مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی
سال ششم، شماره اول، پیاپی بیست و یکم، تابستان ۱۳۹۶ (۱۳۲-۱۲۱)

مطالعه اورکین دریایی در شمال خلیج‌فارس (بندر دیر) با تأکید بر ویژگی‌های پوسته و آرواره

مریم سیوف‌جهرمی[۱]، موسی کشاورز[۲*]
۱. استادیار فیزیک‌دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
۲. استادیار، گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۹/۱۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹٦/۵/۲۹)

چکیده
اورکین دریایی به عنوان فرسایشگر زیستی، از عوامل مؤثر در اکوسیستم آب‌سنگ‌های مرجانی است که مطالعه ریخت‌سنجی ظاهری توتیا و ارتباط آن با آرواره حائز اهمیت است. از این‌رو، اورکین دریایی *Echinometra mathaei*، در نواحی بین جزر و مدی بندر دیر (۲۷°۵۰′۰۳/۵۷″N، ۵۱°۵۳′٤۹/۳۹″E) درفصل تابستان (تیر تا شهریور ۱۳۹۳) مورد بررسی قرار گرفت. ۹۱ نمونه پس ازبرداشت از ساحل به طور زنده به آزمایشگاه انتقال داده شدند. وزن ترکل با ترازو و ارتفاع و قطر پوسته، طول آرواره با کولیس دیجیتالی سنجیده شد (دقت ۰/۰۱). سپس رابطه بین ارتفاع و قطر با وزن برحسب شاخص‌های محاسباتی، وارتباط بین آرواره، و ارتفاع و قطر به دست آمد. نتایج نشان داد که نسبت ارتفاع به قطر (شاخص HDR)، مستقل از قطر (شیب نزدیک به صفر) است و در نتیجه رابطه‌ای مستقیم بین ارتفاع و قطر پوسته برقرار است (a=۰/٤۷). با وجود آنکه بلندترین ارتفاع و طول خار مربوط به جنس نر بود، اما به طور کلی جنس ماده مقادیر بیشتری از قطر، ارتفاع و ضخامت پوسته را به خود اختصاص می‌داد (متوسط ارتفاع، قطر و ضخامت پوسته در جنس ماده به ترتیب: ۳/۵۲±۲٤/۱۳mm، و ٤٤/۹۳±۵/۷۱mm، و ۰/۸۳±۰/۱٦mm؛ و در جنس نر به ترتیب: ٦/۸۲±۲۱/۲۲mm، ۱۲/۲۷±۳۷/٦۷mm و ۰/۲۰±۰/۷۳m بود). نمونه‌های نابالغ، قطرهای پوسته‌ای کمتر از ۲۰mm و وزن‌هایی کمتر از ٦/٦٦gr را دارا بودند که معیاری از رسیدگی جنسی می‌تواند باشد. دو شاخص HWR و DWR، در جنس نر و ماده اختلاف چشم‌گیری با کل نمونه‌ها داشتند که می‌تواند به جنسیت نابالغ ارتباط داده شود. همچنین طول آرواره نصف ارتفاع (a=۰/٤۹، r=۰/۸۷) و تقریباً یک‌چهارم قطر(a=۰/۲۵، r=۰/۸۹) به دست آمد. نتایج به‌خوبی نشان داد که نمونه‌های بزرگتر، آرواره‌های بلندتر دارند که می‌تواند در شناسایی نمونه‌هایی با فرسایش بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اورکین دریایی، خلیج فارس، بندر دیر، پوسته، *Echinometra Mathaei*.

Sea Urchin Study in the North of Persian Gulf (Dayyer Port) with an Emphasis on Tests and Jaws Features

Maryam Soyuf Jahromi[1], Musa Keshavarz[2*]
1. Assistant Professor of Physical Oceanography, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Post Box: 3995 Bandar Abbas, Iran
2. Assistant Professor, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Post Box: 3995 Bandar Abbas, Iran
(Received: Dec. 8, 2015 - Accepted: Aug. 20, 2017)

Abstract
Sea urchin as a bioerosion, is a factor influencing coral reef ecosystems. The observable biometry of urchin and its relationship with the jaw is important. This study examined sea urchin *Echinometra mathaei* for the summertime (July–September, 2014) in the intertidal areas of Dayyer Port (51˚53'49.39''E, 27˚50'3.57''N), Iran. A total of 91 live individuals were transferred to a lab. Total wet weight was weighed by a digital scale, and the height and diameters and the jaw length were measured by caliper (0.01 precision). The relationships between heights and diameters with weights were calculated according to the indices and the relationships between the jaw lengths and heights and diameters were studied. The results demonstrated that the relationship between test height to its diameter (HDR index) is independent of the test diameter (the slop near to zero) and therefore, there is a direct relationship between test height and diameter (a=0.47). Although the highest values of test height and spin length referred to the males, but the females achieved bigger values of test diameter, height and thickness with the mean test height, diameter and thickness of the females as 24.13±3.52 mm, 44.93±5.71 mm, 0.83±0.16 mm respectively; and with the males' as 21.22±6.82 mm, 37.67±12.27 mm, and 0.73±0.20 mm, respectively. The test diameter and weight of immature samples were less than 20 mm and 6.66 gr, respectively which can be a primary criterion of *Echinometra mathaei* sexual maturity. Two indices HWR and DWR of both females and males had obvious differences with the total samples, which also can be related to immature samples. Moreover, the jaw length was half of the height (a=0.49, r=0.87) and a quarter of the diameter (a=0.25, r=0.89). Results also well demonstrated that larger samples had longer jaws which could help identify higher erosive samples.

Keywords: Dayyer Port, *Echinometra Mathaei*, Persian Gulf, Sea Urchin, The Test.

* نویسنده مسئول: موسی کشاورز
E-mail: m.keshavarz@hormozgan.ac.ir

مقدمه

محیط‌های دریایی، منبع عظیمی از اورگانیسم‌ها را برای ما فراهم می‌کند، که از نظر تغذیه‌ای و دارویی اهمیت شایان توجهی دارند. در این میان، اورکین‌های دریایی در سطح جهانی برای استفاده از گنادهایشان اهمیت دارند (Siikavuopio, 2009). لذا مبحث شناسایی، رشد و مطالعات زیستی و اکولوژیکی آنها در جوامع علمی دنیا مطرح است. اورکین‌های دریایی به عنوان عمده‌ترین مصرف‌کننده در نواحی ساحلی صخره‌ای، در مطالعات زیستی یاد می‌شوند. آنها به عنوان مدلی آزمایشی برای رشد زیستی، بیولوژی سلول و مطالعات ایمنولوژی حائز اهمیت هستند. مطالعه اورکین‌های دریایی، موضوعی عالی برای استفاده در آزمایش‌های زیست‌شناسی و جانوری در زمینه تکامل و جنین‌شناسی (Amemiya *et al.*, 2005) و از طرفی دیگر به عنوان نمونه‌ای آزمایشی، در تخمین سمیت‌شناسی زیستی (Marin *et al.*, 2007; Mohebbi *et al.*, 2016) مطرح است؛ زیرا این موجودات با مکانیسم‌های مختلف، اثرات سمیت خود را بر قربانیان خود اعمال می‌کنند (Mohebbi *et al*, 2016). اثر عصاره‌های به‌دست آمده از اورکین دریایی بر باکتری‌های بیماریزای انسانی شامل *Vibrio alginolyticus*، *Escherichia coli*، *Enterococcus faecalis*، *Staphylococcus aureus* و *Shigella flexneri* نیز تست شده است (Aslian, 2014) به طوری که پوسته دارای بیشترین اثر ضد باکتری بوده است (Aslian, 2014). لازم به ذکر است که جابجایی این موجودات معمولاً در پاسخ به کمبود غذا است، به طوری که نشان داده شده است اورکین‌های دریایی که در بسترهای جلبکی *Lithothamnion glaciale* و *Phymatolithon rugulosum* ساکن هستند، رشد کندتری دارند (Meidel & Scheibling, 1999). همچنین در مطالعه Ebert *et al.* (2014) بر گونه *Strongylocentrotus purpuratus* نشان داده شد که حتی اندازه آرواره متأثر از غذاست، به‌طوری‌که اختلافات بین اندازه کل بدن با اندازه آرواره به میزان دسترسی غذا در طول سال (۲۰۰۹-۲۰۰۷) با یک رابطه خطی در چرخه سالیانه بستگی دارد. باتوجه به شرایط خاصی که اورکین‌های دریایی لازم دارند، آنها معمولاً در نواحی بین جزر و مدی و در مجاورت آبسنگ‌های مرجانی و نواحی ساحلی آن سکنی می‌گزینند. آنها با چرا کردن بر روی آب‌سنگ‌های مرجانی و کنترل رشد جلبک‌ها، در مطالعات اکولوژیک و پایش زیست‌محیطی نواحی ساحلی دریایی، به‌عنوان گونه‌های شاخص زیستی مورد بررسی قرار می‌گیرند و نقش مهمی در اکولوژی (Coppard & Campbell, 2006) و سلامت آبسنگ‌های مرجانی (Macfarlane, 2007) ایفا می‌کنند. جنس Echinometra، از اورکین‌های دریایی، در آبسنگ‌های مرجانی نیز به طور معمول یافت می‌شود (McCartney *et al.*, 2000). شکل ۱-الف، نمایی از شرایط زیستگاه طبیعی آنها را در یکی از سواحل صخره‌ای منطقه خلیج‌فارس نشان می‌دهد. این جنس معمولاً در آب‌های کم‌عمق بین حداقل متوسط جزر و مدی تا عمق ده متری گزارش شده‌اند (McClanahan & Muthiga, 2013). اغلب آنها با پراکنش لکه‌ای (شکل ۱-ب) و با تراکم‌های متنوع از ۰/۱ تا ۱۰۰ فرد در هر متر مربع هستند (Dumas *et al.*, 2007). از گونه‌های پراکنش یافته وسیع این جنس، گونه *Echinometra mathaei* (de Blainville, 1825) است که دارای پراکنش جهانی است و توجه زیادی را به خود در مباحث علمی به واسطه نقش اکولوژیکی‌ای که دارند، اختصاص داده است.

گونه *Echinometra mathaei*، یک گونه چراگر[1] بر روی جلبک‌ها است (Coppard & Campbell, 2006). شکل ۱-ب، نمایی از آن را نشان می‌دهد. این

1. Grayzer

گونه، در تراکم‌های زیاد، دارای نقش فرسایش‌گر زیستی است که به عنوان یک فاکتور محدودکننده برای رشد و بقای آبسنگ‌های مرجانی به شمار می‌آیند (Bronstein & Loya, 2014).

شکل ۱. (الف) نمایی از زیستگاه طبیعی اورکین دریایی *Echinometra mathaei*، در ساحل صخره‌ای از شمال خلیج فارس. (ب) نمایی نزدیک از پراکنش لکه‌ای *E. mathaei* که به صورت چراگر جلبک در ساحل صخره‌ای است.

اگرچه این گونه از خارپوستان، از گونه‌های ارزشمند خلیج فارس هستند، اما متأسفانه هیچ‌گونه مطالعه جامع مستقلی برای شناسایی آنها در این منطقه انجام نشده است. مهمترین دلیل بی‌توجهی به آنها، نداشتن نقش و جایگاه غذایی حلال در سبد غذایی مردم بومی منطقه است. لذا شناسایی اورکین‌های دریایی در این منطقه، با مشکلاتی از جمله نبود دانش بومی در منطقه همراه است. لذا این مطالعه به عنوان گام نخست در بررسی این گونه آبزیان می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در محدوده بین جزر و مدی در طول ساحل صخره‌ای روستای اولی جنوبی از توابع شهرستان بندر دیر واقع در عرض جغرافیایی ۲۷°۵۰′۰۳/۵۷N و طول جغرافیایی ۵۳′ ۴۹/۳۹ E ° ۵۱ در عمق نیم تا یک متری در یک دوره سه ماهه از فصل تابستان (تیرماه– شهریورماه) ۱۳۹۳ انجام پذیرفت (شکل ۲).

اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

حدود ۳۰ نمونه تصادفی، در هر ماه در اندازه‌های مختلف، با استفاده از پنس در ناحیه بین جزر و مدی جمع‌آوری و به‌طور زنده به آزمایشگاه انتقال داده شدند. وزن تر کل هر نمونه، با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم محاسبه شد. خارها از پوسته جدا شد و ارتفاع و قطر پوسته (که این دو با توجه به شکل بیضوی اورکین، میانگین دو اندازه‌گیری عمود بر هم است، شکل ۳)، میانگین طول تصادفی پنج خار و ضخامت پوسته (میانگین سه اندازه‌گیری مختلف ضخامت، از سه قسمت پوسته) در هر نمونه با کولیس دیجیتالی و با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر محاسبه شد. غشای دهانی[1] با اسکالپل بریده و فانوس ارسطو با پنس برداشته شد. در مرحله بعد، فانوس ارسطو را در محلول هیپوکلریت‌سدیم به مدت یک تا دو دقیقه قرار داده تا هر گونه مواد آلی اضافی حذف شود و تنها اسکلت کربنات کلسیمی باقی بماند؛ اجزای اسکلتی فانوس ارسطو در آب مقطر به مدت پنج دقیقه شستشو داده شده و در معرض هوا خشک شد. سپس طول پنج آرواره از هر فانوس ارسطو با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر محاسبه شد. در پایان، جنسیت به‌وسیله مشاهده

1. Peristome

بخشی کوچک از گناد زیر میکروسکوپ نوری تعیین شد. از آن جایی که رنگ گناد در جنسیت‌های مختلف متفاوت است، لذا مقایسه بین نر و ماده ممکن شد.

شکل ۲. تصویر هوایی از زیستگاه طبیعی اورکین دریایی *Echinometra mathaei*، در ساحل صخره‌ای روستای اولی جنوبی، بندردیر.

شاخص‌های مهم

شاخص‌هایی برای آنالیز اندازه‌گیری با نسبت‌های زیر تعریف شد:

$$HDR = \frac{th}{td} \quad (۱)$$

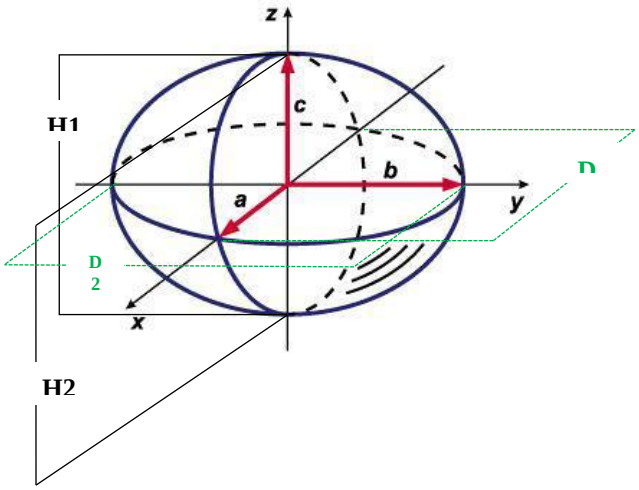
$$HWR = \frac{th}{wb} \quad (۲)$$

$$DWR = \frac{td}{wb} \quad (۳)$$

که در آنها HDR، نسبت ارتفاع به قطر پوسته[1]، HWR، نسبت ارتفاع به وزن بدن[2] و DWR، نسبت قطر پوسته به وزن بدن[3] است.

تحلیل‌های آماری

تحلیل‌های آماری، با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel صورت پذیرفت. توزیع پارامترهای ریخت‌سنجی اورکین در کل دوره نمونه‌برداری و نتایج آن با نرم‌افزار SPSS انجام شد. علاوه بر این، SPSS به منظور بررسی تقارن و فراوانی داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. از نرم افزار Excel، برای محاسبه چارک اول و سوم (Q1 و Q3) و دامنه میان چارکی[4] و دامنه[5]، برای معادلات ۱ تا ۳ و رسم برخی نمودارها استفاده شد.



شکل ۳. مکان پارامترهای استفاده شده در میانگین‌گیری ارتفاع (H1 و H2) و قطر پوسته (D1 و D2) در یک طرح بیضوی شماتیک از شکل پوسته اورکین دریایی.

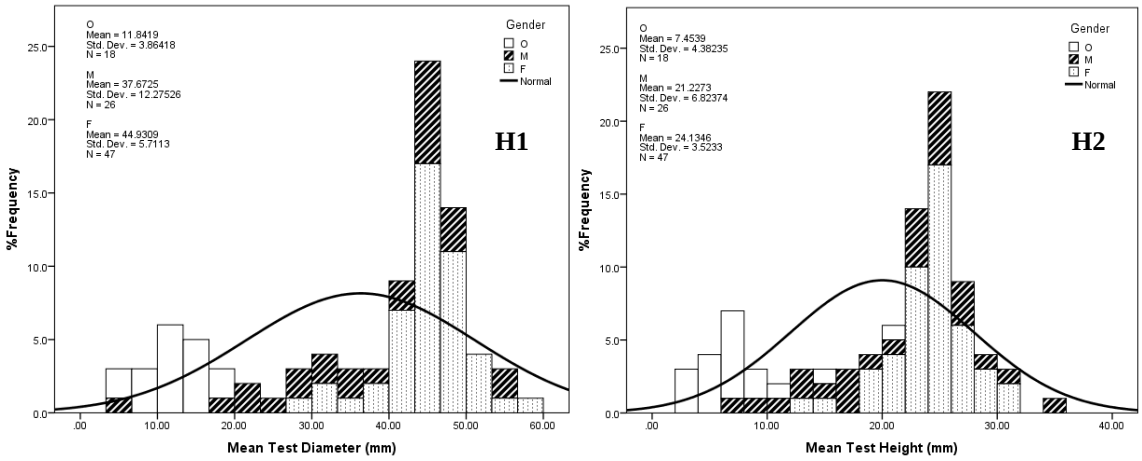
1. Test Height-Diameter ratio
2. Test Height body Weight ratio
3. Test Diameter Weight ratio
4. Interquartile Range
5. Range=Max(xi)-Min(xi)

نتایج

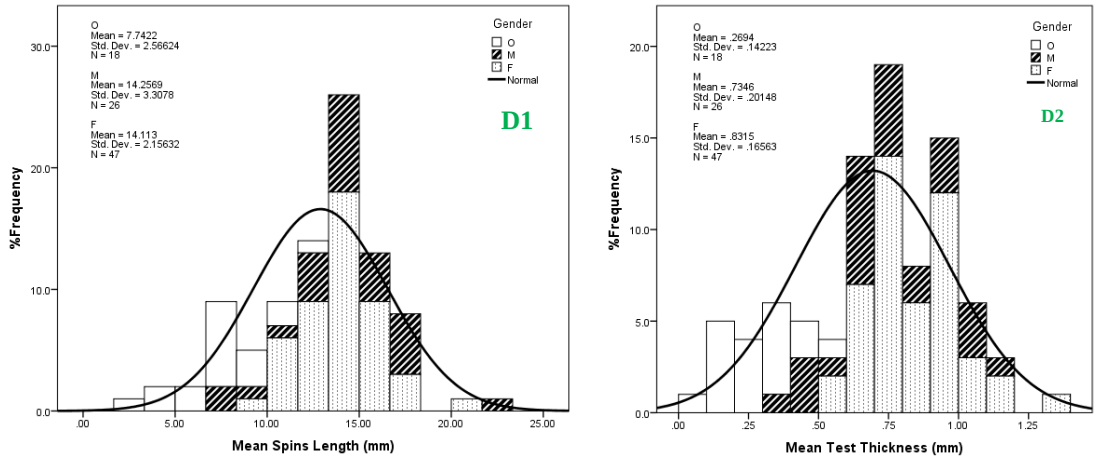
در فصل گرم که یک دوره سه ماهه از تیرماه تا شهریورماه ۱۳۹۳ را در بر می‌گرفت، ۹۱ نمونه از اورکین دریایی، تشریح و بررسی شد. با تشریح نمونه‌ها، بزرگترین فرد با وزن تر ۱۰۳/۷۷gr، ارتفاع ۳۵/۶۰mm، قطر پوسته ۵۹/۲۱mm و کوچکترین فرد با وزن تر ۰/۰۷gr، ارتفاع ۲/۶mm و قطر پوسته ۴/۳۱mm یافت شد.

توزیع پارامترهای اندازه‌گیری شده اورکین دریایی

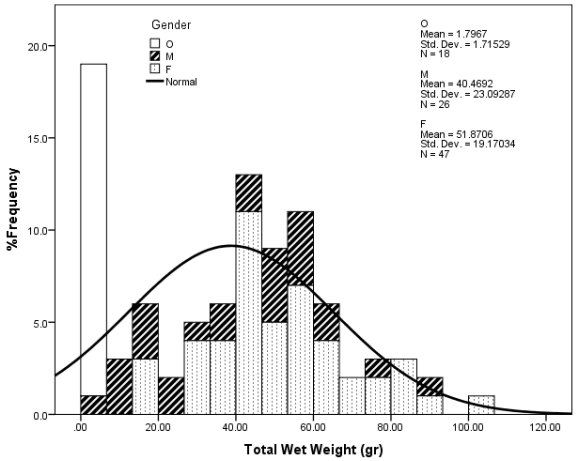
فراوانی توزیع پارامترهای اندازه‌گیری‌شده اجزای بدنی نمونه‌ها با تفکیک جنسیتی (F: معرف جنس ماده و M: معرف جنس نر)، در نمودارهای ۱ الی ۳ ارائه شده است. همان‌طور که نشان داده شده است، در ۱۸ نمونه، به دلیل کوچک بودن و عدم تشکیل گناد در آنها، تفکیک جنسیتی آنها از یکدیگر مشخص نبود و در نمودارها با حرف O نشان داده شده است. میانگین و انحراف معیار برای هر پارامتر با تفکیک جنسیتی محاسبه شده است. در جدول ۱ نتایج اندازه‌گیری‌های مربوط به فاکتورهای مختلف پوسته در دو جنس نر و ماده فراهم شده است. به علاوه ضریب همبستگی داده‌های اندازه‌گیری‌شده بین ارتفاع و قطر پوسته برابر r=۰/۸۷ طول آرواره و قطر پوسته r=۰/۸۸ (نمودار ۴)، و طول آرواره و ارتفاع r=۰/۹۲ (نمودار ۵)، به دست آمد. در نمودار ۶، نسبت ارتفاع به قطر پوسته، در مقایسه با قطر پوسته ترسیم شده است.



نمودار ۱. نتایج اندازه‌گیری فراوانی (الف) میانگین ارتفاع پوسته ، و (ب) میانگین قطر پوسته در دوره مورد مطالعه



نمودار ۲. نتایج اندازه‌گیری فراوانی (الف) میانگین ضخامت پوسته، و (ب) میانگین طول خار پوسته در دوره مورد مطالعه

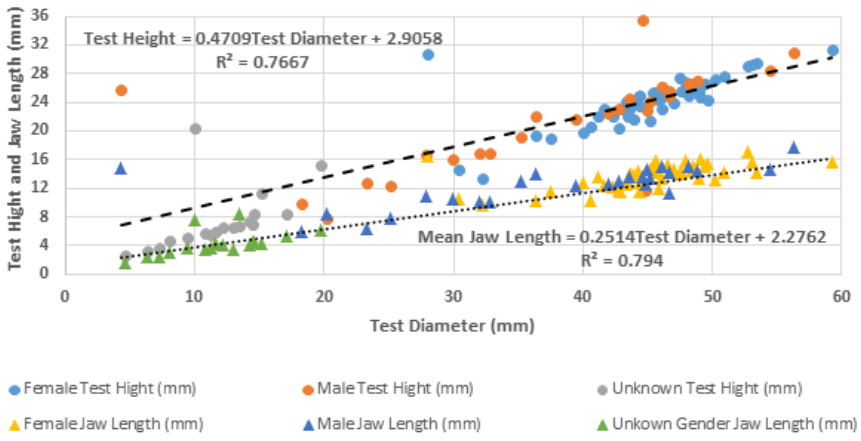


نمودار ۳. نتایج اندازه‌گیری وزن تر اورکین دریایی در دوره مورد مطالعه

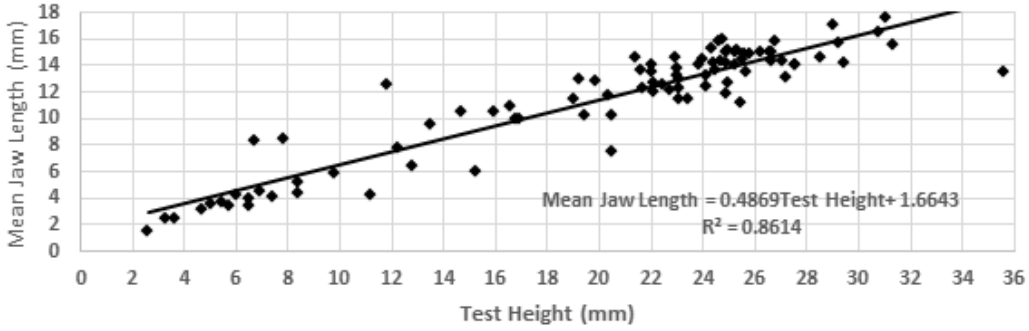
جدول ۱. نتایج اندازه‌گیری‌های مربوط به فاکتورهای مختلف پوسته *Echinometra mathaei* با تفکیک جنسیتی

پارامترها	جنسیت	انحراف معیار± میانگین	بیشینه	کمینه	چولگی
ارتفاع (mm)	نر	۲۱/۲۳±۶/۸۲	۳۵/۶۰	۷/۸۳	−۰/۱۹
	ماده	۲۴/۱۳±۳/۵۲	۳۱/۳۶	۱۳/۴۷	۰/۶۷
	کل†	۲۰/۰۰±۷/۹۸	۳۵/۶۰	۲/۶۰	−۰/۷۵
قطر پوسته (mm)	نر	۳۷/۶۲±۱۲/۲۷	۵۶/۲۵	۴/۳۱	−۰/۹۱
	ماده	۴۴/۹۳±۵/۷۱	۵۹/۲۱	۲۷/۹۳	−۰/۷۳
	کل†	۳۶/۷۴±۱۴/۸۵	۵۹/۲۱	۴/۳۱	−۰/۸۴
میانگین طول خارها (mm)	نر	۲۶/۱۴±۳/۳۱	۲۲/۲۸	۷/۲۲	−۰/۲۲
	ماده	۱۴/۱۱±۲/۱۶	۲۱/۲۱	۹/۳۸	۰/۶۹
	کل†	۱۲/۸۹±۳/۶۴	۲۲/۲۹	۲/۴۹	−۰/۴۷
میانگین ضخامت پوسته (mm)	نر	۰/۷۳±۰/۲۰	۱/۱۲	۰/۳۶	۰/۱۳
	ماده	۰/۸۳±۰/۱۶	۱/۳۷	۰/۵۲	۰/۶۸
	کل†	۰/۶۹±۰/۲۷	۱/۳۷	۰/۰۷	−۰/۴۶
وزن کل (gr)	نر	۴۰/۴۷±۲۳/۰۹	۹۰/۴۹	۳/۳۳	۰/۱۵
	ماده	۵۱/۸۷±۱۹/۱۷	۱۰۳/۷۷	۱۴/۲۴	۰/۴۴
	کل†	۳۸/۷۱±۲۶/۴۶	۱۰۳/۷۷	۰/۰۷	۰/۰۷۱

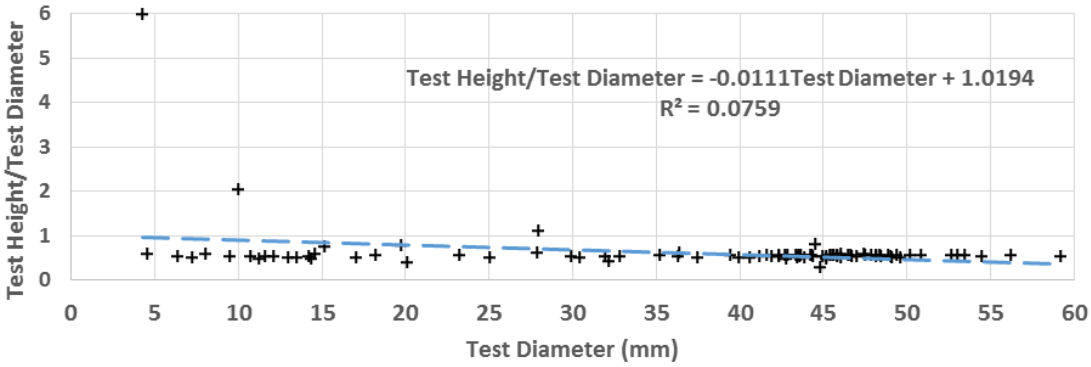
† در محاسبات این بخش افراد نابالغ از نظر جنسی مورد محاسبه قرار گرفته‌اند.



نمودار ٤. روابط بین ارتفاع و قطر پوسته، طول آرواره و قطر پوسته در دوره مورد مطالعه به طور کلی (و با تفکیک جنسی)



نمودار ۵. رابطه بین طول آرواره و ارتفاع پوسته در دوره مورد مطالعه



نمودار ٦. رابطه بین نسبت ارتفاع به قطر پوسته نسبت به قطر پوسته در دوره مورد مطالعه

شاخص‌ها

برای آزمون ویژگی‌های فیزیکی و زیستی اورکین‌ها، شاخص‌های بنیادی براساس معادلات ۱ تا ۳ مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده در جدول ۲ نمایش داده شده است. به‌طوری که مشاهده می‌شود شاخص‌ها برحسب تفکیک جنسیتی هستند. در بین کل جامعه آماری تعداد نرها و ماده‌ها به ترتیب ۲۶ و ۴۷ فرد بود. همچنین ۱۸ فرد از نظر جنسیتی نامشخص بودند؛ زیرا این تعداد در اندازه‌های کوچک و در نتیجه بدون گناد بودند. لازم به ذکر است که در محاسبه بخش کل داده‌ها در جدول ۲، افراد غیر بالغ نیز مورد محاسبه واقع شده‌اند.

جدول ۲. نتایج به‌دست آمده برای شاخص‌های محاسبه شده بر اساس جنسیت

جنسیت	پارامترها	دامنه	میانگین	± انحراف استاندارد	چارک اول	چارک سوم	دامنه میان چارکی
HDR	نر	۵/۷۲	۰/۷۴	۱/۰۷	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۰۲
	ماده	۰/۶۸	۰/۵۴	۰/۰۹	۰/۵۰	۰/۵۵	۰/۰۵
	کل†	۵/۷۲	۰/۶۱	۰/۶۰	۰/۵۱	۰/۵۵	۰/۰۴
HWR	نر	۲/۷۲	۰/۷۴	۰/۵۶	۰/۴۳	۰/۸۸	۰/۴۵
	ماده	۰/۸۵	۰/۵۱	۰/۱۷	۰/۴۱	۰/۵۶	۰/۱۵
	کل†	۳۶/۹۱	۲/۱۸	۵/۲۶	۰/۴۳	۱/۰۱	۰/۵۸
DWR	نر	۵/۴۱	۱/۳۶	۱/۰۵	۰/۸۴	۱/۵۹	۰/۷۴
	ماده	۱/۸۴	۰/۹۸	۰/۳۴	۰/۷۷	۱/۰۸	۰/۳۱
	کل†	۶۵/۳۵	۴/۰۰	۹/۷۱	۰/۸۲	۱/۷۵	۰/۹۳

† در محاسبات این بخش، افراد نابالغ از نظر جنسی نیز مورد محاسبه قرار گرفته‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

به دلیل شکل غیرنرمال خارداران، تحلیل مورفومتریکی اورکین‌های دریایی در مطالعات قبلی بسیار مورد استناد قرار گرفته است (Elliott *et al*., 2012; Padilla-Gamiño *et al*., 2013). معمولاً در انواع مطالعات مورفومتریکی اورکین‌های دریایی اختلاف وجود دارد. حتی در گام‌های پیشرفته‌تر، تغییرات مورفومتریکی از حالت طبیعی می‌تواند به عوامل دیگری نیز مرتبط باشد که مطالعه آنها را حائز اهمیت می‌کند. مثلاً Mortensen (1943) مشاهده کرد که در دو گونه *Salmacis bicolor* و *Holopneustes inflatus*، نسبت ارتفاع به قطر پوسته (H/D)، افزایش پیدا می‌کند که به علت عفونت انگلی یک گونه حلزون بوده است. اغلب اختلاف‌ها نسبت به حالت طبیعی به عفونت‌های قبلی و بازسازی ناقص خارپوستان برمی‌گردد (Gambardella *et al*., 2013; Sadripour *et al*., 2013) که مطالعه پارامترهای ظاهری زیستی را اهمیت می‌بخشد. در این مطالعه، به بررسی ظاهری اورکین دریایی پرداخته شده است تا برآورد کلی از این خارپوست در منطقه بندر دیر حاصل شود. همان‌طور که نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد، بیشترین فراوانی ارتفاع پوسته در اندازه ۲۶–۲۴ mm در هر دو جنس نر و ماده، مشاهده می‌شود؛ اگرچه جنس ماده، تقریباً فراونی بیشتری نسبت به نر دارد (حدود سه برابر). در ارتفاع پوسته بین ۳۲mm–۱۸، هر دو جنس نر و ماده مشاهده می‌شود، اما باز هم قسمت عمده فراوانی ارتفاع پوسته به جنس ماده اختصاص می‌یابد (نمودار۱). در ارتفاع‌های بیش از ۳۲ mm، هیچ‌گونه فرد ماده‌ای مشاهده نشد. ارتفاع پوسته نمونه‌های نابالغ، غالباً در کمتر از ۱۰mm قرار دارد؛ اگرچه در برخی موارد ارتفاع بیش از ۱۰ mm هم مشاهده می‌شود (نمودار ۱). به علاوه می‌توان نتیجه گرفت که جنس ماده در قطر پوسته بین ۵۲ mm–۴۰ غالب است و مجدداً فراوانی آن حدود سه برابر جنس نر است، اما در قطرهای پوسته بین ۳۰ mm–۲۰، اگرچه فراوانی آن کم است، اما جنس نر تراکم بیشتری نسبت به جنس ماده دارد. به علاوه قطر پوسته در همه نمونه‌های نابالغ، کمتر از ۲۰ mm است. نمودار ۱ به خوبی نشان می‌دهد که از نظر اندازه، جنس ماده (متوسط ارتفاع پوسته: ۳/۵۲mm±۲۴/۱۳، متوسط پهنای پوسته: ۵/۷۱mm±۴۴/۹۳)، نسبت به جنس نر (متوسط ارتفاع پوسته: ۶/۸۲mm±۲۱/۲۲، متوسط پهنای پوسته: ۱۲/۲۷mm±۳۷/۶۷) بزرگتر است. به علاوه، فراوانی بیشتر پوسته‌های ضخیم‌تر، خارهای بلندتر و وزن بیشتر به جنس ماده اختصاص دارد (نمودار ۲ و ۳) و افراد نابالغ جنسی در اندازه‌های کم، با وزن‌هایی کمتر از ۶/۶gr مشاهده می‌شوند (نمودارهای ۱ الی ۴ را ببینید) که به نوعی اندازه ظاهری اورکین می‌تواند رسیدگی جنسی آنها را نشان دهد.

یکی دیگر از پارامترهایی که در این راستا به عنوان معیار سنجش استفاده می‌شود، نسبت ارتفاع به قطر پوسته است. در مطالعه Dafni (1980) اندازه‌گیری‌های نسبت ارتفاع به قطر پوسته (H/D) در گونه *Tripneustes cf.gratilla* در سه جمعیت، مورد محاسبه قرار گرفت و مشخص شد که نسبت ارتفاع– قطر پوسته به قطر پوسته معنی‌دار است ($P<۰/۰۱$). در این مطالعه، رابطه بین نسبت ارتفاع– قطر پوسته (H/D) به قطر پوسته (TD) به‌صورت $H/D= -0.011\ TD + 1.019$ ($r=-0.27$) به‌دست آمد و بیشترین و کمترین مقدار مربوط به H/D به ترتیب برابر با ۵/۹۹ و ۰/۲۶ میلی‌متر بود. همان‌طور که از این معادله برمی‌آید، شیب نزدیک به صفر ($a=۰/۰۱۱$) حکایت از آن دارد که نسبت H/D، به قطر پوسته بستگی ندارد و این نسبت برابر با عدد ثابت یک (که اگر بخواهیم دقیق‌تر بگوییم برابر با ۱/۰۱۹) است (نمودار ۶ را ببینید). یعنی بین ارتفاع

پوسته و قطر پوسته یک رابطه یک به یک وجود دارد که افزایش ارتفاع پوسته موجب افزایش قطر پوسته و برعکس می‌شود. در مطالعه Zhao *et al.* (2010)، میانگین قطر پوسته در نرها و ماده‌ها به‌ترتیب ۳۷/۱۹ mm و ۳۷/۵۱ mm بوده و وزن بدن در بین جنسیت‌ها مشابه بوده و برابر با ۲۲/۳۵ گرم در نر و ۲۳/۱۷ گرم در ماده بوده است. بین جنسیت‌ها هیچ گونه اختلاف معناداری در فاکتورهای DWR و HWR یافت نشد، ولی در HDR اختلاف معنادار بود.

همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، دو شاخص HWR و DWR، اختلاف چشمگیری در کل جمعیت نسبیت به جنس نر یا ماده، هم از نظر دامنه (تفاوت بین حداقل و حداکثر نمونه‌ها) و هم از نظر میانگین داشته‌اند که می‌توان به نوسانات وزنی ناشی از قبل و بعد از تخم‌ریزی در جنسیت‌ها مرتبط باشد. اما در شاخص HDR، تغییرات چشمگیری در طول دوره نمونه‌برداری بین جمعیت کل و جنسیت‌ها مشاهده نمی‌شود؛ اگرچه نر نسبت به ماده از میانگین بیشتری برخوردار است. در نتیجه، وزن، در دو شاخص HWR و DWR، نقشی تعیین‌کننده در تفاوت قائل شدن بین جنس بالغ و جنس نابالغ محسوب می‌شود. برابر بودن دامنه کل و جنس نر (۵/۷۲ میلی‌متر بر گرم) حکایت از آن دارد که جنس نر می‌تواند نقش تعیین‌کننده در دامنه جمعیت داشته باشد. در دو شاخص HWR و DWR، بیشترین دامنه میان چارکی مربوط به جمعیت کل و کمترین دامنه میان چارکی مربوط به جمعیت ماده بود. دامنه در نسبت‌های ارتفاع به وزن (HWR) و قطر پوسته به وزن (DWR) نشانگر این بود که DWR نسبت به HWR در کل جمعیت و به تفکیک جنسی مقدار بیشتری (حدود دو برابر) داشته است.

البته مقالات مختلف، هدف‌های متفاوتی را از بررسی طول آرواره نشان می‌دهند. در مطالعه Hagen (2008) یک رابطه آلومتریک مستقیم بین قطر پوسته و طول آرواره در گونه‌های *Strongylocentrotus pallidus* و *Strongylocentrotus droebachiensis* در نروژ به‌دست آورد. همچنین، اختلاف در دسترسی به غذا ممکن است حتی روی اندازه آرواره در سیستم تغذیه‌ای، یعنی اندازه فانوس ارسطو در مقایسه با اندازه کل بدن تأثیر بگذارد. Hagen (2008) توانایی گونه *Strongylocentrotus pallidus* را برای بهره‌برداری از گونه *Mytilus edulis* بررسی کرد و دریافت که این بهره‌برداری مرتبط با اندازه فانوس ارسطو است. در مطالعه Ebert *et al.* (2014) نشان داده شد که تنظیمات آلومتریک از آرواره‌های گونه *Stronglocentrotus purpuratus*، به حضور غذا، هم به صورت فصلی و هم به صورت سالیانه وابسته است. در مطالعه‌ای بر روی گونه *Strongylocentrotus franciscanus* از شمال کالیفرنیا به‌وسیله آنالیزهای ANOVA نشان داده شده است که شیب لگاریتم طبیعیِ قطر پوسته، به عنوان تابعی از لگاریتم طبیعی اندازه آرواره، همگن است (P=۰/۱) و می‌توان نتیجه گرفت که اورکین‌های ساکن در نواحی عمیق‌تر، اندازه آرواره بلندتری دارند و رابطه‌ای قوی بین اندازه آرواره و قطر پوسته موجود است؛ به طوری که r=۰/۹۸ محاسبه شده است (Rogers-Bennett *et al.*, 2003).

در مطالعه گونه *Echinometra mathaei*، همان‌طور که نمودار ۵ نشان می‌دهد، طول آرواره و ارتفاع تقریباً نصف یکدیگر بودند (شیب برابر با a=۰/۴۹) و با افزایش قطر پوسته، اختلاف بین ارتفاع و طول آرواره زیاد می‌شود (نمودار ۴ را ببینید). رابطه بین طول آرواره و قطر پوسته، رابطه‌ای با شیب برابر با a=۰/۲۵۱، به‌صورت Mean Jaw Length = 0.2514 Test Diameter + 2.2762 (r=0.79) به دست آمد (نمودار ۴).

نکته جالب توجه در این نمودار آن است که نمونه‌های نابالغ جنسی در قطرهای پوسته کمتر از ۲۰mm مشاهده می‌شوند که این ویژگی مجدداً در نمودار ۱ (ب) نیز مشاهده می‌شود. به دست آمدن شیب نمودار برابر با a=۰/۲۵۱ در نمودار ۴، خیلی دور

از انتظار نیست؛ زیرا Hagen (2008) شیب نمودار را برای گونه‌های *Strongylocentrotus pallidus* و *Strongylocentrotus droebachiensis* به ترتیب مقادیر تقریباً ۰/۱۷ و ۰/۱۹ محاسبه کرد. این بدین معنی است که نتایج حاصل از روابط بین طول آرواره و قطر پوسته شباهت‌هایی با مطالعات گذشته دارد. علاوه بر این، Pederson & Johnson (2008)، ضریب همبستگی مشابهی برای گونه *Heliocidaris erythrogramma* در تراکم طبیعی بسترهای ماکروجلبکی در تاسمانیای شرقی با رشد فصلی و فراوانی زیاد از رشد فصلی *Ulva pinnatifida* یافتند (r=۰/۷۹). به‌نظر می‌رسد که طول آرواره گونه *Echinometra mathaei* در این مطالعه، مشابه گونه *Heliocidaris erythrogramma* در مطالعه Pederson & Johnson (2008) است؛ زیرا ضریب همبستگی برابر با ۰/۷۹ به‌دست آمده است. اگرچه نمی‌توان با قاطعیت براساس ضریب همبستگی، دوگونه را به یکدیگر مشابه دانست؛ زیرا در برخی موارد، ضرایب همبستگی قوی‌تری مشاهده شده است. به عنوان مثال، در مطالعه بر روی *Centrostephanus rodgersii* در نیوزیلند، این رابطه معنی‌دار، مقدار بیشتری داشت (r=۰/۹۳)؛ بویژه در هنگامی که مکان زیستگاه آنها با پوشش ماکروجلبکی متراکم از جلبک *Ecklonia radiate* متمایز شده بود (Pecorino *et al*., 2012). یا در مطالعه Pederson & Johnson (2008)، رابطه‌ای بین طول آرواره و قطر پوسته گونه *H. erythrogramma* در محیط‌های لم‌یزرع (محیطی غیر از محیط طبیعی)، ضریب همبستگی قوی‌ای برابر ۰/۸۸، مشاهده شده است و این به این معناست که شرایط محیطی منطقه شدیداً بر روی اندازه اورکین دریایی می‌تواند تأثیرگذار باشد و مطالعات بیشتر در این راستا برای گونه *Echinometra mathaei* الزامی به نظر می‌رسد.

REFERENCES

Amemiya, C.T.; Miyake, T.; Rast, J.P.; (2005). Echinoderms. *Current Biology*; 15(23): R944-R946.

Aslian, H.A.; (2014). Antibacterial activity of various extracts of the sea urchin *Echinometra mathaei*. University of Hormozgan. Bandar Abbas, Iran; 48-49.

Blainville, H.M.D.D.; (1825). Oursin, Echinus (Actinozoaires.). Pp. 59-98 in Dictionnaire des Sciences Naturelles F.G. Levrault, Strasbourg & Paris., *available online at* http://www.biodiversitylibrary.org/item/81570#page/5/mode/1up page(s): 94.

Bronstein, O.; Loya, Y.; (2014). Echinoid community structure and rates of herbivory and bioerosion on exposed and sheltered reefs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*; 456: 8-17.

Coppard, S.E.; Campbell, A.C.; (2006). Taxonomic significance of test morphology in the echinoid genera Diadema Gray, 1825 and Echinothrix Peters, 1853 (Echinodermata). *Zoosystema*; 28(1): 93-112.

Dafni, J.; (1980). Abnormal growth patterns in the sea urchin *Tripneustes cf. gratilla* (L.) under pollution (Echinodermata, Echinoidea). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*; 47(3): 259-279.

Dumas, P.; Kulbicki, M.; Chifflet, S.; Fichez, R.; Ferraris, J. (2007). Environmental factors influencing urchin spatial distributions on disturbed coral reefs (New Caledonia, South Pacific). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*; 344(1): 88-100.

Ebert, T.A.; Hernández, J.C.; Clemente, S.; (2014). Annual reversible plasticity of feeding structures: cyclical changes of jaw allometry in a sea urchin. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*;

281(1779): 20132284.

Elliott, L.; Russell, M.; Hernández, J.; (2012). Estimating Echinoid test volume from height and diameter measurements. In Johnson C. (ed) *Proceedings of the Thirteenth International Echinoderm Conference, University of Tasmania, Hobart Tasmania, 5–9 January 2009. Echinoderms in a Changing World*. CRC Press, pp. 105-112.

Gambardella, C.; Aluigi, M.G.; Ferrando, S.; Gallus, L.; Ramoino, P.; Gatti, A.M.; Rottigni, M.; Falugi, C.; (2013). Developmental abnormalities and changes in cholinesterase activity in sea urchin embryos and larvae from sperm exposed to engineered nanoparticles. *Aquatic Toxicology*; 130: 77-85.

Hagen, N.T.; (2008). Enlarged lantern size in similar-sized, sympatric, sibling species of Strongylocentrotid sea urchins: from phenotypic accommodation to functional adaptation for durophagy. *Marine Biology*; 153(5): 907-924.

Macfarlane, K..; (2007). Distribution of the benthic marine habitats in the northern region of the West Coast of Dominica. *Institute of Tropical Marine Ecology Research*: 20: 30-48.

Marin, A.; Montoya, S.; Vita R.; Marín-Guirao, L.; Lloret, J. Aguado, F.; (2007). Utility of sea urchin embryo-larval bioassays for assessing the environmental impact of marine fishcage farming. *Aquaculture*; 271(1), 286-297.

McCartney M.A.; Keller G.; Lessois H.A.; (2000). Dispersal barriers in tropical oceans and speciation in Atlantic and eastern Pacific sea urchins of the genus *Echinometra*. *Molecular Ecology*; 9: 1391-1400.

McClanahan, T.R.; Muthiga, N.A.; (2013). *Echinometra*. In: Lawrence J.M. (ed) *Sea Urchin: Biology and Ecology*. Florida, MA: Academic Press, pp. 337-353.

Meidel, S.; Scheibling, R.E.; (1999). Effects of food type and ration on reproductive maturation and growth of the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Marine Biology*; 134(1), 155-166.

Mohebbi, GH.; Vazirizadeh, A.; Nabipour I.; (2016). Sea urchin: toxinology, bioactive compounds and its treatment management. *Iran South Medical Journal*; 19(4): 704-735.

Mortensen, T.; (1943). A Monograph of the echinoidea III. 2: camarodonta. I. orthopsidae, glyphocyphidae, temnopleuridae and toxopneustidae text.

Padilla-Gamiño, J.L.; Kelly, M.W.; Evans, T.G.; Hofmann, G.E.; (2013). Temperature and CO_2 additively regulate physiology, morphology and genomic responses of larval sea urchins, *Strongylocentrotus purpuratus*. Proceedings of the Royal Society. Series B: Biological Sciences; 280: 20130155.

Pecorino, D.; Lamare, M.D.; Barker, M.F.; (2012). Growth, morphometrics and size structure of the Diadematidae sea urchin *Centrostephanus rodgersii* in northern New Zealand. *Marine and Freshwater Research*; 63(7): 624-634.

Pederson, H.G.; Johnson, C.R.; (2008). Growth and age structure of sea urchins (*Heliocidaris erythrogramma*) in complex barrens and native macroalgal beds in eastern Tasmania. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*; 65(1): 1-11.

Rogers-Bennett, L.; Rogers, D.W.; Bennett, W.A.; Ebert, T.A.; (2003). Modeling red sea urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) growth using six growth functions. *Fishery Bulletin*; 101: 614-626.

Sadripour, E.; Mortazavi, M.; Mahdavi Shahri, N.; (2013). Effects of mercury on embryonic development and larval growth of the sea urchin *Echinometra mathaei* from the Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*; 12(4), 898-907.

Siikavuopio, S.I.; (2009). Green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*, Mülle) in aquaculture: the effects of environmental factors on gonad growth. Ph.D. thesis. University of Tromsø, Tromsø, Norway.

Zhao, C.; Zhang, W.; Chang, Y.; Liu, P.; (2010). Test and gonad characteristics in different genders of cultivated sea urchins (*Strongylocentrotus intermedius*, Agassiz): First insight into sexual identification, African Journal of Biotechnology; 9(44): 7560-7563.