



مقاله علمی - پژوهشی:

مدیریت صید ماهی کلمه خزری (*Rutilus caspicus* Yakovlev, 1870) با استفاده

از شاخص‌های طولی در آبهای جنوب شرقی دریای خزر

پرویز زارع^{۱*}، غلامعلی بندان^۲، زینب انصاری^۳

*pzare@gau.ac.ir

۱- گروه تولید و بهره‌برداری، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲- مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

۳- دانشگاه فنی دولتی کالینینگراد، کالینینگراد، روسیه.

تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۱

تاریخ دریافت: شهریور ۱۴۰۱

چکیده

در مطالعه حاضر از مدل LBB^۱ که یک راهکار جدید و قوی اما ساده و فقط مبتنی بر داده‌های طول است، برای به‌دست آوردن شاخص‌های طولی برای مدیریت صید پایدار ماهی کلمه خزری استفاده شد. سه شاخص مدیریتی مهم شامل طول در اولین صید (L_c)، طول بهینه در اولین صید (L_{c-opt}) و طول بهینه صید (L_{opt}) برآورد شد که مقادیر آنها به ترتیب ۱۷/۷، ۲۱ و ۲۴ سانتی‌متر بود. مقادیر نسبت‌های $L_{mean}/L_{F=M}$ و L_{mean}/L_{opt} تقریباً کوچکتر از ۱ به‌دست آمد که نشان می‌دهد، برداشت بهینه انجام نمی‌شود. در این مطالعه نسبت L_c/L_{c-opt} کمتر از ۱ و شاخص‌های $L_{max5\%}/L_{inf}$ یا $L_{95\%}/L_{inf}$ کوچکتر از عدد ۰/۸ و میزان مولدین بزرگ کمتر از ۱ درصد و درصد ماهیان با طول بهینه صید کمتر از ۱۰ درصد محاسبه شد. این یافته‌ها نشان‌دهنده عدم حضور یا حضور تعداد خیلی کمی از ماهیان مسن و بزرگ در ذخیره است و جمعیت زی‌توده مولدین به سطحی کاهش یافته که دیگر ظرفیت تولیدمثلی برای احیاء خود ندارد. با توجه به درصد خیلی پایین ماهیان نابالغ (کمتر از ۵ درصد) در صید و $L_c/L_{50} > 1$ و $L_{mean}/L_{50} > 1$ ، $L_{25\%}/L_{50} > 0.3$ مویید این است که ماهیان نابالغ کلمه خزری براساس L_m برابر با ۱۴ سانتی‌متر تا حد زیادی حفظ شدند. با توجه به یافته‌های این تحقیق، گنجاندن شاخص طول بهینه صید در رویه‌های مدیریتی احتمالاً عملکرد نسبی بهتری برای حفظ ذخیره و برداشت پایدار ماهی کلمه خزری خواهد داشت.

لغات کلیدی: ماهی کلمه خزری، شاخص‌های طولی، مدیریت صید پایدار، حفظ ذخیره

*نویسنده مسئول

¹ Length-based Bayesian Biomass estimator (LBB)

مقدمه

ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus caspicus* Yakovlev, 1870) از گونه های با ارزش شیلاتی دریای خزر به حساب می آید که همواره به عنوان گونه های هدف صید ماهیگیران در شمال کشور بوده است. اما طی دهه های گذشته، میزان صید آن به دلایل مختلفی کاهش چشمگیری داشته است. بیشترین میزان صید این ماهی با تور پره در سال ۱۳۸۰ در سواحل جنوب شرقی دریای خزر به میزان ۲۵ تن بوده و در سال ۱۴۰۰ میزان صید به ۱۳۹ کیلوگرم رسیده است. در دهه اخیر کمترین و بیشترین میزان صید به ترتیب برابر با ۱۳۷۸ کیلوگرم در سال ۱۳۹۱ و ۳۵ کیلوگرم در سال ۱۳۹۸ بوده است (آمار اداره کل شیلات گلستان). طی دو دهه اخیر میزان صید ماهی کلمه خزری در سواحل جنوب شرقی دریای خزر، به کمتر از ۱ درصد صید حداکثر خود رسیده است که بیانگر روند کاهش شدید این گونه است. با در نظر گرفتن روند شدید کاهش صید و واکنش های احتمالی جمعیت به این کاهش، نیاز به اطلاعات به روز شده در خصوص شاخص ها و پارامترهای مدیریت پایدار و اتخاذ تدابیر مدیریتی مناسب بیش از پیش احساس می گردد. بنابراین، به دلیل اهمیت اکولوژیک، اقتصادی و بازاریابی این گونه، فقدان اطلاعات و داده های زیستی کافی مانند سن و عدم تدابیر مدیریتی مناسب و گاهی گزارش های صید بی رویه این گونه (تاتار و همکاران، ۱۳۹۷)، اهمیت نیاز به استفاده از روش ها و مدل های مناسب و دقیق برای ارائه راهکارهای مدیریتی با داده های محدود جهت حفظ ذخیره و داشتن صید پایدار این گونه در آب های جنوبی دریای خزر ضروری به نظر می رسد. مدل LBB ابزار جدیدی برای برآورد شاخص های مدیریتی براساس داده های طول آبزبان است. ذخایر آبزبانی که آمار صید آنها بسیار محدود یا غیر قابل اعتماد است یا در بعضی سال ها آمار میزان صید وجود ندارد، با استفاده از روش LBB می توان ارزیابی و شاخص های طولی را محاسبه کرد. یکی از مشکلات کلیدی ارزیابی ذخیره ماهی کلمه خزری و سایر ماهیان، گزارش ناقص آمار صید آنهاست، زیرا تعداد زیادی از ماهیان کلمه خزری به صورت غیرمجاز صید می شوند. در

مقایسه با سایر روش های ارزیابی ذخایر ماهی، مزیت روش LBB این است که فقط به داده های فراوانی طول نیاز دارد (Froese et al., 2018). داده های فراوانی طول به آسانی در دسترس هستند و دارای عدم قطعیت های کمتری است. در نتیجه، آنها از به روز خطای کمی برخوردارند (Wang et al., 2011).

همچنین روش LBB تضمین می کند که تخمین پارامترهای ذخیره با تغییر در انتخاب پذیری ابزار صید اربب نخواهد بود. بدین منظور، این مطالعه بر تعیین شاخص ها و معیارهای طولی مدیریت صید با استفاده از روش LBB متمرکز شده است. خروجی این مدل تمام اطلاعات مورد نیاز را ارائه می دهد که به سیاست گذاران کمک می کند تا اقدامات مدیریتی کافی را برای مدیریت صید پایدار اتخاذ کنند (Alam et al., 2021).

امروزه، استراتژی های مدیریتی متنوعی به منظور حفظ ذخایر در سطوح پایدار حتی در شرایط فقر داده ایجاد و ارائه شده است. یکی از این استراتژی ها در مدیریت صید، استفاده از شاخص ها و پارامترهای طولی مانند طول در اولین صید (L_c), طول بهینه در اولین صید (L_{c_opt}) و طول بهینه صید (L_{opt}) و ... است. مروری بر مطالعات صورت گرفته در داخل کشور نشان می دهد که هیچ کدام از شاخص های مهم مذکور برای ماهی کلمه خزری برآورد نشده است. بنابراین، مطالعه حاضر می تواند در راستای تکمیل اطلاعات گذشته در خصوص پویایی جمعیت و ارزیابی ذخایر ماهی کلمه خزری (بندانی و همکاران، ۱۳۹۵a، بندانی و همکاران، ۱۳۹۵b، بندانی و همکاران، ۱۳۹۶، بندانی و همکاران، ۱۳۹۷، تاتار و همکاران، ۱۳۹۷)، زمینه ای برای دستیابی به اطلاعات به روز شده در مدیریت صید این گونه را فراهم نماید. در سال های اخیر، مطالعاتی در خارج از کشور به منظور ارزیابی ذخایر آبی و ارائه راهکارهای مدیریتی جهت حفظ و صید پایدار با استفاده از مدل LBB انجام گرفته است (Baldé et al., 2020; Ju et al., 2020; Liang et al., 2020; Wang 2009; et al., 2020; Zhang et al., 2020; Wang et al., 2021; Yue et al., 2021).

بیزین تخمین زده می‌شود. این مدل بر اساس طول نسبی کار می‌کند. اصل روش LBB این است که مقادیر مطلق سن و زی‌توده را می‌توان با مقادیر نسبی آنها جایگزین کرد (Froese et al., 2018). در LBB، فرض بر این است که رشد طولی از معادله رشد Von Bertalanffy (۱۹۳۸) به شکلی که Beverton و Holt (۱۹۹۳) ارائه کرده‌اند، پیروی می‌کند:

$$L_t = L_{inf}[1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

L_t : طول ماهی در سن t ; L_{inf} : طول بی‌نهایت، K : ضریب رشد و t_0 : سن فرضی ماهی در طول صفر در این مدل انتخاب‌پذیری ابزار صید به صورت ذیل توصیف شده است (Sparre and Venema, 1998) و دارای منحنی سیگموئیدی است:

$$S_L = \frac{1}{1 + e^{-\alpha(L-L_c)}}$$

S_L : درصدی از ماهیان با طول مشخص (L) که به‌وسیله ابزار صیادی صید می‌شوند، α : شیب منحنی و L_c : طول در اولین صید

با معادله مذکور می‌توان میانگین طول در اولین صید (L_c) را محاسبه کرد (طولی که در آن ۵۰ درصد ماهیان در مواجهه با ابزار صیادی صید می‌شوند). با استفاده از مدل LBB، طول بهینه ماهی در اولین صید (L_{c_opt}) و طول بهینه صید (L_{opt}) به عنوان نقاط مرجع مورد استفاده در مدیریت صید با فرمول‌های ذیل محاسبه می‌شوند:

$$L_{c_opt} = \frac{L_{inf}(2 + 3\frac{F}{M})}{(1 + \frac{F}{M})(3 + \frac{M}{K})}$$

$$L_{opt} = L_{inf}(\frac{3}{3 + \frac{M}{K}})$$

M/K : نسبت نرخ مرگ و میر طبیعی، (M) به ضریب رشد (K)؛ F/M : نسبت نرخ مرگ و میر صیادی، (F) به نرخ مرگ و میر طبیعی (M) و L_{inf} : طول بی‌نهایت ماهی

پس از تعیین L_{min} (حداقل طول)، L_{mean} (میانگین طول ماهیان بزرگتر از L_c)، L_{max} (حداکثر طول)، L_{opt} (طول بهینه صید)، L_{m50} (طولی که ۵۰ درصد

نتایج مطالعات مذکور پیشنهاد می‌کنند که مدل LBB روشی کارآمد برای ارزیابی منابع ماهیگیری و برآورد و تعیین نقاط مرجع شیلاتی، شاخص‌ها و معیارهای مدیریت صید است به‌ویژه هنگامی که فراوانی طول، تنها داده‌های موجود هستند. همچنین LBB شواهدی مفید برای مدیریت پایدار منابع شیلاتی ارائه می‌دهد.

مطالعه حاضر می‌تواند اطلاعات مفیدی را در مورد پارامترهای مدیریتی براساس داده‌های طولی از این گونه ارائه دهد که از نظر اکولوژیک و مدیریتی در بهره‌برداری از ذخایر ضروری است. زیرا برداشت نا آگاهانه از ذخایر سبب آسیب‌های جبران‌ناپذیری به ذخیره موجود و اکوسیستم دریا می‌گردد. بنابراین، در تحقیق حاضر سعی می‌شود تا با استفاده از داده‌های ۱۲ ساله (مربوط به دوره زمانی ۹۹-۱۳۸۸) فراوانی طولی، شاخص‌ها و معیارهای مدیریتی جمعیت ماهی کلمه خزری جهت بهره‌برداری پایدار برآورد شود و در نهایت بتوان از یافته‌های به‌دست آمده در آگاه کردن مدیران برای تدوین برنامه‌ها و سیاست‌های مدیریتی و حفاظتی این گونه باارزش شیلاتی در آبهای ایران کمک کرد.

مواد و روش کار

جهت انجام این مطالعه و برآورد شاخص‌های طولی مدیریت صید ماهی کلمه خزری، از داده‌های فراوانی طولی ۱۲ سال گذشته (۹۹-۱۳۸۸) که مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی گرگان از صید پره ساحلی در سواحل جنوب شرقی دریای خزر جمع‌آوری و ثبت نموده است، استفاده گردید. در تمام سال‌ها، طول چنگالی نمونه‌های جمع‌آوری شده با تخته بیومتری و با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شده است. LBB برای گونه‌هایی که در طول زندگی خود رشد می‌کنند، مانند اکثر ماهی‌ها و بی‌مهرگان که از نظر تجاری مهم هستند، مناسب است و به‌جز داده‌های فراوانی طول، به ورودی دیگر نیاز ندارد. در این روش نقاط مرجع شیلاتی، پارامترها و شاخص‌های مدیریتی به طور هم‌زمان با روش ^۱ MCMC با رویکرد

^۱ Monte carlo markov chain (MCMC)

(ماهیانی که اندازه آنها بیشتر از طول مطلوب به اضافه ۱۰ درصد است). اگر این نسبت ۳۰-۴۰ درصد باشد، به عنوان نقطه مرجع مطلوب در نظر گرفته می‌شود. در این مطالعه، آنالیزها با استفاده از تابع LBB با توجه به TropFishR (Mildenberger et al., 2017) در محیط نرم افزار R (R core team, 2021) انجام شده است.

نتایج

حجم نمونه و دامنه طولی ماهی کلمه خزری در ۴ دوره زمانی مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. برای اجرای مدل LBB، در کل دوره طول چنگالی ۳۷۷۴ ماهی بیومتری شده است. حجم نمونه از ۴۲۹ عدد در دوره زمانی ۱۳۸۸-۹۰ تا ۱۵۱۹ عدد در دوره زمانی ۱۳۹۷-۹۹ متغیر بود. در کل دوره، دامنه طولی ماهی کلمه خزری ۸-۳۵ سانتی‌متر بود. دامنه طولی دوره‌های زمانی ۹۳-۱۳۹۱ و ۹۶-۱۳۹۴ به طور قابل توجهی کمتر از سایر دوره‌های زمانی بود. بیشترین طول در دوره‌های زمانی ۹۶-۱۳۹۱ برابر با ۲۵/۵ سانتی‌متر و سایر دوره‌ها بیشتر از ۳۲ سانتی‌متر بود.

جدول ۱: آمار توصیفی طول چنگالی ماهی کلمه خزری در ۴ دوره زمانی مختلف

Table 1: Descriptive statistics of the fork length of the Caspian Roach fish in 4 different time periods

کل دوره	۱۳۹۷-۹۹	۱۳۹۴-۹۶	۱۳۹۱-۹۳	۱۳۸۸-۹۰	دوره زمانی
۳۷۷۴	۱۵۱۹	۱۱۱۳	۷۱۳	۴۲۹	حجم نمونه
۸ - ۳۵	۱۰/۵ - ۳۲/۵	۱۲ - ۲۵	۱۰/۵ - ۲۵/۵	۸ - ۳۵	دامنه طولی (سانتی‌متر)
۱۷/۹	۱۷/۷	۱۷/۸	۱۷/۶	۱۹/۶	میانگین طول (سانتی‌متر)
۲/۹	۳/۲	۱/۹	۲/۸	۳/۸	انحراف معیار (سانتی‌متر)

جدول ۲: نقاط مرجع عمومی بدست آمده از داده‌های کل دوره نمونه‌برداری (۱۳۸۸-۹۹)

Table 2: General reference points obtained from the data of the entire sampling period (2009-2020)

مقدار	پارامتر
۳۴/۸ (۳۴/۳-۳۵/۴)	L_{∞} (mm)
۲۱/۰	L_{c_opt} (mm)
۲۴/۰	L_{opt} (mm)
۰/۶۸	L_{opt}/L_{inf}
۰/۶۱	L_{c_opt}/L_{inf}

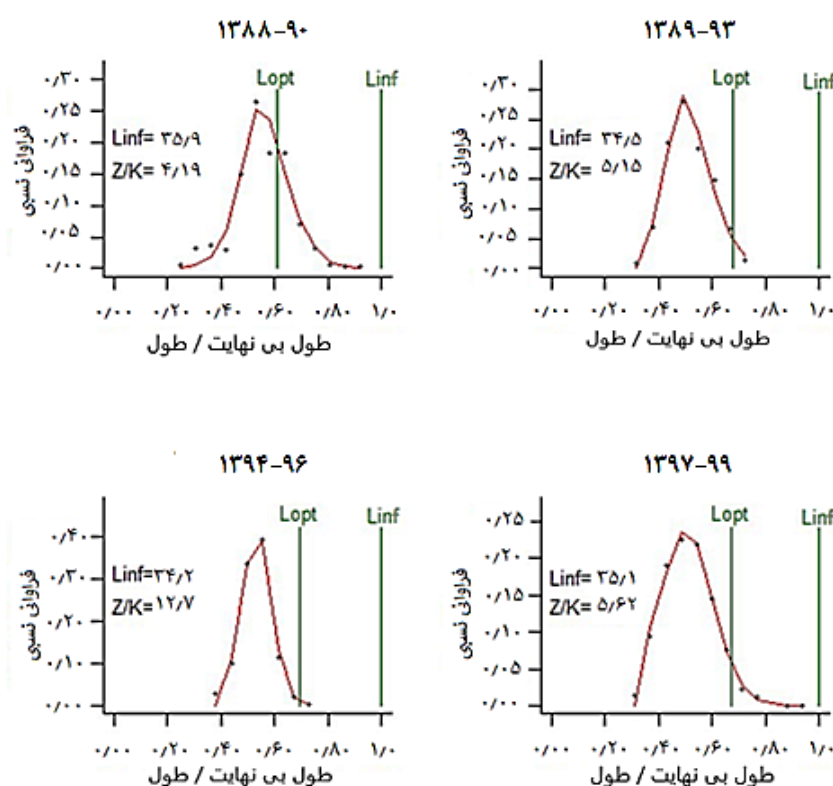
ماهیان به بلوغ جنسی رسیده‌اند، L_{∞} (طول بی‌نهایت)، L_c (طول در اولین صید)، $L_{max5\%}$ (میانگین طول ۵ درصد از بزرگترین ماهیان)، $L_{95\%}$ (صدک ۹۵ام توزیع فراوانی طول)، $L_{25\%}$ (صدک ۲۵ام توزیع فراوانی طول) و $L_{F=M}$ (طولی که مرگ و میر صیادی با مرگ و میر طبیعی برابر است)، نسبت‌های $\frac{L_{25\%}}{L_{50}}$ ، $\frac{L_{95\%}}{L_{50}}$ ، $\frac{L_{max5\%}}{L_{50}}$ و $\frac{L_{mean}}{L_{F=M}}$ و $\frac{L_{mean}}{L_{opt}}$ ، $\frac{L_c}{L_{50}}$ ، $\frac{L_{mean}}{L_{50}}$ محاسبه شد. مقدار $L_{F=M}$ با رابطه $0.75L_c + 0.25L_{\infty}$ محاسبه شد.

از سه شاخص طولی P_{mat} ، P_{opt} و P_{mega} که Froese (۲۰۰۴) برای تعیین صید پایدار پیشنهاد کرده است، استفاده شد. P_{mat} عبارت است از درصد ماهی‌های بالغ در صید (ماهیان با طول بزرگتر از طول بلوغ جنسی). طول اولین بلوغ جنسی (L_{m50}) در این مطالعه براساس مطالعات قبلی عدد ۱۴ در نظر گرفته شد (بندانی و همکاران، ۱۳۹۵a). P_{opt} درصد ماهی‌های صید شده که طول آنها در محدوده ۱۰ درصد اندازه طول بهینه صید است. P_{mega} درصد ماهیان مولد بزرگ در صید

نقاط مرجع عمومی به‌دست آمده از داده‌های کل دوره نمونه‌برداری (۱۳۸۸-۹۹) در جدول ۲ ارائه شده است. براساس کل داده‌های موجود، طول بی‌نهایت (L_{∞})، طول بهینه در اولین صید (L_{c_opt}) و طول بهینه صید (L_{opt}) به‌ترتیب برابر با ۳۴/۸، ۲۱ و ۲۴ سانتی‌متر تعیین شد. دامنه طول بهینه صید در محدوده ۲۶/۴-۲۱/۶ سانتی‌متر محاسبه شد.

به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۶۱ تعیین شد. در دوره‌های زمانی مختلف، پیک فراوانی طولی بر مقدار طول بهینه صید منطبق نیست و در سمت راست آن قرار دارد. البته، در دوره زمانی ۱۳۸۸-۹۰ طول بهینه صید به پیک فراوانی نزدیک‌تر است (شکل ۱).

به طور کلی، فراوانی ماهیان صید شده در دامنه طول بهینه درصد خیلی پایینی در دوره ۱۲ ساله گذشته داشته است به طوری که از ۲۶/۶ درصد طی سال‌های ۱۳۸۸-۹۰ به ۲/۶ درصد در سال‌های ۱۳۹۴-۹۶ کاهش، سپس به ۱۰/۳ درصد در سال ۱۳۹۷-۹۹ افزایش یافته است. مقادیر نسبت‌های L_{opt}/L_{inf} و $L_{c_{opt}}/L_{inf}$ برای کل داده‌ها



شکل ۱: نتایج آنالیز مدل LBB برای گونه ماهی کلمه خزری در سواحل جنوب شرقی دریای خزر در ۴ دوره زمانی مختلف (۱۳۸۸-۹۹)
Figure 1: The result of LBB model analyse for Caspian Roach species in the southeast coast of the Caspian Sea in 4 different time periods (2009-2020)

مورد مطالعه، درصد فراوانی مولدین بزرگ در محدوده ۰-۳/۳ متغیر بوده، بیشترین درصد فراوانی مولدین بزرگ مربوط به سال‌های ۱۳۳۸-۹۰ به میزان ۳/۳ درصد و در سال‌های ۱۳۹۳-۹۶ مولد بزرگی در نمونه‌های جمع آوری شده در صید مشاهده نشده و در سال‌های اخیر فراوانی آنها به ۰/۷ درصد رسیده است (جدول ۲).

در سه دوره زمانی اول، نسبت‌های $\frac{L_{mean}}{L_{F=M}}$ و $\frac{L_{mean}}{L_{opt}}$ روند کاهشی داشتند و سپس در دوره زمانی آخر افزایش

در تمام دوره‌های زمانی، درصد ماهیان بالغ (طول ماهیان بزرگتر از L_{m50}) صید شده با دام پره تقریباً بیشتر از ۹۰ درصد بود. بر اساس نتایج به دست آمده، فراوانی ماهیان نابالغ در دو دوره اول بهره‌برداری تقریباً ۷ درصد بوده و در دوره سوم میزان ماهیان نابالغ کاهش (۳ درصد ماهیان نابالغ) و سپس در دوره آخر افزایش (۱۱ درصد ماهیان نابالغ) یافته است. مولدین بزرگ نیز ماهیانی هستند که طول آنها بیش از ۲۶/۴ سانتی‌متر است. در ۴ دوره زمانی

یافتند. مقادیر این نسبت‌ها به ترتیب از ۰/۷۹ (مربوط به دوره زمانی ۹۴-۱۳۹۱) تا ۰/۹۰ (مربوط به دوره زمانی ۹۶-۱۳۸۸) و از ۰/۸۶ (مربوط به دوره زمانی ۹۶-۱۳۹۴) تا ۰/۹۴ (مربوط به دوره‌های زمانی اول و آخر) متغیر بود. در جدول ۳، شاخص‌ها و معیارهای مدیریت صید براساس شاخص‌های طولی ارائه شده است. نسبت های $\frac{L_{95\%}}{L_{\infty}}$ و $\frac{L_{max5\%}}{L_{\infty}}$ طی دوره زمانی ۹۶-۱۳۸۸ کاهش یافته و در دوره زمانی اخیر افزایش در این مقادیر مشاهده شده است. نسبت $\frac{L_{95\%}}{L_{\infty}}$ در محدوده ۰/۷۱-۰/۶۱ و نسبت $\frac{L_{max5\%}}{L_{\infty}}$ ،

Table 3: Estimated length-based indicators and criteria for the fisheries management of the Caspian Roach fish

۱۳۹۷-۹۹	۱۳۹۴-۹۶	۱۳۹۱-۹۳	۱۳۸۸-۹۰	دوره زمانی / پارامتر
۲۰/۷۵	۱۹/۶۳	۱۹/۱۲	۲۱/۵۷	L_{mean} (mm)
۳۵/۱ (۳۴/۶ - ۳۵/۷)	۳۴/۲ (۳۳/۵ - ۳۴/۸)	۳۴/۵ (۳۴/۱ - ۳۵/۱)	۳۵/۹ (۳۵/۱ - ۳۶/۵)	L_{∞} (mm)
۱۷/۷ (۱۷/۴ - ۱۷/۹)	۱۸/۹ (۱۸/۷ - ۱۹/۱)	۱۶/۳ (۱۶/۱ - ۱۶/۵)	۱۸/۷ (۱۸/۵ - ۱۹/۰)	L_c (mm)
۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	L_{m50} (mm)
۲۲/۱	۲۲/۷	۲۰/۹	۲۳	$L_{F=M}$ (mm)
۰/۵ (۰/۴۹۵ - ۰/۵۱)	۰/۵۵	۰/۴۷	۰/۵۲	L_c/L_{inf}
۰/۸۸	۰/۸۲	۰/۷۹	۰/۹۰	$\frac{L_{mean}}{L_{opt}}$
۰/۹۴	۰/۸۶	۰/۹۲	۰/۹۴	$\frac{L_{mean}}{L_{F=M}}$
۰/۸۲	۰/۹	۰/۷۸	۰/۸۹	L_c/L_{c_opt}
۲۴/۹	۲۲/۰	۲۳/۴	۲۷/۴	$L_{max5\%}$ (mm)
۱۵/۰	۱۷/۰	۱۵/۵	۱۷/۵	$L_{25\%}$ (mm)
۲۳	۲۱/۰	۲۲/۵	۲۵/۵	$L_{95\%}$ (mm)
۰/۶۶	۰/۶۱	۰/۶۵	۰/۷۱	$\frac{L_{95\%}}{L_{\infty}}$
۰/۷۱	۰/۶۴	۰/۶۸	۰/۷۶	$\frac{L_{max5\%}}{L_{\infty}}$
۱/۰۷	۱/۲۱	۱/۱۱	۱/۲۵	$\frac{L_{25\%}}{L_m}$
۱/۴۸	۱/۴۰	۱/۳۷	۱/۵۴	$\frac{L_{mean}}{L_m}$
۱/۲۶	۱/۳۵	۱/۱۶	۱/۳۴	$\frac{L_c}{L_m}$
۸۹/۰	۹۷/۱	۹۲/۱	۹۲/۳	درصد ماهیان بالغ
۱۰/۳	۲/۶	۸/۳	۲۶/۶	درصد ماهیان با طول بهینه
۰/۷	۰/۰	۰/۰	۳/۳	درصد مولدین بزرگ

اعداد داخل، بر انتز فاصله اطمینان، ۹۵ درصد است.

جدول ۴: مقادیر طول بی‌نهایت و دامنه طولی بدست آمده برای ماهی کلمه خزری در مطالعه حاضر و مطالعات گذشته

Table 4: The obtained values of asymptotic length and length range for Caspian Roach fish in this study and previous studies

منبع	دامنه طولی	طول بی‌نهایت
Naddafi <i>et al.</i> , 2005	۹/۱ – ۳۱/۱	۳۳/۵۳
بندانی و همکاران، ۱۳۹۵a	۱۲/۵ – ۲۹/۵	۳۰/۹۴
تقوی جلودار و امری صاحبی، ۱۳۹۵	۱۱/۶ – ۲۳/۱	۱۹/۵
مهدی‌پور، ۱۳۹۵	۱۲/۵ – ۲۷/۰	-
تاتار و همکاران، ۱۳۹۷	۱۴/۵ – ۳۲/۵	۴۱/۸
پوررشید و همکاران، ۱۳۹۹	۱۶/۷۴ – ۳۰/۰۳	۳۷/۱

بحث

از راهکارهای مهم و تاثیرگذار در مدیریت، برداشت آبزبان و اجرای مدیریت صید با رویکرد اکوسیستم محور تعیین نقاط مرجع شیلاتی برای ذخایر آبزبان است. این نقاط مرجع برای بسیاری از ذخایر آبزبان در جهان از جمله، ماهی کلمه خزری به طور رسمی وجود ندارد. بنابراین، می‌توان با به‌کارگیری این نقاط مرجع سیاست‌های مدیریتی لازم را تعیین و در جهت مدیریت صید با رویکرد اکوسیستم محور حرکت نمود (Link, 2010; Froese *et al.*, 2017; Hill *et al.*, 2020). بدین‌منظور، در این مطالعه، برای برآورد نقاط مرجع شیلاتی و شاخص‌های طولی برای مدیریت صید پایدار گونه ماهی کلمه خزری از مدل LBB استفاده شد. پارامترهایی که از روش LBB به‌دست می‌آیند، قابل اعتماد است و اطلاعات بهتری را در اختیار مدیران صید قرار می‌دهد که ممکن است برای مدیریت و حفظ ذخایر آبزبان مفید باشد.

در این مطالعه اندازه طول ماهیان کلمه خزری صید شده در تورهای پره ساحلی سواحل جنوب شرقی دریای خزر در دوره ۱۲ ساله در محدوده ۸-۲۵ سانتی‌متر متغیر و مقدار طول بی‌نهایت برآورد شده برای جمعیت ماهی کلمه خزری با استفاده از روش LBB، ۳۴/۸ سانتی‌متر بود که فاصله اطمینان ۹۵ درصد آن ۳۴/۳-۳۵/۴ سانتی‌متر به‌دست آمد. نتایج نشان می‌دهد، رنج طولی در مطالعه حاضر بسیار وسیع‌تر از مطالعات قبلی است و در مطالعات قبلی طول بی‌نهایت ۱۹/۵-۴۸/۱ سانتی‌متر گزارش شده است (جدول ۴). در مطالعات قبلی دقت طول بی‌نهایت

برآورده شده ذکر نشده است. شاید بتوان گفت، روش مورد استفاده برای محاسبه، حجم نمونه و تفاوت‌های اندازه بزرگترین نمونه، عامل اصلی تنوع در مقادیر طول بی‌نهایت برآورد شده است. شایان ذکر است، نمونه‌های جمع‌آوری شده در مطالعات قبلی مربوط به مقطع زمانی و مکان خاصی است. در این مطالعه حجم نمونه ۳۷۷۴ عدد ماهی مربوط به ۱۲ سال و بزرگترین ماهی اندازه ۳۵ سانتی‌متر داشت و برای برآورد طول بی‌نهایت از روش بیزی LBB که عدم قطعیت را در نظر می‌گیرد، استفاده شده است.

با بررسی منابع قابل دسترس، گزارشی در مورد شاخص‌های L_c ، L_{c_opt} و L_{opt} برای جمعیت ماهی کلمه خزری وجود ندارد. مقدار L_c برآورد شده در مطالعه حاضر بالاتر از مقدار L_{m50} گزارش شده برای ماهی کلمه خزری است. مقدار به‌دست آمده برای L_{c_opt} نیز ۳ واحد بزرگتر از L_c و ۱۰ واحد بیشتر از L_{m50} بود. در حالت ایده‌آل فراوانی ماهیان با طول مطلوب باید ۱۰۰ درصد باشد، اما فقط ۹/۵ درصد ماهیان کلمه خزری در دامنه طول مطلوب قرار داشتند. خوشبختانه در سال‌های اخیر درصد فراوانی این ماهیان نسبت به دو دوره گذشته افزایش نسبی داشته است که بایستی این روند ادامه داشته باشد. طول بهینه صید طولی است که میزان صید و زی‌توده کوهورت را برای تلاش صیادی مشخص به حداکثر می‌رساند. طبق Froese و همکاران (۲۰۱۷) برای به‌دست آوردن حداکثر برداشت برای یک F معین، مقدار L_c را می‌توان افزایش داد تا فاز رشد طولانی‌تری برای ماهیان بهره‌برداری نشده وجود داشته باشد که زی‌توده قابل

بهره‌برداری و نیز صید در واحد تلاش (CPUE)¹ به حداکثر برسد. برای اکثر ماهی‌های Iteroparous (ماهیانی که هر سال پس از بلوغ جنسی تا زمان مرگ تولید مثل می‌کنند)، شاخص L_{opt} بین اولین و دومین تخم‌ریزی قرار می‌گیرد. بنابراین، صید بیش از حد از نظر تئوری غیرممکن می‌شود، زیرا همه ماهی‌ها قبل از صید فرصت تخم‌ریزی دارند (Myers and Mertz, 1998). ماهی کلمه خزری یک گونه Iteroparous است. مقادیر مورد انتظار برای نسبت L_c/L_{c-opt} بزرگتر از عدد ۱ و برای نسبت‌های $L_{max5\%}/L_{inf}$ یا $L_{95\%}/L_{inf}$ بزرگتر از عدد ۰/۸ تعیین شده است (ICES, 2004; Froese, 2015). این نسبت‌ها شاخص‌های کلیدی هستند که رابطه مستقیمی با اندازه ماهی‌ها دارند. در این مطالعه، مقادیر این نسبت‌ها برای ماهی کلمه خزری کوچکتر از مقادیر مورد انتظار برآورد شدند. هنگامی که مقادیر این شاخص‌ها کوچکتر از مقادیر مورد انتظار باشند، نشان‌دهنده فقدان یا حضور تعداد کمی از ماهیان مسن و بزرگ در ذخیره است و نیز نشان‌دهنده وجود ساختار طولی کوچک ذخیره و صید ماهیان با سنین پایین است. در این شرایط پیشنهاد می‌شود که تلاش صیادی و میزان صید برای آن گونه کاهش یابد و بهتر است صید از اندازه‌های بزرگتر شروع شود. همچنین مقادیر نسبت‌های $L_{mean}/L_{F=M}$ و L_{mean}/L_{opt} تقریباً کوچکتر از ۱ (مقدار مورد انتظار) به دست آمد که نشان می‌دهد برداشت بهینه انجام نمی‌شود. مقادیر ۳۰-۴۰ درصد مولدین بزرگ در صید نشان‌دهنده ساختار سنی و طولی سالم و مطلوب است درحالی‌که کمتر از ۲۰ درصد باعث نگرانی خواهد شد (Froese, 2004). برای ماهی کلمه خزری، با توجه به L_m برابر با ۱۴ سانتی‌متر درصد ماهیان بالغ در دوره ۱۲ ساله تقریباً بالای ۹۰ درصد بوده است. اما درصد مولدین بزرگ در دوره مذکور تقریباً در حد صفر و تعداد ماهیان با طول بهینه صید حدود ۱۰ درصد بوده است. این مقادیر بسیار پایین، یک رژیم ماهیگیری سالم و معقول را نشان نمی‌دهد و بازتابی از وضعیت وخیم ذخیره و صید

بیش از حد از آن است. اما درصد مولدین بزرگ و مسن بسیار پایین یا تقریباً صفر، موضوعی نگران‌کننده است. چون کاهش ساختار سنی باعث کاهش انعطاف‌پذیری ذخیره در برابر رویدادهای طبیعی مانند شکست‌های احیاء ذخیره^۲ در شرایط محیطی نامطلوب می‌شود. به عبارت دیگر، نتایج مذکور مشخص می‌کند که ذخیره ماهی کلمه خزری دچار پدیده صید بی‌رویه مولدین^۳ است. این نوع صید بی‌رویه زمانی اتفاق می‌افتد که زی‌توده مولدین به سطحی کاهش می‌یابد که آن جمعیت دیگر ظرفیت تولیدمثلی برای احیاء خود ندارد. افزایش زی‌توده ذخیره مولدین به سطح هدف، رویکردی است که مدیران صید باید برای احیاء جمعیت بیش از حد صید شده این ذخیره به سطوح پایدار اتخاذ کنند. مولدین بزرگ چندین نقش مهم در بقاء طولانی‌مدت یک جمعیت ایفاء می‌کنند: (۱) مولدین بزرگ هم‌آوری بیشتری دارند، زیرا تعداد تخم‌ها به طور نمایی با طول در بیشتر گونه‌ها افزایش می‌یابد. تخم‌های آنها نیز بزرگتر است. بنابراین، شانس بیشتری برای بقاء به لاروها می‌دهد (Solemdal, 1997; Trippel, 1998). رسیدن به سن مسن معمولاً نشانه سلامت کلی فرد است و این مگااسپورها مخزن و توزیع‌کننده ژن‌های مطلوب هستند. (۳) افزایش طول عمر و طولانی شدن دوره تولید مثل می‌تواند به عنوان یک محافظ طبیعی در برابر شکست بعدی احیاء در نظر گرفته شود (Craig 1985; Beverton, 1987).

مقادیر مورد انتظار برای نسبت $L_{25\%}/L_{m50}$ بزرگتر از عدد ۰/۳ و نسبت‌های L_{mean}/L_{m50} یا L_c/L_{m50} بزرگتر از عدد ۱ تعیین شده است (ICES, 2004; Froese, 2015). در این تحقیق، مقادیر به دست آمده برای این سه شاخص بزرگتر از مقادیر مورد انتظار بوده است که بیانگر آن است که ماهیان نابالغ کلمه خزری براساس L_m برابر با ۱۴ سانتی‌متر تا حد زیادی حفظ می‌شوند. تعداد خیلی کم ماهیان جوان و نابالغ (طولی کمتر از L_{m50}) در ذخیره و محیط آبی شاید به علت عدم تکثیر طبیعی یا به میزان

² Recruitment³ Recruitment overfishing¹ Catch per unit effort

آمیز بودن احیاء ذخیره در هر سال امکان پذیر است. احیاء ذخیره ماهی کلمه خزری تحت تاثیر زیستگاه و عوامل محیطی نیز هست. در نتیجه، عوامل زیست محیطی باید در فرضیه صید پایدار در نظر گرفته شود.

با این حال، بدیهی است که تدابیر مدیریتی فعلی کافی نیست و برای موفقیت احیاء صید به اقدامات سختگیرانه تری نیاز است. کاهش فشار صیادی، کنترل صید غیرقانونی، بهینه کردن اندازه چشمه تور پره ساحلی، جلوگیری از استفاده از کاور در پشت دام پره در حین عملیات صید، احیاء زیستگاه جهت تخم ریزی طبیعی، نظارت صحیح بر اندازه ماهی کلمه خزری در بازار ماهی فروشان و اعمال قانون برای فروشندگان و صیادان متخلف، رهاسازی اصولی بچه ماهیان در رودخانه و در صورت امکان بازگرداندن ماهیان کلمه خزری صید شده به دریا در دستور کار قرار گیرد که شاید بتوان با این کارها از کاهش شدید و انقراض ماهی کلمه در دریای خزر جلوگیری کرد یا به تعویق انداخت و باعث افزایش صید و زی توده این جمعیت ها در آینده شد.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی با عنوان "مدیریت صید کپور دریایی و ماهی کلمه خزری با استفاده از شاخص های طولی در ساحل جنوب شرقی دریای خزر" با شماره شناسه ۴۶-۴۳۰-۹۹ و مصوب جلسه شماره ۴۳۰ مورخ ۱۳۹۹/۱۲/۰۴ شورای پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان است. بدین منظور، نویسندگان از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به جهت حمایت مادی و معنوی از تحقیق حاضر و همچنین از مرکز تحقیقات آبزیان آبهای داخلی جهت فراهم نمودن داده های تحقیق تشکر می نمایند.

منابع

بندانی، غ.ع.، عباسی، ک.، توکلی، م.، یلقی، س.، نوروزی، ه.، باقرزاده، ف.، کیمرام، ف.، پرافکنده، ف.، قاسمی، ش.، قربانی، ر.، صیادرحیم، م.، لاریجانی، م.، سبک آرا، ج.

خیلی کم و بازده بازگشت شیلاتی خیلی پایین حاصل از رهاسازی بچه ماهیان باشد. سالیان درازی است که بچه ماهیان کلمه خزری پس از تکثیر مصنوعی جهت احیاء ماهی کلمه خزری در رودخانه رهاسازی می شود، اما هنوز موفقیت خاصی در این رابطه انجام نشده است. در مطالعه ای که بندانی و همکاران (۱۳۹۹) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که برای بهبود بازده بازگشت شیلاتی مناسب، باید دبی آب رودخانه، وزن و تعداد رهاسازی هر سه در شرایط مطلوبی باشند. آنها بیان کردند که با افزایش دبی میزان صید در واحد تلاش کاهش یافته احتمالاً وزن رهاسازی و تعداد رهاسازی دو پارامتری هستند که همزمان در میزان بقاء و صید مؤثرند. به عبارت دیگر، گاهی در زمانی که دبی زیاد بوده، تعداد رهاسازی بچه ماهیان کم بوده یا تعداد رهاسازی زیاد بوده، ولی میانگین وزنی پایین بوده یا تعداد و میانگین وزنی و تعداد بچه ماهی بالا بوده، ولی دبی آب مناسبی در رودخانه وجود نداشته است. اگر در سال های آتی همین روند ادامه باشد، قطعاً اثر سرمایه گذاری های انجام شده درخصوص بازسازی ذخایر را خنثی می نماید.

با توجه به نتایج مذکور، برای حفاظت از ذخیره ماهی کلمه خزری شاید L_{c_opt} یا L_{opt} شاخص های مناسب تری نسبت به L_{m50} باشند. اگرچه L_{opt} برای وضعیت فعلی جمعیت ماهی کلمه خزری گزینه بهتری است. در واقع، ماهیان صید شده در طول بهینه صید یک محافظ طبیعی در برابر هر گونه شکست در احیاء ذخیره مرتبط با تغییرات محیطی ایجاد می کند و به افراد اجازه رشد و تضمین بقاء طولانی مدت جمعیت ها و در نتیجه، صید پایدار را می دهد. بنابراین، در مدیریت صید مقدار شاخص L_{m50} که برابر با ۱۴ سانتی متر است، بایستی بازنگری شود تا ذخیره فرصت احیاء و بازسازی خود را پیدا نماید. اگر مدیران صید بتوانند قانون مربوط طول بهینه صید را به طور مؤثر اجرا کنند، به اجرای استراتژی ماهیگیری کمک می کند که فراوانی مولدین بزرگ افزایش یابد (Froese, 2004). با در نظر گرفتن این شاخص ها در اجرا منجر به بازسازی، احیاء و حفظ ذخایر مولدین در سلامت خوب خواهد شد. اما چنین تاکتیکی تنها در صورت موفقیت

تاتار ر. د. قربانی ر.، گرگین س.، باندانی غ.،
یحیایی م.، ۱۳۹۷. ارزیابی وضعیت بهره‌برداری
ماهی کلمه خزری، (*Rutilus caspicus*)
(Yakovlev, 1870) در جنوب شرقی دریای خزر.
مجله علمی شیلات ایران، ۲۷ (۴): ۶۷-۷۶. Doi:
10.22092/ISFJ.2018.117721

تقوی جلودار، ح. و امری صاحبی، ا.، ۱۳۹۵. بررسی
برخی خصوصیات زیستی، سن، جنسیت و
پارامترهای رشد ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*
caspicus) در سواحل جنوب شرقی دریای خزر.
مجله علمی شیلات ایران، ۲۵ (۱): ۱۸۳-۱۹۳.
Doi: 10.22092/ISFJ.2017.110233

مهدی پور، ن.، سعیدپور، ب. و باندانی، غ.، ۱۳۹۵.
تعیین ساختار سنی، نسبت جنسی و الگوی رشد
مولدین ماهی کلمه (*Rutilus caspicus*)
(Yakovlev, 1870) در سواحل جنوب شرقی
دریای خزر (استان گلستان). نشریه علمی پژوهشی
پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی، ۴ (۱): ۲۷-۱۷.
URL: <http://jair.gonbad.ac.ir/article-1-202-fa.html>

Alam, M.S., Liu, Q., Nabi, M.R.U. and Al-
Mamun, M.A., 2021. Fish stock
assessment for data-poor fisheries, with a
case study of tropical Hilsa Shad
(*Tenualosa ilisha*) in the water of
Bangladesh. *Sustainability*, 13(7):3604.
Doi: 10.3390/su13073604.

Baldé, B.S., Fall, M., Kantoussan, J., Sow,
F.N., Diouf, M. and Brehmer, P., 2019.
Fish-length based indicators for improved
management of the sardinella fisheries in
Senegal. *Regional Studies in Marine
Science*, 31:100801. Doi:
10.1016/j.rsma.2019.100801.

دریانبرد، غ.ف. و قدیرنژاد، ح. ۱۳۹۵a. بررسی
بیولوژی (تغذیه، تخم‌ریزی و رشد ماهی کلمه
(*Rutilus caspius*) در آب‌های ایرانی جنوب خزر.
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. مرکز
تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی. گرگان، ۴۸
صفحه.

باندانی، غ.ع.، لاریجانی، م.، قاسمی، ش.، سهرابی
لنگرودی، ت.، پرافکنده، ف.، امیری، ی. و
آقای مقدم، ع. ۱۳۹۵b. ارزیابی ذخایر ماهیان
کپور و کلمه در آب‌های ایرانی دریای خزر. موسسه
تحقیقات علوم شیلاتی کشور. تهران، ۳۴ ص.

باندانی، غ.ع.، قاسمی، ش.، طالب زاده، ع.، فضلی،
ح.، تقوی مطلق، ا.، لاریجانی، م.، آقای مقدم،
ع.، یحیایی، م.، قاسمی، م. و رضایی شیرازی،
ع. ۱۳۹۶. ارزیابی ذخایر ماهیان کپور و کلمه در
آب‌های ایرانی دریای خزر (۱۳۹۶-۱۳۹۴). موسسه
تحقیقات علوم شیلاتی کشور. تهران، ۳۲ صفحه.

باندانی، غ.ع.، قاسمی، ش.، تقوی مطلق، ا.،
لاریجانی، م.، طالب زاده، ع.، فضلی، ح.، آقای
مقدم، ع.، یحیایی، م.، قاسمی، م. و رضایی
شیرازی، ع. ۱۳۹۷. ارزیابی ذخایر ماهیان کپور و
کلمه در آب‌های ایرانی دریای خزر. موسسه
تحقیقات علوم شیلاتی کشور. تهران، ۲۹ صفحه.

باندانی، غ.ع.، لاریجانی، م.، فضلی، ح. و دریانبر، غ.
۱۳۹۹. تحلیل روند میزان صید و بازسازی گونه
های کپور و کلمه در آب‌های ایرانی دریای خزر.
نشریه علمی بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۹ (۲):
۴۵-۵۶. Doi:

10.22069/japu.2020.15590.1459

پوررشید، ح.، پاتیمار، ر.، رئیسی، ه.، حاجی‌راد
کوچک، ع. و باندانی، غ.ع. ۱۳۹۹. پویایی‌شناسی
جمعیت ماهی کلمه خزری (Yakovlev, 1870)
Rutilus caspicus در جنوب شرق دریای خزر.
فصلنامه علمی محیط زیست جانوری، ۱۲ (۱):
۲۳۸-۲۳۱. Doi: 10.22034/aej.2021.133509

- Beverton, R.J.H., 1987.** Longevity in fish: some ecological and evolutionary considerations. In: Woodhead, A.D., Thompson, K.H. (eds) *Evolution of Longevity in Animals*. Springer, Boston, MA. pp. 161-185. Doi: 10.1007/978-1-4613-1939-9_12
- Beverton, R.J.H., and Holt, S.J., 1993.** On the dynamics of exploited fish populations. *Fish & Fisheries Series 11*, Springer Science+Business Media Dordrecht, London, United Kingdom. 538 p. Doi: 10.1007/BF00044132
- Craig, J.F., 1985.** Aging in fish. *Canadian Journal of Zoology*, 63(1): 1-8. Doi: 10.1139/z85-001.
- Froese, R., 2004.** Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*, 5(1):86-91. Doi: 10.1111/j.1467-2979.2004.00144.x.
- Froese, R., Demirel, N., Coro, G., Kleisner, K.M. and Winker, H., 2017.** Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries*, 18(3):506-526. Doi: 10.1111/faf.12190.
- Froese, R., Winker, H., Coro, G., Demirel, N., Tsikliras, A.C., Dimarchopoulou, D., Scarcella, G., Probst, W.N., Dureuil, M. and Pauly, D., 2018.** A new approach for estimating stock status from length frequency data. *ICES Journal of Marine Science*, 75(6):2004-2015. Doi: 10.1093/icesjms/fsy139.
- Hill, S.L., Hinke, J., Bertrand, S., Fritz, L., Furness, R.W., Ianelli, J.N., Murphy, M., Oliveros-Ramos, R., Pichgru, L., Sharp, R. and Stillman, R.A., 2020.** Reference points for predators will progress ecosystem-based management of fisheries. *Fish and Fisheries*, 21(2):368-378. Doi: 10.1111/faf.12434.
- ICES (International council for the exploration of the sea), 2015.** Report of the Fifth Workshop on the development of quantitative assessment methodologies based on life-history traits, exploitation characteristics and other relevant parameters for data-limited stocks (WKLIFE V), 5–9 October 2015, Lisbon, Portugal, 157 P. Doi: 10.17895/ices.pub.19283927.
- Ju, P., Chen, M., Tian, Y., Zhao, Y., Yang, S. and Xiao, J., 2020.** Stock status estimating of 5 shark species in the waters around Taiwan using a Length-Based Bayesian Biomass Estimation (LBB) method. *Frontiers in Marine Science*, 7: 632. Doi: 10.3389/fmars.2020.00632.
- Liang, C., Xian, W., Liu, S., Pauly, D., 2020.** Assessments of 14 Exploited Fish and Invertebrate Stocks in Chinese Waters Using the LBB Method. *Frontiers in Marine Science*, 7: 314. Doi: 10.3389/fmars.2020.00314.
- Link, J., 2010.** Ecosystem-based fisheries management: confronting tradeoffs. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. 24 P. Doi: 10.1080/19425120.2012.661394.
- Mildenberger, T.K., Taylor, M.H. and Wolff, M., 2017.** TropFishR: an R package for fisheries analysis with length-frequency

- data. *Methods in Ecology and Evolution*, 8(11):1520-1527. Doi:10.1111/2041-210X.12791.
- Myers, R.A. and Mertz, G., 1998.** The limits of exploitation: a precautionary approach. *Ecological Applications*, 8(sp1):S165-S169. Doi: 10.1890/1051-0761(1998)8[S165:TLOEAP]2.0.CO;2.
- Naddafi, R., Abdoli, A., Hassanzadeh Kiabi, B., Mojazi Amiri, B. and Karami, M., 2005.** Age, growth and reproduction of the Caspian roach (*Rutilus rutilus caspicus*) in the Anzali and Gomishan wetlands, North Iran. *Journal of Applied Ichthyology*, 21(6):492-497. Doi: 10.1111/j.1439-0426.2005.00669.x.
- R Core Team, 2021.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Solemdal, P., 1997.** Maternal effects—a link between the past and the future. *Journal of Sea Research*, 37(3-4):213-227. Doi: 10.1016/S1385-1101(97)00029-4.
- Sparre, P., Venema, S.C., 1998.** Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. *FAO Fisheries Technical Paper No. 306*, Rome, 407 P.
- Trippel, E.A., 1998.** Egg size and viability and seasonal offspring production of young Atlantic cod. *Transactions of the American Fisheries Society*, 127(3):339-359. Doi: 10.1577/1548-8659(1998)127<0339:ESAVAS>2.0.CO;2
- Von Bertalanffy, L., 1938.** A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10(2):181-213.
- Wang, X.H., Qiu, Y.S., Zhu, G.P., Du, F.Y., Sun, D.R. and Huang, S.L., 2011.** Length-weight relationships of 69 fish species in the Beibu Gulf, northern South China Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(3): 959-961. Doi: 10.1111/j.1439-0426.2010.01624.x.
- Wang, Y., Wang, Y., Liu, S., Liang, C., Zhang, H. and Xian, W., 2020.** Stock assessment using LBB method for eight fish species from the Bohai and Yellow Seas. *Frontiers in Marine Science*, 7:164. Doi: 10.3389/fmars.2020.00164.
- Wang, X., He, Y., Du, F., Liu, M., Bei, W., Cai, Y. and Qiu, Y., 2021.** Using LBB tools to assess Miter squid stock in the northeastern South China Sea. *Frontiers in Marine Science*, 7:518627. Doi: 10.3389/fmars.2020.518627.
- Yue, L., Wang, Y., Zhang, H. and Xian, W., 2021.** Stock assessment using the LBB method for *Portunus trituberculatus* collected from the Yangtze estuary in China. *Applied Sciences*, 11(1):342. Doi: 10.3390/app11010342.
- Zhang, L.L., Ren, Q.Q., Liu, M., Xu, Q., Kang, B. and Jiang, X.B., 2020.** Fishery stock assessments in the Min river estuary and its adjacent waters in southern china using the length-based bayesian estimation (LBB) method. *Frontiers in Marine Science*, 7:507. Doi: 10.3389/fmars.2020.00507.

Management of Caspian Roach *Rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870) fishing using fish-length based indicators in the southeast coast of the Caspian Sea

Zare P.^{1*}; Bandani Gh.²; Ansari Z.³

*pzare@gau.ac.ir

1- Fishing and Exploitation Department, College of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2- Inland Waters Aquatics Resources Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

3- Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia.

Abstract

In the current study, to obtain length indices for the sustainable fishing management of Caspian roach, the LBB (Length-Based Bayesian Biomass Estimator) model, which is a new and powerful but simple solution based only on the length data, was used. Three important management indicators including length at the first catch (L_c), optimum length at the first capture (L_{c-opt}), and optimal length of capture (L_{opt}) were estimated, and their values were 17.7, 21 and 24 cm, respectively. The values of L_{mean}/L_{opt} and $L_{mean}/L_F=M$ ratios were almost smaller than 1, which indicated the optimal yield is not performed. In this study, L_c/L_{c-opt} ratio was less than 1 and $L_{max5\%}/L_{inf}$ or $L_{95\%}/L_{inf}$ indice was smaller than 0.8 and the number of megaspawners less than 1% and the percentages of specimens at the optimum size of less than 10% were estimated. These findings indicated the absence or presence of a few old and large fish in the stock, and the broodstock population has been reduced to a level where it no longer has the reproductive capacity to revive itself. Caspian Roach was preserved to a great extent based on $L_{m_{50}} = 14$ cm due to a very low percentage of immature fish (less than 5%) in the catch and $L_{25\%}/L_{50} > 0.3$, $L_{mean}/L_{50} > 1$, and $L_c/L_{50} > 1$. According to the findings of this research, including the optimal length of capture in the management procedures will probably have a better relative performance for the conservation and sustainable exploitation of Caspian Roach.

Keywords: Caspian Roach, Length indicators, Sustainable fishing management, stock conservation

*Corresponding author