ارزیابی ذخایر و تعیین سقف قابل برداشت کیلکای معمولی *Clupeonella cultriventris* Borodin,1904 در آبهای ایرانی دریای خزر

حسن فضلی[1*]، علی اصغر جانباز[1]، شهرام قاسمی[2]

[*] hn_fazli@yahoo.com

۱- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی
۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹٤ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۵

چکیده

هدف از این مطالعه تعیین میزان زیتوده کیلکای معمولی *Clupeonella cultriventris* Borodin,1904 طی سالهای ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ و سقف قابل برداشت این ماهی در سال ۱۳۹۲ در سواحل ایرانی دریای خزر می باشد. در این تحقیق، حداکثر محصول قابل برداشت (MSY) و میزان تلاش صیادی در MSY (f_{MSY}) مورد ارزیابی قرار گرفته و سپس با استفاده از شاخصهای f_{MSY} ، تولید به ازای نسل نوپا و زی توده مولدین به ازای نسل نوپا با استراتژی مختلف F_{max}، $F_{0.1}$ و $F_{40\%}$ سقف قابل برداشت تعیین شد. نتایج نشان داد طی سالهای ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ میزان ذخایر ماهی کیلکای معمولی ابتدا از حدود ۲۲۰۰۰ تن در سال ۱۳۷۶ به ۱۱۲۰۰۰ تن در سال ۱۳۸۸ افزایش و سپس در سال ۱۳۹۲ به ۸۳۳۰۰ تن کاهش یافت. در دوره مذکور مرگ و میر صیادی این ماهی بین ۰/۲۴۶ الی ۱/۶۴۰ در سال و نرخ بهره برداری بین ۰/۳۲۷ الی ۰/۷۶۴ قرار داشت. نقاط مرجع بیولوژیک در دو نقطه $F_{0.1}$ و $F_{40\%}$ بترتیب ۰/۹۲ و ۰/۸۰ در سال برآورد شد. بر اساس مدل شیفر مقدار MSY و تلاش ماهیگیری مرتبط به ترتیب ۲۲۶۷۰ تن و ۸۶۹۰ شناور شب محاسبه شد. بر اساس سیستم طبقه بندی پنج ردیفی میزان صید بیولوژیک قابل قبول این ماهی در۱۳۹۲ برای ردیفهای ۲، ۳، ۴ و ۵ بترتیب ۱۷۵۰۰، ۲۰۰۶۰، ۲۳۵۰۰ و ۱۸۹۰۰ تن برآورد شد. در رویکرد احتیاطی، مقدار صید بیولوژیک قابل قبول که دارای کمترین مقدار و با بیشترین اطلاعات یعنی ۱۷۵۰۰ تن باید انتخاب شود.

کلمات کلیدی: کیلکای معمولی، تولید به ازای نسل نوپا، نقاط مرجع، صید بیولوژیک قابل قبول، دریای خزر.

* نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]

مقدمه

فون ماهیان دریای خزر در مقایسه با آبهای آزاد از تنوع گونه ای کمتری برخوردار است و بیشتر منابع آن کوچک جثه و بشدت آسیب پذیر می باشند. در این دریا و حوضه آبریز آن حدود ۱۲۳ گونه و زیر گونه ماهی مربوط به ۵۳ جنس و ۱۷ خانواده زیست می نمایند. گروه عمده‌ای از ماهیان سطحزی دریای خزر به خانواده‌های شگ ماهیان (Clupeidae) و راسته شگ ماهی شکلان (Clupeiformes) تعلق دارند. این خانواده در دریای خزر دارای دو جنس کیلکا ماهیان (*Clupeonella*) و شگ ماهیان (Alosa) می‌باشند (نادری و عبدلی، ۱۳۸۳). فراوانترین ماهیان دریای خزر سه گونه کوچک از خانواده شگ ماهیان Clupeidae بنام کیلکا می باشند و هر سه گونه از آن شامل کیلکای آنچوی *Clupeunella engrauliformis* Svetovidov, 1941)، کیلکای چشم درشت (*C. grimmi* Kessler, 1877) و کیلکای معمولی (*C. cultriventris* Borodin, 1904) در سواحل ایرانی دریای خزر زیست می نمایند (فضلی، ۱۳۶۹).

از سه گونه کیلکای دریای خزر، کیلکای آنچوی ساکن نواحی عمیق تر خزر جنوبی و مرکزی بوده و کیلکای چشم درشت نسبت به کیلکای آنچوی دورتر از ساحل و اصولاً در نواحی با عمق بیش از ۷۰-۵۰ متر زیست می کند. کیلکای معمولی در مناطق ساحلی زندگی می کند و نسبت به دو گونه دیگر بهتر می تواند با تغییرات شرایط محیطی از جمله شوری و درجه حرارت آب، خود را وفق دهد. این ماهی هم در آب با شفافیت های مختلف و هم با شوری های مختلف (حتی آب شیرین) سازگار است (Prikhod´ko, 1981). فراوانی نسبی کیلکای معمولی که کمتر از ۵ درصد در سال ۱۳۶۸ بود (فضلی، ۱۳۶۹) در سال ۱۳۸۳ به بیش از ۷۰ درصد و در سالهای ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۰ به بیش از ۹۹ در صد افزایش یافت (فضلی و همکاران، ۱۳۸۶؛ جانباز و همکاران، ۱۳۹۲) .

بر خلاف دو گونه دیگر، تغذیه کیلکای معمولی در حقیقت به وجود مواد غذایی زئوپلانکتونی در مناطق ساحلی و قسمتهای کم عمق بستگی دارد. ترکیب زئوپلانکتونها در این مناطق بیشتر از مناطق عمیق تر میباشد. کوپه پودا در خزر جنوبی و مرکزی در تغذیه این ماهی نقش اصلی داشتند (Prikhod´ko, 1981). *Eurytemora grimmi* در خزر مرکزی (Prikhod'ko and Skobelina, 1967) و Halicyclops، Nectobenthic و Cladocera در خزر شمالی در تغذیه کیلکای معمولی دیده شدند (Ignatova and Khokina, 1972).

بعد از حضور شانه دار در دریای خزر در سال (Ivanov *et al*., 2000) ذخایر دو گونه اصلی کیلکا ماهیان یعنی کیلکای آنچوی و چشم درشت به شدت کاهش و ذخایر کیلکای معمولی روند افزایش داشته است (Mamedov, 2006; Fazli *et al*., 2007a,b, 2009).

نقاط مرجع بیولوژیک مثل $F_{0.1}$، $F_{30\%}$ و $F_{40\%}$ اغلب در استراتژی های مختلف مدیریت منابع شیلاتی بکار برده می شود. محققین مختلفی $F_{0.1}$، $F_{35\%}$ و $F_{40\%}$ را به عنوان نقطه مرجع هدف و $F_{30\%}$ را نقطه مرجع آستانه در نظر گرفته اند (Mace, 1994; Chen, 1997; Griffiths, 1997; Kirchner, 2001; Zhang and Lee, 2001; Fazli *et al*., 2009). در این مطالعه علاوه بر تعیین ساختار سنی صید و برآورد ذخیره ماهی کیلکای معمولی بر اساس اطلاعات جمع آوری طی سال های ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲، ابتدا حداکثر محصول قابل برداشت (MSY) و میزان تلاش صیادی در MSY (f_{MSY}) مورد ارزیابی قرار گرفته و سپس با استفاده از شاخصهای f_{MSY} ، تولید بازای نسل نوپا و زیتوده مولدین بازا نسل نوپا با استراتژی های مختلف نرخ مرگ و میر صیادی F_{max}، $F_{0.1}$ و $F_{40\%}$ با هدف تعیین میزان حداکثر صید قابل برداشت از ذخایر کیلکای معمولی ارائه شده است.

مواد و روش ها

در این مطالعه برای تعیین ساختار سنی صید کیلکای معمولی از داده های سن بدست آمده در سالهای ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ استفاده شد. صید کیلکا ماهیان با استفاده از شناورهای مخصوص مجهز به تور قیفی و نور زیر آبی انجام میشود. نمونه برداری بطور دو هفته یکبار از صید کیلکا ماهیان در استان مازندران در بنادر بابلسر و امیرآباد و در استان گیلان در بندر انزلی انجام شد. در هر بار نمونه

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]

برداری ۵-۳ کیلوگرم نمونه کیلکا تهیه و پس از انتقال به آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ابتدا گونه کیلکای معمولی از سایر گونه ها تفکیک شده سپس طول چنگالی با دقت ۱ میلیمتر با استفاده از تخته بیومتری و وزن با ترازوی دیجیتالی و با دقت ۰/۱ گرم اندازه گیری شد.

تعیین سن کیلکا ماهیان با استفاده از سنگ گوش (Otolith) انجام شد. در هر فصل از هر کلاس طولی (از ۱۰ عدد ماهی) اتولیت تهیه شد. اتولیت‌ها را در داخل پلیت مخصوص حاوی گلیسیرین قرار داده و با استفاده از بینی کولار در شرایطی که نور از بالا تابانده شده و زمینه آن مشکی بود، تعیین سن انجام گرفت (Chilton *et al.*, 1982).

برای برآورد معادله رشد از فرمول تجربی رشد ون برتالانفی استفاده شد (Von Bertalanffy, 1938):

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

که در این معادله t : سن, L_t: طول ماهی در سن t، t_0: سن ماهی در طول صفر، L_∞: طول مجانب و K: ضریب رشد است. برای محاسبه میزان بقاء (S) از روش منحنی صید (Catch curve) با استفاده از داده های سن در سه سال آخر صید محاسبه شده و سپس ضریب مرگ و میر کل (Z) برآورد شد (Ricker, 1975):

$Z = -\ln S$

برای محاسبه مرگ و میر طبیعی از مدل ZM (Zhang and Megrey, 2006) استفاده شد:

$$\hat{M} = \frac{\beta K}{e^{K(t_{mb}-t_0)} - 1}$$

β مقدار شیب خط در رابطه بین طول و وزن، t_{mb} سن بحرانی که برابر است با t_{max} 0.302 و t_{max} حداکثر سن ماهی می باشد. برای محاسبه ضریب مرگ و میر صیادی (F_T) از فرمول زیر استفاده شد (Hilborn and Walters, 1992):

$$F_T = Z - M$$

که F_T ضریب مرگ و میر صیادی ترمینال، Z ضریب مرگ و میر کل و M ضریب مرگ و میر طبیعی می باشد.

برای برآورد میزان ذخایر ماهی کیلکای معمولی از روش آنالیز کوهورت (Biomass-based cohort analysis) استفاده شد (Zhang and Sullivan, 1988). که در این روش برای محاسبه زیتوده در آخرین سال و آخرین کلاس سنی از فرمول زیر:

$$B_t = \frac{C_t(F_t + M - G_t)}{F_t(1 - e^{-(F_t + M - G_t)})}$$

و برای سایر سنین از فرمول:

$$B_{ij} = B_{i+1\,j+1} e^{(M - G_j)} + C_{ij} e^{(M - G_j)/2}$$

و همچنین برای مرگ و میر صیادی لحظه ای از فرمول زیر استفاده شد:

$$F_{ij} = \ln\left(\frac{B_{ij}}{B_{i+1\,j+1}}\right) - M + G_j$$

که در این معادلات B_t زیتوده در سن t، C_t صید در سن t، F_t مرگ و میر صیادی ترمینال، G_j ضریب رشد لحظه ای در سن t، $B_{i+1\ j+1}$ زیتوده در سال i+1 و سن j+1، C_{ij} صید در سال i و سن j، F_{ij} ضریب مرگ و میر صیادی لحظه ای در سال i و سن j.

از فرمول زیر برای تعیین مرگ و میر صیادی بهینه و سن در اولین صید (age at first capture) استفاده شد (Beverton & Holt, 1956):

برای تخمین نقطه مرجع $F_{0.1}$ از فرمول زیر استفاده شد (Beverton & Holt, 1956):

$$\frac{Y}{R} = Fe^{[-M(t_c - t_r)]} W_\infty \sum_{n=0}^{3} \frac{U_n e^{[-nK(t_c - t_0)]}}{F + M + nK} \left(1 - e^{[-(F+M+nK)(t_L - t_c)]}\right)$$

همچنین برای تخمین نقطه مرجع $F_{40\%}$ از فرمولهای زیر (زیتوده مولدین، SB نسبت به رکروئیمنت، R) استفاده شد:

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]

$$\frac{SB}{R}\Big|_{F=0} = \sum_{t=t_r}^{t_\lambda} m_t e^{-M(t_c-t_r)} e^{-M(t-t_c)} W_\infty (1-e^{-K(t-t_0)})^3$$

و

$$\frac{SB}{R}\Big|_{F=F_1} = \sum_{t=t_r}^{t_\lambda} m_t e^{-M(t_c-t_r)} e^{-(M+F)(t-t_c)} W_\infty (1-e^{-K(t-t_0)})^3$$

که در این معادلات W_∞ وزن در طول بی نهایت، t_L حداکثر سن ماهی، t_r سن در ریکروتمنت (سن جوانترین ماهی در صید) ، Y تولید، m_t نسبت مولدین بالغ ماده به کل ماهیان ماده در کوهورت (این نسبت برای ماهی کیلکای معمولی سنین ۱، ۲، ۳ و ۴ بترتیب ۰/۰۱، ۰/۱۸، ۰/۶۷ و ۱/۰ (Fazli, 2007b) در نظر گرفته شد)، Un برابر است با ۱+، ۳-، ۳+ و ۱- به ترتیب برای n=0، n=1، n=2 و n=3 می باشد.

برای محاسبه و تعیین صید بیولوژیک قابل قبول (ABC=Acceptable Biological Catch) از سیستم طبقه بندی پنج ردیفی (جدول ۱) استفاده گردید که روشی تغییر شکل داده شده از سیستم شش ردیفه طرحی برای مدیریت شیلاتی آمریکا در اقیانوس آرام شمالی می باشد (Anon, 1998). برای ردیف های ۱ الی ۳ برای تعیین ABC از فرمول زیر استفاده شد:

$$ABC = ABC_r + \sum_{i=r+1}^{t_L} \frac{B_i F_{ABC}}{M+F_{ABC}} (1-e^{-(M+F_{ABC})})$$

که F_{ABC} ضریب مرگ و میر لحظه ای برایABC تعیین شده با استفاده از داده های موجود و وضعیت ذخیره،r سن ریکروت و t_L حداکثر سن ماهی می باشد.

برای برآورد حداکثر محصول قابل برداشت و تعیین میزان تلاش در حداکثر قابل برداشت از مدلهای تولید شیفر (Schaefer, 1954) و فاکس (Fox, 1970) استفاده شد. در فرمول شیفر برای واریانس نسبی f_t از مدل خطی ساده زیر استفاده شد:

$$\ln \frac{Y_t^*}{f_t} = \ln U_\infty - \frac{q}{r} f_t + \varepsilon_t$$

$$\frac{Y_t^*}{f_t} = U_\infty - [\frac{U_\infty q}{r}] f_t + \varepsilon_t)$$

که Y^*_t میزان تولید در حالت تعادل در سال t ، U_∞ خط مجانب CPUE، q ضریب صید، r نرخ رشد حقیقی، f_t میزان تلاش صیادی در سال t و ε_t میزان خط تصادفی در سال t میباشد. در فرمول فاکس، با فرض بر یک ساختار خطای افزایشی با واریانس نسبی f_t برابر است با:

که این مدل نیز به شکل رگرسیون ساده خطی میباشد.

برای تجزیه و تحلیل داده ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای Excel و FiSAT استفاده شد.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]

جدول ۱: روشهای بکار برده شده برای تعیین ABC برای کیلکا معمولی در سیستم مدیریت منابع شیلاتی ایران (اقتباس از Zhang and Lee, 2001).

Table 1: Methods used to determine the acceptable biological catch (ABC) for common kilka in Iranian fisheries management system (from Zhang and Lee, 2001).

Tier 1. Information available: Reliable estimates of B, B_{MSY}, F_{MSY} and $F_{40\%}$
- 1a) Stock status: $B/B_{MSY}>1$
  $F_{ABC}=F_{MSY}$
- 1b) Stock status: $\alpha<B/B_{MSY}\leq 1$
  $F_{ABC}=F_{MSY}\times(B/B_{MSY}-\alpha)/(1-\alpha)$
- 1c) Stock status: $B/B_{MSY}\leq \alpha$: $F_{ABC}=0$

Tier 2. Information available: Reliable estimates of B, $B_{X\%}$ and $F_{X\%}$
- 2a) Stock status: $B/B_{40\%}>1$
  $F_{ABC}=F_{40\%}$
- 2b) Stock status: $\alpha<B/B_{40\%}\leq 1$
  $F_{ABC}=F_{40\%}\times(B/B_{40\%}-\alpha)/(1-\alpha)$
- 2c) Stock status: $B/B_{40\%}\leq \alpha$: $F_{ABC}=0$

Tier 3. Information available: Reliable estimates of B and $F_{0.1}$
- $F_{ABC}=F_{0.1}$

Tier 4. Information available: Times series catch and effort data
- 4a) Stock status: $CPUE/CPUE_{MSY}>1$
  ABC=MSY
- 4b) Stock status: $\alpha<CPUE/CPUE_{MSY}\leq 1$
  $ABC=MSY\times(CPUE/CPUE_{MSY}-\alpha)/(1-\alpha)$
- 4c) Stock status: $CPUE/CPUE_{MSY}\leq \alpha$: ABC=0

Tier 5. Information available: Reliable catch history
- ABC=$P\times Y_{AM}$ (arithmetic mean catch over an appropriate time period), $0.5\leq P\leq 1.0$

i) Equation used to determine ABC in tiers 1-3:

$$ABC = ABC_r + \sum_{i=r+1}^{t_L} \frac{B_i F_{ABC}}{M + F_{ABC}}(1 - e^{-(M+F_{ABC})})$$

where B_i: biomass at age i, M: instantaneous coefficient of actual mortality, F_{ABC}: instantaneous coefficient of fishing mortality for ABC determined by the data available and the stock status, r: recruit age, t_L: maximum fishing age.

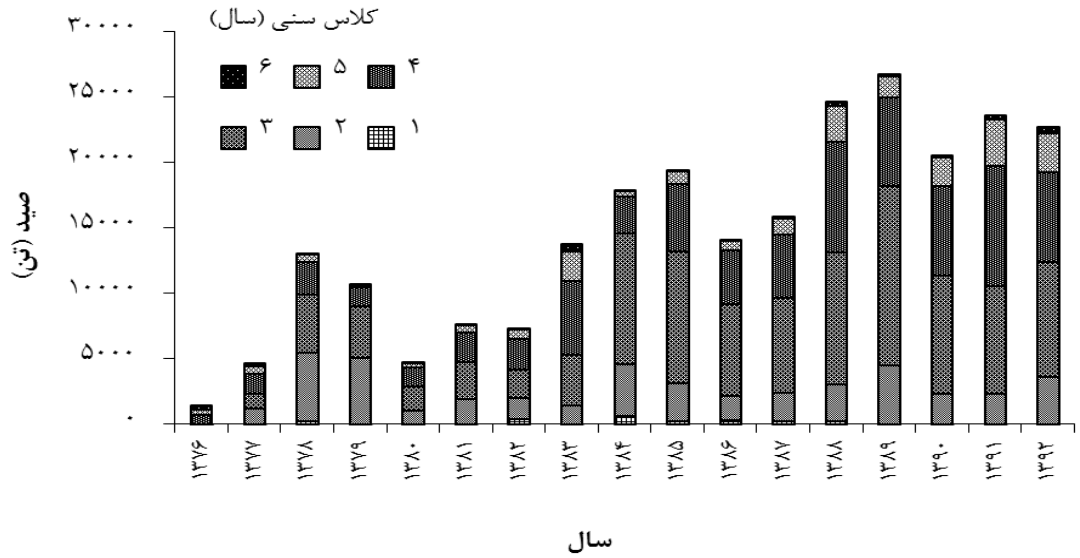
$$ABC_r = \frac{RF_{ABC}}{M + F_{ABC}}(1 - e^{-(M+F_{ABC})})$$

ii) For tiers 1, 2 and 4, α is set at a default value of 0.05.

نتایج

طی سالهای ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ در ترکیب سنی صید تجاری ماهی کیلکای معمولی ۶ گروه سنی ۱ الی ۶ سال مشاهده شد. حداقل میزان صید ۱۴۵۰ تن در سال ۱۳۷۶ و بیشترین میزان صید ۲۶۷۰۰ تن در سال ۱۳۸۹ و بطور متوسط ۱۴۶۳۰ تن از این ماهی در سواحل ایران صید شد. کمترین میزان صید مربوط به ماهیان ۶ ساله (۱/۲ درصد) و بیشترین میزان صید مربوط به ماهیان ۳ ساله(۴۲/۱ درصد) بود. در سال ۱۳۹۲ ماهیان ۱ ساله ۱۵۱/۹ تن، کمترین ولی ماهیان ۳ ساله با ۸۷۰۰/۲ تن بیشترین میزان صید را داشتند (شکل ۱).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]



شکل ۱: میزان صید در سنین مختلف ماهی کیلکای معمولی طی سالهای ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ در صید ایران در دریای خزر.

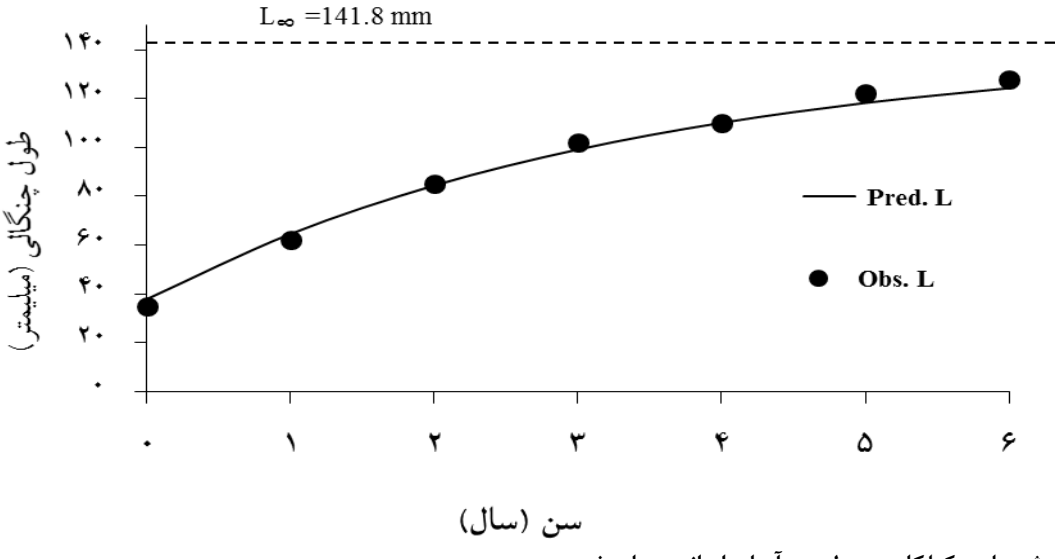
Figure 1: Catch at age of common kilka in Iranian commercial catches during 1995–2013.

با توجه به داده های طول در سنین مختلف، پارامترهای رشد (L_∞ , k , t_0) برای ماهی کیلکای معمولی به صورت زیر محاسبه شد:

L_∞=۱۴۱/۸ mm, K = ۰/۲۹۷ y^{-1}, t_0 = -۱/۰۴۸ y

بنابراین معادله رشد کیلکای معمولی برابر است با:

$$Lt = 141.8[1 - \exp^{-0.297(t+1.048)}]$$



شکل ۲: منحنی رشد ماهی کیلکای معمولی در آبهای ایرانی دریای خزر

Figure 2: Growth curve of common kilka in Iranian waters of the Caspian Sea.

با استفاده روش منحنی صید ضریب بقاء ماهی کیلکای معمولی ۰/۲۴۵ در سال و در نتیجه ضریب مرگ و میر

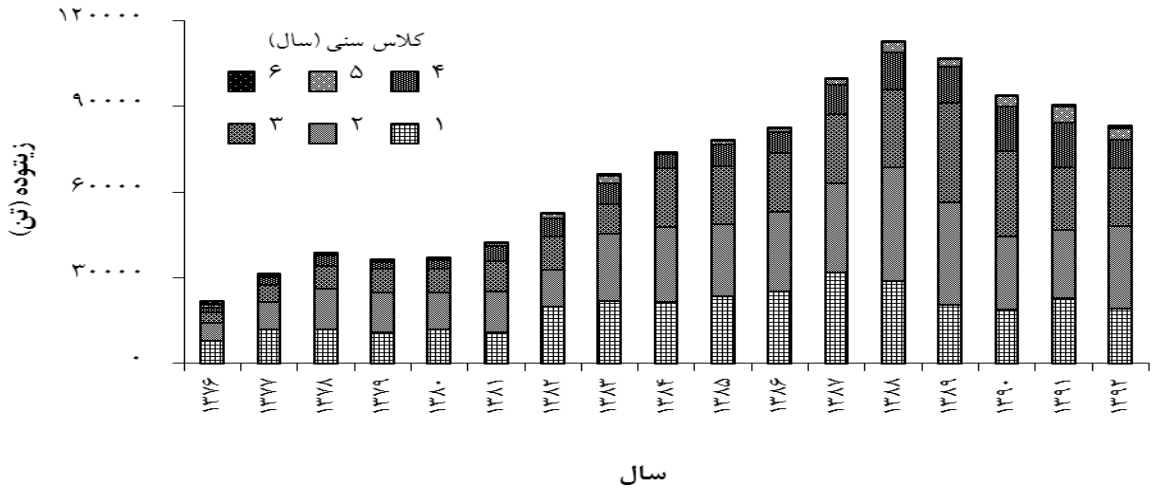
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]

کل (Z) ۱/۴۰ در سال محاسبه شد. ضریب مرگ و میر طبیعی (M) ، ۰/۵۰۶ در سال و ضریب مرگ و میر صیادی ترمینال (F_T) برابر ۰/۸۹۴ در سال برآورد شد.

با توجه به پارامترهای رشد و مرگ و میر، میزان صید در سنین مختلف در سالهای بهره برداری ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ و با استفاده روش آنالیز کوهورت، میزان ذخایر ماهی کیلکای معمولی محاسبه شد.

بر اساس محاسبه انجام شده طی سالهای ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ میزان ذخایر ماهی کیلکای معمولی ابتدا از حدود ۲۲۰۰۰ تن در سال ۱۳۷۶ به ۱۱۲۰۰۰ تن در سال ۱۳۸۸ رسید و سپس در سال ۱۳۹۲ به ۸۳۳۰۰ تن کاهش یافت (شکل ۳). در دوره مذکور میزان ذخایر این ماهی بطور متوسط ۶۷۶۰۰ تن برآورد شد که ماهیان ۶ ساله کمترین میزان ذخیره (فقط ۰/۰۵۲٪) و ماهیان ۲ ساله بیشترین میزان ذخیره (۳۲/۴٪) را دارا بودند. همچنین ماهیان ۱ ساله نیز ۲۷/۹٪ از کل ذخیره را بخود اختصاص دادند. همچنین در سال ۱۳۹۲ کمترین میزان ذخیره را ماهیان ۱ ساله (۱/۱٪) و بیشترین میزان ذخایر ماهیان ۲ ساله (۳۴/۵٪) دارا بودند و ۲۳/۲٪ از کل ذخیره را بخود اختصاص دادند.

در جدول ۲ مرگ و میر صیادی هر کلاس سنی و نرخ بهره برداری در سالهای مختلف بهره برداری آورده شده است. همان طوریکه ملاحظه می گردد طی سال های ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ مرگ و میر صیادی این ماهی بین ۰/۲۴۶ در سال ۱۳۷۶و ۱/۶۴۰ در سال ۱۳۸۳در نوسان بود. نرخ بهره برداری این ماهی نیز در سالهای مذکور بین ۰/۳۲۷ و ۰/۷۶۴ قرار داشت. در سال ۱۳۹۲ مقدار این شاخص و ۰/۶۳۶ بود (جدول ۱).



شکل ۲: مقدار ذخایر کیلکای معمولی در سنین مختلف طی سالهای بهره برداری ۷۶ ۱۲ الی ۹۲ ۱۲ در سواحل ایرانی دریای خزر.

Figure 3: Catch at age of common kilka in Iranian commercial catches during 1995- 2013.

جدول ۲: مرگ و میر صیادی (F) و نرخ بهره برداری (E) ماهی کیلکای معمولی در سواحل ایرانی دریای خزر طی سالهای بهره برداری ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲.

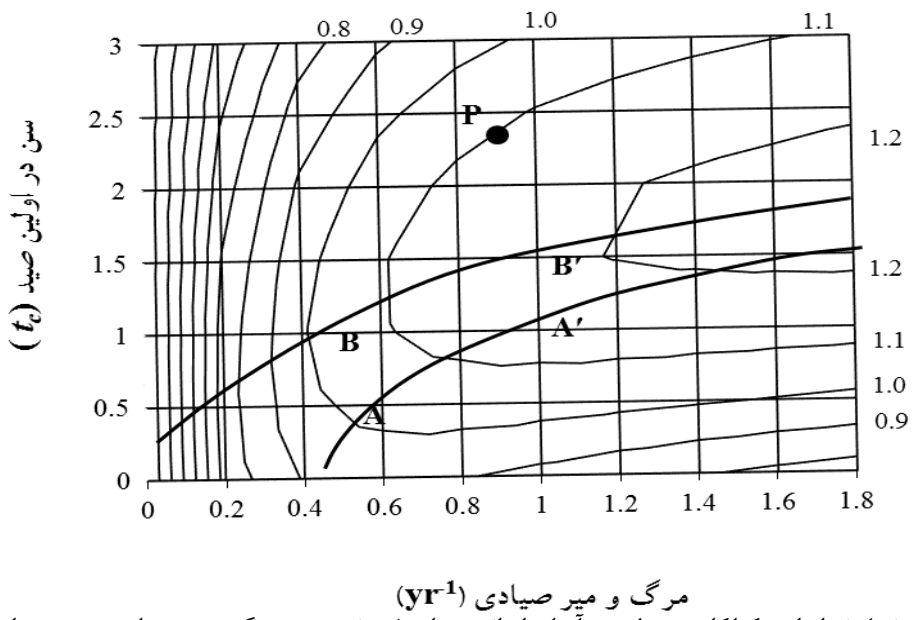
Table 2: Estimated instantaneous fishing mortality (F) and exploitation rates (E) of common kilka in Iranian waters of the Caspian Sea during 1995-2013.

سال	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲
F	۰/۲۴۶	۰/۷۷۹	۱/۳۸۵	۰/۶۶۸	۰/۶۱۸	۰/۵۰۳	۰/۲۴۸	۱/۶۴۰	۰/۸۸۲	۱/۱۵۰	۰/۶۷۳	۰/۵۸۹	۱/۰۵۸	۰/۸۰۶	۰/۶۸۴	۰/۶۲۲	۰/۸۸۴
E	۰/۳۲۷	۰/۶۰۶	۰/۷۳۲	۰/۵۶۹	۰/۵۵۰	۰/۴۴۹	۰/۴۰۸	۰/۷۶۴	۰/۶۳۶	۰/۶۹۴	۰/۵۷۱	۰/۵۳۸	۰/۶۷۶	۰/۶۱۴	۰/۵۷۵	۰/۵۵۱	۰/۶۳۶

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]

شکل ۴ موقعیت مرگ و میر صیادی ماهی کیلکای معمولی در سال ۱۳۹۲ با توجه به منحنی تولید بازای نسل نوپا ریکروئیت نسبت به سطوح مختلف سن در اولین صید و مرگ و میر صیادی را نشان می دهد. از طرف دیگر نقاط مرجع بیولوژیک ماهی کیلکای معمولی دو نقطه $F_{0.1}$ و $F_{40\%}$ بترتیب ۰/۹۲ و ۰/۸۰ در سال برآورد شد (شکل ۵). با توجه به این نتایج، مرگ و میر صیادی در سال ۱۳۹۲ بین نقاط مرجع بیولوژیک $F_{0.1}$ و $F_{40\%}$ بود. و موقعیت فعلی سن در اولین صید مناسب می باشد.

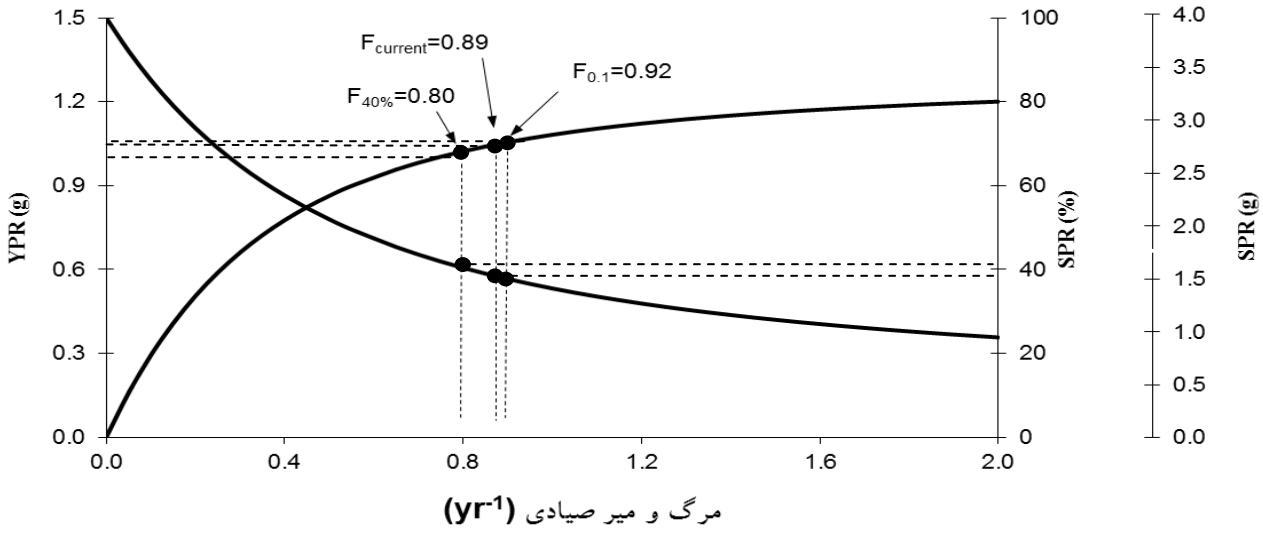
مقدار حداکثر محصول قابل برداشت و تلاش صیادی مرتبط کیلکای معمولی بر اساس دو مدل فاکس و شیفر در سواحل ایرانی دریای خزر در شکل ۶ نشان داده شد. در هر دو مدل رابطه معنی داری ($p<۰/۰۵$) بین تلاش صیادی و صید در واحد تلاش وجود دارد (مقدار r^2 برای مدل فاکس و شیفر بترتیب ۰/۷۴ و ۰/۷۶). با توجه به مقدار ضریب تعیین بیشتر در مدل شیفر، این مدل نسبت به مدل فاکس ترجیح دارد. بر اساس مدل شیفر مقدار حداکثر محصول قابل برداشت و تلاش صیادی در این نقطه به ترتیب ۲۲۶۷۰ تن و ۸۶۹۰ شناور شب محاسبه شد.



شکل ۴: تولید به ازای نسل نوپا ماهی کیلکای معمولی در آبهای ایرانی دریای خزر نسبت به مرگ و میر صیادی و سن در اولین صید. P وضعیت فعلی مرگ و میر صیادی و سن در اولین صید این ماهی را نشان می دهد. AA´ حداکثر تولید به ازای نسل نوپا در t_c داده شده و خط BB´ حداکثر تولید به ازای نسل نوپا در مرگ و میر صیادی مختلف را نشان می دهد.

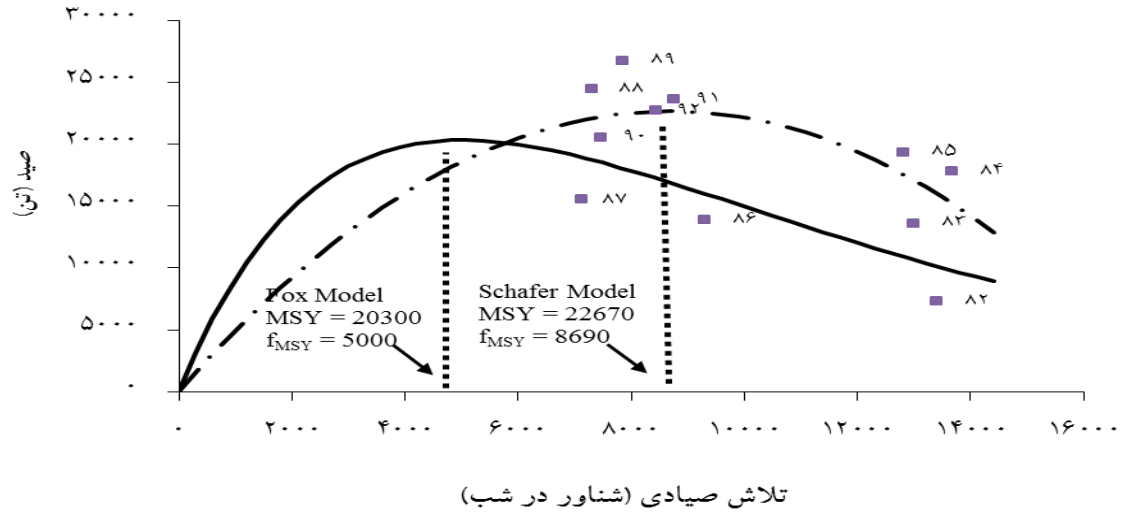
Figure 4: Response surface of yield-per-recruit of common kilka with respect to fishing mortality and age at first capture. *P* indicates the state of fishing mortality (*F*) and age at first capture (t_c). *AA'* represents the maximum yield-per-recruit line at a given *t*c and *BB*' indicates the maximum yield-per-recruit line at a given *F*.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]



شکل ۵: برآورد نقاط مرجع بیولوژیک ($F_{0.1}$ و $F_{40\%}$) و مرگ و میر صیادی در سال ۱۳۹۲ ماهی کیلکای معمولی در آبهای ایران برای t_c = 2.4 yr. توضیح: YPR = تولید به ازای نسل نوپا، SPR = زیتوده مولدین به ازای نسل نوپا.

Figure 5: Estimates of biological reference points (F0.1 and F40%) and F (x-axes) for common kilka where tc is fixed at 2.4 yr. YPR = Yield Per Recruit, SPR = Spawning Biomass Per Recruit



شکل ۶: مقدار حداکثر محصول قابل برداشت و تلاش صیادی مرتبط کیلکای معمولی بر اساس دو مدل فاکس و شیفر در سواحل ایرانی دریای خزر.

Figure 6: Equilibrium yield curves for common kilka using the Schaefer and Fox models in Iranian waters of the Caspian Sea.

با توجه به جدول ۳ میزان صید بیولوژیک قابل قبول (ABC=Acceptable Biological Catch) ماهی کیلکای معمولی بر اساس سیستم طبقه بندی پنج ردیفی و میزان ذخایر در آخرین سال بهره برداری (۱۳۹۲) برای ردیفهای ۲، ۳، ۴ و ۵ بترتیب ۱۷۵۰۰، ۲۰۰۶۰، ۲۳۵۰۰ و ۱۸۹۰۰ تن برآورد شد. برای ردیف اول اطلاعات کافی در دسترس نبود.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]

جدول ۳: برآورد میزان صید بیولوژیک قابل قبول (ABC) ماهی کیلکای معمولی در آبهای ایرانی دریای خزر در سال ۱۳۹۲.

Table 3: ABC (acceptable biological catch) estimates for common kilka in Iranian waters of the Caspian Sea in 2013.

	وضعیت ذخیره	صید بیولوژیک قابل قبول (تن)
Tier 1	B_{MSY}, F_{MSY} = not available	داده در دسترس نبود
Tier 2	with current t_c = 2.4: $B/B_{40\%}$= 83270/88540<1 Stock status: 2b $F_{ABC}=F_{40\%}\times(B/B_{40\%}-\alpha)/(1-\alpha)$ = 0.75/yr	۱۷۵۰۰
Tier 3	with current t_c= 3.2; $F_{ABC}=F_{0.1}$ =0.90/yr	۲۰۰۶۰
Tier 4	CPUE/$CPUE_{MSY}$= 2.7/2.5	۲۳۵۰۰
Tier 5	Y_{AM}	۱۸۹۰۰

بحث

به طور کلی یک سیاست برداشت شامل طرحی می باشد که چگونگی صید و میزان صید را در سالهای مختلف تعیین می کند. این سیاست به اندازه ذخیره، شرایط اقتصادی - اجتماعی صید و وضعیت ذخایر سایر گونه ها بستگی دارد. این سیاست برداشت، مجموعه ای از قوانین سالانه نیست، بلکه طرحی است که باید یک ذخیره به اندازه کافی در مقابل نوسان های زیستی انعطاف پذیر باشد. بنابراین اگر یک سیاست برداشت به خوبی طراحی شده باشد نباید در اثر ورود گروه های سنی ضعیف یا خیلی خوب نیاز به اصلاح داشته باشد. ولی در این سیاست اعمال همه جنبه های زیستی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی بسیار دشوار می باشد.

تغییرات صید کیلکای معمولی از دیدگاه متفاوتی قابل بررسی است. این تغییرات بر اساس آمارنامه اداره کل شیلات مازندران و گیلان در دو دوره زمانی متفاوت بدین شرح است: در دوره اول بین سالهای ۸۱-۱۳۷۸ به طور متوسط ۸ درصد صید در اعماق ساحلی کمتر از ۴۰ متر صورت می گرفت (در مازندران و گیلان به ترتیب حدود ۲ و ۱۴ در صد). در این دوره میزان صید کیلکای معمولی حداکثر ۱۳ هزار تن بوده است. در دوره دوم ، سالهای۹۲-۱۳۸۲، با تغییر جایگاه صیادی میزان صید در اعماق ساحلی به طور متوسط به حدود ۴۰ درصد افزایش یافت و این امر موجب رشد و افزایش سهم کیلکای معمولی در صید تا ۲۷ هزار تن شد. از دلایل عمده تغییر جایگاه صیادی کاهش تراکم دو گونه کیلکای آنچوی و چشم درشت در اعماق بالا بوده است (جانباز و همکاران، ۱۳۹۲). طبق گزارشهای موجود عوامل انسانی (مثل صید بی رویه) و عوامل طبیعی (مثل گسترش شانه دار) بر روی جمعیت کیلکا ماهیان در دریای خزر تاثیر شدیدی داشته است و سبب کاهش شدید ذخایر دو گونه کیلکای آنچوی و چشم درشت شده است (Daskalov and Mamedov, 2007; Fazli et al., 2007a,b).

نتایج این تحقیق با روند رو به رشد فراوانی کیلکای معمولی و در نتیجه افزایش میزان ذخایر، صید و صید در واحد تلاش در ساله های اخیر کاملا منطبق است. بطوریکه میانگین شاخص فراوانی ذخیره یعنی صید بر واحد تلاش کیلکای معمولی قبل از ورود شانه دار در دریای خزر (۷۵-۱۳۷۹) در مقایسه با بعد از آن (۹۲-۱۳۸۰) افزایش معنی داری را نشان می دهد (به ترتیب بین ۰/۶۰- ۰/۰۷و ۳/۴ – ۰/۱۷ تن به ازای هر شناور) (جانباز و همکاران، ۱۳۹۲).

در این مطالعه برای حفظ ذخایر کیلکای معمولی و ارائه سقف قابل برداشت جهت بهره برداری بهینه و مستمر از ذخایر این ماهی از روشهای مختلفی استفاده شده است. برای تعیین محصول قابل برداشت اکولوژیکی، حداکثر محصول قابل برداشت و تلاش صیادی متناسب آن به همراه داده های واقعی ترسیم شد (شکل ۶). وقتی میزان صید از حداکثر محصول قابل برداشت تجاوز نماید بهره برداری نامطلوب رخ داده است. در این مطالعه حداکثر محصول قابل برداشت بر مبنای مدل شیفر ۲۲۶۷۰ تن با تلاش صیادی ۸۶۹۰ شناور شب برآورد شد. بر این اساس کیلکای معمولی در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ تحت شرایط صید بیش از حد قرار داشته است (شکل ۶).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]

تولید به ازای نسل نوپا در سال ۱۳۹۲ حدود ۱/۰۴ گرم با مرگ و میر صیادی ۰/۸۹ در سال برآورد شد (شکل ۶). همانطوریکه ذکر شد از نقاط مرجع $F_{0.1}$، $F_{30\%}$ و $F_{40\%}$ به عنوان نقاط مرجع هدف استفاده کرده اند (Mace, 1994; Chen, 1997; Griffiths, 1997; Kirchner, 2001; Zhang and Lee, 2001). در این مطالعه بر اساس تجزیه و تحلیل میزان تولید به ازای نسل نوپا و زی توده مولدین به ازای نسل نوپا مشخص شده است که مرگ و میر در سال ۱۳۹۲ کمتر از نقطه مرجع $F_{0.1}$ و بیشتر از $F_{40\%}$ می باشد (شکل ۶).

بر اساس ارزیابی وضعیت ذخایر کیلکای معمولی در سال ۱۳۹۲ صید قابل قبول بیولوژیک کیلکای معمولی در جدول ۵ برآورد شده است. با توجه به داده های موجود صید قابل قبول بیولوژیک در چهار ردیف از ۵ ردیف مشخص شده است. کمترین میزان صید قابل قبول بیولوژیک در ردیف دوم یعنی ۱۷۵۰۰ تن و بیشترین میزان آن در ردیف چهارم یعنی ۲۳۵۰۰ تن برآورده شده است. در رویکرد احتیاطی، مقدار صید قابل قبول بیولوژیکی که دارای کمترین مقدار برآورده شده است باید انتخاب شود. بنابراین بر اساس نتایج این تحقیق صید قابل قبول بیولوژیک بر اساس ردیف دو باید ۱۷۵۰۰ تن انتخاب شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از رؤسا و معاونین تحقیقاتی پژوهشکده های تحقیقاتی شیلاتی شمال کشور برای مساعدت و همکاری در اجرای این تحقیق سپاسگزاری می گردد. همچنین از همکاران بخش بیولوژی و ارزیابی ذخایر پژوهشکده اکولوژی دریای خزر که بخاطر مرتب سازی و تشکیل بانک اطلاعاتی مناسب برای تجزیه و تحلیل داده ها نقش ارزنده ای داشته اند تشکر می گردد.

منابع

جانباز، ع.ا.، فضلی، ح.، پرافکنده، ف.، قاسمی، ش.، عبدالملکی، ش.، مقیم، م.، کر، د.، پورغلام، ر.، نیک پور، م.، باقرزاده، ف.، خدمتی ، ک.، آذری، ع.، نهرور، م.ر.، راستین.، ر. و غنی نژاد، د.، ۱۳۹۲. پروژه بررسی خصوصیات زیستی کیلکا ماهیان در سواحل ایرانی دریای خزر بمنظور بهره برداری پایدار . وزارت جهاد کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات شیلات ایران.

فضلی، ح.، جانباز،ع.ا.، پرافکنده، ف.، صیادرضوی، ب.، کر، د.، طالشیان، ح. و باقرزاده، ف.، ۱۳۸۶. مونیتورینگ (بیولوژی و صید) کیلکا ماهیان در مناطق صید تجاری سال ۸۳-۸۱. وزارت جهاد کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات شیلات ایران.

فضلی، ح.، ۱۳۶۹. بیولوژی جنس *Clupeonella* دریای خزر . سمینار بهره برداری مناسب از آبزیان دریای خزر- بابلسر مهر ۱۳۶۹ .

نادری، م. و عبدلی، ا.، ۱۳۸۳. اطلس ماهیان حوزه جنوبی دریای خزر (آبهای ایرن). موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۹۰ صفحه.

Anon, 1998. To redefine acceptable biological catch and overfishing. Environmental Assessment/Regulatory Impact Review for Amendment 44 to the Fishery Management Plan. Prepared by staff, NMFS/AFSC, 23 p.

Beverton, R.J.H. and Holt., S.J., 1956. A review of methods for estimating mortality rates in fish population, with special reference to sources of bias in catch sampling. Rapport Proces-Verbaux Reunion de Conseil Permanent International pour Exploration de la Mer, 140: 67–83.

Chen, Y., 1997. A comparison study of age- and length-structured yield-per-recruit models. Aquat. Living Resour. 10: 271–280.

Chilton, D.E. and Beamish, R.J., 1982. Age determination methods for fishes studied

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]

by the Groundfish program at the Pacific Biological Station . Con. Spec. Publ. Aquat. Sci, 60:102.

Daskalov, G.M. and Mamedov, E.V., 2007. Integrated fisheries assessment and possible causes for the collapse of anchovy kulak in the Caspian Sea. ICES Journal of Marine Science, 64: 503-511. doi.org/10.1093/icesjms/fsl047.

Fazli, H., Zhang, C.I., Hay, D.E., Lee, C.W., Janbaz, A.A. and Borani, M.S., 2007a. Population ecological parameters and biomass of anchovy kilka (*Clupeonella engrauliformis*) in the Caspian Sea. Fisheries Science, 73: 285-294. 10.1111/j.1444-2906.2007.01334.x.

Fazli, H., Zhang, C.I., Hay, D.E., Lee, C.W., Janbaz, A.A. and Borani, M.S., 2007b. Population ecological parameters and biomass of common kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) in the Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Science, 7(1): 47-70.

Fazli, H., Zhang, C.I., Hay, D.E. and Lee, C.W., 2009. Stock assessment and management implications of anchovy kilka (*Clupeonella engrauliformis*) in Iranian waters of the Caspian Sea, Fisheries Research, 100: 103-108. doi.org/10.1016/j.fishres.2009.06.018.

Fox, W.W.Jr., 1970. An exponential surplus yield model for optimizing exploited fish populations. Transactions of American Fisheries Society, 90: 80–88.

Griffiths, M.H., 1997. The application of per-recruit models to *Argyrosomus indorus*, an important South African sciaenid fish. Fisheries Research, 30: 103–115.

Hilborn, R. and Walters, C.J., 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Chapman & Hall. 570 p.

Ignatova, V.V. and Khodkina, I.V., 1972. The food of the common Kilka (*Clupeonella delicatula*) on the West Coast of the central Caspian. In: Kompleksnyye issledovaniya University Press.

Ivanov, P.I., Kamakim, A.M., Ushivtzev, V.B., Shiganova, T.A., Zhukova, O., Aladin, N., Wilson, S.I., Harbinson, G.R. and Dumont, H.J., 2000. Invasion of Caspian Sea by the comb jellyfish *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora). Biological Invasion, 2: 255-258. 10.1023/A:1010098624728.

Kirchner, C.H., 2001. Fisheries regulations based on yield-per-recruit analyses for the linefish silevr kob *Argyrosomus indorus* in Namibian Waters. . Fisheries Research, 52: 155–167. doi.org/10.1016/S0165-7836(00)00258-7.

Mace, P.M., 1994. Relationships between common biological reference points used as thresholds and target of fisheries management strategies. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 51: 110–122.

Mamedov, E.V., 2006. The biology and abundance of kilka (*Clupeonella* spp.) along the coat of Azerbaijan ,Caspian Sea. ICES journal of marine Science, 63: 1665–1673. doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.07.005.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]

Prikhod'ko, B.I., 1981. Ecological features of the Caspian Kilka (Genus *Clupeonella*). Scripta Publishing Co.; pp: 27-35.

Prikhod'ko, B.I. and Skobelina, R.S., 1967. The food of the Caspian kilka. Tr.Kaspiysk. N. i. in-ta rybn. Kh-va., 23p.

Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can., 191: 1–382.

Schaefer, M.B., 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. Inter-American Tropical Tunas Commission Bulletin, 1: 25–56.

Von Bertalanffy, L., 1938. A quantitative theory of organic growth. Hum. Biol., 10: 181-243.

Zhang, C.I. and Megrey, B.A., 2006. A revised Alverson and Carney model for estimating the instantaneous rate of natural mortality. Transactions of the American Fisheries Society, 135: 620-633. doi.org/10.1577/T04-173.1.

Zhang, C.I. and Sullivan, P.J., 1988. Biomass-based cohort analysis that incorporates growth. Transactions of American Fisheries Society, 117: 180–189. doi.org/10.1577/1548-8659(1988)117<0180:BBCATI>2.3.CO;2.

Zhang, C.I. and Lee, J.B., 2001. Stock assessment and management implications of horse mackerel (*Trachurus japonicus*) in Korean waters, based on the relationships between recruitment and the ocean environment. Prog. Oceanogr., 49: 513–537. doi.org/10.1016/S0079-6611(01)00038-6.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]

Stock assessment and maximum sustainable yield of common kilka (*Clupeonella cultriventris* Borodin, 1904) in Iranian waters of the Caspian Sea

Fazli H.[1*]; Janbaz A.A.[1]; Ghasemi S.[2]

*hn_fazli@yahoo.com

1- Ecology Research Center of Caspian Sea, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education & Extension Organization
2- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education & Extension Organization

Abstract

The main objectives of the present study were to estimate of biomass during 1997-2014 and maximum sustainable yield of common kilka *Clupeonella cultriventris* Borodin, 1904 in 2013 in Iranian waters of the Caspian Sea. This paper examines the maximum sustainable yield (MSY) and fishing intensity at MSY ($f_{MSY)}$ and then using fMSY, yield-per-recruit and spawning biomass-per-recruit under various harvest strategies of F_{max}, $F_{0.1}$ and $F_{40\%}$; the acceptable biological catch (ABC) was estimated. During 1997-2014, the biomass of common kilka was increased from 22000 in 1997 to 112000 t in 2009 then declined to 83300 in 2013. In the period, the instantaneous coefficient of fishing mortality varied between 0.246/yr to 1.640/yr and the exploration rates were 0.327 and 0.764. The reference points of common kilka at $F_{0.1}$ and $F_{40\%}$ were estimated 0.92 and 0.80 year^{-1}, respectively. According to Schafer model the MSY and f_{MSY} were estimated 22670 t and 8690 vessel$\times$nights (a unit of effort). During 2013, the ABC of common kilka was estimated 17500, 20060, 23500 and 18900 t in tiers 2, 3, 4 and 5, respectively. However, for the implementation of a precautionary management approach the lower and more accurate ABC-value, based on more information, should be selected and thus the catch should be restricted to 17500 t.

Keywords: *Clupeonella cultriventris*, Yield-per-recruit, Reference point, Acceptable biological catch, Caspian Sea

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1395.25.4.8.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110301]