



Original Research Paper

Phylogeny, identification key, distribution and conservation status of *Chondrostoma* Agassiz, 1832 (Actinopterygii: Leuciscidae) in Iran

Arash Jouladeh Roudbar ^{1*}, Saber Vatandoust ²

¹ Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

² Department of Fisheries, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

Key Words

Nase
Morphology
Endangered
IUCN Red List

Abstract

Introduction: *Chondrostoma* is a genus of the family Leuciscidae. Members of this genus have not been studied in Iran.

Materials & Methods: during the years 2013-2021, *Chondrostoma* samples were obtained from the Caspian, Tigris, Isfahan and Kor basins using electrofisher and gill net. ArcMap 10.7 were used to create distribution map of this genus. IUCN Red List criteria v. 3.1 and GeoCAT software were used to assess the conservation status. The *Cytb* gene of the samples was amplified using a thermocycler and sequenced after purification. The phylogeny tree of the studied samples were drawn by MrBayes and RaxML.

Results: In 87 stations of Tigris, Isfahan and Caspian basins, members of the *Chondrostoma* genus were found. According to the IUCN Red List, *C. cyri* and *C. regium* were the Least Concern and *C. esmaeilii* and *C. orientale* were placed as Critically Endangered. The highest genetic distance of 4.74 were calculated between *C. esmaeilii* and *C. cyri* and the lowest genetic distance of 1.40 was calculated between the two populations of *C. regium* in Asi and Tigris River drainage.

Conclusion: According to the results of phylogenetic tree, monophyly in the genus *Chondrostoma* were not proven. Due to the absence of *Squalius berak* and *Alburnus sellal* at the type locality of *C. esmaeilii* and its haplotypes next to other species of the genus *Chondrostoma* in the phylogenetic tree, the hybrid hypothesis is not approved.

* Corresponding Author's email: jouladehroudbar@ut.ac.ir

Received: 23 August 2021; Reviewed: 23 September 2021; Revised: 25 November 2021; Accepted: 26 December 2021

(DOI): [10.22034/AEJ.2021.317122.2694](https://doi.org/10.22034/AEJ.2021.317122.2694)

مقاله پژوهشی

تبارشناسی، کلید شناسایی، پراکنش و وضعیت حفاظتی اعضای جنس *Chondrostoma* Agassiz, 1832 (Actinopterygii; Leuciscidae) در ایران

آرش جولاده‌رودبار^{۱*}، صابر وطن‌دوست^۲

^۱ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
^۲ گروه شیلات، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

چکیده	کلمات کلیدی
<p>مقدمه: کپور ماهیان پوزه‌دار <i>Chondrostoma</i> یکی از جنس‌های خانواده کپور ماهیان سرمخروطی Leuciscidae است. اعضای این جنس در ایران از لحاظ تبارشناسی چندان مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند.</p> <p>مواد و روش‌ها: خلال سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۲ از حوضه‌های آبریز کاسپین، تیگریس، اصفهان و کر نمونه‌برداری انجام شد. برای ترسیم نقشه پراکنش اعضای این جنس در نرم‌افزار ArcMap 10.7 استفاده شد. برای ارزیابی وضعیت حفاظتی از نسخه ۳/۱ فهرست سرخ IUCN و نرم‌افزار GeoCAT استفاده شد. ژن <i>Cytb</i> نمونه‌ها با استفاده از دستگاه ترموسایکلر تکثیر و پس از خالص‌سازی توالی‌یابی شد. درخت تبارشناسی با استفاده از نرم‌افزار MrBayes و RaxML ترسیم شد.</p> <p>نتایج: در ۸۷ ایستگاه از حوضه‌های آبریز تیگریس، اصفهان و کاسپین اعضای جنس کپور پوزه‌دار یافت شدند. براساس ارزیابی فهرست IUCN گونه‌های <i>C. cyri</i> و <i>C. regium</i> در طبقه کم‌ترین تهدید و گونه‌های <i>C. esmaeilii</i> و <i>C. orientale</i> در طبقه در معرض انقراض قرار گرفتند. بیش‌ترین میزان فاصله ژنتیکی به میزان ۴/۷۴ بین دو گونه <i>C. esmaeilii</i> و <i>C. cyri</i> و کم‌ترین میزان فاصله ژنتیکی به مقدار ۱/۴۰ بین دو جمعیت <i>C. regium</i> در حوضه رود عاصی و تیگریس محاسبه شد.</p> <p>بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج ترسیم درخت تبارشناسی در این مطالعه تک‌نیایی در جنس <i>Chondrostoma</i> به اثبات نرسید. با توجه به عدم حضور گونه‌های <i>Squalius berak</i>، <i>Alburnus sellal</i> در مکان مرجع کپور پوزه‌دار اسماعیلی و قرار گرفتن هاپلو تایپ‌های آن در کنار دیگر گونه‌های جنس <i>Chondrostoma</i> در درخت تبارشناسی فرضیه دو رگه بود آن رد گردید.</p>	<p>کپور پوزه‌دار ریخت‌شناسی در معرض انقراض فهرست قرمز IUCN</p>

مقدمه

جنس *Chondrostoma* یکی از جنس‌های خانواده کپورماهیان سرمخروطی Leuciscidae است که اعضای آن از غرب اروپا به سمت خاورمیانه پراکنده شده‌اند (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶). در حال حاضر ۲۴ گونه معتبر از این جنس در دنیا وجود دارد که چهار گونه آن در جغرافیای ایران یافت می‌شود (۷، ۶). از ویژگی‌های ریختی این جنس می‌توان به بدن کشیده، ۷۸-۵۲ فلس روی خط‌جانبی، فلس‌های مربعی شکل با تمرکز زیرمرکزی، فاقد سیبلیک، دهان زیرین، دندان حلقی یک ردیفی و چاقوئی شکل، لب پایینی اغلب شاخی شکل و کراتینی، باله پشتی و مخرجی کوتاه و بدون خار، باله دم دو شاخه، لبه باله پشتی و مخرجی مقعر، دارای ضمامم لگنی، ۴۹-۴۲ مهره روی ستون مهره و پرده صفاق سیاه‌رنگ اشاره نمود (۱، ۳). گونه‌های *Chondrostoma* از لحاظ تغذیه‌ای به بستر متمایل بوده و اغلب با لب‌های زبر و شاخی شکل خود جلبک‌ها و بی‌مهرگان کفزی را از روی سنگ‌ها تراشیده و به‌عنوان غذا مصرف می‌نمایند (۸، ۹). اگر چه برخی ویژگی‌های ریختی برای این جنس برشمرده شده است اما شناسایی و تفکیک اعضای این جنس همواره به‌دلیل فنوتیپ پلاستیستی بالا در بین محققان با چالشی جدی مواجه بوده است (۱۰، ۱۱، ۱۲). به‌عنوان مثال یکی از ویژگی‌های کلیدی که برای شناسایی جنس‌های مشتق شده از *Chondrostoma* و یا گونه‌های آن مورد استفاده قرار می‌گیرد فرم دهان و لب‌هاست، در برخی گونه‌ها دهان حالت منگنه‌ای داشته و لب‌ها جنس شاخی و زبر دارند، در برخی دیگر دهان کمانی بوده و فاقد لبه‌های تیز و شاخی شکل است اما در پاره‌ای از جمعیت‌ها، فرم حدواسطی از این دو حالت به چشم می‌خورد (۱، ۱۰، ۱۳). نمای عمومی بدن نیز در بین اعضای این جنس متفاوت است برخی بدنی کاملاً سیلندری داشته و برخی دیگر دارای بدنی عریض هستند (۱۱). اگر چه مطالعات نسبتاً جامع و کاملی در ارتباط با فیلوژنی مولکولی و فیلوژئوگرافی گونه‌های اروپائی این جنس صورت گرفته است اما اعضای این جنس در ایران تاکنون مورد بررسی اجمالی قرار نگرفته اند. براساس مطالعات Durand و همکاران، دو دودمان اصلی برای اعضای این جنس مشخص شده است، ۱: دودمان رودخانه دانوب (شامل رودخانه‌های سوسورلوک، ارس، تیگریس، فرات، عاصی و سیحان)، ۲: دودمان آنگان-مقدونیه-آناتولی (شامل رودخانه‌های مریچ، گدیز، باکرچای و ماندرس بزرگ) (۱۲). براساس مطالعات Küçük و همکاران، حل کردن مشکلات آرایه‌شناسی جنس *Chondrostoma* صرفاً با استفاده از ویژگی‌های ریختی تقریباً غیرممکن است (۱۴)، بنابراین پیشنهاد می‌نماید از دیگر روش‌های مکمل نظیر مطالعات مولکولی، استخوان شناسی استفاده گردد. براساس آخرین فهرست منتشر شده از ماهیان

آب‌های داخلی ایران (۷) چهار گونه *C. orientale*، *C. cyri*، *C. regium* و *C. esmaeilii* در ایران یافت می‌گردد، اما Freyhof و همکاران، معتقدند *C. esmaeilii* گونه حقیقی نبوده و حاصل دورگه‌زایی است (۷). بنابراین با توجه به عدم شفافیت وضعیت تبارشناسی، پراکنش و وضعیت حفاظتی اعضای این جنس در ایران مطالعه حاضر هدف گذاری گردید.

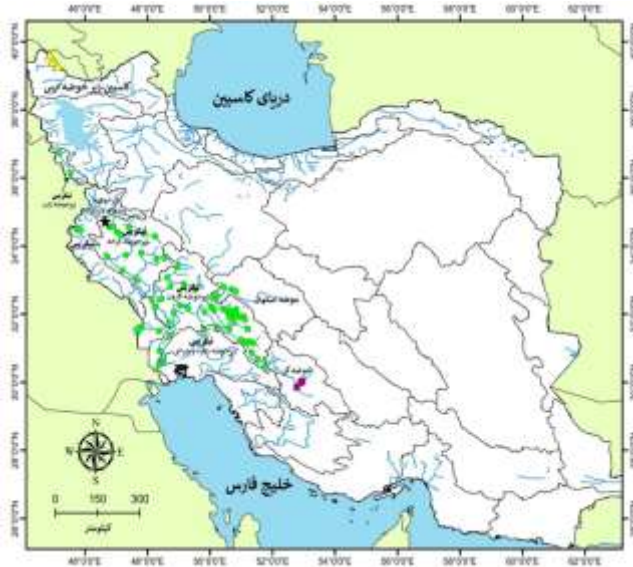
مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و ترسیم نقشه پراکنش: برای انجام این مطالعه در خلال سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۲ از منابع آبی حوضه‌های آبریز کاسپین، تیگریس، اصفهان و کر با استفاده از دستگاه الکتروفیشر و تور نمونه‌برداری انجام شد. در صورت وجود اعضای جنس *Chondrostoma* در ایستگاه‌های نمونه‌برداری مختصات جغرافیایی نقطه صید با استفاده از دستگاه GPS ثبت گردید. سپس از این نقاط برای ترسیم نقشه پراکنش اعضای این جنس در نرم‌افزار ArcMap 10.7 استفاده شد. از برخی ایستگاه‌ها نیز تعدادی نمونه در محلول فرمالین ۱۰ درصد تثبیت گردید تا برای بررسی‌های ریختی مورد استفاده قرار گیرد. ویژگی‌های شمارشی نیز با استفاده از استریومیکروسکوپ با بزرگ‌نمایی ۱۰ برابر شمارش شدند. هم‌چنین قسمتی از باله دو نمونه از سراب روانسر (مکان مرجع گونه *C. esmaeilii*) و یک نمونه از رودخانه ارس در اتانول ۹۶ درصد تثبیت و برای انجام مطالعات مولکولی به آزمایشگاه منتقل شد.

ارزیابی حفاظتی: برای ارزیابی وضعیت حفاظتی اعضای این جنس از معیارها و طبقه‌بندی‌ها ارائه شده در فهرست سرخ اتحادیه بین‌المللی حفاظت از محیط زیست (IUCN) نسخه ۳/۱ استفاده شد. محاسبه گستره حضور (Extent of Occurrence) و منطقه اشغال (Area of Occupancy) با استفاده از نرم‌افزار GeoCAT صورت گرفت. در ادامه پس از پیشنهاد هر طبقه حفاظتی به هر گونه، توجیه طبقه نیز ارائه شد.

استخراج DNA: برای استخراج DNA از روش بهینه یافته نمکی استفاده شد. پرایمرهای رفت (5'-AACCACC-GluFish-F-3') و برگشت (5'-GTTGTTATTCAACTACAA-3'-THR-Fish2-R) و پرایمرهای برگشت (3'-AACCTCCGACATCCGGCTTACAAGACCG-3') برای تکثیر ژن *Cytb* استفاده شد. واکنش PCR در حجم ۲۵ میکرولیتر انجام شد که از مقدار ۳ میکرولیتر بافر 10X، ۱/۵ میکرولیتر منیزیم کلرید (MgCl₂)، ۱ میکرولیتر پرایمر رفت و ۱ میکرولیتر پرایمر برگشت (۱۰ پیکومول)، ۰/۵ میکرولیتر (10 mM) dNTPs، ۰/۳ میکرولیتر آنزیم تک پلیمرز (۵ u/μl) و ۱ میکرولیتر DNA الگو و ۱۱/۷ میکرو

آبریز تیگریس، اصفهان و کاسپین مشاهده شدند. کپورپوزه‌دار ارس *C. cyri* از سه ایستگاه در حوضه کاسپین (پیش از سد ارس، حوالی چشمه ثریا تا پیش از سد ارس)، کپور پوزه‌دار تیگریس *C. regium* از ۸۳ ایستگاه در حوضه‌های اصفهان و تیگریس (به ترتیب در ۴ و ۷۹ ایستگاه) و کپورپوزه‌دار اسماعیلی صرفاً از سراب روانسر در حوضه تیگریس صید شدند (جدول ۱). لازم به ذکر است در نمونه‌برداری‌های انجام شده از حوضه آبریز کر متاسفانه هیچ نمونه‌ای از کپور پوزه‌دار کر *C. orientale* صید نشد. در شکل ۱ نقشه پراکنش اعضای این جنس در ایران به نمایش درآمده است. نقاط حضور گونه *C. orientale* در شکل ۱ از گزارشات پیشین استخراج شده است.



شکل ۱: پراکنش اعضای جنس *Chondrostoma* در ایران؛ دایره: *C. regium*، مربع: *C. orientale*، مثلث: *C. cyri* و ستاره: *C. esmaeili*

ریخت‌شناسی و کلیدشناسایی: ویژگی‌های ریختی و حوضه پراکنش گونه‌های جنس *Chondrostoma* در ایران در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. هم‌چنین کلید شناسایی این جنس نیز در ادامه برای سهولت شناسایی اعضای آن آورده شده است.

لیتر آب مقطر بودند. برنامه دمایی واکنش زنجیره‌ای پلیمرز به صورت واسرشت اولیه در ۹۵ درجه سلسیوس برای ۲ دقیقه، به دنبال آن ۳ چرخه (واسرشت‌سازی در ۹۵ درجه سلسیوس برای ۳۰ ثانیه، اتصال در ۵۷/۷ درجه سلسیوس برای ۹۰ ثانیه، گسترش در ۷۲ درجه سلسیوس برای ۹۰ ثانیه) و در نهایت، گسترش نهایی در ۷۲ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه بود.

توالی‌یابی: پس از اطمینان از تکثیر موفق و بدون آلودگی قطعه مورد نظر ۲۵ میکرولیتر از محصول PCR جهت خالص‌سازی و توالی‌یابی به شرکت Bioneer کره جنوبی ارسال شد. قطعه‌های تکثیر شده با استفاده از آغازگر رفت GluFish-F توالی‌یابی شدند.

آنالیز داده‌ها: توالی‌ها با استفاده از نرم‌افزار BioEdit ویرایش شدند. ۶۲۳ توالی ژن *Cytb* دیگر اعضای جنس *Chondrostoma* از بانک ژن NCBI استخراج شد، سپس عملیات هم‌ردیفی توالی‌های ژن‌ها با استفاده از ClustalW v. 2.1 (۱۶) در سرور CIPRES انجام شد. پس از هم‌ردیفی توالی‌های دریافت شده، با استفاده از نرم‌افزار ModelTest2 مدل تکاملی مناسب برای تجزیه و تحلیل داده‌ها انتخاب شد. براساس نتیجه بالاترین (Bayesian Information Criterion) BIC ارائه شده در این نرم‌افزار، مدل TIM3+G برای تجزیه و تحلیل پیشنهاد شد. برای ترسیم درخت‌های فیلوژنی از روش Bayesian inference و نرم‌افزار MrBayes v. 3.2.7a (۱۷) در سرور CIPRES و تکرار ۲۰ میلیون نسل و برای Maximum likelihood نیز از نرم‌افزار RAxML NG v. 0.9.0 (۱۸) و ۱۰ هزار تکرار در سرور CIPRES استفاده شد. برای تعیین فاصله نوکلئوتیدی توالی‌های حاصله از روش K2P در نرم‌افزار MEGA v. X استفاده شد (۱۹). هم‌چنین برای ویرایش درخت‌های به دست آمده نیز از نرم‌افزار FigTree v. 1.5 استفاده گردید (۲۰). گونه‌های *Cyprinus carpio* و *Carassius carassius* نیز به عنوان برون گروه در نظر گرفته شدند.

نتایج

پراکنش: در نمونه‌برداری‌های صورت گرفته از آب‌های داخلی ایران، اعضای جنس *Chondrostoma* در ۸۷ ایستگاه از حوضه‌های

جدول ۱: گونه، نام رایج، پراکنش و وضعیت حفاظتی اعضای جنس *Luciobarbus* در ایران

ردیف	گونه	نام رایج	حوضه پراکنش	وضعیت حفاظتی فعلی در IUCN
۱	<i>C. cyri</i>	کپور پوزه‌دار ارس	کاسپین	کم‌ترین نگرانی LC
۲	<i>C. esmaeili</i>	کپور پوزه‌دار اسماعیلی	تیگریس و اصفهان	ارزیابی نشده NE
۳	<i>C. orientale</i>	کپور پوزه‌دار کر	کر	ارزیابی نشده NE
۹	<i>C. regium</i>	کپور پوزه‌دار تیگریس	تیگریس	کم‌ترین نگرانی LC

جدول ۲: برخی ویژگی‌های ریختی اعضای جنس *Chondrostoma* در ایران

حوضه	شعاع منشعب باله				خار آبششی	فرم دهان	گونه
	پشتی	مخرجی	سینه‌ای	شکمی			
کاسپین	۸-۹ (۹)	۹-۱۰	۹-۱۵	۹-۱۰	۲۱-۳۱	کمانی، لب پایین واجد تیغه برنده ضعیف	<i>C. cyri</i>
تیگریس	۸-۹ (۸)	۱۰	۱۵-۱۷	۹	۱۷-۱۵	نیم‌دایره، لب پایین فاقد تیغه برنده	<i>C. esmaeilii</i>
کر	۷-۸ (۸)	۹-۱۰	۱۵-۱۷	۸-۹	۲۵-۳۴	کمانی، لب پایین فاقد تیغه برنده	<i>C. orientale</i>
تیگریس، اصفهان	۸-۱۰ (۹-۱۰)	۹-۱۲	۱۵-۱۷	۸-۹	۲۵-۳۲	خطی، لب پایین واجد تیغه برنده	<i>C. regium</i>

کلید شناسایی اعضای جنس *Chondrostoma* در ایران

- ۱ الف- بدن سیلندری، ۱۹-۲۳ درصد طول استاندارد..... ۲
- ۱ ب- بدن عریض، ۲۴-۳۱ درصد طول استاندارد..... ۳
- ۲ الف- ۹-۱۵ شعاع باله سینه‌ای؛ ۶۲-۷۳ (میانگین ۶۵) فلس روی خط جانبی؛ حوضه‌های اصفهان و تیگریس..... *C. regium*
- ۲ ب- ۱۵-۱۷ شعاع باله سینه‌ای؛ ۵۵-۶۴ (میانگین ۶۰) فلس روی خط جانبی؛ حوضه کاسپین..... *C. cyri*
- ۳ الف- ۲۵-۳۴ خار روی کمان اول آبششی؛ حوضه کر..... *C. orientale*
- ۳ ب- ۱۵-۱۷ خار روی کمان اول آبششی؛ حوضه تیگریس..... *C. esmaeilii*

شعاع منشعب باله شکمی؛ ۹-۱۵ شعاع منشعب باله سینه‌ای؛ عرض بدن ۱۹-۲۳ درصد طول استاندارد؛ حداکثر به طول استاندارد ۸۰۰ میلی‌متر می‌رسند (شکل‌های ۲ و ۳).

ویژگی‌های تشخیصی *Chondrostoma cyri* (Kessler 1877):

دهان کمانی؛ ۵۵-۶۴ فلس روی خط جانبی؛ ۸ فلس بالای خط جانبی؛ ۵ فلس زیر خط جانبی؛ ۱۳-۱۸ فلس دور ساقه دم؛ ۲۱-۳۱ خار روی کمان آبششی اول؛ ۸-۱۰ (۹) شعاع منشعب باله پشتی؛ ۹-۱۰



شکل ۲: کپور پوزه‌دار ارس، *Chondrostoma cyri*؛ صید شده از رودخانه ارس، ترکیه



شکل ۳: نمای زیرین سر شکم‌سیاه ارس، *Chondrostoma cyri*؛ طول استاندارد نمونه ۲۰۷ میلی‌متر

دمی؛ ۱۵-۱۷ خار روی کمان آبششی اول؛ ۸-۹ شعاع منشعب باله پشتی؛ ۱۰ شعاع منشعب باله مخرجی؛ ۹ شعاع منشعب باله شکمی؛ ۱۷-۱۵ شعاع منشعب باله سینه‌ای؛ عرض بدن ۲۴-۲۸ درصد طول استاندارد؛ حداکثر به طول استاندارد ۱۲۵ میلی‌متر می‌رسند (شکل‌های ۴ و ۵).

ویژگی‌های تشخیصی *Chondrostoma esmaeilii* (Eagderi, (Jouladeh-Roudbar, Birecikligil, Çiçek and Coad 2017)

دهان نیم‌دایره و فاقد تیغه برنده در لب پایینی؛ پوزه کوچک و گرد، باله دم دو شاخه با لوب‌های گرد؛ ۵۱-۵۸ فلس روی خط جانبی؛ ۸-۹ فلس بالای خط جانبی؛ ۵-۶ فلس زیر خط جانبی؛ ۱۴-۱۶ فلس دور ساقه



شکل ۴: کپور پوزه‌دار اسماعیلی، *Chondrostoma esmaeilii*؛ صید شده از سراب روانسر، کرمانشاه



شکل ۵: نمای زیرین سر کپور پوزه‌دار اسماعیلی، *Chondrostoma esmaeilii*؛ طول استاندارد نمونه ۱۲۵ میلی‌متر

اول؛ ۷-۸ (۸) شعاع منشعب باله پشتی؛ ۹-۱۰ (۹) شعاع منشعب باله مخرجی؛ ۸-۹ شعاع منشعب باله شکمی؛ ۱۷-۱۵ شعاع منشعب باله سینه‌ای؛ عرض بدن ۳۰-۲۳ درصد طول استاندارد؛ حداکثر به طول استاندارد ۱۴۰ میلی‌متر می‌رسند (شکل‌های ۵ و ۶)

ویژگی‌های تشخیصی *Chondrostoma orientale* (Bianco and Bănărescu 1982)

دهان کمانی و فاقد تیغه برنده در لب پایینی؛ پوزه کوچک و گرد، باله دم دو شاخه با لوب‌های تیز؛ ۴۹-۵۷ فلس روی خط جانبی؛ ۱۰-۸ فلس بالای خط جانبی؛ ۷-۵ فلس زیر خط جانبی؛ ۱۶-۱۴ فلس دور ساقه دم؛ ۳۴-۲۵ خار روی کمان آبششی



شکل ۵: کپور پوزه‌دار کر، *Chondrostoma orientale* (ZM-CBSU 5792)؛ صید شده از رودخانه کر، مرودشت، فارس



شکل ۶: نمای زیرین سر کپور پوزه‌دار کر، *Chondrostoma orientale* (ZM-CBSU 5792)؛ طول استاندارد نمونه ۱۵۲ میلی‌متر

۸-۱۰ شعاع منشعب باله پشتی؛ ۹-۱۲ شعاع منشعب باله مخرجی؛
۸-۹ شعاع منشعب باله شکمی؛ ۱۷-۱۵ شعاع منشعب باله سینه‌ای؛
عرض بدن ۲۲-۱۹ درصد طول استاندارد؛ حداکثر به طول استاندارد
۴۰۰ میلی‌متر می‌رسند (شکل‌های ۸-۷).

ویژگی‌های تشخیصی (*Chondrostoma regium* Heckel, 1843)

دهان صاف و دارای تیغه برنده در لب پایینی؛ پوزه کشیده و
مربعی، باله دم دو شاخه با لوب‌های تیز؛ ۶۲-۷۳ فلس روی خط
جانبی؛ ۱۱-۹ فلس بالای خط جانبی؛ ۶-۴ فلس زیرخط جانبی؛
۱۷-۱۴ فلس دور ساقه دم؛ ۳۲-۲۵ خار روی کمان آبششی اول؛



شکل ۷: کپور پوزه‌دار، *Chondrostoma regium*؛ صید شده از رودخانه بهشت آباد، اردل، چهارمحال و بختیاری



شکل ۸: نمای زیرین سر کپور پوزه‌دار، *Chondrostoma regium*. A: تالاب هشیلان، طول استاندارد نمونه ۲۹۰ میلی‌متر؛ B: رودخانه بهشت آباد، طول استاندارد نمونه ۱۵۰ میلی‌متر

جدی مواجه باشد. با توجه به این که گستره حضور و منطقه اشغال
این گونه (EOO و AOO) کم‌تر از ۱۰ km² مربع بوده و صرفاً در یک
نقطه یافت می‌شود پیشنهاد می‌گردد در طبقه Critically Endangered
قرار داده شود.

C. cyri: کم‌ترین نگرانی (Least Concern). جمعیت این گونه در
قسمت‌های فوقانی حوضه ارس-کورا (کشورهای ترکیه، ارمنستان و
آذربایجان) فراوان است. علی‌رغم این که به نظر می‌رسد جمعیت آن با
کاهش مواجه شده اما در حال حاضر تهدیدهای موجود به قدری نیست
تا این گونه را در طبقه‌ای از تهدید/خطر قرار داد. بنابراین پیشنهاد
می‌گردد هم‌چنان در طبقه کم‌ترین نگرانی قرار داده شود.

C. orientale: در معرض انقراض (Critically Endangered B1ab)
[Critically Endangered B1ab] براساس مطالعات پیشین صورت گرفته این گونه صرفاً

وضعیت حفاظتی

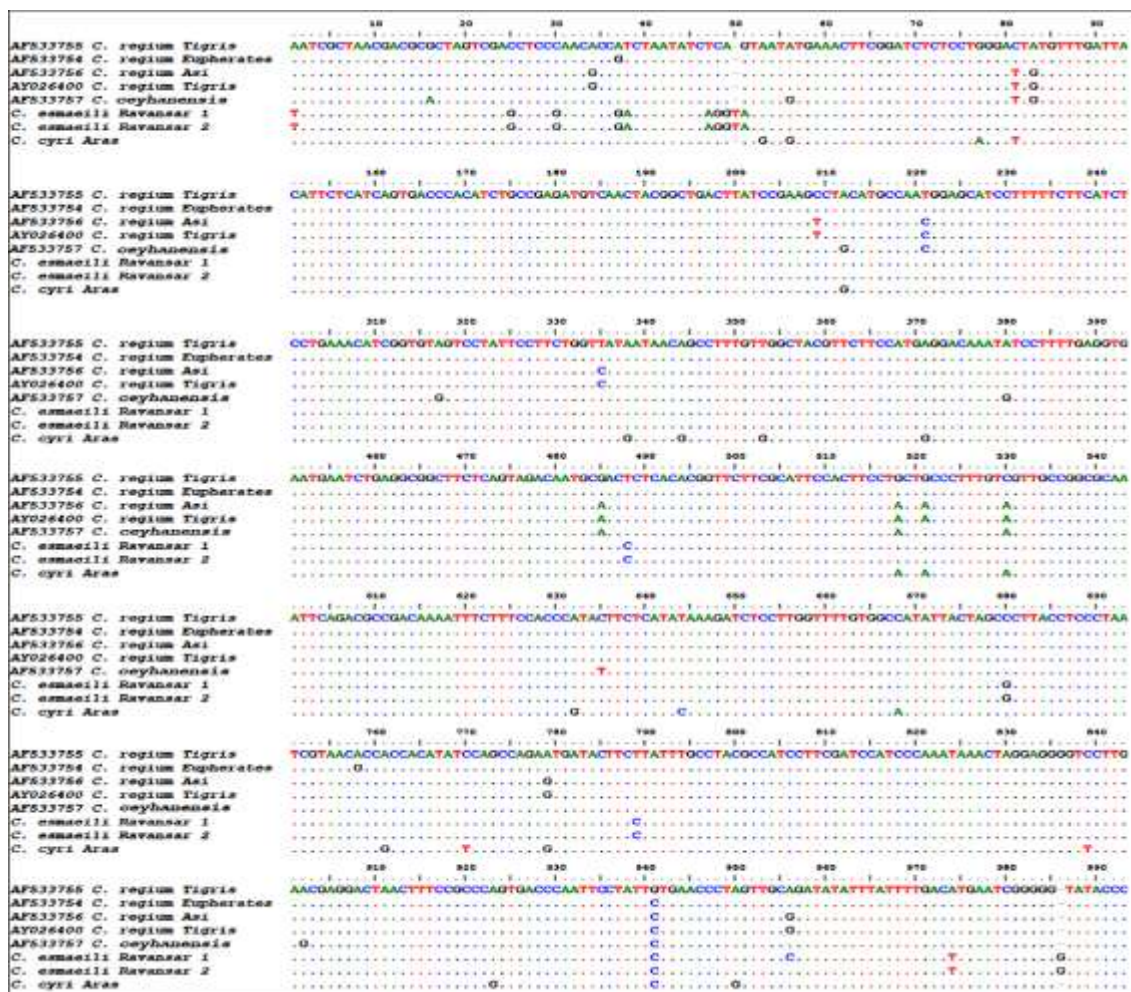
C. esmaeeli: در معرض انقراض (Critically Endangered B2ab)
[Critically Endangered B2ab] جمعیت این گونه صرفاً در سراب روانسر و نهر جاری از
یافت می‌شود. سراب روانسر در مرکز شهر روانسر واقع شده و آب آن
به دلیل کیفیت مناسب دائماً در معرض بهره‌برداری بی‌رویه است. کمی
پس سرچشمه سراب روانسر فاضلاب‌های شهری و مزارع کشاورزی
به این سراب وارد می‌شود که شرایط را برای زیست این گونه بسیار
سخت می‌نماید. هم‌چنین در سال‌های اخیر به دلیل خشکسالی‌های
پیایمی میزان دبی سراب بسیار کاهش یافته است. در گذشته این سراب
به رودخانه قره سو در شهر کرمانشاه وصل می‌گردیده اما امروزه
کمی پس از سرچشمه سراب نهر خروجی خشک می‌گردد. همه این
موارد دست به دست یکدیگر داده تا جمعیت این گونه همواره خطر

آن را در طبقه‌ای از تهدید/خطر قرار داد. بنابراین پیشنهاد می‌گردد هم‌چنان در طبقه کم‌ترین نگرانی قرار داده شود.

آرایه‌شناسی: نتایج هم‌ردیفی گونه‌های جنس *Chondrostoma* در ایران (به‌استثنا گونه *C. orientale*) در شکل ۹ ارائه شده است. از مجموع ۹۹۳ جفت باز هم‌ردیف شده (شکل ۹)، ۷۴ جایگاه دارای چندشکلی (پلی مورفیسم) و ۹۱۹ جایگاه ثابت و فاقد چندشکلی (منو مورفیسم) بودند. هم‌چنین ۳۷ جایگاه به‌عنوان Parsim-informative شناخته شد. علاوه بر این نتایج تحلیل بازهای توالی‌های بررسی شده نشان داد ترکیب باز تیمین ۲۹/۳٪، آدنین ۲۵/۴٪، گوانین ۱۶/۶٪ و سیتوزین ۲۸/۷٪ است. هم‌چنین فاصله ژنتیکی K2P بین گونه‌های و بین جمعیتی نمونه‌های مورد تجزیه و تحلیل نشان داد که بیش‌ترین میزان فاصله ژنتیکی به‌میزان ۴/۷۴ بین دو گونه *C. regium* و *C. esmaeili* و کم‌ترین میزان فاصله ژنتیکی به‌مقدار ۱/۴۰ بین دو جمعیت *C. regium* در حوضه رود عاصی و تیگریس است (جدول ۳).

از رودخانه کر گزارش شده و به‌نظر می‌رسد در سالیان اخیر نمونه‌های از آن در حوضه کر صید نگردیده است. در خلال نمونه‌برداری‌های گسترده در این مطالعه نیز نمونه‌ای از آن یافت نشد. به‌نظر می‌رسد تنها نمونه‌های باقی‌مانده از این گونه در موزه جانورشناسی دانشگاه شیراز (ZM-CBSU, Zoological Museum of Shiraz University) و موزه طبیعت کانادا (CMNFI, Canadian Museum of Nature, Ottawa) نگهداری می‌شوند. با توجه به این‌که در سال‌های اخیر هیچ نمونه‌ای از محل زیست این گونه (رودخانه‌ای پلوار و کر) صید نشده است به‌نظر می‌رسد منقرض شده باشد، اما به‌دلیل این‌که اطمینان از انقراض آخرین نمونه آن مسجل نشده است پیشنهاد می‌گردد در حال حاضر در طبقه CR در معرض انقراض قرار داده شود.

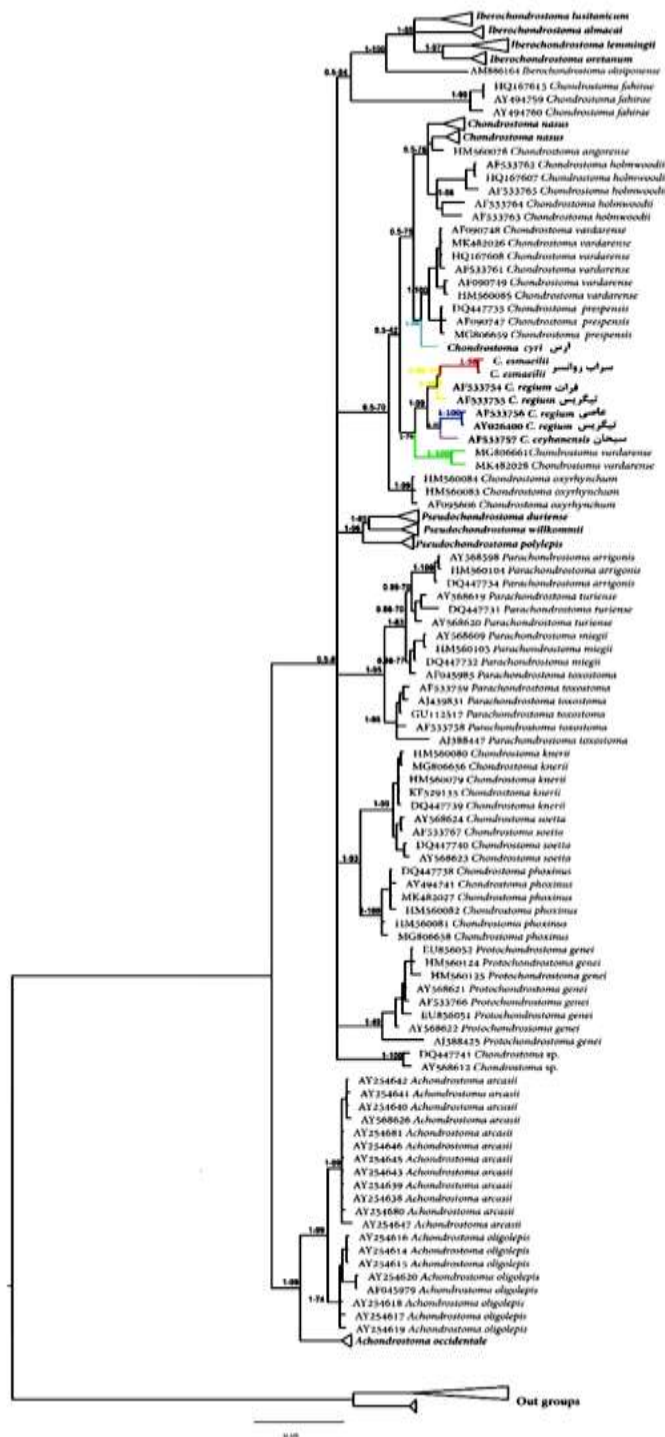
C. regium: کم‌ترین نگرانی [Least Concern]. این گونه دارای جمعیت فراوان و پراکنش گسترده‌ای در کشورهای ترکیه، سوریه، عراق، ایران و ... است. اگرچه جمعیت آن در سال‌های اخیر با کاهش مواجه شده اما در حال حاضر تهدیدهای موجود به گونه‌ای نیست تا



شکل ۹: نتایج هم‌ردیفی ژن Cythb اعضای جنس *Chondrostoma* در ایران

قلمداد گردید و نتایج به دست آمده از احتمال پسین (BI posterior probability) و بوت استرپ (ML bootstrap) روی هر گره درج گردید (شکل ۲).

درخت های فیلوژنتیکی ترسیم شده به روش های Maximum likelihood و Bayesian inference برای اعضای جنس *Chondrostoma* توپولوژی مشابهی داشت بنابراین درخت BI به عنوان درخت اصلی



شکل ۱۰: درخت فیلوژنی ژن Cytb به روش های Maximum likelihood و Bayesian inference. شماره دسترسی نمونه ها در بانک NCBI پیش از نام گونه ها درج شده است.



شکل ۱۱: سراب روانسر، مکان مرجع *C. esmaeili*: در آبان ماه ۱۴۰۰، به دلیل کاهش شدید دبی آب چشمه و آلودگی‌های وارد شده به آن، ماهیان سراب با تلفات شدید مواجه شدند.

جدول ۳: میانگین فاصله ژنتیکی K2P در بین گونه‌های مورد بررسی جنس *Chondrostoma* براساس درصد تفاوت در ژن *Cytb*

ردیف	گونه	حوضه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	<i>C. regium</i> AY026400	تیگریس						
۲	<i>C. regium</i> AF533755	تیگریس	۲۱۵۹					
۳	<i>C. regium</i>	فرات	۲۱۳۸	۰۱۶۱				
۴	<i>C. regium</i>	عاصی	۰۱۱۰	۲۱۷۰	۲۱۴۸			
۵	<i>C. ceyhanensis</i>	جیحان	۲۱۰۵	۲۱۵۹	۲۱۳۷	۲۱۱۵		
۶	<i>C. esmaeili</i>	تیگریس	۳۱۸۱	۲۱۰۳	۱۱۶۰	۳۱۹۲	۳۱۸۵	
۷	<i>C. cyri</i>	کاسپین	۴۱۲۰	۳۱۶۵	۳۱۴۳	۴۱۳۱	۴۱۱۹	۴۱۷۴

بحث

براساس مطالعات Robalo و همکاران، جنس ابتدایی *Chondrostoma* به ۵ جنس *Pseudochondrostoma* *dberochondrostoma* *Achondrostoma* و *Protochondrostoma* تفکیک گردید (۹). با توجه به نتایج ترسیم درخت‌های تبارشناسی در این مطالعه تک‌نیایی (monophyly) در

با توجه به نتایج ترسیم درخت فیلوژنتیکی موقعیت جمعیت‌های رودخانه عاصی، تیگریس و فرات گونه *C. regium*، گونه *C. cyri* و *C. esmaeili* در خوشه‌های مجزا قرار می‌گیرند که با احتمال پسین (BI posterior probability) و بوت استرپ (ML bootstrap) بالا حمایت می‌شوند.

مرجع این گونه در مطالعه‌ای به صورت واضح مشخص و از آن پس جمعیت‌های دیگر با توپوتایپ‌های مکان مرجع انتخابی سنجیده شود، زیرا در صورت مشخص نگردیدن مکان مرجع، مشکلات آرایه‌شناسی این گونه هیچ‌گاه حل نخواهد شد. Freyhof و همکاران، معتقدند *C. esmaeilii* گونه حقیقی نبوده و حاصل دورگه‌زایی بین دو جنس *Squalius spp.* و *Chondrostoma regium* است. در خلال نمونه‌برداری از آب‌های داخلی ایران، در مجموع از مکان مرجع *C. esmaeilii* چهار مرتبه شامل پاییز ۱۴۰۰ (شکل ۱۱)، زمستان ۱۳۹۷، تابستان ۱۳۹۵ و بهار ۱۳۹۳ پایش به عمل آمد، در هیچ‌کدام از نمونه‌برداری‌های صورت گرفته نمونه‌های از *Squalius berak*، *Alburnus sellal* و یا *C. regium* صید نگردید. معمولاً نمونه‌های دورگه در تعداد کم و در زیستگاه‌هایی با حضور دو جنس/گونه نزدیک به هم یافت می‌گردند. اما در مکان مرجع گونه *C. esmaeilii* گونه‌های *Capoeta shajariani*، *Oxynoemacheilus cf. kiabii* و *Alburnoides idignensis* یافت شدند. لذا با توجه عدم حضور گونه‌های *A. sellal*، *S. berak* و قرار گرفتن هاپلوتایپ‌های گونه *C. esmaeilii* در کنار گونه‌های دیگر جنس *Chondrostoma* در درخت تبارشناسی فرضیه دورگه بود این گونه رد می‌گردد. از چهارگونه کپور پوزه‌دار گزارش شده در ایران دو گونه *C. orientale* و *C. esmaeilii* آن به دلیل خشکسالی، برداشت بی‌رویه آب، تخریب زیستگاه و ... در معرض انقراض قرار گرفته‌اند (شکل ۱۱). با توجه به سرعت گرفتن روند توسعه دو بخش صنعت و کشاورزی، به نظر می‌رسد ادامه زیستگاه‌های گونه‌های اشاره شده همانند بسیاری از دیگر گونه‌های ماهیان ایران مورد بهره‌برداری و تخریب شدیدتری قرار بگیرند (۲۷)، لذا در صورت عدم برنامه‌ریزی دقیق برای حفظ گونه‌های فوق و احیای زیستگاه‌های آن‌ها به نظر می‌رسد در آینده‌ای نه چندان دور شاهد از دست رفتن اندک جمعیت‌های باقی‌مانده این گونه‌ها باشیم.

منابع

1. Kottelat, M. and Freyhof, J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat.
2. Jouladeh-Roudbar, A., Rahmani, H., Esmaili, H.R. and Vatandoust, S., 2014. Morphological variations among *Chondrostoma regium* populations in the Tigris River drainage. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*. 7(4): 276-285.
3. Jouladeh-Roudbar, A., Esmaili, H.R., Gholamifard, A., Zamanian, R. and Vatandoust, S., 2015. Geographic distribution of the genus *Chondrostoma* Agassiz, 1832 in

جنس‌های ذکر شده تایید گردید اما در جنس *Chondrostoma* تک نیایی به اثبات نرسید (شکل ۱۰). هم‌چنین در برخی از گونه‌های این جنس نظیر *C. fahirae* نیز پلی‌تومی مشاهده شد. واقعیت زیست‌شناختی پلی‌تومی‌ها همیشه موضوع بحث در بین زیست‌شناسان بوده است. در مطالعات قابل توجه و بارز در این زمینه از افزایش میزان داده‌ها، استفاده از انواع مختلف داده‌ها و استفاده از روش‌های مختلف تجزیه و تحلیل به عنوان راه حلی برای برطرف نمودن مشکلات پلی‌تومی‌ها نام برده شده است. اگرچه اغلب پلی‌تومی‌ها با استفاده از داده‌های بسیار بزرگ حل می‌گردند اما برخی از آن‌ها نیز حتی با وجود مجموعه داده‌های بسیار بزرگ نیز حل نمی‌شوند (۲۱). Heckel در سال ۱۸۴۳ گونه *Chondrochilus regius* را از رودخانه‌های عاصی و تیگریس (دجله) توصیف نمود به عبارتی دیگر برای این گونه دو مکان مرجع (type locality) از دو حوضه متفاوت قرار داد (۲۲). بر سر اعتبار این گونه در بین محققان همواره اختلاف نظر وجود داشته است، به عنوان مثال Banarescu، این گونه را در حد زیرگونه *C. nasus* معتبر می‌دانست (۲۳) اما Krupp از آن به عنوان گونه کامل و معتبر یاد کرده است (۲۴)، در آخرین فهرست بروز شده ماهیان آب‌های داخلی ایران نیز این گونه معتبر و دامنه پراکنش آن دو حوضه تیگریس و اصفهان بر شمرده شده است. به صورت سنتی در مطالعات مختلف جمعیت‌های حوضه تیگریس، فرات، سیحان، جیحان، ماندرس، کارون و کرخه در کشورهای ترکیه، سوریه، عراق و ایران را منتسب *C. regium* می‌دانستند، اما مطالعات Eagderi و همکاران (۲۵)، Küçüik و همکاران (۱۴) و Güçlü و همکاران (۲۶) نشان داد که جمعیت‌های منتسب به این گونه به گونه‌های توصیف نشده دیگر تعلق دارند. با توجه به نتایج حاصله از درخت تبارشناسی اعتبار گونه‌های *C. cyri*، *C. esmaeilii* و *C. regium* قابل تایید است اما نکته قابل تامل وضعیت نمونه‌های گونه *C. regium* است در حوضه‌های متفاوت است که وضعیت این گونه را پیچیده می‌کند. نمونه‌های منتسب به این گونه در سه حوضه متفاوت قرار می‌گیرند ۱- تیگریس، ۲- فرات و ۳- عاصی+تیگریس که به وسیله اعداد احتمال پسین و بوت استرپ بالا حمایت می‌گردند. همان‌طور که در شکل ۱۰ مشخص است نمونه‌های حوضه تیگریس در دو حوضه متفاوت قرار می‌گیرد. به نظر می‌رسد این امر ناشی از وجود دو گونه متفاوت در حوضه تیگریس باشد که در تشخیص اولیه به *C. regium* منتسب شده است. با توجه به نتایج بررسی‌های ویژگی‌های ریختی جمعیت‌های حوضه‌های تیگریس، فرات و عاصی گونه *C. regium* دارای اختلافات واضح است، از طرفی دیگر با توجه به تصاویر سین‌تایپ‌های این گونه نیز می‌توان دریافت که نمونه‌های این دو حوضه از لحاظ ظاهری نیز با یکدیگر دارای تفاوت هستند. برای حل این مشکل پیشنهاد می‌گردد که مکان

- (Teleostei, Cyprinidae). Journal of Heredity. 94(4): 315-328.
13. **Elvira, B.N., 1987.** Taxonomic revision of the genus *Chondrostoma* Agassiz, 1835 (Pisces, Cyprinidae). 11(2): 111-140.
 14. **Küçük, F., Turan, D., Güçlü, S.S., Mutlu, A.G. and Çiftçi, Y., 2017.** Two new species of *Chondrostoma* Agassiz, 1832 (Teleostei: Cyprinidae) from the Ceyhan, Seyhan and Göksu rivers in the East Mediterranean region of Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 17(4): 795-803.
 15. **Freyhof, J., Kaya, C. and Ali, A., 2021.** A critical checklist of the inland fishes native to the Euphrates and Tigris drainages. In Tigris and Euphrates Rivers: Their Environment from Headwaters to Mouth Springer, Cham. 815-854.
 16. **Thompson, J.D., Gibson, T.J. and Higgins, D.G., 2003.** Multiple sequence alignment using ClustalW and ClustalX. Current protocols in bioinformatics. 1(1): 2-3.
 17. **Huelsenbeck, J.P. and Ronquist, F. 2001.** Mrbayes: Bayesian inference of phylogenetic trees. Bioinformatics. 17(8): 754-755.
 18. **Kozlov, A.M., Darriba, D., Flouri, T., Morel, B. and Stamatakis, A., 2019.** RAXML-NG: a fast, scalable and user-friendly tool for maximum likelihood phylogenetic inference. Bioinformatics. 35(21): 4453-4455.
 19. **Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C. and Tamura, K., 2018.** MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. Molecular biology and evolution. 35(6): 1547-1559.
 20. **Rambaut, A., 2009.** FigTree. Tree figure drawing tool. <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree>.
 21. **Slowinski, A. and Joseph B., 2001.** Molecular polytomies. Molecular Phylogenetics and Evolution. 19(1): 114-120.
 22. **Heckel, J.J., 1843.** Reisen in Europa, Asien und Afrika, mit besonderer Rücksicht auf die naturwissenschaftlichen Verhältnisse der betreffenden Länder, unternommen in den Jahren 1835 bis 1841. Russegger, J., (ed), Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 1(2):991-1099. (In German)
 23. **Banarecu, P., 1960.** Einige Fragen zur Herkunft und Verbreitung der Süßwasserfischfauna der europäisch-Iran (Teleostei: Cyprinidae). Iranian Journal of Ichthyology. 2(2): 71-78.
 4. **Jouladeh-Roudbar, A., Vatandoust, S., Eagderi, S., Jafari-Kenari, S. and Mousavi-Sabet, H., 2015.** Freshwater fishes of Iran, an updated checklist. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation. 8(6): 855-909.
 5. **Kaya, C., Bayçelebi, E. and Turan, D., 2020.** Taxonomic assessment and distribution of fishes in upper Kura and Aras River drainages. Zoosystematics and Evolution. 96(2): 325-344.
 6. **Fricke, R., Eschmeyer, W.N. and Van der Laan, R., 2021.** Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed. 11.27.2021.
 7. **Jouladeh-Roudbar, A., Ghanavi, H.R. and Doadrio, I., 2020.** Ichthyofauna from Iranian freshwater: Annotated checklist, diagnosis, taxonomy, distribution and conservation assessment. Zoological Studies. 59: e21.
 8. **Gümüş, A., Yilmaz, M. and Polat, N., 2002.** Relative importance of food items in feeding of *Chondrostoma regium* Heckel, 1843, and its relation with the time of annulus formation. Turkish Journal of Zoology. 26(3): 271-278.
 9. **Robalo, J.I., Almada, V.C., Levy, A. and Doadrio, I., 2007.** Re-examination and phylogeny of the genus *Chondrostoma* based on mitochondrial and nuclear data and the definition of 5 new genera. Molecular Phylogenetics and Evolution. 42(2): 362-372.
 10. **Elvira, B., 1991.** Further studies on the taxonomy of the genus *Chondrostoma* (Osteichthyes, Cyprinidae): species from Eastern Europe. Cybium. 15(2): 147-150.
 11. **Gozlan, R.E., Copp, G.H. and Tourenq, J.N., 1998.** Comparison of growth plasticity in the laboratory and field, and implications for the onset of juvenile development in sofie, *Chondrostoma toxostoma*. In When do fishes become juveniles? Springer, Dordrecht. 153-165.
 12. **Durand, J.D., Bianco, P.G., Laroche, J. and Gilles, A., 2003.** Insight into the origin of endemic Mediterranean ichthyofauna: phylogeography of *Chondrostoma* genus

- mediterranean Unterregion. Archiv für Hydrobiologie. 57(1): 16-134. (in German)
24. **Krupp, F., 1985.** A new species of *Chondrostoma* from the Orontes River drainage basin of Turkey and Syria. Senckenbergiana biology. 66(1): 27-33.
 25. **Eagderi, S., Jouladeh-Roudbar, A., Sungur Birecikligil, S., Çiçek, E. and Coad, B.W., 2017.** *Chondrostoma esmaeilii*, a new cyprinid species from the Tigris River drainage in Iran (Teleostei: Cyprinidae). Vertebrate Zoology. 67: 125-132.
 26. **Güçlü, S.S., Küçük, F., Turan, D., Çiftçi, Y. and Mutlu, A.G., 2018.** A new *Chondrostoma* species from the Büyük Menderes River Basin, Turkey (Teleostei: Cyprinidae). Zoology in the Middle East. 64(4): 315-321.
 27. **Yousefi, M., Jouladeh-Roudbar, A. and Kafash, A., 2020.** Using endemic freshwater fishes as proxies of their ecosystems to identify high priority rivers for conservation under climate change. Ecological Indicators. 112: 106-137.