچه‌های (تعداد سلول جلبکی و حجم آب فیلتر شده) در طی 2 ساعت از ریز جلبک‌های موردمطالعه نشان داد که حداکثر فیلتراسیون برای دو گونه ایزوکرایسیس و کتوسروس به ترتیب در تیمار دمایی 27/5◦C ($10^8\times$ 6/35 سلول و 12700 میلی‌لیتر) و تیمار دمایی 23/0◦C ($10^8\times$ 3/97 سلول و 3900 میلی‌لیتر) و حداقل آن نیز در تیمار دمایی 18/5◦C ($10^6\times$ 65/87 سلول و 1300 میلی‌لیتر) و تیمار دمایی 28/5◦C ($10^8\times$ 3/05 سلول و 2000 میلی‌لیتر) بوده است. نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه نیز اختلاف معنی‌داری رابین تیمارهای دمایی 18/5، 20/2 و 23/0 ازنقطه‌نظر تعداد سلول و حجم آب پالایه شده در زمان‌های مختلف (1 و 2 ساعته) بین دو گونه نشان داده است ($P<0/05$). نتایج حاصل از این مطالعه به‌روشنی نشان می‌دهد که محدوده دمایی 23 -27/ 5 ^oC دامنه مناسبی برای تغذیه صدفچه‌های دوکفه‌ای لب سیاه در شرایط آزمایشگاهی است.

کلمات کلیدی: ایزوکرایسیس، درجه حرارت، صدف مروارید ساز لب سیاه، فیلتراسیون، کیتو سروس

مقدمه

صدف مروارید ساز لب سیاه (*Pinctada margaritifera*) متعلق به شاخه نرم‌تنان (mollusca) و رده دوکفه‌ای‌ها (bivalves) بوده که در اطراف بسیاری از جزایر اقیانوس آرام خصوصاً تاهیتی و در بعضی از قسمت‌های جنوب شرق آسیا، سراسر اقیانوس هند و دریای سرخ، آب‌های استرالیا، فیلیپین، پلی نزی فرانسه، جزایر کوک و همچنین در محدوده جغرافیایی30 درجه شمالی تا 28 درجه جنوبی پراکنده است(Doumeng *et al*., 1991 ; Yukihira *et al*.1999 ; Lane *et al*.,2003 ; Gervis and Sims,1992). در خلیج‌فارس نیز در سواحل کشورهای عربی و همچنین اطراف جزایر لارک، هنگام،کیش، فارور، هندورابی، لاوان، شتور و سواحل بو شهر یافت می شوند (ر ضایی مارنانی، 1374). نرم‌تنان ازجمله صدف مروارید ساز لب سیاه موجوداتی صافی خوار بوده و غذای موردنیاز خود را از طریق فیلتراسیون غیرانتخابی به دست می‌آورند. (Kiibus & Kautsky, 1996) طی سالیان گذشته استفاده بی‌رویه از منابع دریایی بالأخص صدف‌های مروارید ساز لب سیاه *Pinctada margaritifera* در صنایع مختلف (ازجمله منبت‌کاری، دکمه سازی، قلاب ماهیگیری، زیورآلات ، ابزارآلات، خوراک طیور) و از

همه مهم‌تر ا ستح صال مرواریدهای ب سیار باارزش از آن مورد م صرف قرار می‌گیرد و ذخایر آن در معرض خطر ا ست (Lane *et al.*, 2003). این امر علاوه بر اثرات سوء اجتماعی باعث ضرر و زیان اقتصادی ناشی از عدم استحصال و فروش مروارید این‌گونه در کشور است. در حال حاضر نسل این‌گونه باارزش در خلیج‌فارس و بخصوص در قسمت شمالی آن بشدت کاهش‌یافته است. ازاین‌رو تکثیر و پرورش این‌گونه جهت باز سازی ذخایر و تولید مروارید و همچنین برر سی روند ر شد لاروها و صدفچه‌های، در صد بقاء و نحوه و نوع تغذیه آن‌ها و به‌طورکلی برر سی شرایط تغذیه‌ای آن‌ها، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر ا ست. در این پژوهش اثر دماهای مختلف بر روی تغذیه صدفچه های لب سیاه *Pinctada margaritifera* از جلبک *Isochrysis aff galbana* و *Chaetoceros mulleri* موردبررسی و مطالعه قرار گرفت .

مواد و روش کار

در مرحله تولید جلبک، ابتدا هر دو گونه به‌طور مجزا در ظروف 20 میلی‌لیتری کشت و در ادامه به‌مرور به ظروف بزرگ‌تر که شامل 400 میلی‌لیتری ، 2 لیتری، 5 لیتری و 20 لیتری بود، انتقال داده شدند. عملیات کشت جلبک، با روشنایی تولیدشده توسط لامپ‌های فلورسنت با شدت نوری 5000- 2500 لوکس با دوره نوری 12:12 (روشنایی- تاریکی) و در درجه حرارت محیطی26- 24 درجه سانتی‌گراد صورت گرفت (Anonymous, 1991 ; Doroudi, 2001). سپس تعداد 12 آکواریوم (120- 100 لیتر گنجایش) انتخاب و پس از شستن با مواد شوینده و ضدعفونی، به داخل اتاقی که ازنظر دما قابل‌کنترل بوده انتقال و تا حجم70 لیتر آبگیری شدند. برای از بین بردن ذرات معلق از پالایه‌های 0/5، 1 و20 میکرون و جهت ضدعفونی از یک دستگاه UV و همچنین یک دستگاه اتوکلاو استفاده گرد ید (Suva,1999). سپس تعداد10 عدد صدفچه های *Pinctada margaritifera* با میانگین طول کل2/76±67/ 32 میلی مترو طول پاشنه 2/90±31/57 میلی‌متر جهت انجام آزمایش تغذیه به هر آکواریوم منتقل شدند. در مرحله آزمایش تغذیه،24 ساعت قبل از شروع آزمایش تیمارها، دمای اتاق با استفاده از یک دستگاه کولرگازی و در صورت نیاز ، دمای آب با استفاده از یک دستگاه هیتر برقی و شوری آب نیز با استفاده از آب مقطر تنظیم می‌گردید(در حدود 36 ppt). دمای آب آکواریومها به‌وسیله دماسنج جیوه‌ای در سه نوبت (شروع آزمایش، پایان ساعت اول، پایان ساعت دوم) و میزان pH آب نیز با یک دستگاه pH سنج پرتابل اندازه‌گیری و ثبت شد. برای جلوگیری از ایجاد اختلال در میزان فیلترا سیون و به حداکثر ر سیدن تغذیه، صدفچه‌ها، از 24 ساعت قبل از شروع هر مرحله آزمایش تغذیه نشدند (Sprung, 1985 ;Gallager, 1988). برای محا سبه تعداد سلول‌های جلبکی در واحد حجم ابتدا از ظروف محتوی جلبک، که در فاز لگاریتمی بودند نمونه‌برداری به عمل آمد و سپس با استفاده از لام هموسیتومتر در زیر یک دستگاه میکروسکوپ Nikon با عدسی 10یا 40 اقدام به شمارش سلول‌ها نموده و تعداد آن‌ها در واحد حجم (1میلی‌لیتر) موردمحا سبه قرار گرفت.در مرحله تزریق سلول‌های جلبکی به آب آکواریومها به ازای هر میکرو لیتر آب آکواریوم تعداد 100 سلول جلبک تزریق گردید (Orlova & Nalepa , 2000). جهت در نظر گرفتن تعداد سلول‌های افزایش‌یافته طی مدت‌زمان آزمایش و محا سبه آن‌ها در تعداد سلول‌های تزریق‌شده به تیمارها هم‌زمان با شروع آزمایش به ازای هر تیمار، یک تیمار شاهد نیز بدون حضور صدفچه‌ها، در نظر گرفته شد که به همان نسبت تکرارهای آزمایش به آن‌ها نیز جلبک تزریق شد. هم‌زمان در داخل آکواریومها یک جریان هوای ملایم نیز برقرار شد تا علاوه بر تأمین اکسیژن موردنیاز صدفچه‌های ها، سلول‌های جلبکی نیز به‌طور یکنواخت در تمام فضای آکواریوم پراکنده شوند. با توجه به اینکه یکی از اهداف آزمایش تعیین میزان فیلتراسیون صدف در مدت‌زمان یک ساعت بود لذا پس از پایان ساعت اول بلافاصله آب آکواریومها را به هم زده تا سلول‌های باقیمانده در داخل آن یکنواخت شوند سپس با یک عدد پیپت مقدار20 میلی‌لیتر نمونه آب محتوی جلبک از آکواریومها بردا شته شد. پس از نمونه‌برداری در پایان ساعت اول، مجدداً صدفچه ها به حال خود رها شده تا به فیلترا سیون خود ادامه دهند. در پایان ساعت دوم نیز مجدداً اقدام به نمونه‌برداری شد. علت نمونه‌برداری 2 ساعته به خاطر به دست آوردن میانگین مقدار فیلتراسیون صدف طی دو ساعت با ضریب اطمینان بالاتر بود. درمجموع، آزمایش با 7 تیمار دمایی (هرکدام در سه تکرار) که شامل: 1- 18/5 ، 2- 20/5 ، 3- 23 ؛ 4- 24/5 ؛ 5- 26/5؛ 6 - 27/5 و 7- 28/5 درجه سانتی‌گراد بوده، صورت گرفت. پس از پایان فاز عملیاتی و شمارش نمونه‌ها مقدار فیلتراسیون صدفچه ها با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید.

(D□oroudi *et al.*, 2003 ; Lucas, 1982).

$$\left[a\left(h^{-1}\right)=t^{-1}\ln\left(c_0/c_t'\right)\right]$$

که در آن : V: حجم آبی که لارو در آن قرار دارد (برحسب میکرو لیتر) ، T: مدت‌زمان آزمایش (برحسب ساعت) ، c_0 : تراکم اولیه سلول‌های جلبکی (برحسب سلول در یک میکرو لیتر) ، C_T : تراکم سلول‌های باقی‌مانده در پایان آزمایش (سلول در یک میکرو لیتر)، a : فاکتور تصحیح برای شاهد (کنترل) است.

با توجه به اینکه سلول‌های جلبکی مدام در حال افزایش می‌باشند بنابراین جهت به حداقل رساندن خطای ناشی از ازدیاد سلول‌ها در طی مدت‌زمان آزمایش محاسبه تعداد سلول‌های افزایش‌یافته در آکواریوم های شاهد، ضروری بوده تا میزان فیلتراسیون صدفچه‌های ها با ضریب اطمینان بیشتری محاسبه گردد. C_T' : تراکم (غلظت) سلول در انتهای آزمایش در کنترل (برحسب سلول در میکرو لیتر) است.

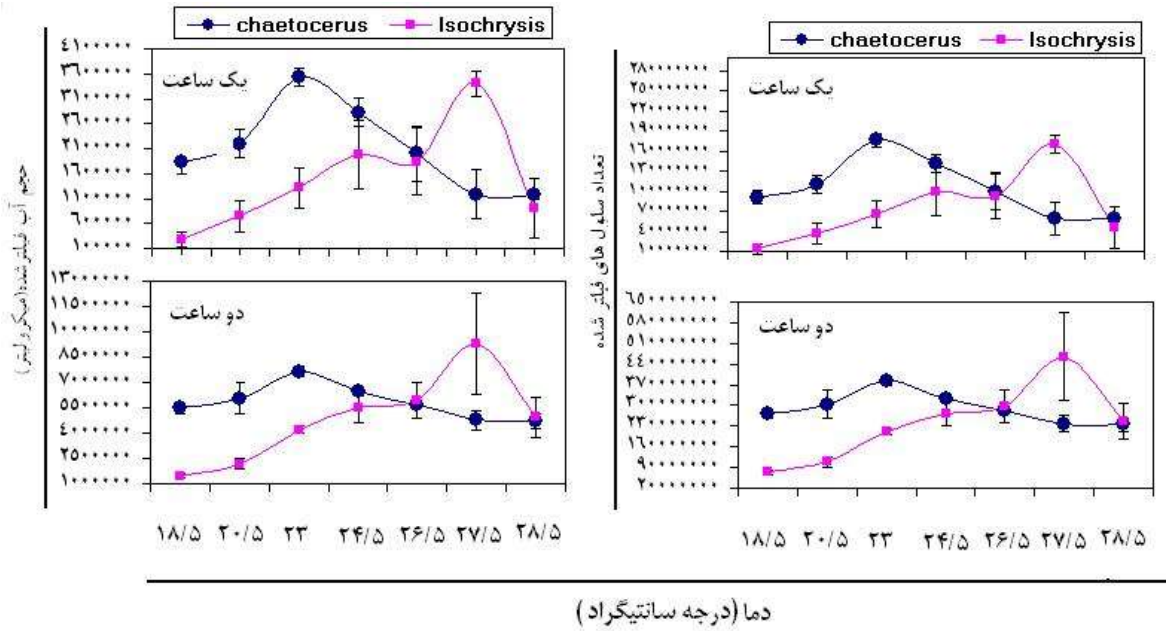
جهت مقایسه تیمارهای دمای باهم دیگر از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و جهت مقایسه دو گونه جلبک ازنظر میزان حجم آب فیلتر شده و تعداد سلول‌ها از آزمون T- test با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده گردید.

نتایج

فیلترا سیون صدفچه‌های صدف لب سیاه با ا ستفاده از جلبک *Isochrysis affiness galbana* در بین تیمارهای مختلف در پایان ساعت اول نشان داد که بیشترین مقدار فیلترا سیون ا 181,324,595 سلول مربوط به تیمار دمایی 27/5 درجه سانتی‌گراد و کمترین آن مربوط به تیمار دمایی 18/5درجه سانتی‌گراد با 5,224,028 سلول بوده است. بررسی حجمی میزان فیلتراسیون صدفچه ها نیز نشان داد که بیشترین حجم آب فیلتر شده طی یک ساعت مربوط به تیمار دمایی 27/5 با 3626 میلی‌لیتر و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار دمایی 5/ 18 با 104 میلی‌لیتر است. بررسی میزان فیلتراسیون صدفچه ها با استفاده از جلبک , *Chaetoceros mulleri* درتیمارهای مختلف و در ساعت اول نشان می‌دهد که بیشترین تعداد سلول فیلتر شده مربوط به تیمار 3 با 186411800 سلول و کمترین آن‌هم مربوط به 6 با 32986562 سلول بوده ا ست. برر سی حجمی میزان آب فیلتر شده در پایان ساعت اول نیز نشان می‌دهد که بیشترین حجم آب فیلتر شده مربوط به تیمار 3 با 3728236 میکرو لیتر (3728 میلی‌لیتر) و کمترین مقدار آن‌هم مربوط به تیمار 6 با 659731 میکرو لیتر(660 میلی‌لیتر) بوده است.

برر سی میزان فیلترا سیون صدفچه ها با ا ستفاده از جلبک *Isochrysis affiness galbana* طی مدت‌زمان 2 ساعت نیز نشان داد که بی شترین تعداد سلول جلبکی فیلتر شده محتوی جلبک *Isochrysis affiness galbana* مربوط به تیمار دمایی 27/5 درجه سانتی‌گراد با 635,031,213 سلول و کمترین تعداد آن نیز مربوط به تیمار دمایی 18/5 درجه سانتی‌گراد با 65,874,413 سلول بوده ا ست. ازنظر حجمی، نیز برر سی‌ها نشان داد که بی شترین مقدار آب فیلتر شده در طی 2 ساعت متوالی مربوط به تیمار دمایی 5/ 27 درجه سانتی‌گراد با 12700 میلی‌لیتر و کمترین آن‌هم مربوط به تیمار دمایی 18/5 درجه سانتی‌گراد با 1317 میلی‌لیتر بوده است. درحالی‌که برای گونه *Chaetoceros mulleri* میزان فیلتراسیون صدفچه ها مربوط به تیمار 3 با 396779533 سلول و کمترین آن مربوط به تیمار 6 با 205364396 سلول بوده است ازنظر حجمی نیز بیشترین مقدار فیلتراسیون مربوط به تی مار 3 با 3967795 میکرو لیتر (3967 میلی‌لیتر) و کمترین آن‌هم مربوط به تی مار6 با 2053644 میکرو لیتر (2053میلی‌لیتر) بوده است.

نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه ن شان داد که میزان فیلترا سیون صدفچه ها مابین تیمارهای مختلف دمایی در طی دو مدت‌زمان یک‌ساعته و 2 ساعته برای دو گونه جلبک *Isochrysis affiness galbana* و *Chaetoceros mulleri* اختلاف معنی‌داری ($P<0/0\,5$) وجود داشته است.نتایج آزمون t نشان داد که در بعضی موارد در هر یک از تیمارهای دمایی موردنظر میزان فیلتراسیون صدفچه ها مابین دو گونه جلبک موردمطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشته است.



شکل 1: مقایسه حجم آب و تعداد سلول‌های فیلتر شده توسط هر صدفچه با استفاده از دو گونه جلبک در دماهای مختلف در طی دو زمان متفاوت (یک ساعت و دو ساعت)

جدول 1 : نتایج آزمون T-test جهت مقایسه میزان فیلتراسیون صدفچه ها بر روی دو گونه جلبک موردمطالعه درتیمارهای مختلف

تیمار	18/5	20/5	23	24/5	26/5	27/5	28/5
حجم آب فیلتر شده(ساعت اول)	S	S	S	NS	NS	S	NS
حجم آب فیلتر شده(ساعت دوم)	S	S	S	NS	NS	NS	NS
تعداد سلول فیلتر شده(ساعت اول)	S	S	S	NS	NS	S	NS
تعداد سلول فیلتر شده(ساعت دوم)	S	S	S	NS	NS	NS	NS

اختلاف در سطح 5 درصد معنی‌دار است = S اختلاف در سطح 5 درصد معنی‌دار نیست = NS

بحث

نتایج حاصل از فیلتراسیون صدفچه ها در طی یک ساعت (ساعت اول) با استفاده از گونه *Isochrysis affiness galbana* حاکی از روند صعودی میزان فیلتراسیون از تیمار 1 تا 4 بوده و در تیمار 5 اندکی کاهش داشته است که علت آن می‌تواند درنتیجه استرس ناشی از تغییرات زیاد (دو درجه سانتی‌گراد) نسبت به‌روز قبل باشدکه براثر تنظیم دمای آب و تزریق ریز جلبک در ابتدای آزمایش حاصل‌شده است. نرم‌تنان و بخصوص دوکفه‌ای‌ها در اثر استرس و تغییرات ناگهانی شرایط محیطی کفه‌هایشان را برای مدتی بسته و درنتیجه مدت‌زمانی طول خواهدکشید تا احساس آرامش نموده و دهانشان را باز و شروع به تغذیه نمایند. (مشاهدات عینی و تجربیات شخصی) که این امر خود باعث کاهش زمان مفید فیلتراسیون خواهد شد. ازاین‌رو کاهش تعداد سلول‌های فیلتر شده در تیمار 5 را می‌توان ناشی از کاهش زمان مفید فیلتراسیون دانست . با ادامه روند افزایش دما، مقدار فیلتراسیون نیز افزایش‌یافته بطوریکه در تیمار

6 بیشترین تعداد ریز جلبک (181324595 سلول) فیلتر شده است . با افزایش دما از این تیمار ، فیلتراسیون بشدت کاهش‌یافته است .

نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه نیز نشان می‌دهد که هم ازنظر حجمی و هم ازنظر تعداد سلول‌های جلبکی فیلتر شده بین تیمارهای 4 و 5 با تیمار 1 و2 و تیمار 6 با تیمارهای 1، 2، 3 ، 4 ، 5 ، و همچنین تیمار 7 با تیمارهای6 ، 5 ،4 ، اختلاف در سطح 5 درصد معنی‌دار بوده است (P< 0/05) که علت معنی‌دار بودن را می‌توان به خاطر قرار داشتن اپتیمم مقدار رشد لاروها وصدفچه ها در محدوده دمایی 26-30° دانست (Minaur, 1969 ; Tanaka *et al*., 1970 ; Martinz *et al*,. 2006) .

با توجه به اینکه بین درجه حرارت و میزان تغذیه و مقدار رشد لاروهای صدف لب سیاه رابطه مستقیمی وجود دارد و این فاکتورها نقش ضروری و مهمی را در رشد پوسته و جسم صدف بازی می‌کند(Yukihira *et al*.,1998 , 1999 & Ivanina *et al*.,2013) بنابراین با روند افزایش دما ، میزان فیلتراسیون نیز بشدت افزایش‌یافته و به یک حد اپتیمم (27/5 درجه سانتی‌گراد) رسیده و پس‌ازآن بشدت کاهش‌یافته است که خود نشان‌دهنده مشهود بودن اختلاف فیلتراسیون بین تیمار6 با تیمار بالاتر از آن و تیمارهای پایین‌تر از آن است اما بین تیمارهای4 و5 اختلاف معنی‌داری ازنظر تعداد سلول فیلتر شده و هم ازنظر حجم آب فیلتر شده ، وجود ندارد .

ازنظر حجمی نیز نتایج حاصله بیان‌کننده ادعای فوق بوده به‌طوری‌که ملاحظه می‌شود بیشترین مقدار CR (حجم آب فیلتر شده برای یک صدف در یک ساعت برحسب میلی‌لیتر یا میکرو لیتر) برای تیمار 6 با حجمی در حدود 3626 میلی‌لیتر و کمترین آن‌هم مربوط به تیمار 1 با 104 میلی‌لیتر بوده است . با ادامه روند تغذیه و افزایش زمان فیلتراسیون از یک ساعت به 2 ساعت ملاحظه می‌شود که با به آرامش رسیدن صدفچه ها ، آن‌ها در مسیر عادی تغذیه قرارگرفته و از تیمار1 تا 6 روند افزایش فیلتراسیون (چه ازنظر حجمی و چه ازنظر تعداد سلول) مرتباً ادامه یافته و کاهش فیلتراسیون ناشی ازخلاء زمانی در تیمار 5 در طول یک ساعت اول را جبران نموده است . مسئله مهمی که در میزان فیلتراسیون خیلی نقش دارد و تأثیرگذار است تداوم و انسجام زمان آزمایش بوده به‌طوری‌که فیلتراسیون ناپیوسته و دوره‌ای صدف‌ها می‌تواند نتیجه ارزیابی را بشدت دچار خطا و انحراف نماید(Helfrich *et al* ., 1995) .

نتایج حاصل از آنالیز واریانس 2 ساعته ازنظر حجمی و تعداد سلول نشان می‌دهد که بین تیمار 3 ، 4 و5 با تیمار1 و 2 و تیمار 6 با تیمارهای3،2،1 و4 اختلاف معنی‌داری وجود دارد و همچنین بین تیمار 7 با تیمار1 و 6 در آزمایش 2 ساعته حجمی اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P <0/05) .

بررسی نتایج حاصل از فیلتراسیون صدفچه‌های مروارید ساز لب سیاه درتیمارهای مختلف و در ساعت اول با استفاده از جلبک *Chaetoceros mulleri* نشان می‌دهد که تعداد سلول‌های فیلترشده از دمای 18.5 تا دمای 23 درجه سانتی‌گراد روند صعودی داشته بطوریکه بیشترین تعداد سلول فیلترشده (186.411.800 سلول) مربوط به این تیمار است . با ادامه روند افزایش دمایی ملاحظه می‌شود که مقدار فیلتراسیون به‌مرور کاهش‌یافته بطوریکه در ۵/۲۷C° کمترین میزان فیلتراسیون (32.986.562 سلول) حاصل‌شده است. نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه نیز نشان می‌دهد که بین تیمار 5 با 1و 3 و همچنین تیمار 6 و 7 با تیمارهای 1 ، 2 ، 3 ، 4 اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P <0/05). ازنظر حجمی نیز در ساعت اول بیشترین مقدار فیلتراسیون نیز در تیمار 3 حاصل‌شده است. پس‌ازاین دما ، حجم آب فیلتر شده توسط صدفچه‌های ها کاهش‌یافته و این روند همین‌طور ادامه پیدا نموده تا تیمار 6 که میزان فیلتراسیون به حداقل کاهش‌یافته است. نتایج آنالیز واریانس نیز مؤید این مطلب بوده بطوریکه بین تیمار 5 با تیمارهای 1 و3 و همچنین تیمار 6 و7 با تیمارهای 1 ، 2، 3 ، 4 با سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P <0/05) ولی با تیمار 5 اختلافشان معنی‌دار نیست .

با ادامه فیلتراسیون و افزایش زمان از یک ساعت به 2 ساعت ، میزان فیلتراسیون تیمارهای مختلف به هم نزدیک‌تر شده و اختلافی که در فیلتراسیون صدفچه ها در بین تیمارهای مختلف وجود داشته ، برطرف شده و سطح فیلتراسیون به همدیگر نزدیک‌تر شده است . بطوریکه نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه نیز نشان‌دهنده اختلاف میان تیمار 5 با 3 ، و تیمار 6 و7 با تیمارهای 1 ، 3 ، 4 با سطح 5 درصد است. ازنظر حجمی، 2 ساعته نیز بیشترین مقدار فیلتراسیون در دمای 23 درجه بوده است . نتایج آنالیز واریانس در این مورد نیز نشان می‌دهد که بین تیمار 3 و 2 و همچنین تیمار 5 با 3 و نیز تیمارهای 6 و7 با تیمارهای1 ، 3 و 4 اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P <0/05). نتایج حاصل از مقایسه میزان فیلتراسیون صدفچه ها در بین دو گونه ریز جلبک در ساعت اول نشان می‌دهد که در

دماهای پایین بین تیمارهای مختلف ازنظر تعداد سلول پالایه شده ، اختلاف زیادی وجود داشته بطوریکه تعداد سلول‌های فیلتر شده توسط صدفچه ها از ریز جلبک *Chaetoceros mulleri* بسیار بیشتر از ریز جلبک *Isochrysis aff galbana* بوده است که این موضوع در آزمایشی که توسط Doroudi (2001) در سال بر روی مقدار فیلتراسیون لاروهای صدف لب سیاه با استفاده از جلبک‌های قهوه‌ای – طلایی ، *Chaetoceros mulleri* و *Chaetoceros simplex* صورت پذیرفت ، به اثبات رسیده است . با افزایش دما از تیمار 3 تا 5 اختلاف میان دو گونه کمتر شده و درتیمارهای بالاتر (تیمار6) شدت فیلتراسیون بر روی گونه *Isochrysis aff galbana* بسیار بیشتر از *Chaetoceros mulleri* بوده است و این موضوع در آزمایش‌ها صورت گرفته در دیگر کشورها نشان داد که میزان فیلتراسیون لاروهای صدف لب سیاه بر روی جلبک‌های قهوه‌ای – طلایی مانند *Pavlova lutri* و *Isochrysis aff galbana* حتی تا 5 برابر فیلتراسیون دیاتومه ها نیز می‌تواند برسد (Doroudi *et al.*, 2003) . بنابراین از نتایج حاصله می‌توان نتیجه گرفت که در ساعت اول بیشترین مقدار فیلتراسیون بر روی گونه *Chaetoceros mulleri* در تیمار 3 (186.411.800 سلول) و کمترین مقدار آن‌هم مربوط به تیمار6 بوده است. بیشترین مقدار فیلتراسیون بر روی گونه Isochrysis aff galbana درتیمار6 و کمترین مقدار آن‌هم مربوط به تیمار 1 بوده است. اما نتایج حاصل از فیلتراسیون 2 ساعته صدفچه ها بر روی دو گونه ریز جلبک نشان می‌دهد که درتیمارهای دمایی پایین کماکان تعداد سلول‌های فیلتر شده *Chaetocrros mulleri* بسیار بیشتر از *Isochrysis aff galbana* بوده و در تیمار 4 این اختلاف کمتر شده و از تیمار5 به بالا میزان فیلتراسیون بر روی *Iso chrysis affiness galban* نسبت به *Chaetocrros mulleri* بیشتر بوده است .

ازنظر حجمی نیز بیشترین مقدار آب پالایه شده 2 ساعته مربوط به *Isochrysis affiness galban* بوده که در تیمار 6 رخداده که در مقایسه با حجم آب فیلتر شده مربوط به *Chaetocrros mulleri* در تیمار 3 ، بیشتر بوده است. و این نشان می‌دهد که فیلترا سیون2 ساعته صدفچه ها روی گونه *Chaetocrros mulleri* برخلاف گونه *Isochrysis aff galbana* که از افزایش بیشتری برخوردار بوده است، از افزایش قابل‌توجهی برخوردار نبوده است (Doroudi & Southgate 2000) .بنابراین نتایج حاصل از مقایسه تغذیه صدفچه ها بر روی دو گونه جلبک فوق‌الذکر در ساعت اول نشان می‌دهد که صدفچه ها هر دو گونه جلبک را در محدوده دمایی 27/5- 23 درجه سانتی‌گراد به مقدار بیشتری مصرف نموده بطوریکه در این محدوده حداکثر فیلتراسیون بر روی جلبک *Chaetoceros mulleri* در دمای 23 درجه سانتی‌گراد بوده است.(در آزمایشی که در سال 1382 توسط نگارنده بر روی فیلتراسیون صدف مروارید ساز محار *Pinctada radiata* و با استفاده از جلبک *Chaetoceros mulleri* صورت پذیرفت بیشترین میزان فیلتراسیون در دمای 21/9 درجه سانتی‌گراد بوده است) و حداکثر فیلتراسیون بر روی جلبک *Isochrysis aff galbana* در دمای 27/5 درجه سانتی‌گراد بوده است. Yukihira و همکاران در سال 2000 از 4 تیمار دمایی بررسی‌شده (19 ، 23 ، 28 ، 32 درجه سانتی‌گراد) بر روی رشد صدف لب سیاه با استفاده از ذرات بسیار ریز طبیعی و مواد آلی معلق موجود در آب ، بهترین دما را 23 و 28 درجه سانتی‌گراد بیان نمودند و اظهار کردند که اپتیمم درجه حرارت برای بیشترین میزان رشد در این محدوده دمایی قرار دارد. از آنجائی که بین میزان رشد و میزان تغذیه رابطه مستقیمی وجود دارد ، بنابراین می‌توان گفت که بهترین درجه حرارت برای تغذیه و فیلترا سیون در محدوده دمایی 23 تا 28 درجه سانتی‌گراد است. همچنین میزان فیلتراسیون از 23 به 18/5 درجه سانتی‌گراد برای هر دو گونه کاهش داشته ولی برای *Isochrysis aff galbana* بسیار چشمگیرتراز ریز جلبک *Chaetoceros mulleri* بوده است. عوامل مختلفی ازجمله : تنوع بسیار زیاد محیطی و گونه، خصوصیات صدف‌ها و تنوع غذایی‌شان ، مقدار و حجم فیلتر کردن را تحت تأثیر قرار می‌دهند حتی در شرایط زیر اپتیمم ، صدف‌ها، ریز جلبک‌ها و ذرات معلق را در مقادیر نسبتاً زیاد فیلتر می‌کنند (Helferich *et al.*,1995). با ادامه روند افزایش زمان از یک ساعت به 2 ساعت و افزایش دما از 23 به 27/5 درجه سانتی‌گراد ملاحظه می شود که فیلترا سیون بر روی جلبک *Isochrysis aff galbana* به‌مرور افزایش‌یافته و به حداکثر خود در دمای 27/5 درجه سانتی‌گراد رسیده است (635.031.213 سلول) درحالی‌که از میزان فیلتراسیون بر روی جلبک *Chaetoceros mulleri* کاسته شده ولی در درجات حرارت 24/5 و 26/5 درجه سانتی پایه به هم نزدیک شده و اختلاف بین آن‌ها به حداقل رسیده است و در 27/5 درجه سانتی‌گراد نیز نسبت به یک ساعت اول افزایش داشته ولی از دو تیمار قبلی(24/5 و 26/5) اندکی کمتر بوده است که این نشان‌دهنده دامنه وسیع اپتیمم برای تغذیه و پرورش صدفچه ها در مناطق حاره است. میزان فیلتراسیون از 27/5 درجه سانتی‌گراد به بالا نیز برای

هر دو گونه مجدداً کاهش‌یافته است که نشان‌دهنده خارج شدن از شرایط اپتیمم درجه حرارت برای تغذیه است. نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه مقایسه فیلترا سیون بین دو گونه در ساعت اول و 2 ساعته چه ازنظر تعداد سلول و چه ازنظر حجم آب فیلتر شده نشان می‌دهد که بین تیمارهای1 ، 2 و 3 (در همه موارد) و4 (فقط در ساعت اول) اختلاف معنی‌داری وجود داشته ($p<0/05$) و بین تیمارهای 5 ، 6 و 7 اختلاف معنی‌داری وجود ندارد . بر ا ساس تحقیقات انجام شده میزان فیلترا سیون لاروهای صدف لب سیاه‌روی جلبک‌های قهوه‌ای – طلایی مانند *Pavlova* spp و *Isochrysis aff galbana* ؛ نسبت به دیاتومه ها مانند *Chaetocrros* spp بیشتر بوده که دلیل آن شاید به خاطر اختلاف در اندازه سلول یا شکل میان فلاژله ها و یا دیاتومه ها باشد که به ترتیب 14-6 میکرون و 8-6 میکرون بوده و یا مر بوط به‌اندازه تاژک‌های آن‌ها (که بلند می‌باشند) باشد Doroudi *et al.*,2003) و با توجه به اینکه صدفچه‌های مورد آزمایش بعد از دوران لاروی قرار داشتند و خیلی کوچک بودند بنابراین شاید بتوان گفت که فیلتراسیون کمتر دیاتومه ها دردما های بالاتر تا حدودی ناشی از اختلاف اندازه و فاکتورهای یادشده باشد. به‌طورکلی عوامل مختلفی در میزان فیلتراسیون صدف‌ها می‌تواند نقش ایفا نماید که شامل اندازه ذرات ، تراکم ذرات ، اندازه صدف ، درجه حرارت ، سرعت جریان آب و نوع دوکفه‌ای است(ghorbani, 2006). تراکم ذرات غذایی نیز نقش مهمی را در میزان فیلتراسیون می‌تواند ایفا ء نماید. به‌عنوان‌مثال: Nalepa و Orlovae در سال 2000 تراکم ذرات غذایی را برای دوکفه‌ای *Dreissena polymorfa* و Bayne در سال 1976 تراکم ذرات غذایی برای ماسل های دریایی را تا 800 هزار سلول در هر میلی‌لیتر آب با استفاده از جلبک کلر لا در نظر گرفتند .(Helfrich *et al.*,1995) تراکم سلولی را برای فیلتراسیون ماسل 50 عدد در هر میکرو لیتر (50000 در هر میلی‌لیتر) و (Paterson, 1984) این تراکم را 9000 سلول در هر میلی‌لیتر آب در نظر گرفته است . این اعداد با 100 سلول در نظر گرفته‌شده در این آزمایش با توجه به‌اندازه سلول‌های جلبکی که بزرگ‌تر بوده و دارای تاژک نیز می‌باشند و همچنین نوع صدف که فیلتر کننده پرقدرتی است ، هم‌خوانی داشته است . اندازه جانور یکی دیگر از عواملی است که در میزان فیلتراسیون نقش مهمی را می‌تواند ایفاء کند و با بزرگ شدن جانور ، میزان فیلتراسیون نیز افزایش پیدا می‌کند (Doroudi *et al.*, 2003) . Lie در سال 1993 میزان فیلتراسیون دوکفه‌ای *Dreissena polymorfa* را با اندازه طولی 13-23 میلی‌متر، در حدود 77- 22 میلی‌لیتر بیان نمود . قربانی در سال 1385 میزان فیلتراسیون صدف *D. polymorpha* با اندازه طولی 19-18 میلی‌متر و با ا ستفاده از جلبک کلرلا، برای دو تیمار دمایی 16 و 25 درجه سانتی‌گراد به ترتیب 58/65 و 125 میلی‌لیتر تعیین نمود . از دیگر عوامل مؤثر در میزان فیلتراسیون ، درجه حرارت آب است و همان‌طور یکه در این تحقیق مشاهده‌شده میزان فیلتراسیون در درجات حرارت بالاتر ، بیشتر بوده که این موضوع با شرایط ایده آل پرورش لارو و صدفچه‌های صدف لب سیاه هم‌خوانی دارد. لاروها و صدفچه‌های گونه‌های *P. Margaritifera*، *P.maxima* عموماً در آب‌های با درجه حرارت بین 30 – 26 درجه سانتی‌گراد پرورش داد ه می‌شوند و گونه‌های فیتوپلانکتونی مناطق حاره به‌عنوان یک منبع غذایی برای پرورش لارو در تحت این شرایط بسیار مناسب می‌باشند (Minaur, 1969; Tanaka *et al.*, 1970; Martinez – Fernandes *et al.*,2006) و این موضوع در آزمایش‌های کوتاه‌مدت اثرات درجه حرارت و در دسترس بودن غذا روی مقادیر رشد لاروهای *P. Margaritifera* و *P.maxima* در درجات حرارت 23 و 27 درجه سانتی پایه ثابت‌شده است Ykihira *et*) (*al.*, 1998 , 2000. سرعت جریان آب نیز از دیگر پارامترهای مؤثر بر روی فیلتراسیون صدف‌های مروارید ساز است که در این تحقیق در حدود 15- 10 سانتی‌متر بر ثانیه با استفاده از جریان هوای داخل آکواریوم تنظیم گردید. با افزایش سرعت جریان آب از 25 سانتی‌متر به بالا میزان فیلتراسیون به‌وسیله دوکفه‌ای‌ها بشدت کاهش خواهد یافت (Lie , 1993). میزان فیلتراسیون با توجه به جنس و گونه دوکفه‌ای نیز فرق می‌کند . به‌عنوان‌مثال میزان فیلتراسیون دوکفه‌ای Unionidae تا 632 میلی‌لیتر در ساعت ، Corbicula تا 782 میلی‌لیتر در ساعت (Helfrich *et al.*, 1995) و دوکفه‌ای *Anodonta cataracta* ، 150-580 میلی‌لیتر در ساعت (Gusseman, 1978) و 632- 357 میلی‌لیتر در ساعت (Patterson & Cameron, 1985) ، دوکفه‌ای *Ellipto complanata* 400 میلی‌لیتر در ساعت (Patterson, 1984, 1986) و دوکفه‌ای‌های خانواده Unionidae ، 300 میلی‌لیتر در ساعت (Lewandoski & Stanczykowska , 1975). دوکفه‌ای *Corbicula fluminea* 347 میلی‌لیتر در ساعت (Buttner & Heidinger, 1981) ، دوکفه‌ای *Corbicula fluminea* در حدود 770- 587 و 782- 278 میلی‌لیتر در ساعت (Lauritsen , 1986 a , b) .دوکفه‌ای *Dreissena polymorfa*

در حدود 75- 40 میلی‌لیتر در ساعت (Reeders *et al.*, 1989) که همگی جزء دوکفه‌ای‌های آب شیرین می‌باشند ، برآورد شده است . در این تحقیق میزان فیلتراسیون با توجه به نوع جلبک مورداستفاده و گونه صدف متفاوت بوده و برای جلبک *Isochrysis aff galbana* با توجه به کوچک بودن صدفچه ها ، از 6350-659 میلی‌لیتر و برای گونه *Chaetocrros mulleri* در حدود 3968-2054 میلی‌لیتر در ساعت بوده است . میزان فیلتراسیون صدف‌های لب سیاه با توجه به‌اندازه آن‌ها و زیاد بودن سطح آبشش آن‌ها ، معمولاً زیاد بوده و به 60- 5 لیتر در ساعت و 1440- 120 لیتر در 24 ساعت می‌رسد (Pouvreau *et al.*, 1999). بنابراین مقادیر فیلتراسیون محاسبه‌شده برای صدف‌ها بسیار متغیر بوده و نشان‌دهنده اختلافات در شرایط محیطی و روش‌های آزمایش به‌ویژه غلظت ، اندازه و گونه سلول‌های جلبکی به تعلیق درآورده شده دارد (Helfrich *et al.*, 1995). از طرف دیگر تغییر پذیری در مقدار فیلتراسیون حتی در آزمایش های تک‌گونه‌ای ریز جلبک نیز قابل‌رؤیت است(Ward and Aiello, 1973 ; Lauritsen, 1986 a , b).

تشکر و قدردانی

از ریاست محترم ایستگاه تحقیقات نرم‌تنان بندرلنگه جناب آقای مهندس حسین رامشی و سایر کارکنان زحمتکش ایستگاه، صمیمانه تشکر می‌نماییم.

منابع

i. Anonymous W. 1991. The design and operation of live feeds production system. In: rotifer and micro algae culture system. Asia Workshop, Filks W. and Main k.L.(eds). Proceedings of a U – Asia. Workshop, Honolulu, Hawaii. Jan. 28-31 1991. The oceanic Institute Hawaii USA, pp.3-52.
2. Bayne BL. 1976. Physiology (1). In: Marine mussel: Their ecology and physiology. Cambridge University Press. pp.14-132.
3. Bayne BL. Widdows J. and Worrall C., 1977. Some temperature relationship in the physiological of two ecological distinct bivalve population. In: Vernberg FJ. Calabrese A. Thurberg FP. Vernberg WB. (Eds.), Physiological Responses of Marine Biota to Pollutant . Academic Press, New York, USA. pp.379-400.
4. Buttner JK. and Heidinger RC. 1981. Rate of filtration in the Asiatic clam, *Corbicula fluminea*. Transactions of the lllinois Academy of Science 74:13-17.
5. Doroudi MS. and Southgate PC. 2000. The influence of algal ration and larval density on growth and survival of black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (L.), larvae. Aquaculture Research. 31: 621-625.
6. Doroudi MS. 2001. Development and culture of black-lip pearl oyster *Pinctada margaritifera* (L.) larvae Australia. Ph.D. thesis. Jamescook University, Australia . 153 p.
7. Doroudi MS., Southgate PC. and Lucas JS. 2003.Variation in clearance and ingestion rates by larvae of the black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (L.),feeding on varios microalgae. Aquaculture Nutrition. 9:11-16.
8. Doumenge F., Toulemont A. and Branellec J. 1991. The south sea pearls: The Philippine golden pearl. Monaco musee Oceanographique. Ambridge University Press 56p.

9. Gallager SM. 1988. Visual observations of particale manipulation during feeding in larvae of bivalve mollusc. Bulletin of Marine Science. 43:344-365.
10. Gervis MH. and Sims NA. 1992. The biology and culture of pearl oyster. International center for Living Aquatic Resources Management Studies and Reviews. 49p.
11. Ghorbani SA. 2006. A survey on filtration rate of oyster *Dreissena polymorpha* at two different temperatures Anzali lagoon. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 15(1):163-166.
12. Gusseman DS. 1978. Effect of algal concentration on the filtration rate of the fresh water mussel *Anodonta cataracta*. M.Sc. thesis. Pennsylvania State University Park. Pennsylvania, 101p.
13. Helfrich L A. , Zimmerman M. and Weigman DI. 1995. Control of suspended solids and phytoplankton with fishes and mussel.Water Resources Bulletin. American Water Resources Association 31: 307-316.
14. Ivanina AV. Dickinson GH. Matoo OB. Bagwe R. Dickinson A. 2013. Interactive effects of elevated temperature and CO2 levels on energy metabolism and biomineralization of marine bivalves *Crassostrea virginica* and *Mercenaria mercenaria*. Comp Biochem Physiol A, 166, 101–111.
15. Kiibus M. and Kautsky N. 1996. Respiration, nutrient excretion and filtration rate of tropical fresh water mussels and their contribution T. production and energy flow in Lake Karib. Zimbabwe Department of Ecology and Hydrobiologia Stockholm University. 331:25- 32.
16. Lane L. Oengpepa C. and Bell J. 2003. Production and grow-out of the black–lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera*. Aquaculture Asia. 8: 5-7.
17. Lauritsen DD.1986a. Assimilstion of radiolabeled algae by corbicula. American Malacologist Bulletin . 2:219-222.
18. Lauritsen DD. 1986b. Filter-feeding in *Corbicula fluminea* and its effect on seston removal. Journal of the North American Benthological Society. 5:165-172.
19. Lewandowski K. and Stanczykowska A. 1975. The occurrence and role of bivalves of the Family unionidae in Mikolojaskie Lake. Ecologia Polska. 23:317-334.
20. Lie J. 1993.Estimation of filteation rate of zebra mussel. Published by the Zebra mussel research program. pp.1-3.
21. Lucas JS. 1982. Quantitive studies of feeding and nutrition during larval development of the coral reef steroid *Acanthaster planci* (L.) Journal of Experimental Marin Biology and Ecology. 65:173-193.
22. Martines-Fernandes E. Acosta-salmon H. and Southgate PC. 2006. The nutritional value of seven species of tropical microalgae for black–lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* larvae. Aquaculture 257:491-503.
23. Minaur J. 1969. Experiments of the artifical rearing of the larvae of *Pinctada maxima*. Australian Journal of Marine and freshwater Research. 20:125-187.
24. Orlova MI. and Nalepa TF. 2000. *Dreissena polymorpha*. Regional Biological Invasions Center.

25. Patterson C G. 1986. Particle – size Selectivity in the Freshwater Bivalve *Elliptio complanata* (lightfoot). The Veliger 29: 235- 237.
26. Patterson CG. 1984. A technique for determining apparent selective filtration in the fresh water bivalve *Elliptio complanata* (solander). The Veliger 27:283-241.
27. Patterson CG. Cameron IF. 1985. Comparative Energetics of Two Populations of the Unionid *Anodonta cataracta* . Freshwater Invertebrate Biology. 4:79-90.
28. Pouvreau S. and Jonquieres G.1999. Filtration by the pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, under condition of low seston load and small particle size in tropical lagoon habital. Aquaculture. 176:259- 314.
29. Reeders HH. and Bijdevaate A. 1989. The filtration rate of *Dreissena polymorpha* in three Dutch lakes with reference to biological water quality management. Fresh Water Biology. 22:133-141.
30. Rezaei Marnani H. 1995. A survey on distribution of mollusks in shallow coastal waters around the Iranian Islands of the Persian Gulf. Iranian fisheries research institute, Bandar Lengeh Mollusks Research Station. 162 p.
31. Sprung M. 1985. Physiological energeties of muscle larvae *Mytilus edulis*.. Marine Ecology Progress Series. 17: 295-305.
32. Suva F. 1999. Technical guidance on pearl hatchery development in the Kingdom of Tonga . FAO . GCP / RAS/ 116/ JPN.
33. Tanaka Y. Inoha S. and Kakazu K. 1970. Studies on seed production of black–lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, in Okinawa: III. Culture experiment of Mono chrysis lutheri at kigh water temperature level. Bulletin of The Tokal Regional fisheries Research Laboratory. 63:87-90.
34. Yukihira H . Klumpp D.W. Lucas, J S. 2000 . Comparative effects of temperature on suspension feeding and energy budgest of the pearl oyster *Pinctada margaritifera* and *Pinctada maxima*. Marine Ecology Progress Series.195: 179-188.
35. Yukihira H. Klumpp DW. and Lucas JS. 1998a. Effect of body size on suspension feeding and energy budgets of pearl oyster *Pinctada margaritifera* and *Pinctada maxima*. Marine Ecology Progress Series 170:119-180.
36. Yukihira H. Klumpp DW. and Lucas JS. 1998b. Comparative effects of microalgal species and food concentration on suspension feeding and energy budjest of the pearl oyster *Pinctada margaritifera* and *Pinctada maxima*. Marine Ecology Progress Series 171:71-84.
37. Yukihira H. Klumpp DW. and Lucas JS.1999.Feeding adaptation of the pearl oyster *Pinctada margaritifera* and *Pinctada maxima* to variations in natural particulates. Marine Ecology Progress Series 182:161-173.
38. Yukihira H. Lucas JS. and Klumpp DW.2006. Comparative effects of temperature on suspension feeding and energy budgest of the pearl oyster *Pinctada margaritifera* and *Pinctada maxima*. Marine Ecology Progress Series 179-188.