

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

## مقایسه تنوع مورفولوژیکی جمعیت‌های ماهی *Garra rufa* در ایران

پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات

علی نظام الاسلامی

استاد راهنما

دکتر یزدان کیوانی

۱۳۸۹



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات آقای علی نظام‌الاسلامی

تحت عنوان

مقایسه تنوع مورفولوژیکی جمعیت‌های ماهی *Garra rufa* در ایران

در تاریخ ۱۳۸۹/۱۲/۱۵ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت

دکتر یزدان کیوانی

۱- استاد راهنمای پایان نامه

دکتر سالار درافشان

۲- استاد مشاور پایان نامه

دکتر نصراله محبوبی صوفیانی

۳- استاد داور

دکتر امیدوار فرهادیان

۴- استاد داور

دکتر نوراله میرغفاری

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده

تقدیم بہ

روح پاک پدرم

و

مادر صبور و مہربانم

## مشکر و قدردانی

حمد و سپاس به درگاه خداوند مهربان که تکیه‌گاهم در زندگی است. یاد و خاطره پدر دلسوز و مهربانم را گرامی داشته و بر خود لازم می‌دانم که مراتب قدردانی و سپاس خود را خدمت خانواده عزیزم که در تمام مراحل تحصیل مرا یاری نموده و همواره پشتیبان من بوده اند تقدیم نمایم.

از زحمات و دلسوزی های استاد برجندم جناب آقای دکتر یزدان کیوانی که راهنمایی این پیمان نامه را بر عهده داشتند نهایت مشکر و قدردانی را دارم. از استاد مشاور پیمان نامه جناب آقای دکتر سالار افشان که یاری‌گر من در انجام این تحقیق بودند سپاسگزارم.

از آقایان دکتر نصراله محبوبی صوفیانی و دکتر امیدوار فرهادیان به لحاظ قبول زحمات و اوری پیمان نامه و ارائه اصلاحات و پیشنهادات ارزنده کمال مشکر را دارم.

از دوست و برادر عزیزم جناب آقای مهندس منوچهر نصری به خاطر تمام کمک ها و راهنمایی هایش از صمیم قلب مشکر و سپاسگزاری می‌کنم.

از دوستان عزیزم آقایان: سید محمد علی موسوی، عباس حدادی، محمد رضا کریمی، رحمان خزلان، علی میسا، امیر فانی و جواد متمدی به سبب همراهی ایشان مشکر می‌کنم.

از آقای مهندس محمود پور کارشناس آزمایشگاه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان و سرکار خانم مهندس اعظم بهار لویی کارشناس آزمایشگاه زراعت و اصلاح نژاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان به سبب کمک ایشان در زمینه تهیه عکس از کسترش های کروموزومی، مشکر می‌نمایم.

از کارشناسان محترم گروه سیلات دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، آقایان مهندس متقی و مهندس اسداله و سرکار خانم مهندس رجایی سپاسگزارم.

از دانشجوین کارشناسی ارشد و رودی ۸۸ تکثیر و پرورش آبزیان و بوم‌شناسی آبزیان سیلاتی نیز مشکر می‌نمایم.

علی نظام الاسلامی

اسفند ۱۳۸۹

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
هشت	فهرست مطالب
ده	فهرست اشکال
دوازده	فهرست جداول
۱	چکیده
	فصل اول: مقدمه
	فصل دوم: کلیات
۴	۱-۲- تاریخچه مطالعه ماهیان آبهای داخلی ایران
۷	۲-۲- معرفی و رده بندی جنس <i>Garra</i> و گونه های آن
۸	۳-۲- معرفی سنگ لیس های ایران
۸	۱-۳-۲- سنگ لیس فارسی ( <i>Garra persica</i> (Berg, 1913
۱۱	۲-۳-۲- سنگ لیس سیستان ( <i>Garra rossica</i> (Nikol'skii, 1900
۱۳	۳-۳-۲- سنگ لیس دجله ( <i>Garra variabilis</i> (Heckel, 1843
۱۵	۴-۳-۲- سنگ لیس زاگرس ( <i>Garra rufa</i> (Heckel, 1843
	فصل سوم: مواد و روش ها
۲۳	۱-۳- ۱- مناطق نمونه برداری
۲۴	۳-۱-۱- موقعیت و مشخصات حوضه آبریز کرخه
۲۴	۳-۱-۲- موقعیت و مشخصات حوضه آبریز کارون
۲۴	۳-۱-۳- موقعیت و مشخصات حوضه آبریز مهارلو
۲۵	۳-۱-۳- موقعیت و مشخصات رودخانه های برون ریز حوضه آبریز دجله
۲۵	۳-۱-۵- موقعیت و مشخصات حوضه آبریز بوشهر
۲۵	۳-۱-۶- موقعیت و مشخصات حوضه آبریز هرمز

- ۲-۳- ابزار و روش های صید..... ۲۶
- ۳-۳- تثبیت و انتقال نمونه ها به آزمایشگاه..... ۲۶
- ۴-۳- ریخت سنجی..... ۲۶
- ۳-۴-۱- صفات اندازه‌ی..... ۲۶
- ۳-۴-۲- صفات شمارشی..... ۲۶
- ۳-۵- کاربولوژی..... ۲۷
- ۳-۵-۱- آماده سازی ماهی ها..... ۲۷
- ۳-۵-۲- استخراج و آماده سازی بافت ها..... ۲۸
- ۳-۵-۳- تهیه گسترش کروموزومی و رنگ آمیزی کروموزوم ها..... ۲۸
- ۳-۵-۴- مشاهده و بررسی کروموزوم ها و تعیین فرمول کروموزومی..... ۲۹
- ۳-۶- تجزیه و تحلیل آماری..... ۳۰

#### فصل چهارم: نتایج

- ۴-۱- تعداد نمونه صید شده از هر ایستگاه..... ۳۱
- ۴-۲- مقایسه درون حوضه‌ای صفات..... ۳۲
- ۴-۲-۱- حوضه دجله..... ۳۳
- ۴-۲-۲- حوضه کرخه..... ۳۳
- ۴-۲-۳- حوضه کارون..... ۳۳
- ۴-۲-۴- حوضه بوشهر..... ۳۴
- ۴-۳- مقایسه بین حوضه‌ای صفات..... ۳۵
- ۴-۳-۱- صفات اندازه‌ی..... ۳۵
- ۴-۳-۲- صفات شمارشی..... ۳۹
- الف) شعاع‌های باله ها..... ۳۹
- ب) مهره ها..... ۴۳
- ج) فلس ها..... ۴۳

۴۴..... (د) خارهای آبششی

۴۵..... (ه) دندانهای حلقی

۴۴-۴..... تحلیل عاملی صفات شمارشی

۴۷-۵..... کارپولوژی

### فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۵۰-۱..... صفات اندازه‌شی

۵۱-۲..... صفات شمارشی

۵۳-۳..... کارپولوژی

۵۵-۷..... نتیجه گیری

۵۵-۸..... پیشنهادها

۵۶..... منابع



## فهرست اشکال

- شکل ۱-۲: طرح رسم شده از گونه *G. persica* ..... ۸
- شکل ۲-۲: نقشه پراکنش *Garra persica* در ایران ..... ۹
- شکل ۳-۲: طرح رسم شده از گونه *Garra rossica* ..... ۱۲
- شکل ۴-۲: نقشه پراکنش *Garra rossica* در ایران ..... ۱۳
- شکل ۵-۲: طرح رسم شده از گونه *Garra variabilis* ..... ۱۴
- شکل ۶-۲: طرح رسم شده از گونه *Garra rufa* ..... ۱۵
- شکل ۷-۲: نقشه پراکنش گونه *Garra rufa* در ایران ..... ۱۷
- شکل ۱-۳: حوضه‌های آبریز ایران ..... ۲۳
- شکل ۲-۳: یک نمونه از عکس رادیوگرافی تهیه شده از ماهی‌ها به منظور شمارش تعداد مهره‌ها ..... ۲۷
- شکل ۱-۴: نمودار Scree عامل‌های نسبت‌های صفات اندازه‌شی ..... ۳۸
- شکل ۲-۴: نمودار پراکنش نسبت‌های صفات اندازه‌شی، عامل ۱ در مقابل عامل ۲ ..... ۳۸
- شکل ۳-۴: نمودار Scree عامل‌های استخراج شده از صفات شمارشی بر اساس مقادیر ویژه ..... ۴۶
- شکل ۴-۴: نمودار پراکنش صفات شمارشی عامل ۱ در مقابل عامل ۲ برای جمعیت‌های مختلف در حوضه‌های مختلف ..... ۴۷
- شکل ۵-۴: گسترش کروموزومی (مرحله متافاز میتوز) در *G. rufa* ..... ۴۸
- شکل ۶-۴: کاریوتایپ تهیه شده از کروموزوم‌های مرحله متافاز میتوز در *G. rufa* ..... ۴۹
- شکل ۷-۴: آیدیوگرام کروموزوم‌های مرحله متافاز میتوز در ماهی *G. rufa* ..... ۴۹

## فهرست جداول

- جدول ۱-۲: مناطق گزارش گونه *G. rufa* در ایران براساس کُد (۱۹۹۵) ..... ۱۸
- جدول ۱-۳: گزارش عملیات تزریق ماهی ها به منظور آماده سازی برای مطالعه کاربولوژیک ..... ۲۷
- جدول ۲-۳: دسته بندی انواع کروموزومها بر اساس نسبت طول بازوها و شاخص سانترومری ..... ۲۹
- جدول ۱-۴: تعداد نمونه های صید شده به تفکیک حوضه های مورد مطالعه و زمان نمونه برداری و متوسط وزن و طول کل نمونه های صید شده ..... ۳۱
- جدول ۲-۴: میانگین و دامنه نسبت های بین صفات اندازشی در ماهی *G. rufa* ..... ۳۵
- جدول ۳-۴: چهار عامل اول از نسبت های صفات اندازشی *G. rufa* در حوضه های مختلف ..... ۳۷
- جدول ۴-۴: دامنه و فراوانی تعداد شعاع های باله پشتی *G. rufa* در حوضه های مختلف ..... ۳۹
- جدول ۵-۴: میانگین و دامنه تعداد شعاع های نرم باله پشتی در جمعیت های مختلف *G. rufa* ..... ۳۹
- جدول ۶-۴: دامنه و فراوانی تعداد شعاع های باله مخرجی *G. rufa* در حوضه های مختلف ..... ۴۰
- جدول ۷-۴: میانگین و دامنه تعداد شعاع های نرم باله مخرجی در جمعیت های مختلف *G. rufa* ..... ۴۰
- جدول ۸-۴: دامنه و فراوانی تعداد شعاع های باله سینه ای *G. rufa* در حوضه های مختلف ..... ۴۱
- جدول ۹-۴: میانگین و دامنه تعداد شعاع های باله سینه ای در جمعیت های مختلف *G. rufa* ..... ۴۱
- جدول ۱۰-۴: دامنه و فراوانی تعداد شعاع های باله شکمی در جمعیت های مختلف *G. rufa* ..... ۴۲
- جدول ۱۱-۴: دامنه و میانگین تعداد شعاع های باله شکمی *G. rufa* در حوضه های مختلف ..... ۴۲
- جدول ۱۲-۴: دامنه و فراوانی تعداد شعاع های باله دم *G. rufa* در حوضه های مختلف ..... ۴۲
- جدول ۱۳-۴: دامنه و میانگین تعداد شعاع های باله دم *G. rufa* در حوضه ای مختلف ..... ۴۳
- جدول ۱۴-۴: دامنه و میانگین تعداد مهره های *G. rufa* در حوضه های مختلف ..... ۴۳
- جدول ۱۵-۴: تعداد فلس های بالا، رو و پایین خط جانبی *G. rufa* ..... ۴۴
- جدول ۱۶-۴: دامنه و میانگین فلس های جلوی باله پشتی و دور ساقه دم *G. rufa* ..... ۴۴

- جدول ۴-۱۷: دامنه و میانگین تعداد خارهای آبششی *G. rufa* در حوضه‌های مختلف ..... ۴۵
- جدول ۴-۱۸: فراوانی فرم‌های مختلف دندان حلقی *G. rufa* در حوضه‌های مختلف ..... ۴۵
- جدول ۴-۱۹: سه عامل اول از صفات شمارشی *G. rufa* در حوضه‌های مختلف ..... ۴۶
- جدول ۴-۲۰: فراوانی عدد کروموزومی در پلاک‌های متافازی شمارش شده در *G. rufa* ..... ۴۷
- جدول ۴-۲۱: جدول شاخص سانترومری *G. rufa* ..... ۴۸
- جدول ۵-۱: نتایج مطالعات کاریولوژیک بر روی جنس *Garra* ..... ۵۴

## چکیده

جنس گارا (*Garra*) از خانواده کپورماهیان (Cyprinidae)، از آفریقا تا جنوب شرقی آسیا یافت می‌شود. این جنس دارای ۱۰۳ گونه است که از بین آن‌ها چهار گونه: *G. persica* (Berg, *G. rossica* (Nicol'skii, 1900)، *G. rufa* (Heckel, 1843) و *G. variabilis* (Heckel, 1843) در ایران گزارش شده است. در این مطالعه تعداد ۴۸۵ نمونه *G. rufa* از ۳۶ جمعیت از حوضه‌های دجله، کرخه، کارون، بوشهر، هرمز و مهارلو صید گردید و پس از تثبیت در فرمالین ۱۰ درصد برای بررسی‌های ماهی‌شناسی به آزمایشگاه شیلات دانشگاه صنعتی اصفهان انتقال داده شدند. تعدادی نمونه زنده هم جهت آزمایش‌های کاربولوژیک از رودخانه سمیرم از سرشاخه‌های کارون به این آزمایشگاه منتقل گردید. برای مطالعات مورفولوژیکی، ۲۸ صفت اندازه‌شی، ۲۵ صفت اندازه‌شی نسبی و ۱۲ صفت شمارشی معمول در مطالعات ماهی‌شناسی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از روش‌های مختلف پارامتری و ناپارامتری مقایسه میانگین‌ها و نیز آزمون تحلیل عاملی استفاده گردید. در مقایسه جمعیت‌های شش حوضه یاد شده، آزمون ناپارامتری H کروسکال والیس برای صفات اندازه‌شی نسبی و آنالیز واریانس ( $P < 0/05$ ) برای همه صفات، بجز در طول قاعده باله پستی به طول استاندارد و طول باله سینه‌ای به طول استاندارد اختلاف معنی‌دار آماری نشان دادند. نتایج آزمون  $KMO = 0/65$  و آزمون بارتلت ( $P < 0/05$ ) تناسب داده‌ها را برای تحلیل عاملی تأیید کردند. بر اساس ماتریکس همبستگی نسبت‌های صفات مورد مطالعه، تعداد ۸ عامل با مجموع واریانس ۷۱/۲۵٪ دارای مقادیر ویژه بالای ۱ استخراج شدند. نمودار پراکنش عامل اول به عامل دوم در تحلیل عاملی صفات اندازه‌شی نسبی هم‌پوشانی بالایی نشان داد، اما تاحدودی جدایی جمعیت‌های حوضه بوشهر را از سایر جمعیت‌ها نشان داد. برای مقایسه صفات شمارشی، فلس‌های رو، بالا و پایین خط جانبی، شعاع‌های نرم باله پستی و مخرجی و شعاع‌های باله سینه‌ای و شکمی و دمی، فلس‌های جلوی باله پستی، فلس‌های دور ساقه دمی تعداد مهره‌ها و دندان‌های حلقی مورد استفاده قرار گرفتند. به جز تعداد مهره‌ها، شعاع‌های باله دمی و دندان‌های حلقی، بقیه صفات اختلاف معنی‌دار آماری نشان دادند. آزمون  $KMO = 0/79$  و آزمون بارتلت ( $p < 0/05$ ) تناسب داده‌های صفات شمارشی را برای تحلیل عاملی تأیید کردند. بر اساس ماتریس همبستگی صفات شمارشی تعداد سه عامل با مجموع واریانس ۵۱/۷۸٪ و مقادیر ویژه بالای ۱ استخراج شدند. نمودار پراکنش عامل اول به عامل دوم در تحلیل عاملی صفات شمارشی نشان داد که تنها جمعیت‌های حوضه بوشهر تا حدودی از سایر جمعیت‌ها جدا می‌شوند و بقیه جمعیت‌ها دارای هم‌پوشانی بالایی با یکدیگر هستند. با شمارش ۵۰ گسترش کروموزومی تعداد کروموزوم‌های ماهی *G. rufa* به صورت  $2n=48$  به دست آمد. به منظور تهیه کاربوتایپ از بهترین گسترش‌های متافازی عکس تهیه و اندازه بازوهای بلند و کوتاه کروموزوم‌ها، نسبت بازوها، طول نسبی کروموزوم‌ها، طول کل کروموزوم و همچنین شاخص سانترومری محاسبه شد. با قرار دادن جفت کروموزوم‌های همولوگ در کنار همدیگر فرمول کروموزومی شامل ۳۴ کروموزوم متاستریک، ۱۲ ساب‌متاستریک و ۲ آکروتوستریک و تعداد بازوهای کروموزومی  $NF=94$  تعیین گردید. براساس تفاوت‌های مشاهده شده، جمعیت‌های حوضه‌های بوشهر، هرمز و مهارلو از یک طرف و جمعیت‌های حوضه‌های کارون، کرخه و دجله از طرف دیگر، با یکدیگر قرابت بیشتری دارند.

**کلمات کلیدی:** ریخت‌شناسی، *G. rufa*، صفات اندازه‌شی، صفات شمارشی، کاربولوژی

## فصل اول

### مقدمه

در فرآیند توسعه و پیشرفت اقتصادی هر کشوری، توجه به منابع آبی و آبریان آن‌ها و افزایش ذخایر آن‌ها در آب‌های داخلی از جایگاه مهمی برخوردار است [۳]. ماهی‌ها متنوع‌ترین گروه مهره‌داران را تشکیل می‌دهند. آن‌ها در بیشتر آب‌های جهان گسترده شده‌اند و این گسترش، به خاطر تنوع شگفت‌آوری است که از نظر سازگاری‌های ریخت‌شناسی، فیزیولوژیک و رفتاری از خود نشان داده‌اند [۱۳، ۲۵]. کشور ایران در منطقه‌ای به لحاظ آب و هوایی و توپوگرافی و ... واقع گردیده که از نظر جغرافیای جانوری بسیار حایز اهمیت است. ماهی‌های آب شیرین ایران دارای تنوع نسبتاً خوبی هستند. بیشترین تنوع این ماهی‌ها در حوضه رودخانه‌های کارون، کرخه، دجله و جنوب دریای خزر می‌باشد [۱۷]. در آب‌های داخلی ایران، حدود ۱۴۰ گونه وجود دارد که عمدتاً متعلق به سه خانواده *Cyprinidae*، *Balitoridae* و *Cobitidae* هستند [۱۷]. بررسی ماهیان در بوم سازگان‌های آبی به دلایل متعدد از جمله بررسی تکاملی، بوم‌شناختی، رفتارشناسی، حفاظت آن‌ها، مدیریت منابع آبی و بهره برداری ذخایر و پرورش ماهی حایز اهمیت است. با وجود چنین پتانسیل‌هایی هنوز در کشور ما، مطالعات ماهی‌شناسی عمدتاً ابتدایی و بدون برنامه بوده و اطلاعات و دانش ما از نظر سیستماتیک، بیولوژی و اکولوژی در مورد بسیاری از ماهیان در سطح کم شناخته و یا حتی ناشناخته می‌باشد و ضرورت مطالعه در این زمینه با توجه به رشد روز افزون فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و ماهی‌دار کردن آب‌های داخلی، بیشتر احساس می‌شود [۲۳].

ماهیان آب شیرین در مطالعه جغرافیای جانوری ارزش بی‌ظیری دارند، زیرا با وجود موانع جغرافیایی ماهیان آب شیرین نمی‌توانند از آب دریا گذر کنند و حرکت آن‌ها از یک حوضه آبخیز به مناطق دیگر آهسته می‌باشد [۱۰، ۱۷]. علاوه بر این مطالعات جمعیتی و بررسی تفاوت‌های بین جمعیتی یک گونه از ماهی‌های آب شیرین می‌تواند نتایج جالب توجهی را ارائه دهد چون معمولاً رودخانه‌هایی که ارتباطی به هم نداشته باشند (به دلیل کاهش تبادل ژنی و عدم تولیدمثل بین ماهی‌های این رودخانه‌ها) می‌توانند جمعیت‌های متفاوتی از یک گونه را در خود جای دهد،

مخصوصاً اگر این رودخانه‌ها در حوضه‌های آبریز متفاوتی جریان داشته باشند، همچنین این مطالعات امکان درک بهتر و بیشتر از وضعیت جمعیت‌ها و یا به نوعی ذخایر جمعیتی در شرایط کنونی اکوسیستم‌های آبی و تقابل بین گونه و اکوسیستم را فراهم می‌نماید [۳، ۲۰]. در ایران ۱۹ حوضه آبریز وجود دارد که با توجه به مطالعات صحرایی، تجزیه و تحلیل پراکنش ماهیان آن‌ها شناسایی شده‌اند. حوضه‌های خزر با ۷۴ گونه ماهی و دجله با ۵۴ گونه ماهی بیشترین گونه‌های ماهیان ایران را به خود اختصاص داده‌اند [۳۶، ۳۷].

مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناسی، هم ریخت‌سنجی و هم شمارشی، با هدف تعریف و شناسایی واحدهای جمعیتی دارای پیشینه طولانی در دانش زیست‌شناسی ماهی است [۷۳]. اختلاف ریخت‌شناسی میان جمعیت‌ها یا گونه‌ها معمولاً به صورت تباین شکل کلی بدن و یا شکل‌های تشریحی خاص توضیح داده می‌شود. مثلاً یک گونه ممکن است به طور نسبی دارای بدنی لاغرتر و یا پهن‌تر و یا چشم‌های کوچک‌تر و یا باله پشتی کوچک‌تر نسبت به گونه دیگر باشد. اگرچه این توصیف‌های کیفی در پاره‌ای از مواقع ممکن است کافی باشد، بهتر آن است که برای بیان اختلاف بین افراد از لحاظ کمی، اندازه‌گیری‌های مختلفی درباره آن‌ها صورت پذیرد و سپس این اندازه‌ها مورد تحلیل آماری قرار گیرند. با این وجود، مهمترین محدودیت خصوصیات ریخت‌شناسی در سطح درون‌گونه‌ای آن است که تغییرات ریختی منحصراً تحت کنترل ژنتیک نبوده، بلکه متأثر از تغییرات محیطی می‌باشند. انعطاف ریختی ماهیان این اجازه را به آن‌ها می‌دهد تا نسبت به تغییرات محیطی پاسخی به صورت تغییرات فیزیولوژیکی و رفتاری دهند که خود ممکن است منجر به تغییرات ریخت‌شناسی، تولیدمثلی و بقا در آن‌ها شده و بدین ترتیب اثرات تغییرات محیطی تعدیل گردد [۳۰].

راسته کپورماهی‌شکلان (Cypriniformes) گروهی از ماهیان آب شیرین می‌باشند که با ۶ خانواده ۳۲۱ جنس و در حدود ۳۲۶۸ گونه در سراسر جهان بجز استرالیا و آمریکای جنوبی یافت می‌شوند. خانواده کپورماهیان (Cyprinidae) در آمریکای شمالی، آفریقا و اوراسیا یافت می‌شود [۶۷]. خانواده کپورماهیان با ۲۲۰ جنس و در حدود ۲۴۲۰ گونه بزرگترین خانواده در بین مهره داران می‌باشد [۶۷]. این خانواده اغلب دارای اندازه‌ای کوچک، (کمتر از ۵ سانتی‌متر) می‌باشند اگر چه نمونه‌های بزرگ‌تر (۳ متر) نیز در بین آن‌ها یافت می‌شود [۴۰، ۶۷]. جنس گارا (*Garra*) متعلق به خانواده کپورماهیان بوده و در گروه‌های متنوعی در سراسر جنوب غربی آسیا و از آفریقا به جنوب شرقی آسیا یافت می‌شود [۳۷، ۳۹]. در حدود ۱۰۳ گونه از این جنس وجود دارد [۴۸]، که ۴ گونه *Garra persica* (Berg, 1913), *G. rossica* (Nikol'skii, 1900), *G. rufa* (Heckel, 1843), *G. variabilis* (Heckel, 1843) در ایران یافت می‌شود [۱۷، ۳۶، ۳۷، ۴۰].

با توجه به لزوم شناخت فون ماهیان ایران و به دلایل زیر در این بررسی ماهی گل‌چراغ (*G. rufa*) انتخاب گردید: (۱) تنوع نسبتاً بالای زیستگاه و پراکنندگی نسبتاً وسیع به ویژه در غرب کشور (۲) ارزش بالای این گونه برای انجام مطالعات در زمینه‌های گوناگون مانند نقش این ماهی در درمان بیماری‌های پوستی (۳) امکان استفاده از این گونه به عنوان نمونه آکواریومی. هدف از این مطالعه، بررسی خصوصیات ریخت‌سنجی و شمارشی این گونه، تنوع درون جمعیتی، قرابت و نزدیکی جمعیت‌ها و ارائه تعداد کروموزوم‌ها و تعیین کاربیلوژی این گونه می‌باشد.

## فصل دوم کلیات

### ۲-۱- تاریخچه مطالعه ماهیان آب‌های داخلی ایران

ماهی‌های آب شیرین ایران حتی بدون در نظر گرفتن ماهی‌های آب‌های لب شور دریای خزر، نسبتاً متنوع و جالب توجه هستند. حوضه‌های رودخانه کارون، کرخه، دجله و جنوب دریای خزر بیشترین تنوع گونه‌ای را دارند. در حدود ۱۴۰ گونه ماهی در آب‌های داخلی ایران وجود دارد که عمدتاً متعلق به سه خانواده کپورماهیان (Cyprinidae)، سگ‌ماهیان جویباری (Balitoridae) و رفتگرماهیان (Cobitidae) می‌باشند و بسیاری از آن‌ها دارای ارزش صید اقتصادی (اندازه برخی از آن‌ها به بیش از یک متر هم می‌رسد، مانند گونه‌هایی از جنس *Barbus*)، صید ورزشی، زیبایی‌شناسی، مبارزه بیولوژیک و حفاظتی می‌باشند [۱۷، ۳۶، ۳۷]. خانواده کپورماهیان با ۳۴ گونه، بزرگ‌ترین خانواده حوضه دجله و فرات محسوب می‌شود [۳۷]. بیشتر مطالعات صورت گرفته در رابطه با ماهیان آب‌های داخلی ایران مربوط به پژوهشگران خارجی می‌باشد. سابقه مطالعات ماهی‌شناسی در آب‌های ایران کمتر از ۱۵۰ سال است و این در حالی است که در دریای خزر از سال ۱۷۷۷ میلادی توسط آکادمی علوم شوروی سابق، بررسی‌های ماهی‌شناسی آغاز شد. اولین بررسی ماهیان در ایران توسط درژاوین<sup>۱</sup> در سال ۱۹۳۴ و برگ<sup>۲</sup> در سال‌های ۱۹۴۹، ۱۹۴۸ صورت گرفت. سعادت<sup>۳</sup> در سال ۱۹۷۷، آرمانتروت<sup>۴</sup> در سال ۱۹۸۰، گد<sup>۵</sup> در سال‌های ۱۹۵۵ و ۱۹۸۰، ولادیکو<sup>۵</sup> در سال ۱۹۶۴، بریمانی در سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۵۶، فریدپاک<sup>۶</sup> در سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۵۴ و عبدلی در سال ۱۳۷۸ ماهیان رودخانه‌ها، تالاب‌ها، چشمه‌ها، دریاچه‌ها، آبنندان‌ها و غیره را مورد مطالعه قرار دادند. ضمن اینکه کازانچف در سال ۱۹۸۱ در کتاب خود با عنوان «ماهیان دریای خزر و حوضه آبریز آن» که توسط شریعتی در سال ۱۳۷۱ ترجمه گردید، مطالب کاملی از ماهیان دریای خزر و اکوسیستم آبی اطراف آن بیان کرده است [۷].

۱. Derzhavin

۲. Berg

۳. Saadati

۴. Armantrout

۵. Vladykov

همچنین بلگواد و لوپنتین<sup>۱</sup> در سال ۱۹۴۲ میلادی با چاپ کتاب «ماهیان خلیج فارس» که توسط اعتماد و مخیر در سال ۱۳۵۸ ترجمه شده است، ماهیان خلیج فارس را معرفی نموده‌اند [۷]. با این وجود هنوز هم خصوصیات زیست‌شناختی، بوم‌شناختی و پراکنش اغلب ماهیان آب‌های داخلی ایران نامشخص می‌باشد [۱۷].

برخی از مطالعات ماهی‌شناسی دیگر که بر روی ماهیان آب‌های داخلی ایران انجام شده عبارتند از: بررسی استخوان‌های سطحی سر کپوردندان زاگرس *Aphanius vladykovi* [۲۱]، مطالعه ماهی‌شناسی ماهی گورخری *Aphanius vladykovi* (Coad, 1988) در استان چهارمحال بختیاری [۲۲]، شناسایی ماهیان آب شیرین رودخانه-های دائمی حوضه آبریز جازموریان در استان کرمان [۱]، بررسی سس ماهیان رودخانه‌های استان آذربایجان شرقی [۱۹]، مطالعه زیستگاه‌ها، پراکنش و برخی از تفاوت‌های آرایه‌شناسی دو گونه از سس ماهیان، *Barbus mystaceus* و *B. barbulus* ساکن رودخانه‌های غرب ایران [۲۹]، شناسایی ماهیان رودخانه‌های جراحی در دو استان کهگیلویه و بویر احمد و خوزستان [۱۸]، تفاوت‌های مورفولوژیکی جمعیت‌های *Capoeta capoeta grasilis* در رودخانه شیروود [۶۹]، استفاده از تراکم عناصر کمیاب در اتولیت جهت مطالعه جمعیتی ماهی کلمه دریای خزر *Rutilus rutilus* [۸]، تنوع زیستی ماهیان رودخانه تالار استان مازندران [۲۳]، تنوع ریختی میان جمعیتی ماهی سیاه‌کولی *Vimba vimba persa* در سه اکوسیستم رودخانه گرگانود، رودخانه شیروود و تالاب انزلی [۱۲]، مطالعه سن و رشد ماهی کلمه *R. rutilus* (جنوب شرق دریای خزر) [۲۴]، تعیین تنوع درون جمعیتی و بین جمعیتی ماهی کلمه *R. rutilus caspicus* در چهار آبگیر در استان گلستان [۳]، بررسی مقایسه‌ای ریخت‌سنجی و شمارشی ماهی سیم *Abramis brama orientalis* دریای خزر و تالاب انزلی [۹]، بررسی مقایسه‌ای مورفومتریکی و مریستیک ماهی *Aphanius* در ایران [۱۴]، شناسایی و تخمین جمعیت ماهیان رودخانه نمروود [۷]، شناسایی و بررسی ماهیان رودخانه مرزقان ساوه [۶]، شناسایی و پراکنش ماهیان رودخانه مهابادچای در حوضه دریاچه ارومیه [۱۶]، شناسایی و پراکنش ماهیان رودخانه حویق استان گیلان [۱۵].

یکی از دقیق‌ترین روش‌های شناسایی نمونه‌ها در بسیاری از گونه‌ها استفاده از تکنیک‌های سیتوژنتیک است و مطالعات ژنوتیپی از اصیل‌ترین مطالعات محسوب می‌شود چرا که آنچه در ظاهر نمونه بروز می‌کند (فنوتیپ) انعکاسی از ساختار ژنتیکی (ژنوتیپ) آن است، هر چند در طی طریق از ژنوتیپ به فنوتیپ عوامل واسطه و تاثیرگذار متعددی همچون تاثیرات محیطی نقش‌آفرینی می‌کنند و سبب تغییراتی سوای آنچه از فنوتیپ انتظار می‌رفت می‌گردند. مطالعات سیتوژنتیک از دهه ۱۹۶۰ در ماهیان استخوانی ارزشمند شده است. لازم به ذکر است که در دهه-های اخیر مطالعه کروموزوم‌های ماهی و سایر آبزیان به یک عرصه تحقیقاتی فعال تبدیل شده است. پیشرفت این علم با تکامل روش‌های کاربردی ارتباط دارد [۴، ۲۵، ۶۸].

طی مطالعات کاربولوژیک، اطلاعات پایه‌ای از قبیل تعداد، اندازه و ریخت‌شناسی کروموزوم‌ها به دست می‌آید. از این طریق می‌توان به وضعیت تکاملی و نیز سیستماتیک جانوران پی برد، همچنین می‌توان تغییراتی را که بر

۱. Belgvad and Loppenthin



کاربوتیپ اجدادی صورت گرفته و در سویه‌های مختلف امروزی تثبیت شده را پیگیری و شناسایی کرد [۴، ۲۵، ۶۸]. مطالعه کاربوتیپ ماهی علاوه بر کاربردی که در علم رده‌بندی و سیستماتیک دارد، در زمینه‌های آبی‌پروری (دستکاری‌های کروموزومی، القا پلی‌پلویدی، ماده‌زایی، نرزاری و آمیخته‌گری) کاربردهای فراوانی دارد [۴، ۲۵]. همچنین مطالعات سیتوژنتیک ماهیان می‌تواند بعنوان یک شاخص بیولوژیکی<sup>۱</sup> برای مطالعه آلودگی آب‌ها مورد استفاده قرار گیرد [۵۷]. مطالعات کاربوتیپیک در ماهیان نسبت به دیگر مهره‌داران به علت اندازه کوچک کروموزوم‌ها و تعداد کروموزوم زیاد مشکلات تکنیکی زیادی در بردارد. مهمترین مشکل کار با کروموزوم ماهی، به دست آوردن کروموزوم‌های واضح و مجزا است [۴، ۲۵، ۴۹، ۵۱].

با وجود تنوع گونه‌ای ماهیان در آب‌های ایران، مطالعات کاربوتیپیک انجام شده در آن‌ها اندک است. یکی از جنبه‌های جانورشناسی در ایران که جای پژوهش فراوان دارد، مطالعات کروموزومی ماهیان است. محدود مطالعات کاربوتیپیک انجام شده بیشتر درباره ماهیانی است که اهمیت شیلاتی دارند [۴]. از جمله مطالعات کاربوتیپیک که در مورد تعدادی از گونه‌های ماهی در رودخانه‌های ایران توسط محققین داخلی انجام شده است عبارتند از: خصوصیات سیتوژنتیک ماهی سیم حوضه جنوبی دریای خزر *Abramis brama* [۲۸]، کاربوتیپ ماهی لوتک دهان کوچک *Cyprinion kais* [۶۶]، ماهی سفید دریای خزر *Rutilus frisii kutum* [۲۶]، ماهی انجک *Shizothorax zaroudni* [۵۵]، ماهی کپور علفخوار *Ctenopharyngodon idella* [۲۷]، ماهی سرمخروطی فارسی *Petroleuciscus persidis* در شیراز [۴۳]، ماهی آزاد دریای خزر *Salmo trutta caspius* [۵۴]، کپوردندان ماهیان ایران [۴۱، ۴۵]، ماهی سنگ‌لیس فارسی *Garra persica* [۴۰]، گربه ماهی ارتشی *Glyptothorax silviae* [۴۲]، ماهی *Cyprinion tenuiradius* در جنوب غربی ایران [۴۴]، شاه‌کولی، *Chondrostoma regium* (Heckel, 1983) [۴۶].

در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، حفاظت از گونه‌های آبریان به‌خصوص گونه‌های بومی نیازمند بررسی دقیق تنوع گونه‌ای به صورت جغرافیایی است، اما دانش پایه‌ای جغرافیای زیستی ماهیان در کشورهای در حال توسعه دارای اشکالات اساسی بوده و مشکلات متعددی نیز در فرآیند حفاظت دارند از این رو اهمیت مطالعات تنوع زیستی ماهیان در این کشورها بیشتر نمایان می‌شود [۵۰]. با وجودی که تحقیقات صورت گرفته دلگرم کننده می‌باشد، در مورد بسیاری از ماهیان آب‌های داخلی علی‌رغم اهمیتی که در مبحث حفظ تنوع زیستی دارند، به دلیل نداشتن ارزش اقتصادی مطالعات محدودی صورت گرفته و در مواردی هم هیچ مطالعه‌ای صورت نگرفته که این امر موجب شده تا بسیاری از جنبه‌های مختلف زیست‌شناسی ماهیان آب‌های داخلی ایران ناشناخته مانده و ارزش‌های آن‌ها نامشخص باقی بماند. بنابراین باید در تعریف حیات وحش تعمق بیشتری نموده و جایگاه خاصی را نیز به آبریان بدهیم.

۱. biological indicator

## ۲-۲- معرفی ورده بندی جنس *Garra* و گونه‌های آن

جنس *Garra* متعلق به راسته کپورماهی‌شکلان و خانواده کپور ماهیان بوده و در سراسر جنوب آسیا و از آفریقا تا جنوب شرقی آسیا یافت می‌شود و دامنه پراکنش وسیعی از هند تا نیل دارد [۳۷، ۳۹، ۵۶، ۶۱]. در رودخانه‌های ترکیه و شمال سوریه و حوضه رودخانه‌های دجله و فرات و در حوضه‌های آبریز ارونتس و لیتانی و رودخانه مجیب در اردن (دو گونه) پراکنش وسیعی دارد. خَلَف<sup>۱</sup> (۱۹۶۱) پنج گونه از آن شامل *Garra gymnothorax*، *G. lamta*، *G. rufa*، *G. obtusa* و *G. variabilis* را در عراق گزارش کرد، یک گونه *Garra* در برونوئی و چندتا از آن‌ها در هند و خاورمیانه و ۱۰ گونه از آن در قسمت‌های جنوبی سودان، گینه و حوضه‌های آبریز کشور زئیر وجود دارد [۴۶]. به طور کلی در حدود ۷۳ گونه از این جنس وجود دارد در برخی منابع تا ۱۰۳ گونه هم عنوان کرده‌اند [۴۷]، که ۴ گونه از آن که عبارتند از: *G. rossica* (Nikol'skii, 1900)، *Garra persica* (Berg, 1913)، *G. rufa* (Heckel, 1843)، *G. variabilis* (Heckel, 1843) در ایران گزارش شده است [۳۶، ۳۷، ۴۰، ۵۳].

این جنس دارای بدن کوچک تا متوسط، کشیده و تقریباً گرد، پوزه گرد با دهان زیرین و هلالی، آرواره پائینی شاخی و تیز می‌باشد. لب بالایی دارای یک چین پوستی بوده و به پوزه متصل می‌باشد. ناحیه لب پائینی و چانه به یک دیسک مکنده با لبه‌های عقبی آزاد تغییر شکل داده است. در ایران، بعضی از گونه‌ها دارای یک بالشتک سفت می‌باشند و گونه‌های کوچکتر فاقد دیسک پیشرفته می‌باشند، لبه‌های قدامی دیسک آزاد یا پیوسته می‌باشند. گونه‌های با وضعیت دوم در یک جنس جدا گانه، *Discognathus* یا *Discognathichthys* جای داده می‌شوند، یک یا دو جفت سیلک کوتاه دارند و عضو کامی - سقف دهانی یا وجود ندارد و یا پیشرفت کمی نشان می‌دهد. چشم‌ها کوچک و معمولاً فلس‌ها درشت می‌باشند [۳۷، ۴۷].

خط جانبی کامل، باله پشتی و مخرجی کوچک و دارای شعاع سخت، باله سینه‌ای و شکمی به صورت افقی بر روی بدن قرار دارند. دو شعاع اول یا بیشتر باله سینه‌ای برجسته و غیر منشعب می‌باشند. دندان‌های حلقی سه ردیفی، (به طور تیبیک ۲، ۴، ۵-۵، ۴، ۲) و تاج دندان به اشکال قلابی و قاشقی می‌باشد. مخرج ممکن است در فاصله بین پایه باله‌های سینه‌ای و مخرجی یا نزدیک باله مخرجی باشد. روده دراز و به دور هم پیچیده شده می‌باشد. پرده صفاق تیره رنگ بوده و  $2n=50$  می‌باشد [۳۷].

از نام‌های فارسی که برای این ماهیان معمول می‌باشد می‌توان به گل چراغ (= گل خورک، چرا کننده از گل) سنگ لیس و ماهی سنگی اشاره کرد [۳۷]. این ماهیان در نه‌های کوهستانی و دیگر آب‌های جاری یافت می‌شوند. و خود را با دیسک مکنده، تحلیل کیسه‌شنا، ناحیه شکمی پهن و بزرگ، باله‌های زوج زاویه دار و افقی در محل مورد نظر نگهداری می‌کنند. همچنین آن‌ها در آب‌های آرام یا ساکن هم مشکلی ندارند. آن‌ها جلبک‌ها را از روی

۱. Khalaf

۲. Callous pad

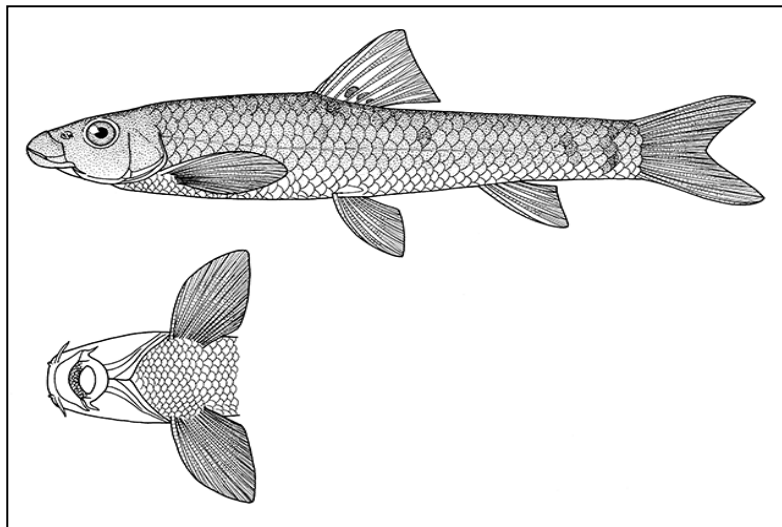
سنگ‌ها می‌خراشند. این ماهی‌ها، ماهی‌های چربی هستند که در هند مورد مصرف قرار می‌گیرند و خوراکی هستند [۳۷].

مَنون<sup>۱</sup> (۱۹۵۴) مشاهده کرد که تعدادی از این جنس در سمت غرب هیمالیا به قدمت دوران چهارم زمین‌شناسی پراکنده شده‌اند. زانگ و چن<sup>۲</sup> (۲۰۰۲) و زانگ (۲۰۰۶) دو گونه جدید از این جنس را از رودخانه آیراودی در چین معرفی کردند [۷۵، ۷۶]. کروپ و بود<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) یک گونه از این جنس را به نام *G. smarti* در کشور عمان معرفی کردند [۶۱]. همیدان و میر<sup>۴</sup> (۲۰۰۳) به بررسی پراکنش، اکولوژی و تهدیدات گونه *G. ghorensis* در کشور اردن پرداختند [۵۳].

## ۲-۳- معرفی سنگ‌لیس‌های ایران

### ۲-۳-۱- سنگ‌لیس فارسی (*Garra persica* (Berg, 1913))

این گونه بومی کشور ایران است و مانند سایر گونه‌های موجود در ایران با نام‌های گل چراغ، ماهی سنگی و ماهی سنگ‌لیس، شناخته می‌شود.



شکل ۲-۱: طرح رسم شده از گونه *G. persica* (برگرفته از Coad, 2010).

این ماهی به وسیله بیانکو و بنارسکو<sup>۵</sup> (۱۹۸۲) به عنوان زیر گونه‌ای از *Garra rufa* معرفی گردید [۳۴]، در صورتی که مَنون در سال ۱۹۶۴ و کارامان<sup>۶</sup> در سال ۱۹۷۱ این دو گونه را با هم مترادف دانستند. خصوصیات کلیدی این گونه عبارتند از: دوجفت سیبک، دیسک‌کننده باله‌های عقبی آزاد توسعه یافته، باله پشتی با ۷ شعاع نرم، و باله دم‌ی به طور معمول با ۱۶ شعاع نرم. تعداد شعاع‌های باله دم‌ی این گونه در بین کپورماهیان ایران منحصر به فرد می‌باشند. اغلب کپورماهیان یک مود متداول ۱۷ شعاع نرم در باله دم‌ی را نشان می‌دهند [۳۷].

۱. Menon

۲. Zang and Chen

۳. Krupp and Budd

۴. Hamidan and Mir

۵. Bianco and Banaresco

۶. Karaman

از نظر مورفولوژیک می‌توان به این موارد اشاره کرد: باله پشتی با ۲ شعاع سخت و ۸-۶ شعاع نرم، باله مخرجی با ۲-۳ شعاع سخت و ۶-۴ شعاع نرم، شعاع‌های نرم باله سینه‌ای ۱۶-۱۲، شعاع‌های نرم باله شکمی ۸-۶ شعاع‌های نرم باله دمی ۱۷-۱۵ با یک مود قوی ۱۶، فلس‌های روی خط جانبی ۳۸-۲۸، کل خارهای آبششی ۲۲-۱۵ با تعداد کمتر در ماهیان کوچکتر، دندان‌های حلقی معمولاً ۲،۴،۵-۵،۴،۵؛ و تعداد مهره ۳۵-۳۴ [۳۷].

فلس‌ها با نظم چیده شده‌اند و فقط در قسمت کمی از ناحیه زیرین در بعضی از ماهیان وجود ندارند. فلس کنار باله شکمی وجود دارد اما همیشه به خوبی توسعه پیدا نکرده است. ۴ سیلیک کوتاه وجود دارند. لب بالایی به خوبی توسعه پیدا کرده و چین جلویی آن لبه کمی دارد. دیسک مکنده و چین جلویی دارای برآمدگی بزرگی هستند اگر چه مرکز دیسک مانند کناره‌ها برآمده نمی‌باشد. روده بسیار دراز و درهم پیچیده می‌باشد. حداکثر طول کل ۷/۵ سانتی متر می‌باشد [۳۷].

تغییرات جنسی در این گونه بدین صورت عنوان شده است که در نرها تعدادی توبرکل<sup>۱</sup> تولید مثلی در اطراف پوزه توسعه پیدا می‌کند و بین سوراخ‌های بینی، یک فرورفتگی متقاطع در ناحیه قدامی به سمت سوراخ‌های بینی بر روی پوزه به وجود می‌آید. اغلب توبرکل‌ها آشکار می‌باشند. در تیپ پوزه‌های ورم کرده توبرکل وجود ندارد. بر روی سر هم توبرکل وجود دارد اما نسبت به زیر چشم کوچکتر و پراکنده‌تر می‌باشند. توبرکل‌های بزرگ و پراکنده بر روی سرپوش آبششی نیز وجود دارند. اندازه آنها بر روی باله مخرجی بزرگتر می‌باشند [۳۷].



شکل ۲-۲: نقشه پراکنش *Garra persica* در ایران

رنگ پشت و پهلوهای این ماهی قهوه‌ای- نارنجی تا طلایی- قهوه‌ای است. یک لکه آبی بر روی پشت نزدیک پیش باله پشتی در کنار سرپوش آبششی وجود دارد (که این لکه در ماهیان فیکس شده سیاه رنگ است). لکه‌های

۱. Tubercle