مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی
سال نهم، شماره اول، پیاپی سی و سوم، تابستان ۱۳۹۹ (۲۰-۱۱)

رابطه طول- وزن و برخی پارامترهای رشد ماهی سفید (*Rutilus kutum* Kamenski, 1901) در جنوب دریای کاسپین

محمد فروهر واجارگاه[۱]، مسعود ستاری[۲*]، جاوید ایمانپور نمین[۳]، مهدی بی‌باک[٤]

۱. دکتری بوم‌شناسی آبزیان، دانشکده منابع طبیعی صومعه سرا، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران
۲. استاد بهداشت و بیماری‌های آبزیان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی صومعه‌سرا، دانشگاه گیلان، ایران و گروه بیولوژی دریا، پژوهشکده حوضه آبی خزر
۳. دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی صومعه‌سرا، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران
٤. دکتری، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی صومعه‌سرا، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/٤/۱۵)

چکیده

رابطه طول- وزن و برخی از پارامترهای رشد در ماهی سفید (*Rutilus kutum*) مطالعه شد. تعداد ۱۱۲ قطعه ماهی در سواحل جنوبی دریای کاسپین از مهرماه ۱۳۹٦ تا اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ به‌طور تصادفی از پره‌های ساحلی و دام گوشگیر صید شد. میانگین (±SD) طول کل، طول چنگالی و وزن بدن در جمعیت به‌ترتیب ۸/۱٤±۳۸/۵۸، ۷/٦۵±۳۵/۵۷ سانتی‌متر و ۳۳٤/۰٦±٦۵۹/٤۸ گرم بود. حداقل و حداکثر طول و وزن ماهی در فصول مختلف به‌ترتیب ۵۱ و ۱٦/۵۰ سانتی‌متر و ۱۵۲۵ و ٤۵ گرم به‌دست آمد. میانگین (±SD) شاخص گنادوسوماتیک و شاخص کبدی در کل جمعیت به‌ترتیب ۵/۲۸±٤/٦۷ و ۵/۸۳±۷/۸٦ بود. آنالیزهای طول و وزن نشان داد که همبستگی بالایی بین طول و وزن در این گونه وجود دارد (R^2=۰/۹۰). رابطه طول ـ وزن در جنس نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب $W=۰/۰۸۲۱L^{۲/٤۲۷۸}$، $W=۰/۰۱L^{۳/۰۰۲۵}$ و $W=۰/۰٤۱L^{۲/٦۲۲٤}$ به‌دست آمد. آزمون t-test نشان داد که الگوی رشد در کل جمعیت و نرها آلومتریک منفی و در ماده‌ها ایزومتریک بود. ضریب چاقی در نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۰/٤۱±۱/۱۰، ۰/۱۱±۱/۰۱ و ۰/۳۵±۱/۰۷ به‌دست آمد. میانگین ضریب چاقی ماهیان نر بیش از ماهیان ماده بود، اما تفاوت معنی‌داری بین دو جنس مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص کبدی، ضریب چاقی، گنادوسوماتیک، ماهی سفید کاسپین، *Rutilus kutum*.

Length-weight relationship and some growth parameters of *Rutilus kutum* (Kaminski 1901) in the South Caspian Sea

Mohammad Forouhar Vajargah[1], Masoud Sattari[2*], Javid Imanpour Namin[3], Mehdi Bibak[4]

1. Ph.D. in Aquatic Ecology, Faculty of Natural Resources Sowmehsara, Guilan University, Guilan, Iran
2. Professor, Fish Health and Diseases, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmehsara, Guilan university, Guilan, Iran and Department of Marine Biology, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources Sowmehsara, Guilan university, Guilan, Iran
4. Ph.D., Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources Sowmehsara, Guilan university, Guilan, Iran

(Received: Feb. 8, 2019 – Accepted: Jul. 5, 2020)

Abstract

Length-weight relationship and some growth parameters of *Rutilus kutum* were studied. In total, 112 specimens of kutum were collected randomly from beach seines at the southern shores of the Caspian Seafrom October 2016 to May 2017. The mean (±SD) total length, fork length, and weight for the whole population were 38.58±8.14, 35.57±7.65 cm and 659.48±334.06 g, respectively. The minimum and maximum length and weight of fish in different seasons were 16.5 and 51cm as well as 45 and 1525g, respectively. The mean (±SD) gonadosomatic and hepatosomatic indices for the whole population were 4.67±5.28 and 7.86±5.83, respectively. Analyses of length-weight relationships showed a strong correlation between these two parameters (R^2=0.90). The length-weight ratio in males, females and total population were $W= 0.821 L^{2.4278}$, $W=0.01 L^{3.0025}$, $W=0.041 L^{2.6224}$, respectively. The t-test analysis showed a negative allometric growth pattern for males and the whole population, whereas females followed isometric growth pattern. The mean (±SD) condition factor (CF) were 1.10±0.41 in males, 1.01±0.11 in females and 1.07±0.35 in the whole population. The mean CF was higher in males in comparison with females, although the differences were not statistically significant.

Keywords: Caspian kutum, Caspian Sea, Condition factor, gonadosomatic index, hepatosomatic index, *Rutilus kutum*.

* نویسندهٔ مسئول: مسعود ستاری Email: msattari647@gmail.com

مقدمه

پارامترهای رابطه طول- وزنی نقش مهمی در زیست‌شناسی ماهی و پویایی جمعیت دارد (Sivashanthini, 2008). مقادیر ناچیز تفاوت در پارامترهای رشد می‌تواند در نتیجه ساختار ژنتیکی، تفاوت در دمای آب، تراکم غذا یا بیماری باشد (Fakhri *et al*., 2011). عوامل متعددی به‌خصوص فصول مختلف، موقعیت جغرافیایی، آب و هوا، تغذیه و توسعه گنادها ممکن است ضریب چاقی یک ماهی را تحت تأثیر قرار دهند (Froese, 2006) و رابطه مستقیمی بین چربی موجود در بدن ماهی و وزن نسبی وجود دارد و ماهیانی که وزن نسبی آنها ۱۰۰ درصد یا بیشتر باشد در شرایط تغذیه‌ای و رشد خوب و ماهیانی که وزن نسبی آنها کمتر از ۸۵ درصد باشد فاقد منابع غذایی کافی بوده و رشد کندتری دارند (Anderson & Neumann, 1996). الگوی تولید مثل برای محققین ومدیران شیلاتی، شناسایی انواع اکولوژیک متداول و ویژگی‌های گونه‌های مختلف در مناطق متفاوت جغرافیایی را ممکن می‌سازد (Winmiller & Rose, 1992). مشخص نمودن زمان رسیدگی جنسی و تغییرات GSI[1] درطول سال و ایجاد شناخت نسبت به تغییرات جنسی آبزیان، مانع از برداشت نابهنگام و مخاطره‌آمیز آبزیان در طول فصول تخم‌ریزی می‌گردد و به‌کمک آن می‌توان فصول ممنوعیت صید را تعیین نمود و زمینه حفاظت بیشتر از ذخایر آبزیان را فراهم نمود (Biswass, 1993).

در زمان بلوغ جنسی، به‌دلیل مصرف غذای خورده‌شده برای رشد گنادها، مولدین از نظر شرایط جسمی دچار افت می‌شوند که این مسأله پس از انجام عمل تخم‌ریزی و سپس تغذیه صحیح بهبود می‌یابد. به همین دلیل تفاوت‌هایی در شاخص گنادوسوماتیک و شاخص کبدی در این ماهیان مشاهده می‌شود (Fernandes-Delgado, 2004). ماهی سفید از ماهیان استخوانی متعلق به خانواده Cyprinidae، جنس *Rutilus* با نام علمی *Rutilus kutum* از ماهیان بومی دریای خزر است (Vajargah *et al*., 2014; Sattari *et al*., 2019; Sattari *et al*., 2020). بیش از ۵۰ درصد از صید و بیش از ۶۰ درصد از درآمد صیادان ماهیان استخوانی را به‌خود اختصاص می‌دهد (Abdolmaleki & Ghani nezhad, 2007; Daryanbord *et al*., 2009) و در سواحل جنوب خزر از رودخانه کورا واقع در جنوب غرب تا رودخانه اترک واقع در جنوب شرق حوزه جنوبی دریای خزر پراکنده‌اند. حداکثر سن ماهی سفید ۹ الی ۱۰ سال و حداکثر وزن آن ۵ الی ۶ کیلوگرم می‌رسد. ماهی سفید نر در ۳ سالگی و ماهی سفید ماده در ۴ سالگی بالغ می‌شوند (Razavi Sayad, 1995).

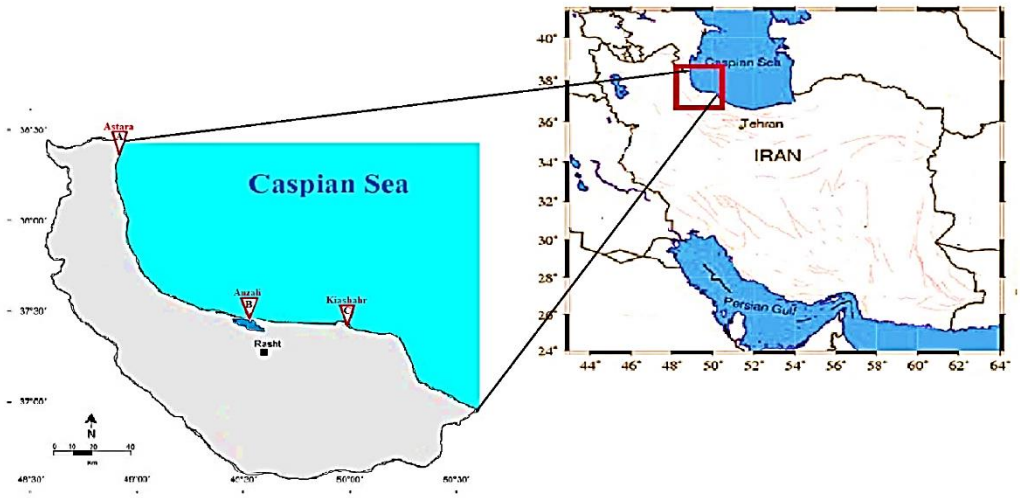
از آنجا که رابطه طولی-وزنی بعنوان یک پیش‌نیاز در مطالعات ارزیابی شیلاتی است. هدف از انجام این مطالعه بررسی این روابط همراه با پارامترهای رشد ماهی سفید به منظور مطالعات جمعیت این گونه باارزش در مطالعات آینده است.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه سواحل جنوبی دریای کاسپین بود (شکل ۱). تعداد ۱۱۲ قطعه ماهی از مهرماه ۱۳۹۶ تا اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ به‌طور تصادفی توسط پره‌های ساحلی و دام گوشگیر با سایزهای مختلف صید شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. طول کل و طول چنگالی، به‌وسیله تخته بیومتری با دقت ۱ میلی‌متر و وزن نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱گرم اندازه‌گیری شد. برای تعیین جنسیت نمونه‌ها از روش کالبد شکافی و تعیین سن نمونه‌ها از طریق فلس بین باله پشتی و خط جانبی تعداد ۱۲-۱۰ عدد برداشته و پس از تمیزکردن با محلول ۵ درصد KOH[2] نسبت به تعیین سن آنها با استفاده از خطوط تیره و روشن اقدام گردید (Bagnal & Tesch, 1978).

1. Gonadosomatic Index

2. Potassium hydroxide



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه

برای مقایسه شاخص وضعیت یا ضریب چاقی (Condition factor) از رابطهٔ (۱) محاسبه گردید (Nikolsky, 1963):

$$CF=W/L^3 \times 100 \quad (۱)$$

W= وزن ماهی (گرم)

L= طول کل ماهی (میلی‌متر)

برای محاسبه روابط طول و وزن از رابطهٔ (۲) استفاده شد (Biswas, 1993):

$$W= aTL^b \quad (۲)$$

W= وزن بدن بر حسب (گرم)

TL= طول کل بر حسب سانتی‌متر

a = ضریب ثابت

b = شیب خط رگرسیون رابطه طول با وزن

برای اطمینان از اینکه مقدار b تفاوت معنی‌داری با ۳ دارد یا نه، (بررسی الگوی رشد آلومتریک)، از آزمون پائولی (رابطهٔ ۳) استفاده شد (Pauly & Munro, 1984).

$$t=\frac{\mathbf{Sd\ lnL}}{\mathbf{Sd\ lnW}} \times \frac{|\mathbf{b-3}|}{\sqrt{\mathbf{1-r2}}} \times \sqrt{n-2} \quad (۳)$$

Sdlnl= انحراف‌معیار لگاریتم طبیعی طول کل (میلی‌متر)

Sdlnw= انحراف معیار لگاریتم وزن ماهیان (گرم)

r^2= ضریب همبستگی بین طول وزن

b = شیب خط رگرسیونی بین طول و وزن

n = تعداد نمونه

t = محاسباتی فرمول پائولی با t جدول با درجه آزادی n- 2مقایسه می‌شود.

شاخص گنادیک یا گنادوسوماتیک از رابطهٔ (۴) محاسبه شد (Biswas, 1993):

$$GSI=WG/WT\times 100 \quad (۴)$$

WG = وزن گناد

WT = وزن کل بدن برحسب گرم

برای تعیین شاخص وزن کبدی Hepatosomatic Index از رابطهٔ (۵) استفاده شد (Shreck & Moyel, 1990):

$$HIS= LW/BW-LW\times 100 \quad (۵)$$

BW = وزن بدن به گرم

LW = وزن کبد به گرم

داده‌های با استفاده از نرم افزارهای Excel 2013 و SPSS 25 از طریق فرمول‌های ذکرشده به‌دست آمد و این داده‌ها جهت تعیین معنی‌داربودن تفاوت‌ها توسط آزمون One–Way ANOVA و برای تعیین میزان همبستگی از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد.

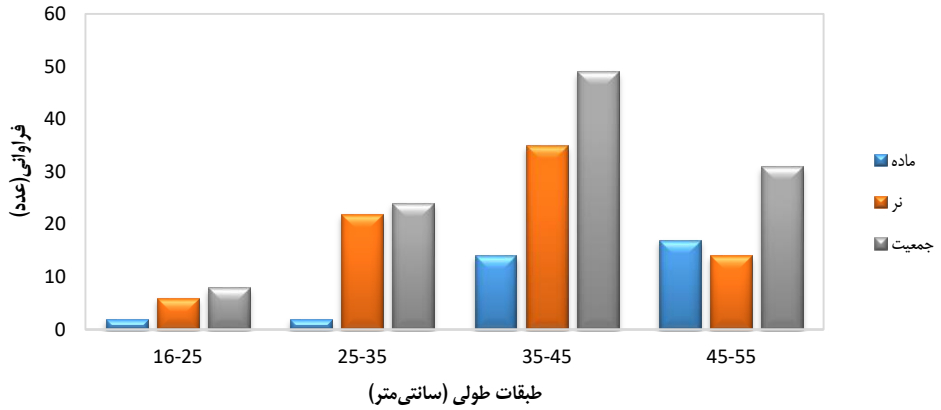
نتایج

در این مطالعه ۱۱۲عدد ماهی سفید طی نه ماه نمونه‌برداری (۹۷-۱۳۹۶) در سواحل جنوبی دریای کاسپین مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج به‌دست‌آمده

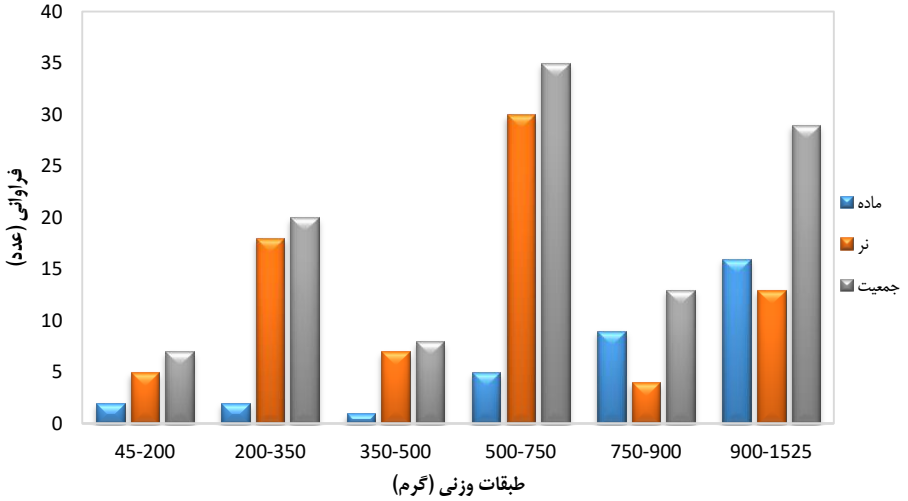
شامل میانگین (±SD) طول کل در نرها، ماده‌ها وکل جمعیت به‌ترتیب ۳۶/۶۳±۷/۷۲، ۴۲/۵۲±۷/۸۴ و ۳۸/۵۸±۸/۱۴ سانتی‌متر و میانگین (±SD) طول چنگالی در نرها، ماده‌ها وکل جمعیت به‌ترتیب ۳۳/۸۹±۷/۲۰، ۳۹/۲۶±۷/۴۱ و ۳۵/۵۷±۷/۶۵ میانگین (±SD) وزن بدن در ماهیان نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۵۷۱/۳۵±۲۸۷/۶۹، ۸۵۴/۵۴±۳۵۰/۰۹ و ۶۵۹/۸۴±۳۳۴/۰۶ گرم اندازه‌گیری شد (جدول ۱). حداقل و حداکثر طول ماهی در فصول مختلف بین ۵۱ و۱۶/۵۰سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. حداقل و حداکثر وزن ماهی در طی فصول مختلف بین ۱۵۲۵و ۴۵ گرم و همچنین بیشترین فراوانی طولی بین ۳۵ تا ۴۵ سانتی‌متر (شکل ۲) بود. بیشترین فراوانی وزنی بین ۵۰۰ تا ۷۵۰ گرم قرار داشت (شکل ۳).

جدول ۱. جدول توصیفی جنس‌های مختلف ماهی سفید *Rutilus kutum* دریای کاسپین

جنس	میانگین (±SD) طول کل ±SD	حداقل–حداکثر	میانگین (±SD) طول چنگالی±SD	حداقل–حداکثر	میانگین وزن ±SD	حداقل–حداکثر
نر	۳۶/۷۹ ± ۷/۶۷	۵۰–۱۸	۳۳/۸۹ ± ۷/۲۰	۴۷–۱۶	۵۷۱/۳۵ ± ۲۸۷/۶۹	۱۲۲۰–۵۰
ماده	۴۲/۵۲ ± ۷/۸۴	۵۱–۱۶/۵۰	۳۹/۲۶ ± ۷/۴۱	۴۸–۱۴/۵۰	۸۵۴/۵۴ ± ۳۵۰/۰۹	۱۵۲۵–۴۵
کل جمعیت	۳۸/۵۸ ± ۸/۱۴	۵۱–۱۶/۵۰	۳۵/۵۷ ± ۷/۶۵	۴۸–۱۴/۵۰	۶۵۹/۸۴ ± ۳۳۴/۰۶	۱۵۲۵–۴۵



شکل ۲. توزیع فراوانی طولی ماهی سفید



شکل ۳. توزیع فراوانی وزنی ماهی سفید

میانگین (±SD) شاخص گنادوسوماتیک در ماهیان نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۱/۸۸±۲/۱۸، ۶/۱۷±۱۰/۱۶ و ۵/۲۸±۴/۶۷ اندازه‌گیری شد (جدول ۲). حداقل و حداکثر شاخص گنادوسوماتیک در فصول مختلف به‌ترتیب در پاییز و زمستان مشاهده شد و همچنین میزان این شاخص در جنس ماده نسبت به جنس نر به‌طور معنی‌دار بیشتر بود (شکل ۴).

میانگین (±SD) شاخص کبدی در نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۰/۶۶±۱/۳۳، ۰/۶۱±۱/۰۱ و ۰/۶۶±۱/۲۳ بود (جدول ۳). حداقل و حداکثر شاخص کبدی در فصل بهار و زمستان به‌دست آمد که میزان این شاخص بین نر و ماده داری اختلاف معنی‌داری نبود (P>۰/۰۵) (شکل ۵). میانگین (±SD) ضریب چاقی در نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۰/۴۱±۱/۱۰، ۰/۱۱±۱/۰۱ و ۰/۳۵±۱/۰۷ به‌دست آمد و این شاخص در فصل پاییز دارای بیشترین میانگین و در فصل بهار دارای کمترین مقدار بود و میانگین ضریب چاقی ماهیان نر بیشتر از ماهیان ماده بود، که تفاوت معنی‌داری بین دو جنس مشاهده نشد (P>۰/۰۵) (شکل ۶).

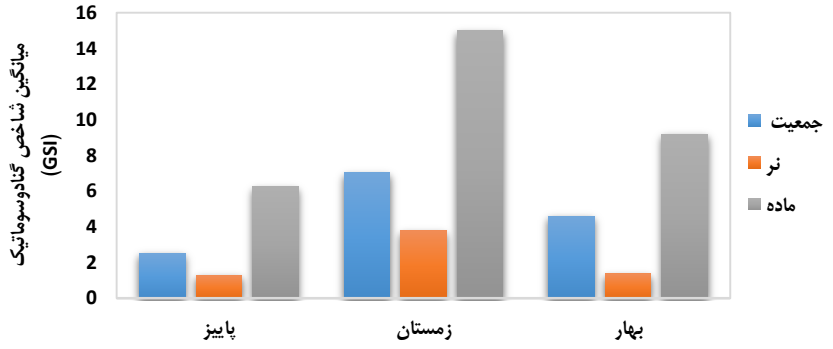
آنالیزهای طول و وزن نشان داد که یک همبستگی قوی بین طول و وزن در این گونه وجود دارد. رابطه طول- وزن در جنس نر $W=۰/۰۸۲۱\ L^{۲/۴۲۷۸}$ با ضریب همبستگی ($R^2=۰/۸۶$) محاسبه شد (شکل ۷). در جنس ماده، $W=۰/۰۱\ L^{۳/۰۰۲۵}$ با ضریب همبستگی ($R^2=۰/۹۶$) محاسبه شد (شکل ۸). در کل جمعیت $W=\ ۰/۰۴۱L^{۲/۶۲۲۴}$ با ضریب همبستگی ($R^2=۰/۹۰$) به‌دست آمد (شکل ۹). آزمون t-test نشان داد که الگوی رشد در کل جمعیت و نرها آلومتریک منفی (b<۳) و در ماده‌ها ایزومتریک بود (b=۳).

جدول ۲. میانگین (±SD) شاخص گنادوسوماتیک (GIS) در ماهی سفید

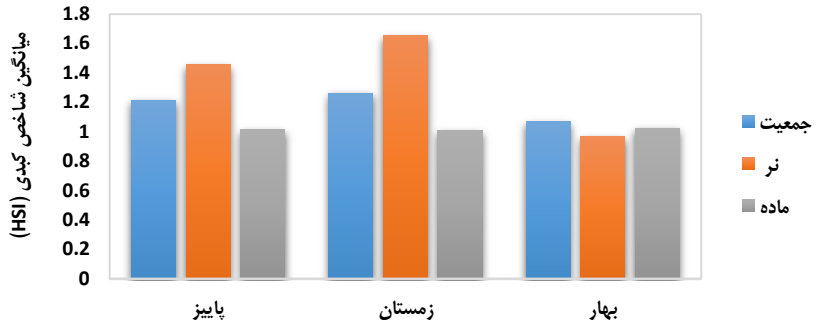
جنسیت	پاییز	زمستان	بهار
نر	۳۶/۷۹ ± ۷/۶۷	۳۳/۸۹ ± ۷/۲۰	۵۷۱/۳۵ ± ۲۸۷/۶۹
ماده	۴۲/۵۲ ± ۷/۸۴	۳۹/۲۶ ± ۷/۴۱	۸۵۴/۵۴ ± ۳۵۰/۰۹
کل جمعیت	۳۸/۵۸ ± ۸/۱۴	۳۵/۵۷ ± ۷/۶۵	۶۵۹/۸۴ ± ۳۳۴/۰۶

جدول ۳. شاخص کبدی (HSI) در ماهی سفید

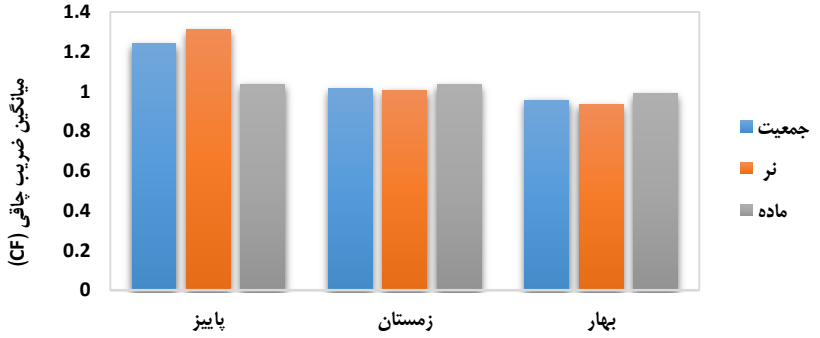
میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
۱/۱۷	۰/۴۱	۰/۲۸	۲/۰۴



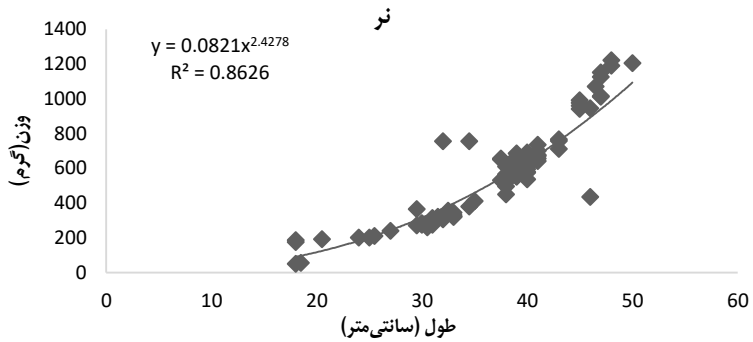
شکل ٤. تغییرات فصلی شاخص (GSI) ماهی سفید



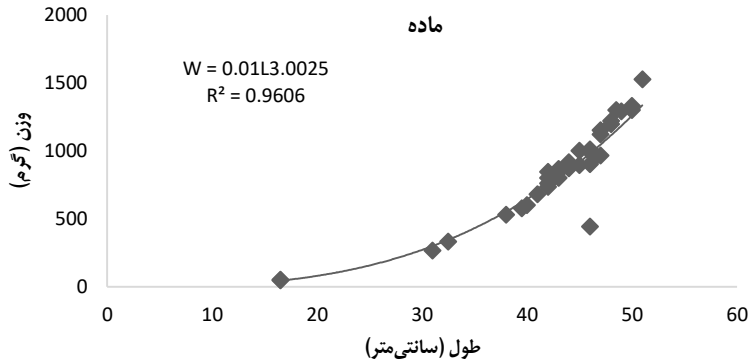
شکل ۵. تغییرات فصلی (HSI) ماهی سفید



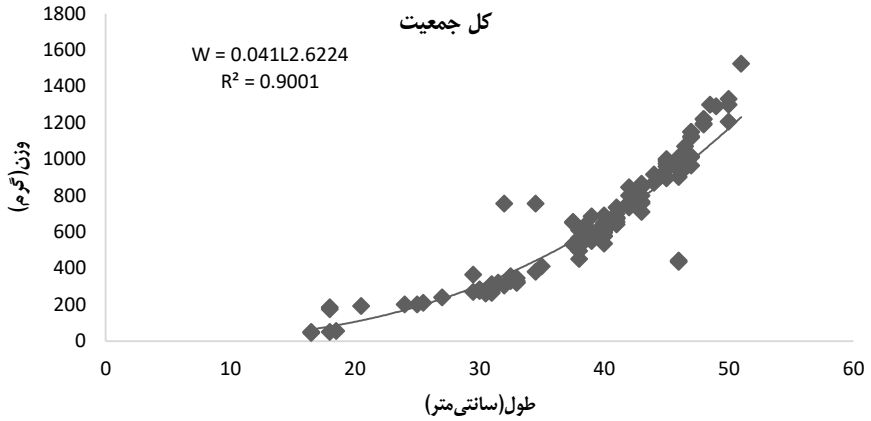
شکل ٦. تغییرات فصلی ضریب چاقی (CF) ماهی سفید



شکل ۷. رابطه طولی– وزنی جنس نر ماهی سفید *Rutilus kutum* دریای کاسپین ($P < ۰/۰۵$)



شکل ۸. رابطه طولی– وزنی جنس ماده ماهی سفید *Rutilus kutum* دریای کاسپین ($P < ۰/۰۵$)



شکل ۹. رابطه طولی- وزنی کل جمعیت ماهی سفید *Rutilus kutum* دریای کاسپین ($P < ۰/۰۵$)

بحث و نتیجه‌گیری

رشد ماهی‌ها در سرتاسر عمر ادامه می یابد و تحت تأثیر عوامل زیستی و غیر زیستی قرار دارد. دما، اکسیژن، شوری، رقابت، جریان آب، نور، میزان غذای در دسترس، اندازه بدن و طیف اندازه ذرات غذایی را می‌توان از مهمترین عوامل محیطی تعیین‌کننده رشد دانست (Fakhri *et al*., 2011). نسبت جنسی از یک جمعیت به جمعیت دیگر و حتی در بین گونه‌های مشابه متفاوت است و در جمعیت‌های مشابه سنین مختلفی دیده می‌شود. همچنین میزان نرها در اوایل زندگی بیشتر از ماده‌ها بوده ولی در مراحل بعدی ماده‌ها غالب می‌شوند (Niklosky, 1963). چندین فاکتور روی نرخ رشد ماهیان از جمله کمبود مواد غذایی، مهاجرت و تغییر درجه حرارت تأثیر دارند. بنابراین، یکی از عوامل احتمالی تغییر در پارامترهای رشد در سال‌های اخیر می‌تواند تغییر پارامترهای محیطی مذکور باشد (Cong-Xin & Hong-Jing, 2008). میانگین و انحراف معیار طول چنگالی، طول کل و وزن کل در این مطالعه به‌ترتیب ۷/۶۵±۳۵/۵۷، ۸/۱۴±۳۸/۵۸، ۳۳۴/۰۶±۶۵۹/۸۴، حداقل و حداکثر طول چنگالی، طول کل و وزن کل به‌ترتیب ۴۸ و ۱۴/۵۰، ۵۱ و۱۶/۵۰، ۱۵۲۵ و ۴۵ بود. (Hoseini *et al*., 2010) دامنه طول چنگالی در ماهی سفید را بین ۱۳/۲-۵۴/۴ سانتی‌متر گزارش کردند که با مطالعه حاضر مشابه است و میانگین طول کل و وزن کل را به‌ترتیب ۵/۷۵±۳۹/۰۳ سانتی‌متر و ۳۷۹/۵±۸۱۵/۸ گرم گزارش کردند که میانگین طول در ماه های مختلف سال ۶/۲۲±۳۹/۱ به ۵/۵۵±۳۹/۴ سانتی‌متر افزایش پیدا کرده است. Gorjian Arabi *et al*. (2012) دامنه طول کل در ماهی سفید را، ۳۷/۱-۵۴/۷ سانتی‌متر و دامنه وزن کل را ۴۰۰-۱۶۵۸/۶۶گرم اندازه‌گیری کردند که با مطالعه حاضر همخوانی ندارد. در این مطالعه میانگین و انحراف معیار، طول و وزن در منطقه انزلی به‌ترتیب ۹/۶۴±۳۷/۴۲ سانتی‌متر و ۳۷۴/۷۸±۶۱۳/۳۴ گرم، در آستارا ۶/۳۳±۳۹/۷۳ سانتی‌متر و ۲۷۸/۳۸±۶۹۳/۸۳ گرم و در کیاشهر ۸/۱۱±۳۸/۶۳ سانتی‌متر و ۳۴۴/۳۵±۶۷۳/۵۹ گرم به‌دست آمد. Naghipour *et al*. (2016) میانگین و انحراف معیار طول و وزن ماهی سفید را در ایستگاه آستارا و انزلی به‌ترتیب ۶/۳±۴۰/۷، ۱۵۸/۶±۹۹۶/۵ و ۶/۸±۴۸/۲، ۱۶۸/۶±۱۱۳۸/۷ گزارش کردند که فقط میانگین طولی منطقه آستارا مشابه تحقیق حاضر بود و میانگین طولی و وزنی منطقه انزلی و میانگین وزنی منطقه آستارا بیشتر از مطالعه حاضر بود. میانگین و انحراف معیار، ضریب چاقی در نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۰/۴۱±۱/۱۰، ۰/۱۱±۱/۰۱ و ۰/۳۵±۱/۰۷ به‌دست آمد. با توجه به این‌که زمان تخم‌ریزی ماهی سفید در

فصل بهار است، بیشترین میزان تغذیه ماهی در فصول قبل از تخم‌ریزی یعنی پاییز و زمستان بوده که منجر به افزایش شاخص چاقی در این فصول می‌شود. Fazli et al. (2012) مقدار ضریب چاقی را ۱/۲۳ گزارش کردند که از مقدار ضریب چاقی به‌دست آمده در این مطالعه بیشتر است. معمولاً مقدار CF>1 و یا CF=1 نشان‌دهنده تغذیه مناسب ماهی می‌باشد. با توجه به نتایج ارائه‌شده در این مطالعه و مقدار ضریب چاقی (CF=۱/۰۷) به‌دست‌آمده می‌توان گفت ماهی سفید در منطق مورد بررسی از تغذیه نسبتاً مناسبی برخوردار است. مقدار شاخص b می‌تواند به‌عنوان یک شاخص از جذب غذا و نوع رشد باشد و ممکن است با توجه به برخی عوامل زیستی و غیرزیستی همچون دمای آب، قابلیت دسترسی به غذا و نوع زیستگاه متفاوت باشد (Wootton, 1992). با توجه به مقدار b به‌دست‌آمده در این مطالعه (b>۳) الگوی رشد در نرها، ماده‌ها وکل جمعیت، ایزومتریک بود. رابطه طول- وزن در جنس نر $W=۰/۰۸۲۱L^{۲/۴۲۷۸}$ ماده، $W=۰/۰۱L^{۳/۰۰۲۵}$ و کل جمعیت $W=۰/۰۴۱\ L^{۲/۶۲۲۴}$ به‌دست آمد. مقدار b به‌دست‌آمده نزدیک به ۳=b بود که آزمون t پائولی نشان داد الگوی رشد در کل جمعیت و نرها آلومتریک منفی و در ماده‌ها ایزومتریک بود. Gorjian Arabi *et al*. (2012) رابطه طول- وزن در جنس نر ماهی سفید را (آلومتریک مثبت) $W=۰/۰۰۰۰۰۰۵\ L^{۳/۴۷}$ و در جنس ماده‌ها (آلومتریک منفی) $W=۰/۰۰۰۰۵\ L^{۲/۷۳}$ گزارش کردند. که با مطالعه حاضر همخوانی ندارد. میانگین شاخص کبدی در کل جمعیت ۱/۱۷ بود (جدول ۳). این شاخص در فصل بهار دارای بیشترین میانگین در زمستان دارای کمترین میانگین بود و همچنین میزان این شاخص در نر و ماده داری اختلاف معنی‌داری نبود. غلامپور و ایمانپور در سال ۱۳۹۱ در مولدین کپور دریایی با طول‌های ۲۹/۵ و ۴۴/۵ سانتی‌متر، شاخص کبدی را به‌ترتیب ۰/۲۰±۰/۴۳ و ۰/۱۱±۰/۳۱ و شاخص گنادی را به‌ترتیب ۱/۹۸±۱۲/۱۲ و ۱/۱۸±۹/۸۹ گزارش کردند که به لحاظ آماری ارتباط معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردید که با مطالعه حاضر همخوانی ندارد. میانگین شاخص گنادوسوماتیک در نر ۱/۸۸±۲/۱۸، ماده ۶/۱۷±۱۰/۱۶ و کل جمعیت ۵/۲۸±۴/۶۷ اندازه‌گیری شد. حداقل میزان این شاخص درفصل پاییز و حداکثر آن در زمستان مشاهده شد و همچنین میزان این شاخص در جنس ماده نسبت به جنس نر به‌طور معنی‌دار بیشتر بود. شفیعی ثابت و همکاران در سال ۱۳۹۵ میانگین (±SD) شاخص وزن گنادوسوماتیک و وزن کل بدن ماهی سفید را به‌ترتیب ۱۲۸/۳۶±۲۵۶/۶۴ و ۵۴۶/۹۸±۱۱۷۵/۷۸ گزارش کردند. روند تغییرات تدریجی شاخص وزن گنادوسوماتیک ماهی سفید ماده در طول دوره نمونه‌برداری نشان داد که شاخص وزنی گناد در ماه بهمن دارای روند افزایشی تدریجی بود و در طول ماه‌های اسفند و فروردین افزایش معنی‌داری از خود نشان داد و پس از آن مقدار شاخص گنادوسوماتیک به‌طور ناگهانی کاهش یافت که با مطالعه حاضر همخوانی دارد. Fatolahi et al. (2017) شاخص گنادوسوماتیک ماهی سفید را ۰/۳۷±۵/۷۱ گزارش کردند که با مطالعه حاضر همخوانی دارد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که الگوی رشد در ماهی سفید فقط در جنس ماده همگون بوده و در جنس نر و کل جمعیت نا همگون می‌باشد، که ممکن است دلیل آن کمبود مواد غذایی، تغییرات اکولوژیکی، زیستگاه، جنسیت و آلودگی منابع آبی باشد.

REFERENCES

Anderson, R.O.; Neumann, R.M. (1996). Length, weight, and associated structural indices. In: (B.R. Murphy and D.W. Willis Eds.). Fisheries Techniques. 2nd ed. pp. 447-482. Bethesda, MD: American Fisheries Society.

Biswas, S.P. (1993). Manual of method in fish biology. South Asian Publisher put Ltd. 145P.

Biswas, S.P. (1993). Manual of methods in fish biology, fish biology & Ecology laboratory, Dibruyarh University, Dibrugarh. pp157.

Bagenal, T.B.; Tesch, F.W. (1978). Age and growth. Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Hand book No. 3. T. Bagenal (Ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford: 101-136.

Enayat Gholampour, I.; Imanpour, M. (2012). Relationship between some Gonadal Characteristics, Fish Size and Liver Index during the Reproductive Period of Marine Carp Producers (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) in Gorgan Bay. Iranian Journal of Biology 25 (3): 409-417.

Fakhri, A.; Hajeb, P.; Shadi, A.; Kamalifar, R.; Mirza, R. (2011). Growth parameters and mortality rates of javelin grunter, *Pomadasys kaakan*, in the Persian Gulf. World Journal of Fish and Marine Sciences, 3(4): 346-350.

Fatolahi, T.; Vahidzad, M.; Bahrami, B. (2017). Indicative reproduction indicators of Caspian whitefish male (*Rutilus frisii*) living in Qeshlaq river of Sanandaj. Journal of Aquaculture Development, 11 (4): 67-78.

Fazli,D.; Pourgholam, D.; Abdolmaleki, Sh. (2012). Qualitative study of the status of whitefish stocks (*Rutilus frisii* kutum Kamensky, 1901) Iranian Journal of Fisheries, 21 (2), 53-64.

Fernandes-Delgado, C. (2004). Life history patterns of the common carp,*Cyprinus carpio*,in the estuary of the Guadalquivir river in southwest Spain. Hydrobiologia. 206: 19-28.

Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, metaanalysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology, 22: 241-251.

Nikolsky, G.V. (1963). The ecology of fishes (translated by L. Birkett). Academic Press, London: 352.

Naghipour, D.; Shaabaninezhad, Z.; Amouei, A. (2016). Evaluation of heavy metal concentrations in *Rutilus frisii kutum* on the southern coast of the Caspian Sea (Northern Iran). *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 3(2): 55-59.

Gorjian Arabi, M. H.; Sedaghat, S.; Seyed Abbas, H.; Fakhri, A. (2012). Age and growth of kutum, *Rutilus frisii kutum* (Kamensky, 1901) in Tajan River (Southern Caspian Sea, Iran), 9(2), 211-214.

Hong-Jing, L.; Cong-Xin, X. (2008). Age and growth of the Tibetan Catfish, *Giyptosternum maculatum* in the Brahmaputra River, China. Zool Stud. 47: 555-563.

Hosseini Hiva, P.; Fazli, H. (2010). Age and Parameters of White Fish Growth (*Rutilus frisii* kutum Kamenski, 1901) in the Caspian Sea (Mazandaran Province). Quarterly Journal of Animal Environment 2 (3): 24-17

Pauly, D.; Munro, J.L. (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. ICLARM. Fishbyte, 2 (1).

Razavi Sayad, B. (1995). White fish. Iranian Fisheries Research and Training Institute, 165 pages.

Sattari, M., Namin, J. I., Bibak, M., Vajargah, M. F., Hedayati, A., Khosravi, A., & Mazareiy, M. H. (2019). Morphological comparison of western and eastern populations of Caspian kutum, *Rutilus kutum* (Kamensky, 1901) (Cyprinidae) in the southern Caspian Sea. International Journal of Aquatic Biology, 6(4), 242-247.

Sattari, M., Bibak, M., & Forouhar Vajargah, M. (2020). Evaluation of trace elements contaminations in muscles of *Rutilus kutum* (Pisces: Cyprinidae) from the Southern shores of the Caspian Sea. Journal of Environmental Health Management and Engineering.

Shafiee Sabet, S.; Imanpour, M.R.; Aminian Fotideh, B.; Gorgin, S. (2016). Study of the process of Gonadal changes in the white fish of the Caspian Sea (*Rutilus frisii* kutum Kamenskii, 1901), in the spawning season of Gilan province Biology, (18) 2: 162-175.

Sivashanthini, K. (2008). Length-weight relationships and condition of gerreids (Pisces: Gerreidae) from the Parangipettai waters (SE coast of India). Asian Fisheries Science: 21(4): 405-419.

Shreck, CB.; Moyel, PB. (1990). Methods for fish biology. American fisheries society. Bethesdu. Maryland. USA, p. 684.

Li, H.-J.; Xie, C.-X. (2008). Age and growth of the Tibetan catfish Glyptosternum maculatum in the Brahmaputra River, China. *Zool. Stud.* 47(1): 555-563.

Vajargah, M. F., Hedayati, A., Yalsuyi, A. M., Abarghoei, S., Gerami, M. H., & Farsani, H. G. (2014). Acute toxicity of Butachlor to Caspian Kutum (*Rutilus frisii Kutum* Kamensky, 1991). Journal of Environmental Treatment Techniques, 2(4), 155-157.

Wootton, R.J. (1992). Fish ecology. Blackwell, Glasgow, 203 pp.

Winemiller, K.O.; Rose, A.K. (1992). Patterns of life-history diversification in North American fishes: Implications for population regulation. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 2196-2217.