

ORIGINAL ARTICLE

Stock status and spawning potential ratio of the spangled emperor (*Lethrinus nebulosus*) in the Persian Gulf and Oman Sea using length-based indicators

Arezoo Vahabnezhad^{1*}, Mastooreh Doustdar¹, Siamak Behzadi²

1-Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

2 -Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Iran

ABSTRACT

Introduction: Hermaphroditism occurs in approximately 2% of known teleost fish species, with sequential hermaphroditism being far more common than simultaneous hermaphroditism; protogyny (female-to-male sex change) is about six times more frequent than protandry. While these life-history traits offer evolutionary advantages, they make sex-changing species highly vulnerable to fishing pressure, which can cause skewed sex ratios, reduced size and age at sex change, disrupted social reproductive structures, and diminished spawning stock biomass. The spangled emperor (*Lethrinus nebulosus*) is a commercially valuable species in the Persian Gulf and Oman Sea, targeted mainly by gillnets and handlines. Although sex change occurs in juveniles at 21–24 cm fork length (FL) around one year of age, no sex reversal is observed in adults, and sex ratios do not differ significantly from 1:1 across size and age classes; functionally, the population behaves like a gonochoric species. Swept-area survey data show CPUE declined from 12.95 t/n.mi² in 2007 to 0.11 in 2009, peaked exceptionally at 154 in 2012, and dropped to 4.21 t/n.mi² in 2020—a 97% decrease from the 2012 peak. Previous growth estimates indicated slow growth ($L_{inf} = 67.2$ cm FL, $K = 0.16$ yr⁻¹), maturity at 26.7 cm FL, maximum age of 11 years, and spawning from February to June, peaking in March.

Methodology: A cross-sectional survey based on fishery-dependent data was used. In total, 1,752 individuals were collected from landing sites along the northern coasts of the Persian Gulf and Oman Sea (Bushehr, Khuzestan, and Hormozgan provinces) during 2022–2024, all captured by gillnets (mesh size 4.8–10 cm). Fork length was measured to 0.1 cm, and sex was determined histologically. Growth parameters were estimated using ELEFAN-GA in TropFishR, with the von Bertalanffy function fitted and t_0 estimated via Pauly's formula. Natural mortality (M) was calculated using Then et al.'s equation. SPR was estimated with the LBSPR package, and length-based indicators (P_{mat} , P_{opt} , P_{mega}) followed Froese and Binohlan.

Results: Fork length ranged from 10 to 60 cm (mean $\pm$ SD: 35 ± 9 cm), with the highest frequency at 38–42 cm. Based on $L_{m50} = 31$ cm, 30% of the catch comprised immature individuals. L_{opt} was estimated at 36 cm FL. The selectivity curve indicated gillnets capture fish smaller than L_{m50} to some extent, while large spawners are fully vulnerable. SPR was 0.46, within the MSY target reference point. The L_{opt}/L_{inf} ratio was 0.57, below the desirable 0.6–0.8 range. P_{mat} was 60%, P_{opt} 32%, and P_{mega} 43%. Growth parameters were $L_{inf} = 63$ cm FL, $K = 0.59$ yr⁻¹, and $t_0 = -0.22$ yr, differing notably from previous reports—likely due to differences in data range, environmental conditions, and fishing pressure; the higher K suggests faster growth potentially in response to fishing pressure. Although SPR appears adequate, low P_{opt} and high P_{mega} , combined with low L_{opt}/L_{inf} , indicate selective removal of large

ARTICLE INFO

Key words:

Lethrinus nebulosus
Growth
Reproduction
Protogyny
Persian Gulf
Oman Sea



Corresponding author:

Email address: a.vahabnezhad@areeo.ac.ir

Received: 30 June 2026 | Revised: 30 July 2026 | Accepted: 20 August 2026 | Published online: 24 August 2026

© Authors 2026. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

ORIGINAL ARTICLE

spawners and pressure on immature individuals. This pattern is consistent with findings from the southern Persian Gulf, Pakistan ($B/B_{MSY} = 0.55$; $F/F_{MSY} = 2.47$), and Sri Lanka.

Discussion and conclusion: The SPR of 0.46 suggests a moderate stock status near the MSY target, but this single metric masks critical issues. Low Popt (32%) and high Pmega (43%) indicate only one-third of the catch is within the optimal length range while large spawners form a substantial portion of landings. The low L_{opt}/L_{inf} ratio confirms that mean catch length has decreased relative to asymptotic length. As a protogynous species that functionally behaves like a gonochore, this population is vulnerable to size-selective fishing. The 30% immature catch and selective removal of large spawners can gradually disrupt age and sex structure, reduce reproductive success, and lower population resilience. High Pmega indicates valuable spawning individuals are heavily targeted, which is especially concerning for protogynous species depending on large dominant males. Although SPR is a useful benchmark, reliance on this single indicator can be misleading; complementary length-based indicators offer a more realistic picture. Data limitations include only commercial gillnet catch over three years, absence of recreational fishing data, and lack of precise effort information. Management recommendations include: (1) establishing a minimum legal size based on L_{m50} (≥ 31 cm FL) to allow at least 50% of individuals to spawn at least once; and (2) implementing a slot limit protecting individuals >40 cm FL to safeguard large spawners that contribute disproportionately to reproduction.



Corresponding author:

Email address: a.vahabnezhad@areeo.ac.ir

Received: 30 June 2026 | Revised: 30 July 2026 | Accepted: 20 August 2026 | Published online: 24 August 2026

© Authors 2026. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

ارزیابی وضعیت ذخیره و نسبت پتانسیل تخم‌ریزی ماهی شعری معمولی (*Lethrinus nebulosus*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از شاخص‌های مبتنی بر طول

آرزو وهاب نژاد^{۱*}، مسطوره دوستدار^۱ و سیامک بهزادی^۲

۱-موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۲- پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی وضعیت ذخیره و آسیب‌پذیری تولیدمثلی ماهی شعری معمولی (*Lethrinus nebulosus*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از روش‌های مبتنی بر طول انجام شد. داده‌های طول چنگالی و وزن ۱۷۵۲ قطعه ماهی صیدشده با تور گوشگیر در سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۳ از سواحل شمالی آب‌های فوق جمع‌آوری گردید. پارامترهای رشد با روش ELEFAN-GA در بسته TropFishR، مرگ‌ومیر طبیعی (M) با معادله Then و همکاران (۲۰۱۵) و نسبت پتانسیل تخم‌ریزی (SPR) با مدل LBSPR برآورد شد. همچنین شاخص‌های Popt، Pmat و Pmega طبق روش Froese و همکاران (۲۰۰۰) تعیین گردید. دامنه طول چنگالی ۱۰ تا ۶۰ سانتی‌متر (میانگین 9 ± 3.5 سانتی‌متر) بود و بیشترین فراوانی در دامنه ۴۲-۴۴ سانتی‌متر مشاهده شد. درصد صید نابالغ‌ها ۳۰ درصد محاسبه گردید. مقدار SPR معادل ۰/۴۶ به‌دست آمد که در محدوده هدف حداکثر محصول پایدار قرار دارد. شاخص درصد بالغین صید ۶۰ درصد، درصد صید در محدوده طول بهینه (Popt) ۳۲ درصد و درصد مولدین بزرگ (Pmega) ۴۳ درصد بود. نسبت $Lopt/Linf$ برابر ۰/۵۷ تعیین شد که کمتر از محدوده مطلوب است. علی‌رغم مقدار متوسط SPR، شاخص پایین Popt (۳۲ درصد) و شاخص بالای Pmega (۴۳ درصد) همراه با نسبت پایین $Lopt/Linf$ نشان‌دهنده برداشت انتخابی مولدین بزرگ و فشار صید بر روی افراد نابالغ می‌باشند. بنابراین، توصیه می‌شود ضمن اعمال حداقل طول مجاز صید، محدودیت حداکثر طول (حفاظت از ماهیان بالای ۴۰ سانتی‌متر) برای حفاظت از مولدین بزرگ نیز اجرا شود.

کلید واژه‌ها: ماهی شعری معمولی، رشد، تخم‌ریزی، پروتوئن، خلیج فارس، دریای عمان

نوع مقاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۴/۰۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۵/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۲۲

تاریخ چاپ الکترونیکی:

۱۴۰۵/۰۶/۰۲

*نویسنده مسئول:

Email: avn9400@gmail.com;

a.vahabnezhad@areco.ac.ir

مقدمه

ماهی شعری معمولی (Spangled Emperor) با نام علمی *Lethrinus nebulosus* (Forsskal, 1775)، از خانواده Lethrinidae، یکی از گونه‌های مهم و باارزش تجاری در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان به شمار می‌رود (Carpenter and Niem, 2001). این ماهی به دلیل گوشت مرغوب و بازارپسندی، هدف اصلی صید در صیدگاه‌های خلیج فارس و ادوات صید محلی مانند تورهای گوشگیر و قلاب دستی^۱ محسوب می‌شود (Grandcourt et al., 2010).

بررسی داده‌های گشت‌های تحقیقاتی به روش مساحت جاروب شده^۲ در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان طی سه دهه گذشته نشان داد که مقدار CPUE (صید به ازای سطح) ماهی شعری از ۱۲/۹۵ تن به ازای ناتیکیال مایل مربع در سال ۱۳۸۶ به ۰/۱۱ تن به ازای ناتیکیال مایل مربع در سال ۱۳۸۸ کاهش یافت و مجدداً در سال ۱۳۹۱ با جهشی به ۱۵۴ تن به ازای ناتیکیال مایل مربع رسید که بالاترین مقدار ثبت‌شده در کل دوره بوده است. اما پس از آن، این شاخص با افت شدیدی مواجه شد. آخرین گشت تحقیقاتی موسسه در سال ۱۳۹۹ نشان داد که مقدار CPUE به ۴/۲۱ تن به ازای ناتیکیال مایل مربع رسیده است که بیانگر کاهش قابل‌توجه ۹۷ درصدی نسبت به اوج سال ۱۳۹۱ می‌باشد (Valinasab et al., 2003, 2004, 2005, 2010, 2012, 2021).

پارامترهای رشد و تولیدمثل ماهی شعری معمولی در آب‌های خلیج فارس توسط Taghavimotlagh و همکاران (2010) و Grandcourt و همکاران (2010) برآورد شده است. بر اساس این مطالعات، طول بینهایت (Linf) این گونه ۶۷/۲ سانتی‌متر طول چنگالی و ضریب رشد (K) ۰/۱۶ در سال برآورد شده که نشان‌دهنده رشد نسبتاً کند این گونه است. طول بلوغ جنسی ماده‌ها (Lm50) حدود ۲۶/۷ سانتی‌متر طول چنگالی در سن دو سال برآورد شده است (Grandcourt et al., 2010). حداکثر سن مشاهده‌شده برای این گونه در جنوب خلیج فارس یازده سال گزارش شده است (Grandcourt et al., 2010). فصل تخم‌ریزی این گونه در آب‌های جنوب کشور از بهمن ماه شروع می‌شود، در اسفند ماه به اوج می‌رسد و تا خرداد ماه ادامه می‌یابد (Taghavimotlagh et al., 2010). در سال‌های اخیر، افزایش فشار صید و تلاش صیادی در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان منجر به کاهش چشمگیر ذخایر بسیاری از گونه‌های تجاری از جمله شعری معمولی شده است (Ben-Hasan and Daliri 2023; Mashjoor et al., 2022). کاهش میانگین اندازه صید، کوچک شدن اندازه بلوغ جنسی و کاهش نسبت پتانسیل تخم‌ریزی (SPR)^۳ از جمله شواهدی هستند که حکایت از وضعیت نامناسب این ذخایر دارند (Vahabnezhad 2025).

هرمافروditیسم پدیده‌ای است که در آن یک فرد در طول زندگی خود توانایی تولید سلول‌های جنسی نر و ماده را دارد. تخمین زده می‌شود حدود ۲ درصد از گونه‌های شناخته‌شده ماهیان استخوانی جهان به نوعی هرمافروdit هستند (Devlin and Nagaham, 2002; Prince et al., 2019). هرمافروditیسم توالی‌دار به مراتب شایع‌تر از نوع همزمان است (Kuwamura et al., 2020) و در میان گونه‌های توالی‌دار نیز الگوی پروتوژینی^۴ (ماده به نر) حدود شش برابر بیشتر از الگوی پروتاندری^۵ (نر به ماده) مشاهده می‌شود (Pla et al., 2021). این ویژگی‌های منحصربه‌فرد تاریخچه زندگی، اگرچه یک مزیت تکاملی محسوب می‌شود، اما گونه‌های تغییرجنسیت‌دهنده را در برابر صید به شدت آسیب‌پذیر کرده است. مطالعات گسترده نشان می‌دهد که صید بی‌رویه و اندازه‌گزین^۶ می‌تواند اثرات مخربی بر ساختار جمعیتی و تولیدمثلی این گونه‌ها داشته باشد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: برهم خوردن تعادل جنسی (Alonzo et al., 2008; Robinson et al., 2017).

¹ Gillnets and handlines

² Swept area method

³ Spawning potential ratio

⁴ protogynous pattern

⁵ Protandry pattern

⁶ size-selective

، کاهش سن و اندازه تغییر جنسیت (Alonzo and Mangel 2004; Robinson *et al.*, 2017)، اختلال در ساختار اجتماعی تولیدمثل (Kuwamura *et al.*, 2020; Sadovy *et al.*, 2013) و کاهش ذخیره زادآور مؤثر.

خانواده Lethrinidae (شعری ماهیان) یکی از خانواده‌هایی است که در آن پروتوزینی (تغییر جنسیت از ماده به نر) در چندین گونه به اثبات رسیده است (Carpenter *et al.*, 1989; Grandcourt *et al.*, 2010; Marriott *et al.*, 2010; FishBase 2024). اگرچه تغییر جنسیت در مرحله نوزادی و در محدوده طولی ۲۱ تا ۲۴ سانتی‌متر (چنگالی) و سن حدود یک سالگی رخ می‌دهد، اما در مراحل بعدی زندگی و در ماهیان بالغ، شواهدی از تغییر جنسیت مشاهده نمی‌شود و نسبت جنسی در تمام طبقات اندازه و سن تفاوت معنی‌داری با ۱:۱ ندارد. به عبارت دیگر، جمعیت این گونه از نظر عملکردی مانند گونوکوریست‌ها^۱ (گونه‌های جدا از نظر جنسی) عمل می‌کند (Marriott *et al.*, 2010). این الگوی منحصر به فرد، این گونه را به یک مدل مطالعاتی جذاب برای بررسی اثرات صید بر روی جمعیت‌های هرمافروdit تبدیل کرده است.

در بسیاری از ماهیگیری‌های کوچک‌مقیاس و مناطق در حال توسعه، داده‌های کافی برای انجام ارزیابی‌های سنتی ذخایر (مانند مدل‌های تحلیل جمعیت یا ارزیابی مبتنی بر سن) در دسترس نیست. در چنین شرایط داده‌محدودی، روش‌های مبتنی بر طول^۲ به دلیل سهولت جمع‌آوری، هزینه کم و نیاز نداشتن به اطلاعات دقیق از تلاش صید، به ابزاری کاربردی و قابل اعتماد تبدیل شده‌اند. روش‌هایی مانند (Length-Based) LBSPR و (Spawning Potential Ratio) SPR و (Adult Length-Based Indicator) aLBI با استفاده از داده‌های فراوانی طولی و پارامترهای زیستی پایه، قادر به برآورد نسبت پتانسیل تخم‌ریزی (SPR) و ارائه شاخص‌های پایداری صید می‌باشند (Ali *et al.*, 2025; Hordyk *et al.*, 2015). این رویکردها امکان ارزیابی سریع و کم‌هزینه وضعیت ذخایر را فراهم کرده و اطلاعات لازم را برای اتخاذ تصمیمات مدیریتی در شیلات داده‌محدود ارائه می‌دهند (Froese *et al.*, 2018). هدف از این مطالعه، بررسی اثرات فشار صید بر ویژگی‌های جمعیتی و تولیدمثلی ماهی شعری معمولی در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان بوده است. در این راستا، هدف از انجام این تحقیق تعیین پارامترهای رشد و برآورد نرخ مرگ‌ومیر طبیعی (M)، تحلیل ساختار فراوانی طولی جمعیت و ارزیابی شاخص‌های مبتنی بر طول خواهد بود.

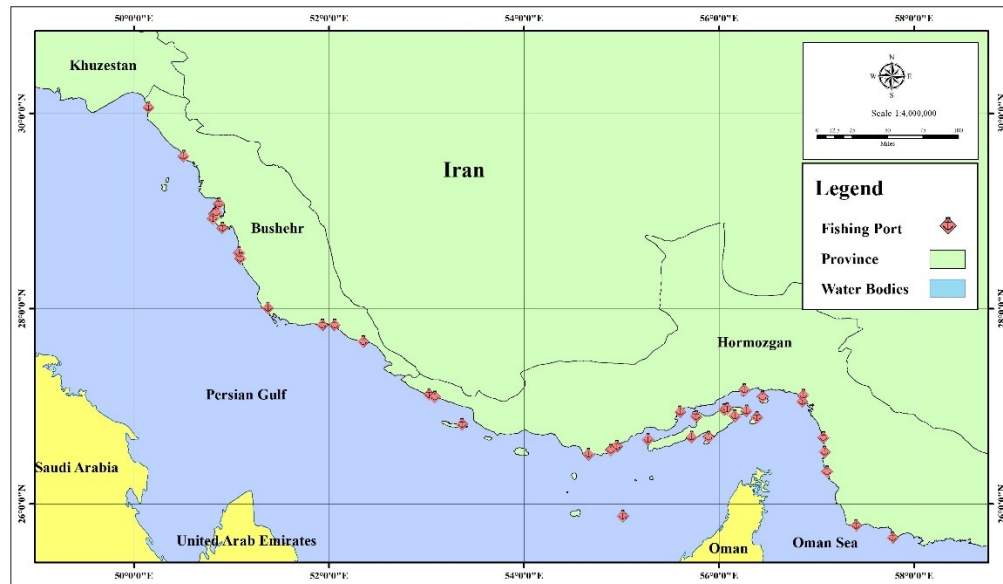
مواد و روش

منطقه مطالعه و جمع‌آوری داده‌ها

ماهی شعری معمولی، از چندین محل تخلیه صید در سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان (استان‌های بوشهر، خوزستان و هرمزگان) بین سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۳ جمع‌آوری شد (شکل ۱). تمام نمونه‌ها با استفاده از تور گوشگیر که ابزار غالب صید در منطقه است، صید شدند. در مجموع ۱۷۵۲ قطعه ماهی مورد زیست‌سنجی قرار گرفت. طول چنگالی (FL) با دقت ۰/۱ سانتی‌متر ثبت شد. تعیین جنسیت بر اساس بررسی بافت‌شناسی بافت‌های گناد و پیرو روش‌های توصیف‌شده در مطالعات پیشین Taghavimotlagh و همکاران (2010) استفاده گردید. اندازه چشمه‌های تور گوشگیر مورد استفاده صیادان در مناطق نمونه‌برداری (سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان) یکنواخت نبوده و بر اساس منطقه، فصل صید و هدف صیادان، بین ۴/۸ تا ۱۰ سانتی‌متر (با میانگین حدود ۷/۵ سانتی‌متر) متغیر بوده است (Vahabnezhad, 2025).

¹ Gonochoric

² length-based methods



شکل ۱- پراکنش جغرافیایی مراکز تخلیه صید در امتداد سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان

Figure 1- Geographical distribution of fish landings along the northern coasts of the Persian Gulf and Oman Sea.

برآورد پارامترهای رشد و مرگومیر

پارامترهای رشد شامل طول بینهایت (Linf) و ضریب رشد (K) با استفاده از روش تحلیل فراوانی طولی با الگوریتم ژنتیک (ELEFAN-GA) در بسته TropFishR (Mildenberger *et al.*, 2007) و از داده‌های فراوانی طولی استخراج شدند. برآورد اولیه Linf به میزان $\pm 10\%$ تنظیم شد تا دامنه اولیه برای برآزش مدل تعیین گردد، در حالی که K در دامنه ۰/۱-۱ در سال محدود گردید. moving average (MA=5) طبق توصیه‌های عمومی اعمال شد (Taylor and Mildenberger, 2017). رشد با استفاده از تابع رشد ون برتالانی (VBGF) مدل‌سازی شد:

$$L_t = L_{inf} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

که در آن (Lt طول در سن t)، Linf (طول بینهایت)، K ضریب رشد و t0 (سن در طول صفر) است. پارامتر t0 با استفاده از فرمول تجربی (Pauly, 1984) برآورد شد:

$$\log(-t_0) = -0.3922 - 0.275 \log(L_{inf}) - 1.038 \log(K)$$

مرگومیر طبیعی (M) با استفاده از معادله تجربی (Then *et al.*, 2015) محاسبه شد:

$$M = 4.118 \times K^{0.73} \times L_{inf}^{-0.33}$$

نسبت پتانسیل تخم‌ریزی مبتنی بر طول (LBSPR)

روش LBSPR بر اساس پارامترهای تاریخچه زندگی (جدول ۱) و توزیع فراوانی طولی ماهی شعری معمولی برآورد شده است. این روش نسبت پتانسیل تخمیزی (SPR) را برآورد می‌کند که منعکس‌کننده ظرفیت تولیدمثلی یک جمعیت تحت فشار صید در مقایسه با حالت بکر آن است. به عبارت دیگر، SPR با مقایسه زیست‌توده تخمیزی‌کننده تحت فشار صید جاری با زیست‌توده تخمیزی‌کننده بدون فشار صید محاسبه می‌شود (Hordyk et al., 2016; Prince et al., 2019). در یک جمعیت بکر، SPR برابر با ۱ است که نشان‌دهنده خروجی کامل تولیدمثلی است. برعکس، مقدار SPR برابر با صفر نشان‌دهنده از دست رفتن کامل پتانسیل تولیدمثلی است (Hordyk et al., 2016). SPR حدود ۰/۴ معمولاً با دستیابی به حداکثر تولید پایدار (MSY) مرتبط است، در حالی که مقادیر کمتر از ۰/۲ نشان می‌دهد که ذخیره دچار صید بیرویه در سطح بازسازی^۱ شده است، به این معنا که تولیدمثل دیگر برای حفظ جمعیت کافی نیست.

شاخص‌های پایداری مبتنی بر اندازه (aLBI)

بسته aLBI ابزاری برای تخمین پارامترهای تاریخچه زندگی، شاخص‌های مبتنی بر طول و ارزیابی ذخایر ماهی با استفاده از روش‌های ارائه‌شده توسط Froese (2000, 2018) فراهم می‌کند. این روش‌ها به‌ویژه در شرایط کمبود داده مفید هستند و شاخص‌های ساده‌ای برای مقابله با صید بیرویه و پشتیبانی از مدیریت ماهیگیری پایدار ارائه می‌دهند. این بسته ساده، تخمین پارامترهای تاریخچه زندگی ماهی را تنها بر اساس داده‌های فراوانی طولی تسهیل می‌کند. نسخه ۰,۱,۹ تابع LWR را برای تحلیل رابطه طول-وزن و تابع FreqMT را برای ساخت جدول فراوانی طول مربوط به چندین ماه معرفی می‌کند. این نسخه همچنین توابع FishSS، FishPar، FrequencyTable و FishSS را با قابلیت‌های بهبودیافته به‌روزرسانی می‌کند. این بهبودها شامل افزودن روش مونت کارلو، بوت‌استرپ ناپارامتری، تصمیم‌گیری مبتنی بر انتخاب‌پذیری (selectivity) می‌باشد (Ali et al., 2025).

تحلیل‌های آماری

تمامی رویه‌های تحلیل آماری و مدل‌سازی با استفاده از نرم‌افزار R انجام شد. مدل‌های LBSPR و aLBI با استفاده از بسته‌های LBSPR (Hordyk et al., 2016) و aLBI (Ali et al., 2025) پیاده‌سازی شدند، در حالی که تحلیل‌های فراوانی طولی با استفاده از TropFishR، FSA و ggplot2 برای مصورسازی انجام گردید. پاکسازی داده‌ها و آمار توصیفی با استفاده از dplyr و tidyr انجام شد.

جدول ۱- پارامترهای تاریخچه زندگی ماهی شعری معمولی مورد استفاده در مدل‌های ارزیابی داده‌محدود

* SL50 طولی است که در آن ۵۰٪ از افراد یک جمعیت به بلوغ جنسی رسیده‌اند و SL95 طولی است که در آن ۹۵٪ از افراد جمعیت به بلوغ جنسی رسیده‌اند.

Table 1- Life-history parameters of the spangled emperor used in data-limited assessment models.

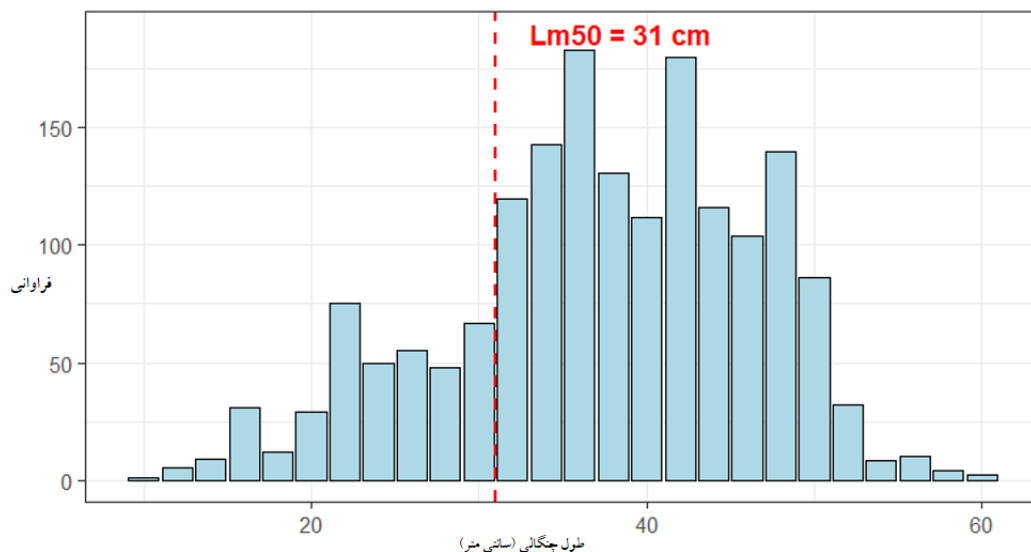
خانواده	Lethrinidae	مدل
نام علمی	<i>L. nebulosus</i>	
پارامتر		
K(year-1)	۰,۵۹	LBSPR
Linf(FL) (cm)	۶۳	LBSPR
t0 (year-1)	-۰/۲۲	
M(year-1)	۰/۷۲	LBSPR
L50* (FL)(cm)	۳۱	LBSPR, aLBI
L95*(FL)(cm)	۴۴/۷۳	LBSPR, aLBI

*SL50 is the length at which 50% of individuals in the population have reached sexual maturity, and SL95 is the length at which 95% of the individuals have reached sexual maturity.

¹ Recruitment overfishing

نتایج

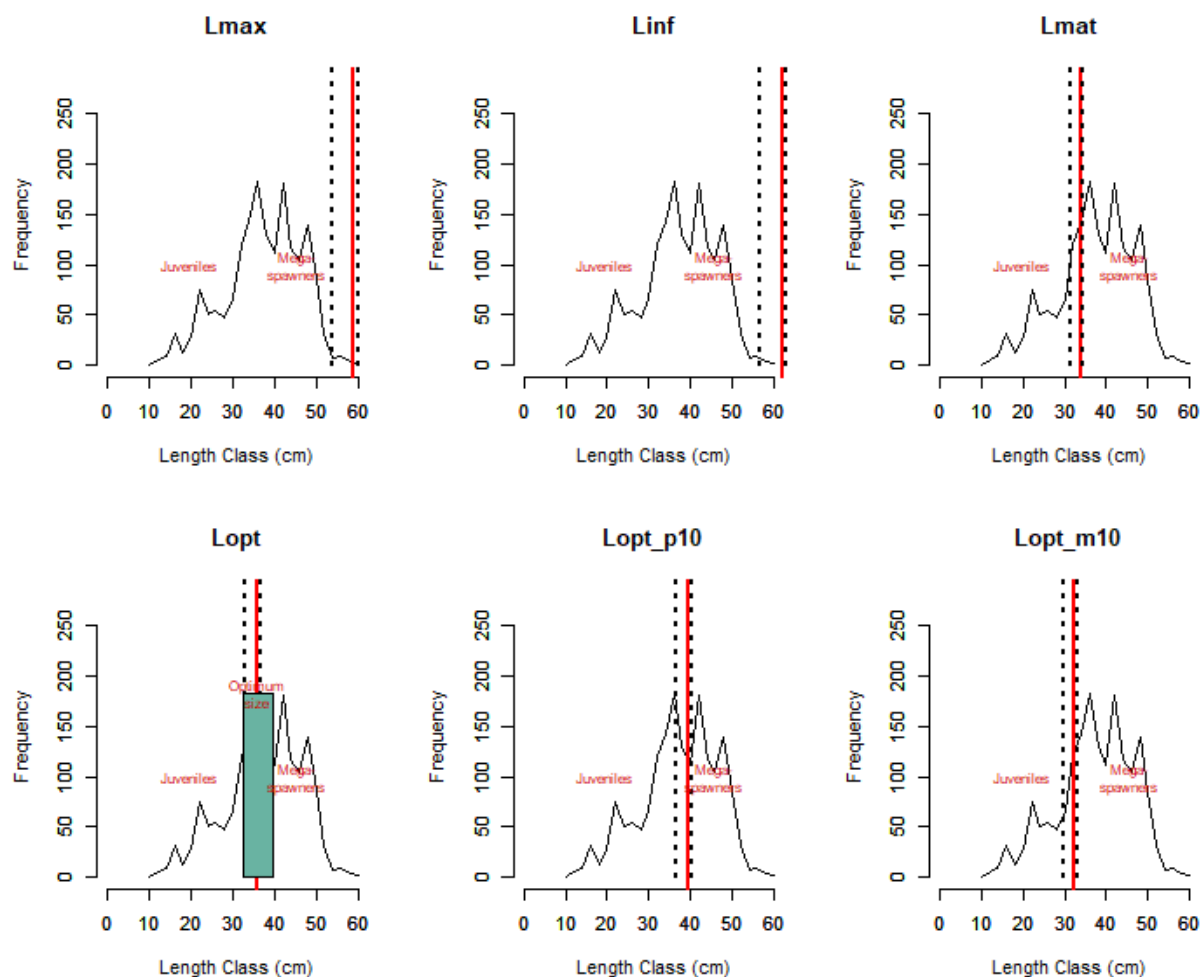
دامنه طول چنگالی ماهی شعری معمولی در سال‌های ۱۴۰۳ - ۱۴۰۱ در آب‌های خلیج فارس ۱۰-۵۹ سانتی متر (میانگین و انحراف معیار ۳۵ ± ۹) بود. بیشترین فراوانی در طبقه طولی ۳۸-۴۲ سانتی متر مشاهده شد. بطور کلی فراوانی ماهیان شعری معمولی نابالغ براساس طول اولین بلوغ جنسی (۳۱ سانتی متر) بالغ بر ۳۰ درصد در آب‌های خلیج فارس محاسبه شد (شکل ۲).



شکل ۲- فراوانی طولی ماهی شعری معمولی در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان

Figure 2- Length-frequency of the spangled emperor (*Lethrinus nebulosus*) in the Persian Gulf and the Oman Sea

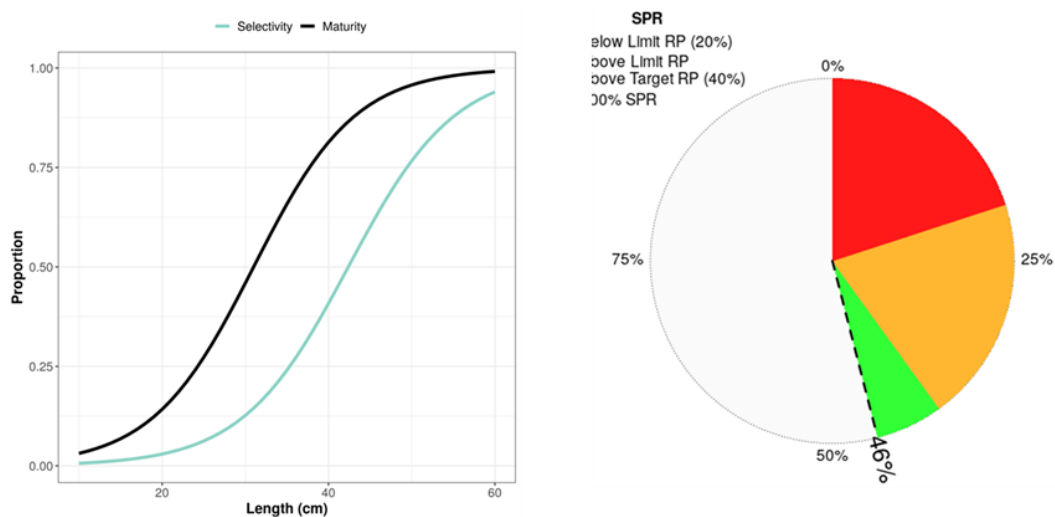
ماهی شعری معمولی دارای طیف گسترده‌ای از اندازه‌های طولی است. بیشتر افراد صیدشده، بزرگ‌تر از اولین طول بلوغ جنسی قرار دارند. توزیع طولی این گونه با محدوده برداشت بهینه (Lopt) هم‌ترازی مناسبی نشان می‌دهد که بیانگر برداشت نسبتاً پایدار است. با این حال، تعداد ماهیان مولد بزرگ بالای (Lopt+10%) بسیار کم است که این موضوع حاکی از برداشت انتخابی افراد بزرگ در جمعیت این ماهیان می‌باشد. بر اساس نقاط مرجع مبتنی بر طول، میانگین طول بهینه صید (Lopt) در آب‌های خلیج فارس ۳۶ سانتی متر محاسبه شد. حداکثر طول مشاهده‌شده در آب‌های خلیج فارس ۶۰ سانتی متر بود (شکل ۳).



شکل ۳- شاخص‌های پایداری مبتنی بر طول برای ماهی شعری معمولی

Figure 3- Length-based stock sustainability indicators for the spangled emperor

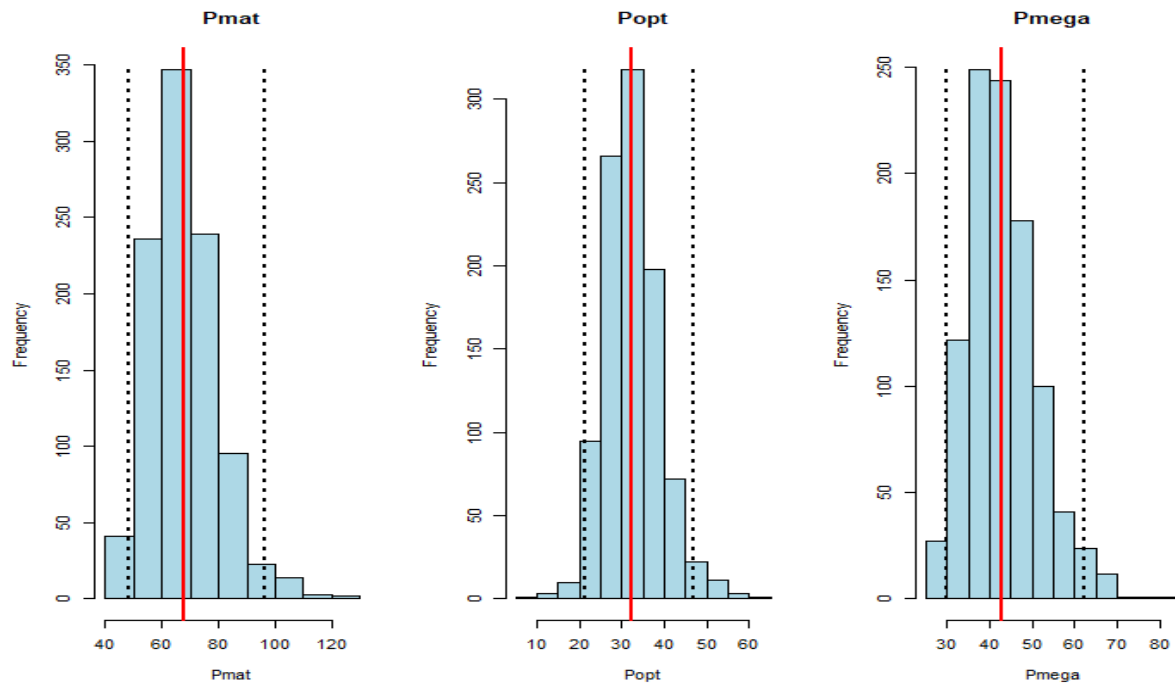
در شکل ۴، منحنی انتخاب‌پذیری در طول‌های کوچک‌تر از منحنی بلوغ شروع می‌شود، یعنی ماهیان نابالغ نیز تا حدی صید می‌شوند که می‌تواند SPR را کاهش دهد. در طول‌های بزرگ، هر دو منحنی به مقادیر بالا می‌رسند، بنابراین مولدین بزرگ به شدت در معرض صید هستند که اثر منفی بر تولیدمثل خواهد داشت. مقدار SPR ۰/۴۶ محاسبه شده است که نشان‌دهنده وضعیت متوسط ذخیره می‌باشد. نسبت $Lopt/Linf$ در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان ۰/۵۷ تعیین شد.



شکل ۴- نسبت پتانسیل مولدین براساس طول چنگالی در ماهی شعری معمولی

Figure 4- Fork-length-based SPR (spawning potential ratio) for spangled emperor

بر اساس روش ارائه شده توسط Froese و همکاران، درصد نمونه‌های بالغ در صید (P_{mat}) برای ماهی شعری معمولی در آب‌های خلیج فارس، ۶۰ درصد محاسبه شد. همچنین، نسبت ماهیان صید شده در محدوده طول بهینه (P_{opt}) برابر ۳۲ درصد برآورد گردید. علاوه بر این، درصد حضور ماهیان مولد بزرگ (P_{mega}) در صید تخلیه شده در سواحل جنوب کشور، ۴۲ درصد تعیین شد (شکل ۵).



شکل ۵- تعیین شاخص های صید پایدار شامل شاخص طولی Pmat، Popt و Pmega ماهی شعری معمولی در آب های خلیج فارس و دریای عمان

Figure 5- Length-based sustainable fishing indicators including Pmat, Popt, and Pmega for the spangled emperor in the Persian Gulf and the Oman Sea

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه، وضعیت ذخیره ماهی شعری معمولی در آب های خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از روش های مبتنی بر طول ارزیابی شد. یافته ها نشان داد که اگرچه نسبت پتانسیل تخم ریزی معادل $0/46$ حاکی از وضعیت نسبتاً متوسط ذخیره است، اما چندین شاخص دیگر، از جمله درصد صید نابالغ ها، برداشت انتخابی مولدین بزرگ و نسبت پایین Popt، زنگ های هشدار جدی را به صدا درمی آورند. مقدار SPR محاسبه شده در این تحقیق در آستانه نقطه مرجع هدف برای حداکثر بازده پایدار (MSY) قرار دارد (Hordyk *et al.*, 2015; Prince *et al.*, 2019). این مقدار بالاتر از آستانه بحرانی $0/2$ است؛ با این حال، نباید آن را نشانه سلامت کامل ذخیره تلقی کرد. پارامترهای رشد برآورده شده در مطالعه حاضر Linf برابر با 63 سانتی متر، K برابر با $0/59$ در سال با مقادیر گزارش شده توسط Taghavimotlagh و همکاران (2010) در آب های هرمزگان Linf برابر با $67/2$ سانتی متر، K برابر با $0/16$ در سال تفاوت قابل توجهی دارد. این اختلاف احتمالاً ناشی از تفاوت در دامنه داده ها، شرایط محیطی یا فشار صید متفاوت در منطقه است. ضریب رشد بالاتر در مطالعه حاضر بیانگر رشد سریع تر این جمعیت است که می تواند پاسخی به فشار صید باشد (Alonzo and Mangel, 2004; Enberg *et al.*, 2009). در جنوب خلیج فارس، نرخ مرگ و میر صیادی برای این گونه بین $0/15$ تا $0/57$ در سال برآورد شده که از نقاط مرجع بیولوژیکی فراتر رفته و نسبت بیوماس به ازای هر فرد به کمتر از 20 درصد سطح بکر رسیده است که حاکی از صید بیرویه در سطح بازسازی می باشد (Grandcourt *et al.*, 2006). در سواحل پاکستان نیز نسبت زیتوده فعلی به زیتوده حداکثر محصول قابل برداشت (B/B_{MSY}) برابر $0/55$ و نسبت مرگ و میر صیادی فعلی به مرگ و میر صیادی محصول حداکثر پایدار

(F/F_{MSY}) برابر ۲/۴۷ گزارش شده که تأییدکننده صید بیرویه شدید در این منطقه است (Baloch *et al.*, 2025). در سریلانکا، میانگین طول اولین صید (۱۹/۶ سانتی متر) بسیار پایین تر از طول بلوغ جنسی هر دو جنس (نر ۲۹/۵ و ماده ۳۹/۵ سانتی متر) بوده و نسبت جنسی در طبقات کوچک متمرکز بر ماده‌ها و در طبقات بزرگ با غلبه نرها مشاهده شده است (Wimalasiri *et al.*, 2026)، این نتایج همگی حاکی از آن است که ماهی شعری معمولی در بسیاری از مناطق تحت فشار شدید صید قرار دارد.

ماهی شعری معمولی از نظر جنسی الگوی پروتوزینی دارد و از نظر عملکردی مانند یک گونه گونوکوریست عمل می‌کند (Mashjoor *et al.*, 2022). با این حال، درصد بالای صید نابالغ‌ها (۳۰ درصد) و برداشت انتخابی مولدین بزرگ که با کمبود ماهیان بالای 10% Lopt+ مشهود است، می‌تواند به تدریج ساختار سنی و جنسی جمعیت را مختل کند. طبق مطالعات Robinson و همکاران (2017) و Alonzo Mangel و (2004) فشار صید حتی در گونه‌های تغییرجنسیت‌دهنده نیز می‌تواند منجر به کاهش سن و اندازه بلوغ جنسی و کاهش موفقیت تولیدمثل شود (Alonzo and Mangel, 2004; Robinson *et al.*, 2017). درصد نسبتاً بالای مولدین بزرگ در صید برابر با ۴۳ درصد نشان می‌دهد که با وجود وضعیت متوسط SPR، مولدین ارزشمند جمعیت به شدت در معرض حذف قرار دارند (Sadovy *et al.*, 2013). گونه‌های پروتوزینوس (ماده به نر) به طور کلی در میان ماهیان هرمافرودیت بیشترین فراوانی را دارند (Pla *et al.*, 2021) و به دلیل وابستگی تولیدمثل به حضور نرهای بزرگ و غالب، در برابر صید انتخابی اندازه به شدت آسیب‌پذیر هستند (Alonzo *et al.*, 2008; Sadovy *et al.*, 2013). در گونه‌های پروتوزینوس، حذف نرهای بزرگ معمولاً منجر به کاهش شدید نسبت پتانسیل تخم‌ریزی و در نهایت فروپاشی ذخیره می‌شود (Alonzo and Mangel, 2004).

شاخص Pmat حدود ۶۰ درصد را نشان می‌دهد که بخش عمده صید را ماهیان بالغ تشکیل می‌دهند که از نظر حفظ حداقل پتانسیل تولیدمثل مثبت است (Froese *et al.*, 2000). با این حال، Popt بسیار پایین (۳۲ درصد) است و نشان می‌دهد که تنها یک سوم صید در محدوده طول بهینه انجام می‌شود. همچنین Pmega معادل ۴۳ درصد حاکی از سهم قابل توجه ماهیان بزرگ‌جثه در صید است که به معنای برداشت شدید رده‌های سنی بالا می‌باشد. نسبت Lopt/Linf کمتر از محدوده مطلوب (۰/۸-۰/۶) گزارش شده توسط Froese and Binohlan (2000) است که این موضوع بیانگر کوچک‌شدگی میانگین طول صید نسبت به طول بینهایت می‌باشد (Froese *et al.*, 2000).

منحنی‌های انتخاب‌پذیری و بلوغ (شکل ۳) نشان داد که تور گوشگیر ماهیان را در طول‌های کوچک‌تر از طول اولین بلوغ جنسی صید می‌کند. هر چند که میزان صید نابالغ ۳۰ درصد برآورد شده، همین میزان نیز می‌تواند باعث کاهش بازسازی جمعیت شود. از سوی دیگر، در طول‌های بزرگ، هر دو منحنی به مقادیر بالایی می‌رسند که نشان می‌دهد مولدین بزرگ تقریباً به طور کامل در معرض صید قرار دارند. این الگو، که در بسیاری از ماهیگیری‌های داده‌محدود دیده می‌شود (Mashjoor *et al.*, 2022; Ben-Hasan and Daliri, 2023)، به تدریج ذخیره را متکی به افراد جوان و نابالغ کرده و تاب‌آوری جمعیت را کاهش می‌دهد.

داده‌های این مطالعه تنها از صید تجاری (تور گوشگیر) و در بازه زمانی سه‌ساله جمع‌آوری شده است. عدم دسترسی به داده‌های صید تفریحی و سایر روش‌های صید و نیز نبود اطلاعات دقیق از تلاش صید از جمله محدودیت‌های رایج در ارزیابی‌های داده‌محدود است (Hordyk *et al.*, 2015).

نتیجه گیری نهایی

در مجموع، این مطالعه نشان داد که جمعیت ماهی شعری معمولی به عنوان یک گونه هرمافرودیت پروتوزینوس (تغییر جنسیت از ماده به نر) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان، با وجود مقدار SPR نسبتاً متوسط (۰/۴۶)، در معرض تهدیدهای جدی ناشی از صید انتخابی اندازه و برداشت مولدین بزرگ قرار دارد. شاخص‌های مبتنی بر طول Pmat، Popt، Pmega و نسبت (Lopt/Linf) تصویر واقع‌بینانه‌تری از وضعیت ذخیره

ارائه می‌دهند و نشان می‌دهند که مدیریت صید صرفاً بر اساس SPR می‌تواند گمراه‌کننده باشد. با توجه به آسیب‌پذیری ذاتی این گونه، توصیه‌های مدیریتی زیر ارائه می‌شود:

- تعیین حداقل طول مجاز صید^۱ بر اساس طول اولین بلوغ جنسی (۳۱ سانتی متر) یا کمی بالاتر از آن، به طوری که حداقل ۵۰ درصد افراد فرصت تخم‌ریزی پیدا کنند (Froese *et al.*, 2000).

- اعمال محدودیت حداکثر طول ۲ جهت حفاظت از مولدین بزرگ (طول بالای ۴۰ سانتی متر) که سهم عمده‌ای در تولید مثل دارند

منابع مالی

این پژوهش با حمایت مالی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و تحت پروژه پژوهشی شماره (۰۰۳۰-۰۳۸-۱۲-۱۲-۰۱) انجام شده است. نویسندگان مراتب قدردانی خود را از این موسسه به‌خاطر فراهم آوردن امکانات، پشتیبانی لجستیکی و تأمین اعتبار موردنیاز برای انجام این مطالعه ابراز می‌دارند.

نقش نویسندگان

آرزو وهاب نژاد: ایده‌پردازی و طراحی مفهومی پژوهش؛ روش‌شناسی؛ انجام پژوهش و جمع‌آوری داده‌ها؛ تحلیل علمی و آماری داده‌ها؛ مدیریت و سازمان‌دهی داده‌ها؛ تهیه نمودارها و شکل‌ها؛ نگارش پیش‌نویس اولیه مقاله؛ توسعه، برنامه‌نویسی، پیاده‌سازی یا آزمون نرم‌افزارها و کدهای مورد استفاده در پژوهش.

مسطوره دوستدار: انجام پژوهش و جمع‌آوری داده‌ها؛ مدیریت و سازمان‌دهی داده‌ها؛ تحلیل علمی و آماری داده‌ها؛ بازبینی علمی و ویرایش مقاله.

سیامک بهزادی: انجام پژوهش و جمع‌آوری داده‌ها، روش‌شناسی؛ راهنمایی و نظارت علمی، بررسی، اصلاح، تکمیل و ویرایش علمی متن مقاله

تأییدیه اخلاقی

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافی در ارتباط با انجام این پژوهش و انتشار نتایج آن وجود ندارد.

منابع

1. Ali, A., Sarker, M. R., & Alam, M. S. (2025). Development of a simple R package (aLBI) for the estimation of stock status from the length frequency data. *Fisheries Research*, 288, 107467. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2025.107467>

¹ Minimum Legal Size

² Slot limit

2. Alonzo, S. H., & Mangel, M. (2004). The effects of size-selective fisheries on the stock dynamics of and sperm limitation in sex-changing fish. *Fishery Bulletin*, 102(1), 1–14.
3. Alonzo, S. H., Ish, T., Key, M., MacCall, A. D., & Mangel, M. (2008). The importance of incorporating protogynous sex change into stock assessments. *Bulletin of Marine Science*, 83(1), 163–179.
4. Baloch, W. A., Memon, A. M., & Khooharo, A. R. (2025). Stock assessment of spangled emperor (*Lethrinus nebulosus*) from Balochistan coast using data-limited methods. *Marine Fisheries Review*, 47, 112–125.
5. Ben-Hasan, A., & Daliri, M. (2023). Arabian/Persian Gulf artisanal fisheries: Magnitude, threats, and opportunities. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 33, 541–559. <https://doi.org/10.1007/s11160-022-09737-4>
6. Carpenter, K. E., & Allen, G. R. (1989). FAO species catalogue. Vol. 9. Emperor fishes and large-eye breams of the world (Family Lethrinidae). FAO.
7. Carpenter, K. E., & Niem, V. H. (Eds.). (2001). The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 5. Bony fishes part 3 (Menidae to Pomacentridae). FAO.
8. Devlin, R. H., & Nagahama, Y. (2002). Sex determination and sex differentiation in fish: An overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208 (3–4), 191–364. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00057-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00057-1)
9. Enberg, K., Jørgensen, C., Dunlop, E. S., Heino, M., & Dieckmann, U. (2009). Implications of fisheries-induced evolution for stock rebuilding and recovery. *Evolutionary Applications*, 2(3), 394–414. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2009.00077.x>
10. FishBase, 2024. *Lethrinus nebulosus* (Forsskal, 1775). World Wide Web electronic publication. Available at: <https://www.fishbase.se/summary/Lethrinus-nebulosus> [Accessed 8 August 2026].
11. Froese, R., & Binohlan, C. (2000). Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56(4), 758–773. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x>
12. Froese, R., Winker, H., Coro, G., Demirel, N., Tsikliras, A.C., Dimarchopoulou, D., Scarcella, G., Probst, W.N., Dureuil, M. and Pauly, D. (2018). A new approach for estimating stock status from length frequency data. *ICES Journal of Marine Science*, 75(6), 2004–2015. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy078>
13. Grandcourt, E. M., Al Abdessalaam, T. Z., Francis, F., & Al Shamsi, A. T. (2006). Biological reference points and stock status of the spangled emperor (*Lethrinus nebulosus*) in the southern Arabian/Persian Gulf. *Fisheries Research*, 79(1–2), 98–107.
14. Grandcourt, E. M., Al Abdessalaam, T. Z., Francis, F., & Al Shamsi, A. T. (2010). Reproductive biology and implications for management of the spangled emperor *Lethrinus nebulosus* in the southern Arabian/Persian Gulf. *Journal of Fish Biology*, 77(10), 2229–2247. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02799.x>
15. Hordyk, A. R., Ono, K., Valencia, S., Loneragan, N., & Prince, J. (2015). A novel length-based empirical estimation method for the spawning potential ratio (SPR) and tests of its performance for small-scale, data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 217–231. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu004>
16. Hordyk, A. R., Ono, K., Prince, J. D., & Walters, C. J. (2016). A simple length-structured model based on life history ratios and incorporating size-dependent selectivity: Application to spawning potential ratios for data-poor stocks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 73(12), 1787–1799. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2015-0422>
17. Kimmerer, W., Avent, S. R., Bollens, S. M., Feyrer, F., Grimaldo, L. F., Moyle, P. B., Nobriga, M., & Visintainer, T. (2005). Variability in length-weight relationships used to estimate biomass

- of estuarine fish from survey data. Transactions of the American Fisheries Society, 134(2), 481–495. <https://doi.org/10.1577/T04-042.1>
18. Kuwamura, T., Sunobe, T., Sakai, Y., Kadota, T., & Sawada, K. (2020). Hermaphroditism in fishes: An annotated list of species, phylogeny, and mating system. Ichthyological Research, 67(3), 341–360. <https://doi.org/10.1007/s10228-020-00754-6>
 19. Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). The Journal of Animal Ecology, 20(2), 201–219. <https://doi.org/10.2307/1540>
 20. Lowerre-Barbieri, S. K., Ganas, K., Saborido-Rey, F., Murua, H., & Hunter, J. R. (2011a). Reproductive timing in marine fishes: Variability, temporal scales, and methods. Marine and Coastal Fisheries, 3(1), 71–91. <https://doi.org/10.1080/19425120.2011.556932>
 21. Lowerre-Barbieri, S. K., Brown-Peterson, N. J., Murua, H., Tomkiewicz, J., Wyanski, D. M., & Saborido-Rey, F. (2011b). Emerging issues and methodological advances in fisheries reproductive biology. Marine and Coastal Fisheries, 3(1), 32–51. <https://doi.org/10.1080/19425120.2011.555725>
 22. Mal Elahi, A., Nouri Nejad, M., Khorshidian, K., Rostami, H., Faghih, G., Niyamimandi, N. and Aryan, S., 2008. Biological and reproductive characteristics of the *Eleutheronema tetradactylum*. Final report. Iranian Fisheries Research Organization. (In Persian)
 23. Marriott, R. J., Jarvis, N. D. C., Adams, D. J., Gallash, A. E., Norriss, J., & Newman, S. J. (2010). Maturation and sexual ontogeny in the spangled emperor *Lethrinus nebulosus*. Journal of Fish Biology, 76(6), 1396–1414. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02571.x>
 24. Mashjoor, S., Kamrani, E., & Aziz, R. (2022). Overfishing and warming put the Persian Gulf at risk. Science, 378(6618), 365. <https://doi.org/10.1126/science.adf0216>
 25. Mildenerberger, T. K., Taylor, M. H., & Wolff, M. (2017). TropFishR: An R package for fisheries stock assessment in data-limited situations using length-frequency data. Methods in Ecology and Evolution, 8(7), 898–903. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12791>
 26. Morgan, A. L., Thompson, K., Auchinachie, N., & Migaud, H. (2008). The effect of seasonality on normal hematological and innate immune parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* L. Fish & Shellfish Immunology, 25(6), 791–799. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2008.05.011>
 27. Nikkhah Khaje Ataei, S., Sourinejad, I., Kamrani, E., Ghodrati Shojaei, M., Shahsavari, M., & Asadi, M. (2012). Reproductive biology of yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*) in coastal waters of Hormozgan. Journal of Aquatic Ecology, 2(3), 56–67, (In Persian)
 28. Pauly, D., 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM Stud. Rev. 8. Manila, Philippines: WorldFish.
 29. Pla, S., Maynou, F., & Piferrer, F. (2021). Hermaphroditism in fish: Incidence, distribution and associations with abiotic environmental factors. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 31(4), 935–955. <https://doi.org/10.1007/s11160-021-09681-9>
 30. Prince, J., Lalavanua, W., Tamanitoakula, J., Loganimoce, E., Vodivodi, T., Marama, K., Waqainabete, P., Jeremiah, F., Nalasi, D., & Tamata, L. (2019). Spawning potential surveys reveal an urgent need for effective management. SPC Fisheries Newsletter, 158, 28–36.
 31. Provost, M. M., & Jensen, O. P. (2015). The impacts of fishing on hermaphroditic and treatment of sex change in stock assessments. Fisheries, 40(11), 536–545. <https://doi.org/10.1080/03632415.2015.1093471>
 32. Robinson, O. J., Jensen, O. P., Provost, M. M., Huang, S., Fefferman, N. H., Kebir, A., & Lockwood, J. L. (2017). Evaluating the impacts of fishing on sex-changing fish: A game-theoretic approach. ICES Journal of Marine Science, 74(3), 652–659. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw222>
 33. Sadovy de Mitcheson, Y., Craig, M. T., Bertoncini, A. A., Carpenter, K. E., Cheung, W. W., Choat, J. H., Cornish, A. S., Fennessy, S. T., Ferreira, B. P., Heemstra, P. C., & Liu, M. (2013). Fishing

- groupers towards extinction: A global assessment of threats and extinction risks in a billion-dollar fishery. *Fish and Fisheries*, 14(2), 119–136. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2011.00455.x>
34. Sparre, P. and Venema, S.C., 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. FAO Fisheries Technical Paper No. 306/1, Rev. 2. Rome: FAO.
 35. Taghavimotlagh, S. A., Seyfabadi, J., Vahabnezhad, A., Shojaei, M. G., & Hakimelahi, M. (2010). Some reproduction characteristics and weight-length relationships of the spangled emperor, *Lethrinus nebulosus* (Lethrinidae), of the south coast of Iran (Persian Gulf and Oman Sea). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10(2), 221–227. <https://doi.org/10.4194/trjfas.2010.0210>
 36. Taylor, M. H., & Mildenerberger, T. K. (2017). TropFishR: An R package for fisheries stock assessment in data-limited situations using length-frequency data (Version 1.6.1).
 37. Then, A. Y., Hoenig, J. M., Hall, N. G., & Hewitt, D. A. (2015). Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 82–92. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu136>
 38. Vahabnezhad, A. (2025). Monitoring the harvest status of some commercial fishes in the Persian Gulf and Oman Sea using biometrics (Final report). Iranian Fisheries Science Research Institute, 210 pp, (in Persian)
 39. Valinasab, T., Khorshidian, K., Parsamanesh, A., Kamrani, E., & Dehghani Pashtroudi, R. (2003). Estimation of demersal resources in the Persian Gulf (12–50 m depth) by swept area method (2003–2004). Iranian Fisheries Research Institute, 121 pp, (in Persian).
 40. Valinasab, T., Daryanbard, R., Azhir, M. T., Momeni, M., Mobarzi, A., & Safikhani, H. (2004). Determination of demersal biomass by swept area method in the Persian Gulf and Oman Sea waters (Final Report). Iranian Fisheries Research Institute, 330 pp, (in Persian).
 41. Valinasab, T. (2005). Determination of demersal biomass by swept area method in the Persian Gulf and Oman Sea waters. Iranian Fisheries Research Institute, 230 pp, (in Persian).
 42. Valinasab, T., Daryanbard, R., Ansari, H., & Mobarzi, A. (2010). Determination of demersal biomass in the Persian Gulf and Oman Sea by swept area method (surveys 2005 to 2009). Iranian Fisheries Science Research Institute, 228 pp, (in Persian).
 43. Valinasab, T., Daryanbard, R., Ansari, H., & Mobarzi, A. (2012). Determination of demersal biomass in the Persian Gulf and Oman Sea by swept area method (2005–2008). Iranian Fisheries Science Research Institute, 560 pp, (in Persian).
 44. Valinasab, T., Daryanbard, R., Ansari, H., Mobarzi, A., & Mirzaei, M. R. (2021). Determination of demersal biomass by swept area method in the Persian Gulf and Oman Sea waters (2017–2020) (Final Report). Iranian Fisheries Research Institute, 300 pp, (in Persian).
 45. Wimalasiri, H. B. U. G. M., De Silva, M. P. K. S. K., & Amarasinghe, U. S. (2022). Reproductive biology and sex change of the spangled emperor *Lethrinus nebulosus* in Negombo coastal waters, Sri Lanka. *Sri Lanka Journal of Aquatic Sciences*, 27(1), 15–27.