پارامتر های رشد قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) فرار کرده از قفس های دریایی در سواحل جنوبی دریای خزر

مهدی نادری جلودار[1*]، عارفه سادات میرحجازی[2] و ابوالقاسم روحی[1]

۱- سازمان آموزش، تحقیقات و ترویج وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر، ساری، ایران

۲- گروه شیلات، مؤسسه آموزش عالی خزر، محمودآباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۹

چکیده

قزل آلای رنگین کمان یکی از ۱۰۰ گونه غیربومی مهاجم دنیا بوده و بررسی خصوصیات زیست شناختی نمونه های فرار کرده از قفس های دریایی در سواحل مازندران شامل نسبت جنسی، رابطه طول و وزن و رشد ضروری می‌باشد. به منظور بررسی پارامتر های رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان، تعداد ۹۰ عدد نمونه از این گونه در فاصله زمانی مهر ۱۳۹۶ تا اردیبهشت ۱۳۹۸ از پره های صیادی ماهیان استخوانی بخش های غربی و مرکزی سواحل مازندران جمع آوری گردید. نسبت جنسی نر به ماده ۱/۰۴ بود و اختلاف معنی داری بین آنها وجود نداشت ($P>0/05$). نتایج نشان داد که میانگین طول و وزن ماهیان صید شده به ترتیب برابر با ۱/۰۳ ± ۳۱/۸۲ سانتی متر و ۴۴/۰۲ ± ۵۴۶/۰۵ گرم بود. نمونه های ماهیان صید شده شامل ۴ گروه سنی ($^{+}1$ الی $^{+}4$) بودند که گروه سنی $^{+}1$ از بیشترین فراوانی نسبی برخوردار بود، بطوری که ۳۵/۶ درصد از فراوانی نمونه ها را تشکیل می‌داد. الگوی رشد این گونه آلومتریک منفی $W= 0/038\times L^{2/7}$ بود. در جنسیت های مختلف نیز آلومتریک منفی بود، بطوری که رابطه طول و وزن در جنس ماده $W= 0/07\times L^{2/6}$ و در جنس نر $W= 0/11\times L^{2/4}$ بدست آمد. معادله وان برتالانفی $L_t =78/68\{1- EXP[-0/67 (t + 0/05)]\}$ برآورد گردید. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که فرار ماهی از قفس در سال های مختلف اتفاق افتاده و امکان زندگی اولیه و سازگاری با اکوسیستم دریای خزر برای این گونه غیر بومی با شرایط محیطی آن به لحاظ میزان شوری، دما و تغذیه فراهم می‌باشد.

کلمات کلیدی: قزل آلای رنگین کمان، *Oncorhynchus mykiss*، رشد، قفس، سواحل مازندران.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). naderi_j@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.6.0]

مقدمه

در سال های اخیر فراوانی ماهیان غیر بومی در حوضه جنوبی دریای خزر افزایش یافته اند و حدود ۱۷ درصد از گونه های این منطقه را به خود اختصاص داده اند (عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷). ماهی قزل آلای رنگین کمان یک گونه غیر بومی بوده و در لیست ۱۰۰ گونه مهاجم دنیا قرار دارد(Okumus, 2000). اگرچه پرورش ماهی در قفس از مدتها قبل در دنیا سابقه داشته و در محافل علمی کشور این روش مورد بررسی جدی قرار دارد، ولی بدون در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی آسیب جبران ناپذیری بر اکوسیستم دریای خزر که زیستگاه بسیاری از گونه های ماهیان از جمله مهمترین گونه های ماهیان خاویاری دنیا و آزاد ماهی دریای خزر می‌باشد وارد می‌نماید (Aladin and Plotnikov, 2004).

در حال حاضر مهمترین استراتژی شیلات ایران در پاسخ به تأمین نیاز های غذایی کشور، پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در دریای خزر به روش پرورش در قفس های دریایی می‌باشد. براساس سالنامه آماری شیلات ایران در سال ۱۳۹۷ میزان تولید قزل آلای رنگین کمان در قفس های دریایی در سواحل جنوبی دریای خزر ۵۸۰ تن با متوسط وزن هر عدد ماهی ۹۰۰ گرم گزارش گردید. بدین ترتیب تعداد ماهیان قزل آلای رنگین کمان تولید شده در قفس های دریایی در سواحل جنوبی دریای خزر بیش از ۶۴۴۰۰۰ عدد بوده است (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۷). سالانه ۱ الی ۲ درصد از ماهیان از قفس های پرورشی فرار می‌کنند (Jenssen *et al.*, 2010). در یک دریاچه آب شیرین لهستان گزارش گردید که سالانه ۴-۱ تن ماهیان از قفس های پرورشی فرار کردند (Penczak *et al.*, 1982). در مطالعه دیگری در نروژه فرار ماهی قزل آلای رنگین کمان از قفس های پرورشی را به مقدار ۱/۹-۱/۲ درصد گزارش کردند (Rikardsen and Sandring, 2006). معمولا فرار ماهیان از قفس ها کمتر از میزان فرار واقعی گزارش می‌شوند (Fiske *et al.*, 2006).

ورود این گونه غیر بومی به اکوسیستم دریای خزر با در نظرگرفتن برخی خصوصیات زیست شناختی آن تأثیرات جدی بر پویایی جمعیت و ساختار جمعیتی گونه های ماهیان این منطقه بویژه ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo caspius*) به عنوان گونه انحصاری (endemic) خواهد داشت (Coad and Abdoli, 1993). باتوجه به اینکه سازمان شیلات ایران سالیانه هزینه زیادی در بازسازی ذخایر تعدادی از گونه های ماهیان اقتصادی از جمله ماهی سفید دریای خزر می‌نماید و از طرفی تأثیر قزل آلای رنگین کمان فرار کرده از قفس های دریایی بر فون ماهیان دریای خزر، این‌گونه مطالعات بر روی پارامترهای رشد، مرگ و میر، نرخ بقاء، رفتار تولید مثلی و استراتژی غذایی قزل آلای رنگین کمان فرار کرده از قفس های دریایی در این حوضه ضروری بنظر می‌رسد. پارامتر های رشد ماهی می‌تواند اطلاعات اساسی دربارۀ ساختار جمعیتی و طول عمر جمعیت را مشخص ساخته و تأثیر فاکتورهای محیطی منطقه خاص را بر روی پویایی جمعیت گونه های ماهیان نمایان سازد.

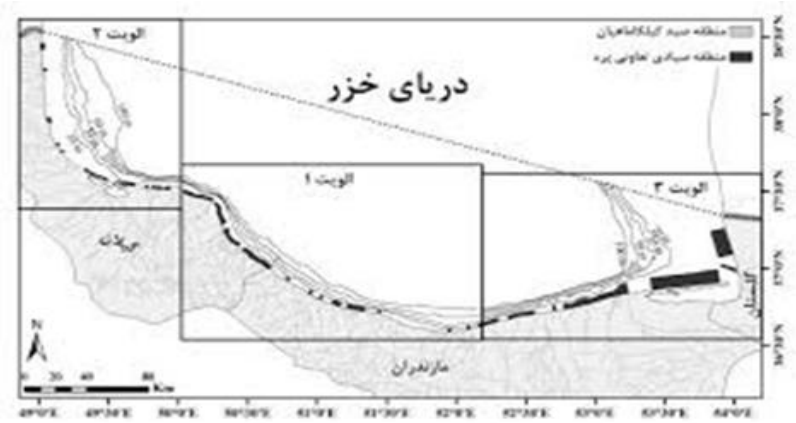
مواد و روش ها

تحقیق حاضر در سواحل جنوبی دریای خزر در استان مازندران صورت گرفت. با در نظر گرفتن قفس های دریایی (بیش از ۹۰ درصد قفس ها در سواحل

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.6.0]

مازنـدران اسـتقرار دارنـد) و پـراکنش مـاهی قـزل آلای رنگین کمان فرار کرده از قفس هـا در سـواحل جنـوبی دریـای خزر(سـازمان شـیلات ایـران، ۱۳۹۷؛ دریـانبرد و همکاران، ۱۳۹۶)، نمونه برداری ماهیان از پره های صید ماهیـان اسـتخوانی در بخـش هـای غربـی و مرکـزی مازنـدران، بـه صـورت ماهانـه از اوایـل مهـر ۱۳۹۶ تـا اردیبهشت ۱۳۹۸ صورت گرفت و در مجموع طی دوره فعالیت پـره هـا بـه تعـداد ۹۰ عـدد مـاهی صـید و جمـع آوری گردید (شکل۱).



شکل۱: محل های اسقرار قفس های دریایی و موقعیت ایستگاه های نمونه برداری در سواحل جنوبی دریای خزر (دریانبرد و همکاران، ۱۳۹۶)

نمونه های ماهیان صید شده، بلافاصله به آزمایشگاه جهت زیسـت سـنجی انتقـال داده شـدند (Kim *et al.*, 2008; Bagenal, 1978). در آزمایشـگاه نمونـه هـا بـا استفاده از تخته بیومتری زیست سنجی شدند، طول کـل با دقت ۱ میلی متر و وزن کل با دقـت ۰/۱ گـرم انـدازه گیری شدند. سپس ماهیان تعیین جنسیت شـدند و بـرای تعیین سن نمونه ها از اپرکولوم و فلـس ماهیـان اسـتفاده گردید.

برای تعیـین رابطـه طـول و وزن از فرمـول $W=aL^b$ استفاده شد که **W:** وزن بـه گـرم، a: ضـریب ثابـت، L: طول کل به میلی‌متـر و b: شـیب خـط رگرسـیون رابطـه طول با وزن است که b معمـولا عـددی بـین ۲ و ۴ مـی باشـد. اگـر b بدسـت آمـده مسـاوی ۳ باشـد، رشـد ایزومتریک واگرمخالف ۳ باشد آلومتریک خواهد بـود (Pauly and Munro, 1984).

مقدار b بدست آمده از رابطه توانی طـول- وزن بـا عدد ۳ مقایسه گردیـد. جهـت محاسـبه آزمـون t ابتدا با گرفتن لگاریتم طبیعی از مقادیر طول کـل و وزن کـل، رابطه نمـایی بـه رابطـه خطـی تبـدیل شـد (Pauly and Munro, 1984):

$$LnT_W=Lna+b\ LnTL$$

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

کـه در آن: Sd (L) :انحـراف از معیـار لگـاریتم طبیعی طـول کـل؛ Sd (W) :انحراف از معیـار لگـاریتم طبیعی وزن کل؛ r^2: ضریب تشـخیص بـین طـول کـل و وزن کل؛ b: توان در رابطه نمایی بین طـول کـل و وزن کل؛ n : تعداد نمونه‌ها

چنانچه t محاسباتی با درجه آزادی n-۲ کـوچکتر از t جدول باشـد، رشـد ایزومتریـک و اگـر از t جـدول بزرگتر باشد، رشد آلومتریک خواهد بود (Pauly and Munro, 1984).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.6.0]

از معادله رشد وان برتالافی برای تخمین طول بی-نهایت استفاده شد (Bertalanffy, 1938). در این معادله L_t: طول ماهی در سن t ، L_∞: طول بی‌نهایت، K: ضریب رشد و t_0: سن ماهی در طول صفر.

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

تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده با نرم افزار آماری SYSTAT 9 و با استفاده از آزمون استیودنت تست جهت مقایسه میانگین طول و وزن بین دو جنس نر و ماده انجام شد. در ابتدا داده های بدست آمده نرمال سازی شد و با روش کولموگروف- اسمیرنوف مورد آزمون قرار گرفت. در سطح اطمینان ۵ درصد (P=۰/۰۵) استفاده شد (Conover, 1980) و ترسیم نمودارها با بسته نرم افزاری EXCEL 18 انجام شد.

نتایج

در این پژوهش تعداد ۹۰ عدد ماهی قزل آلای رنگین کمان از بخش های مرکزی و غرب سواحل مازندران جمع آوری شد. از این تعداد ۴۶ نمونه متعلق به جنس نر و ۴۴ نمونه متعلق به جنس ماده بود (جدول ۱). نسبت جنسی نر به ماده ۱/۰۴ می‌باشد که از نظر آماری اختلاف معنی داری بین تعداد جنس نر و ماده وجود نداشت (P>۰/۰۵). بین میانگین طول کل جنس نر و ماده اختلاف معنی داری وجود نداشت (P>۰/۰۵)، در حالی که بین میانگین وزن کل جنس نر و ماده اختلاف معنی داری وجود دارد (P<۰/۰۵). بیشترین فراوانی سنی کل نمونه های ماهیان صید شده قزل آلای فرار کرده از قفس های دریایی، متعلق به گروه سنی ۱ ساله بوده و ۳۵/۶ درصد نمونه ها را تشکیل می‌داد (جدول ۲). اگرچه بین میانگین وزن کل در جنسیت های مختلف در کل گروه های سنی اختلاف معنی داری وجود داشت ولی بین میانگین های طول و وزن جنسیت های مختلف در هریک از گروه های سنی اختلاف معنی داری وجود نداشت (P>۰/۰۵).

جدول ۱: تعداد، نسبت جنسی و میانگین های طول کل(TL) و وزن کل(TW) نمونه های قزل آلای رنگین کمان صید شده

متغیر	تعداد نمونه	S.D± میانگین طول کل	کمینه و بیشینه	S.D± میانگین وزن کل	کمینه و بیشینه
نر	۴۶	۳۳/۱۷±۱/۰۵	۴۸-۱۹	۴۸۹/۹۷±۴۰/۲۷	۱۱۰۰-۲۰۰
ماده	۴۴	۳۰/۴۲۵±۱/۷۸	۵۶-۱۳	۶۰۴/۶۷±۷۹/۲۱	۲۲۳۰-۱۵۶
کل	۹۰	۳۱/۸۲±۱/۰۳	۵۶-۱۳	۵۴۶/۰۵±۴۴/۰۲	۲۲۳۰-۱۵۶

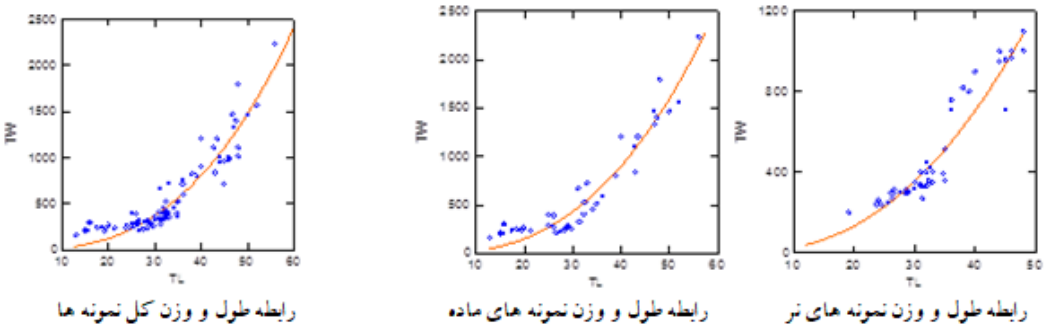
جدول ۲: ساختارهای سنی، طولی و وزنی در جنسیت های مختلف نمونه های قزل آلای رنگین کمان صید شده

سن (سال)	پارامتر	نر	تعداد	ماده	تعداد	P
۱+	طول (سانتی‌متر)	۲۸/۵۴±۲/۹۲	۱۷	۲۸/۰۰±۳/۳۰	۱۵	۰/۷۶۶
	وزن (گرم)	۲۴۵/۲±۶۷/۵		۲۵۶/۲±۶۳/۳		۰/۵۲۶
۲+	طول (سانتی‌متر)	۳۴/۰۰±۸/۹۵	۱۱	۳۳/۹۱±۹/۳۵	۱۰	۰/۵۱۴
	وزن (گرم)	۴۸۰ ./۶±۱۰۷/۵		۴۹۳./۱±۱۲۰/۵		۰/۳۸۸
۳+	طول (سانتی‌متر)	۳۸/۸۳±۲/۴۸	۱۲	۳۷/۴۱±۶/۳۳	۱۱	۰/۴۱۷
	وزن (گرم)	۶۸۰/۰±۱۶۶/۵		۷۷۰/۹±۲۳۴/۴		۰/۲۱۶
۴+	طول (سانتی‌متر)	۴۰/۰۳±۶/۳۴	۶	۴۱/۵۰±۱۴/۵۴	۸	۰/۵۷۷
	وزن (گرم)	۹۵۰/۲±۱۵۰/۰		۱۴۵۰/۲±۷۵۷/۰		۰/۱۱۹

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.6.0]

الگوی رشد این گونه در کل آلومتریک منفی بوده ($W=۰/۰۳۸\times L^{۲/۷}$؛ $b=۲/۷$)، در جنسیت های مختلف نیز آلومتریک منفی بود، بطوری که رابطه طول و وزن در جنس ماده ($W=۰/۰۷\times L^{۲/۶}$ $b=۲/۶$) و در جنس نر ($W=۰/۱۱\times L^{۲/۴}$ $b=۲/۴$) می‌باشد(شکل ۲).

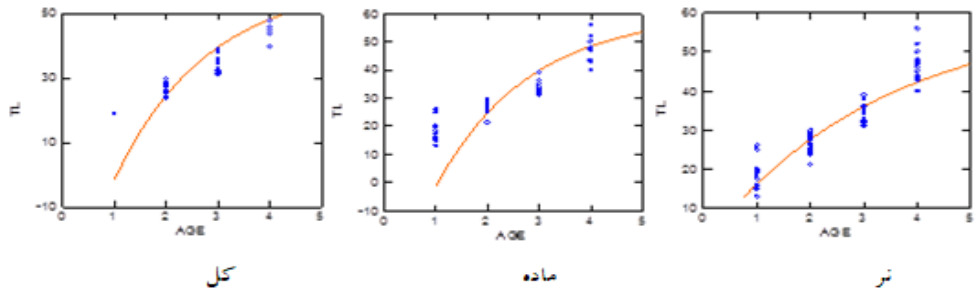


شکل ۲: الگوی رشد (رابطه طول و وزن) کل ماهی قزل آلای رنگین کمان صید شده، ماده و نر

منحنی رشد وان برتالانفی نشان داد با افزایش سن، میزان درصد نسبی رشد طولی کاهش یافت و در نهایت روند افزایش سن در منحنی به سمت ثابت شدن میانگین طول متمایل شد. با افزایش سن در ماهیان، شیب رشد طولی کاهش یافت، به طوری که در نهایت روند افزایشی سن نیز در منحنی به سمت ثابت شدن میانگین طول متمایل شد. این گونه در کل با آهنگ رشد ۰/۶ به حداکثر طول پیش بینی شده نزدیک می‌شود که حداکثر طول تخمینی برای ماهی برابر با ۷۸/۶۹ سانتی متر به دست آمد ($k=۰/۶۷$؛ $t_0=-۰/۰۵$). مقایسه پارامترهای رشد در جنسیت های مختلف نشان می‌دهد که آهنگ رشد در جنس نر و جنس ماده مشابه بوده و با یک آهنگ نزدیک به هم به طول بی‌نهایت (حداکثر طولی که ماهی در طول عمر خود به آن می‌رسد) خود می‌رسند (شکل ۳ و جدول ۳).

جدول ۳: پارامترهای رشد ون برتالانفی نمونه های قزل آلای رنگین کمان صید شده

متغیر	کل	کمینه و بیشینه	نر	کمینه و بیشینه	ماده	کمینه و بیشینه
$L\infty$	۶۰	۷۸/۶۹–۴۱/۳۱	۶۰	۷۷/۲۸–۴۲/۷۲	۶۰	۸۷/۵۴–۴۲/۷۲
k	۰/۶۷	–	۰/۸	۱/۳۳–۰/۲۷	۰/۸	۱/۵۳۷–۰/۰۶
t_0	–۰/۰۵	–۰/۰۷–۰/۰۳	–۱/۰۴	–۱/۳۵–۰/۲۷	–۱/۰۴	–۱/۲۲–۰/۸۶



شکل ۳:منحنی رشد وان برتالانفی نمونه های قزل آلای رنگین کمان صید شده در کل، ماده و نر

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.6.0]

گنادهای جنسی برخی از نمونه های ماهیان ماده صید شده تا مرحله ۴ رسیدگی جنسی رسیده بودند. بعد از وزن کل تخمدان تعداد ۱۱ نمونه ماهی قزل آلای رنگین کمان، از هریک از ۳ قسمت ابتدایی، میانی و انتهایی تخمدان ۱ گرم برداشت شده و تعداد تخمک ها شمارش شدند، براین اساس بطور متوسط همآوری مطلق آن ۱۲۵ ± ۲۹۰۶ عدد تخمین زده شد که قطر متوسط تخمک ها ۴/۱ میلی متر اندازه گیری گردید. با توجه به اهداف این مطالعه از آنجایی که تعداد نمونه های مورد بررسی به منظور تعیین هم آوری کم بوده لذا به روش بررسی کامل آن توجه نگردید. این نتایج نشان می دهد که امکان بلوغ جنسی نمونه های ماهیان فرار کرده از قفس ها در اکوسیستم دریای خزر وجود دارد.

بحث

اطلاعات ناچیزی در مورد گونه غیربومی ماهی قزل آلای رنگین کمان در آبهای داخلی ایران وجود دارد(Coad, 1995؛ عبدلی و نادری، ۱۳۸۷). اغلب مطالعات انجام شده در خصوص اثر زیستگاه بر ماهیان با تمرکز بر عوامل غیر زنده اقلیمی انجام گرفته است (Shepherd *et al.*, 1984; Myers, 1998).

در نروژ ۳/۹۳ میلیون عدد ماهی سالمون آتلانتیک (*Salmo salar*)، ۰/۹۸ میلیون عدد ماهی قزل آلای رنگین کمان و ۱/۵ میلیون عدد کاد آتلانتیک (*Gudus morhua*) طی سال های ۲۰۰۱ الی ۲۰۰۹ از قفس های پرورش ماهی فرار کردند (Jenssen *et al.*, 2010). در مجموع فرار ماهی قزل آلای رنگین کمان از قفس های دریایی در نروژ به مقدار ۱/۹-۱/۲ درصد گزارش شد (Rikardsen and Sandring, 2006). معمولا فرار ماهیان از قفس ها کمتر از میزان فرار واقعی گزارش می‌شوند(Fiske *et al.*, 2006). میزان تولید قزل آلای رنگین کمان در سال ۱۳۹۷ در قفس های دریایی در سواحل جنوبی دریای خزر ۵۸۰ تن و بیش از ۶۴۴۰۰۰ عدد بود (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۷). در حال حاضر علیرغم اینکه میزان فرار این گونه پرورشی از قفس های دریایی در سواحل جنوبی دریای خزر مشخص نیست، اما نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تعداد قابل توجه ای از ماهیان از قفس ها وارد اکوسیستم دریای خزر شدند که با سایر مطالعات از یک همسویی برخوردار می‌باشد. در مطالعه دیگری فرار ماهیان از قفس های دریایی در نروژ طی سال های ۲۰۰۶ الی ۲۰۰۹ عمدتا بدلیل نقص تجهیزات، نقص اجرا و عوامل بیرونی صورت گرفت(Swartz, 2012)، که عوامل اشاره شده در میزان فرار ماهیان در پژوهش حاضر نیز موثر خواهند بود.

نتایج مطالعات دیگران نشان داد که تعیین دقیق نرخ بقای قزل آلای رنگین کمان فرار کرده از قفس های دریایی مشکل بوده ولی در کل این نرخ از ماهیانی که بصورت وحشی در طبیعت زندگی می‌کنند کمتر می-باشد (Einum and Fleming 2001; Saloniemi *et al.*, 2004). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نمونه های ماهیان صید شده از گروه های سنی و طولی مختلف بودند. بنابراین فرار ماهی از قفس های دریایی در سال های مختلف اتفاق افتاد، اگرچه در این مطالعه ضریب بقا (مرگ و میر صیادی و طبیعی) محاسبه نگردید ولی امکان زندگی اولیه و سازگاری با اکوسیستم دریای خزر برای این گونه غیر بومی با شرایط محیطی آن به لحاظ میزان شوری، دما و تغذیه فراهم بوده و از این

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.6.0]

نظر با مطالعات اشاره شده از یک همسویی برخوردار می‌باشد.

مطالعات اندکی در مورد رفتار و پراکنش قزل آلای رنگین کمان فرار کرده از قفس های دریایی وجود دارد، نتایج این مطالعات نشان دادند که این گونه بعد از ورود به اکوسیستم بصورت آهسته پراکنش پیدا می‌کند و بیشتر هم در اطراف قفس های دریایی پراکنش دارند (Bridger *et al*., 2001; Skilbrei and Wennevik, 2006). از آنجایی که بیش از ۹۰ درصد قفس ها در سواحل مازندران استقرار دارند (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۷) و با توجه به میزان صید این گونه در پره های صید ماهیان استخوانی در مطالعه حاضر، این موضوع مورد تأیید قرار می‌گیرد.

در مطالعات متعدد نشان داده شده است که تغییرات میانگین طول کل ماهیان بر حسب سن، با افزایش سن بر میانگین طول کل نیز افزوده می‌شود. در این پژوهش بیشترین شیب رشد طولی در سنین پایین مشاهده شد و با افزایش سن از میزان شیب کاسته شد. از طرف دیگر رابطه بین طول و وزن به صورت تصاعدی است، یعنی با افزایش طول، وزن نیز افزایش می‌یابد (After Klontz, 1991; Mills, 2001; Hoisty, 2002). نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که رشد وزنی این گونه همانند رشد طولی با افزایش سن کند شد. رابطه طول با وزن در جمعیت‌های مختلف اغلب می تواند نشانه استراتژی مصرف انرژی بوسیله ماهی ارائه نماید. تنوع مقدار ضریب b در مناطق مختلف پراکنشی یک گونه، به عنوان درون جمعیتی تفسیر می‌گردد (Vollestad and LA Bee-Lund, 1990; Przybylski, 1996). هر چقدر شرایط اکولوژی برای ماهی مناسب باشد (در دسترس بودن غذا، شدت جریان مناسب، کاهش استرس و...) ماهی برای تطابق با محیط انرژی کمتری مصرف کرده و باقی انرژی در بدن ذخیره شده و باعث رشد بدن بخصوص به صورت وزنی می‌شود. رابطه طول و وزن تحت تأثیر چند فاکتور قرار می‌گیرد از قبیل: فصل، زیستگاه، مراحل بلوغ جنسی، رژیم غذایی و پر بودن معده (Bagenal *et al*., 1978).

در یک مطالعه مقدار شیب (b) بر روی قزل آلای رنگین کمان پرورشی در مزارع پرورش ماهیان سردآبی در جنس نر ۲/۳۹ بود و در جنس ماده ۲/۶۶ بود (Mahmoudi *et al*., 2014). مقدار b در جنسیت های مختلف نشان داد که الگوی رشد در هردو جنس آلومتریک منفی است و افزایش میزان طول بدن در مقایسه با میزان افزایش وزن بدن متناسب نیست (Mahmoudi *et al*., 2014). مقدار b در رابطه با طول و وزن در بیشتر جمعیت های ماهیان وحشی بین ۳/۵ – ۲/۵ و معمولا بین ۲/۸ تا ۳/۲ است (Carlander, 1996). در مطالعات متعدد دیگر نظیر Campos و همکاران (۱۹۹۷)، Esmaeli و Ebrahimi (۲۰۰۶) و Pidgeon (۱۹۸۱)، مقدار b به ترتیب ۳، ۲/۸۱ و ۳ گزارش شد. در یک مطالعه که بر روی قزل آلای رنگین کمان در آبهای داخلی کشمیر صورت گرفت (Sharma and Bhat, 2015) مقدار b برابر با ۳/۳۹ گزارش گردید. رابطه طول با وزن در مطالعه حاضر در کل برای قزل آلای رنگین کمان فرار کرده از قفس های حوضه جنوبی خزر نشان داد که الگوی رشد آن از نوع آلومتریک منفی با مقدار b برابر با ۲/۷ بود. مقدار b در جنسیت های نر و ماده نیز به ترتیب ۲/۳۷۹ و ۲/۵۶۶ برآورد گردیدکه با مطالعه Mahmoudi و همکاران (۲۰۱۴) از یک همسویی برخوردار بوده ولی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.6.0]

با سایر مطالعات مطابقت ندارد. بنابراین این اختلاف علاوه بر تفاوت های زیستگاهی نظیر شرایط غذایی و ... اکوسیستم ها (Bagenal *et al*, 1978) است.

در یک مطالعه صورت گرفته بر روی قزل آلای رنگین کمان در رودخانه تیلور، طول بی نهایت برای این گونه ۵۹ سانتی متر گزارش گردید (Adams *et al.*, 2008)، قزل آلاهای درشت تر در زیستگاه های عمیق تر یافت می‌شوند (Rahel and Hubert, 1991; Maki-Petays *et al.*, 1997) مناطق عمیق تر بدلیل متاثر نبودن از نوسانات دمایی مواد غذایی بیشتری را در خلال فصل سرما و استرس های محیطی که در زیستگاه های فصلی و رودخانه ای وجود دارد در اختیار ماهیان قرار می‌دهند (Fausch and Bramblett,1991; Matthews *et al.*, 1994). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میانگین طولی و وزنی قزل آلای رنگین کمان در گروه های سنی مختلف بزرگتر از نتایج مطالعه دیگران در رودخانه های مختلف می‌باشد. بنابراین در بین عوامل مختلف تأثیر گذار بر اندازه ماهی و پارامترهای رشد برخی عوامل نظیر شرایط دمایی و نوسانات دمایی اهمیت بیشتری دارد.

اگرچه ماهی قزل آلای رنگین کمان فرار کرده از قفس های دریایی در نروژ مشکلات زیست محیطی نظیر انتقال انواع پارازیت ها و انتقال بیماری ها ایجاد می‌نماید ولی بدلیل فراهم نبودن مکان های تولید مثلی مطلوب برای این گونه به لحاظ جمعیتی برای گونه *Salmo salar* تهدید جدی بشمار نمی‌آید (Hesthagen and Sandlund, 2007; Lindberg *et al.*, 2009). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که این گونه در سواحل جنوبی دریای خزر بالغ شده و گناد های جنسی آن تا مرحله ۴ رسیدگی جنسی رسیدند، از آنجایی که این گونه همانند ماهی آزاد دریای خزر Anadromous بوده و رودخانه های زیادی برای مهاجرت تولید مثلی آن در حوضه جنوبی دریای خزر که برخی از این رودخانه ها شرایط مناسبی بدین منظور دارند (عبدلی و نادری جلودار، ۱۳۸۷). لذا برای ماهی آزاد دریای خزر بویژه برای Smolt ماهی آزاد دریای خزر در مسیر مهاجرت بدلیل انواع رقابت ها و ... یک تهدید جدی بحساب می‌آید. بدین ترتیب نتایج مطالعه حاضر با مطالعه دیگران بدلیل تفاوت های زیستگاهی مطابقت ندارد.

فرار قزل آلای رنگین کمان از مزارع پرورش ماهی در دریاچه آب شیرین Huron کانادا ۱ تا ۳ درصد بوده و بخش کوچکی از ذخایر آزادماهیان را تشکیل می-دهد که در مطالعات آینده باید اثرات آنها بر روی گونه های ماهیان بومی نظیر رقابت غذایی مورد بررسی قرار گیرد (Hunt *et al.*, 2009). قزل آلای رنگین کمان فرار کرده از قفس های دریایی در ابتدا در اطراف قفس زندگی می‌کنند، با گذشت زمان بصورت آهسته به سایر بخش های باز دریا پراکنش پیدا می کنند و سازگاری آنها افزایش پیدا می‌کنند (Skilbrei, 2010). با افزایش سن توانایی آنها در مهاجرت افزایش پیدا کرده و از طیف غذایی بیشتری تغذیه می‌کنند (Skilbrei, 2010). قزل آلای رنگین کمان در لیست ۱۰۰ گونه غیر بومی مهاجم دنیا بوده و در دنیا تخمین زده شده است که ۸۰ درصد از گونه های درخطر انقراض می‌توانند توسط گونه های مهاجم رنج ببرند (Pimental and Morrison, 2005). بدین ترتیب نگرانی هایی برای گونه های انحصاری و بشدت در معرض خطر انقراض دریای خزر نظیر آزاد ماهی دریای خزر (*Salmo caspius*) ایجاد می‌کنند. اثرات قزل

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.6.0]

آلای رنگین کمان به عنوان گونه مهاجم شکارچی و بسیار حریص فقط به برخی از گونه ها از جمله ماهی آزاد دریای خزر نبوده و از آنجایی که در راس هرم اکولوژیک در دریای خزر قرار گرفته، طیف بیشتری از گونه های ماهیان دریای خزر تحت تأثیر قرار می‌دهند.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از حوزه معاونت پژوهشی و فناوری موسسه آموزش عالی خزر به دلیل فراهم کردن امکانات آزمایشگاهی برای انجام این پژوهش تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

۱-دریانبرد، غ.ر.، فارابی، س.م.، فضلی، ح.، متین فر، ع. و کامیار، غ.، ۱۳۹۶. جانمایی مکان های مناسب برای استقرار قفس های پرورش ماهیان در آبهای ایرانی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران،۲۶(۳)، ۱۵۹-۱۷۰.

۲- سازمان شیلات ایران.، ۱۳۹۷. سالنامه آماری شیلات ایران. معاون برنامه ریزی و توسعه مدریت، دفتر برنامه و بودجه. انتشارات سازمان شیلات ایران. ۶۴ ص.

۴- عبدلی ا.، نادری جلودار م.، ۱۳۸۷. تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. انتشارات علمی آبزیان. چاپ اول. ۲۴۴-۱ ص.

5-Adams W. K., Reid S., LeMaster R., Perkings K. K., Dubson M., Wieman C. E., 2008. A study of educational simulation: Part I – engagement and learning. Journal of Interactive Learning Research, 19(3), 379-419.

6-Aladin N.B., Plotnikov I.S., 2004.4 The Caspian Sea, Lake Basin management Initiative, the Caspian bulletin, 4, 112-126.

7-Bagenal, T., 1978. Method for assessment of fish production in freshwater. T.B.P, handbook no.3. Blackwell publication, oxford, U.K. 365 P.

8-Bertalanffy, L., 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II). Human Biology, 10, 181–212.

9-Bridger, C. J., Booth, R.K., McKinley, R.S., Scruton, D. A., 2001. Site fidelity and dispersal patterns of domestic trip-loid steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) released to the wild. ICES Journal of Marine Science, 58,510–516.

10-Campos, R. G., Pister, E. P., Compean-Jimenez, G. A., 1997. Age and growth of Nelson's trout, *Oncorhynchus mykiss* nelsoni from Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Martir, Baja Calfiornia, Mexico, 42(1), 74-85.

11-Carlander, K. D., 1996. Handbook of freshwater fishery biology, Iowa State Univ. Press; Ames, IA., 752p.

12-Coad B.W., 1995. Fresh Water fishes of Iran. Institute of landscape Ecology of the Academy of Sciences of the Czech Republic, Brno, 29(1), 1–64.

13-Coad B.W., Abdoli, A., 1993. Exotic Fish Species in the Fresh Waters of Iran, Zoology in the Middle East, (9), 65-80.

14-Conover, W.J., 1980. Practical nonparametric statistics, 2nd edition. Wiley. New York. PP, 219.

15-Einum, S., Fleming, IA., 2001. Implications of stocking: ecological interactions between wild and released salmonids. Nordic Journal of Freshwater Research, 75, 56–70.

16-Esmaeli, H. R., Ebrahimi, M., 2006. Length-weight relationships of some freshwater fishes of Iran. Journal of Applied. Ichthyology, 22, 328-329.

17-Fausch, K. D., Bramblett, R. G., 1991. Disturbance and fish communities in intermittent tributaries of a western Great Plains river. Copeia, 659-674.

18-Fiske, P., Lund, R. A., Hansen, L. P. 2006. Relationships betweenthe frequency of farmed Atlantic salmon, Sa*l*mo *salar L*., in wildsalmon populations and fish farming activity in Norway, 1989e2004. ICES Journal of Marine Science, 63, 1234-1247.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.6.0]

19-Hesthagen, T., Sandlund, O. T., 2007. Non-native freshwaterfishes in Norway: history, consequences and perspectives. Journal of Fish Biology, 71, 173–183.

20-Houlihan D. F., McMillan D. N., Laurent, P., 1986. Growth rates, protein synthesis, and protein degradation rates in rainbow trout: effects of body size. Physiological Zoology, 59, 482–493.

21-Hunt, L.M., Saunders, K.C., Brown, S.A., 2009. Lake Huron fish community questionnaire: final report. Information Paper CNFER IP-003, Ontario Ministry of Natural Resources. Thunder Bay, 13, 53-65.

22-Jenssen, N. B., Jonsson, L. P., Hansen, P. A., 2010. Potentialfor sea ranching rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): evidence from trials in two Norwegian fjords.Aquaculture and Fisheries Management, 24, 653–661.

23-Klontz G. W., 1991. Manual for rainbow trout production on the family-owned farm. Nelson and Sons, Utah, United States of America.

24-Kim, C.H., Park, M.K., Kang E.J., 2008. Minute tubercles on the skin surface of larvae in the Korean endemic bitterling, *Rhodeus Pseudosericeus*. Journal of Applied. Ichthyology, 24, 269-275.

25-Lindberg, M., Rivinoja, P., Eriksson L. O., Alanara, A., 2009. Post-release and pre-spawning behaviour of simulatedescaped adult rainbow trout Oncorhynhus mykiss in LakeO¨vre Fryken, Sweden. Journal of Fish Biology, 74, 691–698.

26-Mahmoudi, R., Soltani, M., Matinfar, A., Rezvani Gilkolai, S., Kamali, A., 2014. Morphometric Relationship between length- weight and condition factor in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Bulletin of Environment, 220.Pharmacology and Life Sciences, 3(4), 215-

27-Maki-Petays, A., Muotka, T., Huusko, A., Tikkanen, P., Kreivi, P., 1997. Seasonal changes in habitat use and preference by juvenile brown trout, *Salmo trutta*, in a northern boreal river. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54, 520-530.

29-Matthews, K. R., Berg, N. H., Azuma, D. L., Lambert, T. R., 1994. Cool water formation and trout habitat use in a deep pool in the Sierra Nevada, California. Transactions of the American Fisheries Society, 123, 549-564.

30-Mills A., 2001. A systematic approach to risk management for construction, Structural Survey, 19(5), 245-252 .

33-Myers, R.A., 1998. When do environmentrecruitment correlations work? Reviews in Fish Biology and Fisheries, 8, 285-305.

34-Okumus, İ., 2000. Coastal aquaculture: Sustainable development, resource use and integrated environmental management. Turkish Journal of Marine Sciences, 6(2), 151-174.

38-Pauly, D., Munro, JL., 1984. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrate. Fishbyte Journal, 1, 5-6.

35-Penczak, T., Galicka, W., Molinski, M., Zalewski, M., 1982. The Enrichment of a Mesotrophic Lake by Carbon, Phosphorous and Nitrogen from the Cage Aquaculture of Rainbow trout, *Salmo gairdneri*, Journal of Applied Ecology, 19, 37 1-393.

36-Pidgeon, R. W. J., 1981. Diet and growth of rainbow trout, Salmo gairdneri Richardson in two streams on the New England Tableland, New South Wales. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 32, 67-974.

39-Pimental, D., Morrison, D., 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. Ecological Economics, Elsevier. Sciencedirect, 52(3), 273-288.

37-Przybylski, M., 1996. Variation in fish growth characteristics along a river course. Hydrobiologia. 7, 39-46.

40-Rahel, F. J., Hubert, W. A., 1991. Fish assemblages and habitat gradients in a Rocky Mountain Great Plains stream: biotic zonation and additive patterns of community change. Transactions of the American Fisheries Society, 120, 319-332.

41-Rikardsen, A. H., Sandring, S., 2006. Diet and size-selective feeding by escaped hatchery rainbow trout *Oncorhynchus*

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.6.0]

mykiss (Walbaum), ICES Journal of Marine Science, 63(3), 460-465.

42-Saloniemi, I., Jokikokko, E., Kallio-Nyberg, I., Jutila, E., Pasanen, P., 2004. Survival of reared and wild Atlantic salmon smolts: size matters more in bad years. International Council for the Exploration of the Sea, Journal of Marine Science, 61,782−787.

43-Sharma, R. K., Bhat, R.A., 2015. Length-weight relationship, condition factor of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from Kashmir waters, Annals of Biological Research, 6 (8), 25-29.

44-Shepherd, J.G., Pope, J.G., Cousens, R.D., 1984. Variations in fish stocks and hypotheses concerning their links with climate. Rapp. P.-v. reun. Cons, int Mer, 185, 255-267.

45-Skilbrei, O. T., Wennevik, V. 2006. The use of catch statisticsto monitor the abundance of escaped farmed Atlantic salmon and rainbow trout in the sea. ICES Journal of MarineScience, 63, 1190–1200.

46-Skilbrei, O. T. 2010. Reduced migratory performance of farmedAtlantic salmon post-smolts from a simulated escape during autumn. Aquaculture Environment Interactions, 1, 117–125.

47-Swartz, E., 2012. Summary of the mapping process for alien invasive fishes for NEM: BA (list 3 category 2: species managed by area). Prepared for the South African National Biodiversity Institute (NFEPA), 1-21

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.6.0]