



مقاله علمی - پژوهشی:

مطالعه الگوی رشد نسبی، دوشکلی جنسی و اندازه بلوغ مورفومتریک دو گونه

خرچنگ *Austruca iranica* و *Ocypode rotundata* (Miers, 1882)

(Pretzmann, 1971) در سواحل جزیره قشم، خلیج فارس

مجتبی نادری^{۱*}، یگانه درویش اولادی^۲، پرویز زارع^۳

*mojtaba.naderi@pnu.ac.ir

۱- گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵ تهران، ایران

۲- گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵ تهران، ایران

۳- گروه تولید و بهره‌برداری، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش: فروردین ۱۴۰۲

تاریخ دریافت: آبان ۱۴۰۱

چکیده

در این مطالعه رشد نسبی، دوشکلی جنسی و اندازه بلوغ مورفومتریک خرچنگ *Ocypode rotundata* در ساحل جنوب غربی و *Austruca iranica* در ساحل شمالی جزیره قشم بررسی شدند. نمونه‌ها در بهمن ماه سال ۱۴۰۰ جمع‌آوری شدند. براساس پهنای کاراپاس، خرچنگ‌های جنس نر *O. rotundata* (۳۳/۱ میلی‌متر) و *A. iranica* (۱۲/۴ میلی‌متر) دارای میانگین پهنای کاراپاس بیشتری نسبت به جنس ماده (۳۲/۲ میلی‌متر و ۱۱/۲ میلی‌متر) بودند. جنس نر و ماده خرچنگ *A. iranica* در سه صفت (پهنای اولین بند شکمی، پهنای چهارمین بند شکمی و پهنای ششمین بند شکمی) و جنس نر و ماده خرچنگ *O. rotundata* در چهار صفت ریخت‌سنجی نسبی (طول شکمی، پهنای اولین بند شکمی، پهنای چهارمین بند شکمی و پهنای ششمین بند شکمی) با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند ($p < 0.05$). مقادیر CW_{50} (میانگین طول بلوغ جنسی) محاسبه شده براساس بلوغ مورفومتریک برای جنس نر خرچنگ *O. rotundata* به سه روش معمول، بوت استرپ و بی‌زین به ترتیب برابر با ۳۳/۰۲، ۳۲/۸۲ و ۳۳/۰۵ میلی‌متر بود. برای جنس ماده در هر سه روش برابر با ۲۹ میلی‌متر محاسبه شد. همچنین، مقادیر بلوغ مورفومتریک برآورد شده برای خرچنگ *A. iranica* در سه روش استفاده شده برای هر جنس تقریباً با هم برابر بودند به‌طوری‌که مقادیر CW_{50} برای جنس نر و ماده به ترتیب ۱۱/۶۱ و ۹/۱۵ میلی‌متر به‌دست آمد. براساس نتایج، مقدار CW_{50} جنس نر در هر دو گونه مورد مطالعه بیشتر از جنس ماده برآورد شد.

لغات کلیدی: بلوغ مورفومتریک، رشد نسبی، دوشکلی جنسی، آبدومن

*نویسنده مسئول

مقدمه

سخت پوستان یک گروه وسیع جانوری و با تنوع بالا بوده که از خصوصیات آشکار آنها دارا بودن یک ساختار اسکلتی بیرونی خاص و مستحکم است (Araújo *et al.*, 2012). تاکنون، تعداد کل گونه‌های خرچنگ ثبت شده از خلیج فارس و دریای عمان، ۲۵۶ گونه بوده است (Naderloo, 2017). رده‌بندی خرچنگ‌های شبح، زیر خانواده Ocypodinae و خرچنگ‌های ویولون‌زن، زیر خانواده Ucinae را تشکیل می‌دهند (Ng *et al.*, 1994; Davie, 2008). خرچنگ‌های ویولون‌زن دارای سکونت‌های آبی بیشتری هستند که اساساً در پناهگاه‌های ساحلی وجود دارند (Davie, 1994) درحالی که خرچنگ‌های شبح از تپه‌های ساحلی تا مناطق بالای جزر و مدی سواحل اقیانوسی بدون پوشش گسترش یافته‌اند (Dahl, 1953). تاکنون ۶ گونه خرچنگ ویولون‌زن (Naderloo and Turkey, 2012; Naderloo *et al.*, 2015; Shih *et al.*, 2016) و ۳ گونه خرچنگ روح (Naderloo *et al.*, 2015; Naderi *et al.*, 2018a) از سواحل ایران در خلیج فارس و دریای عمان گزارش شده است. فرایند الگوی رشد در سخت پوستان بسیار متفاوت‌تر از سایر شاخه‌های جانوری است. معمولاً این گونه از جانوران زمان تولد و زمان بلوغ آنها دارای شکل‌های بسیار متفاوتی است. خرچنگ‌ها برای رشد و به‌دست آوردن اندازه حقیقی خود نیاز به پوست‌اندازی دارند (مصلح‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۰). الگوی رشد در خرچنگ‌ها شامل دو مرحله جوانی یا رشد و مرحله بزرگسالی یا تولیدمثل است (Sampedro *et al.*, 1999). شروع اولین بلوغ جنسی در سخت‌پوستان به همراه یک سری تغییرات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و رفتاری هستند که به دنبال آن افراد نابالغ از توانایی تولید سلول‌های تولیدمثلی برخوردارند (Hartnoll, 1969). برخی از ابعاد ریختی موجودات زنده هم‌زمان با رشد آنها با سرعت متفاوتی نسبت به سایر قسمت‌ها رشد می‌کنند که این امر باعث تغییر در نسبت‌های بدن (شناخته شده تحت عنوان رشد نسبی) است. نرخ رشد بین خرچنگ‌های نر و ماده و نیز بین افراد جوان و بالغ تفاوت‌های زیادی را در طول دوره رشد نشان می‌دهد که از آن می‌توان برای تعیین بلوغ جنسی

مورفولوژیک استفاده کرد (Hartnoll, 1978). تفاوت در الگوهای رشد نسبی بین خرچنگ‌های نر و ماده از نظر چنگ‌ها، بندهای شکمی و پاهای حرکتی که نشان‌دهنده دو شکلی جنسی است، می‌تواند به منظور تعیین بلوغ در خرچنگ‌ها استفاده شود (Hartnoll, 1978; Saher and Qureshi, 2011). داده‌های رشد نسبی به طور گسترده‌ای برای پیش‌بینی اولین بلوغ جنسی مورفومتریک در برخی از موجودات استفاده می‌شود (Hartnoll, 1969). یکی از راه‌های توصیف زیست‌شناسی و ساختار یک جمعیت، برآورد اندازه در بلوغ جنسی است (Pinheiro and Fransozo, 2006; Viau *et al.*, 1998). اندازه در بلوغ جنسی از دو مسیر: ظرفیت تولیدمثل (رشد و توسعه گنادها) و تغییرات مورفومتریک در زمان بلوغ، مورد مطالعه قرار گرفته است (Somerton, 1980; Somerton, 1981; Conan and Comeau, 1986; Paul and Paul, 1990; Paul, 1992; Sainte-Marie *et al.*, 1995). روش‌های مبتنی بر ظرفیت تولیدمثل، تعیین اندازه‌ای که خرچنگ در آن از نظر فیزیولوژی بالغ است، امکان‌پذیر می‌سازد. از سوی دیگر تغییرات مورفومتریک به تغییرات آلومتریک در رشد قسمت‌های مختلف بدن در ارتباط با بلوغ عملکردی اشاره دارد که خرچنگ را قادر به جفت‌گیری می‌کند.

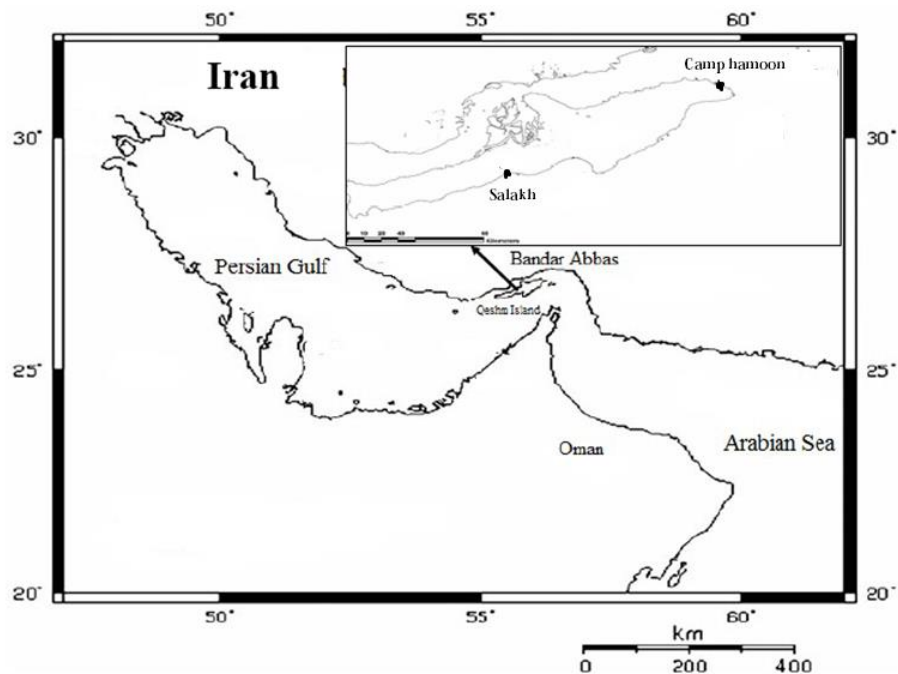
طول بلوغ جنسی دو گونه *O. rotundata* و *A. iranica* بر اساس مراحل توسعه گنادی و میانگین پهنای کاراپاس خرچنگ‌های ماده حامل تخم در تعدادی از مطالعات برآورد شده است (نجفی و همکاران، ۱۳۹۲؛ نادری و همکاران، ۱۳۹۶؛ حاجیانی‌نژاد و همکاران، ۱۴۰۱؛ Saeedi *et al.*, 2018). همچنین تنها یک مطالعه در خصوص تعیین بلوغ جنسی خرچنگ *A. iranica* بر اساس ابعاد بدن در کراچی پاکستان انجام شده است (Saher *et al.*, 2019). لذا، هدف از مطالعه حاضر بررسی الگوی رشد نسبی، دوشکلی جنسی و اندازه بلوغ مورفومتریک دو گونه خرچنگ *O. rotundata* و *A. iranica* در سواحل جزیره قشم بود.

مواد و روش کار

نمونه‌های خرچنگ *O. rotundata* از ساحل ماسه‌ای صلخ واقع در جنوب‌غربی جزیره قشم و نمونه‌های خرچنگ *A.*

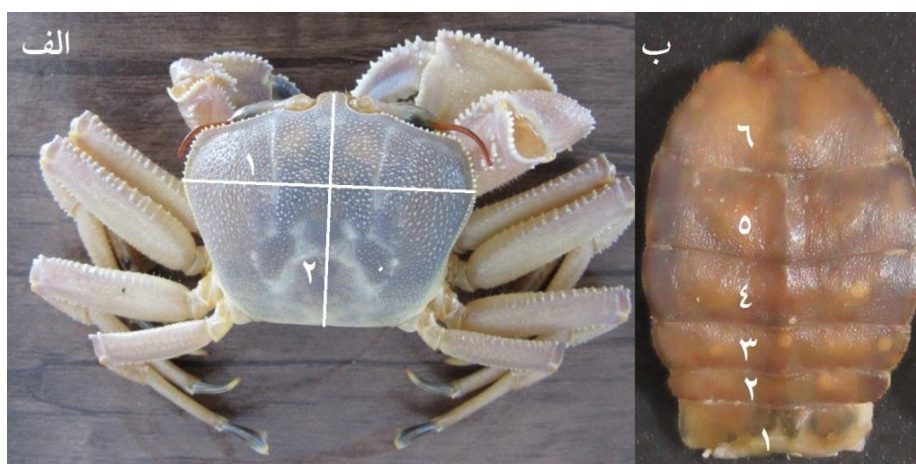
آبدومن، پهنای اولین بند شکمی، پهنای چهارمین بند شکمی، پهنای ششمین بند شکمی، ارتفاع بدن به وسیله کولیس با دقت ۰/۰۲ میلی متر اندازه گیری شدند (شکل ۲). از ترازو دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم برای اندازه گیری وزن بدن استفاده شد.

iranica از ساحل گلی کمپ هامون واقع در شمال جزیره قشم با استفاده از بیل و حفر لانه ها در بهمن ماه سال ۱۴۰۰ به صورت تصادفی جمع آوری شدند (شکل ۱). تشخیص نر و ماده بودن از روی شکل بندهای شکمی صورت گرفت. در هر جنس طول کاراپاس، پهنای کاراپاس، طول



شکل ۱: مکان نمونه برداری با توجه به نقشه

Figure 1: Location of study Area



شکل ۲: خرچنگ *O. rotundata*; الف، ۱: پهنای کاراپاس، ۲: طول کاراپاس؛ ب، ۱: بند اول شکمی، ۲: بند دوم شکمی، ۳: بند سوم شکمی، ۴: بند چهارم شکمی، ۵: بند پنجم شکمی، ۶: بند ششم شکمی

Figure 2: *O. rotundata*; A, 1: Carapace width; 2: Carapace length; B, 1: First abdomen; 2: Second abdomen; 3: Third abdomen; 4: Fourth abdomen; 5: Fifth abdomen; 6: Sixth abdomen

بلوغ مرفومتريک

در این مطالعه با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) نمونه‌ها به دو گروه جوان و بالغ طبقه‌بندی شدند. در تحلیل طبقه‌بندی از دو متغیر ریخت‌سنجی (X): متغیر مستقل و Y : متغیر وابسته بر پایه لگاریتمی، استفاده شد. نمونه‌ها با استفاده از خوشه‌بندی سلسه مراتبی با روش تجمعی hierarchical cluster with agglomeration method و فاصله اقلیدسی (برای اندازه‌گیری فاصله بین مشاهدات) به هر دو گروه اختصاص یافت.

برای محاسبه متوسط طول بلوغ جنسی (CW_{50}) در ابتدا رگرسیون لجستیک بین متغیر مستقل (عرض کاراپاس) و متغیر وابسته (دو گروه جوان و بالغ) برای برآورد ضرایب بتا صفر و بتا یک پردازش داده شد. مدل رگرسیون لجستیک به صورت ذیل بیان می‌شود:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 * X)}}$$

P : احتمال خرچنگ‌های بالغ در عرض کاراپاس معین، X : عرض کاراپاس، $\hat{\beta}_0$: عرض از مبدأ، $\hat{\beta}_1$: شیب خط با ضرایب $\hat{\beta}_0$ و $\hat{\beta}_1$ برآوری

مقدار CW_{50} به صورت ذیل محاسبه شد:

$$Lm_{50} = \frac{\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1}$$

جهت برآورد پارامترهای مدل از روش‌های بوت استرپ و بیزین استفاده شد (Corgos and Freire, 2006). برای محاسبه ضریب تعیین از فرمول ذیل استفاده شد:

$$100 * \frac{\text{null deviance} - \text{residual deviance}}{\text{null deviance}}$$

جهت بررسی اختلاف معنی داری بین شیب‌های خط رگرسیون خرچنگ‌های جوان با خرچنگ‌های بالغ از تجزیه کوواریانس (ANCOVA) استفاده شد. همچنین برای تحلیل داده‌ها، محاسبات و ترسیم نمودار از نرم افزار R نسخه (3.3.1) استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از آمار توصیفی وزن بدن و برخی صفات ریخت‌سنجی جنس نر و ماده خرچنگ *O. rotundata* در

جداول ۱ ارائه شده است. در جنس نر، میانگین عرض کاراپاس خرچنگ‌های اندازه‌گیری شده برابر با ۳۳/۱ میلی‌متر به‌دست آمد که در دامنه ۵۲/۰-۱۳/۶ میلی‌متر متغیر بود. در جنس ماده، کمترین و بیشترین عرض کاراپاس به‌ترتیب ۱۶/۰ و ۴۹/۸ میلی‌متر برآورد شد که میانگین آن برابر با ۳۲/۲ میلی‌متر بود (جدول ۱).

در جداول ۲ آمار توصیفی وزن بدن و برخی صفات ریخت‌سنجی جنس نر و ماده خرچنگ *A. iranica* ارائه شده است. در مطالعه حاضر، دامنه عرض کاراپاس ثبت شده برای جنس نر و ماده این خرچنگ به‌ترتیب ۱۷/۰-۶/۸ میلی‌متر و ۱۴/۳-۶/۴ میلی‌متر بود. میانگین عرض کاراپاس برای جنس نر ۱۲/۴ میلی‌متر و برای جنس ماده ۱۱/۲ میلی‌متر محاسبه شد (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین دانکن نشان داد که صفات ریخت‌سنجی نسبی مربوط به آبدومن (طول شکمی، پهنای اولین بند آبدومن، پهنای چهارمین بند شکمی و پهنای ششمین بند شکمی) در جنس ماده خرچنگ *O. rotundata* به طور معنی‌داری بیشتر از جنس نر است ($P < 0.05$) (جدول ۳). از سوی دیگر، اختلاف معنی‌داری در صفات ریخت‌سنجی نسبی طول کاراپاس و ارتفاع بدن بین دو جنس مشاهده نگردید ($P > 0.05$).

روابط رگرسیونی بین عرض ششمین آبدمن با عرض کاراپاس در خرچنگ‌های جوان و بالغ برای هر دو جنس نر و ماده گونه *O. rotundata* در شکل ۳ نشان داده شده است.

روابط رگرسیونی بین عرض ششمین آبدمن با عرض کاراپاس در خرچنگ‌های جوان و بالغ برای هر دو جنس نر و ماده گونه *A. iranica* در شکل ۴ نشان داده شده است.

دو جنس نر و ماده خرچنگ *A. iranica* در ۳ صفت ریخت‌سنجی نسبی (پهنای اولین بند آبدومن، پهنای چهارمین بند شکمی و پهنای ششمین بند شکمی) با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند ($P < 0.05$) (جدول ۴) به‌طوری‌که مقادیر آنها در جنس ماده بیشتر از جنس نر بود. از سوی دیگر، در سایر صفات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

جدول ۱: آمار توصیفی صفات اندازه‌گیری شده خرچنگ *Ocypode rotundata* به تفکیک جنسTable 1: Descriptive statistics of the measured characteristics of crab *Ocypode rotundata* by sex

پارامتر	جنس	تعداد نمونه	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف معیار
وزن بدن (گرم)	نر	۱۰۲	۱/۴۴۸	۷۴/۳۶	۲۴/۴	۲۲/۶
	ماده	۹۷	۱/۹۱	۵۹/۶۱	۲۰/۴	۱۶/۷
عرض کاراپاس (میلی‌متر)	نر	۱۰۲	۱۳/۶	۵۲/۰	۳۳/۱	۱۱/۶
	ماده	۹۷	۱۶/۰	۴۹/۸	۳۲/۲	۹/۸
طول کاراپاس (میلی‌متر)	نر	۱۰۲	۱۱/۰	۴۵/۷	۲۸/۲	۱۰/۴
	ماده	۹۷	۱۲/۴	۴۴/۳	۲۷/۵	۸/۹
ارتفاع بدن (میلی‌متر)	نر	۱۰۲	۷/۲	۳۵/۰	۱۹/۷	۸/۰
	ماده	۹۷	۷/۶	۳۲/۷	۱۹/۱	۶/۸
طول شکمی (میلی‌متر)	نر	۱۰۲	۷/۲	۳۶/۰	۲۱/۵	۸/۴
	ماده	۹۷	۹/۱	۳۵/۵	۲۱/۸	۷/۶
پهنای اولین بندشکمی (میلی‌متر)	نر	۱۰۲	۳/۳	۱۴/۲	۸/۶	۳/۱
	ماده	۹۷	۳/۶	۱۶/۱	۹/۳	۳/۶
پهنای چهارمین بندشکمی (میلی‌متر)	نر	۱۰۲	۲/۵	۱۱/۵	۶/۵	۲/۷
	ماده	۹۷	۲/۱	۲۷/۸	۱۳/۲	۸/۲
پهنای ششمین بندشکمی (میلی‌متر)	نر	۱۰۲	۱/۲	۱۰/۱	۵/۸	۲/۳
	ماده	۹۷	۲/۵	۲۳/۵	۱۱/۴	۷/۰

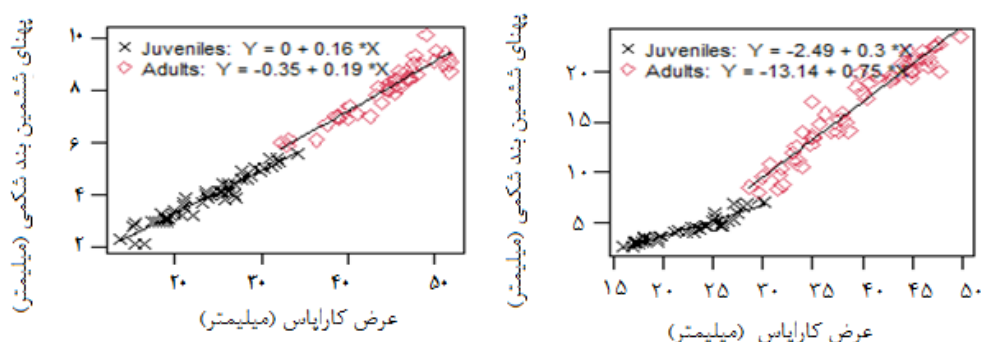
جدول ۲: آمار توصیفی صفات اندازه‌گیری شده خرچنگ *Austruca iranica* به تفکیک جنسTable 2: Descriptive statistics of the measured characteristics of crab *Austruca iranica* by sex

پارامتر	جنس	تعداد نمونه	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف معیار
وزن بدن (گرم)	نر	۹۳	۰/۱۲	۱/۸۸	۰/۹۲	۰/۴۳
	ماده	۵۱	۰/۴۹	۱/۰۹	۰/۵۳	۰/۲۴
عرض کاراپاس (میلی‌متر)	نر	۹۳	۶/۸	۱۷/۰	۱۲/۴	۲/۲۱
	ماده	۵۱	۶/۴	۱۴/۳	۱۱/۲	۱/۹۸
طول کاراپاس (میلی‌متر)	نر	۹۳	۳/۸	۹/۶	۷/۱	۱/۳۹
	ماده	۵۱	۳/۴	۸/۸	۶/۶	۱/۲۷
ارتفاع بدن (میلی‌متر)	نر	۹۳	۴/۰	۱۰/۰	۷/۸	۱/۳۸
	ماده	۵۱	۴/۰	۹/۰	۷/۰	۱/۱۷
طول شکمی (میلی‌متر)	نر	۹۳	۳/۷	۹/۴	۷/۲	۱/۳۰
	ماده	۵۱	۳/۸	۷/۸	۶/۴	۰/۹۹
پهنای اولین بندشکمی (میلی‌متر)	نر	۹۳	۱/۹	۵/۴	۴/۲	۰/۷۴
	ماده	۵۱	۲/۳	۶/۷	۴/۸	۱/۰۲
پهنای چهارمین بندشکمی (میلی‌متر)	نر	۹۳	۱/۸	۴/۸	۳/۶	۰/۶۴
	ماده	۵۱	۱/۲	۷/۳	۵/۴	۱/۳۳
پهنای ششمین بندشکمی (میلی‌متر)	نر	۹۳	۱/۶	۳/۸	۲/۹	۰/۴۹
	ماده	۵۱	۱/۵	۶/۰	۴/۴	۱/۰۶

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات ریخت سنجی نسبی (به صورت درصد از پهناي کاراپاس) جنس نر و ماده خرچنگ *Ocypode rotundata*

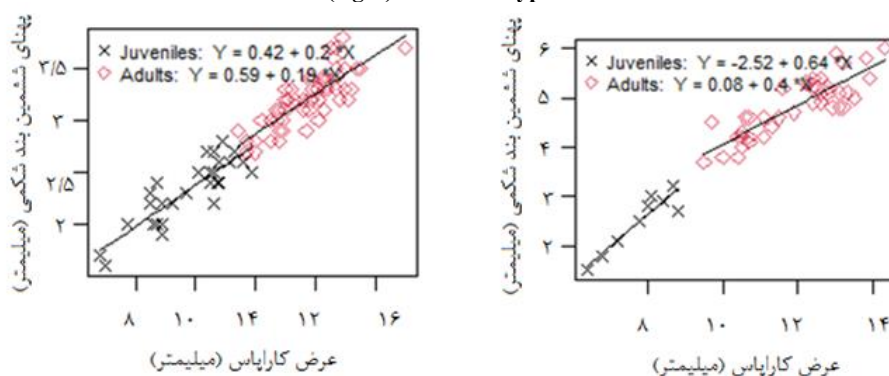
Table 4: Comparison of mean relative morphometric traits (percentage of carapace width) of male and female crab for *Ocypode rotundata*

پارامتر	جنس نر (تعداد = ۱۰۲)					جنس ماده (تعداد = ۹۷)				
	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	درجه آزادی	سطح معنی داری
طول کاراپاس (میلی متر)	۸۴/۸	۳/۸۲	۷۲/۲	۹۴/۵	۸۴/۹	۳/۴۲	۷۳/۷	۹۳/۳	۱۹۷	۰/۹
ارتفاع بدن (میلی متر)	۵۸/۵	۴/۵۲	۴۶/۰	۶۷/۴	۵۸/۶	۴/۳۴	۴۷/۵	۶۹/۲	۱۹۷	۰/۸۶
طول شکمی (میلی متر)	۶۴/۲	۵/۶۷	۳۷/۹	۷۴/۴	۶۶/۹	۵/۵۱	۴۶/۷	۸۰/۸	۱۹۷	۰/۰۰
پهنای اولین بند آبدومن (میلی متر)	۲۶/۰	۱/۷۵	۲۰/۵	۲۹/۵	۲۸/۱	۳/۱۲	۲۱/۶	۳۵/۷	۱۹۷	۰/۰۰
پهنای چهارمین بند آبدومن (میلی متر)	۱۹/۱	۱/۶۲	۱۵/۵	۲۲/۷	۳۷/۱	۱۳/۹۸	۱۲/۲	۵۹/۳	۱۹۷	۰/۰۰
پهنای ششمین بند آبدومن (میلی متر)	۱۷/۲	۱/۲۳	۱۲/۸	۲۰/۶	۳۱/۸	۱۲/۱۵	۱۵/۳	۵۰/۳	۱۹۷	۰/۰۰



شکل ۳: رابطه گرافیکی بین پهناي ششمین بند شکمی با عرض کاراپاس در خرچنگ‌های جوان و بالغ جنس نر (سمت چپ) و جنس ماده (سمت راست) گونه *Ocypode rotundata*

Figure 3: Graphical relationship between sixth abdominal width and carapace width in young and adult male (left) and female (right) crabs of *Ocypode rotundata*



شکل ۴: رابطه گرافیکی بین پهناي ششمین بند شکمی با عرض کاراپاس در خرچنگ‌های جوان و بالغ جنس نر (سمت چپ) و جنس ماده (سمت راست) گونه *Austruca iranica*

Figure 4: Graphical relationship between sixth abdominal width and carapace width in young and adult male (left) and female (right) crabs of *Austruca iranica*

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات ریخت سنجی نسبی (به صورت درصد از پهناي کاراپاس) جنس نر و ماده خرچنگ *Austruca iranica*

Table 4: Comparison of mean relative morphometric traits (percentage of carapace width) of male and female crab for *Austruca iranica*

for <i>Asiatica Iranica</i>										
جنس نر (تعداد = ۹۳)										جنس ماده (تعداد = ۵۱)
پارامتر	میانگین	انحراف	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف	حداقل	حداکثر	درجه آزادی	سطح معنی داری
طول کاراپاس (میلی متر)	۵۷/۵	۳/۰۳	۴۹/۴	۶۲/۶	۵۸/۴	۲/۶۵	۵۲/۶	۶۲/۹	۱۴۲	۰/۰۷
ارتفاع بدن (میلی متر)	۶۳/۱	۲/۸۱	۵۶/۱	۷۴/۰	۶۲/۶	۲/۹۰	۵۷/۶	۷۲/۵	۱۴۲	۰/۳۵
طول شکمی (میلی متر)	۵۸/۰	۳/۵۵	۴۸/۵	۶۹/۲	۵۷/۴	۳/۵۴	۴۹/۶	۶۴/۹	۱۴۲	۰/۳
پهنای اولین بند آبدومن (میلی متر)	۳۴/۲	۲/۲۰	۲۷/۱	۴۰/۷	۴۲/۴	۳/۳۵	۳۵/۷	۴۹/۵	۱۴۲	۰/۰۰
پهنای چهارمین بند آبدومن (میلی متر)	۲۹/۴	۱/۷۴	۲۴/۸	۳۵/۶	۴۷/۷	۴/۹۶	۳۲/۸	۵۳/۶	۱۴۲	۰/۰۰
پهنای ششمین بند آبدومن (میلی متر)	۲۳/۶	۱/۳۵	۲۰/۸	۲۷/۶	۳۸/۹	۴/۴۸	۲۳/۴	۴۶/۴	۱۴۲	۰/۰۰

جنسیت	پارامتر	مرحله بلوغ	تعداد	شیب خط (خطای معیار±)	عرض از مبدا (خطای معیار±)	ضریب تعیین	اختلاف بین شیب‌ها
بند ششم	جوان	۴۱	۰/۳۰۵ ± ۰/۰۱۷	۰/۳۸۲ ± ۰/۴۸۸	۰/۸۹	متفاوت و معنی‌دار بود	
		۵۶	۰/۷۵۴ ± ۰/۰۲۸	۱/۱۲۸ ± ۱۳/۱۴۳	۰/۹۳		
طول شکمی	جوان	۵۴	۰/۶۲۵ ± ۰/۰۳۱	۰/۷۸۲ ± ۰/۳۶۹	۰/۸۹	یکسان و معنی‌دار نبود	
		۴۳	۰/۶۹۷ ± ۰/۰۴۸	۲/۰۱۴ ± ۰/۳۰۷	۰/۸۴		
ارتفاع بدن	جوان	۵۲	۰/۵۹۰ ± ۰/۰۲۰	۰/۵۰۰ ± ۰/۷۳۲	۰/۹۵	متفاوت و معنی‌دار بود	
		۴۵	۰/۶۸۹ ± ۰/۰۴۰	۱/۶۶۷ ± ۲/۹۶۷	۰/۸۷		
طول کاراپاس	جوان	۴۸	۰/۷۹۴ ± ۰/۰۲۷	۰/۶۴۸ ± ۰/۹۵۱	۰/۹۵	متفاوت و معنی‌دار بود	
		۴۹	۰/۹۵۵ ± ۰/۰۲۵	۱/۰۰۷ ± ۰/۹۵۵	۰/۹۷		

جدول ۶: نتایج آنالیز رگرسیون رابطه بین پارامترهای اندازه‌گیری شده با عرض کاراپاس در افراد جوان و بالغ خرچنگ *Austruca iranica* به تفکیک جنس

Table 6: The regression analysis of the relationship between measured parameters and carapace width in young and adult individuals of *Austruca iranica* by sex

جنسیت	پارامتر	مرحله بلوغ	تعداد	شیب خط (خطای معیار±)	عرض از مبدا (خطای معیار±)	ضریب تعیین	اختلاف بین شیب‌ها
جنس نر	بند اول	جوان	۲۹	۰/۴۰۸ ± ۰/۰۴۰	۰/۳۸۶ ± ۰/۵۶۹	۰/۸۰	متفاوت و معنی‌دار بود
		بالغ	۶۴	۰/۲۷۹ ± ۰/۰۲۴	۰/۳۳۶ ± ۰/۸۱۲	۰/۶۸	
	بند چهارم	جوان	۳۰	۰/۳۳۰ ± ۰/۰۳۰	۰/۲۹۸ ± ۰/۲۷۶	۰/۸۱	یکسان و معنی‌دار نبود
		بالغ	۶۳	۰/۲۷۲ ± ۰/۰۲۲	۰/۳۰۴ ± ۰/۲۴۹	۰/۷۱	
	بند ششم	جوان	۳۱	۰/۱۹۶ ± ۰/۰۲۱	۰/۲۰۷ ± ۰/۴۱۵	۰/۷۵	یکسان و معنی‌دار نبود
		بالغ	۶۲	۰/۱۹۰ ± ۰/۰۱۷	۰/۲۳۶ ± ۰/۵۹۴	۰/۶۷	
جنس ماده	طول شکمی	جوان	۳۰	۰/۶۵۷ ± ۰/۰۵۹	۰/۵۷۷ ± ۰/۶۷۹	۰/۸۲	متفاوت و معنی‌دار بود
		بالغ	۶۳	۰/۴۹۷ ± ۰/۰۴۹	۰/۶۷۶ ± ۱/۰۹۴	۰/۶۲	
	ارتفاع بدن	جوان	۳۰	۰/۶۷۸ ± ۰/۰۵۳	۰/۵۲۳ ± ۰/۴۰۶	۰/۸۵	یکسان و معنی‌دار نبود
		بالغ	۶۳	۰/۵۶۹ ± ۰/۰۳۴	۰/۴۶۴ ± ۰/۸۰۲	۰/۸۲	
	طول کاراپاس	جوان	۳۱	۰/۶۸۰ ± ۰/۰۴۳	۰/۴۲۲ ± ۱/۰۷۰	۰/۹۰	یکسان و معنی‌دار نبود
		بالغ	۶۲	۰/۶۰۵ ± ۰/۰۴۴	۰/۶۰۵ ± ۰/۳۵۹	۰/۷۶	
جنس ماده	بند اول	جوان	۹	۰/۴۸۹ ± ۰/۰۷۶	۰/۶۰۸ ± ۰/۷۷۲	۰/۸۵	یکسان و معنی‌دار نبود
		بالغ	۴۲	۰/۴۴۳ ± ۰/۰۴۶	۰/۵۵۶ ± ۰/۱۴۲	۰/۷۰	
	بند چهارم	جوان	۹	۰/۶۵۶ ± ۰/۰۵۴	۰/۴۲۰ ± ۲/۰۹۹	۰/۹۶	یکسان و معنی‌دار نبود
		بالغ	۴۲	۰/۵۶۶ ± ۰/۰۳۱	۰/۳۷۸ ± ۰/۸۲۰	۰/۹۰	
	بند ششم	جوان	۹	۰/۶۴۴ ± ۰/۰۹۴	۰/۷۳۸ ± ۲/۵۲۴	۰/۸۷	یکسان و معنی‌دار نبود
		بالغ	۴۲	۰/۳۹۷ ± ۰/۰۳۸	۰/۴۵۵ ± ۰/۰۸۳	۰/۷۳	
	طول شکمی	جوان	۹	۰/۶۴۹ ± ۰/۰۹۹	۰/۷۸۲ ± ۰/۴۲۱	۰/۸۶	متفاوت و معنی‌دار بود
		بالغ	۴۲	۰/۳۶۳ ± ۰/۰۴۳	۰/۵۱۹ ± ۲/۴۳۵	۰/۶۴	
	ارتفاع بدن	جوان	۱۷	۰/۶۳۷ ± ۰/۰۵۳	۰/۴۸۰ ± ۰/۰۱۲	۰/۹۱	یکسان و معنی‌دار نبود
		بالغ	۳۴	۰/۵۱۹ ± ۰/۰۵۳	۰/۶۵۸ ± ۱/۲۳۹	۰/۷۵	
	طول کاراپاس	جوان	۹	۰/۵۵۷ ± ۰/۱۰۵	۰/۸۲۶ ± ۰/۰۵۶	۰/۸	یکسان و معنی‌دار نبود
		بالغ	۴۲	۰/۶۱۷ ± ۰/۰۳۴	۰/۴۱۰ ± ۰/۳۴۱	۰/۹۰	

مقادیر CW_{50} خرچنگ *O. rotundata* براساس بلوغ مرفومتریکی برآورده شده به سه روش معمول، بوت استرپ و بیزین به تفکیک جنسیت و ضرایب رگرسیون لجستیک، ضرایب تعیین و فواصل اطمینان برای CW_{50} نیز در جدول ۷ ارائه شده است. مقادیر CW_{50} محاسبه شده برای جنس نر به سه روش معمول، بوت استرپ و بیزین به ترتیب برابر با ۳۳/۰۲، ۳۲/۸۲ و ۳۳/۰۵ میلی متر بود که مقادیر برآوردی در سه روش تقریباً با هم برابر بودند. مقادیر CW_{50} به دست آمده برای جنس ماده تا حدودی کمتر از مقادیر به دست آمده برای جنس نر بود به طوری که در هر سه روش برابر با ۲۹ میلی متر بود.

مقادیر CW_{50} خرچنگ *O. rotundata* براساس بلوغ مرفومتریکی برآورده شده به سه روش معمول، بوت استرپ و بیزین به تفکیک جنسیت و ضرایب رگرسیون لجستیک، ضرایب تعیین و فواصل اطمینان برای CW_{50} نیز در جدول ۷ ارائه شده است. مقادیر CW_{50} محاسبه شده برای جنس نر به سه روش معمول، بوت استرپ و بیزین به ترتیب برابر با ۳۳/۰۲، ۳۲/۸۲ و ۳۳/۰۵ میلی متر بود که مقادیر برآوردی در سه روش تقریباً با هم برابر بودند. مقادیر CW_{50} به دست آمده برای جنس ماده تا حدودی کمتر از مقادیر به دست آمده برای جنس نر بود به طوری که در هر سه روش برابر با ۲۹ میلی متر بود.

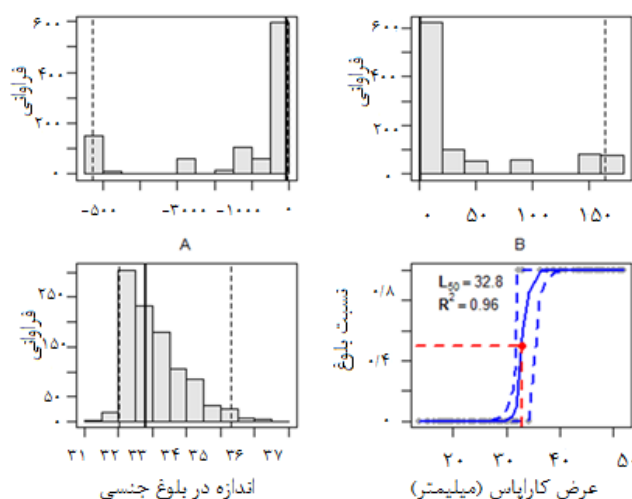
جدول ۷: نتایج آنالیز رگرسیون لجستیک برآورد اندازه طول بلوغ جنسی (CW_{50}) خرچنگ *Ocypode rotundata* به سه روش معمول، بوت استرپ و بیزین

Table 7: Logistic regression analysis results of estimated sexual maturity length (CW_{50}) in *Ocypode rotundata* by Common, bootstrap and Bayesian

روش	CW_{50} (میلی متر)	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	ضرایب	ضریب تعیین
جنس نر				
			A	B
معمول	۳۳/۰۲	-	-۴۰/۱۵	۱/۲۲
بوت استرپ	۳۲/۸۲	۳۲/۰ - ۳۵/۳	-۴۶/۷۱	۱/۴۲
بیزین	۳۳/۰۵	۳۱/۸ - ۳۴/۵	-۴۰/۷۹	۱/۲۳
جنس ماده				
			A	B
معمول	۲۹/۳۵	-	-۴۹/۹۹	۱/۷۰
بوت استرپ	۲۹/۳۴	۲۸/۴ - ۳۰/۳	-۶۱/۲۲	۲/۰۹
بیزین	۲۹/۳۹	۲۸/۴ - ۳۰/۲	-۴۱/۶۸	۱/۴۲

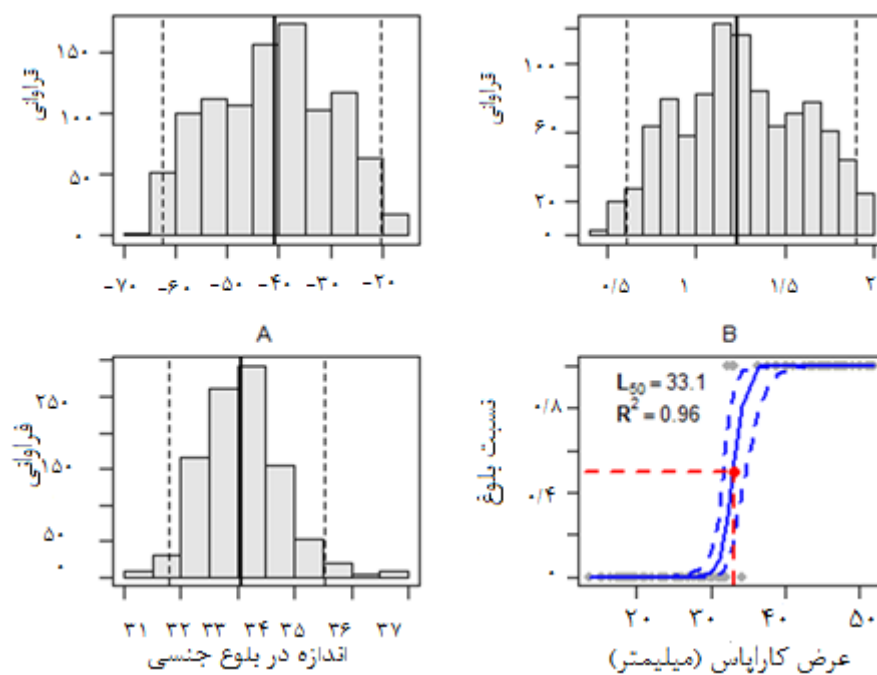
خرچنگ *O. rotundata* در شکل های ۵ (روش بوت استرپ) و ۶ (روش بیزین) و برای جنس ماده در شکل های ۷ (روش بوت استرپ) و ۸ (روش بیزین) نشان داده شده است.

رابطه بین پهنای کاراپاس و نسبت بلوغ برای محاسبه CW_{50} به همراه توزیع فراوانی اندازه بلوغ جنسی (CW_{50}) و توزیع فراوانی ضرایب رگرسیون لجستیک برای جنس نر

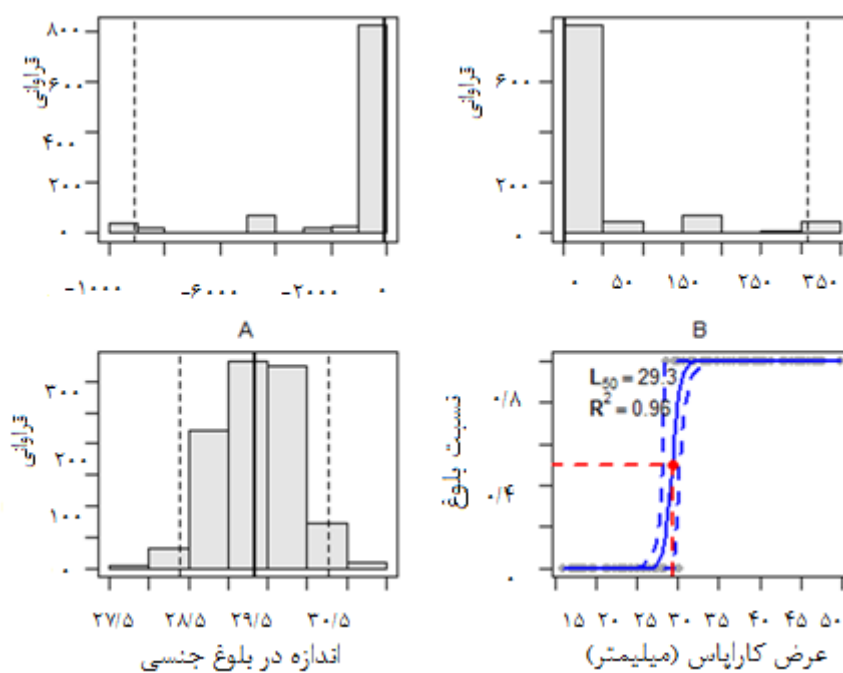


شکل ۵: برآورد اندازه طول بلوغ جنسی (CW_{50}) جنس نر خرچنگ *Ocypode rotundata* به روش بوت استرپ

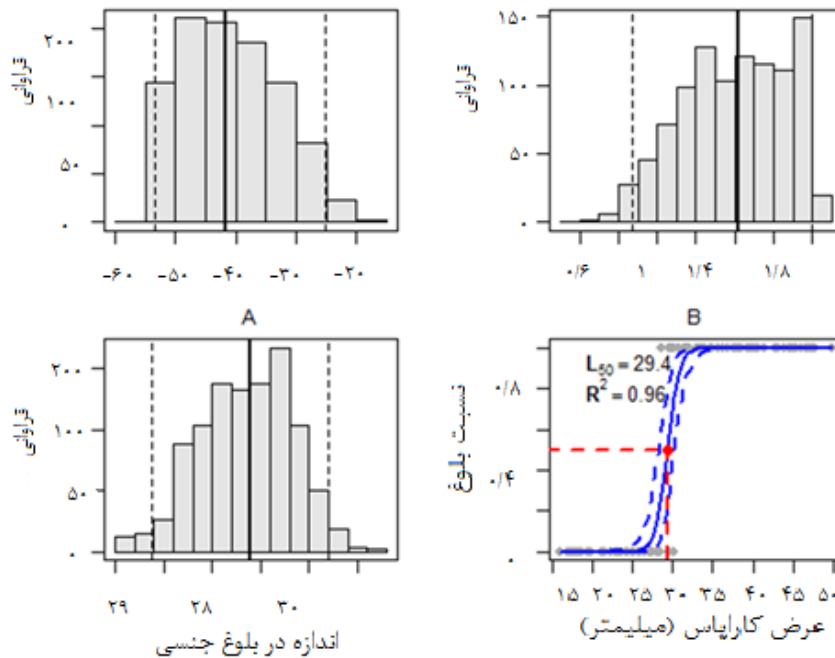
Figure 5: Estimating of sexual maturity length (CW_{50}) in male crab of *Ocypode rotundata* by Bootstrap method.



شکل ۶: برآورد اندازه طول بلوغ جنسی (CW_{50}) جنس نر خرچنگ *Ocypode rotundata* به روش بیزین
 Figure 6: Estimating of sexual maturity length (CW_{50}) in male crab of *Ocypode rotundata* by Bayesian method.



شکل ۷: برآورد اندازه طول بلوغ جنسی (CW_{50}) جنس ماده خرچنگ *Ocypode rotundata* به روش بوت استرپ
 Figure 7: Estimating of sexual maturity length (CW_{50}) in female crab of *Ocypode rotundata* by Bootstrap method.



شکل ۸: برآورد اندازه طول بلوغ جنسی (CW_{50}) جنس ماده خرچنگ *Ocypode rotundata* به روش بیزین
Figure 8: Estimating of sexual maturity length (CW_{50}) in female crab of *Ocypode rotundata* by Bayesian method.

هر جنس تقریباً با هم برابر بودند به طوری که مقادیر CW_{50} برای جنس نر و ماده به ترتیب ۱۱/۶۱ و ۹/۱۵ میلی متر به دست آمد. براساس نتایج، مقدار CW_{50} جنس نر بیشتر از جنس ماده به دست آمد.

مقادیر CW_{50} خرچنگ *A. iranica* براساس بلوغ مرفومتريک برآورده شده به سه روش معمول، بوت استرپ و بیزین به تفکیک جنسیت و ضرایب رگرسیون لجستیک، ضرایب تعیین و فواصل اطمینان برای CW_{50} نیز در جدول ۸ ارائه شده است. مقادیر برآوردی CW_{50} در سه روش برای

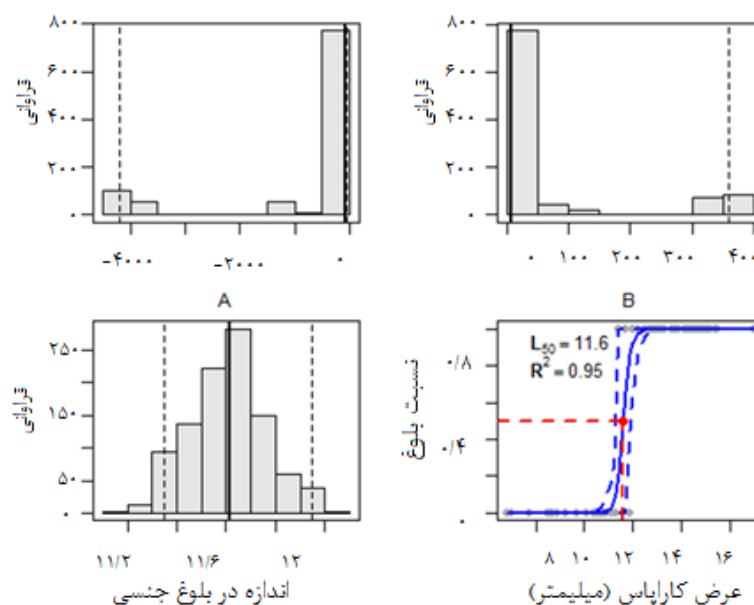
جدول ۸: نتایج آنالیز رگرسیون لجستیک برآورد اندازه طول بلوغ جنسی (CW_{50}) خرچنگ *Austruca iranica* به سه روش معمول، بوت استرپ و بیزین

Table 8: Logistic regression analysis results of estimated sexual maturity length (CW_{50}) in *Austruca iranica* by Common, Bootstrap and Bayesian methods..

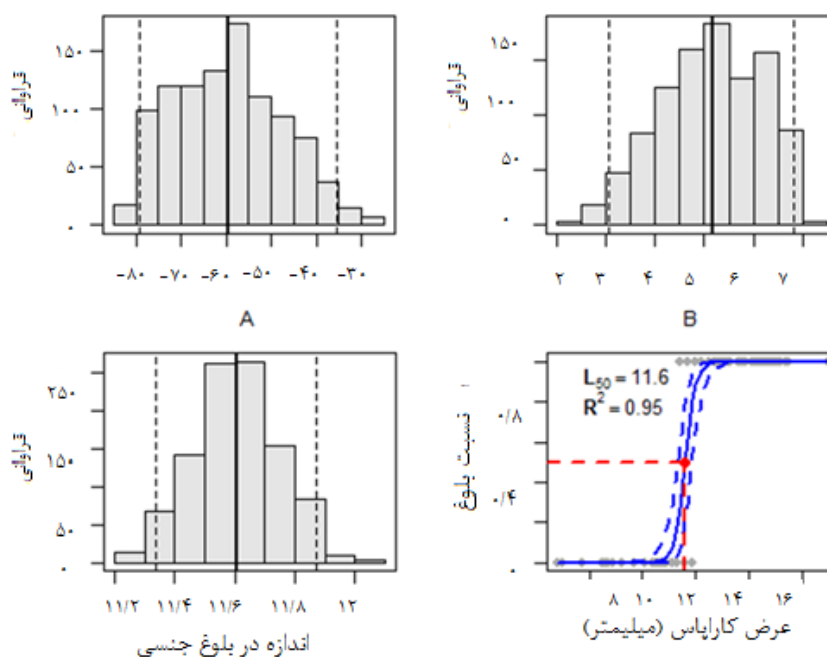
روش	CW_{50} (میلی متر)	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	ضرایب	ضریب تعیین
جنس نر				
معمول	۱۱/۶۱	-	۵/۵۴۳	۶۴/۳۲
بوت استرپ	۱۱/۶۱	۱۱/۳ - ۱۱/۹	۶/۵۵۷	۷۶/۱۶
بیزین	۱۱/۶۱	۱۱/۳ - ۱۱/۹	۵/۱۸	۵۹/۴۲
جنس ماده				
معمول	۹/۱۵	-	۵۷/۶	۵۲۷/۷
بوت استرپ	۹/۱۵	۸/۸ - ۹/۶	۵۰/۹	۴۶۳/۹
بیزین	۹/۱۵	۹/۲ - ۹/۲	۵۷/۶	۵۲۷/۷

خرچنگ *A. iranica* در اشکال ۹ (روش بوت استرپ) و ۱۰ (روش بیزین) و برای جنس ماده در اشکال ۱۱ (روش بوت استرپ) و ۱۲ (روش بیزین) نشان داده شده است.

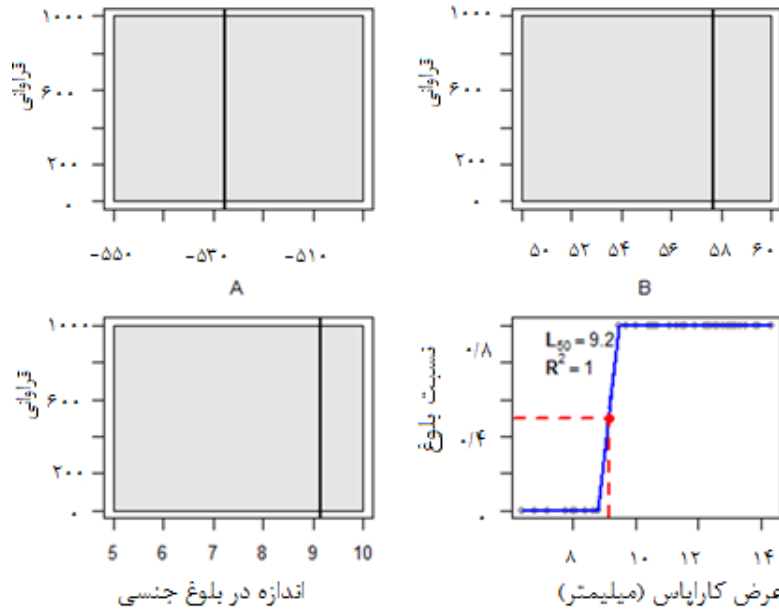
رابطه بین پهنای کاراپاس و نسبت بلوغ برای محاسبه CW_{50} به همراه توزیع فراوانی اندازه بلوغ جنسی (CW_{50}) و توزیع فراوانی ضرایب رگرسیون لجستیک برای جنس نر



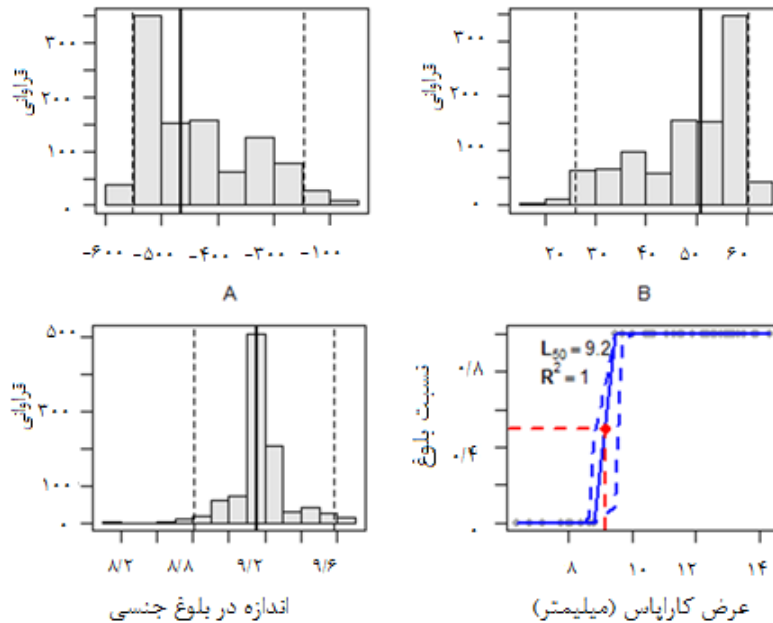
شکل ۹: برآورد اندازه طول بلوغ جنسی (CW_{50}) جنس نر خرچنگ *Austruca iranica* به روش بوت استرپ
Figure 9: Estimating of sexual maturity length (CW_{50}) in male crab of *Austruca iranica* by Bootstrap method



شکل ۱۰: برآورد اندازه طول بلوغ جنسی (CW_{50}) جنس نر خرچنگ *Austruca iranica* به روش بیزین
Figure 10: Estimating of sexual maturity length (CW_{50}) in male crab of *Austruca iranica* by Bayesian method



شکل ۱۱: برآورد اندازه طول بلوغ جنسی (CW_{50}) جنس ماده خرچنگ *Austruca iranica* به روش بوت استرپ
Figure 11: Estimating of sexual maturity length (CW_{50}) in female crab of *Austruca iranica* by Bootstrap method



شکل ۱۲: برآورد اندازه طول بلوغ جنسی (CW_{50}) جنس ماده خرچنگ *Austruca iranica* به روش بیزین
Figure 12: Estimating of sexual maturity length (CW_{50}) in female crab of *Austruca iranica* by Bayesian method

۱۱/۶±۳۳/۱ میلی متر و برای جنس ماده ۴۹/۸-۱۶ میلی متر
با میانگین ۳۲/۲±۹/۸ میلی متر به دست آمد. برای خرچنگ
A. iranica این محدوده برای جنس نر ۱۷-۶/۸ میلی متر

بحث
در این مطالعه محدوده پهنای کاراپاس در خرچنگ *O. rotundata* برای جنس نر ۵۲-۱۳/۶ میلی متر با میانگین

این مطالعه با نتایج Hartnol (۱۹۷۸) مطابقت دارد. وی نشان داد که بسیاری از سخت‌پوستان به‌ویژه خرچنگ‌های *brachyuran*، دارای تفاوت‌هایی در رشد نسبی هستند. در مورد دو گونه *O. rotundata* و *A. iranica* در مطالعه حاضر این الگو نیز مشاهده شد به‌طوری‌که تفکیک جنسیت از روی قسمت‌های بدن قابل انجام بود که نشان‌دهنده بلوغ مورفومتریک در این گونه‌هاست. در این مطالعه از بین صفات ریخت‌سنجی نسبی محاسبه‌شده، مقادیر طول شکمی، پهنای اولین بند شکمی، پهنای پنجمین بند شکمی و پهنای ششمین بند شکمی جنس ماده خرچنگ *O. rotundata* به طور معنی‌داری از مقادیر محاسبه‌شده برای جنس نر بیشتر بود. از سوی دیگر، این تفاوت در جنس ماده خرچنگ *A. iranica* در صفات پهنای اولین بند شکمی، پهنای پنجمین بند شکمی و پهنای ششمین بند شکمی مشاهده شد. در مطالعه نادری و همکاران (۱۳۹۷) نسبت پهنای سینه، طول شکمی، پهنای اولین بند شکمی، پهنای چهارمین بند شکمی، پهنای ششمین بند شکمی، طول چنگک بزرگ و ارتفاع چنگک بزرگ بین دو جنس، تفاوت معنی‌داری نشان دادند. به طور کلی، در خرچنگ‌های *Ocypode* دوشکلی جنسی در ارتباط با عمل جفت‌گیری از طریق اندازه و وزن بیشتر چنگک در جنس نر به علت نقش کلیدی آنها در فرایند جفت‌گیری قابل مشاهده است (Ivo et al., 1999). از این‌رو، اندازه بزرگ‌تر خرچنگ‌های نر می‌تواند یک شانس جهت جفت‌گیری با ماده‌های بیشتر و پیروزی بیشتر در نزاع‌های درون گونه‌ای نیز باشد. از سوی دیگر، قسمت شکمی در جنس ماده به دلیل اهمیتی که در حفاظت و هج شدن تخم‌ها دارد، نقش مهمی در تولیدمثل ایفاء می‌کند. بنابراین، یکی از پارامترهای اصلی متمایزکننده جنسیت در خرچنگ‌هاست (Hartnoll, 1974). دو شکلی جنسی، بیان تفاوت‌های بارز خصوصیات بین دو جنس نر و ماده در سنین بلوغ بوده که به طور گسترده در میان سخت‌پوستان ده‌پا شناخته شده است. خصوصیات ریختی سخت‌پوستان که به‌وسیله الگوهای رشد آنها نشان داده می‌شوند، برای درک فرایند بلوغ و تاریخچه زندگی آنها ضروری است (Conan and Comeau, 1986; Pinheiro and Fransozo,

با میانگین $12/4 \pm 2/21$ میلی‌متر و برای جنس ماده $14/3 - 6/4$ میلی‌متر با میانگین $11/2 \pm 1/98$ میلی‌متر ثبت شد. کوچکترین و بزرگترین جنس نر خرچنگ *O. rotundata* صید شده در مطالعه نادری و همکاران (۱۳۹۷) دارای پهنای کاراپاس $8/4$ میلی‌متر و $55/2$ میلی‌متر بود. همچنین در این مطالعه خرچنگ‌های ماده صید شده دارای دامنه پهنای کاراپاس $51/5 - 8/1$ میلی‌متر بودند. در سایر مطالعات انجام شده بر این خرچنگ در سایر مناطق، محدوده پهنای کاراپاس را $60 - 5$ میلی‌متر و $65 - 5$ میلی‌متر گزارش کرده اند (نجفی و همکاران، ۱۳۹۲؛ زاهدی و همکاران، ۱۳۹۲). در مطالعه حاجیانی‌نژاد و همکاران (۱۴۰۱) کوچکترین ($1/89$ میلی‌متر) و بزرگترین ($17/04$ میلی‌متر) اندازه خرچنگ *A. iranica* مربوط به جنس نر بود. Saeedi و همکاران (۲۰۱۸) محدوده عرض کاراپاس برای جنس نر و ماده این گونه را به ترتیب $5/5 - 19$ میلی‌متر و $16 - 3/4$ میلی‌متر گزارش کردند. برای گونه *Austruca sindensis* (16 میلی‌متر، 20 میلی‌متر برای جنس نر و $12/5$ میلی‌متر، $14/8$ میلی‌متر برای جنس ماده در دو منطقه کمپ هامون و فرودگاه بندرعباس) (ماندگاری و همکاران، ۱۴۰۰) نیز بیشترین عرض کاراپاس را برای جنس نر گزارش کردند. این اختلاف در اندازه پهنای کاراپاس ممکن است به دلیل تفاوت در روش‌های صید آنها، نوع اکوسیستم مورد مطالعه و پاسخ‌های متفاوت گونه‌ها به شرایط زیست‌محیطی باشد. در اغلب خرچنگ‌های *Ocypodidae* خرچنگ‌های نر تمایل به رسیدن وزن و اندازه بزرگتر را در مقایسه با خرچنگ‌های ماده (Lopez Greco, 2000; Negreiros-Fransozo et al., 2002) دارند که این موضوع می‌تواند به دلیل رقابت بیشتر جهت جفت‌گیری با ماده‌های بیشتر باشد (Christy, 1982; Christy and Salmon, 1984).

تاریخچه زندگی یک گونه شامل مجموعه اطلاعاتی نظیر بلوغ جنسی، تغییرات در رشد آلومتریک و سنی که هر کدام از آنها اتفاق می‌افتد، است. در خرچنگ‌ها، بلوغ مورفومتریک معمولاً هم‌زمان با تغییرات آلومتریک در رشد مشاهده می‌شود (González-Gurriarán and Freire, 1994; Fernández Vergaz et al., 2000). نتایج به‌دست آمده از

میلی متر به دست آمد که از لحاظ عددی تقریباً با هم برابرند. مقدار CW_{50} برای جنس ماده در هر سه روش برابر با ۲۹ میلی متر بود. مقادیر برآوردی اندازه در اولین بلوغ جنسی در این مطالعه براساس بلوغ مرفومتری کمتر از این میزان برآورد شده براساس بلوغ گنادی در مطالعه Naderi و همکاران (۲۰۱۸b) (۳۸/۵۷) (میلی متر) و نجفی و همکاران (۱۳۹۲) (۳۶) (میلی متر) (جدول ۹) و بیشتر از میزان برآورد شده برای سایر گونه‌های مختلف خرچنگ شیب ((پهنای کاراپاس ۲۶ میلی متر برای خرچنگ *O. quadrata* (Haley, 1969)؛ پهنای کاراپاس ۱۹/۲ میلی متر بر اساس رابطه پهنای کاراپاس- پهنای شکمی برای خرچنگ *O. quadrata* (Negreiros-Fransozo et al., 2002)؛ پهنای کاراپاس ۲۴ میلی متر برای *O. quadrata* (Negreiros-Fransozo et al., 2002)؛ پهنای کاراپاس ۲۷-۳۱ میلی متر برای *O. platytarsis* (Sukumaran, 1985) بود. در مورد خرچنگ *A. iranica* مقدار CW_{50} در سه روش برای هر جنس تقریباً با هم برابر بودند به طوری که مقادیر CW_{50} برای جنس نر و ماده به ترتیب ۱۱/۶۱ و ۹/۱۵ میلی متر به دست آمد.

1998; Sampedro et al., 1999; Hirose et al., 2013).

در این مطالعه برای خرچنگ *O. rotundata* اختلاف معنی داری بین مقادیر شیب خط رگرسیون پهنای چهارمین، ششمین بند شکمی و ارتفاع بدن با عرض کاراپاس در خرچنگ‌های جوان و بالغ هر دو جنس نر و ماده و مقادیر شیب خط رگرسیون پهنای اولین بند شکمی و طول کاراپاس با عرض کاراپاس خرچنگ‌های جوان و بالغ جنس ماده مشاهده شد. از سوی دیگر، برای خرچنگ *A. iranica* تن‌ها بین مقادیر شیب خط رگرسیون طول شکمی و ارتفاع بدن با عرض کاراپاس در خرچنگ‌های جوان و بالغ هر دو جنس نر و ماده و مقادیر شیب خط رگرسیون پهنای اولین بند شکمی با عرض کاراپاس خرچنگ‌های جوان و بالغ جنس نر این تفاوت معنی دار به دست آمد.

رشد سوماتیک و اندازه بلوغ از ویژگی‌های مهم در رشد و تکامل سخت‌پوستان است که منجر به درک بهتری از جمعیت و زیست‌شناسی تولیدمثل می‌شود. در این مطالعه مقدار CW_{50} محاسبه شده براساس بلوغ مرفومتری برای جنس نر خرچنگ *O. rotundata* به سه روش معمول، بوت استرپ و بیزین به ترتیب برابر با ۳۳/۰۲، ۳۲/۸۲ و ۳۳/۰۵

جدول ۹: مقایسه مقادیر برآوردی اندازه در اولین بلوغ جنسی (CW_{50}) خرچنگ *O. rotundata* در مطالعه حاضر با مطالعات قبلی
Table 9: Comparing the estimated size values at the first sexual maturity (CW_{50}) of *O. rotundata* with other studies

منبع	تکنیک آماری	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	نوع بلوغ	جنس	مقدار CW_{50} (میلی متر)
مطالعه حاضر	لجستیک معمول	-	بلوغ مرفومتری	نر	۳۳/۰۲
مطالعه حاضر	لجستیک به روش بوت استرپ	۳۲/۰ - ۳۵/۳	بلوغ مرفومتری	نر	۳۲/۸۲
مطالعه حاضر	لجستیک به روش بیزین	۳۱/۸ - ۳۴/۵	بلوغ مرفومتری	نر	۳۳/۰۵
مطالعه حاضر	لجستیک معمول	-	بلوغ مرفومتری	ماده	۲۹/۳۵
مطالعه حاضر	لجستیک به روش بوت استرپ	۲۸/۴ - ۳۰/۳	بلوغ مرفومتری	ماده	۲۹/۳۴
مطالعه حاضر	لجستیک به روش بیزین	۲۸/۴ - ۳۰/۲	بلوغ مرفومتری	ماده	۲۹/۳۹
نادری و همکاران (۱۳۹۶)	-	-	بلوغ گنادی	ماده	۳۸/۵۷
نجفی و همکاران (۱۳۹۲)	-	-	بلوغ گنادی	ماده	۳۶/۰

مطالعه حاجی‌نژاد و همکاران (۱۴۰۱) طول بلوغ جنسی خرچنگ *A. iranica* براساس پهنای کاراپاس ۹/۷ میلی متر

بر اساس نتایج، مقدار CW_{50} در جنس نر در هر دو گونه خرچنگ مورد مطالعه بیشتر از جنس ماده برآورد شد. در

مطالعه برای خرچنگ *A. iranica* بزرگتر از گونه‌های *Uca* Koch (Koch et al., 2005) *Uca rapax* (Mokhtari et al., 2005) *Uca lactea annulipes* (al., 2008) و کوچکتر از گونه‌های *Uca maracoani* (Koch et al., 2005) و *Uca thayeri* (De Almeida Farias et al., 2014) بود.

برای جنس ماده به دست آمد. Saeedi و همکاران (۲۰۱۸) این مقدار را ۱۰/۲ میلی‌متر برای جنس ماده (براساس میانگین کوچکترین پهنای کاراپاس ۵ عدد خرچنگ ماده حامل تخم)، ۶/۶۵ برای جنس نر، ۶/۲ برای جنس ماده در منطقه یک سندسپت و ۸/۲ برای جنس نر، ۶/۳ برای جنس ماده در منطقه دو سندسپت (Saher et al., 2019) گزارش کردند (جدول ۱۰). مقدار برآورد شده بلوغ جنسی در این

جدول ۱۰: مقایسه مقادیر برآوردی اندازه در اولین بلوغ جنسی (CW_{50}) خرچنگ *A. iranica* در مطالعه حاضر با مطالعات قبلی
Table 10: Comparing the estimated size values at the first sexual maturity (CW_{50}) of *A. iranica* with other studies

منبع	تکنیک آماری	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	نوع بلوغ	جنس	مقدار CW_{50} (میلی‌متر)
مطالعه حاضر	لجستیک معمول	-	بلوغ مرفومتريک	نر	۱۱/۶۱
مطالعه حاضر	لجستیک به روش بوت استرپ	۱۱/۳ - ۱۱/۹	بلوغ مرفومتريک	نر	۱۱/۶۱
مطالعه حاضر	لجستیک به روش بیزین	۱۱/۳ - ۱۱/۹	بلوغ مرفومتريک	نر	۱۱/۶۱
مطالعه حاضر	لجستیک معمول	-	بلوغ مرفومتريک	ماده	۹/۱۵
مطالعه حاضر	لجستیک به روش بوت استرپ	۸/۸ - ۹/۶	بلوغ مرفومتريک	ماده	۹/۱۵
مطالعه حاضر	لجستیک به روش بیزین	۸/۸ - ۹/۶	بلوغ مرفومتريک	ماده	۹/۱۵
Saher et al., 2019	-	-	بلوغ مرفومتريک	نر	۶/۶۵
Saher et al., 2019	-	-	بلوغ مرفومتريک	ماده	۶/۲
Saher et al., 2019	-	-	بلوغ مرفومتريک	نر	۸/۲
Saher et al., 2019	-	-	بلوغ مرفومتريک	ماده	۶/۳
Saeedi et al., 2018	-	-	میانگین کوچکترین پهنای کاراپاس ۵ عدد ماده حامل تخم	ماده	۱۰/۲
حاجیانی نژاد و همکاران، ۱۴۰۱	-	-	میانگین کوچکترین پهنای کاراپاس ۵ عدد ماده حامل تخم	ماده	۹/۷

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تعیین اندازه بلوغ جنسی در دو گونه *A. iranica* و *O. rotundata* از طریق بررسی تغییرات مورفومتريک، روشی قابل اعتماد بوده که در مقایسه با بررسی رشد و توسعه گنادها به منظور تخمین اندازه در بلوغ جنسی یک روش سریع است.

منابع

ماندگاری، م.ر.، کامرانی، ا.، صفایی، م.، نادری، م. و دلیری، م.، ۱۴۰۰. بررسی مقایسه‌ای رشد، تولیدمثل و رفتار لانه سازی در خرچنگ *Austruca sindensis*

عوامل مختلفی نظیر پارامترهای غیرزنده، فعالیت‌های منطقه‌ای، فعالیت‌های فصلی (Wenner et al., 1974) و منابع مختلف غذایی قابل دسترس (Diaz and Conde, 2002; Negreiros-Fransozo et al., 1989) ممکن است اندازه‌ای که انتظار می‌رود افراد به بلوغ برسند (۵۰ درصد) را تحت تأثیر قرار دهند. همچنین آغاز بلوغ جنسی خرچنگ‌های Ocypodids در عرض‌های جغرافیایی مختلف مناطق معتدله و گرمسیری می‌تواند به دلیل اختلاف در شرایط محیطی بسیار متفاوت باشد (Thurman, 1985; Bezerra and Matthews-Cascona, 2007).

- relationship and condition factor of *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda, Ucididae) at tropical mangroves of Northeast Brazil. *Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre*, 102(3):277-284. Doi: 10.1590/S0073-47212012000300005.
- Bezerra, A.E.L. and Matthews-Cascona, H., 2007.** Population and reproductive biology of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Crustacea: Ocypodidae) in a tropical mangrove from Northeast Brazil. *Acta Oecologica*, 31:251-258.
- Christy, J.H., 1982.** Burrow structure and use in the sand fiddler crab, *Uca pugilator* (Bosc). *Animal Behaviour*, 31: 687-694. DOI: 10.1016/S0003-3472(82)80139-5.
- Christy, J.H. and Salmon, M., 1984.** Ecology and evolution of mating system of fiddler crabs (genus *Uca*). *Biological Reviews*, 59: 483-509. DOI: 10.1111/j.1469-185X.1984.tb00412.x.
- Conan, G.Y. and Comeau, M., 1986.** Functional maturity and terminal molt of male snow crab, *Chionoecetes opilio*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43: 1710-1719.
- Corgos, A., and J. Freire. 2006.** Morphometric and gonad maturity in the spider crab *Maja brachydactyla*: a comparison of methods for estimating size at maturity in species with determinate growth. *Journal of Marine Science and Engineering*, 63:851-859. Doi: 10.1016/j.icesjms.2006.03.003
- Dahl, E., 1953.** Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. *Oikos*, 4: 1-27.
- Davie, P.J.F., 1994.** Variations in diversity of mangrove crabs in tropical Australia.
- جنگل‌های مانگرو مناطق بندرعباس و جزیره قشم. پایان نامه. دانشکده علوم و فنون دریایی. دانشگاه هرمزگان. ۹۲ صفحه.
- حاجیان‌نژاد، ز.، قربانی، ر.، هدایتی، س.ع.ا.، زارع، پ. و نادری، م.، ۱۴۰۱. بررسی برخی پارامترهای پویایی جمعیت خرچنگ *Austruca iranica* در سواحل شمالی جزیره قشم، بندر درگهان. مجله بهره برداری و پرورش آبزیان. ۱۱(۳): ۲۸-۱۳.
- زاهدی، ف.، کامرانی، ا.، سوری نژاد، ا. و مومنی، م.، ۱۳۹۲. پویایی جمعیت خرچنگ روح *Ocypode rotundata* در سواحل جزر و مدی بندر جاسک در استان هرمزگان. پایان نامه. دانشگاه هرمزگان.
- مصلح‌آبادی، ز.، درست‌قول، م. و پورمهدی، م.، ۱۳۹۰. بررسی ویژگی‌های مورفومتریک، کارپولوژیک و بلوغ جنسی گونه *Portunus plagicus* در سواحل خوزستان از آب‌های خلیج فارس. پایان‌نامه. دانشگاه شهید چمران اهواز.
- نادری، م.، حسینی، س.ع.، هدایتی، ع.ا.، پازوکی، ج. و لاسترا، م.، ۱۳۹۶. بررسی رشد، تولیدمثل و رفتار لانه‌سازی در خرچنگ *Ocypode rotundata* در سواحل جنوب‌غربی جزیره قشم (بندر صلح). پایان‌نامه. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۵۴ صفحه.
- نادری، م.، حسینی، س.ع.، هدایتی، ع.ا.، پازوکی، ج. و لاسترا، م.، ۱۳۹۷. بررسی برخی از خصوصیات ریخت‌سنجی، فاکتور وضعیت و پارامترهای رشد در خرچنگ *Ocypode rotundata* در سواحل جنوب‌غربی جزیره قشم. مجله بوم‌شناسی آبزیان. ۸(۲): ۷۳-۶۱.
- نجفی، ع.، شکوری، آ.، گیلان، ع. و نیامیمندی، ن.، ۱۳۹۲. زیست‌شناسی تولیدمثل خرچنگ شبح با نام علمی *Ocypode rotundata* در خلیج چابهار. پایان نامه. دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار. ۷۲ صفحه.
- Araújo, M.S.L.C., Castiglioni, D.S. and Petrônio, A.C., 2012.** Width-weight

- Memoirs of the Queensland Museum*, 36: 55-58.
- De Almeida Farias, A.C., Da Silva Castiglioni, D. and José Eduardo Garcia, J.E., 2014.** Population structure of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) in a tropical mangrove. *Thalassa*, 30 (1): 21-37.
- Diaz, H. and Conde, J.E., 1989.** Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science*, 45: 148-163.
- Fernández-Vergaz, V., López Abellán, L.J. and Balguerías, E., 2000.** Morphometric, functional and sexual maturity of the deep-sea red crab *Chaceon affinis* inhabiting Canary Island waters: chronology of maturation. *Marine Ecology Progress Series*, 204: 169-178. Doi: 10.3354/meps204169.
- González-Gurriarán, E. and Freire, J., 1994.** Sexual maturity in the velvet swimming crab *Necora puber* (Brachyura, Portunidae): morphometric and reproductive analyses. *ICES Journal of Marine Science*, 51: 133-145. Doi: 10.1006/jmsc.1994.1015.
- Haley, S.R., 1969.** Relative growth and sexual maturity of the Texas ghost crab, *Ocypode quadrata* (Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*, 17: 285-297.
- Hartnoll, R.G., 1969.** Mating in Brachyura. *Crustaceana*, 16: 161-181. DOI: 10.1163/156854069X00420
- Hartnoll, R.G., 1974.** Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 27(2): 151-156. Doi: 10.1163/156854074X00334.
- Hartnoll, R.G., 1978.** The determination of relative growth in Crustacea. *Crustaceana*, 34: 281-293. Doi: 10.1163/156854078X00844.
- Hirose, G.L., Fransozo, V., Tropea, C., López-Greco, L.S. and Negreiros-Fransozo, M.L., 2013.** Comparison of body size, relative growth and size at onset sexual maturity of *Uca uruguayensis* (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) from different latitudes in the south-western Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(3): 781-788. Doi: 10.1017/S0025315412001038.
- Ivo, C.T.C., Dias, A.F. and Mota, R.I., 1999.** Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus*, (Linnaeus, 1763), capturado no delta do Rio Parnaíba, estado do Piauí. *Boletim Técnico-Científico*, 78(1): 7-42.
- Koch, V., Wolff, M. and Diele, K., 2005.** Comparative population dynamics of four fiddler crabs (Ocypodidae, genus *Uca*) from a north Brazilian mangrove ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 291: 177-188. Doi: 10.3354/meps291177.
- Lopez Greco, L.S., Hernandez, J.E., Bolanos, J., Rodriguez, E.M. and Hernandez, G., 2000.** Population features of *Microphrys bicornutus* Latreille, 1825 (Brachyura, Majidae) from Isla Margarita, Venezuela. *Hydrobiologia*, 439: 151-159. DOI: 10.1023/A:1004130621093.
- Mokhtari, M., Savari, A., Rezai, H., Kochanian, P. and Bitaab, A., 2008.**

- Population ecology of fiddler crab, *Uca lactea annulipes* (Decapoda: Ocypodidae) in Sirik mangrove estuary, Iran. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76:273–281. Doi: 10.1016/j.ecss.2007.07.010.
- Naderi, M., Zare, P., Lastra, M. and Pishehvarzad, F., 2018a.** First record of ghost crab *Ocypode sinensis* (Dai Song and Yang, 1985) (Decapoda: Brachyura: Ocypodidae) from Qeshm Island, Persian Gulf, Iran. *Cahiers de Biologie Marine*, 59: 527-531. Doi: 10.21411/CBM.A.51F168A3.
- Naderi, M., Hosseini, S.A., Hedayati, A., Pazooki, J., Zare, P. and Lastra, M., 2018b.** Reproductive biology of Ghost crab *Ocypode rotundata* (Miers, 1882) (Decapoda, Ocypodidae) of Qeshm Island (Persian Gulf). *Crustaceana*, 91(9): 1039-1059. Doi: 10.1163/15685403-00003804.
- Naderloo, R. and Turkay, M., 2012.** Decapod crustaceans of the littoral and shallow sublittoral Iranian coast of the Persian Gulf: Faunistics, Biodiversity and Zoogeography. *Zootaxa*, 67 P.
- Naderloo, R., Ebrahimnezhad, S. and Sari, A.R., 2015.** Annotated checklist of the decapod crustaceans of the Gulf of Oman, northwestern Indian Ocean. *Zootaxa*, 4028: 397-412.
- Naderloo, R., 2017.** Atlas of crabs of the Persian Gulf. Springer, Switzerland. 440 P.
- Ng, P.K.L., Guinot, D. and Davie, P.J.F., 2008.** Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *Raffles Bulletin of Zoology*, 17: 1-286.
- Negreiros-Fransozo, M.L., Fransozo, A. and Bertini, B., 2002.** Reproductive cycle and recruitment period of *Ocypode quadrata* (Decapode, ocypode) at a sandy beach in southeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 22(1): 157–161. Doi: 10.1651/0278-0372(2002)022[0157:RCARPO]2.0.CO;2.
- Paul, J.M. and Paul, A.J., 1990.** Breeding success of sublegal size male red king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius, 1815) (Decapoda, Lithodidae). *Journal of Shellfish Research*, 9: 29-32.
- Paul, A.J., 1992.** A review of size at maturity in male tanner (*Chionoecetes bairdi*) and king (*Paralithodes camtschaticus*) crabs and the methods used to determine maturity. *American Zoologist*, 32: 534e540. Doi: 10.1093/icb/32.3.534.
- Pinheiro, M.A.A. and Fransozo, A., 1998.** Sexual maturity of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Decapoda, Brachyura, Portunidae), in the Ubatuba littoral, São Paulo state. *Crustaceana*, 71: 434-452.
- Saeedi, H., Kamrani, E., Nordhaus, I. and Diele, K., 2018.** Sediment Temperature Impact on Population Structure and Dynamics of the Crab *Austruca iranica* Pretzmann, 1971 (Crustacea: Ocypodidae) in Subtropical Mangroves of the Persian Gulf. *Wetlands*, 38: 539–549. Doi: 10.1007/s13157-018-0998-5.
- Saher N.U. and Qureshi N.A., 2011.** Relative growth and morphological sexual maturity of *Ilyoplax frater* (Brachyura: Ocypodoidea: Dotillidae) from Mangrove area of Korangi

- Creek. *Pakistan Journal of Zoology*, 43: 133-140.
- Saher, N.S., Qureshi, N.A. and Odhano, S., 2019.** Relative growth and the onset maturity size analysis of *Austruca iranica* (Ocypodidae) along the two coastal regions of Sandspit, Karachi, Pakistan. *Biharean Biologist*, 13(2): 77-84.
- Sainte-Marie, B., Raymond, S. and Brêthes, J.C., 1995.** Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52: 903-924.
- Sampedro, M.P., González-Gurriarán, E., Freire, J. and Muiño, R., 1999.** Morphometry and Sexual Maturity in the Spider Crab *Maja Squinado* (Decapoda: Majidae) in Galicia, Spain. *Journal of Crustacean Biology*, 19: (3) 578-592. Doi: 10.2307/1549263.
- Shih, H.T., Ng, P.K.L., Davie, P.J.F., Schubart, C.D., Turkay, M., Naderloo, R., Jones, D. and Liu M.Y., 2016.** Systematics of the family Ocypodidae Rafinesque, 1815 (Crustacea: Brachyura), based on phylogenetic relationships, with a reorganization of subfamily rankings and a review of the taxonomic status of *Uca* Leach, 1814, sensulato and its subgenera. *Raffles Bulletin of Zoology*, 64: 139-175. Doi: 10.5281/zenodo.5355087.
- Somerton, D.A., 1980.** A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 1488-1494.
- Somerton, D.A., 1981.** Regional variation in the size of maturity of two species of tanner crab (*Chionoecetes bairdi* and *C. opilio*) in the eastern Bering Sea, and its use in defining management subareas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38: 163-174.
- Sukumaran, M., 1985.** Certain aspects of reproductive biology of the ghost crab, *Ocypode platytarsis*. (Ph.D. thesis). University of Calicut, kerala, India.
- Thurman, C.L., 1985.** Evaporative water loss, corporal tempera- ture and the distribution of sympatric fiddler crabs (*Uca*) from south Texas. Comparative. *Biochemistry and Physiology*, 119: 279-286.
- Viau, V.E., Greco, L.S.L., Bond-Buckup, G. and Rodriguez E.M., 2006** Size at the onset of sexual maturity in the anomuran crab, *Aegla uruguayana* (Aeglidae). *Acta Zoology-Stockholm*, 87: 253-264.
- Wenner, A.M., Fusard, C. and Oaten, A., 1974.** Size at onset of sexual maturity and growth rate in crustacean populations. *Canadian Journal of Zoology*, 52: 1095-1106.

Study of relative growth pattern, sexual dimorphism, and morphometric maturity of two species crabs *Ocypode rotundata* (Miers, 1882) and *Austruca iranica* (Pretzmann, 1971) on the coasts of Qeshm Island, Persian Gulf

Naderi, M.^{1*}; Darvish Oladi Y.²; Zare P.³

*Mojtabanaderi1364@yahoo.com

1-Department of Agriculture, Payame Noor University (PNU), P.O. Box 19395-4697 Tehran, Iran.

2-Department of Biology, Payame Noor University, (PNU), P.O. Box 19395-4697, Tehran, Iran

3-Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences Gorgan, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Abstract

In this study, relative growth, sexual dimorphism, and morphometric maturity of *Ocypode rotundata* and *Austruca iranica* were investigated on western south and northern of Qeshm Island. The samples were collected in February 2021. Based on the carapace width, the males of *O. rotundata* (33.1 mm) and males of *A. iranica* (12.4 mm) had average carapace width more than female crabs (32.2 mm and 11.2 mm). The male and female of *A. iranica* and *O. rotundata* had significantly different between three (first part of abdomen width, fourth part of abdomen width, and sixth part of abdomen width) and four (abdomen length, first part of abdomen width, and fourth part of abdomen width, sixth part of abdomen width) traits, respectively ($p < 0.05$). The calculated values of CW_{50} based on the morphometric maturity for *O. rotundata* males with three methods of common, Bootstrap and Bayesian were 33.02 mm, 32.82 mm, and 33.05 mm, respectively. This value was 29 mm for female crabs with three methods. Also, the morphometric maturity values for males and females of *A. iranica* were similar to the three performed methods. The values in the male and female were obtained 11.61 mm and 9.15 mm, respectively. Based on the results, the CW_{50} value in the male crabs for both studied species was more than the female crabs.

Keywords: Morphometric maturity, Relative growth, Sexual dimorphism, Abdomen

*Corresponding author