نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی

Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

ISSN: 2423-6349

دوره ۱۲، شماره ۲، صفحات ۳۲-۲۲.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

سن و رشد ماهی قزل‌آلای خال قرمز (*Salmo caspius*) در روخانه تنکابن

نسیم پرنیان[۱]، اصغر عبدلی[۱]، لیلا عبدلی[۲*]

[۱] گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

[۲] گروه شیلات دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۳/۰۶/۰۹
پذیرش: ۰۳/۰۷/۱۶

نویسنده مسئول مکاتبه:
لیلا عبدلی، گروه شیلات دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

ایمیل:iliabdoli2000@yahoo.com

چکیده

به‌دلیل کاهش ذخایر ماهی قزل‌آلای خال‌قرمز (*Salmo caspius*) در بخش جنوبی دریای خزر، سن و رشد این ماهی در رودخانه دوهزار تنکابن به‌منظور افزایش اطلاعات برای بهبود برنامه‌های حفاظتی مورد مطالعه قرار گرفته است. جهت بررسی، تعداد ۶۳ نمونه ماهی با استفاده از دستگاه الکترو-شوکر در آذر ماه ۱۳۹۷ صید گردید. تعداد ۲۱ نمونه ماهی ماده و ۴۲ ماهی نر صید شد. نسبت جنسی ماده‌ها به نرها ۲:۱ محاسبه شده است که تفاوت معنی‌داری بین دو جنس مشاهده شده است ($p<0.05$). دامنه طولی ماهیان نر و ماده به‌ترتیب (۱۸/۵-۷/۵)، (۲۱/۵-۶/۵) سانتی‌متر و دامنه وزنی ماهیان نر و ماده به‌ترتیب (۶۵/۵-۳/۹۹)، (۹۵/۴۲-۲/۵۱) گرم گزارش شد. تعیین سن با استفاده از فلس انجام شده است. دامنه سنی جمعیت از $^{+}$۱ تا $^{+}$۵ به‌دست آمد، ماهیان ماده در ۵ گروه و نرها در ۴ گروه سنی قرار داشتند. بیشترین فراوانی سنی در همه موارد مربوط به گروه‌های سنی ۱ و ۲ سال بوده است. معادله رشد وان برتالانفی برای نمونه‌های نر و ماده به‌ترتیب $Lt = 230.462\{1 - exp\left(0.327(t - (-0.240))\right)\}$ و $Lt = 300\{1 - \exp\left(0.213(t - (-0.139))\right)\}$ محاسبه شده است. مقدار شاخص مونرو برای مجموع نمونه‌ها ۲/۲۶، نمونه‌های نر ۲/۲۳ و نمونه‌های ماده ۲/۲۸ محاسبه شده است. باتوجه به نتایج پژوهش حاضر کاهش چشم‌گیری درمقدار پارامتر طول گونه مورد مطالعه در هر رده سنی مشاهده می‌شود. ضریب رشد این و مقدار طول بینهایت این گونه نسبت به سال‌های گذشته کاهش نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: *Salmo caspius* - وان برتالانفی- سن و رشد- ساختار سنی- رودخانه تنکابن

۱ | مقدمه

قزل‌آلای خال‌قرمز *Salmo Caspius* یک گونه سردآبی (دمای زیر ۲۱ درجه سانتی گراد)(Skelton, 2001) است. این ماهی ساکن آب شیرین است ومعمولاً در نهرها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، سدها و جویبارهای خنک مناطق کوهستانی یافت می‌شود (Réalis-Doyelle *et al.*, 2016) به طوریکه توانسته است در اکثر این محل‌ها جمعیت‌های پایداری تشکیل دهد (Freyhof, 2011) ماهی قزل‌آلای خال‌قرمز گونه‌ی بومی اروپا، شمال آفریقا و غرب آسیا است (Freyhof, 2011). پراکنش آن در ایران در قسمت‌های فوقانی اغلب رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر، از حوضه ارس تا رودخانه تجن می‌باشد و جمعیت‌هایی از این گونه در حوضه دریاچه ارومیه (رودخانه لیقوان چای) و حوضه مرکزی ایران (کرج و جاجرود) وجود دارد (Abdoli,2000). قزل‌آلای خال‌قرمز شکارچیان فرصت طلب هستند. که از زئوپلانکتون‌ها، بی‌مهرگان آبزی و خشکی زی، ماهی‌های کوچک تغذیه می‌کنند. آن‌ها در تمام ستون آب (سطح، میان و کف) تغذیه می‌کنند (Skelton, 2001). جمعیت این گونه را عواملی چون صید بیش از حد، گونه‌های غیر بومی نظیر قزل‌آلای رنگین‌کمان، تغییرات اقلیم، آلودگی آب، تخریب زیستگاه و خشکسالی تهدید می‌کند و در حال کاهش است (Abdoli,2000).

تعیین سن بخش اصلی از فرایند بهره‌برداری پایدار از یک گونه ماهی می‌باشد (Bagenal and Tesch, 1978).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.21]

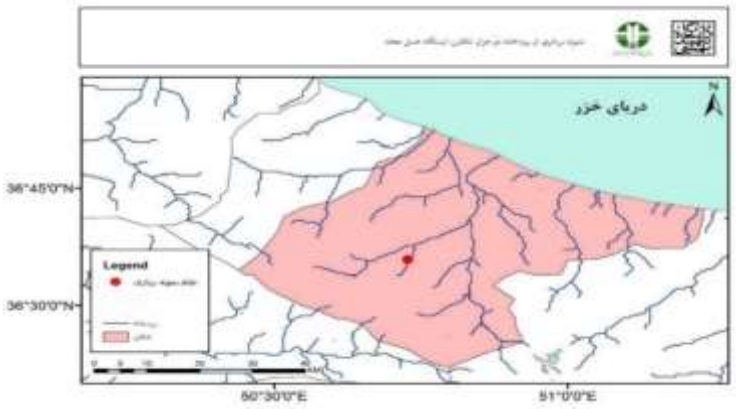
ساختار سنی جمعیت ماهیان اطلاعات لازم برای حفاظت و مدیریت صید را فراهم می‌نماید (Panafili *et al.*, 2002; Bagenal and Tesch, 1978). همچنین پاسخ سوالاتی از جمله سن بازگشت شیلاتی، میزان طول عمر یا مدت زمان مهاجرت از مطالعات رشد حاصل می‌شود. تخمین سن و محاسبات پیشینه‌پردازی براساس شمارش حلقه‌های رشد سالیانه روشی مناسب جهت تعیین ساختار سنی جمعیت ماهیان است (Lee 1920; Pearson 1929) مزیت اصلی تعیین سن ماهی بوسیله فلس این است که نیاز به از بین بردن ماهی نیست، درحالی‌که برداشتن ساختارهای استخوانی مانند اتولیت‌ها مستلزم از بین‌بردن ماهی می‌باشد.(Hubert *et al*. 1987) . بهترین مدل‌ها برای ارزیابی ذخیره و مدل‌سازی اکولوژیکی از اطلاعات مربوط به سن و رشد استفاده می‌کنند (Beverton and Holt, 1957; Sparre and Venema, 1998; Haddon. 2011).

رشد ماهی شامل فرایند فیزیولوژیکی پیچیده‌ای است (Wootton, 1998). مشخص نمودن میزان رشد، در پژوهش‌های ماهی‌شناسی بسیار مهم است چرا که رشد ماهی یکی از مهم‌ترین عوامل در مشخص نمودن شرایط یک جمعیت می‌باشد (Mikhailov and Prodanov, 1983). میزان رشد در سن مشخص، مدل‌سازی می‌شود که این مدل‌ها با هدف بیان الگوی رشد و یا مطالعه فاکتورهای موثر بر رشد باشد. رایج‌ترین مدل رشد در ارزیابی سن و رشد ماهی مدل وان برتالانفی می‌باشد and (Bagenal Tesch, 1978) مدل رشد برتالانفی(Von Bertalanffy, 1983) برای تشریح رشد در ماهی استفاده می‌شود. علاوه بر این، از پارامترهای رشد برای تخمین میزان مرگ و میر، طول بدن در سن بلوغ و طول بدن در هر بازگشت شیلاتی استفاده می‌شود (Beverton and Holt, 1957; Pauly, 1980; Sparre and Venema, 1998).

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی ساختار سنی و محاسبه پارامترهای رشد جمعیت گونه *S. caspius* در رودخانه تنکابن مازندران و مقایسه با سایر جمعیت ها از مناطق دیگر می‌باشد و اطلاعات کلیدی در حفاظت مناسب از گونه مورد مطالعه در زیستگاه خود فراهم می‌کند.

۲ | مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری یکبار در طول پاییز (آذر ماه ۱۳۹۷) از رودخانه دو هزار تنکابن در ایستگاه عسل محله به سمت دریاسر به عرض متوسط ۶/۵ متر و عمق متوسط ۲۹ سانتی‌متر انجام شد (شکل ۱). برای نمونه‌برداری ماهی‌ها از یک دستگاه الکتروشوکر با ولتاژ ۳۰۰-۲۰۰ ولت استفاده گردید. ماهیان شوک دیده با استفاده از تورساچوک و تور با چشمه ۵ میلی‌متر که در پایین دست رودخانه تعبیه شده بود، جمع‌آوری گردیدند. نمونه‌برداری در حدود ۸ برابر عرض رودخانه در ایستگاه انجام گرفت. نمونه‌ها در محلول فرمالین ۱۰٪ تثبیت و به آزمایشگاه دانشگاه شهید بهشتی منتقل شد.



شکل ۱- نقشه محل نمونه‌برداری ماهی قزل‌آلای خال‌قرمز از رودخانه دو هزار تنکابن

در آزمایشگاه طول کل نمونه‌ها با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و وزن کل با دقت ۰/۰۱ گرم به ترتیب با تخته بیومتری و

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.21]

ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد (Bagenal and Tesch, 1978). برای تعیین سن از فلس استفاده شد. از هر نمونه ماهی بین ۱۵-۱۰ عدد فلس تهیه شد (Kamal *et al.*, 2009). نمونه‌های فلس از یک منطقه آناتومیک یکسان بر روی بدن ماهی (سمت چپ بدن، بین باله پشتی و خط جانبی) گرفته و داخل پاکت کاغذی نگهداری شد. با مشاهده گنادها نمونه‌ها تعیین جنسیت شدند.

پیشینه‌پردازی بر پایه مدل رگرسیون خطی Fraser-Lee می‌باشد، که در این مدل فرض بر این است، طول ماهی با شعاع فلس متناسب است (Lee, 1920; Bagenal and Tesch, 1978) و بر اساس فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$L_i = c + (L_T - c) \times (\frac{S_i}{S_T})$$

که در آن L_i: طول ماهی در سال i، L_T: طول کل ماهی، S_i: فاصله مرکز تا حلقه سالانه مورد نظر، S_T: شعاع کل فلس و C: طول ماهی در ابتدای تشکیل فلس است. برای بدست آوردن C که یک عدد ثابت است بین طول کل و شعاع فلس یک رگرسیون خطی می‌گیریم که معادله $y = c + bx$ را به ما می‌دهد و عرض از مبدا این معادله (C) ضریب ثابت معادله پیشینه‌پردازی است (Lee 1920) . برای تعیین حداکثر رشد از معادله برتالانفی استفاده شد.

$$L_t = L_\infty\{1 - exp[_{k(t-t_0)}]\}$$

که در آن، L_t: طول ماهی در زمانی که دارای سن t می‌باشد، L_∞: طول مجانب، t_0: سن ماهی در زمانی که طول آن صفر است. در حقیقت زمان فرضی که طول ماهی در آن زمان صفر است و k: ضریب رشد است (Ricker, 1975).

با توجه به‌وجود رابطه معکوس بین طول بی‌نهایت و ضریب رشد، میزان φ برای گونه‌های یکسان ثابت خواهد بود (Sparre and Venema, 1992). با هدف مقایسه شاخص‌های رشد به‌دست آمده با سایر تحقیقات در این زمینه از آزمون‌فی پریم مونرو استفاده شده است (Pauly and Munro, 1984):

$$\varphi = 2logL_\infty + logk$$

که در آن، φ: عملکرد رشد، P: طول مجانب و k: ضریب رشد است.

آنالیز داده ها با استفاده از نرم افزارهای Excel 2016 و Systat 9 انجام شده است.

۳ | نتایج

در مجموع از ۶۴ عدد ماهی از گونه *S. caspius* صید شد که از این تعداد ۲۱نمونه ماده و تعداد ۴۲ نمونه نر تشخیص داده شدند.

نسبت جنسی ماده ها به نر ها ۲:۱ محاسبه شده است که تفاوت معنی‌داری بین دو جنس مشاهده شده است ($p<0.05$).

توزیع فراوانی طولی به تفکیک جنسیت در (شکل)۲ قابل مشاهده است. اطلاعات مربوط به داده‌های طولی و وزنی نمونه‌های مورد بررسی نیز در (جدول ۱) خلاصه شده است.

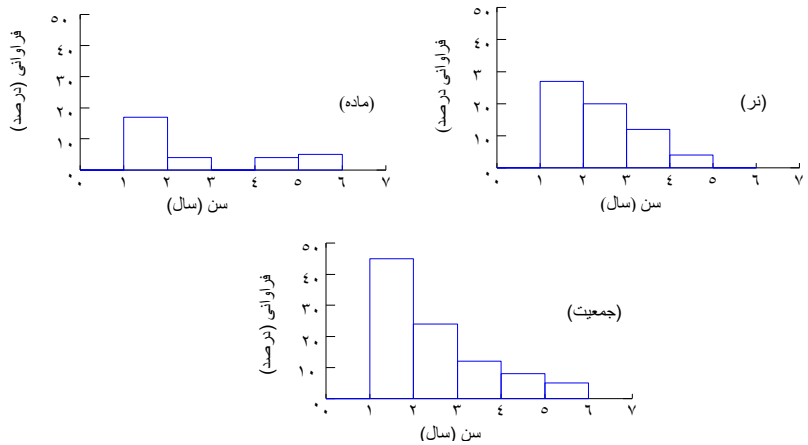
جدول ۱- میانگینٌ، بیشترین و کمترین طول کل و وزن ماهی گونه *S. caspius* به تفکیک جنسیت در رودخانه تنکابن

جنسیت	تعداد	وزن (گرم)		طول کل(سانتی‌متر)	
		کمینه و بیشینه	میانگین(انحراف معیار)	کمینه و بیشینه	میانگین(انحراف معیار)
نر	۴۲	۴۶/۱-۸/۱	۱۴۸/۴۸(±۲۴/۱۵)	۱۰/۳-۱۷	۱۱/۲ (±۳/۲)
ماده	۲۱	۸۶/۱۲-۸/۰۵	۶۶/۷۹ (۱۱±/۳۸)	۱۹/۳-۱۰/۴	۹/۶ (۳±/۷)
جمعیت	۶۳	۸۶/۱۲-۸/۰۵	۱۶ (۹±/۱۸)	۱۹/۷۰-۲۳/۳۰	۱۰/۷ (۳±/۵)

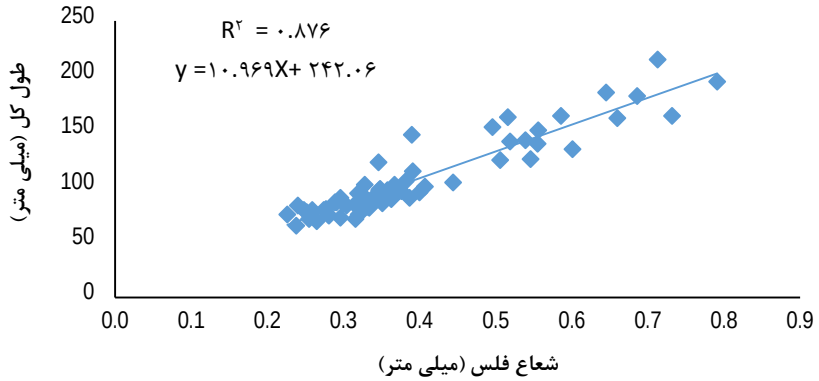
طبق نتایج به‌دست آمده از بررسی رده‌های سنی، ماهیان ماده در ۵ گروه یک تا پنج سال و نمونه‌های نر در ۴ گروه یک تا چهار سال قرار داشتند که بیشترین فراوانی سنی در همه نمونه‌ها مربوط به ماهیان یک تا دوساله بوده است (شکل۳). با برقراری رابطه رگرسیونی بین طول کل نمونه‌ها و اندازه شعاع فلس رابطه L=10.969R+ 242.06; r=0.876 به‌دست آمد (شکل ۴). میانگین طولی نمونه‌ها در سنین مختلف براساس مدل Fraser-Lee به تفکیک جنسیت و برای کل نمونه‌ها محاسبه شده است (جدول ۲).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.21]



شکل ۳- فراوانی گروه‌های سنی گونه *S. caspius* به تفکیک جنسیت در رودخانه تنکابن



شکل ۴- رابطه بین طول و شعاع فلس گونه *S .caspius* در رودخانه تنکابن

جدول ۲- میانگین طول حاصل از پیشینه‌پردازی در سنین مختلف گونه *S. caspius* در رودخانه تنکابن

گروه سنی	جنسیت	تعداد	طول حاصل از پیشینه پردازی (میلی‌متر)				
			سال اول	سال دوم	سال سوم	ال چهارم	سال پنجم
	ماده	۱۶	۶۴/۴۵				
+۱	نر	۲۷	۷۳/۹۱				
	جمعیت	۴۴	۶۹/۹۵				
	ماده	۳	۶۹/۶۰	۱۱۶/۸۸			
+۲	نر	۱۱	۸۳/۴۸	۱۱۷/۶۱			
	جمعیت	۱۴	۸۰/۵۱	۱۱۷/۵۰			
	ماده	۰					
+۳	نر	۳	۷۹/۸۹	۱۲۱/۰۷	۱۵۸/۶۲		
	جمعیت	۳	۷۹/۸۹	۱۲۱/۰۷	۱۵۸/۶۲		
	ماده	۱	۷۱/۲۲	۱۱۴/۲۶	۱۵۰/۵۶	۱۸۵/۹۲	
+۴	نر	۱	۷۵/۷۲	۱۰۵/۹۴	۱۴۹/۹۲	۱۷۳/۱۳	
	جمعیت	۲	۷۳/۴۸	۱۱۰/۱۱	۱۵۰/۲۴	۱۷۹/۵۳	
	ماده	۱	۵۶/۴۶	۱۰۷/۴۰	۱۴۱/۱۷	۱۷۴/۹۳	۲۰۰/۱۲
+۵	نر	۰					
	جمعیت	۱	۵۶/۴۶	۱۰۷/۴۰	۱۴۱/۱۷	۱۷۴/۹۳	۲۰۰/۱۲

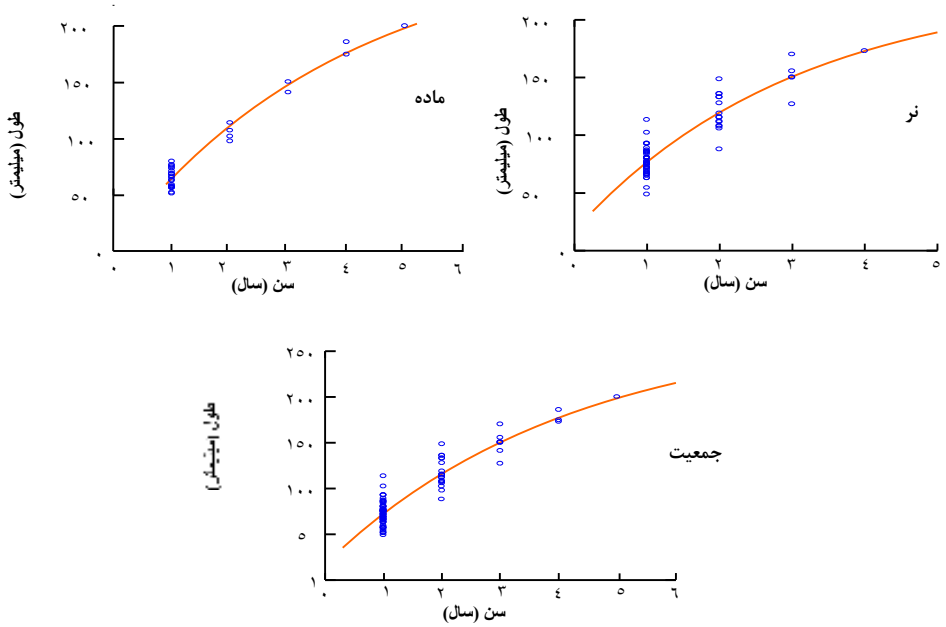
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.21]

پارامترهای سن و رشد براساس مدل رشد برتالانفی و عملکرد رشد محاسبه شده است. نتایج نشان می‌دهد با وجود کندتر بودن سرعت رشد ماهیان ماده نسبت به نرها ، ماده‌ها به طول بینهایت بزرگتری می‌رسند. درمقابل اگرچه نرها به طول بینهایت کمتری می‌رسند ولی رشد سریع‌تری دارند. (جدول ۳ و شکل ۴). میزان عملکرد رشد برای مجموع نمونه‌ها ۲/۲۶، نمونه‌های نر ۲/۲۳ و نمونه‌های ماده ۲/۲۸ محاسبه شده است.

جدول ۳- پارامترهای سن و رشد گونه *S. caspius* در رودخانه تنکابن

جنسیت	t0	K(سال)	L∞(میلی‌متر)	ϕ	معادله رشد برتالانفی
ماده	-۰/۱۳۹	۰/۲۱۳	۳۰۰	۲/۲۸	$Lt = 300\{1 - \exp\left(0.213(t - (-0.139))\right)\}$
نر	-۰/۲۴۰	۰/۳۲۷	۲۳۰/۴۶۲	۲/۲۳	$Lt = 230.462\{1 - exp\left(0.327(t - (-0.240))\right)\}$
جمعیت	-۰/۲۶۹	۰/۲۳۹	۲۷۷/۳۴۱	۲/۲۶	$Lt = 300\{1 - \exp\left(0.213(t - (-0.139))\right)\}$



شکل ۴- منحنی رشد وان برتالانفی به تفکیک جنسیت برای گونه *S. caspius* در رودخانه تنکابن

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

رشد یک فرایند بیوانرژیک است و به‌عنوان تغییر در طول و وزن در طی یک دوره زمانی تعریف می‌شود. همچنین نشان‌دهنده سلامت جمعیت است (Khan and Khan., 2014). افراد در یک جمعیت ممکن است تغییرات قابل توجهی را در طول رسیدن به یک سن مشخص نشان دهند (Pilling *et al.*, 2002). نگاهی به ساختار طولی ماهی قزل‌آلای خال‌قرمز نشان می‌دهد که میانگین طول این ماهی نسبت به گذشته کاهش یافته است (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه مقادیر طول گونه *S. caspius* مطالعه حاضر با مطالعات گذشته- (واحد طول: میلی‌متر)

نویسنده	منطقه مورد مطالعه	دامنه طول کل جمعیت	میانگین طول کل ماده	میانگین طول کل نر
مطالعه حاضر	رودخانه تنکابن	۷۰/۵ -۲۱۰/۳۵	۹۰/۶	۱۱۰/۲
Hesthagen *et al.*, 2004	subalpine Norwegian lake	۲۲۹-۳۵		
Arsalan , 2003	Coruh Basing Turkey	۲۷۱-۶۸		
Arsalan *et al.*, 2004	Coruh Basing Turkey		۱۵۰/۶۰	۱۳۲/۲۷
Arsalan *et al.*, 2007	Coruh Basing Turkey	۶۶/۵ -۲۱۷/۲۰		
Kheyrandish *et al.*, 2010)	Six Rivers of the southern part of Caspian	۳۰۵-۷۸	۱۳۴/۴۹	۱۴۰/۸۰
Fazli *et al.*, 2011	سد لار	۴۴۰-۴۹		
Raikova-Petrova *et al.*, 2018	Iliyan	۲۰۸-۶۳		

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.21]

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که این گونه دارای بازه سنی $^{+}$۱۰-$^{+}$۰ سال می باشد. نتایج برخی مطالعات انجام شده در جدول ۴ خلاصه شده است. در مطالعه حاضر گروه سنی ۵-۱ سال صید شده است که بخش عمده‌ای مربوط به نمونه‌های ۲-۱ ساله می‌باشد. به طوری که ۷۰٪ را نمونه‌های ۱ ساله و ۱۸٪ را نمونه‌های ۲ ساله تشکیل می‌دهند. با توجه به مطالعه حاضر می‌توان افزایش نسل جوان این گونه را نتیجه‌گیری کرد زیرا سهم ماهیان ۱ و ۲ ساله نزدیک به ۸۸٪ است (جدول۵).

جدول ۵- مقایسه گروه‌های سنی گونه *S. caspius* مطالعه حاضر با مطالعات گذشته

نویسنده	منطقه مورد مطالعه	رده سنی
مطالعه حاضر	رودخانه دو هزار تنکابن	۱-۵
Raikova-Petrova *et al.*, 2018	Ipiyana river(Bupgaria)	۱-۵
Fazli et al., 2011	سد لار	۱-۶
Kheyrandish *et al.*2010	Southern of Caspian Basin	۰-۴
Arsalan *et al.*, 2007	Aksu stream	۱-۸
Hesthagen *et al.*, 2004	Supbalpin Norwegian river	۰-۶
Alp *et al*., 2003	Ceyhan river	۰-۱۰
Afraei *et al.*, 2000	رودخانه تنکابن	۰-۴

در مطالعه حاضر طول متوسط ماهیان ۱ ساله ۷۲/۰۶، ۲ ساله ۱۱۴/۰۲، ۳ ساله ۱۵۷،۴/۰۰ ساله ۱۸۸ و ۵ ساله ۲۰۸ میلی‌متر محاسبه شده است که تقریبا مشابه با اطلاعات (Hesthhagen *et al*., 2004) می‌باشد. ولی نسبت به اطلاعات بدست آمده از (Kheyrandish *et al*., 2010; Arsalan *et al*., 2004) کاهش چشم‌گیری در طول ماهی قزل‌آلای خال‌قرمز در هر رده سنی مشاهده می‌شود (جدول۶).

جدول۶- مقایسه میانگین طول (میلی‌متر) گونه *S. caspius* مطالعه حاضر به ازای هر رده سنی، با مطالعات گذشته

نویسنده	منطقه مورد مطالعه	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
(Kheyrandish *et al*., 2010)	Southern of Caspian Basin	۹۵/۹۵	۱۱۴/۹۰	۱۵۷/۶۳	۲۰۸/۹۰	۲۸۰/۲۴				
(Raikova *et al*., 2018)	Iliyan		۶۳/۰۰	۱۳۰/۰۰	۱۵۷/۰۰	۱۸۸/۰۰	۲۰۸/۰۰			
مطالعه حاضر	رودخانه تنکابن		۷۲/۰۶	۱۱۴/۰۲	۱۵۰/۰۱	۱۷۷/۲۳	۲۰۰/۱۲			
(Arsalan, 2003)	Anuri stream	۶۸/۰۰	۱۰۳/۰۰	۱۳۷/۰۰	۱۶۲/۰۰	۱۸۸/۰۰	۲۳۷/۰۰	۲۷۱/۰۰		
(Hesthhagen *et al*., 2004)	Supbalpin river	۳۵/۰۰	۷۶/۰۰	۱۲۴/۰۰	۱۵۳/۰۰	۱۹۵/۰۰	۲۲۲/۰۰	۲۲۹/۰۰		
(Arsalan *et al*., 2007)	Aksu stream		۶۶/۵۰	۹۲/۹۰	۱۱۶/۷۰	۱۴۴/۹۰	۱۶۸/۶۰	۱۷۶/۹۰	۱۹۱/۰۰	۲۱۷/۲۰

تفاوت‌های مشاهده شده در طبیعت را نمی‌توان فقط با یک عامل توجیه نمود (Klemetsen *et al*.,2003). عوامل زیست محیطی و تنوع فنوتیپی در رشد تاثیرگذار هستند. علاوه بر این دو مورد، عوامل ژنتیکی، دما، رقابت درون و بین گونه‌ای، در دسترس بودن مواد غذایی، وضعیت تغذیه‌ای، کیفیت آب، ph آب، شوری آب، تنوع گونه‌ای، جنسیت و سن مؤثر هستند (Bautistaet al., 2013; Jennings *et al*., 2001). یکی از عوامل تفاوت در اندازه و سن ماهیان می‌تواند تنوع گونه‌های ماهیان در رودخانه‌های مختلف باشد که دارای اثرات متفاوتی بر رشد ماهی قزل‌آلای خال‌قرمز در سنین مختلف باشد (Skralskelis *et al*., 2006). تأثیر تنوع گونه‌ها بر رشد ماهی قزل‌آلای خال‌قرمز در گروه‌های سنی جوان از طریق رقابت برای غذا و زیستگاه ایجاد می‌شود (Vehanen *et*

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.21]

al., 1999). به این صورت که میزان رشد ماهی قزل‌آلای خال‌قرمز در گروه‌های سنی مشابه، در رودخانه‌هایی با تنوع گونه‌ای بالاتر، بیشتر است (Kheyrandish *et al.*, 2010) البته این موضوع بستگی به سن ماهی قزل‌آلای خال‌قرمز دارد به طوری که در سنین ۰ و ۱ سالگی به علت اینکه هنوز اندازه بدن ماهی کوچک است مجبور است با سایر ماهیان رودخانه بر سر زیستگاه و غذا رقابت کند (Vehanen *et al.*, 1999). ولی در ماهیان قزل‌آلای خال‌قرمز که در سنین بالاتر قرار دارند میزان رشد در مناطقی که دارای تنوع زیستی بیشتری باشد بالاتر است که این موضوع را می‌توان به طبیعت شکارگری قزل‌آلای خال‌قرمز در اندازه‌های بزرگتر نسبت داد. از بین تمام عوامل زیست‌شناختی، تغییر در دمای آب محیط بیشترین تاثیر را بر خصوصیات فیزیولوژیکی و خصوصیات اساسی شامل انرژی، نیاز متابولیک، میزان هضم و بازده و جذب ماهی دارد (Bystrom and Andersson., 2005). تحقیقات در مورد قزل‌آلای خال‌قرمز نشان داد که دماهای مختلف ناشی از عرض‌های جغرافیایی مختلف می‌تواند اندازه این ماهی را تحت تاثیر قرار دهد (Kheyrandish *et al.*, 2010). میزان آب موجود در زیستگاه نیز اندازه بدن ماهی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Stearns, 1983a). رودخانه‌هایی که میزان آب بیشتری دارند، میانگین سن و طول در ماهیان افزایش می‌یابد و همچنین در رودخانه‌های پر آب‌تر ماهیان در سنین و اندازه بزرگتر به بلوغ می‌رسند (Jonsson *et al.*, 2001). از طرفی رودخانه‌های بزرگتر، منابع غذایی نسبت به رودخانه‌های کوچکتر بیشتر و پایدارتر است (Jonsson and Jonsson, 1999). و میزان در دسترس بودن بیشتر غذا می‌تواند میزان رشد ماهیان را تحت تاثیر قرار دهد (Campbell., 1971).

مدل رشد وان برتالانفی به طور گسترده‌ای برای توصیف رشد در ماهیان استفاده می‌شود. این مدل توصیف ساده‌ای از رشد را بیان می‌کند و به آسانی می‌تواند بین گونه‌ها و جمعیت‌ها مقایسه شود. در این تحقیق، میزان ضریب رشد برای قزل‌آلای خال‌قرمز ۰/۲۳ در سال محاسبه شده است، که این مقدار برابر با ضریب رشد محاسبه شده برای این گونه توسط (Pedicillo *et al.*, 2010) می‌باشد. با توجه به مطالعات Raikov-Petrova *et al.*, 2018; Fazli *et al.*, 2011; Tabak *et al.*, 2001)، که مقدار ضریب رشد را برای قزل‌آلای خال‌قرمز به ترتیب ۰/۴۶، ۰/۲۷ و ۰/۲۷ محاسبه کردند می‌توان نتیجه گرفت که ضریب رشد این ماهی نسبت به سال‌های گذشته کاهش پیدا کرده است. ثابت رشد k تعیین می‌کند که ماهی با چه سرعتی به طول بینهایت خود نزدیک می‌شود. بعضی از گونه‌ها، که بیشتر آن‌ها عمر کوتاهی دارند، تقریبا طی یک یا دو سال به طول بینهایت خود رسیده و ارزش بالایی از K دارند (Raikova-Petrova *et al.*, 2018). مقدار بالای ثابت رشد نشانگر سرعت رشد بالای جمعیت مورد مطالعه است (Raikova- Petrova *et al.*, 2018). سرعت رشد خوب از شرایط فیزیکی و شیمیایی مطلوب در رودخانه تبعیت می‌کند (Raikova-Petrova *et al.*, 2018). مقدار طول بی‌نهایت محاسبه شده در این تحقیق نسبت به سال‌های گذشته کاهش داشته است (Fazli *et al.*, 2011; Pedicillo *et al.*, 2010; Arsalan *et al.*, 2007; Arsalan *et al.*, 2004; Tabak *et al.*, 2001). تنوع طول بی‌نهایت در جمعیت‌های یک گونه را می‌توان به تفاوت‌های اندازه بزرگترین نمونه‌ها در هر یک از جمعیت‌ها و تنوع پارامترهای جمعتی یک گونه نسبت داد که در شرایط مختلف محیطی، به ویژه درجه حرارت و شرایط تغذیه‌ای به وجود می‌آید (Turkmen *et al.*, 2002). هر چه شرایط اکولوژیکی برای جمعیت‌های ماهیان سخت‌تر باشد مشاهده طول‌های بیشتر در جمعیت کاهش می‌یابد (Patimar and Abdoli, 2009).

مقدار سن در طول صفر در این تحقیق منفی بدست آمد، این امر بیانگر این است که این گونه در مراحل لاروی دارای رشد سریع تری نسبت به مرحله بلوغ می‌باشد (King,1995). در مکان‌های مختلف با توجه به شرایط محیطی و تغییر طول بی‌نهایت و ضریب رشد، میزان سن در طول صفر نیز تغییر می‌کند (Sparre and Venema, 1998).

میزان ضریب رشد مونرو جمعیت قزل آلای خال قرمز در این تحقیق ۲/۲۶ بدست آمده است. مطالعات گذشته مقدار این پارامتر را بین ۲/۰۹-۲/۷۳ محاسبه کرده‌اند (Raikova-Petrova *et al.*, 2018; Fazli *et al.*, 2011; Pedicillo *et al.*, 2010; Arsalan et al., 2007; Arsalan *et al.*, 2004; Tabak *et al.*, 2001). (جدول ۷). اختلاف در شرایط اکولوژیکی و تغییر عرض جغرافیایی، می‌تواند تا حدودی بر میزان شاخص مونرو تأثیر داشته باشد و حتی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.21]

در یک منطقه در دوره‌های زمانی مختلف می‌تواند به علت تغییر در شرایط محیطی، میزان متفاوتی داشته باشد (Sparre and Venema, 1998).

جدول۷. مقایسه پارامتر های رشد فون برتالانفی و عملکرد رشد مونرو گونه *S. caspius* محاسبه شده مطالعه حاضر و مطالعات گذشته

ϕ	T_0	K	L_∞	منطقه مورد مطالعه	نویسنده
۲/۲۶	-۰/۲۶	۰/۲۳	۲۷/۷۳	رودخانه دو هزار تنکابن	مطالعه حاضر
۲/۴۰	۰/۳۸	۰/۲۶	۲۳/۱۶	Iliyan	Raikova-Petrova *et al*., 2018
۲/۷۳	-	۰/۲۷	۴۵/۰۰	سد لار	Fazli *et al.*, 2011
۲/۵۶	-۰/۵۳	۰/۲۳	۴۴/۷۲	Tiber river (Italy)	Pedicillo *et al.*, 2010
۲/۰۹	-۰/۷۲	۰/۱۲	۳۲/۱۳	Aksu stream	Arsalan *et al.*, 2007
۲/۲۵	-	۰/۱۳	۳۶/۹۴	Anuri stream	Arsalan *et al.*, 2004
۲/۶۵	-	۰/۲۷	۴۰/۵۲	Eastern Black sea stream	Tabak et al., 2001

در این مطالعه ماهیان نر نسبت به ماده‌ها به میانگین طولی و وزنی بالاتری می‌رسند حداکثر سن برای این گونه در منطقه مورد مطالعه ۵ سال تخمین زده شده است که ماهیان ماده دارای طول عمر بیشتری نسبت به نرها هستند. باتوجه به نتایج پژوهش حاضر کاهش چشمگیری درمقدار پارامتر طول گونه مورد مطالعه در هر رده سنی مشاهده می‌شود. ضریب رشد این ماهی نسبت به سال‌های گذشته کاهش نشان می‌دهد که از دلایل احتمالی می‌توان به تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی رودخانه اشاره نمود. مقدار طول بینهایت محاسبه شده در این مطالعه نسبت به سال‌های گذشته کاهش داشته است. که طول بی‌نهایت در جمعیت‌های یک گونه را می‌توان به تفاوت‌های اندازه بزرگترین نمونه‌ها در هر یک از جمعیت‌ها و تنوع پارامترهای جمعتی یک گونه نسبت داد که در شرایط مختلف محیطی، به ویژه درجه حرارت محیطی و شرایط تغذیه‌ای به‌وجود می‌آید.

۶| ملاحظات اخلاقی

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

EFERENCES

Abdoli, A. 2000. The inland water fishes of Iran. Iranian Museum of Nature and Wildlife, Tehran, 378p.

Afraei, M., Fazli, H., Moslemi, M. 2000. Some Biological Characteristics of the Brown Trout *Salmo trutta* fario (Linnaeus, 1758) in Tonekabon River. Iranian Scientific Fisheries Journal, 9(3): 21-34. (In Persian).

Alp, A., C. Kara., H.M. Büyükçapar. 2003. Reproductive biology of brown trout, *Salmo trutta* macrostigma Dumeril, 1858 in a tributary of the Ceyhan River which flows into the Eastern Mediterranean Sea. J. Appl. Ichthyol, 19: 346-351.

Arslan, M. 2003. Çoruh Havzası Anuri ve Cenker çaylarında yaşayan alabalık, *Salmo trutta* Linneaus 1766, populasyonları üzerine araştırmalar. Ph.D. Thesis. Erzurum: Atatürk University.

Arsalan, M., Yildirim, A., Bektas, S. 2004. Length Weight Relationship of Brown Trout, *salmo trutta* P. Inhabiting Kan Stream, Coruh Basing, Northeastern Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 4: 45-48.

Arsalan, M., Yildirim, A., Atasever, A. 2007. Growth and Mortality of the Brown Trout (*salmo trutta* P.) Population from Upper Aksu Stream Northeastern Anatolia Turkey. Turkish Journal of Zoology, 31(4): 337-346.

Bagenal, T.B., Tesch, F.W. 1978. Age and growth. In: T.B. Bagenal, (ed) Methods for assessment of fish production in freshwater, 3rd edition. Backswept Scientific Publication, Oxford, UK.: pp:101–136.

Bautista, J.J., Romero, S.S., Gonzalez-Pelaez, L., Campos Davila, D.B., Lluch-Cota, J. 2012. Length–weight relationships of wild fish captured at the mouth of Río Verde, Oaxaca, México and connected lagoons (Miniyua, El Espejo, Chacahua and Pastoría). Journal of Applied Ichthyology, 28(2): 269–271.

Beverton, R.J.H., S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fishery. Investigations, Ser. II. H.M. Stationery Office. 533p

Bystro¨m, P., Andersson, J. 2005. Size-dependent foraging capacities and intrcohort competition in an ontogenetic omnivore (Arctic char). Oikos, 110(3): 523-536.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.21]

Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J. B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M. F., Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout Salmo trutta L. and Arctic charrr Salvelinus alpinus (L.): A review of aspects of their life histories. Ecology of Freshwater Fish, 12(1): 1-59.

Lee R. 1920. A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. Fisheries Investigations, Series 2. Marine Fisheries Great Britain Ministry of Agriculture Fisheries and Food, 4 (2): 1-32.

Mikhailov K., Prodanov K. 1983. Approximate assessment of the natural mortality rate of the anchovy in the Bulgarian Black Sea coast, Pross. IIR, Varna 20: 173-182.

Panafili, J., de Pontual, H., Troadec, J-P., Wright, P. J. 2002. Manual of Fish Skeletochronology. Ifremer-IRD, Brest, France. 463.

Patimar R., Abdoli A. 2009. Fish species diversity of the Zaringol River (East Alborz Mountain-Golestan province). Journal Agricultural Sciences and Natural Resources, 16(2):72-81.

Pauly, D., Munro, J. I. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. ICPARM. Fish byte, 2(1):1-21.

Pearson J.C. 1929. Natural history and conservation of redfish and other commercial sciaenid's on the Texas coast. Bull. U. S. Bur. Fish, 44: 129–214.

Pedicillo, G., A. Carosi, P. Ghetti., M. Lorenzoni. 2010. Population size structure indices and growth standards for *Salmo* (trutta) *trutta* Linnaeus, 1758 in central Italy. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 399: 02p.

Pilling G.M., Kirkwood G.P., Walker S.G. 2002. An improved method for estimating individual growth variability in fish, and the correlation between von Bertalanffy growth parameters. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 59(3): 424–432.

Raikova, G., Rozdina, D., Valkanov, R. 2018. Growth Rate of the Brown Trout (*salmo trutta* Linnaeus, 1758) From River Iliyna, Bulgaria. International Journal of Aquaculture, 8 (16): 121-126.

Réalis- Doyelle, E., Pasquet, A., De Charleroi, D., Fontaine, P., Teletchea, F., 2016. Strong effects of temperature on the early life stages of a cold stenothermal fish species, brown trout (*Salmo trutta* L.). PLoS One, 11(5).

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 191, Ottawa. http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/1485.pdf

Roff, D.A. 1992. Evolution of life histories: theory and analysis. Chapman and Hall, New York. 384-385.

Campbell, R.N. 1971. The growth of brown trout *Salmo trutta* L. in northern Scottish lochs with special reference to the improvement of fisheries. Journal of fish Biology, 3(1): 1-28.

Fazli, H., Azari, H., Moghim, M., Kor, D., Nabavi Jelodar, E., Taleshian, H. 2011. Growth and mortality of brown trout, *salmo trutta* fario in Par dam, Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11(1): 37-47

Freyhof; J., 2011. Diversity and distribution of freshwater gobies from the Mediterranean, the Black and Caspian Seas. The Biology of Gobies. Science Publishers, Enfield, New Hampshire.pp:280-288.

Froese, R., Pauly, DE. 2017 Fish Base. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2017).

Haddon, M. 2011. Modelling and Quantitative Methods in Fisheries. Chapman and Hall; 2nd edition. 465p.

Hesthagen, T., Forseth, T., Hegge, O., Saksgård, R., Skurdal, J. 2004. Annual variability in the life-history characteristics of brown trout (*Salmo trutta*) and Arctic charr (Salvelinus alpinus) in a subalpine Norwegian lake. Hydrobiologia, 521: 177-186.

Hubert W.A., Baxter G.T., Hanington M. 1987. Comparison of age determinations based on scales otoliths and fin rays for cutthroat trout from Yellowstone Lake. Northwest Science, 61(1): 33–36.

Jonsson, N., B. Jonsson, 1999. Trade-off between egg mass and egg number in brown trout. Journal of Fish Biology, 55(4): 767-783.

Jonsson, B., N. Jonsson, E. Brodtkorb., P.J. Ingebrigtsen. 2001. Life-history traits of brown trout vary with the size of small streams. Functional Ecology, 15(3): 310-317

Jennings, S., Kaiser, M.J., Reynolds, J.D. 2001. Marine fisheries ecology. Blackwell Science, Oxford.

Kamal, S., Bakhtiyari, M., Abdoli, A., Eagderi, S., Karami, M. 2009. Life -history variations of killifish (Aphanius sophiae) populations in two environmentally different habitats in central Iran. Journal of Applied Ichthyology, 25 (4): 474 –478.

Khan, S., Khan, M.A. 2014. Importance of age and growth studies in fisheries management, Proceedings of the National Seminar "Next Generation Sciences: Vision 2020 and Beyond', 194-201, Maharshi Dayanand University, Rohtak 124001 Haryana (India). 194-201.

Kheyrandish, A., Abdoli, A., Mostafavi, H., Niksirat, H., Naderi, M., Vatandoost, S. 2010. Age and Growth of Brown Trout (*salmo trutta*) in Six Rivers of the southern part of Caspian Basin. American Journal of Animal and Veterinary Sciences, 5 (1): 8-12.

King M. (1995). Fisheries biology assessment and management Fishing News Books, 3 (5): 151-160.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.21]

Mısır, S. 2001. Karadeniz Alabalıgı (Salmo trutta labrax Pallas, 1811)'nın Biyoekolojik Özelliklerinin Tespiti ve Küptüre Alınabilrli÷inin Arastırılması. Su Ürünplri Merkez Arastırma Enstitüsü (Project result report, in Turkish with English abstract), Trabzon, Turkey. 203p.

Turkmen M., Erdogan O., Yildirim A., Akyut I. 2002. Reproduction tactics. Age and growth of *Capoeta capoeta* umbla Heckle1843 from the Askale Region of the Karasu River, Turkey. Fisheries Research, 54(3): 317-328.

Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquires on growth laws II). Human Biology, 10: 181-213.

Wootton, R. 1998. Ecology of Teleost Fishes. Springer Netherlands. 386p.

Skelton, P.H. 2001. A complete guide to the freshwater fishes of southern Africa. 2nd Edition, Struik, Cape Town. 395p.

Skrulskelis, K., V. Kesminas., S. Stakenas, 2006. The Growth of brown trout, (*Salmo trutta* Fario L), in different climatic regions of Lithuania. Acta Zoological Lithuania, 16(4): 286-292.

Sparre, p., Venema, S.C 1998. Introduction to tropical fish stock assessment FAO Fisheries technical paler, 450p.

Stearns, S.C. 1983a. A natural experiment in life history evolution: Field data on the introduction of mosquito fish (*Gambusia affinis*) to Hawaii. Evolution, 37(3): 601-617.

Tabak, ø., Aksungur, M., Zengin, M., Yılmaz, C., Aksungur, N., Alkan, A., Zengin, B..,

نحوه استناد به‌مقاله:

پرنیان ن.، عبدلی ا.، عبدلی ل. ب سن و رشد ماهی قزل‌آلای خال‌قرمز (*Salmo caspius*) در روخانه تنکابن. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی‌دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۳. ۱۲(۲): ۳۲-۲۲.

Parnian N., Abdoli A., Abdoli L. Age and Growth of Brown Trout (*Salmo caspius*) in Tonekabon River. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2024, 12(2): 22-32.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.21]

Journal of Applied Ichthyological Research Vol. 12, No 2, 22-32
Print ISSN: 2423-6349
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

Age and Growth of Brown Trout (*Salmo caspius*) in Tonekabon River

Parnian N[1]., Abdoli A[1]., Abdoli L[2*].
[1] Dept. of Biodiversity and Ecosystem Management, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
[2] Dept. of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technologies, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

Type:
Original Research Paper

Paper History:

Received: 30-08-2024
Accepted: 06-10- 2024

Corresponding author:

Abdoli L. Dept. of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technologies, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

Email:liliabdoli2000@yahoo.com

Abstract

Due to the decline in the population of Caspian salmon (*Salmo caspius*) in the southern part of the Caspian Sea, the age and growth of this fish were studied in the Dohazar River in Tonekabon to improve conservation programs. In December 2018, 63 fish samples were collected using an electroshocker. Among these, 21 females and 42 males were captured, resulting in a sex ratio of 2:1, with a significant difference between the sexes. The length range of males and females was 7.5–18.5 cm and 6.5–21.5 cm, respectively, while their weight ranges were 3.99–65.5 g for males and 2.51–95.42 g for females. Age determination was conducted using scales. The age range of the population was from +1 to +5, with females distributed across 5 age groups and males across 4 age groups. The highest age frequency in all cases was in the 1_+ and 2_+year age groups. The von Bertalanffy growth equations for males and females were calculated as Lt = 230.462{1-exp (-0.327(t-(-0.240)))} and Lt = 300{1-exp (-0.213(t-(-0.139)))} respectively. The mean Monro index for the total sample was 2.26, with 2.23 for males and 2.28 for females. The study results show a significant decrease in the growth parameters of the species across all age groups. Both the growth coefficient and the asymptotic length of the species have decreased compared to previous years.

Keywords: *Salmo caspius,* von bertalanffy, age and growth, Age structure, Tonekabon River.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.21]