

## بررسی برخی خصوصیات زیستی و زیست محیطی صدف دوکفه‌ای دسته چاقویی

### *Solen dactylus* (Cosel, 1989) در سواحل بندرعباس

هانیه سعیدی<sup>(۱)\*</sup>؛ شاهرخ پاشایی راد<sup>(۲)</sup>؛ آریا اشجع اردلان<sup>(۳)</sup>؛ احسان کامرانی<sup>(۴)</sup>؛

کاظم خدادادی جوکار<sup>(۵)</sup> و عیسی کمالی<sup>(۶)</sup>

h62s@yahoo.com

۱ و ۲ - دانشکده علوم زیستی دانشگاه شهید بهشتی، تهران

۳ - دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، خیابان شهیدفلاحی، پلاک ۱۴،

کد پستی: ۱۹۸۷۹۷۴۶۳۵

۴ - گروه شیلات و زیست شناسی دریا دانشگاه هرمزگان، بندرعباس صندوق پستی: ۳۹۹۵

۵ و ۶ - پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، بندرعباس صندوق پستی: ۱۵۹۷

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۸

### چکیده

در این بررسی ۹۴۵ عدد دوکفه‌ای صدف دسته چاقویی از اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ تا فروردین ماه ۱۳۸۷ در دو ترانسکت از سواحل گلشهر بندرعباس (ترانسکت اول در پارک دولت و ترانسکت دوم در پارک غدیر) در خلیج فارس مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. همزمان با نمونه‌برداری از صدف، عوامل فیزیکی و شیمیایی آب مانند دما، pH، شوری و میزان اکسیژن محلول، همچنین نوع دانه‌بندی رسوبات و فراوانی و تنوع فیتوپلانکتونی نیز در هر ماه مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین ( $\pm$  انحراف استاندارد) طول و وزن کل صدف به ترتیب برابر  $۱۷/۱۳ \pm ۶۷/۵$  میلی‌متر و  $۴/۰۴ \pm ۶/۳$  گرم بدست آمد. ضریب همبستگی بین طول-عرض صدف، وزن کل-وزن خشک صدف و طول-وزن خشک صدف به ترتیب برابر  $۰/۹۱$ ،  $۰/۸۳$  و  $۰/۸۶$  بدست آمد که همبستگی مثبتی را نشان دادند ( $P < ۰/۰۵$ ).

میانگین ( $\pm$  انحراف استاندارد) ضریب آلومتریک (b) برای رابطه طول صدف - وزن خشک برابر  $۰/۱۲ \pm ۲/۸$  بدست آمد که الگوی آلومتریک منفی را نشان داد ( $t$ -test،  $P < ۰/۰۵$ ). هیچ ارتباط معنی‌داری بین ابعاد مختلف صدف با قطر و عمق سوراخ حفر شده توسط آن در طول یک سال مشاهده نگردید ( $P < ۰/۰۵$ ). بیشترین میزان GSI (شاخص گنادی-بدنی) در بهمن (دوره رسیدگی جنسی) در ترانسکت اول و دوم به ترتیب برابر ۱۱ و ۱۶ درصد بود. کمترین میزان GSI از فروردین تا شهریور ماه (دوره استراحت جنسی) در هر دو ترانسکت برابر صفر بود. GCI (شاخص وضعیت گنادی) در طول یک سال مطالعه کاملاً با GSI منطبق بود. GSI و GCI با میزان دما همبستگی منفی و با میزان اکسیژن همبستگی مثبت داشتند ( $P < ۰/۰۵$ ).

**نکات کلیدی:** *Solen dactylus* شاخص تولید مثلی، بندرعباس، خلیج فارس، ایران

## مقدمه

نرمتان شاخه متمایز و منحصر به فردی می‌باشند که از کرم‌های یوتروکوژوا (Eutrochozoa) بخصوص از کرم‌های بادامی شکل (Sipuncula) منشأ گرفته‌اند (Barnes et al., 2001). این شاخه با حدود ۱۰۰ هزار گونه از نظر تنوع دومین شاخه بزرگ جانوری را پس از بندپایان تشکیل می‌دهند که قادر به زیست در محدوده وسیعی از محیط زیست با شرایط محیطی مختلف هستند (Barnes et al., 2001). نرمتان به دلایل زیادی از جمله ارزش غذایی، ارزش تزئینی، تغذیه آبزیان پرورشی، نقش مهم در چرخه غذایی اکوسیستمها، تولید مروارید در دوکفه‌ای‌های مروارید ساز و همچنین استفاده وسیع از آنها در صنعت داروسازی و تولید لوازم آرایشی حائز اهمیت می‌باشند. دوکفه‌ای‌ها پس از شکم‌پایان یکی از متنوع‌ترین و فراوانترین رده‌های شاخه نرمتان را تشکیل می‌دهند. خانواده‌های زیادی در این رده قرار دارند که از آن جمله خانواده Solenidae معروف به صدفهای دسته چاقویی (Razor clams) می‌باشد. صدفهای دسته چاقویی از جمله دوکفه‌ای‌های حفار در گل و ماسه با ارزش خوراکی و اهمیت اقتصادی بالا می‌باشند. علاوه بر این ارزش‌ها، این گروه بعلت زیست در مناطق بین جزر و مدی ارزش بسیار بالایی در چرخه غذایی سایر جانوران بخصوص پرندگان و خرنجگها دارند. گونه (Cosel, 1989) *Solen dactylus* (Bosch et al, 1995) از این خانواده در ایران در سواحل بندرعباس وجود داشته و توسط صیادان محلی برای مصرف غذایی و بعنوان طعمه برای صید ماهیها مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین در سالهای اخیر توسط پرورش‌دهندگان میگو بعنوان غذای زنده استفاده می‌شود (سعیدی و همکاران، ۱۳۸۶).

تحقیقات نسبتاً محدودی بر روی زیست‌شناسی رشد و تولید مثل دوکفه‌ای‌ها در ایران انجام پذیرفته که از آنها می‌توان به بررسی اشجع اردلان در سال ۱۳۷۹ بر روی پراکنش و بیولوژی رشد و تولید مثل اویستر صخره‌ای (*Saccostrea cucullata*) در سواحل دریای عمان اشاره نمود و حسین‌زاده صحافی در سال ۱۳۸۰ زیست‌شناسی تولید مثل *Solen roseamaculatus* در سواحل شمالی بندرعباس بررسی نمود. مطالعات بسیاری بر روی زیست‌شناسی رشد و تولید مثل دوکفه‌ای‌ها همچنین بررسی اثرات عوامی محیطی بر آنها در خارج از ایران صورت گرفته است که از آن جمله Remacha و Anadon (۲۰۰۶) به بررسی چرخه تولید مثلی *Solen marginatus* در سه منطقه مختلف

اسپانیا پرداختند. Pedro و همکاران (۲۰۰۲) مورفومتری، رشد و تولید مثل جمعیت آتلانتیکی صدف دسته چاقویی *Ensis macha* را مورد تحقیق و آزمایش قرار دادند. Oh و Park (۲۰۰۲) ارتباط طول و وزن دوکفه‌ای‌های سواحل غربی کره را مورد بررسی قرار دادند، Satio و همکاران (۲۰۰۴) اثر نوسانات دمایی در فراوانی دوکفه‌ای *Theora fragilis* در خلیج مایزورو (Maizuru) در دریای ژاپن را مورد تحقیق قرار دادند و نهایتاً Pinn و همکاران (۲۰۰۵) شکل ظاهری سوراخ، زیست‌سنجی، سن و رشد پیدوکهای دوکفه‌ای (Pidlocks) را در سواحل جنوبی انگلستان مورد مطالعه و تحقیق قرار دادند. با توجه به اهمیت گونه *Solen dactylus* این تحقیق در سواحل شهر بندرعباس برای محاسبه شاخص گنادی - بدنی (GSI)، شاخص وضعیت گنادی (GCI)، ضریب چاقی (CF)، بررسی ضریب همبستگی ابعاد مختلف صدف با قطر طولی و عمق سوراخ حفر شده توسط آن، بررسی عوامل محیطی شامل pH، اکسیژن، شوری، دما، دانه‌بندی رسوبات و بررسی نوع و فراوانی فیتوپلانکتونها در آبهای ساحلی و در نهایت ارتباط آنها با بررسی‌های ذکر شده انجام پذیرفت. از آنجا که در این سواحل صیادان محلی این دوکفه‌ای را مورد صید بی‌رویه قرار می‌دهند (سعیدی، ۱۳۸۷)، لذا داشتن الگویی از تولید مثل این صدف می‌تواند برای کارهای مدیریتی کارآمد باشد.

## مواد و روش کار

نمونه‌برداری در طول ۱۲ ماه از اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ تا فروردین ماه ۱۳۸۷ در سواحل گلشهر بندرعباس انجام پذیرفت. در این تحقیق یک ایستگاه در سواحل گلشهر بندرعباس مورد بررسی قرار گرفت و نمونه‌برداری از دو ترانسکت ۳۰ × ۳۰ متری عمود بر ساحل انجام پذیرفت. ترانسکت اول (۷۶۳' ۲۰" ۵۶° طول شرقی و ۲۱۷' ۱۱" ۲۷° عرض شمالی) در ساحل پارک دولت و ترانسکت دوم (۵۱۵' ۲۰" ۵۶° طول شرقی و ۱۵۱' ۱۱" ۲۷° عرض شمالی) در ساحل پارک غدیر (شکل ۱) قرار داشت. در هر ترانسکت ۶ حوضچه بین جزر و مدی با انتخاب تصادفی در نظر گرفته شد. نمونه‌ها درون حوضچه‌ها به روش زیگزاگی جمع‌آوری شدند. قبل از برداشت نمونه‌ها، ابتدا قطر طولی سوراخهای حفر شده توسط دوکفه‌ای‌ها با کولیس با دقت ۰/۰۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. سپس توسط یک سیم مدرج

که در سر آن قلابی قرار داشت با فرو بردن این سیم در سوراخ حفر شده و اتصال صدف به آنها عمق حضور دوکفه‌ای (فاصله از سطح بستر تا انتهای صدف دوکفه‌ای) نیز اندازه‌گیری گردید. سپس نمونه‌ها پس از اتصال به سیم از کانال مربوطه خارج و در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت گردیده و برای انجام زیست‌سنجی و آزمایشات مربوطه به آزمایشگاه منتقل گردیدند (سعیدی و همکاران، ۱۳۸۶). بدلیل نزدیک بودن دو ترانسکت و عدم اختلاف معنی‌دار بین نتایج بدست آمده در رابطه با زیست‌سنجی نمونه‌ها و داده‌های مربوط به قطر و عمق سوراخ حفر شده توسط آنها، نتایج مربوطه بطور کلی برای محدوده ساحلی گلشهر بندرعباس ارائه گردید.

در آزمایشگاه اندازه‌گیری طول قدامی- خلفی صدف (طول صدف)، طول پشتی- شکمی صدف (عرض صدف) و فاصله دوکفه از هم (قطر صدف) توسط کولیس با دقت ۰/۰۲ میلی‌متر انجام پذیرفت. وزن کل صدف، وزن تر صدف (وزن توده نرم احشایی)، وزن پوسته صدف، وزن خشک صدف (وزن خشک توده نرم احشایی) و وزن خشک پوسته صدف با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ میلی‌گرم انجام پذیرفت و در کل ۹۴۵ نمونه مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. وزن خشک بافت نرم نمونه‌ها با قرار دادن آنها در آون با درجه حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت و توزین مجدد آنها (Sejr *et al.*, 2002) و وزن خشک پوسته از قرارگیری آنها در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳ ساعت در آون بدست آمد (Darriba *et al.*, 2004).

در نهایت اطلاعات هر نمونه شامل طول صدف، عرض صدف، قطر صدف، عمق سوراخ حفر شده توسط صدف، قطر طولی سوراخ حفر شده توسط صدف، وزن کل نمونه، وزن تر نمونه، وزن پوسته نمونه، وزن خشک نمونه، وجود یا عدم وجود سلول جنسی در فصل تولید مثل، شماره ترانسکت و حوضچه صدف

مورد نظر در همراه وارد برنامه‌های آماری Excell, FISAT و LOGISTIC شده و ارتباط آنها مورد بررسی قرار گرفت. فرمولهای استفاده شده در این مطالعه شامل موارد زیر بودند: بررسی روابط طول و وزن خشک صدف توسط برنامه Excell و نمودارهای مربوطه طبق فرمول زیر محاسبه گردید (Cherif *et al.*, 2007):

$$W = a L^b$$

a = ضریب چاقی (Condition factor)

L = طول صدف برحسب میلی‌متر

W = وزن (خشک) صدف برحسب گرم

b = ضریب آلومتریک

شاخص گنادی- بدنی (Gonad Somatic Index) طبق فرمول زیر محاسبه گردید (اشجع اردلان و همکاران، ۱۳۷۸؛ Cherif *et al.*, 2007):

وزن گناد

$$100 \times \frac{\text{وزن گناد}}{\text{وزن محتویات نرم داخل پوسته}} = \text{شاخص گنادی - بدنی (GSI)}$$

وزن محتویات نرم داخل پوسته

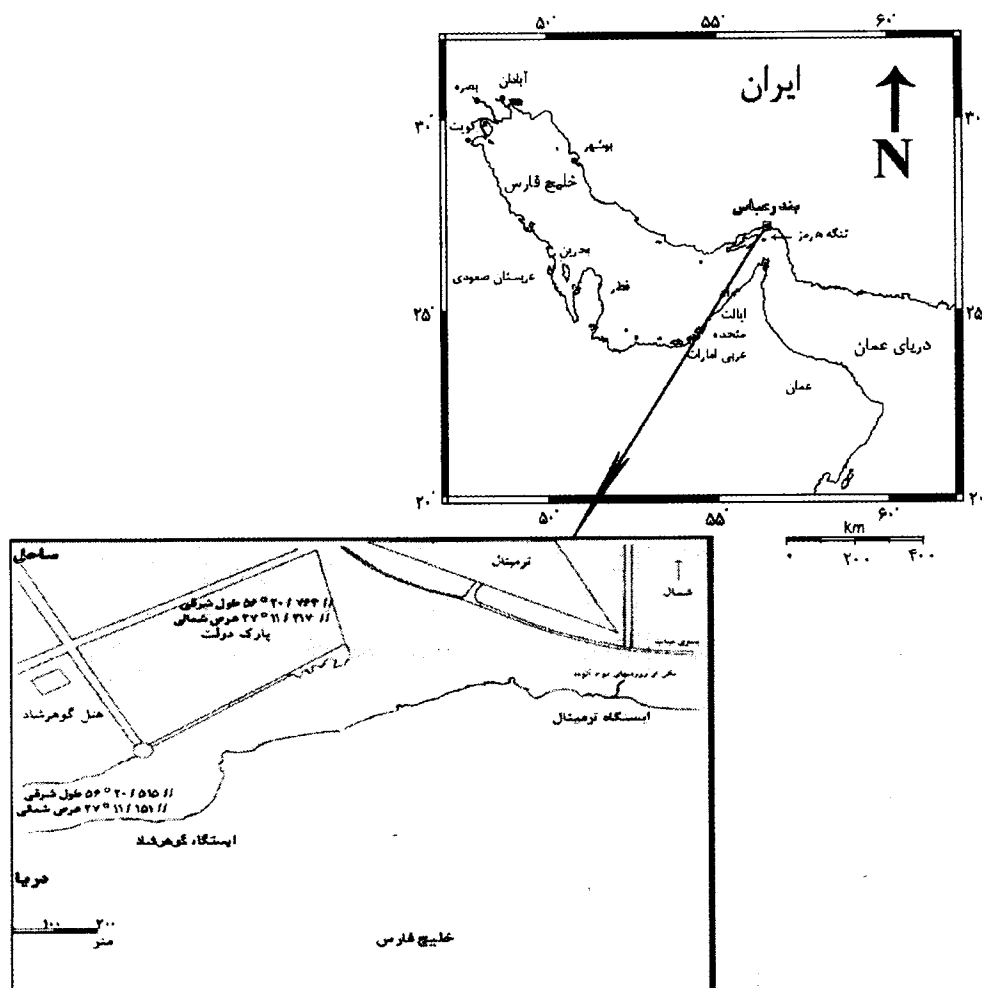
شاخص وضعیت گنادی (Gonad Condition Index) طبق فرمول زیر محاسبه گردید (Darriba *et al.*, 2004):

وزن گناد

$$100 \times \frac{\text{وزن خشک پوسته}}{\text{شاخص وضعیت گنادی}} =$$

وزن خشک پوسته

در نهایت توسط تستهای آماری مختلف شامل همبستگی پیرسون، t-test، رگرسیون خطی و غیرخطی در نرم‌افزارهای SPSS و EXCEL داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و نمودارهای مربوطه رسم گردید.



شکل ۱: موقعیت سواحل گلشهر و پارک دولت (بندرعباس، ۱۳۸۶)

سنجش دما توسط ترمومتر با دقت ۰/۱ درجه سانتیگراد با ۳ تکرار مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. pH توسط pH متر دیجیتال مدل WWT 320 و اکسیژن به روش وینکلر اندازه‌گیری گردیدند. شوری توسط تیتراسیون نیترات نقره به روش Mohr انجام پذیرفت. برای بررسی نوع دانه‌بندی رسوبات نمونه رسوب پس از برداشتن از سطح بستر به یخچال منتقل شده و از روش هیدرومتری بایکس با استفاده از هیدرومتر 152 H و بکارگیری سدیم متا هگزا فسفات (کلگون) مورد سنجش قرار گرفت (نوری، ۱۳۶۸).

برای نمونه‌برداری و بررسی تنوع و فراوانی فیتوپلانکتونها در هر نمونه برداری سه بطری دو لیتری از آبهای ساحلی پارک دولت از عمق ۱ تا ۲ متر برداشته شد و سریعاً توسط لوگل مورد تثبیت قرار گرفتند. با انتقال بطری‌ها به آزمایشگاه و نگهداری آنها به مدت ۲۰ روز در جایی ثابت فیتوپلانکتونها ته‌نشین شده و رسوب کرده

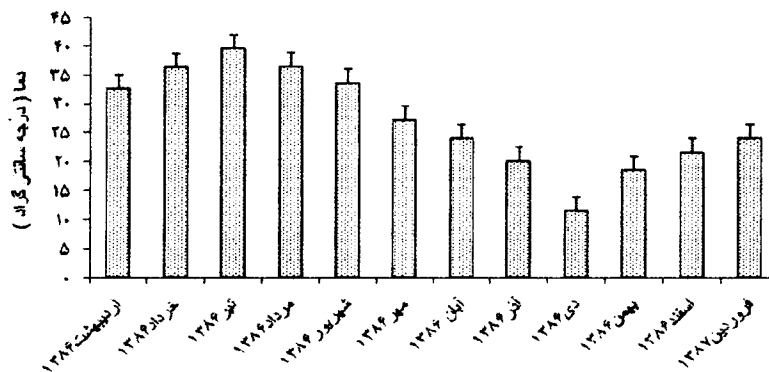
## نتایج

نمودارهای ۱ تا ۴ نوسانات عوامل محیطی شامل درجه حرارت، شوری، اکسیژن و pH را در طول یک سال نشان می‌دهد. نمودار ۵ مربوط به نوع دانه‌بندی رسوبات می‌باشد. با توجه به نمودار ۱ میزان دما از اردیبهشت ماه تا تیر ماه افزایش یافته و سپس از مرداد تا دی روند نزولی را نشان می‌دهد. سپس

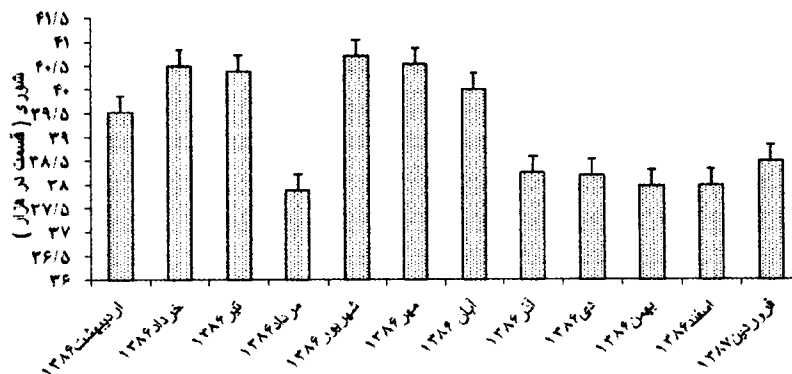
در ماههای مختلف سال از ماسه تشکیل شده است. میزان گل نیز از میزان رس بیشتر می‌باشد و حدود ۵ تا ۱۵ درصد از رسوبات بستر را بخود اختصاص داده است و بقیه رسوبات را رس تشکیل داده است.

در طول یک سال به طور ماهانه از اردیبهشت ۱۳۸۶ تا فروردین ۱۳۸۷ آبهای ساحلی بندرعباس از لحاظ تنوع و فراوانی فیتوپلانکتونها مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج مربوطه در نمودارهای ۶ و ۷ آورده شده‌اند. با توجه به نمودار ۶ بیشترین میزان فراوانی فیتوپلانکتونها متعلق به آذر ماه و کمترین میزان متعلق به فروردین ماه می‌باشد. با مشاهده نمودار ۷ بیشترین تنوع فیتوپلانکتونی در اسفند ماه و کمترین تنوع در فروردین ماه مشاهده گردید.

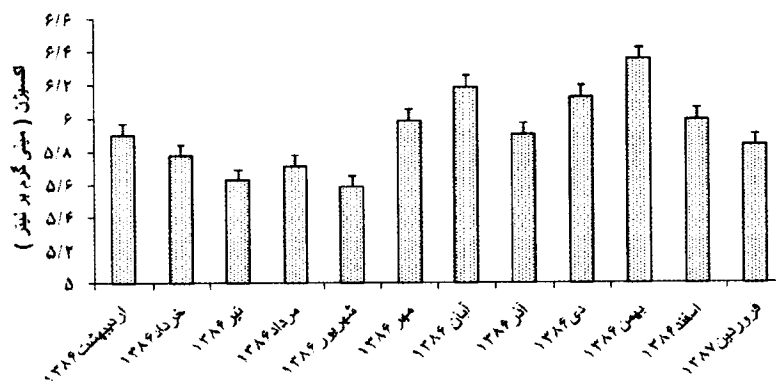
مجدداً از بهمن ماه تا فروردین ماه افزایش یافته است. حداقل دما در دی ماه (۱۳/۵) درجه سانتیگراد و حداکثر دما در تیر ماه (۳۹/۵) درجه سانتیگراد) بود. با توجه به نمودار ۲ حداقل میزان شوری در مرداد ماه (۳۷/۸ قسمت در هزار) و حداکثر شوری در شهریور ماه (۴۰/۸ قسمت در هزار) است. همانطور که در نمودار ۳ مشاهده می‌گردد حداکثر میزان اکسیژن در بهمن ماه (۶/۳ میلیگرم بر لیتر) و حداقل میزان اکسیژن در شهریور ماه (۵/۶ میلیگرم بر لیتر) می‌باشد. با توجه به نمودار ۴ حداقل میزان pH در مرداد ماه (۷/۹) و حداکثر میزان آن در تیر ماه (۹/۱) است. همانطور که در نمودار ۵ مشاهده می‌گردد میزان ماسه (Sand) نسبت به میزان گل (Silt) و رس (Clay) درصد بیشتری را بخود اختصاص داده است. حدود ۷۰ تا ۹۵ درصد رسوبات بستر



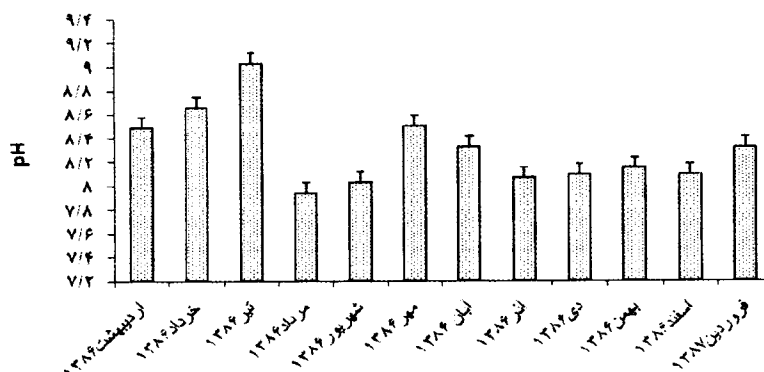
نمودار ۱: میزان نوسان دما در ماههای مختلف سال در آبهای ساحلی (بندرعباس، ۱۳۸۶)



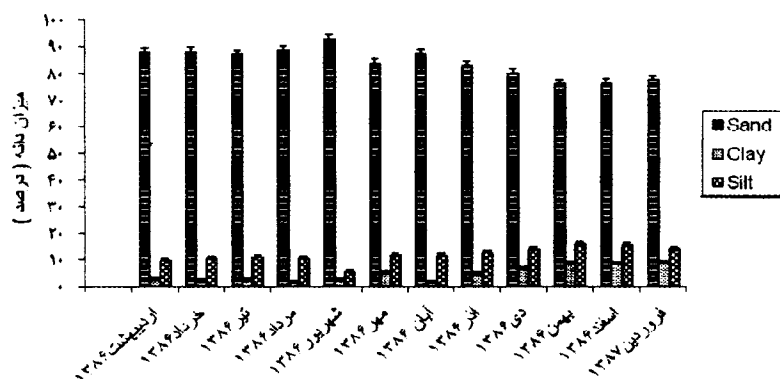
نمودار ۲: میزان نوسان شوری در ماههای مختلف سال در آبهای ساحلی (بندرعباس، ۱۳۸۶)



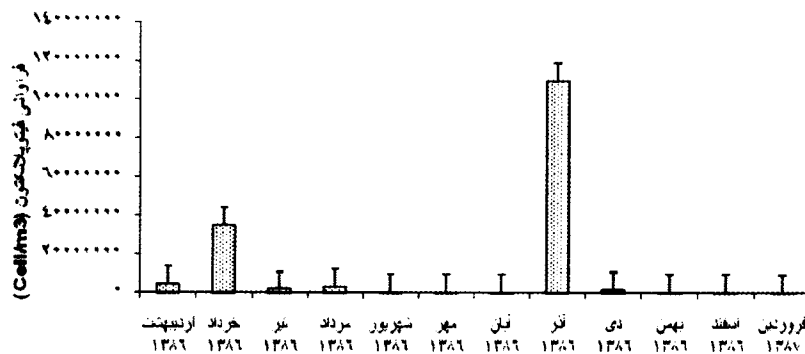
نمودار ۳: میزان نوسان اکسیژن در ماههای مختلف سال در آبهای ساحلی (بندرعباس، ۱۳۸۶)



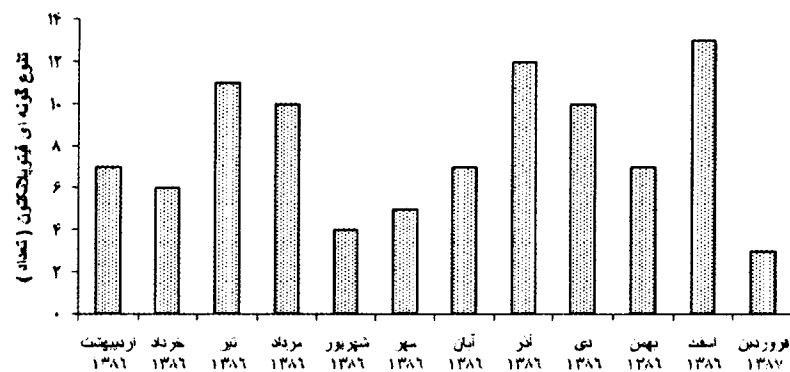
نمودار ۴: میزان نوسان pH در ماههای مختلف سال در آبهای ساحلی (بندرعباس، ۱۳۸۶)



نمودار ۵: نوع دانه‌بندی رسوبات بستر در ماههای مختلف سال در سواحل (بندرعباس، ۱۳۸۶)



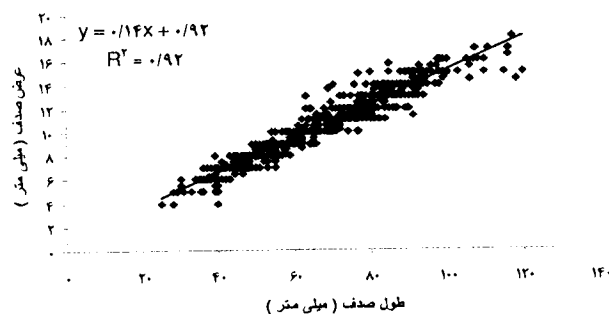
نمودار ۶: میزان فراوانی فیتوپلانکتونها در ماههای مختلف سال در آبهای ساحلی (بندرجاس، ۱۳۸۶)



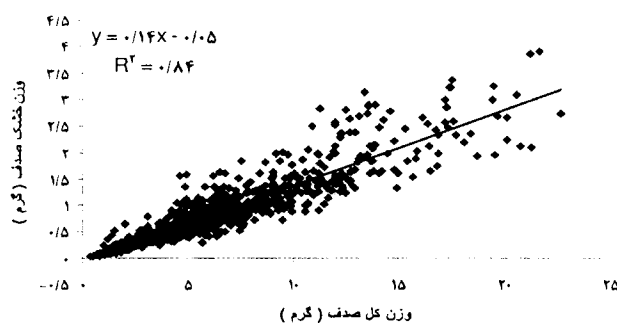
نمودار ۷: میزان تنوع فیتوپلانکتونها در ماههای مختلف سال در آبهای ساحلی (بندرجاس، ۱۳۸۶)

نمودارهای ۸ و ۹ مربوط به بررسی رابطه طول - عرض، وزن کل - وزن خشک و طول - وزن خشک دوکفه‌ای مورد نظر می‌باشند که ضریب تشخیص توانی آنها به ترتیب ۰/۹۱، ۰/۸۳ و ۰/۸۶ بود که نشان‌دهنده یک ارتباط معنی‌دار می‌باشد ( $P < 0.05$ ). رابطه همبستگی طول صدف با وزن خشک آن برابر  $W = 0.00005 L^{2.187}$  است. میانگین و انحراف معیار ضریب آلومتریک بین طول و وزن خشک  $b = 2/8 \pm 0/12/8$  بدست آمد که پس از انجام t-Test مشخص گردید که از الگوی رشد ایزومتریک اختلاف معنی‌داری داشته و دارای الگوی رشد آلومتریک منفی می‌باشد ( $P < 0.05$  و  $t = -19/3$ ,  $df = 11$ ).

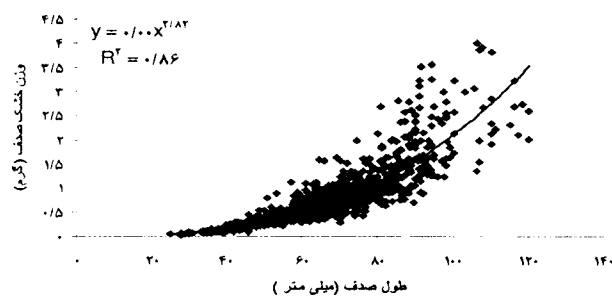
بزرگترین صدف مشاهده شده از لحاظ اندازه به ترتیب دارای طول، عرض و قطری برابر ۱۵، ۱۳ و ۱۲ میلی‌متر و کوچکترین صدف به ترتیب دارای طول، عرض و قطری برابر ۲، ۴، ۲۵ میلی‌متر بود. میانگین ( $\pm$  انحراف استاندارد) طول، عرض و قطر صدفها به ترتیب برابر  $17/13 \pm 6/7$ ،  $10/5 \pm 2/21$  و  $7/38 \pm 2/21$  میلی‌متر بدست آمد. سنگین‌ترین دوکفه‌ای دارای وزن کل، وزن تر و وزن پوسته به ترتیب  $62/22$ ،  $14/00$  و  $8/75$  گرم و سبک‌ترین دوکفه‌ای دارای وزن کل، وزن تر و وزن پوسته به ترتیب  $24/00$ ،  $0/36$  و  $0/02$  گرم بود. میانگین وزن کل، وزن تر و وزن پوسته آنها ترتیب برابر  $6/3 \pm 4/04$ ،  $4/0 \pm 2/65$  و  $1/9 \pm 1/39$  گرم محاسبه گردید.



نمودار ۸: رابطه همبستگی بین طول و عرض دوکفه‌ای دسته چاقویی (بندرعباس، ۱۳۸۶)



نمودار ۹: رابطه همبستگی بین وزن کل و وزن خشک دوکفه‌ای دسته چاقویی (بندرعباس، ۱۳۸۶)



نمودار ۱۰: رابطه همبستگی بین طول و وزن خشک دوکفه‌ای دسته چاقویی (بندرعباس، ۱۳۸۶)

ضرائب تشخیص توانی بین طول صدف- قطر و عمق سوراخ و قطر صدف- قطر سوراخ حفر شده توسط آن بترتیب برابر ۰/۳ و ۰/۲ می‌باشند که همگی فاقد معنی می‌باشند ( $P > 0.05$ ) و این به آن معناست که قرارگیری صدف در اعماق مختلف سوراخ با قطرهای متفاوت با طول و قطر صدف ارتباط معنی‌داری ندارد.

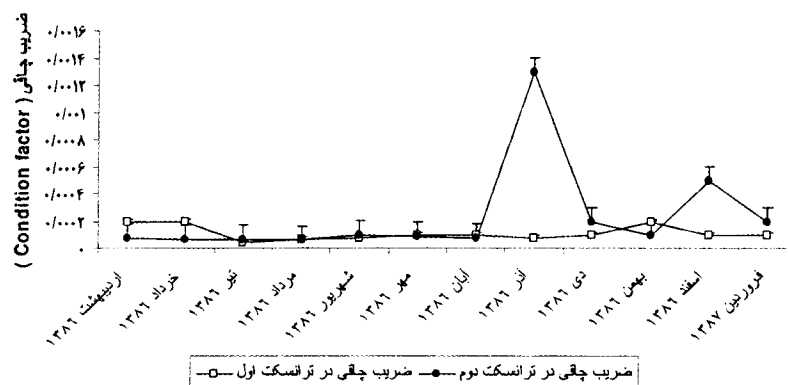
حداکثر قطر سوراخ حفر شده توسط دوکفه‌ای مورد نظر ۱۹/۰ میلی‌متر و حداقل آن ۱/۳ میلی‌متر بود. میانگین ( $\pm$  انحراف استاندارد) قطر سوراخ حفر شده  $7.5 \pm 8.9/1$  میلی‌متر بدست آمد. حداکثر عمق سوراخ حفر شده توسط صدف ۳۴۰ میلی‌متر و حداقل عمق سوراخ حفر شده ۴۰ میلی‌متر بود. میانگین ( $\pm$  انحراف استاندارد) عمق سوراخ حفر شده  $146.4 \pm 55.4/48$  و  $150.8 \pm 53.4/49$  میلی‌متر محاسبه گردید.



همانطور که مشاهده می‌گردد با افزایش تنوع و فراوانی فیتوپلانکتونها در مرداد و آذر ماه این ضریب کاهش یافته است. شاخص گنادی- بدنی نشان‌دهنده وضعیت گنادها است که در طول دوره تولید مثلی میزان آن افزایش می‌یابد و از روی این میزان می‌توان پیک تخم‌ریزی صدف را تعیین کرد. نمودار ۱۲ شاخص گنادی- بدنی را در دو ترانسکت نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار در هر دو ترانسکت از اردیبهشت ماه تا شهریور ماه که گنادها خالی هستند و صدف در مرحله استراحت جنسی بسر می‌برد این شاخص برابر صفر می‌باشد سپس از شهریور ماه همزمان با شروع فعالیت جنسی این ضریب بتدریج افزایش یافته و در بهمن ماه به اوج خود رسیده است. حداکثر میزان آن در بهمن ماه در ترانسکت اول و دوم به ترتیب برابر ۱۱ درصد و ۱۶ درصد می‌باشد. سپس از بهمن ماه سیر نزولی داشته است و در فروردین ماه (پایان دوره تولید مثلی) مجدداً صفر شده است. با توجه به این نمودار این صدف دارای یک پیک تخم‌ریزی (اواخر بهمن) می‌باشد. اما لازم به توضیح است که این صدف در طول رسیدگی جنسی چند بار تخم‌ریزی‌های بسیار جزئی دارد و در نهایت یکی از آنها منجر به تخم‌ریزی اصلی می‌گردد که در نمودارها این پیک مشخص است، همچنین مشاهده می‌گردد که این صدف در طول یک سال یک دوره تولید مثلی را پشت سر گذاشته است. شاخص وضعیت گنادی نیز نمایانگر رسیدگی جنسی و وضعیت گناد در طول دوره تولید مثل می‌باشد که می‌توان از آن برای تأیید شاخص گنادی- بدنی در صدفها استفاده کرد زیرا مانند شاخص رسیدگی جنسی میزان آن در طول دوره تولید مثلی افزایش می‌یابد. نمودار ۱۳ نوسان شاخص وضعیت گنادی را در دو ترانسکت در طول یک سال نشان می‌دهد.

ضریب چاقی به منظور مقایسه میزان رشد صدف در دو ترانسکت مورد استفاده قرار گرفت. همچنین این ضریب در فصول تولید مثلی (اواخر پاییز و زمستان) به علت پر شدن گنادها از سلولهای جنسی، افزایش یافته و شاخص خوبی برای تعیین فصل تولید مثل بشمار می‌رود. نمودار ۱۱ نوسان ضریب چاقی را در طول ماههای مختلف یک سال در دو ترانسکت نشان می‌دهد. با توجه به این نمودارها حداکثر میزان ضریب چاقی در ترانسکت اول در بهمن ماه (فصل تولید مثلی) و در ترانسکت دوم در آذر ماه (فصل تولید مثلی) می‌باشد. نمونه‌ها در ترانسکت دوم بسیار بزرگتر بوده و دارای گنادهای بسیار حجیم‌تر و سنگین‌تر در مقایسه با دوکفه‌های ترانسکت اول بودند و عامل بالا بودن این شاخص در ترانسکت دوم بود. حداکثر این ضریب در ترانسکت اول و دوم به ترتیب  $0/0002$  و  $0/0013$  می‌باشد. در اواخر اسفند و فروردین (پایان فصل تولید مثلی) مجدداً این ضریب کاهش می‌یابد. حداقل میزان آن در ترانسکت اول در تیر (دوره استراحت جنسی)  $(4 \times 10^{-5})$  و در ترانسکت دوم در خرداد (دوره استراحت جنسی)  $(7 \times 10^{-5})$  مشاهده شد. ضریب چاقی در ترانسکت دوم نسبت به ترانسکت اول بالاتر می‌باشد که نمایانگر رشد بیشتر صدفها در ترانسکت دوم بود، همچنین این ضریب در ترانسکت اول نوسان زیادی را در طول سال نشان نمی‌داد.

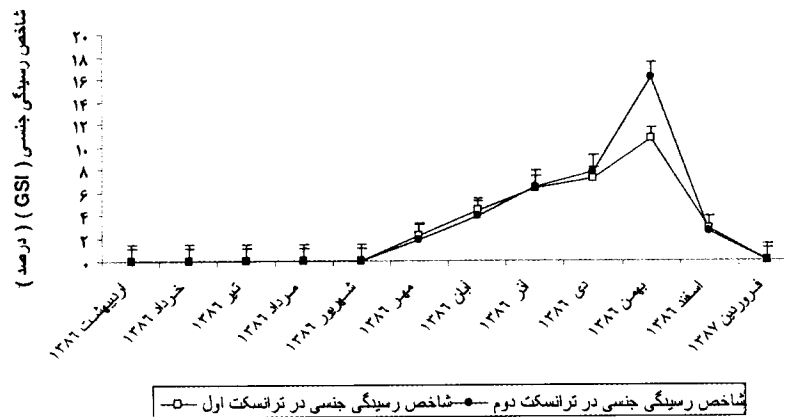
با مقایسه این نمودار با نمودارهای ۶ و ۷ مشخص می‌شود که این ضریب در ترانسکت دوم با فراوانی و تنوع فیتوپلانکتونها رابطه مستقیم دارد به این صورت که با افزایش فراوانی و تنوع فیتوپلانکتونها در مرداد و آذر ماه ضریب چاقی نیز تا حدودی افزایش یافته است. اما این رابطه در ترانسکت اول وجود ندارد که به علت عدم نوسان بسیار زیاد این ضریب در طول سال است.



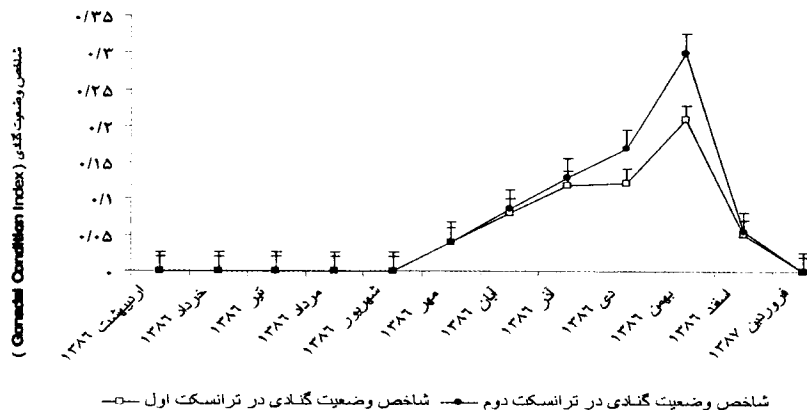
نمودار ۱۱: ضریب چاقی صدف دسته چاقویی در ماههای مختلف سال در دو ترانسکت (بندرعباس، ۱۳۸۶)

بیشتر می باشد. حداکثر میزان آن در ترانسکت اول و دوم بترتیب ۰/۳ و ۰/۲ می باشد. بین میزان CF، GSI و GCI با عوامل محیطی تست همبستگی پیرسون گرفته شد و مشخص گردید که CF با هیچ یک از عوامل محیطی همبستگی معنی دار ندارد. GSI و GCI با دما همبستگی منفی ( $r^2 = -0.76$ )،  $P < 0.05$  و ( $r^2 = -0.57$ )،  $P < 0.05$  نشان دادند. این ضرائب با اکسیژن همبستگی مثبت نشان دادند ( $r^2 = 0.82$ )،  $P < 0.05$  و ( $r^2 = 0.83$ )،  $P < 0.05$ .

همانطور که در نمودار ۱۱ مشخص است در هر دو ترانسکت از اردیبهشت ماه تا شهریور ماه (دوره استراحت جنسی) این شاخص برابر صفر می باشد. سپس از شهریور ماه تا بهمن ماه افزایش یافته و دوباره در اواخر اسفند و فروردین ماه به صفر می رسد چون دوره تولید مثلی به پایان رسیده است. این شاخص بین دو ترانسکت همزمان کاهش و افزایش یافته است. توسط این نمودار حضور یک پیک تخم‌ریزی در بهمن ماه تأیید می شود. میزان این شاخص در ترانسکت دوم نسبت به ترانسکت اول



نمودار ۱۲: مقایسه شاخص گنادی - بدنی صدف دسته چاقویی در ماههای مختلف در دو ترانسکت (بندرعباس، ۱۳۸۶)



نمودار ۱۳: مقایسه شاخص وضعیت گنادی صدف دسته چاقویی در ماههای مختلف در دو ترانسکت (بندرعباس، ۱۳۸۶)

## بحث

آمده در این تحقیق از میانگین ( $\pm$  انحراف استاندارد) طول و عرض دوکفه ای *Solen roseamaculatus* ( $0.0 \pm 0.61$  و  $0.0 \pm 0.40$  میلی متر) کمی بیشتر است که این اختلاف به علت تفاوت شرایط محیطی و مواد غذایی در دو منطقه مختلف می باشد. معنی دار بودن رابطه همبستگی بین طول با عرض صدف ( $r^2 = 0.82$ )،  $P < 0.05$  به این معنا است که رشد در محور طولی و عرضی صدف همزمان

بزرگترین و کوچکترین دوکفه‌ای در ترانسکت اول و دوم بترتیب دارای طول، عرض و قطری برابر ۱۵، ۱۳ و ۴، ۲۵ و ۲ میلی متر بودند. با توجه به گزارش حسین زاده صحافی (۱۳۸۳) بر روی دوکفه‌ای *Solen roseamaculatus* در بندر کلاهی بزرگترین نمونه ۱۱۲ میلی متر و کوچکترین نمونه دارای طول ۱۶ میلی متر بود. میانگین ( $\pm$  انحراف استاندارد) طول، عرض و قطر بدست

به زیست در اعماق مختلف بستر از حدود ۵ تا ۳۰ سانتیمتر می‌باشند. Pinn و همکارانش در سال ۲۰۰۵ مرفولوژی و اندازه سوراخ حفر شده توسط Piddock ها و ارتباط آن با طول صدف را مورد بررسی قرار دادند. این صدف حفر در صخره بوده و بنابراین بین اندازه قطر سوراخ حفر شده با طول صدف ارتباط معنی‌داری بدست آوردند که این امر به علت غیر قابل تغییر بودن قطر سوراخ آنها در صخره در مقایسه با محیط گل و ماسه می‌باشد (Pinn et al., 2005).

پس از محاسبات انجام شده ضریب چاقی این دوکفه‌ای برای دو ترانسکت محاسبه گردید. این ضریب بعنوان فاکتوری برای مقایسه رشد دو منطقه بکار برده می‌شود. این ضریب در ترانسکت دوم میزان بیشتری داشت که احتمالاً به علت تفاوت برخی از عوامل محیطی، در دسترس بودن مواد غذایی و بزرگتر بودن نمونه‌ها در این ترانسکت می‌باشد، زیرا این ضریب نمایانگر پر شدن گندها در طول دوره تولید مثلی می‌باشد. با توجه به نمودار ۱۱ این ضریب در آذر و بهمن که ماههای رسیدگی جنسی هستند، افزایش یافته و در اواخر اسفند و اوایل فروردین با تخلیه شدید گندها، این ضریب مجدداً کاهش می‌یابد. حداقل میزان ضریب چاقی در تیر و خرداد می‌باشد که دوره استراحت جنسی است. این نتایج مشابه نتایج مربوط به گونه‌های *Solen rosemaculatus* و *Saccostrea cuculata* می‌باشد. یعنی در فصل تولید مثلی این ضریب افزایش و در استراحت جنسی کاهش می‌یابد (اشجع اردلان و همکاران، ۱۳۷۹ و حسین‌زاده صحافی، ۱۳۸۳). با مقایسه نمودار ۱۱ مربوط به ضریب چاقی با نمودارهای مربوط به عوامل محیطی مختلف این ضریب با کاهش دما و شوری افزایش می‌یابد زیرا این صدفها به کاهش دما بسیار حساس بوده و کاهش دما می‌تواند محرکی برای شروع تولید مثل آنها بشمار رود (Fahy et al., 2001; Laudien et al., 2002). همین‌طور کاهش شوری در این صدفها بسیار تاثیرگذار است، زیرا در حوضچه‌های بجای مانده از جزر و مد که این صدفها در آن زندگی می‌کنند در زمان جزر تغییرات شیمیایی آب بسیار مؤثر است. pH بعلاوه تغییرات جزئی در طول سال عاملی مؤثر بر تغییر این ضریب نیست اما افزایش میزان اکسیژن دلیلی بر تغییر این ضریب است زیرا این صدفها به کاهش اکسیژن بسیار حساس هستند. در بیشتر صدفهای دسته چاقویی کاهش دما عامل بسیار مهمی برای شروع تخم‌ریزی می‌باشد. شاخص گنادی-بدنی که نمایانگر وضعیت گناد در طول سال می‌باشد حداکثر میزان را در فصل رسیدگی جنسی و حداقل را پس از تخم‌ریزی داشت (مانند ضریب چاقی). این شاخص در هر

بوده و با توجه به خطوط رشد روی صدف حالت زاویه‌دار است و در دوکفه‌ای *Solen rosemaculatus* این رابطه همبستگی مثبت را نشان داد ( $r^2 = 0.83$ ,  $P < 0.05$ ) (حسین‌زاده صحافی، ۱۳۸۳). همچنین در تحقیق Pedro و همکاران (۲۰۰۲) بر روی دوکفه‌ای *Ensis macha* رابطه طول و عرض صدف همبستگی مثبت داشت ( $r^2 = 0.83$ ,  $P < 0.05$ ). میانگین ( $\pm$  انحراف استاندارد) وزن کل در دو ترانسکت  $6/3 \pm 4/04$  گرم بدست آمد در حالیکه این میزان برای دوکفه‌ای *Solen rosemaculatus* توسط حسین‌زاده (۱۳۸۳) برابر  $68/0 \pm 11/00$  گرم گزارش شده که از میزان بدست آمده در این تحقیق بسیار بیشتر بود و احتمالاً به علت تفاوت در منطقه‌های مورد بررسی و همچنین نوع مواد غذایی بستر در مناطق مورد مطالعه می‌باشد. ضریب همبستگی بین طول دوکفه‌ای با وزن خشک آن دارای همبستگی مثبت بود ( $r^2 = 0.83$ ,  $P < 0.05$ ). ضریب تشخیص توانی بین طول با وزن کل برای دوکفه‌ای *Ensis macha* همبستگی معنی‌دار داشت ( $r^2 = 0.83$ ,  $P < 0.05$ ) (Pedro et al., 2002). این رابطه برای صدف دسته چاقویی *Ensis arcuatus* نیز همبستگی معنی‌دار داشت ( $r^2 = 0.83$ ,  $P < 0.05$ ) و الگوی رشد ایزومتریک دارد که بعلاوه شکل ظاهری متفاوت می‌باشد (Darriba et al., 2004). طول با وزن کل در دوکفه‌های *Donax serra* و *Solen strictus* نیز رابطه معنی‌دار داشتند ( $r^2 = 0.83$ ,  $P < 0.05$ ) و ( $r^2 = 0.83$ ,  $P < 0.05$ ) (Laudien et al., 2002; Oh & Park, 2002). حوضچه‌های بجای مانده از جزر و مد در سواحل گلی-ماسه‌ای گلشهر بسیار تحت اثر وزش باد و دمای هوا می‌باشند بنابراین شرایط فیزیکی و شیمیایی متغیری دارند. قطر سوراخ حفر شده در این حوضچه‌ها بسیار دستخوش تغییرات می‌باشد زیرا در حین فرورفتن این دوکفه‌ای مقداری شن به درون این سوراخ ریزش کرده و باعث برهم خوردن قطر سوراخ حفر شده می‌گردد (سعیدی و همکاران، ۱۳۸۶). این امر به علت جابجایی صدف و جریان آب روی آنها می‌باشد. همین‌طور در ارتباط با عمق سوراخ حفر شده برای آنها ذکر این مطلب الزامی است که این صدفها در طول روز فقط حرکات عمودی در کانال دارند، همین‌طور دمای هوا عامل مؤثری در قرارگیری آنها در اعماق مختلف کانال خود می‌باشد. هوا هر چه گرمتر باشد چون این صدفها خونسرد هستند متابولیسم بدن بالاتر رفته و در اعماق زیادتر حضور دارند برعکس در فصول سرد بیشتر در سطح بستر هستند. پس رابطه مستقیمی بین ابعاد صدف با قطر سوراخ و عمق قرارگیری آنها در کانال وجود ندارد و این صدفها با گروههای طولی مختلف قادر

۱۳۷۹. بررسی نسبت جنسی و تعیین طول کل در اولین سن بلوغ اویستر صخره‌ای *Saccostrea cucullata* در سواحل دریای عمان. مجله علمی شیلات ایران، سال نهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۷۹. صفحات ۱۱ تا ۲۰.
- تجلی‌پور، م.، ۱۳۷۳. بررسی تکمیلی سیستماتیک و انتشار نرم‌تنان سواحل ایرانی خلیج فارس. انتشارات خیبر. ۲۸۰ صفحه.
- حسین‌زاده صحافی، ه.؛ دقوقی، ب. و رامشی، ح.، ۱۳۷۹. اطلس نرم‌تنان خلیج فارس. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۶۹ صفحه.
- حسین‌زاده صحافی، ه.، ۱۳۸۳. زیست‌شناسی تولید مثل صدف دسته چاقویی (*Solen rosemaculatus* (Pilsbry, 1901) در سواحل شمالی خلیج فارس. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۶۲، صفحات ۱۴ تا ۲۰.
- سعیدی، ه.؛ پاشایی راد، ش.؛ اشجع اردلان، ا.؛ کامرانی، ا. و حسن‌زاده کیابی، ب.، ۱۳۸۶. مورفومتری و بررسی ارتباط طول - وزن، طول - عمق و قطر طولی سوراخ حفر شده توسط دوکفه‌ای دسته چاقویی (*Solen* (Cosel, 1989) *dactylus* در آبهای ساحلی بندرعباس، خلیج فارس. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، سال دوم، شماره ۶، صفحات: ۳۲ تا ۴۴.
- نوری، م.، ۱۳۶۸. روشهای تجزیه شیمیایی آب در رابطه با پرورش ماهی. وزارت جهاد و سازندگی شرکت سهامی شیلات ایران، واحد ترجمه و انتشار متون طرح و برنامه شیلات. ۱۲۵ صفحه.
- Arneri E., Giannetti G. and Antolini B., 1998. Age determination and growth of *Venus verrucosa* (Bivalvia: Veneridae) in the southern Adriatic and the Aegean Sea. Fisheries Research, 38:193-198.
- Barnes R., 1974. Invertebrate Zoology. W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, pp.317-451.
- Barnes R.S.K., Calow P., Olive P.J.W., Golding D.W. and Spicer J.I., 2001. The Invertebrates. Blackwell Science Ltd., USA. pp.118-133.
- Bosch D., 1982. Sea shells of Oman. Longman House Burnt Mill, UK. 206P.

دو ترانسکت در دوره استراحت جنسی (اردیبهشت تا شهریور) صفر بود زیرا گناد هنوز تشکیل نشده بود. اما با شروع مرحله جنسی این ضریب بتدریج افزایش یافته و در بهمن در اوج رسیدگی جنسی به حداکثر خود رسید، زیرا گنادها کاملاً پر از تخم شده بودند. پس از تخم‌ریزی در این ماه مجدداً کاهش داشت زیرا حجم گناد کاهش یافته و در فروردین به صفر رسید. این نتایج مؤید این مطلب هستند که این دوکفه‌ای حجم وسیعی از تخمکها و اسپرمها را همزمان آزاد می‌کند (Total spawner). با توجه به نمودار ۱۲ این شاخص در ترانسکت دوم نسبت به ترانسکت اول میزان بیشتری دارد که بعلت بزرگتر بودن دوکفه‌ای‌ها و حجیم‌تر بودن گناد در آنهاست. این شاخص با کاهش دما، کاهش شوری و افزایش اکسیژن رابطه مستقیم دارد درحالیکه با pH ارتباطی را نشان نمی‌دهد. تخم‌ریزی دوکفه‌ای‌ها بطور عمده به تنش‌های محیطی وابسته است که این امر برای گونه‌های غیرمتحرک بیشتر است (اشجع اردلان و همکاران، ۱۳۷۸). شاخص وضعیت گنادی (GCI) نیزعامل مؤثر دیگری برای تأیید رسیدگی جنسی و ضریب چاقی است که در دوکفه‌ای‌ها بعنوان عاملی شناسایی برای رسیدگی جنسی و وضعیت گناد در طول دوره تولید مثل استفاده می‌گردد (Darriba et al., 2004). با توجه به نمودار ۱۳ این شاخص کاملاً منطبق بر نمودار ۱۲ (مربوط به شاخص گنادی-بدنی) می‌باشد. این مطلب مؤید این است که این شاخص‌ها در زمانی که گناد کاملاً پر است بیشترین مقدار است یعنی با شروع فصل تولید مثلی (اواخر شهریور) این مقادیر شروع به افزایش کرده و پس از تخم‌ریزی (اواسط بهمن) این مقادیر مجدداً سیر نزولی پیدا می‌کنند. بنابراین ارتباط شاخص وضعیت گنادی با عوامل محیطی کاملاً مشابه با شاخص گنادی-بدنی می‌باشد. این نتایج با نتایج بدست آمده برای دوکفه‌ای دسته چاقویی *Ensis arcuatus* در اسپانیا نیز کاملاً مطابقت دارد (Darriba et al., 2004). شاخص وضعیت گنادی در این گونه در تابستان (فصل استراحت جنسی) برابر صفر و با شروع دوره تولید مثلی در اوایل پاییز این میزان به حدود ۰/۲۴ می‌رسد که در دوکفه‌ای *Solen dactylus* حدود ۰/۳ بدست آمد که نمایانگر حجیم‌تر بودن و سنگین‌تر بودن گناد در گونه مورد نظر با *Ensis arcuatus* می‌باشد (Darriba et al., 2004). همچنین بین کاهش دما و میزان GCI همبستگی مثبتی را بدست آورده است.

## منابع

اشجع اردلان، آ.؛ عمادی، ح.؛ کیابی، ب. و سواری، ا.

- Bosch D., Dance P., Moolenbeek R. and Oliver G., 1995.** Sea shells of eastern Arabia, Motative Publishing, Dubai, pp.196–252.
- Bruyne R.H., 2003.** The complete encyclopedia of shells. REBO, Netherlands, 282P.
- Cherif M., Zarrad R., Gharbi H., Missaoui H. and Jarbouli O., 2007.** Some biological parameters of the red mullet *Mullus barbatus* L. 1758, from the Gulf of Tunis. Acta Adriat, Vol. 48, No. 2, pp.131-144.
- Darriba S., Sanjuan F. and Guerra A., 2004.** Reproductive cycle of the razor clam *Ensis arcuatus* (Jeffrey, 1856) in northwest Spain and its relation to environmental conditions. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 311:101–115.
- Fahy E., Norman M., Browne R., Roantree V., Pfeiffer N., Stokes D., Carrol J. and Hannaffy O., 2001.** Distribution, population structure, growth, and reproduction of the razor clam *Ensis arcuatus* (Solenacea) in coastal waters of western Ireland. Marine Fisheries Services Division, Marine Institute Abbot Stown, Dublin. Vol. 15, No. 10, pp.1–24.
- Gribben P.E., 2005.** Gametogenic development and spawning of the razor clam, *Zenatia acinaces* in northeastern New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 39: 1287–1296.
- Laudien J., Brey T. and Arnttz W.E., 2002.** Population structure, growth and production of the surf clam *Donax serra* (Bivalvia: Donacidae) on two Namibian sandy beaches, Estuarine. Coastal and Shelf Science, 58S:105–115.
- Park K.Y and Oh C.W., 2002.** Length–weight relationship of bivalvia from coastal waters of Korea, Nag. The Iclarm Wuarterly, Vol. 25, No. 1, pp.21–22.
- Park K., Choi J.W. and Choi K.S., 2003.** Quantification of reproductive out put of the Butter clam, *Saxidomus purpuratus* (Sowerby, 1852) using Enzyme–linked immunosorbent assay (ELISA). Ocean and Polar Research, 25: 249–256.
- Pauly D., 1979.** Gill size and temperature as governing factors in fish growth: A generalization of Von Bertalanffy's formula. Bericht Des Institut Fur Meereskunde, No. 63, 156P.
- Pedro J.B., Luciano E.R., Nestor F.C. and Maria E.R., 2002.** Morphometry and reproduction of an Atlantic population of the razor clam *Ensis Macha* (Mollina, 1782). Scientia Marina, 68:211–217.
- Pinn H.E., Richardson C.A. and Thompson R.C., 2005.** Burrow morphology, biometry, age and growth of Piddocks (Mollusca: Bivalvia: Pholadidae) on the south coast of England. Marine Biology, 147:943–953.
- Remacha A. and Anadon N., 2006.** Reproductive cycle of the razor clam *Solen marginatus* in Spain: A comparative study in three different locations. Journal of Shellfish Research, 25:876-896.
- Satio H., Ueno M. and Hayashi I., 2004.** Temporal fluctuation the abundance of a semelid bivalve, *Theora fragilis* in Maizuru Bay, Sea of Japan. Springer Netherlands, Vol. 357–376, pp.151-163.
- Sejr K.M., Sand K.M., Jensen T., Peterson K.P., Christensen B.P. and Rysgard S., 2002.** Growth and production of *Hiatella arctica* (Bivalvia) in a high–Arctic fjord (Young Sound, northeast Greenland). Marine Ecology Progress Series, 244:163-169.

**Study of biological characteristics of  
jack knife clam *Solen dactylus* (Coscl, 1989)  
in Bandar Abbas coast**

**Saeedi H.<sup>(1)\*</sup> ; Pashaei Rad S.<sup>(2)</sup> ; Ashja Ardalan A.<sup>(3)</sup>; Kamrani E.<sup>(4)</sup> ;  
Koodadi Jokar K.<sup>(5)</sup> and Kamali E.<sup>(6)</sup>**

H62s@yahoo.com

1 & 2- Faculty of Bioscience, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

3- Faculty of Marine Science & Technology of Islamic Azad University, No. 14, Shahid Falahi Ave., Zip cod: 1987974635, Tehran, Iran

4- Department of Marine Biology & Fisheries, Hormozgan University, P.O.Box: 3995 Bandar Abbas, Iran

5 & 6- Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, P.O.Box: 1597 Bandar Abbas, Iran

Received: January 2009

Accepted: June 2009

**Keywords:** Biology, *Solen dactylus*, Bandar Abbas, Persian Gulf, Iran

### ***Abstract***

In this study, 945 Specimens of bivalve *Solen dactylus* were biometrically assessed from April 2007 to March 2008 in two transects of Golshahr coast in Bandar Abbas, Persian Gulf. Physical and chemical factors of water like temperature, pH, salinity, dissolved oxygen, coast's sediment, diversity and abundance of phytoplankton were studied monthly during the clam sampling. The mean clam length and total weight were  $67.5 \pm 17.13$  mm and  $6.3 \pm 4.04$  g, respectively. The relationship between clam length-width, total weight-dry weight and clam length-dry weight were significant ( $r^2 = 0.91$ ,  $r^2 = 0.83$  and  $r^2 = 0.86$ ,  $P < 0.05$ ). The mean allometric coefficient (b) for relationship between clam length and dry weight was  $2.8 \pm 0.12$  and showed a negative allometric growth style (t-test,  $P < 0.05$ ). No significant relationship between different dimensions of clam with diameter and depth of the canals where clams lived was found ( $P > 0.05$ ). The maximum value of Gonado Somatic Index (GSI) in the first and second transect were 11% and 16%, respectively in January (reproductive cycle). The minimum value of GSI in both transects was zero from April to September. Gonado Condition Index (GCI) was synchronous with the GSI during the year of study. GSI and GCI showed a negative relationship with temperature and a positive relationship with dissolved oxygen.

---

\* Corresponding author