

ساختار سنی، رشد و ضریب مرگ و میر ماهی خیاطه (*Alburnoides eichwaldii*)

در رودخانه شیرو، استان مازندران (De Filippii, 1863)

مهديه منجمی^{۱*}، رسول قربانی^۲، محمد جواد وثاقي^۳ و علی رضا نوروز رجبی^۱

۱- دانشجوی کارشناس ارشد، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

۲- دانشیار، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

۳- دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

دریافت: ۱۳۹۲/۶/۱۱ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۲۳

*نویسنده مسئول مقاله: monajjemi_mahdiyeh@yahoo.com

چکیده:

ساختار سنی، رشد و ضریب مرگ و میر ماهی خیاطه *Alburnoides eichwaldii* رودخانه شیرو استان مازندران با صید ۶۶۱ نمونه ماهی از فروردین تا اسفند سال ۱۳۹۰ بررسی شد. میانگین طول کل، وزن و سن ماهیان به ترتیب ۶۸/۳۳±۱۶/۹۲ میلی‌متر، ۴/۹±۳/۲ گرم و ۱/۳۲±۰/۸۶ سال بود. ماهیان در دامنه سنی ۰⁺ تا ۳⁺ سال قرار داشتند. ماهیان ۰⁺ ساله با فراوانی ۴۱ درصد گروه سنی غالب در رودخانه بودند. بزرگ‌ترین نمونه مربوط به خیاطه ۳⁺ ساله با طول ۱۱۱/۴ میلی‌متر و وزن ۱۵/۵ گرم بود. مقایسه طول کل و وزن ماهیان بیانگر اختلاف معنادار بین طول و وزن در سنین مختلف بود ($p < 0/05$). میزان فاکتور وضعیت برای این گونه ۱/۱۶ محاسبه شد. بر اساس فرمول پاولی، الگوی رشد در جمعیت مورد مطالعه آلومتریک منفی ($b=2/94$) بوده و بر اساس معادله رشد برتالانفی و با استفاده از برنامه FiSAT، K ، L_{∞} و t_0 به ترتیب ۱۲/۰۸، ۰/۵۵ و -۰/۶۵ برآورد شد. همچنین شاخص عملکرد رشد معادل ۳/۶۵ محاسبه شد. ضرایب مرگ و میر کل (Z)، طبیعی (M) و صیادی (F) به ترتیب ۲/۱۶، ۱/۱۹ و ۰/۹۷ به دست آمد. باتوجه به ارزش بوم‌شناختی، زیست‌شناسی و ارزش تزئینی ماهی خیاطه و همچنین عوامل تهدیدکننده جدی و آسیب‌پذیری آن در زیستگاه‌های طبیعی و شرایط زیستگاهی حاکم، این گونه مطالعات می‌تواند در شناسایی و حفاظت آن‌ها کمک مؤثری باشد.

واژگان کلیدی: سن، رشد، مرگ و میر، ماهی خیاطه، رودخانه شیرو

مقدمه

مطالعه زیست‌شناسی و بوم‌شناسی گونه‌های مختلف ماهیان در یک اکوسیستم آبی از ضرورت اولیه حفظ و بازسازی ذخایر آنها بوده و منجر به شناخت و تحلیل اکولوژیکی زنجیره غذایی اکوسیستم می‌شود. این امر در اعمال مدیریت صحیح شیلاتی کاربرد فراوان دارد (Kazanchev, 1987).

ماهی خیاطه (*Alburnoides eichwaldii* De Filippii)، از خانواده کپورماهیان، بدنی کوچک دارد که بیش‌تر مناطق کم عمق، پراکسیژن و بسترهای سنگلاخی نهرهای کوهستانی را برای زیست ترجیح می‌دهد (Abdoli, 2000; Coad, 2013) و به سبب تحمل پایین در برابر آلودگی‌ها، به منزله شاخص زیستی، مناسب در ارزیابی کیفی محیط است (Ladiges and Vogt, 1979). گزارش پراکندگی این ماهی در ایران، رودخانه‌های مختلف حوضه دریای خزر است و این‌گونه، به همراه سیاه‌ماهی (*Capoeta capoeta*) از جمله فراوان‌ترین گونه‌های رودخانه‌های حوضه دریای خزر است (Coad, 2013).

برای مدیریت کارآمد ذخایر، تحقیقات مداوم روی ویژگی‌های بوم‌شناختی گونه ماهی از قبیل رشد، بقا، بلوغ و بازسازی ذخایر مورد نیاز است. تعیین سن و ارتباط بین طول و سن برای چنین تحقیقاتی بسیار مهم است (King, 1996). سن به‌عنوان یکی از جنبه‌های مهم زیستی ماهیان بوده و کمبود اطلاعات سنی درباره بسیاری از گونه‌های غیراقتصادی سبب لغزش در اعمال سیاست‌های مدیریتی مطلوب می‌شود (Gelsleichter et al., 1998). پدیده رشد نیز به‌عنوان یکی از جنبه‌های مهم زیستی ماهیان در سطح جمعیت بوده و انعکاس‌دهنده نوع سازگاری به شرایط محیطی است (Mann, 1991). شاخصه‌های مهم رشد شامل رشد برتالانفی، نرخ رشد لحظه‌ای و فاکتور وضعیت است

که بیان‌کننده تفاوت‌های جمعیتی، ویژگی‌های زیستی و ویژگی‌های زیستگاه است (Copp and Kovac, 1996).
 با توجه به ارزش زیبایی‌شناختی و تنوع زیستی این گونه بومی در رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر و با توجه به آسیب‌پذیری آن در زیستگاه‌های طبیعی، مطالعات کمی درباره جمعیت این گونه در حوضه جنوبی دریای خزر صورت پذیرفته است. Eagderi و همکاران (۱۳۹۱)، تغییرات شکل بدن در جمعیت‌های ماهی خیاطه (*A. eichwaldii*) را در حوضه دریای خزر با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی مطالعه کردند. نادری و عبدلی (۲۰۰۴)، پراکنش جغرافیایی و برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی این ماهی را در حوضه خزر گزارش کرده‌اند. درباره ریخت‌سنجی این ماهی مطالعات زیادی انجام شده است (Kovac and Coad, 1996; Kovac et al., 1999; Gozlan et al., 1999; Haghghi et al., 2013).
 عبدلی (۱۹۹۹)، در مطالعه برخی ویژگی‌های زیستی، زیستگاه این ماهی را مناطق میانی و فوقانی رودها با بستر سنگلاخی و قلوه سنگی ذکر کرده است. همچنین حداکثر طول کل این ماهی را ۱۵ سانتی‌متر گزارش کرده است. مطالعه پویایی‌شناسی این گونه در نهرهای تیل‌آباد، شیرآباد، کیودوال (Abbasi, 2011) و نهر زرین‌گل (Mehrar, 2009) استان گلستان انجام شده است. Patimar و همکاران (۲۰۱۲)، ویژگی‌های بوم‌شناختی این گونه را مطالعه کردند. Raikova-Petrova (۲۰۰۶)، ساختار جمعیت ماهی خیاطه را در رودخانه ایسکار بررسی کرد و حداکثر سن ماهیان را شش ساله با طول ۱۱/۴ سانتی‌متر و وزن ۳۱ گرم بیان کرد و نسبت جنسی نر به ماده در کل جمعیت ۶۶/۱:۳۳/۹ بود.
 اطلاعات جامع و مدوئی درباره الگوی رشد، سن و تولید مثل این گونه در ایران وجود ندارد. با توجه به این‌که شاخصه‌های رشد در مدیریت ذخایر اهمیت ویژه‌ای دارد، حفظ و بازسازی جمعیت ماهیان ضروری به نظر می‌رسد،

L_t = طول ماهی در سن t ، L_∞ = طول بی‌نهایت، k = آهنگ رشد رسیدن به طول بی‌نهایت و t_0 = سنی که ماهی طول صفر دارد.

در ماهیان رابطه طول-وزن اغلب یا همیشه به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$W = aL^b$$

که اغلب b عددی بین $2/5$ و $3/5$ است (Froese, 2002). یک تبدیل لگاریتمی منجر به خطی شدن رابطه طول-وزن می‌شود.

$$\log W = \log a + b \log L$$

برای آزمون معنادار بودن اختلاف، از آزمون پائولی استفاده شد (Pauly and Munro, 1984).

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

عامل وضعیت فولتون از فرمول زیر محاسبه شد (Bagenal, 1978).

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

که در آن W وزن بدن (گرم)، L طول بدن (سانتی‌متر) و b شیب خط رگرسیونی رابطه طول-وزن ماهیان است.

شاخص عملکرد رشد (Φ) با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (Pauly and Munro, 1984).

$$\Phi = \log K + \log L_\infty$$

استفاده از آزمون فای پریم مونرو (Φ)، به دلیل اهمیت آن در تعیین صحت و اعتبار تحقیق بوده است. منحنی‌های رشد به دست آمده برای ذخایر مشابه حتی با دارا بودن مقادیر متفاوتی از k و L_∞ می‌توانند Φ مشابه داشته باشند (Sparre and Venema, 1998).

ضریب مرگ و میر طبیعی (M) از طریق فرمول تجربی پائولی برآورد شد (Pauly, 1980).

$$\ln M = 0.0066 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln K + 0.4634 \ln T$$

در این فرمول، T ، متوسط درجه حرارت سالیانه آب است که در اینجا ۱۶ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد.

به ویژه زمانی که ذخیره یک گونه قبلاً کم‌تر بررسی شده باشد. مطالعه حاضر با اهداف بررسی ساختار طول، وزن و سن، برآورد شاخصه‌های رشد و ضرایب مرگ و میر کل، طبیعی، صیادی ماهی خیاطه در رودخانه شیروود استان مازندران انجام شده است. انجام این پژوهش می‌تواند اطلاعات مفیدی را در اختیار محققان قرار دهد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۶۶۱ نمونه ماهی با استفاده از دستگاه الکتروشوک با قدرت ۱/۷ کیلووات و جریان مستقیم و ولتاژ ۲۰۰-۳۰۰ ولت از فروردین تا اسفند سال ۱۳۹۰، از رودخانه شیروود استان مازندران صید شد. ماهیان پس از صید در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت و برای بررسی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. وزن کل بدن با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و طول استاندارد بدن با استفاده از کولیس زیست‌سنجی با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برای تعیین سن ماهیان، تعداد ۱۰ عدد فلس از ناحیه بین ابتدای باله پشتی و خط جانبی برداشته و ابتدا با محلول آب و صابون در بین دو انگشت شستشو داده شد تا لایه اپیدرمی آن برداشته شود و سپس آن را بین دو لام به صورت خشک قرار داده و با چسب نواری بین لام‌ها ثابت شدند (Bagenal and Tesch, 1978) و در زیر میکروسکوپ با بزرگ‌نمایی ۱۰ تا ۴۰، حلقه‌های سالیانه تعیین شدند. برای افزایش میزان دقت در تعیین سن، فلس‌ها به وسیله سه نفر خوانش شد. رایج‌ترین الگوی رشد در ارزیابی ماهی، برتالانفی بر اساس روش فورد و الفورد است که در این بررسی استفاده شد (Bagenal and Tesch, 1978; Erdogan, 2002).

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

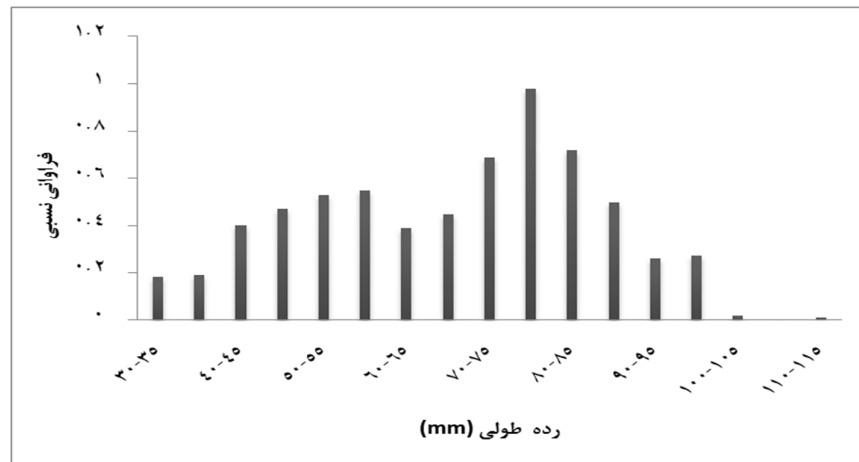
نتایج

بر اساس نتایج به دست آمده ماهیان نمونه برداری شده در دامنه طولی ۳۰-۱۱۵ میلی متر ($67.33 \pm 4/90$) قرار داشتند. ماهیان در دامنه طولی ۷۵-۸۰ میلی متر بیشترین فراوانی و ماهیان با اندازه‌های بزرگتر تعداد کمتری را به خود اختصاص دادند (شکل ۱).

ضریب مرگ و میر صیادی F با داشتن Z و M قابل محاسبه است (Gulland, 1988).

$$Z=M+F$$

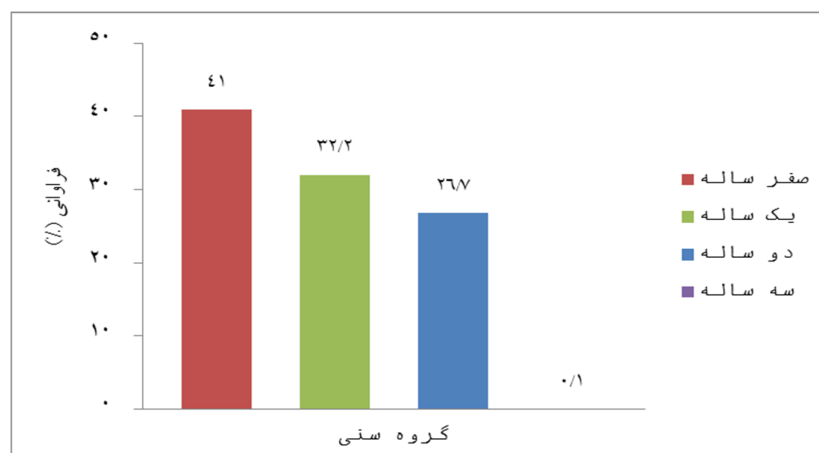
تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای SPSS، FISAT و انجام شد.



شکل ۱ فراوانی طولی ماهیان خیاطه نمونه برداری شده از رودخانه شیروود استان مازندران

و بیشترین فراوانی مربوط به صفرساله‌ها (۴۱ درصد) بود (شکل ۲). میانگین سنی ماهیان صید شده $1/32 \pm 0/86$ سال بود.

ماهیان مورد مطالعه در این تحقیق به ترتیب در دامنه سنی ۰+ تا ۳+ سال قرار داشتند. کمترین فراوانی سنی در جمعیت مورد مطالعه مربوط به سه ساله‌ها (۰/۱ درصد)



شکل ۲ فراوانی سنی ماهیان خیاطه صید شده از رودخانه شیروود استان مازندران

بررسی ساختار سنی، رشد و ضرایب مرگ و میر ماهی خیاطه... _____ منجمی و همکاران

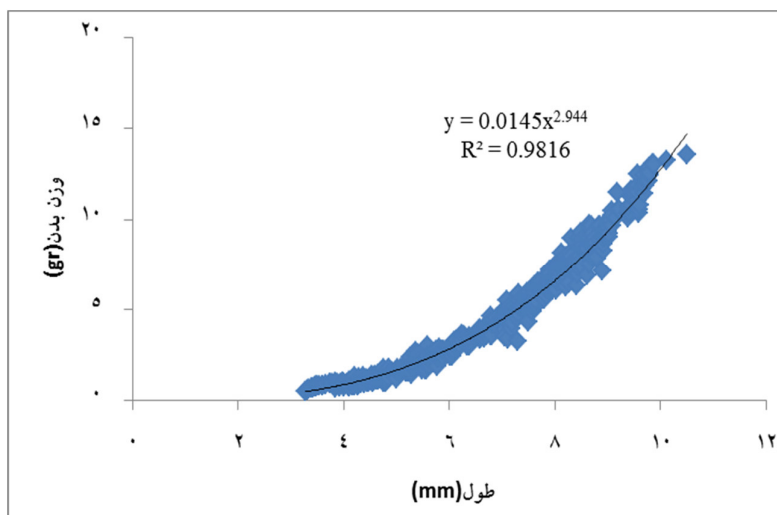
میانگین طول و وزن کل ماهی و تفاوت آن در سنین مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است ($p < 0/05$). بزرگ‌ترین نمونه صید شده نمونه‌ای به طول ۱۱۱/۴ میلی‌متر و وزن ۱۵/۵ گرم (۳ ساله) و کوچک‌ترین آن با طول ۳۲/۸ میلی‌متر و وزن ۰/۵ گرم (صفر ساله) بوده است.

جدول ۱ میانگین طول و وزن کل در گروه‌های سنی مختلف در ماهیان خیاطه رودخانه شیروود استان مازندران

سن (سال)	تعداد ماهی	میانگین طول \pm انحراف معیار (میلی‌متر)	میانگین وزن \pm انحراف معیار (گرم)
۰+	۲۶۵	۵۰/۵۰ \pm ۸/۱۵ ^c	۱/۸۰ \pm ۰/۸۰ ^c
۱+	۲۱۳	۷۳/۵۸ \pm ۴/۱۴ ^b	۵/۱۹ \pm ۱ ^b
۲+	۱۸۲	۸۷/۹۱ \pm ۵/۷۵ ^a	۹/۰۳ \pm ۱/۸۵ ^a
۳+	۱	۱۱۱/۴	۱۵/۵

تذکر: حروف متفاوت در هر ستون نشانگر اختلاف معنادار ($p < 0/05$) است.

مورد مطالعه ماهی خیاطه رودخانه شیروود آلومتریکی منفی بود ($b < 3$)، آزمون پائولی آلومتریکی منفی بودن این الگوی رشد را ($t = 1/44$) تأیید کرد. رابطه نمایشی طول و وزن ماهیان خیاطه صید شده از رودخانه شیروود در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس رابطه طول و وزن، $b = 2/94$ و الگوی رشد در جمعیت



شکل ۳ رابطه نمایشی طول و وزن کل ماهی خیاطه نمونه‌برداری شده از رودخانه شیروود

معادله رشد برتالانفی برای ماهی خیاطه به صورت ذیل محاسبه شد. که بر اساس آن شاخصه‌های رشد معادله برتالانفی، ضریب رشد (k)، $0/55$ ، t_0 سن ماهی در طول صفر $-0/65$

سانتی‌متر و حداکثر طول تخمینی (L_{∞}) برای ماهی برابر با

$$L_{\infty} = 12/08(1 - e^{-0/55(t+0/65)})$$

۱۲/۰۸ سانتی متر به دست آمد (شکل ۳). شاخص عملکرد رشد معادل ۳/۶۵ محاسبه شد. ضرایب مرگ و میر کل (Z)، طبیعی (M) و صیادی (F) این ماهی به ترتیب ۲/۱۶، ۱/۱۹ و ۰/۹۷ در سال به دست آمد.

بحث

این تحقیق براساس نمونه برداری از ۶۶۱ نمونه ماهی خیاطه طی سال ۱۳۹۰ در رودخانه شیروود استان مازندران انجام شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهند که در اکوسیستم‌های مختلف حداکثر سن جمعیت، متنوع است. نتایج حاصل از ساختار سنی ماهی خیاطه در مطالعه حاضر نشان‌دهنده ۴ گروه سنی صفر تا ۳ ساله در نمونه‌های بررسی شده با بزرگ‌ترین طول مشاهداتی ۱۱/۱۴ سانتی متر و وزن ۱۵/۵ گرم است. عباسی (۲۰۱۱)، در مطالعه پویایی‌شناسی جمعیت ماهی خیاطه در نه‌های کبودال، شیرآباد و تیل‌آباد استان گلستان مسن‌ترین ماهی خیاطه را ۳⁺ و بزرگ‌ترین طول مشاهده شده را به ترتیب ۱۱۶/۳۵ (با وزن ۱۱/۲۰ گرم)، ۱۲۰/۴۷ (وزن ۲۴/۵۱ گرم) و ۱۱۰/۱۶ (وزن ۱۳/۹۵ گرم) میلی‌متر گزارش نمود. همچنین در بررسی پویایی‌شناسی ماهی خیاطه نهر زرین گل استان گلستان، تعداد گروه‌های سنی برای این ماهی صفر تا ۲⁺ و بزرگ‌ترین ماهی این نهر ۱۱۲/۲۵ میلی‌متر و با وزن ۱۷/۵۸ گرم و غالب بودن گروه سنی صفر ساله گزارش شد (Mehravar, 2009). در بررسی ماهیان رودخانه گرگانرود دامنه سنی این گونه ۲⁺-۵⁺ و بزرگ‌ترین طول مشاهداتی ۱۳/۶۵ سانتی‌متر بود (Shabani, 1994). در مطالعه‌ای دیگر در رودخانه دوغ استان گلستان بزرگ‌ترین ماهی خیاطه صید شده ۵⁺ ساله با طول ۱۲/۵ سانتی‌متر بود (Akbaripasand, 1997).

بررسی رشد و ساختار سنی ماهی خیاطه در رودخانه آری^۱ بیش‌ترین ماهیان صید شده در طبقه سنی ۰⁺ و ۱⁺ گزارش شد (Breitenstein and Kirchofer, 2000). بیش‌ترین نمونه‌های صید شده ماهی خیاطه در رودخانه ساوا^۲ در طبقه سنی ۱⁺ ذکر شده و نشان داده شد که رشد طولی آن‌ها در طول ۲ سال اول زندگی شان سریع‌تر بوده است (Treer et al., 2006).

تفاوت در تعداد گروه‌های سنی و حداکثر سن مشاهداتی بین جمعیت‌ها به ساختار جمعیت وابسته است که انعکاس‌دهنده ناهماهنگی در نیروهای گزینشی مؤثر بر روی جمعیت‌ها و زمان‌های مختلف نمونه‌برداری است. تعداد گروه‌های سنی جمعیت ماهیان نشان‌دهنده استراتژی گونه در رویارویی با عوامل محیطی در مکان‌های مختلف است (Goldspik, 1979). شرایط اکولوژیکی به نسبت سخت رودخانه‌ای شامل جریان سریع، تغییرات وسیع در میزان دبی و جریان آب، دستکاری‌های انسانی در محیط زیست رودخانه‌ای از مهم‌ترین عوامل کاهش طول عمر یا حذف نمونه‌های پیر در جمعیت‌ها می‌تواند باشد (Abbasi, 2011).

رابطه طول-وزن در ماهیان انعکاس‌دهنده الگوی زیستی جمعیت‌ها و تنوع در رشد طولی و وزنی ماهی یک پاسخ انطباقی به شرایط محیطی مانند درجه حرارت و کیفیت غذاست (Turkmen et al., 2001). عبدلی (۱۹۹۴)، در مطالعه بوم‌شناسی جمعیت‌های ماهیان رودخانه‌های چالوس و سردآبرود مازندران الگوی رشد این گونه را به ترتیب آلومتریک منفی ($b=۲/۸۸$) و آلومتریک مثبت ($b=۳/۱۹$) گزارش کرد. در مطالعه‌ای دیگر الگوی رشد این گونه در رودخانه گرگانرود گلستان آلومتریک منفی ($b=۲/۹۷$) محاسبه شد (Shabani, 1994). الگوی رشد این

1. Aare
2. Sava

گونه در نه‌های شیرآباد و کبودوال استان گلستان به صورت آلومتریک مثبت (به ترتیب ۳/۰۵ و ۳/۱۹) و در نه‌ریل‌آباد آلومتریک منفی ($b=۲/۹$) برآورد شد (Abbasi, 2011). الگوی رشد این گونه در رودخانه دوغ استان گلستان آلومتریک مثبت ($b=۳/۱۵$) گزارش شد (Akbaripasand, 1997). Treer و همکاران در مطالعه‌ای که در ۵ رودخانه کروواسی انجام دادند، الگوی رشد ماهی خیاطه در ۴ رودخانه آلومتریک مثبت ($b=۳/۱۰-۳/۵۶$) و یک رودخانه آلومتریک منفی ($b=۲/۸$) بود. در همین رودخانه مرگ و میر بالاتر از رودخانه‌های دیگر بوده و علت اصلی مرگ و میر را به وجود ماهیان صیاد در این رودخانه نسبت داده‌اند (Treer et al., 2000).

نتایج بررسی در مطالعه حاضر الگوی رشد را در جمعیت مورد مطالعه آلومتریک منفی ($b=۲/۹۴$) نشان داد که مشابه نتایج مطالعات انجام شده در رودخانه‌های چالوس استان مازندران، گرگانود و نه‌ریل‌آباد استان گلستان است که نشان‌دهنده نامناسب‌تر بودن شرایط زیستگاهی در این مناطق نسبت به دیگر زیستگاه‌ها برای این گونه است. تفاوت در الگوی رشد در مناطق مختلف می‌تواند به تفاوت در اندازه بزرگ‌ترین نمونه‌های صید شده در هر منطقه و تفاوت بین گونه‌ها نسبت داده شود (Beverton and Holt, 1957). به عبارت دیگر، تفاوت در میزان b وابسته به مراحل مختلف تکوین، جنس، بلوغ، گونه، سن، موقعیت جغرافیایی و شرایط محیطی حاکم نظیر فصل، پری‌معدده، بارانگلی و بیماری است (Bagenal and Tesch, 1978).

میزان فاکتور وضعیت به‌دست آمده در مطالعه حاضر برابر با ۱/۱۶ است. در بررسی فاکتور وضعیت ماهیان در ۵ رودخانه در کروواسی مقدار این فاکتور بین ۰/۹۷ تا ۱/۱۱ در رودخانه‌های مختلف متفاوت بود (Treer et al., 2000).

میزان فاکتور وضعیت در نه‌ریل‌آباد استان گلستان بین ۱/۳۶-۱/۲۲ گزارش شد (Mehrarvar, 2009). در مطالعه عباسی (۲۰۱۱)، در نه‌های شیرآباد، کبودوال و تیل‌آباد استان گلستان میزان این فاکتور به ترتیب ۱/۰۴-۱/۳۴، ۰/۹۷-۱/۲۶ و ۱/۰۴-۱/۲۶ محاسبه شد. همچنین میزان این فاکتور در رودخانه دوغ استان گلستان ۱/۳۳-۱/۳۸ گزارش شد (Akbaripasand, 1997). در بررسی ماهیان رودخانه گرگانود میزان فاکتور وضعیت ماهی خیاطه ۱/۱۹ برآورد شد (Shabani, 1994). Mehrarvar در سال ۲۰۰۹، از دلایل ممکن برای تغییرات میزان فاکتور وضعیت را رقابت برای غذا و رشد طولی بالا عنوان کرد که در نتیجه سازگاری با مکان زیستگاه به‌وجود می‌آیند. عباسی (۲۰۱۱)، علت این تغییرات را استرس‌های محیطی ناشی از تغییرات زیاد در میزان دبی آب و سیلاب‌های فصلی گزارش نمود. برخی از محققان معتقدند که تنوع فاکتور وضعیت می‌تواند به‌دلیل تنوع تولیدات کفزیان، نامتجانس بودن مواد غذایی و فصول مختلف صید باشد (Bagenal and Tesch, 1978).

تنوع در L_{∞} در جمعیت‌های یک گونه را از یک طرف می‌توان به تفاوت‌های اندازه بزرگ‌ترین نمونه‌های درون هر یک از جمعیت‌ها و از طرف دیگر به تنوع شاخص‌های جمعیتی یک گونه نسبت داد که در شرایط مختلف محیطی غالب در مناطق، به‌خصوص در دما و شرایط تغذیه‌ای به‌وجود می‌آید (Turkmen et al., 2001). تنوع در شاخص‌های رشد به‌خصوص میانگین طولی هر کلاسه سنی، طول بی‌نهایت و آهنگ رشد بین جمعیت‌ها در ارتباط مستقیم با نیروهای گزینش‌کننده طبیعی بر روی جمعیت‌هاست (Goldspink, 1978). Holt و Beverton (۱۹۵۷) اظهار داشته‌اند که طول بی‌نهایت به‌وسیله عوامل محیطی به‌خصوص فراوانی غذا و تراکم جمعیتی کنترل می‌شود. علاوه بر آن تغییر در مقدار ضریب رشد نیز باعث

نیست، طول بی‌نهایت محاسباتی از قاعده ذکر شده به وسیله Tayler (۱۹۵۸) و Pauly (۱۹۸۴) پیروی نمی‌کند و مقادیر بزرگ‌تری به دست آمده است که کاملاً با نظریه Froese and Binohlan (۲۰۰۲) منطبق است (جدول ۲). منحنی‌های رشد به دست آمده برای ذخایر مشابه حتی با دارا بودن مقادیر متفاوتی از k و L_{∞} می‌توانند Φ مشابه داشته باشند (Sparre and Venema, 1998). هر چند اغلب طول بی‌نهایت با توجه به ابزار نمونه‌برداری، زمان نمونه‌برداری، میزان فشار صیادی بر ذخیره و عوامل زیست محیطی از نقطه‌ای به نقطه دیگر متفاوت است و ضریب رشد نیز کم و بیش از نوساناتی برخوردار است، اما از آنجا که شاخص فای پریم به نسبت همخوانی سایر شاخصه‌های رشد وابسته است، معمولاً باید از بازه معقولی برخوردار باشد (Pauly and Munro, 1984). همان‌گونه که از اطلاعات جدول ۲ مشاهده می‌شود، مقدار محاسبه شده در مطالعه حاضر با مطالعه عباسی (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

تنوع در مقدار طول بی‌نهایت می‌گردد (Burrough and Kennedy, 1979). مقایسه نتایج مطالعات انجام شده با مطالعه حاضر در جدول ۲ ارائه شده است. مقدار محاسباتی L_{∞} در جمعیت مورد مطالعه با حداکثر طول مشاهداتی تفاوتی را نشان داد (جدول ۲). Tayler (۱۹۵۸) پیشنهاد نموده است که ماهیان در طولی برابر $0.95L_{\infty}$ به آخر طول عمر خود می‌رسند. بر این اساس Pauly (۱۹۸۴) نیز اظهار داشته است که $L_{\infty} = L_{max}/0.95$. بدین معنا و مفهوم که طول بی‌نهایت در حدود ۵ درصد بزرگ‌تر از حداکثر طول مشاهداتی است. اما نکته مهم در این معادلات این است که طول بی‌نهایت محاسباتی در جمعیت‌های تحت بهره‌برداری شدید، کم و بیش برابر با حداکثر طول مشاهداتی است و L_{∞} معادله رشد فان برتالانفی در ماهیان کوچک، مقادیر بزرگ‌تری به دست می‌آید (Froese and Binohlan, 2002). از آنجا که این گونه ارزش اقتصادی ندارد و تحت بهره‌برداری شدید

جدول ۲ مقایسه نتایج مطالعات انجام شده شاخصه‌های رشد ماهی خیاطه با مطالعه حاضر

مطالعه/شاخصه	منطقه	طول بی‌نهایت (L_{∞})	ضریب رشد (k)	شاخص عملکرد رشد (Φ)	شیب خط (b)	بزرگ‌ترین طول
Abbasi (2011)	کبودوال	۱۳/۶	۰/۵۴	۳/۷۶	۳/۱۹	۱۱/۶۳
Abbasi (2011)	شیرآباد	۱۳/۵	۰/۳۲	۴/۱۰	۳/۰۵	۱۲/۰۵
Abbasi (2011)	تیل‌آباد	۱۲/۵	۰/۲۸	۳/۶۵	۲/۹	۱۱/۰۲
Mehrarvar (2009)	زرین‌گل	۱۲/۶	۰/۴	---	۳/۲۲	۱۱/۲۲
Patimar et al., (2012)	گلستان	۱۴/۸۳	۰/۲۴	---	۳/۲۳	۱۱/۱
Treer et al., (2000)	کروواسی	۱۵/۲	۰/۲۸	۴/۲۴	۳/۵۶	۱۵
Treer et al., (2006)	ساوا	۱۲	۰/۵۹	۴/۴۴	۳	۱۱/۵
مطالعه حاضر	شیرود	۱۲/۰۸	۰/۵۵	۳/۶۵	۲/۹۴	۱۱/۱۴

و نیز در طول زمان مشاهده کرد. انجام این پژوهش می‌تواند اطلاعات مفیدی را در اختیار محققان قرار دهد.

مراجع

Abdoli, A. 1994. Ecological study of fish populations in Sardabroud and Chalous Rivers,

از نتایج این تحقیق و مقایسه آن با مطالعات انجام شده بر ماهی خیاطه در مناطق مختلف می‌توان تنوع در شاخص‌های معادله رشد برتالانفی، الگوی رشد و ساختار سنی در جمعیت‌های مختلف یک گونه در مناطق مختلف

- Froese, R. and Binohlan, C. 2002.** Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56: 758-773.
- Gelsleichter, J., Piercy, A. and Musick, J. A. 1998.** Evaluation of copper, iron and lead substitution techniques in elasmobranch age determination. *Journal of Fish Biology*, 53: 465-470.
- Gulland, J. A. 1988.** The problems of population dynamics and contemporary fishery management. In fish population dynamics: The implications for management, edited by J.A Gulland, Chichester, John Wiley and sons Ltd., 383-406.
- Goldspink, C. R. 1978.** Comparative observation on the growth rate and year class strength of roaches *Rutilus rutilus* L. in two Cheshire lakes, England. *Journal of Fish Biology*, 12, 421-433.
- Gozlan, R. E., Copp, G. H., Tourenq, J. N. 1999.** Comparison of growth plasticity in the laboratory and field, and implications for the onset of juvenile development in sofie, *Chondrostomataxostoma*. *Environmental Biology of Fishes*, 56: 159-165.
- Haghighy, E., Sattari, M., Dorafshan, S., Keivany, Y., Khoshkholgh, M. 2013.** Comparison of morphological characteristics of Spirlin, (*Cyprinidae: Alburnoides echwaldii*) in Karganrud and Chalus Rivers using Truss Network System. *Journal of Applied Ichthyological Research*, 1: 41-51.
- Kazanchev, E. N. 1987.** Ryby Kaspiiskogo Morya [Fishes of the Caspian Sea]. Leg kaya Pischchevaya Promyshlennost, Moskva. 167 p.
- Kovac, V., Copp, G. H., Francis, M. P. 1999.** Morphometry of the stone loach *Barbatulabarbatula* (L.): do mensural characters reflect the species' life history thresholds? *Biology of Fishes*, 56: 105-115.
- King, M. 1996.** Fisheries Biology Assessment and Management. Fishing News Book, 341 p.
- Ladiges W., Vogt, D. 1979.** Die Susswasserfische Europas. Paul Parey, Hamburg and Berlin, 299 p.
- Mann, R. H. K. 1991.** Growth and production. In I. J. Winfield and J. S. Nelson (eds), *Cyprinis fishes. Systematic, Biology and exploitation*. Chapman and Hall, London. Pp: 446-481.
- Mazandaran, Iran. MSc Thesis, Tehran University, Iran. 94 p.
- Abdoli, A. 2000.** Inland water fishes of Iran. Iran Nature and Wildlife Museum. Tehran. 68 p.
- Abbasi, F. 2011.** Study of population dynamics of spiralin (*Alburnoides bipunctatus*) in Tilabad, Kaboodval and Shirabad rivers, Golestan province. MSc Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. 178 p.
- Akbaripasand, A. 1997.** Ecological evaluation of fishes of Gorgan Rivers, Golestan Park. MSc Thesis, Tarbiat Modares University, Iran. 178 p.
- Bagenal, T. 1978.** Methods for assessment of fish production in freshwater, Third edition, Blackwell Scientific Publication Oxford. London Edinbargh Melbourn. 365 pp.
- Bagnal, T. B. and Tesch, F. W. 1978.** Age and growth. In; Bagenal. T.B. Methods for assessment of fish production in freshwater. third edition. Blackwell Scientific Publication. London. 101-136 pp.
- Beverton, R. J. H., and Holt, S. J. 1957.** On the dynamics of exploited fish populations. Fisheries Inv. Series II. Vol. XIX. H.M.S.O. London, 575 p.
- Breitenstein, M. E. and Kirchhofer, A. 2000.** Growth, age structure and species association of the cyprinid *Alburnoides bipunctatus* in the River Aare, Switzerland. *Folia Zoologica*, 49(1): 59-68.
- Burrough, R. J., Kennedy, C. R., 1979.** The occurrence and natural alleviation of stunting in a population of roach, *Rutilus rutilus* (L.). *Journal of Fish Biology*, 15: 93-109.
- Copp, G. H. and Kovac, V. 1996.** Ontogenic patterns of relative growth in young roach *Rutilus rutilus* (L): Within-river basin comparisons. *Ecography*, 19:153-161.
- Coad, B. 2013.** Fresh water fishes of Iran. Retrieved from <http://www.briancoad.com/contents.htm>. On: 19 November 2013.
- Erdogan, O. 2002.** Studies on the age, growth and reproduction characteristics of the chub, *Leuciscus cephalus orientalis* (Nodman. 1840) in Karasu River, Turkey, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 26: 983-991.

- Sparre, P., and Venema, S. G. 1992.** Introduction to tropical fish stock assessment. Danida FAO, Roma. 554 pp.
- Shabani, A. 1994.** Evaluation fish funa of Gorganrood River and their external parasitic infections. MSc Thesis, Tarbiat Modares University, Iran. 137p.
- Taylor, C. C. 1958.** Cod growth and temperature. In: Froese, R., Binohlan, C., 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56: 758-773.
- Turkmen, M., Erdogan, O., Yeldirim, A., and Akyurt, I. 2001.** Reproduction tactics, age and growth of *Capoeta capoeta umbla* Heckle 1843 from the Akkale region of the Karasu River, Turkey. *Fisheries Research*, 1220: 1-12.
- Treer, T., Piria, M., Ancic, I., Safner, R., and Tamljanovic, T. 2006.** Diet and growth of Spirlin, *Alburnoides bipunctatus* in the barbel zone of the Sava River. *Folia Zoologica*, 55(1): 97-106.
- Treer, T., Habekovic, D., Ancic, I., Safner, R., and Piria, M. 2000.** Growth of five spirlin (*Alburnoides bipunctatus*) populations from the Croatian rivers. *Agriculture Conspectus Scientificus*, 65: 175-180.
- Mehravar, S. 2009.** Study of population dynamics of spirlin (*Alburnoides bipunctatus*) in Zaringol Rivers, Golestan Province. MSc Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. 100p.
- Naderi, M., and Abdoli, A. 2004.** Fish species atlas of the south Caspian Sea basin. Iranian Fisheries Research Institute, 242 p.
- Patimar, R., Zare, M. and Hesam, M. 2012.** On the life history of the spirlin *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) in the qanat of Uzineh, northern Iran. *Turkish Journal of Zoology*, 36(3): 383-393.
- Pauly, D. 1980.** On interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stock. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer* 39(3): 175-192.
- Pauly, D., and Munro, J. I. 1984.** Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates, ICLARM. Fishbyte. 106 p.
- Pauly, D. 1984.** Fish population dynamics in Tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM. Manila. 425 p.
- Penaz, M. 1995.** *Alburnoides bipunctatus*. In: Baruš, V. & Oliva, O. (eds), Fauna ČR a SR/Mihulovci a ryby (2): 151-154.



Age structure, growth and mortality index of spiralin (*Alburnoides eichwaldii* De Filippii 1863) in Shirud River, Mazandaran province

Mahdiyeh Monajjemi^{1*}, Rasoul Ghorbani², Mohammad Javad Vesaghi³, Ali Reza Norooz Rajabi¹

1- M.Sc. student, Department of Aquatic Ecology, Natural Resources Faculty, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan

2. Associate Professor, Department of Fisheries, Natural Resources Faculty, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan

3. Ph.D. student, Department of Fisheries, Natural Resources Faculty, Hormuzgan University, Bandar Abbas

Received: 2013/9/2

Accepted: 2013/12/14

*Corresponding author: monajjemi_mahdiyeh@yahoo.com

Abstract:

Age structure, growth and mortality index of 661 specimens of spiralin, *Alburnoides eichwaldii*, from Shiroad River in Mazandaran Province were studied during April 2011 to March 2012. The average total length, weight and age of the specimens were 68.33 ± 16.92 mm, 4.9 ± 3.2 g and 1.32 ± 0.86 years, respectively. The fish were in the age range of 0^+ to 3^+ , of which the 0^+ year specimens dominated the age groups in the river. The largest specimen was 111.4 mm in length and a weight of 15.5 g. Comparing total length and weight of fish showed significant differences various ages ($P < 0.05$). Based on Pauly formula, population growth pattern was negatively allometric ($b = 2.94$). Based on von Bertalanffy growth equation using the FiSAT program, L_{∞} , K and t_0 were 12.08, 0.55, and -0.47, respectively. The growth performance index was up to 3.65. Mortality indices for the fish were calculated as 2.41, 1.19 and 1.22, respectively for the total (Z), natural (M) and fishing (F). Considering the ecological, biological and ornamental value of spiralin as well as its vulnerability to serious environmental degradation, such studies may be useful in the protection of the species.

Keywords: Age, Growth, Mortality, *Alburnoides eichwaldii*, Shiroad River