مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

ارزیابی استراتژی‌های بالقوه مدیریت صید میگو در شرایط کمبود داده و عدم قطعیت با استفاده از مدل‌های پیش‌نمایی آینده (مطالعه موردی: استان هرمزگان)

مرتضی صلاحی[۱]، احسان کامرانی[۱،۲]*، مسلم دلیری[۱،۲]، محمد مومنی[۳]

[۱] گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

[۲] هسته پژوهشی مدیریت شیلات و توسعه پایدار اکوسیستم دریایی، معاونت پژوهش و فناوری، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

[۳] بخش بیولوژی و ارزیابی ذخایر، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، بندرعباس، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۷/۱۲/۲۱
اصلاح: ۹۸/۰۷/۰۷
پذیرش: ۹۸/۰۹/۰۲

کلمات کلیدی:
خلیج فارس
ذخایر میگو
مدل‌های پیش‌نمایی
مدیریت صید

چکیده

در تحقیق حاضر که با هدف پیش‌بینی و ارزیابی پیامدهای حاصل از اعمال برخی استراتژی‌های بالقوه مدیریتی (۱۱ استراتژی و ۲ رویه مرجع) در صید میگوی استان هرمزگان انجام شد، از مدل‌های پیش‌نمایی آینده تحت شرایط عدم قطعیت و فقر داده استفاده گردید. داده‌های مورد استفاده از طریق حضور ناظرین علمی روی ترالرهای سنتی صید میگو بین ماه‌های مهر تا آذر ۱۳۹۷ و همچنین نتایج حاصل از تحقیقات پیشین جمع‌آوری گردید. نتایج نشان داد که در میان استراتژی‌های مختلف، استراتژی کنترل اندازه صید میگو (matlenlim) بیشترین عملکرد نسبی را داراست، درحالی‌که استراتژی مدیریت با اختلاف تأخیر زمانی (Delay-difference) هم از نظرِ ذخیره و هم برداشت محصول عملکرد نسبی پایینی دارد و برای مدیریت ذخایر میگو در استان هرمزگان پیشنهاد نمی‌شود. همچنین با توجه به اینکه استراتژی کنترل تلاش صیادی با طول گونه هدف (LtargetE) در مقایسه با سایر استراتژی‌ها، خروجی بهتری برای حفاظت از ذخایر داشت، پیشنهاد می‌شود چنانچه مدیران اجرایی به دنبال حداکثر حفاظت از ذخیره هستند، از این استراتژی استفاده کنند. برای مدیریت ذخیره مولدین نیز استراتژی تنظیم تلاش صیادی با طول بهینه صید (EtargetLopt) عملکرد نسبی بهتری از خود نشان داد. استراتژی جستجوی تلاش صیادی (Effort searching) با هدف دست‌یابی به حداکثر محصول پایدار از یک ذخیرهٔ آسیب‌دیده نیز قوی‌ترین خروجی را ارائه کرد و نتایج آن نشان داد که در تلاش صیادی بهینه، باید ۴۰ درصد ذخیره را برداشت نمود. نتایج این تحقیق می‌تواند اطلاعات مفیدی را در اختیار بخش اجرایی شیلات در جهت ارتقای سطح مدیریت پایدار صید در منطقه خلیج فارس قرار دهد.

مقدمه

طبق گزارش‌های سازمان جهانی خواروبار و کشاورزی ملل متحد، تأمین پروتئین حیوانی برای بیش از ۴ میلیارد انسان در دنیا وابسته به غذاهای دریایی است. همچنین برآورد گردیده که درآمدهای حاصل از صید دریایی در اقتصاد جهانی بیش از ۲۴۰

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: eza47@yahoo.com

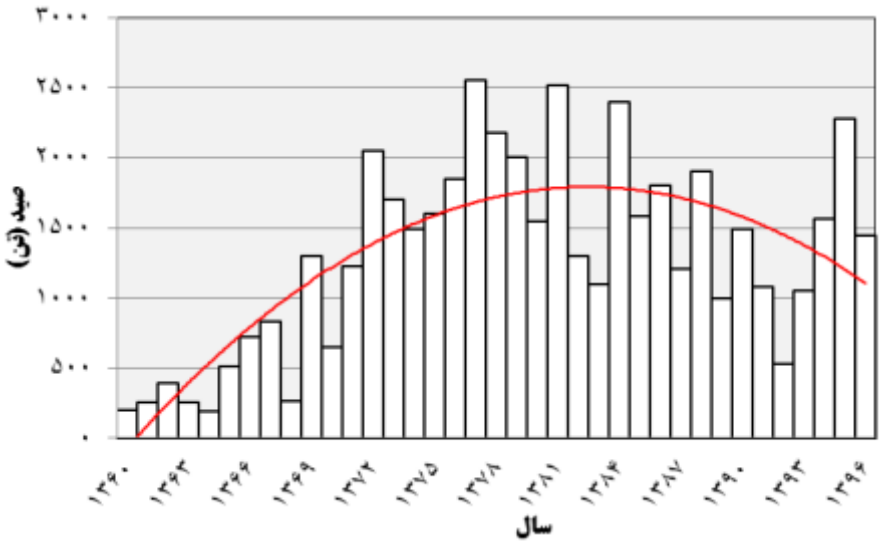
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]

میلیارد دلار در سال است (FAO, 2018). البته ارزش اجتماعی و اکولوژیک حفاظت از سلامت بوم‌سازگان‌های دریایی نیز امری بسیار ضروری و لاینفک از صید پایدار است. صید و بهره‌برداری از ذخایر آبزیان دریایی در مقیاس جهانی از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۱ میلادی روند کاهشی داشته و در این بازه زمانی، میزان صید با کاهش حدود سالانه ۹ درصد از ۸۶ میلیون تن به ۷۸/۹ رسیده است. از این‌رو، در سال‌های اخیر مهم‌ترین نگرانی جهانی سیستم مدیریت صیادی، بهره‌برداری پایدار از ذخایر آبزیان بوده است. عوامل زیادی باعث گسترش این نگرانی شده است که به کار نبردن عدم قطعیت در تحقیقات علمی و انتشار نتایج آن‌ها یکی از مهم‌ترین آن‌هاست (Hilborn and Walters, 1992). مدل‌های ارزیابی ذخایر نشان می‌دهند که افزایش فشار صیادی، بیش از حد مجازِ برداشت بوده و وضعیت کنونی ذخایر دریایی بدین صورت است که ۲۸/۸ درصد در معرض صید بی‌رویه، ۶۱/۳ درصد تحت بهره‌برداری با ظرفیت زیستی کامل و تنها ۹/۹ درصد پتانسیل افزایش تلاش صیادی را دارند (FAO, 2018). اغلب ذخایر آبزیان دریایی فاقد داده‌های مطلوب صید و یا حتی داده‌های حاصل از گشت‌های تحقیقاتی هستند و استفاده از روش‌های سنتی برای ارزیابی ذخایر، جمعیت آن‌ها را با مشکل صید بی‌رویه روبه‌رو کرده است. با این وجود، ذخایر آبزیان کشورهای در حال توسعه، جزء آسیب‌پذیرترین ذخایر دریایی به شمار می‌آیند که پیوسته در معرض خطر صید بی‌رویه هستند ولی در بیشتر مواقع درباره ذخایر آن‌ها کمبود و یا حتی فقر داده وجود دارد (Kruse *et al.*, 2005). متأسفانه کشور ایران نیز از این قاعده مستثنا نیست.

امروزه به منظور حفظ ذخایر در سطوح پایدار، استراتژی‌های مدیریتی متنوعی برای پیش‌بینی و یا پیش‌نمایی آینده[1] ذخایر حتی در شرایط فقر داده[2] ایجاد شده است. یکی از بهترین استراتژی‌ها، رویکرد مدیریت و ایجاد محدودیت در تلاش صیادی (TAE[3]) است.

میگوهای خانواده پنائیده از مهم‌ترین ذخایر آبزیان موجود در آب‌های استان هرمزگان هستند که گونه میگوی موزی *Penaeus merguiensis* (De Man, 1888) گونه غالب ترکیب صید میگو در این استان می‌باشد (Momeni, 2015). آمارهای موجود درباره میزان صید میگو در آب‌های ساحلی استان هرمزگان نشان می‌دهد که روند صید در سال‌های آغازین بهره‌برداری تجاری به طور مرتب افزایش یافته تا اینکه به یک ثبات نسبی در دهه‌ی ۷۰ رسیده است، امّا طی دو دهه‌ی گذشته با وجود افزایش فعالیت‌های صیادی، میزان صید به طور مستمر کاهش یافته و در چند سال اخیر در حد متوسط نوسان داشته است (شکل ۱).



شکل ۱. روند میزان صید میگو در استان هرمزگان طی سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۹۶ (IFO, 2018).

[1] Future Projection
[2] Data-poor
[3] Total Allowable Effort

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]

در چند سال گذشته در تحقیقات، استفاده از مدل‌های ارزیابی ذخایر گسترش یافته است که این امر می‌تواند از دلایل ثبات نسبی و کاهش سرعت کم شدن ذخیره میگو باشد (Momeni, 2015)، امّا در عمل بازخورد استفاده از نتایج این مدل‌ها در تصمیمات مدیریتی نیازمند بازه‌های زمانی طولانی مدت همراه با آزمون و خطا است که همین امر موجب افزایش عدم قطعیت در تصمیم‌گیری‌ها و در نهایت به مخاطره افتادن این ذخایر ارزشمند می‌گردد. لذا به منظور پیشگیری از وقوع مخاطرات احتمالی، مدیریت ذخایر میگو باید تحت شرایط شبیه‌سازی آینده و مدل‌سازی در شرایط فقر داده و عدم قطعیت صورت گیرد. بنابراین در تحقیق حاضر به ارزیابی برخی استراتژی‌های بالقوه مدیریت تلاش صیادی (TAE) با استفاده از مدل‌های پیش-نمایی آینده تحت شرایط عدم قطعیت و فقر داده روی ذخایر میگوی استان هرمزگان پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه گونه‌ی غالب ترکیب صید میگو در استان هرمزگان، گونه میگوی موزی (*P. merguiensis*) می‌باشد و به طور متوسط ۷۰-۶۰ درصد ترکیب صید گونه هدف را به خود اختصاص می‌دهد (Kamrani and Zarshenas, 1996; Momeni, 2015)، لذا از خصوصیات زیستی این گونه در محاسبات ریاضی استفاده شد. داده‌های پژوهش حاضر از عملیات نمونه‌برداری میدانی طی ماه‌های مهر تا آذر سال ۱۳۹۷ در طول فصل صید میگو در استان هرمزگان و همچنین نتایج حاصل از تحقیقات پیشین (جداول ۱ و ۲) جمع‌آوری گردید. نمونه‌برداری میدانی از طریق استقرار ناظرین علمی روی ترالرهای سنتی میگو گیر در صیدگاه‌های میگوی استان هرمزگان از منطقه سیریک تا طولا و از خط ساحل تا عمق ۳۵ متری انجام گرفت و در هر بار ترال‌کشی اطلاعاتی نظیر موقعیت جغرافیایی شروع و پایان توراندازی، عمق صیدگاه، سرعت ترال‌کشی، وضعیت باد، وزن توده صید، تعیین ترکیب صید صورت پذیرفت. تمامی آنالیزهای آماری در محیط نرم‌افزار R و DLMtool انجام شد.

در محاسبات آماری، استراتژی‌های زیر مورد استفاده قرار گرفت:

- ادامه‌ی صید با وضعیت فعلی (curE): در این رویه با استفاده از داده‌های پیشین صید و تلاش صیادی شبیه‌سازی بر اساس میزان تلاش صیادی ثابت انجام شد.
- تلاش صیادی با طول بهینه‌ی صید ($EtargetL_{opt}$): در این استراتژی با تغییر طول میگوهای صید شده به بالا یا پایین‌تر از طول بهینه صید (L_{opt})، تلاش صیادی به گونه‌ای تنظیم می‌شود که طول میگوهای صید شده به سوی طول بهینه سوق پیدا کند. میزان تلاش صیادی به صورت معادله‌ی زیر محاسبه می‌شود (Carruthers and Hordyk, 2018):

$$TAE_y = TAE_{y-1}(1 - buffer)r \qquad (1)$$

buffer مربوط به کنترل‌کننده‌ی انحراف تلاش صیادی محاسبه شده است، TAE_{y-1}: میزان تلاش صیادی مربوط به سال قبل و r: نسبت میانگین طول میگوهای صید شده به طول بهینه صید است که از طریق رابطه‌ی زیر محاسبه شد:

$$r = \frac{L_{recent}}{L_{opt}} \qquad (2)$$

طول بهینه برای صید میگو نیز با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$L_{opt} = \frac{L_\infty W_b}{\frac{M}{K} + W_b} \qquad (3)$$

L_∞: طول بی‌نهایت مربوط به معادله‌ی ون برتالانفی، W_b: شیب منحنی رابطه طول-وزن میگو، M: نرخ مرگ و میر طبیعی و K: آهنگ رشد معادله رشد ون برتالانفی می‌باشد.

- تطبیق تصاعدی صید به ازای واحد تلاش صیادی (ItargetE): در این استراتژی به منظور محاسبه‌ی تلاش صیادی از توابع شرطی استفاده می‌شود (Geromont and Butterworth, 2015):

اگر $I_{recent} \geq I_0$:

$$TAE_y = 0.5TAE_{y-1}\left[1 + \left(\frac{I_{recent} - I_0}{I_{target} - I_0}\right)\right] \qquad (4)$$

در صورت برقرار نشدن شرط مذکور از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]

$$TAE_y = 0.5TAE_{y-1}\left(\frac{I_{recent}^{\ 2}}{I_0}\right) \qquad (5)$$

در این روابط، I_0: ۸۰ درصد از I_{ave} (میانگین صید به ازای واحد تلاش صیادی در سال‌های گذشته در مدت دو برابر سال‌های پیش‌بینی آینده است)، I_{recent}: میانگین شاخص صید به ازای واحد تلاش صیادی در سال‌های اخیر و I_{targrt}: میانگین صید در سال‌های گذشته ضرب در عدد محاسبه شده‌ی I_{multi} (پارامتر کنترل‌کننده‌ی اندازه‌ی بزرگی صید به ازای واحد تلاش در مقایسه با حال حاضر) است.

- تلاش صیادی ثابت مرحله‌ای (LstepCE): در این روش تنظیم میزان تلاش صیادی مجاز (TAE) از طریق میانگین طولی میگوهای صید شده در ۵ سال اخیر انجام شد. در این روش TAE از طریق روابط زیر محاسبه گردید (Carruthers *et al*., 2015):

$$TAE = \begin{cases} TAE^* - 2STAE^* ifr < 0.96 \\ TAE^* - STAE^* ifr < 0.98 \\ TAE^* ifr < 1.058 \end{cases} \qquad (6)$$

جدول ۱. پارامترهای شبیه‌سازی مربوط به ذخیره، مقادیر و منابع استفاده شده

پارامتر	توضیحات	مقادیر		منبع
		حد پایین	حد بالا	
T_{max}	حداکثر سن تخمین زده شده (سال)	۱/۶	۲	Momeni, 2015
R_0	تعداد هر ریکروت در حالت عدم اعمال مرگ و میر صیادی	۱۰۰۰		
M	نرخ مرگ و میر طبیعی	۲/۵	۲/۶	
M_{sd}	میزان تغییرات سالانه در نرخ مرگ و میر طبیعی	۰	۰/۱	
M_{grad}	حدود تغییرات زمانی روند مرگ و میر طبیعی به ازای هر سال	-۰/۲۵	۰/۲۵	
h	شیب منحنی ریکروت	۰/۶۵	۰/۸۵	
SR_{rel}	نوع رابطه‌ی ذخیره- بازسازی	۱		
L_{inf}	طول بی‌نهایت کاراپاس در معادله ون برتالانفی (میلی‌متر)	۳۹/۵	۵۰	Momeni, *et. al*., 2018; Momeni, 2015; Erfani *et al*., 2013
k	نرخ رشد (در سال) در معادله‌ی ون برتالانفی	۱/۵	۱/۸	
t_0	سن صفر در معادله‌ی ون برتالانفی	- ۰/۱۰	- ۰/۱۱	
k_{sd}	میزان تغییرات سالانه‌ی پارامتر *k*	۰	۰/۰۲۵	
k_{grad}	حدود تغییرات زمانی در روند پارامتر *k* به ازای هر سال	-۰/۲۵	۰/۲۵	
L_{infsd}	میزان تغییرات سالانه در طول بی‌نهایت	۰	۰/۰۲۵	
$L_{infgrad}$	حدود تغییرات زمانی در روند طول بی‌نهایت به ازای هر سال	-۰/۲۵	۰/۲۵	
a	عرض از مبدأ در رابطه‌ی طول- وزن	۰/۰۰۱۵		Carruthers and Hordyk, 2018
b	شیب خط رابطه‌ی طول-وزن	۲/۷۸	۲/۸۰	
D	سطح فعلی تهی سازی ذخیره	۰/۰۵	۰/۶	
L_{50}	طول کاراپاس در سن بلوغ (میلی‌متر)	۳۴/۲	۳۵/۸	
$_{95}L_{50}$	میزان افزایش طول کاراپاس نسبت به CL_{m50} (α=۰/۱۰)	۲/۵	۱۲	
P_{err}	خطا پردازش	۰/۱۵	۰/۳	

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]

جدول ۲. پارامترهای شبیه‌سازی مربوط به وضعیت فعالیت صیادی

پارامتر	توضیحات	مقادیر: حد پایین	مقادیر: حد بالا	منبع
n_{years}	تعداد سال برای شبیه‌سازی برگشتی	۵۰		
S_{pat_targ}	پراکنش صیادی در منطقه‌ی صید	۱	۱	Carruthers and Hordyk, 2018
LFS	کوچک‌ترین طول میگو با آسیب‌پذیری کامل در مقابل ادوات صید	۰/۷۵	۱/۱	
L_5	کوچک‌ترین طول میگو با آسیب‌پذیری ۵ درصد در مقابل ادوات صید	۰/۲	۰/۴	
V_{maxlen}	میزان آسیب‌پذیری میگوها با طول بی‌نهایت L_∞	۰/۴	۰/۸	
F_{sd}	میزان تغییرات سالانه در نرخ مرگ و میر صیادی	۰/۱	۰/۴	
Eff_{Years}	روند نسبی تلاش صیادی در طول سال‌های ماقبل	۰	۰/۳	
Eff_{Upper}	روند نسبی تلاش صیادی در طول سال‌های ماقبل (کران بالا)	۰	۰/۶	Momeni, 2015
Eff_{Lower}	روند نسبی تلاش صیادی در طول سال‌های ماقبل (کران پایین)	۰	۰/۴	
q_{inc}	میانگین درصد کارایی ادوات صیادی (به منظور پیش نمایی قابلیت صید)	-۲	۲	
q_{cv}	تغییرات سالانه در کارایی ادوات صیادی (به منظور پیش نمایی قابلیت صید)	۰/۱	۰/۳	

*TAE: میزان تلاش صیادی سال ماقبل، S: طول میگو محاسبه شده به روش مرحله‌ای، r: نسبت‌های طول میگو در سال‌های اخیر (L_{recent}) و میانگین طول میگو در سال‌های گذشته به‌طوری‌که دو برابر سال‌های پیش‌بینی آینده را پوشش دهد.

- نرخ پتانسیل تولیدمثل بر اساس طول میگو (LBSPR):

در این روش، نرخ پتانسیل تولید مثل (SPR) محاسبه شده در مقایسه با ثابت ۰/۴ انجام شد. اگر $\frac{SPR}{SPR_{targ}} \geq 1.25$ باشد، میزان تلاش صیادی برای سال بعد ۱۰ درصد افزایش می‌یابد و درصورتی‌که $\frac{SPR}{SPR_{targ}} < 0.75$ باشد میزان تلاش صیادی برای سال بعد ۱۰ درصد کاهش پیدا می‌کند و اگر هیچ‌یک از این دو شرط برقرار نباشد، میزان تلاش صیادی ثابت باقی می‌ماند (Hordyk *et al.*, 2015).

- صید با کنترل اندازه‌ی میگوها (matlenlim): در این روش ملاک تنظیم تلاش صیادی بر مبنای تجزیه‌ی منحنی بلوغ انجام می‌شود، به‌طوری‌که انتخاب‌پذیری ادوات باید به طریقی مدیریت شود که میگوهای با اندازه طولی ۱۰٪ بزرگ‌تر از طول بلوغ (L_{M50}) صید شوند.
- ایجاد محدودیت منطقه‌ای صید (MRreal): روش مدیریت تلاش صیادی با ایجاد محدودیت صیدگاهی، به این صورت که با ممنوعیت صید در منطقه ۱، فعالیت صیادی در منطقه ۲ آغاز شد.
- ارزیابی ذخیره با مدل اختلاف تأخیر زمانی (DDe): در این روش به منظور برآورد میزان توده‌ی زنده میگو در سال t، از رابطه توده زنده و بازسازی در سال‌های گذشته استفاده گردید (Hilborn and Walters, 1992):

$$B_t = S_{t-1}B_{t-1} + \rho S_{t-1}B_{t-1} - \rho S_{t-1}S_{t-2}B_{t-2} - S_{t-1}\rho W_{k-1}R_{t-1} + W_k R_t \qquad (7)$$

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]

Bt (زی‌توده‌ی میگو در سال t) از طریق سه معیار قابل تخمین است:

۱- زی‌توده‌ی باقی‌مانده از سال قبل که برابر با $S_{t-1}B_{t-1}$ است.

۲- میزان رشد زی‌توده‌ی ذخیره‌ی باقی‌مانده که برابر با $\rho S_{t-1}B_{t-1} - \rho S_{t-1}S_{t-2}B_{t-2} - S_{t-1}\rho W_{k-1}R_{t-1}$ است.

۳- زی‌توده‌ی ریکروت جدید اضافه شده‌ی سال حاضر که برابر با $W_k R_t$ است.

- جستجوی تلاش صیادی برای جلوگیری از کاهش پایداری ذخیره (DTe): این استراتژی به منظور دست‌یابی به سطحی از تلاش صیادی که منجر به کاهش پایداری ذخیره نشود، اعمال گردید. درواقع، در اینجا تلاش صیادی باید به گونه‌ای تنظیم شود که ذخیره به زیر ۴۰ درصد خود نرسد (Carruthers and Hordyk, 2018):

$$TAE_y = \frac{D}{\propto} TAE_{y-1} \qquad (8)$$

D: تخمینی از میزان کاهش ذخیره‌ی فعلی، ∝: سطحی از کاهش ذخیره که در محاسبات در نظر گرفته می‌شود.

- شاخص سطح هدف تلاش صیادی به سطح فعلی (ITe): در این روش با استفاده از معادلات ۹ و ۱۰ شبیه‌سازی مدیریت تطبیق تلاش صیادی بر اساس سطح فعلی (میانگین پنج سال اخیر) نسبت به سطح هدف انجام شد (Carruthers and Hordyk, 2018).

$$TAE_y = TAE_{y-1}\delta \qquad (9)$$

$$\delta = \frac{I}{I_{ref}} \qquad (10)$$

δ: میانگین شاخص در سال‌های اخیر و I_{ref} نقطه‌ی مرجع برای شاخص با استفاده از مدل Carruthers and Hordyk (2018) بود.

- صید در طول مورد نظر (LtargetE): هدف این روش رسیدن به سطحی از تلاش صیادی است که بر میانگین طولی مورد نظر منجر شود. در این روش از توابع شرطی (Geromont and Butterworth, 2015) استفاده شد: اگر $L_0 L_{recent}$:

$$TAE = 0.5TAE^* \left[1 + \left(\frac{L_{recent} - L_0}{L_{target} - L_0}\right)\right] \qquad (11)$$

در غیر این صورت:

$$TAE = 0.5TAE^* \left[\frac{L_{recent}^{\ 2}}{L_0}\right] \qquad (12)$$

TAE^*: میزان تلاش صیادی سال قبل، L_{recent}: میانگین طول میگوهای صید در پنج سال اخیر، L_0: برابر است با ۰/۹ میانگین طولی صید در مدت زمان دو برابر سال‌های پیش‌بینی، L_{ave}: میانگین طول صید سال‌های اخیر و L_{target} طول مورد انتظار است.

- همچنین، در این تحقیق از دو رویه به منظور ارزیابی و مقایسه عملکرد استراتژی‌های به کار رفته استفاده شد که شامل رویه مرجع تلاش صیادی حداکثر محصول پایدار ($FMSY_{ref}$) و رویه ممنوعیت کامل صید (NF_{ref}) بودند. در رویه اجرایی تلاش صیادی حداکثر محصول پایدار فرض بر این است که اطلاعات مربوط به برداشت و ذخیره در بهترین حالت ممکن قرار داشته باشند و در رویه ممنوعیت کامل صید نیز به بررسی روند تغییرات ذخیره در صورت کاهش تلاش صیادی به نزدیک صفر پرداخته می‌شود.

نتایج

نتایج عملکرد هر یک از استراتژی‌ها رویه‌های مرجع مدیریتی برای ۵۰ سال آینده در قالب شاخص‌هایی نظیر احتمال صید بی‌رویه، صید حداکثر محصول پایدار (MSY)، عدم کاهش زی‌توده میگو به زیر ۵۰ درصد و اندازه‌ی زی‌توده ذخیره مولدین (SSB) در ادامه آورده شده است:

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]

شاخص‌هایی که برای بیان وضعیت صید به کار رفته‌اند شامل: PNOF (احتمال عدم وقوع صید بی‌رویه)، LTY (احتمال بیشتر بودن زی‌توده از ۵۰ درصد زی‌توده‌MSY پس از ۴۰ سال در آینده)، P100 (احتمال بیشتر بودن زی‌توده‌ی ذخیره مولدین (SSB) نسبت بهSSB_{MSY})، P50 (احتمال بیشتر بودن زی‌توده‌ی ذخیره مولدین SSB نسبت به ۵۰ درصدSSB_{MSY})، P10 (احتمال بیشتر بودن زی‌توده‌ی ذخیره مولدین SSB نسبت به ۱۰ درصدSSB_{MSY}) و AAVY (میانگین تغییرات سالانه) می‌باشد. در جدول ۱ مقادیر به دست آمده برای شاخص‌های مذکور به تفکیک رویه‌های اجرایی و استراتژی‌های مدیریتی ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که در روش $FMSY_{ref}$ احتمال بروز صید بی‌رویه بیشتر از NF_{ref} و معادل ۸۳ درصد است و همچنین احتمال افت زی‌توده به زیر ۵۰ درصد MSY در رویه مرجع NF_{ref} صفر است. احتمال حفظ ذخیره مولدین (SSB) در روش ایجاد ممنوعیت کلی صید بالا و برابر با ۹۵، ۹۹ و ۱۰۰ درصد به ترتیب نسبت به ۱۰۰، ۵۰ و ۱۰ درصد زی‌تودهٔ مولدین MSY می‌باشد. این در حالی است که در رویه مرجع $FMSY_{ref}$ احتمال حفظ ذخیره مولدین نسبت به ۱۰۰ درصد زی‌توده‌ی MSY پایین و برابر با ۱۹ درصد محاسبه شد (جدول ۱).

در بررسی استراتژی‌های مدیریتی مشخص شد که استراتژی ایجاد محدودیت اندازه صید (میگو) و همچنین تنظیم تلاش صیادی با طول بهینه صید با احتمال بسیار زیاد (PNOF> ۰/۹۵) مانع بروز صید بی‌رویه می‌شوند. در شاخص احتمال بالا نگه‌داشتن محصول پایدار (LTY)، کمترین احتمال (صفر درصد) به ترتیب مربوط به دو استراتژی تنظیم تلاش صیادی با طول بهینه صید و طول مورد نظر و بیشترین احتمالات با ۹۶ و ۹۲ درصد نیز مربوط به استراتژی‌های جستجوی تلاش صیادی با تهی سازی و محدودیت سایز صید به دست آمد. بررسی شاخص احتمال بالاتر بودن زی‌توده ذخیره مولد نسبت به ۵۰ درصد SSB_{MSY}(P50) نشان داد که بیشینه و کمینه با ۹۸ و ۵۳ درصد به ترتیب مربوطه به استراتژی‌های محدودیت سایز صید و مدل اختلاف تأخیر زمانی بود. شاخص AAVY نشان داد که استراتژی‌های محدودیت منطقه صیادی و مدل اختلاف تأخیر زمانی به ترتیب با ۳۴ و ۰/۰۸ درصد بیشترین و کمترین احتمال در ایجاد نوسانات سالانه محصول به زیر ۲۰ درصد حداکثر محصول پایدار برخوردار بودند.

در شکل ۲ روند پیش نمایی آینده (۵۰ سال) تحت اعمال هر یک از استراتژی‌های مدیریتی مورد اشاره قابل مشاهده است. این پیش نمایی با بهره‌گیری از دو شاخص نسبت مرگ و میر صیادی به مرگ و میر MSY (F/F_{MSY}) و ذخیره‌ی مولدین

جدول ۱. مقایسه‌ی احتمالات برقراری شاخص‌های وضعیت صید به منظور ارزیابی وضعیت مدیریت ذخایر میگو در استان هرمزگان

کد	راهبرد مدیریتی	اختصار انگلیسی	شاخص‌های وضعیت صید					
			PNOF	LTY	P100	P50	P10	AAVY
۱	رویه مرجع MSY	FMSYref	۰/۱۷	۰/۹۴	۰/۱۹	۰/۷۷	۱	۱
۲	رویه ممنوعیت کامل صید	NFref	۱	۰	۰/۹۵	۰/۹۹	۱	۱
۳	ادامه صید با شرایط فعلی	curE	۰/۴۱	۰/۶۶	۰/۳۱	۰/۶۱	۰/۸۳	۰/۳
۴	مدل اختلاف تأخیر زمانی	DDe	۰/۷۲	۰/۰۲۴	۰/۴۳	۰/۵۳	۰/۶۳	۰/۰۸
۵	جستجوی تلاش صیادی با تهی سازی	DTe40	۰/۶	۰/۹۶	۰/۴۵	۰/۸۵	۰/۹۹	۰/۲۸
۶	تنظیم تلاش صیادی با طول بهینه	EtargetLopt	۰/۹۵	۰	۰/۸۵	۰/۹۵	۱	۰/۱۲
۷	تطبیق تصاعدی CPUE	ItargetE1	۰/۷۸	۰/۵۲	۰/۶۶	۰/۸۹	۰/۹۹	۰/۲۴
۸	شاخص هدف تلاش صیادی	ITe5	۰/۳۲	۰/۷۸	۰/۲	۰/۵۵	۰/۹۴	۰/۳۲
۹	روش تولید مازاد بر اساس طول میگو	LBSPR	۰/۴۵	۰/۶۶	۰/۳۵	۰/۶۲	۰/۹۲	۰/۳۲
۱۰	مدیریت تلاش صیادی ثابت مرحله‌ای	LstepCE1	۰/۷۵	۰/۵۴	۰/۶	۰/۸۱	۰/۹۵	۰/۳
۱۱	صید در طول مورد نظر	LtargetE1	۰/۹۳	۰	۰/۸۲	۰/۹۴	۱	۰/۲
۱۲	محدودیت اندازه	matlenlim	۰/۹۷	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۹۸	۱	۰/۲۴
۱۳	محدودیت منطقه صیادی	MRreal	۰/۶۸	۰/۶۶	۰/۳۳	۰/۶۵	۰/۹۹	۰/۳۴

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]

نسبت به ذخیره‌ی مولدین MSY (SSB/SSB_{MSY}) نشان داده شده است. این دو شاخص نشان‌دهنده دو هـدف کلـی مـدیریت ذخیره است که حداکثر میزان برداشت را علیرغم حفاظت از ذخیره مولیدن به منظور بازسازی مناسب صورت پـذیرد. خطـوط پیش‌نمایی در نمودارهای ارائه شده با استفاده میانه و عدم قطعیت با استفاده از ۲۰ درصد و ۸۰ درصد خطوط شبیه‌سازی ارائه شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، در رویه‌ی مرجع F_{MSY}، مرگ و میر صیادی به صورت ثابت و بیشینه اسـت و اندازه‌ی ذخیره مولد نیز در طول سال‌های آینده همواره بالاتر از نصف میزان ذخیره محصـول پایـدار یـا SSB_{MSY} مـی‌باشـد. همچنین، در روش مرجع ممنوعیت کامل صید (NF_{ref})، مرگ و میر صیادی صفر است. بلافاصـله پـس از برقـراری ایـن رویـه، ذخیره‌ی مولدین به سرعت افزایش یافته و طی چند سال اول به ظرفیت برد محیطی (Carrying Capacity) می‌رسد و سـپس مرگ و میر طبیعی باعث نوسان حول این ظرفیت می‌شود.

استراتژی ادامه مدیریت ذخایر میگوی استان هرمزگان با سیاست فعلی نشان می‌دهد که مرگ و میر صیادی و ذخیره مولـدین از ثبات نسبی در طول ۵۰ سال آینده برخوردار خواهند بود و برداشت و ذخیره مولدین سطح قابل قبولی دارد. بـا ایـن وجـود عدم قطعیت در این روش مدیریت بالا است و نسبت شاخص ذخیره مولدین از حدود صفر تا ۱/۵ نوسان دارد.

نتایج حاصل از پیش نمایی برای استراتژی مدل اختلاف تأخیر زمانی (DDe) نشان می‌دهد در چند سال ابتدایی، نـرخ مـرگ و میر صیادی افزایش و اندازه‌ی ذخیره مولدین کاهش پیدا می‌کند، اما در ادامه روند کاملاً برعکس شده و بـه سـرعت در جهـت افزایش و حفظ ذخیره‌ی مولیدن و کاهش مرگ و میر صیادی پیش خواهد رفت. البته عدم قطعیت پیش‌بینی در این روش بالا بوده و به خصوص در نمودار SSB بسیار مشهود است. استراتژی جستجوی تلاش صیادی با تهی‌سازی، میزان ذخیره مولدین را افزایش و حدود ۱/۵ برابر SSB_{MSY} می‌رساند. جزئیات روند سایر استراتژی‌های مدیریتی در طول ۵۰ سال شبیه‌سازی در شکل (۲) قابل مشاهده است.

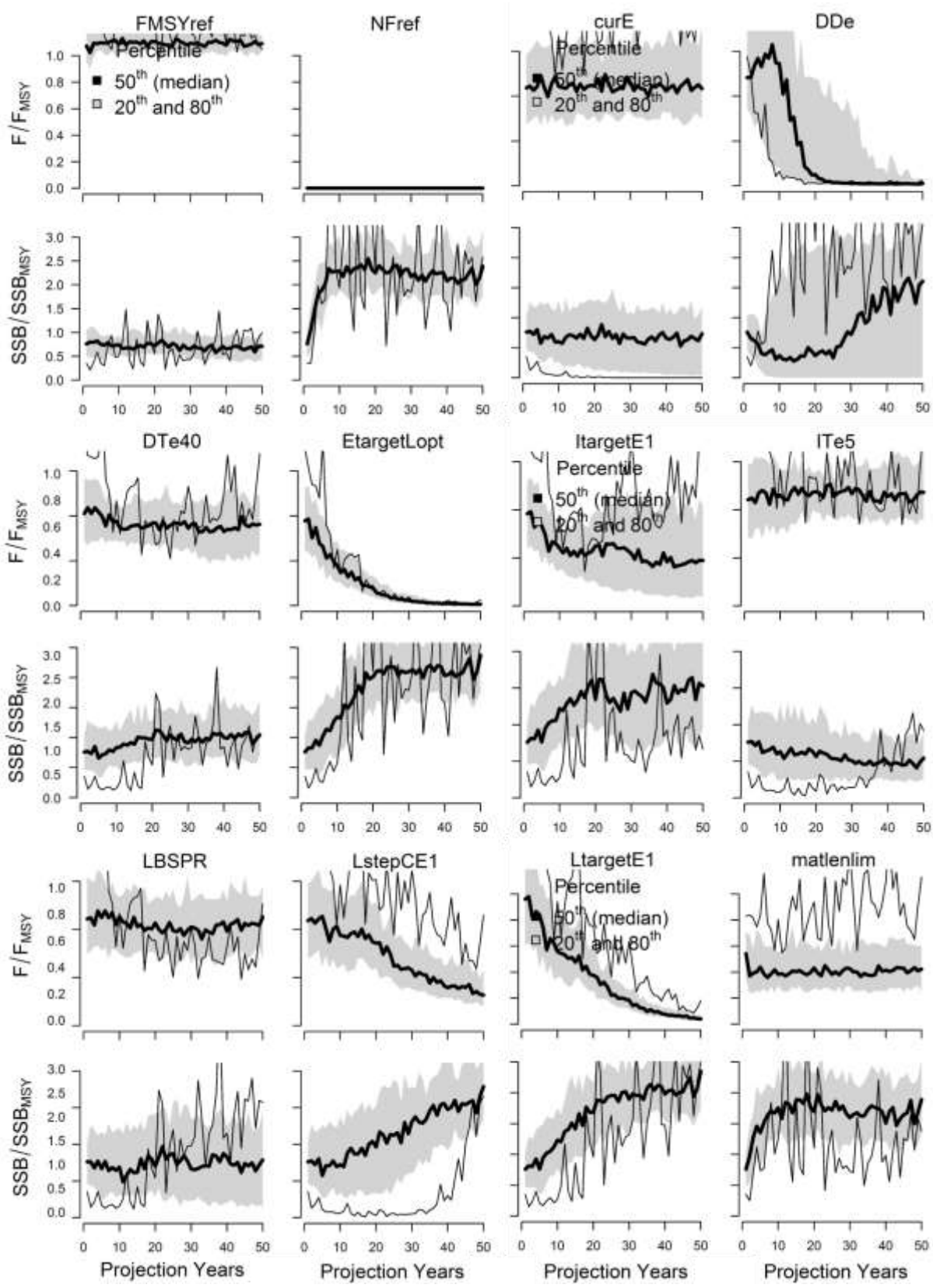
شکل (۳) نیز نشان‌دهنده احتمال حفظ زی‌توده نسبت به زی‌توده‌ی حداکثر محصـول پایـدار و زی‌تـوده‌ی اولیـه در ده سـال پایانی شبیه‌سازی برای انواع استراتژی‌های مدیریتی است. در دو استراتژی صید در طول مورد نظر و تنظیم تـلاش صـیادی بـا طول بهینه صید پس از اعمال ۴۰ سال مدیریت، به احتمال ۱۰۰ درصد زی‌تـوده پایـانی بیشـتر از نصـف زی‌تـوده‌ی حـداکثر محصول پایدار و زی‌توده‌ی اولیه است. همچنین در استراتژی‌های محدودیت سایز صید، مدیریت تلاش صیادی ثابت مرحله‌ای، تطبیق تصاعدی CPUE و جستجوی تلاش صیادی با تهی سازی احتمال حفظ زی‌توده بسیار بالا (P> ۸۰) است، اما کمتـرین احتمال حفظ زی‌توده در استراتژی مدیریت شاخص تلاش صیادی هدف به تلاش صیادی فعلی مشاهده شد.

در شکل (۴) به بررسی جنبه‌ی سلامت ذخیره تحت اعمال استراتژی‌های مدیریتی شبیه‌سازی شده پرداخته شده است. از این منظر سه گروه وضعیت بحرانی، هشدار و وضعیت سالم قابل تفکیک است. سالم‌ترین ذخیره با استفاده از شبیه‌سـازی بـا رویـه مرجع ممنوعیت کامل صید (NF_{ref})، صید در طول مورد نظر و تنظیم تلاش صیادی با طول بهینه صید به دسـت آمـد؛ امـا در این گروه، میزان برداشت و صید از ذخیره بسیار پایین است. از نظر سلامت ذخیره مـدیریت تـلاش صـیادی ثابـت مرحلـه‌ای، محدودیت سایز صید، مدل اختلاف تأخیر زمانی و تطبیق تصاعدی CPUE در گروه بعدی قرار دارند. این روش‌ها مـی‌تـوان بـا مرگ و میر صیادی متوسط به پایین (F/F_{MSY}=۳/۸-۶) سلامت ذخیره را حفظ کرد؛ اما همان‌طور کـه در شـکل نیـز مشـخص است ادامه مدیریت فعلی، شرایط ذخیره را در وضعیت هشدار قرار خواهد داد. همچنین استراتژی مدیریتی جسـتجوی تـلاش صیادی با تهی‌سازی ضمن حفظ ذخیره در وضعیت سالم از میزان برداشت و صید قابل‌توجهی نیز برخوردار است.

نتایج مربوط به تعادل بهینه بین محصول نسبی و احتمال کـاهش زی‌تـوده در شـکل ۵ ارائـه شـده اسـت. در صـورت اعمـال محدودیت سایز صید، میزان محصول نسبی ۰/۹ و احتمال صید بی‌رویه ۵ درصد، احتمـال کـاهش زی‌تـوده بـه زیـر زی‌تـوده حداکثر محصول پایدار ۱۸ درصد، احتمال کاهش زی‌توده به زیر ۵۰ درصد و ۱۰ درصد زی‌توده حـداکثر محصـول پایـدار بـه ترتیب ۶ و ۴ درصد به دست آمد. همچنین ادامه‌ی رویکرد فعلی منجر به محصول نسبی ۰/۶ گردید و احتمالات ۶۰، ۷۰، ۴۰ و ۲۰ درصد به ترتیب برای صید بی‌رویه، کاهش زی‌توده به زیر MSY، ۰/۵MSY و ۰/۱MSY محاسبه شد. اسـتراتژی-های شاخص تلاش صیادی هدف به تلاش صیادی فعلی، رویکرد فعلی، تولید مازاد بـر اسـاس طـول میگـو، جسـتجوی تـلاش صیادی با تهی سازی، محدودیت منطقه صیادی، مدل اختلاف تأخیر زمانی، مدیریت تلاش صیادی ثابت مرحله‌ای، تطبیق

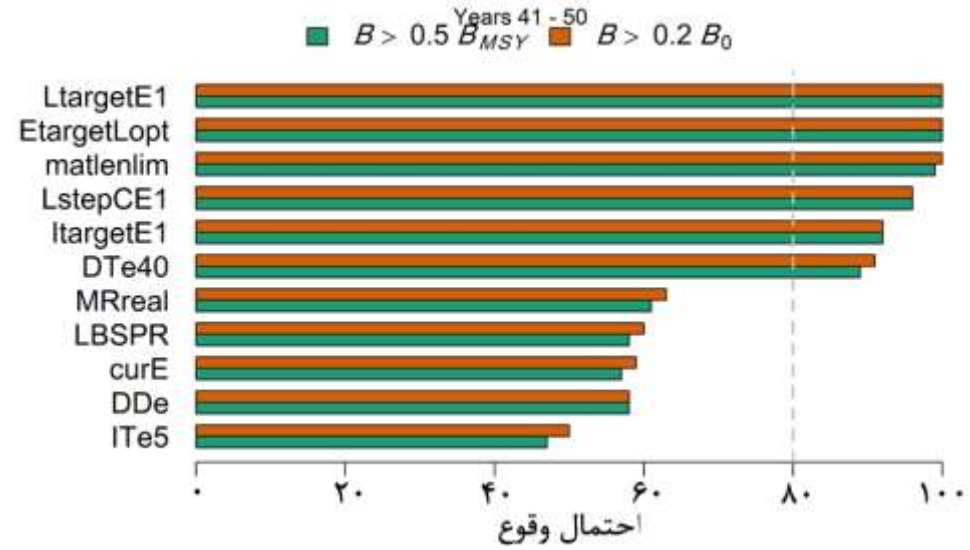
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]



شکل ۲. پیش نمایی وضعیت ذخیره و صید میگو در استان هرمزگان برای ۱۲ راهبرد مدیریتی برای ۵۰ سال آینده.

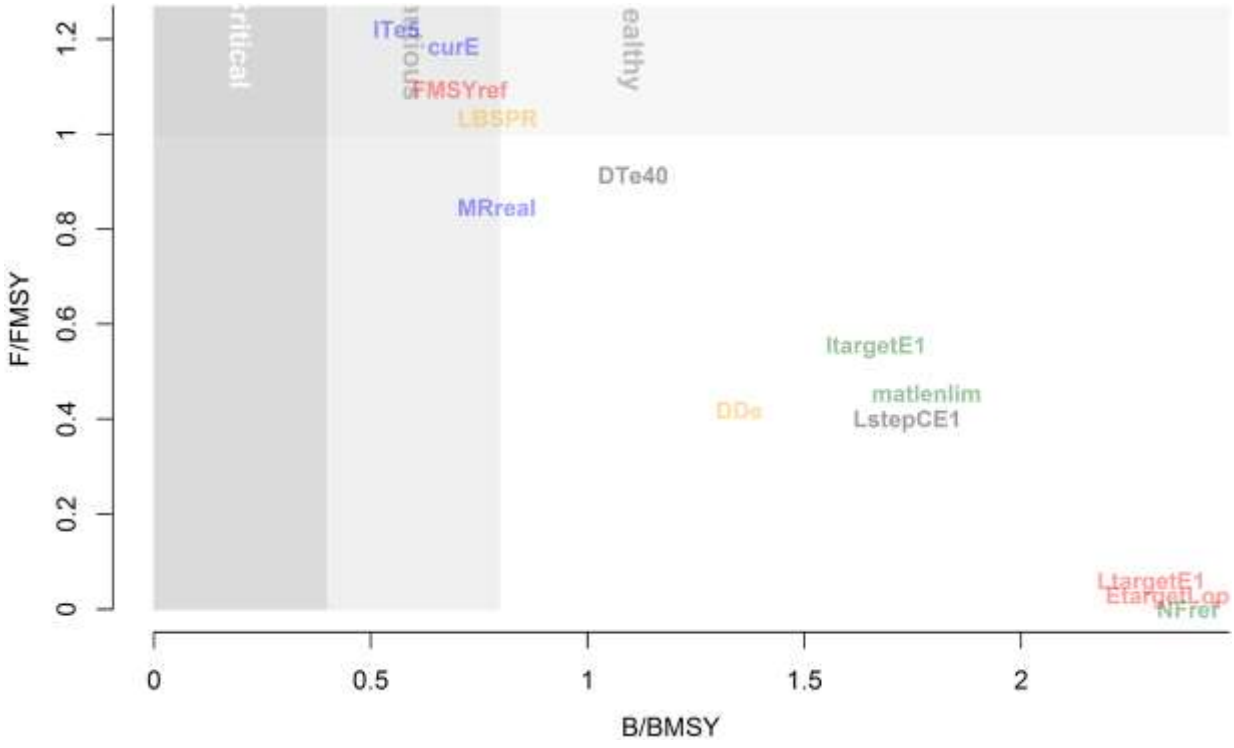
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]



شکل ۳. احتمال‌های بالا بودن زی‌توده از زی‌توده‌ی حداکثر محصول پایدار به تفکیک استراتژی‌های به کار رفته.

تصاعدی CPUE، صید در طول مورد نظر، تنظیم تلاش صیادی با طول بهینه صید و محدودیت اندازه صید به ترتیب بیشترین تا کمترین احتمال بروز صید بی‌رویه را داشتند. بیشترین و کمترین احتمال کاهش زی‌توده به زیر زی‌توده‌ی MSY با احتمـال ۸۰ و ۱۷ درصد در استراتژی‌های مدیریت شاخص تلاش صیادی هدف به تلاش فعلی و تنظیم تلاش صـیادی بـا طـول بهینـه صید مشاهده شد.

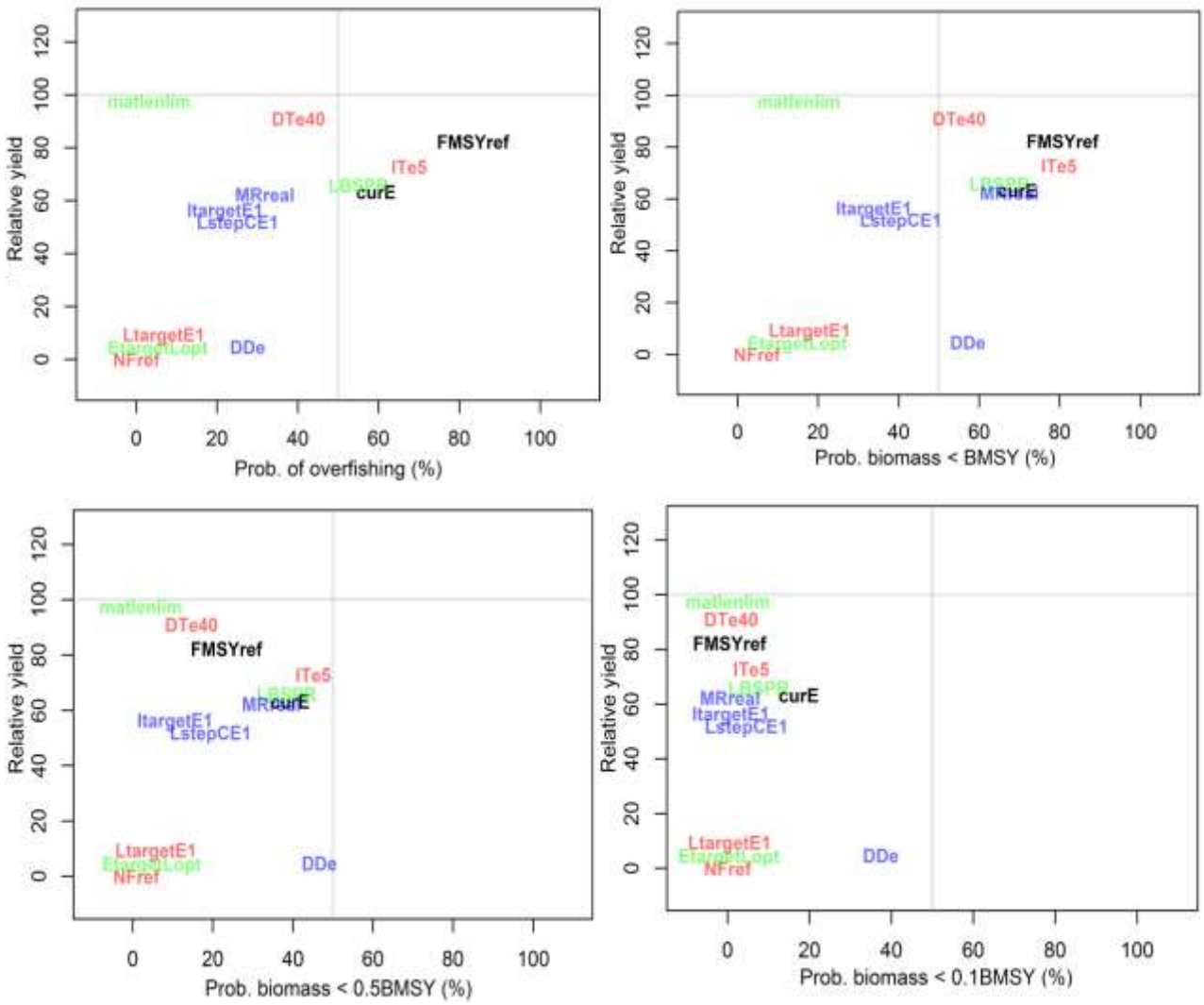
در شکل ۶ نیز وضعیت تعادل بهینه با استفاده از دو معیار اندازه ذخیره مولدین در مقابل محصول برداشت شده طی طـول ۵۰ سال آینده نشان داده شده است. با توجه به اینکه در اینجا هر دو جنبه‌ی برداشت و حفظ ذخیره در نظر گرفته شده است، هـر دو رویه‌ی مرجع ($FMSY_{ref}$ و NF_{ref}) از کارایی متوسط برخوردارند. بهتـرین و بـدترین کـارایی بـه ترتیـب در اسـتراتژی‌هـای محدودیت سایز صید میگو و مدل اختلاف تأخیر زمانی مشاهده شد.



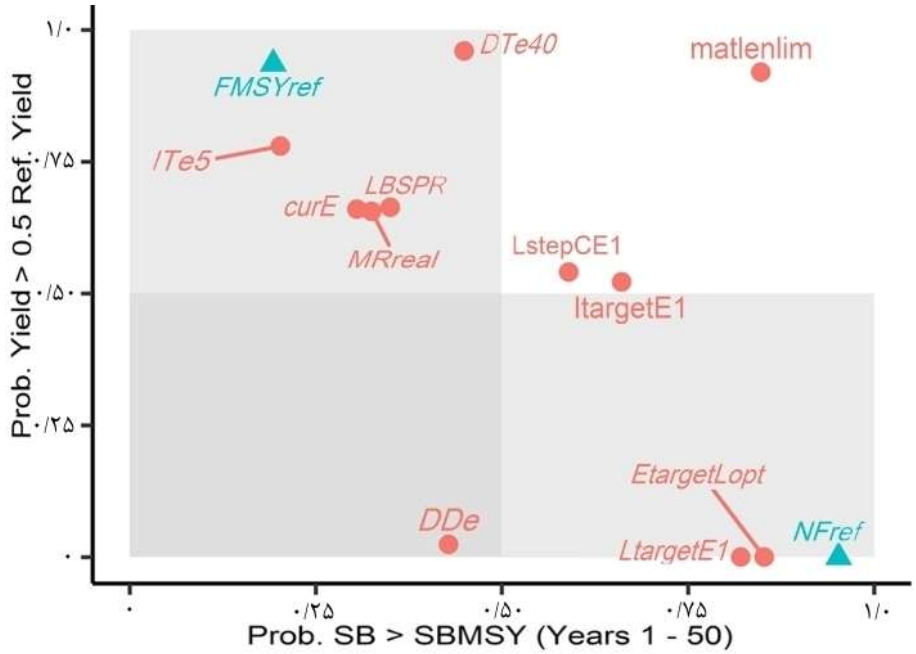
شکل ۴. نمودارDFO برای مقایسه انواع راهبردهای مدیریت تلاش صیادی میگو از نظر سلامت ذخیره و برداشت پایدار

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]



شکل ۵. نمودار تعادل بهینه (trade-off) برای استراتژی‌های به کار رفته در مدیریت صید میگو استان هرمزگان.



شکل ۶. نمودار تعادل بهینه اصلاح شده بین محصول و زی‌توده‌ی مولد

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]

بحث

در مطالعه حاضر، بیشترین احتمال جلوگیری از بروز صید بی‌رویه (P=۰/۹۷) و در عین حال احتمال زیاد در حفظ محصول پایدار (P=۰/۹۲) مربوط به استراتژی ایجاد محدودیت اندازه بود که با توجه به بیشینه بودن زی‌توده‌ی یک کوهورت در نقطه‌ی بلوغ جنسی (Cope and Punt, 2009) و همچنین کارایی مدل‌های متکی بر طول بلوغ در حفظ ذخیره مولدین (Froese and Binohlan, 2000) می‌توان به این نتیجه رسید که گنجاندن شاخص طول بلوغ در رویه‌های مدیریتی در صورت اجرای دقیق، هر دو هدف اجرایی پایش ذخایر را محقق می‌کند. علیرغم اینکه مدل اختلاف تأخیر زمانی در نهایت در حفظ پایداری ذخیره موفق عمل کرد، اما بیشترین عدم قطعیت شبیه‌سازی در این مدل مشاهده شد که با بررسی جزئیات معادله این مدل مشخص شد که با توجه به تعدد عوامل زیستی ایجاد کننده‌ی عدم قطعیت در این مدل (Hilborn and Walters, 1992) شامل عدم قطعیت تخمین میزان رشد جمعیت طی سال شبیه‌سازی، میزان جمعیت منتقل شده به سال بعد و میزان ریکروت نسل جدید می‌توان به این نتیجه رسید تعدد فاکتورها و پیچیدگی مدل به میزان عدم قطعیت آن می‌افزاید. علاوه بر این، وقوع صید گزارش نشده و صید غیرمجاز در این منطقه اثرات غیرقابل انکاری بر روی ذخایر میگو دارد که از عوامل افزایش عدم قطعیت مدل‌ها نیز است (Daliri *et al.*, 2015) بنابراین اگر در این مدل‌ها لحاظ شود میزان عدم قطعیت را کاهش داده و ممکن است حتی در برخی رویه‌ها نظیر ممنوعیت مکانی، خروجی مدل تغییرات قابل ملاحظه‌ای داشته باشد.

در ارتباط با حفظ زی‌توده دو استراتژی تنظیم تلاش صیادی با طول بهینه و صید در طول هدف بهترین عملکرد را داشتند به‌طوری‌که بیشترین احتمال حفظ زی‌توده در مقادیر بالاتر از نصف زی‌توده‌ی MSY (P>۰/۹۸) در این استراتژی‌ها مشاهده شد؛ اما این استراتژی‌ها در زمینه محصول حداکثری عملکرد ضعیفی نشان دادند (P_{yield}<۰/۱). با توجه به اینکه استراتژی‌های مذکور بدون اعمال انتخاب‌پذیری ادوات صیادی و تنها از طریق بهینه‌سازی میزان تلاش (Cope and Punt, 2009) صیادی است، لذا به لحاظ تئوری کاملاً قابل انتظار است این رویه‌ها منجر به کاهش شدید برداشت محصول شوند.

اگرچه نتایج شبیه‌سازی در این تحقیق نشان داد که مدیریت میگو با استفاده از سیاست ایجاد محدودیت اندازه‌ی میگو بهترین نتیجه را از هر دو جنبه‌ی حفظ ذخیره و برداشت دارد، اما ایجاد چنین مدیریتی حداقل در شرایط فعلی و ادوات صید میگو که غالباً ترالرهای سنتی هستند، از محدودیت‌هایی برخوردار است. تنظیم اندازه چشمه به منظور صید با اندازه‌ی مشخص در تور ترال میگو بسیار دشوار است به‌طوری‌که در چشمه‌های کوچک میزان صید افراد نابالغ بالا می‌رود و در چشمه‌های بزرگ‌تر میزان صید به شدت کاهش می‌یابد و همچنین میزان کنترل بر روی گونه‌های صید تصادفی را کاهش می‌دهد (Anderson, 1989). از طرفی تحمیل هزینه‌ی طراحی تورهایی با اندازه‌ی چشمه متفاوت بر روی ناوگان سنتی میگو، هزینه‌های جاری این صیادان را افزایش خواهد داد. از این رو، در چنین مواردی می‌بایست قوانینی وضع شوند که تنها مربوط به رعایت اندازه صید نباشد.

ادامه‌ی روند مدیریت فعلی از موفقیت نسبی برخوردار است اما همان‌طور که در نتایج مشهود است بیشتر به طرف برداشت متمایل است تا حفظ ذخیره. با توجه به این که مدیریت فعلی میگوی استان هرمزگان از نوع مدیریت محدودیت فصلی-منطقه‌ای می‌باشد، با توجه به نتایج پژوهش حاضر نتیجه نهایی اعمال محدودیت مکانی و نحوه مدیریت فعلی نیز تقریباً مشابه است. استراتژی مدیریت مدل اختلاف تأخیر زمانی تنها رویکردی است که از هر دو منظر ذخیره و برداشت، عملکرد نسبی پایین داشته و برای مدیریت ذخایر میگو پیشنهاد نمی‌شود.

وضعیت ذخیره میگو تحت استراتژی‌های مدیریت تنظیم تلاش صیادی با طول بهینه صید و صید در طول مورد نظر متمایل به حفاظت از ذخیره است. لذا، چنانچه مدیریت به دنبال رویه‌ای برای حفاظت از ذخیره باشد، استفاده از چنین استراتژی‌هایی نتایج نسبتاً بهتری به دست خواهد داد. همچنین، استراتژی جستجوی تلاش صیادی با تهی سازی با اهداف مدیریتی متمایل به جنبه‌ی افزایش برداشت سازگار است. Hordyk و همکاران (2015a; 2015b; 2015c; 2016) پیشنهاد کردند که با استفاده از رویه‌ی تولید مازاد بر اساس طول میگو با ارتباط برقرارکردن نسبت‌های M/K، L_m/L_∞ و ثابت بورتون و هولت می‌توان در شرایط کمبود داده با فرض اینکه هیچ‌یک از پارامترهای جمعیتی و رشد در دسترس نباشد، به اثبات مرگ و میر طبیعی و ارتباط بین داده‌های فراوانی طولی و پتانسیل تولید مثل مولدین (SPR) پرداخت. اعمال استراتژی تولید مازاد بر اساس طول

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]

میگوی استان هرمزگان نشان داد که با حفظ سطح برداشت، میزان ذخیره‌ی مولدین افزایش می‌یابد. همچنین استراتژی تنظیم تلاش صیادی با طول بهینه صید یکی از بهترین نتایج را به منظور حفاظت از ذخیره مولد میگو در استان هرمزگان داشت، که Chen و همکاران (2018) نیز این روش را برای ذخایر تن ماهیان مورد مطالعه قرار داده و پیشنهاد کردند با گنجاندن تغییرات مکانی-زمانی در میزان مرگ و میر طبیعی، از جمله قوی‌ترین مدل‌ها تحت تغییرات مرگ و میر طبیعی است با این حال، تغییرات به دست آمده، توصیه‌های مدیریتی را تحت تأثیر قرار داد. با وجود اینکه رویه‌ی مدل اختلاف تأخیر زمانی در مقایسه با روش‌های شبیه‌سازی دیگر در این مطالعه عملکرد نسبتاً بدی داشت، اما برای پیش‌بینی نوسان سالانه‌ی در صید به ازای واحد تلاش، بهتر از مدل فاکس عمل کرد (Zhang, *et al*., 2015). سیاست مدیریت با رویه‌ی جستجوی تلاش صیادی با تهی‌سازی، میزان تلاش صیادی را طوری تنظیم کرد تا میزان تهی‌سازی ۴۰ درصد به دست آمد.

به طور مشخص، ادامه روند فعلی در دهه‌های پیش رو به دلیل تمرکز بر بهره‌برداری، اندازه ذخیره مولدین به تدریج و با شیبی ملایم کاهش پیدا کرده و ذخیره میگوی در خلیج فارس را تهدید می‌کند. در میان انواع استراتژی‌های ارائه شده، در صورت مهیا شدن امکان برقرار کردن محدودیت اندازه میگوهای صید شده، این روش بهترین کارایی را خواهد داشت؛ اما با شرایط موجود به منظور بهبود و ارتقاء مدیریت صید در سال‌های آتی پیشنهاد می‌شود از رویه جستجوی تلاش صیادی با تهی‌سازی زیر ۵۰ درصد استفاده شود، چرا که استفاده از این روش علاوه بر افزایش نسبی ذخیره مولدین، منجر به افزایش چند برابری و کاملاً معنی‌دار میزان برداشت در دراز مدت می‌شود.

منابع

Anderson, L.G. 1989. Enforcement issues in selecting fisheries management policy. Marine Resource Economics. 6(3): 261-277.

Carruthers, T.R., Hordyk, A.R. 2018. The Data-Limited Methods Toolkit (DLMtool): An R package forinforming management of data-limited populations. Methods in Ecology and Evolution. 9: 2388-2395.

Carruthers, T.R., Kell, L.T., Butterworth, D.D., Maunder, M.N., Geromont, H.F., Walters, C., McAllister, M.K., Hillary, R., Levontin, P., Kitakado, T., Davies, C.R. 2015. Performance review of simple management procedures. ICES Journal of Marine Science. 73(2): 464-482.

Chen, N., Zhang, C., Sun, M., Xu, B., Xue, Y., Ren, Y., Chen, Y. 2018. The impact of natural mortality variations on the performance of management procedures for Spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*) in the Yellow Sea, China. Acta Oceanologica Sinica. 37(8): 21-30.

Cope, J.M., Punt, A.E. 2009. Length-based reference points for data-limited situations: applications and restrictions. Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science. 1(1): 169-186.

Daliri, M., Kamrani, E., Paighambari, S.Y. 2015. Illegal shrimp fishing in Hormozgan inshore waters of the Persian Gulf. The Egyptian Journal of Aquatic Research. 41(4): 345-352.

Erfani, M., Danekar, A., Ardakani, T. 2013. Investigation on nutrient in twig grey mangrove at Govater Bay (Sistan and Baluchestan province). Journal of Plant researches. 26(3): 320-329.

FAO. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture. Meeting the Sustainable Development Goals. Rome, Italy. 210 p.

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.

Geromont, H.F., Butterworth, D.S. 2015. Generic Management Procedures for Data-Poor Fisheries: Forecasting with Few Data. ICES Journal of Marine Science. 72(1): 251-61.

Hilborn, R., Walters, C.J. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics, and uncertainty. New York: Chapman and Hall. 470 p.

Hordyk, A., 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. 13: 1-13.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]

Hordyk, A.R., Ono, K., Sainsbury, K.J., Loneragan, N., Prince, J.D. 2015a. Some explorations of the life history ratios to describe length composition, spawning-per-recruit, and the spawning potential ratio. ICES Journal of Marine Science. 72: 204-216.

Hordyk, A.R., Ono, K., Valencia, S.R., Loneragan, N.R., Prince, J.D. 2015b. A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. ICES Journal of Marine Science. 72: 217-231.

Hordyk, A.R., Loneragan, N.R., Prince, J.D. 2015c. An evaluation of an iterative harvest strategy for data-poor fisheries using the length-based spawning potential ratio assessment methodology. Fisheries Research. 171: 20-32.

IFO. 2018. Fisheries statistical yearbooks for between 1981-2017, Iranian Fisheries Organization, 64 p.

Kamrani, E., Zarshenas, G. 1996. Population structure analyses and catch status of shrimp fishery in Hormozgan. Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization. 45 p.

Kruse, G.H., Gallucci, V.F., Hay, D.E., Perry, R.I., Peterman, R.M., Shirley, T.C., Spencer, P.D., Wilson, B., Woodby, D. 2005. Fisheries Assessment and Management in Data-Limited Situations. University of Alaska Fairbanks. Alaska Sea Grant. 10.4027/famdls. 958 p.

Momeni M., Kamrani, E., Safaei, M., KayMaram, F. 2017. Biomass and Distribution of Banana Shrimp (*Penaeus merguiensis* De Man, 1888) In the Persian Gulf. Journal of Animal Environment. 9(2): 2015-22.

Momeni, M. 2015. Exploitation management of Banana shrimp (*Penaeus merguiensis*) using population parameters and modeling in the Persian Gulf and Oman sea (Hormozgan province). Ph. D thesis. Fisheries Department. University of Hormozgan. 193 p.

Momeni, M., Kamrani, E., Safaie, M., Kaymaram, F. 2018. Population structure of banana shrimp, *Penaeus merguiensis* De Man, 1888 in the Strait of Hormoz, Persian Gulf. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 17(1): 47-66.

Zhang, K., Liu, Q., Kalhoro, M.A. 2015. Application of a Delay-difference model for the stock assessment of southern Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*). Journal of Ocean University of China. 14(3): 557-563.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1400.11.1.6.9]