دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی"
دوره پنجم، شماره چهارم، زمستان ۹۶
http://jair.gonbad.ac.ir

مطالعه دستگاه گوارش و شاخص‌های زیستی دهان‌گرد خزری *Caspiomyzon wagneri* (Kessler, 1870) مهاجر به رودخانه شیرود، استان مازندران

صالح بنام*[۱]، باقر مجازی امیری[۲]، غلام رضارفیعی[۲]، مجید عابدی[۳] و فرشته سلیمانی[۴]

[۱]دانشجوی دکتری شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[۲]استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
[۳]دانشجوی دکتری تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
[۴]دانشجوی کارشناسی تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ ارسال: ۹۵/۱۲/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۲۳

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی دستگاه گوارش و شاخص‌های زیستی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*) در زمان مهاجرت تخم‌ریزی (رودخانه شیرود، استان مازندران) طی دو فصل بهار و پاییز سال ۱۳۹۲ بود. از این رو، ۶۰ عدد ماهی دهان‌گرد خزری از رودخانه شیرود صید شد. شاخص‌های بیولوژیکی همچون طول، وزن، طول روده، وزن مربوط به توده امعا و احشاء، تخمدان، کبد و روده اندازه‌گیری شد. ماهیان صید شده برای هر جنس به دو دسته رسیده و درحال رسیدگی تفکیک شدند. نتایج حاصل از مشاهدات ظاهری نشان داد دستگاه گوارش دهان‌گرد خزری فاقد معده و مری مشخص بوده و سیستم هضمی تنها متشکل از روده‌ای مستقیم و باریک بود. در غالب ماهیان صید شده، روده خالی از مواد غذایی بود و تفاوت معنی‌داری از نظر وزن خشک محتویات روده در بین تمام گروه‌های مورد مطالعه مشاهده نشد. در مقایسه مقادیر محاسبه شده برای طول کل روده، شاخص طول نسبی روده (RLG) و شاخص احشائی (VSI) در گروه‌های مورد بررسی از نظر جنس، فصل و مرحله رسیدگی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. در مقادیر شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) بین ماده‌های در حال رسیدگی و رسیده پاییزه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد، در حالی‌که بین سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. شاخص گنادوستوماتیک (GSI) بین نرهای درحال رسیدگی و رسیده پاییزه، داری تفاوت معنی‌داری بود. درحالی‌که بین سایر گروه‌های مورد مقایسه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: *C. wagneri*، **شاخص طول نسبی روده، شاخص گنادوستوماتیک، شاخص هپاتوسوماتیک، شاخص احشائی.**

*نویسنده مسئول: saleh.benam@alumni.ut.ac.ir

مقدمه

راسته دهان‌گردان (Petromyzontiformes) شامل ۴۰ گونه است که در ۳ خانواده و ۱۰ جنس طبقه‌بندی شده‌اند (Renaud, 2011). براساس اطلاعات به‌دست آمده در بزرگسالی ۱۸ گونه از این ماهیان به‌عنوان انگل و سایر گونه‌ها غیر انگل تشخیص داده شده‌اند، هر چند تفکیک گونه‌های دهان‌گردان براساس عادت تغذیه‌ای به‌صورت کامل صورت نگرفته است (Renaud, 2011). لامپری‌ها (چه انگلی و چه غیر انگلی) در طی مهاجرت تولید مثلی خود تغذیه نمی‌کنند و تنها به ذخایر درون بدن خود وابسته‌اند. در همین حال آن‌ها به انرژی زیادی برای مهاجرت به بالادست و توسعه گنادی نیاز دارند. به‌همین دلیل، مهاجرت به بالادست رودخانه‌ها در لامپری‌ها با تغییرات فیزیولوژیکی، رفتاری و ریخت‌شناسی همراه است (Imanpoor and Abdolahi, 2011).

یکی از گونه‌های رودکوچ راسته Petromyzontiformes حاضر در دریای خزر، دهان‌گرد خزری (*Caspiomyzon wagneri*) است. این گونه غیر انگلی دارای دو فصل مهاجرت تولید مثلی بهاره و پاییزه است (Abdoli and Naderi, 2009; Ahmadi *et al*., 2011) که در حوضه جنوبی دریای خزر به رودخانه‌های گرگانرود، تجن، تالار (تلار)، بابلرود، خیرود، هراز، سردآبرود، تنکابن، شیرود، نساررود، چالکرود، سفیدرود، ارس و تالاب انزلی مهاجرت می‌کند (Ahmadi *et al*., 2011; Nazari and Abdoli, 2010). معمولاً ماهیان دهان‌گرد خزری مهاجر به رودخانه شیرود در زمان تخم‌ریزی دو دسته اند که شامل ماهیان رسیده (mature) و درحال رسیدگی (maturing) می‌شوند. ماهیان درحال رسیدگی، به دسته‌ای از ماهیان دهان‌گرد اطلاق می‌گردد که زمان خیلی زیادی از شروع مهاجرت آنها از دهانه مصب به سمت بالادست رودخانه نگذشته است و هیچ یک از خصوصیات ثانویه جنسی در مولدین ظاهر نشده است. علاوه براین، تخمک و اسپرم ماهیان سیال نشده و با فشار به ناحیه شکمی، خارج نمی‌شوند. اما در ماهیان رسیده خصوصیات ثانویه جنسی ظاهر شده و ماده و نر به راحتی قابل تشخیص اند و علاوه بر آن تخمک و اسپرم در ماهیان رسیده سیال شده و با فشار اندک ناحیه شکمی خارج می‌شود (Farrokhnezhad *et al*., 2014).

معمولاً لامپری‌ها هیچ معده و مری مشخصی ندارند و دارای روده مستقیم با تمایز منطقه‌ای کمی هستند. اگرچه لامپری‌های انگلی شکارچی در طول روده دارای یکسری پیچ خوردگی‌هایی (typhlosole) برای افزایش سطح جذب می‌باشند، در لامپری‌های غیر انگلی مانند لامپری دریای شمال (*Ichthyomyzon fossor*)، لامپری بروک (*Lampetra planeri*)، بعضی از گونه‌های آمریکای شمالی و ناحیه جنوب‌غربی در مرحله لاروی دارای تغذیه پالایشی هستند و پس از دگردیسی دستگاه گوارش بالغ هیچ عملکردی ندارند و از زمانی که تغییر شکل می‌دهند تا زمانی که تخم‌ریزی می‌کنند و تا یک سال بعد که می‌میرند هیچ‌گونه غذایی مصرف نمی‌کنند (Renaud, 1982). وضعیت بین این دو حالت

در دهان‌گرد خزری که یک گونه غیر انگلی است مشـاهده می‌شـود (Norman, 1931; Lagler *et al*., 1977).

بررسی دستگاه گوارش ماهیان جهت اطلاع از وضعیت تغذیه‌ای آنها بسیار مهم است. همچنین اندازه‌گیری شاخص احشایی به شناخت این امر که موجود مورد نظر درحال تغذیه بوده یا متحمل گرسنگی بود کمک می‌کند. برای تعیین اثر رژیم‌های غذایی بر اندام‌های احشایی از شاخص احشایی (VSI) استفاده می‌شود (Korkut *et al*., 2007) که مقادیر آن ارتباط نزدیکی با محتوای چربی کبد و روده دارد (Lee *et al*., 2000).

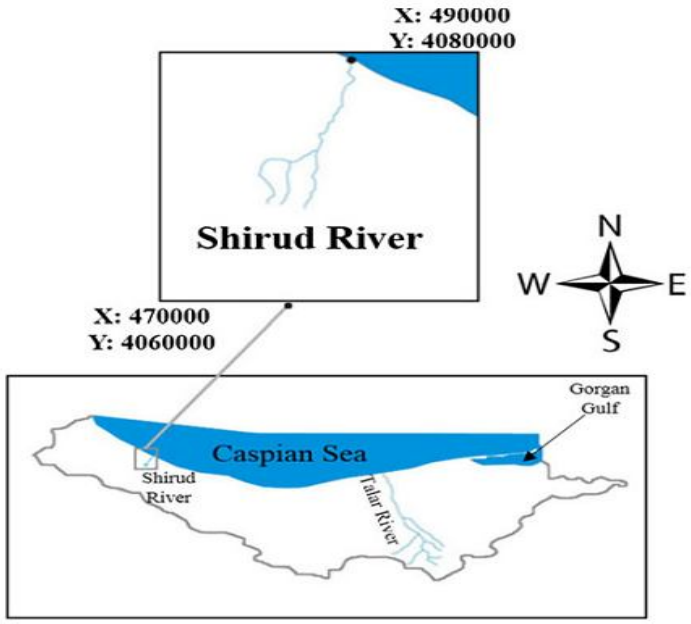
با وجود اینکه تاکنون مطالعاتی روی ماهی دهان‌گرد خزری در کشور ما انجام شده است (Abdoli *et al*., 2009; Nazari and Abdoli, 2010; Ahmadi *et al*., 2011; Imanpoor and Abdolahi, 2011; Farrokhnezhad *et al*., 2014; Benam *et al*., 2016)، اما اطلاعاتی در مورد دستگاه گوارش دهان‌گرد خزری وجود ندارد. با بررسی بافت‌شناسی لوله گوارش در این ماهی و مطالعه برخی از ویژگی‌های مرتبط با تغذیه آن علاوه بر دست‌یابی به اطلاعات پایه از ساختار دستگاه گوارش این ماهی، اطلاعاتی از نوع و نحوه تغذیه در ماهیان رسیده و درحال رسیدگی، می‌توان رفتار و عملکرد فیزیولوژیکی دستگاه گوارش در این ماهی را به جهت مطالعات گسترده‌تری همچون بررسی آنزیمی و یا هیستوپاتولوژیک دستگاه گوارش (شناخت ناهنجاری‌های بافتی در بیماری‌های گوارش، سوء تغذیه و ...) نیز فراهم کرد. دو هدف عمده برای این مقاله متصور است: ۱- تهیه اطلاعات پایه دستگاه گوارش دهان‌گرد خزری و ارائه تفاوت‌های ساختاری در دو جنس نر و ماده ۲- تفاوت اندام گوارش در ماهیان بالغ رسیده و ماهیان درحال رسیدگی در هر دو جنس.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های مورد استفاده در این مطالعه از ماهیان مهاجر مولد در حال مهاجرت به سمت بالادست رودخانه شیرود واقع در شهرستان تنکابن استان مازندران تأمین شد (شکل۱). این ماهیان در دو فصل بهار و پاییز سال ۱۳۹۲ هنگام عبور از پایه پل به‌سمت بالادست رودخانه صید شدند (جدول۱).

جدول ۱- تعداد و جنس ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*) صید شده در دو فصل بهار و پاییز در سال ۱۳۹۲

جنس		فصل صید ماهی	
		بهار	پاییز
نر	رسیده	۶	۳
	درحال رسیدگی	۹	۵
ماده	رسیده	۸	۷
	درحال رسیدگی	۱۴	۴
مجموع		۴۱	۱۹



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه شاخص‌های زیستی ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*)

جنسیت ماهیان صید شده براساس شاخص‌های ثانویه جنسی و همچنین پس از کالبدگشایی و مشاهده گنادهای جنسی تعیین گردید. تفکیک ماهیان رسیده و در حال رسیدگی باتوجه به شکل ظاهری گناد ماهی و بافت‌شناسی گناد (تخمدان و بیضه) صورت پذیرفته و براساس شاخص‌های بیان شده در مطالعات دیگر تعیین گردید (Farrokhnezhad *et al*., 2014). بر این اساس، ماهیانی که تخمدان آنها تقریباً تمام محوطه شکمی را پر کرده و شکمی نرم، تخمک‌های سیال، گرد و چسبنده و رنگ آبی فیروزه‌ای داشتند در گروه ماده‌های رسیده و ماهیانی که ناحیه شکمی سفت و فشرده و رنگ تخمک‌ها زرد مایل به سبز زیتونی بود، در گروه ماده‌های در حال رسیدگی قرار گرفتند. همچنین ماهیانی که در بیرون بدن دارای یک پاپیلای جنسی بودند که به‌خوبی توسعه یافته بود و با فشار اندک به ناحیه شکمی از آن اسپرم خارج می‌شد در گروه ماهیان نر رسیده و ماهیانی که دارای ناحیه شکمی سفت و هیچ‌کدام از شاخص‌های جنسی ثانویه را نداشتند در گروه نر درحال رسیگی قرار گرفتند (Farrokhnezhad *et al*., 2014).

پس از تشریح ماهیان، بخش ابتدایی دستگاه گوارش از محل اتصال به کبد و بخش انتهایی روده در محل مخرج قطع و از حفره شکمی خارج گردید. سپس طول روده با کولیس اندازه‌گیری و وزن توده

امعاء و احشا، تخمدان و کبد اندازه‌گیری گردید. توزین روده پس از جداسازی بافت‌های اضافی، با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام گرفت.

جهت بررسی محتویات دستگاه گوارش، روده به‌طور کامل با آب مقطر شستشو داده شد و محتویات داخل آن به میکروتیوب انتقال یافت. به‌منظور جلوگیری از دژنره شدن این مواد چند قطره فرمالین خالص به ظروف حاوی محتویات روده اضافه گردید. سپس جهت محاسبه وزن خشک محتویات روده آنها به‌وسیله دستگاه Freez-dryer خشک و با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ توزین شدند.

مطالعات زیستی: شاخص طول نسبی روده (RLG) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Biswas, 1993):

$$RLG = \frac{\text{طول روده}}{\text{طول کل بدن}} \times 100$$

شاخص دستگاه گوارش (VSI) با استفاده رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\mathrm{VSI} = \frac{Wv}{\mathrm{Wt}} \times 100$$

که در این رابطه Wv وزن کل دستگاه گوارش برحسب گرم و Wt وزن بدن برحسب گرم می‌باشد (Mohanta *et al*., 2008).

شاخص گنادوسوماتیک (GSI) از طریق رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\mathrm{GSI} = \frac{\mathrm{GW}}{\mathrm{TW}} \times 100$$

که دراین رابطه، GW: وزن گناد برحسب گرم و TW: وزن کل بدن موجود است (Bagenal and Tesch, 1978).

شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) با رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\mathrm{HSI} = \frac{\mathrm{LW}}{\mathrm{TW}} \times 100$$

که در این رابطه، LW: وزن کبد و TW: وزن کل بدن موجود است (Bagenal and Tesch, 1978).

آنالیز آماری: ابتدا کنترل نرمال بودن پراکنش داده‌ها با آزمون Kolmogorov-Smirnov Z بررسی شد. همچنین جهت مقایسه کلیه شاخص‌ها در ماهیان ماده و نر در مرحله رسیدگی جنسی، طی فصول پاییز و بهار از آزمون T-test مستقل استفاده گردید. سطح اطمینان در تمام آزمایشات مذکور ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. رسم نمودارها در نرم‌افزار Excel 2013 انجام شد و آزمون‌ها با نرم‌افزار SPSS 19 انجام پذیرفت.

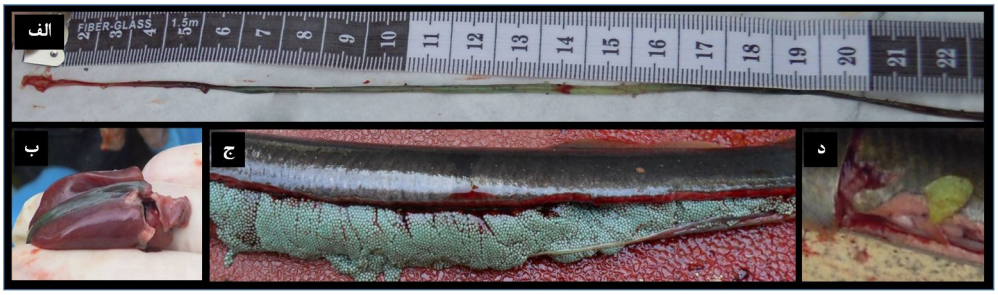
نتایج

اطلاعات ثبت شده مربوط به زیست‌سنجی ماهیان مورد استفاده دراین مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

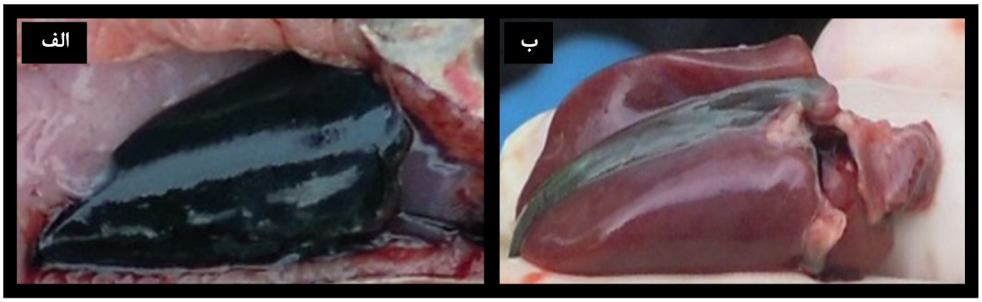
جدول۲- مقایسه میانگین پارامترهای وزن و طول ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*) نر و ماده صید شده در فصل بهار و پاییز

جنس	شاخص آماری	فصل صید ماهی	
		بهار	پاییز
نر	میانگین وزن‌کل (g)	۹۴/۶۰±۲۴/۴۵	۸۳/۱۲±۷/۵۲
	میانگین طول‌کل (cm)	۳۹/۴۴±۳	۳۲/۱±۷/۳۶
ماده	میانگین وزن‌کل (g)	۱۰۷/۶۰±۲۴/۰۳	۹۳/۶۳±۲۰/۰۱
	میانگین طول‌کل (cm)	۴۰/۱۷±۲/۹۰	۳۸/۲۲±۳/۶۹

براساس نتایج به‌دست آمده، دهان‌گرد خزری دارای دهان کوچکی است که در مرکز قیف دهانی واقع شده و به‌وسیله حرکت پیستون مانند زبان باز و بسته می‌شود. روی زبان نیز دندان‌های شاخی و قیفی شکل وجود دارد (شکل۴). پس از دهان دارای گلوی کوتاهی هستند. دهان‌گرد خزری دارای روده‌ای مستقیم و باریک است که ابتدای آن به کبد متصل می‌باشد و انتهای آن به مقعد ختم می‌گردد (شکل ۲). ساختار دستگاه گوارش در ماهیان نر و ماده مشابه بوده و باتوجه به مشاهدات ظاهری و بافت‌شناسی بخش ابتدایی دستگاه گوارش فاقد معده و مری مشخص می‌باشد. اکثر ماهیان صید شده درحال مهاجرت، دارای روده خالی از موادغذایی بودند. کبد در ماهیان دهان‌گرد خزری نسبتاً بزرگ بود که در ماهیان ماده قهوه‌ای یا به رنگ قرمز پررنگ و در ماهیان نر سبز رنگ است (شکل۳).



شکل ۲- الف) روده دهان‌گرد خزری؛ ب) ابتدای روده متصل به کبد؛ ج) نمای کلی از اندام‌های احشائی (گناد)؛ د) انتهای روده متصل به مقعد

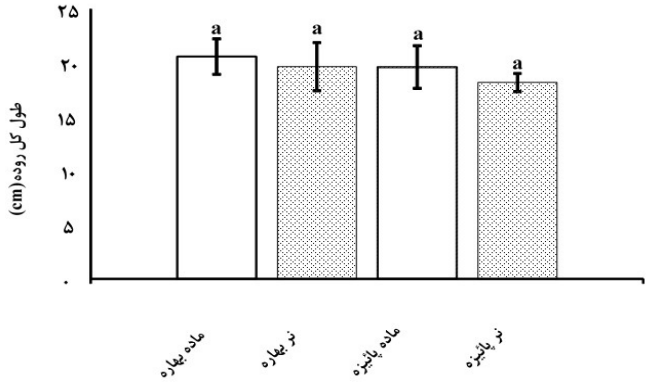


شکل ۳- الف) کبد جنس نر؛ ب) کبد جنس ماده (رسیده و درحال رسیدگی) ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*)

شکل ۴- وضعیت دهان در ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*)

بررسی و مشاهده روده در تمامی ماهیان صید شده مهاجر در بهار نشان داد که روده اکثر ماهیان خالی و فاقد مواد غذایی بودند. همچنین در بین ماهیان صید شده در پاییز عمدتاً روده خالی بود ولی تعداد ۵ عدد از ماهیان ماده پاییزه (شامل ۳ عدد ماده درحال رسیدگی و ۲ عدد ماده رسیده) دارای بقایای مواد غذایی بودند. نتایج به‌دست آمده نشان داد میانگین وزن خشک در ماده‌های درحال رسیدگی و رسیده به‌ترتیب ۰/۷۲±۱۱/۶ و ۰/۲۸±۹/۸ میلی‌گرم (میانگین±خطای استاندارد) بود که تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌های مورد مطالعه نشان نداد ($p>0/05$).

میانگین طول کل روده در ماهیان نر و ماده بهاره به‌ترتیب ۲/۲۲±۱۹/۶۵ (میانگین±خطای استاندارد) و ۱/۶۲±۲۰/۵۸ سانتی‌متر بود. همچنین در ماهیان پاییزه میانگین طول کل روده در نرها و ماده‌ها به‌ترتیب ۰/۸۴±۱۸/۱۸ (میانگین±خطای استاندارد) و ۱/۹۷±۱۹/۶۱ سانتی‌متر بود که بین ماهیان نر و ماده بهاره و پاییزه و همچنین ماهیان نر بهاره و نر پاییزه و ماده بهاره و ماده پاییزه هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۵)($p>0/05$).



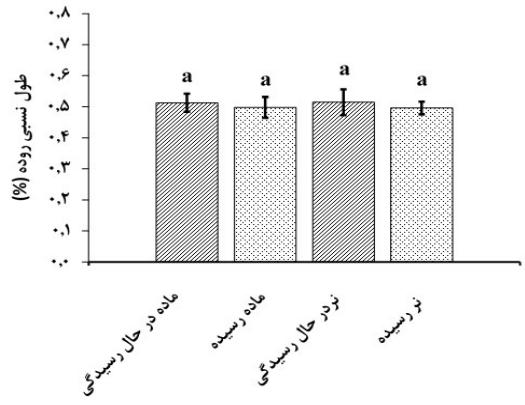
شکل ۵- طول کل روده در جمعیت بهاره و پاییزه ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*)

میانگین شاخص طول‌نسبی روده در بین ماهیان نر و ماده رسیده و در حال رسیدگی در فصل بهار و پاییز مورد بررسی قرار گرفت که در ماهیان درحال رسیدگی میانگین این شاخص در نرها و ماده‌ها بهاره به‌ترتیب برابر ۰/۴۹۵±۰/۰۳۳ و ۰/۵۱۴±۰/۰۳۱ (میانگین±خطای استاندارد) و در ماهیان پاییزه به‌ترتیب ۰/۴۹۸±۰/۰۲۰ و ۰/۵۱۷±۰/۰۶۱ بود.

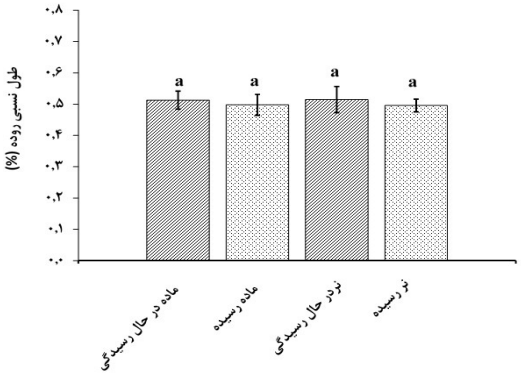
در ماهیان رسیده شاخص طول نسبی روده در نرها و ماده‌های بهاره به‌ترتیب برابر ۰/۵۰۱±۰/۰۳۶ و ۰/۵۰۱±۰/۰۳۶ (میانگین ± خطای استاندارد) در ماهیان پاییزه به‌ترتیب ۰/۴۹۱±۰/۰۲۷ و ۰/۵۱۳±۰/۰۳۲ بود.

براساس نتایج به‌دست آمده تفاوت معنی‌داری در مقادیر محاسبه شده برای شاخص RLG در هیچ‌کدام از گروه‌ها از نظر جنس، مرحله رسیدگی و فصل مهاجرت مشاهده نشد (شکل ۶ (الف و ب)) ($p>0/05$).

میانگین شاخص هپاتوسوماتیک در ماهیان رسیده نر و ماده در فصل بهار به‌ترتیب ۱/۳۷±۰/۳۵ و ۱/۳۴±۰/۱۵ (میانگین±خطای استاندارد) بود. در ماهیان درحال رسیدگی میزان این شاخص در نرها و ماده‌ها بهاره به‌ترتیب برابر ۱/۲۱۴±۰/۲۹ و ۱/۲۱۸±۰/۲۲ بود. همچنین میانگین شاخص هپاتوسوماتیک در ماهیان رسیده نر و ماده در فصل پاییز به‌ترتیب ۱/۴۱±۰/۰۸ و ۱/۲۶±۰/۰۶ (میانگین±خطای استاندارد) بود. در ماهیان درحال رسیدگی میزان شاخص هپاتوسوماتیک در نرها و ماده‌ها در فصل پاییزه به‌ترتیب برابر ۱/۵۰±۰/۲۰ و ۱/۳۱±۰/۱۱ بود.



الف

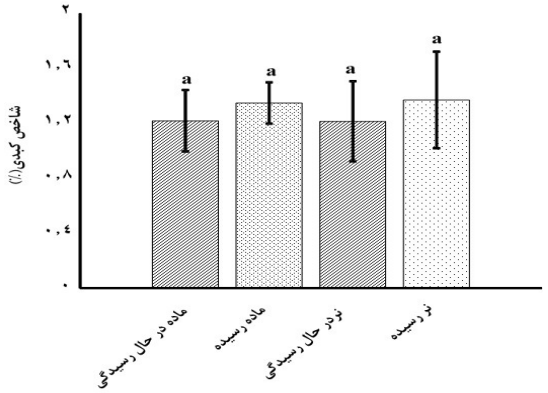


ب

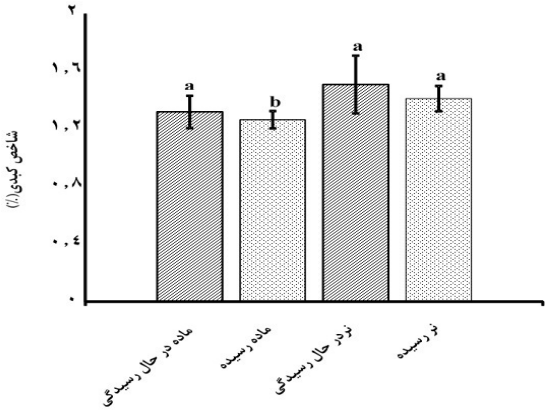
شکل ۶-(الف) شاخص طول نسبی روده در جمعیت بهاره ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*) (ب) شاخص طول نسبی روده در جمعیت پاییزه ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*)

براساس نتایج به‌دست آمده تفاوت معنی‌داری در مقادیر محاسبه شده برای شاخص HSI بین نرهای درحال رسیدگی و رسیده و همچنین بین ماده‌های درحال رسیدگی و رسیده در فصل بهاره مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). از طرف دیگر مقادیر شاخص HSI به‌دست آمده برای نرهای درحال رسیدگی و رسیده در فصل پاییز نیز تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($p>۰/۰۵$). اما تفاوت معنی‌داری در مقادیر این شاخص بین ماده‌های در حال رسیدگی و رسیده پاییزه مشاهده شد (شکل۷ (الف و ب))($p<۰/۰۵$). مقادیر محاسبه شده برای این شاخص در ماده‌های در حال رسیدگی بهاره و پاییزه تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p>۰/۰۵$). همچنین در ماده‌های رسیده در فصل‌های بهار و پاییز نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۷ (الف و ب))($p>۰/۰۵$).

از طرف دیگر مقادیر محاسبه برای شاخص هپاتوسوماتیک در نرهای در حال رسیدگی بهاره و پاییزه تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p>0/05$). همچنین در نرهای رسیده در فصل‌های بهار و پاییز نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۷ (الف و ب)) ($p>0/05$).



الف

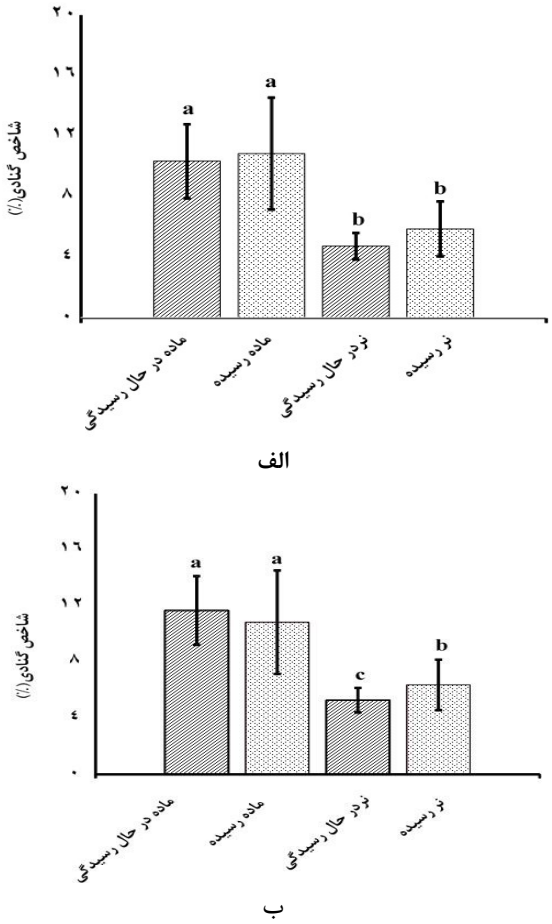


ب

شکل ۷- (الف) شاخص کبدی در جمعیت بهاره ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*) (ب) شاخص کبدی در جمعیت پاییزه ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*)

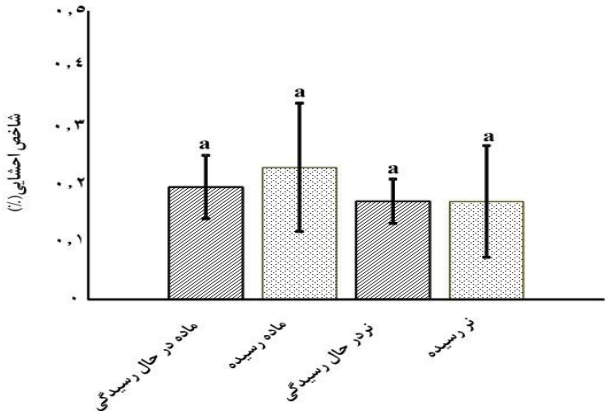
میانگین شاخص گنادوسوماتیک در ماهیان رسیده نر و ماده بهاره به‌ترتیب ۱/۸۰±۵/۹۰ و ۳/۶۹±۱۰/۸۷ (میانگین±خطای استاندارد) بود. این شاخص در ماهیان در حال رسیدگی در نرها و ماده‌ها بهاره به‌ترتیب برابر ۰/۸۷±۴/۷۶ و ۲/۴۴±۱۰/۳۶ بود. همچنین میانگین شاخص گنادوسوماتیک در ماهیان رسیده نر و ماده پاییزه به‌ترتیب ۰/۲۲±۶/۳۶ و ۱/۷۴±۱۰/۸۵ (میانگین±خطای استاندارد)

بود. در ماهیان در حال رسیدگی میزان شاخص گنادوسوماتیک در نرها و ماده‌ها پـاییزه بـه‌ترتیب برابـر ۰/۶۲±۵/۲۹ و ۱/۲۱±۱۱/۶۹ بود.

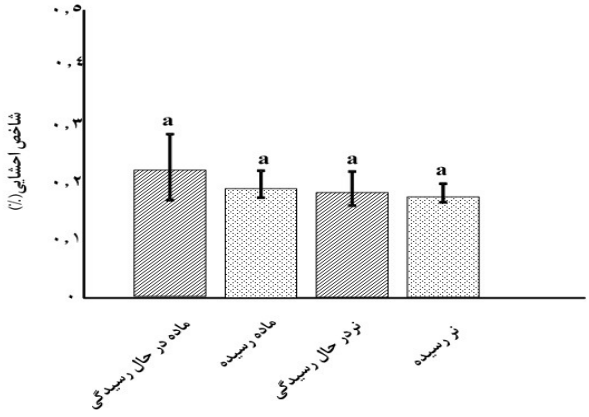


شکل ۸- الف) شاخص گنادی در جمعیت بهاره ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*) (ب) شاخص گنـادی در جمعیت پاییزه ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*)

براساس نتایج به‌دست آمده تفاوت معنی‌داری در مقادیر محاسبه شده برای شاخص GSI بـین نرهـای در حال رسیدگی و رسیده و همچنین بین ماده‌های در حال رسیدگی و رسـیده در فصـل بهـاره مشـاهده نشـد ($p>0/05$). از طرف دیگر مقادیر شاخص GSI به‌دست آمده بـرای ماده‌هـای در حـال رسـیدگی و رسـیده در فصل پاییز نیز تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($p>0/05$). اما تفاوت معنی‌داری در مقـادیر ایـن شـاخص بـین نرهای درحال رسیدگی و رسیده مشاهده شد (شکل ۸ (الف و ب))($p<0/05$).



الف



ب

شکل ۹- (الف) شاخص احشائی در جمعیت بهاره ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*) (ب) شاخص احشائی در جمعیت پاییزه ماهی دهان‌گرد خزری (*C. wagneri*)

میانگین شاخص احشایی در ماهیان رسیده نر و ماده بهاره به‌ترتیب ۰/۱۷۰±۰/۰۹۶ و ۰/۲۲۹±۰/۱۱۱ (میانگین±خطای استاندارد) بود. در ماهیان در حال رسیدگی میزان شاخص احشایی در نرها و ماده‌ها بهاره به‌ترتیب برابر ۰/۱۷۰±۰/۰۳۸ و ۰/۱۹۵±۰/۰۵۴ بود. همچنین میانگین شاخص احشایی در ماهیان رسیده نر و ماده پاییزه به‌ترتیب ۰/۱۸۱±۰/۰۱۶ و ۰/۱۹۷±۰/۰۲۴ (میانگین±خطای استاندارد) بود. در ماهیان در حال رسیدگی میزان شاخص احشایی در نرها و ماده‌ها پاییزه به‌ترتیب برابر ۰/۱۸۸±۰/۰۳۰ و ۰/۲۲۷±۰/۰۵۹ بود. براساس نتایج به‌دست آمده تفاوت معنی‌داری

در مقادیر محاسبه شده برای شاخص احشایی در هیچ کدام از گروه‌ها از نظر جنس، مرحله رسیدگی و فصل مهاجرت مشاهده نشد (شکل ۹ (الف و ب)) ($p>۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر اندام گوارشی در ماهی دهان‌گرد خزری شامل لوله کشیده‌ای بوده که از دهان تا مخرج ادامه داشته است. این لوله فاقد اندام معده، سکوم‌های گوارشی و برآمدگی‌های مشخص در ابتدای روده بود. نوع و شکل لوله گوارش شاخصی برای نشان دادن نوع تغذیه ماهیان می‌باشد. به‌طور کلی، در منابع مختلف چهار حالت تغذیه‌ای خونی، بافتی، خونی-بافتی و لاشخوری برای دهان‌گردان ذکر شده است (Renaud *et al.*, 2009). الگوی استقرار دندان‌ها روی دیسک دهانی، زبان و اندازه نسبی غدد دهانی، وجود یا عدم وجود معده مشخص و همچنین طول روده به‌عنوان عوامل کارکردی تعیین کننده رژیم غذایی در گونه‌های این خانواده مطرح شده‌است (Potter and Hilliard, 1987; Renaud *et al.*, 2009). براساس شواهد به‌دست آمده در رابطه با ویژگی‌های ظاهری اندام‌های لوله گوارشی، احتمالات متفاوت و تا حدودی متناقضی در رابطه با رژیم غذایی این گونه مطرح می‌گردد. از آنجایی که در دهان‌گرد خزری، تعداد زیادی دندان‌های ریز در ناحیه قیف دهانی مشاهده گردید، احتمال لاشه خوار بودن برای این گونه مطرح می‌شود. آن‌چنان‌که در مطالعات پیشین چنین خصوصیتی برای گونه‌های لاشه‌خوار از خانواده دهان‌گردان ارائه شده است (Beamish, 1980). از طرف دیگر، مری و معده مشخصی در گونه *Caspiomyzon wagneri* مشاهده نشد که در مطالعات دیگری نیز چنین وضعیتی برای کل دهان‌گردان بیان شده است (Horsley, 1977; Wilson and Caldwell, 1993). این خصوصیت دلالت بر گوشتخوار نبودن این گونه دارد، چرا که در سایر گونه‌های ماهی‌ها، وجود معده از خصوصیات اصلی دستگاه گوارش گونه‌های دارای رژیم غذایی گوشتخواری است (Sattari and Mokhayer, 2006). همچنین، روده در دهان‌گرد خزری، اندامی مستقیم و باریک بوده، ابتدای آن دارای اتصال مستقیمی با کبد بوده و انتهایش نیز به مقعد ختم می‌گردد. ساختار باریک و نخی‌شکل بودن روده در این ماهی ممکن است ناشی از عدم تغذیه مداوم بوده باشد.

در مطالعه حاضر، براساس شواهد به‌دست آمده روده غالب نمونه‌های ماهی خالی از مواد غذایی بود. در تعداد معدودی نیز مقادیر ناچیز محتوای روده به‌واسطه تخریب کامل آن‌ها (که خود نشانه‌ای از مدت‌زمان زیاد گرسنگی در ماهی است)، غیرقابل شناسایی بود. از طرف دیگر وزن خشک محاسبه شده برای مقادیر ناچیز ذکر شده نیز تفاوت قابل توجهی را بین گروه‌های مختلف مورد مطالعه نشان نداد. باتوجه به موارد مذکور، همسو با سایر نتایج حاصله در این تحقیق، عدم تغذیه طولانی مدت ماهی تا حدی تأیید می‌گردد (Agamaliev, 1971; Renaud, 1982; Imanpoor and Abdolahi, 2011).

براساس منابع در دسترس، ارتباط زیادی بین مقدار ماده گیاهی یا جانوری موجود در محتوای روده‌ای ماهی‌ها با مقدار شاخص RLG وجود دارد. در مجموع، افزایش سهم مواد گیاهی و کاهش سهم مواد جانوری در محتوای روده‌ای ماهی، افزایش شاخص RLG را به همراه دارد به‌طوری که مقادیر RLG<۱ نشان‌دهنده رژیم غذایی گوشتخواری و RLG>۱ حاکی از رژیم غذایی گیاهخواری بوده و سطوح حد واسط این شاخص نشانگر رژیم غذایی همه‌چیزخواری در ماهی‌هاست (Dasgupta, 2004). نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر نشان داد که در مجموع مقادیر محاسبه شده شاخص RLG برای دهان‌گردهای نر و ماده در فصول بهار و پاییز کمتر از ۱ (حداقل: ۰/۴۷۵ در نرهای پاییزه؛ حداکثر: ۰/۵۵۵ در ماده‌های پاییزه) بود. براین اساس، می‌توان اظهار نمود که رژیم غذایی این گونه به احتمال زیاد گوشتخواری و یا لاشه‌خواری می‌باشد. در مطالعه‌ای دیگر، مقادیر محاسبه شده شاخص طول نسبی روده برای دهان‌گرد خزری در رودخانه‌های شیرود و تالار به‌ترتیب ۰/۴۷۳±۰/۰۲۰ و ۰/۴۷۳±۰/۰۲۴ گزارش گردید که همسو با نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر است (Nazari and Abdoli, 2010). به این ترتیب، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین طول روده و طول کل بدن در گونه مورد بررسی و همچنین سطوح RLG حاصله، رژیم غذایی گوشتخواری یا انگلی را برای این گونه پیشنهاد می‌دهد (Nazari and Abdoli, 2010). به‌طورکلی، میزان شاخص RLG و در گونه‌های مختلف ماهی‌ها، بسته به گونه و مرحله زندگی موجود متفاوت خواهد بود (Alikunhi *et al.*, 1951).

شاخص احشایی (VSI)، شاخصی است که جهت تعیین اثر رژیم‌های غذایی بر اندام‌های احشایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Korkut *et al.*, 2007). افزایش میزان چربی احشایی در بدن، در نتیجه مصرف جیره غذایی پر چرب منجر به افزایش شاخص VSI در ماهیان می‌گردد (Portz *et al.*, 2001). نتایج حاصل از مطالعه حاضر بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌داری در میزان شاخص احشایی بین گروه‌های مورد بررسی بود. براین اساس می‌توان این احتمال را مطرح نمود که دهان‌گردان خزری در طول دوره مهاجرت هیچ‌گونه تغذیه‌ای انجام نداده و لوله گوارشی آنها تهی از مواد غذایی است و همچنین، مقادیر چربی قابل توجهی نیز در اطراف امعاء و احشاء آن‌ها وجود ندارد. در مطالعات پیشین، ذکر شده که پر بودن دستگاه گوارش و محتوای چربی کبد و روده تأثیر مستقیمی بر وزن توده امعا و احشا و به تبع آن بر مقدار شاخص VSI دارد (Lee *et al.*, 2000). در مجموع، با توجه به موارد مذکور، منطقی به‌نظر می‌رسد که میزان شاخص VSI در دهان‌گرد خزری در طول دوره مهاجرت تخم‌ریزی، به‌دلیل عدم تغذیه و مصرف چربی‌های احشایی و همچنین، تهی بودن روده از غذا کاهش یابد. از طرف دیگر، عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های مختلف ماهی (براساس جنس و مرحله رسیدگی جنسی) نیز حاکی از آن است که ماهی‌های مربوط به هر دو جنس، در دوره مهاجرت تغذیه نمی‌کنند. اندام‌های احشایی یکی از جایگاه‌های اصلی برای ذخیره چربی است. بنابراین کاهش میزان چربی ناحیه

شکم در اثر گرسنگی قابل انتظار می‌باشد. نتایج مشابهی نیز توسط برخی از محققین در ارتباط با تأثیر گرسنگی بر چربی احشایی ماهی گزارش شده است (Love, 1980).

مقادیر محاسبه شده شاخص هپاتوسوماتیک برای دهان‌گردان نمونه‌برداری شده در مطالعه حاضر (حداکثر: ۱/۷ در نرهای پاییزه؛ حداقل: ۱/۲ در ماده‌های پاییزه) مشابه مقادیر ارائه شده در مطالعات سابق است (Nazari and Abdoli, 2010; Ahmadi *et al.*, 2011). تفاوت معنی‌داری بین مقادیر HSI در ماهیان ماده رسیده و در حال رسیده پاییزه مشاهده شد، اما در ماهیان بهاره چنین تفاوتی وجود نداشت. این در حالی است که در مطالعه احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2011) تفاوت معنی‌داری بین جنس‌های نر و ماده گزارش شده است. همچنین، در مطالعه فرخ‌نژاد و همکاران (Farrokhnejad *et al.*, 2014) نتایجی خلاف موارد مشاهده شده در مطالعه حاضر گزارش شده است. به‌طوری‌که برحسب آن، تفاوت معنی‌داری بین مقادیر HSI در نرهای رسیده و درحال رسیدگی وجود داشته است که در تناقض با نتایج حاضر است. به احتمال زیاد تفاوت در رویه‌های آزمایشی منجر به چنین تناقض‌هایی شده است. از طرف دیگر به احتمال فراوان، دلیل کاهش شاخص کبدی در ماهیان ماده رسیده نسبت به ماهیان ماده در حال رسیدگی می‌تواند به‌واسطه آن باشد که کبد محل ذخیره انرژی است و دهان‌گرد خزری در طول دوره مهاجرت تغذیه انجام نمی‌دهد و از مواد ذخیره شده موجود در کبد برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند. در نتیجه، مقدار مواد ذخیره‌ای نیز کاهش پیدا می‌کند. همچنین عدم تفاوت در ماهیان نر و ماده به احتمال زیاد به‌علت ورود همزمان آنها به آب شیرین و استفاده ماهیان ماده از ذخایر کبدی برای عمل زرده‌سازی است.

مقادیر محاسبه شده شاخص گنادوسوماتیک برای دهان‌گردان نمونه‌برداری شده در مطالعه حاضر (حداکثر: ۱۲/۹ در ماده‌های پاییزه؛ حداقل: ۳/۸۹ در نرهای بهاره) مشابه مقادیر ارائه شده در مطالعات سابق است (Nazari and Abdoli, 2010; Ahmadi *et al.*, 2011). تفاوت معنی‌داری بین مقادیر GSI در ماهیان نر رسیده و در حال رسیده پاییزه مشاهده شد. اما در سایر گروه‌های مورد بررسی چنین تفاوتی وجود نداشت.

معمولاً ماهیان در حال رسیدگی و رسیده‌ای که به مصب رودخانه وارد و آماده مهاجرت به بالادست رودخانه هستند، عمده رشد گنادی خود را انجام داده‌اند و فقط نیاز به اشارات فیزیولوژیکی دارند که مراحل رسیدگی نهایی (مهاجرت کامل هسته به‌سمت قطب حیوانی و شکسته شدن دیواره آن و سپس اوولاسیون) خود را تکمیل نموده و تخم‌ریزی انجام پذیرد. بنابراین عدم وجود تفاوت در GSI بین ماهیان در حال رسیدگی و رسیده نشان از این دارد که این ماهیان عمده رشد فیزیکی اندام گناد را انجام داده و منتظر تغییرات شرایط محیطی مناسب (مانند وجود جنس مخالف، حصول درجه حرارت مطلوب و...) برای تخم‌ریزی می‌باشند. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت که:

۱- مشخصه‌های دستگاه گوارش دهان‌گردان وارد شده به رودخانه (بدون توجه به جنسیت و رسیده و درحال رسیدگی بودن گنادشان) نشان از عدم تغذیه طولانی مدت این ماهی درطول دوران مهاجرت به آب شیرین دارد.

۲- رژیم غذایی این گونه به احتمال زیاد گوشتخواری و یا لاشه‌خواری است.

۳-تفاوت‌های معنی‌دار در دستگاه گوارش ماهیان نر و ماده مهاجر دیده نمی‌شود.

۴- رشد گناد در هر دو جنس دهان‌گردان مهاجر به رودخانه به‌طور کامل انجام شده و ماهیان فقط نیاز به اشارات فیزیولوژیکی دارند. که مراحل رسیدگی نهایی خود را تکمیل نموده و تخم‌ریزی انجام پذیرد.

منابع

Abdoli A., Naderi M. 2009. Biodiversity of Fishes of the Southern Basin of the Caspian Sea. Abzeeyan Scientific Publications, Tehran 242P. (In Persian).

Ahmadi M., Mojazi Amiri B., Abdoli A., Fakharzade S.M.E., Hoseinifar S.H. 2011. Sex steroids, gonadal histology and biological indices of fall and spring Caspian lamprey (*Caspiomyzon wagneri*) spawning migrants in the Shirud River, Southern Caspian Sea. Environmental Biology of Fishes, 92(2): 229-235.

Agamaliev A.S. 1971. Lichinochnyĭ period zhizni kaspiĭskoĭ minogi (*Caspiomyzon wagneri* Kessler). Trudў VNIRO, 36: 139-148. (In Russian).

Alikunhi K.H., Rao G.L., Jacob P.K. 1951. Bionomics and development of *Glossogobius giuris* (Hamlton). Journal of Madras University, 21(B): 238-248.

Bagenal T.B., Tesch F.W. 1978. Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters. 3rd edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 326P.

Beamish F.W.H. 1980. Osmoregulation in juvenile and adult lampreys. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37: 1739-1750.

Benam S., Mojazi Amiri B., Rafiee G.R., Abedi M., Namdariyan A. 2016. Comparative study on the gastrointestinal tract of mature and maturing female and male of Caspian lamprey, *Caspiomyzon wagneri* (Kessler, 1870) in southern Caspian Sea (Cephalaspidomorphi: Petromyzontidae). Iranian Journal of Ichthyology, 3(2): 140-149.

Biswas, S.P. 1993. Manual of Methods in Fish Biology. South Asia publishers Pvt Ltd., New Delhi International Book Co., Absecon Highlands. 157P.

Dasgupta M. 2004. Relative length of the gut of some freshwater fishes of West Bengal in relation to food and feeding habits. Indian Journal of Fisheries, 51(3): 381-384.

Farrokhnezhad M.R., Mojazi Amiri B., Abdoli A., Nazari H. 2014. Gonadal histology and plasma sex steroid concentrations in maturing and mature spring migrants of Caspian lamprey (*Caspiomyzon wagneri*) in the Shirud River, southern Caspian Sea, Iran. Ichthyological Research, 61: 42-48.

Horsley R.W. 1977. A review of the bacterial flora of teleosts and elasmobranches, including methods for its analysis. Journal Fish Biology, 10: 529–553.

Imanpoor M.R., Abdollahi M. 2011. Serum Biochemical Parameters of Caspian Lamprey (*Caspiomyzon wagneri*) During Final Spawning Migration. World Applied Sciences Journal, 12: 600-606.

Korkut A.Y., Kop A., Demirtaş N., Cihaner A. 2007. Determination methods of growth performance in fish feeding (In Turkish). E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 24(1-2): 201-205.

Lagler K.F., Bardach J.E., Miller R.R., Pasino D.R.M. 1977. Ichthyology. Wiley & Sons, New York. 528P.

Lee S.M., Hwang U.K., Cho S.H. 2000. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). Aquaculture, 187: 399–409.

Love R.M. 1980. The Chemical Biology of Fishes. Academic Press. London and New York. 944P.

Mohanta K.N., Mohanty S.N., Jena J.K., Sahu N.P. 2008. Optimal dietary lipid level of silver barb (*Puntius gonionotus*) fingerlings in relation to growth, nutrient retention and digestibility, muscle nucleic acid content and digestive enzyme activity. Aquaculture Nutrition, 14: 350-359.

Nazari H., Abdoli A. 2010. Some reproductive characteristics of endangered Caspian Lamprey (*Caspiomyzon wagneri* Kessler, 1870) in the Shirud River southern Caspian Sea, Iran. Environmental Biology of Fishes, 88(1): 87–96.

Norman J.R. 1931. Notes on the flat fishes (Heterosomata). The generic name of the turbot and brill. Annals and Magazine of Natural History, 10 (47): 511-513.

Portz L., Cyrino J.E.P., Martino R.C. 2001. Growth and body composition of juvenile's largemouth bass (*Micropterus salmoides*) in response to dietary protein and energy levels. Aquaculture Nutrition, 7: 247–254.

Potter I.C., Hilliard R.W. 1987. A proposal for the functional and phylogenetic significance of differences in the dentition of lampreys (*Agnatha: Petromyzontiformes*). Journal of Zoology, 212: 713–737.

Renaud C.B. 1982. Food and feeding habits of the Caspian lamprey after metamorphosis. Proceedings of Fourth Congress of European Ichthyologists, Hamburg. pp: 252-252.

Renaud C.B. 2011. Lampreys of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of the Lamprey Species Known to Date. Food and Agriculture Organization, Rome, Species Catalogue for Fishery Purposes, No. 5. 109P.

Renaud C.B., Gill H.S., Potter I.C. 2009. Relationships between the diets and characteristics of the dentition, buccal glands and velar tentacles of the adults of the parasitic species of lamprey. Journal of Zoology, 278: 231-242.

Sattari M., Mokhayer B. 2006. Parasitic worms of Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin, 1897) from the southwest of the Caspian Sea. Bulletin of European Association of Fish Pathologists, 26(3): 131-136.

Wilson M.V., Caldwell M.W. 1993. New Silurian and Devonian fork-tailed'thelodonts' are jawless vertebrates with stomachs and deep bodies. Nature, 361: 442-444.