(DOI): 10.22034/AEJ.2020.132195

مقاله پژوهشی

الگوی رشد و برخی از ویژگی‌های زیست‌شناختی ماش‌ماهی *Leuciscus aspius* (Linnaeus, ۱۷۸۵) در حوضه جنوبی دریای خزر

- **سمیرا آزادی***: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران
- **مسعود ستاری**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران
  گروه پژوهشی هیدروبیولوژی آبزیان، پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
- **جاوید ایمانپورنمین**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران
- **شیما بخشعلی‌زاده**: گروه پژوهشی هیدروبیولوژی آبزیان، پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۸

چکیده

الگوی رشد و برخی از ویژگی‌های زیست‌شناختی ماش‌ماهی (*Leuciscus aspius* Linnaeus, ۱۷۸۵) در حوضه جنوبی دریای خزر بررسی شد. تعداد ۹٦ قطعه ماش از سه استان، گیلان، مازندران و گلستان از پاییز ۱۳۹۷ تا تابستان ۱۳۹۸ صید شد. دامنه سنی ماهیان +۱ تا +٤ سال بود. بیش‌ترین درصد سنی مربوط به ماهیان ۲ ساله (۳۳/۷۲٪) و کم‌ترین درصد مربوط به ماهیان ٤ ساله (۱۱/٦۲٪) بود. نسبت جنسی نر به‌ماده ۰/٦۸ به ۱ بود. دامنه طول کل ٥٤-۲۹، طول چنگالی ٤۹-۲٥ سانتی‌متر و وزن بدن ۹۸٥-۲۱۳ گرم بود. میانگین طول کل ۰/٥۷±۳۸/۹۱، طول چنگالی ۰/۲۳±۳٥/۰٦ سانتی‌متر و وزن بدن ۸۷/۲۷±٦۳۹/۷٤ گرم بود. کمینه ضریب رشد لحظه‌ای در سنین ۱ تا ۲ ساله و بیشینه آن در سنین ۳ تا ٤ سال بود. میانگین شاخص چاقی ۰/۲۲±۰/۸۷، شاخص هپاتوسوماتیک ۰/۱۷±۰/٤۱ و شاخص گنادوسوماتیک ۰/۱۷±۰/٥٦ بود. رابطه طول- وزن در کل جمعیت به‌صورت $W=0/0204\ L^{2/7361}$، نر $W=0/0189\ L^{2/7648}$ و ماده $W=0/0117\ L^{2/8867}$ بود. با توجه به‌مقدار b به‌دست آمده، جمعیت ماش، الگوی رشد آلومتریک منفی بود. وزن و طول ماش با یک نرخ مشابه رشد نکرده و طول با سرعت بیش‌تری نسبت به وزن رشد کرده و ماهی به‌سمت لاغر شدن رفته است. مقدار CF<۱ به‌دست آمده نشان می‌دهد که این ماهی در منطقه مورد مطالعه از تغذیه مناسبی برخوردار نبوده و رشد ضعیفی دارد، که احتمالاً عواملی هم‌چون آلودگی، تخریب رودخانه‌ها، کاهش منابع غذایی و صید بی‌رویه را می‌توان از علل آن دانست.

کلمات کلیدی: طول- وزن، ماش ماهی، ضریب رشد لحظه‌ای، شاخص هپاتوسوماتیک، شاخص گنادوسوماتیک

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: samiraazadi6891@yahoo.com

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.132195

مقدمه

مطالعه زیست‌شناختی و بوم‌شناختی گونه‌های مختلف ماهیان در یک سازگان آبی از ضروریات اولیه حفظ و بازسازی ذخایر آن‌هاست و منجربه‌شناخت و تحلیل بوم‌شناختی زنجیره غذایی بوم‌سازگان می‌شود که این امر در اعمال مدیریت صحیح شیلاتی کاربرد فراوان دارد(Kazancheev، ۱۹۸۱).بررسی ماهیان در بوم‌سازگان آبی به‌منظور شناخت تکامل، بوم‌شناسی، رفتارشناسی، حفاظت، مدیریت منابع آبی، بهره‌برداری ذخایر و پرورش ماهی حائز اهمیت است (Oso و همکاران، ۲۰۰۶). در مطالعات بیومتریک، تعیین ویژگی‌های رشد مربوط به وزن و طول ماهی علاوه بر شرایط سلامتی گونه‌هایی که تحت تاثیر عوامل مختلف زیست‌محیطی قرار دارند امری ضروری است (Zargar و همکاران، ۲۰۱۲؛ Morato و همکاران، ۲۰۰۱).پدیده‌رشد هم به‌عنوان یکی دیگر از جنبه‌های مهم زیستی ماهیان در سطح جمعیت بوده و انعکاس‌دهنده نوع سازگاری به‌شرایط محیطی است (Mann، ۱۹۹۱). پارامترهای مهم رشد شامل رشد ون برتالانفی، نرخ رشد لحظه‌ای و فاکتور وضعیت(ضریب‌چاقی)است که بیان‌کننده تفاوت‌های جمعیتی، ویژگی‌های زیستی و دیگر ویژگی‌هاست (Kovac و Copp، ۱۹۹۶). مطالعات سن، رشد و تولیدمثل از مباحث مهم زیست‌شناختی ماهیان است که آگاهی از آن‌ها سبب بهره‌برداری صحیح از جمعیت ماهیان، حفاظت از گونه‌های مهم آبزی و موفقیت در تکثیر طبیعی و مصنوعی آن‌ها می‌شود و می‌توان مدیریتی صحیح‌تر در راستای اهداف شیلاتی و زیست‌محیطی ارائه داد(Bagenal و Tesch، ۱۹۷۸).اندازه‌گیری‌های طول و وزن به‌علاوه داده‌های سنی می‌تواند اطلاعاتی را درباره سن بلوغ، طول عمر، مرگ و میر، رشد و تولید بدهد که در ارزیابی‌های شیلاتی و صیادی از اهمیت زیادی برخوردار است (Diaz و همکاران، ۲۰۰۰؛ Haimovici و Velasco، ۲۰۰۰). از پارامترهای مهم رشد در بوم‌شناسی کاربردی، شاخص‌های مهم رشد و ضریب چاقی است که علاوه بر بیان تفاوت‌های جمعیتی در ویژگی‌های زیستی، نمایانگر ویژگی‌های زیستگاهی نیز هستند و اهمیت خاصی در مطالعات بوم شناختی و زیست‌شناختی دارند (Kovac و Copp، ۱۹۹۶). علاوه بر این، نسبت جنسی در جمعیت‌های مولد و رابطه هم‌آوری- طول بین جمعیت‌های یک گونه از مناطق مختلف، تغییراتی را نشان می‌دهند که می‌توان از آن‌ها به‌عنوان ویژگی‌های جمعیتی یاد کرد (Nikolski، ۱۹۶۹). آگاهی از روابط طول-وزن یک ابزار مهم برای مدیریت مناسب گونه‌های مختلف ماهی به‌حساب می‌آید که در ارزیابی ذخایر و جمعیت‌های ماهی به‌کار برده می‌شود (Asadi و همکاران، ۲۰۱۷؛ King، ۲۰۰۷). اهمیت تعیین ارتباط طول-وزن در ماهی توسط مطالعات بسیاری تاکید شده است که اطلاعاتی در مورد الگوی رشد، سلامت عمومی، شرایط زیستگاه، سابقه زندگی، چاقی و وضعیت ماهی و هم‌چنین مشخصات مورفولوژیکی ماهی فراهم می‌کند (Schneider و همکاران، ۲۰۰۰؛ Froese ، ۲۰۰۶). بررسی رابطه طول- وزن و پویایی جمعیت یکی از اصول بوم‌شناسی کاربردی و زیست‌شناسی جمعیت گروه‌های ماهی است (King، ۲۰۰۷). بررسی روند تولیدمثل و تغییراتی که در این روند فیزیولوژیک در طی یک‌سال اتفاق می‌افتد، از روش‌های مختلفی امکان‌پذیر است. در برخی از این روش‌ها، تغییرات صورت گرفته در رشد اندام‌های موثر در تولیدمثل ارزیابی می‌شود و با توجه به این تغییرات، الگوی تولیدمثلی موجود ترسیم می‌شود (Valdez-Zenil و همکاران، ۲۰۱۴؛ Peterson و Harmon، ۲۰۰۵). ازجمله اندام‌های موثر در تولیدمثل، می‌توان به گنادها، به‌عنوان اصلی‌ترین اندام و کبد به‌عنوان اندام موثر در رشد تخمک‌ها در ماهیان ماده اشاره کرد. افزایش حجم تخمک‌ها به‌طور عمده به‌دلیل انباشته شدن مواد زرده‌ای در داخل تخمک‌هاست و منشاء تولید این مواد پروتئینی، سلول‌های کبدی است (Tyler و همکاران، ۱۹۹۰). ماش‌ماهی با نام علمی *Leuciscus aspius* (Linnaeus, ۱۷۸۵) از خانواده کپورماهیان است که عمدتاً در سواحل جنوبی دریای خزر و دریاچه پشت سد ارس زندگی می‌کند. به‌طور معمول برای تولیدمثل به رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر خصوصاً رودخانه‌های کورا، ارس، سفیدرود و رودخانه‌های تالاب انزلی وارد می‌شود. ماهی شکارگری است که از ماهیان دیگر تغذیه می‌کند که به‌طورعمده شامل: شیشه ماهی (*Atherina boyeri*)، گاو ماهیان (*Gobiidae*)، سرخ باله (*Scardinius erythrophthalmus*) و سیم پرک (*Blicca bjoerkna*) هستند (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷). در ۴ سالگی بالغ شده و بیشینه عمر آن ۸ سال گزارش شده است (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷). با توجه به این‌که مطالعات کمی درباره خصوصیات زیستی و پارامترهای رشد ماش‌ماهی در جنوب دریای خزر وجود دارد، بررسی وضعیت زیستی این گونه ضروری به‌نظر می‌رسد. هدف از این مطالعه بررسی شاخص گنادوسوماتیک، شاخص هپاتوسوماتیک، ضریب چاقی و تعیین الگوی رشد ماش‌ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در یک‌دوره یک‌ساله از پاییز ۱۳۹۷ تا تابستان ۱۳۹۸ انجام شد که در مجموع ۹۶ قطعه ماش‌ماهی از سه استان، گیلان (بندر انزلی، N ۳۷°۶۰’۹۴ E-۴۹°۵۰’۰۵)، مازندران (بابلسر، N ۳۶°۷۶’۲۹ و E ۵۲°۶۶’۴۸) و گلستان (بندرترکمن، N ۳۶°۹۵’۴۰ - E ۵۳°۹۳’۴۴) صید شد (شکل ۱). طول کل و چنگالی هر یک از ماهیان با دقت ۰/۰۱ سانتی‌متر، وزن کل با دقت ۰/۰۱ گرم و وزن بافت‌های کبد و گناد با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند (وثوقی و مستجیر، ۱۳۹۴).تعیین

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.132195

جنسیت ماهیان به‌صورت ماکروسکوپی و مشاهده ویژگی‌های ظاهری اندام‌های جنسی انجام شد. تعیین سن ماهیان با استفاده از فلس‌های ناحیه ساقه دمی و بالای خط جانبی و شمارش حلقه‌های سالیانه انجام شد.

شکل ۱۰: نقشه مناطق نمونه‌برداری

الگوی رشد با استفاده از رابطه نمایی (۱) بررسی شد: $W= aL^b$ در این رابطه، W: وزن کل ماهی بر حسب گرم، L: طول کل ماهی بر حسب سانتی‌متر، a: مقدار ثابت که وابسته به‌فرم بدن است و b: نمای معادله توانی است که مقدار آن الگوی رشد ماهی یعنی ایزومتریک (همگون) یا آلومتریک (ناهمگون) بودن را مشخص می‌کند. برای به دست آوردن نمای b و مقدار ثابت a از فرم لگاریتمی رابطه طول-وزن (۲) استفاده می‌شود (King، ۱۹۹۵): $LnW = Lna + bL$ در این رابطه، LnW: لگاریتم طبیعی وزن، LnL: لگاریتم طبیعی طول، Lna: ضریب شکست منحنی و b شیب خط منحنی است. برای تشخیص کیفیت رگرسیون خطی از ضریب تعیین پیرسون (R^2) استفاده شد.اگر عدد به‌دست آمده برای b با عدد ۳ اختلاف معنی‌داری نداشته باشد، ماهی دارای رشد ایزومتریک (همگون) و در صورتی که اختلاف معنی‌داری داشته باشد ماهی دارای رشد آلومتریک (ناهمگون) است. برای تعیین الگوی رشد از آزمون t پائولی (۳) استفاده شد (Pauly، ۱۹۸۳): $t = \frac{sd(LnL)}{sd(LnW)} \times \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} \times \sqrt{n-2}$ در رابطه فوق، sd (lnL): انحراف معیار لگاریتم طبیعی طول کل، sd (lnW): انحراف معیار لگاریتم طبیعی وزن کل، b: شیب خط رگرسیون بین طول کل- وزن کل، n: تعداد نمونه، r^2: ضریب همبستگی است. t به دست آمده از آزمون پائولی، با مقدار t جدول با درجه آزادی n-۲ مقایسه می‌شود. اگر t به‌دست آمده کوچکتر از t جدول باشد، رشد ایزومتریک (طول و وزن با نرخ مشابه رشد می‌کنند) و در غیر این صورت رشد آلومتریک (طول و وزن با نرخ مشابه رشد نمی‌کنند) است. اگر b به‌دست آمده از رابطه طول کل- وزن، بزرگ‌تر از ۳ باشد، رشد آلومتریک مثبت (وزن سریع تر از طول رشد می‌کند) و اگر کوچک‌تر از ۳ باشد، رشد آلومتریک منفی (طول سریع تر از وزن رشد می‌کند) خواهد بود (Viette و همکاران، ۱۹۹۷).

ضریب رشد لحظه‌ای (G) از رابطه (۴) محاسبه شد. در این رابطه G: ضریب رشد لحظه‌ای، LnW_t: لگاریتم طبیعی وزن t ساله بر حسب گرم، LnW_{t+1}: لگاریتم طبیعی وزن t+۱ ساله برحسب گرم، Δt: اختلاف بین t+۱ ساله و t ساله که برابر ۱ است (Biswas، ۱۹۹۳):

$$G= (LnW_{t+1}- LnW_t)/\Delta t \quad (۴)$$

شاخص چاقی (CF) از رابطه (۵) محاسبه شد.در این رابطه W: وزن کل بر حسب گرم و L: طول کل ماهی برحسب سانتی‌متر است (Biswas، ۱۹۹۳):

$$CF=W/L^3 \times ۱۰۰$$

شاخص گنادوسوماتیک (GSI) از رابطه (۶) محاسبه شد. در این رابطه W_G: وزن گناد بر حسب گرم و W_T: وزن کل بدن بر حسب گرم است (Biswas، ۱۹۹۳):

$$GSI = W_G/W_T \times ۱۰۰$$

شاخص هپاتوسوماتیک از رابطه (۷) محاسبه شد. در این رابطه W_H: وزن کبد بر حسب گرم و W_T: وزن کل بدن بر حسب گرم است (Wahli، ۲۰۰۲):

$$HSI = W_H/ W_T \times ۱۰۰$$

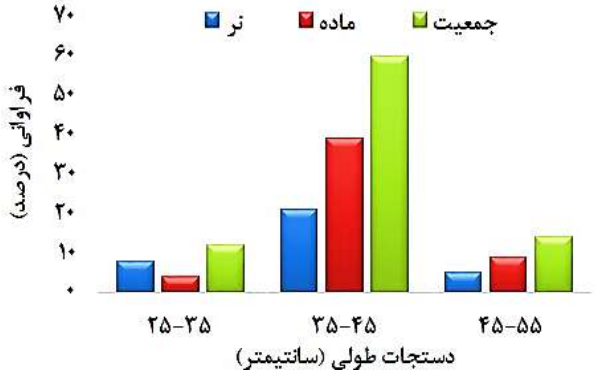
تجزیه و تحلیل داده‌ها، رسم نمودار و جداول با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS ۲۲ و Excel ۲۰۱۶ انجام شد.

نتایج

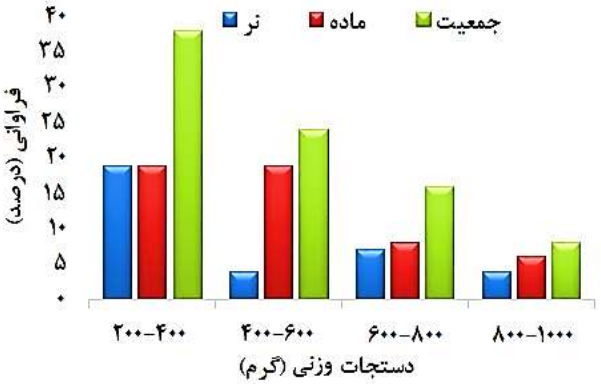
از ۹۶ عدد ماهی صید شده ۳۹ عدد جنس نر و ۵۷ عدد جنس ماده بود. لذا نسبت جنسی نر به‌ماده ۰/۶۸ به ۱ به‌دست آمد. ماهیان صیدشده در دامنه سنی $^{+}$۱ تا $^{+}$۴ ساله قرار داشتند. دامنه طول کل، طول چنگالی و وزن بدن در ماهیان به‌ترتیب ۵۴-۲۹، ۴۹-۲۵ سانتی‌متر و ۹۸۵-۲۱۳ گرم به‌دست آمد. دستجات طولی ۴۵-۳۵ سانتی‌متر و دستجات وزنی ۴۰۰-۲۰۰ گرم دارای بیش‌ترین فراوانی بودند (شکل‌های ۲ و ۳). میانگین طول کل در ماهیان نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۵/۸۰±۳۷/۷۰، ۵/۳۲±۳۹/۷۱ و ۵/۵۷±۳۸/۹۱ سانتی‌متر بود و اختلاف بین جنس نر و ماده معنی‌دار نبود (t-test= ۱/۶۴ ،p>۰/۰۵). میانگین طول چنگالی در ماهیان نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۵/۷۶±۳۳/۸۲، ۴/۷۳±۳۵/۸۸ و ۵/۲۳±۳۵/۰۶ سانتی‌متر بود، اختلاف بین جنس نر و ماده معنی‌دار نبود (t-test=۱/۸۱ ،p>۰/۰۵). میانگین وزن بدن در ماهیان نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۸۲/۹۰±۵۷۹/۳۲، ۸۴/۶۰±۶۹۴/۲۸ و ۸۷/۲۷±۶۳۹/۷۴ گرم بود و اختلاف بین جنس نر و ماده معنی‌دار بود (t-test= ۲/۸۰ ،p<۰/۰۵). زیست‌سنجی ماهیان به‌تفکیک استان در جدول ۱ ارائه شده است که براساس آن، بین استان‌ها از نظر طول کل، چنگالی و وزن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (p>۰/۰۵)، با وجود این، استان گلستان میانگین طول و وزن کم‌تری نسبت به دو استان دیگر داشت. ضریب رشد لحظه‌ای (G) در هر دو جنس روند افزایشی داشت، به‌طوری که کمینه آن در سنین ۱ تا ۲ ساله و بیشینه آن در

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.132195

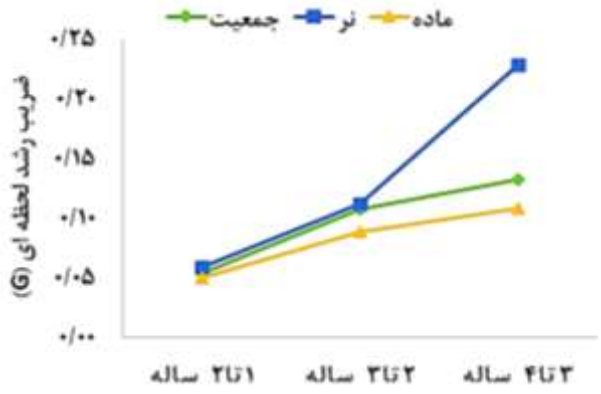
سنین ۳ تا ۴ ساله مشاهده شد.ضریب رشد لحظه‌ای جنس نر در تمام سنین بالاتر از جنس ماده بود، به‌صورتی که این ضریب در سنین ۳ تا ۴ ساله جنس نر افزایش قابل توجهی نسبت به جنس ماده داشت (شکل ۴).



شکل ۲: توزیع فراوانی طولی ماش‌ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر

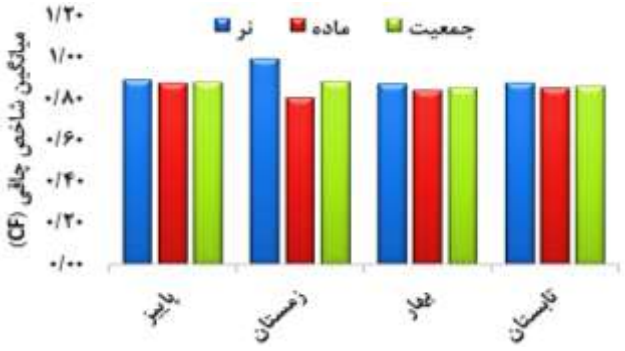


شکل ۳: توزیع فراوانی وزنی ماش‌ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر

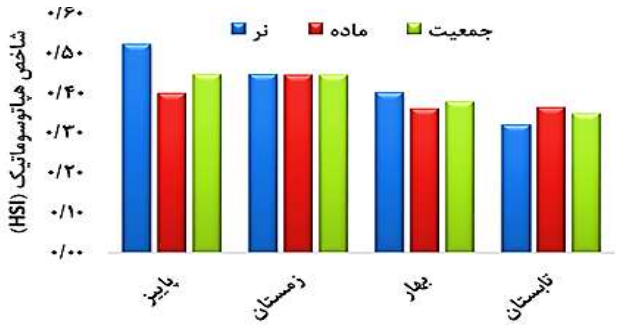


شکل ۴:ضریب رشد لحظه‌ای ماش‌ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر

کمینه و بیشینه ضریب چاقی (CF)، شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) و شاخص گنادوسوماتیک (GSI) در ماهیان به‌ترتیب ۱/۴۰-۰/۴۴، ۰/۸۰ تا ۰/۱۰ و ۰/۹۲-۰/۲۹ به‌دست آمد. میانگین ضریب چاقی (CF) در ماهیان نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۰/۸۳±۰/۱۹، ۰/۸۹±۰/۲۶ و ۰/۸۷±۰/۲۲ بود، اما اختلاف بین جنس نر و ماده معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵، t-test= ۱/۱۹). ضریب چاقی در فصول مختلف تغییرات قابل توجهی نداشت. با وجود این، در فصل زمستان میزان این ضریب در جنس نر بیش از جنس ماده بود (شکل ۵). میانگین شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) در ماهیان نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۰/۴۴±۰/۱۶، ۰/۳۹±۰/۱۸ و ۰/۴۱±۰/۱۷ بود، اما اختلاف بین جنس نر و ماده معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵، t-test= ۱/۲۱). شاخص هپاتوسوماتیک از فصل پاییز تا تابستان روند نزولی داشت و بیشینه آن در فصل پاییز با میانگین ۰/۴۴ و کمینه آن، در فصل تابستان با میانگین ۰/۳۵ مشاهده شد (شکل ۶). میانگین شاخص گنادوسوماتیک (GSI) در ماهیان نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۰/۴۷±۰/۱۲، ۰/۶۳±۰/۱۷ و ۰/۵۶±۰/۱۷ بود، و اختلاف بین جنس نر و ماده معنی‌دار بود (p<۰/۰۵، t-test= ۳/۵۳). شاخص گنادوسوماتیک از فصل پاییز تا فصل بهار که دارای بیش‌ترین میانگین با مقدار عددی ۰/۵۹ بود، روند افزایشی داشت و در فصل تابستان به کم‌ترین میانگین با مقدار عددی ۰/۵۰ رسید (شکل ۷). شاخص‌های زیستی به تفکیک استان در جدول ۲ ارائه شده است، اما اختلاف معنی‌داری بین استان‌ها وجود نداشت (p>۰/۰۵).



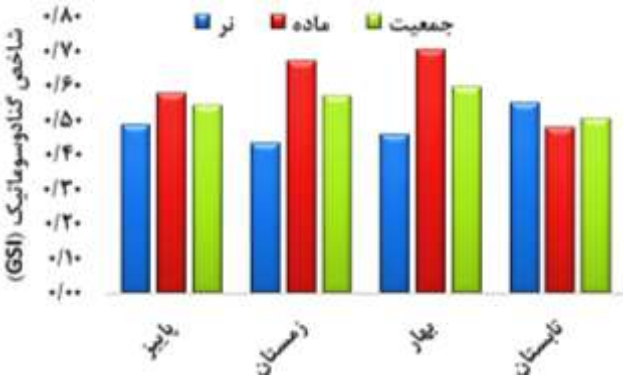
شکل ۵: شاخص چاقی (CF) ماش‌ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر



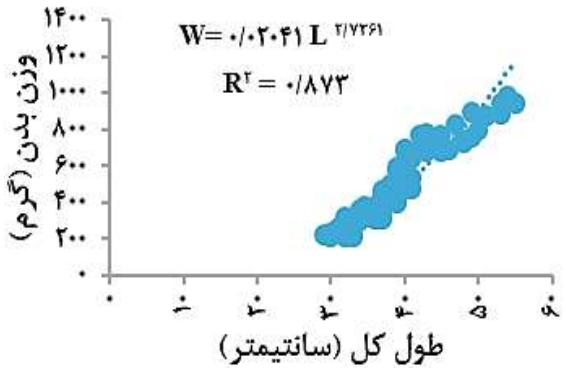
شکل ۶: شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) ماش‌ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.132195

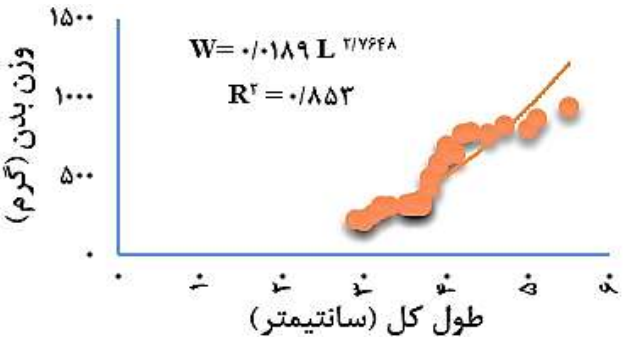
ابطه طول‌کل- وزن در کل جمعیت به‌صورت $W= ۰/۰۲۰۴ L^{۲/۷۳۶۱}$، با ضریب همبستگی $r^۲= ۰/۸۷$ به‌دست آمد (شکل ۸). این رابطه برای جنس‌نر به‌صورت $W=۰/۰۱۸۹ L^{۲/۷۶۴۸}$ با ضریب‌همبستگی $r^۲= ۰/۸۵$ (شکل ۹) و هم‌چنین برای جنس ماده به‌صورت $W= ۰/۰۱۱۷ L^{۲/۸۸۶۷}$ با ضریب همبستگی $r^۲= ۰/۸۹$ محاسبه شد (شکل ۱۰). نتایج آزمون T پائولی نشان داد که مقادیر b به‌دست آمده برای جنس نر و کل جمعیت با مقدار b=۳ دارای اختلاف معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$، $t\text{-test}_{male}= ۱/۱۵$، $t\text{-test}_{total}=۲/۴۶$) و می‌توان گفت الگوی رشد در کل جمعیت و جنس نر به‌صورت آلومتریک (ناهمگون) منفی است. اما مقدار b به‌دست آمده برای جنس ماده با مقدار b= ۳ اختلاف معنی‌دار نداشت ($p>۰/۰۵$، $t\text{-test}_{female}= ۱/۰۱$). به‌همین جهت الگوی رشد در جنس ماده به‌صورت ایزومتریک است.



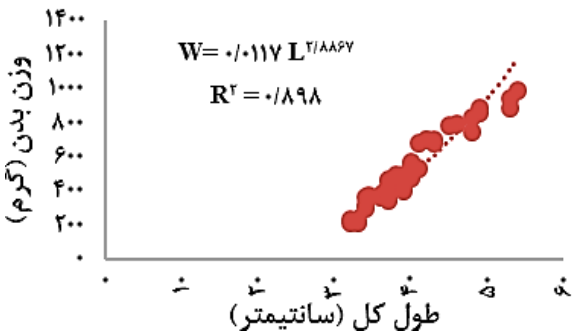
شکل ۷: شاخص گنادوسوماتیک (GSI) ماش‌ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر



شکل ۸: رابطه طول‌کل- وزن بدن جمعیت ماش‌ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر



شکل ۹: رابطه طول‌کل- وزن بدن جنس نر ماش‌ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر



شکل ۱۰: رابطه طول‌کل- وزن بدن جنس ماده ماش‌ماهی در سواحل جنوبی دریای خزر

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.132195

جدول ۱: نتایج زیست‌سنجی ماش‌ماهی به‌تفکیک استان در سواحل جنوبی دریای خزر

استان	جنسیت	طول‌کل (سانتی‌متر)			طول‌چنگالی (سانتی‌متر)			وزن (گرم)		
		کمینه	بیشینه	انحراف معیار ± میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار± میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار ± میانگین
گیلان	نر	۲۹	۴۷	۳۷/۳۸ ± ۴/۳۸	۲۵	۴۴	۳۳/۶۱ ± ۴/۷۶	۳۴۰	۶۲۲	۵۸۲/۵۳ ± ۸۰/۶۹
	ماده	۳۵	۵۴	۴۱/۵ ± ۵/۸۸	۳۲	۴۹	۳۷/۳ ± ۵/۳۹	۴۱۵	۸۳۴	۷۲۵/۳۲ ± ۹۲/۲۳
	جمعیت	۲۹	۵۴	۳۸/۸۷ ± ۵/۶۵	۲۵	۴۹	۳۵/۸۴ ± ۵/۳۹	۳۴۰	۸۳۴	۶۵۲/۵۱ ± ۹۵/۷۴
مازندران	نر	۲۹	۵۱	۳۷/۸ ± ۶/۸۱	۲۵	۴۷	۳۳/۶۶ ± ۶/۶۸	۳۴۰	۷۲۴	۵۹۵/۸۰ ± ۸۹/۷۳
	ماده	۳۰	۵۴	۳۹/۳۵ ± ۴/۷۹	۲۸	۴۷	۳۵/۶۵ ± ۴/۲۷	۳۴۵	۹۸۵	۷۷۶/۸۰ ± ۸۶/۱۴
	جمعیت	۲۹	۵۴	۴۰/۶۸ ± ۵/۷۰	۲۵	۴۷	۳۴/۸ ± ۵/۴۳	۳۴۰	۹۸۵	۶۸۵/۹۴ ± ۹۰/۰۹
گلستان	نر	۲۹	۵۰	۳۸/۱۶ ± ۶/۷۳	۲۷	۴۶	۳۴/۶۶ ± ۶/۲۵	۲۱۳	۶۰۱	۵۵۳/۸۳ ± ۷۸/۰۰۸
	ماده	۳۲	۴۶	۳۷/۳۳ ± ۴/۴۵	۲۹	۴۱	۳۳/۹۱ ± ۳/۷۵	۴۰۰	۶۲۵	۵۸۴/۹۱ ± ۶۱/۹۷
	جمعیت	۲۹	۵۰	۳۷/۶۱ ± ۵/۱۳	۲۷	۴۶	۳۴/۱۶ ± ۴/۵۵	۲۱۳	۶۲۵	۵۷۴/۵۵ ± ۶۵/۳۸

جدول ۲: نتایج شاخص‌های زیستی ماش‌ماهی به‌تفکیک استان در سواحل جنوبی دریای خزر

استان	جنسیت	ضریب چاقی (CF)			شاخص هپاتوسوماتیک (HSI)			شاخص گنادوسوماتیک (GSI)		
		کمینه	بیشینه	انحراف معیار± میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار± میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار± میانگین
گیلان	نر	۰/۵۹	۱/۳۹	۰/۸۹ ± ۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۷۲	۰/۴۶ ± ۰/۱۶	۰/۳۱	۰/۷۷	۰/۴۴ ± ۰/۱۲
	ماده	۰/۴۴	۱/۲۲	۰/۸۱ ± ۰/۲۱	۰/۱۰	۰/۸۰	۰/۳۹ ± ۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۸۲	۰/۶۱ ± ۰/۱۷
	جمعیت	۰/۴۴	۱/۳۹	۰/۸۶ ± ۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۸۰	۰/۴۲ ± ۰/۱۹	۰/۲۹	۰/۸۲	۰/۵۴ ± ۰/۱۷
مازندران	نر	۰/۴۷	۱/۳۹	۰/۹۳ ± ۰/۲۹	۰/۲۰	۰/۶۵	۰/۴۴ ± ۰/۱۳	۰/۳۶	۰/۶۲	۰/۵۶ ± ۰/۱۴
	ماده	۰/۴۵	۱/۴۰	۰/۸۷ ± ۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۶۵	۰/۳۵ ± ۰/۱۶	۰/۲۹	۰/۹۲	۰/۷۳ ± ۰/۱۴
	جمعیت	۰/۴۵	۱/۴۰	۰/۸۹ ± ۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۶۵	۰/۳۹ ± ۰/۱۵	۰/۲۹	۰/۹۲	۰/۶۵ ± ۰/۱۲
گلستان	نر	۰/۴۸	۱/۲۳	۰/۸۵ ± ۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۵۱	۰/۳۴ ± ۰/۱۴	۰/۲۹	۰/۷۹	۰/۵۲ ± ۰/۱۸
	ماده	۰/۵۵	۱/۲۲	۰/۸۰ ± ۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۶۸	۰/۴۳ ± ۰/۱۷	۰/۴۷	۰/۸۰	۰/۵۶ ± ۰/۲۰
	جمعیت	۰/۴۸	۱/۲۳	۰/۸۳ ± ۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۶۸	۰/۳۹ ± ۰/۱۶	۰/۲۹	۰/۸۰	۰/۵۲ ± ۰/۲۲

بحث

مطالعه پارامترهای رشد و مرگ و میر یا پویایی جمعیت یکی از زیرواحدهای کاربردی بوم‌شناسی جمعیت و از مبانی اساسی زیست شناسی ذخایر ماهی است (Biswas، ۱۹۹۳). با وجود فشار فزاینده‌ای که در اثر رشد جمعیت بر منابع محدود کنونی وارد می‌شود، نیاز مبرمی به شناخت هرچه بهتر خصوصیات آبزیان ومحیط زندگی آن‌ها احساس می‌شود. هم‌چنین، به‌منظور اعمال مدیریت صحیح، شناخت زیست‌شناسی و داشتن اطلاعات کافی و مناسب در مورد آبزیان بسیار حائز اهمیت است (وثوقی و مستجیر، ۱۳۹۴). در بررسی حاضر، نسبت جنسی نر به‌ماده ۰/۶۸ به ۱ به‌دست آمد، درحالی‌که در مطالعه Krpo-Ćetković و همکاران (۲۰۱۰) بر روی ماش‌ماهی، جمعیت نر نسبت به‌ماده غالب (۱/۴ به ۱) بود. در بررسی حاضر دامنه طول‌کل و وزن بدن در ماهیان به‌ترتیب ۵۴-۲۹ سانتی‌متر و ۹۸۵-۲۱۳ گرم به‌دست آمد. عبدلی و نادری (۱۳۸۷) بیشینه طول و وزن آن در رود کورا را به‌ترتیب ۸۰ سانتی‌متر و ۶ کیلوگرم گزارش کردند. در سال‌های ۶۹ تا ۷۰ دامنه طولی آن ۳۳۰ تا ۵۸۰ میلی‌متر و دامنه وزنی آن ۴۳۰ تا ۲۶۵۰ گرم اندازه‌گیری شد. در سال ۱۳۷۲ در تالاب‌انزلی ماهیان ۲ و ۳ ساله دارای طول متوسط ۳۵۶ میلی‌متر و وزن ۶۵۰ گرم بودند. Rezaei و همکاران (۲۰۱۲) میانگین طول ماش‌ماهی را در ساری و تنکابن به‌ترتیب ۴۶/۹±۴۰/۱۰ و ۲۳/۱±۳۸/۱۵ و میانگین وزن را به ترتیب ۴۰۶/۷±۱۱۵۴/۲ و ۲۲۸/۶±۹۷۵/۰ گزارش کردند، درحالی‌که در مطالعه حاضر میانگین طول ۵/۵۷±۳۸/۹۱ و میانگین وزن ۸۷/۲۷±۶۳۹/۷۴ بود که نشان‌دهنده کاهش قابل توجه وزن

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.132195

ماهی ماش است. عوامل متعددی می‌توانند در اختلاف نتایج بین سال‌ها و مناطق مختلف موثر باشند که ازجمله، می‌توان به تخریب زیستگاه، افزایش آلودگی، کاهش منابع غذایی و صید بی‌رویه اشاره کرد. Krpo-Ćetković و همکاران (۲۰۱۰) دامنه طول و وزن ماهی *Aspius aspius* را در رود دانوب به‌ترتیب ۴۰۵-۹۰ میلی‌متر و ۵۶۷-۵ گرم گزارش کردند. در یک جمعیت ماهی، چنان‌چه ساختار سنی و طولی دارای دامنه وسیعی باشد، نشان‌دهنده این است که زیستگاه دارای ذخیره غذایی کافی است (Ünver، ۱۹۹۸). بیشینه عمر ماش ماهی تا ۸ سال گزارش شده است و در سال ۷۰-۱۳۶۹، ۵۵/۲٪ از ماهیان صید شده در گروه سنی ۳ ساله قرار داشتند (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷). در بررسی حاضر بیش‌ترین درصد سنی مربوط به ماهیان ۲ ساله (۳۳/۷۲٪) و کم‌ترین آن مربوط به ماهیان ۴ ساله (۱۱/۶۲٪) بود که می‌توان نتیجه گرفت بیش‌تر جمعیت به‌صورت نابالغ بوده است. در مطالعه Al-Saleh و همکاران (۲۰۱۲) بر روی ماهی *Aspius vorax* بیش‌ترین درصد سنی مربوط به ماهیان ۲ ساله (۴۷/۵۰٪) و کم‌ترین آن مربوط به‌ماهیان ۴ ساله (۱/۴۰٪) بود که با بررسی حاضر هم‌خوانی دارد. مقدار افزایش ضریب رشد لحظه‌ای (G) تابع نسبت افزایش سالیانه وزن کل است (Bagenal و Tesch، ۱۹۷۸). در بررسی حاضر ضریب رشد لحظه‌ای جنس نر در تمام سنین بالاتر از جنس ماده بود، به‌عبارتی جنس نر سرعت رشد بیش‌تری نسبت به جنس ماده داشت. معمولاً ماش‌ماهی در محیط طبیعی در سن ۴ سالگی بالغ می‌شود (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷) که روند افزایشی ضریب رشد لحظه‌ای در سنین ۱ تا ۴ ساله را در بررسی حاضر توجیه می‌کند. در مطالعه Shafi و Jasim (۱۹۸۲) بر روی *Aspius vorax* ضریب رشد لحظه‌ای با افزایش سن روند کاهشی داشت، به‌طوری‌که بیشینه آن در ماهیان ۱ ساله و کمینه آن در ماهیان ۷ ساله مشاهده شد که با مطالعه حاضر هم‌خوانی ندارد.

شاخص چاقی (CF) به‌لحاظ کاربردی و تئوری در علوم شیلاتی، زیستی، فیزیولوژیک و بوم‌شناختی به‌عنوان شاخصی در تفکیک و تشخیص جمعیت گونه‌ها به‌کار برده می‌شود و اطلاعاتی از شرایط زیستگاه و زی‌توده آن‌ها نشان می‌دهد (Wootton، ۲۰۰۰). در بررسی حاضر شاخص چاقی در ماهیان نر و ماده به‌ترتیب ۰/۲۶±۰/۸۹ و ۰/۱۹±۰/۸۳ بود و اختلاف بین جنس نر و ماده معنی‌دار نبود (t-test= ۱/۱۹ ،p>۰/۰۵). هم‌چنین این شاخص در فصول مختلف تغییرات قابل‌توجهی نداشت که با مطالعه Krpo-Ćetković و همکاران (۲۰۱۰) بر روی ماهی *Aspius aspius* هم‌خوانی ندارد. مطالعات بسیاری نشان دادند که ویژگی‌های رشد ماهیان دارای تنوع‌پذیری وسیع منطقه‌ای بوده و در ویژگی‌های زیستگاهی قابل تفسیرند (Zivkov، ۱۹۹۶؛ Froese و Binohlan، ۲۰۰۰). در مطالعه Al-Saleh و همکاران (۲۰۱۲) بر روی ماهی *Aspius vorax* اختلاف معنی‌داری بین جنس نر و ماده از نظر ضریب چاقی وجود نداشت. بیشینه آن در گرم‌ترین ماه‌ها و کمینه آن در سردترین ماه‌های سال بود. میزان رشد ماهیان در فصول مختلف متفاوت است و ماهیان معمولاً نمی‌توانند نسبت وزن به‌طول بدن خود را طی دوران مختلف زندگی ثابت نگه دارند که به همین دلیل ضریب چاقی را در زمان‌های مختلف زندگی آبزی محاسبه می‌کنند (Gonzalez Acosta و همکاران، ۲۰۰۴). در بررسی Shafi و Jasim (۱۹۸۲) بر روی *Aspius vorax* ضریب چاقی دارای میانگین ۱/۰ و دامنه ۱/۱۸-۰/۷۴ بود، اما در بررسی حاضر این ضریب با میانگین ۰/۸۷ و دامنه ۱/۴۰-۰/۴۴ به‌دست آمد. به‌طور کلی تغییرات زمانی و فصلی ضریب چاقی شامل کاهش در دوره کم‌دمایی یا کم بودن موادغذایی، افزایش در فصل تخم‌ریزی، کاهش در زمان تخم‌ریزی و افزایش مجدد پس از تخم‌ریزی (Froese، ۲۰۰۶؛ Le Cren، ۱۹۵۱) است. مقدار CF>۱ نشان دهنده تغذیه خوب ماهی است، اما در بررسی حاضر مقدار CF<۱ به دست آمد که نشان می‌دهد که این ماهی در حوضه جنوبی دریای خزر از تغذیه مناسبی برخوردار نبوده است و رشد ضعیفی دارد، که احتمالاً، آلودگی، تخریب رودخانه‌ها و کاهش منابع غذایی می‌تواند از علل آن باشد.

مطالعه نسبت وزنی گناد به وزن کل ماهی (GSI) می‌تواند به‌عنوان شاخص تخم‌ریزی ماهی مطرح شود (حسین‌زاده‌صحافی و همکاران، ۱۳۸۰). این تغییرات در ماهیان ماده معمولاً بیش‌تر است (عریان و همکاران، ۱۳۷۶). در بررسی حاضر، شاخص گنادوسوماتیک از فصل پاییز تا بهار که دارای بیش‌ترین میانگین با مقدار عددی ۰/۵۹ بود، روند افزایشی داشته و در فصل تابستان به کم‌ترین میانگین با مقدار عددی ۰/۵۰ رسید. مزارعی و همکاران (۱۳۹۸) بیشینه و کمینه شاخص گنادوسوماتیک ماهی *Alosa braschnikowi* را به‌ترتیب در فصل بهار و فصل پاییز گزارش کردند. میزان رشد گنادهای جنسی و فرآیند تخم‌ریزی در آبزیان، ازجمله ماهی، متأثر از دمای آب است (Neuheimer و Taggart، ۲۰۰۷). ماش‌ماهی در جنوب دریای خزر در اسفند ماه که دمای آب ۱۰ تا ۱۳ درجه سانتی‌گراداست، مهاجرت برای تولیدمثل به رودخانه‌ها (اغلب رودخانه‌های استان گیلان) را آغاز می‌کند. تخم-ریزی معمولاً از اواخر اسفند تا خرداد، در بستر سنگلاخی توام با قلوه‌سنگ و عمق ۰/۵ تا ۱/۵ متری انجام می‌شود (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷). در مطالعه Al-Saleh و همکاران (۲۰۱۲) بر روی ماهی *Aspius vorax* شاخص گنادوسوماتیک در خلال ماه‌های فوریه و مارس افزایش یافت، به‌طوری‌که در اواسط مارس با مقدار عددی ۵/۳ به‌اوج خود رسید و از ماه آوریل روند کاهشی داشت که مشابه مطالعه حاضر است. به‌طور معمول جنس ماده غدد جنسی (گنادهای) بزرگ‌تر با وزن بیش‌تری نسبت به جنس نر دارند که می‌تواند یکی از علل وجود

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.132195

اختلاف معنی‌دار بین جنس نر و ماده از نظر شاخص گنادوسوماتیک باشد (Kasyanov و همکاران، ۱۹۹۵).

شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) در زمان تجمع زرده در تخمک‌ها، افزایش می‌یابد که این امر مربوط به فعالیت‌های اصلی کبد در رابطه با تولیدمثل به‌حساب می‌آید. افزایش میزان شاخص هپاتوسوماتیک به‌طور هم‌زمان یا کمی زودتر از افزایش شاخص گنادوسوماتیک در جنس ماده در بسیاری از گونه‌های ماهیان دریایی گزارش شده است (Potts و Wooton، ۱۹۸۹). در بررسی حاضر، شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) در ماهیان نر، ماده و کل جمعیت به‌ترتیب ۰/۱۶±۰/۴۴، ۰/۱۸±۰/۳۹ و ۰/۱۷±۰/۴۱ بود و اختلاف بین جنس نر و ماده معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵، t-test= ۱/۲۱). شاخص هپاتوسوماتیک در فصول پاییز و زمستان که فرآیند زرده‌سازی انجام می‌شود، روند افزایشی داشت و در فصل بهار که شاخص گنادوسوماتیک در بیشینه میزان خود قرار داشت، روند کاهشی پیدا کرد. این نتایج با مطالعه مزارعی و همکاران (۱۳۹۸) هم‌خوانی دارد. نقش کبد در فرآیند زرده‌سازی را می‌توان یکی از علل پایین‌بودن شاخص هپاتوسوماتیک در فصل بهار و تابستان به‌حساب آورد. در بررسی انجام شده بر روی ماهی *Hippoglossoides platessoides* نیز روندی مشابه در تغییرات شاخص هپاتوسوماتیک به‌دست آمد (Maddock و Burton، ۱۹۹۸).

روابط طول- وزن یکی از پارامترهای زیست‌شناختی مهم در ماهیان است که برای تعیین وضعیت رشد ذخایر ماهیان و بررسی فراهم بودن منابع‌غذایی و هم‌چنین، تعیین تفاوت‌های احتمالی بین ذخایر مجزای گونه‌های یکسان استفاده می‌شود (King، ۲۰۰۷؛ Isa و همکاران، ۲۰۱۰). در بررسی حاضر، رابطه طول‌کل- وزن به‌صورت $W= ۰/۰۲۰۴ L^{۲/۷۳۶۱}$ به‌دست آمد. مقدار ضریب b نوع رشد ماهی یعنی ایزومتریک (همگن) و آلومتریک (ناهمگن) بودن را مشخص می‌کند. با توجه به‌مقدار b به‌دست آمده برای جمعیت ماش‌ماهی، الگوی رشد به‌صورت آلومتریک منفی بود. به‌عبارت دیگر، وزن و طول ماهی با یک نرخ مشابه رشد نمی‌کنندو طول با سرعت‌بیش‌تری نسبت به وزن رشد می‌کند و نشان می‌دهد که ماهی در حال لاغرشدن است. تغییرات در مقدار b را می‌توان فاوت در روش و محل نمونه‌برداری، تفاوت در مرحله بلوغ‌ماهی، دسترسی به موادغذایی و تأثیر محیط نسبت داد (Árnason، ۲۰۰۹؛ Moutopoulos و Stergiou، ۲۰۰۲). Al-Saleh و همکاران (۲۰۱۲) رابطه طول- وزن را برای *Aspius vorax* به‌صورت $W= ۰/۰۰۴۹ L^{۳/۱۳۰۴}$ با ضریب همبستگی $r^۲= ۰/۹۷$ و الگوی رشد را ایزومتریک گزارش کردند. تنوع b در مناطق مختلف‌ممکن است مربوط به نوسانات فصلی پارامترهای زیست محیطی،شرایط فیزیولوژیک ماهی در زمان‌جمع‌آوری نمونه، جنسیت، نمو گناد و شرایط تغذیه‌ای در محیط زیست ماهی باشد (Biswas، ۱۹۹۳). عبدالملکی و همکاران (۱۳۸۶) رابطه طول- وزن را برای ماهی *Rutilus frisii kutum* به‌صورت $W= ۰/۰۱۱۳۷ L^{۳/۰۳۷۴}$ گزارش کردند. در مطالعه‌ای دیگر Shafi و Jasim (۱۹۸۲) رابطه طول- وزن را برای *Aspius vorax* به‌صورت $W= ۰/۰۱۲۳ L^{۳/۰۶۰۱}$ گزارش کردند. رابطه طول- وزن در انواع ماهی‌ها بسته به شکل بدن ارثی و عوامل فیزیولوژیک مانند بلوغ و تخم‌ریزی متفاوت است (Schneider و همکاران، ۲۰۰۰). این رابطه ممکن است در فصول یا حتی روز تغییر کند (De Giosa و همکاران، ۲۰۱۴). این اختلاف‌ها در مقادیر b را می‌توان به یک یا ترکیبی از عواملی مانند اختلافات تعداد گونه‌های بررسی شده، آثار ناحیه و فصل و تمایزهای بین دامنه‌های توزیع طولی نمونه‌های صید شده ربط داد که دوره زمانی جمع‌آوری نمونه را نیز می‌توان به آن افزود (Moutopoulos و Stergiou، ۲۰۰۲). به‌دست آوردن اطلاعات‌ریخت‌سنجی و روابط طول- وزن و بررسی شاخص‌های رشد گونه‌ها، به‌عنوان گامی مهم برای ارزیابی جنبه‌های‌مختلف صیدو صیادی و مدیریت شیلاتی به‌منظور بهره‌برداری پایدار در گونه‌های مختلف‌ماهیان به‌شمار می‌رود (Al-marzouqi، ۲۰۱۳؛ Moutopoulos و Stergiou، ۲۰۰۲). با توجه به‌مقدار b به‌دست آمده در این بررسی، الگوی‌رشد ماش‌ماهی در سواحل‌جنوبی‌دریای‌خزر به‌صورت آلومتریک منفی بود که نشان می‌دهد وزن و طول ماهی به‌صورت غیریکسان (ناهمگون) در حال رشد است. هم‌چنین مقدار CF<۱ به‌دست آمده نشان می‌دهد که این ماهی در منطقه مورد مطالعه از تغذیه مناسبی برخوردار‌نبوده‌و دارای رشدی ضعیف است،که‌عواملی‌هم‌چون آلودگی، تخریب زیستگاه، کاهش منابع‌غذایی و صید بی‌رویه را می‌توان از علل اصلی آن دانست. از طرفی وابستگی ماش‌ماهی به‌رودخانه‌ها برای تخم‌ریزی و تخریب رودخانه‌ها در استان‌های‌حوضه جنوبی دریای خزر منجر به‌کاهش قابل توجه جمعیت این ماهی در دریای خزر شده است که نیازمند مطالعات و رسیدگی بیش‌تری برای حفظ و بازسازی ذخایر این گونه با ارزش است.

منابع

۱. **حسین‌زاده‌صحافی، ه.؛ سلطانی، م. و دادور، ف.، ۱۳۸۰.** زیست شناسی تولیدمثل ماهی شوورت (*Sillago sihama*) در خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۰، شماره ۱، صفحات ۳۷ تا ۵۴.

۲. **عبدلی، ا. و نادری، م.، ۱۳۸۷.** تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. انتشارات علمی آبزیان. ۲۳۸ صفحه.

۳. **عریان، ش.؛ پریور، ک.؛ یکرنگیان، ع. و حسین‌زاده‌صحافی، ه.، ۱۳۷۶.** تعیین زمان تخم‌ریزی و تغییرات سیکل تولیدمثلی یال اسبی گونه *Trichiurus lepturus* بر مبنای شاخص‌های کبدی و گنادی. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۶، شماره ۲، صفحات ۶۳ تا ۷۴.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.132195

۴. **مزارعی، م.ح.؛ ستاری، م. و ایمانپورنمین، ج.، ۱۳۹۸.** رابطه طول- وزن و برخی پارامترهای زیستی ماهی *Alosa braschnikowi* (Borodin 1904) در سواحل استان گیلان. دو فصلنامه علوم آبزی پروری. دوره ۷، شماره ۱، صفحات ۹ تا ۱۸.

۵. **وثوقی، غ. و مستجیر، ب.، ۱۳۹۴.** ماهیان آب شیرین. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۳۲ صفحه.

6. **Al-marzouqi, A.; Jayabalan, N. and Al-nahdi, A., 2013.** Length based growth and stock assessment of the longnose trevally *Carangoides chrysophrys* (Cuvier, 1833) from the Arabian Sea coast of Oman. Indian Journal of Fisheries. Vol. 60, No. 2, pp: 1-6.

7. **Al-Saleh, F.; Hammoud, V.; Hussein, A. and Alhazzaa, R., 2012.** On the growth and reproductive biology of asp, *Aspius vorax*, population from the middle reaches of Euphrates River. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 12, No. 1, pp: 149-156.

8. **Árnason, T.; Björnsson, B. and Steinarsson, A., 2009.** Allometric growth and condition factor of Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed to satiation: effects of temperature and body weight. Journal of Applied Ichthyology. Vol. 25, No. 4, pp: 401-406.

9. **Asadi, H.; Sattari, M.; Motalebi, Y.; Zamani Faradonbeh, M. and Gheytasi, A., 2017.** Length-weight relationship and condition factor of seven fish species from Shahrbijar River, Southern Caspian Sea basin, Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 16, No. 2, pp: 733-741.

10. **Bagenal, T.B. and Tesch, F.W., 1978.** Age and growth. In: Methods for assessment of fish production in fresh waters. 3rd ed. Begenal, T., (Ed.). IBP Handbook No. 3. Blackwell Science Publications. Oxford. pp: 101-136.

11. **Biswas, S.P., 1993.** Manual of methods in fish biology. South Asian Publishers. 157 p.

12. **De Giosa, M.; Czerniejewski, P. and Rybczyk, A., 2014.** Seasonal Changes in Condition Factor and Weight-Length Relationship of Invasive *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) from Leszczynskie Lakeland, Poland. Advances in Zoology. Vol. 2014, Article ID 678763. 7 P.

13. **Diaz, L.S.; Roa, A.; Garcia, C.B.; Acero, A. and Navas, G., 2000.** Length-weight relationships of demersal fishes from the upper continental slope of Colombia. The ICLARM Quarterly. Vol. 23, No. 3, pp: 23-25.

14. **Froese, R., 2006.** Cube law, condition factor and weight length relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of applied ichthyology. Vol. 22, No. 4, pp: 241-253.

15. **Froese, R. and 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. Vol. 56, No. 4, pp: 758-773.

16. **Gonzalez Acosta, A.F.; De La Cruz Aguero, G. and La Croz Aguero, J., 2004.** Length-weight relationships of fish species caught in a mangrove swamp in the Gulf of California (Mexico). Journal of Applied Ichthyology. Vol. 20, No. 2, pp: 154-155.

17. **Haimovici, M. and Velasco, G., 2000.** Length-weight relationship of marine fishes from southern Brazil. The ICLARM Quarterly. Vol. 23, No. 1, pp: 14-16.

18. **Isa, M.M.; Rawi, C.S.M.; Rosla, R.; Shah, S.A.M. and Shah, A.S.R., 2010.** Length-weight relationships of freshwater fish species in Kerian River Basin and Pedu Lake. Research Journal of Fisheries and Hydrobiology. Vol. 5, No. 1, pp: 1-8.

19. **Kasyanov, A.N.Y.; Izyumov, G. and Kasyanova, N.V., 1995.** Growth of roach *Rutilus rutilus* in Russia and adjacent countries. Journal of Ichthyology. Vol. 35, No. 9, pp: 256-272.

20. **Kazancheev, E.N., 1981.** Ryby Kaspiiskogo Morya [Fishes of the Caspian Sea]. Legkaya i Pischchevaya Promyshlennost, Moskva. 167 p.

21. **King, M., 2007.** Fisheries biology, assessment and management. 2nd edition. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 382 p.

22. **King, M., 1995.** Fisheries biology assessment and management, Fishing News Books. Vol. 3, No. 5, pp: 151-160.

23. **Kovac, V. and Copp, G.H., 1996.** Ontogenetic patterns of relative growth in young roach *Rutilus rutilus*: within River Basin Comparisons. Ecography. Vol. 19, No. 2, pp: 153-161.

24. **Krpo-Ćetković, J.; Hegediš, A. and Lenhardt, M., 2010.** Diet and growth of asp, *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758), in the Danube River near the confluence with the Sava River (Serbia). Journal of applied ichthyology. Vol. 26, No. 4, pp: 513-521.

25. **Le Cren, E.D., 1951.** The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in Perch, *Perca fluviatilis*. Journal of Animal Ecology. Vol. 20, No. 2, pp: 201-219.

26. **Maddock, D.M. and Burton, M.P.M., 1998.** Gross and histological observations of ovarian development and related condition changes in American plaice. Journal of Fish Biology. Vol. 53, No. 5, pp: 928-944.

27. **Mann, R.H.K., 1991.** Growth and production. In Cyprinid fishes. Springer, Dordrecht. pp: 456-482.

28. **Morato, T.; Afonso, P.; Loirinho, P.; Barreiros, J.P.; Sanstos, R.S. and Nash, R.D.M., 2001.** Length-weight relationships for 21 costal fish species of the Azores, Northeastern Atlantic. Fisheries Research. Vol. 50, No. 3, pp: 297-302.

29. **Moutopoulos, D.K. and Stergiou, K.I., 2002.** Length weight and length-length relationships of fish species from Aegean Sea (Greece). Journal of Applied Ichthyology. Vol. 18, No. 3, pp: 200-203.

30. **Neuheimer, A.B. and Taggart, C.T., 2007.** The growing degree-day and fish size-at-age: the overlooked metric. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 64, No. 2, pp: 375-385.

31. **Nikolski, G.V., 1969.** Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. Oilver and Boyd, Edinburgh. 323 p.

32. **Oso, J.A.; Ayodele, I.A. and Fagbuaro, O., 2006.** Food and feeding habits of *Oreochromis niloticus* (L.) and *Sarotherodon galilaeus* (L.) in a Tropical Reservoir. World Journal of Zoology. Vol. 1, No. 2, pp: 118-121.

33. **Pauly, D., 1983.** Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fisheries Technical Paper. 55 p.

34. **Peterson, R.H. and Harmon, P.R., 2005.** Changes in condition factor and gonadosomatic index in maturing and non-maturing Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Bay of Fundy sea cages, and the effectiveness of photoperiod manipulation in reducing early maturation. Aquaculture Research. Vol. 36, No. 9, pp: 882-889.

35. **Potts, G.W. and Wootton, R.J., 1989.** Fish Reproduction. Strategies and Tactics. Academic Press. 410 p.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.132195

36. **Rezaei, E.; Vatandoust, S.; Kazemian, M. and Anvarifar, H., 2012.** Morphological variability of the *Aspius aspius taeniatus* (Eichwald, 1831) in the southern Caspian Sea basin. Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 11, No. 3, pp: 627-643.

37. **Schneider, J.C.; Laarman, P.W. and Gowing, H., 2000.** Length-weight relationships. Chapter 17. In: Schneider, J. C. (Ed.), Manual of Fisheries Survey Methods II: With Periodic Updates, Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report, 25, Ann Arbor, 2000. pp: 1-18.

38. **Shafi, M. and Jasim, B.M., 1982.** Some aspects of the biology of a cyprinid, *Aspius vorax Heckel*. Journal of Fish Biology. Vol. 20, No. 3, pp: 271-278.

39. **Tyler, C.; Sumpter, J. and Witthames, P., 1990.** The dynamics of oocyte growth during vitellogenesis in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Biology of Reproduction. Vol. 43, No. 2, pp: 202-209.

40. **Ünver, B., 1998.** An Investigation of the reproduction properties of chub (*Leuciscus cephalus* L., 1758) in Lake Tödürge (Zara/Sivas). Turkish Journal of Zoology. Vol. 22, No. 2, pp: 141-147.

41. **Valdez-Zenil, J.; Rodiles-Hernández, R.; González Acosta, A.F.; Mendoza-Carranza, M. and Barba Macías, E., 2014.** Length–weight and length–length relationships, gonadosomatic indices and size at first maturity of *Eugerres mexicanus* (Steindachner, 1863) (Percoidei: Gerreidae) from the Usumacinta River, Mexico. Journal of Applied Ichthyology. Vol. 30, No. 1, pp: 218-220.

42. **Viette, M.; Giulianini, P.G. and Ferrero, E.A., 1997.** Reproductive biology of scad, *Trachurus mediterraneus* (Teleostei, Carangidae), from the Gulf of Trieste. ICES Journal of Marine Science. Vol. 54, No. 2, pp: 267-272.

43. **Wahli, T., 2002**. Approaches to investigate environmental impacts on fish health Bull. Europ. Association of Fish Pathology. Vol. 22, No. 2, pp: 126-132.

44. **Wootton, R.J., 2003.** Ecology of Teleost fishes. Chapman and Hall Ltd. 404 p.

45. **Zargar, U.R.; Yousuf, A.R.; Mushtaq, B. and Jan, D., 2012.** Length–weight relationship of the Crucian carp, *Carassius carassius* in relation to water quality, sex and season in some lentic water bodies of Kashmir Himalayas. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 12, No. 3, pp: 683-689.

46. **Zivkov, M., 1996.** Critique of proportional hypotheses and methods for back calculation of fish growth. Environmental Biology of Fishes. Vol. 46, No. 3, pp: 309-320.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.132195

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 4, Winter 2020

Growth patterns and some biological characteristics of *Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758) in the southern parts of the Caspian Sea

- **Samira Azadi*:** Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran
- **Masoud Sattari:** Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran
  Department of Marine Science, Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran
- **Javid Imanpour Namin:** Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran
- **Shima Bakhshalizadeh:** Department of Marine Science, Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran

Received: September 2019 Accepted: December 2019

Key words: Length- weight, *Leuciscus aspius*, Hepatosomatic index (HSI), Gonadosomatic index (GSI)

Abstract

Growth pattern and some biological characteristics of *Leuciscus aspius* Linnaeus 1758, in the southern parts of the Caspian Sea were studied. Some 96 fish specimens were caught at Guilan, Mazandaran and Golestan provinces from October 2018 to September 2019. Fish were at the age classes of 1^+ to 4^+ years. The highest percentage of fish were at the age class of 2^+ (33.72%), while the lowest at 4^+ years (11.62%). Male/female age ratio was 0.68-1. Total length varied between 29-54 cm, fork length between 25-49 cm and the body weight was 213- 985 g. The mean total length was 38.91±5.57 cm, fork length 35.06±5.23 cm and mean weight was 639.74±87.27 g. The lowest growth coefficient rate was observed at the ages of 1-2, while the highest at 3-4 years. The mean condition factor (CF) was 0.87±0.22, hepatosomatic index (HSI) was 0.41±0.17 and gonadosomatic index (GSI) was 0.56±0.17. The length- weight relationship of all specimens was $W= 0.0204 L^{2.7361}$, in males was $W= 0.0189 L^{2.7648}$ and in females $W= 0.0217 L^{2.8867}$. According to the obtained b values, the growth pattern of *L. aspius* was negative allometric meaning that weight and length growth did not follow similar rate. Length growth was faster which resulted in thin fish specimens. Moreover, condition factor below 1 (CF<1) reflects that *L. aspius* did not have favorable feeding ground in the study area which has led to lower growth. Factors like pollution, destruction of rivers, scarcity of food sources and overfishing could be responsible for these problems.

* Corresponding Author's email: samiraazadi6891@yahoo.com