بررسی رژیم غذایی و بافت‌شناسی لوله گوارش لوچ ماهی *Turcinoemacheilus bahaii* در رودخانه زاینده‌رود

عیسی ابراهیمی*، مهسا برهانی، نصرالله محبوبی صوفیانی و سعید اسدالله

اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۱

چکیده

رژیم غذایی و بافت‌شناسی لوله گوارش لوچ ماهی *Turcinoemacheilus bahaii* (خانواده لوچ‌ماهیان : Nemacheilidae) در رودخانه زاینده‌رود مورد بررسی قرارگرفت. نمونه‌برداری به مدت یکسال بصورت فصلی با استفاده از تور پره دوجداره (قطر چشمه جداره خارجی و داخلی به ترتیب ۱۰ و ۵ mm) از ماهیان و با استفاده از نمونه‌بردار سوربر (ابعاد ۲۵*۲۵ سانتی‌متر و چشمه ۵۰۰ میکرون) از بی‌مهرگان بزرگ کفزی در منطقه دیمه در استان چهارمحال و بختیاری انجام شد. به‌منظور بررسی رژیم غذایی، محتویات لوله گوارش لوچ‌ماهی بررسی گردید و ثابت شد که این ماهی کفزی‌خوار بوده و عمدتاً از بی‌مهرگان بزرگ کفزی در بستر رودخانه تغذیه می‌کند. بی‌مهرگان غالب کفزی در تمام مدت مطالعه شامل Chironomidae، Hydropschidae، Gamaridae و Baetidae بود که همپوشانی قابل‌توجهی با رژیم غذایی *T. bahaii* نشان داد. در لوله گوارش لوچ ماهی خانواده‌های Chironomidae و Baetidae (با فراوانی ۸۲٪) فراوان‌ترین اقلام غذایی را به خود اختصاص دادند. میانگین طول نسبی روده ۰/۰۴±۰/۴۶ (میانگین ± خطای معیار) بدست آمد که بر رژیم غذایی گوشتخواری این ماهی دلالت دارد. بافت‌شناسی لوله گوارش این ماهی نشان داد که ساختار دیواره آن از چهار لایه اصلی مخاطی، زیر مخاطی، ماهیچه‌ایی و سروزی تشکیل‌شده است. لایه مخاطی دارای سلول‌های استوانه‌ایی ساده بود که در ناحیه روده بین آنها سلول‌های جامی شکل نیز قرارداشت. نتایج حاصل از مطالعه کفزیان بستر رودخانه، محتویات و بافت‌شناسی لوله گوارش لوچ ماهی نشان داد که رژیم غذایی و ساختار دستگاه گوارش این ماهی براساس آیتم‌های غذایی پیشنهادشده توسط زیستگاه تنظیم می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: لوچ‌ماهی، ماکروبنتوزها، بافت‌شناسی لوله گوارش، زاینده‌رود.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۱۱۳۳۹۱۳۵۶۵ ، پست الکترونیکی: e_ebrahimi@cc.iut.ac.ir

مقدمه

تغذیه نقش مهمی در تأمین انرژی و نیازهای حیاتی ماهیان دارد. ماهیان ازلحاظ رفتار تغذیه‌ای موجودات فرصت‌طلبی بوده و تنوع بسیار زیادی در روش‌های تغذیه و در نوع غذای مورد استفاده دارند. به‌علاوه این توانایی را دارند که براساس شرایط موجود و به‌خصوص وفور غذا یا تغییر در شرایط اکولوژیک محیط‌زیست خود و یا به‌منظور کاهش اثر رقابت بر روی یکدیگر، تغییراتی را در سفره غذایی خود ایجاد کنند (۱).

در مطالعات مربوط به تغذیه ماهیان تجزیه‌وتحلیل رژیم-های غذایی به‌عنوان نقطه شروع کسب دانش در مورد احتیاجات غذایی و تعاملات ممکن با دیگرگونه‌ها (مانند رقابت و شکار) حائز اهمیت است (۳۰). ازآنجایی‌که ماهیان حلقه مهمی در زنجیره غذایی محسوب می‌شوند، بررسی ویژگی‌های تغذیه‌ی آنها برای درک بهتر برهم‌کنش درون گونه‌ایی و بین گونه‌ایی آنها مهم است (۸). مطالعه ماهیان در محیط اصلی زندگی و همچنین درک مورفولوژی دستگاه گوارش آنها اطلاعات مفیدی در این زمینه فراهم

Archive of SID

www.SID.ir

می‌کند (۵). ساختار دستگاه گوارش در ماهیان براساس نوع غذا، رفتار تغذیه‌ای و شکل بدن متفاوت است. بطوری که در یک‌گونه خاص برحسب نحوه زندگی، فصل، سن و زمان تولیدمثل تغییراتی در دستگاه گوارش مشاهده می‌شود (۱۳). آناتومی، مورفولوژی و بافت‌شناسی دستگاه گوارش ماهیان استخوانی به‌طور گسترده مورد مطالعه قرارگرفته، تا از طریق آن بتوان عملکرد ساختارهایی که به‌منظور انطباق با عادات غذایی مختلف ایجادشده است را تعیین نمود (۱۶، ۲۷).

ویژگی‌های زیستی و بوم‌شناختی ماهیان کوچک و غیرتجاری مانند گونه‌های خانواده لوچ ماهیان کمتر مورد مطالعه قرارگرفته است. این درحالی است که خانواده لوچ-ماهیان (Nemacheilidae) یکی از متنوع‌ترین خانواده‌ها در راسته کپورماهی شکلان (Cypriniformes) محسوب می‌شود که عمدتاً شامل ماهیان کوچک و کفزی ساکن نهرها و رودخانه‌های اروپا، آسیا و اتیوپی می‌باشد (۱۵). گزارش‌هایی از بررسی رژیم غذایی این ماهیان وجود دارد، به‌عنوان‌مثال بررسی منابع نشان می‌دهد که *Cobitis paludica* یک ماهی بنتوزخوار و مصرف‌کننده طیف وسیعی از منابع غذایی مانند لاروهای شیرونومیده و زره‌داران (Ostracoda) می‌باشد (۳۰) که مشابه با رژیم غذایی *Cobitis taenia* در ایتالیا است (۲۴). بررسی‌های روباتام (۱۹۷۷) یک تنوع و غالبیت از اقلام غذایی کوچک مانند پاروپایان، روتیفرها و برخی از جلبک‌ها را در رژیم غذایی *C. teania* نشان داد (۲۸). این در حالی است که رژیم غذایی *Barbatula barbatula* از طعمه‌های درشت‌تر مانند: لاروهای شیرونومیده (Chironomidae) و موی بالان (Trichoptera)، پوره‌های زودمیران یا یک‌روزه‌ها (Ephemeroptera)، سنجاقک‌ها (Odonata)، دوجورپایان (Amphipoda) و دیگر بی‌مهرگان کفزی و بقایای گیاهی تشکیل‌شده است (۲۹). نتایج مطالعه در لوچ ماهی ژاپنی (*Misgurnus anguillicaudatus*) نشان داد که تغذیه روی کرم‌های پهن و *Tubifix* sp. انجام می‌گیرد (۳۲). در مطالعه صورت گرفته بر روی *Sabanejewia balcanica* و *Cobitis elongate*، رقابت بر سر استفاده از لاروهای شیرونومیده مشاهده گردید درحالی‌که دیگر منابع غذایی مانند نماتودا (Nematoda)، شکم پایان (Gastropoda)، سنجاقک‌ها (Odonata)، بهاره‌ها (Plecoptera)، قاب‌بالان (Coleoptera)، دو بالان (Dipterann) و زودمیران یا یک‌روزه‌ها (Ephemeroptera) در بین این دو گونه تقسیم می‌شدند (۲۳). براساس یافته‌های گایگوسوز و همکاران (۲۰۱۰) در تمام فصول سال لاروهای شیرونومیده به همراه تخم و لارو ماهیان در دستگاه گوارش *Proterorhinus marmoratus* و *Cobitis vardarensis* غالب بوده است (۱۸). با توجه به اینکه تاکنون ساختار و هیستولوژی لوله گوارش در لوچ ماهیان موردمطالعه قرارنگرفته است، لیکن نتایج بررسی‌های انجام‌شده روی گونه‌های نزدیک نشان داده است که مسیر لوله گوارش در این ماهیان از مری، معده و روده تشکیل‌شده است (۳). ساختار بافتی و هیستوشیمیایی لایه مخاطی نیز در بعضی از ماهیان مطالعه شده است (۱۱). این مطالعات تأیید می‌کند که بیشتر مخاط مسیر لوله گوارش توسط سلول‌های جامی واقع در بافت پوششی روده و در صورت وجود توسط بعضی از سلول‌های غده روده‌ای ترشح می‌شود (۲۰).

لوچ ماهیان ایران متعلق به دو خانواده Nemacheilidae و Cobitidae هستند. در این میان ماهیان خانواده Nemacheilidae در شش جنس *Oxynemacheilus*، *Seminemacheilus*، *Paracobitis*، *Paraschistura*، *Turcinoemacheilus* و *Metashistu* طبقه‌بندی می‌شوند، به‌طورکلی ۱۹ گونه از این خانواده‌ها شناسایی‌شده است که ۱۱ گونه آن بومی ایران است. رودخانه زاینده‌رود بزرگترین رودخانه فلات مرکزی ایران است و دربرگیرنده گونه‌های متنوعی از ماهیان بومی و غیربومی است. براساس مطالعات صورت گرفته *T. bahaii* یک‌گونه جدید و با ریخت‌شناسی متمایزی از دیگرگونه‌های هم‌جنس، در این رودخانه (حوضه اصفهان)

Archive of SID

www.SID.ir

است (۱۷). با توجه به عدم وجود اطلاعات کافی در خصوص ویژگی‌های زیست‌شناختی و اکولوژیک این ماهی، این مطالعه باهدف بررسی رژیم غذایی و ساختار دستگاه گوارش *T. bahaii* انجام شد.

مواد و روشها

این مطالعه در رودخانه زاینده‌رود به عنوان بزرگترین رودخانه فلات مرکزی ایران که از کوه‌های زاگرس مرکزی سرچشمه گرفته و پس از طی مسافتی در حدود ۶۳۰ کیلومتر به باتلاق گاوخونی می‌ریزد، انجام شد. ایستگاه نمونه‌برداری، در ناحیه‌ای از رودخانه با بستر سنگی-قلوه سنگی، با جریان تند آب، در طول جغرافیایی ″۳۳ ′۳۷ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ″۷۴ ′۵۱ °۳۲ شمالی انتخاب شد.

نمونه‌برداری به مدت یک سال بصورت فصلی (بهمن‌ماه ۱۳۹۱ تا دی‌ماه ۱۳۹۲) با استفاده از یک دستگاه تور پره دوجداره (قطر چشمه جداره خارجی ۱۰ میلی‌متر و داخلی ۵ میلی‌متر) انجام شد. نمونه‌های صیدشده بلافاصله در فرمالین ۴٪ فیکس شده و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از انتقال به آزمایشگاه لوله گوارش تعدادی از ماهیان خارج‌شده و جهت مطالعات بافت‌شناسی در فرمالین ۱۰٪ نگهداری شد. در کنار نمونه‌برداری از ماهیان، نمونه‌برداری از جوامع بی‌مهرگان بزرگ کفزی نیز صورت گرفت. بدین منظور از نمونه‌بردار سوربر (Surber)(مساحت سطح ۲۵×۲۵ سانتی‌متر و توری ۵۰ میکرون) استفاده شد. نمونه-برداری در بستر رودخانه در فواصل متفاوتی از حاشیه رودخانه در امتداد خطی فرضی و عمود بر ساحل انجام گرفت، نمونه‌های جمع‌آوری‌شده در کیسه تورسوربر روی الک استاندار شماره ۶۰ شستشو داده‌شده و درنهایت به داخل ظروف مخصوص با فرمالین ۴٪ تثبیت و برای شناسایی و شمارش به آزمایشگاه منتقل شد. شناسایی آرایه‌ها در زیر لوپ با استفاده از کلیدهای شناسایی موجود انجام گرفت (۲۶).

در آزمایشگاه طول کل ماهیان با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و وزن با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. به‌منظور دسترسی به دستگاه گوارش نمونه‌ها از زیر گلو تا مخرج شکاف داده شد و دستگاه گوارش خارج شد و سپس طول روده با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شده و طول نسبی روده به کمک رابطه زیر محاسبه شد.

طول بدن/طول روده = (RLG) طول نسبی روده

برای بررسی عادات غذایی، ابتدا دستگاه گوارش ماهی‌های صیدشده در فرمالین ۴٪ فیکس شده و سپس اقدام به شناسایی و شمارش تمام طعمه‌های غذایی موجود در بخش قدامی لوله گوارش گردید. درنهایت شاخص‌های زیر، محاسبه شد (۱۲، ۱۹).

۱۰۰×(تعداد کل معده‌های موردبررسی/تعداد معده‌های خالی)= (VI) شاخص تهی بودن

۱۰۰×(تعداد کل معده‌های پر/تعداد معده‌هایی که حاوی آیتم غذایی خاص) = (%F)فرکانس حضور

۱۰۰×(تعداد کل آیتم‌های غذایی مشاهده‌شده/تعداد هر یک از آیتم‌های شکار شده) = (%N) درصد فراوانی آیتم‌های غذایی

در ادامه استراتژی تغذیه با استفاده از روش کاستلو (۱۹۹۰) مورد بررسی قرارگرفت (۱۰).

برای مطالعات بافت‌شناسی نمونه‌های بافتی از قسمت‌های مختلف لوله گوارش (نمونه‌های فیکس شده در فرمالین ۱۰٪) تهیه شد. نمونه‌های بافتی به روش استاندارد (شامل آب‌گیری و شفاف سازی-پارافینه کردن- قالب‌گیری- برش‌برداری و رنگ‌آمیزی به روش ائوزین-هماتوکسیلین) آماده شد (۲۱) و درنهایت ساختار بافتی و ویژگی‌های هیستوشیمیایی قسمت‌های مختلف لوله گوارش به‌دقت مورد مطالعه قرارگرفت (۵، ۷).

تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارSPSS نسخه ۱۸ و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel 2013 انجام شد. مقایسه

Archive of SID

www.SID.ir

فصلی تغییرات شاخص تهی بودن (VI) با آزمون Chi-square انجام شد، برای مقایسه و بررسی تغییرات شاخص‌های فرکانس حضور (F%) و (N%) با توجه به فصل از آنالیز ANOVA (one-way) و در سطح احتمال ۵ ٪ استفاده شد.

نتایج

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب ایستگاه نمونه‌برداری در جدول ۱ ارائه‌شده است.

نتایج نمونه‌برداری از جوامع بی‌مهرگان بزرگ کفزی در طول سال حضور گروه‌های متنوعی از بی‌مهرگان کفزی را نشان داد (جدول ۲). نتایج حاصل نشان‌دهنده فراوانی بیشتر خانواده‌هایChironomidae، Hydropschidae، Gamaridae و Baetidae در تمام فصول سال بود درحالی‌که خانواده‌های Tabanidae، Psycomyiidae، Lamnaeidae و Planorbidae از فراوانی ناچیز برخوردار بودند (شکل ۱).

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در فصول مختلف در ایستگاه نمونه‌برداری (میانگین±خطای معیار).

	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
دما ($^{\circ}C$)	۳/۱۲۵±۲/۷۳	۹/۱۴±۱/۸	۱۵/۴±۱/۲۹	۹/۴۸±۲/۱۶
اکسیژن محلول ($mg\ l^{-1}$)	۱۵/۲۸±۲/۴۶	۹/۴۷±۰/۳۹	۱۱/۸۲±۰/۶۹	۱۲/۵۲±۰/۴۵
pH	۷/۹۶±۰/۶۲	۸/۰۸±۰/۵۵	۸/۲۱±۰/۳۳	۸/۱۶±۰/۵۲
Ec ($\mu s\ cm^{-1}$)	۲۸۸/۶۶±۳۴/۴۲	۲۹۶/۲±۱۴/۴۵	۲۶۶/۳۳±۲۳/۳	۲۴۷/۷۴±۲۹/۲

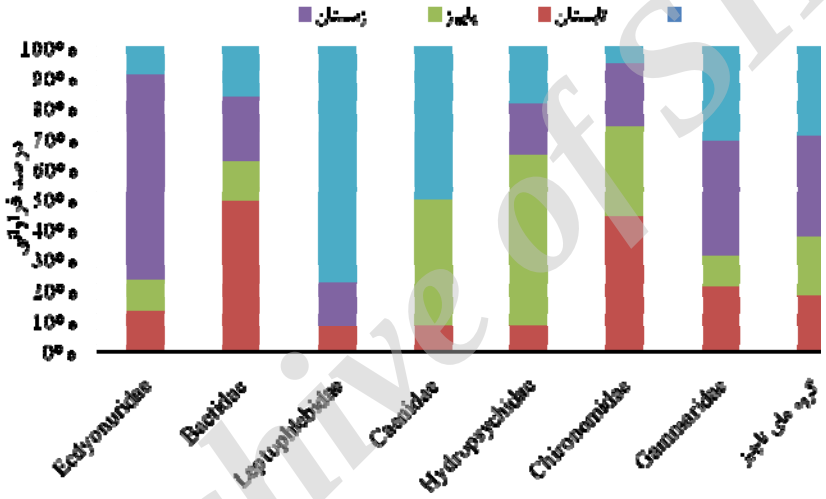
جدول ۲- کفزیان شناسایی‌شده در ایستگاه نمونه‌برداری در رودخانه زاینده‌رود.

خانواده	راسته	رده
Ecdyonuridae	Ephemeroptera	**Insecta**
Baetidae		
Leptophlebidae		
Caenidae		
Polycentropodidae	Trichoptera	
Hydropsychidae		
Rhyacophilidae		
Philopotumibae		
Psycomyiidae		
Tabanidae	Diptera	
Tipulidae		
Simuliidae		
Chironomidae		
Elmidae	Coleoptera	
Gammaridae	Amphipoda	**Crustacea**

Archive of SID

www.SID.ir

Bivalvia	Lamellibranchiata	Sphaeridae
Gastropoda	Pulmonata	Limnaeidae Ancylidae Physidae Planorbidae
Hirudinae	Rhynchobdellida	Erpobdellidae
Oligochaeta	Tubificida	Tubificidae Naididae
	Lmbricida	Lumricidae
	Lumbriculida	Lumbriculidae



شکل ۱. فراوانی جوامع ماکروبنتوز در فصول مختلف سال در ایستگاه نمونه‌برداری در رودخانه زاینده‌رود.

از کل ۶۰ معده مورد بررسی در تمام مدت مطالعه ۹ معده خالی بود و شاخص تهی بودن برابر ۲۰/۰۹±۱۵٪ بدست-آمد. این شاخص در فصول مختلف سال اختلاف معنی-داری را نشان داد (P<۰/۰۵) به طوریکه بیشترین مقدار شاخص تهی بودن معده (۶/۶۶٪) و کمترین مقدار آن (۱/۶۶٪) به ترتیب در فصل بهار و تابستان مشاهده شد.

در ترکیب محتویات لوله گوارش *T. bahaii* ماکروبنتوزها غالب بودند و اثری از حضور ترکیب‌های گیاهی وجود نداشت (شکل۲).

شکل ۲- محتویات دستگاه گوارش *T. bahaii* در رودخانه زاینده‌رود.

Archive of SID

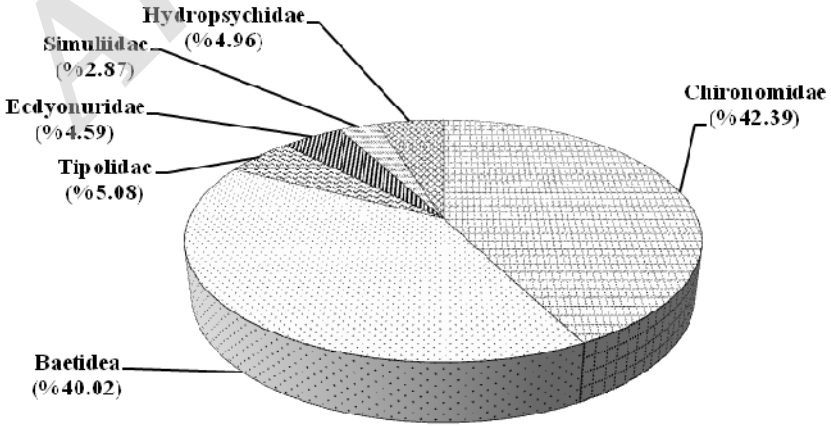
www.SID.ir

در معده‌های مورد بررسی آیتم‌های غذایی شامل ۶ خانواده متعلق به سه راسته اصلی از حشرات بود (جدول ۳) که در بین آنها خانواده‌هایChironomidae و Baetidae به ترتیب با فراوانی ۴۲/۳۹ ٪ و ۴۰/۶۹ ٪ به‌طور واضح آیتم‌های غذایی غالب را برای این ماهی تشکیل می‌دادند. این دو خانواده در ترکیب کفزیان بستر رودخانه هم غالب بودند. دیگر گروه‌های شکاری شامل Tipolidae، Hydropsychidae، Ecdyonuridae و Simuliidae بودند که به‌طورکلی حدود ۱۷٪ از کل فراوانی آیتم‌های غذایی را به خود اختصاص داده بودند (شکل ۳). ترکیب رژیم غذایی در طی فصول مختلف سال یکسان بود و مقایسه آن نشان داد که خانواده‌های Chironomidae و Baetidae ازنظر فراوانی و فرکانس حضور دارای تفاوت معنی‌داری با سایر گروه‌های شکار می‌باشند (P<۰/۰۵). بر این اساس خانواده‌های Chironomidae و Baetidae به عنوان غذای اصلی و خانواده‌های Tipolidae، Hydropsychidae و Ecdyonuridae به عنوان غذای ترجیهی تشخیص داده شدند.

جهت تعیین استراتژی تغذیه این ماهی بر اساس فرکانس حضور (F%) و فراوانی هریک از آیتم‌های غذایی (N%) از روش کاستلو (۱۹۹۰) (۱۰) استفاده شد. براین اساس، شکار غالب برای *T. bahaii* شامل Chironomidae و Baetidae و شکار نادر شامل دیگر گروه‌های شکار ارزیابی شد (شکل ۴).

جدول ۳- نمونه‌های کفزیان مشاهده‌شده در دستگاه گوارش *T.bahaii* در رودخانه زاینده‌رود.

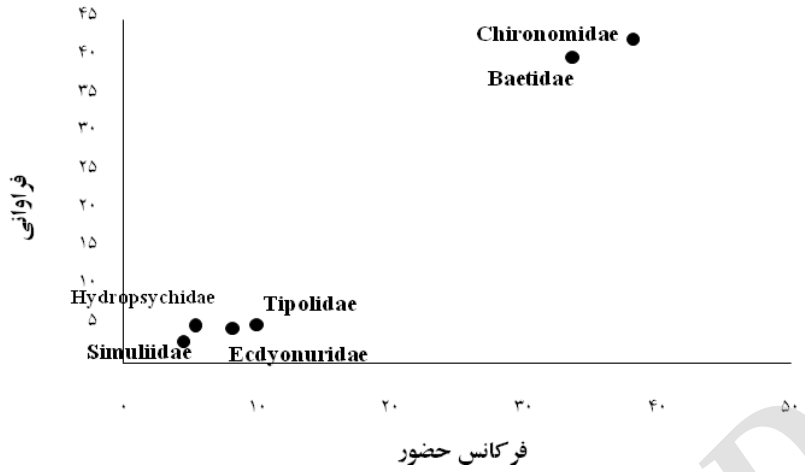
رده	راسته	خانواده
Insecta	**Diptera**	Chironomidae Simuliidae Tipulidae
	Ephemeroptera	Baetidae Ecdyonuridae
	Trichoptera	Hydropsychidae



شکل ۳- ترکیب و فراوانی آیتم‌هایی غذایی مشاهده‌شده در دستگاه گوارش *T.bahaii* در رودخانه زاینده‌رود.

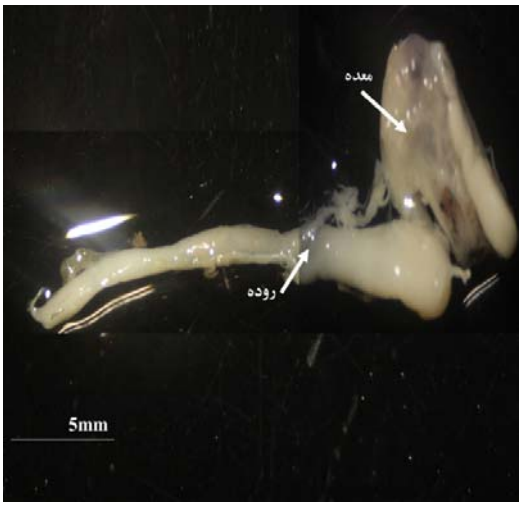
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- استراتژی تغذیه *T. bahaii* براساس روش Castallo graphical(۱۹۹۰) در رودخانه زاینده‌رود.

براساس نتایج حاصل از اندازه‌گیری طول لوله گوارش، طول نسبی لوله گوارش کوتاه (به‌طور میانگین ۰/۴۶ طول کل بدن) ارزیابی‌شده و ازآنجایی‌که این نسبت کمتر از یک می‌باشد رژیم غذایی ماهی *T. bahaii* گوشتخواری تشخیص داده شد. لوله گوارش این ماهی شامل مری بسیار کوتاه و به دنبال آن معده عضلانی و سپس روده می‌باشد (شکل۵).



شکل ۵. بخش‌هایی از لوله گوارش *T. bahaii*.

یافته‌های هیستولوژیکی نشان داد که قسمت‌های اصلی دیواره لوله گوارش ماهی *T. bahaii* شبیه دیگر ماهیان استخوانی از چهار لایه مخاطی، زیر مخاطی، ماهیچه‌ایی و سروزی تشکیل‌شده است (شکل ۶ الف).

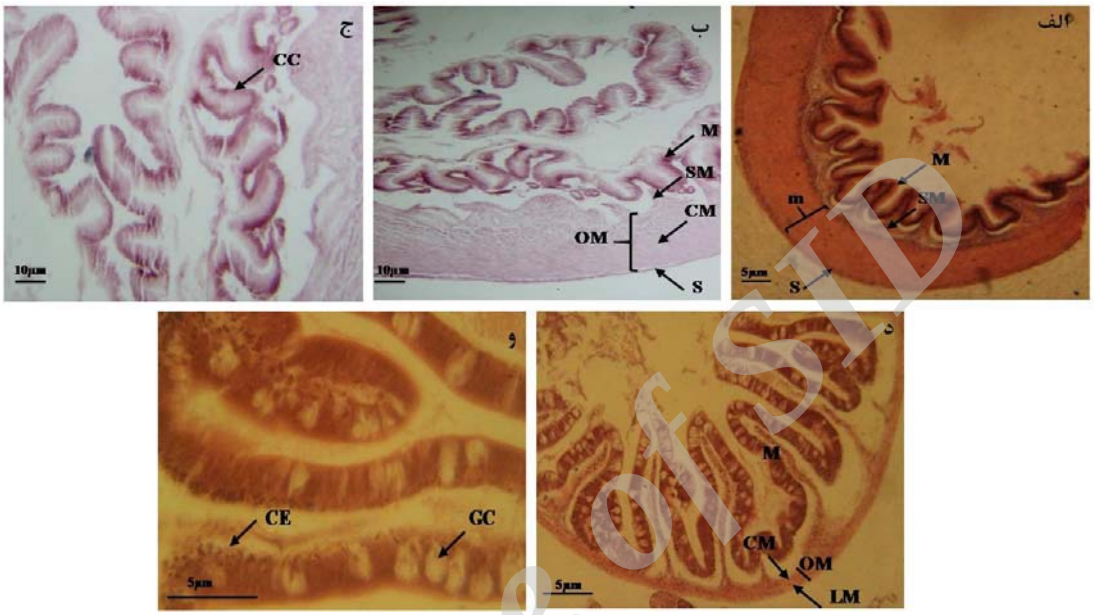
ساختمان دیواره معده از مخاط، زیر مخاط، لایه داخلی مدور یا عضلانی خارجی و لایه خارجی یا عضلانی صاف تشکیل‌شده است (شکل ۶ ب). در مخاط معده سلول‌های ساده استوانه‌ای با هسته بیضی‌شکل بزرگ مشاهده شده ولی سلول‌های جامی شکل مشاهده نشد (شکل ۶ ج).

ازنظر ساختمان تمامی قسمت‌های دیواره روده تقریباً مشابه بود و شامل چهار لایه: مخاط، لایه‌نازک زیر مخاط، لایه ماهیچه‌ای از نوع صاف و لایه سروز می‌باشد (شکل ۶ د). لایه عضلانی صاف از دوطبقه حلقوی (در قسمت داخلی) و طولی در (قسمت خارجی) تشکیل‌شده است، الیاف عضلانی حلقوی با هسته کشیده و الیاف طولی با هسته مدور مشخص می‌شوند. در بین این دوطبقه عضلانی شبکه گسترده عصبی قراردارد. طبقه عضلانی طولی در کوتاه کردن لوله گوارش و طبقه عضلانی حلقوی در تنگ کردن لوله گوارش نقش دارند. چین‌های مخاطی در قسمت قدامی روده بلندتر از سایر قسمت‌های روده بود که نشان‌دهنده میزان جذب بالای مواد غذایی در این قسمت است (۲، ۷). مخاط روده دارای سلول‌های بافت پوششی

Archive of SID

www.SID.ir

استوانه‌ای بوده که این سلول‌ها به‌صورت استوانه‌های کشیده با هسته بیضی‌شکل در قاعده سلول، مشاهده می‌شوند و تعدادی سلول‌های جامی نیز در بین آنها قرارگرفته است (شکل ۶ و). سلول‌های جامی ترشح‌کننده موکوس که به‌طور عمده در روده ماهیان استخوانی دیده می‌شود به دلیل داشتن موکو پلی‌ساکارید خنثی واکنش مثبت قوی برای کربوکسیلات اسیدی و واکنش ضعیفی برای سولفات اسیدی در مخاط دارند.



شکل ۶- **الف**): برش عرضی دستگاه گوارش، **ب**، **ج**): برش عرضی معده، د، و): برش عرضی روده در ماهی *T. bahaii* (لایه مخاطی (M)، لایه زیر مخاطی (SM)، لایه ماهیچه‌ایی (m)، لایه سروزی (S)، لایه مدور (CM)، لایه عضلانی صاف (OM)، سلول‌های ساده استوانه‌ایی(CC)، طبقه عضلانی حلقوی (CM)، طبقه عضلانی طولی (LM)، سلول‌های بافت پوششی (CE) و سلول‌های جامی (GC)).

بحث

مطالعه حاضر اولین مطالعه در ارتباط با بررسی رژیم غذایی و بافت‌شناسی بخش‌هایی از لوله گوارش لوچ ماهی *T. bahaii* می‌باشد. از مشخصات رژیم غذایی این ماهی غالبیت ماکروبنتوزها در تمام فصول و عدم وجود ماکروفیت‌ها در دستگاه گوارش آن است. شدت تغذیه در فصل بهار و همزمان با دوره‌ی تخم‌ریزی، پایین بوده (مشاهده بالاترین تعداد معده‌های خالی) و در تابستان و پس از تخم‌ریزی تغییر کرده و درصد معده‌های خالی کاهش یافت، که مشابه با نتایج بدست‌آمده در سگ‌ماهی جویباری *B. barbatuala* است (۲۹). به طورکلی شدت تغذیه در ماهیان وابسته به شرایط محیطی، عدم دسترسی به غذا (۸)، جنسیت و ویژگی‌های فیزیولوژیکی و اندازه ماهی بوده و با افزایش سن کاهش می‌یابد (۲۹).

با توجه به نتایج حاصل به نظر می‌رسد عوامل محیطی نظیر شدت‌جریان آب، میزان پوشش گیاهی و همچنین اندازه ذرات بستر، تنوع بالایی را در ترکیب جوامع بی‌مهرگان درشت کفزی بوجود آورده و در تمام مدت نمونه‌برداری گروه‌های غالب شامل Chironomidae، Hydropschidae، Gammaridae و Baetidae بود. این نتایج همپوشانی قابل‌توجهی با رژیم غذایی لوچ‌ماهی مورد بررسی نشان داد. به‌طورکلی *T. bahaii* یک ماهی بنتوزخوار با قابلیت استفاده از طیف نسبتاً وسیعی از شکار در محیط طبیعی تشخیص داده شد که عمدتاً از طعمه‌هایChironomidae و

Archive of SID

www.SID.ir

Baetidae تغذیه می‌کند. این عادت تغذیه‌ای می‌تواند بیان‌کننده انعطاف‌پذیری بالای این ماهی در انتخاب نوع غذای خود براساس ظرفیت و آیتم‌هایی غذایی پیشنهاد شده توسط زیستگاه باشد.

در مطالعه حاضر بقایای گیاهی در معده‌های مورد بررسی یافت نشد درحالی‌که در برخی از لوچ‌ماهیان نظیر *B. barbatula* (۲۹) و *Cobitis calderoni* (۳۱) در کنار ماکروبنتوزها، جلبک‌های ماکروفیت نیز گزارش‌شده است. در مطالعه اکولوژی تغذیه *Cobitis elongate* و *Sabanejewia balcanica* در کرورواسی، Chironomidae غذای معمول و با فراوانی بالا در ترکیب ماکروبنتوزهای بستر بود (۲۳) به‌علاوه مطالعات بسیاری نیز Chironomidae را به عنوان غذای ترجیهی *Cobitis* sp. معرفی کرده است که مشابه با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد (۲۲، ۳۰، ۳۱). روباتام (۱۹۷۷) یک غالبیت از آیتم‌های غذایی کوچک مانند Copepoda، Rhizopods و Chydorids را در تغذیه ماهی *C. taenia* مشخص کرد (۲۸). این اندازه بسیار کوچک از شکار در ارتباط با نوع زیستگاه می‌باشد به طوریکه *C. taenia* در بسترهای گلی زیست کرده درحالی‌که *T. bahaii* ساکن محیط‌های سنگی و قلوه‌سنگی است و از آیتم‌های غذایی بزرگ‌تر استفاده می‌کند. آنالیز عادات غذای دیگر لوچ ماهیان نظیر *Paracobitis malapterura* نشان داده است که آنها عمدتاً بنتوزخوار (تغذیه روی طیف وسیعی از بی‌مهرگان بستر) با رفتار فرصت‌طلبانه در تغذیه می‌باشند (۲۵) که مشابه با نتایج بدست‌آمده در مطالعه حاضر می‌باشد. تفاوت‌های بدست‌آمده در نوع غذای مورد استفاده می‌تواند به دلیل ویژگی‌های زیستگاهی که گونه در آن ساکن است، ویژگی‌های بیولوژیکی که روی اندازه دهان مؤثراست (۲۷)، ویژگی‌های تولیدمثلی و رفتارهای تغذیه‌ای(۳۱) باشد.

مسیر گوارشی *T. bahaii* به دیگر ماهیان استخوانی نظیر سس چسبنده (۲۰)، کپور معمولی (۳) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (۱۱) شباهت زیادی داشت. طول لوله گوارش *T. bahaii* مانند بیشتر ماهیان گوشتخوار مثل قزل‌آلای رنگین‌کمان (۱۱) و گل‌آذین ماهی (۶) و کوتاهتر از طول لوله گوارش ماهیان همه‌چیزخوار نظیر کپورماهیان بود (۲، ۳، ۲۰). لوله گوارشی در این ماهی از مری، معده و روده تشکیل‌شده و دیواره لوله گوارشی از چهار لایه اصلی که از داخل به خارج عبارتند از: لایه مخاطی، لایه زیر مخاطی، لایه ماهیچه‌ای و لایه سروزی تشکیل‌شده است. این تقسیم‌بندی با بررسی‌های انجام‌شده بر روی ساختار دستگاه گوارش ماهی زرده (۲)، کپور معمولی(۳)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (۱۱) و اکثر ماهیان آب شیرین (۴) مطابقت داشت. داخلی‌ترین لایه در دیواره لوله گوارش لایه مخاطی است که شامل سلول‌های جامی و سلول‌های استوانه‌ای ساده می‌باشد. مطابق با مطالعات انجام‌شده روی کپور معمولی (۳)، سس چسبنده (۲۰) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (۱۱)، علاوه بر سلول‌های پوششی در بافت پوششی، مخاط لنفوسیت‌ها که نقش مبارزه با عوامل بیماری‌زا رادارند، نیز مشاهده شد. در *T. bahaii* ساختار روده در قسمت ابتدایی، میانی و انتهایی چندان تفاوتی نداشت که مشابه با کپور معمولی (۳) است. در بعضی از گزارش‌ها مانند ماهی گلی (*Pseudophoxinus antalyae*) (۱۴) تفاوت‌هایی در ساختار قسمت‌های انتهایی روده با قسمت‌های ابتدایی و میانی وجود دارد به طوریکه قسمت‌های انتهایی فاقد چین-های مخاطی هستند. نتایج بدست آمده نشان داد که چین-های مخاطی روده *T. bahaii* از قسمت ابتدایی روده به سمت قسمت انتهایی به‌تدریج کوتاه شده. این یافته‌ها شبیه به گزارش‌های داده‌شده در ماهی زرده (۲)، کپور معمولی (۳) و ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (۱۱) است. گزارش‌ها نشان می‌دهد که چین‌های مخاطی قابلیت جذب مواد غذایی را افزایش می‌دهند (۹). براین اساس بنظر می‌رسد با توجه به بزرگتر بودن طول چین‌های مخاطی در ابتدای روده نسبت به سایر قسمت‌ها، در ماهی *T. bahaii* نیز

Archive of SID

www.SID.ir

جذب مواد غذایی در بخش پیشین روده بیشتر از سایر قسمت‌های آن باشد.

منابع

۱. ابراهیمی، ع.، و بیرقدار، ا.، ۱۳۸۵. تغذیه و نیازهای غذایی ماهیان در آبزی‌پروری (باتأکید برگونه‌های قابل پرورش در ایران، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، صفحه ۳۱۰.

۲. اسدی، ط.، و قارزی، ا.، ۱۳۹۵. مطالعه بافت‌شناسی و هیستوشیمی لوله گوارشی ماهی زرده (*Capoeta damascina*)، در رودخانه سزار، استان لرستان، مجله پژوهش-های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، دوره ۲۸ شماره ۴، ص۳۸۹-۳۹۸.

۳. بانان خجسته، م.، ابراهیمی، س.، رمضانی، م.، و حق‌نیا، ح.، ۱۳۸۸. مطالعه هیستولوژی، هیستوشیمیایی مری وروده ماهی کپور معمولی(*Cyprinus carpio*). مجله علمی پژوهشی زیست‌شناسی جانوری، ۴، صفحات ۲۶-۱۷.

۴. بیلارد، ر.و.، و دپشی، ژ.، ۱۳۸۱. ترجمه عابدی، م.، مروری بر جنین‌شناسی ماهی، انتشارات علمی دانشگاه آزاد مرکزقائمشهر، صفحه ۱۹۶.

۵. تاکاشیما، اف.، و هاپیا، تی.، ۱۹۹۵. ترجمه پوستی، ا.، اطلس بافت‌شناسی ماهی(اشکال طبیعی و آسیب‌شناسی)، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه۸۷۱.

۶. تقوی، ح.، ۱۳۹۵. بررسی شاخص‌های رشد و تغذیه گل‌آذین ماهی (*Atherina boyeri caspia* Eichwald, 1838) در سواحل جنوب شرقی دریای خزر، مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، دوره ۲۹، شماره۳، ص ۲۷۹-۲۹۱.

۷. مجازی امیری، ب.، و بحرکاظم، م.، ۱۳۸۳. اطلس بافت‌شناسی لوله گوارشی ماهی آزاد دریای خزر، انتشارات موسسه فرهنگی انتشاراتی رنگین قلم، صفحه ۶۸.

۸. مرضمی، م.، ذاکری، م.، رونق، م.، کوچنین، پ.، و حقی، م.، ۱۳۹۳. رژیم غذایی وشاخص‌های تغذیه‌ای‌سیاه ماهی فلس ریز (*Capoeta damascina*) رودخانه سزار (استان لرستان)، مجله پژوهش‌های جانوری(مجله زیست‌شناسی ایران)، ۳، صفحات ۴۱۶-۴۰۵.

9. AL Abdulhadi, H.A., 2005. Some comparative histological studies on alimentary tract of Tilapia fish (*Tilapla spilurusI*) and Sea Bream (*Mylio cuvieri*). Egyptian Journal of Aquatic Research. 31, PP: 387-396.

10. Amundsen, P.A., Gabler, H.M., and Staldvik, F.J., 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Castello (1999) method. Journal of Fish Biology. 48, PP: 607–614.

11. Banan Khojasteh, S.M., Sheikhzadeh, M., and Azami, A., 2009. Histological, histochemical and ultra structural study of the intestine of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). World Applied Sciences Journal. 6, PP: 1531-1525.

12. Berg, J., 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the food of *Gobius culusflavescens* (Gobiidae). Marine Biology. 50, PP: 263–273.

13. Clarke, A.J., and Witcomb, D.M., 1979. A study of the histology and morphology of the digestive tract of the common eel (*Anguilla Anguilla*), Journal of Fish Biology. 16, PP: 159-170.

14. Cinar, K., and Senol, N., 2006. Histological and histochemical characterization of the Mucosa of the digestive tract in flower fish (*Pseudophoxinus antalyae*). Italian Journal of Anatomy andEmbryology. 35, PP: 147-151.

15. Coad, B..W., 2008. Fishes of Tehran Province and Adjacent Areas. Shabpareh Publications: Iran: Tehran, 243 p.

16. Esmaeili, H.R., Hojat Ansari, T., and Teimor, A., 2007. Scale Structure of a Cyprinid Fish, *Capoeta damascina* (Valenciennes in Cuvier and Valencienne, 1842) Using Scanning Electron microscope (SEM). Iranian Journal of Science and Technology. 10, PP: 477-481.

17. Esmaeili, H.R., Sayyadzadeh, G., Özulug, M., Geiger, M., and Freyhof, J., 2014. Three new species of *Turcinoemacheilus* from Iran and Turkey (Teleostei: Nemacheilidae). Ichthyological Exploration Freshwaters. 24, PP: 257-273.

18. Gaygusuz, C.G., Tarkan, A.S., and Gaygusuz, O., 2010. The Diel Changes in Feeding Activity, Microhabitat Preferences and Abundance of Two Freshwater Fish Species in Small Temperate Streams (Omerli, Istanbul). Ekoloji. 19, PP: 15-24.

19. Hyslop, E..J., 1980. Stomach content analysis a review of methods and their application. Journal of Fish Biology. 17, PP: 411–429.

Archive of SID

www.SID.ir

20. Kapoor, B.G., 1957. The digestive tube of an omnivorous Cyprinoid Fish, *Barbus stigma*. Journal of Ichthyology. 3, PP: 48-53.

21. Kierman, J.A., 1981. Histological and Histochemical Method: Theory and practice, Pegamon Press the University of Michgan, PP: 344.

22. Marszaĺ, L., Grzybkowska, M., Przybylski, M., and Valladolid, M., 2003. Feeding activity of spined loach *Cobitis* sp. in Lake Lucień. Poland (Kraków). Folia Biologica. 51, PP: 159–165.

23. Micetic, V., Bucar, M., Ivkovic, M., Piria, M., Krulik, I., Mihoci, I., Delić, A., and Kučinić, M.F., 2008. Feeding ecology of *Sabanejewia balcanica* and *Cobitis elongata* in Croatia. Folia Zoologica. 57, PP: 181-190.

24. Moretti, G.P., 1948. II regime alimentare estivo del *Leuciscus aiila* e del *Cobitis taenia* nelle acque del F. Esino (Marche). *Natura Milann.* 39, PP: 1-8.

25. Patimar, R., Adineh, H., and Mahdavi, M.J., 2009. Life history of the Western crested loach *Paracobitis malapterura* in the Zarrin-Gol River, East of the Elburz Mountains (Northern Iran). Journal of Biologia. 64, PP: 350–355.

26. Quigley, M., 1977.Invertebrates of streams and rivers: a key to identification. London. Edward Arnold. UK, 84 p.

27. Raji, A.R., and Norouzi, E., 2010. Histological and histochemical study on the alimentary canal in Walking catfish (*Claris batrachus*) and piranha (*Serrasalmus nattereri*). Iranian Journal of Veterinary Research. Shiraz University. 11, PP: 255-261.

28. Robotham, P.W.J., 1977. Feeding habits and diet in two populations of spined loach, *Cobitis taenia*. Journal of Freshwater Biology. 7, PP: 469–477.

29. Skrybin, A.G., 1991. The biology of stone loach *Barbatula barbatulus* in the Rivers Goloustnaya and Olkha, East Siberia. Journal of Fish Biology. 42, PP: 361-374.

30. Soriguer, M., Vallespin, C., GomezCama, C., and Hernando, J.A., 2000. Age, diet, growth and reproduction of a population of *Cobitis paludica* (deBuen, 1930) in the Palancar stream (SW Europe, Spain) (Pisces: Cobitidae).Hydrobiologia. 436, PP: 51–58.

31. Valladolid, M., and Przybylski, M., 2003. Feeding ecology of *Cobitis paludica* and *Cobitis calderoni* in Central Spain. Folia Biologica. 51, PP: 135–141.

32. Watanabe, K., and Hidaka, T., 1983. Feeding Behaviour of the Japanese Loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (Cobitididae). Journal of Etholthyology. 1, PP: 86-90.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation the diet and digestive tract histology of loach fish *Turcinoemacheilus bahaii* in Zayandeh Roud River

Ebrahimi I., Borhani M., Mahboubi Soufiani N. and Asadohhah S.

Fisheries Dept., Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, I.R. of Iran

Abstract

Diets and digestive tract histology of loach fish *Turcinoemacheilus bahaii* (Esmaeili, Sayyadzadeh, Özulug, Geiger & Freyhof, 2014) (Nemacheilidae) were studied in Zayandeh Roud River. Fishes were cached seasonally by two layers gillnet (with an outer mesh of 10 mm and inner mesh of 5 mm) in Deme region of Chaharmahal and Bakhtiyari province through one year (2013-2014). On each sampling date, the macrobenthos were also taken by a Surber sampler (size 25*25 cm with mesh 500 µ). In order to evaluate diet of loach fish, the contents of gastrointestinal were studied and showed that this species mainly fed on macrobenthos in Zayandeh Roud River. The dominant macrobenthos group during present study was included Chironomidae, Hydropschidae, Gamaridae and Baetidae which showed a noticeable overlap with the diet of *T. bahaii*. Chironomidae and Baetidae (composing %82 of total frequency) were used as the most abundant prey by loach fish. The average of Relative Gut length (RLG) (0.46±0.04 mean±SD) also confirms that the species was classified as carnivore. The digestive tract in the species was included the esophagus, stomach and intestine and the histological characteristics revealed that the wall of digestive tract is composed of the tunica mucosa, submucosa, muscularis and serosa. The tunica mucosa had simple columnar cells that in associated with goblet cells in intestine. The overall results of studying on benthos in the river, contents of the digestive tract and histology of digestive tract indicated that the diet and structure of digestive tract of loach fish were based on the different food items which were recommended by natural habitat.

Key words: Loach fish, Macrobenthos, Digestive tract histology, ZayandehRoud River.

Archive of SID

www.SID.ir