

Investigation of age structure and growth characteristics of Chub *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) in the Southern Caspian basin

M. Alizadeh^{1*}, R. Patimar², A. Abdoli³,
M. Farhangi⁴, H. Adineh⁵

1. M.Sc. of Fisheries, Gonbad Kavous University
 2. Associate Prof. of Fish Ecology, Dept. of Natural Resources, Gonbad Kavous University
 3. Associate Prof. of Fish Ecology and Ichthyology, Dept. of Biodiversity, Shahid Beheshti University
 4. Lecturer of Fisheries, Dept. of Agricultural and Natural Resources, Gonbad Kavous University
 5. Ph.D. Student of Fisheries, Gorgan University of Agricultural and Natural Resources
- (Received: Jul. 24, 2012; Accepted: Apr. 24, 2014)

بررسی ساختار سن و ویژگی‌های رشد ماهی سفید رودخانه‌ای *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) در سواحل جنوبی دریای خزر

مریم‌علی‌زاده^{۱*}، رحمان پاتیمار^۲، اصغر عبدلی^۳،
محمد فرهنگی^۴، حسین آدینه^۵

۱. کارشناسی ارشد شیلات دانشگاه گنبد کاووس
 ۲. دانشیار اکولوژی ماهی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس
 ۳. دانشیار اکولوژی ماهی و ماهی‌شناسی، دانشکده تنوع زیستی دانشگاه شهید بهشتی تهران
 ۴. مربی گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد
 ۵. دانشجوی دکتری شیلات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- (تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۳، تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۲/۴)

چکیده

Abstract

This study was conducted to determine regional variation in growth characteristics and age structure of *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) in the Southern Caspian Sea basin from April to June 2011. A total of 958 specimens from 3 areas including: Golestan (area 1), Mazandaran (area 2) and Guilan (area 3) were collected. In southern Caspian basin, the total length and weight of specimens ranged 22.00-30.00 cm and 138.62-347.70 g, respectively. The ages ranged from 0⁺ to 5⁺ years for males and from 0⁺ to 6⁺ years for females in all sampling areas. Parameters of von Bertalanffy growth function were different between males and females of each area and between the same sexes of different areas. The largest L_{∞} was found in the area 3 for female ($L_{\infty}=38.97$ cm). According to b values obtained, both sexes (except males of station 1) show a positive allometric growth. The highest values of condition factor were observed for males in early June. The result indicates that higher value of growth rate was for females.

در این بررسی، تنوع منطقه‌ای ویژگی‌های رشد و ساختار سن ماهی سفید رودخانه‌ای در حوضه جنوبی دریای خزر از فروردین تا خرداد سال ۱۳۹۰ مورد مطالعه قرار گرفت. مجموع ۹۵۸ قطعه ماهی از سه اکوسیستم گلستان (منطقه ۱)، مازندران (منطقه ۲) و گیلان (منطقه ۳) صید گردید. در حوضه خزر جنوبی، دامنه طول و وزن کل نمونه‌ها به ترتیب ۲۲/۰۰-۳۰/۰۰ سانتی‌متر و ۱۳۸/۶۲-۳۴۷/۷۰ گرم بود. در هر سه منطقه، سن برای جنس نر از ۰⁺ تا ۵⁺ سال و برای جنس ماده از ۰⁺ تا ۶⁺ سال مشاهده شد. پارامترهای رشد وان برتالانفی در بین جنس‌های مشابه مناطق مختلف و بین نر و ماده هر یک از مناطق، مقادیر متنوعی را نشان داد. طول بینهایت جنس ماده منطقه ۳ دارای مقادیر بزرگتر ($L_{\infty}=38.97$ cm) بود. بر اساس مقادیر (b)، در هر دو جنس (بجز جنس نر در منطقه ۱) الگوی رشد آلومتریکی مثبت را نشان دادند. بیشترین مقدار ضریب وضعیت برای جنس نر در خرداد ماه مشاهده گردید. نتایج نشان داد که جنس ماده از مقدار رشد لحظه‌ای بالاتری برخوردار است.

Keywords: *Squalius cephalus*, growth, age, Southern Caspian basin.

واژه‌های کلیدی: ماهی سفید رودخانه‌ای، رشد، سن، سواحل جنوبی دریای خزر.

مقدمه

ماهی سفید رودخانه‌ای با نام علمی *Squalius cephalus* و نام انگلیسی European chub^۱ یکی از گونه‌های خانواده کپور ماهیان می‌باشد که در نیمه شمالی ایران و در تمام حوضه آبریز دریای خزر و دریای آرال وجود دارد (Freyhof & Kottelat, 2007)، همچنین این ماهی در رودخانه ارس، حوضه دریاچه نمک (Bianco & Banarescu, 1982) حوضه دریاچه ارومیه، دریاچه زریوار کردستان و نیز در رودخانه‌های دجله و کارون پراکنش دارد (Berg, 1949). این ماهی در قسمت‌های میانی و بالایی رودخانه‌ها (پایین‌تر از جایگاه زیستی قزل‌آلا) جایی که دمای آب، نسبتاً پایین و بستر آن، قلوه سنگی است زیست می‌نماید (Abdoli, 1999).

پدیده رشد، یکی از جنبه‌های مهم تاریخچه زیستی ماهیان بوده که از انعطاف‌پذیری بالایی برخوردار می‌باشد. این تنوع و انعطاف‌پذیری در سطح جمعیتی ظاهر شده و انعکاس‌دهنده نوعی سازگاری به شرایط منطقه‌ای است (Mann, 1973). در بوم‌شناسی کاربردی، بررسی پارامترهای رشد و همچنین فاکتور وضعیت علاوه بر بیان تفاوت‌های جمعیتی در ویژگی‌های زیستی، نمایانگر ویژگی‌های زیستگاهی نیز می‌باشد. بنابراین، این پارامترها دارای اهمیت خاصی در مطالعات بوم‌شناختی و زیست‌شناختی است (Kovach & Copp, 1996; Zaalchowski et al., 1997).

ماهی سفید رودخانه‌ای از نظر اقتصادی و ورزشی، جزو ماهیان با ارزش بوده (Abdoli, 1999) که ارزش اقتصادی آن در کشور ترکیه به ثبت رسیده است (Coad, 1998). این گونه، بر اساس طبقه‌بندی IUCN^۲ (1994) از گونه‌های در معرض تهدید

(NT)^۳ در اروپا محسوب می‌شود، اما در ایران جزو گونه‌های کمتر در معرض خطر (LC)^۴ است. اگرچه اطلاعات زیادی در خصوص ویژگی‌های سن، رشد و بیولوژیک جنس‌های مختلف ماهی سفید رودخانه‌ای در آب‌های کشورهای اروپایی و همچنین کشور ترکیه به ثبت رسیده است (Geldiay & Balık, 1996; Erdogan et al., 2002; Kalkan et al., 2005; Innal, 2010)، اما در ایران مطالعات، اجمالی و محدود بوده (Kiabi & Abloli, 1995) و تا کنون بررسی مقایسه‌ای انجام نشده است.

در مناطق مختلف، فاکتورهای اکولوژیکی می‌تواند بر روی ویژگی‌های بیولوژیکی اثر گذار باشد بنابراین، دسترسی به اطلاعات بیولوژیکی این گونه، می‌تواند در مدیریت ذخایر و بوم‌شناسی کاربردی این جمعیت حائز اهمیت باشد. هدف از این مطالعه، بررسی مقایسه‌ای فاکتورهای رشد و سن ماهی سفید رودخانه‌ای در حوضه جنوبی دریای خزر شامل رودخانه‌های دوغ گلستان، سیاهرود مازندران و سفیدرود گیلان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه، تعداد ۹۵۸ قطعه ماهی سفید رودخانه‌ای از سه رودخانه واقع در حوضه جنوبی دریای خزر شامل رودخانه دوغ با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۴۴ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۷ دقیقه در استان گلستان (منطقه ۱)، رودخانه سیاهرود با مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی در استان مازندران (منطقه ۲) و رودخانه سفیدرود با موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۰۱ دقیقه شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی در استان گیلان (منطقه ۳) به‌وسیله

۱. چاپ اروپایی

2. The International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources

3. Near Threatened
4. Least concern

$$K = \frac{100W}{L^b}$$

که در آن W و L به ترتیب وزن کل (گرم) و طول کل (سانتی‌متر) مشاهداتی ماهیان هستند (Bagenal, 1978).

نرخ رشد لحظه‌ای لگاریتم طبیعی نسبت وزن نهایی به وزن اولیه ماهی در زمان واحد و معمولاً یک سال است $G = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{\Delta t}$. تمام تجزیه و تحلیل داده‌ها در محیط Excel و SPSS 17 انجام شد.

نتایج

طول کل و وزن کل ماهی سفید رودخانه‌ای (*Squalius cephalus*) در منطقه ۱ به ترتیب بین ۲۲/۰۰-۴/۵۰ سانتی‌متر و ۱/۰۱-۱۳۸/۶۲ گرم به دست آمد. در منطقه ۲ جمعیت ماهی در دامنه طولی بین ۵/۱۰-۲۴/۵۰ سانتی‌متر و وزن کل بین ۱/۱۷-۲۰۴/۹۲ گرم بود. دامنه طولی و وزنی این ماهی به ترتیب ۳۰/۰۰-۵/۳۰ سانتی‌متر و ۱/۶۵-۳۴۷/۷۰ گرم در منطقه ۳ مشاهده گردید. به طور کلی بزرگترین ماهی صید شده از سه منطقه، مربوط به جنس ماده در منطقه ۳ و کوچک‌ترین آن مربوط به جنس نر در منطقه ۱ بود (جدول ۱).

در منطقه ۱، پنج گروه سنی (5^+ - 1^+) برای جنس ماده و سه گروه سنی (3^+ - 1^+) برای جنس نر برآورد گردید. بیشترین فراوانی جنس ماده مربوط به گروه سنی 2^+ (۵۷/۴۴ درصد) و کمترین آن مربوط به گروه سنی 5^+ (۲/۱۲ درصد) بود. در جنس نر، بیشترین و کمترین درصد فراوانی در گروه سنی 2^+ و 3^+ به ترتیب ۷۲/۲۲ و ۱۲/۹۶ مشاهده گردید.

پنج گروه سنی (4^+ - 0^+) برای جنس ماده و چهار گروه سنی (3^+ - 0^+) برای جنس نر در منطقه ۲ مشخص گردید. در هر دو جنس ماده و نر، بیشترین درصد فراوانی در گروه سنی 2^+ و کمترین آن در گروه سنی 0^+ به دست آمد (جدول ۱).

دستگاه الکتروشوک (۲۲۰V-۱۱۰) به صورت تصادفی صید و سپس در فرمالین ۱۰٪ فیکس و جهت بررسی پارامترهای رشد به آزمایشگاه شیلات دانشگاه گنبد کاووس منتقل شدند. نمونه‌برداری از فروردین تا خرداد سال ۱۳۹۰ به طول انجامید و تعداد ۲۶۳ عدد نمونه از منطقه ۱، ۳۶۷ عدد نمونه از منطقه ۲ و تعداد ۳۲۸ عدد نمونه از منطقه ۳ صید گردید. اندازه گیری طول و وزن ماهی‌ها به ترتیب با استفاده از تخته زیست سنجی با دقت ۱ میلی‌متر و ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم انجام شد. تعیین سن این ماهی‌ها از روی فلس و سرپوش آبشی صورت گرفت. سپس ماهیان، تعیین جنسیت شدند. در ماهیان، رابطه طول - وزن $W = aL^b$ به وسیله رابطه لگاریتمی بررسی گردید (Bagenal & Tesch, 1978). برای تعیین الگوی رشد و تعیین $b=3$ و $b \neq 3$ از آزمون پائولی استفاده شد:

$$t = \frac{Sd \ln X}{Sd \ln Y} \times \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} \times \sqrt{n-2}$$

که در آن SdlnX و SdlnY به ترتیب انحراف از معیار لگاریتم طبیعی طول کل (سانتی‌متر) و وزن کل (گرم) است (Pauly, 1984).

پارامترهای معادله رشد فان برتالانفی بر اساس طرح فورده-والفورد مورد ارزیابی قرار گرفت (King, 1997; Sparre & Venema, 1992):

$$L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$$

به منظور تعیین شاخص عملکرد رشد، از معادله زیر استفاده شد:

$$\Phi' = \ln K + 2 \ln L_{\infty}$$

که در آن K (ضریب رشد) و L_{∞} (طول بینهایت) است (Pauly & Munro, 1984). فاکتور شرایط فولتون با این فرمول زیر محاسبه می‌شود:

جدول ۱. فراوانی، طول کل و وزن (\pm انحراف معیار) کل ماهی سفید رودخانه‌ای *Squalius cephalus* در هر گروه سنی در حوضه جنوبی دریای خزر

سن	جنس	ماده					
		منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳
	فراوانی	-	۱/۸۸	-	-	-	-
۰	طول	-	۶/۲±	-	-	-	-
	وزن	-	۲/۴۳±	-	-	-	-
	فراوانی	۱۲/۷۶	۱۳/۲۰	۱۱/۵۳	۱۴/۸۱	۱۸/۵۱	۷/۹
۱ ⁺	طول	۸/۲۵±۱/۰۸b	۱۰/۱۵±۱/۲۴a	۷/۸۳±۰/۸۰b	۷/۷۰±۱/۳۳a	۹/۰۰±۱/۵۱a	۸/۶۲±۱/۰۵a
	وزن	۶/۹۱±۲/۶۵b	۱۳/۸۰±۴/۸۶a	۵/۴۹±۱/۸۸b	۵/۹۲±۲/۷۰a	۹/۰۳±۴/۲۳a	۷/۶۷±۲/۶۳a
	فراوانی	۵۷/۴۴	۵۰/۹۴	۲۱/۱۵	۷۲/۲۲	۵۳/۰۸	۴۹/۲۰
۲ ⁺	طول	۱۰/۶۲±۲/۲۵b	۱۲/۹۸±۰/۹۶a	۱۱/۴۵±۱/۵۵b	۹/۹۹±۲/۰۵b	۱۱/۰۶±۱/۶۶a	۱۱/۴۱±۱/۸۰a
	وزن	۱۶/۶۴±۱۰/۷۲b	۲۸/۱۳±۶/۳۱a	۲۰/۸۵±۹/۱۵b	۱۲/۰۸±۶/۵۶b	۱۷/۴۳±۸/۷۹a	۲۰/۸۱±۱۰/۶۳a
	فراوانی	۲۳/۴۰	۱۸/۸۶	۴۶/۱۵	۱۲/۹۶	۲۷/۱۶	۳۴/۹۲
۳ ⁺	طول	۱۵/۲۷±۱/۵۹a	۱۴/۳۰±۱/۰۰a	۱۴/۹۵±۱/۹۲a	۱۱/۹۱±۱/۴۲b	۱۳/۷۰±۱/۹۰a	۱۴/۷۷±۲/۱۲a
	وزن	۴۳/۲۱±۱۶/۹۹a	۴۰/۳۷±۱۱/۸۲a	۴۴/۹۳±۱۷/۷۰a	۱۸/۹۳±۴/۷۷b	۳۳/۵۳±۱۸/۵۲a	۴۲/۲۹±۱۶/۶۳a
	فراوانی	۴/۲۵	۱۵/۰۹	۱۱/۵۳	-	-	۶/۳۴
۴ ⁺	طول	۲۰/۱۵±۲/۶۱a	۱۷/۹۸±۲/۱۰a	۱۹/۳۱±۱/۵۱a	-	-	۲۱/۴۵±۱/۳۷
	وزن	۱۰۷/۷۶±۴۳/۶۳a	۸۳/۳۵±۳۱/۹۳a	۹۹/۴۰±۱۹/۴۷a	-	-	۱۳۲/۲۸±۲۷/۷۶
	فراوانی	۲/۱۲	-	۳/۸۴	-	-	۱/۵۸
۵ ⁺	طول	۲۰/۲±	-	۲۰/۴۵±۰/۶۳	-	-	۲۱/۰۶±
	وزن	۸۱/۰۷±	-	۱۲۷/۷۰±۱۱/۵۹	-	-	۱۳۸/۵۲±
	فراوانی	-	-	۵/۷۶	-	-	-
۶ ⁺	طول	-	-	۲۳/۴۰±۳/۳۸	-	-	-
	وزن	-	-	۱۸۸/۷۰±۹۶/۳۹	-	-	-

رودخانه دوغ گلستان ۲- رودخانه سیاه‌رود مازندران ۳- رودخانه سفیدرود گیلان/ واحد محاسباتی: فراوانی (درصد)- طول (سانتی‌متر)- وزن (گرم) در هر ردیف، اعدادی که دارای حروف غیرمشابه هستند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ($p < ۰/۰۵$).

نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که طول کل و وزن کل ماهی سفید رودخانه‌ای در بین سه حوضه جنوبی دریای خزر از اختلاف معنی‌داری برخوردار هستند، به طوری که بیشترین و کمترین این معیارها به ترتیب در رودخانه سفید رود گیلان و رودخانه دوغ گلستان می باشد (جدول ۲).

جدول ۲. مقایسه میانگین طول و وزن (\pm انحراف معیار) ماهی سفید رودخانه‌ای در حوضه جنوبی دریای خزر

رودخانه	معیارها	
	طول	وزن
دوغ گلستان	۸/۶۴± ۲/۸۶ ^c	۱۰/۲۱± ۱۴/۳۴ ^c
سیاه رود مازندران	۱۱/۳۹± ۲/۷۵ ^b	۲۱/۷۲± ۱۸/۷۰ ^b
سفید رود گیلان	۱۳/۰۴± ۴/۶۹ ^a	۴۱/۷۱± ۴۸/۱۳ ^a

در هر ردیف، اعدادی که دارای حروف غیرمشابه هستند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ($p < ۰/۰۵$).

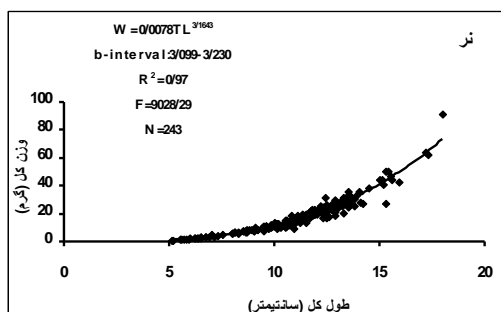
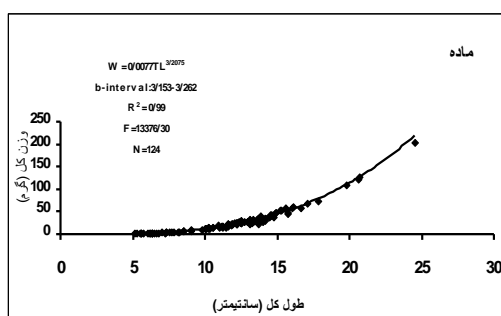
در منطقه ۳، جنس ماده در ۶ گروه سنی و جنس نر در ۵ گروه سنی به ثبت رسید. در جنس ماده بیشترین، درصد فراوانی در گروه سنی ۳⁺ برابر با ۴۶/۱۵ و کمترین درصد فراوانی در گروه سنی ۵⁺ برابر با ۳/۸۴ مشاهده گردید؛ در حالی که در جنس نر این منطقه، بیشترین درصد فراوانی مربوط به گروه سنی ۳⁺ برابر با ۴۹/۲۰ و کمترین درصد مربوط به گروه سنی ۵⁺ برابر با ۱/۵۸ می باشد (جدول ۱). به طور کلی در سه منطقه مطالعاتی، دامنه سنی ماهیان بین ۰⁺ تا ۶⁺ بود که در هر دو جنس نر و ماده، ماهیان ۲ ساله غالب ترین گروه سنی در منطقه‌های ۱ و ۲ بوده، در حالی که ماهیان ۳ ساله فراوانترین گروه سنی را در منطقه ۳ به خود اختصاص دادند.

رابطه طول و وزن جمعیت مورد مطالعه در منطقه ۱، برای جنس ماده طبق معادله $TL^{3/0.935}$ ($r^2=0/99$) و برای جنس نر طبق معادله $W=0/0092 TL^{3/095}$ ($r^2=0/97$) می‌باشد. شیب خط رگرسیون جمعیت ماهی در این منطقه ۳/۰۵ به دست آمد. مقایسه مقدار عددی b محاسباتی برای هر یک از این معادلات با مقدار $b=3$ با استفاده از آزمون پائولی حاکی از رشد غیرهمسان (آلومتریک مثبت: $b>3$) برای هر یک از جنس‌ها می‌باشد ($P<0/05$)، $t_{\text{ماده}}=92/93$ ، $t_{\text{نر}}=47/19$ و $t_{\text{کل}}=85/40$. در منطقه ۲، معادله رشد برتالانفی برای جنس ماده:

$$L_{t_{\text{ماده}}} = 31/38 (1 - e^{-0/155(t+1/520)})$$

و برای جنس نر به صورت زیر به دست آمد:

$$L_{t_{\text{نر}}} = 26/49 (1 - e^{-0/161(t+1/544)})$$



شکل ۲. رابطه طول - وزن در جنس نر و ماده ماهی سفید رودخانه‌ای *Squalius cephalus* در منطقه ۲ (مازندران)

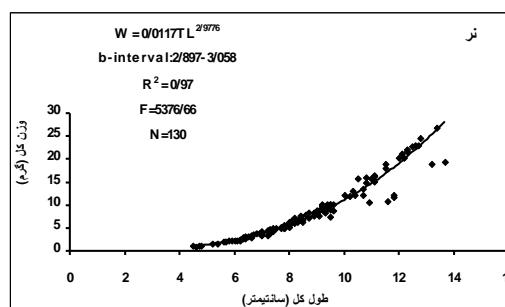
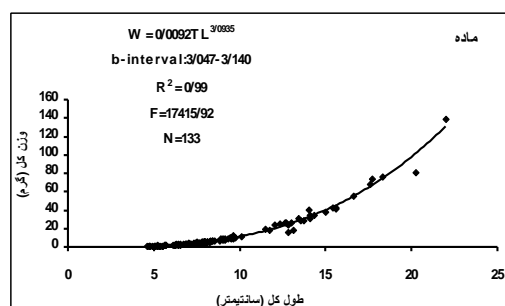
رابطه طول کل و وزن کل ماهی سفید رودخانه‌ای در منطقه ۳، یک تابع نمایی بود که معادله آن برای هر دو جنس ماده و نر به ترتیب به صورت $TL^{3/0.99}$ ($r^2=0/99$) و $W=0/0077 TL^{3/0.98}$ ($r^2=0/98$) انجام شده برای تعیین یکنواخت یا غیریکنواخت بودن رشد، نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین مقدار b به دست آمده در فرمول با عدد ۳ (معیار استاندارد رشد همگون در رابطه $W=aL^b$ است) وجود دارد ($b>3$).

رابطه طول و وزن جمعیت مورد مطالعه در منطقه ۱، برای جنس ماده طبق معادله $TL^{3/0.935}$ ($r^2=0/99$) و برای جنس نر طبق معادله $W=0/0092 TL^{3/095}$ ($r^2=0/97$) می‌باشد. شیب خط رگرسیون جمعیت ماهی در این منطقه ۳/۰۵ به دست آمد. مقایسه مقدار عددی b محاسباتی برای هر یک از این معادلات با مقدار $b=3$ با استفاده از آزمون پائولی حاکی از رشد غیرهمسان (آلومتریک) برای هر یک از جنس‌ها می‌باشد ($P<0/05$)، $t_{\text{ماده}}=33/44$ ، $t_{\text{نر}}=4/34$ و $t_{\text{کل}}=19/29$ (شکل ۱). معادله رشد برتالانفی در منطقه ۱ برای جنس ماده به صورت زیر:

$$L_{t_{\text{ماده}}} = 27/73 (1 - e^{-0/235(t+1/137)})$$

و برای جنس نر به صورت زیر به دست آمد:

$$L_{t_{\text{نر}}} = 18/06 (1 - e^{-0/270(t+1/974)})$$



شکل ۱. رابطه طول - وزن در جنس نر و ماده ماهی سفید رودخانه‌ای *Squalius cephalus* در منطقه ۱ (گلستان)

رابطه طول و وزن این گونه در منطقه ۲، بر اساس رابطه رگرسیونی طول کل و وزن کل ماهی برای جنس ماده و نر به طور مجزا بررسی شد (شکل ۲). در این منطقه شیب خط رگرسیون برای جمعیت

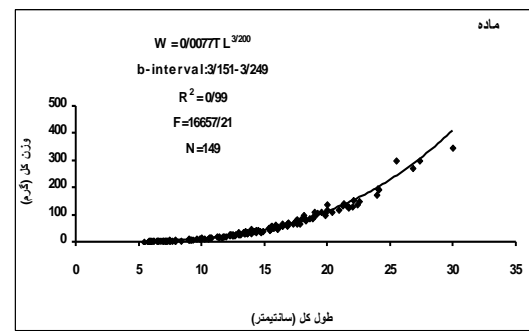
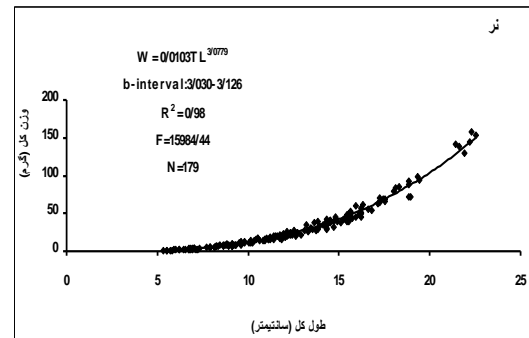
نتایج ضریب وضعیت در دوره مطالعه در منطقه ۱ نشان داد که برای هر دو جنس ماده ($0/97 \pm 0/09$) و نر ($0/96 \pm 0/07$) بالاترین مقدار آن در ماه اردیبهشت و کمترین مقدار در ماه تیر به ترتیب ($0/89 \pm 0/08$) و ($0/86 \pm 0/13$) می باشد. در منطقه ۲ بالاترین میزان ضریب وضعیت در جنس ماده برابر $0/782 \pm 0/08$ مربوط به ماه اردیبهشت و در جنس نر برابر $0/734 \pm 0/06$ مربوط به ماه فروردین به دست آمد. همچنین کمترین میزان آن در هر دو جنس ماده ($0/758 \pm 0/10$) و نر ($0/670 \pm 0/10$) مربوط به خرداد ماه است. بالاترین میزان ضریب وضعیت در منطقه ۳، برای هر دو جنس ماده و نر در ماه خرداد به ترتیب $0/68 \pm 0/07$ و $0/85 \pm 0/09$ و کمترین مقدار برای هر دو جنس در ماه های فروردین ($0/54 \pm 0/732$) و اسفند ($0/311 \pm 0/763$) به دست آمد. به طور کلی برای هر دو جنس، بالاترین میزان ضریب وضعیت، در ماه های اسفند، فروردین و اردیبهشت و همچنین کمترین میزان این ضریب در ماه های خرداد و تیر در منطقه های مطالعاتی مشاهده گردید.

از آنجایی که میانگین طول کل و وزن کل در بین نرها و ماده های هم سن متنوع بود، نرخ رشد لحظه ای هر جنس به طور جداگانه در جمعیت های مورد مطالعه ماهی سفید رودخانه ای محاسبه شد (جدول ۴). بالاترین نرخ رشد لحظه ای در منطقه ۱، برای سنین 3^+ - 1 جنس نر و سنین 3^+ - 2 جنس ماده به دست آمد. در جنس نر با افزایش سن، رشد لحظه ای کاهش یافت. در منطقه ۲، نتایج ضریب رشد لحظه ای نشان داد که علی رغم افزایش در میزان رشد سالیانه با بالا رفتن سن، نرخ رشد لحظه ای در هر دو جنس کاهش می یابد، اما در جنس ماده بین 3^+ تا 4^+ افزایش ناچیزی مشاهده شد. براساس نتایج به دست آمده، در هر دو جنس منطقه ۳، تنها در گروه سنی 3^+ - 4^+ جنس نر و همچنین در گروه های سنی 3^+ - 4^+ و 5^+ - 6^+ جنس ماده به صورت جزئی، افزایش رشد لحظه ای مشاهده گردید و در بقیه سنین در هر دو جنس، با افزایش سن، رشد لحظه ای کاهش یافت.

بنابراین رشد ماهی در این منطقه برای هر دو جنس غیرهمگون است ($P < 0/05$ ، $t_{\text{ماده}} = 77/98$ ، $t_{\text{نر}} = 22/71$) و معادله رشد برتالانفی برای جنس نر و ماده به ترتیب، به صورت زیر بدست آمد:

$$L_{\text{نر}} = 30/40(1 - e^{-0/221(t+0/066)})$$

$$L_{\text{ماده}} = 38/97(1 - e^{-0/138(t+0/589)})$$



شکل ۳. رابطه طول - وزن در جنس نر و ماده ماهی سفید رودخانه ای *Squalius cephalus* در منطقه ۳ (گیلان)

پارامترهای معادله رشد وان برتالانفی جنس ماده و نر ماهی سفید رودخانه ای در حوضه جنوبی دریای خزر در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. پارامترهای معادله رشد وان برتالانفی جنس ماده و نر ماهی سفید رودخانه ای در حوضه جنوبی دریای خزر

منطقه	جنسیت	L_{∞}	K	t_0	ϕ'
رودخانه	ماده	27/73	0/235	-0/137	5/200
دوغ	نر	18/06	0/270	-0/974	4/480
رودخانه	ماده	31/38	0/155	-1/520	5/031
سیاهرود	نر	26/49	0/161	-1/544	4/729
رودخانه	ماده	38/97	0/138	-0/589	5/346
سفیدرود	نر	30/40	0/221	-0/066	5/323

جدول ۴. ضریب رشد لحظه‌ای ماهی سفید رودخانه‌ای *Squalius cephalus* برای سنین مختلف در سه منطقه مورد مطالعه

سن	منطقه ۱		منطقه ۲		منطقه ۳	
	ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر
۰ - ۱ ⁺	-	-	۱/۷۳۷	۱/۶۳۶	-	-
۱ - ۲ ⁺	۰/۸۷۷	۰/۷۱۲	۰/۷۱۱	۰/۶۵۶	۱/۳۳۳	۰/۹۹۷
۲ - ۳ ⁺	۰/۹۵۴	۰/۴۴۹	۰/۳۶۱	۰/۶۵۴	۰/۷۶۷	۰/۷۰۹
۳ - ۴ ⁺	۰/۵۷۶	-	۰/۷۲۴	-	۰/۷۹۳	۱/۱۴۰
۴ - ۵ ⁺	۰/۰۵۲	-	-	-	۰/۲۵۰	۰/۰۴۶
۵ - ۶ ⁺	-	-	-	-	۰/۳۹۰	-

تغییرات طول و وزن این ماهی در اکوسیستم‌های مختلف می‌باشد (Mert et al., 2003).

در این تحقیق، ماهیان جنس ماده نسبت به جنس نر، گروه‌های سنی بیشتری را به خود اختصاص داده بودند و نیز حداکثر طول و وزن بالاتری داشتند. Sen & Saygin (2008) طول و وزن ماهی سفید رودخانه‌ای ۱ تا ۷ سال را به ترتیب بین ۷/۳-۴۰/۵ سانتی‌متر و ۴/۸-۱۰۰۲/۵ گرم گزارش دادند. حداکثر سن گزارش شده برای این گونه ۱۰⁺ بود (Innal, 2010) اما در این تحقیق حداکثر سن مشاهداتی ۶⁺ در سفیدرود گیلان به دست آمد که نشان‌دهنده تفاوت فاحش در حداکثر سن جمعیت‌های ایرانی این گونه، با دیگر جمعیت می‌باشد.

در این مطالعه، فراوانی جنس نر در سنین پایین نسبت به همسالان خود در جنس ماده بالاتر بوده، در حالی که با افزایش سن فراوانی جنس ماده نسبت به نر در سه منطقه تحقیقاتی افزایش یافت. به طور کلی، گزارشات مبنی بر این است که فراوانی جنس نر ماهیان در آب شیرین نسبت به جنس ماده در زمان تخم‌گذاری بیشتر بوده و با گذشت زمان و بالا رفتن سن ماهیان جنس ماده غالب می‌شوند (Nikolsky, 1963). نتایج این تحقیق با یافته‌های Altındag (1996) و همچنین Erdogan et al. (2002) هم‌راستا می‌باشد.

مقادیر به دست آمده برای b در محدوده اعداد ارائه شده (۲/۵-۳/۵) در منابع برای گونه‌های مختلف می‌باشد (Turkmen et al., 2001; Mahbobi

مقایسه رشد لحظه‌ای در سه منطقه نشان داد که بالاترین مقدار آن برای منطقه ۱ در سنین ۲-۳⁺، منطقه ۲ در گروه سنی ۰-۱⁺ و منطقه ۳ در سنین ۱-۲⁺ بود. در مجموع، در این مطالعه، جنس ماده از بالاترین مقدار رشد لحظه‌ای برخوردار بوده است.

بحث

مطالعه الگوی رشد و ساختار سن یک گونه در سطح جمعیت امکان درک بهتر وضعیت بوم‌شناختی جمعیت را به منظور مدیریت گونه در شرایط کنونی اکوسیستم‌های آبی فراهم می‌نماید.

دامنه طولی و وزنی ماهی سفیدرودخانه‌ای (*Squalius cephalus*) در سه زیرحوضه مورد بررسی در خزر دارای تفاوت‌هایی با یکدیگر بودند. به طوری که حداکثر و حداقل طول به ترتیب در رودخانه‌های سفیدرود گیلان و دوغ گلستان مشاهده شد. در مطالعات قبلی، اطلاعات مختلفی در این ارتباط وجود دارد، به طوری که دامنه طول و وزن این ماهی به ترتیب ۸/۵-۲۶/۸ سانتی‌متر و ۷/۹-۳۲۴ گرم در منطقه موسدی کرک (Öztas & Solak, 1988)، ۱۷/۰۰-۳۶/۲ سانتی‌متر و ۱۱۵/۴-۷۲۱/۵ گرم در دریاچه کاراکایا (Kalkan et al., 2005)، ۷/۳-۴۰/۵ سانتی‌متر و ۴/۸-۱۰۰۲/۵ گرم (Sen & Saygin, 2008)، ۱۸/۵-۳۵/۳ سانتی‌متر و ۱۲۴/۴۰-۶۶۷/۵۷ گرم (Bostanci and Polat, 2009) و ۱۱/۳-۳۸/۴ سانتی‌متر و ۸۴۵-۱۸/۲ گرم (Innal, 2010) گزارش شده است. تفاوت‌های اکولوژیکی مانند دما و غذا از عوامل مهم

طول بی‌نهایت (L_{∞}) در جمعیت‌های مورد مطالعه متنوع به‌دست آمد. در تمام مناطق، طول بین‌بهایت برای ماده‌ها بزرگتر از نرها بود که دلیل آن ممکن است مربوط به رشد سریع‌تر و تداوم طولانی‌تر دوره زندگی در ماده‌ها باشد. از آنجایی که بین طول بین‌بهایت و آهنگ رشد یک رابطه معکوس برقرار است، بر این اساس، در تحقیق حاضر با افزایش طول بی‌نهایت (L_{∞}) میزان آهنگ رشد (K) کاهش پیدا کرد. بنابراین بیشترین و کمترین میزان طول بین‌بهایت در رودخانه‌های سفیدرود گیلان و دوغ گلستان مشاهده شد. نتایج این تحقیق به گزارش‌های Koc *et al.* (2007) و همچنین Kalkan *et al.* (2005) نزدیک می‌باشد. کمترین و بیشترین میزان شاخص فی‌مونر (Φ) در دامنه حداقل ۴/۴ و حداکثر ۵/۳ متغیر بود. بنابراین در این مطالعه تفاوت فاحشی بین جمعیت‌های خزری وجود ندارد و این نشان دهنده عدم اشتباه فاحش در محاسبات پارامترهای پویایی است. جنس نر و ماده ماهی سفیدرودخانه‌ای در نهر کاراسو به‌ترتیب از کمترین (۲/۱۳) و بیشترین (۲/۵۳) میزان شاخص فی‌مونر برخوردار بودند (Sen & Saygin, 2008).

تغییرات فاکتور وضعیت، ممکن است با تفاوت‌هایی در شرایط اکولوژیکی محیطی (Bagenal & Tesch, 1987) مثل تغییرات فصلی، کیفیت غذایی و نوع سیستم آبی (رودخانه یا دریاچه)، بین گونه‌ها متغیر باشد (Nikolsky, 1969). به‌طور کلی برای هر دو جنس، بالاترین میزان ضریب وضعیت در ماه‌های فروردین و اردیبهشت و همچنین کمترین میزان این ضریب در ماه‌های خرداد و تیر در منطقه‌های مطالعاتی مشاهده گردید. مشاهدات Nadri *et al.* (2008) در رودخانه تجن مازندران، Ashjae Ardalan *et al.* (2009) در رودخانه بابلرود مازندران و Koc *et al.* (2007) در دریاچه ایکیزستیبیلیر ترکیه نشان داد که بالاترین میزان فاکتور وضعیت این ماهی در فصل اردیبهشت ماه می‌باشد که این گزارش با نتایج مطالعه حاضر در هر دو

(Soofiani & Asadollah, 2009). در این تحقیق، مقدار عددی b به‌دست آمده جمعیت ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه‌های دوغ گلستان برابر ۳/۰۵ و سیاهرود مازندران معادل ۳/۱۹ و همچنین سفید رود گیلان برابر ۳/۱۵ بود. در این مطالعه، میزان b به‌دست آمده با یافته‌های Bosstanci & Polat (2009) در دریاچه کاملدور ترکیه به میزان ۳/۰۴ در جنس ماده و ۳/۰۲ در جنس نر و همچنین با میزان b به‌دست آمده از جمعیت این گونه در نهر کاراسو ترکیه به مقدار ۳/۱۵ همخوانی داشت. Treer *et al.* (1999) مقدار این ضریب را ۳/۳۷ برای این گونه، در رودخانه دوبراً گزارش دادند. Innal (2010) ضریب b محاسباتی این گونه را در استخر کامکرو ترکیه معادل ۳/۰۱۲ به‌دست آورد. از آنجایی که مقدار b به‌دست آمده در این مطالعات، در دامنه استاندارد قرار دارد، بنابراین، این امر نشان از هماهنگ بودن رشد طولی و وزنی بین جمعیت می‌باشد.

الگوی رشد متنوع در جمعیت‌های مختلف نشان دهنده تنوع‌پذیری رشد در ماهیان است. در رابطه طول با وزن زیر گونه هر دو جنس ماهی *Leuciscus cephalus orientalis* مشخص گردید که الگوی رشد از نوع آلومتریکی مثبت می‌باشد (Turkman *et al.*, 1999)، در حالی که مطالعات بر روی هر دو جنس نر و ماده این ماهی در ترکیه نشان داد که رابطه طول-وزن این ماهی از نوع آلومتریکی منفی است (Koc *et al.*, 2007). نتایج به‌دست آمده از مقدار عددی b محاسباتی برای جنس نر در منطقه ۱، با نتایج تحقیقات Treer *et al.* (1998) و Solak *et al.* (1995) مشابهت داشت. Erdogan *et al.* (2002) نتایج مشابهی را در بررسی مقادیر b به‌دست آمده از رابطه طول-وزن با نتایج حاصل از این مطالعه برای هر دو جنس ماهی سفید رودخانه‌ای در سه منطقه گلستان، مازندران و گیلان (به جز جنس نر در منطقه ۱) به‌دست آوردند. با استفاده از پارامترهای معادله رشد برتالانفی،

۰/۵۵ و ۰/۲۳ برای سنین ۲⁺ و ۳⁺ به دست آوردند. تنوع مشاهده شده در بین جمعیت‌ها، نشان‌دهنده تنوع‌پذیری این گونه، در سطح جمعیت است. نرخ تنوع‌پذیری در پارامترهای مختلف بین جمعیت‌ها یکسان نبود. شاید این تنوع‌پذیری شاید ناشی از تغییرات زیستگاهی جمعیت‌های این گونه باشد. بنابراین از دیدگاه بوم‌شناسی، جمعیت‌های مختلف این گونه را بایستی به صورت واحدهای مستقل اکولوژیکی در نظر گرفت.

جنس ماهی سفیدرودخانه‌ای در رودخانه دوغ گلستان و همچنین جنس ماده این گونه در رودخانه سیاهرود مازندران مشابهت داشت.

مقدار افزایش ضریب رشد لحظه‌ای تابع نسبت افزایش سالیانه در وزن کل می‌باشد (Bagenal & Tesch, 1987). این شاخص با افزایش سن در این گونه، دچار تغییرات کاهشی گردید. Kiabi & Abloli (1995) میزان رشد لحظه‌ای ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه دوآب (شرا) رت به ترتیب

REFERENCES

- Abdoli, A.; (1999). The Inland Water Fishes Of Iran. Naghsh Mana Pub; 337pp.
- Altındag, A.; (1996). Some population characteristics, growth and condition of chub (*Leuciscus cephalus*, Linne 1758) in Aksehir Lake. Turkish Journal of Zoology; 20: 53–65.
- Ardalan, A.; Rad, E.; Salehi, M.; (2009). Investigation on reproduction biology in *Leuciscus cephalus* at Babolrud River (Mazandaran Province). Journal of marine science and technology research; 23-36.
- Bagenal, T.; (1978). Methods for Assesment of fish production in freshwater. Third edition. Blackwell scientific publication Oxford. London edinburgh Melbourne. XV 365 pp.
- Bagenal, T.B.; Tesch, F.W.; (1987). Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook 3 Blackwell, Oxford, 319 pp.
- Berg, L.S.; (1949). Presnovodnye by Irana isopredel'nykh stran [Freshwater fishes of Iran and adjacent couantries]. Trudy Zoologicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR; 8: 783-858.
- Bianco, P.G.; Banarescu, P.; (1982). A contribution to the knowledge of the Cyprinidae of Iran (Pisces, Cypriniformes). Cybium; 6(2): 75- 96.
- Bosstanci, D.; Polat, N.; (2009). Age Determination and Some Population Characteristics of Chub (*Squalius cephalus* L., 1758) in the Çamlidere Dam Lake (Ankara, Turkey). Turkish Journal of Science & Technology; 4(1): 25-30.
- Coad, B. W.; (1998). Systematic biodiversity in the freshwater fishes of Iran. Italian Journal Zoology; 65:101-108.
- Erdogan, O.; Turkman, M; Yildirim, A.; (2002). Studies on the age, growth and reproduction characteristics of the chub, *Leuciscus cephalus orientalis*. (Nordmann, 1840) in Karasu River Turkey. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences; 26: 983- 991.
- Freyhof, J.; Kottelat, M.; (2007). *Alburnus vistonicus*, a new species of shemaya from eastern Greece, with remarks on *Chalcalburnus chalcoides macedonicus* from Lake Volvi (Teleostei: Cyprinidae). Ichthyological Exploration of Freshwaters; 18: 205-212.
- Geldiy, R.; Balık, S.; (1996). Freshwater fishes of Turkey. Ege University Press, Izmir, Turkey.
- Innal, D.; (2010). Population Structures and Some Growth Properties of Three Cyprinid Species [*Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758); *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758) and *Alburnus escherichii* Steindachner, 1897] Living

- in Camkoru Pond (Ankara-Turkey). Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University; 16: 297-304.
- Kalkan, E.; Yilmaz, M.; Erdemli, A. U.; (2005). Some biological properties of the *Leuciscus cephalus* (L., 1758) population living in Karakaya Dam Lake in Malatya (Turkey). Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences; 29: 49-58.
- Kiabi, B; Abdoli, A.; (1995). Examine the age composition, growth and food habits of *Squalius cephalus* in the river Arak Doab. Faculty of Agriculture and Natural Resources in Gorgan.
- King, M.; (1997). Fisheries biology, assessment and management. Blackwell publishing, Oxford, 41pp.
- Koc, H.T.; Erdogan, Z.; Tinkci, M; Treer, T.; (2007). Age, growth and reproduction characteristics of chab, *Leuciscus cephalus* (L.,1758) in the Ikizcetepeler dam lake (Balikesir), Turkey. journal of applied ichthyology; 23: 19- 24.
- Kovach, V.; Copp, G.H.; (1996). Ontogenic patterns of relative growth in young roach *Rutilus rutilus*: within-river basin comparisons. Ecograph; 19: 153- 161.
- Mahbubi Sofiani, N.; Asadollahi, S.; (2009). Evolution of Some characteristics of growth and reproduction, *Capoeta damascina*, Hannah Lagoon, Semirom. Iranian Scientific Fisheries Journal; 4: 145-156.
- 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; 5: 707- 736.
- Mert, R.; Bulut, S.; Solak, V.K.; (2003). Some biological properties of the *Squalius cephalus* (L., 1758) population inhabiting Apa Dam Lake in Konya (Turkey). Afyon Koactepe University Journal of Sciences and Engineering; 1-12.
- Nikolski, G.V.; (1969). Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. Oilver and Boyd, Edinburgh, 323pp.
- Nikolsky, G. V.; (1963). The ecology of fishes (translated by L. Birkett). Academic Press, London, 352 pp.
- Öztaş, H., Solak, K., 1988. The growth and sexual ratios of chub (*Leuciscus cephalus* L. 1758) living in the Muceldi Stream in the Eastern Anatolia, Doga. Turkish Journal of Zoology; 12: 262-271.
- Pauly, D.; (1984). Fish population dynamics in tropical waters. In: Froese, R. and C. Binohlan. 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: 758-773.
- Pauly, D.; Munro J.L.; (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. Iclarm Fishbyte; 2(1): 21 Pp.
- Sen, F.; Saygin, F.; (2008). Biological Properties of Chub (*Leuciscus cephalus* L., 1758) in Karasu Stream (Mus/ Turkey). Journal of Animal and Veterinary Advances; 7 (8): 1034-1037.
- Solak, K.; Gul, A.; Yilmaz, M.; (1995). A research on growing performances of *Leuciscus cephalus* (Linneaus, 1758) inhabiting Kirmir Stream (Ankara-Turkey), S.D.U. Journal of Water; (4): 49-62.
- Sparre, P; Venema, S.C.; (1992). Introduction to tropical fish stock assessment. Danida FAO, 378 pp.
- Treer, T.; Habekovic, D.; Anicic, I.; Safner, R; Kolak, A.; (1998). The growth of five populations of chub (*Leuciscus cephalus*) in the Danube River Basin of Croatia. Proc. Internat.

- Symp. Aquarom, May 1998, Galati, Romania, 18–22 pp.
- Treer, T.; Habekovic, D.; Safner, R; Kolak, A.; (1999). Length- mass relationship in chab (*Leuciscus cephalus*) from five Croatia rivers. Agriculture Conspectus Scientific, 64: 137-142.
- Turkman, M.; Erdogan, O.; Yildirim, A.; Akyurt, I.; (2001). Reproduction tactics, age and growth of *Capoera capoeta umbra* (Heckle, 1843) from the Askale region of the Karasu River, Turkey; Journal Fisheries Research; 1220: 1-12.
- Turkman, M.; Haliloglu, H. I.; Erdogan, O.; Yildirim, A.; (1999). The growth and reproduction characteristics of chub, *Leuciscus cephalus orientalis* (Nordmann, 1840) living in the River Aras. Turkish Journal Zoology; 23: 355-364.
- Zaalchowski, W.; Krzykawska, I.; Wieski, K.; (1997). Growth rate of the roach *Rutilus rutilus* (L.) in the Pomeranian Bay. Ryb. Mor. I Techn. Zywn; 23: 65-75.