دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره پنجم، شماره اول، بهار ۹۶
http://jair.gonbad.ac.ir

مطالعه رشد ماهی آزاد *Salmo caspius* Kessler, 1877 در سواحل ایرانی دریای خزر با استفاده از روش پیشینه پردازی طول ماهیان

محمد صیاد بورانی*[1]، سلطنت نجار لشگری[2]، شهرام قاسمی[3]، محدثه احمدنژاد[1]

[1]استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

[2]استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تنکابن، ایران،

[3]استادیارپژوهشی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ ارسال: ۹۵/۳/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۳

چکیده

بررسی حاضر به‌منظور مطالعه وضعیت سن و رشد ماهی آزاد دریای خزر (*S. caspius*) طی سال‌های ۱۳۹۲ لغایت ۱۳۹۴ در سواحل ایرانی دریای خزر (غرب استان مازندران) انجام گرفت. در این راستا پارامترهای زیست‌سنجی شامل طول، وزن و سن ۵۰ قطعه ماهی ثبت گردید. اندازه ماهی در سنین مختلف با روش پیشینه‌پردازی برآورد شد. براساس این روش، متوسط طول ماهی در سنین یک، دو و سه سالگی به‌ترتیب ۳/۵±۱۸/۹۸، ۷/۲۴ ±۳۰/۵ و ۹/۱±۴۱/۷ سانتی‌متر بود. چون این گروه‌های سنی زیر سن بلوغ هستند در فصول تخم‌ریزی به ساحل نزدیک نمی‌شوند و در ترکیب صید مشاهده نمی‌گردند. متوسط طول این ماهی در سنین ۴، ۵، ۶ و ۷ سالگی به‌ترتیب معادل ۵۳/۹، ۶۳/۷، ۶۸/۶ و ۷۴ سانتی‌متر محاسبه گردید. در مطالعه حاضر حداقل و حداکثر سن این ماهی ۴ و ۷ سال (متوسط ۵/۶ سال) تعیین شد و بیشترین فراوانی سنی مربوط به گروه ۵ سال بوده و فراوانی ۶ و ۷ ساله‌ها نیز قابل توجه بوده است. میانگین طول و وزن ماهی آزاد در ترکیب صید تجاری به‌ترتیب ۶/۲ ±۶۹/۲ سانتی‌متر (حداقل ۵۷ و حداکثر ۸۱ سانتی‌متر) و ۶۷۷±۳۳۲۳ گرم (۲۴۰۰ تا ۵۶۰۰گرم) سنجش شد. پارامترهای رشد ماهی آزاد دریای خزر شامل k، L_∞ و Ø´ برابر ۰/۱۸، ۱۰۴ و ۳/۲۸۹ محاسبه گردید. طول بی‌نهایت (L_∞) و ضریب رشد (K) محاسباتی برای ماهی آزاد دریای خزر در حد قابل قبولی بود.

واژه‌های کلیدی: ***S. caspius*، سن، رشد، دریای خزر، ایران**

*نویسنده مسئول: mohammadborani@yahoo.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

مقدمه

ماهی آزاد دریای خزر با نام علمی (*S. caspius*) از جمله ماهیان مهاجر رودرو (آنادرموس)، بومی، با ارزش و اقتصادی دریای خزر می‌باشد که در دریا زندگی و تغذیه می‌کند و جهت تخم‌ریزی وارد رودخانه می‌گردد که از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار است (Kazancheyev, 1981). محدوده اصلی زیستگاه این گونه سواحل غربی و جنوبی دریای خزر است و پراکنش آن در سواحل شمالی و همچنین سواحل شرقی این دریا بسیار اندک است (Sayyad bourani *et al.*, 2007). پس از سال ۲۷–۱۳۲۶ صید این ماهی کاهش یافت، به‌طوری‌که از حدود ۱۶/۵ تن به حدود ۳/۷ تن در فصل صید ۸۳-۱۳۸۲ رسید، که نسبت به سال‌های گذشته کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد، هرچند در برخی از سال‌ها این ماهی در آمار صید مشاهده نمی‌شود (Abdolmalaki and Sayyad bourani, 2004). بر اساس گزارش پاشازانوسی و همکاران (Pashazanousi *et al.*, 2013) طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۰، میانگین میزان صید از ۳۸۰±۲۳۰۰ کیلوگرم در نوسان بوده است.

قبل از ملی شدن شیلات در سال ۱۳۳۱ و حتی قبل از شرکت مختلط ایران و شوروی، تعداد زیادی ماهی آزاد از رودخانه‌ها صید می‌گردید و تخم این ماهی را مانند خاویار کنسرو نموده و گوشت این ماهی را به دلیل چربی زیاد و برای جلوگیری از فساد و پس از شکاف طولی و خارج کردن امعا و احشا، نمک زده و با یخ توسط شناور به روسیه می‌فرستادند (Karimpour and Hoseinpour,1988).

امروزه اکثر رودخانه‌های حوضه دریای خزر از جمله رودخانه چشمه کیله تنکابن ارزش اکولوژیک خود را به دلیل ورود آلاینده‌ها و سموم، فاضلاب‌های شهری و روستایی، برداشت شن و ماسه، توسعه شهری و ایجاد سد از دست داده که این موضوع مهاجرت ماهی آزاد را برای تکثیر طبیعی به‌شدت کاهش داده است. البته صید بی رویه این ماهی به خصوص در مسیر مهاجرت ماهیان (دهانه رودخانه‌ها، داخل رودخانه‌ها) این موضوع را تشدید کرده است (Sayyad bourani *et al*, 2007). بر اساس اطلاعات منتشره وضعیت ماهی آزاد در طبقه بندی IUCN به‌صورت بحرانی (Critically Endangered) طبقه بندی شده است (Kiabi *et al.*, 1999).

برای حفظ و ترمیم ذخایر این گونه، هر ساله بچه‌ماهیان آزاد توسط سازمان شیلات ایران به رودخانه‌ها رهاسازی می‌گردند که تعداد آن طی سال‌های اخیر در حد صدها هزار عدد بوده است . طی سال‌های ۱۳۶۳ لغایت ۱۳۹۲ تعداد ۱۰/۸ میلیون عدد بچه ماهی آزاد در دریای خزر رهاسازی‌گردیده و در همین مدت میزان ۹۷/۳ تن ماهی آزاد صید گردیده که با احتساب ۴۰ درصد صید قاچاق وثبت نشده و نیز صید مولدین برای تکثیر این گونه، کل میزان صید این ماهی به ۱۳۶/۲ تن می‌رسد که با در نظر گرفتن وزن متوسط ۲/۵ کیلوگرم برای هر ماهی، تعداد ماهیان صید شده برابر ۵۴۴۸۸ عدد

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

می‌شود که نسبت به تعداد بچه ماهیان رهاسازی شده، حدود ۰/۵ درصد ضریب بازگشت نشان می‌دهد (Abdolmalaki, 2013).

تعیین سن و رشد ماهیان پایه زیست شناسی و مدیریت صید آنها می‌باشد. شاخص‌هایی چون رشد و مرگ و میر بر مبنای سن تعیین شده و خود زیر بنای الگوی های پویایی جمعیتی به شمار می‌روند (Moralez-Nain, 1992). چنین دانشی به نوبه خود یک مقیاس زمانی را برای سنجش پدیده‌هایی مانند رشد، بلوغ و تخم‌ریزی فراهم می‌آورد (Sanders and Kedidi, 1983).

برای پی‌بردن به خصوصیات بیولوژیکی ماهی، بررسی شاخص‌های اساسی همچون نسبت جنسی، روابط طول و وزن، ضریب چاقی، رشد، ذخایر احیا (ذخایر جوان اضافه شونده) و مرگ و میر ضروری می‌باشد. دستیابی به پارامترهای جمعیتی ماهی می‌تواند اطلاعات اساسی درباره ساختار جمعیتی و طول عمر جمعیت را مشخص ساخته و تاثیر فاکتورهای محیطی منطقه خاص را بر روی دینامیک جمعیت گونه‌های ماهی نمایان سازد (Vicentin *et al*., 2013).

فلس ماهیان برای تعیین سن، مطالعه تاریخچه رشد، مطالعه تولید مثلی و تفاوت نژادی بکار می‌رود. شعاع‌های فلس (حلقه‌های روزانه و سالیانه) متناسب با اندازه ماهی تغییر می‌کند. اندازه در سنین جوانی می‌تواند به وسیله روش پیشینه پردازی برآورد شود (Martinson *et al*., 2000).

از آنجا که بیشتر فراوانی صید از ماهیان مولد بوده و نحوه رشد این ماهیان به خصوص در دوران جوانی (قبل از بلوغ) در محیط‌های طبیعی نامشخص است، لذا مطالعه ساختار جمعیتی این ماهی و پی‌بردن به اندازه ماهی در دوران جوانی بازگوکننده شرایط رشد ماهی آزاد دریای خزر در اکوسیستم طبیعی می‌باشد و ساختار رشد، ضرایب رشد، ترکیب سنی، ترکیب طولی این ماهی تعیین می‌گردد. این مطالعه برای اولین بار روی ماهی آزاد انجام گرفته و در این بررسی رابطه طول و وزن، رابطه طول و سن و برآورد طول ماهی آزاد دریای خزر در سنین مختلف با استفاده از روش پیشینه‌پردازی تعیین می‌گردد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه طی سال‌های ۹۳ لغایت ۹۴ انجام گرفته و زمان نمونه‌برداری طی ماه‌های مهر تا آذر ماه بوده است. لازم به ذکر است که حداکثر صید ماهی آزاد در سواحل ایران به‌دلیل مهاجرت تولید مثلی تا پایان آذرماه می‌باشد. البته فرم بهاره این ماهی نیز بندرت در اسفند و فروردین نیز صید می‌گردد. مکان نمونه‌برداری در سواحل ایرانی دریای خزر (تعاونی‌های پره غرب استان مازندران)، بازار ماهی فروشان شهرستان تنکابن و مرکز بازسازی ذخایر شهید باهنر کلاردشت بود. با شروع فصل صید

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

(۲۰ مهر ماه تا ۱۵ فروردین ماه)، نمونه‌برداری و زیست‌سنجی ماهیان حاصل از صید تجاری پره‌های فعال در شهرستان تنکابن به صورت کاملاً تصادفی انجام شد.

برای گونه‌های کمیاب ماهیان به دلیل کم بودن تعداد نمونه‌ها در ترکیب صید، به تعداد موجود نمونه فلس تهیه شده و تعیین سن انجام شد. همچنین برای تعیین پارامترهای اولیه همچون طول، وزن و سن حدود ۵۰ قطعه ماهی زیست‌سنجی شدند. برای اندازه‌گیری طول چنگالی ماهیان از تخته بیومتری با دقت ۱ میلی‌متر و برای توزین از ترازوی دیجیتالی با دقت ۱ گرم استفاده شد. برای تعیین سن ماهیان از ناحیه خلفی باله سینه‌ای و در بالای خط جانبی تعدادی فلس تهیه شده و از روش شمارش خطوط سالانه رشد در فلس ماهیان استفاده شد (Thomson, 1957). از هر ماهی حدود ۳ تا ۵ فلس از ناحیه بین باله پشتی و خط جانبی تهیه گردید.

در روش پیشینه‌پردازی، اندازه ماهی در سنین مختلف برآورد می‌شود. در این روش وجود یک ارتباط متناسب بین مقدار افزایش طول ماهی و مقدار افزایش اندازه ساختمان‌های سخت بدن بررسی شد. برای اندازه‌گیری پهنا و وسعت حلقه‌ها از میکرومتر یا میکروپروژکتور یا عدسی‌های چشمی مدرج میکروسکوپ‌ها و لوپ‌ها استفاده شده و با استفاده از یک رابطه خطی بین مقادیر طول ماهی و شعاع ساختمان مورد مطالعه و استفاده از فرمول Frasere-lee طول ماهی در سال‌های قبل محاسبه شد (Parafkandeh, 2008). پس از اندازه‌گیری و سنجش اطلاعات پایه، پارامترهای جمعیتی همچون فاکتورهای رشد، فراوانی طولی، فراوانی وزنی، ترکیب سنی و تاثیر آن در حفظ ذخایر بررسی گردید.

میانگین طول ماهی در سنین مختلف یک ماهی برای مطالعه پارامترهای رشد و ساختار جمعیتی ماهی آزاد دریای خزر از طریق روش پیشینه‌پردازی (Back calculation) انجام پذیرفت (Sparre *et al.*, 1992). برای برآورد معادله رشد از فرمول تجربی رشد ون برتالانفی استفاده می‌شود (Von Bertalanffy, 1938)

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

که Lt طول چنگالی در سن t، L_∞ طول بی‌نهایت، K ضریب رشد، t_0 سن در طول صفر می‌باشد.

برای محاسبه طول بی‌نهایت (L_∞) از روش Powell-Wetherall و برای محاسبه ضریب رشد سالانه (K) از Scan of K value در روش Shepherd استفاده شد (Sparre *et al.*, 1992).

برای محاسبه ضریب مرگ و میر طبیعی از فرمول پائولی استفاده می‌شود (Pauly, 1984).

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln T$$

همچنین ضریب چاقی برای ماهیان آزاد مولد صید شده در استان گیلان بر اساس رابطه زیر محاسبه شده است:

CF = 100 W/FL^3

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

که در این رابطه CF ضریب چاقی، W وزن کل بدن (بر حسب گرم) و FL طول چنگالی (سانتی‌متر) می‌باشد. پس از ثبت اطلاعات، با استفاده از آنالیز واریانس نسبت به تعیین تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها اقدام و براساس آزمون‌های آماری پارامتریک و ناپارامتریک گروه‌های همگن و نا همگن جدا سازی گردیدند.

نتایج

براساس مطالعات پیشینه پردازی در سال ۱۳۹۳، متوسط طول ماهی در سنین مختلف به شرح جدول ۱ می‌باشد. ماهی در سنین یک، دو و سه سالگی دارای میانگین طول ۱۸/۹۸±۳/۵، ۳۰/۵±۷/۲۴ و ۴۱/۷±۹/۱ سانتی‌متر بوده و چون این گروه‌های سنی زیر سن بلوغ بوده بنابراین در فصول تخم‌ریزی به ساحل نزدیک نمی‌شوند و در ترکیب صید مشاهده نمی‌گردند. متوسط طول ماهی آزاد دریای خزر در سنین ۴، ۵، ۶ و ۷ سالگی معادل ۵۳/۹، ۶۳/۷، ۶۸/۶ و ۷۴ سانتی‌متر محاسبه گردید.

جدول ۱- متوسط طول ماهی آزاد دریای خزر (*S. caspius*) در سنین مختلف براساس روش پیشینه‌پردازی در سال ۱۳۹۳.

سن	۱ +	۲+	۳+	۴+	۵+	۶+	۷ +
متوسط طول (سانتی‌متر)	۱۸/۹۸±۳/۵[a]	۳۰/۵±۷/۲۴[b]	۴۱/۷±۹/۱[c]	۵۳/۹±۱۰/۹۶[d]	۶۳/۷±۹/۷[e]	۶۸/۶±۸/۲[ef]	۷۴±۹/۹[f]

بر اساس آزمون دانکن، میانگین طول در سنین ۱ تا ۵ سال (براساس روش پیشینه‌پردازی) دارای تفاوت معنی‌دار بوده ($p<۰/۰۵$) و این مقادیر در گروه‌های ۵، ۶ سال و ۶، ۷ سال دارای تفاوت معنی‌دار نبوده است.

بر اساس نتایج جدول ۲، متوسط طول و وزن و سن در ماهیان ماده به‌ترتیب ۵/۹ ± ۶۸ سانتی متر، ۳۲۳۶±۶۹۶/۶ گرم و ۵/۴±۰/۹ سال بوده و این مقادیر در خصوص ماهیان نر به‌ترتیب ۷۵/۴±۳۷/۸ سانتی‌متر، ۳۷۷۱/۴±۳۱۴/۷ گرم و ۶/۴±۰/۹۷ سال بوده که نشان‌دهنده اندازه بزرگ‌تر ماهیان نر نسبت به ماهیان ماده می‌باشد. ماهیان نر دارای اندازه‌های بزرگ‌تر و مسن‌تر نسبت به ماهیان ماده بوده‌اند. نسبت جنسی نشان داد که غالبیت با ماهیان ماده (۸۳/۷ درصد) بوده و ۱۶/۳ درصد از جمعیت مورد بررسی را ماهیان نر به خود اختصاص داده‌اند درحقیقت نسبت جنسی نر به ماده ۵/۱:۱ تعیین شد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

داده‌های جنس ماده از توزیع نرمال برخوردار نبوده و با روش‌های مرسوم نرمال نشد. بنابراین از آمار ناپارامتری استفاده شد. با استفاده از آمار غیر پارامتری من-ویتنی، طول و وزن در جنس‌های نر و ماده تفاوت معنی‌دار داشتند.

جدول ۲- میانگین طول، وزن و سن ماهی آزاد دریای خزر (*S. caspius*) به تفکیک جنسیت براساس داده‌های مربوط به روش پیشینه پردازی سال ۹۴-۱۳۹۳

	وزن (گرم)	طول (سانتی‌متر)	سن (سال)	تعداد
ماده	۳۲۳۶ ± ۶۹۶/۶	۶۸ ± ۵/۹	۵/۴ ± ۰/۹	۳۶
نر	۳۷۷۱/۴ ± ۳۱۴/۷	۷۵/۴ ± ۳/۸	۶/۴ ± ۰/۹۷	۷
کل	۳۳۲۳/۳ ± ۶۷۷	۶۹/۲ ± ۶/۲	۵/۶ ± ۰/۹۷	۴۳

براساس جدول ۳، حداقل سن ماهی آزاد ۴ سال و حداکثر سن ۷ سال در ترکیب صید مشاهده گردید (میانگین ۵/۶ سال). بیشترین فراوانی سنی مربوط به گروه سنی ۵ سال (۴۰/۵ درصد) و کم‌ترین فراوانی مربوط به ۴ ساله‌ها با ۹/۵ درصد بوده است. میانگین طول ماهی آزاد ۶۹/۲±۶/۲ سانتی‌متر (حداقل ۵۷ و حداکثر ۸۱ سانتی‌متر) و میانگین وزن ۳۳۲۳±۶۷۷ گرم (۲۴۰۰ تا ۵۶۰۰گرم) در ترکیب صید سنجش شد. غالبیت با گروه طولی ۶۳ تا ۷۴ سانتی‌متر بوده و این کلاس طولی ۵۸/۵ درصد از جمعیت مورد مطالعه را تشکیل دادند.

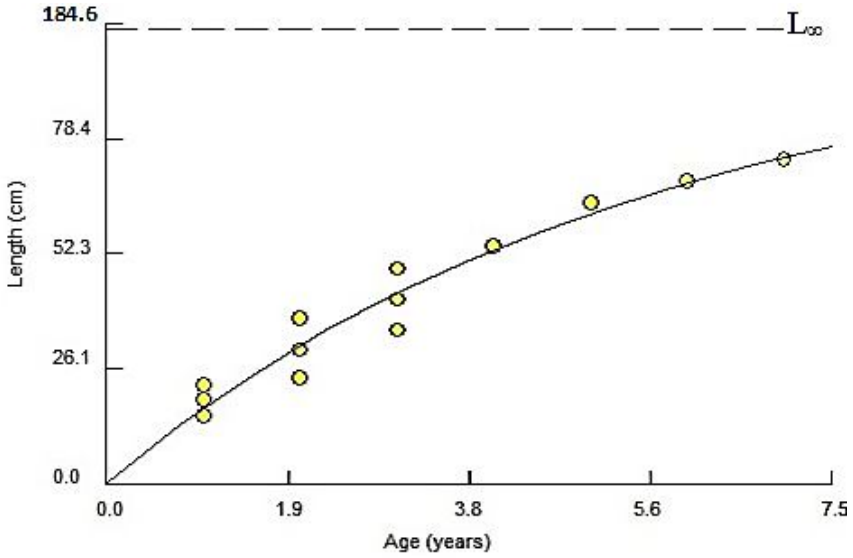
جدول۳- ترکیب سنی، متوسط طول و وزن ماهی آزاد دریای خزر (*S. caspius*) حاصل از صید تجاری در مناطق مختلف غرب استان مازندران (شهرستان تنکابن) سال ۹۴- ۱۳۹۳

	گروه‌های سنی (سال)				
	۴ سال	۵ سال	۶ سال	۷ سال	کل
تعداد	۴	۱۷	۱۱	۱۰	۴۳
طول (سانتی‌متر)	۶۱/۸ ±۵/۱	۶۷/۸±۵/۳	۷۰±۵/۶	۷۴/۵±۴/۵	۶۹/۲±۶/۲
وزن (گرم)	۲۷۲۰±۵۷۱	۳۱۴۱±۵۴۷	۳۳۴۵±۵۴۱	۳۹۱۰±۶۹۹	۳۳۲۳ ±۶۷۷
فراوانی (درصد)	۹/۵	۴۰/۵	۲۶/۲	۲۳/۸	۱۰۰
حداقل و حداکثر طول (سانتی‌متر)	۶۸-۵۷	۷۶-۵۹	۷۸-۶۳	۸۱-۶۷	۸۱-۵۷
حداقل و حداکثر وزن (گرم)	۳۴۰۰-۲۵۰۰	۴۴۰۰-۲۴۰۰	۴۴۰۰-۲۴۰۰	۵۶۰۰-۳۳۰۰	۵۶۰۰ -۲۴۰۰

پارامترهای رشد برتالانفی ضریب رشد (k) و L_∞ (طول مجانب) در این ماهی ۰/۱۸ و ۱۰۴ سانتی‌متر محاسبه گردید. همچنین ضریب فی- پریم مونرو (Ø´) نیز ۳/۲۸۹ بدست آمد. همان‌طوری‌که

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

در تصویر مشاهده می‌شود آهنگ رشد ماهی در سنین جوانی (زیر سن بلوغ) سریع‌تر و بالاتر بوده و پس از ۴ سالگی با آهنگ رشد کمتری به L_∞ نزدیک شده است (شکل ۱).



شکل ۱- رشد ماهی آزاد دریای خزر (*S. caspius*) حاصل از داده‌های پیشینه‌پردازی سال ۱۳۹۳

مقایسه میانگین طول ماهی (براساس داده‌های حاصل از صید تجاری) بین سال‌های ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۱-۱۳۹۰ حاکی از روند کاهشی است و از ۶۷/۵ سانتی‌متر به ۶۳/۵ سانتی‌متر کاهش یافته است ولی داده‌های حاصل از روش پیشینه‌پردازی در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۹۰ افزایش نشان می‌دهد و همین روند در خصوص وزن ماهیان نیز صدق می‌کند (جدول ۵).

جدول ۵- میانگین طول چنگالی (سانتی‌متر) ماهی آزاد دریای خزر (*S. caspius*) در ناحیه ایرانی دریای خزر

سال	میانگین طول (سانتی‌متر)			میانگین وزن (gr)			ضریب چاقی
	تعداد	SD± میانگین	حداقل-حداکثر	تعداد	SD± میانگین	حداقل-حداکثر	
۹۱- ۱۳۹۰	۱۰۱	۶۷/۵±۵	۷۶- ۶۰	۱۰۱	۳۲۴۵/۵±۶۲۲	۲۱۰۰- ۴۲۰۰	۱/۰۵
۹۴- ۱۳۹۳	۹۸	۶۳/۵±۶/۹۸	۸۱- ۴۵	۹۸	۲۸۶۵±۸۳/۷	۱۰۰۰– ۴۱۰۰	۱/۱۱
پیشینه‌پردازی (۹۴-۹۳)	۴۳	۶۹/۲±۶/۲	۸۱- ۵۷	۴۳	۳۳۲۳±۶۷۷/۱	۲۴۰۰ - ۵۶۰۰	۱

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

بحث و نتیجه‌گیری

تعیین سن یکی از پارامترهای مهم در بررسی ساختار جمعیتی می‌باشد. بنابراین توجه به ساختار سنی و پارامترهای رشد این گونه می‌تواند راه‌گشای تصمیم‌گیری آینده واقع گردد. نتایج نشان داد که دامنه سنی ماهیان شامل ۴ تا ۷ سال بوده که نشان‌دهنده این است که مهاجرت ماهیان پس از وقوع سیلاب‌های پاییزی و کاهش دمای آب رودخانه‌ها به کمتر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد به وقوع پیوسته است. با توجه به اینکه زمان مهاجرت ماهی آزاد فرم پاییزه به رودخانه‌ها از مهر تا آذر ماه می‌باشد بنابراین سنین پایین‌تر از سن بلوغ در نمونه‌های مورد مطالعه مشاهده نشد.

یافته‌های حاضر در سال نمونه برداری ۹۴-۱۳۹۳ نشان داد که متوسط طول و وزن و سن در ماهیان ماده به ترتیب ۵/۹ ±۶۸ سانتی‌متر، ۶۹۶/۶±۳۲۳۶ گرم و ۰/۹±۵/۴ سال بوده و این مقادیر در خصوص ماهیان نر بترتیب ۳۷/۸ ± ۷۵/۴ سانتی‌متر، ۳۱۴/۷±۳۷۷۱/۴ گرم و ۰/۹۷±۶/۴ سال بوده که نشان‌دهنده اندازه بزرگ‌تر ماهیان نر نسبت به ماهیان ماده می‌باشد. البته داده‌های فوق در سال ۱۳۹۰-۱۳۹۱ بیش از سال ۱۳۹۳ بود. داده‌های سال ۱۳۹۳ نشان داد که مولدین نر دارای اندازه‌های بزرگ‌تری نسبت به ماهیان ماده بوده‌اند.

بر اساس مطالعات قانی‌نژاد و همکاران (Ghaninejad *et al.*, 2002) متوسط طول و وزن این ماهی (حاصل از صید تجاری) طی سال‌های اخیر در مقایسه با دهه‌های گذشته کاهش یافته و متوسط وزن از حدود ۵ کیلوگرم در سال ۱۳۲۶ به حدود ۲/۵ کیلوگرم در سال ۱۳۸۰ رسیده است. البته هم اکنون نیز کمی رشد نسبت به سال ۱۳۸۰ مشاهده می‌شود.

مطالعات سایر محققین بر کاهش اندازه ماهی آزاد در آب‌های کرانه‌ای ایران دلالت دارد. بطوریکه متوسط وزن این ماهی در سال ۱۳۲۶ برابر ۴/۸ کیلوگرم، در سال ۱۳۵۲ برابر ۳/۵ کیلوگرم و در سال ۱۳۶۵ برابر با ۲/۶۳ کیلوگرم به ثبت رسید. حدود تغییرات وزن این ماهی طی سال‌های فوق به‌ترتیب ۱۲/۷–۱/۸، ۶/۶–۱/۸ و ۵/۲–۰/۷۵ کیلوگرم بوده است (Karimpour and Hoseinpour, 1988; Faridpak, 1947). علاوه بر کاهش وزن، کاهش طول ماهیان نیز در طی سال‌های گذشته اتفاق افتاده، بطوریکه متوسط طول این ماهی در سال ۱۳۲۶ برابر ۷۸ سانتی‌متر بوده ولی در سال ۱۳۵۲ برابر ۶۷ سانتی‌متر و در سال ۱۳۶۵ به مقدار ۶۳ سانتی‌متر رسید. ماهیان صید شده در سال ۱۳۵۲ در گروه‌های سنی ۴، ۵ و ۶ سال قرار داشته‌اند و میانگین طول آن‌ها به‌ترتیب ۴۸، ۶۳ و ۷۷ سانتی‌متر و وزنشان از ۱ تا ۴/۵ کیلوگرم متغیر بوده است (Karimpour and Hoseinpour, 1988; Faridpak,1947). بنابراین در مطالعات سایر محققین میانگین طول ماهی در سنین جوانی به دلیل عدم صید این ماهیان گزارش نشده و مطالعه پیشینه‌پردازی در تحقیق حاضر می‌تواند این نقصان را پاسخ دهد. بنابراین نو و کاربردی بودن تحقیق حاضر به اثبات می‌رسد. کوچک شدن میانگین طول و

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

وزن این ماهی در سال‌های اخیر نشان از فشار وارده بر ذخایر این ماهی و بهره‌برداری غیر اصولی از این ماهی و کاهش چشمگیر تکثیر طبیعی می‌باشد (Abdolmalaki, 2013).

مطابق نتایج بدست آمده از بررسی تنوع ژنتیکی در ماهی آزاد دریای خزر (Navidi, 2006)، جمعیت رودخانه چشمه کیله تنکابن با استفاده از نشانگرهای ریز ماهواره (Microsatellite markers)، پلی‌مورفیسم ژنتیکی در جمعیت ماهی آزاد مشاهده گردید. میزان پلی‌مورفیسم در جمعیت مورد مطالعه (۰/۵) کمتر از مقدار آن در جمعیت اقیانوس اطلس (۰/۷) می‌باشد. تنوع ژنتیکی پایین‌تر فوق در مقایسه با جمعیت اقیانوس اطلس ممکن است به‌دلیل اندازه کوچک جمعیت و عدم اختلاط ژنتیکی بین جمعیت مورد مطالعه و جمعیت‌های دیگر باشد. به گزارش این محققین تغییرات محیط زیست و صید بی رویه ممکن است باعث کاهش هتروزیگوسیتی درجمعیت ماهی مورد مطالعه شده باشد. لازم به ذکر است که ماهی آزاد حوضه جنوبی دریای خزر از دیگر نژادهای آن کوچک‌تر بوده و وزن آن به ۲ تا ۱۲ کیلوگرم می‌رسد.

براساس مطالعات نجارلشگری (Najarlashgari, 2013) میانگین طول و وزن ماهی آزاد صید شده از رودخانه چشمه کیله ۶۶/۹±۴/۴ سانتی‌متر و ۳۰۹۰/۷±۶۲۲/۵ بوده و این مقادیر در خصوص ماهیان آزاد رودخانه کرگانرود ۷۳/۹±۱۳/۸ و ۱۷۸۸/۹ ± ۳۵۸۲/۸ بوده که دارای اختلاف معنی‌بوده‌اند که تفاوت دو جمعیت را نشان می‌دهد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد میانگین ضریب چاقی مولدین ماهی آزاد صید شده طی سال‌های ۹۱-۱۳۹۰، ۹۴-۱۳۹۳ برابر ۱ لغایت ۱/۱ محاسبه شده است. مطالعه عبدالملکی (Abdolmalaki, 2013) نشان داد که میانگین ضریب چاقی مولدین ماهی آزاد صید شده در استان گیلان برابر ۰/۹۵±۰/۱۰۵ با دامنه‌ای از ۰/۷۹ تا ۱/۲۸ محاسبه شد. دامنه سنی ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای بین ۱ تا ۸ سال بوده، ماده‌ها و نرها حدود ۵۲/۱ درصد و ۴۷/۹ درصد از جمعیت را تشکیل دادند. رابطه طول–وزن $W= 0.015* L^{2.9}$ محاسبه شد (Arslan *et al*., 2007).

همانطوری‌که در جدول ۶ مشاهده می‌شود پارامترهای رشد ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای همچون K و L_∞ در مناطق مختلف متفاوت بوده و این مقادیر در مطالعه حاضر (درخصوص ماهی آزاد دریای خزر) مطلوب‌تر از قزل‌آلای قهوه‌ای در سایر مناطق بوده است.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

جدول ۶– مقایسه پارامترهای رشد برتالانفی و فی پریم ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta*) و گونه آزاد دریای خزر (*S. caspius*) ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای در مکان‌های مختلف.

نویسنده	منطقه مطالعاتی	L_∞(cm)	K(year $^{-1}$)	فی پریم
Crisp and Beaumont (1995)	Afon Dyfi, UK	۲۱/۶	۰/۳۴	۲/۲
Lobon-Cervia *et al*. (1986)	River Ucero	۶۵/۹۴	۰/۱۸	۲/۸۹
Lobon-Cervia *et al*. (1986)	River Avion Millanos, Spain	۶۴/۰۴	۰/۱۸	۲/۸۷
Arslan, *et al*. (2007)	Aksu stream , Turkey	۳۲/۱۳	۰/۱۲	۲/۰۹
مطالعه حاضر (داده‌های واقعی)	سواحل ابرانی خزر جنوبی	۷۸/۸	۰/۳۸	۳/۳۷۳
مطالعه حاضر (داده‌های حاصل از پیشینه‌پردازی)	سواحل ابرانی خزر جنوبی	۱۰۴	۰/۱۸	۳/۲۸۹

مقایسه میانگین‌ها در مطالعه حاضر نشان داد که طول و وزن ماهی در جنس‌های نر و ماده تفاوت معنی‌دار داشتند. بنابراین ماهیان نر و ماده از نظر جثه و اندازه با یکدیگر تفاوت داشته و نرها بزرگ‌تر بوده‌اند که این موضوع حاکی از رشد بهتر نرها بوده و به لحاظ فراوانی غالبیت با ماده‌ها بوده است.

ترکیب جنسی مولدین صید شده در رودخانه چشمه کیله تنکابن در سال‌های مختلف متفاوت است. در سال ۱۳۶۲، ۳۵٪ ماهیان نر و ۶۵٪ ماده و این نسبت در سال ۱۳۸۶ به ۴۵٪ نر و ۵۵٪ ماده تغییر یافته است. مطالعات نسبت جنسی در سال ۱۳۹۳ (مطالعه حاضر) نشان داد که ماده‌ها با ۷۲/۳ درصد و نرها با ۲۷/۷ درصد جمعیت مورد مطالعه را تشکیل دادند و غالبیت با ماده‌ها بوده است.

ممکن است این تغییرات به سبب تغییرات اکولوژیک و فعالیت تکثیر مصنوعی ماهی پدید آمده باشد (Pashazanousi *et al.*, 2013). اوج مهاجرت به رودخانه‌ها در شرایط سیلابی یا پرآبی رودخانه‌ها و دمای آب کمتر از ۱۸ درجه در اواسط آبان ماه و بهترین ساعت صید مولد از نظر تعداد، ۲ تا ۵ صبح است. براساس گزارش عملکرد مرکز بازسازی ذخایر آزاد ماهیان شهید باهنر کلاردشت (۹۱-۱۳۹۰)، متوسط وزن مولدین ماده تکثیر شده ۲۵۳۰ گرم، تعداد تخم در یک گرم ۱۲ عدد بوده است.

دامنه سنی ماهی آزاد دریای خزر در مطالعه حاضر۰ تا ۷ سال بوده است. گروه‌های سنی ۴، ۵، ۶ و ۷ سال به‌ترتیب ۹/۵، ۴۰/۵، ۲۶/۲ و ۲۳/۸ درصد از جامعه مورد مطالعه را تشکیل داده‌اند. همانطوری‌که ملاحظه می‌شود گروه‌های سنی ۵ سال و بالاتر حداکثر بوده و ماهیان پس از رسیدن به سن بلوغ جهت تخمریزی به طرف سواحل و رودخانه‌ها مهاجرت تولیدمثلی انجام داده‌اند.

در مطالعه حاضر، اندازه ماهی آزاد دریای خزر در ترکیب صید تجاری از ۵۷ تا ۸۱ سانتی‌متر متغیر بوده و چون این دامنه طولی در حد بلوغ جنسی و بالاتر از آن می‌باشد این ماهیان به هنگام مهاجرت تولید مثلی به رودخانه‌ها، در محل‌های نزدیکی دهانه و داخل رودخانه صید می‌گردند بنابراین شناخت

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

ساختار از تعیین متوسط طول در زیر سن بلوغ (دوران جوانی) براساس مطالعات پیشینه‌پردازی در سال ۱۳۹۳، متوسط طول ماهی در سنین یک، دو و سه سالگی دارای میانگین طول ۱۸/۹۸±۳/۵، ۳۰/۵±۷/۲۴ و ۴۱/۷±۹/۱ سانتی‌متر بوده و چون این گروه‌های سنی زیر سن بلوغ بوده بنابراین در فصول تخمریزی به ساحل نزدیک نمی‌شوند و در ترکیب صید مشاهده نمی‌گردند. میانگین وزن ماهی آزاد در سال‌های ۱۳۲۶، ۱۳۵۲، ۱۳۶۵ به‌ترتیب ۴۸۶۵، ۳۹۴۸، ۲۶۲۷ گرم بوده میانگین‌های طول در سال‌های مذکور به‌ترتیب ۷۸۰، ۶۷۰ و ۶۳۰ میلی‌متر تعیین شد (Naderi and Abdoli, 2004).

نتایج نشان داد که میانگین طول این گونه در طی ۶۰ سال به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده و از ۷۷/۶ سانتی متر در سال ۱۳۳۶ به ۵۹/۸ سانتی متر در سال ۱۳۸۶ و در سال ۱۳۹۳ به ۶۹ سانتیمتر (نتایج پیشینه‌پردازی) رسیده است. ملاحظه می‌گردد که اندازه ماهی طی سال‌های اخیر اندکی رشد نشان داده که جای امیدواری است.

جدول ۷- مقایسه متوسط طول در سنین مختلف ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta*) و گونه آزاد دریای خزر (*S. caspius*)

نویسنده		منطقه مورد مطالعه	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
Campbell, 1971		Loch lanish	۸/۷	۲۱/۲	۳۶/۱	۴۳/۱	۵۰/۲	۵۷/۱	۶۳			
“	“	LCarn a huillin	۴/۵	۱۳	۲۵/۸	۳۴/۴	۴۰	۴۴				
“	“	Loch Rannoch	۵/۷	۱۲/۶	۱۹/۸	۲۴/۸	۲۸/۸	۳۱/۸	۳۷/۸	۴۶	۵۸/۸	۶۲/۱
“	“	Loch Einich	۳/۶	۹/۲	۱۴/۶	۱۸/۷	۲۰/۹	۲۴/۲	۲۸	۳۱	۳۶/۵	
مطالعه حاضر		سواحل ایرانی دریای خزر		۱۸/۹۸	۳۰/۵	۴۱/۷	۵۳/۹	۶۳/۷	۶۸/۶	۷۴		

ماهی آزاد دریای خزر در مقایسه با قزل‌آلای قهوه‌ای سایر مناطق دارای رشد به مراتب بهتری به خصوص در سنین بالا می‌باشد. البته این موضوع به ژنتیک، محیط لب‌شور آب دریای خزر (حالت ایزواسموتیک)، تغذیه و سایر شرایط محیطی وابسته است (جدول ۷).

میانگین طول مسن‌ترین ماهیان (L_∞) و ضریب رشد (K) در خصوص ماهی آزاد دریای خزر در حد قابل قبولی بوده که این موضوع رشد مناسب این ماهی در آب دریا را نشان می‌دهد ولی رشد این ماهی طی زندگی دوران جوانی در آب شیرین (رودخانه‌ها) به مراتب پایین‌تر است (Sayyadbourani *et al.*, 2015). این پارامترها در خصوص این ماهی در مکان‌ها و در جنسیت‌های مختلف متفاوت است که ممکن است با تفاوت‌های ژنتیکی برای نائل شدن به سن بلوغ جنسی بین جنسیت‌ها مربوط باشد. با توجه به مشخص بودن مقادیر L_∞ وضریب رشد، رشد می‌تواند به وسیله فی پریم نیز قضاوت شود. در

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

مطالعه حاضر این شاخص برای ماهی آزاد دریای خزر در حد خوبی (۳/۳) در مقایسه با همین گونه در مناطق مختلف می‌باشد.

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که میانگین طول مسن‌ترین ماهیان (L_∞) و ضریب رشد (K) درخصوص ماهی آزاد دریای خزر در حد قابل قبولی بوده که این موضوع رشد مناسب این ماهی در آب دریا را نشان می‌دهد ولی رشد این ماهی طی زندگی دوران جوانی در آب شیرین (رودخانه‌ها) به مراتب پایین‌تر است. در ضمن شاخص‌های رشد ماهی آزاد دریای خزر در مقایسه با سایر گونه‌های قزل‌آلای قهوه‌ای (در مناطق مختلف) مناسب‌تر می‌باشد. البته این شاخص‌ها در جمعیت‌های مختلف ماهی آزاد دریای خزر (منطقه کورا، منطقه گیلان، منطقه مازندران) نیاز به مطالعه دارد. طی سال‌های اخیر، فاکتورهای زیستی و تولید مثلی، اندازه آزاد ماهی دریای خزر تغییر چشمگیری در مقایسه با دهه‌های گذشته (خصوصا دهه ۲۰ الی ۳۰) از خود نشان داده است به‌طوری‌که وزن ماهی از حدود ۵ کیلوگرم به حدود ۲/۵ الی ۳ کیلوگرم و طول ماهی از حدود ۷۷ سانتی‌متر به ۵۹ سانتی‌متر و سایر فاکتورهای تولید مثلی نیز کاهش یافته است که حفاظت از این گونه با ارزش ژنتیکی و منحصر به فرد در دریای خزر و مهیا نمودن ظرفیت تخمریزی طبیعی با لحاظ نمودن شرایط مناسب زیست محیطی از نکات ضروری می‌باشد.

منابع

Abdolmalaki Sh. 2013. Preparing broodstock of *Salmo trutta Caspius* from Guilan Province Rivers. Iranian Fisheries Science Research Institute. Research Report No. 47414. 36 P. (In Persian).

Abdolmalaki Sh., Sayyad bourani M. 2004. Stock assessment of bony fishes in Iranian part of the Caspian Sea. Iranian Fisheries Science Research Institute. 154 P. (In Persian).

Arslan M., Yildirim A., Bektafi S., Atasever A. 2007. Growth and Mortality of the Brown Trout (*Salmo trutta* L.) Population from Upper Aksu Stream, Northeastern Anatolia, Turkey. Turkish Journal of Zoology, 31: 337-346.

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 Biology, 3: 1-28.

Crisp D.T., Beaumont W.R.C. 1995. Trout (*Salmo trutta*) population of the Afon Cwm, a small tributary of the Afon Dyfi, Mid-Wales. Journal of Fish Biology, 46: 703-716.

Faridpak F. 1947. Fecundity Capacity of *Salmo trutta Caspius*. Center of Science and Technology of Ichthyology, Fisheries Company in Iran, Anzali. 16 P. (In Persian).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

Ghaninejad D., Moghim M., Abdolmalaki Sh., Sayyadbourani M. 2002. Stock assessment of bony fishes in Iranian part of the Caspian Sea. Iranian Fisheries Science Research Institute, Project Report. 98 P. (In Persian).

Karimpour M., Hoseinpour N. 1988. Caspian Salmon (*Salmo trutta caspius*). Iranian Fisheries Science Research Institute. 134 P. (In Persian).

Kazancheyev E.N. 1981. Fishes of the Caspian Sea. Food Industry Publication, Moscow. 166 P. (In Russian).

Kiabi B., Abdoli A., Naderi M. 1999. Status of the fish fauna in the South Caspian Basin of Iran. Zoology in the Middle East, 18: 57-65.

Lobon-Cervia J., Montanes C.M., Sostoa A. 1986. Reproductive ecology and growth of a population of brown trout (*Salmo trutta* L.) in an aquifer-fed stream of Castile (Spain). Hydrobiologia, 135: 81-94.

Martinson E.C., Masuda M.M., Helle J.H. 2000. Back-calculated fish lengths, percentages of scale growth and scale measurement methods used in studies of salmon growth. NPAFC Bulletin, 2: 331-336.

Moralez-Nin B. 1992. Determination of growth in bony fishes from otolith microstructure FAO fisheries technical paper 322, FAO, Rome, Italy. 51 P.

Naderi M., Abdoli A. 2004. Fish Species Atlas of South Caspian Sea Basin (Iranian Waters) Abzian Publications, Tehran. 238 P. (In Persian).

Najarlashgari S. 2013. Study of genetic diversity in Caspian trout (*Salmo trutta caspius*) in the 5 rivers ended to the Iranian part of the Caspian Sea. PhD Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. 165 P. (In Persian).

Navidi R. 2006. Study of genetic diversity in Caspian trout (*Salmo trutta caspius*) using Microsatellite markers in the Cheshmehkileh river (Tonekabon Zone).The second of International Conference on Biology, Iran. pp: 345-346. (In Persian).

Pashazanousi A., Dorafshan S., Ebrahimzadeh M. 2013. Caspian trout (*Salmo trutta caspius*). Nashre Amokhteh Publication, Esfehan. 172 P. (In Persian).

Parafkandeh F. 2008. Age determination in aquatic animals. Iranian Fisheries Science Research Institute. 139 P. (In Persian).

Pauly D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews. (8). 325 P.

Sanders M.J., Kedidi S.M. 1983. Introduction to stock assessment, project for the development of fishes in areas of the red sea and gulf of Aden, FAO, Rome, Italy. 138 P.

Sayyad bourani M., Abtahi B., Bahmani M. 2007. Determination of suitable size for releasing of *Salmo trutta caspius* juveniles by osmoregulation ability. Iranian Fisheries Science Research Institute, Report number: 86/1568. 56 P. (In Persian).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]

Sayyadbourani M., Maghsoudiehkohan H., Daghigh roohi J. 2015. The feasibility study for culture of *Salmo trutta caspius* by brackish water. Iranian Fisheries Science Research Institute, Reportnumber: 43420. 116 P. (In Persian).

Sparre P., Ursin E., Venema S.C. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper, Rome, Italy. 333 P.

Thomson J.M. 1957. Interpretation of the scales of the yellow-eye mullet *Aldrichetta forsteri* (Mugilidae). Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 8(1): 14-28.

Vicentin W., Santos F., Suarez V. 2013. Population ecology of Red-bellied Piranha *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 (Characidae: Serrasalminae) in the Negro River, Pantanal, Brazil. Environmental Biology of Fishes, 96(1): 57-66.

Von Bertalanffy L. 1938. A quantitative theory of organic growth. Human Biology, 10(2): 181-213

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-06]