

اندازه گیری حداکثر تولید پایدار ذخایر میگوی خلیج فارس (مطالعه موردی آبهای استان بوشهر)

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۴/۲/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۳۸۳/۷/۲۰

دکتر پرویز حاجیانی^۱

دکتر صادق خلیلیان^۲

چکیده

به منظور مدیریت منابع و بهره برداری مناسب و مطلوب از ذخایر، شناخت و سنجش نقاط مرجع مدیریتی در شیلات از اولویتهاست و بدون آن امکان هیچ گونه برنامه ریزی میسر نمی باشد. یکی از نقاط مرجع مهم در شیلات حداکثر تولید پایدار^۳ است. دو روش اصلی برای اندازه گیری حداکثر تولید پایدار روش تولید مازاد و روش مبتنی بر نرخ مرگ و میر طبیعی^۴ است. دو الگوی^۵ اصلی تولید مازاد، الگوهای شیفرا^۶ و فکس^۷ هستند که در این مطالعه با استفاده از آنها، حداکثر تولید پایدار ذخایر میگوی خلیج فارس (محدوده آبهای استان بوشهر) در سال ۱۳۸۱ و مقدار تلاش استاندارد ایجاد کننده این میزان تولید یعنی F_{MSY} تخمین زده شده است. علاوه بر این از سه روش تجربی گولند، کادیمیا و گارسیا^۸ - که مبتنی بر نرخ مرگ و میر طبیعی (M) هستند - برای محاسبه حداکثر تولید پایدار استفاده شده است. سپس حداکثر تولید پایدار به دست آمده از روشهای تولید مازاد و تجربی با هم مقایسه شده است. نتایج الگوی فکس با کمی چشم پوشی تقریباً معادل متوسط هر سه نرخ مرگ و میر طبیعی نتایج گولند و گارسیا بوده است. الگوی کادیمیا در محاسبه حداکثر تولید پایدار دچار بیش برآورد است. با توجه به اینکه در دهه گذشته زیستگاهها و ذخایر میگوی استان بوشهر به شدت تحت فشار عوامل انسانی بوده و بیش از اندازه مورد بهره برداری قرار گرفته است، شاخص دیگری با نام حداکثر تولید ثابت^۹ پیشنهاد شده است که براساس آن، میزان برداشت پایدار در سال ۱۳۸۱ بین ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ تن برآورد شده است.

کلید واژه: حداکثر تولید پایدار، تولید مازاد، میگو، حداکثر تولید ثابت، تولید تعادلی، نقاط مرجع شیلات، مدیریت ذخایر، خلیج فارس، بوشهر.

E.mail: hajiani@pgu.ac.ir

۱. استادیار دانشگاه خلیج فارس، تلفن: ۰۷۷۱۵۵۵۴۴۳۶؛ نمابر: ۰۷۷۱۵۵۵۴۴۳۶

۲. استادیار دانشگاه تربیت مدرس.

3. Maximum Sustainable Yield (MSY).

4. (M).

5. Model.

6. Schaefer.

7. Fox.

8. Gulland, Cadima and Garcia.

9. MCY.

ماهگیری بیش از اندازه و مازاد ظرفیت، علاوه بر مسائل زیست محیطی با معضلات اقتصادی و اجتماعی زیادی همراه خواهد بود و آثار زیانبار آن بر ماهیگیران و جامعه کاملاً مشهود است. بنابراین ضرورت طراحی برنامه های مدیریت ذخایر آبیان و اقدامات مدیریتی برای تضمین تناسب بین تلاش ماهیگیران و توان ذخیره آبیان، بهره برداری مستمر و پایدار از ذخایر را دوجندان می کند. به این سبب، مدیریت ذخایر و ظرفیت ماهگیری در عرصه بهره برداری منابع شیلاتی به عنوان موضوعات کلیدی مطرح می شود. مدیریت ظرفیت می تواند به عنوان طراحی و اجرای مجموعه ای از سیاستها و اقدامات هدف دار فنی برای تضمین تعادل مطلوب بین نهاده ها و میزان ماهی صید شده تعریف شود^۱. بنابراین برای مدیریت منابع و بهره برداری مناسب و مطلوب از ذخایر، شناخت و سنجش نقاط مرجع مدیریتی در شیلات از اولویتها است و بدون آن امکان هیچ گونه برنامه ریزی وجود ندارد.

نقاط مرجع مدیریتی در شیلات

نقاط مرجع، یکسری معیارهای مفهومی هستند که به طور گسترده، اهداف مدیریت شیلاتی را در نظر می گیرند. مثلاً هنگامی که هدف حداکثر کردن تولید است اغلب MSY به عنوان یک نقطه مرجع مفهومی استفاده می شود.

وجود اهداف متفاوت زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی در شیلات که مورد توجه گروههای خاصی هستند از عمده ترین موانع ایجاد و توافق درباره نقاط مرجع در شیلات بوده است. از این رو قبل از هر چیز، وجود توافقاتی در اهداف مدیریتی در شیلات ضروری به نظر می رسد و برای دستیابی به توافق در نقاط مرجع باید رابطه بین اهداف و مشخصات شیلات درک شود. بر اساس یک تقسیم بندی، نقاط مرجع فنی در شیلات با توجه به کاربردها به دو طبقه تقسیم می شوند: ۱. نقاط مرجع هدف (TRP_s)^۲. ۲. نقاط مرجع حدی یا آستانه ای (LRP_s)^۳

به طور معمول، نقاط مرجع هدف، شاخصهایی مبتنی بر ذخیره هستند که به عنوان اهداف مطلوب مدیران شناخته می شوند. مدیریت مبتنی بر TRP نیاز به نظارت فعال و تعدیلات پیوسته اقدامات مدیریتی در طی یک زمان خاص (معمولاً سالانه) دارد. نقاط مرجع حدی (آستانه) به وضع ماهگیری یا ذخیره اشاره می کند که نامطلوب است و مدیریت قصد دارد از وقوع آن جلوگیری کند. به عبارت دیگر به نقاط مرجعی که مرز منطقه قرمز را مشخص می کند، نقاط مرجع حدی یا آستانه گفته می شود^۴. LRP بر اساس برخی شرایط حداقل (کمترین بیوماس مولد) یا برخی شرایط حداکثر (بیشترین نرخ کاهش در اندازه ذخیره یا بیشترین نرخ مرگ و میر) تعیین می شود.

1 . Cunningham and Greboval, 2001.

2 . Target Reference Points.

3 . Limit Reference Points.

4 . Quinnet et al.,1990.

حداکثر تولید پایدار^۱

توافقنامه سال ۱۹۸۲ در زمینه شیلات فقط يك نقطه مرجع فني را مشخص کرده و آن حداکثر تولید پایدار بوده است. MSY بیشترین میزان تولیدی است که در طی زمان با توجه به پایداری توان تولید ذخیره، جمعیت پویای ذخیره و عوامل زیست محیطی مؤثر بر ذخیره به دست می‌آید. حداکثر تولید پایدار، بلندترین نقطه منحنی توصیف کننده رابطه بین تلاش ماهیگیری استاندارد و میزان تولید به دست آمده توسط ناوگان ماهیگیری است. در بسیاری از دستورالعملهای FAO حداکثر تولید پایدار به عنوان يك شاخص مهم مدیریتی پذیرفته شده و بر آن تأکید شده است.

در شرایطی که از شاخص MSY استفاده می‌شود، ذخیره باید در سطحی از بیوماس باشد که بدون صدمه زدن به آن بتوان حداکثر تولید پایدار از ذخیره را برداشت کرد. سطح تلاش ماهیگیری که در درازمدت بیشترین محصول را به وجود می‌آورد با F_{MSY} نشان داده می‌شود و سطح تولید متناسب با آن به وسیله MSY (حداکثر تولید پایدار) بیان می‌شود. روشهای اصلی برای اندازه گیری MSY عبارتند از: روش تولید مازاد و روش مبتنی بر نرخ مرگ و میر طبیعی (M).

۱. اندازه گیری MSY با استفاده از توابع تولید مازاد

یکی از اصلی ترین و سنتی ترین روشها برای تخمین MSY که از داده های تاریخی استفاده می کند، روش تابع تولید یا روش تولید مازاد^۲ است. این روش مبتنی بر فرضی است که بیوماس ذخیره متناسب با صید در هر واحد تلاش (CPUE)^۳ است. دو الگوی اصلی تولید مازاد، الگوهای شيفر و فکس هستند که در تخمین MSY به تشریح این دو الگو می‌پردازیم. اگر $f(i)$ میزان تلاش در سال i و Y میزان تولید باشد، می‌توان نوشت:

$$\frac{Y}{f} = \frac{Y(i)}{f(i)} \quad (1-1)$$

که نسبت $\frac{Y}{f}$ تولید در هر واحد تلاش در سال i است. حال الگوی شيفر (۱۹۵۴) را به شکل زیر می نویسیم.

$$\frac{Y(i)}{f(i)} = a + b.f(i) \quad \text{if } f(i) \leq -\frac{a}{b} \quad (2-1)$$

این الگوی شيفر، رابطه خطی بین صید را در هر واحد تلاش با میزان تلاش در سال i نشان می‌دهد. شیب (b) باید منفی باشد، زیرا تولید در هر واحد تلاش ($\frac{Y}{f}$) رابطه معکوسی با میزان

تلاش (f) دارد. بنابراین $-\frac{a}{b}$ مثبت است و نمودار، این موضوع را به خوبی نشان می‌دهد.

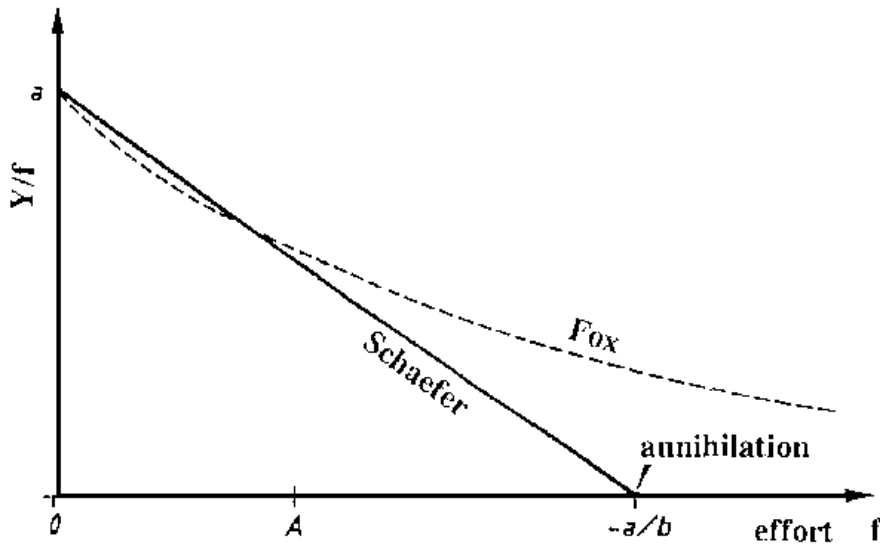
1. MSY.

2. Surplus Production Method.

3. Catch Per Unit Effort.

هنگامی که $f = -\frac{a}{b}$ باشد، $\frac{Y}{f}$ برابر با صفر خواهد بود و چون مقدار منفی صید در هر واحد

تلاش $(\frac{Y}{f})$ بی معنی است، پس فقط الگو برای مقدار $f < -\frac{a}{b}$ قابل اجرا است.^۱



الگوهای شیفر و فکس

الگوی تولید مازاد دیگر توسط فکس (۱۹۷۰) ارائه شده است که رابطه $\frac{Y}{f}$ با تلاش (f) را نشان می‌دهد. الگوی فکس به شکل زیر نشان داده می‌شود.

$$\ln\left(\frac{Y(i)}{f(i)}\right) = c + d \cdot f(i) \quad (۳-۱)$$

که می‌توان آن را به این شکل نیز نوشت.

$$\frac{Y(i)}{f(i)} = \exp(c + d \cdot f(i)) \quad (۴-۱)$$

الگوی فکس نیز نشان می‌دهد هنگامی که تلاش افزایش یابد، صید در واحد تلاش $(\frac{Y}{f})$ کاهش می‌یابد. الگوی فکس از نظر مفهومی با الگوی شیفر متفاوت است. همان‌طور که بیان شد، الگوی شیفر اشاره می‌کند که اگر $f = -\frac{a}{b}$ باشد، $\frac{Y}{f}$ برابر با صفر است. در حالی که الگوی فکس نشان می‌دهد که برای تمام مقادیر تلاش (f)، $\frac{Y}{f}$ بزرگتر از صفر است و نمودار به سادگی این موضوع را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود وقتی $\frac{Y}{f}$ روی

f رسم شود، الگوی شیفر یک خط مستقیم را نشان می‌دهد که در سطوح بسیار بالای تلاش به صفر نزدیک می‌شود، اما الگوی فکس منحنی را بدون مجانب نشان می‌دهد. می‌توان نشان داد که:

$$CPUE(t) = q \cdot B(t) \quad (5-1)$$

که B بیوماس ذخیره و q ضریب قابلیت صید (ضریب ثابت) است و چون $\frac{Y}{f}$ (صید در واحد تلاش) بر حسب وزن تعریف می‌شود، پس می‌توان نوشت:

$$\frac{Y(i)}{f(i)} = q \cdot B = a + b \cdot f(i) \quad (6-1)$$

برای الگوی شیفر:

$$\frac{Y(i)}{f(i)} = q \cdot B = \exp(c + d \cdot f(i)) \quad (7-1)$$

برای الگوی فکس:

در نمودار، هنگامی که تلاش به صفر نزدیک می‌شود $\frac{Y}{f}$ به حداکثر مقدار خود می‌رسد. سطح بیوماس، مطابق $f=0$ بیوماس ذخیره استفاده نشده یا بهره برداری نشده نامیده می‌شود و به وسیله B_v مشخص می‌شود. حال اگر $q \cdot B_v$ جایگزین $\frac{Y}{f}$ در معادله ۱-۲ و ۱-۴ شود می‌توان نوشت:

$$q \cdot B_v = a \quad \text{یا} \quad B_v = \frac{a}{q} \quad (8-1)$$

الگوی شیفر:

$$q \cdot B_v = \exp(c) \quad \text{یا} \quad B_v = \exp\left(\frac{c}{q}\right) \quad (9-1)$$

الگوی فکس:

طبق نمودار، اگر B_v برای دو الگو یکسان باشد، هنگامی که f از صفر به سطح A افزایش می‌یابد، دو منحنی تقریباً برابر هستند؛ اما در طرف راست نقطه A تفاوت بین دو منحنی بیشتر می‌شود و از هم فاصله می‌گیرند. از این رو انتخاب بین دو الگو فقط زمانی مهم است که مقدار تلاش (f) نسبتاً بزرگ باشد. با این حال نمی‌توان اثبات کرد که کدامیک از دو الگو بر دیگری برتری دارد. بنابراین در هر مورد خاص باید الگوی مناسبتر انتخاب شود و الگوی مناسبتر الگویی است که بهترین برازش و سازگاری را با داده‌ها ایجاد کند^۱.

برای به دست آوردن تخمین و برآوردی از حداکثر تولید پایدار و تعیین سطح تلاش ایجادکننده MSY هر دو طرف معادلات ۱-۲ و ۱-۴ را در $f(i)$ ضرب می‌کنیم.

$$Y(i) = a \cdot f(i) + b \cdot f(i)^2 \quad \text{if} \quad f(i) < -\frac{a}{b} \quad (10-1)$$

شیفر:

$$Y(i) = 0 \quad \text{if} \quad f(i) = -\frac{a}{b}$$

$$Y(i) = f(i) \cdot \exp[c + d \cdot f(i)] \quad (11-1)$$

فکس:

معادله ۱-۱۰ يك سهمي است که در يك سطح تلاش معين حداکثر $Y(i)$ (سطح MSY) به دست مي آيد. حال مي توان سطح تلاش ايجاد کننده حداکثر توليد پايدار (f_{MSY}) و حداکثر توليد پايدار MSY را به صورت زير به دست آورد.

$$F_{MSY} = -0/5 \frac{a}{b}$$

$$MSY = -0/25 \frac{a^2}{b} \quad (12-1)$$

معادله ۱-۱۱ يعني الگوي فکس يك منحنی متقارن با يك نقطه حداکثر (سطح MSY) است. F_{MSY} و MSY براي الگوي Fox را مي توان با مشتق گيري از معادله ۱-۱۱ و مساوي با صفر قرار دادن $\frac{dY}{df}$ به دست آورد.

$$f_{MSY} = -\frac{1}{d}$$

$$MSY = -\left(\frac{1}{d}\right) \cdot \exp(c-1)$$

(۱۳-۱)

۲. اندازه گيري MSY مبتني بر نرخ مرگ و مير طبيعي^۱

الف) الگوي گولند

در دهه هاي ۶۰ و ۷۰ ميلادي، صيد و صيادي در تعداد زيادي از نخبير جديد گسترش يافت که اطلاعات مربوط به آن شيلاتها فقط شامل يك يا چند تخمين نمونه گيري از بيوماس ذخيره بود. در اين وضع گولند (۱۹۷۱)^۱ به منظور ايجاد پايه اي براي بهره برداري مناسب از اين شيلاتها معادله تجربي ساده اي را براي تخمين MSY پيشنهاد کرد.

$$MSY = 0/5 M \cdot B_0 \quad (1-2)$$

در اين معادله B_0 بيوماس دست نخورده (بکر) که اغلب به روش مساحت جاروب شده به دست مي آيد و M نرخ مرگ و مير طبيعي است که به طور معمول از اطلاعات نرخ مرگ و مير گونه هاي مشابه در دسترس به عنوان جانشين استفاده مي شود. اين معادله به ويژه براي نخبيري که خيلي کم مورد بررسي قرار گرفته اند، استفاده مي شود. معادله گولند مبتني بر الگوي توليد متقارن شيفر است که MSY در نصف اندازه موجودي دست نخورده (B_0) روي مي دهد و در MSY نرخهاي مرگ و مير طبيعي و نرخهاي مرگ و مير ماهيگيري برابر خواهند بود. البته مدارك تجربي کمي وجود دارد که $F_{MSY} = M$ باشد. معادله گولند سپس به معادله زير توسعه يافت.

$$MSY = X \cdot M \cdot B_0 \quad (2-2)$$

که مقدار X به مشخصات ذخيره وابسته است. همچنين X براي حالتهايي که تاکنون مقداري مرگ و مير ماهيگيري وجود داشته، توصيه شده است.

1. Natural Mortality Rate .

2. Gulland, 1971, p.34.

بدینگن و کوک (۱۹۸۳) مطرح کردند که x به طور معمول کوچکتر از $0/5$ است.^۱ کادی و سیرک (۱۹۸۳)^۲ و گولند (۱۹۸۳) دامنه مقادیر X را از $0/33$ تا $0/4$ برآورد کردند. کمترین مقدار مربوط به میگو (میگوئی گرمسیری پنایده) که دارای عمر کوتاه مدت است و ساردین و بیشترین عدد مربوط به فنیش^۳ کفزی شمالی بود. همچنین از تحلیل نخایر ماهیان پلاژیک کوچک مشخص شد که فقط نرخهای بهره برداری کم مطابق با $X=0/33$ قابل نگهداری یا پایدار هستند.^۴

ب) الگوی کادیمیا

قاعده تعمیم یافته ای از برآوردکننده گولند به وسیله کادیمیا (۱۹۷۷) برای نخایر بهره برداری شده - که داده های ذخیره محدود هستند - ارائه شده است. تخمین زنده کادیمیا به شکل زیر است.

$$MSY = 0/5Z.\bar{B} \quad (3-2)$$

که \bar{B} متوسط بیوماس (سالانه) و Z مرگ و میر کل است. چون $Z = F + M$ و $Y = F.\bar{B}$ است، بنابراین کادیمیا پیشنهاد کرد در صورتی که اطلاعات مربوط به Z در دسترس نباشد، الگوی بالا به شکل زیر نوشته شود.

$$MSY = 0/5(Y + M.\bar{B}) \quad (4-2)$$

که Y میزان کل صید و \bar{B} متوسط بیوماس در همان سال است. چون بیشتر نخایر در جهان بهره برداری شده اند از این رو معادله کادیمیا برای شیلاتهای کشورهای توسعه یافته و در بعضی از شیلاتهای کشورهای در حال توسعه بسیار استفاده شده است.^۵

ج) الگوی گارسیا، اسپار و سیرک^۶

آنها دو روش جایگزین را برای برآورد بالقوه نخایر ماهی بهره برداری شده پیشنهاد کردند که همان ساختار و کاربرد برآوردکننده های گولند و کادیمیا را دارد؛ ولی با الگوهای شیفر و فکس سازگار هستند. هر دو روش، فرض می کنند که مشاهدات مربوط به محصول جاری (Y) و متوسط بیوماس (\bar{B}) برای یک سال خاص در دسترس است. همچنین مرگ و میر طبیعی (M) شناخته شده و رابطه ای به شکل $F_{MSY} = K.M$ بین F_{MSY} و M وجود داشته که K ضریب ثابتی است. چون $f = \frac{Y}{\bar{B}}$ و $\frac{Y}{f} = \bar{B}$ است، می توان الگوهای تولید مازاد را به شکل زیر نوشت.

$$\bar{B} = a + b\left(\frac{Y}{f}\right) \quad (5-2) \text{ شیفر:}$$

1 .Beddington and Cooke (1983).

2 Caday and Csirk (1983).

3 .Caday and Csirk(1983).

4 . Finfish.

5 . Petterson(1991).

6 . Sparre and Venema , 1998.

7 . Garcia , Sparre and Csirke.

$$\ln \bar{B} = c + d \left(\frac{Y}{B} \right) \quad \text{فکس: (۶-۲)}$$

اگر مشاهدات B_1 و Y_1 و M در دسترس باشند با توجه به فرض $F_{MSY} = K.M$ می‌توان نوشت:

$$B_1 = a + b \left(\frac{Y_1}{B_1} \right), f_{MSY} = K.M = -\frac{a}{2b} \quad \text{شیفر: (۷-۲)}$$

$$\ln B_1 = c + d \left(\frac{Y_1}{B_1} \right), f_{MSY} = K.M = -\frac{1}{d} \quad \text{فکس: (۸-۲)}$$

حال می‌توان پارامترهای a ، b ، c و d را به صورت زیر به دست آورد.

$$a = \frac{2f_{MSY} \cdot B_1^2}{2f_{MSY} \cdot B_1 - Y_1}, b = \frac{B_1^2}{2f_{MSY} \cdot B_1 - Y_1} \quad \text{شیفر: (۹-۲)}$$

$$c = \ln(B_1) + \frac{Y_1}{(B_1 \cdot f_{MSY})}, d = -\frac{1}{f_{MSY}} \quad \text{فکس: (۱۰-۲)}$$

پس با داشتن (a, b) و (c, d) و معادلات ۱۲-۱ و ۱۳-۱ از قبل می‌توان MSY را مطابق دو الگو به دست آورد. MSY مطابق با الگوی شیفر به شکل زیر است.

$$MSY = \frac{F_{MSY}^2 \cdot \bar{B}^2}{2F_{MSY} \cdot \bar{B} - Y} \quad (۱۱-۲)$$

در موارد خاصی که $K=1$ و $F_{MSY} = M$ است می‌توان نوشت:

$$MSY = \frac{M^2 \cdot \bar{B}^2}{2M \cdot \bar{B} - Y} \quad (۱۲-۲)$$

اگر از ذخیره برداشتی نشده باشد (مثلاً زمانی که $f=0$ و $Y=0$ و $B=B_v$ است) معادله ۱۲-۲ به قاعده اصلی گولند تبدیل می‌شود.

با توجه به الگوی فکس می‌توان نوشت:

$$MSY = f_{MSY} \cdot \bar{B} \cdot \exp\left[\frac{Y}{f_{MSY} \cdot \bar{B}} - 1\right] \quad (۱۳-۲)$$

در شرایط خاصی که $K=1$ و $F_{MSY} = M$ است معادله ۱۳-۲ به معادله زیر تبدیل می‌شود.

$$MSY = M \cdot \bar{B} \cdot \exp\left[\frac{Y}{M \cdot \bar{B}} - 1\right] \quad (۱۴-۲)$$

وزمانی که $Y=0$ باشد، تخمین MSY مانند الگوی گولند خواهد بود $(MSY = M \cdot \bar{B} \cdot \exp)$.

بنابراین یک زوج از مشاهدات (B_1, Y_1) و فرضیاتی روی M و رابطه بین M و $F_{MSY} = K.M$ اطلاعات کافی برای تخمین اولیه منحنی تولید شیفر و فکس به وجود می آورند که از نتایج این دو الگو می توان برای برآورد اولیه MSY نیز استفاده کرد^۱.

بحث و یافته ها

میگو از ذخایر اصلی آبیان کشور است که در بازارهای جهانی از نظر ارزش غذایی فراوان و قیمت بالا دارای اهمیت اقتصادی خاصی است و هم اکنون صیادان در چهار استان خوزستان، بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان به صید آن اقدام می کنند. طبق مطالعات موجود، بزرگترین صیدگاههای (ذخایر) میگوی خلیج فارس در آبهای استان بوشهر قرار دارد.

این اعتقاد وجود دارد که تمام منابع در خلیج فارس به طور کامل یا بیش از اندازه بهره برداری شده اند و ذخایر میگو نیز از این امر مستثنی نیست و این منبع با ارزش صادراتی نسبت به گذشته خیلی کاهش یافته است^۲. استفاده نادرست از منابع و نهادهای و وجود یک ناوگان بزرگ برداشت (به احتمال زیاد مازاد) و ذخایر به شدت تخلیه شده میگو در عمل باعث تخصیص غیر بهینه منابع و افت وضع اقتصادی صیادان و مناطق صیادی شده است. از این رو اندازه گیری حداکثر تولید پایدار ذخایر میگو می تواند کمک مؤثری به برنامه ریزیهای صنعت برداشت میگوی دریایی کند.

در این مطالعه از دو روش الگوهای تولید مازاد و الگوهای تجربی به صورت مکمل استفاده شده است. برای سنجش توابع تولید مازاد شیفر و فکس از داده های سری زمانی مربوط به میزان صید و تلاش شناورهای میگو (تعداد روزهای ماهیگیری به تفکیک قایق، لنج و کشتی) از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۱ استفاده شده است. با توجه به اینکه جمع کردن میزان تلاش شناورهای مختلف به دلیل ناهمگن بودن، نتایج گمراه کننده ای را به وجود می آورند از این رو ابتدا تعداد روزهای ماهیگیری طبقات مختلف (قایق، لنج و کشتی) استاندارد شده است. برای استاندارد کردن داده های تلاش از روش روبسن^۳ استفاده شده است. این روش مبتنی بر اندازه گیری توان ماهیگیری نسبی است. برای اندازه گیری توان ماهیگیری شناورهای طبقه B نسبت به طبقه A می توان نوشت:

در اینجا طبقه A طبقه استاندارد (قایق) است که بقیه شناورها بر اساس آن همگن شده اند. CPUE میزان صید در هر واحد تلاش است که به این وسیله از تقسیم کردن میزان صید در هر سال بر تعداد روزهای ماهیگیری استاندارد به دست می آید. با اندازه گیری CPUE برای هر طبقه در هر سال، جدول شماره ۱ به دست آمده است.

$$PA(B) = \frac{CPUE \text{ of vessel } B}{CPUE \text{ of vessel } A}$$

جدول شماره ۱. الگوی Robson برای اندازه گیری

1 . Garcia and Sparre an Csirke ,1989.

2 . FAO,1996.

3 . Robson,1966.

کل تلاش استاندارد

Boat type	A(standard)	B	C
Fishing power (PA)	۱/۰	PA(B)	PA(C)
Number of boats (N)	NA	NB	NC
Average number of fishing days per boat (d)	dA	dB	dC

سپس مقدار تلاش استاندارد کل ناوگان در هر سال طبق قاعده زیر به دست می آید.

$$total\ effort = 1/0 * NA * dA + PA(B) * NB * dB + PA(C) * NC * dC$$

سپس با توجه به داده های استاندارد شده الگوی شیفر و فکس را تخمین می زنیم.

*** **

$$CPUE = 42/80775 - 0/000226Effort$$

$$t \quad 6/461 \quad -2/793$$

الگوی شیفر:

$$R^2 = 0/49 \quad F = 7/803 \quad d.f. = 8$$

*** **

$$LnCPUE = 3/942921 - 0/0001Effort$$

$$t \quad 15/768 \quad -3/611$$

الگوی فکس:

$$R^2 = 0/61 \quad F = 13/041 \quad d.f. = 8$$

همان طور که مشخص است بین تلاش و صید در هر واحد تلاش، رابطه معکوسی وجود دارد به گونه ای که با افزایش هر واحد تلاش، صید در هر واحد تلاش کاهش می یابد. در هر دو الگو، علامت منفي متغیر تلاش (روزهای ماهیگیری) این رابطه را تأیید می کند. در هر دو الگو، ضریب تلاش معنی دار شده است. در الگوی فکس مقدار R^2 برابر با ۰/۶۱ بیانگر آن است که متغیر تلاش توانسته است ۶۱ درصد تغییر در متغیر وابسته را پوشش دهد. با توجه به وجود یک متغیر مستقل در تابع بالا و مطالعات موجود در این زمینه این الگو R^2 بالایی را نشان می دهد. از دو الگوی بالا برای تخمین MSY و f_{msy} استفاده شد که مقدار حداکثر تولید پایدار با استفاده از الگوی شیفر برابر با ۲۰۲۷ تن تعیین شد و مقدار تلاش لازم برای تولید این مقدار صید معادل ۹۴۷۱۲ روز استاندارد است. همچنین حداکثر تولید پایدار با استفاده از الگوی فکس ۱۸۲۴ تن است که برای تأمین این مقدار صید باید ۹۶۱۵۴ روز تلاش استاندارد انجام شود. نتایج مربوط به محاسبه حداکثر تولید پایدار با استفاده از توابع تولید مازاد و روشهای تجربی در جدول شماره ۲ آمده است.

جدول شماره ۲. مقدار حداکثر تولید پایدار^۱

الگو	MSY (تن) [Biomass=۹۰۰]			MSY SPF	MSY (تن) [Biomass=۱۲۰۰]		
	M=۲/۸	M=۳	M=۳/۲		M=۲/۸	M=۳	M=۳/۲
گولند	۱۲۶۰	۱۳۵۰	۱۴۴۰	*	۱۶۸۰	۱۸۰۰	۱۹۲۰
کادیمما	۱۸۱۵	۱۹۰۵	۱۹۹۵	*	۲۲۳۵	۲۳۵۵	۲۴۷۵
گارسیا	۱۴۴۰	۱۴۹۸	۱۵۵۸	*	۱۷۲۰	۱۸۰۳	۱۸۸۶
شیفر	*	*	*	۲۰۲۷	*	*	*
فکس	*	*	*	۱۸۲۴	*	*	*

طبق جدول شماره ۲ دو سناریو برای مطالعه در نظر گرفته شده است. این سناریوها مربوط به میزان ذخیره یا بیوماس میگو در آبهای استان بوشهر بوده است. این دو سناریو از نتایج برآورد میزان بیوماس میگو در سال ۱۳۸۱ به وسیله مرکز تحقیقات میگوی خلیج فارس به دست آمده است. بر اساس یکی از این سناریوها میزان بیوماس معادل ۹۰۰ تن و بر اساس سناریوی دیگر میزان ذخیره برابر ۱۲۰۰ تن در نظر گرفته شده است (مرادی، ۱۳۸۱). از سوی دیگر برای اندازه گیری مقدار حداکثر تولید پایدار با استفاده از الگوهای تجربی، سه نرخ مرگ و میر طبیعی (M) در نظر گرفته شده است که این نرخهای مرگ و میر طبیعی به ترتیب برابر ۲/۸، ۳ و ۳/۲ است. ملاک انتخاب این نرخهای مرگ و میر طبیعی، مطالعات سابق در زمینه ارزیابی ذخایر میگوی ببری در آبهای استان بوشهر (مطالعات عظیمی (۱۳۶۴) و نیامیندی (۱۳۷۲)) و سایر مطالعاتی که در سالهای اخیر در کشورهای دیگر انجام شده، بوده است. نتایج به دست آمده از سه الگوی تجربی گولند، کادیمما و گارسیا با دو سناریوی بیوماس و سه نرخ مرگ و میر طبیعی در جدول ۲ آمده است. نتایج به دست آمده از الگوی گولند در هر دو سناریو و با هر سه نرخ، کمتر از نتایج به دست آمده از دو الگوی دیگر بوده است. به عبارت دیگر مقدار MSY با استفاده از روش تجربی گولند محافظه کارانه بوده است. در روش گولند مقدار ضریب X برابر با ۰/۵ در نظر گرفته شده است و با کمی چشم پوشی برای نخایر میگو - که در سالهای اخیر تحت بهره برداری زیاد بوده - به کار برده شده است. از سوی دیگر الگوی کادیمما در محاسبه MSY دچار بیش برآورد است.

از مقایسه دو سناریوی بیان شده، روشن می شود که در تمام روشهای تجربی، سناریویی که میزان بیوماس آن بیشتر (۱۲۰۰ تن) است با توجه به غنای بیشتر ذخیره، میزان حداکثر برداشت پایدار نیز بیشتر است و هرچه نرخ مرگ و میر طبیعی بیشتر می شود، مقدار MSY نیز افزایش می یابد. بنابراین محدوده تغییرات MSY در الگوی کادیمما بیشتر از دو الگوی تجربی دیگر بوده است.

نتایج به دست آمده از دو الگوی تولید مازاد با استفاده از داده های تاریخی نشان می دهد که الگوی فکس حداکثر تولید پایدار را کمتر از الگوی شیفر تخمین می زند. با توجه به اینکه الگوی

1. Maximum Sustainable Yield.

^۸ فکس زیر بنای الکوی کارسیا است، مشاهده می شود که نتایج به دست آمده از روش کارسیا در سناریویی که بیوماس آن برابر ۱۲۰۰ تن است به نسبت مشابه با نتایج الکوی فکس است. با استفاده از روش SPF مقدار MSY تخمینی به نتایج الگوهای تجربی تحت سناریوی میزان ذخیره ۱۲۰۰ تن نزدیکتر است. اگر میزان بیوماس را در سال ۱۳۸۱ معادل ۱۲۰۰ تن در نظر بگیریم، الکوی کادیمیا نسبت به الگوهای دیگر دچار بیش برآورد است. مطالعات تجربی گذشته در کشورهای دیگر نشان می دهد که الکوی تولید فکس در تخمین مقدار MSY ذخایر میگو نسبت به الکوی شیفر اولویت دارد. نتایج آماری این مطالعه نیز تا حدود زیادی این امر را تأیید کرد. از طرف دیگر در اینجا مشاهده می شود که نتایج الکوی فکس (سناریوی بیوماس ۱۲۰۰ تن) با کمی چشم پوشی تقریباً معادل متوسط نتایج کارسیا و گولند از هر سه نرخ مرگ و میر طبیعی است. بنابراین به نظر می رسد که در این مطالعه این سه روش تا حدود زیادی نتایج یکسانی برای حداکثر تولید پایدار ایجاد می کنند. با توجه به اینکه در دهه گذشته زیستگاهها و ذخایر میگوی استان بوشهر به شدت تحت فشار عوامل انسانی بوده و بر اساس بعضی شواهد، بیش از اندازه از آن بهره برداری شده است، بنابراین برای تأمین امنیت اقتصادی و اجتماعی صیادان باید حداکثر برداشت مستمر و پایدار در سطحی تعیین شود که ضمن جبران ذخایر به شدت تخلیه شده، منافع آتی بخش عمده ای از جمعیت ساحلی را تضمین کند. در این حالت یک معیار منطقی تر از MSY استفاده از شاخص حداکثر تولید ثابت (MCY)^۱ می باشد که به عنوان حداکثر صید ثابت پایدار سطوح آتی ذخیره - که با سطح قابل قبولی از ریسک همراه است - تعریف می شود.^۱

$$MCY = \frac{2}{3} MSY$$

شاخص MCY بر اساس ایده برداشت مقدار معینی ماهی از ذخایر در سالهای مختلف بنا شده و یک روش محافظه کارانه است. شبیه سازیهای میس (۱۹۸۸) و فرانسیس (۱۹۹۲)^۲ نشان داد که ضریب مناسب در این قاعده بین ۰/۶ تا ۰/۹ است. بنابراین به نظر می رسد که حداکثر صید ثابت یا میزان برداشت واقعی در سال ۱۳۸۱ باید بین ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ تن باشد تا در حال حاضر، بدون صدمه زدن به ذخایر و تأمین حداکثر منافع برای صیادان، منافع آتی و دراز مدت آنها را نیز تضمین کند.

خلاصه و نتیجه گیری

در این مطالعه از دو روش مدل‌های تولید مازاد و مدل‌های تجربی به شکل مکمل استفاده شده است.

مقدار حداکثر تولید پایدار با استفاده از مدل شیفر برابر با ۲۰۲۷ تن و مقدار تلاش لازم برای تولید این مقدار صید معادل ۹۴۷۱۲ روز استاندارد بوده است. همچنین حداکثر تولید پایدار با استفاده از مدل فکس ۱۸۲۴ تن بوده که برای تأمین این مقدار صید بایستی ۹۶۱۵۴ روز تلاش استاندارد انجام شود. نتایج حاصل از دو مدل تولید مازاد با استفاده از داده های تاریخی نشان می دهد که مدل فکس حداکثر تولید پایدار را کمتر از مدل شیفر تخمین می زند.

1. Maximum Constant Yield.

2. Mace and Francis.

برای اندازه گیری حداکثر تولید پایدار با استفاده از مدل‌های تجربی، دو سناریو برای میزان ذخیره (میزان بیوماس معادل ۹۰۰ تن و میزان ذخیره برابر ۱۲۰۰ تن) و سه نرخ مرگ و میر طبیعی (۲/۸، ۳، و ۳/۲) در نظر گرفته شده است.

نتایج حاصل از مدل گولند در هر دو سناریو و با هر سه نرخ کمتر از نتایج حاصل از دو مدل دیگر بوده است. به عبارت دیگر مقدار MSY با استفاده از روش تجربی گولند محافظه کارانه بوده است. از سوی دیگر مدل کادیمیا در محاسبه MSY دچار بیش برآورد است.

از مقایسه این دو سناریو روشن می‌شود که در تمام روش‌های تجربی در سناریوی که میزان بیوماس بیشتر (۱۲۰۰ تن) است با توجه به غنای بیشتر ذخیره میزان حداکثر برداشت پایدار نیز بیشتر است و هرچه نرخ مرگ و میر طبیعی نیز بیشتر می‌شود، مقدار MSY افزایش می‌یابد. محدوده تغییرات MSY در مدل کادیمیا بیشتر از دو مدل تجربی دیگر بوده است.

نتایج حاصل از روش گارسیا در سناریوی بیوماس برابر ۱۲۰۰ تن، نسبتاً مشابه با نتایج مدل فکس است. مقدار MSY تخمینی با استفاده از روش SPF به نتایج مدل‌های تجربی تحت سناریو به میزان ذخیره ۱۲۰۰ نزدیکتر است. اگر میزان بیوماس را در سال ۱۳۸۱ معادل ۱۲۰۰ تن در نظر بگیریم، مدل کادیمیا نسبت به مدل‌های دیگر دچار بیش برآورد است.

نتایج آماری این مطالعه تا حدود زیادی این امر را تأیید می‌کند که مدل تولید فکس در تخمین مقدار MSY نخایر میگو نسبت به مدل شیفر اولویت دارد و از طرف دیگر در اینجا مشاهده می‌شود که نتایج مدل فکس (سناریو بیوماس ۱۲۰۰ تن) با کمی چشم پوشی تقریباً معادل متوسط نتایج گارسیا و گولند از هر سه نرخ مرگ و میر طبیعی است. بنا بر این به نظر می‌رسد که این سه روش تا حدود زیادی نتایج یکسانی برای حداکثر تولید پایدار در این مطالعه برآورد می‌کنند.

در این مطالعه از شاخص حداکثر تولید ثابت (MCY) نیز استفاده شده است. طبق این شاخص (که با توجه به وضعیت فعلی نخایر میگوی خلیج فارس استفاده از آن منطقی می‌باشد) حداکثر صید ثابت یا میزان برداشت واقعی در سال ۱۳۸۱ باید بین ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ تن باشد.

پیشنهادات

با توجه به نتایج مطالعه، پیشنهادهای به شرح زیر ارائه می‌شود.

۱. مدیریت علمی و مطلوب بهره برداری از نخایر میگوی خلیج فارس، نیازمند ثبت و جمع آوری اطلاعات در زمینه میزان صید و تلاش صیادی و میزان ذخیره است و توصیه می‌شود که بانک اطلاعاتی جامعی از شاخص‌های صید، تلاش صیادی، هزینه‌های صید، قیمت و درآمد وسیله اداره کل شیلات استان تهیه شود و در کنار آن باید با دادن اطلاعات صحیح و کامل، اعتماد صاحبان شناورهای صیادی را با تبلیغات و تشویق‌های لازم جلب کرد.

۲. یکی از متغیرهای پایه ای برای تخمین حداکثر تولید پایدار، میزان ذخیره میگو می باشد. از این رو باید مرکز تحقیقات میگوی کشور برای اندازه گیری و برآورد میزان ذخیره با روشهای پیشرفته علمی و با حداقل خطا به آزمایشگاههای لازم و تجهیزات مورد نیاز مجهز شود. ۳. نتایج این مطالعه نشانه های محکمی بر اولویت یک روش بر دیگری ارائه نداد. استفاده از روشهای توابع تولید مازاد و تجربی و مدرن در کنار هم ضمن تقویت یکدیگر، متصدیان امور شیلاتی را در تصمیمهای بهتر یاری خواهند داد. البته با توجه به فشار موجود بر ذخایر میگو در سالهای اخیر همیشه در استفاده از این روشها باید جانب احتیاط را رعایت کرد.

۴. برای تأمین حداکثر منافع آتی و دراز مدت صیادان، حداکثر بهره برداری پایدار از ذخایر پر ارزش میگو و کاهش فشار بر این ذخیره به شدت تخلیه شده در سالهای اخیر استفاده از معیار حداکثر تولید ثابت با نظر گرفتن این ملاحظات برای این آبرزی (میگو) توصیه می شود. بنابراین حداکثر صید ثابت یا میزان برداشت واقعی در سال ۱۳۸۱ بین ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ تن پیشنهاد می شود.

فهرست منابع

۱. اداره کل شیلات استان بوشهر (سالهای مختلف)؛ سالنامه آماری، واحد طرح و برنامه.
۲. عظیمی، ا. (۱۳۶۴)؛ بررسی نخایر میگوی منطقه بوشهر و شرایط هیدرولوژی آن؛ مرکز تحقیقات شیلاتی خلیج فارس - بوشهر، بوشهر.
۳. فائو (۱۳۷۵)؛ آیین نامه ماهیگیری مسئولانه؛ ترجمه مجید خدیری نیا مقدم؛ شرکت سهامی شیلات ایران.
۴. کامرانی، ا. (۱۳۷۲)؛ برآورد بیوماس میگوی موزی به روش مساحت جاروب شده در استان هرمزگان؛ مرکز تحقیقات شیلات هرمزگان، بندرعباس.
۵. مرادی، م. (۱۳۸۱)؛ تحلیل مختصری بر کاهش ذخیره میگوی ببری در فصل صید ۱۳۸۱؛ مرکز تحقیقات میگوی ایران، بخش مدیریت نخایر آبزیان، بوشهر.
۶. نیامیندی، ن. (۱۳۷۲)؛ ارزیابی نخایر چهار گونه ماهی و میگوی ببری به وسیله تور ترال کف؛ مرکز تحقیقات شیلاتی خلیج فارس - بوشهر، بوشهر.
7. Bahatta, R. and Sagarad, G. (2000). Bio Economic Analysis of Marine Fish Production in Karanataka. Presentation at the Second International Conference on Environment and Development, Stockholm.
8. Beddington, J.R. and Cooke, J.R. (1983). The potential yield of previously nexploited stocks. FAO Fish. Tech. Pap. 242: 47 p.
9. Caddy, J.F. (1980). Surplus production models, pp. 29-55. In: Selected lectures from the CIDA/FAO/CECAF seminar on fishery resource evaluation. Casablanca, Morocco, 6-24 March 1978: Rome, FAO Canada Funds-in-Trust, FAO/TF/INT ©180 Suppl., 166 p.
10. Caddy, J.F. and Csirke J.,(1983). Approximations to sustainable yield for exploited and unexploited stocks. *Océanogr.Trop.*, 18(1):3-15
11. Caddy, J.F. and Mahon, R. (1995). Reference points for fisheries management. FAO Fisheries_Technical Paper, No. 347. Rome, FAO. 83p.
12. Cunningham, S., Dunn, M.R. and Whitemarsh, D.,(1985). Fisheries Economics: An Introduction. Mansell Publishing, London.
13. FAO (1998). Introduction to Tropical Fish Stock Assessment Part1: Manual. Rom, Italy.
14. FAO (1995a). Reference points for fisheries management: their potential application to straddling and highly migratory fish stocks. FAO., 864:52 p.
15. FAO (1995b). Code of Conduct for Responsible Fisheries. FAO, Rome, 41 p.

16. FAO (1995c). Precautionary approach to fisheries. Part 1: Guidelines on the precautionary approach to capture fisheries and species introductions. Elaborated by the Technical Consultation on the Precautionary Approach to Capture Fisheries (Including Species Introductions). Lysekil, Sweden, 6-13 June 1995. *FAO Fish.Tech.Pap.*, 350(Part 1):52 p.
17. Fox, W.W.Jr.(1970). An Exponential Surplus-Yield Model for Optimizing Exploited Fish Population. *Trans. American Fisheries Society*, 99:80-88.
18. Francis, R.I.C.C. (1992). Recommendations concerning the calculation of maximum constant yield (MCY) and current annual yield (CAY). N.Z. Fisheries Research Assessment Document 92/8.
19. Garcia, S. (1985). Reproduction, stock assessment models and population parameters in exploited penaeid shrimp populations, pp. 139-158 *In: P.C.*
20. Garcia, S.M., Sparre P. and Csirke J. (1989). Estimating surplus production and maximum sustainable yield from biomass data when catch and effort time series are not available. *Fisheries Research*, 8:13-23
21. Garcia, S., Sparre, P. and Csirke, J. (1987). A note on rough estimators of fisheries resources potential. *ICLARM Fishbyte*, 5(2): 11-16
22. Garrara, G., Lyimo, E. (1989). Application of the Fox Modle to the Industrial Shrimp Trawl Catch and Effort Data of Tanzania.
23. Gulland, J.A. (1971). The Fish Resources of the Ocean. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books) Ltd, for FAO, 255 pp. Rev. ed. Of FAO Fish Tech. Pap.,(97) :425 pp.(1970).
24. Gulland, J.A. (1983). Fish stock assessment: a manual of basic methods. Chichester, U.K., Wiley Interscience, FAO/Wiley series on food and agriculture, Vol. 1:223 p.
25. Mace, P.M. (1988). A survey of stock assessment methods and results. N.Z. Fisheries Assessment Research Document 88/6.
26. NFCC,(1999). Guide to Biological Reference Points for the 1998-99 Fisheries Assessment Meetings
27. Schaefer, M.B. (1957). A study of the dynamics of the fishery for yellow fin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*, 2:247-285.
28. Sparr, P. and Venema, S. (1998). Introduction to Tropical Fish Stock Assessment, Part1: Manual, FAO. Rome.