14(1) 321-328, Spring 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Simulating the performance of Total allowable catch (TAC) projection models to fishery management of Banana shrimp (*Penaeus merguiensis*) stock in data-limited situation (Case study: Hormozgan province)

Morteza Salahi [1], Ehsan Kamrani [1,2]*, Moslem Daliri [1,2], Mohammad Momeni [3]

[1]*Fisheries Department, Faculty of Marine Sciences and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran*
[2]*Research Department of Fisheries Management and Sustainable Development of Marine Ecosystem, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran*
[3]*Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Iran*

Key Words

Shrimp
Total allowable catch (TAC)
Future projection model
Hormozgan
Persian Gulf

Abstract

Introduction: Many marine fishery stocks are deprived of continuous research survey due to cost and facilities limitations, which are known as poor-data. Thus, management methods have also been developed through simulation in which shrimp stocks were managed under future simulation and modeling conditions in the face of data limitation. The aim of this study was to simulate the storage of banana shrimp in Hormozgan province using total allowable catch (TAC) models.

Materials & Methods: Data were collected through shrimp fishing vessels in shrimp fishery grounds of Hormozgan in2018. Future simulation for 50-years was done by closed loop with 5000 replications, of which 200 lines of the simulation process were randomly selected.

Results: According to the results, the ITe model with 76.9% had the highest probability of yield in the MSY range among the models. In simulating the trend of biomass index (B/BMSY) it was found that ITe, DDe, LstepCE and EtargetLopt models with probability percentages of 76.7%, 54.7%, 38.6% and 13.3% from the highest to the lowest, respectively. The 50-year forecast trend showed that in the DDe model, the mortality rate (F/F_{MSY}) decreased sharply, and the results of this model had the highest range of uncertainty, ranging from 0 to 2.5.

Conclusion: The results of the present study can provide valuable information about the stock of banana shrimp in Hormozgan province in the future to decision makers, managers and researchers.

* Corresponding Author's email: eza47@yahoo.com
Received: 3 November 2020; Reviewed: 6 December 2020; Revised: 7 February 2021; Accepted: 16 March 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.255997.2401

مقاله پژوهشی

شبیه‌سازی عملکرد مدل‌های صید مجاز قابل برداشت (TAC) در مدیریت صید میگوی موزی *Penaeus merguiensis* در شرایط کمبود داده (مطالعه موردی: استان هرمزگان)

مرتضی صلاحی[۱]، احسان کامرانی*[۲،۱]، مسلم دلیری[۲،۱]، 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، ایران

[۳] پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

کلمات کلیدی

میگو
صید مجاز قابل برداشت (TAC)
مدل‌های پیش‌نمایی آینده،
استان هرمزگان
خلیج فارس

چکیده

مقدمه: گاهاً به‌دلیل محدودیت‌هایی مانندعدم امکان استفاده مداوم از گشت‌های تحقیقاتی و انواع هزینه‌ها، درمدیریت صید بسیاری از ذخایر دریایی با کمبود اطلاعات مواجه هستیم که به‌منظور مدیریت این ذخایر از مدل‌سازی ضعف داده(Poor-Data) استفاده می‌شود. پژوهش حاضر با هدف شبیه‌سازی ذخیره میگوی موزی در استان هرمزگان تحت مدل‌های صید مجاز قابل برداشت(TAC) صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها: اطلاعات و داده‌های مورد استفاده در مدل‌ها از طریق حضور بر روی لنج‌های صید میگو در سال ۱۳۹۷ (طی فصل صید میگو در استان هرمزگان) در ۳۰ فقره ترال کشی جمع‌آوری شد و بخشی نیز از تحقیقات پیشین استخراج شد.

نتایج: نتایج مدل‌سازی ۵۰ سال آینده با ۵۰۰۰ تکرار نشان داد که مدل شاخص سطح هدف تلاش صیادی به سطح فعلی(ITe) بیش‌ترین احتمال(۷۶/۹٪) قرارگیری محصول در محدوده MSY وجود دارد. هم‌چنین در شبیه‌سازی روند شاخص بیومس(B/B_{MSY}) نیز مشخص شد که مدل‌های ITe و تلاش صیادی با طول بهینه صید ($Etarget_{Lopt}$) به‌ترتیب با ۷۶/۷٪ و ۱۳/۳٪ بیش‌ترین و کم‌ترین درصد احتمال سقوط میزان بیومس به زیر بیومس MSY را دارند. علاوه براین، دامنه تغییرات عدم قطعیت در مدل ارزیابی ذخیره با اختلاف تأخیر زمانی(DDe) بیش‌ترین مقدار را در مقایسه با سایر مدل‌ها داشت و در این مدل نرخ مرگ و میر(F/F_{MSY}) به‌شدت کاهش یافت.

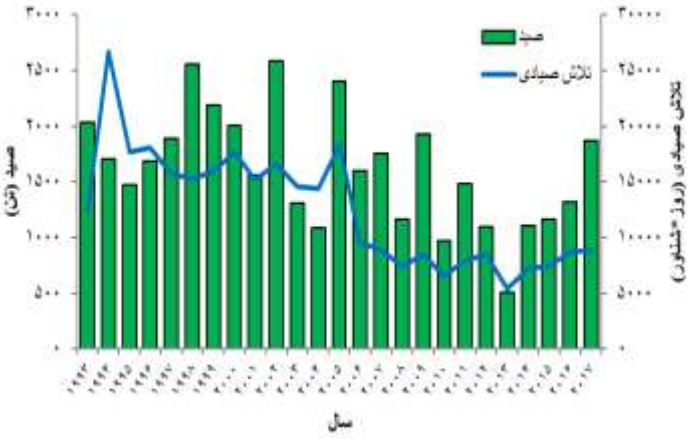
بحث و نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق حاضر می‌تواند اطلاعات بسیار ارزشمندی را درباره وضعیت ذخیره میگوی موزی در استان هرمزگان در طول سال‌های آینده در اختیار تصمیم‌سازان، مدیران اجرایی و محققین قرار دهد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: eza47@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳ آبان ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۱٦ آذر ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۱۹ بهمن ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۲٦ اسفند ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.255997.2401

مقدمه

طبق گزارش‌های سازمان جهانی خواروبار و کشاورزی ملل متحد، تأمین پروتئین حیوانی بیش از ۴ میلیارد انسان در دنیا وابسته به غذاهای دریایی است، هم‌چنین برآورد شده که درآمدهای حاصل از صیددریایی در اقتصادجهانی بیش از ۲۴۰ میلیارد دلار در سال است (۱). صید و بهره‌برداری از ذخایر آبزیان دریایی در مقیاس جهانی از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۱ میلادی روند کاهشی داشته است، به‌طوری‌که این میزان با کاهش حدود سالانه ۹ درصد از ۸۶ میلیون تن به ۷۸/۹ رسیده است. از این‌رو، در سال‌های اخیر مهم‌ترین نگرانی جهانی سیستم‌مدیریت صیادی، بهره‌برداری پایدار از ذخایر آبزیان‌بوده است. عوامل زیادی باعث گسترش این نگرانی شده است که به‌کار نبردن عدم قطعیت‌در تحقیقات علمی و انتشار نتایج آن‌ها یکی از مهم‌ترین آن‌هاست (۲، ۳). این درحالی است‌که طبق اعلام‌فائو هم‌چنان فشار صیادی بیش از حد مجاز برداشت بوده و وضعیت‌کنونی‌ذخایر دریایی به گونه‌ای است که ۲۸/۸ درصد در معرض صیدبی‌رویه، ۶۱/۳ درصد تحت بهره‌برداری با ظرفیت زیستی کامل و تنها ۹/۹ درصد پتانسیل افزایش تلاش صیادی را دارند (۱، ۴). غالباً داده‌های حاصل صید ذخایر آبزیان دریایی فاقد کیفیت مناسب بوده و در کنار این مسأله استفاده از روش‌های سنتی ارزیابی ذخایر، ذخیره آن‌ها را با مشکل صید بی‌رویه مواجه کرده است. McGarvey و همکاران بیان می‌کنند که در کشورهای در حال توسعه (مانند ایران)، کمبود و یا حتی فقر داده درباره ذخایر آبزیان دریایی شدیدتر است و همین امر باعث می‌شود که پیوسته در معرض خطر صید بی‌رویه باشند (۵). امروزه به‌منظور حفظ‌ذخایر درسطوح پایدار، استراتژی‌های‌مدیریتی متنوعی برای پیش‌بینی و یا پیش‌نمایی آینده (Future Projection) ذخایر حتی در شرایط ضعف داده (Poor data) ایجاد شده است. یکی از این استراتژی‌ها، رویکرد مدیریت و ایجاد محدودیت در صید مجاز قابل برداشت یا TAC (Total Allowable Catch) 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 (به‌طور متوسط ۷۰-۶۰ درصد ترکیب صیدگونه هدف) در این استان می‌باشد (۶، ۷). آمارهای موجود درباره میزان صید میگو در آب‌های ساحلی استان هرمزگان نشان می‌دهد که هروند صید در سال‌های آغازین بهره‌برداری تجاری به‌طور مرتب افزایش یافته است تا این‌که به یک ثبات نسبی در دهه ۷۰ رسیده است، اما طی دو دهه گذشته با وجود افزایش فعالیت‌های صیادی، میزان صید به‌طور مستمر کاهش یافته و در چندسال اخیر در حد متوسط نوسان داشته‌است. هم‌چنین میزان تلاش صیادی نیز با روندی کاهشی روبرو بوده است (۸) (شکل ۱).

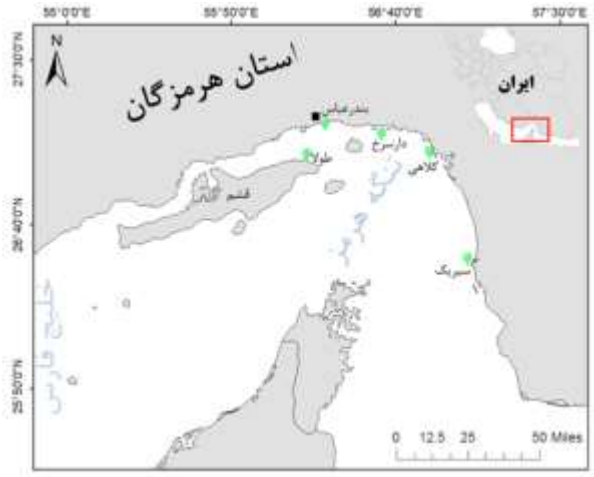


شکل ۱: وضعیت صید و تلاش صیادی ذخایر میگو خلیج فارس (۸)

در چند سال گذشته در تحقیقات استفاده از مدل‌های ارزیابی ذخایر میگو در استان هرمزگان گسترش یافته است که این امر می‌تواند از دلایل ثبات نسبی و کاهش سرعت کم شدن ذخیره میگو باشد (۶). امّادر عمل بازخورداستفاده‌از نتایج این‌مدل‌ها در تصمیمات مدیریتی نیازمند بازه‌های زمانی طولانی مدت همراه با آزمون و خطا است که همین امر موجب افزایش عدم قطعیت در تصمیم گیری‌ها ودرنهایت به مخاطره افتادن این‌ذخایر ارزشمند می‌گردد. لذا تحقیق حاضر به‌منظور پیش‌بینی و پیشگیری از وقوع مخاطرات احتمالی، عملکرد انواع‌استراتژی‌های مدل صیدمجاز قابل برداشت برای ذخیره میگوی موزی تحت شرایط ضعف داده و عدم قطعیت در ۵۰ سال آینده‌مورد بررسی و مقایسه گرفت که نتایج به‌دست آمده تا حدودی بتواند تصویر نسبتاً شفافی را از آینده وضعیت ذخیره میگو در استان در اختیار مدیران و تصمیم‌گیران قرار دهد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و جمع آوری داده‌ها: پژوهش حاضر بین ماه‌های مهر تا آذرسال ۱۳۹۷ طی فصل صید میگو در استان هرمزگان انجام شد. منطقه مورد مطاله و نمونه‌برداری واقع در صیدگاه‌های میگوی استان از منطقه سیریک تا طولاً و از خط ساحل تا عمق ۵۰ متری بود (شکل ۲). جمع‌آوری داده از طریق حضور بر روی شناورهای لنج صیدمیگو و در ۳۰ فقره تورکشی ثبت‌اطلاعاتی‌نظیر نقطه جغرافیایی، اعماق و سرعت ترال‌کشی، توزین میگو و گونه‌های‌صید ضمنی انجام شد.



شکل ۲: موقعیت جغرافیایی صیدگاه‌های میگو در استان هرمزگان

به‌منظور اجرای مدل‌های پیش‌نمایی، علاوه بر داده‌های حاصل از نمونه‌برداری میدانی از داده‌های حاصل از تحقیقات پیشین (جدول ۱) نیز استفاده شد.

پردازش، تجزیه و تحلیل داده‌ها: در شبیه‌سازی مدل‌های کنترل صید (Catch Control) به گونه‌ای عمل شد که مدیریت بر روی صید (نه تلاش صیادی) اعمال شود. بنابراین، از مدل‌های شامل DDe، $Etarget_{Lopt}$، ITe و $Lstep_{CE}$ استفاده شد که در ادامه به اختصار تشریح شده است:

- تلاش صیادی با طول بهینه 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 به‌صورت معادله زیر محاسبه می‌شود (۱۴):

$$TAC_y = TAC_{y-1}(1 - buffer)r$$

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

$$r = \frac{L_{recent}}{L_{opt}}$$

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

$$L_{opt} = \frac{L_\infty W_b}{\frac{M}{K} + W_b}$$

L_∞: طول بی‌نهایت مربوط به معادله 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.

- ارزیابی ذخیره با مدل اختلاف تأخیر زمانی (DDe): در این روش به‌منظور برآورد میزان توده زنده میگو در سال t، از رابطه توده زنده و بازسازی در سال‌های گذشته استفاده گردید (۲):

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

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

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

۲- میزان رشد زی‌توده ذخیره باقی‌مانده که برابر است با:

$$\rho S_{t-1}B_{t-1} - \rho S_{t-1}S_{t-2}B_{t-2} - S_{t-1}\rho W_{k-1}R_{t-1}$$

۳- زی‌توده ریکروت جدید اضافه شده سال حاضر که برابر با $W_k R_t$ است.

- شاخص سطح هدف تلاش صیادی به سطح فعلی (ITe): در این روش با استفاده از معادلات زیر، شبیه‌سازی مدیریت تطبیق تلاش صیادی براساس سطح فعلی (میانگین پنج سال اخیر) نسبت به سطح هدف انجام شد (۱۵):

$$TAC_y = TAC_{y-1}\delta$$

$$\delta = \frac{I}{I_{ref}}$$

δ: میانگین شاخص در سال‌های اخیر و I_{ref} نقطه مرجع برای شاخص با استفاده از مدل Carruthers و Hordyk بود (۱۵).

- مدل گام به گام با صید ثابت ($Lstep_{CE}$): روش مدیریتی که به‌تدریج TAC را با توجه به میانگین طول صیدهای اخیر تنظیم می‌کند. در این رویه مقدار TAC به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$TAC = \begin{cases} TAC* - 2STAC* & \text{if } r < 0.96 \\ TAC* - STAC* & \\ TAC* & \end{cases}$$

در این فرمول TAC* بیانگر (1-xx) برابر میانگین صید سال اول و صید سال پیشین در تمامی شبیه‌سازی است. S اندازه گام است که توسط Stepz تعیین می‌شود و r نسبت L_{recent} به L_{ave} است که این دو به‌ترتیب میانگین طول در ۳ سال اخیر و ۶ سال اخیر هستند.

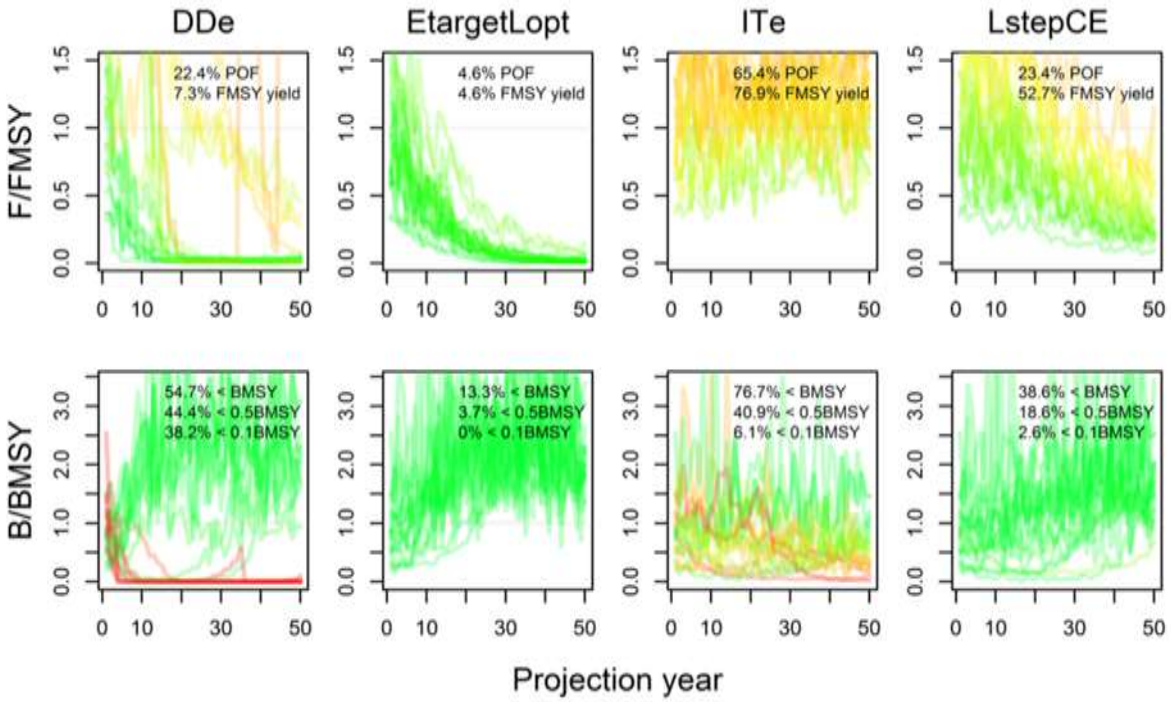
تمامی آنالیزهای آماری در در محیط نرم‌افزار R و DLMtool انجام شد.

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

نام پارامتر	توضیحات	مقادیر(حدود بالا و پایین)		منبع
maxage	حداکثر سن شبیه‌سازی شده	۱۵		
R_0	تعداد هر ریکروت در حالت عدم اعمال مرگ و میر صیادی	۱۰۰۰		(۹)
M	نرخ مرگ و میر طبیعی	۰/۳۵	۰/۴۵	
M_{sd}	میزان تغییرات سالانه در نرخ مرگ و میر طبیعی	۰	۰/۱	(۱۰)
M_{grad}	حدود تغییرات زمانی روند مرگ و میر طبیعی به‌ازای هر سال	-۰/۲۵	۰/۲۵	
h	شیب منحنی ریکروت	۰/۶۵	۰/۸۵	(۱۱)
SR_{rel}	نوع رابطه ذخیره-بازسازی	۱		
L_{inf}	طول بی‌نهایت میگو در معادله ون برتالانفی	۱۲۱	۱۳۵	
K	نرخ رشد در معادله ون برتالانفی	۰/۱۶	۰/۲۲	(۹)
t_0	سن صفر در معادله ون برتالانفی	-۱/۸۶	-۱/۴۱	
K_{sd}	میزان تغییرات سالانه پارامتر K	۰	۰/۰۲۵	(۱۲)
K_{grad}	حدود تغییرات زمانی در روند پارامتر K به‌ازای هر سال	-۰/۲۵	۰/۲۵	
L_{infsd}	میزان تغییرات سالانه در طول بی‌نهایت	۰	۰/۰۲۵	(۱۳)
$L_{infgrad}$	حدود تغییرات زمانی در روند طول بی‌نهایت به‌ازای هر سال	-۰/۲۵	۰/۲۵	(۱۰)
a	عرض از مبدأ در رابطه طول-وزن	۰/۰۰۱		
b	شیب خط رابطه طول-وزن	۳/۱۰۶۶		
D	سطح فعلی تهی‌سازی ذخیره	۰/۰۵	۰/۶	
L_{50}	طول در سن بلوغ	۸۱	۹۱	
L_{50-95}	میزان افزایش طول از بلوغ ۵۰ درصد تا ۹۰ درصد	۱۰	۱۳	
P_{err}	خطا پردازش	۰/۱۵	۰/۳	(۱۴)

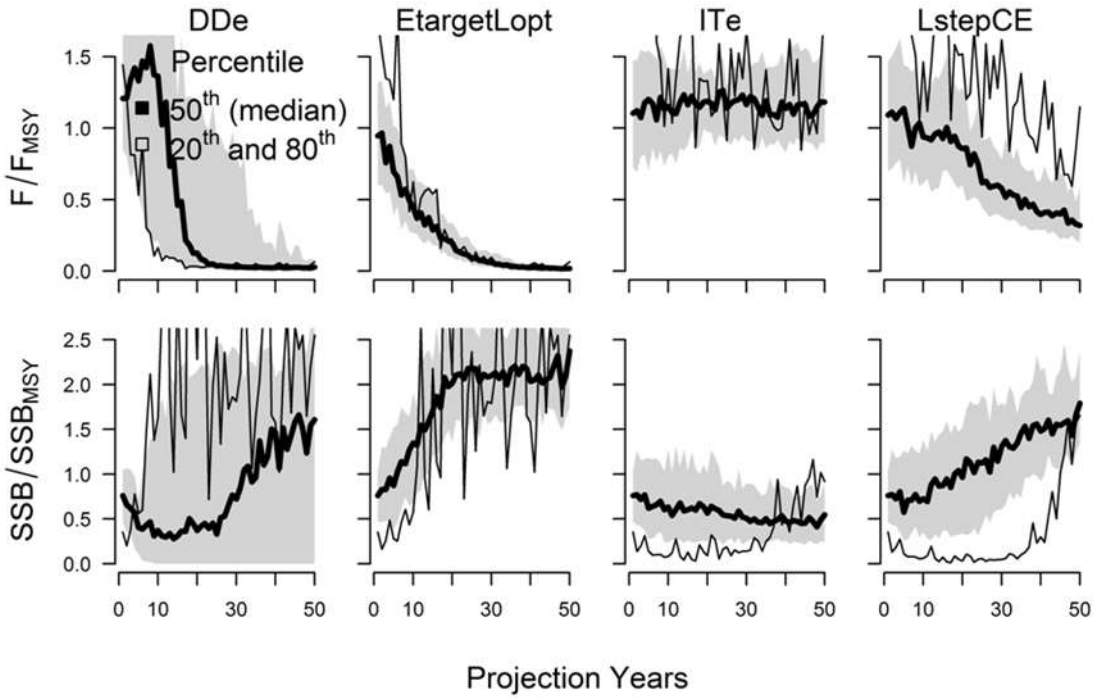
نتایج

نتایج آنالیز خطوط شبیه‌سازی ۵۰ سال آینده برای نرخ مرگ و میر و بیوماس میگو در صیدگاه استان هرمزگان با ۵۰۰۰ تکرار که ۲۰۰ خط‌روند شبیه‌سازی به‌صورت تصادفی‌انتخاب شدند. مدل ITe با ۷۶/۹٪ بیش‌ترین احتمال قرار گرفتن محصول (yield) در محدوده MSY را در بین مدل‌ها به‌خود اختصاص داد. این در حالی است که بیش‌ترین احتمال وقوع صید بی‌رویه (۶۵/۴ درصد احتمال) نیز در این مدل مشاهده شد. میزان کمینه احتمالات وقوع صید بی رویه و محصول MSY در مدل $Etarget_{Lopt}$ با درصد احتمال ۴/۶٪ محاسبه شد. اما در شبیه‌سازی روند شاخص بیومس (B/B_{MSY}) مشخص شد که مدل‌های ITe، DDe، $Lstep_{CE}$ و $Etarget_{Lopt}$ به‌ترتیب با درصد احتمالات ۷۶/۷٪، ۵۴/۷٪، ۳۸/۶٪ و ۱۳/۳٪ از بیش‌ترین تا کم‌ترین درصد احتمال سقوط میزان بیومس به زیر بیومس MSY را دارند (شکل ۳). روند پیش‌نمایی ۵۰ ساله نرخ مرگ و میر (F/F_{MSY}) نیز نشان داد که در مدل DDe ابتدا این نرخ از مقدار ۱/۲ شروع می‌شود و بلافاصله پس از یک افزایش مقطعی به سرعت کاهش می‌یابد (شکل ۴). در این روش نرخ شاخص بیومس مولد (SSB/SSB_{MSY}) نیز با نقطه شروع ۰/۸ پس از مدتی افزایش می‌یابد و در محدوده ۱/۵ پایان خواهد یافت. نتایج این مدل از بیش‌ترین دامنه عدم قطعیت برخوردار بود که از ۰ تا ۲/۵ را در بر گرفت. احتمال سقوط زی‌توده به زیر مقدار MSY (یا $B<B_{MSY}$) در مدل $Etarget_{Lopt}$ کم‌ترین و در مدل ITe بیشینه بود. آنالیز و نمودار توازن (Trade-off) برای رویه کنترل صید نیز نشان داد که مدل $Lstep_{CE}$ بهترین توازن بین محصول-ذخیره را ایجاد می‌کند به‌طوری‌که با احتمال ۷۵ درصد میزان ذخیره مولد را بالای مقدار MSY و با احتمال ۵۳ درصد میزان محصول را بالای مقدار MSY نگه می‌دارد (شکل ۶). این در حالی است که هیچ‌یک از احتمالات برقرار شده در این مدل بیشینه نیست و بیشینه مقدار حفظ ذخیره مربوط به‌روش $Etarget_{Lopt}$ و ITe است.



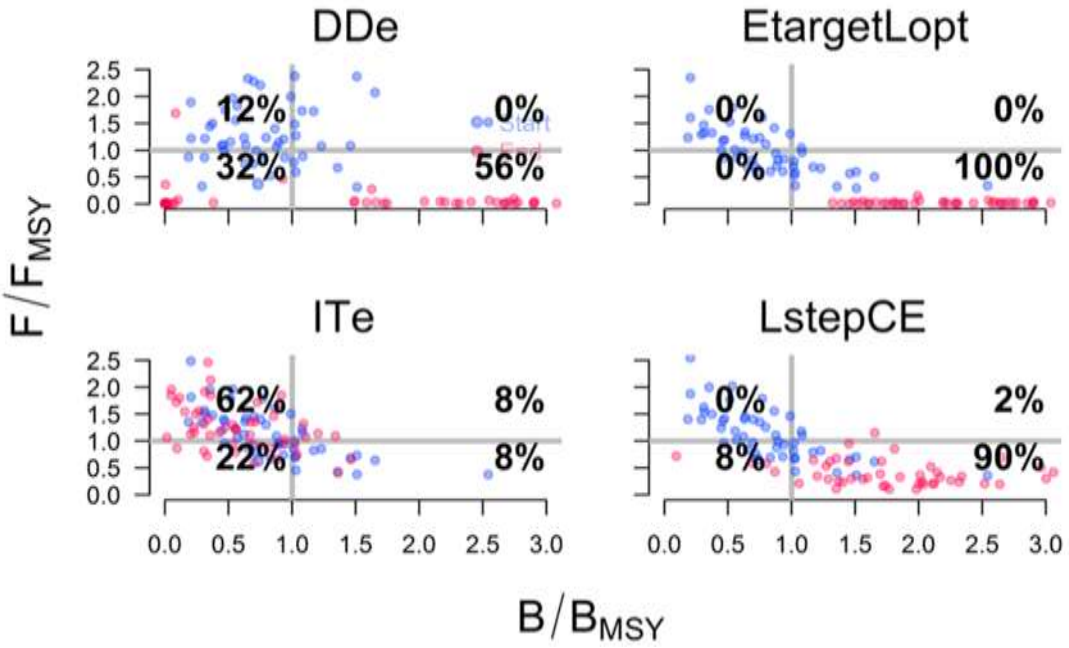
شکل ۳: شبیه‌سازی و پیش‌بینی تغییرات نرخ مرگ و میر و بیوماس میگوی هرمزگان در ۵۰ سال آینده در مدل‌های مورد بررسی در روش کنترل صید (catch control)

خطوط قرمز رنگ بیانگر عملکرد بد، خطوط زرد رنگ عملکرد متوسط و خطوط سبزرنگ نشانگر عملکرد خوب هستند

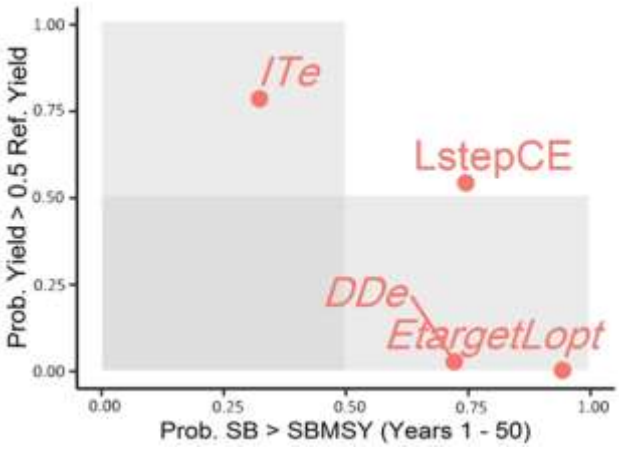


شکل ۴: پیش‌نمایی (Projection model) طی ۵۰ سال شاخص نرخ مرگ و میر (F/F_{MSY}) و شاخص بیومس مولد (SSB/SSB_{MSY}) تحت شیوه مدیریت و کنترل صید (Catch Control)

خط تیره ضخیم نشانگر میانه، محدوده خاکستری حدود اطمینان ٪۸۰ حول میانه (صدک ۲۰ام و ۸۰ام)



شکل ۵: نمودار Kobe برای چهار مدل در حالت سیاست اعمال کنترل صید (Catch Control)



شکل ۶: نمودار توازن (Trade-off) بین محصول و ذخیره برای مدل‌های کنترل صید (Catch Control)

بحث

نتایج به‌دست آمده در این مطالعه نشان داد که استفاده مدل LstepCE برای ذخایر میگوی استان هرمزگان مناسب‌تر بوده و در عین حفظ ذخیره به تولید محصول بیش‌تر نیز منجر می‌شود. این در حالی است که توصیه‌های به‌دست آمده از مدل‌های دیگر نیز به مدیریت بهتر صید کمک خواهد کرد و انتخاب مدل مناسب بستگی به‌شرایط ذخیره در زمان‌شروع مدل و مدیریت‌دارد (۱۶)، در شرایطی که سیاست‌های مدیریت صید با اهداف حفاظت بیش‌تر و مدیریت محتاطانه‌تر باشد در چنین شرایطی استفاده از مدل EtargetLop و DDe توصیه‌های خروجی آن به مدیریت بهتر خواهد انجامید. اما با توجه داشت که این دو مدل در برآورده کردن میزان قابل قبولی از محصول شکست خوردند لذا در شرایطی که اندازه ذخیره در شرایط خوبی در هنگام شروع مدل داشته باشد مدلی مانند ITe با اهداف استحصال محصول بیش‌تر موفق‌تر عمل خواهد کرد. به‌علاوه، مدل LstepCE نسبت به سایر مدل‌ها نیاز به داده‌های کم‌تری دارد (۱۶). با توجه به این‌که انتخاب رویه‌های مدیریتی در مدل‌های DLM بر اساس خروجی دراز مدت انتخاب می‌شوند، لذا تعجب‌آور نیست که توصیه‌های تولیدشده این مدل‌ها برای کوتاه‌مدت اختلاف‌های زیادی بین مدل‌ها خواهد بود (۱۵). به‌عنوان مثال ذخیره کفشک ماهی کانادا که به‌عنوان یک ذخیره تقریباً کم بهره‌برداری شده (underexploited) شناخته می‌شود محاسبه TAC به‌روش DLM برای این ذخیره، مقدار TAC محاسباتی طبق مدل‌های مختلف دارای اختلاف‌های زیادی است. مدل‌هایی که بخشی از بیومس ذخیره در دسترس را به‌عنوان TAC سال بعد توصیه می‌کند نسبت به سایر مدل‌ها اختلاف زیادی دارد چون این مدل‌ها بخشی از بیومس ذخیره در دسترس را به‌عنوان TAC سال بعد توصیه می‌کند و از طرفی اگر ذخیره از نوع بهره‌برداری نشده باشد لذا این مدل ذخیره را به سرعت به سمت کاهش می‌برد. در گزارشی که Safaei (۹) بر ذخایر میگوهای مهم استان هرمزگان انجام داده میزان توده زنده انواع میگوها را در کل صیدگاه‌ها برابر

۱۲۸۵ تن برآورد نموده و میزان قابل برداشت (TAC) را برابر ۷۰۰ تن برای میگوی موزی و ۲۰۰ تن برای میگوی سرتیز و زمان مناسب آزادسازی فصل صید را پنجم مهر ماه تعیین کرده است. آن‌ها در بررسی که بر ارتباط با پارامترهای هواشناسی و صید میگو انجام دادند نتیجه گرفتند که ارتباط خاصی بین میزان صید میگو و با میزان تبخیر و میزان بارندگی وجود نداشته اما ارتباط معنی‌داری بین دما و رطوبت با میزان صید میگو وجود داشته است. طبق گزارش‌های موجود، بیشینه میزان ورود جمعیت نوپا به صیدگاه‌های میگو در پنج ماه تیر تا آبان ماه رخ می‌دهد (۱۰) که در صورت اعمال مدیریت از نوع کنترل زمانی باید این موضوع مورد توجه قرار گیرد. طبق نتایج مطالعات بر روی ذخایر ماهیان، اکثر مدل‌ها در مورد این ذخایر به گونه‌ای عمل کرده‌اند که TAC محاسباتی در بین انواع مدل‌ها از دامنه تغییرات زیادی برخوردار نیست. هم‌چنین تمامی مدل‌ها به‌طور مشترک میزانی از کاهش برداشت را تا رسیدن به نقطه ایده‌آل توصیه می‌کنند. Carruthers و Hordyk، کاهش ۳۰ تا ۸۰ درصدی مقدار TAC را توصیه کردند (۱۴). مدل Itarget مدلی است که با استفاده از فراوانی نسبی ذخایر اقدام به تنظیم تدریجی مقدار TAC محاسباتی می‌کند و هر دو مدل Itarget1 و Itarget4 از این روش در محاسبات استفاده کرده‌اند که در نتایج خروجی متمایل به برداشت بیش‌تر نسبت به دیگر مدل‌ها هستند. درمقایسه‌دو مدل DD و ITe بر روی ذخایر شوریده ماهیان مشخص شده است که با توجه به این‌که گونه از نوع کم‌تر بهره‌برداری شده است، لذا مقدار TAC پیشنهادی توسط این مدل‌ها از اختلاف نسبتاً زیادی با یکدیگر دارد. به‌علاوه، مدل ITe با رویه محتاطانه‌تر از مقدار بسیار کم‌تری از TAC را پیشنهاد داده است (۱۶). شبیه‌سازی DLM انجام شده در این تحقیق، راهبردهای پتانسیل مدیریت ذخیره میگو در استان هرمزگان در شرایط عدم امکان گشت‌های تحقیقاتی و هم‌چنین کاهش هزینه‌های ارزیابی ذخایر ارائه گردید. براساس نتایج مطالعه حاضر، مدل LstepCE بهترین نتیجه را برآورده کردن توازن بین حفظ ذخیره در عین برداشت مناسب داشت و این در حالی بود که مدل EtargetLop و ITe هر کدام به‌ترتیب در زمانی که وضعیت ذخیره در شرایط بد و خوب قرار داشته باشند مناسب است. در این مقاله و در شبیه‌سازی‌های انجام‌شده از شاخص‌های BMSY، FMSY و SSBMSY برای ارزیابی نتایج مدل‌ها استفاده شد که از مهم‌ترین عوامل پایداری ذخیره هستند. توصیه‌های مدیریتی حاصل از شبیه سازی مدل‌های DLM که در این مطالعه حاصل شد، می‌تواند منجر به افزایش نسبی ذخیره مولد (Spawning Stock) و افزایش معنی‌دار میزان محصول در دراز مدت (Long-Term yield) در صیدگاه‌های استان هرمزگان و خلیج فارس شود.

منابع

1. **FAO. 2018.** The state of world fisheries and aquaculture. Meeting the sustainable development goals Rome 210 p.
2. **Hilborn, R. and Walters, C.J., 2013.** Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty: Springer Science & Business Media.
3. **Daliri, M., 2016.** Quantitative fisheries stock assessment: choice dynamics and uncertainty–Chapman and Hall. Bandar Abbas: Hormozgan.
4. **Daliri, M., Kamrani, E. and Paighambari, S.Y., 2015. I**llegal shrimp fishing in Hormozgan inshore waters of the Persian Gulf. The Egyptian Journal of Aquatic Research. 41(4): 345-352.
5. **McGarvey, R., Punt, A., Matthews, J., Kruse, G., Gallucci, V. and Hay, D., 2005.** Fisheries Assessment and Management in Data-Limited Situations.
6. **Mommeni, M., Daghoghi, B., Darvshin, M., Pehpouri, A., Khajenoori, K. and Safaei, M., 2010. I**nvestigating the Migration Pattern and estimating the growth rate of Banana shrimp (*Penaeus merguiensis*) released in the Persian Gulf and the Sea of Oman (Hormozgan province) (Iran Fisheries Research Institute. 108 p.
7. **Salahi, M., Kamrani, E., Daliri, M. and Momeni, M., 2021.** Risk assessment and zoning of shrimp fishery unsustainability by using Fuzzy modeling in Hormozgan fishing grounds, Persian Gulf. ISFJ. 30(3): 121-133.
8. **HFO. 2019.** The Geographical Expansion of Fisheries conceals the decline in the Mean Trophic Level of Iran's catch. Fisheries statistics yearbook of Hormozgan Fisheries Office (HFO). 64 p.
9. **Safaei, M., 2005.** Population daynamic of Bana shrimp (*Penaeus merguiensis*) in Hormozgan waters. Journal Pajouhesh Va Sazandgi. 67: 50-61.
10. **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.
11. **IFO. 2019.** Fisheries statistical yearbooks for between 1981-2017. Iranian Fisheries Organization. 64 p.
12. **Erfani, M., Danehkar, A., Ardekani, T. and Moradi, S.S., 2013.** Investigation on nutrient in twig grey mangrove at Govater Bay-Sistan & Baluchestan Province.

13. **Momeni, M., Kamrani, E., Safaie, M. and 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.
14. **Carruthers, T.R. and Hordyk, A.R., 2018.** The Data-Limited Methods Toolkit (DLM tool): An R package for informing management of data-limited populations. Methods in Ecology and Evolution. 9(12): 2388-2395.
15. **Carruthers, T.R., Kell, L.T., Butterworth, D.D., Maunder, M.N., Geromont, H.F. and Walters, C., 2016.** Performance review of simple management procedures. ICES Journal of Marine Science. 82(2): 464-473.
16. **Geromont, H.F. and Butterworth, D.S., 2015.** Generic management procedures for data-poor fisheries: forecasting with few data. ICES Journal of Marine Science. 72(1): 251-261.