



## بررسی رشد و مرگ و میر ماهی کیلکای معمولی در صیدگاه‌های استان گیلان جنوب دریایی کاسپین

کامبیز خدمتی<sup>۱</sup>، محمد قلی زاده<sup>۲\*</sup>، حسن فضلی<sup>۳</sup>، هادی ریسی<sup>۴</sup><sup>۱</sup>دانشجوی دکتری شیلات، گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس، ایران<sup>۲</sup>دانشیار گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس، ایران<sup>۳</sup>دانشیار مرکز تحقیقات اکولوژی دریایی خزر ساری، ساری، ایران<sup>۴</sup>استادیار گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس، ایران

## چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۰۳/۱۱/۰۱

پذیرش: ۰۳/۱۱/۱۶

نویسنده مستول مکاتبه:

محمد قلی زاده، گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و  
منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس، ایران

ایمیل: Gholizade\_mohammad@yahoo.com

این مطالعه با هدف برآورد رشد و مرگ و میر ماهی کیلکای معمولی در صیدگاه‌های این گونه در جنوب دریایی کاسپین محدوده استان گیلان از مهرماه ۱۴۰۱ تا مهرماه ۱۴۰۳ صورت گرفت. در این مطالعه تعداد ۶۸۸ نمونه مورد بیومتری و توزیع قرار گرفت، که شامل ۲۵۰ نمونه از جنس نر و ۴۳۸ نمونه از جنس ماده بودند. میانگین طول جنس نر، ماده و جمعیت در این مطالعه به ترتیب  $11.47 \pm 0.012$ ،  $12.79 \pm 0.015$  و  $11.47 \pm 0.015$  پدست آمد. مقایسه توزیع فراوانی طولی بین دو جنسیت، تفاوت معنی داری بین دو جنس مشخص شد ( $p = 0.000$ )،  $DKS = 5/43 = 0.152$ . بعد از برازش به روش حداقل مربعات مقدار طول بی نهایت  $L^{\infty}$  و ضریب رشد سالانه  $K$  برای جمعیت و جنس نر و ماده ماهی کیلکا برای جنس ماده به ترتیب،  $0.45/0.47$  در سال و  $0.47/0.46$  برای جنس نر به ترتیب  $0.62/0.48$  در سال و  $0.95/0.95$  سانتیمتر در سال و برای جمعیت به ترتیب  $0.48/0.48$  در سال و  $0.85/0.85$  سانتیمتر بدست آمد. بعد از برازش به روش حداقل مربعات مقدار طول بی نهایت  $L^{\infty}$  و ضریب رشد سالانه  $K$  برای جمعیت و جنس نر و ماده ماهی کیلکا برای جنس ماده به ترتیب  $0.45/0.47$  در سال و  $0.95/0.95$  سانتیمتر در سال و برای جمعیت به ترتیب  $0.48/0.48$  در سال و  $0.85/0.85$  سانتیمتر بدست آمد. میزان وزن بی نهایت به ترتیب برای جنس ماده، نر و جمعیت کیلکای معمولی به ترتیب،  $2.24/4.22$ ،  $16.58/28.38$  و  $13.79/20.11$  گرم بدست آمد. مرگ و میر کل برای جنس نر، ماده و جمعیت کیلکا در آب‌های استان گیلان به ترتیب،  $1.76/1.23$  و  $1.57/1.52$  در سال برآورد شد با توجه به این کاهش شدید در ذخایر ماهی کیلکا لزوم مدیریت ذخایر این گونه ضروری به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: کیلکا، دریایی کاسپین، طول بی نهایت، ضریب رشد

## ۱ مقدمه

شاخص آن، انواع متعدد موجودات آبزی و گونه‌های مختلف ماهیان اقتصادی آن می‌باشد (قاسم اوف، ۱۳۷۲). میزان صید کیلکای  $6\text{-}7\text{-}8\text{-}9$  درشت و آنچوی پس از سال ۱۳۷۹ (۲۰۰۱) به میزان زیادی کاهش نشان داد در حالی که میزان کیلکا معمولی در ترکیب صید روند افزایشی را پس از سال ۱۳۸۲ (۲۰۰۴) تا سال‌های اخیر نشان داده است. این تغییرات جمعیتی می‌تواند با شرایط اکولوژیکی نامطلوب از جمله رقبای جدی غذایی همانند هجوم شانه‌دار،

دریای خزر با مساحت ۳۸۶ هزار کیلومترمربع، بزرگ‌ترین دریاچه جهان شناخته می‌شود (Ramazanova, 2012). از لحاظ منابع در این دریا حدود ۸۵۰ نوع جاندار آبزی و بیش از ۵۰۰ نوع گیاه دریایی وجود دارد. به همین جهت نه تنها یکی از منابع غنی شیلات و فراتر از آن خاویار جهان است، بلکه دارای اهمیت زیست‌محیطی ویژه‌ای هم هست (باوند، ۱۳۷۴). دریای خزر آبگیر لب‌شور (شوری آن حدود ۱۳ ppt یا ۱۳ گرم املح در یک لیتر آب است) بسته‌های است که

(صیادبورانی و همکاران، ۲۰۰۸). به منظور جلوگیری از روند کاهش ذخایر کیلکا نیاز به اتخاذ استراتژی های مدیریت صیادی و بازنگری در سیاست های برداشت و مدیریت می باشد. به منظور بازنگری در سیاست های برداشت انجام مدل های پیچیده مدیریت مانند مدل های SRA و مدل های مبتنی بر ساختار سنی توصیه می گردد. اما برای انجام چنین مدل هایی نیز به اطلاعاتی مانند رابطه سن-وزن نمونه، طول بی نهایت  $L^{\infty}$  و ضریب رشد K نمونه و روابط طول-وزن نمونه بصورت سالانه برای ورود به مدل وجود دارد. بنابراین برای مدیریت صید نمونه توسط این مدل های پیچیده نیاز به وجود اطلاعات رشد و وزن-سن نمونه بصورت سالانه می باشد.

با توجه به مطالب گفته شده مطالعه حاضر با هدف برآورد رشد و مرگ و میر ماهی کیلکا در جنوب دریای کاسپین صورت گرفت.

## ۲ | مواد و روش‌ها

در این مطالعه از فروردین ماه ۱۴۰۱ تا اسفند ماه ۱۴۰۳ تعداد در این مطالعه تعداد ۶۸۸ نمونه مورد بیومتری و توزین قرار گرفت، که شاما ۲۵۰ نمونه از جنس نر و ۴۳۸ نمونه از جنس ماده بودند. نمونه برداری با استفاده از تور قیفی در سواحل جنوب غربی دریای خزر در محدوده آبهای استان گیلان با استفاده از شناورهای مخصوص مجهر به تور قیفی و نور زیرآبی انجام شد

برای محاسبه رابطه طول و وزن کیلکا از یک رابطه توانی<sup>۱</sup> استفاده شد(Froese, 2006):

$$W = aL^b$$

که در این رابطه توانی W وزن کل کیلکا به گرم ، a عرض از مبدأ رابطه طول-وزن، L طول چنگالی کیلکا به سانتیمتر و b شیب<sup>۲</sup> خط رابطه طول-وزن بود. تفاوت داده های مدل و مشاهداتی (که با توجه به کار در محیط اکولوژیک و عواملی مانند بیماری یا تولید مثل قابل انتظار است) با استفاده از روش حداقل مربعات برآش شد و پارامترهای a ، b با استفاده از روش حداقل مربعات برآش گردید(Haddon, 2011, Raeisi, 2006):

$$SSQ = \sum (Observed - Expected)^2$$

$$SSQ = \sum (Y - (a + bX))^2$$

<sup>2</sup> intercept

<sup>3</sup> Slope

مسومومیت مزمن در اثر آلاینده های نفتی، فلزی، فلزات سنگین و تغییرات دمایی دریای خزر و همچنین فشار صید بی رویه از ذخایر کیلکا ماهیان مرتبط باشد ( Ivanov, et al., 2001 ; Fazli et al., 2009 که تغییرات اقلیمی مانند ال نینو<sup>۴</sup> موجب می گرددند تا ذخایر ماهیان از طریق رقابت بر سر منابع غذایی و شکار بر یکدیگر اثر متقابل گذاشته و موجب تغییر رژیم غالب Bertrand Miller and Schneider, 2000). تغییرات هم زمان در پارامترهای بیولوژیکی و اقیانوسی، افزایش فشار بر روی زیستگاهها درنتیجه توسعه اقتصادی، آلودگی آب و تغییرات آب و هوای منجر به تکه تکه شدن زیستگاهها و از دست رفتن تنوع زیستی و تغییر در روند گونه های غالب می شود (Katara, 2011).

پاییش پارامترهای متحننی رشد مانند طول بی نهایت  $L^{\infty}$  و ضریب رشد K در بررسی وضعیت ذخیره کمک زیادی می کند ( Raeisi, 1395, Haddon, 2011, Walter and Martell, 2005, Raeisi et al, 2017 طول بی نهایت بصورت سالانه میتوان وضعیت ذخیره را به لحاظ وجود یا عدم وجود صید بی رویه رشد روی گونه مورد نظر بررسی کرد. همچنین رابطه وزن-سن نقش بسیار مهم و کلیدی در بعضی از مدل های مدیریت صید مانند تولید به ازا واحد بازسازی و آنالیز کوهورت بازی می کند (Haddon, 2011). همچنین دانش در مورد ضریب رشد K کمک زیادی به مدیران صیادی در مورد اتخاذ تصمیم های مدیریتی می کند (Walter, 2000).

کیلکا ماهیان از ماهیان مهم تجاری در دریای کاسپین هستند. بر طبق بررسی های محققین در سال های اخیر، کاهش عمدۀ صید تجاری کیلکا ماهیان از ۹۵۰۰ تن در سال ۱۹۹۹ به ۱۵۴۹۷ تن در سال ۲۰۰۳ رخ داده است. نتایج این تحقیقات نشان داد که کل صیدهای<sup>۳</sup> کشور (به جز ایران) در اطراف دریای خزر در سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ درصد نسبت به سال ۱۹۹۹ کاهش پیدا کرده است. نسبت صید کیلکای آنچوی به کل صید کیلکا نیز نشان دهنده کاهش صید از ۷۱ درصد در سال ۱۹۹۹ به ۵۲/۵ در سال ۲۰۰۳ بود، در حالی که کیلکا معمولی از ۱۳/۷ درصد در سال ۱۹۹۹ به ۴۸/۹ درصد در سال ۲۰۰۳ افزایش داشت

<sup>1</sup> Power

نهایت سن فرضی کیلکادر زیست گاه های این گونه آبزی در جنوب دریای کاسپین با استفاده از معادله زیر تخمین زده شد (Pauly, 1983):

$$T_{max} = \frac{3}{K}$$

برای مطالعه تغییرات وزن در ارتباط با سن کیلکا از تلفیق دو رابطه طول-سن و طول-وزن رابطه وزن-سن بدست آمد (Haddon, 2011):

$$\hat{w}_t = w_\infty [1 - e^{-k[t-t_0]}]^b$$

که در آن  $w_\infty$  بیانگر وزن بی نهایت و  $b$  بیانگر شیب خط حاصل از رابطه طول و وزن است.  $w_\infty$  نیز از فرمول زیر محاسبه شد:

$$W_\infty = aL^b$$

شاخص ضریب رشد فای پریم مونرو بر اساس معادله زیر برآورد گردید (Gayanilo and Pauly, 1997):

$$\phi = \log K + 2\log L_\infty$$

### مدل پائولی

برای برآورد مرگ و میر طبیعی از فرمول تجربی پائولی استفاده شد (Pauly, 1983).

$$\text{Log } M = 0/0066 - 0/279 \text{ Log } L_\infty + 0/06543 \text{ Log } K + 0/4634 \text{ Log } T$$

### مدل چن و واتانبه<sup>۴</sup>

چن و واتانبه (۱۹۸۹) وقتی که در مقابل سن رسم می‌شود یک منحنی u شکل را می‌سازد (منحنی وان حمام مانند). برای این مدل آنها از دوتابع استفاده کردند: یک تابع که کاهش میزان مرگ و میر را در دوران ابتدایی زندگی و دومین تابع که افزایش میزان مرگ و میر را در دوران انتهایی زندگی نشان می‌دهد. برای بدست آوردن میزان مرگ و میر از پارامترهای k و  $t_0$  استفاده می‌شود:

$$M(t) = \begin{cases} \frac{k}{1 - e^{-k(t_0)}}, & t \leq t_m \\ \frac{k}{a_0 + a_1(t - t_m) + a_2(t - t_m)^2}, & t \geq t_m \end{cases}$$

که در آن:

در این معادله میزان SSQ مربع مجموع تفاوت های بین داده های مدل و مشاهداتی می باشد. اگر در این مطالعه باقی مانده ها از توزیع نرمال تبعیت کند برای برازش مدل و بهینه سازی پارامترها از این روش استفاده خواهد شد (Haddon, 2011., R)

### معادلات رشد

رشد از طریق برازش تابع رشد فون بر تالانفی بر اساس داده های سنی و طولی مورد بررسی قرار گرفت. پیراستجه های رشد ( $L^\infty$ , K) در روش توزیع فراوانی طولی در نرم افزار FiSAT II و به روش الفان ۱ (ELEFAN 1) برآورد شد (Gayanilo and Pauly, 1997).

همچنین در این مطالعه با تعیین سن بافت های سخت که در این مطالعه اتویلت و فلس بود، فاکتورهای رشد K و Sparre and L $^\infty$  به روش گولاند و هولت برآورد شد. (Venema, 1998). با توجه به نقاط ضعف و قوت هر دو روش روش استفاده از توزیع فراوانی طولی و تعیین سن به روشن بافت سخت در این مطالعه از هر دو روش استفاده شد و با مقایسه نتایج با مطالعات پیشین بهترین روش انتخاب شد. در نهایت با بدست آوردن پیراستجه های نهایی مدل فون بر تالانفی برای توصیف رشد کیلکا ساخته شد:

$$L_t = L_\infty(1 - \exp(-K(t - t_0)))$$

طبق این معادله:

L(t) طول چنگالی کیلکا در زمان سن (t)  
 $L^\infty$  حداقل طول چنگالی کیلکا در دریای کاسپی محدوده استان مازندران  
 $t$  سن ماهی در زمان صید و  $t_0$  سن فرضی ماهی وقتی که طول صفر است (Sparre and Venema, 1998).  
پارامتر K به عنوان آهنگ رشد آبزی مطرح می‌شود و نشان دهنده آهنگ رسیدن ماهی به طول بی-نهایت ( $L^\infty$ ) است.

همچنین به منظور محاسبه  $t_0$  از فرمول تجربی پائولی استفاده شد (Pauly, 1983):  
 $\text{Log } (-t_0) = -0/3922 - 0/2752 \text{ Log } L_\infty - 1/038 \text{ Log } K$

تابع طول-سن بدست آمد جهت بهینه سازی پارامترهای L $^\infty$  و K با روش حداقل مربعات بهینه سازی شد (Haddon, 2008, 2011).

<sup>4</sup> Chen and Watanabe

$$Z = F + M$$

M: میزان مرگ و میر طبیعی  
F: میزان مرگ و میر صیادی می باشد.

ضریب بهره برداری نیز از طریق فرمول زیر برآورد شد  
(Pauly, 1983)

$$E = F/Z$$

F: مرگ و میر صیادی  
Z: مرگ و میر کل  
E: ضریب بهره برداری می باشد.

$$\begin{cases} a_0 = 1 - e^{-k(t_m - t_0)} \\ a_1 = ke^{-k(t_m - t_0)} \\ a_2 = -\frac{1}{2}k^2e^{-k(t_m - t_0)} \end{cases}$$

در این توابع  $t_m$  از معادله زیر بدست می آید:

$$t_m = -\frac{1}{k} \ln(1 - e^{kt_0}) + t_0$$

منحنی صید سنی

میزان کل مرگ و میر از طریق فرمول زیر برآورد شد  
(Gayanilo and Pauly, 1997)

$$N_{i+1} = N_i e^{-z(t_{i+1} - t_i)}$$

$N_i$ : تعداد افراد در زمان  $t_i$

$N_{i+1}$ : تعداد افراد در زمان  $t_{i+1}$

Z: ضریب مرگ و میر کل می باشد.

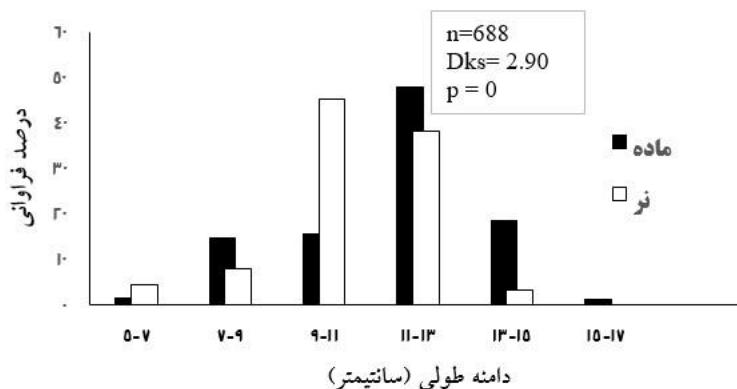
مرگ و میر صیادی نیز از طریق رابطه زیر به دست آمد  
(Sparre and Venema, 1998)

### ۳ | نتایج

در این مطالعه تعداد ۶۸۸ نمونه مورد بیومتری و توزین قرار گرفت، که شاما ۲۵۰ نمونه از جنس نر و ۴۳۸ نمونه از جنس ماده بودند. شاخص های پراکندگی و انحراف معیار برای نمونه های بیومتری شده محاسبه شد (جدول ۱).

جدول ۱: شاخص های مرکزی و پراکندگی طول و وزن کل ماهی کیلکا در جنوب دریای کاسپین محدوده استان مازندران

وزن (گرم)				طول (سانتی متر)			
میانگین	خطای معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	خطای معیار	حداقل	حداکثر
۱۵	۲/۲	۰/۱۷	۹/۱۶	۲۰/۳	۶	۰/۲۱	۱۲/۷۹
۲۳/۲	۲	۰/۲۹	۱۱/۰۱	۱۵/۶	۶/۵	۰/۱۲	۱۱/۴۷
۲۳/۲۵	۱/۶	۰/۱۳	۹/۸۷	۲۵	۴/۵	۰/۱۵	۱۳/۳۴



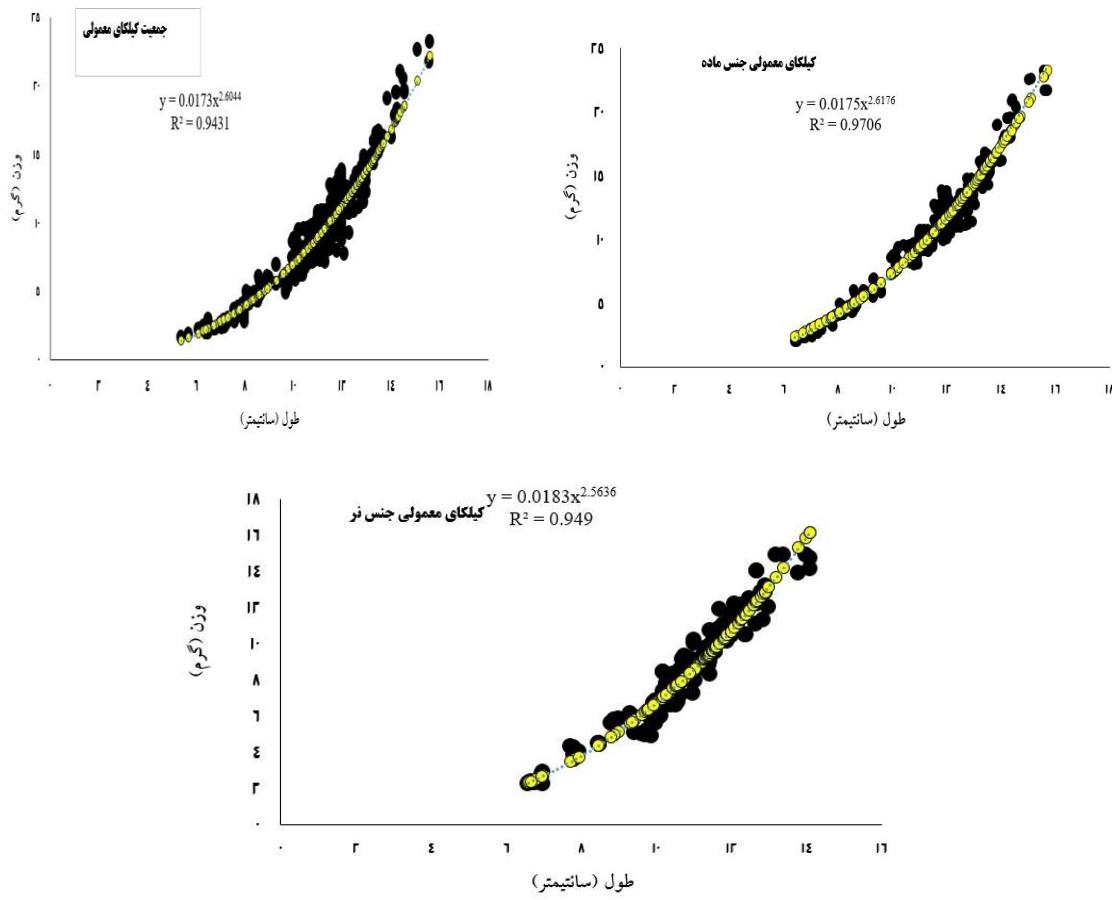
شکل ۱: توزیع فراوانی طولی بین دو جنس نر و ماده کیلکا در صیدگاه های استان گیلان

مقایسه توزیع فراوانی طولی بین دو جنسیت، تفاوت معنی

D<sub>KS</sub> = ۵/۴۳ • p = 0

• N = ۱۵۲ ،

کیلکا و جنس نر و ماده قبل از برآش به ترتیب  $W=0/0045L^{2/947}$ ،  $(W=0/0191L^{2/894})$  و  $(W=0/0076L^{3/154})$  بدست آمد و به روش رگرسیون غیرخطی بهینه شده به وسیله حداقل مربعات برای جمعیت، جنس نر و ماده ماهی کیلکا به ترتیب،  $(W=0/0090L^{3/224})$ ،  $(W=0/0057L^{2/986})$  و  $(W=0/01420L)$  محاسبه شد.



شکل ۲: رابطه طول-وزن کیلکای، جنس نر، ماده و جمعیت در صیدگاه های استان گیلان

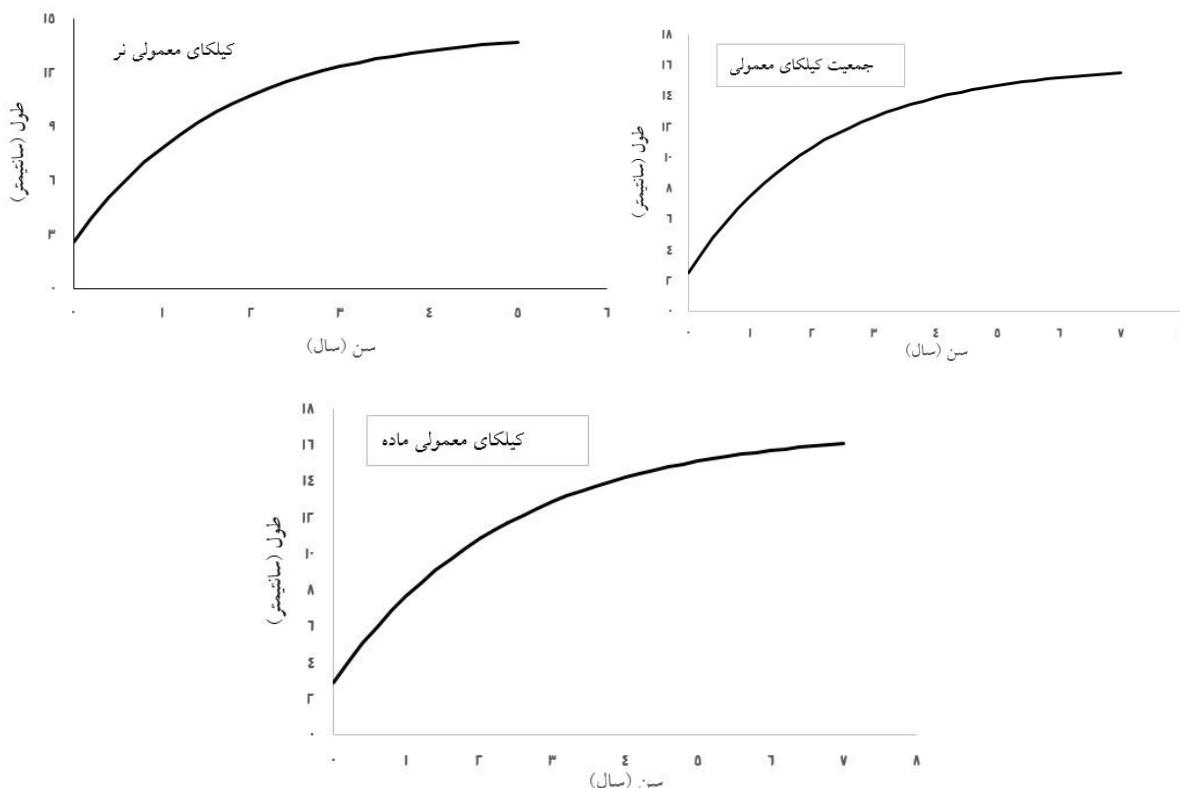
شد. ضریب رشد سالانه  $K$  و طول بی نهایت  $L^\infty$ ، برای جنس ماده کیلکا ترتیب  $0/42$  در سال و  $16/8$  سانتیمتر، برای جنس نر به ترتیب  $0/60$  سال و  $14/25$  سانتیمتر و برای جمعیت به ترتیب  $0/46$  در سال و  $64/16$  سانتیمتر بدست آمد

### رابطه طول-وزن

در این مطالعه، رابطه طول و وزن برای ماهی کیکا در جنس نر، ماده و جمعیت با استفاده از روش رگرسیون نمایی و پس از برآش به روش حداقل مربعات ترسیم شد. بهترینتابع برای تبیین تغییرات طول وزن ماهی کیکا در ارتباط با وزن ماهی کیکا رابطه نمایی بود که برای جمعیت ماهی

### مطالعات رشد

در این مطالعه با استفاده از داده های سن در طول با استفاده از معادله گولاند و هولت، پارامترهای ضریب رشد سالانه  $K$  و طول بی نهایت  $L^\infty$  برای ماهی کیلکا محاسبه



شکل ۳: منحنی رشد کیلکای، جنس نر، ماده و جمعیت در صیدگاه های استان گیلان

تغییرات وزن به سن این گونه در جنس نر بیانگر این بود که کیلکای نر تا ۶ ماهگی دارای رشد وزنی اندگی می باشد. بعد از سن ۶ ماهگی تا دو سالگی آهنگ تغییرات وزن به سن با رشد یسیار سریعی همراه است، اما بعد از سن دو سالگی از آهنگ تغییرات وزن به سن کیلکای نر به تدریج کاسته می گردد تا نهایتاً بعد از سن ۵ سالگی به یک مجانب دست می یابد.

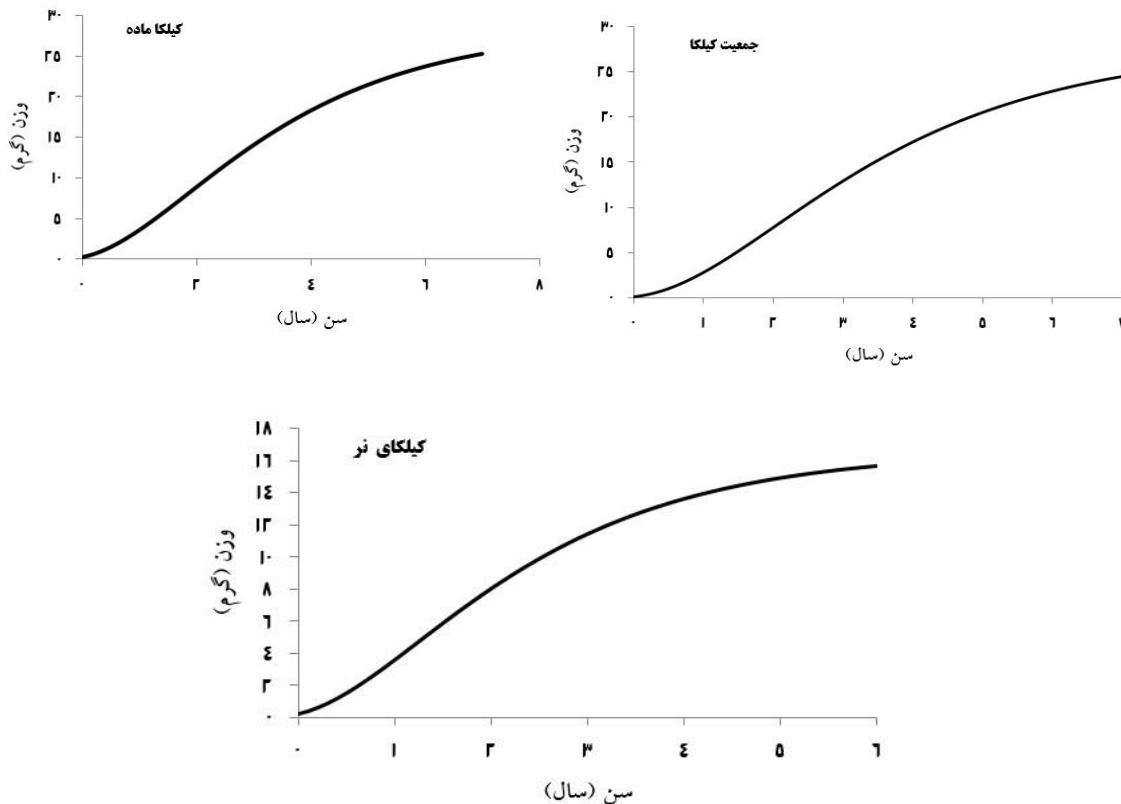
برای جنس کیلکای ماده نیز تا سن ۶ ماهگی آهنگ تغییرات وزن به سن کند می باشد اما بعد از سن ۶ ماهگی شیب نمودار سن-وزن به شدت افزایش می یابد. شیب تند تغییرات وزن به سن تا سن ۴ سالگی ادامه دارد اما بعد از این سن شیب نمودار سن-وزن کیلکای ماده به تدریج کاهش یافته تا نهایتاً در سن ۷ سالگی به یک مجانب متنه می گردد. هر چند که در این سن نیز یک خط مماس کامل دیده نمی شود و تغییرات بسیار بطئی و کند وزن به سن ادامه دارد (شکل ۷).

بعد از برآش به روش حداقل مربعات مقدار طول بی نهایت  $L^{\infty}$  و ضریب رشد سالانه  $K$  برای جمعیت و جنس نر و ماده ماهی کیلکا برای جنس ماده به ترتیب،  $0.45/45$  در سال و  $0.62/47$  برای جنس نر به ترتیب در سال و  $0.48/48$  در سال و  $0.85/85$  سانتیمتر در سال و برای جمعیت به ترتیب  $0.62/47$  در سال و  $0.85/85$  سانتیمتر بدست آمد.

میزان سن بی نهایت برای جنس ماده، نر و جمعیت به ترتیب،  $5/8$ ،  $3/77$  و  $5/17$  سال بدست آمد. عدد فای پریم مونرو  $\Phi$  برای جنس نر، ماده و جمعیت کیلکا به ترتیب،  $2/07$ ،  $2/08$  و  $2/07$  بدست آمد.

#### رابطه وزن-سن

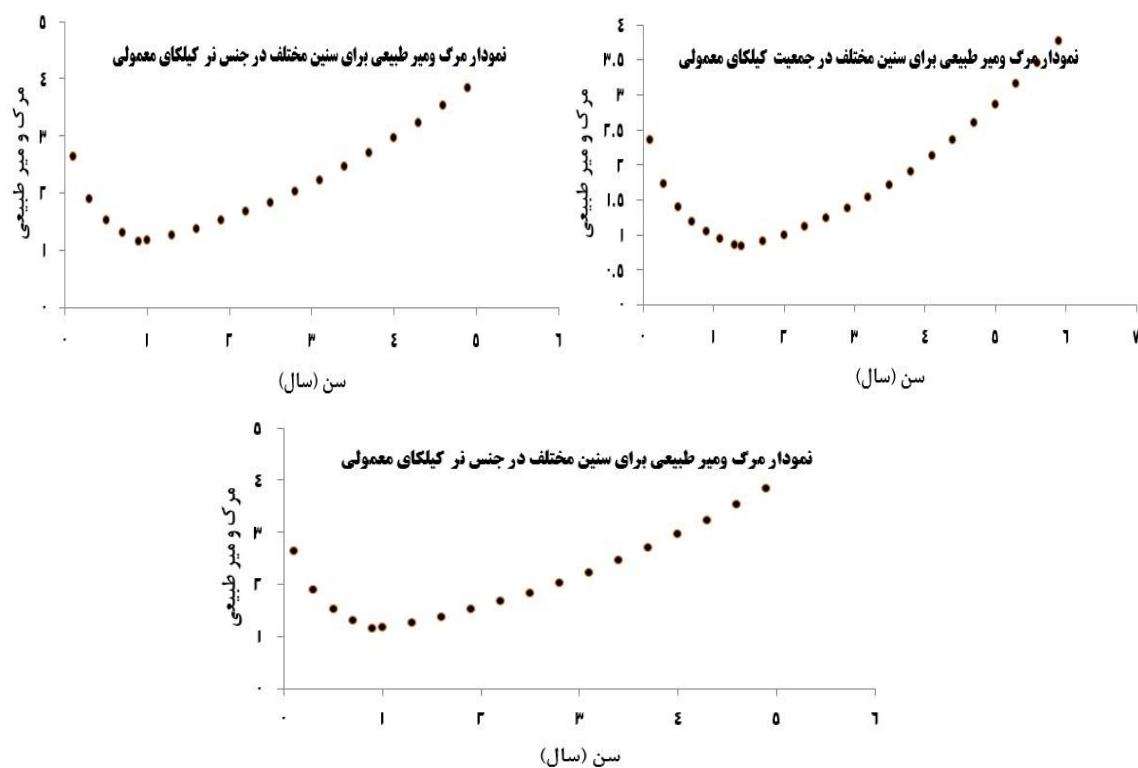
میزان وزن بی نهایت به ترتیب برای جنس ماده، نر و جمعیت کیلکای معمولی به ترتیب،  $16/58$ ،  $28/38$  و  $24/42$  گرم بدست آمد. رابطه تغییرات وزن به سن ماهی کیلکا در آب های استان گیلان بیانگر یک رابطه سیگموییدی یا لجستیک بود (شکل ۷). با بررسی رابطه



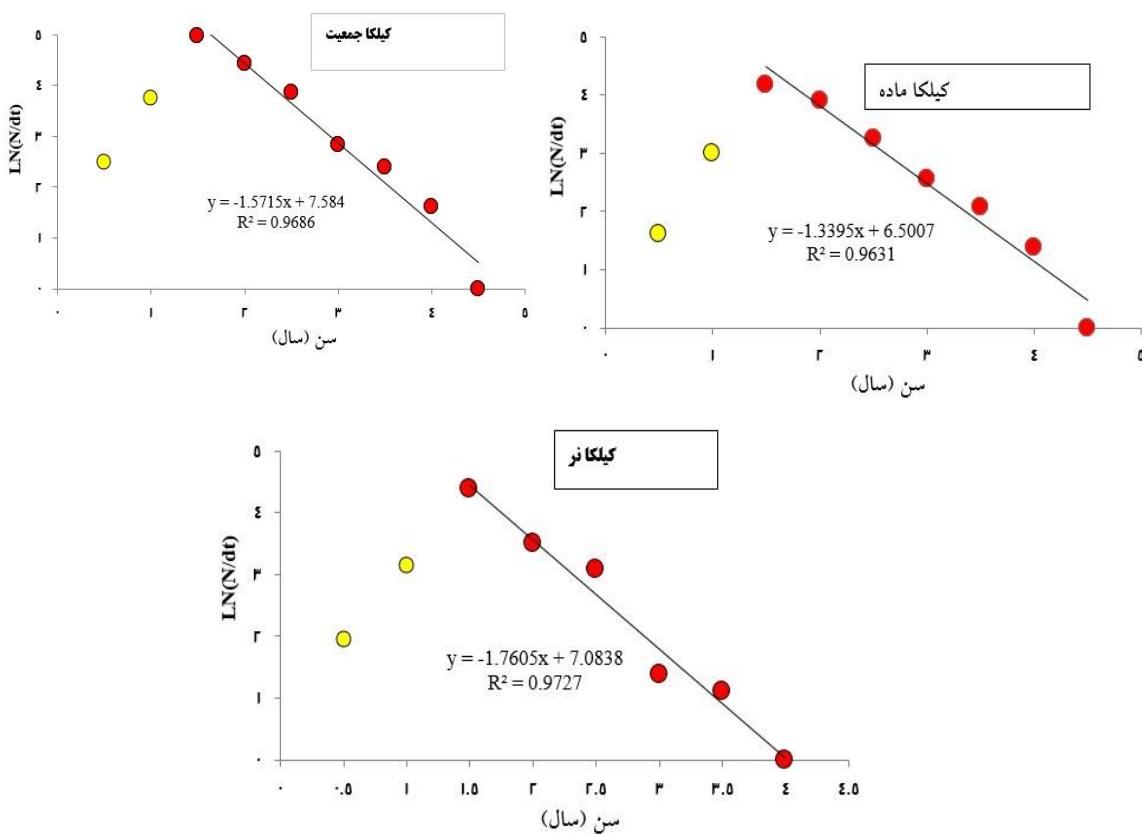
شکل ۴: رابطه وزن-سن برای جنس نر، ماده و جمعیت کیلکای معمولی در صیدگاه های استان گیلان

مرگ و میر طبیعی به روش چن و واتنانبه برای کیلکای نر،  
ماده و جمعیت در آب های استان گیلان برای دوره مورد  
مطالعه برآورد شد (شکل ۵).

مرگ و میر



شکل ۵: مرگ و میر طبیعی برای جنس نر، ماده و کل در آب های استان گیلان در زمان مورد مطالعه مرگ و میر کل برای جنس نر، ماده و جمعیت کیلکا در آب های استان گیلان به ترتیب، ۱/۷۶، ۱/۳۳ و ۱/۵۷ در سال برآورد شد (شکل ۶).



شکل ۶- برآورد مرگ و میر کل برای جنس نر، ماده و جمعیت کیلکا در آب های استان گیلان  
مرگ و میر صیادی برای جنس ماده، نر و جمعیت ماهی  
کیلکا به ترتیب ، ۰/۵۹ ، ۰/۵۶ و ۰/۷۴ در سال بدست آمد.  
ضریب بهره برداری نیز برای جنس ماده ، نر و جمعیت  
ماه کیلکا به ترتیب ۴۴ درصد، ۴۷ درصد و ۵۲ درصد  
برآورد شد.

#### ۴ | بحث و نتیجه‌گیری

جنس ماده دارای پتانسیل بیشتری برای ذخیره انرژی و تولید مثل در مقایسه با جنس نر است. رشد کیلکا ماهیان (Clupeonella spp.) در دریای خزر، بهویژه در سواحل جنوب غربی گیلان، بهشدت تحت تأثیر تغییرات زیست محیطی و فشارهای انسانی قرار گرفته است. مطالعات قبلی نشان می‌دهند که مدل رشد فون برتلانفی (von Bertalanffy Growth Model) به طور گسترده برای تخمین رشد این گونه استفاده شده است. در دهه ۱۹۹۰، طول نهایی ( $L_{\infty}$ ) این ماهیان بین ۱۲ تا ۱۶ سانتی‌متر گزارش شد، اما مطالعات اخیر کاهش این مقدار به حدود ۱۰ تا ۱۴ سانتی‌متر را نشان می‌دهند (Ivanov & Rozengart, 2002; CEP, 2016). کاهش رشد ممکن است به دلیل کاهش دسترسی به پلانکتون‌ها باشد که منبع اصلی غذایی این ماهیان محسوب می‌شود. ورود گونه‌های مهاجم مانند شانه‌دار دریایی (Mnemiopsis leidyi)، که با کیلکا برای منابع غذایی رقابت می‌کند، یکی از عوامل کلیدی این کاهش است (Daskalov & Mamedov, 2007).

در این مطالعه ضرایب طول-وزن برای ماهی سفید کیلکا برآورد شد. میزان ضرایب  $a$  و  $b$  بعد از برآورد به روش حداقل مربعات برآش گردید. میزان شبی خط رابطه طول-وزن ماهی سفید در این مطالعه بین دامنه  $2/5$  و  $3/5$  قرار داشت که بیانگر صحت ضریب برآورد شده در این مطالعه بود (froese, 2006).

رابطه طول-وزن نشان‌دهنده رشد ایزومتریک در جمعیت کیلکا بوده و مشابه مقادیر گزارش شده در دیگر مطالعات اکوسیستم دریایی کاسپین است. این نتایج تأیید می‌کند که رشد کیلکا تابعی از شرایط محیطی و منابع غذایی در دسترس است. همچنین، مقادیر وزن بی‌نهایت ( $W_{\infty}$ ) به دست آمده با استفاده از رابطه وزن-سن نشان داد که

متفاوت باشد (King, 1995). همه این عوامل در کنار تراکم جمعیتی ذخیره، آلودگی‌های گوناگون و برخی دگرگونی‌ها در بوم‌شناسی رفتاری جانور می‌تواند ضرایب و نرخ رشد آن را دگرگون کند (Raeisi, et al, 2016). لذا اختلاف موجود در پارامترهای رشد محاسبه شده، می‌تواند به دلیل شرایط ذکر شده باشد.

در توزیع فراوانی طولی بین دو جنس تفاوت معنی داری دیده شد. در میزان مرگ و میر طبیعی در سنین مختلف و در بین جنس‌های مختلف برای ماهی سفید تفاوت معنی دار زیادی دیده می‌شود بطوریکه که میزان مرگ و میر طبیعی در سن ۳ سال بین برای جنس نر تا دو برابر جنس ماده می‌باشد (Rezaei, 2024). ممکن است علت تفاوت در توزیع فراوانی طولی بین دو جنس تفاوت در میزان مرگ و میر طبیعی در سنین و اندازه‌های طولی مختلف باشد. همچنین در ماهی کیلکا مهاجرت‌های تولید مثلی دیده می‌شود. این مهاجرت‌های تولید مثلی نیز ممکن است سبب تغییر در میزان مرگ و میر صیادی در بین دامنه‌های مختلف طولی در بین دو جنس گردد که می‌تواند نتایج این مطالعه را در مورد تغییر معنی دار توزیع فراوانی در بین دو جنس توجیه کند.

منحنی رشد بدست آمده در این مطالعه بیانگر این بود که ماهی کیلکا تا ۲ سالگی دارای سرعت رشد زیاد بود و بعد از این سن سرعت رشد به آهستگی کاهش می‌یابد و بعد از ۶ سالگی آهنگ رشد بسیار بطئی می‌گردد تا سرانجام به یک مجانب دست یابد. الگوی تغییرات طول به سن ماهی کیلکا در این مطالعه با الگوی رشد بدست آمده در مطالعات Fazli, et al, (2007, 2020, 2021) گذشته در این منطقه تقریباً مطابقت دارد.

میزان وزن بی‌نهایت به ترتیب برای جنس ماده، نر و جمعیت کیلکای معمولی به ترتیب،  $28/38$  ،  $16/58$  و  $24/42$  گرم بدست آمد. رابطه تغییرات وزن به سن ماهی کیلکا در آب‌های استان گیلان بیانگر یک رابطه سیگمویدی یا لجستیک بود منحنی وزن-سن برای ماهی کیلکایانگر این بود که در این گونه ابتدا تغییرات وزن نسبت به سن آهسته می‌باشد، اما بعد از ۲ سالگی سرعت تغییرات وزن نسبت به سن ماهی افزایش می‌یابد، و بعد از ۶ سالگی دوباره شبیه تغییرات وزن نسبت به سن روند کاهشی به خود می‌گیرد. رابطه وزن-سن نقش مهمی در

بعد از برازش به روش حداقل مربعات مقدار طول بی‌نهایت  $L^{\infty}$  و ضریب رشد سالانه  $K$  برای جمعیت و جنس نر و ماده ماهی کیلکا برای جنس ماده به ترتیب،  $0/45$  در سال و  $16/47$  برای جنس نر به ترتیب  $0/62$  در سال و  $13/95$  سانتیمتر در سال و برای جمعیت به ترتیب  $0/48$  در سال و  $15/85$  سانتیمتر بدست آمد.

علت تغییراتی که در پارامترهای طول بی‌نهایت و ضریب رشد دیده شده در این مطالعه با مطالعات دیگر دیده می‌شود میتواند تفاوت در شرایط محیطی متفاوت هر منطقه باشد. عدد فای پریم مونرو  $\Phi$  برای جنس نر، ماده و جمعیت کیلکا به ترتیب،  $2/07$ ،  $2/08$  و  $2/07$  بدست آمد. مقایسه عدد فای پریم مونرو با مطالعات دیگر نشان داد که عدد فای پریم مونرو محاسبه شده در این مطالعه با دیگر فای پریم مونروهای بدست آمده در مطالعات دیگر یک توزیع نرمال تشکیل میدهد که بیانگر دقت و صحت پارامترهای بدست آمده در این مطالعه است. میزان فای پریم  $\Phi$  بدست آمده در این مطالعه با فای پریم‌های  $\Phi$  بدست آمده در مطالعات دیگر یک توزیع نرمال تشکیل داد که بیانگر دقت و صحت پارامترهای بدست آمده در این مطالعه (Izadi et al, 2021). استفاده از شاخص فای پرایم مونرو به منظورت عینی صحت و اعتبار نتایج به دست آمده می‌باشد؛ چرا که این مقدار برای ذخایر مشابه حتی با وجود  $K$  و  $L^{\infty}$  متفاوت می‌تواند مشابه باشد (Sparre and Venema, 1998). مقادیر فای پریم  $\Phi$  بدست آمده در این مطالعه می‌تواند در مطالعات آینده استفاده گردد.

پارامترهای رشد تحت تأثیر درجه حرارت قرار می‌گیرند (Jones, 1999). به دلیل اثر گذاری شرایط محیطی نظری درجه حرارت، اکسیژن محلول، شوری و سایر عوامل محیطی دیگر بر متابولیسم ماهیان، پارامترهای رشد برای یک گونه در نقاط مختلف، متفاوت است. میزان ذخیره‌ی غذایی قابل دسترس به طور شاخص بر طول بی‌نهایت تأثیر می‌گذارد. از طرف دیگر دگرگونی‌های دمای زیست محیطی، هم بر ضریب رشد و هم بر طول بی‌نهایت اثرگذار است و به نظر می‌آید که مقدار  $K$  به طور لگاریتمی با افزایش دمای آب افزایش می‌یابد و در طرف دیگر از میزان طول بی‌نهایت کاسته می‌شود، هر چند که کاهش طول بی‌نهایت Sparre and Venema, 1998 به نسبت کمتر از افزایش ضریب رشد است (). مقادیر این پارامترها حتی در یک منطقه‌ی واحد نیز ممکن است به دلیل تغییرات محیطی

- fluctuation in pelagic fish populations off Peru. *Fish and fisheries*, 5(4), 296-316.
- Chen, S., and Watanabe, S. 1989. Age dependence of natural mortality coefficient in fish populations dynamics. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 55: 205-208.
- condition of fish. *Aquacultural Engineering*. 2:261-276.
- Fazli, H., Janbaz, A. A., & Khedmati, K. (2020). Risk of stock extinction in two species of kilkas (*Clupeonella engrauliformis* and *C. grimmi*) from the Caspian Sea. *Iranian Journal of Ichthyology*, 7(1), 92-100.
- Fazli, H., Janbaz, A. A., Rabbaniha, M., Khedmati, K., & Chaudhari, H. S. (2021). Study of environmental and three kilka species regime shifts in the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 20(5), 1247-1261.
- Fazli, H., Zhang, C. I., Hay, D. E., & Lee, C. W. (2009). Stock assessment and management implications of anchovy kilka (*Clupeonella engrauliformis*) in Iranian waters of the Caspian Sea. *Fisheries Research*, 100(2), 103-108.
- Fazli, H., Zhang, C. I., Hay, D. E., Lee, C. W., Janbaz, A. A., & Borani, M. S. (2007). Population ecological parameters and biomass of anchovy kilka *Clupeonella engrauliformis* in the Caspian Sea. *Fisheries science*, 73, 285-294.
- Froese, R.. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.* 22, 241-253.
- Gaynilo, F., Pauly, D., 1997. Computed information series fisheries, FAO-ICLARM stock assessment tools. Reference manual. Rome Italy, 262 p.
- Haddon, M. 2011. Modelling and quantitative methods in fisheries, CRC Press.
- Ivanov, P. I. (2001). Invader in the Caspian Sea, *Ctenophora Mnemiopsis*, and preliminary results of study of its impact on pelagic ecosystem. In First international meeting 'the invasion of the Caspian Sea by the comb jelly *Mnemiopsis* problems, perspectives, need for action 'Baku, Azerbaijan. 22-26 April 2001.
- Izadi S, Raeisi H, Shirangi S A, gholizadeh M. Population dynamic of Gasterosteuse

مدل های مدیریت صیادی بازی می کند (Haddon, 2011., Raeisi, 2016).

با توجه به اینکه چندین دهه از بهره برداری ذخایر ماهی کیلکا می گذرد. میزان صید ماهی کیلکا از ۵۲ هزار تن در سال ۱۸۰ به کمتر از ۶ هزار تن در سال ۱۴۰۲ کاهش یافته است (Iranian Fisheries Statistical Yearbook, 2000-2023). با توجه به این کاهش شدید در ذخایر ماهی کیلکا لزوم مدیریت ذخایر این گونه ضروری به نظر می رسد. همچنین کاهش طول بی نهایت این گونه طبق مشاهدات تجربی و علمی در طول سه دهه اخیر (Rezaei, 2024)، لزوم پایش مدام طول بی نهایت  $L^{\infty}$  و ضریب رشد  $K$  این گونه ضروری به نظر می رسد. همچنین میزان پارامترهای  $K$  و  $L^{\infty}$  بدست آمده در این مطالعه بیانگر رشد نسبتاً آهسته و طولانی عمر بودن نسبی ماهی کیلکا بود. کاهش شدید در ذخایر کیلکا طی دهه های اخیر، به ویژه در شرایط افزایش آلودگی های محیطی و تغییرات اقلیمی، نشان دهنده اهمیت مدیریت جامع ذخایر این گونه است. نتایج این تحقیق می تواند به عنوان ابزاری برای پیش بینی و برنامه ریزی در مدیریت صید و حفاظت از ذخایر کیلکا مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس شاخص های بدست آمده، پیشنهاد می شود که بازنگری در سیاست های صیادی و اعمال محدودیت های زمانی و مکانی برای صید این گونه اجرا شود.

مطالعه حاضر نشان داد که رشد و مرگ و میر کیلکا تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی و فشار صیادی است. بنابراین، برای حفظ ذخایر این گونه در دریای کاسپین، نیاز به برنامه ریزی و اجرای مدل های مدیریت پایدار وجود دارد. این مدل ها باید بر اساس داده های سالانه رشد و مرگ و میر طراحی شده و سیاست های کاهش فشار صیادی و بهبود کیفیت زیستگاهها را شامل شوند.

## ۶ ملاحظات اخلاقی

موردنی توسط نویسنده گزارش نشده است.

## REFERENCES

- Bertrand, A., Segura, M., Gutiérrez, M., & Vásquez, L. (2004). From small- scale habitat loopholes to decadal cycles: a habitat- based hypothesis explaining

- Legal challenges of delimitation between littoral states (Master's thesis, Universitetet i Tromsø). 53 p.
- Razivi, B., RaLonde, R., & Walczak, P. (1972). Report on stock assessment and composition of the commercial bony fishes of the Southern Caspian Sea. Report of the Fisheries Research Institute, Bandar Pahlavi.
- Rezaei, A, 2024. Stock assessment of Kutum , Rutilus kutum (Kamensky, 1901) by Cohort Analysis of the Caspian Sea (Mazandaran province).MS.D thesis. Gonbad Kavoos University.
- Shahifar, Reza, Patimar, R. Fazli, H, Raeisi, H., GHolizadeh, M., Jafarian, H. "Growth and mortality parameters of Caspian kutum, Rutilus kutum, in southern Caspian Sea." International Journal of Aquatic Biology 8.1 (2020): 56-65.
- Shahifar, Reza. 2019. Simulation of Kutum, Rutilus kutum (Kamensky, 1901) stocks' future in respect to catch (legal and illegal) and stock enhancement (fingerling releasing) by DB-SRA (Depletionbased Stock Reduction Analysis) modeling in the southern Caspian Sea. PH. D. thesis. Gonbad kavoos university. Gonbadkavoos, IRAN.
- Sparre, P., and Venema, S. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual FAO Fish, Tech. Pap. 306. FAO, Rome, Italy. 407P.
- Walters, C. J., and S. J. D. Martell. 2004. Fisheries ecology and management. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- aculateus Linnaeus, 1758 from Sothern Caspian Sea. JAIR 2021; 9 (4) :81-88.
- Jones, R.E., Petrell, R.J., Pauly, D. 1999. Using modified Length-weight realationships to assess the condition of fish. Aquacultural Engineering. 2:261-276.
- Jones, R.E., Petrell, R.J., Pauly, D. 1999. Using modified Length-weight realationships to assess the Raeisi, Hadi, et al. "Growth and maturity of Carcharhinus dussumieri (Muller and Hellen, 1839) in the Persian Gulf and Oman Sea." *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 17.2 (2017): 353-361.
- Katara, I., Pierce, G. J., Illian, J., & Scott, B. E. (2011). Environmental drivers of the anchovy/sardine complex in the Eastern Mediterranean. Hydrobiologia, 670, 49-65.
- King, M. 1995. Fisheries biology assessment and management fishing News book. 340p
- Pauly, D. 1980, On the interrelationship between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons., Cons. Int. Explor. Mer 39: 175-192.
- Pauly, D. 1983. Some Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stocks. FAO Fish. Tech. Pap. 234, Rome, 52 p.
- Raeisi, H. 2016. Stock assessment and management of Carcharhinus dussumieri (Müller and Henle, 1839) by using stochastic modeling from fishing grounds in the Persian Gulf and Oman Sea.PH.D. thesis. Hormozgan University.Hormozgan. Iran.
- Ramazanova, E. (2012). The Caspian Sea:

## نحوه استناد به مقاله:

خدمتی ک، قلیزاده م، فضلی ح، ریسی م. بررسی رشد و مرگ و میر ماهی کیلکای معمولی در صیدگاه های استان گیلان جنوب دریای کaspیین. نشریه پژوهش های ماهی شناسی کاربردی دانشگاه گنبد کاووس. ۱۴۰۳: ۱۲(۴): ۱-۱۲.

Khedmati K., Gholizadeh M., Fazli H., Raisi H. Assessment of Growth and Mortality Parameters of Common Kilka (*Clupeonella cultriventris*) in the Southern Caspian. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2024, 12(4): 01-12.



**Assessment of Growth and Mortality Parameters of Common Kilka (*Clupeonella cultriventris*) in the Southern Caspian Sea Fishing Grounds, Gilan Province****Khedmati K<sup>1</sup>., Gholizadeh M<sup>\*2</sup>., Fazli H<sup>3</sup>., Raisi H<sup>4</sup>**<sup>1</sup>PhD Student in Fisheries, Fisheries Department, Gonbad University of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Iran,<sup>2</sup>Associate Professor, Fisheries Department, Gonbad University of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Iran,<sup>3</sup>Associate Professor, Sari Caspian Sea Ecology Research Center, Sari, Iran<sup>4</sup>Assistant Professor, Fisheries Department, Gonbad University of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Iran

<b>Type:</b> Original Research Paper	<b>Abstract</b> This research was conducted to estimate the growth and mortality dynamics of the common kilka ( <i>Clupeonella cultriventris</i> ) within its primary fishing grounds in the southern Caspian Sea, specifically in the Gilan Province, over the period from October 2022 to October 2024. A total of 688 specimens, comprising 250 males and 438 females, were subjected to biometric measurements and weight analysis. The mean total lengths of males, females, and the overall population were determined to be $12.79 \pm 0.21$ cm, $11.47 \pm 0.12$ cm, and $13.34 \pm 0.15$ cm, respectively. Statistical analysis of length-frequency distributions between sexes indicated a significant difference (DKS = 5.43, N = 152, p < 0.05). By employing the least squares method for model fitting, the asymptotic length ( $L_\infty$ ) and annual growth coefficient (K) were estimated for the entire population, males, and females. For the population, these values were 15.85 cm and 0.48 yr <sup>-1</sup> , respectively. For females, $L_\infty$ and K were calculated as 16.47 cm and 0.45 yr <sup>-1</sup> , while for males, they were 13.95 cm and 0.62 yr <sup>-1</sup> . The asymptotic weights ( $W_\infty$ ) for females, males, and the overall population were 28.38 g, 16.58 g, and 24.42 g, respectively. Total mortality rates (Z) were also evaluated, with estimates of 1.76 yr <sup>-1</sup> for males, 1.33 yr <sup>-1</sup> for females, and 1.57 yr <sup>-1</sup> for the population in Gilan's coastal waters. The marked reduction in the stock of common kilka highlights an urgent need for the implementation of robust fisheries management strategies to ensure the sustainability of this vital species in the southern Caspian ecosystem.
<b>Paper History:</b> Received: 20-01-2025 Accepted: 04-02- 2025	
<b>Corresponding author:</b>  Gholizadeh M. Fisheries Department, Gonbad University of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Iran.	
<b>Email:</b> Gholizade_mohammad@yahoo.com	<b>Keywords:</b> <i>Clupeonella cultriventris</i> , Caspian Sea, infinite length, growth factor