

پویایی شناسی جمعیت کفال پوزه باریک (*Chelon saliens* (Risso, 1810)

در خلیج گرگان - جنوب شرق دریای خزر

چکیده

این مطالعه با هدف تعیین پارامترهای رشد و مرگومیر کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) انجام شد. ۴۴۲ نمونه از خرداد تا مهر دو سال متوالی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در منطقه خلیج گرگان به وسیله تور پره چشمه ریز صید گردید. از ۴۴۲ نمونه صید شده ۲۱۰ عدد نر و ۲۳۲ عدد ماده بودند. برای به دست آوردن پارامترهای رشد از روش گولاند و هولت و برای توزیع فراوانی از روش الفان و شفر در نرم افزار Fisat استفاده شد. رابطه نمایی طول-وزن مشاهداتی برای جنس نر $W=0.084TL^{3.018}$ و برای جنس ماده $W=0.10TL^{2.954}$ بدست آمد و به روش رگرسیون غیرخطی بهینه شده به وسیله حداقل مربعات بعد از برازش برای جنس نر $W=0.09TL^{2.987}$ و برای جنس ماده $W=0.13TL^{2.855}$ محاسبه گردید. در این بررسی دو کوهورت در جنس نر (با میانگین ۷/۳۴ و ۱۷/۰۶ سانتی‌متر) و سه کوهورت در جنس ماده (با میانگین ۶/۸۴، ۱۵/۲۸ و ۲۰/۷۶ سانتی‌متر) جداسازی شد. مقادیر K و L_{∞} بعد از برازش، برای جنس نر ۰/۲۷ در سال و ۳۲ سانتی‌متر و برای جنس ماده ۰/۲۲۵ در سال و ۳۴ سانتی‌متر محاسبه شد. میزان مرگ و میر به کمک متحنی خطی صید، برای جنس ماده ۱/۳۹ در سال و برای جنس نر ۱/۰۷ در سال بود. بطور کلی، این گونه در خلیج گرگان، دارای ویژگی‌های پویایی جمعیتی شبیه گونه‌های دارای استراتژی زیستی r می‌باشد.

واژگان کلیدی: *Chelon saliens*، سن، رشد، مرگ و میر، خلیج گرگان، دریای خزر.

حلیمه قوجق^۱

رحمان پاتیمار^{۲*}

هادی ریسی^۳

محمد قلی زاده^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۲. دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۳. استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

*مسئول مکاتبات:

rpattimar@gmail.com

کد مقاله: ۱۳۹۹۰۱۰۷۹۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۲

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی

ارشد است.

مقدمه

پویایی جمعیت به فرآیند دائمی جایگزینی به موقع نسل و تولید آن، که در واقع همان مقادیر رشد و مرگومیر است مربوط می‌شود که مطالعه پارامترهای رشد و مرگومیر یکی از زیرواحدهای بوم‌شناسی جمعیت و از مبانی اساسی زیست‌شناسی ذخایر ماهی است (Biswas, 1993). در کلیه روش‌های ارزیابی ذخایر از داده‌های سنی استفاده می‌شود که تخمین پارامترهای سن و رشد از مهم‌ترین ورودی‌های مدل‌های ارزیابی ذخایر برای ارزیابی آثار صید بر پویایی جمعیت می‌باشد (Pitcher and Hart, 1982). این پارامترها علاوه بر بیان تفاوت‌های جمعیتی در ویژگی‌های زیستی، بیانگر ویژگی‌های زیستگاه نیز هستند (Mann, 1991).

از آنجایی که توده‌ی یک ذخیره به وسیله‌ی رشد و بازگشت شیلاتی، افزایش و به وسیله مرگ و میر طبیعی و صیادی کاهش می‌یابد، مطالعه سن و رشد نمونه‌ها در یک جمعیت برای درک بیولوژی عمومی گونه‌ها و به‌خصوص پویایی جمعیت اساسی است. برای گونه‌هایی که در معرض بهره‌برداری قرار دارند، اطلاعات درمورد ساختار سنی برای تخمین نرخ مرگ و میر، تعیین سن صید و سن در اولین رسیدگی جنسی و نیز برای

ارزیابی ذخایر بنیادی می‌باشد. همچنین مطالعه پارامترهای رشد ماهیان یک جمعیت در مدیریت ذخایر و بوم‌شناسی کاربردی جمعیت هر گونه دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد (Mann, 1991).

بطور کلی شش گونه از کفال ماهیان در آب‌های ایران وجود دارد. دو گونه در آب‌های دریای خزر شامل گونه‌های غیربومی کفال پوزه باریک (*C. saliens*) و کفال طلایی (*Chelon auratus*)، دو گونه بومی در آب‌های جنوب شامل کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) و کفال بیه (*Planiliza abu*) و دو گونه در آب‌های لب‌شور رودخانه‌ای شامل کفال دم‌مربعی (*Ellochelon vaigiensis*) و کفال پشت سبز (*C. subviridis*) (Coad, 2017).

کفال پوزه باریک (*C. saliens*) گونه‌ای با ارزش اقتصادی و غیربومی در دریای خزر است، که در سن ۳ یا ۴ سالگی به بلوغ جنسی می‌رسد (عباسی و همکاران، ۱۳۷۸). این گونه متعلق به خانواده کفال ماهیان (*Mugilidae*) بوده و طی سال‌های ۱۳۱۳-۱۳۰۹ حدود ۳ میلیون عدد بچه ماهی کفال از سه گونه کفال طلایی، پوزه باریک و خاکستری از دریای سیاه به دریای خزر رهاسازی شدند که پیوند دو گونه کفال طلایی و پوزه‌باریک با موفقیت همراه بود و در کمتر از ۱۰ سال به خوبی با شرایط اکولوژیکی دریای خزر سازگار شده و از پراکنش خوبی برخوردار گردیدند (اصلاح پرویز، ۱۳۷۰). این گونه به مناطق مصبی و پائین دست رودخانه‌های منتهی به دریای خزر نیز وارد می‌شود لذا جزو تنوع زیستی گونه‌های ماهیان آب شیرین رودخانه‌ها بحساب می‌آید (Jouladeh-Roudbar et al., 2020).

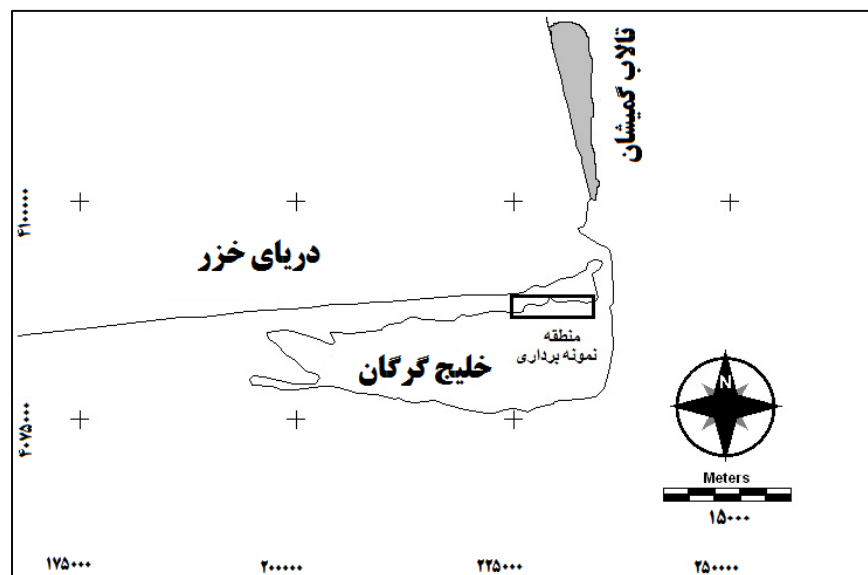
علیرغم فراوانی نسبتاً بالای این گونه در بخش‌های مختلف خزر جنوبی مطالعات محدودی بر روی این گونه انجام شده است. یوسفیان و همکاران (۱۳۸۲) مطالعه‌ای روی رشد تخمک در ماهی کفال پوزه باریک نیز نشان دادند که رشد تخمدان کفال پوزه باریک در جنوب دریای خزر، مراحل یک تا سه در ماه‌های شهریور تا اردیبهشت مرحله چهار در ماه‌های خرداد و اوایل تیر و مرحله پنج طی ماه‌های تیر و مرداد مشاهده می‌شود و ماهی در شهریور در مرحله ششم (تخم ریخته) به سر می‌برد. فضلی و غنی‌نژاد (۱۳۸۳) تحقیقی روی میانگین طولی کفال پوزه باریک انجام دادند که نشان داد میانگین‌های استان گلستان و گیلان، تفاوت چشمگیری را با میانگین استان مازندران نشان نمی‌دهد و نتیجه گیری نموده‌اند که علل اصلی بهبود نسبی میانگین طولی و وزنی کفال ماهیان صید شده در سواحل دریای خزر حذف روش صید دام‌گستر و جایگزینی صید پره ساحلی گردان می‌باشد. بر طبق مطالعات Patimar (۲۰۰۶) می‌توان کاهش میزان صید گونه کفال پوزه باریک در سال جاری نسبت به سال‌های پیشین را می‌توان به عوامل چندی از جمله سردتر شدن آب، دمای محیط و شرایط نامساعد زیستی منتسب دانست. نعمت‌پسند و همکاران (۱۳۹۳) مطالعه ای روی صفات مریستیک و مورفومتریکی کفال پوزه باریک در ساحل انزلی انجام دادند. در این پژوهش بررسی مقایسه‌ای صفات شمارشی بین دو جنس نر و ماده نشان داد که از نظر صفات مریستیکی بین دو جنس نر و ماده در منطقه مطالعاتی در هیچ یک از ده صفت شمارشی اختلافی وجود ندارد. اما از بررسی مقایسه ای ۴۵ اندازه گیری سنجشی بین دو جنس نر و ماده آشکار گردید که از نظر برخی از ویژگی‌ها اختلاف بارزی وجود دارد. امینیان‌فتیده و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی برخی شاخص‌های زیستی ماهی کفال پوزه باریک در صیدگاه بخش‌های دریایی میانکاله دریای خزر پرداختند و نشان دادند که در صید ماهی کفال پوزه باریک گروه‌های سنی ۲ و ۳ سال، نسبت به سال‌های گذشته افزایش داشته است و در گروه‌های سنی ۴، ۵ و ۶ سال کاهش چشمگیری نشان می‌دهد. علاوه بر بررسی زیست‌شناختی فوق، مطالعات محدود دیگری بر برخی دیگر ویژگی‌های این گونه در خزر جنوبی انجام شده است. Naderi و همکاران (۲۰۱۷) ویژگی ژنتیکی این گونه از خزر جنوبی در مقایسه با جمعیت بومی آن در دریای اژه بررسی کرده‌اند.

با توجه به پراکنش این گونه در حوزه مدیترانه-سیاه مطالعاتی نیز در این منطقه انجام شده است. Cardona (a) (۱۹۹۹) در بررسی خود با عنوان سن و رشد کفال پوزه باریک در مینورکا اسپانیا ترکیب سنی را بین ۶-۰ سال به دست آورد و در ماه مرداد نمونه‌های ۴ ساله بیشترین شاخص گنادی را داشتند و ۹۵/۴ درصد گنادها رسیده بودند، در حالیکه این شاخص در نمونه های ۲ ساله در ماه مرداد بسیار کوچک بودند و تغییر کلی در

سال نداشتند. همچنین Katselis و همکاران (2002) در مطالعه‌ی سن و رشد کفال پوزه باریک در غرب یونان حداکثر سن برای این گونه در این تالاب برای جنس نر ۵ سال و برای جنس ماده ۶ سال است. الگوی رشد نیز از نوع آلومتریکی مثبت گزارش کردند. از آنجایی که بیشترین تحقیقات انجام شده بر روی کفال ماهیان دریای خزر، بر روی گونه کفال طلایی (*Chelon aurata*) بخاطر ارزش اقتصادی بالاتر متمرکز شده است، گونه کفال پوزه باریک کمتر مورد توجه محققین و سازمان‌های ذیربط بهره‌برداری آبزیان دریای خزر قرار گرفته است. خلیج گرگان بعنوان بخشی از مجموعه منطقه حفاظت شده میانکاله و تغییرات وسیع در ویژگی‌های بوم شناختی و گستره سواحل آن در سال‌های اخیر دارای ارزش اکولوژیکی بالایی می‌باشد (Gholizadeh and Patimar, 2018; Gharibreza et al., 2018; Rezaei et al., 2019) و از طرف دیگر وجود برخی فلزات سنگین در رسوب و بافت بدنی برخی ماهیان زیست‌مند خلیج گرگان اثبات شده است (Omidi et al., 2020) هرگونه مطالعه بر روی زیست‌مندگان منطقه حفاظت شده، اهمیت بالایی دارد. لذا هدف تحقیق حاضر تعیین پارامترهای رشد بعنوان اصلی‌ترین پارامتر پویایی جهت ارائه الگوهای رشد جمعیت منطقه ای کفال پوزه باریک در آب‌های جنوب شرقی دریای خزر- خلیج گرگان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

با توجه به وسعت بزرگ خلیج گرگان (حدود ۴۰۰ کیلومترمربع) و امکانات دسترسی، منطقه نمونه برداری به سواحل شمالی خلیج محدود شده است (شکل ۱). در این مطالعه، ۴۲۲ عدد ماهی کفال پوزه باریک بوسیله تور پره ریز چشمه در طول دو سال از خرداد تا مهر ۹۵ و ۹۶ (دوره تولیدمثلی و هجوم این گونه به مناطق ساحلی برای تخم‌ریزی) نمونه‌برداری شد. صید ماهیان بوسیله تور پره چشمه ریز انجام شد. از کل ماهیان صید شده، ماهیان کفال پوزه باریک جداسازی و در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل و بیومتری شدند. طول کل، چنگالی و استاندارد آن‌ها بوسیله تخته بیومتری و وزن آن‌ها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری و ثبت شد. سن همه نمونه‌ها هم از روی سرپوش برانشی و فلس تعیین گردید.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه نمونه برداری کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۶-۱۳۹۵).

برای تعیین طبقات طولی از فرمول استورجس استفاده شد (Sturges, 1926) و نمودار فراوانی طولی رسم گردید (رابطه ۱).

$$C = R/K$$

$$R = (\text{Max} - \text{Min}) + 1$$

$$K = 1 + 3.3 \log n$$

رابطه ۱:

که در آن n تعداد نمونه‌ها، k تعداد دسته و C فاصله طبقات می‌باشد. فراوانی طبقات طولی n و ماه با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف سنجش گردید.

رابطه طول و وزن برای هر گونه ماهی با استفاده از رابطه زیر (۲) محاسبه شد (Froese, 2006):

$$W = aL^b$$

رابطه ۲:

در این معادله W وزن، a عرض از مبدأ، L طول کل و b شیب خط می‌باشد. با استفاده از روش حداقل مربعات باقی مانده‌ها برای ضرایب a و b مقادیر بهینه از طریق رابطه ۳ بدست آمد (Haddon, 2011).

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

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

رابطه ۳:

SSQ مجموع مربعات باقی مانده‌ها است. یکی از معیارهای مورد استفاده برای برازش، روش حداقل مربعات است. وجه تسمیه این روش این است که به دنبال مقادیری از پارامترها است که مربع اختلافات بین داده‌های مشاهده شده و پیش بینی‌های مدل و مقادیر پارامترهای خاص را به حداقل برساند (Haddon, 2011).

تعیین سن با استفاده از بافت‌های سخت بدن و آنالیز ترکیب طولی و روش پترسن در نرم افزار FiSAT انجام شد. رشد از طریق برازش تابع رشد فون برتالانی براساس داده‌های گروه‌های سنی و فراوانی طولی مورد بررسی قرار گرفت. معادله رشد فون برتالانی به صورت زیر (رابطه ۴) تعریف می‌شود (Sparre and Venema, 1998).

$$L_t = L_{\infty}(1 - \exp(-K(t - t_0))) \quad \text{رابطه ۴:}$$

طبق این معادله $L(t)$ طول ماهی در زمان سن (t) و L_{∞} حداکثر طولی است که یک آبی می‌تواند به آن برسد. 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 آبی مطرح می‌شود و نشان دهنده آهنگ رسیدن ماهی به طول بی-نهایت (L_{∞}) است.

هم‌چنین به منظور محاسبه t_0 از فرمول تجربی پائولی (رابطه ۵) استفاده گردید (Pauly, 1983):

$$\text{Log}(-t_0) = -0/3922 - 0/2752 \text{ Log } L_{\infty} - 1/038 \text{ Log } K \quad \text{رابطه ۵:}$$

برای مقایسه پارامترهای رشد برآورد شده با سایر نتایج بر روی این گونه یا گونه‌های مشابه در سایر مناطق از آزمون فای پریم به شرح زیر (رابطه ۶) استفاده شد (Gayanilo and Pauly, 1997):

$$\phi = \log K + \log L_{\infty} \quad \text{رابطه ۶:}$$

مقدار L_{∞} و K براساس فراوانی طولی در نرم‌افزار FiSAT II به روش الفان و اسکن- k برآورد شد (Gayanilo and Pauly, 1997).

مقدار t_0 از طریق معادله Pauly (۱۹۸۰) (رابطه ۷) برآورد شد:

$$\log(-t_0) = -0/03922 - 0/2752 \log L_{\infty} - 1/038 \log K \quad \text{رابطه ۷:}$$

برای جدا کردن گروه‌های همزاد از روش باتاچاریا استفاده شد. در این روش بیشتر از چشم و سایر داده‌های رشد مانند حداکثر سن استفاده می‌کنند. باید توجه داشت برای صحت انجام جداسازی گروه‌های همزاد باید شاخص جداسازی (Separation Index) بزرگتر از دو باشد (Sparre and Venema, 1998).

برای برآورد مرگ و میر طبیعی (M) از فرمول تجربی پائولی (رابطه ۸) استفاده شد:

$$\text{Log } M = 0/0066 - 0/279 \text{ Log } L_{\infty} + 0/6543 \text{ Log } K + 0/4634 \text{ Log } T \quad \text{رابطه ۸:}$$

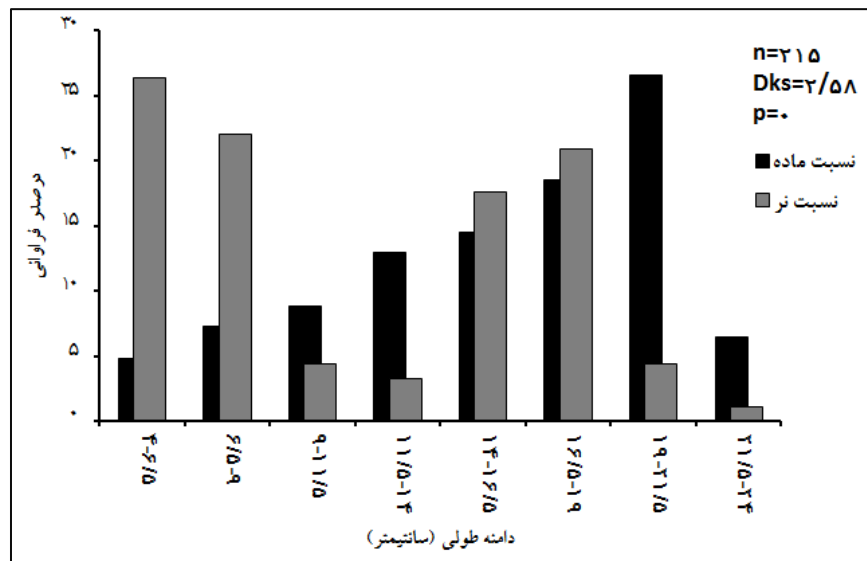
ضریب مرگ و میر کل (Z) از طریق روش ترسیمی منحنی صید (Catch curve) به دست آمد. مرگ و میر صیادی (F) و ضریب بهره‌برداری (E) نیز از طریق روابط ۸ و ۹ محاسبه شدند (Pauly, 1983):

$$F = Z - M \quad \text{رابطه ۸:}$$

$$E = F/Z \quad \text{رابطه ۹:}$$

نتایج

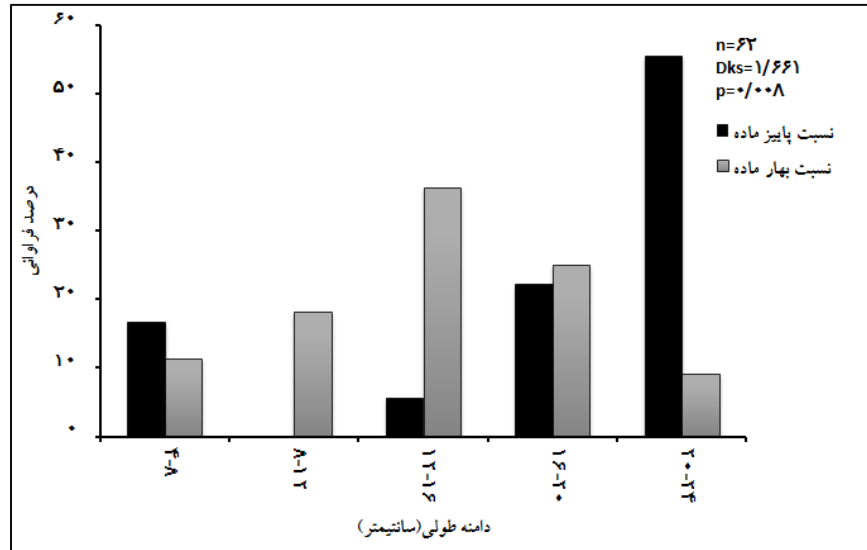
توزیع فراوانی طولی برای این گونه به تفکیک جنسیت به دست آمده است و بیشترین فراوانی طولی مربوط به جنس نر مربوط به دامنه طولی ۴-۵ سانتی متر و برای جنس ماده ۱۹-۲۱/۵ سانتی متر محاسبه شد. نتایج نشان داد که توزیع فراوانی طولی بین جنس نر و ماده دارای تفاوت معنی داری است ($P < 0.05$). مقایسه بین فصول هم نشان داد که به استثناء فصل تابستان و پاییز، در بقیه فصول فراوانی نر و ماده تفاوت معنی دار آماری نشان داد ($P > 0.05$) (شکل های ۲-۸).



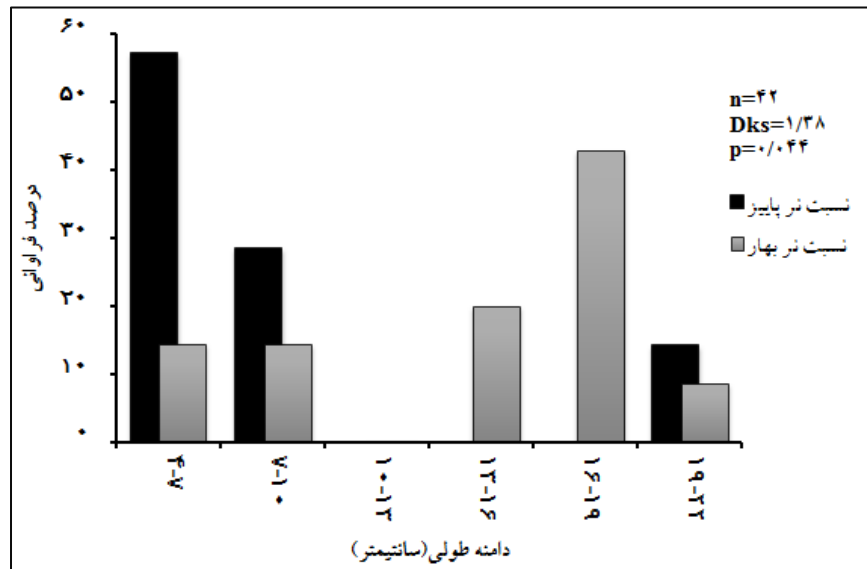
شکل ۲: مقایسه توزیع فراوانی طولی برای گونه ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در بهار و تابستان ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به تفکیک جنسیت در خلیج گرگان.

رابطه طول و وزن مشاهداتی برای جنس نر $W=0.0084TL^{3.018}$ و برای جنس ماده $W=0.010TL^{2.954}$ بدست آمد و به روش رگرسیون غیرخطی بهینه شده به وسیله حداقل مربعات بعد از برازش برای جنس نر $W=0.009TL^{2.987}$ و برای جنس ماده $W=0.013TL^{2.855}$ می باشد (شکل های ۹ و ۱۰). بنابراین الگوی رشد در هر دو جنس نر و ماده از نوع آلومتریک منفی می باشد.

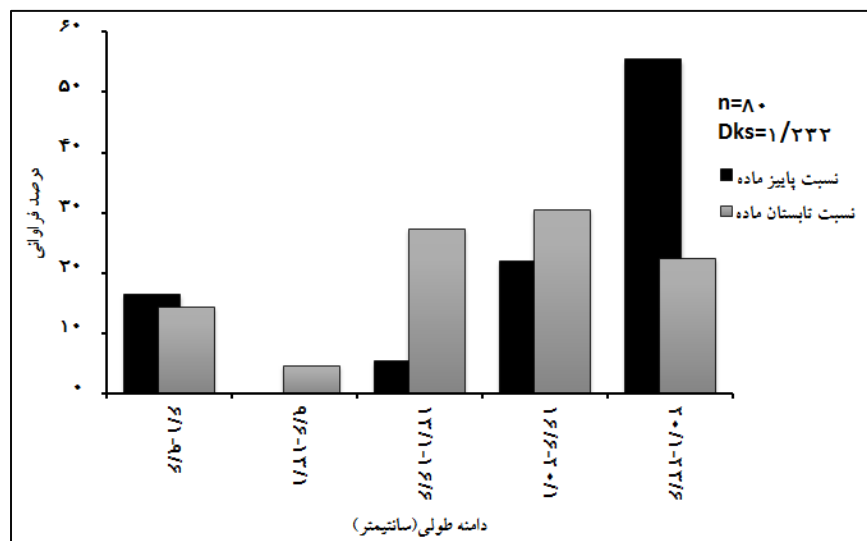
نتایج حاصل از ارتباط گستره طولی با سن ماهی کفال پوزه باریک بر حسب برازش دو مدل تعیین سن و توزیع فراوانی طولی (شکل های ۱۱ و ۱۲) نشان داد که افزایش طول این گونه بر حسب تعیین سن در جنس نر تا ۶ سالگی و در جنس ماده تا ۸ سالگی به طور قابل ملاحظه ای بود. این میزان بر حسب توزیع فراوانی طولی در جنس نر تا ۸ سالگی و در جنس ماده تا ۳ سالگی بود. معادله رشد فون برتلانفی برای نرها $L(t)=32[1-\exp(-0.27(t+0.60))]$ و ماده ها $L(t)=34[1-\exp(-0.234(t+0.69))]$ بدست آمد.



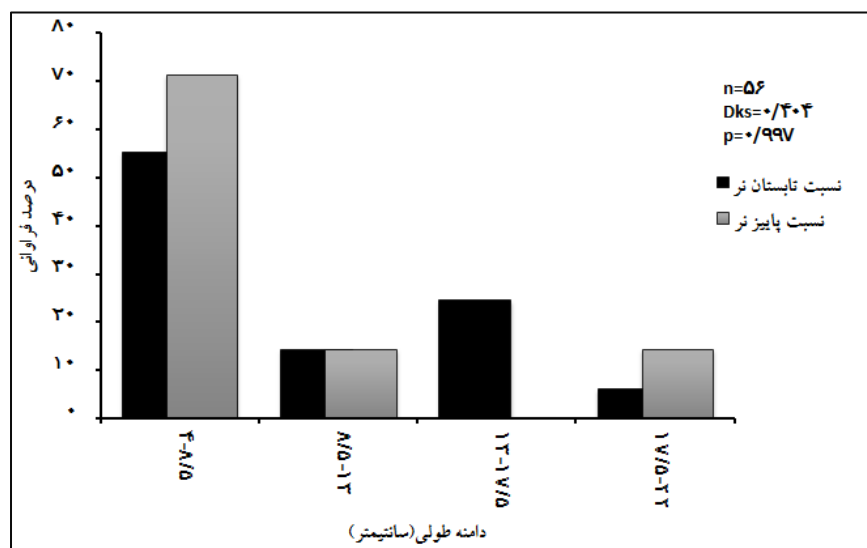
شکل ۳: مقایسه توزیع فراوانی طولی جنس ماده گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) بین فصول پاییز-بهار ۹۵ و ۹۶ در خلیج گرگان.



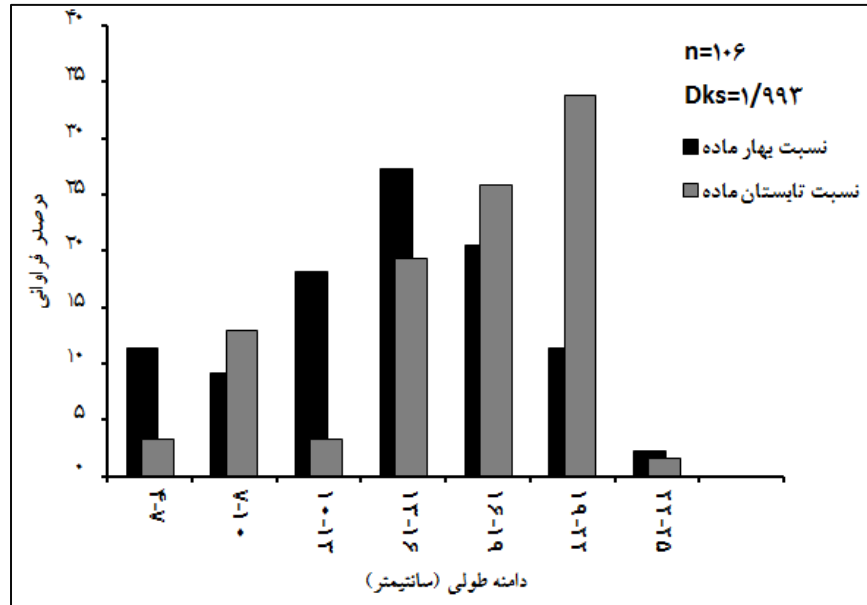
شکل ۴: مقایسه توزیع فراوانی طولی جنس نر گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) بین فصول پاییز-بهار ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در خلیج گرگان.



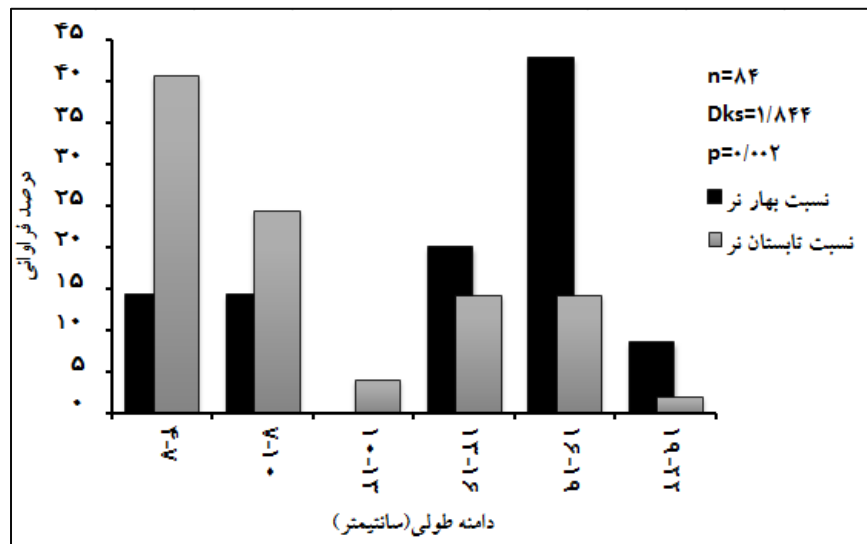
شکل ۵: مقایسه توزیع فراوانی طولی جنس ماده گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) بین فصول تابستان- پاییز ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در خلیج گرگان.



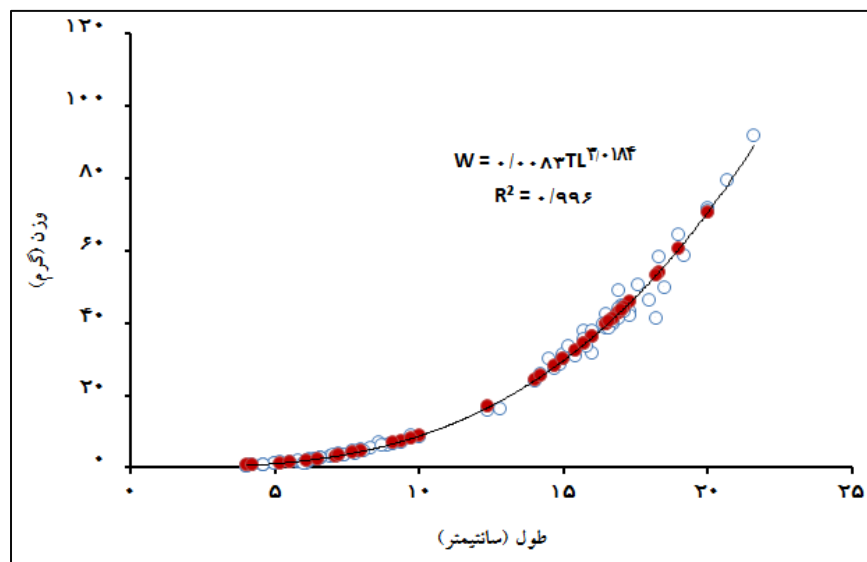
شکل ۶: مقایسه توزیع فراوانی طولی جنس نر گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) بین فصول تابستان-پاییز ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در خلیج گرگان.



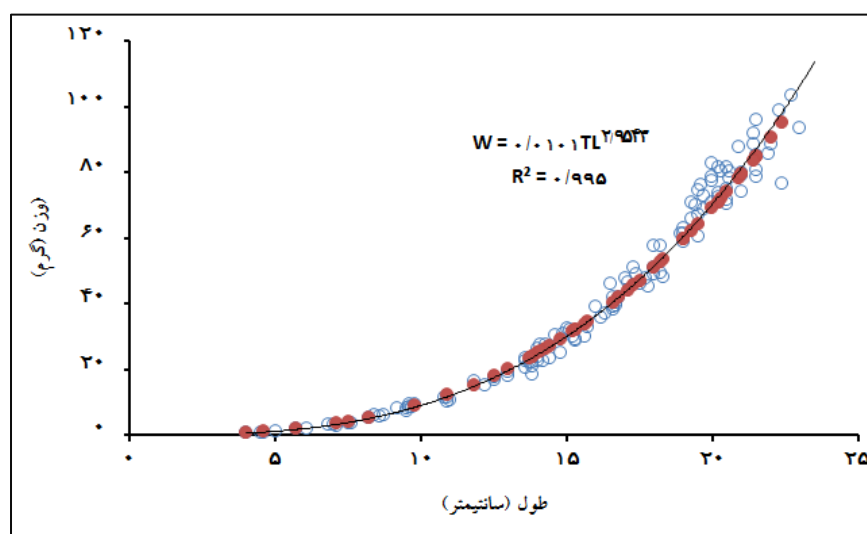
شکل ۷: مقایسه توزیع فراوانی طولی جنس ماده گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) بین فصول تابستان-بهار ۹۵ و ۹۶ در خلیج گرگان.



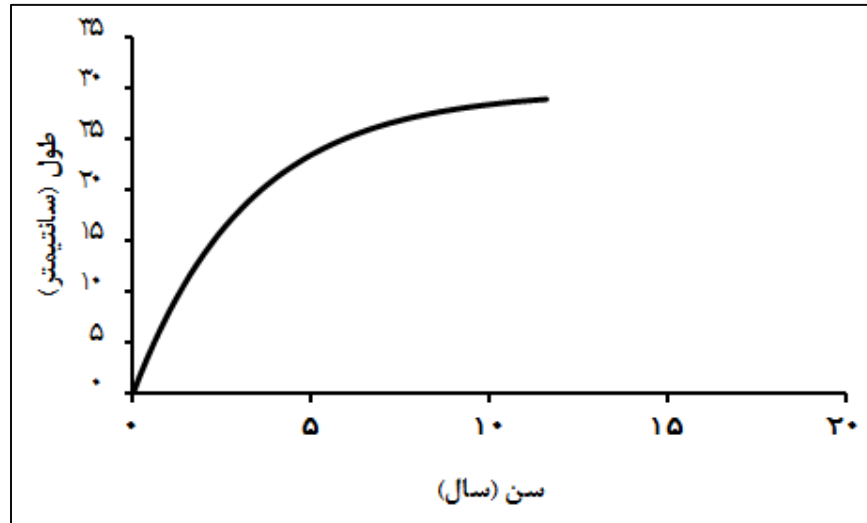
شکل ۸: مقایسه توزیع فراوانی طولی جنس نر گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) بین فصول تابستان-بهار ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در خلیج گرگان.



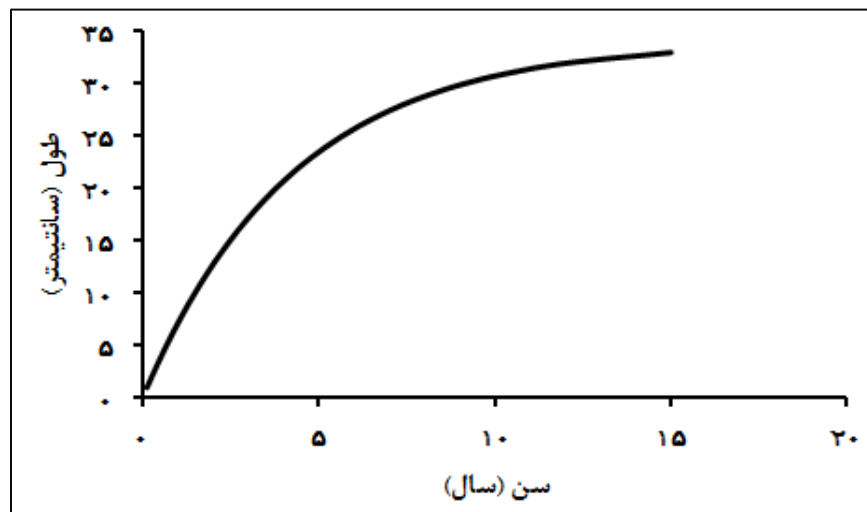
شکل ۹: رابطه طول کل- وزن جنس نر گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).



شکل ۱۰: رابطه طول کل- وزن جنس ماده گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۶-۱۳۹۵).

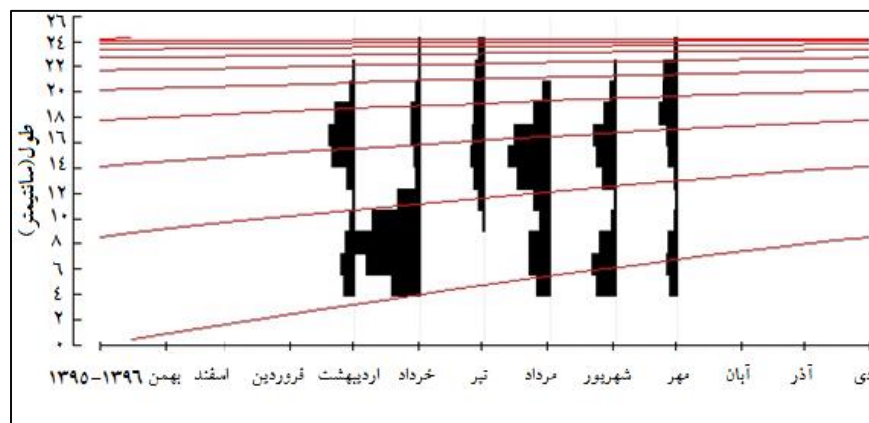


شکل ۱۱: رابطه طول- سن برازش شده‌ی دو مدل تعیین سن و توزیع فراوانی طولی جنس نر گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

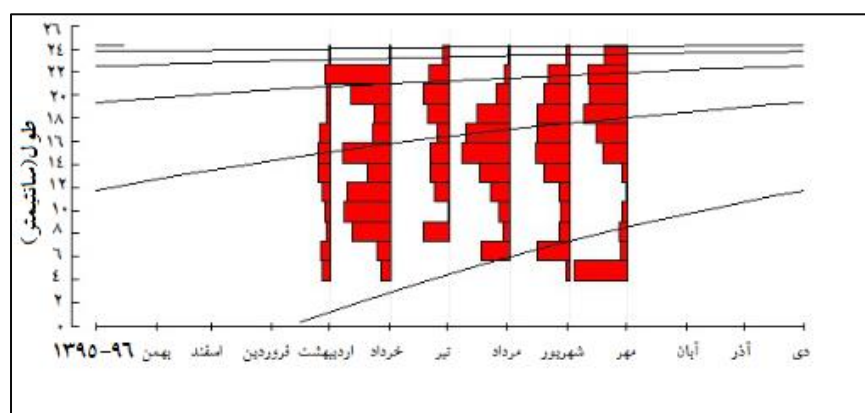


شکل ۱۲: رابطه طول- سن برازش شده‌ی دو مدل تعیین سن و توزیع فراوانی طولی جنس ماده گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

با در نظر گرفتن فراوانی‌های طولی مشاهده شده و پارامترهای رشد محاسبه شده، منحنی رشد گروه‌های همزاد طولی در ماه‌های مختلف برای هر جنس رسم شد (شکل‌های ۱۳ و ۱۴).

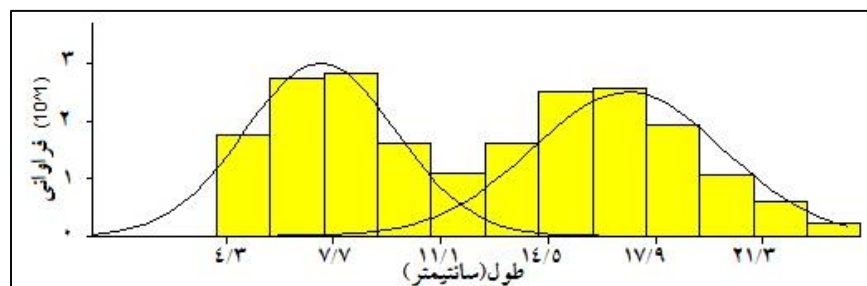


شکل ۱۳: منحنی رشد گروه‌های همزاد جنس نر گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

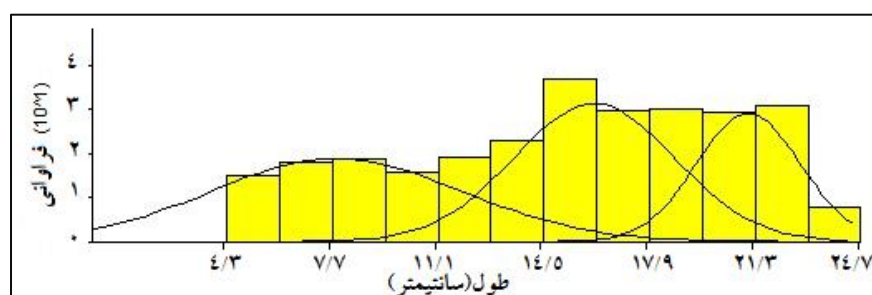


شکل ۱۴: منحنی رشد گروه‌های همزاد جنس ماده گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

با بکارگیری روش باتاچاریا و ترسیم منحنی توزیع فراوانی طولی گروه‌های همزاد تفکیک شده در طی تحقیق دوره ی دو ساله، دو گروه همزاد برای جنس نر و سه گروه همزاد برای جنس ماده شناسایی شد (شکل‌های ۱۵ و ۱۶).



شکل ۱۵: نمودار توزیع فراوانی طولی گروه‌های همزاد جداسازی شده جنس نر گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).



شکل ۱۶: نمودار توزیع فراوانی طولی گروه‌های همزاد جداسازی شده جنس ماده گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

میانگین و انحراف معیار هر کدام از کوهورت‌های جدا شده در هر فصل برای دو جنس نر و ماده بدست آمد (جدول ۱ و ۲).

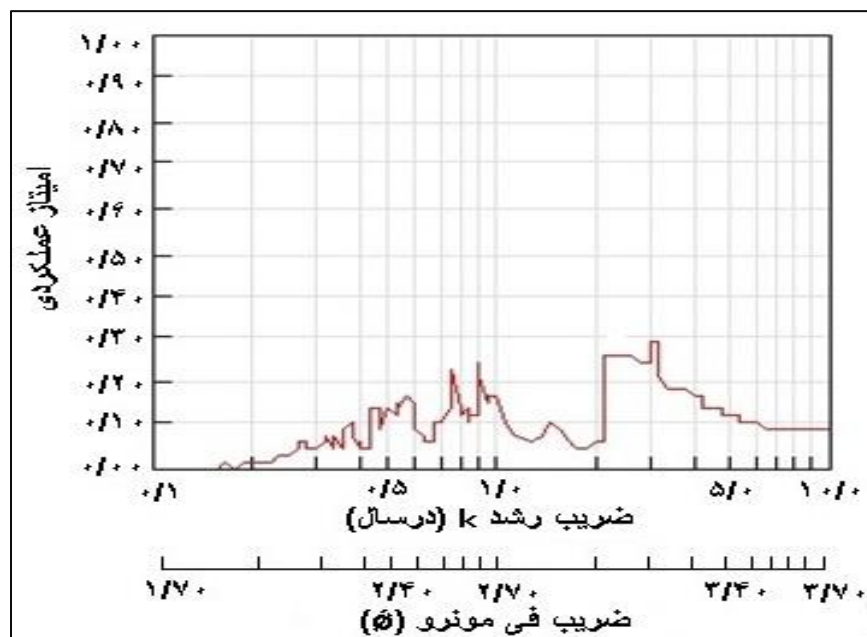
جدول ۱: میانگین و انحراف معیار کوهورت‌های جدا شده از جنس نر گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

گروه	میانگین کوهورت (سانتی‌متر)	انحراف معیار	فصل
۱	۷/۳۴	۲/۳۹۰	کل فصول
۲	۱۷/۰۶	۳/۰۲۰	کل فصول
۱	۷/۸۵	۲/۵۰۰	بهار
۲	۱۷/۱۰	۱/۷۸۰	بهار
۱	۶/۷۶	۲/۲۶۰	تابستان
۲	۱۶/۳۱	۲/۸۶۰	تابستان
۱	۶/۷۳	۲/۰۱۰	پاییز
۲	۱۸/۴۱	۲/۷۱۰	پاییز

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار کوهورت‌های جدا شده از جنس ماده گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

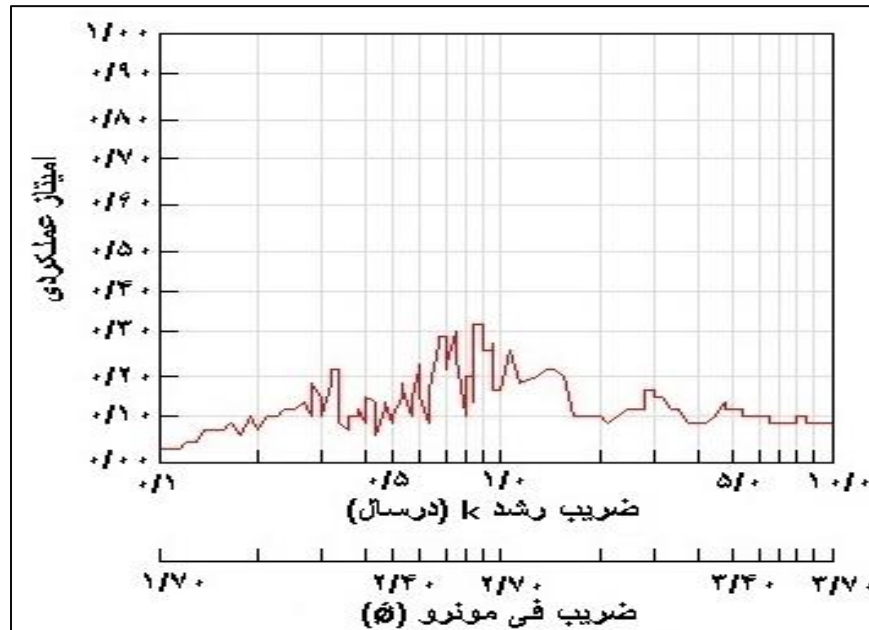
گروه	میانگین کوهورت (سانتی متر)	انحراف معیار	فصل
۱	۶/۸۴	۱/۶۵۰	کل فصول
۲	۱۵/۲۸	۳/۳۸۰	کل فصول
۳	۲۰/۷۶	۱/۶۳۰	کل فصول
۱	۶/۰۰	۱/۸۲۰	بهار
۲	۱۴/۴۹	۲/۶۵۰	بهار
۱	۷/۹۱	۱۲/۶۰	تابستان
۲	۱۵/۳۵	۲/۹۰۰	تابستان
۳	۲۰/۱۸	۱/۸۸۰	تابستان
۱	۶/۰۷	۱/۶۶۰	پاییز
۲	۱۸/۵۴	۲/۵۸۰	پاییز

پیراسنجه‌های رشد با کمک نرم افزار FiSAT مورد مطالعه قرار گرفت. برای تخمین پیراسنجه‌های رشد K و L_{∞} در گونه‌ی کفال پوزه باریک از زیر برنامه پشتیبانی Assess به روش الفان و از زیر بخش K Scan استفاده شد (اشکال ۱۷ و ۱۸).

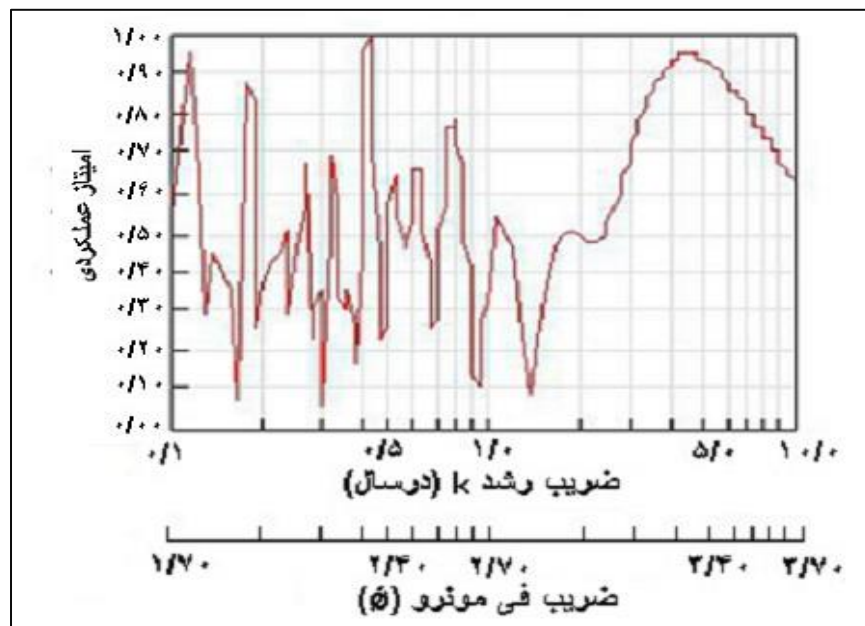


شکل ۱۷: منحنی انتخاب مناسب‌ترین ضریب رشد با روش K اسکن جنس نر گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

روش Kscan برای تخمین پیراسنجه‌های رشد K و L_{∞} در گونه کفال پوزه باریک جهت برآورد مقدار K و L_{∞} از زیر برنامه پشتیبانی Assess به روش شفرد نیز استفاده شد (شکل‌های ۱۹ و ۲۰).



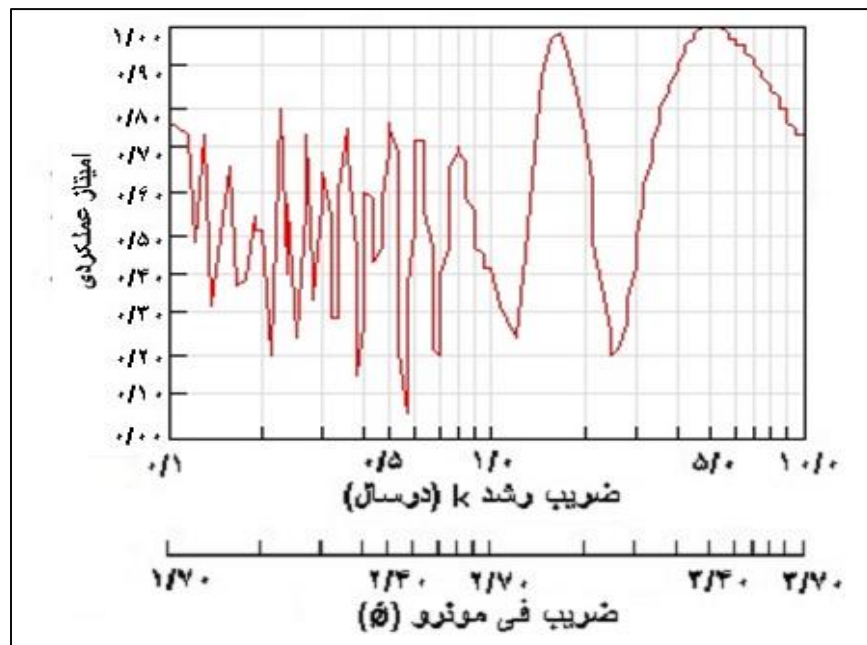
شکل ۱۸: منحنی انتخاب مناسب‌ترین ضریب رشد با روش k اسکن جنس ماده گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelonioides mydas*) در خلیج گرگان (۱۳۹۶-۱۳۹۵).



شکل ۱۹: منحنی انتخاب مناسب‌ترین ضریب رشد با روش شفره جنس نر گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelonioides mydas*) در خلیج گرگان (۱۳۹۶-۱۳۹۵).

دقیق‌ترین تخمین‌ها از میزان K و L_{∞} در روش تعیین سن و بعد از برازش به روش ماکزیمم درست نمایی بدست آمد (جدول ۳).

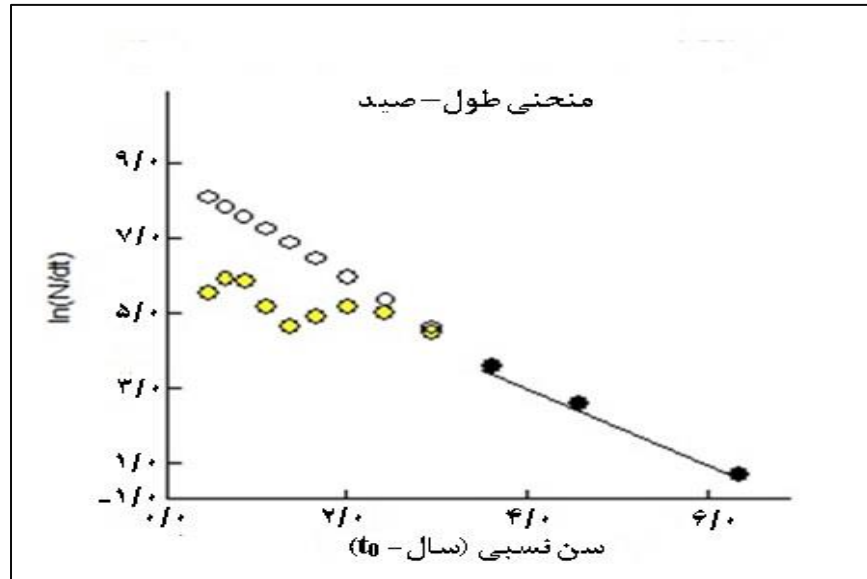
برای محاسبه مرگ و میر کل، طول بی‌نهایت و نرخ رشد در سال در نظر گرفته شد، میزان مرگ و میر به کمک منحنی خطی صید برای کل جمعیت در سال با سطح اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شد. این میزان برای جنس ماده ۱/۳۹ در سال و برای جنس نر ۱/۰۷ در سال محاسبه گردید (شکل‌های ۲۱ و ۲۲).



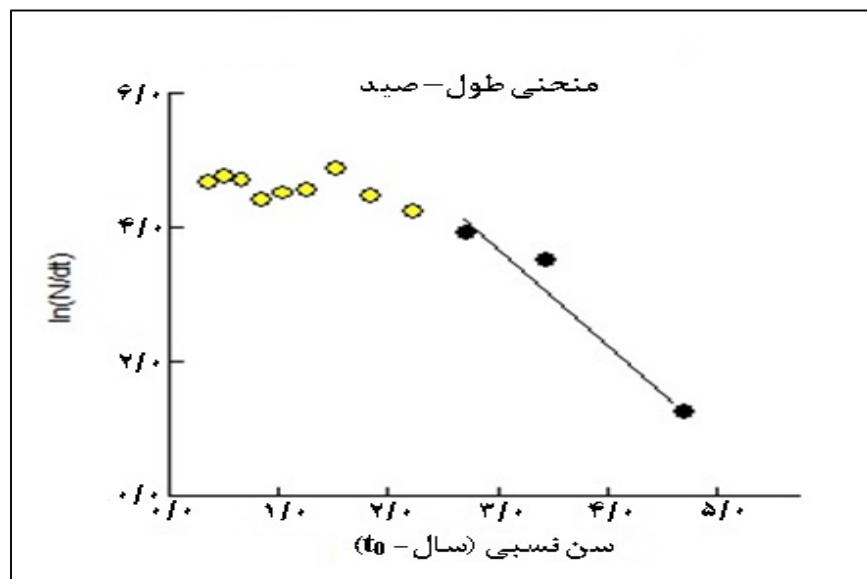
شکل ۲۰: منحنی انتخاب مناسب‌ترین ضریب رشد با روش شفرد جنس ماده گونه‌ی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

جدول ۳: میزان پارامترهای رشد بدست آمده برای ماهی پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان با استفاده از تعیین سن و روش ماکزیمم درست نمایی (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

جنس	پارامترهای رشد	بعد از برازش	قبل از برازش
ماده	K	۰/۲۳۵	۰/۶۴
	L_{∞}	۳۴	۲۴/۲۵
	t_0	۰	-۰/۲۶۷
نر	K	۰/۲۷	۰/۴۳
	L_{∞}	۳۲	۲۴/۵۷
	t_0	-۰/۰۷	-۰/۴۳



شکل ۲۱: منحنی صید تعیین مرگ و میر جنس نر ماهی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).



شکل ۲۲: منحنی صید تعیین مرگ و میر جنس ماده ماهی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در خلیج گرگان (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

مرگ و میر طبیعی برای ماهی کفال پوزه باریک طبق رابطه تجربی پائولی با در نظر گرفتن میانگین دمای متوسط آب خلیج گرگان به میزان ۱۸ درجه سانتی‌گراد، طول بی‌نهایت ۳۲ و نرخ رشد ۰/۲۷ برابر با ۰/۶۳ در سال برای جنس نر و برای جنس ماده با طول بی‌نهایت ۳۴ و نرخ رشد ۰/۲۳ و مرگ و میر طبیعی ۰/۵۶ در سال محاسبه گردید.

بحث و نتیجه گیری

ایران در منطقه‌ای واقع گردیده است که از نظر جغرافیای جانوری بسیار حائز اهمیت است. در مورد بسیاری از فون ماهیان ایران اطلاعات محدودی در دست است، لذا نیاز مبرمی جهت آشنایی بیشتر با فون ماهیان هر یک از مناطق کشور احساس می‌شود (عبدلی، ۱۳۷۸). از طرف دیگر، پارامترهای رشد تغییرات وسیعی در زمان و مناطق مختلف نشان می‌دهد. این تغییرات را تحت عنوان تنوع پذیری زمانی و مکانی تفسیر می‌کنند. لذا یافته‌های ارائه شده که ویژگی‌های پویایی جمعیت خلیج گرگان کفال پوزه باریک در منطقه حفاظت شده میانکاله ارائه می‌کند، از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

دامنه سنی مشاهده شده در این مطالعه برای هر دو سال بین ۳-۰ سال بود. که با نتایج دیگر تحقیقات تفاوت دارد. امینیان‌فتیده و همکاران (۱۳۹۶) گروه سنی ۶-۲ سال را برای جمعیت این گونه در مناطق دریایی میانکاله (سواحل شمالی و دریایی میانکاله) گزارش داد. نمودار طول-سن جنس نر گونه کفال پوزه باریک نشان داد که افزایش طول این گونه برحسب تعیین سن در جنس نر تا ۶ سالگی و در جنس ماده تا ۸ سالگی به طور قابل ملاحظه‌ای بود. این میزان بر حسب توزیع فراوانی طولی در جنس نر تا ۸ سالگی و در جنس ماده تا ۳ سالگی بود. علیرغم عدم مشاهده سنین بالا در نمونه‌ها، تحلیل داده‌ها به روش‌های مختلف نشان داد که حداکثر تا ۶ سالگی ادامه دارد که با یافته‌های امینیان‌فتیده و همکاران (۱۳۹۶) که این سن را بعنوان حداکثر سن برای جمعیت دریایی گزارش بوده بودند مطابقت دارد. عدم مشاهده سنین بالا در جمعیت مورد مطالعه کفال پوزه باریک احتمالاً بخاطر گزینش‌های مختلف (صید و بهره‌برداری، مرگ‌ومیر طبیعی،) می‌باشد که نمونه‌های بزرگ در خلیج گرگان مشاهده نگردید. به‌طور کلی در تحلیل‌های وابسته به سن در صورت عدم وجود برخی گروه‌های سنی در جمعیت مورد مطالعه، بایستی احتیاط لازم در نظر گرفته شود که خطاهای عمده رخ ندهد. معمولاً محاسبات ریاضی نمی‌تواند واقعیت موجود در جمعیت را آشکار سازد (Francis and Maolagáin, 2019).

مقادیر a و b بدست برای جنس نر و ماده در این تحقیق در دامنه مورد انتظار (مقادیر a بین ۰/۰۵ تا ۰/۰۰۱ و b بین ۲/۵ تا ۳/۵) بود که نشان دهنده تخمین صحیح این پارامترها می‌باشد (Froese, 2006). بطور عمده داده‌های شیلاتی در اغلب موارد به طور کامل با مدل برازش نمی‌شوند، حتی اگر آن مدل به درستی کار کند (Haddon, 2011). بهر حال بین طول و وزن ماهیان کفال پوزه باریک مورد مطالعه رابطه توانی مورد انتظار برقرار بود که نشان دهنده این است که برازش رگرسیونی بخوبی صورت گرفته است. بهر حال الگوی رشد از نوع آلومتریک منفی جمعیت مورد مطالعه گونه کفال پوزه باریک نشانگر بزرگتر بودن رشد طولی نسبت به رشد وزنی است که شکل مورفولوژیک کفال مطالعه نیز با این یافته‌ها مطابقت دارد.

مقدار b نشان دهنده الگوی رشد می‌باشد و هر گونه تفاوت در آن نشان از متنوع بودن جمعیت‌هاست. در مطالعه حاضر الگوی رشد در هر دو جنس آلومتریک منفی بود. مقایسه مقدار این ضریب در جمعیت‌های مطالعه شده این گونه در مناطق مختلف نشان می‌دهد که جمعیت‌های این گونه دارای تنوع وسیعی در الگوی رشد می‌باشند (جدول ۴). بطور کلی اندازه نمونه و دامنه تغییرات طولی می‌تواند باعث تغییر مقدار b در جمعیت یک گونه شود (Froese, 2006). روابط طول-وزن ماهی به طور قابل توجهی می‌تواند تحت تاثیر فصل و برخی از عوامل از قبیل استرس، فعالیت تولیدمثلی، محیط و مواد غذایی نیز باشد (Le Cren, 1951; Froese, 2006; Leonardos et al., 2008; Saylar and Benzer, 2014). تغییر در رشد ماهی (طولی- وزنی) می‌تواند با استفاده از تطبیق با شرایط مختلف زیست محیطی صورت گیرد (Nikolski, 1963). دلیل عمده تفاوت مقادیر a و b را نه تنها در گونه‌های مختلف بلکه در افراد یک گونه نیز می‌توان به عواملی چون تغییرات فصلی، شرایط فیزیولوژی ماهی در زمان جمع آوری نمونه، جنسیت، رشد غدد جنسی و شرایط تغذیه ای محیط ماهیان مرتبط دانست (Biswas, 1993). یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر تنوع پذیری رشد، حرکتها و یا جابجایی جمعیت‌های یک گونه بین مناطق دریایی و مناطق ساحلی است که تفاوت‌های شرایط محیطی سبب تغییر ویژگی‌های رشد می‌گردد (Kallio-Nyberg et al., 2019).

جدول ۴: ضرایب آلومتری رابطه طول-وزن در گونه کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) پوزه باریک مناطق مختلف (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

نویسندگان	کشور	جنس	b	a
Campillo, 1992	فرانسه	نر	۲/۶۶۰	۰/۰۵۰۳۰
Campillo, 1992	فرانسه	ماده	۲/۷۶۰	۰/۰۲۹۴۰
Veiga et al., 2009	پرتغال	-	۲/۹۰۰	۰/۰۱۰۶۰
Koutrakis and Tsiliras, 2003	یونان	ماهیان جوان	۲/۹۴۲	۰/۰۱۱۳۰
Duli and Glamuzina, 2006	کرواسی	-	۲/۹۴۲	۰/۰۱۱۳۰
Koutrakis and Tsiliras, 2003	یونان	ماهیان جوان	۲/۹۸۴	۰/۰۱۰۲۰
Duli and Glamuzina, 2006	کرواسی	ماهیان جوان	۲/۹۸۴	۰/۰۱۰۲۰
Djabali et al., 1993	تونس	-	۳/۰۰۰	۰/۰۲۴۰۰
Keskin and Gayausuz, 2010	ترکیه	-	۳/۰۰۸	۰/۰۰۹۲۰
Verdiell-Cubedo et al., 2006	اسپانیا	ماهیان جوان	۳/۰۴۱	۰/۰۰۸۱۱
Stergiou and Moutopoulos, 2001	یونان	جمعیت	۳/۰۵۴	۰/۰۱۴۶۱
Moreno-Valcarcel et al., 2012	اسپانیا	ماهیان جوان	۳/۱۴۰	۰/۰۰۷۰۰

فراوانی طولی ماهیان صید شده در ماه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشت، که ممکن است به دلیل ورود گروه‌های طولی متفاوت از ماهیان در زمان‌های مختلف از سال به منطقه موردنظر باشد. این مساله بیانگر احیای فصلی برای این گونه می‌تواند باشد. در بررسی گروه‌های همزاد هم‌پوشانی بین گروه‌های همزاد مشاهده شد، که این هم‌پوشانی ممکن است به این دلیل باشد که تخم‌ریزی ماهیان در یک زمان معین انجام نمی‌گیرد و افراد جمعیت در یک دوره نسبتاً طولانی تخم‌ریزی نمایند. برای این گونه دوره تولیدمثلی ۱-۲ ماه را گزارش کرده‌اند که با یافته‌های توزیع فراوانی انطباق دارد. Dattilo و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که حرکت و جابجایی افراد جوان جمعیت در دوره‌های بعد از دوره تولیدمثل باعث می‌شود که منحنی فراوانی گروه‌های همزاد هم‌پوشانی بالایی نشان دهند و تفکیک گروه‌های همزاد با مشکل روبرو شود. اساس گروه‌بندی ماهیان همزاد این است که طول ماهیان در یک سن مشخص، منجر به تشکیل توزیع نرمال می‌شود. ترکیب و یا سهم گروه‌های همزاد مختلف در یک نمونه صید یا در یک جمعیت، تحت عنوان ترکیب سنی آن جمعیت می‌باشد. برای ماهیان کند رشد فاصله دامنه طولی کوچک‌تر از ماهیان تند رشد می‌باشد، یعنی دستجات طولی کمتر خواهد بود (Biswas, 1993). در این بررسی وجود گروه‌های همزاد کم نشان‌دهنده آن است که جمعیت ماهیان کفال پوزه باریک در خلیج گرگان جوان و در حال بلوغ بوده که عدم توجه به بهره‌برداری اصولی از این جمعیت، صدمات جبران‌ناپذیری را به ذخایر آن وارد می‌کند.

اختلافات موجود در مقادیر طول بی‌نهایت و ضریب رشد به دلیل تفاوت‌های اکولوژیکی هر ناحیه می‌باشد. این دو پارامتر (L_{∞} و K) دارای رابطه معکوس هستند و با افزایش مقدار L_{∞} میزان K کاهش می‌یابد و بالعکس (Sparre and Venema, 1998). در محاسبه میزان K و L_{∞} در این مطالعه به روش الفان و شفرد برای ماهیان کفال پوزه باریک ضریب رشد بزرگتر از ۰/۱ بود، که نشان داد این ماهیان در گروه ماهیان با رشد سریع جای می‌گیرد. در محیطی که فاقد استرس‌های محیطی است، دما سردتر و غذای مناسب وجود دارد طول بی‌نهایت بیشتر است. در حقیقت رشد آهسته و بلوغ دیرتر اتفاق می‌افتد. تنوع در طول بی‌نهایت در جمعیت‌های یک گونه را از یک طرف می‌توان به تفاوت‌های اندازه بزرگترین نمونه‌های درون هر یک از جمعیت‌ها و از طرف دیگر به تنوع پارامترهای جمعیتی یک گونه نسبت داد که در شرایط مختلف محیطی غالب در

مناطق بخصوص در دما و شرایط تغذیه‌ای بوجود می‌آید (Turkmen *et al.*, 2001). طول بی‌نهایت به‌وسیله فاکتورهای محیطی به‌خصوص فراوانی غذا و تراکم جمعیتی کنترل می‌شود علاوه بر آن تغییر در مقدار ضریب رشد نیز باعث تنوع در مقدار طول بی‌نهایت می‌گردد (Burrough and Kennedy, 1979). بطور کلی ماهیان در طولی برابر با طول بی‌نهایت $0/95$ به آخر طول عمر خود می‌رسند (Pauly, 1984) از آنجایی که این گونه بخاطر ارزش‌های پایین اقتصادی تحت بهره‌برداری شدید نمی‌باشد، طول بی‌نهایت محاسباتی از قاعده مذکور پیروی نمی‌کند و مقادیر بزرگتری بدست آمده است که کاملاً با نظریه (Froese and Binohlan, 2000) منطبق است.

منحنی رشد VBGF یا همان منحنی رشد نشان داد که هر دو جنس بیشترین فراوانی کفال پوزه باریک را در ماه‌های اردیبهشت و خرداد، برای جنس نر در طبقه طولی $9/1-7/4$ سانتی‌متر و برای جنس ماده در طبقه طولی $22/7-21$ سانتی‌متر اختصاص دادند. همچنین اینکه این منحنی‌ها دارای خطوطی غیر از خطوط موازی می‌باشند که هر کدام از خطوط مجانب نشان دهنده یک کوهورت است. مقایسه طول بینهایت جمعیت‌های مختلف این گونه در مناطق مختلف پراکنش (جدول ۵) آن نشان می‌دهد که جمعیت مورد مطالعه در کنار جمعیت‌های یونان جزء جمعیت‌های کوتاه اندازه این گونه می‌باشد. بطور کلی گونه‌های جنس *Chelon* دارای طول بینهایت کوچکتری نسبت به جنس *Mugile* دارند (Panda *et al.*, 2018). تنوع زیاد در بین جمعیت‌های یک گونه نشان دهنده تنوع بالایی فنوتیپی گونه می‌باشد (Baldé *et al.*, 2019). بنظر می‌رسد این مورد در گونه‌ی مورد مطالعه صدق می‌کند.

با توجه نتایج ضرایب مرگومیر، مشهود است که ضریب بهره‌برداری این جنس نر کوچکتر از $0/5$ ($E=0/41$) و در جنس ماده اندکی بزرگتر از $0/5$ ($E=0/56$) می‌باشد. مشهود است که جمعیت‌های این گونه در خلیج گرگان تحت فشار شدید صید و بهره‌برداری نمی‌باشد. البته با توجه به ارزش اقتصادی نسبتاً پایین این گونه در خزر جنوبی، این وضعیت ماهی کفال پوزه باریک قابل قبول است. ضریب بهره‌برداری بزرگتر از $0/5$ در جنس ماده نیز قابل توجیه است. صیادی محلی این گونه را صید می‌نمایند. از آنجاییکه صید آنها بوسیله تورهای گوشگیر انجام می‌شود، گزینش صید این قبیل تورهای برای ماهیان شدید بوده بنابراین نمونه‌های ماده که دارای اندازه بزرگتر می‌باشند صید شده و از جمعیت حذف می‌گردند.

جدول ۵: پیراسنجه‌های رشد ماهی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در مناطق مختلف (۱۳۹۵-۱۳۹۶).

نویسندگان	کشور	جنس	ضریب رشد (K)	طول بینهایت (L_{∞})
Velentza, 1992	یونان	جمعیت	$0/243$	$23/2$
Koutrakis and Sinis 1994	یونان	نر	$0/324$	$26/7$
Koutrakis and Sinis, 1994	یونان	ماده	$0/278$	$29/4$
Katselis <i>et al.</i> , 2002	یونان	جمعیت	$0/260$	$32/9$
Belyaeva <i>et al.</i> , 1989	روسیه	جمعیت	$0/390$	$34/1$
Pauly, 1978	روسیه	جمعیت	$0/208$	$43/3$
Cardona, 1999a	اسپانیا	نر	$0/260$	$43/3$
EL-Zarka and El-Sedfy, 1970	مصر	نر	$0/288$	$36/5$
Cardona, 1999b	اسپانیا	ماده	$0/200$	$38/7$
EL-Zarka and El-Sedfy, 1970	مصر	ماده	$0/195$	$41/9$
Campillo, 1992	فرانسه	نر	$0/170$	$45/3$
Campillo, 1992	فرانسه	ماده	$0/100$	$66/3$

به‌طور کلی نتایج نشان می‌دهد که جمعیت خلیج گرگان دارای ویژگی‌های پویایی خاصی شامل سن کم، الگوی رشد آلومتریک منفی، طول بینهایت کوتاه، تعداد محدود کوهورت‌ها در جمعیت و ضریب مرگ‌ومیر نسبتاً بالا است. این ویژگی‌های کمیتی پویایی شناسی جمعیت می‌تواند در مدیریت گونه و زیستگاه آن (منطقه حفاظت شده) مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

سیاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه گنبد کاووس انجام شده است.

منابع

- اصلان‌پرویز، ح.، ۱۳۷۰. کفال ماهیان دریای خزر. مجله آبی پروری، جلد ۱، شماره ۵، صفحات ۲۵-۲۰.
- امینیان‌فتیده، ب.، بهمنی، ذ. و کلبادی‌نژاد، ع. ۱۳۹۶. بررسی شاخص‌های زیستی ماهی کفال پوزه باریک (*Liza saliens*) در صیدگاه میانکاله دریای خزر. مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان. دوره ۶، شماره ۲، ۶ صفحات ۱۳-۱.
- عباسی، ک.، ولی‌پور، ا.، طالبی‌حقیقی، د.، سرپناه، ا.ن. و نظامی، س. ۱۳۷۸. اطلس ماهیان ایران: آب‌های داخلی گیلان. انتشارات شرکت مطبوعاتی نشر نوین، ۱۱۳ ص.
- عبدلی، ا. ۱۳۷۸. ماهیان آب‌های داخلی ایران. موزه طبیعت و حیات وحش ایران، ۳۷۸ ص.
- فضلی، ح. و غنی‌نژاد، د. ۱۳۸۳. بررسی صید و برخی جنبه‌های زیست‌شناختی کفال ماهیان در حوضه جنوبی دریای خزر. جلد ۱۳، شماره ۱، صفحات ۹۷-۱۱۴.
- نعمت‌پسند، ا.، عبدالله‌پوری‌ریا، ح.، عباسی‌رنجبر، ک. و احمدی، س. ۱۳۹۳. بررسی مورفومتریک و مریستیک کفال پوزه باریک (*Liza saliens*) در ساحل انزلی. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی، دوره ۳، شماره ۲، صفحات ۱۱۱-۱۰۱.
- یوسفیان، م.، عریان، ش.، فرخی، ف. و عصائیان، ح. ۱۳۸۲. مطالعه رشد تخمک در ماهی کفال پوزه باریک. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱، شماره ۱۲، صفحات ۱۵۲-۱۳۱.
- Baldé, B.S., Sow, F.N., Ba, K., Ekau, W., Brehmer, P., Kantoussan, J., Fall, M., Diouf, M., 2019. Variability of key biological parameters of round sardinella *Sardinella aurita* and the effects of environmental changes. Journal of Fish Biology, 94(3): 391-401.
- Biswas, S. P., 1993. Manual of methods in fish biology. South Asian Publisher, New Delhi, pp. 157.
- Belyaeva, V. N., Kazanchev, E. N. and Raspopov, V. M., 1989. The Caspian Sea: Ichthyofauna and commercial resources. Moscow, Nauka, pp. 236
- Burrough, R. J. and Kennedy, C. R., 1979. The occurrence and natural alleviation of stunting in a population of roach, *Rutilus rutilus* (L.). Journal of Fish Biology, 15: 93-109.
- Campillo, A., 1992. Les pêcheries françaises de Méditerranée: synthèse des connaissances. Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, France, pp. 206.
- Cardona, L., 1999a. Age and growth of leaping grey mullet (*Liza saliens*(Risso, 1810)) in Minorca (Balearic Islands). Scientia Marina, 2: 93-99.
- Cardona, L., 1999b. Seasonal changes in the food quality, diel feeding rhythm and growth rate of juvenile leaping grey mullet *Liza saliens*. Aquatic Living Resources, 12(4): 263-270.
- Coad, B. W., 2017. Review of the Freshwater Mulletts of Iran (Family Mugilidae). Iranian Journal of Ichthyology, 4(2): 75-130.

- Dattilo, J., Shoup, D.E., Brewer, S.K., 2019.** Age and Growth of Freshwater Drum and Gizzard Shad Occupying Two Reservoir-River Complexes with Different Groundwater Contributions. *North American Journal of Fisheries Management*, 39(6): 1132-1142.
- Djabali, F., Mehailia A., Koudil M. and Brahmi, B., 1993.** Empirical equations for the estimation of natural mortality in Mediterranean teleosts. *Naga ICLARM Q*, 16(1): 35-37.
- Duli, J. and Glamuzina, B., 2006.** Length-weight relationships for selected fish species from three eastern Adriatic estuarine systems (Croatia). *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 254-256.
- El-Zarka, S. and El-Sedfy, H. M., 1970.** The biology of *Mugil saliens* (Risso) in Lake Qarun. *Bulletin of the National Institute of Oceanography and Fisheries*, Cairo, 1: 1-26.
- Francis, M.P., Maolagáin, C.Ó., 2019.** Growth-band counts from elephantfish *Callorhinchus milii* fin spines do not correspond with independently estimated ages. *Journal of Fish Biology*, 95(3): 743-752.
- Froese, R., 2006.** Cube law, condition factor and Length-Weight relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 241-253.
- Froese R. and Binohlan, C., 2000.** Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56(4): 758-773.
- Gharibreza, M., Nasrollahi, A., Afshar, A., Amini, A., Eisaei, H., 2018.** Evolutionary trend of the Gorgan Bay (southeastern Caspian Sea) during and post the last Caspian Sea level rise. *CATENA*, 166: 339-348.
- Gayanilo, F.C. and Pauly, D., 1997.** Computed information series fisheries, FAO-ICLARM stock assessment tools. Reference manual, Rome Italy, pp. 262.
- Gholizadeh, M. and Patimar, R., 2018.** Ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments from the Gorgan Bay, Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 137: 662-667.
- Haddon, M., 2011.** Modelling and Quantitative Methods in Fisheries. Second Edition, Taylor and Francis press, pp. 449.
- Jouladeh-Roudbar J., Ghanavi, H. R., Doadrio, I., 2020.** Ichthyofauna from Iranian Freshwater: Annotated Checklist, Diagnosis, Taxonomy, Distribution and Conservation Assessment. *Zoological Studies*, 59: 1-331.
- Kallio-Nyberg, I., Veneranta, L., Saloniemi, I., Jokikokko, E., 2019.** Different growth trends of whitefish (*Coregonus lavaretus*) forms in the northern Baltic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 35:683-691.
- Katselis, G., Koutsikopoulos, C. and Kaspiris, P., 2002.** Age determination and growth of leaping mullet, (*Liza saliens* R.1810) from the Messolonghi Etoliko lagoon (western Greece). *Mediterranean Marine Science*, 2: 147-158.
- Keskin, Ç. and Gaygusuz, Ö., 2010.** Length-weight relationships of fishes in shallow waters of Erdek Bay (Sea of Marmara, Turkey). *IUFS Journal of Biology*, 69(2): 87-94.
- Koutrakis, E. T. and Tsikliras, A. C., 2003.** Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 258-260.
- Koutrakis, M. and Sinis, A. I., 1994.** Growth analysis of grey mullets (Pisces, Mugilidae) as related to age and site. *Israel Journal of Zoology*, 40: 37-53.
- Le Cren, E. D., 1951.** The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in Perch, *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- Leonardos, I. D., Tsikliras, A. C., Eleftheriou, V., Cladas, Y., Kagalou, I., Chortatu, R. and Papigirot, O., 2008.** Life history characteristics of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio*) in Chimaditis Lake (northern Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 24: 213-217.
- Mann, R. H. K., 1991.** Growth and Production. In: Winfield, I.J., Nelson, J.S. (Eds.), *Cyprinid Fishes; Systematics, Biology and Exploitation*. Chapman & Hall, London, UK, pp.456-482.
- Moreno-Valcárcel, R., Oliva-Paterna F. J., Arribas C. and Fernández-Delgado, C., 2012.** Length-weight relationships for 13 fish species collected in the Doñana marshlands (Guadalquivir estuary, SW Spain). *Journal of Applied Ichthyology*, 28: 663-664.

- Naderi L., Shabani, A. and Imsiridou, A., 2017.** Genetic diversity of sharpnose mullet *Liza saliens* introduced in southern Caspian Sea in comparison with one native Aegean Sea population. *Journal of Ichthyology*, 57: 297–305.
- Nikolski, G. V., 1963.** The ecology of fishes. Academic press, New York, pp. 352.
- Omidi, F., Jafaryan, H., Patimar, R., Harsij, M., Paknejad, H., 2020.** Biochemical biomarkers of skin mucus in *Neogobius melanostomus* for assessing lead pollution in the Gulf of Gorgan (Iran). *Toxicology Reports*, 7: 109-117.
- Panda, D., Mohanty, S. K., Pattnaik, A. K., Das, S., Karna, S. K., 2018.** Growth, mortality and stock status of mullets (Mugilidae) in Chilika Lake, India. *Lakes & Reservoirs*, 23(1): 4-16.
- Patimar, R., 2006.** Some Biological Aspects of the Sharpnose Mullet *Liza saliens* (Risso, 1810) in Gorgan Bay-Miankaleh Wildlife Refuge (the Southeast Caspian Sea). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8(2): 225-232.
- Pauly, D., 1978.** A preliminary compilation of fish length growth parameters. *Berichte Institute Fur Meereskunde, Christian-Albrechts-Universitat Kiel*, (55): 1-200.
- Pauly, D., 1980.** On the interrelationship between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 39(3): 175-192.
- Pauly, D., 1983.** Some Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.* 234, Rome, pp. 52.
- Pauly, D., 1984.** Fish population dynamics in tropical waters. A manual for use with programmable calculators. *ICLARM studies and reviews (Manila)*, 8: 1-325.
- Pitcher, T. J. and Hart, P. J. B., 1982.** *Fisheries Ecology*. Croom Helm, London, pp. 414.
- Rezaei, R., Jafarian, A., Mattern, F., Shukla, U.K., Senapathi, V., Bernecker, M., 2019.** The sedimentology and development of a modern sandspit (Miankaleh Peninsula) and a lacustrine lagoon (Gorgan Bay), Caspian Sea, Iran. *Marine Geology*, 415: 1-14.
- Saylar, Ö. and Benzer, S., 2014.** Age and growth characteristics of carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Mogan Lake, Ankara, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 46: 1447-1453.
- Sparre, P. and Venema, S. C., 1998.** Introduction to tropical fish stock assessment. part 1. *Manual FAO Fish, Tech. Pap.* 3 FAO, Rome, Italy, pp. 407.
- Sturges, H., 1926.** The choice of a class-interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21: 65–66.
- Stergiou, K. I. and Moutopoulos, D. K., 2001.** A review of length-weight relationships of fishes from Greek marine waters. *Naga ICLARM Q.*, 24(1&2): 23-39.
- Turkmen, M., Erdogan, O., Yeldirim, A. and Akyurt, I., 2001.** Reproduction tactics, age and growth of *Capoeta capoeta umbla* Heckle 1843 from the Akkale region of the Karasu River, Turkey. *Fisheries Research*, 1220: 1-12.
- Velentza, A., 1992.** Age and growth of Mugilidae species. BSc. Thesis, Aristotle University of Thessaloniki. (In Hellenic).
- Veiga, P., Machado, D., Almeida, C., Bentes, L., Monteiro, P., Oliveira, F., Ruano, M., Erzini, K. and Gonçalves, J. M. S., 2009.** Weight-length relationships for 54 species of the Arade estuary, southern Portugal. *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 493-496.
- Verdiell-Cubedo, D., Oliva-Paterna, F. J. and Torralba, M., 2006.** Length-weight relationships for 22 fish species of the Mar Menor coastal lagoon (western Mediterranean Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 293-294.

