



پویایی جمعیت خرچنگ ماندابی (*Scylla serrata*) در ساحل بندر خمیر (استان هرمزگان)

علیرضا سالارزاده*، فاطمه رضوانی

گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، بندرعباس، ایران

نوع مقاله:	چکیده
پژوهشی	
تاریخچه مقاله:	
دریافت: ۹۴/۰۶/۲۰	
اصلاح: ۹۴/۱۱/۱۱	
پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۷	
کلمات کلیدی:	
بندر خمیر	
پویایی جمعیت	
خرچنگ ماندابی	
مرگ و میر	

نمونه برداری در طی دوره زمانی یک ساله از مهر ماه ۹۲ تا مهر ماه ۹۳ به صورت ماهانه با استفاده از تورگوشگیر و تله طعمه دار انجام شد. ۷۰ درصد از نمونه‌های صید شده با تورگوشگیر در زمان مد، خرچنگ‌های بالغ بودند. خرچنگ‌های نیمه بالغ و جوان به ترتیب ۲۸ و ۴/۵ درصد از صیدهای صورت گرفته را تشکیل می‌دادند. در طول مدت جزر به ترتیب ۵۱/۷، ۲۴/۲ و ۲۴/۱ درصد از نمونه‌ها را خرچنگ‌های بالغ، نیمه بالغ و جوان به خود اختصاص می‌دادند. مطالعه نشان داد تورگوشگیر وسیله انتخابی مناسبی از نظر اندازه صید نبوده و در مقابل، تله‌های طعمه دار صرفاً خرچنگ‌های بالغ (۹۰/۵) و نیمه بالغ (۹/۵ درصد) را صید کرده بودند. پارامترهای K و CW_{∞} به ترتیب ۲۱/۱۴۷ و ۱/۳۸ برای جنس نر و ۲۱/۰۲۳ و ۰/۸۳ جهت جنس ماده اندازه‌گیری گردید. در نرها میزان مرگ و میر طبیعی (M) ۲/۴۸ و مرگ و میر ناشی از صیادی (F) ۱/۲ بود. در حالی که در ماده‌ها $M=1/78$ و $F=0/75$ برآورد گردید. نتایج نشان داد جمعیت *Scylla serrata* در بندر خمیر هنوز کمتر از حد مجاز مورد بهره برداری قرار گرفته است.

مقدمه

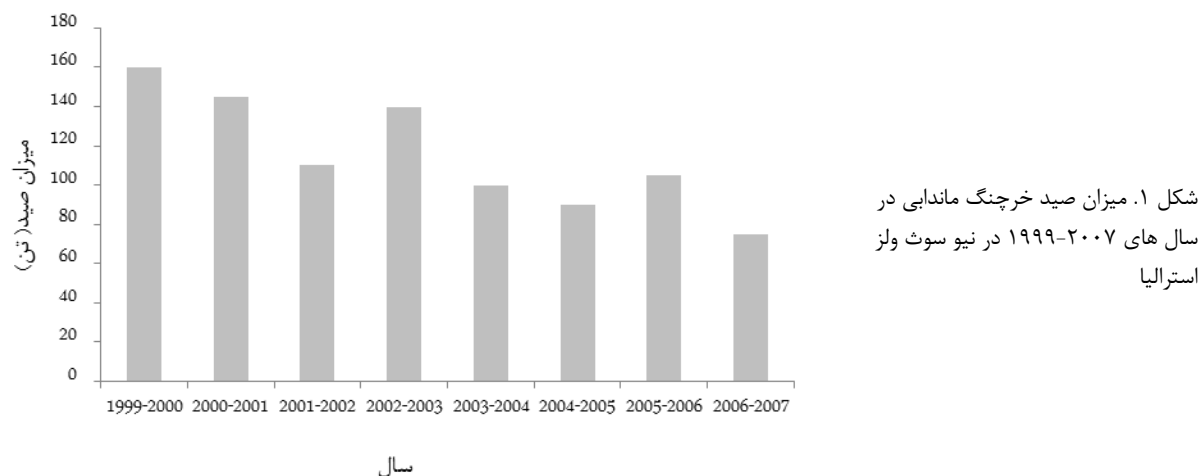
خرچنگ‌های ماندابی جهت آبی‌پروری تجاری در مناطق ساحلی به ویژه در کشورهای جنوب شرقی آسیا از اهمیت بالایی برخوردارند (Cristensen *et al.*, 2004). این خرچنگ‌ها در حقیقت بزرگترین نمونه در گروه خرچنگ‌های portunid بوده که در مصب‌ها و باتلاق‌های مانگرو (حرا) در سرتاسر مناطق گرمسیری تا اقیانوس هند و نیز منطقه هند-اقیانوس آرام (C-AID) (Consultants, 2001; Marichamy and Rajapackian, 2001; Chiou and Huang, 2003; Rodrigues *et al.*, 2003; Gopurenko *et al.*, 2008; Ward *et al.*, 2003) یافت می‌شوند. این گونه به طور روز افزونی به خاطر اندازه بزرگ آن و کیفیت گوشتش مقبولیت یافته است (Marichamy and Rajapackian, 2001). در ژاپن، این گونه منبع مهمی از منابع آبی‌پروری محلی به شمار می‌رود و

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: reza1375bandar@yahoo.com

به عنوان یکی از گونه‌های هدف به منظور افزایش بازسازی ذخایر از طریق تولید و آزادسازی لارو در نظر گرفته شده است (Fushimi and Watanabe, 2000). پراکنش خرچنگ‌های ماندابی به طور کلی در پناهگاه‌های آبی به خصوص مصب‌ها، مناطق ماندابی بین جزر و مدی، پوشش‌های مانگرو، آب‌بندان‌های لب‌شور و حتی دریاها می‌باشد (Marichamy and Rajapackian, 2003; Chiou and Huang, 2001; Sara, 2001a). به این امر اشاره کرده است که این گونه خرچنگ در مصب رودخانه‌های جزر و مدی و در مناطق زیر جزر و مدی نیز وجود دارند، ولی اکثر خرچنگ‌های بالغ در مناطق زیر جزر و مدی زندگی می‌کنند. آنها در طول روز در داخل لجن و باتلاق‌ها به سر می‌برند (Fisheries and Aquaculture Department, 2001; NSW Department of Primary Industries, 2008) و برای تامین غذای خود در شب و هنگام غروب اقدام به خروج از مناطق یاد شده خواهند کرد (Fisheries and Aquaculture Department, 2001). از چنین مکان‌هایی خرچنگ‌های دارای تراکم جمعیتی و اندازه متفاوت یافت می‌شوند.

خرچنگ‌های جوان‌تر در نواحی جزر و مدی مرتبط با بخش‌های رشد درخت حرا یافت می‌شوند؛ در حالی که خرچنگ‌های بالغ بیشتر زندگی‌شان را محدود به پناهگاه‌های درون ساحل و مصب متصل با بخش‌های زیر جزر و مدی و عمیق‌تر انتخاب می‌نمایند (Pillans et al., 2005; Ward et al., 2008). در اندونزی، چنین اندازه‌هایی از خرچنگ‌های ماندابی اساساً در نزدیکی نواحی رشد حرا در طول جریان‌های سیلابی و جزر و مدی یافت می‌شوند (Alimuddin, 2000; Latif, 2000) در حالی که خرچنگ‌های جوان‌تر در پوشش‌های حرا در نواحی جزر و مدی زندگی کرده و از گیاهان و مواد آلی پوسیده موجود در پوشش‌های حرا تغذیه می‌کنند (Ward et al., 2008). علیرغم اهمیت اقتصادی خرچنگ‌های ماندابی که معمولاً در پوشش‌های حرا، خلیج‌ها و مصب‌های ناحیه هند و اقیانوس آرام یافت می‌شوند، مطالب کمی در مورد تغییرات جمعیتی آن‌ها در اختیار است (Moser and Macintosh, 2001; Zafar et al., 2006).

گونه *Scylla serrata* در استان هرمزگان، توزیع وسیعی از غرب (بندر خمیر) تا شرق (شهرستان میناب) دارد. این گونه بخش مهمی از ذخیره دریایی خرچنگ در بسیاری از نواحی ساحلی را تشکیل می‌دهد که در آنها مناطق ماندابی گسترده حرا و آب‌های شور یافت می‌شوند. مدیریت آبی‌پروری و شیلات در کشور جهت گیری روز افزونی به سمت استفاده و بهره‌برداری از آبریانی غیر از ماهی و از آن جمله خرچنگ‌ها مانند خرچنگ ماندابی دارد. در جنوب کشور در بندر خمیر و یا اطراف شهرستان میناب مناطق تیاب و کلاهی صید این نوع خرچنگ به منظور طعمه جهت صید و به میزان کمتری به منظور مصارف خوراکی انجام می‌گیرد اما متأسفانه آمار دقیقی در این زمینه وجود ندارد و صرفاً بر اساس گفتگو با بومیان و ساکنان این مناطق می‌توان اطلاعات بسیار محدودی در رابطه با استفاده یا میزان صید این نوع خرچنگ به دست آورد. بر عکس در خارج از ایران خرچنگ مزبور از میزان تقاضای بالایی در سطح دنیا برخوردار بوده و مطالعات انجام شده توسط Le Vay (۲۰۰۱)، Moser و همکاران (۲۰۰۲) و Truong (۲۰۰۸)، نشان داده است که حتی تقاضا براساس جنس خرچنگ نیز متفاوت است و در بعضی از مناطق جهان جنس ماده این نوع خرچنگ از مقبولیت و قیمت بیشتری نیز برخوردار است. همین مسئله موجب شده تا در بعضی از مناطق جهان صید بی‌رویه این نوع خرچنگ حتی به ذخایر طبیعی آن نیز لطمه بزند (Truong, 2008). میزان صید این نوع خرچنگ در مناطق مختلف جهان متفاوت است مثلاً میزان صید خرچنگ‌های ماندابی *S. serrata* در نیو سوئولز (New South Wales) استرالیا ۱۶۰ تن (۱۹۹۹-۲۰۰۰)، ۱۴۵ تن (۲۰۰۰-۲۰۰۱)، ۱۱۰ تن (۲۰۰۱-۲۰۰۲)، ۱۴۰ تن (۲۰۰۲-۲۰۰۳)، ۱۰۰ تن (۲۰۰۳-۲۰۰۴)، ۹۰ تن (۲۰۰۴-۲۰۰۵)، ۱۰۵ تن (۲۰۰۵-۲۰۰۶) و ۷۵ تن (۲۰۰۶-۲۰۰۷) بوده است (NSW Department of Primary Industries, 2008) (شکل ۱).



شکل ۱. میزان صید خرچنگ ماندابی در سال های ۱۹۹۹-۲۰۰۷ در نیو سوئولز استرالیا

یکی از قدرتمندترین روش های به کار رفته در مدیریت منابع شیلاتی تحلیل داده ها و کارهای صورت گرفته در یک دوره زمانی خاص است (Sparre and Venema, 1992; Zafar et al., 2006; Ward et al., 2008) ولی وضعیت سطح بهره برداری از منابع باید ابتدا ارزیابی شده، سپس در خصوص آن تصمیم گیری مدیریتی لحاظ گردد (Zafar et al., 2006).

براساس بازبینی قبلی پیشینه تحقیقات و اطلاعات موجود، نوعی کمبود اطلاعاتی در ارتباط با خرچنگ ماندابی در کشور وجود دارد و در نتیجه امکان کاربرد آن به عنوان پایه و اساس مدیریت این منبع آبی وجود ندارد. صرفاً دو تحقیق تحت عنوان بررسی الگوی تولید مثلی و الگوی بازسازی ذخیره خرچنگ ویولن زن (*Uca sindensis*) در منطقه بین جزر و مدی (بندر پل) توسط Lavajoo و همکاران (2011) و نیز تحقیقی دیگر تحت عنوان شناسایی و تعیین میزان بیومس گونه های آبی در جنگلهای مانگرو منطقه سیریک استان هرمزگان توسط Parvaersh و همکاران (۲۰۱۲)، انجام شده که در تحقیق اول مراحل تولید مثلی خرچنگ ویولن زن و در تحقیق دوم بیوماس آبیان جنگل های مانگرو منطقه سیریک و از آن جمله خرچنگ ماندابی نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است. لذا هدف از این مطالعه تعیین اندازه جمعیت، ساختار و پارامترهای پویایی جمعیت این گونه (رشد و مرگ و میر) در ساحل بندر خمیر به عنوان یکی از مهمترین زیستگاه های حرا در استان هرمزگان و نیز زندگی این نوع گونه خرچنگ می باشد.

مواد و روش ها

مکان نمونه برداری

نمونه برداری از خرچنگ ماندابی (*Scylla serrata*) در ساحل بندر خمیر واقع شده در ۸۵ کیلومتری غرب شهرستان بندرعباس (۲۶ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه ۳۵ دقیقه طول شرقی) به صورت ماهانه (اواسط هر ماه) از مهر ماه ۱۳۹۲ لغایت مهر ماه ۱۳۹۳ صورت گرفت. جهت انجام نمونه برداری دو ترانسکت عمود بر اسکله صیادی بندر خمیر در سمت شرق و غرب در نظر گرفته شد و به فاصله هر ۱۰ متر یک ایستگاه نمونه برداری و در مجموع ۵ ایستگاه در سمت غرب و ۵ ایستگاه در سمت شرق اسکله صیادی بندر خمیر لحاظ گردید. تمام ایستگاه ها به گونه ایی در نظر گرفته شد که در حریم پوشش جنگل های حرا قرار داشته و عمق آب در زمان جزر کامل حدود ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی متر باشد.

ابزار نمونه برداری

برای نمونه برداری از خرچنگ‌ها از دو ابزار صید استفاده شد: الف) تور گوشگیر ثابت به طول ۵ متر، عرض ۲ متر و اندازه چشمه تور ۳۰ میلی‌متر ب) تله طعمه دار به طول ۱/۲ متر، عرض ۱ متر و ارتفاع ۰/۵ متر و اندازه چشمه تور ۳۰ میلی‌متر در هر ایستگاه نمونه برداری به هنگام جزر آب، تله‌ها با قطعات دور ریز ماهی تون طعمه دار شده و سپس در ایستگاه قرار می‌گرفت؛ همچنین تور گوشگیر نیز به فاصله ۲ متری از تله‌ها در هر ایستگاه نصب می‌گردید. نمونه‌ها بعد از مدت و نیز جزر آب از تله‌ها و نیز تور گوشگیر جمع‌آوری و به صورت ماهانه ثبت می‌گردیدند. نمونه‌ها بعد از جمع‌آوری از نظر جنسیت ثبت و شمارش شده، همچنین عرض کاراپاس (carapace width) و نیز طول کاراپاس (length carapace) با استفاده از کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر و وزن نمونه‌ها نیز با استفاده از ترازو با دقت ۰/۱ گرم ثبت و اندازه‌گیری گردید. در نهایت توزیع فراوانی اندازه خرچنگ‌های ماندابی به استناد تقسیم‌بندی انجام شده توسط Ward و همکاران (۲۰۰۸)، به صورت نمودار ترسیم گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های صید از هر ایستگاه از نظر ساختار اندازه (CW)، پارامترهای رشد (K) و میزان مرگ و میر کل (Z)، با استفاده از فرمول‌های ذکر شده در زیر و نیز نرم‌افزار FiSAT II محاسبه شد. همچنین دامنه اندازه هر دو جنس از نظر توزیع فراوانی عرض کاراپاس (CW) بررسی شدند. پارامترهای رشد هر یک از جنسیت‌های خرچنگ ماندابی نیز از ایستگاه‌های مختلف با استفاده از تابع رشد وان برتالانفی (von Bertalanffy) برآورد گردید:

$$CW_t = CW_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

در اینجا CW_t عرض کاراپاس در سن t ، CW_{∞} مقدار بی‌نهایت عرض کاراپاس و یا طول مجانب، t سن خرچنگ و t_0 سن در نقطه صفر خواهد بود و k ثابت منحنی رشد است.

این پارامترها از جدول فراوانی عرض کاراپاس به دست آمده از صید با ابزارهای متفاوت به دست آمدند و با استفاده از روش ELEFAN I و در قالب برنامه FiSAT II محاسبه شدند (Gayani et al., 1996).

فراوانی عرض کاراپاس نمونه‌های جمع‌آوری شده، برای تخمین Z به کار گرفته شدند. این کار با اضافه کردن تمامی داده‌های فراوانی عرض کاراپاس و سپس تبدیل آنها به روش منحنی صید صورت گرفت. علاوه بر این نسبت Z/K با فرض وجود جمعیت دارای حالت پایدار (Sparre and Venema, 1992; Ingles, 1996; Lavapie-Gonzales et al., 1997) با استفاده از رابطه ارائه شده توسط Pauly (۱۹۸۰) محاسبه گردید:

$$\text{Log}_e(N/\Delta t) = a + b.t'$$

در این رابطه N ، تعداد خرچنگ‌های ماندابی در یک گروه عرضی خاص، Δt زمان لازم برای رشد در آن گروه عرضی خاص، t ، سن نسبی و a و b که ثابت هستند.

برای محاسبه Δt و t' از معادله زیر استفاده گردید (Sparre and Venema, 1992):

$$\Delta t = \frac{\text{Log}_e \left[\frac{CW_{\infty} - CW_1}{CW_{\infty} - CW_2} \right]}{K} \quad t' = \frac{-\text{Log}_e \left[1 - \frac{CW}{CW_{\infty}} \right]}{K}$$

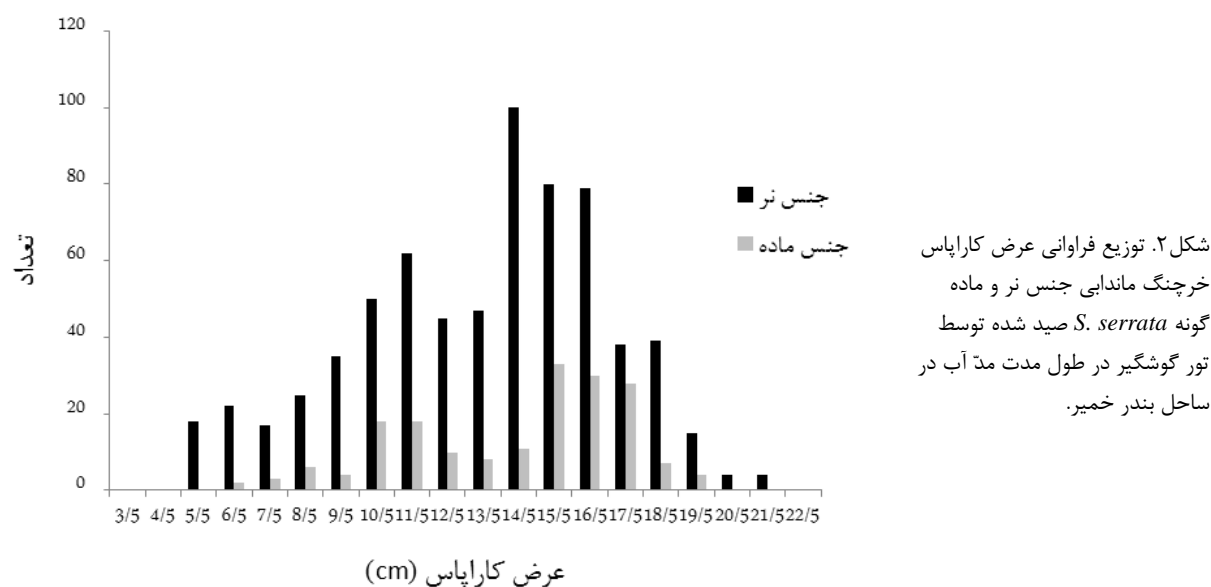
در این رابطه، CW_{∞} و K پارامترهای تابع رشد وان برتالاتفی بوده و CW_1 و CW_2 به ترتیب حدود پایین تر و بالاتر عرض کاراپاس هستند.

بهترین روش برآورد CW_{∞} نمودار پاول- ودرال (Powell- Wetherall plot) است که در مطالعه حاضر از این روش محاسبه گردید. CW_{∞} با استفاده از اطلاعات فراوانی عرض کاراپاس خرچنگ‌های زیست سنجی شده و رسم رگرسیون پاول - ودرال به دست آورده شد. برای محاسبه K نیز از نرم افزار FiSAT II (Gayaniilo *et al.*, 1996) استفاده گردید. در این روش پس از مشخص شدن میزان CW_{∞} این مقدار به عنوان ورودی به برنامه ELEFAN I داده شده و میزان K برآورد گردید.

نتایج

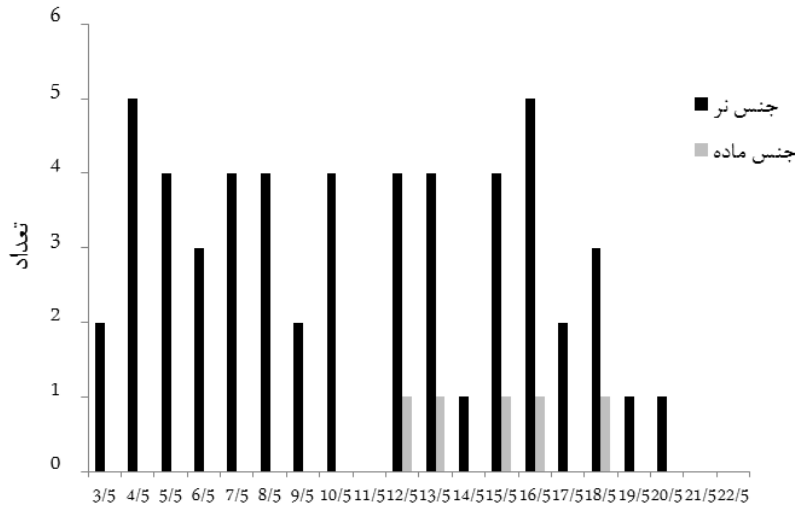
ساختار اندازه

توزیع فراوانی اندازه خرچنگ‌های ماندابی صید شده توسط تور گوشگیر (شکل ۲ و ۳) و تله طعمه دار (شکل ۴ و ۵) به سه دسته تقسیم شد: جوان‌ها (عرض کاسه سنگ کمتر از ۷۰ میلی متر)، نیمه بالغ‌ها (عرض کاسه سنگ ۷۰ تا ۱۲۰ میلی متر) و بالغ‌ها (عرض کاسه سنگ بیش از ۱۲۰ میلی متر).

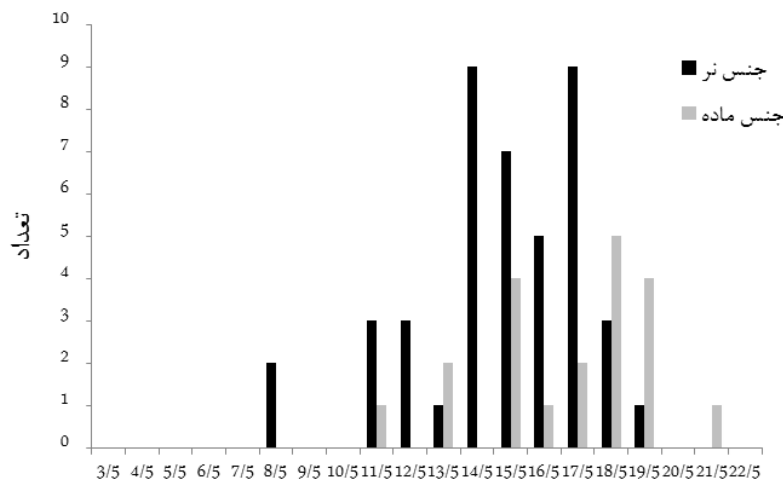


داده‌های تلفیقی به دست آمده از همه ایستگاه‌ها و جنسیت‌ها نشان داد که ۶۸/۵ درصد از صید با تور گوشگیر در زمان مدّ شامل افراد بالغی با عرض کاراپاس مساوی با ۱۲۰-۲۰۰ میلی متر می‌شد. کمتر از یک درصد افراد بالغ، عرض کاراپاس بیش از ۲۰۰ میلی متر داشتند. خرچنگ‌های نیمه بالغ و جوان به ترتیب تنها ۲۸/۰ و ۴/۵ درصد باقی مانده را شامل می‌شدند (شکل ۲). وضعیت در مورد صیدهای صورت گرفته با تور در طول جزر نیز به همین صورت بود. گونه‌های بالغ تنها ۵۱/۷ درصد از صید را در بر می‌گرفتند، در حالی که گونه‌های نیمه بالغ و جوان به تدریج تنها ۲۴/۲ و ۲۴/۱ درصد را به خود اختصاص می‌دادند (شکل ۳).

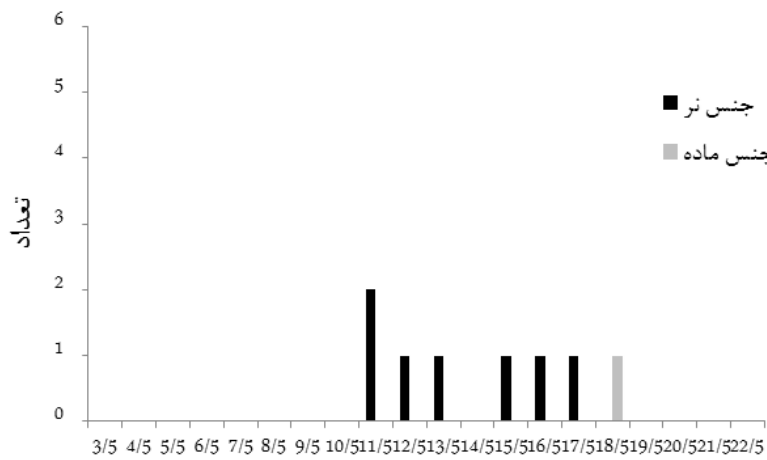
برخلاف تور گوشگیر، تله‌های طعمه دار هیچ خرچنگ جوانی را نگرفته بودند. صیدها اساساً شامل خرچنگ‌های بالغ می‌شدند. در طول مدّ آب، گونه‌های نیمه بالغ تنها ۹/۵ درصد از کل صید را شکل می‌دادند و میزان خرچنگ‌های بالغ به ۹۰/۵ درصد رسید. (شکل ۴). در مدت جزر نیز فقط ۸ عدد نمونه در مجموع توسط تله‌های طعمه دار صید گردید که در شکل ۵ توزیع فراوانی طول کاراپاس نمونه‌ها نشان داده شده است.



شکل ۳. توزیع فراوانی عرض کاراپاس خرچنگ ماندابی جنس نر و ماده گونه *S. serrata* صید شده توسط تور گوشگیر در مدت جزر آب در ساحل بندر خمیر.



شکل ۴. توزیع فراوانی عرض کاراپاس خرچنگ ماندابی جنس نر و ماده گونه *S. serrata* صید شده با تله طعمه دار در مدت مدّ آب در ساحل بندر خمیر



شکل ۵. توزیع فراوانی عرض کاراپاس خرچنگ ماندابی جنس نر و ماده گونه *S. serrata* صید شده با تله طعمه دار در مدت جزر آب در ساحل بندر خمیر

بر اساس توزیع گروهی اندازه در هر دو جنس، بیشترین نسبت صید (بالتر از ۱۰ درصد) در طول مدّ آب اندازه هایی بین ۱۴۰ و ۱۷۰ میلی متر برای صیدهای صورت گرفته با تور گوشگیر و برای تله های طعمه دار نیز، اندازه خرچنگ ها از ۱۴۰ میلی متر و ۱۹۰ میلی متر ثبت گردید. در مجموع نسبت صیدهای صورت گرفته با تله های طعمه دار همگی بالاتر از ۱۰ درصد بودند.

پارامترهای رشد

توزیع ماهانه فراوانی عرض کاراپاس خرچنگ ماندابی در جنس های نر و ماده با استفاده از ELEFAN I تحلیل شد. نتایج بهترین منحنی رشد از نمودار فراوانی بازسازی شده از تحلیل، توسط برنامه ELEFAN I مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

جدول شماره ۱ مقادیر محاسبه شده پارامترهای رشد را در هر دو جنس خرچنگ نشان می دهد و بیانگر آن است که پارامتر رشد (CW_∞) خرچنگ های نر از ماده بالاتر بوده و این مسئله در منحنی نمودار رشد (K) وان برتالانفی نیز به همین گونه به دست آمده است.

جدول ۱. پارامترهای رشد *Scylla serrata* در ساحل بندر خمیر

پارامتر	جنس نر	جنس ماده
CW _∞	۲۱/۱۴۷	۲۱/۰۲۳
K/year	۱/۳۸	۰/۸۳

مرگ و میر کل

تخمین میزان Z با استفاده از منحنی طول تبدیل شده، براساس موقعیت جمعیتی ثابت برآورد گردید. تخمین Z برای خرچنگ های نر بالاتر از ماده ها بود (جدول ۲). لذا می توان نتیجه گرفت که میزان M در گونه *S. serrata* در خرچنگ های نر بیش از نصف (۶۷/۳۹ درصد) و جهت خرچنگ های ماده حدود دو سوم (۷۰/۳۶ درصد) براساس تخمین Z می باشد.

جدول ۲. مجموع مرگ و میر (Z) و مرگ و میر طبیعی (M) مربوط به *S. serrata* در ساحل بندر خمیر

پارامتر	جنس نر	جنس ماده
Z	۳/۶۸	۲/۵۳
M	۲/۴۸	۱/۷۸

بحث

ساختار اندازه

به طور کلی، اندازه خرچنگ های ماندابی صید شده در مناطق مختلف جهان متفاوت بوده و اندازه آنها بستگی به نوع وسیله صید، زمان و نیز منطقه محل صید داشته و می توان بر اساس اندازه آنها را به سه گروه (۱) با متوسط وزن بیش از ۸۰۰ گرم گروه (۲) بین ۵۰۰ تا ۸۰۰ گرم و گروه (۳) کمتر از ۵۰۰ گرم طبقه بندی نمود (Sara, 2001b). در منطقه مورد مطالعه در ساحل بندر خمیر اندازه نمونه های برداشت شده بر اساس نوع وسیله صید و نیز زمان جزر و مدّ متفاوت بوده و همانطور که در شکل های ۲ و ۳

نشان داده شده است، توزیع فراوانی CW براساس صید توسط تور نشان دهنده این بود که بهره برداری از *S. serrata* از ۳۰ تا ۲۲۰ میلی متر را در بر می‌گرفت. این امر همچنین نشان می‌داد که تور صیادی یک ابزار صید غیر گزینشی است.

تله های طعمه دار طراحی شده برای اندازه های بزرگتر خرچنگها تنها خرچنگ های نیمه بالغ و بالغ را می‌گرفتند (شکل های ۴ و ۵) که اندازه آنها از ۸۰ تا ۲۲۰ میلی متر متفاوت است. برای اهداف مدیریتی، استفاده از تله های طعمه دار که می‌تواند اطلاعات و آگاهی ما را از پایداری منابع بیشتر نماید ارجحیت خواهند داشت.

در همین زمینه مطالعه مشابهی در تانزانیا انجام شده که در آن خرچنگ های ماندابی بالغ ولی کوچکی از محیط طبیعی زیست آنها صید شده اند که از نظر اندازه بیشتر از ۳۰۰ گرم ولی طول کاراپاس خرچنگ ها بیشتر از ۱۲۰ میلی متر بودند (Moksnes, 2002). در استرالیا نیز خرچنگ های ماندابی تا ۴ سال زندگی می‌کنند و شیلات یکی از سه گروه سنی خرچنگ ماندابی را هدف فعالیت خود قرار داده (Department of Primary Industry and Fisheries, 2001) و این مسئله نیز خاطر نشان گردیده است که صرفاً جهت صید خرچنگ زنده از تله طعمه دار استفاده گردد. خرچنگ ماندابی *S. serrata* ۹۹ درصد صید نمونه های خرچنگ را در استرالیا تشکیل می‌دهد (Department of Primary Industry and Fisheries, 2001). در استرالیا شیوه مدیریتی بر روی این خرچنگ حتی به گونه ای است که صرفاً اجازه صید خرچنگ هایی ماده ایی داده می‌شود که اندازه کاراپاس آنها بین ۱۳۰ تا ۱۴۰ میلی متر باشد. بنابراین بر اساس این استراتژی احتیاطی بیش از ۷۰ درصد از خرچنگ های ماده از مرگ و میر ناشی از ماهیگیری مستقیم حفاظت شده و فرصت خواهند یافت تا بلوغ جنسی برسند (Department of Primary Industry and Fisheries, 2001).

در مطالعه حاضر در ساحل بندر خمیر، بزرگترین اندازه خرچنگ صید شده، یک خرچنگ ماده دارای عرض کاراپاس ۲۱۲/۴۵ میلی متر بود (۱۵۵۰ گرم وزن) و نیز یک خرچنگ نر با عرض کاراپاس ۲۱۰ میلی متری (۱۷۰۰ گرم وزن بدن) بود. با این حال یک خرچنگ نر با عرض کاراپاس مساوی با ۱۹۹/۰۵ میلی متر و وزن ۲۱۱۰ گرم هم مشاهده و صید گردید. خرچنگ نر مزبور در مرداد ماه ۹۳ و جنس ماده ذکر شده در شهریور ۹۳ صید گردیدند.

جمعیت خرچنگ ماندابی *S. serrata* در پوشش های حرای بندر خمیر در کل سال پراکنش دارند؛ حداکثر جمعیت در تیر ماه و حداقل در بهمن ماه دیده شد. بررسی ها نشان داد که فراوانی نسبی خرچنگ های با اندازه نیمه بالغ و بالغ در تیر ماه بیشتر و نمونه های با اندازه کوچک عمدتاً در بهمن ماه مشاهده شدند. فراوانی بالای اندازه های بزرگ (شکل های ۲ تا ۵) به وضوح نشان می‌دهد که این گونه مجاورت با پوشش های حرا و مکانهایی با آب کم عمق را ترجیح می‌دهد.

فراوانی درصدی پایین تر هر گروه اندازه در مورد جنس ماده در کل دوره نمونه برداری در مقایسه با خرچنگ های نر در گروه اندازه مشابه را می‌توان به این صورت تبیین نمود که: (الف) احتمالاً خرچنگ های ماده آشیان اکولوژیک خاصی مانند گودال های جزر و مدی را اشغال می‌نمایند و (ب) خرچنگ های ماده از خوریات، مصب ها و پوشش های حرا به سمت آب دریا قیل از تخم ریزی مهاجرت می‌نمایند (Department of Primary Industry and Fisheries, 2001; Bishop Museum and University of Hawaii, 2002; Ward et al., 2008). لذا آنها سطوح تغذیه کمتری داشته و در نتیجه جذب تله طعمه دار نمی‌شوند (Jebreen et al., 2008). این مسئله در استخرهای خاکی نیز که خرچنگ های ماده حامل تخم نگهداری می‌شوند نیز مشاهده می‌گردد، خرچنگ های ماده حامل تخم معمولاً در طول روز آرام در بستر باقی مانده و به ندرت آزادانه شنا می‌نمایند (Sara, 2001b).

پارامترهای رشد

ماهیت رشد سخت پوستان با پوست اندازی، تعیین نرخ رشد واقعی در شرایط طبیعی را کمی دشوار می نماید (Zafar et al., 2006). بیشتر مطالعات صورت گرفته در زمینه رشد در مورد سخت پوستانی صورت گرفته است که در سیستم های کشت در قفس و یا حوضچه (تانک) نگهداری می شوند (Millamena and Bangcata, 2001; Mwaluma, 2002; Trino and Rodriguez, 2009; Mirera and Mtile, 2001) و یا از برچسب و نشانه گذاری برای آنها استفاده می شود (Moser et al., 2002; Ward et al., 2008). Zafar و همکاران (۲۰۰۶)، گزارش کردند که رشد خرچنگ ماندابی با موفقیت در استخرهای خاکی و قفس های نواحی ساحلی بنگلادش براساس منابع تغذیه طبیعی لارو صورت گرفت، در حالی که Moksnes (۲۰۰۲)، رشد خرچنگ ماندابی گونه *S. olivacea* شده در حصار پرورشی (pen culture) را گزارش نموده است. Moser و همکاران (۲۰۰۲)، رشد خرچنگ ماندابی گونه *S. olivacea* را براساس نشانه گذاری و انجام مطالعات با استفاده از ماتریس تغییر اندازه تخمین زدند و پی بردند که ماهیت تصادفی و گسسته رشد خرچنگ ماندابی مقوله های متفاوت از اندازه را در بر خواهد گرفت و مقادیر احتمالی انتقال از یک گروه اندازه خاص به گروه دیگر را به دست می دهد.

در مطالعه حاضر، پارامترهای رشد (جدول ۱) از جدول فراوانی عرض کاراپاس خرچنگ با استفاده از روش ELEFTANI (Gayani et al., 1996) به دست آمدند. همین روش توسط Zafar و همکاران (۲۰۰۶)، در تعیین پارامترهای جمعیت و ارزیابی موجودی و میزان *S. serrata* در بنگلادش به کار رفته است.

همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است، خرچنگ های نر رشد سریع تری دارند. با این حال، مطالعه صورت گرفته توسط Mirera و Mtile (۲۰۰۹)، نشان داد که خرچنگ های نر به نظر می رسد که نرخ رشد مشابهی با خرچنگ های ماده داشته باشند. این مطالعه در تضاد با کار Mwaluma (۲۰۰۲)، است که در آن خرچنگ های ماده نرخ رشد سریع تری از جنس نر داشتند. تفاوت در K بین این جنسیت ها احتمالاً عدم تناسب جنسیتی را توضیح می دهد (Ingles, 1996). مقدار نسبتاً بالای K و نسبتاً کم طول، ویژگی های رایج بسیاری از گونه های گرمسیری است (Pauly, 1984). مقادیر K در مطالعه حاضر متفاوت از مطالعه Zafar و همکاران (۲۰۰۶) بوده، که تحقیقی را در چاکاریا ساندرابان (ChakariaSundarban) و نواحی اطراف آن یعنی Moheski و کانال Kutubdia در بنگلادش انجام دادند. Zafar و همکاران (۲۰۰۶)، تنها طول کاراپاس خرچنگ را اندازه گیری کرده بودند در حالی که در مطالعه حاضر عرض کاراپاس (CW) این موجود اندازه گیری شد. تفاوت هر دو CW مجانب (۲۱۱/۴۷ میلی متر برای خرچنگ نر و ۲۱۰/۳۳ برای خرچنگ ماده) در مطالعه حاضر و CL مجانب در مطالعه Zafar و همکاران (۲۰۰۶)، (۱۰۵/۹ میلی متر برای خرچنگ نر و ۱۰۵/۰ میلی متر برای خرچنگ ماده) تفاوت معناداری دارند. ظاهراً پارامترهای رشد *S. serrata* در ساحل بندر خمیر کاملاً مشابه با پورتونیدهای دیگر است (جدول ۳). این داده ها منجر به این نتیجه گیری خواهد شد که تفاوت های منطقی بین گونه ها از نظر K کاتابولیکی و نه در L_{∞} وجود دارند.

مجموع مرگ و میر

بسیاری از عوامل در محیط آبی سبب کاهش فرصت بقای گونه ها در یک جمعیت می شوند. این موارد شامل شرایط نامطلوب، نبود غذا، رقابت و شکار هستند (King, 1995). در نتیجه، اطلاع در مورد نرخ کلی مرگ و میر و مولفه های مرگ و میر طبیعی و مرگ و میر ناشی از ماهیگیری برای درک درست تغییرات جمعیت یک جمعیت مورد بهره برداری قرار می گیرد. Haddon و همکاران (۲۰۰۵)، به این امر اشاره کردند که مرگ و میر ناشی از صیادی به سختی قابلیت تخمین در مقادیر بزرگ را دارد. علیرغم اهمیت اقتصادی خرچنگ ماندابی گونه *S. serrata* پویایی جمعیت آن به خوبی درک و تفهیم نشده است چرا که هیچ اطلاعاتی در مورد مرگ و میر و ارزیابی موجودی آن در نواحی استوایی و گرمسیری وجود ندارد. بنابراین با توجه به این مسئله باید به مجموع تخمین های مرگ و میر در این گونه توجه خاص مبذول گردد.

تخمین Z مرتبط با *S. serrata* جنس نر بیشتر از جنس ماده آن بود و میزان M، ۶۷/۳۹ درصد جهت جنس نر و ۷۰/۳۶ درصد برای جنس ماده در جدول ۲ ذکر شده است. مقدار M بالاتر برای جنس ماده به ویژه بعد از جفت‌گیری و بعد از مهاجرت آنها به آب دریا برای تخم‌گذاری بیشتر مشهود بوده؛ در حالی که F بالاتر، عمدتاً به خاطر پهنه جزر و مدی و یا آبهای کم عمق، همراه با فعالیت‌های صیادی می‌باشد.

همچنین مطالعات صورت گرفته بر روی جنس *Portunus* نشان داد که Z و M جنس‌های نر از جنس‌های ماده بالاتر هستند. (جدول ۴). Ingles (۱۹۹۶)، به تحلیل M در *P. pelagicus* موجود در بانتایان فیلیپین پرداخت و نشان داد که میزان آن از F کمتر است. Sukumaran و Neelakantan (۱۹۹۶)، داده‌هایی از متوسط میزان M جهت گونه *P. sanguinolentus* (M= ۱/۰۸) برای جنس نر و M= ۰/۹۶ برای جنس ماده) و گونه *P. pelagicus* (M= ۱/۱۵) برای جنس نر و M= ۱/۰۴ برای جنس ماده) در آب‌های اقیانوس هند ارائه داده که این مقادیر کمتر از F بودند.

مقادیر F کمتر از M در ساحل بندر خمیر ممکن است درست باشد، چرا که فعالیت‌های صیادی در مقایسه با فعالیت‌های صیادی بر روی جنس *Portunus* در آبهای بانتایان فیلیپین (Ingles, 1996) و آبهای هند (Sukumaran and Neelakantan, 1996) پایین می‌باشد. در بیشتر گونه‌های خرچنگ، جنس نر نسبت به جنس ماده به حداکثر اندازه خود می‌رسد (جدول ۱) و در نتیجه آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به ماهیگیری و صید شدن دارد؛ اگرچه جنس‌های نر با رشد مشابه با ماده هم وجود دارند (Mirera and Mtile, 2009). به خصوص، در مورد این گونه می‌توان گفت که تفاوت در Z بین جنس‌ها را می‌توان به K بالاتر در بین جنس نر نسبت داد. با این حال، مطالعه صورت گرفته روی سایر سخت‌پوستان مانند پانولیروس (*Panulirus*) نشان داد که Z ظاهراً در مکان‌های متفاوت یکسان نیست. همه محققین ظاهراً با این امر موافقت می‌کنند که عامل اصلی Z منتج از F بوده، در حالی که عامل و ریشه M نامشخص است اگرچه کمک شایانی به Z کرده است. علاوه بر این King (۱۹۹۵)، اذعان نموده است که M تا حد زیادی به واسطه خطر شکارچیان است.

جدول ۳. پارامترهای معادله رشد وان برتالانفی برای پورتونیدها در بعضی از مکان‌های مختلف مورد بررسی در دنیا

منبع	∞L	K/year	جنس	گونه	محل مطالعه
Ingles, 1996	۲۲/۵	۰/۹۸	نر	<i>P. Pelagicus</i>	Bantayan, Philippines
	۲۲/۵	۰/۷۰	ماده		
Sukumaran and Neelakantan, 1997	۱۹/۵	۰/۹۹	نر	<i>P. sanguinolentus</i>	Mangalore, Malpe and Karwar, India
	۱۸/۸	۰/۸۲	ماده		
Sukumaran and Neelakantan, 1997	۲۱/۱	۱/۱۴	نر	<i>P. Pelagicus</i>	Mangalore, Malpe and Karwar, India
	۲۰/۴	۰/۹۷	ماده		
Zafer et al., 2006	۱۰/۵۹	۰/۲۸	نر	<i>S. serrata</i>	ChakariaSundarban, India
	۱۰/۵	۰/۳۶	ماده		
Ward et al., 2008	۱۵/۲۵	۱/۴۶	نر	<i>S. serrata</i>	Northern Territory, Australia
	۱۸/۵۴	۰/۸۱	ماده		
مطالعه انجام شده	۲۱/۱	۱/۳۸	نر	<i>S. serrata</i>	ساحل بندر خمیر
	۲۱/۰	۰/۸۳	ماده		

در ارتباط با *S. serrata* در ساحل بندر خمیر و سایر مکان‌های زیست این گونه در دنیا، بارناکل‌ها و حواسبیل‌ها دشمنان طبیعی آنها می‌باشند. در بعضی از مناطق استرالیا، اندونزی و هندوستان علاوه بر این، کوسه‌ها و تمساح‌ها نیز دشمنان و شکارچیان

دیگری بر علیه *S. serrata* محسوب می شوند. احتمالاً کوسه ها تنها جنس ماده این گونه را در طول حرکت آن به سمت دریا برای تخم گذاری هدف قرار می دهند. Mirera و Mtile (۲۰۰۹)، به این امر اشاره کرده اند که مرگ و میر مشاهده شده در مدت مطالعه آنها، ناشی از ناتوانی در پوست اندازی، مرگ در طول فرآیند پوست اندازی و مدت کوتاهی بعد از آن و یا حمله به این گونه توسط خرچنگ های دیگر به واسطه پوسته نرم آن است.

جدول ۴. مقادیر F, Z, M پورتونیدها در مکان های متفاوت اطراف آب های آسیا و استرالیا

منبع	F	M	Z	جنس	گونه	محل مطالعه
(Ingles, 1996)	۳/۱۵ ۱/۳۸	۲/۳۶ ۱/۳۷	۵/۵۱ ۲/۷۵	نر ماده	<i>P. Pelagicus</i>	Bantayan, Philippines
Sukumaran and) (Neelakantan, 1996)	na na	na na	۳/۴۹ ۲/۶۴	نر ماده	<i>P. sanguinolentus</i>	Mangalore, India
Sukumaran and) (Neelakantan, 1996)	na na	na na	۶/۸۵ ۵/۳۱	نر ماده	<i>P. Pelagicus</i>	Mangalore, India
Sukumaran and) (Neelakantan, 1996)	na na	na na	۵/۲۲ ۳/۸۴	نر ماده	<i>P. sanguinolentus</i>	Karwar, India
Sukumaran and) (Neelakantan, 1996)	na na	na na	۴/۲۹ ۳/۵۵	نر ماده	<i>P. Pelagicus</i>	Karwar, India
(Zafer et al., 2006)	۰/۳۵ ۰/۳۸	۰/۴۹ ۰/۵۸	۰/۸۴ ۰/۹۶	نر ماده	<i>S. serrata</i>	Chakaria Sundarban, India
(Ward et al., 2008)	na na	na na	۱۲/۲-۶/۶ ۴/۶-۳/۲	نر ماده	<i>S. serrata</i>	Northern Territory, Australia
مطالعه انجام شده	۱/۱۵ ۰/۷۰	۲/۵۳ ۱/۷۸	۳/۶۸ ۲/۴۸	نر ماده	<i>S. serrata</i>	ساحل بندر خمیر

na= داده وجود نداشته است

Ingles (۱۹۹۶)، معتقد است که میزان مرگ و میر بالای *P. pelagicus* مرتبط با مرحله پلانکتونی و یا پوست اندازی این گونه خواهد بود. مشاهدات انجام شده در مطالعه حاضر نشان داد که شرایط *S. serrata* در طول پوست اندازی که معمولاً شب است، سبب آسیب پذیری بالای آن نسبت به حمله دشمنان می شود چرا که این گونه در چنین زمانی بویی قابل ردیابی از خود منتشر می کند و ممکن است سبب جذب حیوانات همگونه وی و حمله به آن شود. این گونه خرچنگ رفتار تهاجمی شدیدی داشته، به گونه ایی که ۴۸ ساعت بعد از پوست اندازی کاراپاس قدیمی خود را نیز خواهد خورد.

بحث

دوره آسیب پذیری *S. serrata* مرتبط با زمان پوست اندازی آن است که در این زمان این گونه بسیار ضعیف بوده و پوسته نرمی دارد. عوامل مرگ و میر خرچنگ ماندابی را می توان هم جنس خواری، شکارچیان طبیعی آنها و یا صیادی دانست. جنس ماده بیشترین آسیب پذیری را بعد از پوست اندازی و در طول تخم ریزی دارد، همانطور که مقدار M بالای ۷۰/۳۶ درصد از Z این امر را نشان می دهد، در حالی که جنس نر آسیب پذیری بیشتری به ماهیگیری و صید دارد (F)، چرا که سریع تر از جنس مخالف رشد نموده و ناحیه جزر و مدی را اشغال می کند و همین مسئله باعث می گردد تا در فعالیت ماهیگیری بیشتری به چشم آید. میزان M تخمینی برای جنس نر کمتر از جنس ماده و مساوی با ۶۷/۳۹ درصد از Z بود.

مرگ و میر بالای هر دو جنس منجر به بهره برداری بیشتر و تاثیر بر تعداد، توزیع اندازه و نسبت جنسیت این خرچنگ شده است. تلاش‌های موجود برای حفظ هر دو جنسیت *S. serrata* باید ادامه یابد و نظر به اینکه M تاثیر بیشتری از F داشته است، فعالیتها و دغدغه بیشتر باید معطوف به مدیریت زیستگاه‌ها گردد.

تشکر و قدردانی

در خاتمه از همکاری مسئولین محترم اداره محیط زیست شهرستان بندر خمیر به واسطه مساعدت در امر نمونه برداری در مجاورت پوشش‌های حرا و نیز مسئولین محترم آزمایشگاه ماهی‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس که امکانات آزمایشگاهی لازم را در اختیار ما قرار دادند نهایت قدردانی و سپاس را داریم.

منابع

- Alimuddin, Z. 2000. Morfometric analysis and gonad maturity of mud crab (*Scylla* spp.) in Lawele Bay, Buton District. BS Thesis. Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Haluoleo University, Kendari.
- Bishop Museum and University of Hawaii. 2002. Guidebook of introduced marine species of Hawaii. US Fish and Wild life Service, Packard Foundation and National Marine Fisheries Service, Hawaii.
- C-AID Consultants. 2001. Assessing the ecological sustainability of the Northern Territory mud crab fishery. The Wild life Protection (Regulation of Exports and Imports) Act 1982.
- Chiou, T.K., Huang, J.P. 2003. Chemical constituents in the abdominal muscle of cultured mud crab *Scylla serrata* in relation to seasonal variation and maturation. Fisheries Science. 69: 597-604.
- Cristensen, S.M., Macintosh, D.J., Phuong, N.T. 2004. Pond production of the mud crabs *Scylla paramamosain* in the Mekong Delta, Vietnam, using two different supplementary diets. Aquatic Research. 35: 1013-1024.
- Department of Primary Industry and Fisheries. 2001. Review of the Northern Territory mud crab fishery management plan. Fishing Report. No.58. Northern Territory.
- Eldredge, L.G., Smith, C. 2001. Guidebook to the introduced marine species in Hawaiian waters. Bishop Museum Tech. Rep. 21. Bishop Museum, Honolulu.
- Fisheries and Aquaculture Department. 2001. Species fact sheets: *Scylla serrata*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fushimi, H., Watanabe, S. 2000. Problems in species identification of the mud crab genus *Scylla* (Brachyura: Portunidae). pp. 9-13. In Spawning and maturation of aquaculture species. Tamaru, C.C.T., Tamaru, C.S., McVeyand, J.P., Ikuta, K. (eds.). UJNR technical report, Hawaii 28.
- Gayanilo, F.C., Sparre, P., Pauly, D. 1996. FAO-ICLARM stock Assessment Tools (FISAT) User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries), No 6. Rome FAO. 186 p.
- Gopurenko, D., Hughes, J.M., Bellchambers, L. 2003. Colonization of the South-West Australian coastline by mud crabs: evidence for a recent range expansion on human-induced translocation. Marine and Freshwater Research. 54(7): 833-840.
- Haddon, M., Frusher, S., Hay, T., Hearnden, M., Gribble, N., Brown, I. 2005. Mud crab (*Scylla serrata*) assessment workshop. Fisheries Group, Department of Business, Industry and Resource Development, Darwin.
- Ingles, J.A. 1996. The crab fishery off Bantayan, Cebu, Philippines. IMFO- CF, University of the Philippines- PCMARD, Philippines.
- Jebreen, E., Helmke, S., Lunow, C., Bullock, C., Gribble, N., Whybird, O., Coles, R. 2008. Fisheries long term monitoring program, mud crab (*Scylla serrata*) Report: 2000-2002. Department of Primary Industries and Fisheries, Brisbane, Australia.
- King, M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Fishing Books. London. 341 p.

- Sara, L. 2001a. Habitat and some biological parameters of two species of mud crab *Scylla* in Southeast Sulawesi, Indonesia. pp. 341-346. In Proceeding of the JSPS-DGHE International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area. Carman, O., Sulistiono, A., Purbayanto, T., Suzuki, S., Watanabe, T., Arimoto, S., TUF International JSPS Project Vol. 10. Konan Minato-ku, Tokyo, Japan.
- Sara, L. 2001b. Fisheries and ecology of mud crab *Scylla serrata* in Lawele bay, South east Sulawesi, Indonesia. Ph.D. Dissertation. College of Fisheries and Ocean Sciences. University of the Philippines in the Visayas, Miagao, Iloilo.
- Latif, A. 2000. Study on some biological aspects of mud crab (*Scylla* spp.) in Lawele Bay, Buton District, South east Sulawesi. BS Thesis. Department of Fisheries. Faculty of Agriculture. Haluoleo University, Kendari.
- Lavapie-Gonzales, F., Ganaden, S.R., Gayanilo Jr, F.C. 1997. Some population parameters of commercially important fishes in the Philippines. Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, Philippines. 114 p.
- LeVay, L. 2001. Ecology and management of mud crab *Scylla* spp. Asian Fisheries Science. 14: 101-111.
- Lavajoo, F., Kamrani, E., Sajjadi, M.M. 2011. The pattern of reproduction and regeneration pattern stored Fiddler crabs *uca sindensis* in the inter-tidal area between the harbor of poal (Bandar Abbas). Oceanography. 2(6): 7-13. (in Persian).
- Marichamy, R., Rajapackian, S. 2001. The aquaculture of *Scylla* species in India. Asian Fisheries Science. 14: 231-238.
- Millamena, O.M., Bangcata, J.P. 2001. Reproductive performance and larval quality of pond-raised *Scylla serrata* females fed various broodstock diets. Asian Fisheries Science. 14: 153-159.
- Mirera, D.O., Mtile, A. 2009. A preliminary study on the response of mangrove mud crab (*Scylla serrata*) to different feed types under drive-in cage culture system. Journal of Ecology and the Natural Environment. 1(1): 7-14.
- Moksnes, P.O. 2002. The relative importance of habitat-specific settlement, predation and juvenile dispersal for distribution and abundance of young juvenile shore crab *Carcinus maenas* L. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 271: 41-73.
- Moser, S.M., Macintosh, D.J. 2001. Diurnal and lunar patterns of larval recruitment of brachyuran in to a mangrove estuary system in Ranong Province, Thailand. Marine Biology. 138: 827-841.
- Moser, S.M., Macintosh, D.J., Pripanapong, S., Tongdee, N. 2002. Estimated growth of mud crab *Scylla olivacea* in the Ranong mangrove ecosystem, Thailand, based on a tagging and recapture study. Marine and Freshwater Research. 53: 1083-1089.
- Mwaluma, J. 2002. Pen culture of the mud crab *Scylla serrata* in Mwapa mangrove system, Kenya, Western Indian Ocean. Journal of Marine Science. 1: 127-133.
- NSW Department of Primary Industries. 2008. Giant mud crab (*Scylla serrata*). Wild Fisheries Research Program.
- Parvaresh, H., Parvaresh, E., Mohmeni, M. 2012. Identification and biomass of mangrove forests aquatic species in Hormozgan Province Sirik area. Journal Aquatic Ecology. 1(3): 1-9. (in Persian).
- Pauly, D. 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fisheries and Aquaculture Circular. No.729. 54 p.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies Rev.(8): 325 pp.
- Pavasovic, M. 2004. Digestive profile and capacity of the mud crab (*Scylla serrata*). M.Sc. Thesis. The Queensland University of Technology, Brisbane.
- Pillans, S., Pillans, R.D., Johnstone, R.W., Kraft, P.G., Haywood, M.D.E., Possingham, H.P. 2005. Effects of marine reserve protection on the mud crab *Scylla serrata* in a sex-biased fishery in subtropical Australia. Marine Ecology Progress Series. 295: 201-213.
- Rodrigues, E.M., Trino, A.T., Minagawa, M. 2003. Diet and harvesting regimen for the production of mud crab *Scylla olivacea* in brackish water ponds. Fisheries Science. 69: 37-42.
- Sparre, P., Venema, S.C. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment, part I – Manual. FAO Series Technical Papers 306/1 Rev.1. FAO Rome.

- Sukumaran, K.K., Neelakantan, B. 1996. Mortality and stock assessment of two marine portunid crabs, *Portunus (Portunus) sanguinolentus* (Herbst) and *Portunus (Portunus) pelagicus* (Linnaeus) along the South west coast of India. Indian Journal of Fisheries. 43(3): 225-240.
- Sukumaran, K.K., Neelakantan, B. 1997. Age and growth in two marine portunid crabs, *Portunus (Portunus) sanguinolentus* (Herbst) and *Portunus (Portunus) pelagicus* (Linnaeus) along the South west coast of India. Indian Journal of Fisheries. 44(2): 111-131.
- Trino, A.T., Rodriguez, E.M. 2001. Mud crab fattening in ponds. Asian Fisheries Science. 14: 211-216.
- Truong, P.H. 2008. Nutrition and feeding behavior in two species of mud crab *Scylla serrata* and *Scylla paramamosain*. Ph.D thesis. Queensland University of Technology, Brisbane.
- Ward, T.M., Schmarr, D.W., McGarvey, R. 2008. Northern Territory mud crab fishery: 2007 stock assessment. SARDI Aquatic Science. Publ. No: F2007/000926-1. SARDI Res. Rep.Ser.No. 244 West Beach, South Australia.
- Zafar, M., Amin, S.M.N., Rahman, M.M. 2006. Population dynamics of mud crab (*Scylla serrata*) in the southern coastal region of Bangladesh. Asian Fisheries Science. 19: 43-50.