13 (1) 231-238, Spring 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Population dynamics of the Caspian roach (*Rutilus caspicus*) in the South East Caspian Sea

Hamid Pourrashid [1], Rahman Patimar*[1], Hadi Raeisi [1], Eisa Hajiradkouchak [1], Gholamali Bandani[2]

[1] Department of Fishery, Faculty of natural resource, University of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran
[2] Inland Water Resources Research Center, Iran Fisheries Science Research Institute, Agricultural Education, Research and Extension Organization Gorgan, Iran

Key Words
Rutilus caspicus
Growth
Mortality
Caspian Sea

Abstract

Introduction: This study was carried out to investigate population dynamic of Caspian roach (*R. caspicus*) on the south east Caspian Sea in 2018 (In the 6 months of the catch season).
Materials & Methods: A total of 215 samples were collected using beach siene (Total length with 0.01 accuracy and total weight with accuracy of 0.001 were measured).
Result: The length of samples ranges from 16.74 to 30.03 cm and weighing from 52 to 346 gr. The age of the specimens was ranges from 3^+ to 7^+. Length-weight relationship was $W=0.009L^{3.09}$, indicating positive allometric growth for population. After fitting the regression using least square method, the relationship was $W=0.009L^{3.42}$. The Von Bertalanfy growth equation as, $L_{t=}37.1033(1\text{-}EXP\ (-0.19^{(t+0.40)})$. Natural mortality using Pauly's experimental equation calculated as 0.445. The highest condition factor and growth rate was 0.42 and 0.44 respectively, for population in the south east Caspian Sea.
Conclusion: Overall, the Caspian roach stocks in the southeastern part of the Caspian Sea appear to be in serious danger and require effective management strategies to maintain their reserves.

* Corresponding Author's email: rpatimar@yahoo.com
Received: 7 January 2020; Reviewed: 30 March 2020; Revised: 22 April 2020; Accepted: 11 May 2020
(DOI): 10.22034/aej.2020.133509

مقاله پژوهشی

پویایی‌شناسی جمعیت ماهی کلمه خزری (*Rutilus caspicus* (Yakovlev, ۱۸۷۰ در جنوب‌شرق دریای خزر

حمید پوررشید[۱]، رحمان پاتیمار[۱*]، هادی رئیسی[۱]، عیسی حاجی‌رادکوچک[۱]، غلامعلی بندانی[۲]

[۱] گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

[۲] مرکز تحقیقات ذخایر آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

کلمات کلیدی

Rutilus aspicus
رشد
مرگ و میر
دریای خزر

چکیده

مقدمه: این مطالعه با هدف بررسی پارامترهای پویایی‌شناسی جمعیت ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) در آب‌های جنوب‌شرق دریای خزر در سال ۱۳۹۷(در ٦ ماهه فصل صید) انجام شد.

مواد و روش‌ها: تعداد ۲۱۵ نمونه با تور پره صید و طول کل با دقت ۰/۰۱ و وزن کل ۰/۰۰۱ مورد زیست‌سنجی واقع شدند.

نتایج: نمونه‌ها در دامنه طولی ۱٦/۷٤ تا ۳۰/۰۳ سانتی‌متر و دامنه وزنی ۳٦ تا ۳٤۲ گرم قرار داشتند. سن ماهیان کلمه صید شده در دامنه سنی +۳ تا +۷ برآورد گردید. دامنه تغییرات b بین ۳/٤۹–۳/۰۵ به‌دست آمد. رابطه نمایی طول کل و وزن کل $W=۰/۰۰۹L^{۳/۰۹}$ به‌دست‌آمد که نشان‌دهنده رشد آلومتریک مثبت است. بعد از برازش به‌روش حداقل مربعات رابطه طول–وزن $W =۰/۰۰۹L^{۳/۰٤۲}$ محاسبه شد. معادله رشد فون‌برتالانفی برای این گونه $Lt=۳۷/۱۰۳۳(۱-EXP(-۰/۱۹^{(t+۰/٤۰)}))$ محاسبه، و ضریب مرگ و میر طبیعی با استفاده از فرمول تجربی پائولی برای ماهی کلمه خزری ۰/٤٤۵ به‌دست آمد. بالاترین مقدار فاکتور وضعیت و ضریب رشد لحظه‌ای برای این گونه به‌ترتیب ۰/٤۲ و ۰/٤٤ به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری و بحث: در مجموع، به‌نظر می‌رسد ذخایر ماهی کلمه در بخش جنوب‌شرقی دریای خزر به‌شدت در معرض خطر بوده و نیازمند ارائه راهکارهای مدیریتی کارا جهت حفظ ذخایر آن می‌باشد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: rpatimar@yahoo.com

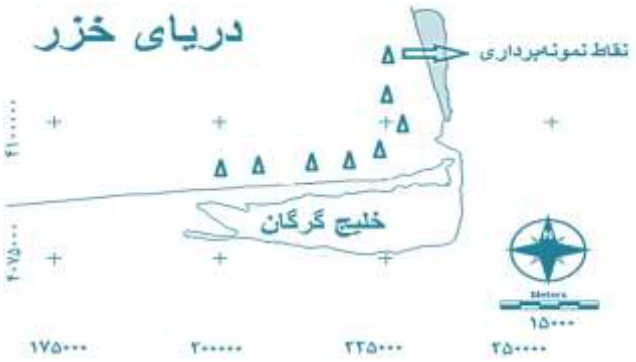
تاریخ دریافت: ۱۷ دی ۱۳۹۸؛ تاریخ داوری: ۱۱ فروردین ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۳ اردیبهشت ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۲۲ اردیبهشت ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/aej.2021.133509

مقدمه

در دریای خزر و حوضه آبریز آن حدود ۱۲۳ گونه و زیرگونه ماهی، مربوط به ۵۳ جنس و ۱۷ خانواده زیست می‌نمایند، که در این بین خانواده کپورماهیان حدود ۴۰ درصد را به‌خود اختصاص می‌دهند (Kazancheev، ۱۹۸۱). ماهی کلمه (*Rutilus aspicus*) در بین ذخایر ماهیان استخوانی دریای خزر از گونه‌های با ارزش و اقتصادی محسوب می‌شود که از سال‌های گذشته تا حال به‌دلیل لذیذبودن، ارزش غذایی بالا و کیفیت عالی گوشت در سبد غذایی ساکنین اکثر استان‌های ساحلی و غیرساحلی قرار گرفته است. در سال‌های اخیر آلودگی‌های صنعتی و شهری، ماهیگیری غیرمسئولانه، تغییرات زیست محیطی محل‌های مهاجرت طبیعی و کاهش دبی آب رودخانه‌ها در فصل مهاجرت تکثیر سبب کاهش ذخایر ماهی کلمه دریای خزر شده به‌طوری‌که نام آن در لیست گونه‌های در معرض خطر انقراض IUCN قرار گرفته است (Kiabi و همکاران، ۱۹۹۹). بدیهی است گسترش مناطق حفاظت شده نشانه مثبتی برای حفظ تنوع زیستی است، اما بایستی مدیریت مقتدرانه و مؤثری داشته باشند. این مدیریت می‌تواند شامل قانونمند کردن و زمان‌بندی روش‌های مناسب صید، حفاظت از مکان‌های طبیعی تخم‌ریزی ماهیان، رها کرد بچه‌ماهیان در وزن‌های بالاتر، ممنوعیت صید در فصل تخم‌ریزی، آموزش صیادان، تدابیر لازم جهت کاستن ورود آلاینده‌ها به تالاب‌ها، بررسی‌های لازم از نظر ماهی شناسی، اکولوژی، بیولوژی و احیای رودخانه‌ها گامی مثبت در بهینه نمودن ذخایر صید و صیادی می‌باشد. علی‌رغم این‌که این گونه در لیست خطر سازمان IUCN قرار دارد و باتوجه به ارزش اقتصادی بالای آن، تاکنون مطالعات اندکی روی آن در دریای خزر صورت گرفته است. تقوی‌جلودار و امری‌صاحبی (۱۳۹۵)،بررسی‌برخی خصوصیات‌زیستی، سن، جنسیت و پارامترهای رشد ماهی‌کلمه (*R. caspicus*) در سواحل جنوب‌شرقی‌دریای‌خزر(منطقه‌ساری و بندرترکمن)راگزارش کرده‌اند. بررسی بیولوژی (تغذیه، تخم‌ریزی و رشد ماهی کلمه *R. caspius*) در آب‌های ایرانی جنوب خزر توسط بندانی (۱۳۹۵) صورت گرفته است. تاتار و همکاران (۱۳۹۷) تعیین الگوی بهره‌برداری ماهی کلمه خزری (*R. caspicus* Yakovlev, 1870) در بخش جنوب‌شرقی دریای خزر (محدوده سواحل استان گلستان) را بررسی نموده‌اند. مطالعه سن، رشد و تولیدمثل ماهی کلمه (*R. caspius*) در تالاب‌های انزلی و گمیشان توسط Naddafi و همکاران (۲۰۰۵) انجام شده است. Paull و همکاران (۲۰۰۹)، تأثیر نرخ رشد بر تمایز جنسی در مراحل اولیه زندگی در ماهی (*R. caspicus*)، Larmuseau و همکاران (۲۰۰۹) بررسی فیلوژوگرافی ماتریکس‌خطی و الگوهای جمعیتی ماهی (*R. caspicus*) جهت طبقه‌بندی و حفاظت، Halimi و همکاران (۲۰۱۴) ویژگی‌های کمی و ترکیب شیمیایی اسپرم ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) و هم‌چنین Hedayati و همکاران (۲۰۱۵)، مسمومیت حاد و تغییرات رفتاری در ارتباط با دیازینون در ماهی کلمه (*R. caspicus*)، را مطالعه و بررسی کرده‌اند. مطالعه پارامترهای رشد و مرگ‌ومیر یکی از زیر واحدهای بوم‌شناسی جمعیت و از مبانی اساسی زیست‌شناسی ماهی است (Biswas، ۱۹۹۳) و از طرف دیگر مطالعه بیولوژی و اکولوژی گونه‌های‌مختلف ماهیان دریک بوم‌سازگان آبی ازضرورت‌های اولیه حفظ ذخایر آن‌ها بوده و منجر به شناخت و تحلیل بوم‌شناختی زنجیره غذایی بوم‌سازگان می‌گردد (Kazancheev، ۱۹۸۱). مطالعات صورت گرفته در زمینه شناسایی ساختارهای جمعیتی و پارامترهای پویایی‌شناسی این‌ماهی،محدود می‌باشد.لذا به‌منظور افزایش اطلاعات در این زمینه، تحقیق حاضر با این هدف به بررسی پویایی‌شناسی گونه ماهی کلمه‌خزری(*R. caspicus*)درجنوب‌شرق‌دریای‌خزرانجام گردید.

مواد و روش‌ها

جهت انجام مطالعه‌ی پویایی‌شناسی و رشد در سال ۱۳۹۷ با استفاده از داده‌های صید صنعتی تور پره در جنوب شرق دریای خزر در سواحل شمالی میانکاله انجام شد. در اینجا تفکیک جنسیت ماهیان صورت نگرفت و داده‌های استفاده شده برای جمعیت می‌باشد. در کل تعداد ۲۱۵ عدد نمونه ماهی کلمه دریای خزر (*R. caspicus*) جمع آوری و بیومتری شدند. برای تعیین سن ماهی کلمه از نمونه فلس‌های موجود در بالای خط‌جانبی و با استفاده از آب گرم و محلول گلیسیرین استفاده شد (Bagenal and Tesch, 1978).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه نمونه‌برداری ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) در جنوب‌شرق دریای خزر

رابطه طول و وزن برای هر گونه ماهی با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (Froese، ۲۰۰۶):

$$W = aL^b$$

در این معادله W: وزن، a: عرض از مبدا، L: طول کل و b: شیب خط می‌باشد. با استفاده از روش حداقل مربعات باقی‌مانده‌ها برای ضرایب a و b مقادیر بهینه از طریق فرمول زیر به‌دست آمد(Haddon، ۲۰۱۱):

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

SSQ:مجموع مربعات باقی‌مانده‌ها است. یکی از معیارهای مورد استفاده برای برازش، روش حداقل مربعات است. وجه تسمیه این روش این است که به‌دنبال مقادیری از پارامترها است که مربع اختلافات بین داده‌های مشاهده شده و پیش‌بینی‌های مدل و مقادیر پارامترهای خاص را به حداقل برساند (Haddon، ۲۰۱۱).

رابطه بین طول و وزن ماهیان با جای‌گذاری داده‌ها در رابطه نمائی $W = aTL^b$ و تبدیل آن به رابطه خطی $LnW = Lna + bLnL$ به کمک لگاریتم طبیعی تعیین شد (Bagenal و Tesch، ۱۹۷۸)، ایزومتریک و آلومتریک بودن رشد به‌وسیله آزمون پائولی (Pauly، ۱۹۸۳) تعیین شد:

$$t = \frac{sd(\ln TL)}{sd(\ln W)} \times \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} \times \sqrt{n-2}$$

در معادله بالا، sd(lnTL): انحراف معیار لگاریتم طبیعی طول کل (میلی‌متر)، sd(lnW): انحراف معیار لگاریتم طبیعی وزن کل (گرم)، b: شیب خط رگرسیون طول- وزن، r^2: ضریب همبستگی و n: تعداد نمونه است. t محاسباتی حاصل از این معادله با مقدار t جدول مقایسه می‌گردد. اگر t محاسباتی بزرگ‌تر از t جدول نباشد می‌توان b معادله را برابر با ۳ در نظر گرفت که نشان‌دهنده ایزومتریک بودن الگوی رشد است.

میزان رشد و مرگ‌ومیر با استفاده از طول کل و با دقت سانتیمتر محاسبه شد. برای تعیین طبقات طولی از فرمول Sturges (۱۹۲۶) استفاده شد و نمودار فراوانی طولی رسم گردید.

R= (Max-Min) +1
K= 1+3.3 log n
C= R/K

که در آن n: تعداد نمونه‌ها، k: تعداد دسته و C: فاصله طبقات می‌باشد. پارامترهای معادله رشد فان برتالانفی ($L_t=L_\infty(1-e^{-k(t-t0)})$) طبق متد فوردوالفورد $L_{(t+\Delta t)}=a+bL_1$ تعیین شد (Bagenal و Tesch، ۱۹۷۸) که $L_\infty=a/1-b$، $k = -Lnb$ می‌باشد. برای سنجش k و L_∞ محاسباتی از آزمون فی مونرو استفاده شد (Pauly، ۱۹۸۳): $\Phi = Lnk + 2L\,n\,L\infty$

L_∞: طول بی‌نهایت (سانتی‌متر)، k: آهنگ رشد رسیدن به طول بی‌نهایت (در سال).

برای محاسبه سن در طول صفر از رابطه تجربی پائولی استفاده گردید (Pauly، ۱۹۸۳) که در آن L_t: طول متوسط در سن t، L_∞: طول بی‌نهایت، K: ضریب رشد و t_0: زمان فرضی در جایی که طول صفر می‌باشد. مقدار t_0 از طریق معادله Pauly (۱۹۸۳) برآورد شد:

$\log(-t_0) = -0/0 - 3922/2752 \log L_\infty - 1/038 \log k$

مقدار بیشینه سن ماهی از طریق معادله زیر برآورد شد (Pauly، ۱۹۸۳):

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

فاکتور وضعیت فولتون از فرمول زیر محاسبه می‌شود (Bagenal و Tesch، ۱۹۷۸):

$$K = \frac{W}{TL^b} \times 100$$

K: فاکتور وضعیت، W: وزن بدن به گرم، L: طول کل به سانتی‌متر و b: ضریب آلومتری یا شیب خط رگرسیون طول کل-وزن کل است.

ضریب رشد لحظه ای از رابطه زیر به‌دست می‌آید (Bagenal و Tesch، ۱۹۷۸):

$$G = \frac{\left(Ln\bar{W}_{t+1} - Ln\bar{W}_t\right)}{\Delta t}$$

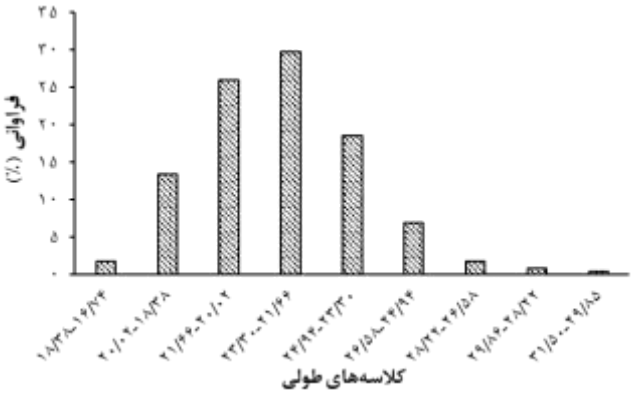
تمام آنالیزها در نرم‌افزارهای Excel 2015، Spss 22 و FISAT II انجام گردید.

نتایج

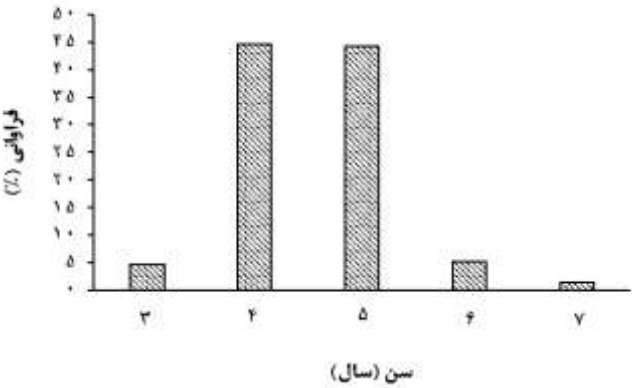
تعداد کل نمونه‌ها صید شده از جنوب‌شرق دریای خزر ۲۱۵ قطعه بود. میانگین طول کل و انحراف معیار برابر ۱/۶۶±۲۴/۰۸ سانتی‌متر و میانگین وزن کل و انحراف معیار برابر ۴۲/۲۶±۱۷۰/۲۰ گرم مشاهده گردید. دامنه طول کل بین ۳۰/۰۵-۱۶/۷۴ و وزن کل بین ۳۴۶-۵۲ گرم بود. نتایج توزیع فراوانی طولی جمعیت ماهی کلمه خزری در جنوب شرق دریای خزر نشان داد که بیش‌ترین فراوانی در دامنه‌های طولی ۲۰/۰۲-۱۸/۳۸، ۲۱/۶۶-۲۰/۰۲، ۲۳/۳۰-۲۱/۶۶ و ۲۴/۹۴-۲۳/۳۰ سانتی‌متر مشاهده گردید و کم‌ترین فراوانی در دامنه طولی ۲۹/۸۵ تا ۳۰/۵۰ سانتی‌متر به‌دست آمد (شکل ۲). نتایج نشان داد که در فراوانی گروه‌های طولی تفاوت وجود دارد ($p<0/05$). تعیین سن از روی سرپوش آبششی ۵ گروه سنی ($^+۳$-$^+۷$) را برای جمعیت این گونه نشان داد. فراوانی در گروه‌های سنی شامل $^+۳$ (۴/۶۵ درصد)، $^+۴$ (۴۴/۶۵ درصد)، $^+۵$ (۴۴/۱۹ درصد)، $^+۶$ (۵/۱۲ درصد) و $^+۷$ (۱/۴۰ درصد) می‌باشد. فراوانی گروه‌های سنی $^+۴$ ساله و $^+۵$ ساله در گونه ماهی کلمه خزری بیش‌تر بود. بزرگ‌ترین نمونه با طول کل ۳۰/۰۲ سانتی‌متر و سن $^+۷$ مشاهده گردید (شکل۳).

رابطه نمایی طول کل-وزن نشان‌دهنده رشد نمایی وزن همراه با افزایش طول است. رابطه طول و وزن برای گونه ماهی کلمه خزری $W=0/009L^{3/09}$ به‌دست آمد. بنابراین الگوی رشد مشاهداتی در این گونه از نوع آلومتریک مثبت است. آزمون پائولی (Pauly، ۱۹۸۳)، آلومتریک مثبت بودن الگوی رشد را در این گونه، تأیید نمود. بعد از برازش به‌روش حداقل مربعات رابطه طول-وزن برای این گونه $W=0/009L^{3/42}$ بود (شکل ۴). ضریب وضعیت در گروه‌های سنی مختلف نیز محاسبه گشت. ضریب وضعیت تفاوت چندانی را در گروه‌های سنی مختلف نشان نداد و گروه سنی $^+۷$ بیش‌ترین مقدار را نشان داد که نشان‌دهنده افزایش شاخص چاقی در سنین بالاتر می‌باشد. ضریب وضعیت برای گونه ماهی کلمه خزری نشان داد که بالاترین مقدار آن

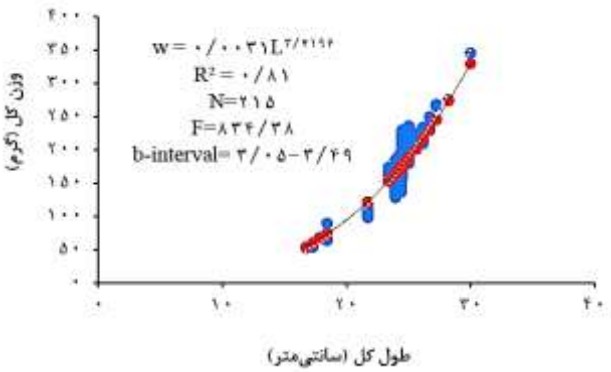
۰/۴۲ و پایین‌ترین مقدار آن ۰/۲۵ مشاهده شد. مقایسه میانگین شاخص وضعیت اختلاف معنی‌داری را بین سنین نشان نداد ($p> ۰/۰۵$).



شکل ۲: فراوانی کلاسه‌های طولی برای گونه ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) در جنوب‌شرق دریای خزر



شکل۳: نمودار درصد فراوانی سنی گونه ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) در جنوب‌شرق دریای خزر

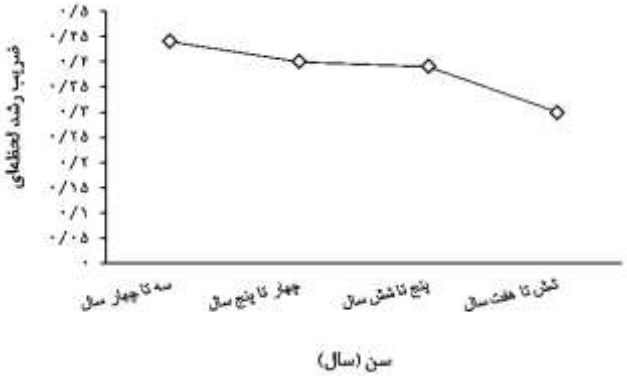


شکل ۴: رابطه طول کل-وزن گونه ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) در جنوب‌شرق دریای خزر

بالاترین ضریب رشد لحظه‌ای در سنین $^{+}۴ - ^{+}۳$ بود. با افزایش سن بعد از شش سالگی در گونه ماهی کلمه خزری کاهش قابل توجهی داشت. ضریب رشد لحظه‌ای نشان داد که رشد بیش‌تر در سنین پایین‌تر است (شکل ۵).

جدول ۱: میانگین ضریب وضعیت در گروه‌های سنی مختلف در گونه ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) در جنوب شرق دریای خزر

گروه سنی	فاکتور وضعیت
۳+	۰/۲۹
۴+	۰/۳۲
۵+	۰/۳۳
۶+	۰/۳۲
۷+	۰/۳۴

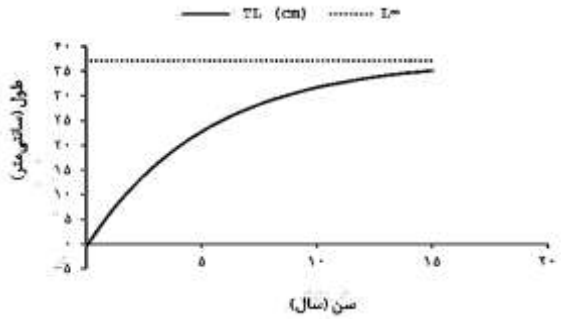


شکل ۵: ضریب رشد لحظه‌ای در گونه ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) در جنوب‌شرق دریای خزر

پارامترهای معادله رشد فان برتلانفی برای ماهی کلمه (*R. caspicus*) در جنوب‌شرق دریای خزر مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). مقادیر طول بی‌نهایت ($L\infty$) و آهنگ رشد (k) به‌ترتیب ۳۷/۱۰۳ سانتی‌متر و ۰/۱۹۵ درسال محاسبه شد. شاخص سن صفر (t_0) منفی بود. با لحاظ نمودن مقادیر فوق، مقدار t_0 برای گونه ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*)، ۰/۳۹۵- سال به‌دست آمد. شاخص فی مونرو (ϕ) در این گونه ۲/۴۳ محاسبه گردید. با استفاده از پارامترهای محاسبه شده براساس توزیع فراوانی طولی، مدل طول- سن نشان داد که در این گونه تا سنین $^{+}۷$ سال سرعت رشد بالایی دارند اما از سن $^{+}۷$ سال به بعد سرعت رشد کاهش و از سن $^{+}۱۱$ سال به بعد تقریباً منحنی به یک خط مجانب می‌رسد (شکل ۶).

جدول ۲: پارامترهای معادله فان برتلانفی در گونه ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) در جنوب‌شرق دریای خزر

منطقه	$L\infty$ (cm)	K (/year)	t_0	ϕ
جنوب‌شرق دریای خزر	۳۷/۱۰۳	۰/۱۹۵	-۰/۳۹۵	۵/۷۷



شکل ۶: نمودار رابطه طول-سن گونه ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) در جنوب‌شرق دریای خزر

نرخ مرگ و میر طبیعی برای جمعیت مورد مطالعه ماهی کلمه خزری طبق رابطه تجربی پائولی با درنظر گرفتن میانگین دمای متوسط آب منطقه نمونه‌برداری به‌میزان ۱۶ درجه سانتی‌گراد (Ghorbani و همکاران، ۲۰۱۲)، برای این گونه ۰/۴۴۵ در سال برآورد شد.

بحث

نتایج این تحقیق در سطح جمعیت بوده و به‌عنوان ویژگی‌های منطقه‌ای جمعیت این گونه در دریای خزر تفسیر می‌گردد. برای به دست آوردن ضرایب طول و وزن در این مطالعه از روش برازش حداقل مربعات استفاده شد. به‌طور عمده داده‌های شیلاتی هیچ‌گاه به‌طور کامل با مدل برازش نمی‌شوند، حتی اگر آن مدل به‌درستی کار کند (Haddon، ۲۰۱۱) و دارای عدم قطعیت‌های زیادی می‌باشد.

در این مطالعه دامنه طولی و وزنی ماهی کلمه (*R. caspicus*) ۱۶/۷۴ تا ۳۰/۰۳ سانتی‌متر و ۳۶ تا ۳۴۲ گرم مشاهده شد. بر اساس مطالعات Mahdipour و همکاران (۲۰۱۶)، کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین طول چنگالی ماهیان نر و ماده به‌ترتیب ۱۲/۵ و ۲۱/۵، ۱۳/۵ و ۲۷ سانتی‌متر هم‌چنین حداقل و حداکثر وزن نر و ماده به‌ترتیب ۲۹/۰۳ و ۱۸۸/۳، ۴۳/۶۷ و ۲۹۳ گرم، هم‌چنین در مطالعه تاتار و همکاران (۱۳۹۷) ماهیان صید شده در دامنه طولی ۳۲/۱-۱۴/۵ سانتی‌متر و دامنه وزنی ۷۰/۷- ۴۳۷ گرم گزارش گردید. تقوی جلودار و امری صاحبی کوچکترین و بزرگترین طول و وزن ماهی کلمه را در ایستگاه ساری به‌ترتیب ۱۵/۸- ۲۳/۱ سانتی‌متر و ۵۷- ۲۳۶ گرم و در ایستگاه بندرترکمن این مقادیر به‌ترتیب ۱۱/۶- ۱۹/۸ سانتی‌متر و ۲۲-۴۶ گرم مشاهده نمودند. ندافی و همکاران (Naddafi *et al.*, 2005) دامنه طولی و وزنی ماهی کلمه را به‌ترتیب ۹/۱- ۳۱/۱ سانتی‌متر و ۶/۳۸- ۴۶۷/۲۰ گرم در تالاب گمیشان و همچنین ۱۳/۷- ۲۷/۵ سانتی‌متر و ۲۴/۲۱- ۲۴۵ گرم در تالاب انزلی، همچنین صداقت و حسینی (Sedaghat and Hoseini, 2012) دامنه طولی و وزنی ماهی کلمه به‌ترتیب ۱۴/۲۸-۲۸ سانتی‌متر و ۴۵/۸۷-۳۷۷ گرم گزارش کردند.

براین اساس بالا بودن این مقادیر (دامنه طولی و وزنی) ممکن است به دلیل شرایط زیست‌محیطی مناسب از قبیل فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی نزدیک به حد مطلوب که باعث تولید بهتر و بالاتر موادغذایی برای جمعیت ماهی کلمه باشد (Mann, 1973).

در این مطالعه دامنی سنی ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) بین ۳-۷ سال به‌دست آمد. غنی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) دامنه سنی ماهی کلمه را در دهه هفتاد بین ۱-۹ سال، صداقت و حسینی (Sedaghat and Hoseini, 2012) بین ۱-۶ سال و براساس بررسی سال‌های ۹۱ و ۹۲ توسط بندانی (۱۳۹۵) دامنه سنی ماهی کلمه در سال ۹۱، ۱-۴ سال (بیشترین فراوانی مربوط به ۲ ساله‌ها با ۴۲/۶ درصد) و سال ۹۲ دامنه سنی ۱-۵ سال (بیشترین فراوانی مربوط به ۳ ساله‌ها با ۴۸/۲ درصد)، ندافی و همکاران (Naddafi *et al.*, 2005) دامنه سنی ماهی کلمه را ۱-۵ سال گزارش گردید. عوامل زیادی مانند بهره‌برداری بیش از حد (فشار صید)، تفاوت میزان صید ثبتی پره‌های صیادی و صید برآورد شده می‌توانند در تغییرات نتایج بین مناطق مختلف و یا در سال‌های مختلف اثرگذار می‌باشند. از دیگر سو نمونه‌برداری از یک جمعیت توسط محققین در این خصوص می‌تواند تأثیر زیادی داشته باشد، که از تمامی کلاسهای طولی نمونه‌برداری صورت گرفته باشد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که الگوی رشد برای ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) از نوع آلومتریک مثبت بود. گزارش‌های موجود بر روی الگوی رشد این گونه در دریای خزر نشان می‌دهد که ضرایب آلومتری بین جمعیت‌ها دارای تفاوت‌های بارزی است. الگوی رشد جمعیت در بخش جنوب‌شرقی دریای خزر (محدوده سواحل استان گلستان) از نوع ایزومتریک و آلومتریک منفی (تاتار و همکاران، ۱۳۹۷)، در سواحل جنوب‌شرقی دریای خزر (منطقه ساری و بندر ترکمن) از نوع آلومتریک مثبت (تقوی‌جلودار و امری‌صاحبی، ۱۳۹۵)، در آب‌های ایرانی جنوب خزر از نوع آلومتریک مثبت (بندانی، ۱۳۹۵)، در تالاب انزلی و تالاب گمیشان نیز آلومتریک مثبت بود (Naddafi و همکاران، ۲۰۰۵). مقایسه نتایج ارائه شده این تحقیق با گزارش‌های موجود نشان می‌دهد که مقدار ضریب آلومتری (b) از ۲/۹۲ تا ۳/۵۲ در گونه ماهی کلمه خزری متغییر است. بنابراین رشد وزنی سه بعدی بین جمعیت‌ها دارای الگوهای متفاوتی است. به‌طورکلی تغییرات در الگوی رشد این گونه می‌تواند پاسخی به تنوع زیستگاه‌ها تعبیر گردد. تنوع در مقدار b هم‌چنین به مراحل مختلف رشد و نمو ارتباط داشته و به‌همان میزان اختلافات سنی، بلوغ، جنسی و گونه نیز در تغییرات آن موثر است. هم‌چنین موقعیت جغرافیایی منطقه، شرایط محیطی، فصل صید نمونه‌ها، پر و خالی بودن معده، بیماری‌ها، آلودگی‌های انگلی نیز باعث تغییرات b می‌گردد (Turkmen و همکاران، ۲۰۰۱؛

Bagenal و Tesch، ۱۹۷۸). از آن‌جایی‌که الگوی رشد (رابطه طول و وزن) از رشد طولی و وزنی تبعیت می‌کند لذا مشهود است که رشد طولی و وزنی این گونه تنوع وسیعی بین جمعیت‌ها دارد. تنوع در میزان شیب خط رگرسیونی طول- وزن بین جمعیت‌های مختلف یک گونه به‌عنوان تنوع درون‌جمعیتی تفسیر می‌گردد (Przybylski، ۱۹۹۶).

در این مطالعه برای جمعیت این گونه طول بی‌نهایت برآورد شده با استفاده از روش فورد- والفورد، ۳۷/۱۰ سانتی‌متر، مقدار k ۰/۱۹ بر سال و t_0 ۰/۴۰ بود. در مطالعات قبلی مقادیر L_∞، k و t_0 به‌ترتیب ۴۸/۱ سانتی‌متر، ۰/۱۲ بر سال و ۰/۷۶۶- سال (تاتار و همکاران، ۱۳۹۶)، ۳۰/۳۵ سانتی‌متر، ۰/۴۴ بر سال و ۰/۱۰- سال (بندانی، ۱۳۹۳)، ۲۹/۰۳ سانتی‌متر، ۰/۴۰ بر سال و ۰/۵۰- سال (بندانی، ۱۳۹۳)، ۱۹/۵۰ سانتی‌متر، ۱/۰۵ بر سال و ۰/۰۰۱- سال (تقوی جلودار و امری‌صاحبی، ۱۳۹۵)، ۲۷/۹۴ سانتی‌متر، ۰/۲۱ بر سال و ۰/۷۰- سال در جنس نر و ۳۳/۵۳ سانتی‌متر، ۰/۱۹ بر سال و ۰/۵۹- سال در جنس ماده تالاب گمیشان، همچنین ۳۱/۵۰ سانتی‌متر، ۰/۲۳ بر سال و ۰/۴۷- سال در جنس نر و ۳۴/۲۴ سانتی‌متر، ۰/۱۹ بر سال و ۰/۹۷- سال در جنس ماده تالاب انزلی (Naddafi و همکاران، ۲۰۰۵)، ۴۱/۸ سانتی‌متر، ۰/۱۲ بر سال و ۰/۷۷- سال (تاتار و همکاران، ۱۳۹۷) گزارش شده است. 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 به‌وجود می‌آید (Turkmen و همکاران، ۲۰۱۱). 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 و Kennedy، ۱۹۷۹).

در مطالعه حاضر برای ارزیابی قابلیت اطمینان از پارامتر عملکرد رشد آزمون فی (ϕ) برای نشان دادن عملکرد کلی رشد استفاده شد. میزان عملکرد رشد (ϕ) در این بررسی ۲/۴۳ به‌دست آمد. این میزان در بررسی تقوی‌جلودار و امری‌صاحبی (۱۳۹۵) برابر با ۲/۶۰ و مطالعه بندانی (۱۳۹۵)، در استان گلستان و گیلان به‌ترتیب برابر با ۲/۶۰ و ۲/۳۴ محاسبه شد.

در تحقیق حاضر، دامنه ضریب وضعیت برای ماهی کلمه خزری ۰/۲۹-۰/۳۴ به‌دست آمد.دامنه ضریب‌وضعیت در بررسی تقوی‌جلودار و امری‌صاحبی (۱۳۹۵) بین ۱/۱۲- ۱/۲۴ محاسبه شد. هم‌چنین این مقدار توسط قلی‌اف (۱۹۹۷) برای کلمه ماهیان آذربایجانی، داغستانی و ترکمنی به‌ترتیب برابر با ۱/۲۵-۲/۹۴، ۱/۴۶- ۲/۲۷ و ۲/۱۲- ۲/۲۷ گزارش‌شده‌است.دامنه‌ضریب‌وضعیت توسط Papageorgiou (۱۹۷۹) برابربا ۲/۲۶-۱/۷۱ و هم‌چنین توسط Savenkova (۱۹۹۴) برای ماهی کلمه ترکمنی برابر با ۱/۸۳-۱/۷ گزارش شده است که نسبت به تحقیق حاضر، تفاوت معنی‌داری دیده شد. مقادیر متفاوت فاکتور وضعیت می‌تواند عوامل گوناگونی داشته باشد. براساس تحقیقات Savenkova (۱۹۹۴) و Kas'yanov و Izyumov (۱۹۹۵)، این تفاوت می‌تواند ناشی از زی‌توده متفاوت کفزیان و نامتجانس بودن غذا و فصول مختلف صید باشد. هم‌چنین براساس بررسی‌های Hong-Jing و Cong-Xin (۲۰۰۸) نیز چندین فاکتور روی نرخ رشد ماهیان از جمله کمبود موادغذایی، مهاجرت و تغییر درجه حرارت تأثیر دارند.

در این مطالعه دامنه ضریب رشد لحظه‌ای ماهی کلمه خزری ۰/۴۴- ۰/۳۰ به‌دست آمد.بیش‌ترین مقدار آن به‌ترتیب در G_3 (اختلاف رشد لحظه‌ای بین چهار و سه سالگی) به‌میزان ۰/۴۴ و G_4 (اختلاف رشد لحظه‌ای بین پنج و چهار سالگی) ۰/۴۰ و G_5 (اختلاف رشد لحظه‌ای بین شش و پنج سالگی) ۰/۳۹ و G_6 (اختلاف رشد لحظه‌ای بین هفت و شش سالگی) ۰/۳۰ محاسبه شد. رشد لحظه‌ای در ماهی کلمه در بررسی تقوی‌جلودار و امری‌صاحبی (۱۳۹۵)،در منطقه ساری به‌ترتیب در G_2 (اختلاف رشد لحظه‌ای بین سه و دو سالگی) به‌میزان ۰/۰۵ و G_3 (اختلاف رشد لحظه‌ای بین چهار و سه سالگی) ۰/۲۲ محاسبه شد. بنابراین حداکثر رشد لحظه‌ای در سه و چهار سالگی می‌باشد. هم‌چنین این ضریب در منطقه بندرترکمن به‌ترتیب در G_1 (اختلاف رشد لحظه‌ای بین دو و یک سالگی) به‌میزان ۰/۹۵ و G_2 (اختلاف رشد لحظه‌ای بین سه و دو سالگی) ۰/۴۱ و G_3 (اختلاف رشد لحظه‌ای بین چهار و سه سالگی) ۰/۱۹ محاسبه شد. بنابراین، حداکثر رشد لحظه‌ای در یک و دو سالگی است و با افزایش سن، روند رشد کاهش دارد. در این بررسی مقدار ضریب مرگ و میر طبیعی ۰/۴۴۵ بر سال محاسبه گردید. این مقدار در مطالعه تاتار و همکاران (۱۳۹۷)، ۰/۳۲۴ محاسبه شد. اگر در یک منطقه مشخص تغییرات زیست محیطی شدیدی رخ ندهد، معمولاً میزان مرگ و میر طبیعی طی سال‌های مختلف از روند ثابتی پیروی کرده و میزان آن تقریباً یکسان باقی می‌ماند (تاتار و همکاران، ۱۳۹۷). باتوجه به اهمیت سهم صید غیرمجاز در برداشت از منابع دریایی و غیرقابل کنترل بودن آن، ادامه روند برداشت، کاهش بیش‌تر صید را برای سال‌های آینده درپی خواهد داشت و اثر سرمایه‌گذاری‌های انجام شده درخصوص بازسازی ذخایر را خنثی می‌نماید. در مجموع، به‌نظر می‌رسد ذخایر ماهی کلمه در بخش جنوب‌شرقی دریای خزر به‌شدت در معرض خطر بوده و نیازمند ارائه راهکارهای مدیریتی کارا جهت حفظ ذخایر آن می‌باشد. به‌طورکلی این گونه ارزش اقتصادی بهره‌برداری و هم‌چنین از نظر اکولوژیکی اهمیت بالایی دارد. بنابراین یافته این تحقیق از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.

جدول ۳: الگوهای رشد مختلف گونه *R. caspicus* در مناطق مختلف

منطقه مطالعه	گونه	جنسیت	b	منبع
تالاب گمیشان- ایران	*Rutilus rutilus caspicus*	نر	۳/۱۱	Naddafi و همکاران (۲۰۰۵)
		ماده	۳/۱۷	
تالاب انزلی- ایران	*Rutilus rutilus caspicus*	نر	۳/۲۰	
		ماده	۳/۲۲	
در سواحل جنوب‌شرقی دریای خزر (منطقه ساری و بندر ترکمن)- ایران	*Rutilus rutilus caspicus*	جمعیت	۳/۴۳	تقوی‌جلودار و امری‌صاحبی، ۱۳۹۵
در آب‌های ایرانی جنوب خزر (گلستان)- ایران	*Rutilus rutilus caspicus*	ماده	۳/۲۵	بندانی، ۱۳۹۳
		نر	۳/۰۲	
در آب‌های ایرانی جنوب خزر (گیلان)- ایران	*Rutilus rutilus caspicus*	ماده	۳/۲۸	
		نر	۳/۷۵	
جنوب‌شرقی دریای خزر (محدوده سواحل استان گلستان)- ایران	*Rutilus caspicus*	نر	۳/۰۲	تاتار و همکاران، ۱۳۹۶
		ماده	۲/۹۲	
جنوب‌شرق دریای خزر- ایران	*Rutilus caspicus*	جمعیت	۳/۰۹	مطالعه حاضر

جدول ۴: مقایسه پارامترهای رشد طول بی‌نهایت و ضریب رشد برای *R. caspicus* در مناطق مختلف

منطقه مطالعه	گونه	جنسیت	L_∞ (سانتی‌متر)	K ($year^{-1}$)	t_0 (year)	منبع
تالاب گمیشان- ایران	*Rutilusrutilus caspicus*	نر	۲۷/۹۴	۰/۲۱	-۰/۷۰	Naddafi و همکاران (۲۰۰۵)
		ماده	۳۳/۵۳	۰/۱۹	-۰/۵۹	
تالاب انزلی- ایران	*Rutilus rutilus caspicus*	نر	۳۱/۵۰	۰/۲۳	-۰/۴۷	
		ماده	۳۴/۲۴	۰/۱۹	-۰/۹۷	
در سواحل جنوبی شرقی دریای خزر (منطقه ساری و بندرترکمن)- ایران	*Rutilus rutilus caspicus*	جمعیت	۱۸/۵۰	۱/۰۵	-۰/۰۰۱	تقوی‌جلودار و امری صاحبی، ۱۳۹۵
در آب‌های ایرانی جنوب خزر (گلستان)- ایران	*Rutilus rutilus caspicus*	جمعیت	۳۰/۳۵	۰/۴۴	-۰/۱۰	بندانی، ۱۳۹۵
در آب‌های ایرانی جنوب خزر (گیلان)- ایران	*Rutilus rutilus caspicus*	جمیعت	۲۹/۰۳	۰/۴۰	-۰/۵۰	
جنوب‌شرقی دریای خزر (محدوده سواحل استان گلستان)- ایران	*caspicus Rutilus*	جمعیت	۴۸/۱۰	۰/۱۲	۰/۷۶۶	تاتار و همکاران، ۱۳۹۷
جنوب شرق دریای خزر- ایران						مطالعه حاضر

منابع

۱. **بندانی، غ.، ۱۳۹۵.** بررسی بیولوژی (تغذیه، تخم‌ریزی و رشد ماهی کلمه *R. caspius*) در آب‌های ایرانی جنوب خزر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی. گرگان، ایران. ۴۸ صفحه.

۲. **تاتار، ر.د.؛ قربانی، ر.؛ گرگین، س.؛ بندانی، غ. و یحیایی، م.، ۱۳۹۷.** تعیین الگوی بهره‌برداری ماهی کلمه خزری (*R. caspicus* Yakovlev, 1870) در بخش جنوب‌شرقی دریای خزر (محدوده سواحل استان گلستان). مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان. جلد ۷، شماره ۲، صفحات ۹ تا ۱۹.

۳. **تقوی‌جلودار، ح. و امری‌صاحبی، ا.، ۱۳۹۵.** بررسی برخی خصوصیات زیستی، سن، جنسیت و پارامترهای رشد ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) در سواحل جنوب‌شرقی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۵، شماره ۱، صفحات ۱۸۳ تا ۱۹۳.

۴. **غنی‌نژاد، د.؛ عبدالملکی، ش.؛ صیادبورانی، م.؛ پورغلام، ا.؛ فضلی، ح.؛ بندانی، غ. و عباسی، ک.، ۱۳۹۱.** ارزیابی ذخایر ماهیان استخوانی دریای خزر. گزارش نهایی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران. تهران، ایران. ۱۶۵ صفحه.

۵. **قلی‌اف، د.ب.ا.، ۱۹۹۷.** کپورماهیان و سوف ماهیان حوضه جنوبی و میانی دریای خزر (ساختار جمعیت‌ها، اکولوژی، پراکنش و تدابیری جهت بازسازی ذخایر). ترجمه عادلی، ی.، ۱۳۷۷. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۴۴ صفحه.

6. **Bagenal, T. and Tesch, F., 1978.** Age and growth. In: Methods for assessment of fish production in fresh waters. Bagenal, T.B., (Ed.). IBP Handbook No 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK. pp: 101-136.

7. **Biswas, S.P., 1993.** Manual of methods in fish biology. South Asian publishers Pvt. Ltd, New Delhi, International Book Co. Abseccon high Lands, N.J., USA. 147 p.

8. **Burrough, R.J. and Kannedy, C.R., 1979.** The occurrence and natural alleviation of stunting in a population of roach, *Rutilus rutilus* (L.). Journal of Fish Biology. Vol. 15, pp: 93-109.

9. **Froese, R., 2006.** Cube law, condition factor and Length Weight relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology. Vol. 22, pp: 241-253.

10. **Haddon, M., 2011.** Modelling and Quantitative Methods in Fisheries. Second Edition, Taylor and Francis press. 449 p.

11. **Halimi, M.; Golpour, A.; Dadras, H.; Mohamadi, M. and Chamanara, V., 2014.** Quantitive characteristics and chemical composition in Caspian Roach (*Rutilus rutilus caspicus*) sperm. Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 13, No. 1, pp: 81-90.

12. **Hedayati, S.A.A.; Ghafari Farsani, H.; Shahbazi Naserabad, S. and Gerami, M.H., 2015.** Acute Toxicity and Behavioral Changes Associated with Diazinon in *Rutilus rutilus caspicus* and *Hypophthalmicthys molitrix*. Iranian Journal of Toxicology, Arak University of Medical Sciences. Vol. 9, No. 30, pp: 1354-1359.

13. **Hong-Jing, L. and Cong-Xin, X., 2008.** Age and growth of the Tibetan Cat fish, *Giyptosternum maculatum* in the Brahmaputra River, China. Zoological Studies. Vol. 47, pp: 555-563.

14. **Kas'yanov, A.N. and Izyumov, Y.U., 1995.** Growth of roach, *Rutilus rutilus caspicus*, in Russia and adjacent countries. Journal of Ichthyology. Vol. 35, pp: 256-272.

15. **Kazancheev, E.N., 1981.** Ryby Kaspiiskogo Morya [Fishes of the Caspian Sea]. Leg kayai Pischch evaya Promysh lennost, Moskva. 167 p.

16. **Kazanchev, A.N., 1981.** Caspian fish and its catchment area. Translated by Shariati A. 1992. Fisheries Company of Iran. Tehran, Iran. 171 p.

17. **Kiabi, B.H.; Abdoli, A. and Naderi, M., 1999.** Status of the fish fauna in the south Caspian Basin of Iran. Journal of Zoology in the Middle East. Vol. 18, pp: 57-65.

18. **Larmuseau, M.H.D.; Freyhof, J.; Volckaert, F.A.M. and Van Houdt, J.K.J., 2009.** Matrilinear phylogeography and demographical patterns of *Rutilus rutilus*: implications for taxonomy and conservation. Journal of Fish Biology. Vol. 75, pp: 332-353.

19. **Mann, R.H.K., 1973.** Observation on the age, growth, reproduction and food of the roach *Rutilus rutilus* (L.) in two rivers in southern England. Journal of Fish Biology. Vol. 5, pp: 707-736.

20. **Mehdipoor, N.; Saeedpour, B. and Bandani, G.H.A., 2016.** Determine of age structure, genus ratio, and growth model of Caspian roach brood stocks in south east of Caspian Sea (Golestan Province). Applied Ichthyology Research. Vol. 4, No. 1, pp: 17-27.

21. **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. Vol. 21, pp: 492-497.

22. **Papageorgiou, N.K., 1979.** The length-weight relationship, age, growth and reproduction of the roach, *Rutilus rutilus* (L.) in Lake Volvi. Journal of Fisheries and Biology. Vol. 62, pp: 529-538.

23. **Paull, G.C.; Filby, A.L. and Tyler, C.R., 2009.** Environment Biological Fisheries. Vol. 85, pp: 277. https:// doi.org/ 10.1007 / s10641- 009-9492-5.

24. **Pauly, D., 1980.** On the interrelationship between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. Journal du Conceal International pour exploration de la Mer. Vol. 39, No. 3, pp: 175-192.

25. **Pauly, D., 1983.** Some Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stocks. FAO Fisheries Technical Publications, Rome, Italy. 52 p.

26. **Przybylski, M., 1996.** Variation in fish growth characteristics along a river course. Hydrobiologia. Vol. 325, pp: 39-46.

27. **Savenkova, T.P., 1994**: Distribution and characteristics of the biology of young-of-the-year vobla, *Rutilus rutilus caspicus*, in the southeastern Caspian Sea. Journal of Ichthyology. Vol. 34, pp: 28-38.

28. **Sedaghat, S. and Hoseini, S.A., 2012.** Age and Growth of Caspian Roach, *Rutilus rutilus* caspicus Jakowlew, 1870 in Southern Caspian Sea, Iran. World Journal of Fish and Marine Sciences. Vol. 45, pp: 533-535.

29. **Sturges, H.A., 1926.** The Choice of a Class Interval. Journal of the American Statistical Association. Vol. 21, pp: 65-66.

30. **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. Vol. 1220, pp: 1-12.