نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
ISSN: 2423-6349
دوره ۱۳، شماره ۱، صفحات ۵۵-۴۰
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

مقایسه خصوصیات زیستی و تولیدمثلی ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) صیدشده از محیط طبیعی و نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی

بهرام فلاحتکار[1]✉، فاطمه لواجو[1]، مهدی رحمتی[2]، بهمن مکنت‌خواه[2]

[1]گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، گیلان، ایران
[2]مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور، سیاهکل، گیلان، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۶
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۳۰

نویسنده مسئول مکاتبه:
بهرام فلاحتکار. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، گیلان، ایران

ایمیل:
falahatkar@guilan.ac.ir

چکیده

در تحقیق حاضر، برخی خصوصیات زیستی ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) صیدشده از دریاچه پشت سد ارس و ماهیان نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی برای یکسال مورد بررسی قرار گرفت. تعداد نمونه‌های بررسی‌شده برای ماهیان صیدشده از طبیعت ۵۸ عدد و برای گروه پرورشی ۳۳ عدد بود. پارامترهای زیستی و فاکتورهای تولیدمثلی اندازه‌گیری شدند. طبق نتایج میانگین طول کل (۵/۴ ± ۵۱/۶ سانتی‌متر)، وزن (۴۴۲/۱ ± ۱۱۵۰/۵ گرم) و ضریب چاقی (۰/۲ ± ۰/۸۱) در ماهیان نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی بیشتر از ماهیان وحشی است. ماهیان سوف سفید مورد بررسی در دو گروه ماهیان صیدشده از طبیعت و کارگاهی در دامنه سنی بین ۴-۲ سالگی قرار داشتند که گروه سنی ۳ سالگی بیشترین درصد از ترکیب سنی در هر دو گروه صیدشده از طبیعت (۵۳٪) و کارگاهی (۷۱٪) بود. رابطه طول-وزن در گروه صیدشده از طبیعت به صورت $W = ۰/۰۰۴۷x^{۳/۱۲۶۹}$، ۰/۷۹۵۳ = R^2 و کارگاهی به صورت $W = ۰/۰۰۵۸x^{۳/۰۷۹۴}$، R^2 =۰/۶۸۷۷ بدست آمد. شیب خط رگرسیونی (۳>) در هر دو گروه نشانه الگوی رشد آلومتریک مثبت است. بین سنین مختلف اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های گنادوسوماتیک، احشایی و هپاتوسوماتیک در دو جنس نر و ماده وجود دارد (p ۰/۰۵ >). بیشترین تعداد تخمک/گرم در ماهیان نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی (محدوده وزنی گناد ۸۰-۶۰ گرم، به تعداد ۲۱۸۳ در گرم) مشاهده گردید. نتایج نشان داد که بیشترین درصد فراوانی تخمک ها در مرحله سوم-چهارم (۳۲٪) در ماهیان نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی بود. ایجاد شرایط مناسب تغذیه و محیط برای ماهی سوف سفید تأثیر زیادی بر رشد و تولیدمثل آن دارد. نتایج نشان داد که ماهیان صیدشده از طبیعت در شرایط کارگاهی قابلیت تکثیر و تولید بچه‌ماهی را دارند و می‌توان از آن‌ها برای بازسازی ذخایر بهره برد.

واژه‌های کلیدی: رشد آلومتریک، ماهی سوف، شاخص‌های زیستی، شرایط پرورش

۱ | مقدمه

ماهی سوف (*Sander lucioperca*) از گونه‌های با ارزش اقتصادی و بومی ایران است که در حوضه آبریز جنوبی دریای خزر و آب‌های داخلی مانند رودخانه‌ها و سدها زندگی می‌کند (Falahatkar *et al.*, 2018) و زیستگاه آنها اصولا نواحی مصبی و کم‌شور با شوری کمتر از ۱۲ قسمت در هزار (ppt) می‌باشد (Koed *et al.*, 2000). این ماهی به خاطر گوشت باکیفیت و طعم لذیذش اهمیت فراوانی در تغذیه و نقش مهمی در تنوع زیستی و اکوسیستم‌های آبی ایفا می‌کند. همچنین به‌دلیل کیفیت غذایی، رشد سریع و بازارپسندی بالا به‌عنوان یک کاندیدای بالقوه برای پرروش متراکم در اروپا نیز شناخته شده است (Franz *et al.*, 2022). متاسفانه صید بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌ها منجر به تحلیل رفتن ذخایر طبیعی سوف سفید شده است. بنابراین سازمان شیلات ایران از سال ۱۳۶۸، بازسازی ذخایر این گونه را آغاز کرده است. طی این سال‌ها تکثیر نیمه‌طبیعی سوف سفید در ایران پیشرفت قابل توجهی داشته است (Falahatkar *et al.*, 2018., 2025).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

بدیهی است دستیابی به تکنیک‌های تکثیر مصنوعی و پرورش و همچنین تعیین نیازمندی‌های محیطی و تغذیه‌ای سوف سفید از مراحل حیاتی در روند پرورش این گونه محسوب می‌گردد که به‌طور مستقیم ظرفیت تولید را تحت تاثیر قرار می‌دهد و از این طریق بر سودآوری آن تاثیر می‌گذارد.

به همین دلیل، توسعه بهبود روش‌های پرورشی و مدیریت پایدار این گونه می‌تواند تاثیر قابل توجهی در ارتقای اقتصاد محلی و حفظ منابع طبیعی داشته باشد و از طرفی دیگر، امنیت غذایی و سلامت جامعه را تضمین کند.

بسیاری از ماهیان در طول عمر خود به رشد ادامه می‌دهند، بنابراین رشد و تولیدمثل از جنبه‌های مهم زیست‌شناسی یک گونه محسوب می‌شود، تا حدی که بقا و فراوانی افراد به آن وابسته است (Wootton, 1990; Ghanbarzadeh *et al*., 2021). ارتباط بین طول و وزن ماهی نقش مهمی در برآورد رشد، سن، مرگ و میر و مدیریت ذخایر آبزیان دارد. این رابطه الگوی رشد ماهی را نشان می‌دهد و در ارزیابی و برنامه‌ریزی شیلاتی بسیار ارزشمند است (Chang *et al*., 2022; Jiang *et al*., 2022).

با توجه به کاهش شدید ذخایر طبیعی سوف سفید طی دهه‌های اخیر، اهمیت تکثیر کنترل‌شده مولدین صیدشده از محیط طبیعی و رهاسازی بچه‌ماهیان انگشت‌قد به منابع آبی طبیعی از برنامه‌های اصلی بازسازی ذخایر در دریای خزر است (Falahatkar *et al*., 2018). مطالعات Brummett و همکاران (2004) نشان داد که به منظور افزایش توان رقابتی آبزی‌پروران، لازم است که تولید و پرورش بچه‌ماهی‌های با کیفیت بالا در اولویت قرار گیرد و رویکرد بر تولید بچه‌ماهیان انگشت‌قد با بالاترین کیفیت الویت اصلی است. از این‌رو، کیفیت بچه‌ماهیان رهاسازی‌شده در موفقیت برنامه بازسازی ذخایر به مراتب مهم‌تر از تعداد آنهاست. قیمت و کیفیت متغیر گوشت تازه سوف سفید در بازار و همچنین تقاضای دایمی و رو به افزایش آن توجه محققان را نیز به خود جلب کرده است. به همین دلیل، نگهداری و تکثیر ماهی در شرایط کنترل‌شده کارگاهی از طریق اهلی‌سازی به‌عنوان یک روش پایدار و مستعد برای تأمین ماهی برای مصرف انسانی مطرح شده است (Efatpanah and Falahatkar, 2019).

با توجه به هزینه‌های بالای تامین مولدین از طبیعت، مخاطرات انتقال آن با استرس زیادی همراه خواهد بود و شامل عواملی همچون تغییرات ناگهانی کیفیت آب، آسیب‌های فیزیکی، تراکم بالا، تطبیق تدریجی با شرایط جدید و همچنین احتمال عدم موفقیت تولیدمثلی در زمان انتقال می‌باشد، لذا روش‌های جایگزین از جمله اهلی‌سازی ماهیان و نگهداری ماهیان صیدشده از طبیعت و تکثیرشده در شرایط کارگاهی به منظور استفاده مجدد از آن‌ها برای تکثیر، مدنظر قرار گرفته است. در این راستا، حفظ و ارتقای کیفیت مولدین وحشی و نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی و بررسی امکان تکثیر مجدد آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در آبزی‌پروری، تغییرات اصلی که در شرایط کنترل‌شده کارگاهی و فرآیند اهلی‌سازی رخ می‌دهد، شامل نیاز به سازگاری ماهی با دسترسی ثابت به غذا، عدم وجود شکارچیان و تراکم پرورش بالاتر از طبیعت است (Teletchea and Fontaine, 2014). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که اهلی‌سازی تغییرات بزرگی را در سطح اکولوژیک، رفتاری، فنوتیپی و فیزیولوژیک بخصوص در نسل‌های اولیه ایجاد می‌کند (Milla *et al*., 2021). تغییرات فنوتیپی در طول این فرآیند، بر عملکردهای فیزیولوژیک متفاوتی نظیر رشد، تولیدمثل، پاسخ به استرس و ایمنی تاثیر می‌گذارد. این تغییرات ممکن است ناشی از عوامل متعدد درونی مانند ویژگی‌های ژنتیکی، هورمونی یا وضعیت سلامت و عوامل بیرونی شامل محیط زیست، شرایط اقلیمی، منابع غذایی و استرس‌های محیطی باشد (Milla *et al*., 2021).

اهلی‌سازی در ماهیان، برخلاف پستانداران که برای آن‌ها زمان زیادی (صدها سال) صرف می‌شود، بسیار سریع‌تر است و ممکن است تنها چند سال طول بکشد (Nynca *et al*., 2020; Teletchea, 2016). این یک فرآیند چندمرحله‌ای است و از انتقال ماهی‌های وحشی به محیط اسارت آغاز و تا زمان اصلاح‌نژاد ادامه می‌یابد (Teletchea, 2019; Nynca *et al*., 2020). توسعه تکنیک‌های القای تولیدمثل در محیط کارگاهی، امکان تکثیر ماهیانی که به صورت طبیعی در شرایط پرورشی تولیدمثل نمی‌کنند، را فراهم می‌کند و هزینه‌های مربوط به تزریق هورمون را کاهش می‌دهد (Falahatkar *et al*., 2025).

ماهیان وحشی سوف سفید در معرض عوامل محیطی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

طبیعی از جمله شکار و شکارچی قرار دارند، اما برای مولدین نگهداری‌شده در شرایط قابل کنترل کارگاهی، حذف این عوامل به معنای افزایش بقای ماهیان و کاهش استرس آنهاست. روند گنادوژنز در تولیدمثل و موفقیت تکثیر حائز اهمیت است و عوامل تاثیرگذار بر آن نیز بسیار حیاتی هستند، چراکه با حذف عوامل تهدیدکننده که ماهی در طبیعت با آن روبروست، احتمالا این روند بهتر و سریعتر پیش خواهد رفت؛ از این رو این امر نقش مهمی در استراتژی‌های بازسازی ذخایر سوف سفید و کاهش فشار بر جمعیت‌های وحشی ایفا می‌کند. در این راستا، تاکنون مطالعه مقایسه‌ای بین مولدین سوف وحشی و مولدین نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی انجام نشده است. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی رابطه طول و وزن، تعیین میزان رشد و برخی از شاخص‌های زیستی و تولیدمثلی جنس‌های نر و ماده در دو گروه ماهیان وحشی و ماهیان نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی ماهی سوف سفید انجام شد و نتایج این تحقیق می‌تواند راهگشای برنامه‌های تکثیر و آبزی‌پروری این گونه باشد.

۲ | مواد و روش‌ها

۲-۱. صید مولدین و شرایط نگهداری

مولدین سوف سفید وحشی در فصل زمستان از ذخیره‌گاه طبیعی، واقع در دریاچه پشت سد ارس (آذربایجان غربی) صید و به وسیله تانکر مجهز به کپسول اکسیژن به مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل، واقع در استان گیلان، انتقال داده شدند. مولدین صیدشده از طبیعت تحت تکثیر نیمه‌مصنوعی قرار گرفتند. تیمارها شامل ماهیانی از دو گروه مولدین وحشی صید شده از طبیعت (W) و مولدین نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی پس از تکثیر (C) در دو جنس نر و ماده در سنین مختلف بودند. هورمون HCG به میزان ۲۰۰ واحد بین‌المللی به ازای هر کیلوگرم وزن بدن برای جنس ماده (یک دوز برای هر دو تیمار) مورد استفاده قرار گرفت، در حالی‌که جنس نر به دلیل آمادگی تولیدمثلی هورمونی تزریق نشد (Falahatkar *et al.*, 2025). پس از عملیات تکثیر، مولدین به مدت یکسال در شرایط کارگاهی در استخرهای خاکی ۴ هکتاری نگهداری شدند و مورد تغذیه با بچه کپورماهیان قرار گرفتند. ماهیان در شرایط یکسان و فتوپریود طبیعی قرار داشتند. انتخاب نمونه‌های مورد مطالعه به‌طور تصادفی و به تعداد ۵۸ عدد در شرایط وحشی و ۳۳ عدد نگهداری‌شده در کارگاه بود. نمونه‌ها بعد از صید به آزمایشگاه مرکز منتقل و مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. زیست‌سنجی نمونه‌ها، شامل اندازه‌گیری طول کل با خط‌کش (با دقت میلی‌متر، و وزن با ترازوی دیجیتال (با دقت گرم) بود.

۲-۲. تعیین رسیدگی جنسی

جهت بررسی رسیدگی جنسی ماهی‌ها، پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه، گنادها مورد مطالعه قرار گرفتند و پس از توزین با ترازوی دیجیتال (دقت ۰/۱ گرم)، از روش ۶ مرحله ای برای تعیین مرحله رسیدگی جنسی ماهی استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱: مشخصه‌های مراحل رسیدگی جنسی سوف سفید (King, 1995)

مرحله	ویژگی‌ها
I	گناد توسعه نیافته، کوچک و شفاف می‌باشد و تخمک‌ها با چشم غیرمسلح قابل رویت نیستند.
II	تخمدان کدر و به رنگ نارنجی بوده و تخمک‌ها قابل رویت می‌باشند. در نمونه‌های بالغ این مرحله در دوره بعد از تخم‌ریزی نیز مشاهده شده و دوره استراحت گناد محسوب می‌شود.
III	تخمدان رشد کرده و قسمتی از حفره شکمی را پر می‌کند. تخمک‌ها بزرگ، مدور و شفاف بوده و به‌صورت توده‌های به هم چسبیده مشاهده می‌شوند.
IV	تخمدان در مرحله چهارم رسیدگی جنسی نارنجی پررنگ بوده و بیشتر حفره شکمی را پر می‌کند. رگ‌های خونی روی تخمدان مشاهده می‌شوند. تخمک‌ها بزرگ شده و از هم جدا می‌باشند.
V	تخمدان بزرگ بوده و کاملا حفره شکمی را پر می‌کند. رگ‌های خونی روی تخمدان کاملا توسعه یافته و در سراسر تخمدان مشاهده می‌گردند. با فشار بر شکم ماهی تخمک‌ها رها می‌شوند. تخمک‌ها کاملا رسیده و شفاف می‌باشند.
VI	تخمدان چروکیده و شل می‌باشد و بقایای تخمک‌های رهاسازی نشده در تخمدان دیده می‌شود. بعد از مدتی شکل ظاهری تخمدان شبیه به مرحله ۲ می‌گردد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

۲-۳. تعیین سن

جهت تعیین سن، فلس‌های موجود در ناحیه بین باله پشتی و خط جانبی برداشت گردید. در این روش با شمارش دوایر متحدالمرکز سالیانه روی فلس، سن ماهی تعیین شد (Biswas, 1993).

۲-۴. محاسبه رابطه طول-وزن

رابطه طول-وزن (LWR) با در نظر گرفتن زمان و نوع جنسیت از طریق فرمول $W=aL^b$ محاسبه و ضریب همبستگی نیز توسط فرمول لگاریتمی $Log\ W=Log\ a + b\ Log\ TL$ تعیین گردید.

در این فرمول W: وزن بر حسب گرم، L: طول کل بر حسب سانتی‌متر، a: ضریب ثابت و مقدار آغازین رشد و b: کمترین مربعات و ضریب رشد می‌باشد (Biswas, 1993). مقدار b برابر شیب منحنی است و مقدار آن، نوع رشد بدن یعنی همگون یا ناهمگون بودن را نشان می‌دهد.

۲-۵. محاسبه برخی از شاخص‌های زیستی

ضریب چاقی، شاخص احشایی، شاخص هپاتوسوماتیک (Biswas, 1993) و شاخص گنادوسوماتیک (Bagenal and Tesch, 1978) طبق فرمول‌های زیر محاسبه گردیدند:

۱۰۰ × ((طول کل[۳] (سانتی‌متر) /وزن ماهی (گرم)) = ضریب چاقی

۱۰۰ × وزن بدن (گرم) /وزن امعاء و احشاء (گرم) = شاخص احشایی (درصد)

۱۰۰ × وزن کبد (گرم) /وزن کل بدن (گرم) = شاخص هپاتوسوماتیک (درصد)

۱۰۰ × وزن بدن (گرم) /وزن گناد (گرم) = شاخص گنادوسوماتیک (درصد)

۲-۶. آنالیز آماری

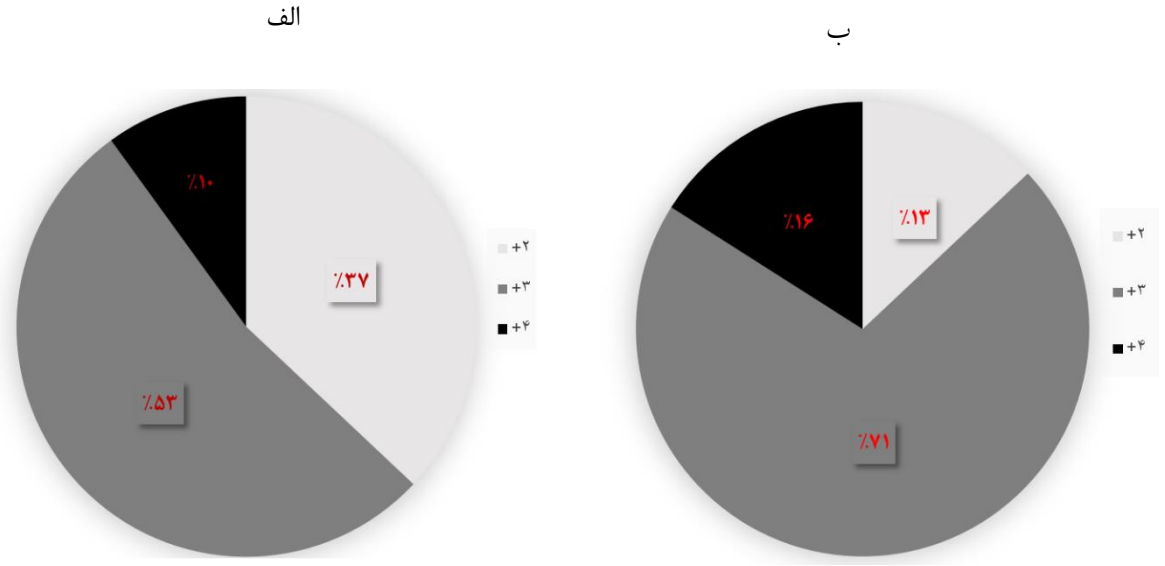
برای تحلیل‌های آماری در ابتدا داده‌ها تحت آزمون نرمال بودن Smirnov-Kolmogorov قرار گرفتند. پس از اطمینان از نرمال‌بودن داده‌ها، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از تجزیه واریانس و آزمون توکی به عنوان post hoc جهت مقایسه تفاوت‌های معنی‌دار میانگین داده‌ها در نظر گرفته شد. جهت بررسی اثر محیط طبیعی و کارگاهی در دو جنس نر و ماده در طی سنین مختلف از آنالیز واریانس دو طرفه (Two-Way ANOVA) استفاده شد. جهت مقایسه برخی از شاخص‌ها در ماهیان ماده و نر در طی سنین مختلف از آزمون t-test مستقل استفاده گردید. معنی‌داری داده‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد در نرم‌افزار SPSS (Version 18, Chicago, USA) بررسی شد. از آزمون مربع کای طبق فرمول $X^2 =\sum(Oi - Ei)^2/ Ei$ جهت معنی‌دار بودن اختلاف تعداد نرها و ماده‌ها با نسبت قابل انتظار (۱:۱) استفاده گردید. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار ارایه شدند.

۳ | نتایج

میانگین برخی از خصوصیات زیستی ماهی سوف سفید در دو گروه وحشی و نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی در جدول ۱ آورده شده است. نتایج بدست آمده نشان داد که میانگین طول کل (۵/۴ ± ۵۱/۶ سانتی‌متر)، وزن (۴۴۲/۱ ± ۱۱۵۰/۵ گرم) و ضریب چاقی (۰/۲ ± ۰/۸۱ درصد) در شرایط کارگاهی بیشتر از گروه وحشی بود و تفاوت معنی‌داری را نشان دادند ($p < ۰/۰۵$)، در حالی‌که وزن گناد (۳/۲ ± ۶۹/۱ گرم)، در ماهیان وحشی بیشتر از ماهیان نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی محاسبه شد ($p < ۰/۰۵$). دامنه سنی ماهیان سوف سفید مورد بررسی در دو گروه وحشی و ماهیان نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی بین ۴-۲ سال بود که در این بین گروه سنی ۳ سال بیشترین درصد از ترکیب سنی را در هر دو گروه وحشی (۵۳ درصد) و کارگاهی (۷۱ درصد) دارا بودند (شکل ۱). فراوانی جنسی نشان داد که در هر دو گروه وحشی و کارگاهی جنس ماده درصد فراوانی بیشتری را بخود اختصاص داده است، به طوری که نسبت جنسی ماده به نر در گروه وحشی ۱:۴/۳ و در شرایط کارگاهی ۱:۱/۱۸ بود و آزمون مربع کای اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وحشی و نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی را نشان داد ($p < ۰/۰۵$).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]



شکل ۱: درصد فراوانی گروه‌های سنی در ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) در دو گروه مختلف (الف: وحشی، ب: کارگاهی)

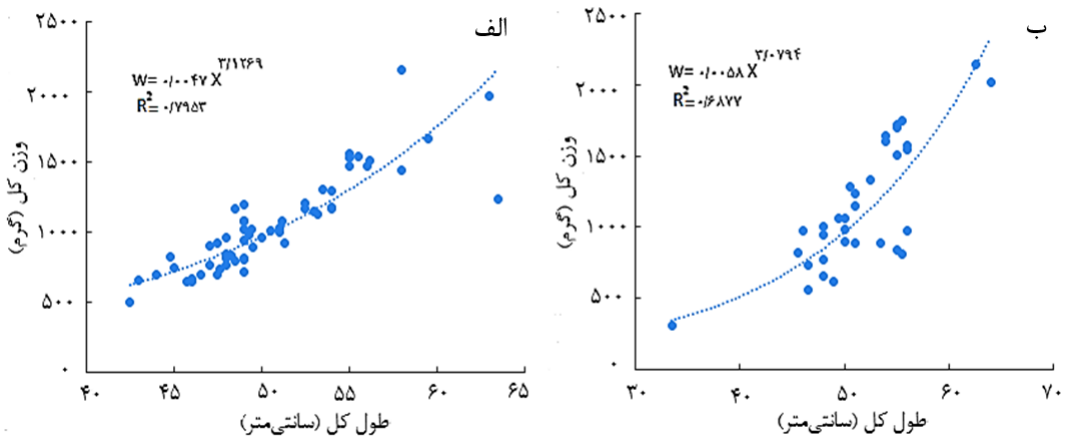
جدول. ۱. مقادیر برخی از خصوصیات زیستی در ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) در دو گروه مختلف وحشی و کارگاهی (میانگین ± انحراف معیار)

نمونه	تعداد	کمترین	طول (سانتی‌متر) بیشترین	میانگین	وزن (گرم) بیشترین	کمترین	میانگین	ضریب چاقی	وزن گناد	محدوده سنی (سال)	فراوانی جنسی (درصد)	نسبت جنسی (ماده: نر)
W	۵۸	۵۰۰	۲۱۵۰	۱۰۴۴/۹ ± ۳۳۶/۸	۶۳/۵	۴۲/۵	۵۰/۶ ± ۴/۵	۰/۷۹ ± ۰/۱	۶۹/۱ ± ۳/۲	۲-۴	ماده، ۸۰/۳۲ نر ۱۹/۶۷	۱:۴/۳
C	۳۳	۳۰۶	۲۱۴۰	۱۱۵۰/۵ ± ۴۴۲/۱	۶۴	۳۳/۵	۵۱/۶ ± ۵/۴	۰/۸۱ ± ۰/۲	۲۱/۱ ± ۱/۵	۲-۴	ماده، ۵۴/۲۸ نر ۴۵/۷۱	۱:۱/۱۸

رابطه طول و وزن در این تحقیق در شکل ۲ آورده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، رابطه طول-وزن در گروه وحشی به صورت $W = ۰/۰۰۴۷x^{۳/۱۲۶۹}$ و ضریب همبستگی $R^2 = ۰/۷۹۵۳$ و در ماهیان نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی به صورت $W = ۰/۰۰۵۸x^{۳/۰۷۹۴}$ و ضریب همبستگی $R^2 = ۰/۶۸۷۷$ بدست آمد. همچنین شیب خط رگرسیونی یا ضریب b در هر دو شرایط بزرگتر از ۳ بود که نشانه الگوی رشد آلومتریک مثبت است.

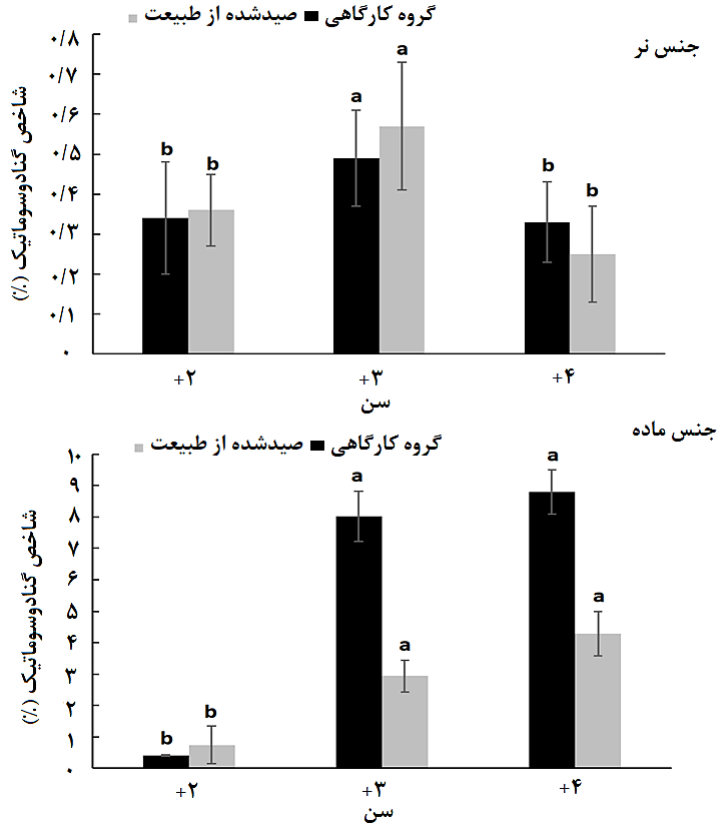
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]



شکل ۲: رابطه طول کل و وزن ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) در دو گروه مختلف (الف: وحشی، ب: کارگاهی)

مقادیر شاخص گنادوسوماتیک در مقایسه دو گروه وحشی و نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی اختلاف معنی‌داری بین سنین در هر دو جنس نر و ماده را نشان داد ($p < ۰/۰۵$)، به طوری که مقدار این شاخص در جنس ماده در ماهیان نگهداری شده در شرایط کارگاهی و در سن ۴+ بیشترین مقدار بود (شکل ۳).



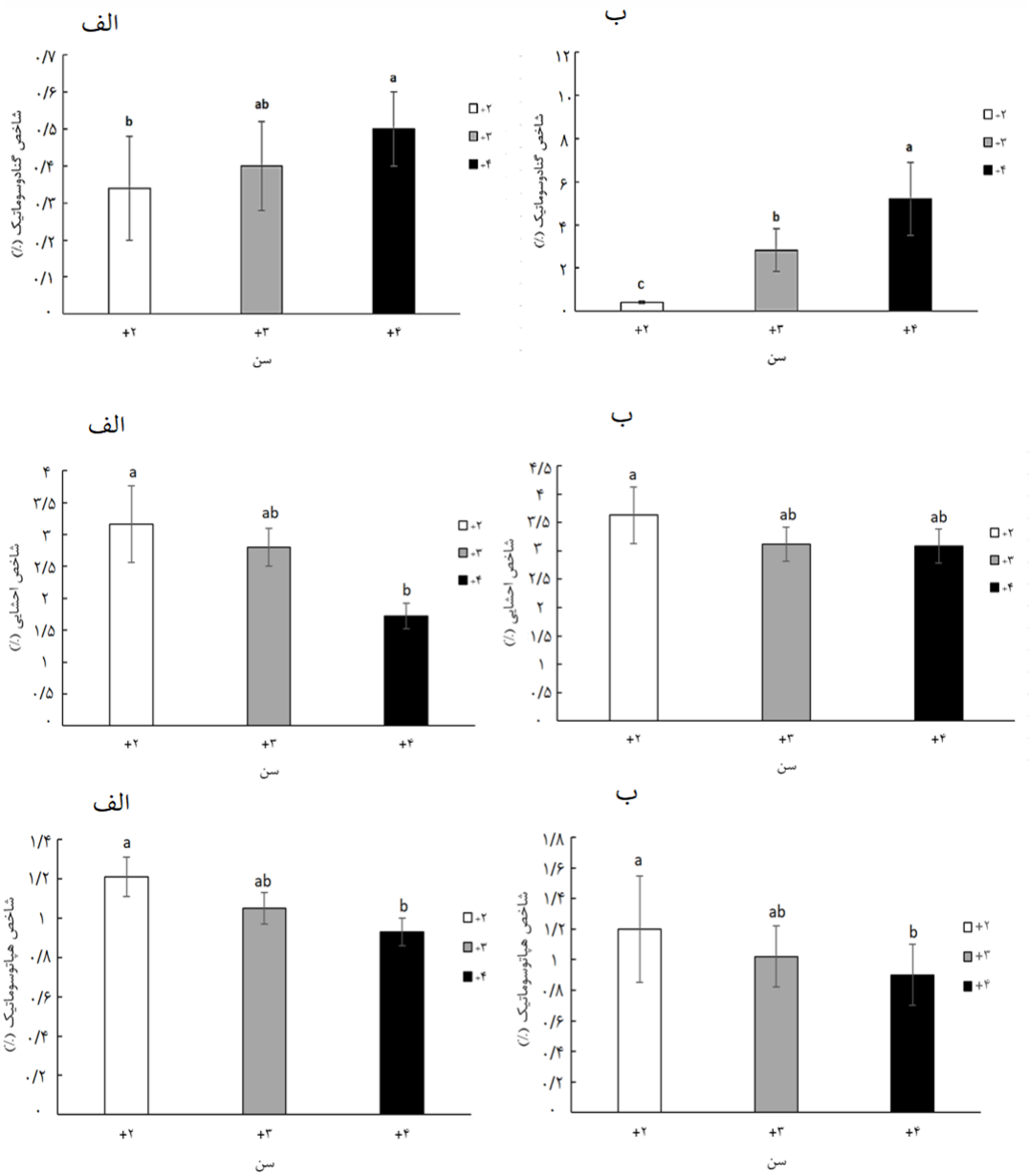
شکل ۳: مقایسه شاخص گنادوسوماتیک در ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) در دو گروه وحشی و کارگاهی

درصد شاخص‌های گنادوسوماتیک، احشایی و هپاتوسوماتیک در ماهی سوف سفید در سنین و جنس‌های مختلف (ماهیان وحشی) در شکل ۴ آورده شده است. بر طبق نتایج بدست آمده، در شاخص گنادوسوماتیک، بین

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

سنین مختلف در هر دو جنس نر و ماده اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p < ۰/۰۵$). مقدار این شاخص در جنس ماده بیشتر بود. درصد شاخص احشایی در ماهی سوف سفید نشان داد که این شاخص در دو جنس نر و ماده تفاوت معنی‌داری بین سنین را نشان داد ($p < ۰/۰۵$). مقدار این شاخص در جنس ماده در سن ۲ سالگی بیشترین مقدار بود و با افزایش سن مقدار این شاخص کمتر شد. در شاخص هپاتوسوماتیک بین سنین مختلف در هر دو جنس نر و ماده اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p < ۰/۰۵$). مقدار این شاخص در جنس ماده در سن ۲ سالگی بیشترین مقدار بود.



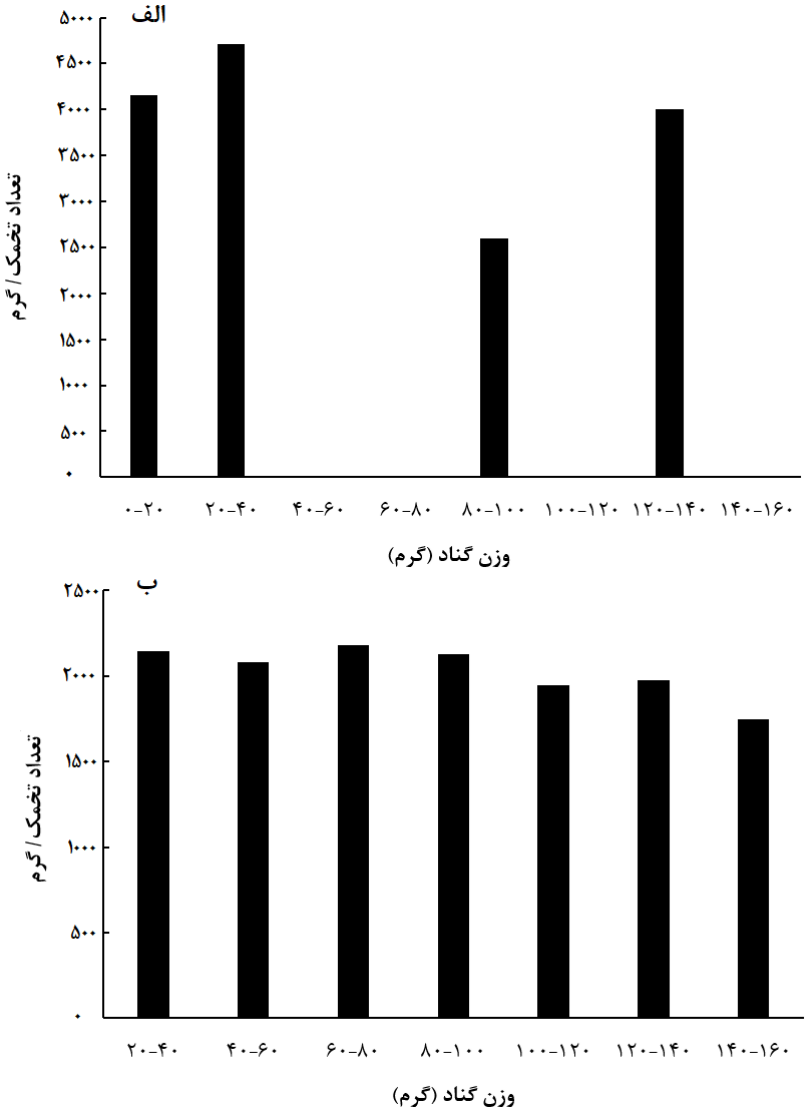
شکل ۴: شاخص‌های گنادوسوماتیک، احشایی و هپاتوسوماتیک در ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) در سنین و جنس‌های مختلف (وحشی). الف: جنس نر، ب: جنس ماده.

نمونه‌های گناد در ۸ کلاسه وزنی (صفر تا ۱۴۰ گرم) در هر دو گروه وحشی و نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی تفکیک

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

شدند که بیشترین تعداد تخمک در گرم در ماهیان نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی در محدوده وزنی گناد ۸۰-۶۰ گرم، با ۲۱۸۳ در گرم (شکل ۵ ب) مشاهده گردید. نتایج همچنین نشان داد که در مرحله سوم-چهارم از فرآیند رسیدگی جنسی، در ماهیان نگهداری‌شده کارگاهی ۳۲ درصد از تخمک‌ها به وضعیتی رسیده‌اند که آماده برای تخم‌گذاری و تکثیر هستند.



شکل ۵: تغییرات تعداد تخمک ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) در گرم در کلاسه‌های مختلف وزنی گناد.
الف) گروه وحشی ، ب) گروه کارگاهی

بحث

ماهی سوف سفید گونه‌ای ارزشمند و بومی است که به‌دلیل مشکلات ناشی از دخالت‌های انسانی، ذخایر طبیعی آن در کشور رو به نقصان گذاشته است (Abdolmalaki and Psuty, 2007)، در نتیجه، بازسازی ذخایر این ماهی ارزشمند بسیار حائز اهمیت است. نتایج مطالعه حاضر از ماهیان وحشی و نگهداری شده در شرایط کارگاهی به مدت یک سال، نشان‌دهنده تطابق و تفاوت‌هایی در ویژگی‌های بیولوژیک، از جمله طول، وزن، نرخ رشد، ساختار سنی و دیگر جنبه‌های پویایی جمعیت این گونه است. در این مطالعه، مقدار رشد در هر دو شرایط وحشی و نگهداری شده

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

در شرایط کارگاهی از نوع مثبت بود (افزایش وزن در طول زمان). عموما میزان ضریب رگرسیون (b) به طور معمول در جمعیت ماهیان بین دو تا چهار در نوسان است (Bagenal, 1978; Froese *et al*., 2019) که در مطالعه حاضر در محدوده ۳ قرار داشت (رشد از نوع آلومتریک مثبت) و نشان داد با افزایش طول ماهی سوف، وزن آن هم افزایش یافته است؛ در نتیجه رشد این ماهی مثبت و از موازنه مثبت انرژی در هنگام سوخت و ساز، برخوردار است. نتایج مطالعه Shiguemoto و همکاران (2021) بر روی گربه ماهی *Pseudopimelodus mangurus* نشان داد که در شرایط اسارت بیشترین مقادیر وزن، نرخ رشد ویژه، طول و رشد مشاهده شد که نشان‌دهنده پذیرش جیره غذایی مصنوعی در پرورش این گونه است. همچنین مطالعه دو جمعیت وحشی و پرورشی ماهی آزاد (*Salmo salar*) نشان داد که مقادیر رشد در نمونه وحشی ۲۵٪ کمتر از نمونه پرورشی بود (Solberg *et al*., 2013). میزان رشد ماهی تا حد زیادی متغیر است و به عوامل محیطی و درونی گوناگونی همچون نوسانات فصلی، رقابت، تغییرات پارامترهای زیست‌محیطی مثل درجه حرارت و شوری، جنسیت، شرایط تغذیه‌ای و مراحل رسیدگی جنسی ماهی مربوط می‌باشد (Bagenal, 1978; Kiabi *et al*., 1999; Asadollah *et al*., 2017; Ghanbarzadeh *et al*., 2021).

ضریب چاقی یکی از فاکتورهای مهم در ارزیابی رشد مناسب ماهیان در محیط‌های مختلف است. این ضریب در ماهیان نشان‌دهنده اثر متقابل بین عوامل زیستی و غیرزیستی در شرایط مختلف فیزیولوژیک است (Ajibare and Loto, 2022). برآورد ضریب چاقی در گونه‌های ماهیان وضعیت جمعیت‌ها در طول مراحل مختلف چرخه زندگی را نشان می‌دهد (Rolles *et al*., 2023). در مطالعه حاضر، ضریب چاقی در ماهیان نگهداری شده در شرایط کارگاهی بیشتر از ماهیان وحشی بود که نشان‌دهنده مطلوب‌بودن شرایط نگهداری سوف سفید از نظر فضا و تغذیه می‌تواند باشد. اندازه و توان رشد ماهیان با قرار گرفتن در شرایط محیطی مختلف، متفاوت است و تراکم یا فضای پرورش، تغذیه، عوامل بیماری‌زا و فصل تولیدمثلی در میزان ضریب چاقی ماهیان بسیار تاثیرگذار است (Downs *et al*., 2020).

در مطالعه حاضر، دامنه سنی ماهیان سوف سفید مورد بررسی نشان داد که گروه سنی ۳ سال بیشترین درصد از ترکیب سنی را به خود اختصاص داده‌اند. معمولا نرها در سن ۳-۲ سالگی و ماده‌ها در سن ۴-۳ سالگی آمادگی تولیدمثلی را به دست می‌آورند (Wang *et al*., 2009). در این سن مولدین دارای شرایط لازم برای تکثیر هستند، به‌طوری‌که در مواردی می‌توان استحصال تخم از مولدین آماده تخم‌دهی بدون تزریق هورمون در شرایط نگهداری شده در کارگاه انجام داد. از طرفی دیگر، انتخاب مولدین با ویژگی‌های مطلوب مانند اندازه نسبتا بزرگ با سن بلوغ جنسی به پرورش‌دهندگان این امکان را می‌دهد که به تولید تخم بزرگ‌تر و در نتیجه لارو بزرگ‌تر و بازدهی بیشتر آبزی‌پروری دست یابند. نتایج این مطالعه نشان داد مرحله سوم-چهارم رسیدگی جنسی در ماهی سوف سفید بیشترین درصد از مراحل رسیدگی جنسی را به خود اختصاص داده است. در این مراحل، ماهیان سوف سفید از لحاظ تولیدمثلی آمادگی کامل داشته و افزایش فعالیت جنسی و افزایش شانس باروری در این مرحله اتفاق می‌افتد (Szkudlarek *et al*., 2007). رشد و رسیدگی جنسی ماهی متاثر از مجموعه‌ای از عوامل داخلی (هورمون‌های گنادوتروپین) و خارجی (متغیرهای محیطی) است که سبب تکامل اووسیت‌ها می‌شوند (Ronyai, 2007; Ljubobratovic *et al*., 2019). بنابراین نتیجه بدست‌آمده را می‌توان به میزان استرس پایین، تولید میزان مناسبی از گنادوتروپین و سازگاری سوف سفید در شرایط کنترل‌شده کارگاهی جهت گذراندن دوره تکامل جنسی نسبت داد. این نتایج می‌تواند به پژوهش‌ها و برنامه‌های پرورشی کمک کند تا بهبود فرآیند رسیدگی جنسی و تکثیر ماهیان در شرایط نگهداری شده در کارگاه را تسهیل کند و بهره‌وری از تولید تخمک‌ها و تکثیر ماهیان را افزایش دهد. شاخص گنادی به عنوان یک روش غیرمستقیم برای تخمین زمان تخم‌ریزی در ماهیان می‌باشد (Borthakur, 2018). همچنین این شاخص جهت ارزیابی میزان توسعه گنادها در دوره تولیدمثلی ماهیان به کار می‌رود (Bahuguna and Khatri, 2009). با توجه به نتایج مطالعه حاضر، بیشترین میزان شاخص گنادوسوماتیک در سن ۴ سالگی در ماهیان نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی مشاهده شد. این نتایج بیانگر آن است که در این سن، ماهیان به بیشترین میزان توسعه گنادها رسیده‌اند و آمادگی بیشتری برای تخم‌ریزی دارند. این

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

مقطع زمانی می‌تواند نقطه عطفی در برنامه‌ریزی نحوه مدیریت و بهره‌برداری ماهیان سوف باشد، زیرا با شناخت دقیق توسعه گنادها، می‌توان زمان بهینه برای تخم‌ریزی و برداشت تخمک‌ها را تعیین کرد. تفاوت موجود در رشد گنادی در ماهیان وحشی و ماهیان نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی می‌تواند مربوط به عواملی مانند تغذیه، استرس، بیماری‌ها و عوامل محیطی در دو شرایط مرتبط باشد که تأثیرات مختلفی بر روی میزان هورمون‌های جنسی ترشح شده، کیفیت گامت‌ها و رشد و رسیدگی جنسی ماهیان دارد (Claret *et al*., 2014). نتایج مطالعه Mustac و همکاران (2024) نشان داد که وضعیت بدنی و شاخص گنادی در ماهیان پرورشی بوگه (*Boops boops*) بیشتر از ماهیان وحشی است و دلیل احتمالی این امر را در دسترس بودن غذای کافی و بهینه برای نمونه‌های پرورشی در مقایسه با وحشی بیان داشتند. مطالعه مقایسه‌ای بین دو جمعیت وحشی و پرورشی ماهی سنگسر طلایی (*Larimichthys crocea*) نشان می‌دهد که رژیم غذایی مناسب در شرایط مطلوب پرورشی، با فراهم آوردن مجموعه متنوعی از مواد مغذی، بر کیفیت گوشت و رشد ماهی‌های پرورشی تاثیر مثبت دارد (Zheng *et al*., 2024). به طور خلاصه، می‌توان گفت که ماهیان پرورشی به دلیل دسترسی به تغذیه مناسب‌تر و شرایط محیطی کنترل‌شده‌تر، در سنین پایین‌تری نسبت به ماهیان صیدشده از طبیعت به بلوغ جنسی و آمادگی برای تخم‌ریزی می‌رسند؛ همچنین شاخص گنادوسوماتیک بیشتری در مقایسه با نوع وحشی دارند.

شاخص هپاتوسوماتیک نمایی از زرده‌سازی در ماده‌ها است و وضعیت تولیدمثلی ماهیان را نشان می‌دهد. در مطالعه حاضر، شاخص هپاتوسوماتیک با افزایش سن روند کاهشی در ماهیان صیدشده از طبیعت را نشان داد. برآورد میزان شاخص هپاتوسوماتیک در مطالعه Evans و Claiborne (2005) نشان داد که این شاخص در جنس نر و ماده ماهی‌کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) در سنین پایین ۱ و ۲ سالگی بیشترین مقدار است و بتدریج با افزایش سن از میزان این شاخص کم می‌شود. شاخص هپاتوسوماتیک در زمان تجمع زرده در تخمک‌ها، زیاد می‌شود که این امر مؤید فعالیت‌های اصلی کبد در رابطه با تولیدمثل است (Ghelichi *et al*., 2004). در مطالعه‌ای که روی ماهی *Alosa braschnikowi* انجام شد، نتایج نشان داد که شاخص هپاتوسوماتیک در مرحله زرده‌سازی روند افزایشی داشت (Mazheri *et al*., 2018). زرده‌سازی موجب افزایش متابولیسم کبد شده و به دنبال آن باعث بزرگ‌شدن کبد و در نهایت افزایش شاخص هپاتوسوماتیک می‌شود (Hristensen *et al*., 1999). شرایط محیطی هم بر روی شاخص هپاتوسوماتیک تاثیرگذار است (Dambo *et al*., 2021). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که در شرایط استرس، شاخص هپاتوسوماتیک به دلیل اختلال در عملکردهای متابولیک بدن کاهش می یابد (Chellappa *et al*., 2006; Dambo *et al*., 2021). از آنجایی که شاخص هپاتوسوماتیک معمولاً به نسبت وزن کبد به وزن بدن اشاره دارد و در شرایط استرس، این نسبت می‌تواند تغییر کند و به کاهش وزن کبد یا عدم رشد مناسب آن منجر شود (Dambo *et al*., 2021). در محیط طبیعی، سوف سفید با انواع مختلفی از عوامل تنش‌زا مانند تغییرات ناگهانی دمای آب، کمبود اکسیژن، کمبود غذا و شکارچی روبروست؛ بنابراین بدن او برای مقابله با این وضعیت انرژی بیشتری مصرف می‌کند (Schafer *et al*., 2021). شاخص هپاتوسوماتیک با افزایش سن در ماهی سوف سفید به این دلیل کاهش می‌یابد که با رسیدن به بلوغ، سوف سفید انرژی بیشتری به تولیدمثل اختصاص داده است و فعالیت متابولیکی کبد نسبتا کم می‌شود.

در مطالعه حاضر، تعداد تخمک/گرم و وزن گناد در نمونه‌های نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی بیشتر از نمونه‌های وحشی بود. در ابتدای رسیدگی جنسی با افزایش سن ماهی، وزن گناد هم به دلیل عواملی همچون توسعه گنادی، تولید سلول‌های جنسی و ذخیره‌سازی مواد مغذی افزایش می‌یابد (Ugrin *et al*., 2023). در مطالعه حاضر، در شرایط نگهداری‌شده در کارگاه با افزایش سن ماهی (که در واقع با افزایش وزن و طول آن همراه است)، وزن گناد هم افزایش یافت. این مطلب بدان معناست که بهینه‌بودن شرایط کارگاهی و تغذیه مناسب به موازات رشد ماهی و افزایش سن آن، بر میزان وزن و قطر تخمک می‌افزاید (Szkudlarek *et al*., 2007). با افزایش سن و رسیدگی جنسی، قطر تخمک و میزان زرده‌سازی افزایش می‌یابد و بدین ترتیب فضای داخل حفره شکمی اشغال می‌شود. در این مطالعه تعداد تخمک در ماهیان نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی بیشتر از ماهیان وحشی بود. نتایج تحقیقات بر

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

روی سوف سفید نشان می‌دهند که موفقیت لقاح در شرایط نگهداری‌شده کارگاهی بالا (۸۱٪ تا ۹۸٪) است (Nynca *et al.*, 2022; Falahatkar *et al.*, 2025) و دلیل این امر را اینگونه می‌توان بیان نمود که مولدین نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی در وضعیت مساعدتری به‌لحاظ تولیدمثلی قرار دارند و چنین شرایطی به دلیل کاهش استرس، غذای در دسترس کافی، کیفیت آب، دما و نور مناسب امکان تولید تخمک با تعداد بیشتر را مهیا نموده است (Nynca *et al.*, 2020). این امر نشان‌دهنده آن است که امکان تولیدمثل موفقیت‌آمیز این گونه ماهی در شرایط پرورشی وجود دارد و این نتیجه می‌تواند در توسعه صنعت پرورش سوف سفید موثر باشد. طبق نتایج تحقیقات، شرایط پرورشی و تغذیه با جیره‌های تجاری منجر به تغییرات پروتئین‌های متابولیک در تخم‌های ماهیان ماده می‌شود که منعکس‌کننده انطباق این ماهی با جیره‌های تجاری می‌باشد؛ جیره‌ای که در مقایسه با جیره‌های طبیعی ترکیبات کاملاً متمایزی دارند (Nynca *et al.*, 2020). همچنین فراوانی کمتر پروتئین‌های شوک حرارتی در تخم‌های ماهی‌های اهلی‌شده سوف سفید ممکن است نشان‌دهنده سازگاری آن‌ها با شرایط آبزی‌پروری و کاهش استرس‌های محیط پرورش یا تحمل بهتر آنها در برابر استرس ناشی از شرایط کارگاهی باشد (Nynca *et al.*, 2020). نتایج مطالعات نشان داد که در گربه‌ماهی میزان لقاح در شرایط کارگاهی همانند ماهیان وحشی است (Shiguemoto *et al.*, 2020)، به طوری که میزان لقاح در این گونه با افزایش طول کل و دما افزایش یافت و این امر را مربوط به کیفیت و کمیت غذای مصرفی و عوامل محیطی نسبت دادند (Taylan and Uluturk, 2007). سوف سفید یکی از گونه‌های مهم و مناسبی برای صنعت آبزی‌پروری است. بر اساس یافته‌های تحقیق، شناخت جنبه‌های زیستی ماهی سوف سفید در شرایط گوناگون، از جمله محیط‌های طبیعی و کارگاهی، نقش مهمی در بهبود روش‌های پرورشی و بهره‌وری صنعت تکثیر این گونه ایفا می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت‌های موجود در پارامترهای رشد مانند طول و وزن و شاخص‌های زیستی بین این دو وضعیت، ناشی از سازگاری ماهی با شرایط متفاوت، از جمله تغذیه، رقابت، استرس و نوع محیط پرورشی است. نگهداری و پرورش مولدین تخم‌ریزی‌کرده در محیط‌های کنترل‌شده، به عنوان یک استراتژی موثر در صنعت آبزی‌پروری، می‌تواند به کاهش هزینه‌های مربوط به تهیه و انتقال مولدین صیدشده از طبیعت و کاهش وابستگی به صید از منابع طبیعی منجر شود. همچنین، تولید و نگهداری مولدین در این محیط‌ها، امکان تکرار فرآیندهای تولیدمثل و افزایش تعداد نسل‌های قابل تکثیر را فراهم می‌آورد و در نتیجه، نقش مهمی در حفاظت از جمعیت‌های طبیعی این گونه ایفا می‌نماید. بنابراین، استفاده از روش‌های پرورشی در محیط‌های کنترل‌شده، ضمن کاهش هزینه‌ها و بهره‌وری اقتصادی، به حفظ و مدیریت پایدار جمعیت‌های طبیعی ماهیان سوف سفید کمک شایانی خواهد نمود و منجر به توسعه صنعت پرورش این گونه و کاهش فشار بر ذخایر طبیعی می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از پرسنل مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل و همچنین جناب آقای دکتر عفت‌پناه که در مراحل مختلف این تحقیق و با در اختیار گذاشتن امکانات و تجهیزات لازم کمال همکاری را داشته‌اند ابراز می‌داریم.

مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان در مقاله مستخرج از دستنوشته حاضر به شکل زیر باشد:

نویسنده اول: طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله

نویسنده دوم: انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیشنویس مقاله، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله

نویسنده سوم: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، همکاری در اجرای آزمایش

نویسنده چهارم: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، همکاری در اجرای آزمایش

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

References

Abdolmalaki, S., Psuty, I. 2007. The effects of stock enhancement of pikeperch (*Sander lucioperca*) in Iranian coastal waters of the Caspian Sea. ICES Journal of Marine Science, 64, 973-980.

Ajibare, A.O., Loto, O.O. 2022. Length-weight relationship and condition factor of *Sarotherodon melanotheron* and *Tilapia guineensis* in Lagos lagoon, Nigeria. Agrosearch, 21, 57-66. https://dx.doi.org/10.4314/agrosh.v21i1-2.5.

Asadollah, S., Soofiani, N.M., Keivany, Y., Hatami, R. 2017. Age and growth of the Mesopotamian Barb, *Capoeta damascina*, in central Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 16, 511-521. http://jifro.ir/article-1-2716-en.html.

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

Bahuguna, S.N., Khatri, S. 2009. Studies on fecundity of a hill stream loach *Noemacheilus montanus* (Mc Clelland) in relation to total length, total weight, ovary length and ovary weight. Our Nature, 7, 116-121. https://doi.org/10.3126/on.v7i1.2558.

Biswas, S.P. 1993. Manual of methods in fish biology. South Asian Publishers PVT Ltd, India. p.157.

Borthakur, M.K. 2018. Study of gonadosomatic index and fecundity of fresh water fish *Xenontedon cancila*. Journal of Entomology and Zoology Studies, 6, 42-46.

Chang, S.K., Chou, Y.T., Hoyle, S.D. 2022. Length-weight relationships and otolith-based growth curves for *Brushtooth lizardfish* off Taiwan with observations of region and aging-material effects on global growth estimates. Frontiers in Marine Science, 9, 921594. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.921594.

Claret, A., Guerrero, L., Ginés, R, Grau A, Hernández, M.D., Aguirre, E., Peleteiro, J.B., Fernández-Pato, C., Rodríguez-Rodríguez, C. 2014. Consumer beliefs regarding farmed versus wild fish. Appetite, 79, 25-31. https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.03.031.

Chellappa, S., Huntingford, FA., Strang, R.H.C., Thomson, R.Y. 2006. Condition factor and hepatosomatic index as estimates of energy status in male three-spined stickleback. Journal of Fish Biology, 47, 775-787. https://doi.org/10.1111/j.10958649.1995.tb06002.x

Dalsgaard, J., Ivar, L., Ragnheidur, T., Asbjørn, D., Kaj, A., Per, P. 2013. Farming different species in RAS in NORDIC countries: current status and future perspectives. Aquacultural Engineering, 53, 2-13. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.11.008.

Dambo, A., Solomon, S.G., Ayuba, V.O., Okayi. R.G. 2021. Study on condition factor and hepatosomatic index of *Bagrus bayad* (Forsskal, 1775) and *Synodontis nigrita* (Valenciennes, 1840) from Kangimi Reservoir, Kaduna State, Nigeria. Bayero Journal of Pure and Applied Science, 14, 2. https://doi.org/10.4314/bajopas.v14i2.23.

Downs, S.M., Ahmed, S., Fanzo, J., Herforth, A. 2020. Food environment typology: Advancing an expanded definition, framework, and methodological approach for improved characterization of wild, cultivated, and built food environments toward sustainable diets. Foods, 9, 532. https://doi.org/10.3390/foods9040532.

Efatpanah, I., Falahatkar, B. 2019. Analytical report of pikeperch (*Sander*

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

lucioperca) stock rehabilitation effects on its recruitment and landings value in southern coasts of the Caspian Sea. The 1st International Conference on the Caspian Sea Environment & Sustainable Development. October 1-2, Rasht, Iran. (In Persian).

Evans, D.H., Claiborne, J.B. 2005. The physiology of fishes. Boca Raton (Florida), 3rd Ed, CRC Press, USA. p. 616.https://doi.org/10.1201/9781420058093.

Falahatkar, B., Efatpanah, I., Rasouli Kargar, E., Rahmati, M., Fontaine, P. 2025. Domestication may affect spawning performance of F1 pikeperch (*Sander lucioperca*) during consecutive captive reproduction, Aquaculture Reports, 40, 10256, https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102561.

Falahatkar, B., Efatpanah, I., Kestemont, P. 2018. Pikeperch *Sander lucioperca* production in the south part of the Caspian Sea: Technical notes. Aquaculture International, 26, 391-401. https://doi.org/10.1007/s10499-017-0222-2.

Franz, G.P., Tönißen, K., Rebl, A., Lutze, P., Grunow, B. 2022. The expression of myogenic gene markers during the embryo-larval transition in pikeperch (*Sander lucioperca*). Aquaculture Research, 53, 4767-4781. https://doi.org/10.1111/are.15969.

Froese, R., Winker, H., Coro, G., Demirel, N., Tsikliras, A., Dimarchopoulou, D., Scarcella, G., Palomares, M., Dureuil, M., Pauly, D. 2019. Estimating stock status from relative abundance and resilience. ICES Journal of Marine Science, 77, 527-538. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz230.

Ghanbarzadeh, M., Kamrani, E., Ranjbar, M.S., Salarpouri, A., Walters, C. 2021. Reproductive biology of Indian halibut, *Psettodes erumei* from the northern Persian Gulf and Oman Sea (Teleoststei: Psettodidae). Iranian Journal of Ichthyology, 8, 1-13. https://doi.org/10.22034/iji.v8i1.434.

Ghelichi, A., Oryan, S., Ahmadi, M., Kazemi, R., Hallajian, A. 2004. Histology of different stages of ovary development in the grey mullet and Gomishan shrimp. Journal of Agricultural Science and Natural Resource, 10, 115-124.

Hristensen, H., Mackinnon, A.J., Korten, A.E., Jorm, A.F., Henderson, A.S., Jacomb, P., Rodgers, B. 1999. An analysis of diversity in the cognitive performance of elderly community dwellers: individual differences in change scores as a function of age. Psychology and Aging, 14, 365-379.

Hulata, G., Moav, R., Wohlfarth, G. 1974. The relationship of gonad and egg size to weight and age in the European and Chinese races of common carp, *Cyprinus carpio* L. Journal of Fish Biology, 6, 745-758. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1974.tb05116.x.

Jiang, C., Wang, W., Wang, M., Pauly, D. 2022. Length-weight relationships and other morphological traits of fishes in the mangrove of Hainan, China. Fishes, 7, p. 238. https://doi.org/10.3390/fishes7050238.

Keivany, Y., Dopeikar, H., Ghorbani, M., Kiani, F., Paykan-Heyrati, F. 2016. Length-weight and length-length relationships of three cyprinid fish from the Bibi-Sayyedan River, western Iran. Journal of Applied Ichthyology, 32, 507-508. https://doi.org/10.1111/jai.13006.

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.

King, M. 1995. Fisheries biology. Assessment and management. Iowa, USA: Blackwell Science Ltd. p.341.

Koed, A., Mejlhede, P., Balleby, K., Aarestrup, K. 2000. Annual movement and migration of adult pikeperch in a lowland river. Journal of Fish Biology, 57, 1266-1279. https://doi.org/10.1111/j.10958649.200

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

0.tb00486.x.

Ljubobratovic, U., Peter, G., Sandor, Z., Kugyela, N., Royani, A. 2019. The effect of hormonal preparation (gonadotropins vs. gonadoliberins) on pre-seasonally obtained eggs and larvae quality in pikeperch (*Sander lucioperca* L.). Aquaculture International, 27, 1009-1024. https://doi.org/10.1007/s10499-019-00368-4.

Mazheri, M.J., Sattari, M., Imanpouranmin, J. 2018. Length-weight relationship and some biological parameters of *Alosa braschnikowi* (Borodin 1904) from coast of the Guilan Province. Journals of Aquaculture Sciences, 7, 9-18. (In Persian).

Milla, S., Pasquet, P., Mohajer, L.E., Fontaine, P. 2020. How domestication alters fish phenotypes. Reviews in Aquaculture, 13, 388-405. https://doi.org/10.1111/raq.12480.

Milla, PG., Penalver, R., Nieto, G. 2021. Health benefits of uses and applications of *Moringa oleifera* in bakery products. Plant (Basel), 6, 318. https://doi.org/10.3390/plants10020318.

Mustać, B., Bavčević, L., Petani, B., Grgić, T., Franov, Š., Ušalj, Š., Marketin, M., Babin, B., Čolak, S. 2024. The Relationship between body condition and gonadosomatic index of the Bogue (*Boops Boops*) from the middle part of the Eastern Adriatic Sea. Naše More, 71, 91-97. https://doi.org/10.17818/NM/2024/3.1.

Nynca, J., Żarski, D., Bobe, J., Ciereszko, A. 2020. Domestication is associated with differential expression of pikeperch egg proteins involved in metabolism, immune response and protein folding. Animals, 14, 2336-235. https://doi.org/10.1017/S1751731120001184.

Nynca, J., Żarski, D., Fröhlich, T., Köster, M., Bobe, J., Ciereszko, A. 2022. Comparative proteomic analysis reveals the importance of the protective role of ovarian fluid over eggs during the reproduction of pikeperch. Aquaculture, 548, 737656. https://doi.org/10.1017/S1751731120001184.

Rolles, B., Ferreira, M., Vieri, M., Rheinwalt, K.P., Sophia, M., Alizai, P.H., Neumann, U., Brümmendorf, T.H., Beier, F., Ulmer, T.F.,Tometten, M. 2023. Telomere length dynamics measured by flow-fish in patients with obesity undergoing bariatric surgery. Scientific Reports, 13, 304. https://doi.org/10.1038/s41598-022-27196-6.

Rónyai, A. 2007. Induced out-of-season and seasonal tank spawning and stripping of pikeperch (*Sander lucioperca* L.). Aquaculture Research, 38, 1144-1151. https://doi.org/10.1111/j.13652109.2007.01778.x.

Schäfer, N., Kaya, Y., Rebl, H., Stüeken, M., Rebl, A., Nguinkal , J.A., Franz, J.P., Brunner, R.M., Goldammer, T., Grunow , B., Verleih, M. 2021. Insights into early ontogenesis: characterization of stress and development key genes of pikeperch (*Sander lucioperca*) in vivo and in vitro. Fish Physiology and Biochemistry, 47, 515-532. https://doi.org/10.1007/s10695-021 00929-6.

Shiguemoto, G.F., Dilberto, A., Pereira, N.L., Santos, S.C.A., Senhorini, J.A., Monzani, P.A., Yasui, G.S. 2020. Domestication strategies for the endangered catfish species *Pseudopimelodus mangurus* Valenciennes, 1835 (Siluriformes: Pseudopimelodidae). Brazilian Journal of Biology, 81, 301-308. https://doi.org/10.1590/15196984.224913.

Solberg, M.F., Skaala, Ø., Nilsen, F., Glover, K.A. 2013. Does domestication cause changes in growth reaction norms? A study of farmed, wild and hybrid Atlantic salmon families exposed to environmental stress. PLoS One, 8, e54469. https://doi.org/10.1371/journal.pone.00

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

54469.

Szkudlarek, M., Kujawa, R., Mamcarz, A., Bienkiewicz, M., Kestemont, P., Szczerbowski, A., Łuczyński, M.J., Krejszeff, W., Targońska, K., Kucharczyk, D. 2007. Checking maturation stage of females. In: Kucharczyk, D., Kestemont, P., Mamcarz, A., (Eds). Artificial reproduction of pikeperch. Polish Ministry of Science, Olsztyn, Poland, pp. 23-32.

Taylan, B., Uluturk, E. 2017. Determination of fecundity in the four-spot megrim *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) (Pisces: Scophthalmidae) from the Aegean Sea. Cahiers de Biologie Marine, 58, 213-217. https://doi.org/10.21411/CBM.A.8B20E1EB.

Ugrin, N., Paladin, A., Krstulović Šifner, S. 2023. Fecundity, length at first sexual maturity and gonadal development of *Lepidorhombus boscii* in the eastern Adriatic Sea. Biology, 12, 131. https://doi.org/10.3390/biology12010131.

Wang, N., Xu, X., Kestemont, P. 2009. Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*). Aquaculture, 289, 70-73. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.01.002.

Wootton, R.J. 1990. Fish Ecology. Thomson Litho Ltd., Scotland. p. 203.

Zhang, H., Wang, J., Jing, Y. 2024. *Larimichthys crocea* (large yellow croaker): A bibliometric study. Heliyon, 10, e37393. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37393.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

نحوه استناد به مقاله:

فلاحتکار ب.، لواجو ف.، رحمتی م.، مکنت‌خواه ب. مقایسه خصوصیات زیستی و تولیدمثلی ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) صید شده از محیط طبیعی و نگهداری‌شده در شرایط کارگاهی. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۴. ۱۳(۱): ۵۵-۴۰.

Falahatkar B., Lovajoo F., Rahmati M., Maknetkhah B. Comparative Analysis of Biological and Reproductive Characteristics in Wild-Caught and Pond-Reared Pikeperch (*Sander lucioperca*). Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2025, 13(1): 40-55.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]

Comparative Analysis of Biological and Reproductive Characteristics in Wild-Caught and Pond-Reared Pikeperch (*Sander lucioperca*)

Bahram Falahatkar✉[1], Fatemeh Lovajoo[1], Mehdi Rahmati[2], Bahman Maknetkhah[2]

[1] Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran
[2] Dr. Yousefpour Marine Fishes Restocking and Genetic Conservation Center, Siahkal, Guilan, Iran

Type:
Original Research Paper

Paper History:
Received: 05-04-2025
Accepted: 21-07- 2025

Corresponding author:
Falahatkar B. Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran

Email:
falahatkar@guilan.ac.ir

Abstract

The current study investigated some biological characteristics of wild-caught and pond-reared pikeperch (*Sander lucioperca*) from the Lake behind Aras Dam. The examined samples were 58 for wild fish and 33 for cultured fish. Total length, weight, age, gonad weight, condition factor, gonadosomatic index, hepatosomatic index, visceral index, and reproductive parameters in pikeperch were measured. The results showed that the mean total length (51.6 ± 5.4 cm), weight (1150.5 ± 442.1 g), and condition factor (0.8 ± 0.2) were higher in the pond-reared conditions compared to the wild group. The pikeperch examined in both wild and pond-reared conditions were in the age range of 2-4 years, with the 3-year-old age group having the highest percentage in both wild (53%) and pond-reared (71%) groups. The length-weight relationship in the wild conditions was determined as $W= 0.0047x^{3.1269}$, $R^2= 0.7953$, and in the pond-reared conditions as $W= 0.0058x^{3.0794}$ with $R^2= 0.6877$. Furthermore, the regression line slope or coefficient 'b' in both conditions was greater than 3, indicating a positive allometric growth pattern. Gonadosomatic, viscerosomatic, and hepatosomatic indices in both male and female pikeperch showed a significant difference between different ages ($p < 0.05$). The maximum eggs per gram was found in pond-reared fish with gonad weight 60-80 g, at 2183 eggs/g. The results also showed that the highest frequency of oocytes in the stage of III-IV (32%) was in the pond-reared conditions. Since the size and growth potential of pikeperch varies in different environmental conditions, the success of growth and reproduction of this fish in suitable conditions plays an important role in stock rehabilitation. The results revealed that wild pikeperch kept in pond-reared conditions have the potential for reproduction and fry production, making them suitable for this purpose.

Keywords: Allometric growth, Pikeperch, Biological indices, Rearing condition.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.31]