

## تأثیر شدت امواج بر استحکام صدف گونه کشتی چسب غالب بین جزر و مدی

*Amphibalanus amphitrite*

فاطمه رنجبر اسلاملو، نرگس امراللهی بیوکی و عدنان شهدادی\*

ایران، بندرعباس، دانشگاه هرمزگان، دانشکده علوم و فنون دریایی، گروه زیست‌شناسی دریا

تاریخ پذیرش: ۹۹/۵/۷

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۳

## چکیده

کشتی چسب‌ها با تولید و رهاسازی انبوه لارو معلق در ستون آبی از مؤلفه‌های مهم در شبکه‌های غذایی زیست‌بوم‌های دریایی به حساب می‌آیند. مانند سایر جانوران، ریختار گونه‌های بین‌جزرومدی کشتی چسب نیز متأثر از عوامل محیطی از جمله شدت امواج است. این مطالعه باهدف بررسی تأثیر شدت امواج بر استحکام صدف در کشتی چسب رایج سواحل بندرعباس *Amphibalanus amphitrite* انجام شد. نمونه‌ها از بخش‌های پناهگاهی و موج خور دو اسکله در شهر بندرعباس جمع‌آوری و علاوه بر محاسبه جرم حجمی، نفوذپذیری قطعات اسکیتوموم و رستروم با استفاده از دستگاه پترومتر اندازه‌گیری شد. غلظت کلسیم نیز در صدف نمونه‌های هر بخش اندازه‌گیری شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نمونه‌های موجود در بخش محفوظ دارای کلسیم بیشتر (میانگین = ۱۹۱٫۵ میلی‌گرم بر لیتر)، صدف چگال‌تر (میانگین جرم حجمی = 1.81) و محکم‌تری (میانگین نیروی لازم جهت شکستن روستروم = ۲٫۴۹ کیلوگرم) نسبت به نمونه‌های بخش موج خور هستند (میانگین کلسیم = ۱۸۲٫۳، میانگین جرم حجمی = ۱٫۴۸، میانگین نیروی لازم جهت شکستن روستروم = ۱٫۳۴ کیلوگرم). به نظر می‌رسد این استحکام بیشتر نمونه‌های بخش محفوظ به علت رشد کندتر و تراکم بیشتر لایه‌های آهکی در این افراد نسبت به نمونه‌های بخش موج خور باشد.

واژه‌های کلیدی: خلیج فارس، نفوذپذیری، جرم حجمی، کلسیم صدف

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۷۹۵۴۵۵۶۹، پست الکترونیکی: adnan1361@gmail.com

## مقدمه

تغییرات و نوسانات محیطی داشته باشند (۱۰). این تأثیرات می‌تواند ساختاری، فیزیولوژیکی و یا تولیدمثلی باشد. از جمله عوامل محیطی مهم و تأثیرگذار بر جنبه‌های مختلف این جانوران، دمای آب است (۱). برای نمونه افزایش دما موجب افزایش نرخ پوست‌اندازی، رشد و تولیدمثل در کشتی چسب ساحلی *Microeuraphia pernitini* می‌شود (۱۱ و ۱۲). از دیگر عوامل محیطی مؤثر بر زیست‌بوم‌های بین‌جزرومدی شدت امواج می‌باشد، بدین صورت که تراکم افراد، ساختار و حتی ترکیب این جوامع در سواحل موج خور و پناهگاهی تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد (۱۴). به نظر می‌رسد شدت امواج حتی بر

کشتی چسب‌ها اغلب به‌عنوان مخرب‌های زیستی شناخته می‌شوند که با اتصال به سازه‌های مختلف ساحلی و دریایی و همچنین بدنه کشتی‌ها باعث زیان‌های فراوان اقتصادی می‌شوند (۵). با این وجود از منظر بوم‌شناختی این سخت‌پوستان با تولید و رهاسازی انبوهی از لاروهای شناگر در آب دریا، از منابع مهم غذایی برای پالوده‌خواران بوده، و در نتیجه از اعضای مهم شبکه‌های غذایی زیست‌بوم‌های دریایی به حساب می‌آیند (۴). این جانوران اما در دوره بلوغ به صورت ثابت و متصل به بستر در درون صدف آهکی خود قرار دارند (۲۱). این ثبات و عدم تحرک موجب شده تا این جانوران تأثیرپذیری بالایی را نسبت به

زمینه، مطالعه حاضر باهدف مقایسه استحکام صدف این کشتی چسب در سواحل موج خور و پناهگاهی انجام گرفت.

### مواد و روشها

از آنجایی که شدت فعالیت و برخورد امواج به صخره‌ها در بخش‌های داخلی و خارجی موج‌شکن‌ها بسیار متفاوت هست، بخش خارجی اسکله به‌عنوان ایستگاه موج خور و قسمت داخلی اسکله به‌عنوان ایستگاه پناهگاهی برای مطالعه حاضر انتخاب شدند. دو اسکله شهید حقانی و اسکله حوضچه قایقرانی در شهر بندرعباس جهت نمونه-برداری انتخاب شدند و در هر ایستگاه از بخش خارجی و داخلی موج‌شکن و هر بخش دو بار نمونه‌برداری انجام شد (در مجموع از هشت نقطه نمونه‌برداری شد). نمونه‌ها همراه با قسمتی از بستر سنگی به کمک چکش و قلم بنایی جدا شده و به آزمایشگاه جانورشناسی در دانشگاه هرمزگان جهت مطالعات منتقل شدند. نمونه‌ها از سطوح بالایی دامنه پراکنش خود با قطر قاعده صدف حدود یک سانتی‌متر انتخاب شدند. از هر نقطه نمونه‌برداری، ۳۰ نمونه جهت اندازه‌گیری میزان استحکام و ۱۰۰ نمونه برای اندازه‌گیری جرم حجمی جمع‌آوری شد. میزان استحکام به کمک نفوذ-سنج (penetrometer) (شکل ۱ الف) و در دو قطعه خشک‌شده اسکیتوم (scutum) (نقطه زیر برجستگی عضله جمع‌کننده) (شکل ۱ ب) و قطعه روستروم (rostrum) (نقطه مرکزی زیر غلاف) (شکل ۱ ج) هر نمونه انجام شد. بدین صورت که نیروی لازم (به کیلوگرم) جهت شکاندن قطعه ثبت شد. برای سنجش وزن، پس از جدا کردن کامل صدف از بستر و جداسازی بخش‌های نرم، آنها را خشک کرده، و به دلیل سبک بودن و کوچک بودن، در دسته‌های ۱۰ تایی قرار داده شدند. هرکدام از این دسته-ها جداگانه وزن شدند (برای هر نقطه نمونه‌برداری ۱۰ دسته). برای سنجش حجم، دسته‌های ۱۰ تایی صدف‌ها در داخل استوانه مدرج با حجم اولیه مشخص آب قرار داده

ریختار جانداران بین جزرومدی نیز مؤثر است. در رابطه با کشتی چسب‌ها نیز مطالعات متعددی این انعطاف‌پذیری ریختی را نشان داده است. مطالعه Arsenault و همکاران و همچنین مطالعه Hoch نشان دادند نمونه‌هایی که در سواحل موج خور هستند زوائد سینه‌ای کوتاه‌تری نسبت به نمونه‌های پناهگاهی دارند (۳ و ۷).

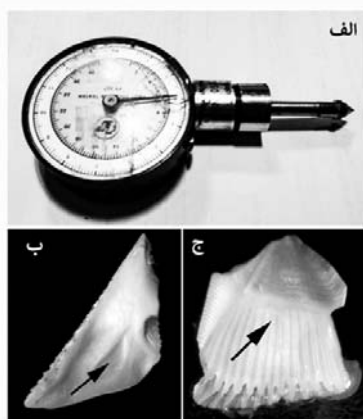
کشتی چسب‌ها از جمله جانوران نواحی بین‌جزرومدی اند که دارای ساختارهای آهکی می‌باشند. این ساختارها نیز به نظر می‌رسد در پاسخ به عوامل محیطی انعطاف‌پذیری ریخت‌شناختی نشان دهند (۶). به‌عنوان مثال در مطالعه‌ای Mokady و همکاران نشان دادند که صدف کشتی چسب *Chthamalus anisopoma* در شرایط عدم حضور یا حضور شکم‌پایان شکارچی به ترتیب مخروطی و یا خمیده می‌باشد (۸). همچنین نتایج مطالعه Pentcheff نشان از کوچکتر و ضخیم‌تر بودن صدف کشتی چسب *Balanus glandula* در سواحل موج خور داشت (۹). *Shahdadi* و همکاران نیز تنوع ریختی برای گونه *Amphibalanus amphitrite* در محیط‌ها و بسترهای متفاوت در سواحل ایران گزارش کردند (۱۳). هرچند مشخص شده که شدت امواج می‌تواند تأثیرات متعددی بر ساکنین سواحل صخره-ای از جمله کشتی چسب‌ها داشته باشد، اما هنوز نمی‌دانیم که این عامل تا چه اندازه بر استحکام و تراکم یون کلسیم در صدف کشتی چسب‌ها مؤثر است.

*Shahdadi* و همکاران ۴۳ گونه کشتی چسب از آب‌های جنوب ایران گزارش کردند که *Amphibalanus amphitrite* از جمله رایج‌ترین آنها است (۱۳). پراکنش جهانی، در دسترس بودن، اتصال به بسترهای مختلف و چرخه زندگی شناخته شده، این‌گونه را به یک مدل مطالعاتی آنتی‌فولینگ و حتی بوم‌شناختی تبدیل کرده است. در سواحل شهر بندرعباس نیز این‌گونه به فراوانی روی سازه‌های ساحلی و بخش‌های خارجی و داخلی موج-شکن‌ها یافت می‌شود. با توجه به فقدان اطلاعات در این

تأیید کرد (جدول ۱). در بررسی‌های مربوط به نیروی لازم جهت شکاندن قطعات صدف، برای هر دو قطعه رستروم و اسکیتوم، داده‌ها نشان داد که در اغلب موارد برای شکاندن صدف نمونه‌های بخش پناهگاهی نیروی بیشتری لازم است (شکل ۳). داده‌های مقایسه‌ای مربوط به بار اول اسکله شهید حقانی برای هر دو قطعه اما متفاوت از سایر نتایج یا موارد بود. بدین صورت که در آن نیروی بیشتری برای شکاندن نمونه‌های بخش موج خور لازم بود (شکل ۳). در اغلب موارد نیز باتوجه به نتایج آزمون آماری، اختلافات بین نیروی لازم جهت شکاندن نمونه‌های موج خور و پناهگاهی معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). بررسی مربوط به سنجش غلظت کلسیم نیز نشان داد که کشتی چسب‌های بخش پناهگاهی دارای تراکم کلسیم بیشتری هستند (شکل ۵). غلظت کلسیم در نمونه‌های پناهگاهی ۱۹۰،۰، ۱۹۳،۴ و ۱۹۱،۲ میلی‌گرم بر ماده خشک بود و در نمونه‌های موج خور ۱۸۰،۰، ۱۸۵،۰ و ۱۸۲،۰ بود.

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر مقایسه استحکام صدف در دو بخش موج خور و پناهگاهی با مقایسه جرم حجمی و نیروی لازم جهت شکاندن صدف بود.



شکل ۱. الف. دستگاه نفوذسنج (penetrometer) آنالوگ استفاده‌شده برای مطالعه حاضر. ب. نقطه مشخص شده برای سنجش استحکام و نفوذپذیری قطعه اسکیتوم. ج. نقطه مشخص شده برای سنجش استحکام و نفوذپذیری قطعه رستروم.

شد و تغییر حجم آب ثبت شد. جهت محاسبه جرم حجمی، وزن دسته‌ها بخش بر حجم آنها شد. تعدادی از صدف‌های خشک شده از هر بخش (موج خور و پناهگاهی) جهت محاسبه میزان کلسیم صدف با هاون و بوته چینی پودر شدند. یک گرم از این پودر بعلاوه ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵٪ ابتدا در دمای ۴۰ درجه به مدت یک ساعت و سپس در دمای ۱۴۰ درجه به مدت سه ساعت جهت هضم انکوبه شد. سپس با آب مقطر حجم آن به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و توسط کاغذ صافی صاف شده و غلظت کلسیم با دستگاه فلیم فتومتر (flame photometer) به صورت میکروگرم بر ماده خشک سنجیده شد. سه تکرار برای پودر صدف نمونه‌های بخش پناهگاهی و سه تکرار برای موج خور انجام شد.

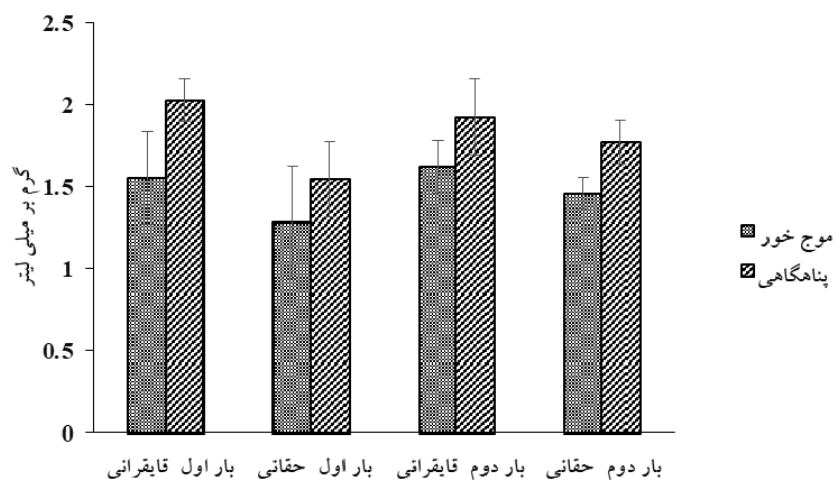
داده‌ها در محیط اکسل ذخیره‌شده و در نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل و نمودارها رسم شدند. داده‌های مربوط به بخش‌های موج خور و پناهگاهی از هر بار نمونه‌برداری با استفاده از آزمون Mann – Whitney U مقایسه شدند. برای مقایسه غلظت کلسیم فقط داده‌های بار اول اسکله قایقرانی استفاده شد.

### نتایج

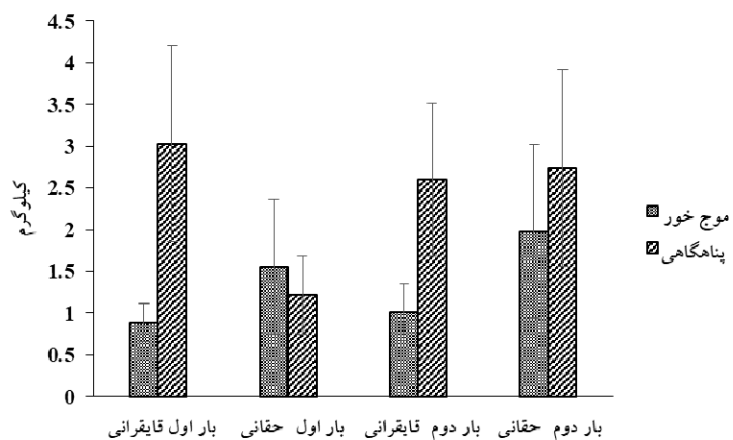
نمونه‌برداری‌ها در دو نوبت و به فاصله سه ماه انجام شد. بدین صورت که پس از نمونه‌برداری بار اول از بخش‌های داخل و خارج دو اسکله، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و ویژگی‌های مورد نظر بررسی و سنجش شدند و داده‌ها ثبت گردید. جهت تکرار، سه ماه بعد فرایندها مجدداً انجام و داده‌ها ثبت شد. مقایسه نتایج مطالعه حاضر در هر دو تکرار در هر دو ایستگاه نمونه‌برداری اسکله شهید حقانی و اسکله قایقرانی نشان داد که صدف نمونه‌های پناهگاهی دارای جرم حجمی بیشتری نسبت به نمونه‌های بخش موج خور بودند (شکل ۲). آزمون مقایسه‌ای آماری Mann – Whitney U نیز معنی‌دار بودن اختلافات بین بخش‌های موج خور و پناهگاهی در هر چهار مقایسه را

جدول ۱. نتایج آزمون‌های مقایسه‌ای آماری (Mann-Whitney U) داده‌های موج خور و پناهگاهی

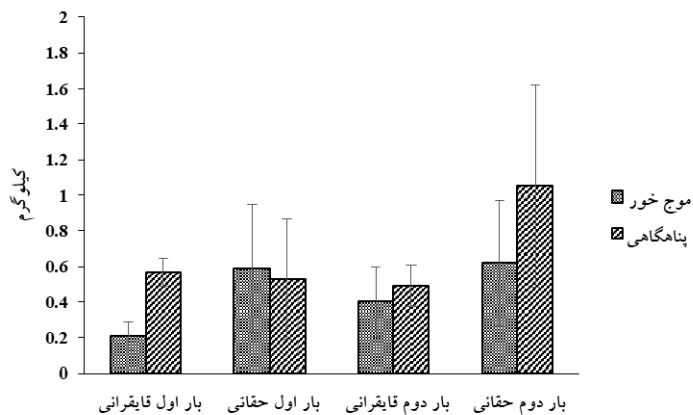
		موج خور			
		جرم حجمی	روستروم	اسکیوتوم	
پناهگاهی	قایقرانی	بار اول (n=30)	M-W U = 3.000 WW= 58.000 sig = 0.000	M-W U =11.000 WW= 476.000 sig = 0.000	M-W U = 1.000 WW= 466.000 sig = 0.000
		بار دوم (n=30)	M-W U = 12.000 WW= 67.000 sig = 0.004	M-W U = 28.500 WW= 493.500 sig = 0.000	M-W U = 335.000 WW= 800.000 sig = 0.068
	حقانی	بار اول (n=30)	M-W U = 25.000 WW= 80.000 sig =0.059	M-W U =355.500 WW= 820.500 sig =0.159	M-W U = 375/500 WW= 840.500 sig = 0.261
		بار دوم (n=30)	M-W U = 6.000 WW= 61.000 sig = 0.001	M-W U = 236.000 WW= 701.000 sig = 0.002	M-W U = 196.500 WW= 661.500 sig = 0.000



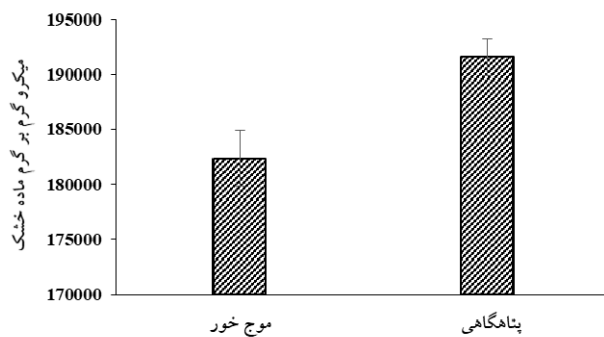
شکل ۲. نمودار ستونی مقایسه میزان جرم حجمی صدف کشتی چسب در بخش‌های موج خور و پناهگاهی



شکل ۳. نمودار ستونی مقایسه نیروی لازم (برحسب کیلوگرم) جهت شکستن قطعه روستروم صدف کشتی چسب‌های بخش‌های موج خور و پناهگاهی



شکل ۴. نمودار ستونی مقایسه نیروی لازم (برحسب کیلوگرم) جهت شکستن قطعه اسکیتوم صدف کشتی چسب‌های بخش‌های موج خور و پناهگاهی



شکل ۵. نمودار ستونی مقایسه غلظت کلسیم (سه تکرار) در صدف کشتی چسب‌های بخش‌های موج خور و پناهگاهی

در این مطالعه در همه تکرارها جرم حجمی صدف کشتی چسب‌ها در بخش‌های پناهگاهی به‌طور معنی‌داری بیشتر از بخش‌های موج خور بود (شکل ۲، جدول ۱). همچنین در اغلب موارد نیروی بیشتری جهت شکاندن قطعات صدف کشتی چسب‌های پناهگاهی لازم بود (شکل ۳، جدول ۱). این یافته‌ها خود نشان از متراکم‌تر بودن لایه‌های آهکی صدف در سواحل پناهگاهی و در نتیجه استحکام بیشتر آنها می‌باشد. تراکم کلسیم صدف نیز در نمونه‌های پناهگاهی بیشتر از موج خور بود (شکل ۵).

امواج، بسته به شدت آنها، می‌تواند ترکیبی از تأثیرات مثبت و منفی روی زندگی موجودات ساحلی داشته باشند. مثلاً امواج از یک‌طرف با فراهم کردن غذای بیشتر و کاهش زمان انتظار مد جهت خنک‌شدن، تنفس و تغذیه، بخصوص در موجودات ثابت، موجب بهینه کردن شرایط زیستی ساکنین می‌شود. اما از طرف دیگر در صورت بالا بودن فشار امواج و نیروی هیدرودینامیکی، یک تهدید مداوم برای کندن و شستن آنها از بسترهای خود می‌باشد (۱۵). شهر بندرعباس از آنجایی که در پشت دو جزیره قشم و هرمز قرار دارد در حالت عادی از امواج شدید اقیانوسی در امان است و به‌جز در موارد طوفان، امواج آرامی نسبت به سواحل باز دارد. بنابراین بخش خارجی موج‌شکن‌ها معمولاً امواج نسبتاً ملایم دارد، در حالی که بخش داخلی آنها کاملاً پناهگاهی و با تلاطم بسیار کم می‌باشد. در مطالعه حاضر با توجه به دسترسی بیشتر به غذا و بهتر بودن شرایط از یک‌طرف و وجود امواج و نیاز به صدف‌های محکم‌تر برای مقابله با اثرات تخریبی امواج، انتظار بود که صدف در نمونه‌های موج خور (بخش خارجی اسکله) استحکام بیشتری داشته باشد. نتایج مطالعه حاضر اما خلاف این انتظار یعنی استحکام بیشتر صدف در بخش‌های پناهگاهی را نشان داد. در مطالعه‌ای Mokady و همکاران که تنها وضعیت ضخامت صدف فارغ از پارامترهای چگالی، تراکم لایه‌های آهکی، نفوذپذیری و میزان کلسیم صدف در منطقه موج خور بررسی شده بود

نتایج نشان داد صدف نمونه‌های موج خور ضخامت بیشتری دارند که به تبع آن مقاومت صدف را در مقابل فشار هیدرواستاتیکی امواج افزایش و خطر شکسته شدن یا جدایی از بستر را کاهش می‌دهد (۸). نتایج مطالعه حاضر اما با داده‌های پژوهش Steffani و Branch مشابه است که تأیید کردند صدف دوکفه‌ای *Mytilus galloprovincialis* در سواحل موج خور کوچکتر و نازکتر است (۱۵). هر دو مطالعه بالا اما تأکید دارند که به دلیل دستیابی بیشتر به غذا، نرخ رشد افراد در سواحل موج خور بالاتر است (۹ و ۱۵). به نظر می‌رسد نکته کلیدی در علت پایین‌تر بودن چگالی، نفوذپذیری و غلظت کلسیم در صدف نمونه‌های موج خور در تحقیق حاضر نیز همین رشد سریع نمونه در این قسمت‌های ساحل باشد. همچنین به علت بالاتر بودن ریسک جدایی از بستر در اثر موج و یا رقابت فضایی (بخصوص برای نمونه‌های جوان‌تر) نمونه‌های سواحل موج خور نیاز دارند که در اوایل زندگی تا رسیدن به حدی از بزرگی و استحکام رشد سریع‌تری داشته باشند. رسیدن به اندازه مناسب با استحکام کافی صدف در زمان کوتاه احتمالاً از طریق ایجاد تخلخل بیشتر و در نتیجه ضخامت بیشتر صدف صورت می‌پذیرد که خود باعث کاهش چگالی صدف می‌شود. در مقابل می‌توان استنتاج کرد که نمونه‌های سواحل پناهگاهی که رشد آهسته‌تری دارند، زمان بیشتر برای رسوب کلسیم، متراکم شدن لایه‌ها آهکی صدف دارند که در نتیجه منجر به افزایش چگالی و کاهش نفوذپذیری می‌شود. در مطالعه حاضر از نمونه‌هایی با اندازه‌های تقریباً مشابه برای سنجش‌ها از هر دو بخش پناهگاهی و موج خور استفاده شد. این در حالی است که با توجه به نرخ‌های متفاوت رشد در دو محیط، سن نمونه‌ها ضرورتاً مشابه نبوده و نمونه‌هایی هرچند با اندازه‌های مشابه اما با سن‌های مختلف مقایسه شده‌اند. برای رفع این نقیسه انجام مطالعات مشابه با روش صفحه گذاری در آب دریا و بررسی نمونه‌های هم‌سن روی صفحات پیشنهاد می‌شود.

## سپاسگزاری

کمک در نمونه‌برداری کمال تشکر و قدردانی را دارند. از داوران محترم این مقاله نیز به خاطر نظرات سازنده ایشان قدردانی می‌گردد.

نویسندگان این مقاله از آقای دکتر عبدالمجید دستجردی (دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان) به خاطر مساعدت در سنجش‌ها و خانم نسرين بهره‌مند (دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان) به خاطر

## منابع

۱. حیدری، ا.، نصرالهی، ع.، گلی‌نیا، پ.، و پازوکی، ج.، ۱۳۹۶. تأثیر نوع بستر برنشست کشتی چسب *Amphibalanus improvis* (L., 1758) در سواحل جنوب غربی دریای خزر، مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۳۰، ۳، صفحات ۲۸۹-۳۰۰.
2. Anderson, D. T., 1994. Barnacles; Structure, function, development and evolution, Chapman and Hall, London.
3. Arsenault, D. J., Marchinko, K. B., and Palmer, A. R., 2001. Precise tuning of barnacle leg length to coastal wave action. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 268(1481), PP: 2149-2154.
4. Castro, P., and Huber, M., 2015. Marine Biology, McGraw-Hill Education, Tenth Edition, 480 p.
5. Chan, B. B. K., Prabowe, R. E., and Lee, K. S., 2009. Crustacean fauna of Taiwan: barnacles, Vol 1- Cirripedia: Thoracica excluding the Pyrgomatidae and Acastinae. Taiwan: National Taiwan Ocean University Press. 298 p.
6. Crisp, D. J., Bourget, E., 1985. Growth in barnacles. *Adv. mar. Biol.*, 22, PP: 199-244.
7. Hoch, J. M., 2008. Variation in penis morphology and mating ability in the acorn barnacle, *Semibalanus balanoides*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 359(2), PP: 126-130.
8. Mokady, O., Mizrahi, L., Perl-Treves, R., and Achituv, Y., 2000. The different morphs of *Chthamalus anisopoma*: a phenotypic response? Direct molecular evidence, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 243(2), PP: 295-304.
9. Pentcheff, N. D., 1991. Resistance to crushing from wave-borne debris in the barnacle *Balanus glandula*. *Marine Biology*, 110(3), PP: 399-408.
10. Raffaelli, D. G. and Hawkins, S. J., 1996. *Intertidal Ecology*. London: Chapman & Hall. 250 pp.
11. Savari, R., Kamrani, E., and Shahdadi, A., 2017. Annual breeding pattern of *M. permitini* Annual breeding pattern of intertidal barnacle *Microeuraphia permitini* (Chthamalidae, Euraphinae) in the Persian Gulf in different habitats, *Crustaceana* 90 (1), PP: 21-34. (doi: 10.1163/15685403-00003623)
12. Savari, R., Kamrani, E., Shahdadi, A., and Rezaie Atagholipour, M., 2014. Influence of temperature and food concentrations on growth and moulting of the barnacle, *Microeuraphia permitini* (Zevina and Litvinova, 1970) (Chthamalidae, Euraphinae): a laboratory experiment. *Crustaceana*, 87(6), PP: 641-653.
13. Shahdadi, A., Sari, A., and Naderloo, R., 2014. A checklist of the barnacles (Crustacea: Cirripedia: Thoracica) of the Persian Gulf and Gulf of Oman with nine new records. *Zootaxa*, 3784(3), PP: 201-223.
14. Southward, A. J., and Orton, J. H., 1954. The effects of wave-action on the distribution and numbers of the commoner plants and animals living on the Plymouth breakwater. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 33(1), PP: 1-19.
15. Steffani, C. N., and Branch, G. M., 2003. Growth rate, condition, and shell shape of *Mytilus galloprovincialis*: responses to wave exposure. *Marine Ecology Progress Series*, 246, 197-209.

## Effect of wave exposure on shell strength of the common intertidal barnacle *Amphibalanus amphitrite*

Ranjbar Eslamloo F., Amrollahi Biuki N. and Shahdadi A.

Dept. of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, I.R. of Iran.

### Abstract

By releasing a large amount of planktonic larvae, barnacles are among the important constituent of marine food webs. Like other animals, anatomy of costal barnacles are also affected by environmental conditions such as wave exposure. This work aims to study effect of wave exposure on shell strength of the common intertidal barnacle *Amphibalanus amphitrite* in the city of Bandar Abbas. Specimens were collected from sheltered and exposed sides of two breakwaters in the city of Bandar Abbas. In addition to shell density, penetration force was calculated in scutum and rostrum using a penetrometer. Calcium concentration also was measured in the shells of specimens from both sides. Present results showed that barnacles in the sheltered side have higher calcium concentration (average = 191.5 milligram/liter), heavier (the average density = 1.81) and stronger (the average force to penetrate rostrum = 2.49 kilogram) shells compared to those of exposed side (the average of calcium concentration = 182.3 milligram/liter; the average density = 1.48; the average force to penetrate rostrum = 1.34 kilogram). It seems that this strength comes from the slower growth and denser calcification in the specimens of the sheltered area compared to the ones in the exposed side.

**Key words:** Persian Gulf, Penetrometry, density, shell calcium