



پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته‌ی زیست شناسی - بیوسیستماتیک جانوری

بررسی سیستماتیک مولکولی جنس

Aphanius Nardo, 1827

(شعاع بالگان: کیورماهیان دندان دار)

در ایران با استفاده از سیتوکروم **b**

به وسیله‌ی

ندا زارعی

استاد راهنما

دکتر حمید رضا اسماعیلی

شهریور ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب ندا زارعی دانشجوی رشته ی زیست شناسی گرایش بیوسیستماتیک جانوری دانشکده ی علوم اظهار می کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام. همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: ندا زارعی

تاریخ و امضاء: ۱۳۹۰/۹/۶

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

خدایا نه شناخت تو را توان و نه ثنای تو را زبان و نه دریای جلال و کبریایی تو را کران، پس تو را مدح و ثنا چون توان!

سپاس و فروتنی به پیشگاه اساتید محترم به ویژه دکتر حمید رضا اسماعیلی استاد راهنما و اساتید مشاور دکتر ساسان محسن زاده، دکتر صابر صادقی و دکتر احمد رضا خسروی که در انجام این تحقیق مرا یاری نمودند.

همچنین از دکتر ارسلان حسینی استاد دانشکده دامپزشکی که در انجام این پژوهش صمیمانه و بی دریغ مرا راهنمایی فرمودند تشکر و قدردانی می نمایم.

برخود لازم می دانم از خانواده‌ی عزیزم که همواره در طول مدت تحصیل مشوق من بودند تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین بجاست از مساعدت همکلاسی ها و دوستان عزیزم در آزمایشگاه بیوسیستماتیک، تکنسین‌های محترم بخش، مسئولین آموزش بخش و رانندگان محترم قدردانی نمایم.

چکیده

بررسی سیستماتیک مولکولی *Aphanius Nardo, 1827* (شعاع بالگان: کپورماهیان دندان دار) در ایران

به کوشش

ندا زارعی

تا کنون حدود ۲۰۲ گونه ماهی از آبهای داخلی ایران گزارش شده است که در ۱۰۴ جنس، ۲۸ خانواده، ۱۷ راسته و ۳ رده قرار می گیرند. خانواده کپورماهیان دندان دار با داشتن ۸ گونه در مقام پنجم از لحاظ تنوع گونه ای در ایران قرار دارد. جنس *Aphanius* تنها جنس این خانواده در ایران است که شناسایی اعضای آن در ابتدا بر اساس بررسی ریخت سنجی سنتی و نیز الگوی رنگی آنها انجام شده است اما به تدریج فاکتورهای دیگری مثل شکل ظاهری اتولیت، ریزساختار فلس و اخیراً " مارکرهای مولکولی نیز در شناسایی این گروه کمپلکس مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به اینکه استفاده از تکنیک های مولکولی بویژه سیتوکروم b در مورد جمعیت های ایزوله این جنس در ایران صورت نگرفته است لذا در پژوهش اخیر سعی شده است که با استفاده از ژنوم میتوکندریایی سیتوکروم b سیستماتیک مولکولی اعضای این جنس مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور ۶۷ نمونه *Aphanius* از جمعیت های مختلف موجود در حوضه های آبریز ایران تعیین توالی گردید. با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش به نظر می رسد فعال بودن ساختارهای زمین شناختی ایران سبب جدایی سریع نواحی مختلف از یکدیگر و تشکیل نواحی مستقلی شده است. این مسئله شرایط مناسبی را برای جدایی جغرافیایی جمعیت های مختلف *Aphanius* کاهش تبادل ژنتیکی و تشکیل گونه های مستقل در حوضه های اصفهان (*A. isfahanensis*)، مهارلو (*A. persicus*)، دجله (*A. mesopotamicus*)، کر (*A. sophiae*)، مند (*A. pluristriatus*)، هرمز (*Aphnius sp.*) و نمک (*Aphanius sp.*) فراهم آورده است. اما به هر حال استفاده از مارکرهای مولکولی بیشتر جهت تعیین جایگاه تاکسونومیک کمپلکس *Aphanius dispar* در حوضه های خلیج فارس، هرمز و مکران مورد نیاز است.

کلمات کلیدی: کپور ماهیان دندان دار، سیتوکروم b، *Aphanius*

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه

- ۱-۱- تنوع ماهیان ۱
- ۲-۱- راسته‌ی کپور ماهی شکلان دندان دار (Cyprinodontiformes) ۱
- ۳-۱- جغرافیای زیستی کپورماهیان دندان دار ۳
- ۴-۱- خانواده‌ی کپورماهیان دندان دار (Cyprinodontiadae: killifishes) ۴
- ۱-۴-۱- جنس *Aphanius* Nardo, 1827 ۵
- ۱-۴-۱-۱- انواع گونه‌های توصیف شده و پراکنش آنها در ایران ۶
- ۵-۱- روش‌های اصلی در مطالعات تاکسونومیکی ۱۲
- ۶-۱- مطالعات تنوع ژنتیکی در ماهیان ۱۲
- ۷-۱- تکنیک‌های مولکولی ۱۳
- ۱-۷-۱- تکنیک‌های پروتئینی (آلوآنزیمی) ۱۳
- ۲-۷-۱- تکنیک‌های DNA ۱۳
- ۱-۲-۷-۱- تکنیک PCR ۱۳
- ۱-۱-۲-۷-۱- روش PCR- Sequencing ۱۴
- ۸-۱- ژنوم میتوکندری ۱۴

فصل دوم: مروری بر مطالعات گذشته و اهداف

- ۱-۲- مروری بر مطالعات گذشته ۱۶
- ۲-۲- اهداف مورد نظر در این پژوهش ۲۱

فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۱-۳- ایستگاههای نمونه برداری ۲۳
- ۲-۳- جمع‌آوری، تثبیت و انتقال نمونه‌ها ۲۴

۲۴	۳-۳- مطالعات مولکولی
۲۴	۳-۳-۱- استخراج DNA از باله ماهی
۲۵	۳-۳-۲- انتخاب پرایمر (primer)
۲۵	۳-۳-۳- انجام واکنش PCR
۲۶	۳-۳-۴- دستگاه ترموسایکلر (Thermocycler)
۲۶	۳-۳-۵- الکتروفورز محصول PCR
۲۷	۳-۳-۶- عکس برداری
۲۷	۳-۳-۷- خالص سازی محصول PCR
۲۷	۳-۴- آنالیز آماری
۲۸	۳-۵- مواد مورد نیاز
۲۸	۳-۶- دستگاهها و وسایل مورد نیاز

فصل چهارم: نتایج

۳۱	۴-۱- جنس <i>Aphanius</i> در ایران
۳۱	۴-۴- نتایج مطالعات مولکولی

فصل پنجم: بحث

۳۹	۵-۱- بحث
۴۸	۵-۲- نتیجه گیری
۴۹	۵-۳- پیشنهادات

فهرست منابع و مآخذ

۵۰	منابع فارسی
۵۲	منابع انگلیسی

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۲۶	جدول ۱-۳. نوع و مقدار مواد مورد استفاده برای PCR در این پژوهش
۲۶	جدول ۲-۳. برنامه چرخه حرارتی PCR جهت بررسی تنوع ژنتیکی جنس <i>Aphanius</i>
۳۱	جدول ۱-۴. محل و تعداد نمونه های مورد مطالعه در این پژوهش

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- الف: نر، ب: ماده و ج: زیستگاه طبیعی <i>A. dispar</i>	۸
شکل ۲-۱- الف: ماده، ب: نر و ج: زیستگاه طبیعی <i>Aphanius ginaonis</i>	۸
شکل ۳-۱- الف: نر، ب: ماده و ج: زیستگاه طبیعی <i>Aphanius sophiae</i>	۹
شکل ۴-۱- الف: نر، ب: ماده و ج: زیستگاه طبیعی <i>Aphanius persicus</i>	۱۰
شکل ۵-۱- الف: ماده، ب: نر و ج: زیستگاه طبیعی <i>Aphanius vladykovi</i>	۱۰
شکل ۶-۱- الف: ماده، ب: نر و ج: زیستگاه طبیعی <i>Aphanius isfahanensis</i>	۱۱
شکل ۷-۱- الف: ماده، ب: نر و ج: زیستگاه طبیعی <i>Aphanius sp.</i>	۱۱
شکل ۸-۱- ژن های موجود در DNA میتوکندری.....	۱۴
شکل ۱-۳- محل جمع آوری نمونه های <i>Aphanius</i>	۲۳
شکل ۱-۴- دندروگرام حاصل از مقایسه سیتوکروم b تاکسون های مختلف مورد مطالعه با استفاده از روش Maximum likelihood.....	۳۴
شکل ۲-۴- دندروگرام حاصل از مقایسه سیتوکروم b تاکسون های مختلف مورد مطالعه با استفاده از روش Minimum evolutionary.....	۳۵
شکل ۳-۴- دندروگرام حاصل از مقایسه سیتوکروم b تاکسون های مختلف مورد مطالعه با استفاده از روش Neighbor joining.....	۳۶
شکل ۱-۵- حرکت صفحات عربستان و هند و برخورد آنها به صفحه ایران.....	۴۱
شکل ۲-۵- موقعیت جغرافیایی حوضه کل.....	۴۲
شکل ۳-۵- موقعیت جغرافیایی حوضه های الف) مند، ب) مهارلو و ج) کر در استان فارس.....	۴۴
شکل ۴-۵- نحوه پراکنش گونه های مختلف <i>Aphanius</i> در حوضه های جنوبی ایران.....	۴۵
شکل ۵-۵- نحوه پراکنش گونه های مختلف <i>Aphanius</i> در حوضه های جنوبی ایران.....	۴۸

فصل اول

مقدمه

۱ - تنوع ماهیان

ماهیان متنوع ترین و پرتعدادترین گروه مهره داران را تشکیل می دهند . به دلیل تنوع زیاد مورفولوژیکی، زیستگاهی و بیولوژیکی ماهی ها ، همواره گونه های زیادی توصیف و معرفی می شوند و این موضوع فهم تاریخ تکاملی و رده بندی آنها را بسیار مشکل کرده است . تعداد کل گونه های مهره داران ۵۴۷۱۱ بوده و تخمین زده می شود که حدود ۲۷۹۹۷ گونه معتبر ماهی وجود داشته باشد (Nelson, 2006). این تعداد هم اکنون به بیش از ۳۲۱۰۰ گونه رسیده است (www.fishbase.org, 2011). از ۵۱۵ خانواده ماهی گزارش شده توسط نلسون (۲۰۰۶) نه خانواده بیشترین تعداد گونه را دارا می باشند و روی هم رفته ۳۳٪ گونه های ماهی ها را شامل می شوند . این خانواده ها عبارتند از : کپورماهیان (Cyprinidae)، تفریخ ماهیان (Cichlidae)، سگ ماهیان جویباری (Balitoridae)، گاوماهیان (Gobidae)، هامورماهیان (Serranidae)، زمردماهیان (Labridae)، عقرب ماهیان (Scorpanidae)، کاراسین ها (Characidae) و گربه ماهیان زره دار (Loricariidae). حدود ۶۶٪ گونه های ماهی ها در این ۹ خانواده بزرگ ماهیان آب شیرین جای دارند (Nelson, 2006). در این میان خانواده کپور ماهیان دندان دار دارای ۹ جنس و ۱۲۱ گونه است که در تمام قاره ها به جز استرالیا پراکنده شده اند (Nelson, 2006, Coad, 2011).

۱-۲- راسته ی کپور ماهی شکلان دندان دار (Cyprinodontiformes)

کپورماهی شکلان دندان دار ماهیانی کوچک (کمتر از ۱۵ سانتیمتر) هستند. اعضای این راسته همه چیز خوار (Omnivorous) و تعداد زیادی از گونه های آن شکارچیان مهم حشرات بوده به طوری که از آنها برای کنترل جمعیت برخی حشرات مانند پشه ها استفاده می گردد

(Moyle & Cech, 2004; Coad, 2011). برخی از گونه‌ها نیز قادر به هضم سیانوباکتریها می‌باشند. همه چیز خواری آنها یک ویژگی مناسب برای زندگی در محیط‌های سخت است. همچنین ویژگی دیگر آنها ریخت شناسی خاص بدن آنهاست که آنها را قادر به تغذیه در سطح آب نموده است و به این صورت می‌توانند لایه نازک غنی از اکسیژن سطح آب را از طریق آبشش‌ها جذب کنند، و این یک توانایی مفید برای زندگی در گرما و آب های راکد است (Moyle & Cech, 2004; Coad, 2011). آنها در مکان‌های نامناسب با استراتژی‌های متنوع تولیدمثلی تشکیل کلنی می‌دهند. علی‌رغم مقاومت و تحمل‌شان، کپورماهی‌های شکلان دندان‌دار بیشتر از دیگر ماهیها در معرض تهدید هستند زیرا که اکثر زیستگاه‌های آنها از جمله چشمه‌های بیابانی تا تالاب‌های شور ساحلی تخریب یا توسط انسان آلوده شده‌اند. این وضعیت بویژه در مورد تعداد زیادی از گونه‌های بومی که به شرایط ویژه محلی سازش یافته‌اند صدق می‌کند (Moyle & Cech, 2004). اعضای این راسته براساس چندین ویژگی اشتقاقی، تک‌نیایی (monophyly) می‌باشند شامل باله دم گرد شده (rounded) و truncate. اسکلت باله دم متقارن، نخستین دنده پهلویی روی دومین مهره بجای سومین مهره، باله سینه‌ای شکمی جانبی (بصورت اولیه یا ابتدایی، کمر بند سینه‌ای بطرف پایین)، اولین postcleithrum فلسی شکل، دوره تکوینی طولانی (Parenti, 1981; Rosen & Parenti, 1981; Costa, 1998). مراحل تکوین جنینی ممکن است کمتر از یک هفته تا بیش از یک سال باشد و قطر تخم از ۰/۳ تا ۳ میلی‌متر متغیر می‌باشد (Able, 1984). از ویژگی‌های دیگر این راسته می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: وجود فلس‌های منفذدار خط جانبی بر روی ناحیه سر، سوراخ‌های خارجی بینی زوج، آرواره بالا قابل بیرون آمدن و برگشتن و فقط دارای پیش‌آرواره‌ی بالا، دارای دندان‌های آرواره‌ای، باله پشتی فرد با خارهای بسیار کم در باله‌ها، دومین استخوان دور چشمی وجود ندارد، تولید مثل به روش زنده‌زایی یا تخمگذاری (Nelson, 2006)، شعاع‌های branchiostegal ۳-۷ عدد، دارای باله شکمی، دارای کمر بند شکمی یا فاقد آن، معمولاً دارای استخوان ومر vomer، همیشه دارای استخوان supracleithrum، معمولاً فاقد استخوان metapterygoid اما دارای ectopterygoid، دارای استخوان آهیانه یا فاقد آن، مهره‌ها ۲۴-۵۴ عدد، دارای دوشکلی جنسی (Moyle & Cech, 2004; Coad, 2011).

برخی از اعضای این راسته ماهیان آزمایشگاهی و یا آکواریومی عامه پسند هستند. تعدادی از گونه‌ها دامنه‌ی تحمل شوری بالایی دارند چنانکه Rosen (1973) برای گونه‌های متحمل به شوری این خانواده کلید شناسایی جداگانه ارائه داد. همچنین Parenti (1981) کلیدی برای جنس‌های بیشتر خانواده‌ها ارائه داد. Lazara (2001) چک لیستی از نام‌های مترادف (synonym) و مطالعات انجام شده روی اعضای تخمگذار این راسته ارائه داد که خانواده کپورماهیان دندان‌دار نیز در آن جای دارد. این راسته شامل ۲ زیر راسته Aplocheiloidei و

Cyprinodontoidei و در مجموع ۱۰ خانواده، ۱۰۹ جنس و حدود ۱۰۱۳ گونه می باشد (Nelson, 2006; Coad, 2011).

این زیر راسته ها و خانواده ها شامل:

- Suborder **Aplocheiloidei** (all oviparous)
 - Family **Aplocheilidae** – South Asian killifishes
 - Family **Nothobranchiidae** – African killifishes, formerly in Aplocheilidae
 - Family **Rivulidae** – rivulids or South American killifishes
- Suborder **Cyprinodontoidei**
 - Superfamily **Funduloidea** (oviparous)
 - Family **Profundulidae** – Central American killifishes (oviparous)
 - Family **Goodeidae** – splitfins (viviparous)
 - Family **Fundulidae** – topminnows and North American killifishes (oviparous)
 - Superfamily **Valencioidea** (oviparous)
 - Family **Valenciidae** – Mediterranean killifishes
 - Superfamily **Cyprinodontoidea** (oviparous)
 - Family **Cyprinodontidae** – pupfishes
 - Superfamily **Poecilioidea**
 - Family **Anablepidae** – four-eyed fishes and relatives (ovoviviparous)
 - Family **Poeciliidae** – livebearers and relatives (some oviparous, some ovoviviparous)

۱-۳- جغرافیای زیستی کیورماهیان دندان دار

فسیل کیور ماهیان دندان دار در اولیگوسن از حوضه ی پاریس و ا وایل ترشیاری از دریای آرال، زمانی که این منطقه وسیع توسط دریای تتیس اشغال شده بود ، توصیف شده اند (Kosswig, 1967; Parenti, 1981). در سال ۱۹۵۵ و ۱۹۵۷ گونه های *Aphanius* خاورمیانه را باقیمانده ی فون دریای تتیس دانست. کمبود اطلاعات مربوط به جغرافیای زیستی این جنس بخاطر محدودیت های فسیلی آنهاست. Priem در سال ۱۹۰۸ فسیل یک کیورماهی دندان دار از میوسن را از حوضه ی دریاچه ی ارومیه در شمال غربی ایران گزارش کرد که تاکنون هیچ گزارش دیگری از وجود گونه های این خانواده در این ناحیه مشاهده نشده است لذا وجود این گونه در دریاچه ی ارومیه در حال حاضر مورد شک است . جمعیت های کنونی *Aphanius* در آبهای داخلی با زندگی در آبگیرهای کوه های البرز و زاگرس بعد از پلیوسن افزایش یافتند که

این افزایش در نتیجه ی انتشار بین حوضه ای می باشد، اما قابلیت انتشار آنها ضعیف است (Kosswig, 1967).

۴-۱- خانواده ی کپورماهیان دندان دار (Cyprinodontiadae: killifishes, pupfishes)

اعضای این خانواده در آب های شیرین، لب شور و شور ساحلی می زیند. خانواده Cyprinodontidae دارای ۹ جنس و ۱۰۵ گونه است (Nelson, 2006 ; Coad, 2011). این خانواده شامل یک گروه از ماهیان هستند که کم و بیش کپور شکل ب وده اما از کپورهای حقیقی به واسطه وجود دندان جدا می شوند. کپورماهیان دندان دار کوچک بوده و مهمترین مشخصه در خانواده ی آنها کوتولگی گونه ها می باشد. معمولا دارای ویژگیهای زیر هستند: سطح بالایی سر معمولا پهن، دهان انتهایی و کمی بطرف بالا، بدون سبیلک، حاشیه بالایی دهان فقط توسط پیش آرواره ها متصل بوده و آزادانه قابل حرکت است و بنابراین باعث پیش آمدگی دهان به سمت بیرون می شود. مرزبندی کامل استخوان های آرواره و حلق با دندان های شانهای شکل، آرایش دندان به صورت میانی، شعاعهای بر انشیوستیگال (branchiostegal rays) ۴-۶ عدد، غشاهای آبششی از یکدیگر و همچنین از isthmus آزاد، فاقد خار در باله ها، باله پشتی معمولا به طرف جلو، کوتاه و قاعده ی آن مقابل منشا باله ی مخرجی، فاقد باله چربی، باله ی سینه ای بطرف پایین بدن (در مقایسه با Poecilidae)، پایه ی باله ی شکمی نسبتا دور از هم، باله دمی گرد یا truncate است. اعضای این خانواده تخمگذارند، فاقد سکوم های پیلوریک، فلس ها سیکلوئید و اغلب بزرگ، فاقد خط جانبی و فلس های منفذ دار عمدتا روی سر، ماده ها بزرگتر از نرها، بیشینه (ماکزیمم) طول بدن ۱۶ سانتیمتر (Coad, 2011; Sterba, 1989; Talwar & Jhingran, 1991). ابتدای باله پشتی (۱۸-۱۰ شعاع نرم) در جلوی قاعده باله مخرجی (۱۳-۸ شعاع نرم)، لقاح خارجی (Nelson, 2006). این ماهیان بصورت آکواریومی نگهداری می شوند و در بین آکواریوم داران متداول هستند (Coad, 2011). این خانواده بزرگ در تمام قاره ها بجز استرالیا وجود دارند و کم و بیش محدود به آب و هوای معتدله گرم و گرمسیری هستند. در اروپا کپورماهیان دندان دار تنها در بخش جنوبی و در مناطق مدیترانه و در آسیا عمدتا در آسیای صغیر، آسیای جنوبی و آسیای جنوب شرقی یافت می شوند. در ایالت متحده آمریکا، آمریکای مرکزی، جزایر هند غربی، بخش های شمالی آمریکای جنوبی، آفریقای شمالی و منطقه آناتولی مدیترانه پراکنش دارند. پس از دو خانواده کپور ماهیان و سگ ماهیان جویباری که در تمام ۱۹ حوضه آبریز کشور ایران وجود دارند، خانواده کپورماهیان دندان دار بیشترین میزان پراکندگی را دارند و تقریبا در نیمی از حوضه های آبریز (۱۰ حوضه) حضور

دارند (سیفعلی و شیدایی، ۱۳۸۰؛ Coad, 1985; Esmaeili et al., 2010). یکی از جنس های این خانواده جنس *Aphanius* است که در بخش بعدی به آن پرداخته شده است.

۱-۴-۱- جنس *Aphanius* Nardo, 1827

جنس *Aphanius* به راسته کپورماهی شکلان دندان دار (Cyprinodontiformes)، خانواده کپورماهیان دندان دار (Cyprinodontidae) تعلق دارد. حدود ۳۰-۲۳ گونه از این جنس شناخته شده است. این جنس شامل گونه های زنده و فسیلی بوده که بطور گسترده در طول خط ساحلی قدیمی دریای تتیس (Kosswig, 1967; Villwock, 1999; Coad, 2011) انتشار یافته اند. این مرز شامل حوضه ی مدیترانه و خلیج فارس تا ایران و پاکستان می باشد (Kessel & Zee, 1984; Wildekamp, 1993). کپورماهی شکلان دندان دار اوراسیا و آمریکا یک گروه مونوفیلیتیک را تشکیل نمی دهند (Nelson, 2006). کشفیات فسیل شناسان، فسیل هایی را در آلمان نشان داد. بنظر می رسد بیشترین تنوع گونه ای این جنس در نزدیک شرق این مرز مخصوصا در ترکیه باشد (Wildekamp et al., 1999). اگر چه مطالعات اخیر نشان داد که این تنوع گونه ای ایران را نیز شامل می گردد (Coad, 2000a, 2011; Hrbek et al., 2006; Esmaeili et al., 2010). Wildekamp و همکاران در سال ۱۹۹۹ نشان دادند که انتشار امروزی گونه های *Aphanius* تحت تاثیر دوره ی یخچالی و بین یخچالی در سطح دریای مدیترانه بوده است. هم اکنون گونه های این جنس در طول سواحل شمالی آفریقا، اسپانیا، ایتالیا، در اطراف شبه جزیره ی عربستان، ترکیه، یونان، پاکستان و سواحل شمال شرقی هند یافت می شوند (عبدلی، ۱۳۷۸؛ Coad, 2011 Talwar & Jhingran, 1991). جنس *Aphanius* با ۸ گونه تنها جنس خانواده کپور ماهیان دندان دار در ایران است (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۸؛ Esmaeili et al., 2010).

این جنس دارای بدن بیضوی ضخیم بوده، دارای فلس های سیکلوئید بزرگ تا متوسط، آرواره بالا فقط دارای پیش آرواره بالا، دهان کوچک و دندان سه شاخه، سیستم خط جانبی فقط روی سر، باله ی پشتی مقداری به سمت عقب رفته و دارای ۲-۱ شعاع غیر منشعب و ۱۳-۷ شعاع منشعب، باله های مخرجی ۲-۱ شعاع غیر منشعب و ۴-۷ شعاع منشعب، باله های پشتی و مخرجی در نرها بزرگتر از ماده ها، باله ی پشتی مقابل باله ی مخرجی است، باله شکمی در *Aphanius apodus* و یک گونه فسیل *Aphanius* مربوط به میوسن وجود ندارد (Gaudant, 1993). اعضای این جنس دارای دو شکلی جنسی بوده و الگوی رنگ آمیزی در ماده و نر متفاوت می باشد. بیشتر نرها در این جنس دارای نوارهای راه راه بریده در دو طرف بدن هستند اما ماهی گورخری گنو و ماهی گورخری معمولی دو نوار پهن تیره روی باله دمی دارند. بیشتر ماده ها دارای یک لکه تیره در قاعده باله دمی هستند. اعضای این جنس در جویبارها، تالاب ها،

چشمه‌های آب سرد، آب گرم با بستر جلبکی یا باتلاقی، آب‌های ساحلی شور و لب شور و در آب‌های کم عمق راکد و نیمه راکد زیست می‌کنند. دامنه تحمل جمعیت‌های این جنس نسبت به دما و شوری بالا بوده و درجات خاصی از آلودگی مواد آلی، غیر آلی و نیز سطوح کم اکسیژن آب را تحمل می‌کنند (Frenkel & Goren, 2000; Leonardo & Sinis, 1978; Al-Daham et al., 1997). بیشتر از حشرات آبی و لارو آنها و سخت پوستان ریز و جلبک‌ها تغذیه می‌کنند، فصل تولید مثل در گونه‌های این جنس معمولاً بهار یا تابستان است. با توجه به اینکه برخی گونه‌های این جنس در ایران بومی بوده و از سوی دیگر تخریب زیستگاه‌ها موجب کاهش جمعیت برخی گونه‌ها شده، به همین سبب حفظ این گونه‌ها که قسمتی از ذخیره‌ی ژنتیکی کشور می‌باشند اهمیت فراوانی دارد. همچنین الگوی رنگی برخی از گونه‌ها ارزش زیبایی شناسی این گونه‌ها را می‌رساند بطوریکه می‌توان از برخی گونه‌ها جهت نگهداری در آکواریوم استفاده نمود. سیستماتیک گونه‌های این جنس در ایران نیاز به مطالعه دقیق مورفولوژیکی، بیوشیمیایی، ژنتیکی، رفتاری و زادآوری دارد. برخی جمعیت‌های گونه‌های این جنس از دیگر جمعیت‌ها بوسیله‌ی حوضه‌ها از یکدیگر جدا شده و بنظر می‌رسد براساس الگوهای رنگ از یکدیگر متفاوت باشند اما ما تنوع مورفولوژیکی کمی را نشان می‌دهند مانند جمعیت چشمه علی دامغان. اکثر جمعیت‌های شرقی و شمالی گونه‌های این جنس در ایران با داشتن لکه‌های بزرگ بر روی بدن ماده‌ها شناخته می‌شوند (Coad, 2011). Huber (1996) معتقد است که تعدادی از کپورماهیان دندان‌دار را می‌توان صرفاً "براساس رنگ آنها از یکدیگر متمایز نمود، و در دیگر ویژگی‌ها همپوشانی دارند. او پیشنهاد کرد که هر گونه از کپورماهیان دندان‌دار حداقل یک ویژگی فنوتیپی ثابت دارد و آن می‌تواند رنگ ماهی نر باشد. او توصیه کرد که جدایی ژنتیکی از طریق کاریولوژی، تکنیک‌های بیوشیمیایی یا با آزمایشات تولیدمثلی در این گونه‌ها مشخص شود. این ماهی‌ها معمولاً بصورت دسته جمعی یافت می‌شوند اما نرها نسبت به یکدیگر رفتار تهاجمی نشان می‌دهند. نرها اغلب راه راه روشن هستند در حالیکه ماده‌ها دارای لکه یا نوارهای کمرنگی می‌باشند. گفته شده است یک گونه‌ی مدیترانه‌ای آن سمی است اما این امر تا کنون در مورد گونه‌های ایرانی گزارش نشده است (Coad, 1979).

۱-۴-۱- انواع گونه‌های توصیف شده و پراکنش آنها در ایران

گونه‌های *Aphanius* یکی از باقیمانده‌های ماهیان دریای تتیس (Tethys) هستند (Kosswig, 1955, 1967)، که در مرداب‌های ساحلی، تالاب‌ها و رودخانه‌های شور اطراف محدوده‌ی مدیترانه همچنین شبه جزیره‌ی عربستان تا ایران و پاکستان زیست می‌کردند (Villwock, 1999). نمونه‌های فسیلی یافت شده تایید کننده‌ی پراکنش ذکر شده می‌باشد. با توجه به تغییرات در طی دوره‌ی سنوزوئیک مشخص شده است که جمعیت‌های گونه‌های

Aphanius الگوی بی‌نظمی را در ارتباط با پراکنش از خود نشان داده‌اند چنانکه جنس *Aphanius* در حوضه‌ی شرقی مدیترانه و مناطق مجاور (خاورمیانه و خاور نزدیک) تنوع بالایی یافته‌اند (Doadrio et al., 2002). Priem در سال ۱۹۰۸ کپورماهی دندان‌داری را از حوضه‌ی دریاچه‌ی ارومیه در شمال غربی ایران گزارش کرد اما تاکنون کپورماهی دندان‌دار دیگری از این حوضه گزارش نشده است. جمعیت‌های کنونی در آب‌های داخلی ممکن است همزمان با تشکیل کوه‌های البرز و زاگرس به آب‌های داخلی ایران راه یافته باشند. این ماهیان کوچک در مناطق خشک وجود ندارند (Kosswig, 1967) و تنها در آب‌های شیرین و لب‌شور زیست می‌کنند. ساختار جمعیت گونه‌های لب‌شور اهمیت قابل توجهی دارد چرا که درک مکانیسم‌های تکاملی تمایز و گونه‌زایی در این گونه‌ها حائز اهمیت می‌باشد. در حقیقت زیستگاه‌های لب‌شور بخاطر حوادث طبیعی و عوامل انسانی بیشتر دچار تغییرات سریع و گسترده در ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و زیستی می‌شوند (Cognetti, 1994) و این باعث تنوع زیستی در زیستگاه‌های لب‌شور از سطح جمعیت تا فرد می‌شود (Cognetti, 1994; Cognetti & Maltagliati, 2000). تاکنون ۸ گونه از این جنس در ایران گزارش شده است (Coad, 1988, 1995, 1996, 2011; Scheel, 1990; Esmaili et al., 2011). از این تعداد سه گونه در استان فارس (جنوب غربی ایران) زیست می‌نماید که شامل *A. persicus* و *A. sophiae* و *A. dispar* می‌باشند (Esmaili et al., 2007a,b). گونه *A. mento* در سال ۱۸۴۳ توسط هکل در ناحیه مرزی بین ایران و عراق گزارش شده که از آن پس نمونه‌ای از آن گونه صید نشده است.

ماهی گورخری دم پرچمی معمولی (*Aphanius dispar* (Rupell, 1828)

در رودخانه‌های دجله، کارون و رودخانه‌های حوضه خلیج فارس، هرمز، مکران، هامون، جازموریان و مشکید (Coad, 2011; Esmaili et al., 2007a; عبدلی، ۱۳۷۸) و آب‌های داخلی شبه جزیره عربستان، خلیج فارس، دریای سرخ و بخش شرقی دریای مدیترانه یافت می‌شود (Goren, 2000). این گونه در قنات‌های ایران نیز پراکنش دارد (Coad, 1996a). در بحرین، عمان (Randall, 1995)، هند (Menon, 1999)، عربستان سعودی (Wildekamp et al., 1986) و عراق، کویت، یمن (Krupp, 1983)، اسرائیل (Por, 1978) و پاکستان (Mirza & Omer, 1984) نیز زیست می‌نماید.