

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

عنوان:

**بر آورد پارامترهای پویائی جمعیت  
و ارزیابی ذخایر کیلکا ماهیان  
در آبهای ایرانی دریای خزر**

مجری:

حسن فضلی

شماره ثبت

۴۹۵۸۰

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

---

عنوان پروژه : برآورد پارامترهای پویائی جمعیت و ارزیابی ذخایر کیلکا ماهیان در آبهای ایرانی دریای خزر  
شماره مصوب پروژه : ۹۱۱۴۳-۱۲-۷۶-۲  
نام و نام خانوادگی نگارنده/نگارندگان : حسن فضلی  
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) :-  
نام و نام خانوادگی مجری /مجریان : حسن فضلی  
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : علی اصغر جانباز، شهرام قاسمی ، حسن نصراله زاده ساروی  
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) :-  
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : فرهاد کیمرام  
محل اجرا : استان مازندران  
تاریخ شروع : ۹۱/۷/۱  
مدت اجرا : ۲ سال و ۶ ماه  
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور  
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵  
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

**«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»**

**پروژه: برآورد پارامترهای پویائی جمعیت و ارزیابی ذخایر**

**کیلکا ماهیان در آبهای ایرانی دریای خزر**

**کد مصوب: ۹۱۱۴۳-۱۲-۷۶-۲**

**شماره ثبت (فروست): ۴۹۵۸۰ تاریخ: ۹۵/۳/۱۲**

**با مسئولیت اجرایی جناب آقای حسن فضلی دارای مدرک**

**تحصیلی دکتری در رشته شیلات (ارزیابی ذخایر آبزیان) می‌باشد.**

**پروژه توسط داوران منتخب بخش بیولوژی و ارزیابی ذخایر آبزیان**

**در تاریخ ۹۵/۲/۱۱ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.**

**در زمان اجرای پروژه، مجری در:**

**ستاد □ پژوهشکده ■ مرکز □ ایستگاه □**

**با سمت رئیس بخش بیولوژی و ارزیابی ذخایر آبزیان در**

**پژوهشکده اکولوژی دریای خزر مشغول بوده است.**

صفحه	عنوان
۱	چکیده
۲	۱- مقدمه
۶	۲- مواد و روشها
۱۱	۳- نتایج
۱۱	۳-۱- ترکیب گونه ای صید کیلکا در آبهای ایرانی دریای خزر
۱۲	۳-۲- پارامترهای رشد ماهی کیلکای معمولی
۱۳	۳-۳- ساختار سنی کیلکای معمولی
۱۴	۳-۴- مرگ میر طبیعی، کل و صیادی ترمینال
۱۴	۳-۵- زیتوده کیلکای معمولی
۱۶	۳-۶- نقاط مرجع بیولوژیک و میزان صید بیولوژیک قابل برداشت
۱۹	۴- بحث و نتیجه گیری
۲۳	پیشنهادات
۲۵	منابع
۲۹	چکیده انگلیسی

## چکیده

هدف از مطالعه تعیین میزان زیتوده کیلکای معمولی و سقف قابل برداشت این ماهی در سواحل ایرانی دریای خزر می باشد. در این تحقیق، حداکثر محصول قابل برداشت (MSY) و میزان تلاش صیادی در  $(f_{MSY})$  مورد ارزیابی قرار گرفته و سپس با استفاده از شاخصهای  $f_{MSY}$ ، تولید بازاء رکروئیت و زیتوده مولدین بازاء رکروئیت با استراتژی مختلف  $F_{max}$ ،  $F_{0.1}$  و  $F_{40\%}$  سقف قابل برداشت تعیین شد. بر اساس نتایج بدست آمده میزان صید کیلکا در کل سواحل ایرانی دریای خزر در سالهای ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ به ترتیب معادل ۲۴۰۸۰ و ۲۲۹۶۹ تن که کیلکای معمولی در صید کاملاً غالب بوده و بترتیب ۹۸/۱ درصد و ۹۸/۹ درصد از کل صید را بخود اختصاص داد. پارامترهای رشد  $(L_{\infty}, k, t_0)$  برای ماهی کیلکای معمولی شامل  $t_0 = -1/0.48 \text{ year}$ ،  $K = 0.297 \text{ year}^{-1}$ ،  $L_{\infty} = 141/8 \text{ mm}$  محاسبه شد. جمعیت کیلکای معمولی در سالهای ۹۲-۱۳۹۱ از ۶ گروه سنی شامل ۱ تا ۶ سال تشکیل شد. در سالهای ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ ماهیان با گروه سنی ۳ و ۴ سال بیشترین فراوانی را داشته اند. در ترکیب سنی صید تجاری ماهی کیلکای معمولی در سال ۱۳۹۱ ماهیان ۱ ساله فقط ۱۳۳/۶ تن (کمترین) و ماهیان ۴ ساله ۹۱۲۱/۶ تن (بیشترین) میزان صید را بخود اختصاص دادند. در سال ۱۳۹۲ نیز ماهیان ۱ ساله ۱۵۱/۹ تن، کمترین ولی ماهیان ۳ ساله ۸۷۰۰/۲ تن بیشترین میزان صید را داشتند. ضریب مرگ و میر طبیعی (M)، ۰/۵۰۶ در سال، ضریب مرگ و میر صیادی ترمینال ( $F_T$ ) و ضریب مرگ و میر کل (Z) بترتیب معادل ۰/۸۹۴ و ۱/۴۰ در سال برآورد شد. میزان ذخایر این ماهی در سالهای بهره برداری ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ بترتیب حدود ۹۰۷۰۰ و ۸۳۳۰۰ تن برآورد شد. در سالهای مذکور مرگ و میر صیادی این ماهی بترتیب ۰/۶۲۲ و ۰/۸۹۴ در سال و نرخ بهره برداری بترتیب ۰/۵۵۱ و ۰/۶۳۶ بود. نقاط مرجع بیولوژیک ماهی کیلکای معمولی در دو نقطه  $F_{0.1}$  و  $F_{40\%}$  بترتیب ۰/۹۲ و ۰/۸۰ در سال برآورد شد. بر اساس مدل شیفر مقدار حداکثر محصول قابل برداشت و تلاش صیادی در این نقطه بترتیب ۲۲۶۷۰ تن و ۸۶۹۰ شناور در شب محاسبه شد. بر اساس نتایج این تحقیق میزان صید بیولوژیک قابل قبول (ABC=Acceptable Biological Catch) ماهی کیلکای معمولی ۱۷۵۰۰ تن برآورد شد.

**کلمات کلیدی:** کیلکا ماهیان، ذخایر، تولید بازاء رکروئیت، صید بیولوژیک قابل برداشت، دریای خزر.

## ۱ - 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 (آکادمی علوم قزاقستان، ۱۹۹۴). در این دریا و حوضه آبریز آن حدود ۱۲۳ گونه و زیر گونه ماهی مربوط به ۵۳ جنس و ۱۷ خانواده زیست می نمایند. خانواده کپورماهیان حدود ۴۰ درصد از ماهیان دریای خزر را بخود اختصاص می دهند (کازانچف، ۱۹۸۱؛ نادری و عبدلی، ۱۳۸۳). گروه عمده ای از ماهیان سطحی دریای خزر به خانواده های شگ ماهیان (Clupeidae) و راسته شگ ماهی شکلان (Clupeiformis) تعلق دارند. این خانواده در دریای خزر دارای دو جنس کیلکا ماهیان (*Clupeonella*) و شگ ماهیان (*Alosa*) می باشند. فراوانترین ماهیان دریای خزر سه گونه کوچک از خانواده شگ ماهیان Clupeidae بنام کیلکا میباشند و در دریای خزر سه گونه از آن شامل کیلکای آنچوی (*engrauliformis* Svetovidov, 1941) *Clupeunella*، چشم درشت (*C. grimmi* Kessler, 1877) و معمولی (*C. cultriventrif* Borodin, 1904) زیست مینمایند (فضلی، ۱۳۶۹، رضوی صیاد، ۱۳۷۲ و پور غلام و همکاران، ۱۳۷۵).

کیلکای آنچوی ساکن نواحی عمیق تر خزر جنوبی و مرکزی بوده و بیشترین جمعیت را در ناحیه مرکزی که دارای جریان چرخشی (سیکلون) و عمق بین ۳۰۰-۴۰۰ می باشد را دارا بود (Prikhod'ko, 1981). کیلکای آنچوی که گونه غالب صید کیلکا با فراوانی نسبی بیش از ۸۰ درصد را تشکیل میداد (بشارت و خطیب، ۱۳۷۲) فراوانی نسبی آن طی سالهای ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۳ به کمتر از ۳۰ درصد و در سالهای ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۰ به کمتر از ۱ در صد کاهش یافته است (فضلی، ۱۳۹۱، جانباز و همکاران، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۲).

غذای عمده کیلکای آنچوی (بیش از ۹۰ در صد سالانه) از راسته Copepoda بوده، و جنس *Eurytemora* حدود ۷۰ در صد میانگین غذای سالانه را تشکیل میداد (Prikhod'ko, 1975) ، (Sedov and Paritsky, 2001). در بررسی ترکیب غذایی کیلکای آنچوی در خزر میانی و جنوبی در سال ۱۹۷۳ بترتیب ۱۸/۹ و ۳۶/۲ درصد از غذای استفاده شده از نوزاد و لارو بالانوس بوده است و بیشترین میزان تغذیه توسط این ماهی گونه *Eurytemora spp* گزارش شد (شریعتی، ۱۳۷۳). تخم ریزی این ماهی از ماه می (اواسط اردیبهشت ماه) شروع شده و تا دسامبر (دی ماه) در خزر جنوبی و مرکزی و در مناطقی از دریا با عمق بیشتر از ۲۰-۱۰ متر مشاهده میشود و توده اصلی جمعیت این ماهی در پائیز تخم ریزی میکند (Prikhod'ko, 1981). در مطالعاتی که در حوزه جنوبی دریای خزر (ایران) در طی سالهای ۷۳ الی ۷۶ انجام شد مشخص گردید که ۸۰-۷۰ درصد جمعیت کیلکای آنچوی در پائیز تخم ریزی میکند (پور غلام و همکاران، ۱۳۷۵؛ فضلی و بشارت، ۱۳۷۷).

کیلکای چشم درشت نسبت به کیلکای آنچوی دورتر از ساحل، اصولاً در نواحی با عمق بیش از ۷۰-۵۰ متر زیست میکند و معمولاً در مناطقی که عمق آب کمتر از ۲۰ متر باشد دیده نمیشود. این ماهی وارد خزر شمالی نمیگردد و کمتر از دو گونه دیگر تغییرات شوری و درجه حرارت آب را تحمل میکند (Prikhod'ko, 1981). این

ماهی که مقام دوم را در صید تجاری ایران داشت (بشارت و خطیب، ۱۳۷۲) در سالهای ۱۳۸۱ الی ۱۳۹۰ تقریباً محو شده و فراوانی آن به کمتر از ۱ در صد رسید (فضلی و همکاران، ۱۳۸۶؛ جانباز و همکاران، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۲). در ترکیب غذایی کیلکای چشم درشت زئوپلانکتونهای نواحی عمیق تر شامل *Limnocalanus grimaldi* و *grimmi* *Eurytemora* (مراحل زندگی ۵ و ۶) و بعضی از گونه های *Mysidae* که در مقایسه با سایر زئوپلانکتونها بزرگتر هستند و دارای مهاجرتهای عمودی روزانه وسیعتری هستند نقش اصلی را دارند (Prikhod'ko, 1981). تخمیزی این ماهی از ماه ژانویه شروع شده و تا ماه سپتامبر ادامه دارد و بطور گروهی در بهار و پائیز تخمیزی میکند (Lovetskaya, 1951). بر اساس مطالعات انجام شده در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۸ در سواحل ایرانی دریای خزر تخمیزی این ماهی در تمام فصول دیده میشود (پورغلام و همکاران، ۱۳۷۵؛ فضلی و بشارت، ۱۳۷۷؛ جانباز و همکاران، ۱۳۹۰). در حال حاضر اگرچه کیلکای چشم درشت مورد توجه صیادان بوده و دارای ارزش شیلاتی می باشد ولی بدلیل کاهش شدید ذخایر این ماهی، نقش اقتصادی ناچیزی در درآمد صیادان دارد. بر اساس گزارشهای موجود صید این گونه ۰/۳ در صد از صید کل کیلکا ماهیان بوده که بسیار ناچیز میباشد (جانباز و همکاران، ۱۳۹۲).

کیلکای معمولی در مناطق ساحلی زندگی میکند و نسبت به دو گونه دیگر بهتر میتواند با تغییرات شرایط محیطی از جمله شوری و درجه حرارت آب، خود را وفق دهد. این ماهی هم در آب با شفافیت‌های مختلف و هم با شوریه‌های مختلف (حتی آب شیرین) سازگار است (هوستلند، ۱۹۸۵). فراوانی نسبی کیلکای معمولی که کمتر از ۵ درصد بود (بشارت و خطیب، ۱۳۷۲) در سال ۱۳۸۳ به بیش از ۷۰ درصد و در سالهای ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۰ به بیش از ۹۹ درصد افزایش یافت (فضلی و همکاران، ۱۳۸۶؛ جانباز و همکاران، ۱۳۹۰ و 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 عمیقتر میباشد. کوپه پودا در خزر جنوبی و مرکزی در تغذیه این ماهی نقش اصلی داشتند. *Eurytemora grimmi* در خزر مرکزی (Prikhod'ko and Skobelina, 1967) و *Nectobenthic*، *Halicyclops* و *Cladocera* در خزر شمالی در تغذیه کیلکای معمولی دیده شدند (Ignatova and Khokina, 1972).

تخمیزی کیلکای معمولی در اعماق کمتر از ۳۰-۲۰ متر و بطور گروهی در اعماق کمتر از ۱۰ متر صورت میگیرد (Prikhod'ko, 1981). طبق گزارش (Krasnova, 1947) کیلکای معمولی در فصل بهار تخمیزی میکند. لارو و بچه ماهیان کیلکای معمولی در محلهای تخمیزی در قسمتهای ساحلی با عمق کم باقی میمانند در نتیجه تحت تاثیر جریان‌های دریائی قرار نداشته و به مکانهایی دورتر حمل نمیشوند (Prikhod'ko, 1981).

در خصوص پارامترهای زیستی بخصوص ساختار سنی صید، برآورد پارامترهای رشد کیلکا ماهیان در سواحل ایرانی دریای خزر مطالعات ذیل صورت گرفته است:

بررسی خصوصیات زیستی کیلکا ماهیان با تاکید بر شاخص های سیماتیک آنها در حوزه جنوبی دریای خزر انجام (فضلی، ۱۳۶۹)، تعیین جایگاههای صید کیلکا ماهیان طی سالهای ۶۹ و ۷۰ با هدف تعیین پراکنش، نقاط پر تراکم و پارامترهای زیستی کیلکا ماهیان در حوزه جنوبی دریای خزر (بشارت و خطیب، ۱۳۷۲)، بررسی زمان تولید مثل، هماوری و تغذیه سه گونه کیلکا در سواحل جنوبی دریای خزر (نادری و همکاران، ۱۳۷۴)، بررسی برخی از خصوصیات زیستی کیلکای آنچوی در آبهای منطقه بندر انزلی (پرافکننده و جمالزاد، ۱۳۷۵). بررسی برخی از ویژگی های زیستی کیلکای آنچوی (صیاد بورانی، ۱۳۷۶)، بررسی شاخص های زیستی کیلکای چشم درشت دریای خزر در صید تجاری ایران طی سالهای ۸۰-۱۳۷۶ (فضلی و همکاران، ۱۳۸۳)، مونیتورینگ (بیولوژی و صید) در مناطق صید تجاری (فضلی و همکاران، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۶) و بررسی سن، رشد، تولید مثل و تغذیه کیلکا ماهیان در آبهای ایرانی دریای خزر (جانباز و همکاران، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۲).

در خصوص ارزیابی ذخایر و تعیین سقف قابل برداشت از ذخایر کیلکا ماهیان مطالعه ارزیابی ذخایر کیلکا ماهیان در حوزه جنوبی دریای خزر در طی سالهای ۷۴-۷۳ (با همکاری کارشناسان روسیه) و ۷۶-۷۵ با استفاده از کشتی تحقیقاتی گیلان، مجهز به ماهی یاب علمی EK-500، بمنظور بررسی پارامترهای زیستی مهاجرت، تخمیزی، ساختار طول، وزن، سن و ... و برآورد توده زنده کیلکا ماهیان در حوزه جنوبی دریای خزر (سواحل ایران) اجرا شد. بر اساس نتایج بدست آمده متوسط زیتوده کل سه گونه کیلکا در منطقه مورد مطالعه طی سالهای ۷۴-۷۳ و ۷۶-۷۵ بطور متوسط بترتیب ۳۲۱ و ۲۷۳/۸ هزار تن برآورد شد (پورغلام و همکاران، ۱۳۷۵؛ فضلی و بشارت، ۱۳۷۷). در سالهای بعد نیز میزان ذخایر سه گونه کیلکا در سواحل ایران بر اساس مدل های ریاضی برآورد شده و سقف قابل برداشت سالانه تخمین زده شد (Fazli et al, 2007a,b, 2009a,b).

همچنین مطالعاتی توسط محققین خارجی بر روی پارامترهای زیستی و زمان تخمیزی در خزر میانی و جنوبی (Sedov and Paritsky, 2001 و Sedov and Rchagova, 1984; Prikhod'ko, 1975) و زیست شناسی تولید مثل و پارامتر های رشد سه گونه در سواحل آذربایجان انجام شد (Mamedov, 2006).

طبق گزارش اسماعیلی (۱۳۷۸)، (Ivanov et al., 2000 و Mutlu, 1999; Tsikhon-Lukanina et al., 1993). شانه دار مهاجم (*Mnemiopsis leidyi*) با تغذیه از زئوپلانکتونها، تخم و لارو ماهیان بعنوان رقیب غذایی ماهیان پلاژیک از جمله کیلکا ماهیان شناخته شده و کل اکوسیستم دریای خزر را نیز تحت تاثیر قرار داده است. در سالیان اخیر صید بی رویه، تخریب میدان غذایی و دگرگونی شرایط زیست محیطی بواسطه هجوم شانه دار *M. leidyi* سبب تغییرات شدیدی در ساختار جمعیت کیلکا ماهیان گردید (Fazli et al, 2007a,b)؛ جانباز و همکاران، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۲).

در مدیریت ذخایر آبریان علاوه بر اطلاع از ساختارهای اکولوژیک جمعیت هایی که مورد بهره برداری قرار میگیرند، برآورد میزان زیتوده و همچنین سقف قابل برداشت از هر یک از گونه ها ضروری می باشد. در این تحقیق، حداکثر محصول قابل برداشت (MSY) و میزان تلاش صیادی در  $f_{MSY}$  (مورد ارزیابی قرار گرفته و



سپس با استفاده از شاخصهای  $f_{MSY}$ ، تولید به ازاء رکروئیت و زیتوده مولدین بازاء رکروئیت با استراتژی مختلف نرخ مرگ و میر صیادی  $F_{max}$ ،  $F_{0.1}$  و  $F_{40\%}$  با اهداف ذیل مورد بررسی قرار گرفته است:

۱- تعیین پارامترهای زیستی (ضرائب رشد و مرگ و میر) کیلکای معمولی

۲- تعیین میزان ذخایر کیلکا معمولی

۳- تعیین میزان قابل برداشت از ذخایر کیلکای معمولی

## ۲- مواد و روشها

نمونه برداری از صید کیلکا ماهیان با استفاده از شناورهای مخصوص مجهز به تور قیفی و نور زیر آبی انجام میشود. در استان مازندران شناورهای فوق در بنادر بابلسر و امیرآباد و در استان گیلان در بندر انزلی پهلو میگیرند. صید این شناورها در نوار ساحلی عمدتاً در اعماق کمتر از ۱۰۰ متر بین گهرباران و نوشهر (در مازندران) و بین سفید رود و آستارا (در گیلان) متمرکز میباشد. قطر دهانه تور قیفی بین ۲/۵ تا ۳ متر متغیر است. دو عدد لامپ الکتریکی (مجموعاً ۲ کیلو وات) در دهانه تور نصب شده و ارتفاع تور حداقل ۱/۲۵ برابر قطر دهانه تور میباشد (Ben-Yami, 1976). اندازه چشمه تور از گره تا گره مجاور ۸ میلیمتر بوده و صیادان برای محافظت تور در مقابل فشارهای ناشی از صید از تور دیگر با چشمه بزرگتر (بین ۲۰ تا ۳۰ میلیمتر) که بطور کامل تور اصلی را پوشش میدهد، استفاده میکنند. تمام شناورها از یک تور قیفی و روش صید همه شناورها تقریباً مشابه میباشد. ظرفیت بیشتر شناورها بین ۱۰۰-۱۵ تن متغیر است.

نمونه برداری همزمان با صید در تمام طول سالهای ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ بجز ایام تخم‌ریزی صورت گرفت. در هر بار نمونه برداری ۳-۵ کیلوگرم نمونه کیلکا و در مجموع طی دو سال ۱۲۶۵۷ عدد نمونه تهیه و به آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری منتقل شد. در آزمایشگاه ابتدا گونه‌ها از هم تفکیک شده و سپس بچه ماهیان هر گونه از ماهیان بالغ جدا شدند. بچه ماهیان آنچوی و چشم درشت شامل ماهیانی هستند که طول چنگالی آنها کمتر از ۷۵ میلیمتر و برای کیلکای معمولی کمتر از ۷۰ میلیمتر باشد (فضلی و بشارت، ۱۳۷۷؛ پورغلام و همکاران، ۱۳۷۵).

پس از تفکیک گونه‌ها، تعداد و وزن ماهیان هر گونه (بچه ماهیان و ماهیان بالغ) شمارش و اندازه‌گیری شد. برای بررسی سایر خصوصیات زیستی، ۲۰۰ عدد از هر گونه در هر بار نمونه برداری جدا سازی میشود. سپس نمونه‌ها بر اساس کلاسهای طولی ۵ میلیمتر با استفاده از تخته بیومتری دسته بندی شده و جنسیت هر یک از نمونه‌ها نیز تعیین گردید. تعداد نمونه و سپس وزن هر یک از جنسها در هر کلاس طولی با ترازوی دیجیتالی و با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد.

تعیین سن کیلکا ماهیان با استفاده از اتولیت (Otolith) انجام شد. در هر فصل از هر کلاس طولی (از ۱۰ عدد ماهی، جنس نر و ماده) اتولیت تهیه شد. اتولیت‌ها را در داخل پلیت مخصوص حاوی گلیسرین 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).

توضیح: ساختار زیستی شامل فراوانی طولی، وزن، مراحل رسیدگی جنسی، ساختار سنی و تغذیه نمونه‌های تهیه شده در پروژه: بررسی رژیم غذایی، تولید مثل و پارامترهای زیستی ماهیان کیلکا در آبهای ایرانی دریای خزر که بطور همزمان اجرا شده، گزارش شده است (جانباز و همکاران، ۱۳۹۴).

در این تحقیق پس از تعیین پارامترهای رشد، ساختار سنی جمعیت و سپس میزان زیتوده هر یک از کلاسه های سنی برآورد شد. در مدل برآورد ذخایر به روش آنالیز کوهورت از داده های ساختار سنی صید چندین سال استفاده می شود. بنابراین علاوه بر ساختار سنی سالهای ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲، داده های سنی صید و زیتوده سالهای ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۰ نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. این داده ها توسط پژوهشکده اکولوژی دریای خزر جمع آوری شده است.

برای برآورد معادله رشد از فرمول تجربی رشد ون برتالانفی استفاده خواهد 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،  $L_{\infty}$ : طول مجانب یا میانگین طول مسن ترین ماهیان و  $K$ : ضریب رشد است.

برای محاسبه میزان بقاء از روش Catch curve استفاده شده و سپس ضریب مرگ و میر کل محاسبه می شود (King, 1995):

$$Z = -\ln S$$

نرخ بهره برداری  $E$  با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (King, 1995). این شاخص به عنوان شاخصی برای ارزیابی وضعیت صید در نظر گرفته شد.

$$E = \frac{F}{Z}$$

برای محاسبه مرگ و میر طبیعی با استفاده از فرمول پائولی (Pauly, 1980):

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L_{\infty} + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln T$$

که  $M$  مرگ و میر طبیعی سالانه،  $L_{\infty}$  طول بینهایت،  $K$  ضریب رشد سالانه و  $T$  میانگین سالانه درجه حرارت برحسب سانتیگراد می باشد.

و مدل های دیگر مانند مدل ZM (Zhang and Megrey, 2006) استفاده خواهد شد:

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

$\beta$  مقدار شیب خط در رابطه بین طول و وزن،  $t_{mb}$  سن بحرانی که برابر است با  $t_{max}$  و 0.302 حداکثر سن ماهی می باشد.

برای محاسبه ضریب مرگ و میر صیادی ( $F$ ) از فرمول زیر استفاده شد (King, 1995):

$$F = Z - M$$

که F ضریب مرگ و میر صیادی، 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 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  $i+1$  و  $C_{ij}$  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 اپتیمم مرگ و میر صیادی و سن در اولین صید (age at first capture) استفاده شد (Beverton & Holt, 1957):

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

برای تخمین نقطه

مرجع  $F_{0.1}$  از فرمول زیر استفاده شد (Beverton & Holt, 1957):

$$\frac{d(Y/R)}{dF} = e^{-M(t_c - t_r)} W_\infty \sum_{n=0}^3 \left\{ \frac{(M + nK) \cdot U_n \cdot e^{[-nK(t_c - t_0)]}}{(F + M + nK)^2} + \frac{e^{[-(F+M+nK)(t_L - t_c)]}}{(F + M + nK)^2} \right\} [(t_L - t_c)F^2 + (M + nK)(t_L - t_c)F - (M + nK)]$$

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

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

۹

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

که در این معادلات  $W_\infty$

وزن در طول بی نهایت،  $t_L$  حداکثر سن ماهی،  $t_r$  سن در رکروئیتمنت (سن جوانترین ماهی در صید)،  $Y$  تولید،  $mt$  نسبت مولدین بالغ ماده به کل ماهیان ماده در کوهورت (این نسبت برای ماهی کیلکای معمولی سنین ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۰/۰۱، ۰/۲۰، ۰/۶۷ و ۱/۰ (فضلی، ۱۳۸۸) 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

برای ABC تعیین شده با استفاده از داده های موجود و وضعیت ذخیره،  $r$  سن ریکروئت و  $t_L$  حداکثر سن ماهی می باشد.

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

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

که  $Y_t^*$  میزان تولید در حالت تعادل در سال  $t$ ،  $U_\infty$  خط مجانب CPUE،  $q$  ضریب صید،  $r$  نرخ رشد حقیقی،  $f_t$  میزان تلاش صیادی در سال  $t$  و  $\varepsilon_t$  میزان خط تصادفی در سال  $t$  میباشد. در فرمول فاکس، با فرض بر یک ساختار خطای افزایشی برابر است با:

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

که این مدل نیز بشکل رگرسیون ساده خطی می باشد.  
برای تجزیه و تحلیل داده ها و رسم نمودارها از نرم افزار Excel و FiSAT استفاده شد.

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

<p>Tier 1. Information available: Reliable estimates of <math>B</math>, <math>B_{MSY}</math>, <math>F_{MSY}</math> and <math>F_{40\%}</math></p> <p>1a) Stock status: <math>B/B_{MSY} &gt; 1</math> <math>F_{ABC} = F_{MSY}</math></p> <p>1b) Stock status: <math>\alpha &lt; B/B_{MSY} \leq 1</math> <math>F_{ABC} = F_{MSY} \times (B/B_{MSY} - \alpha) / (1 - \alpha)</math></p> <p>1c) Stock status: <math>B/B_{MSY} \leq \alpha</math>: <math>F_{ABC} = 0</math></p> <p>Tier 2. Information available: Reliable estimates of <math>B</math>, <math>B_{40\%}</math> and <math>F_{40\%}</math></p> <p>2a) Stock status: <math>B/B_{40\%} &gt; 1</math> <math>F_{ABC} = F_{40\%}</math></p> <p>2b) Stock status: <math>\alpha &lt; B/B_{40\%} \leq 1</math> <math>F_{ABC} = F_{40\%} \times (B/B_{40\%} - \alpha) / (1 - \alpha)</math></p> <p>2c) Stock status: <math>B/B_{40\%} \leq \alpha</math>: <math>F_{ABC} = 0</math></p> <p>Tier 3. Information available: Reliable estimates of <math>B</math> and <math>F_{0.1}</math> <math>F_{ABC} = F_{0.1}</math></p> <p>Tier 4. Information available: Times series catch and effort data</p> <p>4a) Stock status: <math>CPUE/CPUE_{MSY} &gt; 1</math> <math>ABC = MSY</math></p> <p>4b) Stock status: <math>\alpha &lt; CPUE/CPUE_{MSY} \leq 1</math> <math>ABC = MSY \times (CPUE/CPUE_{MSY} - \alpha) / (1 - \alpha)</math></p> <p>4c) Stock status: <math>CPUE/CPUE_{MSY} \leq \alpha</math>: <math>ABC = 0</math></p> <p>Tier 5. Information available: Reliable catch history <math>ABC = P \times Y_{AM}</math> (arithmetic mean catch over an appropriate time period), <math>0.5 \leq P \leq 1.0</math></p> <p>i) Equation used to determine ABC in tiers 1-3:</p> $ABC = ABC_r + \sum_{i=r+1}^{t_L} \frac{B_i F_{ABC}}{M + F_{ABC}} (1 - e^{-(M + F_{ABC})})$ $ABC_r = \frac{RF_{ABC}}{M + F_{ABC}} (1 - e^{-(M + F_{ABC})})$ <p>where <math>B_i</math>: biomass at age <math>i</math>, <math>M</math>: instantaneous coefficient of actual mortality, <math>F_{ABC}</math>: instantaneous coefficient of fishing mortality for ABC determined by the data available and the stock status, <math>r</math>: recruit age, <math>t_L</math>: maximum fishing age.</p> <p>ii) For tiers 1, 2 and 4, <math>\alpha</math> is set at a default value of 0.05.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### ۳- نتایج

میزان صید کیلکا در کل سواحل ایرانی دریای خزر در سالهای ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ بترتیب معادل ۲۴۰۸۰ و ۲۲۹۶۹ تن گزارش شد. میزان صید در منطقه گیلان روند کاهشی داشته و از ۷۴۹۹ تن در سال ۱۳۹۱ به ۵۸۵۹ تن در سال ۱۳۹۲ کاهش (۲۲ درصد) یافت. اما میزان صید در منطقه مازندران تغییر قابل ملاحظه نداشته است و در سالهای ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ بترتیب ۱۶۶۰۹ و ۱۷۱۱۰ تن بود.

در مجموع با شروع فصل سرما میزان صید در سواحل ایرانی دریای خزر روند افزایشی داشته و بویژه در استان مازندران بیش از ۷۰ درصد صید در ۶ ماهه دوم سال انجام می شود در حالیکه میزان صید در استان گیلان در ۶ ماهه دوم سال حدود ۳۵ درصد از صید کل را بخود اختصاص داده و صید عمدتاً در نیمه اول سال انجام شد. بااستثنای فصل بهار که صید در هر دو استان تقریباً بدلیل تخم‌ریزی کیلکای معمولی تعطیل بود حداقل و حداکثر صید در منطقه گیلان بترتیب در ماههای آذر و شهریور (به ترتیب ۱۲۴ و ۲۴۵۵ تن) و در منطقه مازندران در ماههای تیر و دی (به ترتیب ۸۲۲ و ۴۹۵۷ تن) انجام شد. ضمناً تعداد شناورهای فعال در سالهای ۹۲-۱۳۹۱ در منطقه گیلان، مازندران و کل بترتیب ۲۴، ۴۳ و ۶۷ فروند گزارش شده است.

#### ۳-۱- ترکیب گونه ای صید کیلکا در آبهای ایرانی دریای خزر

در صید تجاری آبهای ایرانی دریای خزر که در بنادر امیرآباد، بابلسر و انزلی انجام می‌شود هر سه گونه کیلکا مشاهده شده است. همانطوریکه در جدول ۲ ملاحظه می‌شود در سالهای ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ کیلکای معمولی در صید کاملاً غالب بوده و بترتیب ۹۸/۱ درصد و ۹۸/۹ درصد از کل نمونه های بررسی شده بخود اختصاص داد. فراوانی صید کیلکای چشم درشت از ۱/۱ درصد در سال ۹۱ به ۰/۳ درصد در سال ۹۲ کاهش یافت. همچنین فراوانی کیلکای آنچوی طی سالهای فوق ۰/۸ درصد بوده است.

جدول ۲: ترکیب گونه ای صید کیلکا ماهیان در کل سواحل ایرانی دریای خزر (۹۲-۱۳۹۱) به درصد

سال	معمولی	چشم درشت	آنچوی
۱۳۹۱	۹۸/۱	۱/۱	۰/۸
۱۳۹۲	۹۸/۹	۰/۳	۰/۸

بر اساس ترکیب گونه ای صید و میزان کل صید کیلکا ماهیان، میزان صید کیلکای معمولی در کل سواحل از ۲۳۶۱۶ تن در سال ۱۳۹۱ به ۲۲۷۱۴ تن در سال ۱۳۹۲ کاهش یافت. در این مدت میزان صید کیلکای چشم درشت از ۲۶۳ تن به ۶۱ تن و کیلکای آنچوی از ۲۰۱ تن به ۱۹۴ تن تنزل یافت (جدول ۳).

جدول ۳: میزان صید (تن) کیلکا ماهیان کل سواحل ایرانی دریای خزر در سالهای ۹۲-۱۳۹۱

صید کل سواحل	۱۳۹۱	۱۳۹۲
معمولی	۲۳۶۱۶	۲۲۷۱۴
چشم درشت	۲۶۳	۶۱
آنچوی	۲۰۱	۱۹۴
صید کل	۲۴۰۸۰	۲۲۹۶۹

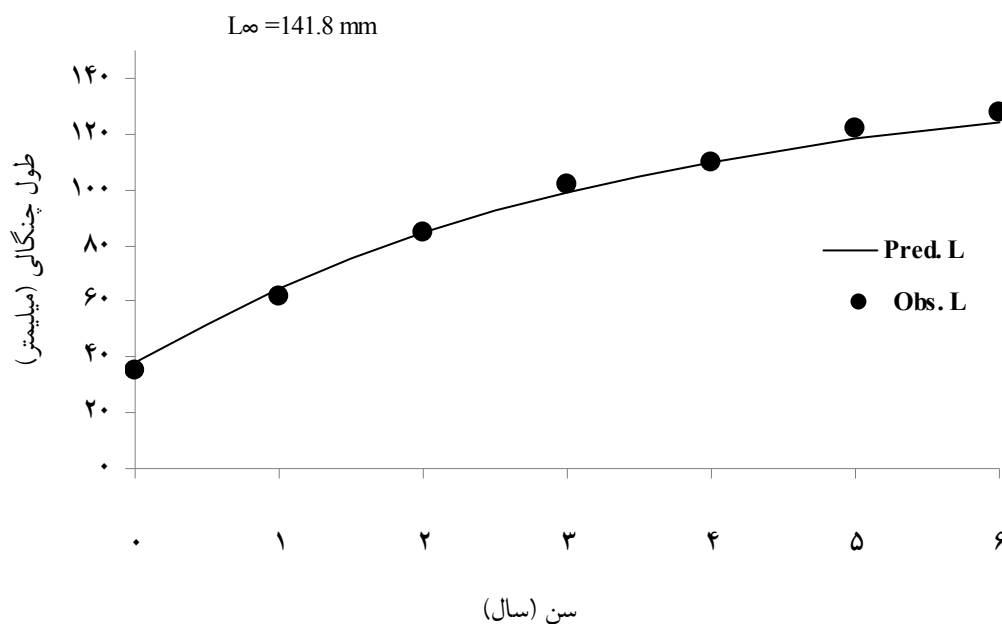
### ۲-۳- پارامترهای رشد ماهی کیلکای معمولی

با توجه به داده های طول در سنین مختلف، پارامترهای رشد ( $L_{\infty}$ ,  $k$ ,  $t_0$ ) برای ماهی کیلکای معمولی به صورت زیر محاسبه شد (شکل ۱).

$$L_{\infty}=141/8 \text{ mm}, K= 0/297 \text{ year}^{-1}, t_0 = -1/048 \text{ year}$$

بنابراین معادله رشد کیلکای معمولی برابر است با:

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

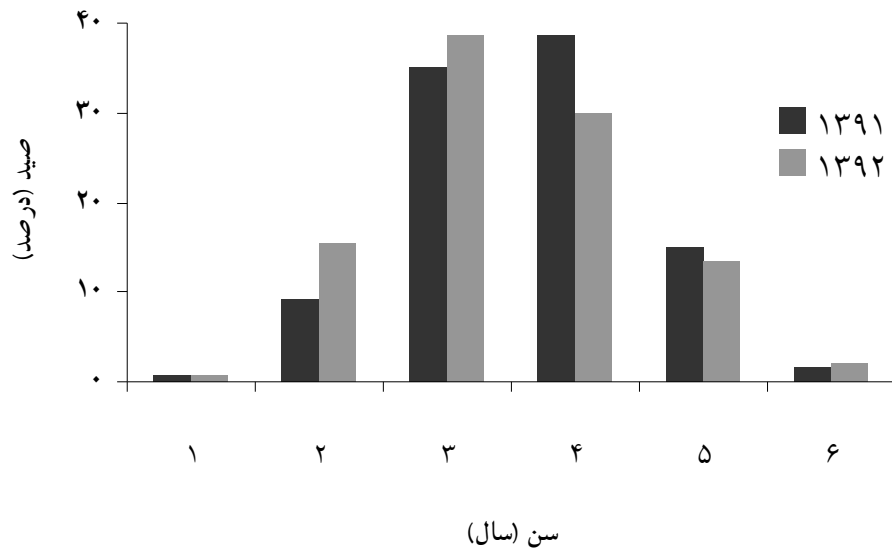


شکل ۱: منحنی رشد ماهی کیلکای معمولی در آبهای ایرانی دریای خزر در سالهای ۹۲-۱۳۹۱.



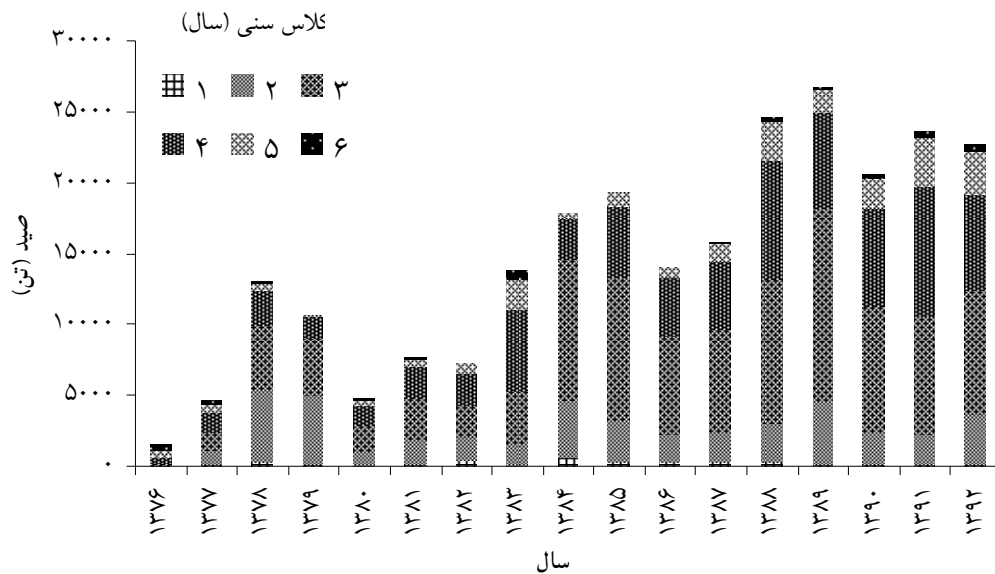
### ۳-۳ - ساختار سنی کیلکای معمولی

بر اساس نتایج بدست آمده جمعیت کیلکای معمولی در سالهای ۹۲-۱۳۹۱ از ۶ گروه سنی شامل ۱ تا ۶ سال تشکیل شده است. در سالهای ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ ماهیان با گروه سنی ۳ و ۴ سال بیشترین فراوانی را داشته اند (مجموع فراوانی ماهیان ۳ و ۴ ساله بترتیب ۷۳/۷، ۶۸/۶ درصد). فراوانی ماهیان جوان ۲ و ۳ ساله در سال ۱۳۹۲ بیشتر از سال قبل بود (شکل ۲).



شکل ۲: ترکیب سنی کیلکای معمولی در آبهای ایرانی دریای خزر طی سالهای ۹۲-۱۳۹۱

بر اساس این نتایج، در ترکیب سنی صید تجاری ماهی کیلکای معمولی در سال ۱۳۹۱ ماهیان ۱ ساله فقط ۱۳۳/۶ تن (کمترین) و ماهیان ۴ ساله ۹۱۲۱/۶ تن (بیشترین) میزان صید را بخود اختصاص دادند. در سال ۱۳۹۲ نیز ماهیان ۱ ساله ۱۵۱/۹ تن، کمترین ولی ماهیان ۳ ساله ۸۷۰۰/۲ تن بیشترین میزان صید را داشتند (شکل ۳). (همچنین برای مقایسه میزان صید در سنین و سالهای مختلف این ماهی و استفاده از داده های فوق در مدل‌های ارزیابی ذخایر بروش آنالیز کوهورت، اطلاعات سالهای ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۰ نیز در شکل ۳ ارائه شده است).



شکل ۳: میزان صید در سنین مختلف ماهی کیلکای معمولی طی سالهای ۹۲-۱۳۷۶ در سواحل ایرانی دریای خزر.

#### ۳-۴- مرگ میر طبیعی، کل و صیادی ترمینال

با استفاده روش منحنی صید ضریب بقاء ماهی کیلکای معمولی  $0/245$  در سال و در نتیجه ضریب مرگ و میر کل (Z)  $1/40$  در سال محاسبه شد. ضریب مرگ و میر طبیعی (M)،  $0/506$  در سال نهایتاً ضریب مرگ و میر صیادی ترمینال ( $F_T$ ) برابر  $0/894$  در سال برآورد شد.

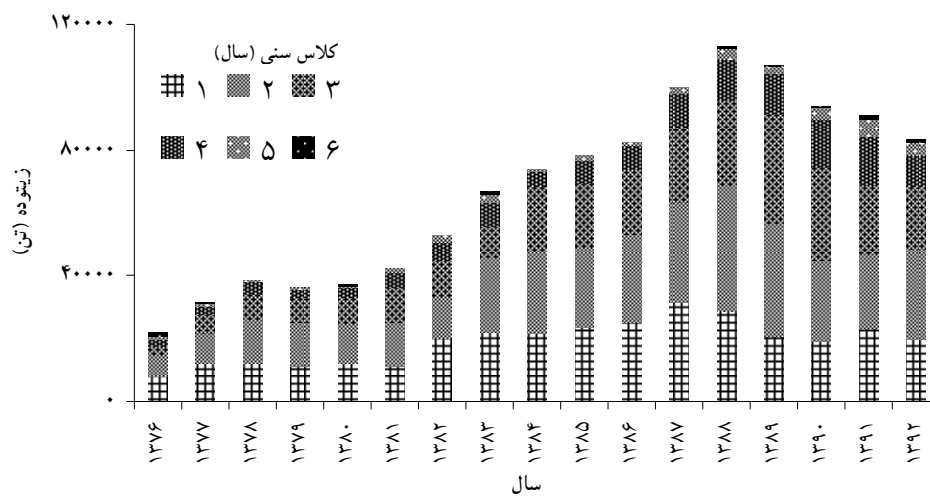
#### ۳-۵- زیتوده کیلکای معمولی

با توجه به پارامترهای رشد و مرگ و میر، میزان صید در سنین مختلف در طی سالهای بهره برداری ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ با استفاده روش آنالیز کوهورت (Biomass-based cohort analysis) میزان ذخایر ماهی کیلکای معمولی محاسبه شد.

بر اساس محاسبه انجام شده میزان ذخایر ماهی کیلکای معمولی در سالهای بهره برداری ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ بترتیب حدود  $90700$  و  $83300$  تن بود (شکل ۴). نتایج نشان داد که طی سالهای ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ میزان ذخایر ماهی کیلکای معمولی ابتدا از حدود  $22000$  تن در سال ۱۳۷۶ به  $107000$  تن در سال ۱۳۸۸ افزایش و سپس در سال ۱۳۹۰ به حدود  $94000$  کاهش یافت.

در هر دو سال بهره برداری ماهیان دو ساله ماهی کیلکای معمولی بیشترین میزان ذخایر را داشتند (بترتیب ۲۶/۳ و ۳۴/۵ درصد). همچنین ماهیان سه ساله بترتیب ۲۴/۰ و ۲۴/۴ درصد و ماهیان یک ساله بترتیب ۲۵/۲ و ۲۳/۲ درصد از کل ذخیره را بخود اختصاص دادند. فراوانی ذخیره ماهیان شش ساله بترتیب فقط ۰/۸ و ۱/۱ درصد محاسبه شد.

در جدول ۴ مرگ و میر صیادی هر کلاس سنی و نرخ بهره برداری در سالهای مختلف بهره برداری آورده شده است. همانطوریکه ملاحظه می گردد طی سالهای ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ مرگ و میر صیادی این ماهی بین ۰/۲۴۶ در سال (۱۳۷۶) و ۱/۶۴۰ در سال (۱۳۸۳) در نوسان بود. نرخ بهره برداری این ماهی نیز در سالهای مذکور بین ۰/۳۲۷ و ۰/۷۶۴ قرار داشت. در سالهای ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ مقدار این شاخص بترتیب ۰/۵۵۱ و ۰/۶۳۶ بود (جدول ۴).



شکل ۴: مقدار ذخایر کیلکای معمولی در سنین مختلف طی سالهای بهره برداری ۹۲ - ۱۳۷۶ در سواحل ایرانی دریای خزر.

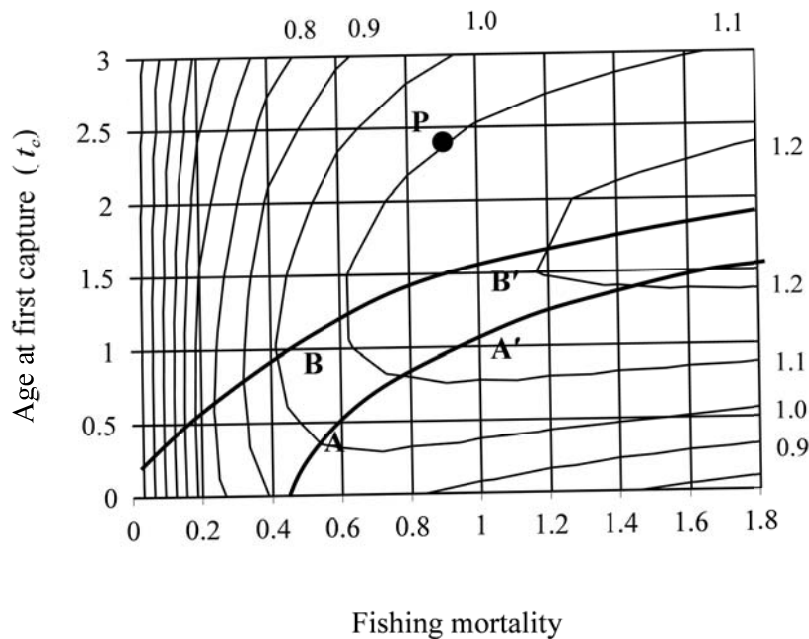
جدول ۴: مرگ و میر صیادی (در سنین مختلف) و نرخ بهره برداری ماهی کیلکای معمولی در سواحل ایرانی دریای خزر طی سالهای بهره برداری ۹۲ - ۱۳۷۶

سال														سن			
۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۰	۱۳۸۹	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۵	۱۳۸۴	۱۳۸۳	۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۰	۱۳۷۹		۱۳۷۸	۱۳۷۷	۱۳۷۶
۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۱۰	۰/۰۰۹	۰/۰۲۷	۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۱
۰/۱۳۴	۰/۰۹۹	۰/۰۹۶	۰/۱۳۲	۰/۰۷۵	۰/۰۷۵	۰/۰۷۴	۰/۱۲۷	۰/۱۷۱	۰/۰۶۶	۰/۱۳۷	۰/۱۳۹	۰/۰۸۹	۰/۴۴۶	۰/۴۷۹	۰/۱۲۳	۰/۰۰۲	۲
۰/۶۴۵	۰/۵۵۰	۰/۴۱۱	۰/۵۸۰	۰/۵۳۳	۰/۴۰۷	۰/۴۷۳	۰/۷۹۵	۰/۷۷۷	۰/۵۲۵	۰/۲۴۳	۰/۳۳۸	۰/۲۸۴	۰/۷۶۶	۰/۹۸۱	۰/۲۵۰	۰/۰۴۲	۳
۱/۴۰۲	۱/۱۱۵	۰/۷۱۸	۰/۹۵۷	۱/۴۱۵	۰/۷۷۰	۱/۰۰۰	۱/۵۰۹	۱/۱۰۴	۲/۳۱۳	۰/۵۵۶	۰/۷۳۲	۰/۷۳۰	۱/۲۶۳	۱/۵۴۹	۰/۰۴۷	۰/۴۵۳	۴
۲/۲۱۹	۱/۴۴۱	۱/۲۶۱	۱/۷۵۰	۲/۶۱۴	۱/۳۶۷	۱/۲۸۰	۲/۶۰۶	۱/۸۵۱	۴/۳۳۸	۰/۶۱۴	۰/۹۲۱	۱/۵۵۸	۰/۴۳۲	۳/۰۴۲	۲/۰۶۴	۰/۵۹۰	۵
۰/۸۹۴	۱/۱۶۹	۱/۱۶۹	۱/۲۸۰	۱/۶۸۳	۰/۹۰۹	۱/۱۰۱	۱/۸۵۵	۱/۳۶۵	۲/۵۹۳	۰/۵۲۰	۰/۸۷۹	۱/۰۴۹	۱/۰۸۷	۲/۲۴۳	۱/۱۸۳	۰/۳۹۰	۶
۰/۸۹۴	۰/۶۲۲	۰/۶۸۴	۰/۸۰۶	۱/۰۵۸	۰/۵۸۹	۰/۶۷۳	۱/۱۵۰	۰/۸۸۲	۱/۶۴۰	۰/۳۴۸	۰/۵۰۳	۰/۶۱۸	۰/۶۶۸	۱/۳۸۵	۰/۷۷۹	۰/۲۴۶	میانگین
۰/۶۳۶	۰/۵۵۱	۰/۵۷۵	۰/۶۱۴	۰/۶۷۶	۰/۵۳۸	۰/۵۷۱	۰/۶۹۴	۰/۶۳۶	۰/۷۶۴	۰/۴۰۸	۰/۴۴۹	۰/۵۵۰	۰/۵۶۹	۰/۷۳۲	۰/۶۰۶	۰/۳۲۷	نرخ بهره برداری

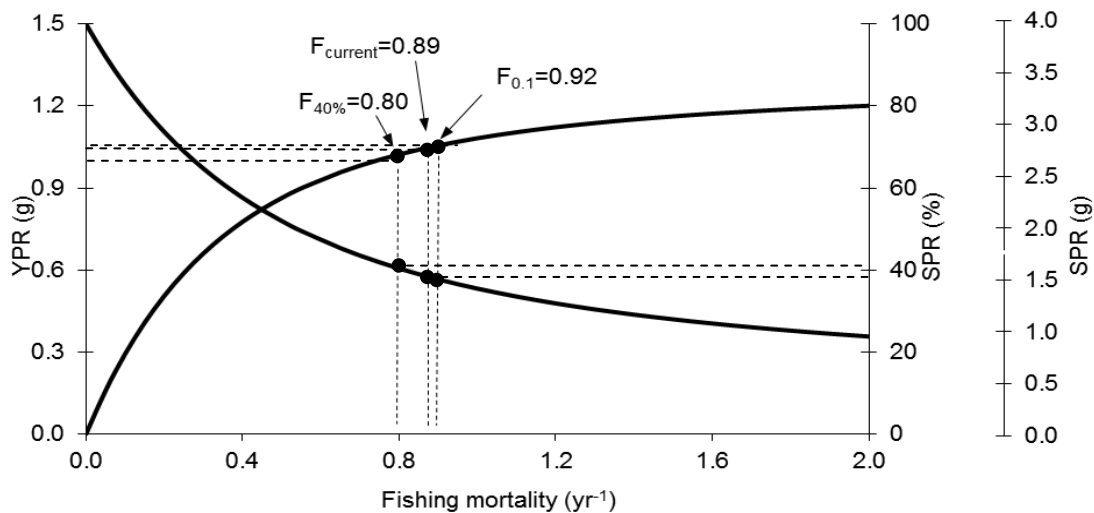
### ۳-۶- نقاط مرجع بیولوژیک و میزان صید بیولوژیک قابل برداشت

در شکل ۵ موقعیت مرگ و میر صیادی ماهی کیلکای معمولی در سال ۱۳۹۲ با توجه به منحنی تولید بازاء ر کروئیت 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 ۶). 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 ۷ نشان داده شد. در هر دو مدل رابطه معنی داری ( $p < 0.05$ ) 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 همبستگی 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 بترتیب ۲۲۶۷۰ تن و ۸۶۹۰ شناور در شب محاسبه شد.



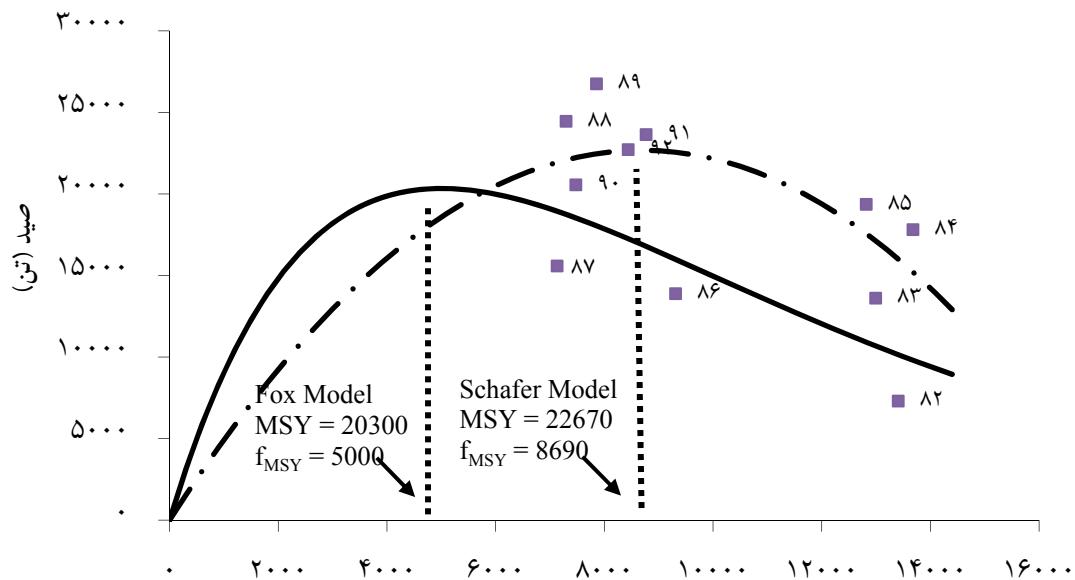
شکل ۵: تولید بازاء ریکروئیت (گرم) ماهی کیلکای معمولی در آبهای ایرانی دریای خزر نسبت به مرگ و میر صیادی (بر حسب  $\gamma T^{-1}$ ) و سن در اولین صید. P وضعیت فعلی صید. سن در اولین صید و میر صیادی و مرگ و میر صیادی را نشان می دهد. AA' حداکثر تولید بازاء ر کروئیت در  $t_c$  داده شده و خط BB' حداکثر تولید بازاء ر کروئیت در مرگ و میر صیادی مختلف را نشان می دهد.



شکل ۶: برآورد نقاط مرجع بیولوژیک و مرگ و میر صیادی در سال ۱۳۹۲ ماهی کیلکای معمولی در آبهای ایرانی دریای خزر برای  $t_c = 2.4 \text{ yr}$ . همچنین زیتوده مولدین در ر کروئیت (SPR؛ بر حسب گرم) و درصد آنها نیز آورده شده است.

توضیح: تولید بازاء ر کروئیت = YPR، نقاط مرجع بیولوژیک  $F_{0.1}$  و  $F_{40\%}$  و مرگ و میر صیادی در سال

$$F_{\text{current}} = 1392$$



شکل ۷: مقدار حداکثر محصول تلاش صیادی (شناور در شب) قابل برداشت و تلاش صیادی مرتبط کیلکای معمولی بر اساس دو مدل فاکس و شیفر در سواحل ایرانی دریای خزر طی سالهای ۸۲-۱۳۹۲.

با توجه به جدول ۵ 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.

جدول ۵: برآورد میزان صید بیولوژیک قابل قبول (ABC) ماهی کیلکای معمولی در آبهای ایرانی دریای خزر در سال ۱۳۹۲.

Stock status		ABC (mt)
Tier 1	$B_{MSY}, F_{MSY} = \text{not available}$	Not available
Tier 2	with current $t_c = 2.4$ ; $B/B_{40\%} = 83270/88540 < 1$ Stock status: 2b	
Tier 3	$F_{ABC} = F_{40\%} \times (B/B_{40\%} - \alpha) / (1 - \alpha) = 0.75/\text{yr}$	17,500
Tier 4	with current $t_c = 3.2$ ; $F_{ABC} = F_{0.1} = 0.90/\text{yr}$	20,060
Tier 5	$CPUE/CPUE_{MSY} = 2.7/2.5$	23,500
	$Y_{AM}$	18,900

#### ۴ - بحث و نتیجه گیری

یک سیاست برداشت شامل طرحی است 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 (قربانی، ۱۳۹۲).

یکی از اهداف مطالعه در زمینه پویایی جمعیت، شناسایی عوامل موثر انسانی و طبیعی بر روی جمعیت ماهیان به منظور تداوم سودآوری حاصل از آن در یک زمان طولانی می باشد (بال و راثو، ۱۹۸۴). طبق گزارش Fazli et al., 2007; Daskalov and Mamedov, 2007; al., 2007 و جانباز و همکاران، ۱۳۹۲، عوامل موثر انسانی (فعالیت های صیادی بی رویه) و عوامل طبیعی (با هجوم شانه دار) بر روی جمعیت کیلکا ماهیان در دریای خزر تاثیر شدیدی داشته است. ساختار اکوسیستم دریای خزر نیز با ورود (*Mnemiopsis leidyi*) تغییر کرده (Ivanov et al., 2000) و بدلیل رقابت غذایی این گونه مهاجم با گونه اصلی کیلکا یعنی آنچوی (Roohi et al., 2008; Kideys et al. 2001b; Kideys et al. 2005) سبب کاهش شدید ذخایر این ماهیان شده است. صید و ذخایر گونه کیلکای چشم درشت نیز بخاطر اثرات ترکیبی فعالیت های صیادی و کاهش قابلیت دسترسی به گونه های مورد شکار این گونه به جهت اینکه مورد تغذیه شانه دار قرار گرفته اند کاهش و تخریب شده است اما وضعیت صید و ذخایر گونه کیلکای معمولی در مدت مشابه مناسب بوده و حتی افزایش نشان میدهد (Fazli et al., 2009b; Mamedov, 2006) و جانباز و همکاران، ۱۳۹۰). 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 بیشتر از ۴۰ متر صورت می گرفت (در مازندران و گیلان بترتیب حدود ۲ و ۱۴ درصد). در این دوره میزان صید کیلکای معمولی حداکثر ۱۳ هزار تن بوده است. در دوره دوم، سالهای ۹۲-۱۳۸۲، با تغییر جایگاه صیادی میزان صید در اعماق ساحلی به طور متوسط به حدود ۴۰ درصد افزایش یافت (در مازندران و گیلان بترتیب حدود ۴۵ و ۳۵ درصد) 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 گونه اصلی کیلکا ماهیان بویژه آنچوی در اعماق بالا بوده است. نتایج این تحقیقات با مشاهده روند رو به رشد فراوانی کیلکای معمولی و در نتیجه افزایش میزان ذخایر، صید و صید در واحد تلاش در سالهای اخیر کاملا منطبق است. بطوریکه میانگین شاخص کیفی ذخیره یعنی صید در واحد تلاش کیلکای معمولی قبل از ورود شانه دار در دریای خزر (۷۹-۱۳۷۵) در مقایسه با بعد از آن (۹۲-۱۳۸۰) افزایش معنی داری را نشان می دهد (به ترتیب بین ۰/۶۰-۰/۰۷ و ۳/۴-۰/۱۷ تن به ازاء هر شناور) (جانباز و همکاران، ۱۳۹۲).

همچنین طبق گزارش جانباز و همکاران (۱۳۹۲) میزان زیتوده مولدین در سال ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۸ روندی افزایشی داشته و از ۷۵۱۳ تن به ۳۸۹۳۲ تن رسید. ولی میزان زیتوده مولدین در سالهای ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ روندی کاهش داشت بطوریکه در سالهای مذکور بترتیب ۳۶۷۳۱ و ۲۸۶۰۹ تن برآورد شد. فراوانی نسبی زیتوده مولدین نسبت به زیتوده کل که در سالهای ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۷ حدود ۳۵٪ بود به تقریباً ۵۰٪ در سال ۹۰-۱۳۸۸ افزایش یافت (جانباز و همکاران، ۱۳۹۲). فراوانی نسبی مولدین در سال ۹۱ و ۹۲ نیز حدود ۵۰ درصد بود. بعبارت دیگر در سالهای اخیر مولدین بتدریج در صید غالب میگردند.

همزمان با صید بی رویه، بدلیل هجوم شانه دار (*Mnemiopsis leidyi*) و رقابت غذایی آن با کیلکای آنچوی (Karpyuk et al., 2004; Kideys et al. 2001; Kideys et al. 2005) سبب تغییرات اساسی در ساختار جمعیتی کیلکای آنچوی گردیده (Fazli et al. (2007a)، فراوانی ماهیان جوان بشدت کاهش و ماهیان مسن کاملاً در صید غالب شدند بطوریکه در سالهای ۱۳۷۴ و ۱۳۸۰ که فراوانی ماهیان مسن بترتیب ۱۲/۸ و ۰/۷٪ برآورد شده بود در سال ۱۳۸۶ مجموع فراوانی گروههای سنی ۵<sup>+</sup>، ۶<sup>+</sup> و ۷<sup>+</sup> سال ۹۳/۳٪ بود. همچنین میزان زیتوده کل گونه آنچوی که در طی سالهای ۱۳۷۴ الی ۱۳۷۹ بین ۱۸۵۹۰۰-۱۵۸۵۰۰ تن برآورده شده بود پس از کاهش شدید به تقریباً ۲۰۰۰ تن در سال ۱۳۸۶ رسید. فراوانی نسبی زیتوده مولدین نسبت به زیتوده کل نیز نشان می دهد بطور متوسط فراوانی آنها که در طی سالهای ۱۳۷۴ الی ۱۳۸۰ حدود ۵۴٪ بود به تقریباً ۱۰۰٪ در سال ۱۳۸۶ افزایش یافت، بعبارت دیگر مولدین کاملاً در صید غالب شدند (فضلی و همکاران، ۱۳۹۱). روند کاهش صید و ذخیره کیلکای آنچوی در سایر کشورهای حاشیه دریای خزر نیز قبلاً گزارش شد (Karpyuk et al., 2004; Mamedov, 2006). بطوریکه میزان کل ذخایر ماهی کیلکای آنچوی از ۸۲۵ هزار تن در سال ۲۰۰۰ به ۱۶۴ هزار تن در سال ۲۰۰۴ (Sedov et al., 2004) و به حدود ۹۰ هزار تن در سال ۲۰۰۵ (Mamedov, 2006) کاهش یافت.

در بررسی زئوپلانکتون که حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۷۵ انجام شد، تعداد ۴۹ گونه شناسایی شد ولی در سال ۱۳۸۸ فقط ۲۳ گونه گزارش شد (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۲). در سالهای قبل از ورود شانه دار ۳ زیر راسته *Calanoidae*، *Harpacticoida* و *Cyclopoida* از راسته (Copepoda) در دریای خزر وجود داشتند که دو جنس *Eurytemora grimmi* و *Acartia* جمعیت غالب زیر راسته *Calanoidae* را در سال ۱۳۷۵ تشکیل میدادند (روشن طبری، ۱۳۷۹). بر پایه گزارش Mutlu, 1999، Kideys and moghim, 2003 و Kideys et al., 2001 پس از حضور شانه دار مهاجم در سال ۱۳۷۸ (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۷۸) زئوپلانکتونها که منابع غذایی کیلکا ماهیان را تشکیل می دهند توسط این مهاجم مصرف شده است (Kovalev et al., 1998). بطوریکه جمعیت زئوپلانکتون قبل از ورود شانه دار یعنی در سال ۱۳۷۵ دو برابر سال ۱۳۸۰ و ۴ برابر سال ۱۳۸۲ بوده است (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۲). وقتی شانه دار در دریای خزر پدیدار شد، ترکیب گونه ای مزو- و ماکروپلانکتونها در قسمتهای میانی و جنوبی دریای خزر بشدت تغییر کرد. *Eurytemora* که غذای اصلی کیلکای آنچوی را تامین میکرد، و سایر کوبه پودها بوسیله سایر گونه ها بخصوص *Acartia* sp جایجا شدند (Karpyuk et al., 2004; )



(Rowshantabari and Roohi, 2004). در حال حاضر تنها *Acartia* جمعیت پاروپایان را در دریای خزر به خود اختصاص داده است که جمعیت غالب زئوپلانکتون دریا نیز شده است (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۲). تغذیه کیلکای معمولی متفاوت از دو گونه دیگر کیلکا یعنی آنچوی و چشم درشت است و در حقیقت به ترکیب زئوپلانکتونها در مناطق ساحلی و در قسمتهای کم عمق بستگی دارد. ترکیب زئوپلانکتونها در این مناطق بیشتر از مناطق عمیق ترمی باشد. کوپه پودا در خزر جنوبی و مرکزی در تغذیه این ماهی نقش اصلی دارند. *Eurytemora grimmi* در خزر مرکزی (Prikhod'ko and Skobelina, 1967) و *Nectobenthic Halicyclops* و *Cladocera* در خزر شمالی در تغذیه کیلکای معمولی دیده شدند (Ignatova and Khokina, 1972). *E. grimmi* در تغذیه این گونه اهمیت کمتری دارد (Prikhod'ko and Skobelina, 1967). اگرچه بیشترین میزان تغذیه کیلکای معمولی در فصل بهار بوده و بیشتر تحت تاثیر گروه *Cirripedia* قرار داشت اما بررسی سالانه با محاسبه شاخص فراوانی حضور نشان داد که دو گونه *Acartia* و بالانوس طعمه اصلی کیلکای معمولی محسوب میشوند (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج مشابهی نیز توسط جانباز و همکاران، ۱۳۹۰ گزارش شده است. ورود *Acartia tonsa* به دریای خزر برای تغذیه ماهیان اثر مثبت داشته و تحمل بیشتر شوری در این گونه مربوط به تعادل انرژی پایدارتر در شوری های پایین بوده و عملکرد بهتر از نظر نوع تغذیه، نرخ تولید مثل، میزان موفقیت در تفریح تخم و بقای نوزاد آنها در محدوده وسیع شوری می باشد (Calliari et al., 2008).

در مطالعات گذشته دلایل تخریب ذخایر دو گونه اصلی کیلکای آنچوی و چشم درشت در سواحل ایرانی دریای خزر تشریح شد (Fazli et al. 2009a,b). در این مطالعات دو عامل صید بی رویه و هجوم شانه دار مهاجم از دلایل اصلی کاهش شدید این ذخایر بیان شد. همانطوریکه نشان داده شد از سال ۱۳۸۲ به بعد، بدلیل کاهش شدید صید دو گونه اصلی یعنی کیلکای آنچوی و چشم درشت، محل صید کیلکا ماهیان از مناطق عمیقتر به مناطق ساحلی تر تغییر یافته است که عمدتاً بر روی ذخایر کیلکای معمولی متمرکز می باشد. این جابجائی یعنی کاهش شدید فشار صید بر روی دو گونه کیلکای آنچوی و بخصوص کیلکای چشم درشت (که عمدتاً در مناطق بیش از ۷۰ متر زیست می کند) حتی بعد از یک دهه نیز سبب احیاء ذخایر این ماهیان نشده است. بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده در حال حاضر به نظر می رسد عامل اصلی محدود کننده جمعیت این دو گونه صید نبوده بلکه شرایط جدید اکولوژیک می باشد که در دریای خزر ایجاد شده است. این شرایط ممکن است بطور مستقیم و یا غیر مستقیم توسط شانه دار مهاجم ایجاد شده باشد.

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 ۷). مسلماً وقتی میزان صید از سقف 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 در شب

برآورد شد. بر این اساس کیلکای معمولی در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ تحت شرایط صید بیش از حد قرار داشته است (شکل ۷).

تولید به ازاء ریکروئیت در سال ۱۳۹۲ حدود ۱/۰۴ گرم با مرگ و میر صیادی ۰/۸۹ در سال برآورد شد (شکل ۶).

از نقاط مرجع بیولوژیک  $F_{max}$ ،  $F_{0.1}$ ،  $F_{30\%}$  و  $F_{40\%}$  اغلب برای توسعه استراتژیهای مدیریت منابع شیلاتی استفاده می شود. اغلب مولفین از نقاط مرجع  $F_{0.1}$ ،  $F_{30\%}$  و  $F_{40\%}$  بعنوان 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 بازاء ریکروئیت و زیتوده مولدین بازاء ریکروئیت 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 و با بیشترین اطلاعات 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.

## پیشنهادها

- ۱- با توجه به نتایج بدست آمده رعایت سقف صید قابل قبول بیولوژیک ضروری است. در رویکرد احتیاطی، مقدار صید قابل قبول بیولوژیکی که دارای کمترین مقدار و با بیشترین اطلاعات برآورده شده است باید انتخاب شود. بنابراین پیشنهاد می گردد صید قابل قبول بیولوژیک کیلکای معمولی ۱۷۵۰۰ تن انتخاب شود.
- ۲- میزان صید و متناسب آن ذخایر دو گونه کیلکای آنچوی و چشم درشت بشدت تخریب شده است و در حال حاضر تنها راه احیاء ذخایر این ماهیان کنترل جمعیت شانه دار مهاجم دریای خزر می باشد.
- ۳- علاوه بر رعایت سقف قابل برداشت صید بیولوژیک، ادامه اعمال سایر عوامل تهدید کننده ذخایر کیلکای معمولی از جمله ممنوعیت صید در زمان تولید مثل و همچنین ممنوعیت صید در زمانی که فراوانی لاروها و بچه ماهیان در صید بیش از حد معمول می باشد ضروری است.
- ۴- استفاده از ادوات صید استاندارد (اندازه چشمه از گره تا گره مجاور ۸ میلیمتر) در طول فصل صید.

## تشکر و قدردانی

بدینوسیله از رؤسای مراکز تحقیقاتی شیلات شمال، ریاست محترم پژوهشکده اکولوژی دریای خزر و ریاست محترم پژوهشکده آبی پروری آبهای داخلی و معاین محترم تحقیقاتی این مراکز برای مساعدت و همکاری در اجرای این پروژه سپاسگزاری می گردد.

از همکاران محترم بخش بیولوژی و ارزیابی ذخایر پژوهشکده اکولوژی دریای خزر بخاطر مرتب سازی و تشکیل بانک اطلاعاتی مناسب برای تجزیه و تحلیل داده ها نقش ارزنده ای داشته اند تشکر می گردد.

## منابع

- اسماعیلی، ع.، خدابنده، ص.، ابطحی، ب.، سیف آبادی، ج. و ارشاد، ه.، ۱۳۷۸. گزارش مشاهده اولین مورد از شانه داران دریای خزر در سال ۱۳۷۸. مجله پژوهشی علوم و تکنولوژی محیط زیست. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- آکادمی علوم قزاقستان. ۱۹۹۴. تنوع زیستی منابع زنده دریای خزر. ۱۵۸ ص.
- بال و راثو، ۱۹۸۴. مبانی زیست شناسی ماهی. ترجمه افشین عادل. ۱۳۷۸. نشر علوم کشاورزی. ۱۶۴ صفحه.
- بشارت، ک. و خطیب، ص.، ۱۳۷۲. تعیین جایگاههای صید کیلکا (*Clupeonella*) در مناطق متعارف صید در شمال ایران و بررسیهای هیدرولوژیک و هیدروبیولوژیک دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر. ۸۴ صفحه.
- پرافکنده، ف. و ف. جمالزاد. ۱۳۷۵. برخی از خصوصیات زیستی کیلکای آنچوی در آبهای منطقه انزلی. ۱۳۷۵. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۴. ۳۱-۴۲ ص.
- پورغلام، ر. و. سدوف، و. ا. یرملچف، ک. بشارت و ح. فضلی، ۱۳۷۵. ارزیابی ذخایر کیلکا ماهیان بروش هیدروآکو ستیک، مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران، ص ۱۲۵.
- جانباز، ع. ا.، فضلی، ح.، پرافکنده، ف.، عبدالملکی، ش.، مقیم، م.، کر، د.، افرائی، م. ع.، دریانبرد، ر.، باقری، س.، خدمتی، ک.، شعبانی، خ.، نهرور، م. ر.، راستین.، ر. رستمیان، م. ت. ۱۳۹۰. پروژه بررسی خصوصیات زیستی کیلکا ماهیان (سن، رشد و تغذیه و تولید مثل) در حوزه جنوبی دریای خزر. وزارت جهاد کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۸۶۰۰۱-۸۶۰۰۲-۰۱۰۰-۲۰۰۰۰۰-۰۲
- 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. 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، ۸۸۰۷۱-۱۲-۷۶-۰.
- رضوی صیاد، ب.، ۱۳۷۲. وفور و پراکنش کیلکا در آبهای ایران، بولتن علمی شیلات ایران شماره ۲ صص ۱۱-۲۵.
- روشن طبری، م.، فارابی، س. م. و.، رحمتی، .، خداپرست، ن.، رستمیان، م. م.، رضوانی، غ.، اسلامی، ف.، سلیمانی رودی، ع.، کیهان ثانی، ع.، مکرمی، ع.، سبک آراء، ج.، دوستدار، م.، گنجیان، ع.، گل آقایی، م و

- مخلوق ، آ.، ۱۳۹۲. بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی زئوپلانکتون در منطقه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۹۴ صفحه.
- روشن طبری ، م.، ۱۳۷۹ . پراکندگی زئوپلانکتون های حوضه جنوبی دریای خزر (راسته کوبه پودا). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس . ۱۰۲ صفحه .
  - شریعتی، ا. ۱۳۷۳. جانوران و تولیدات زیستی دریای خزر . (اقتباس از کتاب مائی سیو و فیلاتووا ، ۱۹۸۵). موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران . ۴۰۵ صفحه .
  - صیاد بورانی، م. ۱۳۸۶. بررسی برخی از ویژگی های زیستی کیلکای آنچوی. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۱. ۸۹-۷۰ ص.
  - فضلای ، ح.، صیاد بورانی، م و جانباز، ع. ا. ۱۳۸۳. بررسی شاخص های زیستی کیلکای چشم درشت دریای خزر (*Clupeonella grimmi*) در صید تجاری ایران طی سالهای ۱۳۷۶-۱۳۸۰. مجله علمی شیلات ایران. سال سیزدهم. شماره ۴.
  - فضلای ، 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. ۰۲-۰۰۰۳۴۲۰۰۰-۰۷۱۰۳۴۲۰۰۰-۸۱.
  - فضلای ، ح. جانباز ، ع. ا. کیمرام، ف.، عبدالملکی، ش.، خدمتی، ک. ۱۳۹۱. بررسی تغییرات ذخایر ماهی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) در سواحل ایرانی دریای خزر طی سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۰. مجله علمی شیلات ایران. سال بیست و یکم. شماره ۴.
  - فضلای ح. و ک. بشارت ، ۱۳۷۷. ارزیابی ذخایر کیلکا ماهیان بروش هیدروآکوستیک و مونیتورینگ مناطق صید، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی . مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران ، ص ۱۰۵.
  - فضلای، ح. ۱۳۶۹. بیولوژی جنس *Clupeonella* دریای خزر . سمینار بهره برداری مناسب از آبزیان دریای خزر- بابلسر مهر ۱۳۶۹ .
  - قربانی، ر. ۱۳۹۲. ارزیابی ذخایر آبزیان (جزوه درسی). دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ص ۱۰۳.
  - کازانچف، ان . ۱۹۸۱. ماهیان دریای خزر و حوزه آبریز آن . ترجمه ابوالقاس م شریعت ی ، ۱۳۷۱.
  - نادری، م. ح. فضلای، م. افرایمی، ع. گنجیان. ۱۳۷۴. بررسی زمان تولید مثل، هماوری و تغذیه سه گونه کیلکا در سواحل جنوبی دریای خزر. مرکز تحقیقات شیلات مازندران.
  - نادری، م. و عبدلی، ا. ۱۳۸۳. اطلس ماهیان حوزه جنوبی دریای خزر (آبهای ایرن). موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۹۰ ص.

- هوستلند، هنری. ۱۹۸۵. ماهیان آب شیرین اروپا-کیلکای معمولی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر (ترجمه افرازی بند پی، محمدعلی، ۱۳۷۹).
- Calliari, D., M.C. Anderson Borg, P. Thor, E. Gorokhova, and P.Tiselius. 2008. Instantaneous salinity reduction affect the survival and feeding rate of the co- occurring copepodas *Acartia tonsa* Dana and *Acartia clausi* Giesbrecht differently. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 362:18-25.
- Chen, Y., 1997. A comparison study of age- and length-structured yield-per-recruit models. *Aquat. Living Resour.* 10, 271-280.
- Daskalov, G.M., 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.
- Fazli, H., C.I. Zhang, D.E. Hay, C.W. Lee, A.A. Janbaz and M.S. Borani. 2007 a. Population ecological parameters and biomass of anchovy kilka (*Clupeonella engrauliformis*) in the Caspian Sea. *Fisheries Science* .73:285-294.
- Fazli, H., C.I. Zhang, D.E. Hay, C.W. Lee, A.A. Janbaz and M.S. Borani. 2007 b. Population ecological parameters and biomass of common kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) in the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Science* . Vol.7, No.1.47-70.
- Fazli, H., Zhang, C.I., Hay, D.E., and Lee, C.W., 2009a. Stock assessment and management implications of anchovy kilka (*Clupeonella engrauliformis*) in Iranian waters of the Caspian Sea, *Fisheries Research*, 100:103-108.
- Fazli, H., Zhang, C.I., Hay, D.E., and Lee, C.W., 2009b. Fishery biological characteristics and changes the annual biomass of bigeye kilka (*Clupeonella grimmi*) in the Caspian Sea. *Asian Fisheries Science*. 22, 923-940.
- Griffiths, M.H., 1997. The application of per-recruit models to *Argyrosomus indorus*, an important South African sciaenid fish. *Fish. Res.* 30, 103-115.
- Ignatova V. V. and I. V. Khodkina. 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 come jellyfish *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora). *Biological Invasion*; 2: 255-258.
- Karpyuk, M. I., Katunin, D. N., Abdusamadov, A. S., Vorobyeva, A. A., Lartseva, L. V., Sokolski, A. F., Kamakin, A. M., Resnyanski, V. V. and Abdulmedjidov, A. 2004. Results of research into *Mnemiopsis leidyi* impact on the Caspian Sea ecosystem and development of biotechnical principles of possible introduction of *Beroe ovata* for biological control of *Mnemiopsis* population. First Regional Technical Meeting, February 22-23, 2004. Tehran. 2004; pp. 44-64. <http://www.caspianenvironment.org>.
- Kideys, A.E., G. Shahram, G. Davood, A. Roohi and S. Bagheri. 2001b. Strategy for combating *Mnemiopsis* in the Caspian waters of Iran. Final report, July 2001, prepared for the Caspian Environment Programme, Baku, Azerbaijan. 2001.
- Kideys, A.E.; Roohi, A.; Bagheri, S.; Finenko, G. and Kamburka, L. 2005. Impacts of Invasive ctenophores on the fisheries of the Black Sea and Caspian Sea.
- Kirchner, C.H., 2001. Fisheries regulations based on yield-per-recruit analyses for the linefish silvr kob *Argyrosomus indorus* in Namibian waters. *Fish. Res.* 52, 155-167.
- Kovalev, A. V., S. Besiktepe., J. Zagorodnyaya., and A. Kideys. 1998. Mediterraneanization of the Black Sea zooplankton is continuing. In L. Ivanov and T. Oguz (eds), *Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea*. Kluwer Academic publishers, Dordrecht /Boston/ London UK.47: 199-207.
- Krasnova K. V. 1947. Kilka spawning grounds and spawning conditions in the nothern Caspian ( from the distribution of eggs and larvae in 1940-1941). *Dokl. Vses. N. i. in - ta morsk. Rybn. Kh- va i okeanogr.*, No. 8.
- Lovetskaya, A. A. 1951. The Caspian kilka and kilka fishing. Moscow. Paritsky Yu. A., *Clupeonella engrauliformis*. CaspNIRKh, Astrakhan, Russia.
- 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 coast of Azerbaijan, Caspian Sea. *ICES journal of marine Science*, 63:1665 - 1673.
- Mutlu, E. 1999. Distribution and abundance of ctenophores, and their zooplankton food in the Black Sea. II. *Mnemiopsis leidyi*. *Marine Biology*; 135: 603-613.

- Prikhod'ko, B.I. 1975. Caspian Sea and its abundance. VNIRO Proceedings. Vol. 108: 144-153.
- Prikhod'ko, B.I. 1981. Ecological features of the Caspian Kilka (Genus *Clupeonella*). Scripta Publishing Co.; 27-35.
- Prikhod'ko, B. I. and R. S. Skobelina, 1967. The food of the Caspian kilka. Tr.Kaspiysk. N. i. in-ta rybn. Kh-va., 23.
- Roohi, A., Zulficar, Y., Kideys, A., Aileen, T., Eker-Develi, E., Ganjian Khenari, A. 2008. Impact of a new invasive ctenophore (*Mnemiopsis leidyi*) on the zooplankton community of the Southern Caspian Sea. *Mar Ecol*, **29**, 421–434.
- Rowshantabari, M. and A. Roohi. 2004. Impacts of *Mnemiopsis leidyi* on Zooplankton population in the southern Caspian Sea. First Regional Technical Meeting, February 22-23 , 2004. Tehran. pp. 161-167. Available from: <http://www.caspianenvironment.org>.
- Sedov S.I. and Paritskiy Yu.A.2001. Biology and fisheries of marine fish. The State of Commercial Objects Stocks in the Caspian and their Use(CaspNIRKh Publishing, Astrakhan) 409 pp.
- Sedov S.I., Paritskiy Yu.A., Zikov L.A., Kolosyuk G.G., Aseinova A.A., Andrianova S.B., Kanatiev S.V., Gazizov I.Z. 2004. The state of stocks of Caspian marine fish and prospects for their commercial utilization. Fisheries Researches in the Caspian. Scientific Research Works Results for 2003(KaspNIRKh Publishing, Astrakhan) pp. 360–368. 570 pp.
- Sedov, S.I. and Rchagova, T.L.1984. Morphological characteristics of anchovy Kilka , *Clupeonella engrauliformis* (Clupeidae), in winter and spring. Journal of Ichthyology, 23(3),140-143.
- Tsikhon-Lukanina, E.A.,O.G. Reznichenko and T.A. Lukasheva. 1993. Ecological variation of comb-jelly *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora) in the Black Sea. Zhurnal obszhei Biologii; 54: 713-724 (in Russian). 1. FAO, Rome ,376 p.
- Zhang, C.I., 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.



**Abstract**

The main objectives of the present study were to estimate of biomass and maximum sustainable yield of common kilka 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 by  $f_{MSY}$ , 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. The results showed that the catch of three species of kilka were 24080 and 22969 t in 2012-2013 and 2013-2014 in Iranian waters of the Caspian sea, respectively and common kilka predominated with 98.1% and 98.9%, respectively. Growth parameters were estimated as  $L_{\infty} = 141.8$  mm,  $K=0.297$  year<sup>-1</sup>,  $t_0 = -1.048$  year<sup>-1</sup>. The ages of common kilka comprised 6 age groups, ranged from 1 to 6 years and Age groups 3 and 4 years old had the highest frequency. In the years 2012-2013, the catch of age 1 and age 4 represented the lowest and highest proportion of total catch (133.6 and 9121.6 t). In 2013-2014, followed the catch of age 1 and age 3 had the lowest and highest proportion of total catch (151.9 and 8700.2 t). The instantaneous coefficient of natural mortality was estimated as 0.506 year<sup>-1</sup> and total mortality and the instantaneous coefficient of terminal fishing mortality were 0.894 and 1.40 year<sup>-1</sup> respectively. In the years 2012-2013 and 2013-2014, the biomass of common kilka was estimated 90700 and 83300 t, respectively. Also, the fishing mortality was 0.622 and 0.894 year<sup>-1</sup> and the exploration rates were 0.551 and 0.636. The reference points of common kilka at  $F_{0.1}$  and  $F_{40\%}$  were estimated 0.92 and 0.80 year<sup>-1</sup>, respectively. According to Schafer model the MSY and  $f_{MSY}$  were estimated 22670 t and 8690 vessel × nights (a unit of effort). In 2013-2014, 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: Kilka, Biomass, Yield per recruit, Acceptable biological catch, Caspian Sea



**Ministry of Jihad – e – Agriculture  
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION  
Iranian Fisheries Science Research Institute –Caspian Sea Ecology Research Center**

---

**Project Title : Population dynamics and stock assessment of kilka in Iranian waters of the Caspian Sea**

**Approved Number: 2-76-12-91143**

**Author: Hasan Fazli**

**Project Researcher : Hasan Fazli**

**Collaborator(s) : Janbaz A.A., Ghasemi S., Nasrollazade H.**

**Advisor(s):-**

**Supervisor: F. Keymaram**

**Location of execution : Mazandaran province**

**Date of Beginning : 2013**

**Period of execution : 2 Years & 6 Months**

***Publisher : Iranian Fisheries Science Research Institute***

***Date of publishing : 2016***

**All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference**

**MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE  
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION  
Iranian Fisheries Science Research Institute -Caspian Sea Ecology Research Center**

**Project Title :**

**Population dynamics and stock assessment of kilka in  
Iranian waters of the Caspian Sea**

**Project Researcher :**

*Hasan Fazli*

**Register NO.**

*49580*