

رابطه همزیستی بین بارناکل بیرون زی (*Chelonibita patula*) و خرچنگ شناگر آبی (*Portunus segnis*) و اثرات جنسی و فصل بر پراکنش آن‌ها در سواحل خلیج فارس (استان بوشهر)

چکیده

همزیستی شکل خاصی از حیات جانوری است که دو موجود زنده زندگی و حیاتشان وابسته به خدمت از طرف دیگری می‌باشد. در این مطالعه رابطه همزیستی بین بارناکل بیرون زی (*Chelonibita patula*) و خرچنگ شناگر آبی (*Portunus segnis*) در سواحل خلیج فارس، استان بوشهر بررسی شد. طی نمونه‌برداری، در مجموع ۵۷۱ خرچنگ در اندازه مختلف به‌طور تصادفی جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها پس از منجمد شدن به آزمایشگاه انتقال و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد جهت آنالیز قرار داده شدند. بعد از جداسازی نمونه‌ها، ابتدا تشخیص جنسیت با استفاده از شکل شکم صورت گرفت. بعد از این مرحله خصوصیات بیومتری زیست‌سنجی نمونه‌ها شامل وزن بدن، طول و عرض کاراپاس اندازه‌گیری شدند. تأثیر جنسیت، فصل و اندازه کاراپاس بر پراکنش بارناکل بررسی گردید. فراوانی بارناکل بر روی هر نمونه خرچنگ از ۲ تا ۲۳ عدد متغیر بود و فاکتور وضعیت پراکنش در گونه‌های خرچنگ بین ۳/۵ تا ۸ با میانگین ۶/۰۴ بود. نتایج مطالعه نشان داد که فراوانی بارناکل بین دو جنس اختلاف معنی‌داری داشت، ($P > 0.05$)، بطوریکه که در ماده‌ها پراکنش و تراکم بیشتری داشتند. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش عرض کاراپاس تجمع بارناکل بر روی خرچنگ افزایش می‌یابد. مقایسه فراوانی بارناکل در فصول مختلف نشان داد که بیشترین فراوانی در فصل زمستان در دوره تخم‌ریزی خرچنگ و کمترین فراوانی در فصل بهار که زمان بعد از دوره تخم‌ریزی بود، مشاهده گردید. ارتباط بین هر دو سخت‌پوست یک ارتباط همیاری می‌باشد، به این صورت که بارناکل‌ها از سطوح بدن خرچنگ بخصوص کاراپاس به‌عنوان محیط زیست خود استفاده می‌کنند و تمام فعالیت‌های تولیدمثلی، تغذیه‌ای و متابولیسمی خود را بر روی سطح خرچنگ انجام می‌دهند. در عوض خرچنگ با استفاده از بارناکل استتار می‌کند و کمتر مورد توجه شکارچیان قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: همزیستی، *Chelonibita patula*، خرچنگ شناگر آبی، *Portunus segnis*، خلیج فارس.

مهدی حسینی^۱

جمیله پازوکی^۲

۱. عضو باشگاه پژوهشگران جوان، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. دانشیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات

mehdihosseini23@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۳

کد مقاله: ۱۳۹۴۰۱۰۱۴۲

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است.

مقدمه

از مهم‌ترین بی‌مهرگان که در سواحل جنوبی ایران به‌وفور یافت می‌شوند سخت‌پوستان است که عمدتاً شکارچی هستند. سخت‌پوستان از جمله ده‌پایان به‌نوبه‌ی خود سومین حلقه از زنجیره‌ی غذایی را تشکیل می‌دهند (Hosseini et al., 2014). به‌طور کلی اهمیت مطالعه سخت‌پوستان را می‌توان به خاطر وجود ده‌پایان دانست که از لحاظ تجاری، اقتصادی، قرار گرفتن در زنجیره‌ی غذایی، تغذیه توسط شکارچیان از جمله پرندگان و همچنین تولید کیتین که دومین پلی‌ساکارید طبیعی تولیدشده است اهمیت دارند (سواری و همکاران، ۱۳۹۱). در بین جانوران دریایی روابط زیستی متنوعی وجود دارد که از مهم‌ترین این روابط، همزیستی بین دو جانور می‌باشد. به برهم‌کنش دو گونه زیستی یا بیشتر در یک رابطه نزدیک و در

بیشتر موارد درازمدت، همزیستی می‌گویند (Abdi Bastami et al., 2012). همزیستی در میان دانشمندان بحث‌برانگیز است، به طوری که دسته‌ای بر این باورند که همزیستی تنها برمی‌گردد به رابطه دوسویه پایدار، درحالی که گروهی دیگر آن را برابر با هرگونه برهم‌کنش زیستی پایدار می‌دانند. در طبیعت و به‌خصوص در اعماق دریا موجودات به سه صورت هم‌سفره، انگلی و همزیستی زندگی می‌کنند (Lawal _Are, 2012 and Daramola) و همزیستی شکل خاصی از حیات جانوری است که دو موجود زنده زندگی و حیاتشان وابسته به خدمت از طرف دیگری می‌باشد. نیاکان همزیستان به‌اجبار گذشته قطعاً موجودات زنده مستقل بوده‌اند که در طول تاریخ توانایی اتکالی به خود را برای زیستن از دست داده‌اند. این جانداران بیش از آنکه همزیستی اجباری بنمایند، همزیستی اختیاری داشته و به‌تدریج بیشتر و بیشتر به موجود دیگر وابسته شده‌اند (Tahir et al., 2012).

کشتی چسب یا بارناکل نام گروهی از جانوران بندپا از فرورده مژه پایان (Cirripedia) است که به زیرشاخه سخت‌پوستان، رده آرواره پایان (Maxillopoda) تعلق دارد و بنابراین از بستگان دور خرچنگ‌های دریایی به شمار می‌آید (سواری و همکاران، ۱۳۹۱). بارناکل‌ها سخت‌پوستانی هستند فیلتر کننده و چسبیده که به سطوح مختلفی جهت زندگی می‌چسبند. آن‌ها با توجه به نوع گونه بسترهای مختلفی را برای استقرار و ادامه زندگی انتخاب می‌کنند که این بسترها طیف وسیعی از مواد جامد موجود در محیط‌های آبی شامل صخره‌های بین جز و مدی تا آب‌های عمیق، اجسام غرق شده یا معلق بر روی آب، سازه‌های ساحلی و دریایی، بدنه کشتی‌ها و قایق‌ها، تورهای ماهیگیری کاراپاس خرچنگ‌ها و لاک‌پشت‌ها، مارهای دریایی و وال‌ها را در برمی‌گیرد (سواری و همکاران، ۱۳۹۱). بارناکل‌ها یکی از عوامل مهم Biofouling هستند که موجب انباشت حیات دریایی روی بدنه کشتی‌ها، کاراپاس خرچنگ و دیگر سطوح می‌شود و کنش روی این محیط‌ها را افزایش می‌دهند. این کشف به تولید چسب‌های زیستی کمک کرده و به ساخت پوشش‌های ضد لکه جدید بخصوص برای کشتی‌ها کمک می‌کند (Tahir et al., 2012). بارناکل‌ها دارای دو نوع مرحله لارویی به نام‌های ناپلیوس و سپیریید هستند و این دو مرحله نقش‌های بسیار متفاوتی ایفا می‌کنند، زیرا در یکی از این مراحل ناپلیوس آب را از سطح پاک می‌کند و مرحله دیگر سپیریید به سطح می‌چسبد. لارو سپیریید بارناکل نوعی قطره روغنی را برای پاک کردن آب از سطوح ترشح می‌کند و این عمل را پیش از چسبیدن آن به سطح با استفاده از نوعی چسب فسفوپروتئین صورت می‌دهد. نکته کلیدی در سیمان محکم کشتی چسب‌ها قطره روغنی است که لارو آن‌ها پیش از چسبیدن آزاد می‌کند. این قطره روغنی آب را از سطح می‌زداید و به جانور اجازه می‌دهد تا چسب فسفو پروتئینی (Phosphoprotein) خود را روی سطح بربزد. پیش‌تر دانشمندان گمان می‌کردند که ترکیب این دو ماده ابر چسب قوی را ایجاد می‌کند (Tahir et al., 2012).

بارناکل بیرون زیست جنس *Chelonibia* به سطوح مختلفی از جمله سطوح سخت‌پوستان اتصال دارد که به تعداد بسیار زیادی به کاراپاس و ضمایم خرچنگ شناگر آبی متصل می‌شوند. ارتباط خرچنگ با بارناکل می‌تواند یکی از روابط شکار و شکارگری، همزیستی، هم خوراک و یا انگلی باشد. ارتباط بارناکل *C. patula* با خرچنگ شناگر آبی *P. segnis* یک نوع رابطه همزیستی است که طی آن بارناکل بر روی سطوح خرچنگ زیست می‌کنند. از مطالعاتی که در این زمینه در سواحل خلیج فارس انجام شده است می‌توان به مطالعه Abdi Bastami و همکاران در سال (۱۳۹۲) اشاره کرد که پراکنش بارناکل *C. patula* روی کاراپاس، شکم و ساق پای حرکتی خرچنگ شناگر آبی *P. pelagicus* را بررسی نمودند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان دارد که بارناکل بر روی کاراپاس خرچنگ پراکنش و فراوانی بیشتری دارد. از دیگر مطالعاتی که در سایر نقاط دنیا صورت گرفته است می‌توان به مطالعه‌ای Shieds (۲۰۰۰) که رابطه همزیستی بین بارناکل *C. patula* و خرچنگ شناگر آبی *P. pelagicus* را بررسی کرد اشاره کرد. Lawal Are - و Daramola (۲۰۱۰) نیز رابطه همزیستی و بارناکل *C. patula* با خرچنگ شناگر *P. pelagicus* و پراکنش آن را در خلیج مریتون در سواحل استرالیا مطالعه کرد.

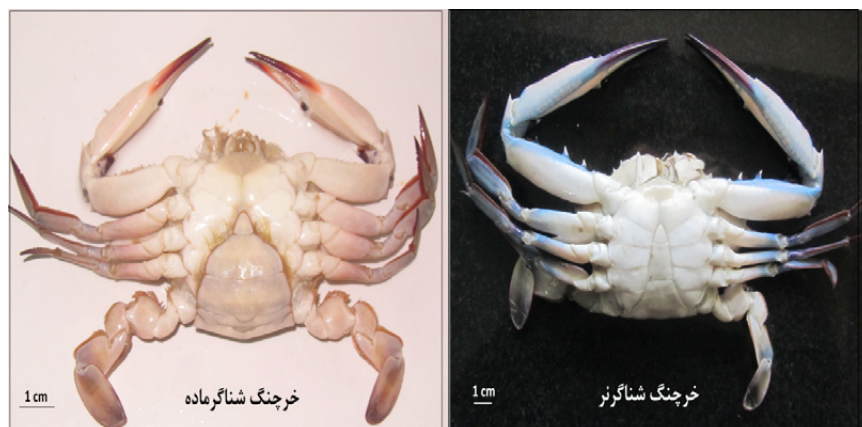
Tahir و همکاران (۲۰۱۲) پراکنش این بارناکل را بر روی خرچنگ *P. segnis* در سواحل ترکیه و Gaddes و Sumpton (۲۰۰۴) پراکنش *C. patula* را بر روی خرچنگ شناگر آبی *P. pelagicus* در مصب‌های استرالیا بررسی کردند. نتایج حاصل از مطالعات نشان می‌دهد که رابطه بین بارناکل و خرچنگ یک رابطه همزیستی بوده است و بارناکل بر روی کاراپاس خرچنگ بخصوص سطح پشتی پراکنش بیشتری دارد. از طرفی نتایج نشان می‌دهند میزان پراکنش بارناکل در جنس و فصول مختلف فرق دارد و با توجه به شرایط مناسب محیط زیست خود را انتخاب می‌کنند. مطالعات در خلیج فارس مربوط به تولیدمثل بارناکل بوده است و تاکنون مطالعه‌ای در این زمینه و رابطه همزیستی بین بارناکل‌ها و خرچنگ شناگر آبی در خلیج فارس انجام نشده است؛ بنابراین در این تحقیق پراکنش و فراوانی بارناکل بیرون زیست *Chelonibita patula* بر روی سطوح مختلف خرچنگ شناگر آبی *Portunus segnis* در افراد نر و ماده و در فصول مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

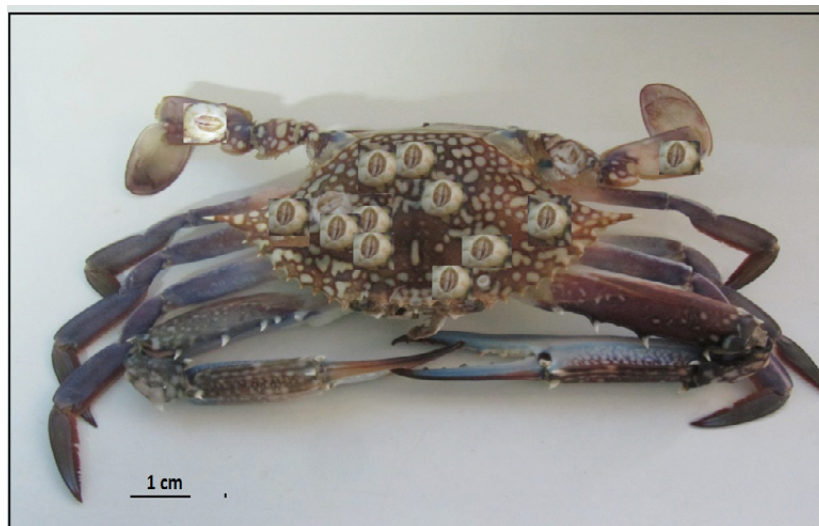
سواحل غربی خلیج فارس از جمله استان بوشهر با بیش از ۶۰۰ کیلومتر خط ساحلی، از مهم‌ترین مناطق تکثیر و پرورش آبزیان با ارزش شیلاتی در ایران محسوب می‌گردد. لذا از دیدگاه اکولوژیک، اقتصادی و ماهیگیری از مهم‌ترین مناطق ساحلی ایران است. استان بوشهر از لحاظ دارا بودن انواع بی‌مهرگان و سایر جانوران دریایی یکی از غنی‌ترین سواحل خلیج فارس محسوب می‌شود. نمونه‌برداری *P. segnis* در چهار فصل و بر اساس زمان‌بندی در مرداد، آبان و بهمن ۱۳۹۰ و اردیبهشت ۱۳۹۱ در سواحل استان بوشهر انجام گرفت. نمونه‌برداری با به‌کارگیری تورترال و تور گوش‌گیر از نقاط مختلف ساحلی و دریایی صورت گرفت. نمونه‌ها برای بررسی و ثبت اطلاعات لازم جداسازی و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد فریز شده و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. پس از خشک کردن نمونه‌ها، ابتدا تفکیک جنسی خرچنگ‌ها از طریق شکل شکم صورت گرفت، به طوری که شکل شکم در جنس نر باریک و به شکل V (شکل ۲) و در جنس ماده سه زاویه‌ای تا نیم دایره‌ای است (شکل ۳) (Hosseini *et al.*, 2014). بعد از آن طول و عرض کاراپاس و وزن هریک از نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. محل و فراوانی بارناک‌های چسبیده به خرچنگ مشخص و ثبت شد و با استفاده از اسکاپولا از سطوح خرچنگ جداسازی شدند. شکل ۲ بارناک‌های پراکنده بر روی خرچنگ شناگر را نشان می‌دهد. وضعیت هر خرچنگ با استفاده از فرمول فاکتور وضعیت (K) به دست آمد (Abdi Bastami *et al.*, 2012).

$$K = \frac{100 \times W}{L^3}$$

در این رابطه L نشان‌دهنده طول کاراپاس (سانتی‌متر) و W نشان‌دهنده وزن هر خرچنگ (گرم) است.



شکل ۱: سطح شکمی خرچنگ شناگر نر (*Portunus segnis*) (شکل V) و ماده (نیم‌دایره‌ای شکل).



شکل ۲: پراکنش بارناک (*Chelonibita patula*) بر روی خرچنگ شناگر آبی (*Portunus segnis*).

نتایج

۵۴۷ عدد نمونه خرچنگ جمع‌آوری شد که جنسیت و میانگین وزن، طول و عرض کاراپاس در جدول ۱ آمده است. از این تعداد ۲۶۵ عدد از نمونه‌ها نر و ۲۸۲ عدد نمونه‌های ماده بودند. میانگین وزن در نمونه‌های نر ۱۲۰/۶ گرم و در نمونه‌های ماده ۱۰۶/۲ گرم بود. با توجه به جدول ۱ نمونه‌های نر نسبت به نمونه‌های ماده اندازه و طول بزرگ‌تری دارند.

جدول ۱: تعداد و میانگین وزن، طول و عرض کاراپاس در افراد نر و ماده خرچنگ شناگر آبی (*Portunus segnis*).

جنسیت	تعداد	میانگین وزن	میانگین عرض کاراپاس	میانگین عرض کاراپاس
نر	۲۶۵	۱۲۰/۶	۱۳	۷
ماده	۲۸۲	۱۰۶/۲	۱۱	۶/۲

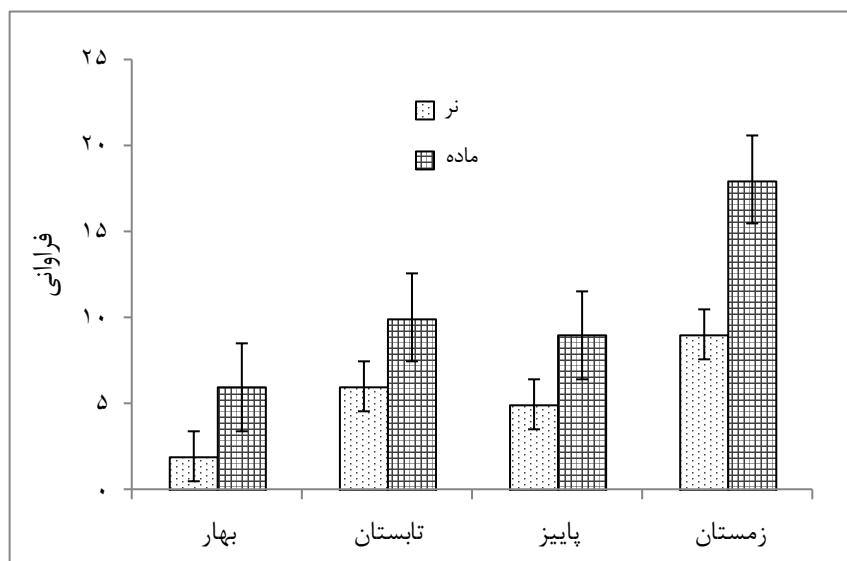
جدول ۲: پراکنش بارناکل *Chelonibita patula* بر روی کاراپاس، شکم و پای حرکتی خرچنگ شناگر آبی *Portunus segnis*.

سطوح خرچنگ	فراوانی	درصد فراوانی
کاراپاس	۴۵۵	۸۹/۵
شکم	۱۸	۲/۵
پای حرکتی	۴۹	۸

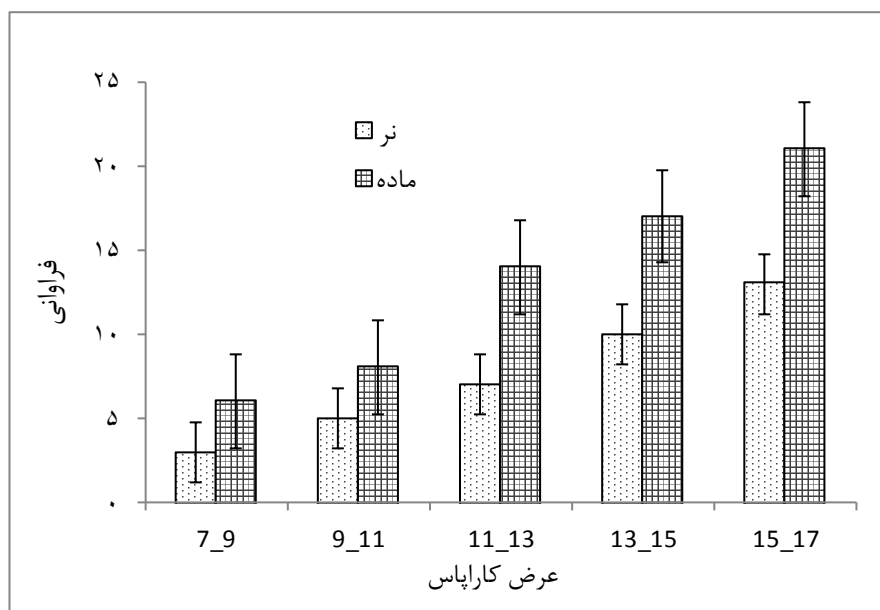
بارناکل بر روی کاراپاس، شکم و پاهای حرکتی خرچنگ متصل هستند. فراوانی و درصد فراوانی آن‌ها بر روی سطوح خرچنگ در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که ۸۹/۵ درصد از بارناکل‌ها روی کاراپاس پراکنده بودند و فراوانی آن‌ها روی پای حرکتی ۸ درصد و روی شکم ۲/۵ بوده است. با توجه به این نتایج بارناکل‌ها کاراپاس را به دیگر سطوح خرچنگ ترجیح می‌دهند. پراکنش بارناکل در افراد نر و ماده در فصول مختلف نشان می‌دهد که در تمام فصول پراکنش بر روی خرچنگ‌های ماده بیشتر است. میانگین پراکنش بارناکل‌ها روی خرچنگ ماده در فصل زمستان بیشترین و در فصل بهار کمترین است. در جنس نر نیز پراکنش مشابه جنس ماده در فصل زمستان بیشترین و در فصل بهار کمترین است (شکل ۳). مقایسه پراکنش در گروه‌های طولی مختلف نشان داد که با افزایش اندازه خرچنگ بر تراکم بارناکل‌های همزیست آن‌ها افزوده می‌شود. کمترین تراکم بارناکل در خرچنگ‌های با عرض کاراپاس ۷ تا ۹ سانتی‌متر و بیشترین تراکم در خرچنگ‌هایی با عرض کاراپاس ۱۵ تا ۱۷ سانتی‌متر دیده می‌شود (شکل ۴). نتایج فاکتور وضعیت پراکنش در گروه‌های طولی افراد نر و ماده خرچنگ در جدول ۳ آمده است. این نتایج نشان می‌دهد که ارتباط مستقیمی بین مقدار این فاکتور و اندازه خرچنگ‌ها وجود ندارد. بیشترین مقدار این فاکتور در خرچنگ‌هایی با عرض کاراپاس ۹ تا ۱۱ سانتی‌متر به دست آمد.

جدول ۳: فاکتور وضعیت (K) در گروه‌های طولی مختلف افراد نر و ماده خرچنگ شناگر آبی (*Portunus segnis*).

طول کاراپاس (سانتی‌متر)	جنسیت	میانگین وزن خرچنگ (گرم)	تعداد خرچنگ	فاکتور وضعیت (K)
۷-۹	نر	۶۰	۳۶	۳/۵
	ماده	۵۱/۵	۴۷	۵/۴
۹-۱۱	نر	۸۴/۵	۴۰	۸
	ماده	۷۰	۵۳	۶/۳
۱۱-۱۳	نر	۱۲۱	۵۰	۷/۶
	ماده	۱۰۸	۷۳	۶/۵
۱۳-۱۵	نر	۱۵۵/۶	۷۰	۶
	ماده	۱۳۹	۵۹	۵/۵
۱۵-۱۷	نر	۱۸۲	۶۹	۵
	ماده	۱۶۲/۴	۵۰	۶/۶



شکل ۳: میانگین پراکنش بارناکل (*Chelonibita patula*) در فصول مختلف افراد نر و ماده خرچنگ شناگر آبی (*Portunus segnis*).



شکل ۴: میانگین پراکنش بارناکل (*Chelonibita patula*) در گروه‌های طولی مختلف افراد نر و ماده خرچنگ شناگر آبی (*Portunus segnis*).

بحث و نتیجه‌گیری

پراکنش و فراوانی بارناکل *C. patula* را بر روی سطوح مختلف خرچنگ شناگر آبی *P. segnis*، در افراد نر و ماده در فصول مختلف بررسی گردید. ارتباط بین بارناکل و خرچنگ یک نوع همزیستی بین دو جانور است که طی این رابطه بارناکل از سطوح خرچنگ به‌عنوان بستر زیست و پناهگاه خود استفاده می‌کند و خرچنگ با استفاده از بارناکل‌هایی که بر روی سطح آن زیست می‌کنند استتار می‌کند و از گزند دشمنان در امان می‌ماند (Tahir et al., 2012). نتایج این مطالعه نشان داد که بارناکل بر روی سطح پشتی یا کاراپاس پراکنش بسیار

بیشتری نسبت به سطح شکمی خرچنگ دارند ($P > 0.05$). بارناکل‌ها بیشتر سطح پشتی خرچنگ را اشغال نموده‌اند؛ زیرا سطح پشتی خرچنگ به آسانی در دسترس بارناکل جهت نشست لاروهای آن قرار می‌گیرد. از طرف دیگر لاروهای بارناکل سطح پشتی را نسبت به سطح شکمی ترجیح می‌دهند زیرا سطح پشتی نور بیشتری دریافت می‌کند و دارای غشای زیستی جذاب‌تری جهت سکونت است (Shields, 2000). سطح شکمی خرچنگ به دلیل تماس با بستر و تشکیل لجن دارای بار آلودگی بیشتری است، از طرف دیگر در زمان حرکت خرچنگ به دلیل تماس با بسترها و ساییده شدن امکان جدا شدن بارناکل از خرچنگ وجود دارد (Bakir et al., 2010). Farrapeira (2009)، نیز پراکنش بارناکل را بر روی خرچنگ *P. pelagicus* در سواحل پرتغال بررسی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که سطح پشتی به دلیل استحکام بیشتر قدرت چسبندگی زیادی دارد و قطرات ترش‌حی از لارو بارناکل به سطح پشتی اتصال محکم‌تری دارند. Costa و همکاران (2010) پراکنش بارناکل را بر روی سخت‌پوست *Arenaeus cribrarius* بررسی کردند و نشان دادند که بارناکل‌ها تمایلی به چسبیدن به سطح شکمی ندارند و سطح شکمی به دلیل تماس بیش‌ازحد با بستر و دیگر جانوران مکان مناسبی برای اتصال آن‌ها نمی‌باشد. Sumpton و Gaddes (2004)، طی مطالعه‌ای پراکنش بارناکل *C. patula* را بر روی خرچنگ شناگر *P. pelagicus* بررسی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد بارناکل تمایلی به اتصال به سطح شکمی خرچنگ به دلیل سست بودن و دارا بودن بار آلودگی بالا به دلیل تماس با رسوبات ندارند. از طرفی سطح پشتی خرچنگ به دلیل استحکام بسیار بالا و قرار گرفتن در معرض نور محیط مناسبی برای زیست بارناکل می‌باشد. همچنین قطرات ترش‌حی از لاروهای خرچنگ به سطح پشتی باعث اتصال محکم بارناکل به خرچنگ می‌شود؛ بنابراین، سطح پشتی یا کاراپاس به دلیل استحکام بالا، نداشتن بار آلودگی بالا و قرار گرفتن در معرض نور محیط مناسبی برای زیست بارناکل هستند.

مقایسه بین افراد نر و ماده خرچنگ شناگر نشان داد که بارناکل افراد ماده را به افراد نر ترجیح می‌دهد و بر روی سطوح افراد ماده پراکنش بسیار بیشتری دارند ($P < 0.05$). این نتایج را می‌توان به فعالیت، تحرک و شکارگری کمتر افراد ماده نسبت به نر نسبت داد. وزن بدن، طول چنگال و پاهای حرکتی خرچنگ نر نسبت به ماده اندازه و طول بیشتری دارند (Hosseini et al., 2014). با توجه به بزرگ‌تر بودن طول چنگال‌ها به مراتب قدرت تحرک و شکارگری آن‌ها بالا می‌رود و بیشتر زمان خود را به شکار کردن می‌پردازند و زمان کمتری را به حالت ساکن می‌گذرانند. بنابراین متناسب با افزایش تحرک آن‌ها از همزیستی بارناکل با آن‌ها کاسته می‌شود (Phillips et al., 2009). در جنس ماده با توجه به اینکه قدرت تحرک کمتری دارد و زمان بیشتری را به حالت ساکن می‌گذراند پراکنش بارناکل بر روی آن به مراتب بیشتر از جنس نر است. Farrapeira (2009)، نیز نشان داد پراکنش بارناکل بر روی کاراپاس یا سطح پشتی خرچنگ *P. pelagicus* نسبت به سطح شکمی قابل مقایسه نیست. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که خرچنگ‌های ماده به دلیل آرام بودن و نداشتن تحریک بیش‌ازحد و درگیر شدن با دشمنان آن‌ها نسبت به نمونه‌های نر که مدام در حال درگیری و جستجو هستند مکان امن‌تری برای اتصال و زیست بارناکل‌ها هستند. Costa و همکاران (2010) نشان دادند که بارناکل‌ها تمایلی به چسبیدن به جنس نر ندارند و خرچنگ‌های نر به دلیل قدرت شکارگری بالا، برای زیست بارناکل‌ها خطر ایجاد می‌کنند و مکان مناسبی برای اتصال آن‌ها نمی‌باشد. آن‌ها نشان دادند که خرچنگ ماده بخصوص در فصل تولیدمثلی که تحرک آن‌ها به حداقل می‌رسد و بیشتر انرژی خود را صرف باروری تخم و لاروهای خود می‌گذرانند بهترین زمان برای اتصال بارناکل‌ها می‌باشد و بیشترین پراکنش آن‌ها در واحد سطح در این دوره مشاهده گردید. Sumpton و Gaddes (2004)، Pasternak (2009) و Tania (2012) نیز نشان دادند که نمونه‌های ماده به دلیل تحرک کمتری و قدرت شکارگری پایین نسبت به نمونه‌های نر احتمال بقا و زیست بارناکل‌ها را افزایش می‌دهند.

نتایج مطالعه نشان داد که بین پراکنش بارناکل بر روی خرچنگ در فصل‌های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P > 0.05$). مقایسه بین پراکنش بارناکل‌ها در فصول مختلف نشان داد که بیشترین فراوانی را بر روی خرچنگ در فصل زمستان داشتند (شکل ۳). فراوانی بالای بارناکل را در فصل زمستان را می‌توان به فعالیت تولیدمثلی خرچنگ شناگر آبی نسبت داد. خرچنگ شناگر بی در فصل زمستان فعالیت تولیدمثلی بالایی دارد (سواری، ۱۳۹۲) و به دلیل تخم‌ریزی، از شدت فعالیت‌هایی که نیاز به تحرک زیادی دارند کاسته می‌شود و بیشتر زمان خود را به حالت سکون جهت نگهداری و تیمار کردن خود می‌گذرانند (Hosseini et al., 2014)؛ بنابراین بارناکل معمولاً سطوحی را انتخاب می‌کند که تحرک کمتری داشته باشند و با توجه به عدم تحرک بالا در فصل زمستان پراکنش بسیار بالایی در این فصل دارند. Sumpton و Gaddes (2004)، مطالعه‌ای بر روی پراکنش بارناکل در Moreton Bay استرالیا انجام داد که نتایج آن‌ها نشان داد بیشترین پراکنش بارناکل بر روی خرچنگ دوره تخم‌ریزی خرچنگ مشاهده شده است بطوریکه تجمع بارناکل بر روی کاراپاس خرچنگ به حدی بوده است که یک توده بزرگ سنگ مانند ایجاد کرده بودند. Lawal-Are و Daramola (2010) نیز نشان دادند که زمان تخم‌ریزی خرچنگ بهترین زمان جهت ترشحات چسبناک لاروهای بارناکل می‌باشد زیرا در این زمان خرچنگ تحرک چندانی ندارد و بارناکل به راحتی با سطوح آن متصل می‌شود و هرچه از تحرکات

خرچنگ کمتر شود و به حالت سکون دربیاید تجمع و تعداد بارناکل‌های متصل شوند به خرچنگ بیشتر می‌شود. Pasternak و همکاران (۲۰۰۲)، نیز در مطالعه خود که پراکنش بارناکل *Chelonibia patula* را بر روی خرچنگ *P. pelagicus* داشتند نشان دادند که بعد از اتمام دوره زمانی تخم‌ریزی خرچنگ، از تعداد بارناکل پراکنده بر روی کاراپاس خرچنگ کاسته خواهد شد، زیرا بعد از این دوره خرچنگ تحرک بالایی پیدا می‌کند و باید کمبود انرژی صرف در جریان تولیدمثل را جبران کند و بیشتر زمان خود را به شکارگری و درگیر شدن با طعمه‌های خود می‌گذراند؛ بنابراین در این حالت متابولیسم تغذیه‌ای و زیست بارناکل به هم می‌خورد و ترجیح می‌دهد تا زمان برگشت خرچنگ به حالت عادی و تحرک کمتر سطوح دیگری را انتخاب کنند.

نتایج نشان داد که کمترین پراکنش بارناکل بر روی خرچنگ در فصل بهار دیده می‌شود (شکل ۳). در این فصل با توجه به اینکه خرچنگ فعالیت تولیدمثلی خود را به پایان رسانیده است (Hosseini et al., 2014) و انرژی زیادی صرف تولیدمثل نموده‌اند باید نیازهای انرژی بدن خود را تأمین کنند (Pasternak, 2012). بنابراین در فصل بهار بر شدت فعالیت‌هایی که نیاز به تحرک بالایی دارند از جمله فعالیت تغذیه‌ای افزوده می‌شود. افزایش فعالیت تغذیه‌ای تحرک زیادی را به دنبال دارد و با افزایش تحرک خرچنگ از نشست بارناکل بر روی آن کاسته می‌شود زیرا بارناکل‌ها معمولاً سطوحی را جهت زیست خود انتخاب می‌کنند که محیطی آرام و حالت سکون داشته باشد (Lawal-Are and Dar- amola, 2010). می‌توان نتیجه گرفت که پراکنش و فراوانی بارناکل با فعالیت تولیدمثلی نسبت مستقیم و با فعالیت تغذیه‌ای نسبت معکوس دارد. نتایج Pasternak و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که کمترین پراکنش بارناکل مربوط به زمان بعد از اتمام فعالیت تولیدمثلی بوده است.

بین اندازه کاراپاس خرچنگ و پراکنش بارناکل ارتباط مستقیمی وجود دارد، بطوریکه با افزایش اندازه کاراپاس پراکنش بارناکل بر روی آن بیشتر می‌شود (شکل ۴). معمولاً بارناکل‌ها خرچنگ‌هایی با اندازه بزرگ‌تر را ترجیح می‌دهند زیرا هرچه اندازه خرچنگ بزرگ‌تر باشد احتمال شکار آن توسط جانوران خرچنگ خوار کمتر است (Tania et al., 2012) و خرچنگ‌هایی با اندازه کمتر بیشتر طعمه دیگر جانوران می‌شوند؛ بنابراین بارناکل محیطی را جهت زیست خود انتخاب می‌کند که از دشمنان در امان باشد. در مطالعه‌ای که توسط Pasternak و همکاران (۲۰۰۲) انجام گرفت نیز مشخص شد که بین پراکنش بارناکل *C. patula* و اندازه خرچنگ‌های *Callinectes sapidus* و *P. validus* ارتباط مستقیمی وجود دارد و پراکنش بارناکل بر روی خرچنگ‌های بزرگ‌تر بیشتر است؛ بنابراین میانگین پراکنش بارناکل بر روی اندازه‌های مختلف خرچنگ متفاوت است و بسته به طول و عرض کاراپاس مقدار آن متغیر است (Lawal-Are and Kusemiju, 2000). معمولاً می‌توان نتیجه گرفت خرچنگ‌های کوچک‌تر توسط شکارچیان به راحتی شکار می‌شوند و به‌طور کلی محیط امنی برای زیست بارناکل‌ها نیستند. به همین با افزایش اندازه بدن خرچنگ تجمع بارناکل بر آن‌ها بیشتر خواهد شد.

ارتباط بین بارناکل *Chelonibia patula* و خرچنگ شناگر آبی *P. segnis* یک نوع همزیستی بین دو جانور است که طی این رابطه بارناکل از خرچنگ بخصوص کاراپاس یا سطح پشتی آن به‌عنوان بستر زیست خود استفاده می‌کند و تمام فعالیت تغذیه‌ای، تولیدمثلی و سیکل زندگی خود را بر روی این سطح می‌گذراند (Tania et al., 2012). در این رابطه، خرچنگ با استفاده از بارناکل استتار می‌کند تا کمتر مورد شناسایی شکارچیان خود قرار گیرد، از طرفی خرچنگی که دارای بارناکل زیادی بر روی سطح خود است ظاهری نامناسب دارد و شکارچیان این خرچنگ را طعمه‌هایی مناسبی انتخاب نمی‌کنند (Mantelatto et al., 2003). همچنین تجمع بارناکل بر روی خرچنگ، یک وزن اضافی را به آن‌ها تحمیل می‌کند (Lawal-Are and Kusemiju, 2000). اضافه‌وزن در خرچنگ‌ها در فصل تخم‌ریزی اثرات منفی ندارد چون آن‌ها این دوره را بیشتر به حالت سکون می‌گذرانند ولی در زمان دیگر باعث عدم تحرک و یا تحرک نامناسب آن‌ها جهت طعمه یابی می‌شوند که به همین در بقیه زمان سال پراکنش بارناکل نسبت به دوره تخم‌ریزی کمتر است (Lawal-Are and Daramola, 2010)؛ بنابراین بر اساس نتایج این مطالعه و مقایسه آن با دیگر مطالعات می‌توان نتیجه گرفت عواملی مانند جنس، فصل، اندازه کاراپاس و سیکل زندگی بر تجمع و پراکنش بارناکل بر روی خرچنگ تأثیر دارد. همچنین نتایج نشان داد که ارتباط بین هر دو سخت‌پوست یک ارتباط همیاری می‌باشد، به این صورت که بارناکل‌ها از سطوح خرچنگ بخصوص کاراپاس به‌عنوان محیط زیست خود استفاده می‌کنند و تمام فعالیت‌های تولیدمثلی، تغذیه‌ای و متابولیسمی خود را بر روی سطح خرچنگ انجام می‌دهد در عوض خرچنگ با استفاده از بارناکل استتار می‌کند و کمتر مورد توجه شکارچیان قرار می‌گیرد.

سپاسگزاری

از استاد گرامی جناب آقای دکتر بهرام کیایی عزیز، آقای دکتر امیر وزیری، دکتر علی منصوری و خانم مهندس فاطمه طادی بنی که در اجرای این پژوهش مرا یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

- سواری، ر.، شهدادی، ع. و کامرانی، ا.، ۱۳۹۲. مطالعه برخی ویژگی‌های تولیدمثلی و جمعیتی کشتی چسب گونه (*Barnacle*) *Amphibalanus amphitrite* در ناحیه بین جزر و مدی سواحل خلیج فارس، بندرعباس. فصلنامه بوم‌شناسی آبزیان، دوره ۱، شماره ۴.
- شهدادی، ع.، ۱۳۸۵. تاکسونومی و جغرافیای زیستی کشتی چسب‌های (*Crustacea: Cirripedia*) بین جزر و مدی خلیج فارس و خلیج عمان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، علوم جانوری-بیوسیستماتیک جانوری، دانشگاه تهران.
- Abdi Bastami, A., Najafian, M. and Hosseini, M., 2012. Distribution of the barnacle epizoites, *Chelonibita Patula* (Ranzani) on blue swimming crab *Portunus pelagicus* a (Linnaeus, 1758). World Applied Sciences Journal, 20 (2): 236-240.
- Bakır, K., Ozcan, T. and Katagan, T., 2010. On the occurrence of *Chelonibia patula* (Cirripedia) on the coasts of Turkey. Marine Biodiversity Records, 3: 80, 1-2.
- Costa, T. M., Christofoletti, R. A. and Pinheiro, M. A. A., 2010. Epibionts on *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) from Brazil. Zoologia, 27 (3): 387-394.
- Crisp, D. J., 2012. *Chelonibita patula* (Ranzani), a pointer to the evolution of the complemental male. Marine Biology Letters, 4(1): 281-294.
- Farrapeira, C. M. R., 2009. Barnacles (Crustacea: Cirripedia) of the estuarine and marine areas of the Port of Recife (Pernambuco-Brazil): a monitoring study for bioinvasion. Cah. Biol. Mar. 50: 119-129.
- Gaddes, S.W. and Sumpton, W. D., 2004. Distribution of barnacle epizoites of the crab *Portunus pelagicus* in the Moreton Bay region, eastern Australia. Marine and Freshwater Research, 55 (4): 241-248.
- Hosseini, M., Pazooki, J., Safaei, M., Tade Beni, F., 2014. The Biology of the Blue Swimming Crab *Portunus segnis* (Forskål, 1775) along the Bushehr Coasts, Persian Gulf. Environmental Studies of Persian Gulf 1(2):81-92.
- Lawal-Are, A. O. and Kusemiju, K., 2000. Size composition, growth pattern and feeding habits of the blue crab, *Callinectes amnicola* (De Rocheburne) in the Badagry Lagoon, Nigeria. Journal Science Research, 5: 169-176.
- Lawal-Are, A. O. and Daramola, T. O., 2010. Biofouling of the Barnacle, *Chelonibita patula* (Ranzani) on two Portunid Crabs, *Callinectes amnicola* (De Rocheburne) and *Portunus validus* (Herklots) off Lagos Coast, Nigeria. European Journal of Scientific Research, 44 (3): 520-526.
- Mantelatto, F. L., Brien J. J. O. and Biagi, R., 2003. Parasites and symbionts of crabs from Ubatuba Bay, São Paulo State, Brazil. Comparative Parasitology, 70 (2): 211-214.
- Pasternak, Z., Abelson, A. and Aчитuv, Y., 2002. Orientation of *Chelonibia patula* (Crustacea: Cirripedia) on the carapace of its crab host is determined by the feeding mechanism of the adult barnacles. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 82: 583-588.
- Phillips, W. J., and Cannon, L. R. G., 2009. Ecological observations on the commercial sand crab, *Portunus pelagicus* (L.) and its parasite. (Cirripedia: Rhizocephala). Journal of Fish Diseases, 1: 137-149.
- Shields, J. D., 2000. Parasites and Symbionts of the crab *Portunus pelagicus* from Moreton Bay, eastern Australia. Journal of Crustacean Biology, 12: 94-100.
- Tahir, O., 2012. The swimming crab *Portunus segnis* (Forskål, 1775): host for the barnacle *Chelonibia patula* (Ranzani, 1818) from the Turkish coast. J. Black Sea/Mediterranean Environment. Vol. 18, No. 3: 271-278.
- Tania, M., Costa Ronaldo, A., Christofoletti, M. A. and Amaro, P., 2012. Epibionts on *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) from Brazil. Zoologia, 27 (3): 387-394.