



Original Research Paper

Spawning biology and some biological parameters of the Indian white prawn *Penaeus indicus* (Edwards, 1837) along Sistan and Baluchistan province (Oman Sea)

Seyed Abbas Hosseini^{*1}, Mohammad Momeni², Mohammad Reza Mirzaei³, Bizhan Azhang³, Salim Jadgal³

¹ Inland Waters Aquatic Stocks Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

² Persian Gulf and Oman Sea Ecological research center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran

³ Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Chabahar, Iran

Key Words

Penaeus indicus
Oman Sea
Length-weight
relationship
Spawning
L_{m50%}

Abstract

Introduction: Indian white shrimp (*Penaeus indicus*) is the dominant species of shrimp with a high economic value in the coastal waters of Oman Sea.

Materials & Methods: Biological data of gillnets fisheries were collected in two fishing grounds in the east (Pasabandar and Gwadar) and west (Pozim and Konarak) during the year 2018-2020.

Results: By recording biological data on 2671 specimen of *P. indicus*, male to female sex ratio was obtained 1:1.17, which shows the predominance of female in the catch composition. The carapace length range (CL) was recorded at 14-58 mm for male, and 17-67 mm for female, with a mean length of larger female (40.1±1.22 mm) than male (38.4±1.26 mm). Data on CL and TL (Total length) by sex showed a significant linear relationship ($p < 0.05$), which in general TL was 4.67 times larger than CL in females and 4.64 times larger than CL in males. The growth pattern was statistically negative allometric between CL and body weight ($p < 0.05$), whereas it was isometric between TL and body weight ($p < 0.05$). Spawning of *P. indicus* occurs throughout the year with two peaks; a major spawning in spring and a minor one in autumn. The smallest mature female was 31 mm CL, with a mean length at first maturity (L_{m50%}) of 37.7 mm.

Conclusion: Time closure on shrimp fishing during the main spawning season, and also catching shrimp with a mean length (CL) larger than L_{m50%} during the opening fishing season is necessary for optimal harvesting the stocks.

* Corresponding Author's email: ab_hossaini@yahoo.com

Received: 22 November 2020; Reviewed: 2 January 2021; Revised: 12 March 2021; Accepted: 20 April 2021

(DOI): [10.22034/AEJ.2021.279587.2491](https://doi.org/10.22034/AEJ.2021.279587.2491)

مقاله پژوهشی

بیولوژی تولیدمثل و مطالعه برخی از پارامترهای زیستی میگو سفید هندی *Penaeus indicus* (Edwards, 1837) در سواحل آب‌های سیستان و بلوچستان (دریای عمان)

سیدعباس حسینی^{۱*}، محمد مومنی^۲، محمدرضا میرزایی^۳، بیژن آژنگ^۳، سلیم جدگال^۳

^۱ مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان داخلی گرگان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
^۲ پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
^۳ مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

میگوی سفید هندی
رابطه طول-وزن
تخم‌ریزی
Lm_{50%}
دریای عمان

مقدمه: میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*) از گونه‌های غالب میگو و باارزش اقتصادی بالای سواحل دریای عمان می‌باشد.

مواد و روش‌ها: داده‌های زیستی میگو در صید تورهای گوشگیر در دو صیدگاه شرقی (پسابندر و گواتر) و غربی (پزم و کنارک) بین سال‌های ۹۹-۱۳۹۷، جمع‌آوری گردید.

نتایج: با ثبت داده‌های ۲۶۷۱ قطعه میگو، نسبت جنسی نر: ماده ۱:۱۷/۱۱ به‌دست آمد که غالب بودن میگو ماده را نشان می‌دهد ($\chi^2=0/9$, $df=1$, $p<0/05$). دامنه طول کاراپاس (CL) در جنس نر ۵۸-۱۴ میلی‌متر و در ماده ۱۴-۶۷ میلی‌متر ثبت شد، که میانگین طولی میگو ماده $40/1 \pm 1/22$ میلی‌متر) بزرگ‌تر از نر $38/1 \pm 4/26$ میلی‌متر) بود. داده‌های طول کاراپاس و طول کل (TL) به تفکیک جنس رابطه خطی معنی‌داری نشان داد ($p<0/05$)، که در جنس ماده میانگین اندازه طول کل $4/67$ برابر طول کاراپاس و در جنس نر $4/64$ برابر اندازه طول کاراپاس ثبت شد. رابطه‌ی نمایی طول کاراپاس و وزن بدن میگو به تفکیک جنس حاکی از الگوی رشد ناهمگون (آلومتریک منفی) بود ($p<0/05$)، که در مقابل رابطه بین طول کل و وزن بدن از الگوی رشد همگون (ایزومتریک) برخوردار بود ($p<0/05$). تخم‌ریزی میگوی سفید هندی در طول سال می‌باشد، که همراه با دو اوج تخم‌ریزی بهاره (اوج قوی) و پاییزه (اوج ضعیف) است. کوچک‌ترین میگو ماده بالغ دارای طول کاراپاس ۳۱ میلی‌متر بود، که میانگین طول بلوغ جنسی (Lm_{50%}) $37/7$ میلی‌متر تعیین شد.

بحث و نتیجه‌گیری: ممنوعیت زمانی صید میگو در منطقه مورد بررسی در دوره اصلی تخم‌ریزی (بهار) و نیز صید میگو با میانگین طولی بزرگ‌تر از Lm_{50%} در زمان فصل آزادسازی در برداشت بهینه از ذخایر ضروری می‌باشد.

مقدمه

خصوصیات زیستی این گونه انجام گرفته است که شامل مطالعات تولیدمثلی در آب‌های ساحلی غرب سریلانکا (۱۰) و آب‌های ساحلی پاکستان (۱۱) و نیز مطالعات مربوط به روابط طول-وزن در آب‌های ساحلی اندونزی (۱۲) می‌باشد. رابطه طول-وزن در ارزیابی ذخایر و مدیریت شیلاتی، مقایسه نرخ‌های رشد و ساختار سنی گونه‌های ماهی و میگو کاربرد دارد (۱۳، ۱۴). همچنین، مطالعات تولیدمثلی برای مدیریت شیلاتی و پرورش گونه‌های مهم تجاری بسیار مهم هستند (۱۵). اگرچه صید میگو سفید هندی دارای اهمیت اقتصادی زیادی در آب‌های ساحلی استان سیستان و بلوچستان می‌باشد، اما تاکنون مطالعاتی در مورد خصوصیات زیستی از قبیل روابط طول-وزن، نسبت جنسی، تولیدمثل و بلوغ جنسی این گونه در این منطقه صورت نگرفته است. از این رو، جهت تکمیل مطالعات ارزیابی ذخایر و برداشت پایدار از جمعیت میگو سفید هندی که همواره مورد نیاز بوده است، تحقیق حاضر جهت دستیابی به اهداف مورد انتظار در این منطقه طی سال‌های ۹۹-۱۳۹۷، انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

جهت دستیابی به اهداف مورد نظر داده‌های زیستی میگو سفید هندی در دو صیدگاه شرقی در گوآتر و پسابندر و صیدگاه غربی در پزم و کنارک در طی دوره زمانی ۳۰ ماهه از ۱۳۹۷/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۹/۰۶/۳۱ جمع‌آوری گردیده است (شکل ۱).



شکل ۱: اسکله‌های صیادی و صیدگاه شرقی (پسابندر و گوآتر) و غربی (پزم و کنارک) میگو جهت نمونه‌برداری داده‌ها در دریای عمان (سواحل استان سیستان و بلوچستان) (۹۹-۱۳۹۷)

جمع‌آوری داده‌ها از ترکیب صید تورهای گوشگیر در طول سال در زمان فصل آزاد سازی صید میگو (مهر و آبان) و نیز سایر ماه‌ها با مراجعه دوره‌ای به مناطق صید انجام گرفت. اندازه کشیده چشمه تور رایج در منطقه مورد استفاده شامل دو نوع تکرشته‌ای ۳۵ و ۵۳

میگوز گروه سخت‌پوستان به دلیل تقاضای زیاد در بازارهای جهانی توجه خاصی را به خود جلب کرده است و به‌عنوان پر مصرف‌ترین محصولات شیلاتی سال در اکثر کشورهای پیشرفته محسوب می‌شود. به دلیل درآمد ارزی بالا، بهره‌برداری از میگو در منابع طبیعی ذخائر را به سطوح برداشت ناسالم رسانده است (۱). از کل تولید جهانی میگو، سهم صید در حدود ۳۷ درصد (۳/۵ میلیون تن) و پرورش در حدود ۶۳ درصد (۶ میلیون تن) می‌باشد (۱). میگوی سفید هندی از گونه‌های میگو دریایی با نام علمی (*Penaeus indicus*) (۱۸۳۷, Edwards) از شاخه بندپایان (Arthropoda) و خانواده Penaeidae می‌باشد. این گونه در عمق ۲ تا ۹۰ متری در بسترهای گلی یا شنی و غالباً در اعماق کم‌تر از ۳۰ متر یافت شده و در این محیط در اعماق کم‌تر از ۵۰ متر تخم‌ریزی می‌کند (۲). پست لاروها از مناطق دریایی به مناطق ساحلی و خوریات پوشیده از جنگل‌های حرا در اثر جریان‌های دریایی به‌منظور تغذیه از مواد غذایی از قبیل فیتوپلانکتون‌ها (مانند دیاتومه‌ها)، مواد پوده‌ای، ماکروفیت‌ها، روزن‌داران، کرم‌های حلقوی، پرتاران، نرم‌تنان و سخت‌پوستان موجود در زیر درختان حرا و کنار ریشه‌های مهاجرت می‌کنند (۲، ۳). میگوهای نوجوان در آب‌های ساحلی اغلب در معرض تغییرات شدید محیطی می‌باشند که بر این اساس فراوانی جمعیت نسل نوپا (Recruitment) و اندازه جمعیت میگو می‌تواند هر ساله دچار تغییر گردد (۴). صید میگو یک صنعت بسیار باارزش در بین جوامع صیادی استان سیستان و بلوچستان است که بخشی از درآمد صیادان منطقه را تامین می‌کند. تورهای گوشگیر از ابزار اصلی صید میگو در این منطقه می‌باشد که در دوره آزادسازی صید در مهر و آبان استفاده می‌شود (۵). در بهار نیز صید هدف میگو با میزان کم‌تری به صورت غیرمجاز توسط تورهای گوشگیر انجام می‌شود، که علاوه بر آن صید در دیگر ماه‌های سال به صورت ضمنی نیز امکان‌پذیر می‌باشد. در ترکیب صید تورهای گوشگیر ۵ گونه میگوی سفید هندی، ببری سبز (*P. semisulcatus*)، ببری سیاه (*P. monodon*)، سفیدسرتیز (*Metapenaeus affinis*) و میگوی موزی (*P. merguensis*) وجود دارد، که میگو سفید هندی گونه غالب (تقریباً ۶۰ درصد کل صید) می‌باشد (۵). در آب‌های دریای عمان مطالعاتی در خصوص شناسایی گونه‌های میگو (۶) و برخی خصوصیات کمی صید و پارامترهای طولی گونه‌های میگو در خلیج گوآتر (۷) انجام گرفت. علاوه بر آن، HasanZadeh Kiabi و Kamrani (۸) و Zarshenas و همکاران (۹) نیز به ترتیب در خصوص روابط داده‌های طول-وزن و نیز تولیدمثل میگو سفید هندی در آب‌های جاسک نتایجی ارائه دادند. در دیگر مناطق نیز مطالعات گسترده‌ای در مورد

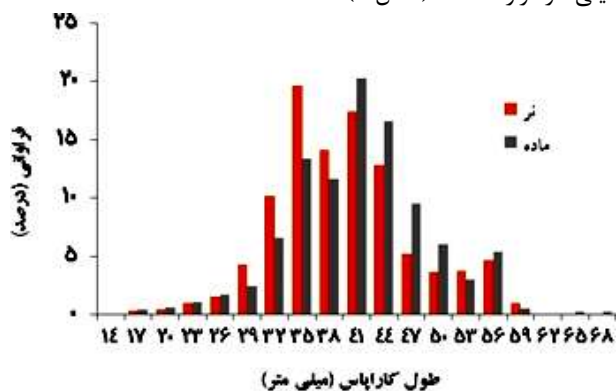
آن‌ها در مرحله ۱ و ۲ جنسی قرار داشتند به‌عنوان میگوهای نابالغ و در مراحل جنسی ۳، ۴ و ۵ قرار داشتند نمونه‌های بالغ در نظر گرفته شدند (۱۱). با محاسبه نسبت میگوهای بالغ به تفکیک گروه‌های طولی سه میلی‌متر $Lm50\%$ براساس معادله ذکر شده محاسبه گردید:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-r_m(t - t_{m50})}}$$

که در آن: P_i درصد میگوهای بالغ به تفکیک گروه طولی؛ t_m شیب منحنی؛ $Lm50$ میانگین طول کاراپاس میگو در زمان رسیدگی جنسی (طولی که در آن ۵۰ درصد از میگوها به بلوغ جنسی رسیده‌اند)؛ t متوسط طول کاراپاس به تفکیک گروه طولی (میلی‌متر)

نتایج

توزیع فراوانی طولی به تفکیک جنس: با بررسی ۲۶۷۱ عدد میگوی سفید‌هندی، نسبت جنسی نمونه‌ها نشان داد که ۴۶/۲ درصد کل صید نر و ۵۳/۸ درصد آن‌ها ماده بودند. نسبت جنسی نر: ماده ۱:۱/۱۷ به‌دست آمد و آزمون کای اسکوئر (χ^2) اختلاف آماری را از نظر فراوانی بین دو جنس نشان داد ($\chi^2=5/9$, $df=1$, $p<0/05$)، که به این ترتیب جنس ماده در ترکیب صید غالب می‌باشد. در جنس نر کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین طول کاراپاس مشاهده شده به‌ترتیب ۱۴ و ۵۸ میلی‌متر و در جنس ماده به‌ترتیب ۱۷ و ۶۷ میلی‌متر بوده است (شکل ۲). میانگین طول (\pm خطای معیار) کاراپاس میگو ماده بزرگ‌تر از میگو نر بوده است، که برای ماده $40/1 \pm 1/22$ و برای نر $38/1 \pm 4/26$ میلی‌متر ثبت شده است. میانگین طولی برای کل جمعیت میگو $39/0 \pm 3/88$ میلی‌متر محاسبه شده است. اکثر فراوانی صید نرها (۶۴ درصد) بین دامنه طولی ۳۳-۴۱ میلی‌متر طول کاراپاس بود که در مورد ماده‌ها غالب صید (۷۱ درصد) در دامنه طولی ۳۳-۴۷ میلی‌متر قرار داشتند (شکل ۲).



شکل ۲: توزیع فراوانی طولی میگوی سفید‌هندی به تفکیک جنس در ترکیب صید تورهای گوشگیر در دریای عمان (۱۳۹۷-۹۹)

میلی‌متر برای صید میگو می‌باشد. در زمان جمع‌آوری داده‌ها پس از تعیین جنسیت (نر یا ماده)، اندازه طول کاراپاس و طول کل میگو سفید‌هندی به‌وسیله کولیس با دقت ۱ میلی‌متر و وزن توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۱ گرم ثبت گردید. مقایسه نسبت جنسی نر و ماده میگو از طریق آزمون کای اسکوئر (χ^2) با درجه آزادی (۱ - n) صورت گرفته است. رابطه طول کاراپاس با طول کل از طریق رابطه خطی در سطح خطای ۵ درصد محاسبه گردید که میزان برازش براساس ضریب تعیین (R^2) و مجموع مربعات خطای (RSS) تعیین شده است (۱۶). رابطه طول کل با طول کاراپاس از رابطه خطی زیر حاصل گردید (۱۷):

$$TL = CL \times b + a$$

که در آن TL طول کل بر حسب میلی‌متر، CL طول کاراپاس بر حسب میلی‌متر و a و b پارامترهای معادله می‌باشند.

رابطه طول کاراپاس و طول کل با وزن بدن میگوی سفید‌هندی به تفکیک جنس از طریق رابطه نمایی زیر محاسبه شده است (۱۷):

$$W = aL^b$$

که در آن W، وزن کل بدن (گرم)؛ L طول کاراپاس (میلی‌متر) و a و b پارامترهای معادله می‌باشند.

برای بررسی رشد همگون (ایزومتریک) میگو، مقدار توان b به‌دست آمده با استفاده از آزمون t زیر مورد بررسی قرار گرفت (۱۸، ۱۹، ۲۰). اگر عدد محاسباتی b با عدد فرضی ۳ اختلاف معنی‌داری نداشته باشد میگو دارای رشد همگون و زمانی که b کم‌تر از ۳ باشد، رشد ناهمگون (آلو متریک) منفی و زمانی که b بیش‌تر از ۳ باشد، رشد ناهمگون مثبت است. به عبارتی، هنگامی که مقدار محاسباتی b بیش‌تر از ۳ باشد میگو چاق‌تر و زمانی که کم‌تر از ۳ باشد لاغرتر است. آزمون به‌کار برده شده با درجه آزادی (n-2) عبارت است از (۲۱):

$$\hat{t} = \frac{s.d.(x)}{s.d.(y)} \cdot \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} \cdot \sqrt{n-2}$$

sd انحراف معیار مقادیر لگارتیم طبیعی طول ($\ln x$) و لگارتیم

طبیعی وزن ($\ln y$)، n تعداد نمونه و r^2 ضریب تعیین منحنی است.

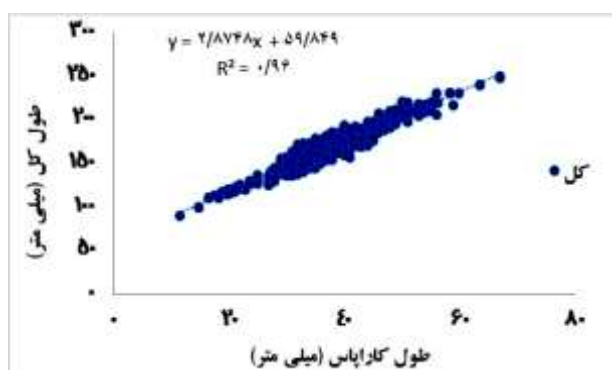
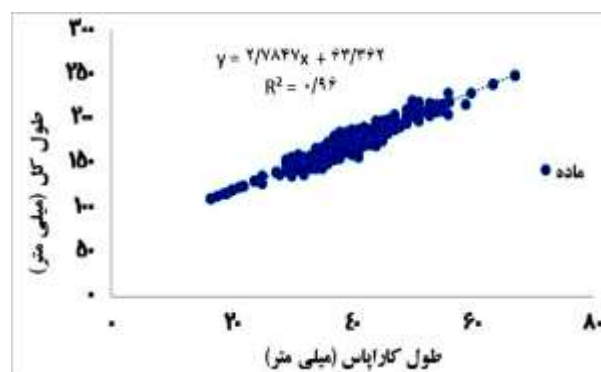
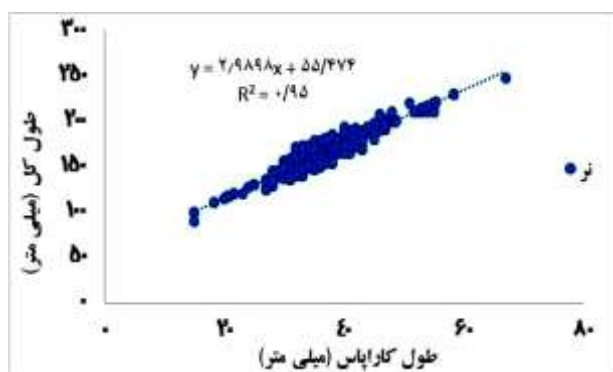
مراحل جنسی براساس رنگ، اندازه و شکل گناد میگو مطابق با مقیاس ۵ مرحله‌ای: (۱) تکامل نیافته، (۲) رشد، (۳) تقریباً رسیده، (۴) رسیده و (۵) تخلیه شده تعیین گردید (۱۱). فصل تخم‌ریزی میگو خانواده پنئیده عموماً از طریق درصد فراوانی حضور میگو بالغ ماده در ترکیب صید صورت می‌گیرد (۲۲، ۲۳). درصد فراوانی مرحله جنسی ۴ (رسیده) و مرحله ۵ (تخلیه شده) به‌عنوان شاخص تخم‌ریزی میگو سفید‌هندی در نظر گرفته شده است (۱۱). میانگین طول بلوغ جنسی میگو ماده براساس طول کاراپاس با استفاده از معادله لجستیک و با روش حداقل مربعات محاسبه گردید (۱۷). میگوهایی که تخمدان

جدول ۱: نتایج آنالیز واریانس رابطه خطی بین طول کل و طول کاراپاس میگوی سفید هندی به تفکیک جنس در دریای عمان (۱۳۹۷-۹۹)

| جنسیت | درجه | مجموع | میانگین | سطح |
|-------|------|----------|---------|--------|
| نر | ۷۲۱ | ۱۹۵۹۴/۳۸ | ۲۷/۱۷ | ۰/۰۰۰* |
| ماده | ۷۹۵ | ۱۸۳۵۹/۹۳ | ۲۳/۰۹ | ۰/۰۰۰* |
| کل | ۱۴۱۳ | ۳۵۲۷۲/۰۴ | ۲۴/۹۶ | ۰/۰۰۰* |

* اختلاف معنی دار

در دامنه طول کاراپاس ۲۷-۳۸ میلی متر نرها از فراوانی بیشتری برخوردار بودند. در صورتی که در طول‌های بزرگ‌تر (۳۹ میلی متر به بالا) فراوانی ماده از نرها پیشی گرفته است. رابطه خطی طول کاراپاس و طول کل میگو سفید هندی به تفکیک جنس در شکل ۳ نشان داده شده است. ضریب تعیین بین دو پارامتر طولی برای جنس نر، ماده و کل جمعیت به ترتیب ۰/۹۵، ۰/۹۶ و ۰/۹۶ می‌باشد که نشان دهنده روابط قوی بین دو پارامتر در میگو می‌باشد. از طرفی، نتایج آنالیز واریانس نشان داد که بین طول کاراپاس و طول کل رابطه معنی داری در سطح خطای ۵ درصد به تفکیک جنس وجود دارد (جدول ۱). به طور کلی، در جنس ماده میانگین طول کل ۴/۶۷ برابر طول کاراپاس و در جنس نر ۴/۶۴ برابر طول کاراپاس بوده است.



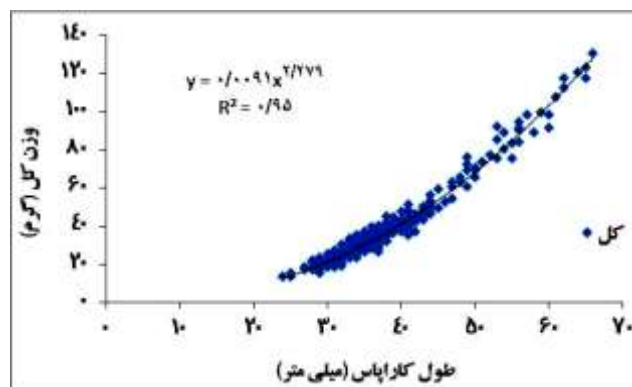
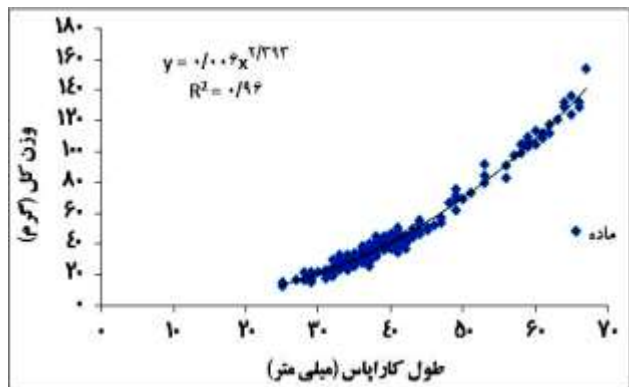
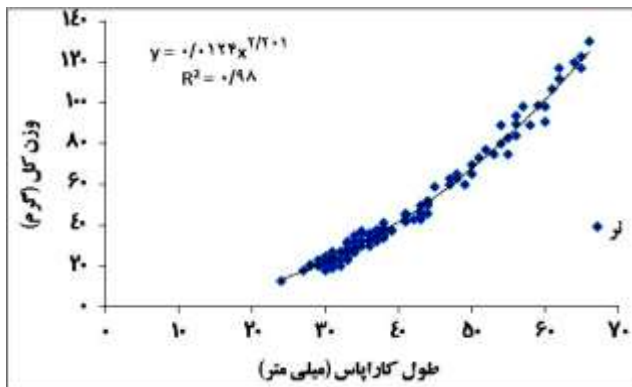
شکل ۳: رابطه خطی بین طول کل و طول کاراپاس میگوی سفید هندی به تفکیک جنس و کل جمعیت در دریای عمان (۱۳۹۷-۹۹).

جدول ۲: نتایج آزمون t جهت بررسی رشد ایزومتریک میگوسفید هندی براساس ضریب رشد فرضی $b=3$ در رابطه نمایشی طول کاراپاس و وزن کل بدن در دریای عمان (۱۳۹۷-۹۹)

| جنسیت | درجه | عدد | عدد t | سطح معنی داری |
|-------|------|------|-------|---------------|
| نر | ۱۱۷ | ۲/۲ | ۲۷/۷۱ | ۰/۰۰۰* |
| ماده | ۲۱۲ | ۲/۳۹ | ۱۸/۱۳ | ۰/۰۰۰* |
| کل | ۳۳۱ | ۲/۲۸ | ۲۴/۶۰ | ۰/۰۰۰* |

* اختلاف معنی دار

رابطه نمایشی طول کاراپاس و وزن کل بدن میگوی سفید هندی نشان داد که ضریب رشد میگو نر $b=2/2$ ، ماده $b=2/39$ و کل جمعیت $b=2/28$ محاسبه شد (شکل ۴). آزمون t نشان داد که مقادیر محاسباتی b با عدد فرضی $b=3$ (رشد ایزومتریک) اختلاف معنی داری دارد، که بنابراین طول کاراپاس و وزن بدن میگو از رشد همگون یا ایزومتریک برخوردار نمی‌باشد (جدول ۲). سرعت افزایش وزن بدن نسبت به طول کاراپاس در جنس ماده در اندازه‌های ۴۴ میلی متر طول کاراپاس به بالا بیش تر از نر می‌باشد (شکل ۵).



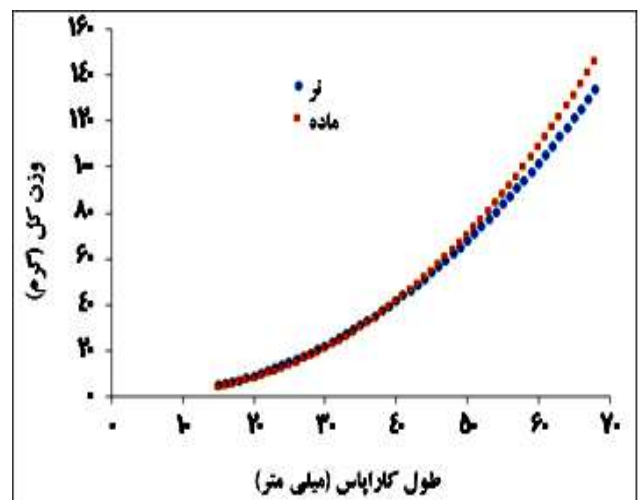
شکل ۴: رابطه نمایی بین طول کاراپاس و وزن کل بدن میگوی سفید هندی به تفکیک جنس و کل جمعیت در دریای عمان (۹۹-۱۳۹۷)

جدول ۳: نتایج آزمون t رشد ایزومتریک میگوسفید هندی در دریای عمان (۹۹-۱۳۹۷).

| جنسیت | درجه آزادی | عدد b | عدد محاسباتی | سطح معنی داری |
|-------|------------|-------|--------------|---------------|
| نر | ۱۵۳ | ۳/۰۱ | ۰/۲۳ | ۰/۴ |
| ماده | ۲۱۷ | ۳/۰۶ | ۱/۶۳ | ۰/۰۵ |
| کل | ۳۶۴ | ۳/۰۳ | ۱/۰۷ | ۰/۱۴ |

تخم‌ریزی و طول بلوغ جنسی: در مجموع تعداد ۱۰۸۳ عدد میگوسفید هندی ماده از نظر مراحل جنسی ۱ تا ۵ مورد بررسی قرار گرفتند که شکل ۷ درصد فراوانی هر یک از مراحل جنسی را به تفکیک ماه برای داده‌های ادغام‌شده طی دوره نمونه‌برداری نشان می‌دهد. اکثر میگوها دارای مرحله ۱ جنسی یعنی تکامل نیافته بودند که ۴۹ درصد کل نمونه‌ها را تشکیل دادند، که پس از آن مرحله جنسی ۲ (۲۲ درصد)، مرحله ۳ (۱۴ درصد)، مرحله ۴ (۱۱ درصد) و مرحله ۵ (۴ درصد) از نظر فراوانی قرار داشتند. نتایج به تفکیک ماه نشان داد که مرحله جنسی ۴ (رسیده) و مرحله ۵ (تخلیه شده) در بیش‌تر ماه‌های نمونه‌برداری دیده شدند، که در فصل بهار (فروردین، اردیبهشت و خرداد ماه) و پاییز (ماه‌های مهر و آبان) از فراوانی

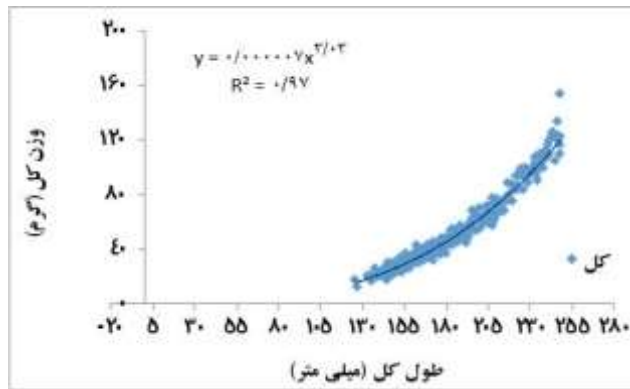
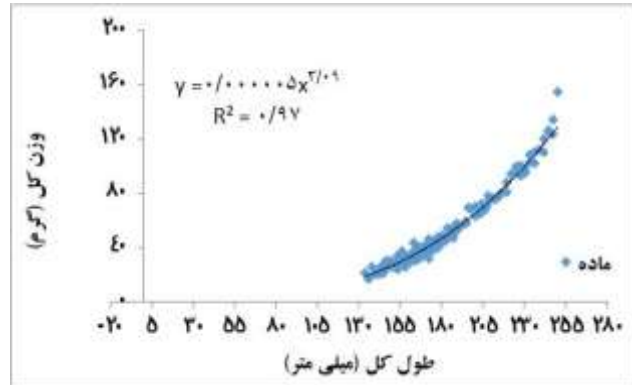
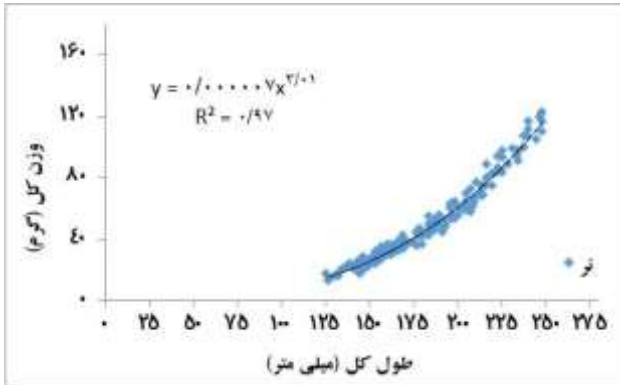
رابطه نمایی طول کل و وزن بدن میگو به تفکیک جنس نشان داد که توان b در این معادله برای میگو نر ۳/۰۱، ماده ۳/۰۶ و کل جمعیت ۳/۰۳ می‌باشد (شکل ۶). این مقادیر به عدد فرضی $b=3$ نزدیک است و اختلاف معنی‌داری از نظر رشد ایزومتریک بین این دو پارامتر به تفکیک جنس وجود ندارد (جدول ۳).



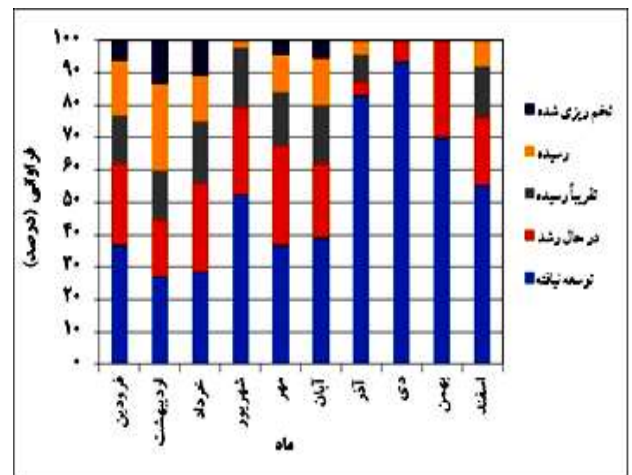
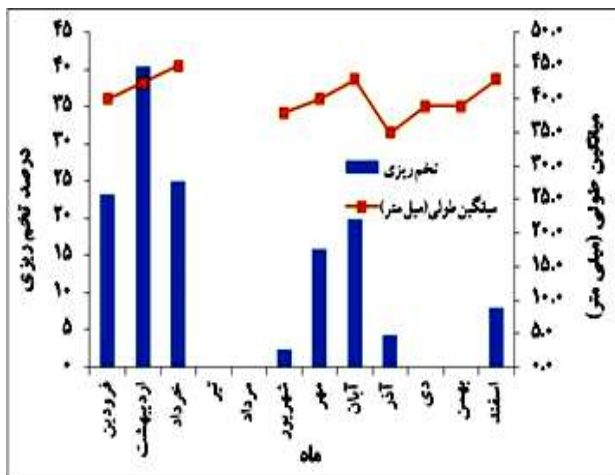
شکل ۵: مقایسه رشد وزنی میگوی سفید هندی نسبت به طول کاراپاس به تفکیک جنس در دریای عمان (۹۹-۱۳۹۷).

دیده می‌شود که اوج قوی آن در فصل بهار و اوج ضعیف در فصل پاییز می‌باشد.

بالتری (به ترتیب ۲۹ و ۱۷ درصد کل نمونه) نسبت به بقیه زمان‌های نمونه‌برداری برخوردار بودند. با توجه به این نتایج، دو اوج تخم‌ریزی برای میگو سفید‌هندی در آب‌های ساحلی استان سیستان و بلوچستان



شکل ۶: رابطه‌نمایی بین طول کل و وزن کل بدن میگوی سفید‌هندی به تفکیک جنس در دریای عمان (۱۳۹۷-۹۹).



شکل ۸: مقایسه بین درصد فراوانی تخم‌ریزی نمونه‌های میگو سفید‌هندی ماده و میانگین طولی آن براساس ماه در صید تورگوشگیر در دریای عمان (۱۳۹۷-۹۹)

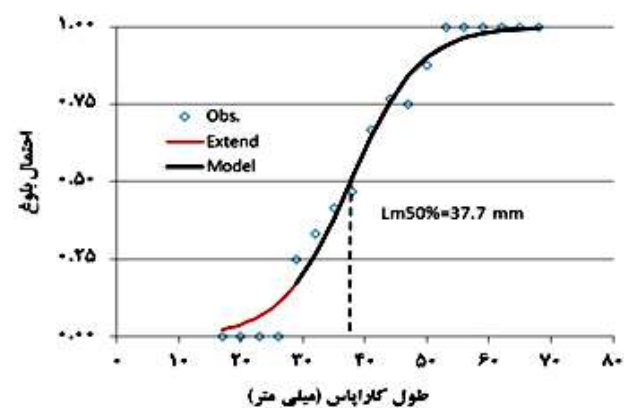
شکل ۷: درصد فراوانی مراحل مختلف جنسی میگوی سفید‌هندی جنس ماده در صید تورگوشگیر در دریای عمان (۱۳۹۷-۹۹)

مراحل جنسی ۴ و ۵) رابطه مستقیم را نشان می‌دهد. با شروع فصل بهار با افزایش درصد فراوانی تخم‌ریزی نمونه‌های میگو، میانگین

مقایسه بین میانگین طول کاراپاس و درصد فراوانی نمونه‌های میگو سفید‌هندی ماده دارای قابلیت تخم‌ریزی (مجموع فراوانی

برخوردار بودند که برای ماده ۲۲ و ۶۴ میلی‌متر و نرها بین ۱۸ و ۵۳ میلی‌متر ذکر شده است. این یافته‌ها با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در سواحل غربی سریلانکا عنوان شد که میگو ماده سفید هندی در مجموع نسبت به نرها از نظر فراوانی غالب بودند، که ماده‌ها در گروه‌های طول بزرگ‌تر از فراوانی بیش‌تری برخوردار بودند (۱۰). غالب بودن جنس ماده نسبت به نر در اندازه‌های طولی بزرگ‌تر ناشی از مرگ و میر طبیعی نرها پس از تخم‌ریزی عنوان شد (۲۵). رابطه طول کل و طول کاراپاس به تفکیک جنس علاوه بر این که رابطه خطی معنی‌داری را نشان داد، میانگین طول کل محاسبه شده در جنس ماده ۴/۶۷ برابر طول کاراپاس و در جنس نر ۴/۶۴ برابر طول کاراپاس بوده است. Kamrani و HasanZadeh Kiabi عنوان کردند که در جنس ماده میگو سفید هندی در آب‌های ساحلی جاسک میانگین طول کل تقریباً کم‌تر از ۳/۵ برابر طول کاراپاس و در جنس نر تقریباً بیش‌تر از ۳/۵ برابر طول کاراپاس می‌باشد (۸). رابطه‌نمایی بین طول کاراپاس و وزن بدن میگو سفید هندی به تفکیک جنس نشان داد که این رابطه از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. تحقیقات نشان داد که در دیگر گونه‌های میگو از قبیل میگو موزی (*Penaeus merguensis*) معادله طول و وزن از همبستگی بالایی برخوردار می‌باشد (۲۶). علاوه بر آن، در تحقیق حاضر بین مقدار محاسبه شده پارامتر b با مقدار استاندارد ۳ اختلاف معنی‌داری وجود دارد، که حاکی از الگوی رشد ناهمگون (آلومتریکی) بین این دو پارامتر است. Hajializadeh و همکاران، رشد آلومتریکی منفی را در جنس نر و ماده میگو موزی در تنگه‌خوران آب‌های استان هرمزگان مشاهده کردند (۲۷). در مقابل، رابطه بین طول کل و وزن بدن میگو به تفکیک جنس از الگوی رشد همگون (ایزومتریکی) برخوردار بود. HasanZadeh Kiabi و Kamrani نشان دادند که رابطه بین طول کل و وزن بدن میگو سفید هندی شاخص بهتری جهت ایزومتریکی بودن رشد نسبت به رابطه بین طول کاراپاس و وزن بدن می‌باشد، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. براساس نتایج این تحقیق، در اندازه طول‌های بزرگ‌تر (۴۴ میلی‌متر طول کاراپاس به بالا) میگو جنس ماده از رشد وزن بدن بیش‌تری در مقابل افزایش طول نسبت به نر برخوردار می‌باشد. به‌طور معمول، شکل بدن آبری در طول دوره زندگی یکسان نمی‌باشد و مشخصه‌های زیستی از قبیل جنسیت، سن بلوغ، شدت تغذیه در نحوه رشد آبری تأثیرگذار است (۲۸). با توجه به درصد فراوانی بالای مراحل جنسی ۴ و ۵ در فصل بهار (فروردین، اردیبهشت و خرداد ماه) و نیز پس از آن در پاییز (مهر و آبان)، می‌تواند دو اوج تخم‌ریزی را برای میگو سفید هندی در دریای عمان در آب‌های ساحلی استان سیستان و بلوچستان پیشنهاد داد، که اوج اصلی یا قوی تخم‌ریزی میگو در فصل قبل از مونسون جنوب‌غربی یا فصل بهار (فروردین تا

طول میگو نیز افزایش می‌یابد و تا ۴۵ میلی‌متر در خرداد نیز می‌رسد (شکل ۸). از طرفی، در پاییز نیز با شروع مجدد فعالیت تخم‌ریزی میگو ماده میانگین طولی نیز افزایش می‌یابد و در آبان حداکثر ۴۳ میلی‌متر ثبت شد. خلا موجود در نمودار خطی و ستون شکل ۸ حاکی از آن است که در این ماه‌ها امکان نمونه‌برداری وجود نداشته است. بر اساس داده‌های فراوانی مراحل جنسی ۳ تا ۵ (به‌عنوان میگوهای ماده بالغ)، تمام میگوهای ماده کوچک‌تر از ۳۱ میلی‌متر طول کاراپاس نابالغ بودند. بنابراین، میگوهای با طول کاراپاس ۳۱ میلی‌متر به بالا به‌عنوان میگو بالغ در نظر گرفته شده است. بر اساس درصد فراوانی نمونه‌های بالغ، میانگین طول بلوغ جنسی ($Lm_{50\%}$) برای جنس ماده میگو سفید هندی ۳۷/۷ میلی‌متر طول کاراپاس در آب‌های ساحلی استان سیستان و بلوچستان به‌دست آمده است (شکل ۹). از طرفی، میگوهای دارای طول کاراپاس ۵۱ میلی‌متر به بالا ۱۰۰ درصد بالغ بودند که توان تولیدمثلی را در جمعیت دارند.



شکل ۹: احتمال بلوغ جنسی میگو سفید هندی جنس ماده در صید تورگوشگیر در دریای عمان (۹۹-۱۳۹۷) رنگ قرمز منحنی نمونه‌های نابالغ میگو را نشان می‌دهد.

بحث

در این تحقیق، نسبت جنسی نر: ماده ۱:۱/۱۷ به‌دست آمد که از نظر آماری نشان داد ماده‌ها در جمعیت میگو سفید هندی منطقه غالب می‌باشند. دامنه طول کاراپاس میگو نر بین ۱۴ و ۵۸ میلی‌متر و ماده بین ۱۷ و ۶۷ میلی‌متر به ثبت رسیده است که به این ترتیب میانگین طولی ماده‌ها بزرگ‌تر (40.11 ± 1.22 میلی‌متر) از نرها (38.1 ± 4.26 میلی‌متر) می‌باشد. Mohan و Siddeek، در آب‌های ساحلی عمان عنوان کردند نسبت نر: ماده برای میگو سفید هندی ۱:۱/۱۹ می‌باشد. بر اساس همین تحقیق، ماده‌ها از دامنه طولی بزرگ‌تری نسبت به نرها

این نتایج با یافته‌های تحقیق حاضر نزدیک می‌باشد. نتایج مختلف دیگری نیز در خصوص $L_{m50\%}$ براساس طول کاراپاس برای میگو ماده سفید‌هندی در دیگر مناطق ارائه شده است. میانگین طول بلوغ جنسی در آب‌های عمان ۴۰ میلی‌متر (۲۴)، در ساحل غربی هند ۲۹ میلی‌متر (۳۱)، در آفریقا جنوبی ۲۵ میلی‌متر (۳۲)، در آب‌های ساحل غربی سریلانکا (۱۰) و در آب‌های ساحلی تانزانیا ۳۹ میلی‌متر (۳۳) و در آب‌های کنیا ۳۵/۸ میلی‌متر گزارش شده است.

به‌دلیل اهمیت صید میگو در اقتصاد منطقه و نیز نقش آن در پایداری اکوسیستم پیشنهاد می‌شود ممنوعیت زمانی صید در دوره اصلی تخم‌ریزی میگو در فصل بهار و نیز حفاظت از زیستگاه‌های مهم، به‌ویژه خوریات مهم از جمله خور گواترو خور تیس، با مشارکت جوامع صیادی اجرایی گردد. صید میگو سفید‌هندی با میانگین طولی (کاراپاس) بزرگ‌تر از $L_{m50\%}$ در زمان فصل آزادسازی صید از دیگر توصیه‌های مدیریتی در برداشت از ذخایر میگو می‌باشد که جمعیت لازم را برای تخم‌ریزی در سال بعد تامین می‌کند.

منابع

1. FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.
2. Dall, W., Hill, B.J., Rothlisberg, P.C. and Staples, D.J., 1990. Biology of the Penaeidae. In: Blaxter, J.H.S. and Southward, A.J., (Eds.), *Advances in Marine Biology*. Academic Press, London, UK. 27.
3. Bureau, D.P., Azevedo, P.A., Tapia-Salazar, M. and Cuzon, G., 2000. Pattern and cost of growth and nutrient deposition in fish and shrimp: Potential implications and applications. In: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A. and Civera Cerecedo, R., (Eds.), *Avances en Nutrición Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. 19-22 Noviembre. Mérida, Yucatán, Mexico. 111-140.
4. Garcia, S., 1984. A note on environmental aspects of penaeid shrimp biology and dynamics. In: *Penaeid shrimps their Biology and Management*. (ed. Gulland, J.A. and Rothschild, B.J.), 268-271.
5. Hosseini, S.A., 2019. Investigating the status of Indian white shrimp (*Penaeus indicus*) stocks in the coastal waters

اردیبهشت) و اوج ثانویه یا ضعیف آن در فصل پس از مونسون پاییز (مهر و آبان) می‌باشد. علاوه بر آن، حضور مرحله ۳ جنسی، که نشانه شروع فعالیت تخم‌ریزی می‌باشد، و نیز مراحل جنسی رسیده و تخلیه شده در غالب زمان‌های سال، نشان می‌دهد که میگوی سفید‌هندی قابلیت تخم‌ریزی در طول سال را نیز دارد. در زمان‌های اوج تخم‌ریزی میگو میانگین طول کاراپاس در مقایسه با دیگر فصول افزایش می‌یابد. این میزان در بهار 41.5 ± 0.4 میلی‌متر و در پاییز 39.0 ± 2.2 میلی‌متر بوده است، که در مقایسه با دو فصل تابستان (36.0 ± 2.1 میلی‌متر) و زمستان (38.0 ± 2.4 میلی‌متر) بیش‌تر بوده است. این افزایش میانگین طولی می‌تواند به خاطر فصل تخم‌ریزی باشد، زیرا بیان شده است که معمولاً در زمان‌های اوج تخم‌ریزی نمونه‌های بالغ میگو فراوانی بیش‌تری دارند (۲۹).

تحقیقات دیگری نیز در زمینه تخم‌ریزی میگو سفید‌هندی در آب‌های ایران و دیگر مناطق انجام شده است که نشان دادند دو اوج تخم‌ریزی با زمان‌های متفاوت برای این گونه وجود دارد. Zarshenas و همکاران، در آب‌های ساحلی جاسک نشان داد که تخم‌ریزی میگو سفید‌هندی در طول سال وجود دارد که دو اوج تخم‌ریزی شامل اوج قوی بین ماه‌های اردیبهشت تا تیر و اوج ضعیف در ماه‌های بهمن و اسفند می‌باشد. Jayawardane و همکاران، بیان نمودند که تخم‌ریزی میگو سفید‌هندی در ساحل غربی سریلانکا در طول سال می‌باشد و در ماه‌های مارس-آوریل و جولای-آگوست اوج تخم‌ریزی می‌باشد (۱۰). Amanat و Qureshi نشان دادند که اوج اصلی فعالیت تخم‌ریزی میگو سفید‌هندی در آب‌های ساحلی پاکستان پس از مونسون جنوب‌غربی در ماه اوت تا اکتبر می‌باشد که یک اوج ثانویه نیز قبل از مونسون در فوریه تا مارس وجود دارد (۱۱).

میگوهای خانواده پنهیده معمولاً بیش از یک دوره تخم‌ریزی در سال از خود نشان می‌دهند (۱۱)، که پس از اتمام اولین تخم‌ریزی، قبل از این‌که دوباره چرخه بلوغ را طی کنند، در مرحله رشد (مرحله ۲) استراحت می‌کنند (۱۰) مرحله جنسی تکامل نیافته (مرحله ۱) فقط یک‌بار در چرخه زندگی میگو اتفاق می‌افتد و پس از تخم‌ریزی چرخه بلوغ از مرحله رشد شروع می‌شود (۳۰). تحقیقات انجام شده نشان داد میگوهای مولد ماده قابلیت تخم‌ریزی تا ۳ بار در طول سال را نیز دارند (۲۵).

در تحقیق حاضر، کوچک‌ترین میگو ماده بالغ با طول کاراپاس ۳۱ میلی‌متر در ترکیب صید تورهای گوشگیر دیده شده است، که میانگین طول بلوغ جنسی ($L_{m50\%}$) 37.7 میلی‌متر طول کاراپاس تعیین شد. در آب‌های ساحلی جاسک (۹)، میانگین طول بلوغ جنسی میگو ماده سفید‌هندی 35.5 میلی‌متر طول کاراپاس ذکر شده است، که حداقل طول بلوغ (مرحله ۳ و ۴ جنسی) ۲۹ میلی‌متر بوده است.

16. **Ming, Y., Fujiang, D. and Xilin, D., 2016.** Length-length, Length- weight Relationships and Condition Factor of the Giant. Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879) Cultured in Earthen Pond at High Density. Asian Fisheries Science. 29: 164-177.
17. **King, M., 2007.** Fisheries biology assessment and management, 2nd ed. Blackwell Publishing Oxford, UK.
18. **Ricker, W.E., 1975.** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.
19. **Wootton, R.J., 1992.** Fish Ecology. Chapman & Hall, London.
20. **Enin, U., 1994.** Length-weight parameters and condition factor of two West African prawns. Revista de Biología Tropical. 27: 121-127.
21. **Pauly, D., 1984.** Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews 8. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
22. **Costa, R.C. and Fransozo, A., 2004.** Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeidae) in the Ubatuba region of Brazil. Journal of Crustacean Biology. 24: 274-281.
23. **Crococ, P.J., Park, Y.C., Die, D.J., Warburton, K. and Manson, F., 2001.** Reproductive dynamics of endeavour prawns, *Metapenaeus endeavouri* and *M. ensis*, in Albatross Bay, Gulf of Carpentaria, Australia. Marine biology. 138: 63-75.
24. **Mohan, R. and Siddeek, M., 1995.** Biology of Indian white shrimp, *Penaeus indicus* H. Milne Edwards (Decapoda, Penaeidae) in the Gulf of Masira, Sultanate of Oman (Abstract). Colleague of Agriculture, Sultan Qaboos University. ARCH. Hydrobiology. 135(2): 259-270.
25. **Lalitha devi, S., 1987.** Biology of the Indian White Prawn, *Penaeus indicus*, H.M. Edwards from Kakinada, East Coast of India. Indian Journal of marine Science. 16: 246-248.
26. **Momeni, M., Kamrani, E., Safaei, M. and Kay Maram, F., 2017.** Biomass and Distribution of Banana Shrimp (*Penaeus merguensis* De Man, 1888) In the Persian Gulf. Journal of Animal Environmental. 9(2): 215-222. (In Persian)
6. **Zarei, H., 1993.** Investigation and identification of shrimps in Goater Gulf. Final report. Fisheries Research Center, Chabahar. 30 p. (In Persian)
7. **Mohammadkhani, H., 1999.** Evaluation of Indian white shrimp stocks in November and February 1375. Final report. Fisheries Research Center, Chabahar. 35 p. (In Persian)
8. **HasanZadeh Kiabi, B. and Kamrani, E., 1380.** Population dynamics of Indian white shrimp (*Penaeus indicus*) in the coastal waters of Jask. Pajouhesh and Sazandehi. 14(2): 39-43. (In Persian)
9. **Zarshenas, Gh., Emadi, H. and Seraji, F., 2001.** Biological Survey On *Penaeus Indicus* in the Jask Area (Oman Sea). Iranian Scientific of Fisheries Journal. 11(2): 43-52. (In Persian)
10. **Jayawardane, P.A., McLusky, D.S. and Tytler, P., 2002.** Reproductive Biology of *Penaeus indicus* (H. Milne Edwards, 1837) from the Western Coastal Waters of Sri Lanka. Asian Fisheries Science. 15: 315-328.
11. **Amanat, Z. and Qureshi N., 2011.** Ovarian maturation stages and size at sexual maturity of *Penaeus indicus* (H. Milne Edwards, 1937) in the lagoon water of Sonmiani Bay, Balochistan. Pakistan Journal of Zoology. 43(3): 447-459.
12. **Saputra, S.W., Solichin, A., Taufani, W.T., RudiYanti, S. and WidYorini, N., 2019.** Growth parameter, mortality, recruitment pattern, and exploitation rate of white shrimp *Penaeus indicus* in northern coastal waters of Western Central Java, Indonesia. Biodiversitas. 20(5): 1318-1324.
13. **Moutopoulos, D.K. and Stergiou, K.I., 2002.** Length weight and length-length relationships of fish species from Aegean Sea (Greece). Journal of Applied Ichthyology. 18: 200-203.
14. **Tsoumani, M., Liasko, R., Moutsaki, P., Kagalou, I. and Leonardos, I., 2006.** Length-weight relationships of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio*) from 12 Greek lakes in relation to their trophic states. Journal of Applied Ichthyology. 22: 281-284.
15. **Gulland, J.A., 1983.** Fish Stock Assessment. A Manual of Basic Method FAO/Wiley Series on Food and Agriculture, Rome.

27. **Hajjalizadeh, P., Safaie, M., Salahi, M. and Hashemi, S.H., 2020.** Some biological aspects of Banana shrimp (*Penaeus merguensis*) in the protected area of Hara. Journal of Animal Environmental. 12(2): 321-328. (In Persian)
28. **Everhart, W.H. and Youngs, W.D., 1981.** Principles of fishery science. Cornell University Press, Ithaca, New York.
29. **Gerami, M.H., 2011.** Population dynamic and Biomass of Jinga shrimp *Metapenaeus affinis* in Hormozgan fishing grounds. M.Sc. Thesis. Gorgan University of Agricultural and Natural Resource. 60 p. (In Persian)
30. **Crocos, P.J. and Kerr, J.D., 1983.** Maturation and spawning of the banana prawn *Penaeus merguensis* in Albatross Bay, Gulf of Carpentaria, Australia. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 69: 37-59.
31. **Rao, P.V., 1969.** Maturation and spawning of the penaeid prawns of the southwest coast of India. Fisheries Report. 57(2): 285-302.
32. **Champion, H.F.B., 1988.** The attainment of maturity in male *Penaeus indicus*. South African Journal of Zoology. 23(4): 314-319.
33. **Teikwa, E.D and Mgaya, Y.D., 2003.** Abundance and reproductive biology of the penaeid prawns of Bagamoyo Coastal Waters, Tanzania. Western Indian Ocean. Journal of Marine Science. 2(2): 117-126.