نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی

Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

ISSN: 2423-6349

دوره ۱۲، شماره ۴، صفحات ۱۲-۱.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

# بررسی رشد و مرگ و میر ماهی کیلکای معمولی در صیدگاه های استان گیلان جنوب دریای کاسپین

کامبیز خدمتی[۱]، محمد قلی زاده*[۲]، حسن فضلی[۳]، هادی رییسی[۴]

[۱]دانشجوی دکتری شیلات، گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس ، ایران
[۲]دانشیار گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس ، ایران،
[۳]دانشیار مرکز تحقیقات اکولوژی دریای خزر ساری، ساری ، ایران
[۴]استادیار گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس ، ایران

**نوع مقاله:**
پژوهشی اصیل

**تاریخچه مقاله:**
دریافت: ۰۳/۱۱/۰۱
پذیرش: ۰۳/۱۱/۱۶

**نویسنده مسئول مکاتبه:**
محمد قلی زاده، گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس ، ایران

ایمیل:Gholizade_mohammad@yahoo.com

**چکیده**

**این مطالعه با هدف برآورد رشد و مرگ و میر ماهی کیلکای معمولی در صیدگاه های این گونه در جنوب دریای کاسپین محدوده استان گیلان از مهرماه ۱۴۰۱ تا مهرماه ۱۴۰۳ صورت گرفت. در این مطالعه تعداد ۶۸۸ نمونه مورد بیومتری و توزین 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 ۰/۲۱ ± ۱۲/۷۹ ، ۰/۱۲ ± ۱۱/۴۷ و ۰/۱۵ ± ۱۳/۳۴ بدست آمد. مقایسه توزیع فراوانی طولی بین دو جنسیت، تفاوت معنی داری بین دو جنس مشخص شد ( p = ۰0 DKS =۵/۴۳ ، N = ۱۵۲). بعد از برازش به روش حداقل مربعات مقدار طول بی نهایت L∞ و ضریب رشد سالانه K برای جمعیت و جنس نر و ماده ماهی کیلکا برای جنس ماده به ترتیب، ۰/۴۵ در سال و ۱۶/۴۷ برای جنس نر به ترتیب ۰/۶۲ در سال و ۱۳/۹۵ سانتیمتر در سال و برای جمعیت به تریب ۰/۴۸ در سال و ۱۵/۸۵ سانتیمتر بدست آمد. بعد از برازش به روش حداقل مربعات مقدار طول بی نهایت L∞ و ضریب رشد سالانه K برای جمعیت و جنس نر و ماده ماهی کیلکا برای جنس ماده به ترتیب، ۰/۴۵ در سال و ۱۶/۴۷ برای جنس نر به ترتیب ۰/۶۲ در سال و ۱۳/۹۵ سانتیمتر در سال و برای جمعیت به تریب ۰/۴۸ در سال و ۱۵/۸۵ سانتیمتر بدست آمد. میزان وزن بی نهایت به ترتیب برای جنس ماده، نر و جمعیت کیلکای معمولی به ترتیب، ۲۸/۳۸ ، ۱۶/۵۸ و ۲۴/۴۲ گرم بدست آمد. 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 با توجه به این کاهش شدید در ذخایر ماهی کیلکا لزوم مدیریت ذخایر این گونه ضروری به نظر می رسد.**

**واژه‌های کلیدی: کیلکا، دریای کاسپین، طول بی نهایت، ضریب رشد**

## ۱ | مقدمه

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 نه‌تنها 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 13 ppt یا ۱۳ گرم املاح در یک لیتر آب است) بستهای است که شاخص آن، انواع متعدد موجودات آبزی و گونههای مختلف ماهیان اقتصادی آن می‌باشد (قاسم اوف، ۱۳۷۲).

میزان صید کیلکای¬چشم¬درشت و آنچوی پس از سال ۱۳۷۹ (۲۰۰۱) به میزان زیادی کاهش نشان داد درحالی 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 ازجمله رقبای جدی غذایی همانند هجوم شانه‌دار،



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]

مسمومیت مزمن در اثر آلاینده‌های نفتی، فنلی، فلزات سنگین و تغییرات دمایی دریای خزر و همچنین فشار صید بی‌رویه از ذخایر کیلکا ماهیان مرتبط باشد (Ivanov, et al., 2001 ; Fazli et al., 2009). علاوه بر این، مشخص‌شده که تغییرات اقلیمی مانند ال نینو ۲ موجب می‌گردند تا ذخایر ماهیان از طریق رقابت بر سر منابع غذایی و شکار بر یکدیگر اثر متقابل گذاشته و موجب تغییر رژیم غالبت گونه‌ها گردند (Bertrand ؛ Miller and Schneider, 2000 et al., 2004). تغییرات هم‌زمان در پارامترهای بیولوژیکی و اقیانوسی، افزایش فشار بر روی زیستگاه‌ها درنتیجه توسعه اقتصادی، آلودگی آب و تغییرات آب‌وهوا منجر به تکه‌تکه شدن زیستگاه‌ها و از دست رفتن تنوع زیستی و تغییر درروند گونه‌های غالب می‌شود (Katara, 2011).

پایش پارامترهای منحنی رشد مانند طول بی نهایت L∞ و ضریب رشد K در بررسی وضعیت ذخیره کمک زیادی می کند (Raeisi, 1395, Haddon, 2011, Walter and Martell, 2005, Raeisi et al, 2017). مثلا با پایش میزان 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, 200 ).

کیلکا ماهیان از ماهیان مهم تجاری در دریای کاسپین هستند. بر طبق بررسی‌های محققین در سال‌های اخیر، کاهش عمده صید تجاری کیلکا ماهیان از ۹۵۰۰۰ تن در سال ۱۹۹۹ به ۱۵۴۹۷ تن در سال ۲۰۰۳ رخ داده است. نتایج این تحقیقات نشان داد که کل صیدهای ۴ کشور (به جز ایران) در اطراف دریای خزر در سال ۲۰۰۱ تا ۵۹ 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 درصد در سال ۲۰۰۳ بود، درحالی‌که کیلکا معمولی از ۱۳/۷ درصد در سال ۱۹۹۹ به ۴۸/۹ درصد در سال ۲۰۰۳ افزایش داشت (صیادبورانی و همکاران، ۲۰۰۸). به منظورجلوگیری 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∞ 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 مجهز به تور قیفی و نور زیرآبی انجام شد

برای محاسبه رابطه طول و وزن کیلکا از یک رابطه توانی[1] استفاده شد(Froese, 2006):

W = aLb

که در این رابطه توانی W وزن کل کیلکا به گرم ، a عرض از مبدا[2] رابطه طول-وزن، L طول چنگالی کیلکا به سانتیمتر و b شیب[3] 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 برازش شد و پارامترهای a , b با استفاده از روش حداقل مربعات برازش گردید( Haddon, 2011, Raeisi, 1395):

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

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

[1] Power

[2] intercept

[3] Slope



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]

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 برتالانفی براساس داده-های سنی و طولی مورد بررسی قرار گرفت. پیراسنجه‌های رشد (L∞, 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 اتولیت و فلس بود، فاکتورهای رشد K و L∞ به روش گولاند و هولت برآورد شد. ( Sparre and Venema, 1998). با توجه به نقاط ضعف و قوت هر دوش روش استفاده از توزیع فراوانی طولی و تعیین سن به روش 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 پیراسنجه های نهایی مدل فون برتالانفی 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∞ حداکثر طول چنگالی کیلکا در دریای کاسپی محدوده استان مازندران

t سن ماهی در زمان صید و t0 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∞) است.

هم‌چنین به‌منظور محاسبه t0 از فرمول تجربی پائولی استفاده شد (Pauly, 1983):

Log (-t∘ ) = - 0/3922 – 0/2752 Log L ∞ - 1/038 Log K

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

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):

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

که در آن W∞ بیانگر وزن بی‌نهایت و b بیانگر شیب خط حاصل از رابطه طول و وزن است. W∞ نیز از فرمول زیر محاسبه شد:

$$W_\infty = aL_\infty^b$$

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

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

**مدل پائولی**

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

Log M = 0/0066 – 0/279 Log L∞ + 0/06543 Log K + 0/4634 Log T

**مدل چن و واتانبه[4]**

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 دو تابع 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:

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

که در آن:

[4] Chen and Watanabe



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]

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

در این توابع $t_m$ از معادله زیر بدست می‌آید:

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

### 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 می‌باشد.

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

$$Z = F+M$$

M: میزان مرگ و میر طبیعی

F: میزان مرگ و میر صیادی می‌باشد.

ضریب بهره‌برداری نیز از طریق فرمول زیر برآورد شد (Pauly, 1983):

$$E = F/Z$$

F: مرگ و میر صیادی

Z: مرگ و میر کل

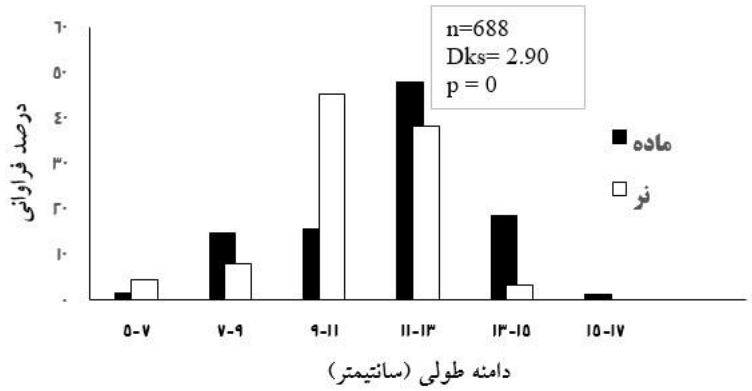
E: ضریب بهره‌برداری می‌باشد.

## 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: شاخص‌های مرکزی و پراکندگی طول و وزن کل ماهی کیلکا در جنوب دریای کاسپین محدوده استان مازندران**

| جنسیت | طول (سانتی‌متر) | | | | وزن (گرم) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | میانگین | خطای معیار | حداقل | حداکثر | میانگین | خطای معیار | حداقل | حداکثر |
| نر | ۱۲/۷۹ | ۰/۲۱ | ۶ | ۲۰/۳ | ۹/۱۶ | ۰/۱۷ | ۲/۲ | ۱۵ |
| ماده | ۱۱/۴۷ | ۰/۱۲ | ۶/۵ | ۱۵/۶ | ۱۱/۰۱ | ۰/۲۹ | ۲ | ۲۳/۲ |
| کل | ۱۳/۳۴ | ۰/۱۵ | ۴/۵ | ۲۵ | ۹/۸۷ | ۰/۱۳ | ۱/۶ | ۲۳/۲۵ |




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

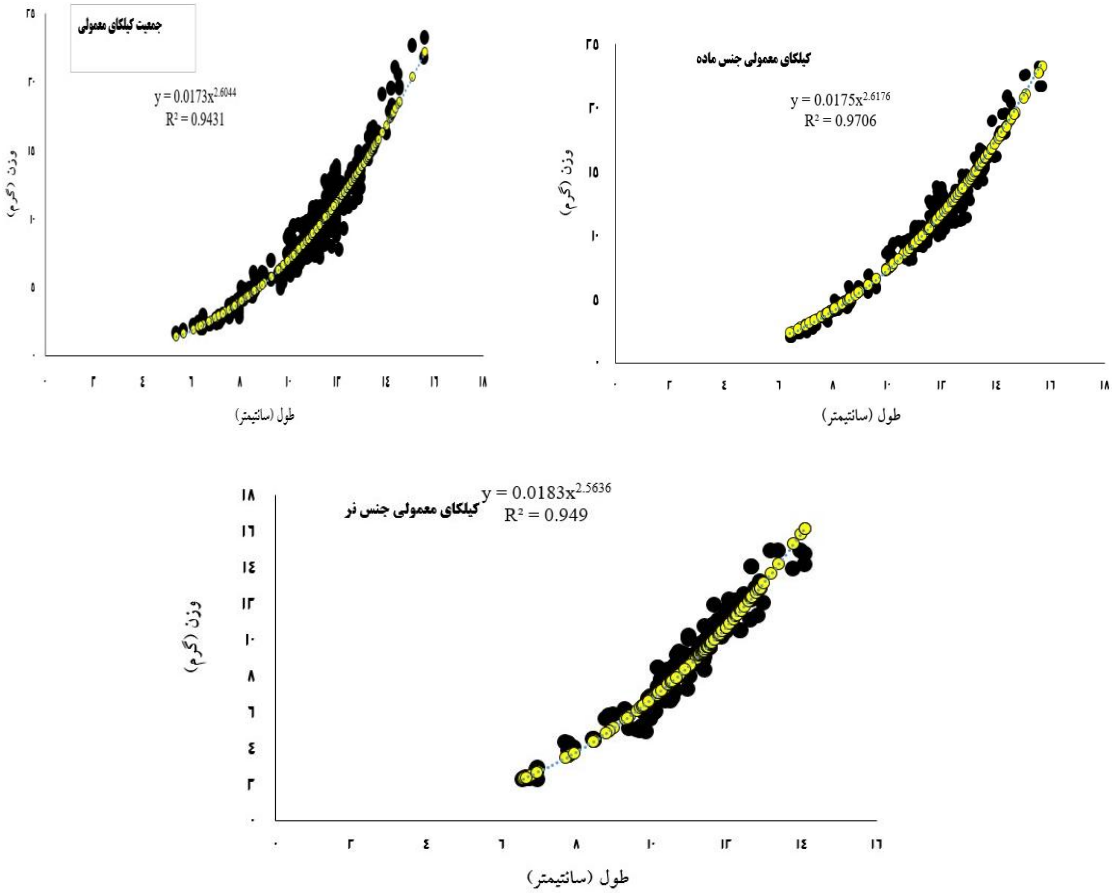
مقایسه توزیع فراوانی طولی بین دو جنسیت، تفاوت معنی داری بین دو جنس مشخص شد ( $D_{KS}$ =۵/۴۳ ۰p = 0 ، N = ۱۵۲).



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]

### 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 برازش به روش حداقل مربعات ترسیم شد. بهترین تابع برای تبیین تغییرات طول وزن ماهی کیکا در ارتباط با وزن ماهی کیکا رابطه نمایی بود که برای جمعیت ماهی کیلکا و جنس نر و ماده قبل از برازش به ترتیب ($W=۰/۰۰۴۵L^{۲/۹۴۷}$) ، ($W=۰/۰۱۹۱L^{۲/۸۹۴۰}$) و ($W=۰/۰۰۷۶L^{۳/۱۵۴}$) بدست آمد و به روش رگرسیون غیرخطی بهینه شده به وسیله حداقل مربعات برای جمعیت، جنس نر و ماده ماهی کیلکا به ترتیب، ($W=۰/۰۰۵۷L^{۳/۲۲۴}$)، ($W=۰/۰۰۹۰L^{۳/۰۹۹۸}$) و ($W=۰/۰۱۴۲۰L^{۲/۹۸۶}$) محاسبه شد.



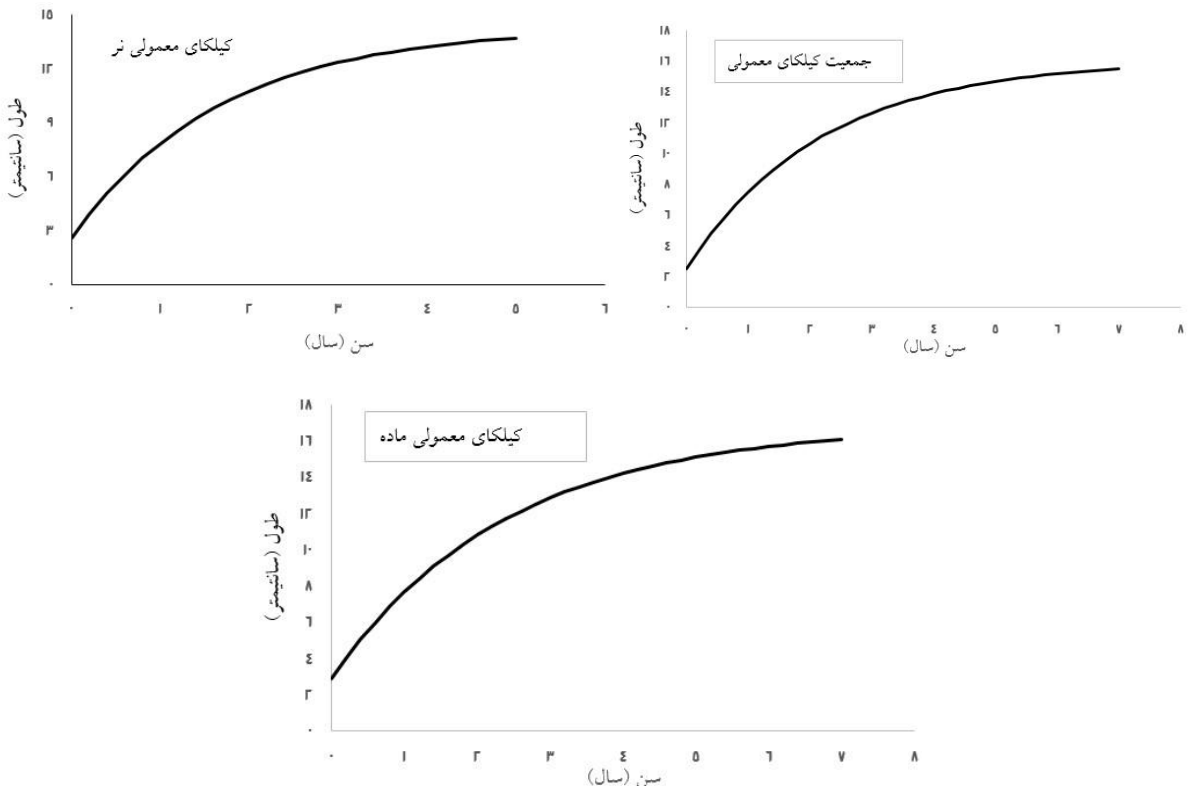

**شکل ۲: رابطه طول-وزن کیلکای، جنس نر، ماده و جمعیت در صیدگاه های استان گیلان**

### 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∞ برای ماهی کیلکا محاسبه شد. ضریب رشد سالانه K و طول بی نهایت L∞، برای جنس ماده کیلکا ترتیب ۰/۴۲ در سال و ۱۶/۸ سانتیمتر، برای جنس نر به به تریب ۰/۶۰ سال و ۱۴/۲۵ سانتیمتر و برای جمعیت به ترتیب۰/۴۶ درسال و ۶۴/۱۶ ۱۶/۰۲سانتیمتر بدست آمد



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]




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

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، ۰/۴۵ در سال و ۱۶/۴۷ برای جنس نر به ترتیب ۰/۶۲ در سال و ۱۳/۹۵ سانتیمتر در سال و برای جمعیت به تریب ۰/۴۸ در سال و ۱۵/۸۵ سانتیمتر بدست آمد.

میزان سن بی نهایت برای جنس ماده، نر و جمعیت به ترتیب،۵/۸، ۳/۷۷ و ۵/۱۷ سال بدست آمد. عدد فای پریم مونرو $\Phi$ برای جنس نر، ماده و جمعیت کیلکا به ترتیب، ۲/۰۷، ۲/۰۸ و ۲/۰۷ بدست آمد.

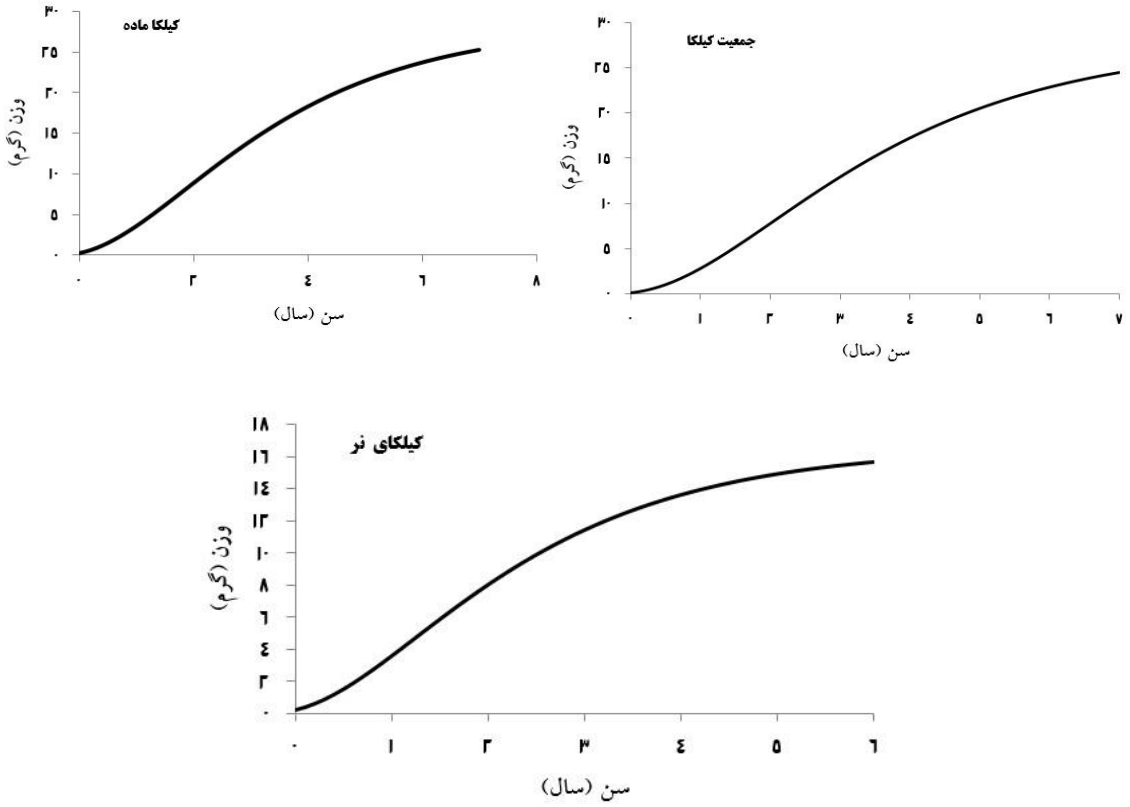
**رابطه وزن-سن**

میزان وزن بی نهایت به ترتیب برای جنس ماده، نر و جمعیت کیلکای معمولی به ترتیب، ۲۸/۳۸ ، ۱۶/۵۸ و ۲۴/۴۲ 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 تغییران 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 کیلگای نر به تدریج کاسته می گردد تا نهایتا بعد از سن ۵ سلگی 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 نهایتا در سن ۷ ساگی به یک مجانب متهی می گردد. هر چند که در این سن نیز یگ خط مماس کامل دیده نمی شود و تغییرات بسیار بطئ و کند وزن به سن ادامه دارد (شکل ۷).



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]



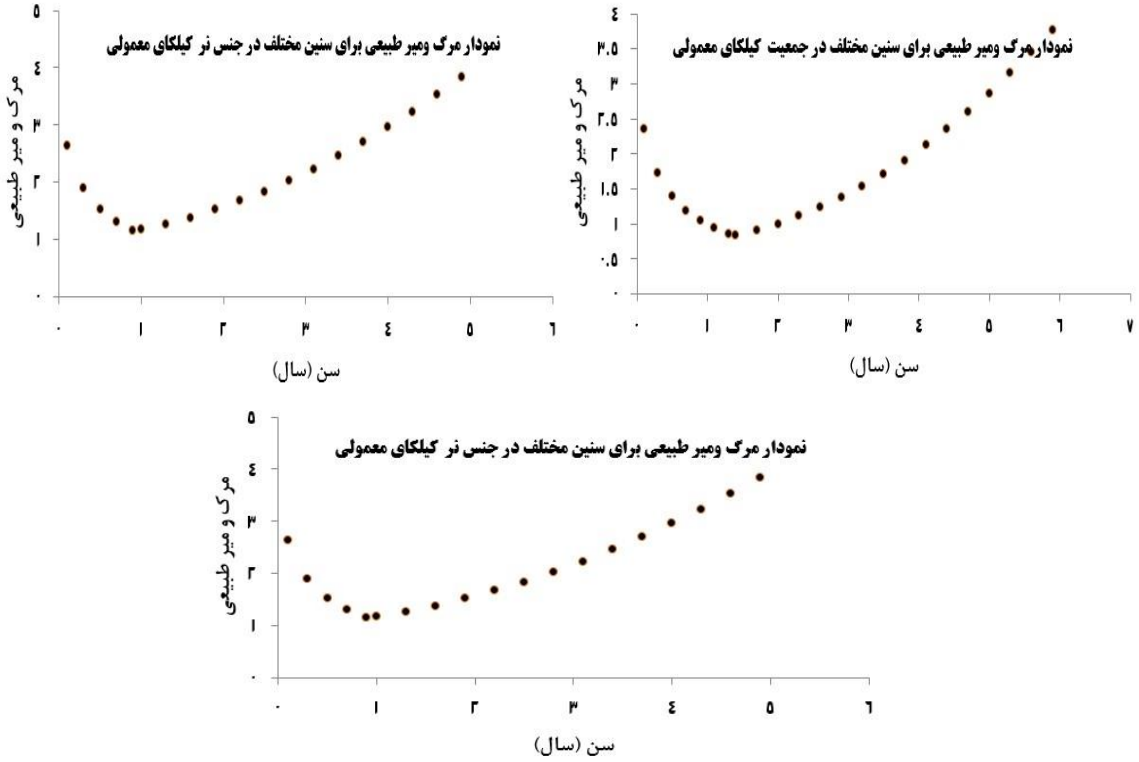

**شکل ۴: رابطه وزن-سن برای جنس نر، ماده و جمعیت کیلکای معمولی درصیدگاه های استان گیلان**

**مرگ و میر**

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



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]

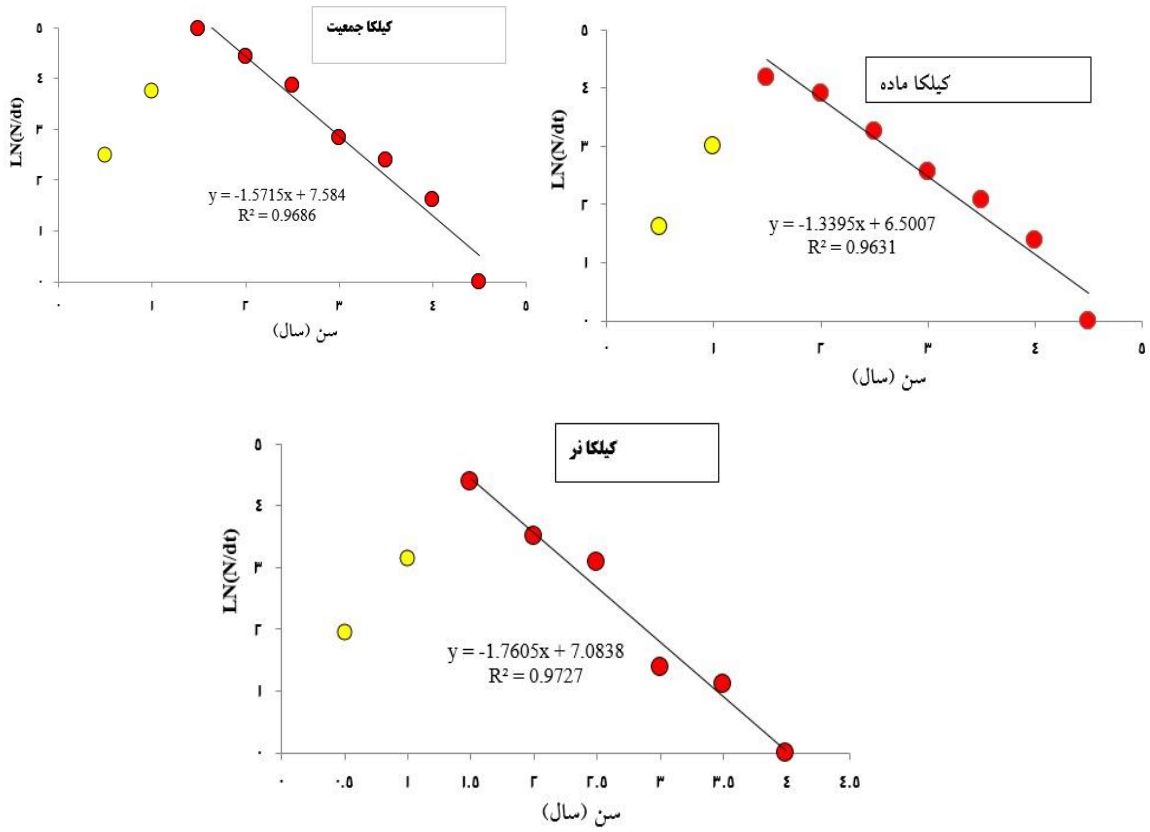



**شکل ۵: مرگ و میر طبیعی برای جنس نر، ماده و کل در آب های استان گیلان در زمان مورد مطالعه**

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).



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]




**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

در این مطالعه ضرایب طول-وزن برای ماهی سفید کیلکا برآورد شد. میزان ضرایب a و b بعد از برآورد به روش حداقل مربعات برازش گردید. میزان شیب خط رابطه طول-وزن ماهی سفید در این مطالعه بین دامنه ۲/۵ و ۳/۵ 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 گزارش‌شده در دیگر مطالعات اکوسیستم دریای کاسپین است. این نتایج تأیید می‌کند که رشد کیلکا تابعی از شرایط محیطی و منابع غذایی در دسترس است. همچنین، مقادیر وزن بی‌نهایت (W∞) به‌دست‌آمده با استفاده از رابطه وزن-سن نشان داد که جنس ماده دارای پتانسیل بیشتری برای ذخیره انرژی و تولیدمثل در مقایسه با جنس نر است.

رشد کیلکا ماهیان (Clupeonella spp.) در دریای خزر، به‌ویژه در سواحل جنوب غربی گیلان، به‌شدت تحت تأثیر تغییرات زیست‌محیطی و فشارهای انسانی قرار گرفته است. مطالعات قبلی نشان می‌دهند که مدل رشد فون برتالانفی (von Bertalanffy Growth Model) به‌طور گسترده برای تخمین رشد این گونه استفاده شده است. در دهه 1990، طول نهایی (L∞) این ماهیان بین 12 تا 16 سانتی‌متر گزارش شد، اما مطالعات اخیر کاهش این مقدار به حدود 10 تا 14 سانتی‌متر را نشان می‌دهند ( Ivanov & Rozengart, 2016؛ CEP, 2002). 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).



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]

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، ۰/۴۵ در سال و ۱۶/۴۷ برای جنس نر به ترتیب ۰/۶۲ در سال و ۱۳/۹۵ سانتیمتر در سال و برای جمعیت به تریب ۰/۴۸ در سال و ۱۵/۸۵ سانتیمتر بدست آمد.

علت تغییراتی که در پارامترهای طول بی نهایت و ضریب رشد دیده شده در این مطالعه با مطالعات دیگر دیده می شود میتواند تفاوت در شرایط محیطی متفاوت هر منطقه باشد. عدد فای پریم مونرو $\phi$ برای جنس نر، ماده و جمعیت کیلکا به ترتیب، ۲/۰۷، ۲/۰۸ و ۲/۰۷ بدست آمد. مقایسه عدد فای پریم مونرو با مطالعات دیگر نشان داد که عدد فای پریم منورو 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 پریم های $\phi$ بدست آمده در مطالعات دیگر یک توزیع نرمال تشکیل داد که بیانگر دقت و صحت پارامترهای بدست آمده در این مطالعه بود (Izadi et al, 2021). استفاده از شاخص فای پرایم مونرو به منظورت عیین 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 می تواند در مطالعات آینده استفاده گردد.

پارامترهای رشد تحت تأثیر درجه حرارت قرار می‌گیرند (Jones, 1999). به دلیل اثر گذاری شرایط محیطی نظیر 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 به‌طور لگاریتمی با افزایش دمای آب افزایش می‌یابد و در طرف دیگر از میزان طول بی‌نهایت کاسته می‌شود، هر چند که کاهش طول بی‌نهایت به نسبت کم‌تر از افزایش ضریب رشد است (Sparre and Venema, 1998). مقادیر این پارامترها حتی در یک منطقه‌ی واحد نیز ممکن است به دلیل تغییرات محیطی 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 جنس های مختلف برای ماهی سفید تفاوت معنی دار زیادی دیده می شود بطوریکه که میزان مرگ و میر طبیعی در سن ۳ سال بین برای جنس نر تا دو برابر جنس ماده می باشد(Rezaei, 2024). ممکن است علت تفاوت در توزع فراوانی طولی بین دو جنس تفاوت در میزان مرگ و میر طبیعی در سنین و اندازه های طولی مختلف باشد. همچنین در ماهی کیلکا مهاجرت های تولید مثلی دیده می شود. این مهاجرت های تولید مثلی نیز ممکن است سبب تغییر در میزان مرگ و میر صیادی در بین دامنه های مختلف طولی در بین دو جنس گردد که می تواند 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 می یابد و بعد از ۶ سالگی آهنگ رشد بسیار بطئی می گردد تا سرانجام به یک مجانب دست یابد. الگوی تغییرات طول به سن ماهی کیلکا در این مطالعه با الگوی رشد بدست آمده در مطالعات گذشته در این منطقه تقریبا مطابقت دارد (Fazli, et al, 2007, 2020, 2021).

میزان وزن بی نهایت به ترتیب برای جنس ماده، نر و جمعیت کیلکای معمولی به ترتیب، ۲۸/۳۸ ، ۱۶/۵۸ و ۲۴/۴۲ گرم بدست آمد. رابطه تغییرات وزن به سن ماهی کیلکا در آب های استان گیلان بیانگر یک رابطه سیگموییدی یا لجستیک بود منحنی وزن-سن برای ماهی کیلکابیانگر این بود که در این گونه ابتدا تغییرات وزن نسبت به سن آهسته می باشد، اما بعد از ۲ سالگی سرعت تغییرات وزن نسبت به سن ماهی افزایش می یابد، و بعد از۶ سالگی دوباره شیب تغییرات وزن نسبت به سن روند کاهشی به خود می گیرد. رابطه وزن-سن نقش مهمی در



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]

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 نسبتا آهسته و طولانی عمر بودن نسبی ماهی کیلکا بود.

کاهش شدید در ذخایر کیلکا طی دهه‌های اخیر، به‌ویژه در شرایط افزایش آلودگی‌های محیطی و تغییرات اقلیمی، نشان‌دهنده اهمیت مدیریت جامع ذخایر این گونه است. نتایج این تحقیق می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای پیش‌بینی و برنامه‌ریزی در مدیریت صید و حفاظت از ذخایر کیلکا مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس شاخص‌های به‌دست‌آمده، پیشنهاد می‌شود که بازنگری در سیاست‌های صیادی و اعمال محدودیت‌های زمانی و مکانی برای صید این گونه اجرا شود.

مطالعه حاضر نشان داد که رشد و مرگ‌ومیر کیلکا تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی و فشار صیادی است. بنابراین، برای حفظ ذخایر این گونه در دریای کاسپین، نیاز به برنامه‌ریزی و اجرای مدل‌های مدیریت پایدار وجود دارد. این مدل‌ها باید بر اساس داده‌های سالانه رشد و مرگ‌ومیر طراحی شده و سیاست‌های کاهش فشار صیادی و بهبود کیفیت زیستگاه‌ها را شامل شوند.

## ۶| ملاحظات اخلاقی

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

## EFERENCES


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

Gayanilo, 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




[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]

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 ilegal) and stock enhancement (fingerling releasing) by DB-SRA (Depletionbased Stock Rreduction 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 به‌مقاله:**

خدمتی ک.، قلی زاده م.، فضلی ح.، رییسی ه. . بررسی رشد و مرگ و میر ماهی کیلکای معمولی در صیدگاه های استان گیلان جنوب دریای کاسپین. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی‌دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۳. ۱۲(۴): ۱۲-۱.

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.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]

**Journal of Applied Ichthyological Research Vol. 12, No 4, 01-12**
Print ISSN: 2423-6349
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

# Assessment of Growth and Mortality Parameters of Common Kilka (*Clupeonella cultriventris*) in the Southern Caspian Sea Fishing Grounds, Gilan Province

**Khedmati K[1]., Gholizadeh M[*2]., Fazli H[3]., Raisi H[4]**

[1]PhD Student in Fisheries, Fisheries Department, Gonbad University of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Iran,
[2]Associate Professor, Fisheries Department, Gonbad University of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Iran,
3Associate Professor, Sari Caspian Sea Ecology Research Center, Sari, Iran
[4]Assistant Professor, Fisheries Department, Gonbad University of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Iran

**Type:**
Original Research Paper

**Paper History:**

Received: 20-01-2025
Accepted: 04-02- 2025

**Corresponding author:**

Gholizadeh M. Fisheries Department, Gonbad University of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Iran.

**Email:**
Gholizade_mohammad@yahoo.com

## Abstract

This research was conducted to estimate the growth and mortality dynamics of the common kilka (*Clupeonella cultriventris*) 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 ± 0.21 cm, 11.47 ± 0.12 cm, and 13.34 ± 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 $yr^{-1}$, respectively. For females, $L\infty$ and K were calculated as 16.47 cm and 0.45 $yr^{-1}$, while for males, they were 13.95 cm and 0.62 $yr^{-1}$. 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 $yr^{-1}$ for males, 1.33 $yr^{-1}$ for females, and 1.57 $yr^{-1}$ 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.

**Keywords**: *Clupeonella cultriventris*, Caspian Sea, infinite length, growth factor

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-03 ]