

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تاییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری  
 آقای محمد صادق علوی یگانه رساله ۲۲ واحدی خود را با عنوان: بیوسستماتیک جنس آفانیوس  
 با روشهای ریخت شناسی و ملکولی در فلات مرکزی ایران  
 در تاریخ ۹۱/۴/۷ ارائه کردند.  
 اعضای هیأت داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده است و پذیرش آن را برای  
 تکمیل درجه دکتری پیشنهاد می کنند. /

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	دانشیار	دکتر سیدجعفر سیف آبادی	۱- استاد راهنمای اصلی
	استادیار	دکتر یزدان کیوانی	۲- استاد راهنمای دوم
	استاد	دکتر بهرام کاظمی	۳- استاد مشاور اول
	-----	-----	۴- استاد مشاور دوم
	دانشیار	دکتر حمیدرضا فرحمند	۵- استاد ناظر
	دانشیار	دکتر علی شعبانی	۶- استاد ناظر
	دانشیار	دکتر عبدالمحمد عابدیان	۷- استاد ناظر
	دانشیار	دکتر محمدرضا کلپاسی	۸- استاد ناظر
	دانشیار	دکتر عبدالمحمد عابدیان	۹- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی

## آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب **محمدصادق علوی یگانه** دانشجوی رشته شیلات ورودی سال تحصیلی ۸۷-۱۳۸۶ مقطع دکتری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا:.....

تاریخ: ۸۷.۶.۱۴.....

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته شیلات است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقایان دکتر سید جعفر سیف آبادی - دکتر یزدان کیوانی، مشاوره جناب آقایان دکتر بهرام کاظمی و Graham Petr Wallis از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه،

معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶: اینجانب محمدصادق علوی یگانه دانشجوی رشته شیلات مقطع دکتری تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به

آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: محمد صادق علوی یگانه

تاریخ و امضا: ۹۱، ۶، ۲۳

علوی یگانه



دانشکده علوم دریایی  
گروه شیلات  
رساله دکتری شیلات

عنوان:

# بیوسیستماتیک جنس آفانیوس با روشهای ریخت شناسی و ملکولی در فلات مرکزی ایران

نگارنده:

محمد صادق علوی یگانه

اساتید راهنما:

دکتر سید جعفر سیف آبادی - دکتر یزدان کیوانی

استاد مشاور:

دکتر بهرام کاظمی

تیر ۱۳۹۱

اگر شایسته باشد

**تقدیم به خانواده عزیزه**

**و**

**همسر گرامیه**

## تشکر و قدردانی

اکنون که به یاری فائق یکتا نگارش رساله دکتری خود را به پایان رسانده‌ام بر خود لازم می‌دانم از اساتید راهنمای گرانقدرم جناب آقای دکتر سید جعفر سیف آبادی و جناب آقای دکتر یزدان کیوانی تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین از زحمات بی دریغ اساتید مشاور خود جناب آقای دکتر بهرام کاظمی و دکتر Graham Wallis که علاوه بر راهنمایی‌های ارزشمند، از امکانات آزمایشگاهی تمت اختیار آنها بهره‌مند شده‌ام تشکر را دارم. از همکاری‌های صمیمانه کارشناسان محترم آزمایشگاه سرکار خانم دکتر مژگان بنده پور و دکتر Tania King نیز سپاسگزارم.

از اساتید داور آقایان علی شعبانی، دکتر حمید فرموند، دکتر محمد رضا کلباسی و دکتر عبدالمحمد(بدیان نیز تشکر می‌نمایم و برای همه اساتید، کارشناسان و دوستانی که در اجرای این تحقیق یاریگر بنده بودند و ذکر نام آنها در این مختصر نمی‌گنجد، آرزوی سلامتی و موفقیت دارم.

## چکیده:

شش جمعیت ناشناخته از کپوردندان ماهیان ایران متعلق به جنس *Aphanius* از فلات مرکزی ایران جهت تعیین جایگاه رده‌بندی آنها با استفاده از صفات ریختی و ملکولی با ۱۹ جمعیت متعلق به ۷ گونه شناخته شده (*A. farsicus*, *A. isfahanensis*, *A. mesopotamicus*, *A. pluristriatus*, *A. sophiae*, *A. vladykovi*, *A. dispar*, *A. ginaonis*) مورد مقایسه قرار گرفتند. پس از مقایسه دقیق الگوی رنگ‌آمیزی، ۳۵ صفت ریختی شامل ۲۲ صفت اندازه‌شی و ۱۳ صفت شمارشی مورد زیست‌سنجی قرار گرفت. همچنین توالی‌یابی کامل دو ژن میتوکندریایی Cyt-b و Co1 و توالی‌یابی ناحیه ژن هسته‌ای S7 صورت گرفته و با استفاده از روش‌های Bayesian Likelihood, Maximum Likelihood و شبکه پارسیمونی جهت بررسی جایگاه تبارشناسی جمعیت‌های ناشناخته در بین گونه‌های شناخته شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج تابع تشخیص بیانگر تطابق گروه‌بندی انجام شده با گروه‌بندی پیش‌بینی شده بر اساس صفات ریختی و کارایی این صفات در تفکیک گروه‌ها بود. تحلیل چندمتغیره با روش تحلیل به مؤلفه‌های اصلی و نیز خوشه‌بندی نیز بیانگر کارایی خوب صفات ریختی در تفکیک گروه‌ها در نمودار رسته‌بندی حاصل از مؤلفه‌های اول و دوم و دندروگرام ترسیمی بود. علی‌رغم وجود اختلاف معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) در مقایسه بین‌گروهی، به علت وجود همپوشانی مقادیر اغلب صفات اندازه‌شی و شمارشی، تنها صفات معدودی به عنوان صفات افتراقی قابل توجه بودند، اما در مقایسه الگوی رنگ‌آمیزی، صفات افتراقی قابل توجهی مشاهده شد. با توجه به جایگاه هاپلوتایپ‌های حاصل از توالی‌یابی ژن‌های جمعیت‌های ناشناخته در درخت‌های تبارشناسی و شبکه پارسیمونی و همچنین با توجه به صفات ریختی و فواصل جغرافیایی، واگرایی تکاملی جمعیت‌های چشمه علی دامغان، رود شور و قم‌رود به عنوان سه آرایه جدید در سطح گونه و جمعیت سد حنا به عنوان زیرگونه‌ای از کپوردندان صوفیه پیشنهاد گردید.

**کلمات کلیدی:** کپوردندان ماهیان، *Aphanius*، فلات مرکزی ایران، توالی‌یابی، Cyt-b، Co1، S7، ماهی

پرچمی، ماهی گورخری





## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
الف	فهرست مطالب
د	فهرست جدول‌ها
و	فهرست تصاویرها
۲	فصل اول - مقدمه و کلیات
۲	۱-۱ مقدمه
۷	۱-۱-۱ اهداف و سوالات تحقیق
۸	۲-۱-۱ فرضیه‌ها / پیش فرض‌ها
۸	۲-۱ کلیات
۸	۱-۲-۱ مشخصات خانواده کپوردندان ماهیان
۹	۲-۲-۱ جنس آفانیوس ( <i>Aphanius</i> Nardo, 1827)
۱۰	۳-۲-۱ گونه‌زایی در جنس آفانیوس
۱۴	۴-۲-۱ ویژگی‌های ریختی و زیست‌شناسی گونه‌های شناخته شده ایران
۱۴	۱-۴-۲-۱ کپوردندان فارس ( <i>Aphanius farsicus</i> Teimori, Esmaeili & Reichenbacher, 2011)
۱۵	۲-۴-۲-۱ کپوردندان اصفهان ( <i>Aphanius isfahanensis</i> Hrbek, Keivany & Coad, 2006)
۱۷	۳-۴-۲-۱ کپوردندان بین‌النهرین ( <i>Aphanius mesopotamicus</i> Coad, 2009)
۱۸	۴-۴-۲-۱ کپوردندان صوفیه ( <i>Aphanius sophiae</i> (Heckel, 1847)
۱۸	۵-۴-۲-۱ کپوردندان زاگرس ( <i>Aphanius vladykovi</i> Coad, 1988)
۲۰	۶-۴-۲-۱ کپوردندان باله‌بلند ( <i>Aphanius dispar</i> Ruppell, 1829)
۲۲	۷-۴-۲-۱ کپوردندان گنو ( <i>Aphanius ginaonis</i> (Holly, 1929)
۲۳	۳-۱ وضعیت حفاظتی و عوامل تهدید کننده کپوردندان ماهیان
۲۷	فصل دوم - مروری بر منابع
۲۸	۱-۲ مطالعات مبتنی بر صفات ریختی
۲۹	۲-۲ مطالعات مبتنی بر صفات ژنتیکی
۲۹	۱-۲-۲ توالی‌یابی ژن‌های مختلف
۳۱	۲-۲-۲ استفاده از سایر تکنیک‌های ژنتیکی
۳۱	۳-۲ مطالعات انجام شده بر روی کپوردندان ماهیان ایران
۳۳	فصل سوم - مواد و روشها

۳۴	۱-۳ مواد
۳۴	۲-۳ روشها
۳۵	۱-۲-۳ نمونه برداری
۳۶	۲-۲-۳ ارزیابی رابطه طول- وزن
۳۸	۳-۲-۳ اندازه گیری صفات ریختی
۴۱	۴-۲-۳ رنگ آمیزی استخوان
۴۲	۵-۲-۳ تحلیل صفات ریختی
۴۳	۶-۲-۳ مقایسه صفات ملکولی
۴۳	۱-۶-۲-۳ استخراج DNA
۴۴	۲-۶-۲-۳ بررسی کیفیت و کمیت DNA استخراج شده
۴۵	۳-۶-۲-۳ آغازگرها و شرایط واکنش زنجیره ای پلیمرز (PCR)
۴۷	۴-۶-۲-۳ بررسی کیفیت و کمیت محصول واکنش زنجیره ای پلیمرز
۴۸	۵-۶-۲-۳ توالی یابی محصول واکنش PCR
۴۸	۶-۶-۲-۳ تحلیل صفات ملکولی
۵۱	<b>فصل چهارم - نتایج</b>
۵۲	۱-۴ الگوی رنگ آمیزی در گونه های شناخته شده و جمعیت های ناشناخته
۵۲	۱-۱-۴ کیوردندان فارس <i>A. farsicus</i>
۵۳	۲-۱-۴ کیوردندان اصفهان <i>A. isfahanensis</i>
۵۳	۳-۱-۴ کیوردندان بین النهرین <i>A. mesopotamicus</i>
۵۴	۴-۱-۴ کیوردندان صوفیه <i>A. sophiae</i>
۵۴	۵-۱-۴ کیوردندان زاگرس <i>A. vladykovi</i>
۵۵	۶-۱-۴ کیوردندان باله بلند <i>A. dispar dispar</i>
۵۶	۷-۱-۴ کیوردندان گنو <i>A. ginaonis</i>
۵۶	۸-۱-۴ جمعیت های قم رود (گلپایگان و سد ۱۵ خرداد)
۵۹	۹-۱-۴ جمعیت های رود شور (حسن آباد و رباط کریم)
۶۰	۱۰-۱-۴ جمعیت چشمه علی دامغان
۶۰	۱۱-۱-۴ جمعیت سد حنا
۶۲	۲-۴-۲ رابطه طول- وزن
۶۶	۳-۴-۳ صفات شمارشی
۷۵	۴-۴-۴ صفات اندازه‌شی

۹۶	۵-۴ تابع تشخیص
۱۰۰	۶-۴ تحلیل خوشه‌ای
۱۰۳	۷-۴ نتایج ملکولی
۱۰۴	۱-۷-۴ توالی‌یابی ژن سیتوکروم b (Cyt-b)
۱۰۷	۲-۷-۴ توالی‌یابی ژن سیتوکروم اکسیداز c یا CoI
۱۱۰	۳-۷-۴ توالی‌یابی ژن S7
۱۱۴	۴-۷-۴ درخت تبارشناسی حاصل از ترکیب ژن‌ها
۱۱۶	۵-۷-۴ تحلیل با روش شبکه‌ای پارسیمونی
۱۱۸	۸-۴ آزمون همسویی داده‌های ریختی و ملکولی
۱۲۰	<b>فصل پنجم - بحث و نتیجه گیری</b>
۱۲۰	۱-۵ رابطه طول-وزن و الگوی رشد
۱۲۱	۲-۵ صفات ریختی
۱۲۴	۳-۵ صفات ملکولی
۱۲۹	۴-۵ تبارشناسی جغرافیایی در کپوردندان ماهیان ایران
۱۳۷	۵-۵ نتیجه‌گیری کلی
۱۴۰	۶-۵ کلید شناسایی کپوردندان ماهیان شناخته شده از ایران
۱۴۲	۷-۵ پیشنهادات پژوهشی
۱۴۲	۸-۵ پیشنهادات اجرایی
۱۴۳	<b>منابع</b>

## فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۱۳	جدول ۱-۱ تقسیم بندی دوران و دوره‌های زمین‌شناسی تا حدود ۳۰ میلیون سال قبل
۳۵	جدول ۱-۳ موقعیت جغرافیایی جمعیت های نمونه برداری شده از کپوردندان ماهیان ایران
۳۷	جدول ۲-۳ فهرست و توصیف ۲۲ صفت اندازه‌شی مورد استفاده در زیست‌سنجی
۳۸	جدول ۳-۳ فهرست و توصیف ۱۳ صفات شمارشی مورد استفاده در زیست‌سنجی
۳۹	جدول ۴-۳ فهرست و توصیف ۳۳ صفت نسبی اندازه‌شی مورد استفاده در زیست سنجی
۶۴	جدول ۱-۴ رابطه طول- وزن در ۱۹ جمعیت از کپوردندان ماهیان ایران
۶۹	جدول ۲-۴ دامنه و میانگین صفات شمارشی
۷۱	جدول ۳-۴ بار عاملی صفات در مؤلفه‌های اول، دوم و سوم از تحلیل صفات شمارشی در نرها
۷۲	جدول ۴-۴ بار عاملی صفات در مؤلفه‌های اول، دوم و سوم از تحلیل صفات شمارشی در ماده‌ها
۸۰	جدول ۵-۴ بار عاملی صفات در مؤلفه‌های اول، دوم و سوم از تحلیل صفات اندازه‌شی در نرها
۸۲	جدول ۶-۴ بار عاملی صفات در مؤلفه‌های اول، دوم و سوم از تحلیل صفات اندازه‌شی در ماده‌ها
۸۵	جدول ۷-۴ نتایج صفات اندازه‌شی برای ۱۲۰ فرد از ۶ جمعیت مختلف کپوردندان صوفیه ( <i>A. sophiae</i> ).
۸۶	جدول ۸-۴ نتایج صفات اندازه‌شی برای ۸۰ فرد از ۴ جمعیت مختلف کپوردندان زاگرس ( <i>A. vladykovi</i> ).
۸۷	جدول ۹-۴ نتایج صفات اندازه‌شی برای ۲۰ فرد (۱۰ نر و ۱۰ ماده) از کپوردندان پارس ( <i>A. farsicus</i> ).
۸۸	جدول ۱۰-۴ نتایج صفات اندازه‌شی برای ۲۰ فرد (۱۰ نر و ۱۰ ماده) از کپوردندان اصفهان ( <i>A. isfahanensis</i> ).
۸۹	جدول ۱۱-۴ نتایج صفات اندازه‌شی برای ۲۰ عدد (۱۰ نر و ۱۰ ماده) از کپوردندان بین‌النهرین ( <i>A. mesopotamicus</i> ).
۹۰	جدول ۱۲-۴ نتایج صفات اندازه‌شی برای ۵۰ عدد (۲۰ نر و ۳۰ ماده) از کپوردندان باله‌بلند ( <i>A. dispar</i> ).
۹۱	جدول ۱۳-۴ نتایج صفات اندازه‌شی برای ۲۰ عدد (۱۰ نر و ۱۰ ماده) از کپوردندان گنو ( <i>A. ginaonis</i> ).
۹۲	جدول ۱۴-۴ نتایج صفات اندازه‌شی برای ۴۰ عدد (۲۰ نر و ۲۰ ماده) از جمعیت کپوردندان قم‌رود ( <i>A. sp.</i> ).
۹۳	جدول ۱۵-۴ نتایج صفات اندازه‌شی برای ۴۰ عدد (۲۰ نر و ۲۰ ماده) از جمعیت کپوردندان رود شور ( <i>A. sp.</i> ).
۹۴	جدول ۱۶-۴ نتایج صفات اندازه‌شی برای ۲۵ عدد (۱۲ نر و ۱۳ ماده) از جمعیت چشمه علی دامغان ( <i>A. sp.</i> ).
۹۵	جدول ۱۷-۴ نتایج صفات اندازه‌شی برای ۲۲ عدد (۱۱ نر و ۱۱ ماده) از جمعیت سد حنا ( <i>A. sp.</i> ).

- جدول ۴-۱۸ نتایج درصد تطابق گروه بندی بر اساس محل صید (جمعیت) با گروه‌های واقعی بر اساس صفات ریختی ماهیان ۹۷
- جدول ۴-۱۹ نتایج تطابق طبقه‌بندی بر اساس گروه‌بندی جمعیت ها در قالب گونه‌های شناخته شده و جمعیت‌های ناشناخته با گروه‌های واقعی بر اساس صفات ریختی ماهیان ۹۸
- جدول ۴-۲۰ میانگین فواصل بین گونه‌ای و درون گونه‌ای برای گونه‌های شناخته شده و جمعیت‌های ناشناخته (در قالب گروه‌های مجزا) از کپوردندان ماهیان ایران بر مبنای تعداد جفت باز در توالی کامل ژن Cyt b ۱۰۵
- جدول ۴-۲۱ میانگین فواصل بین گونه‌ای و درون گونه‌ای برای گونه‌های شناخته شده و جمعیت‌های ناشناخته (در قالب گروه‌های مجزا) از کپوردندان ماهیان ایران بر مبنای فاصله دو عامله کیمورا در توالی کامل ژن Cyt b ۱۰۵
- جدول ۴-۲۲ میانگین فواصل بین گونه‌ای و درون گونه‌ای برای گونه‌های شناخته شده و جمعیت‌های ناشناخته (در قالب گروه‌های مجزا) از کپوردندان ماهیان ایران بر مبنای تعداد جفت باز در توالی کامل ژن CoI ۱۰۸
- جدول ۴-۲۳ میانگین فواصل بین گونه‌ای و درون گونه‌ای برای گونه‌های شناخته شده و جمعیت‌های ناشناخته (در قالب گروه‌های مجزا) از کپوردندان ماهیان ایران بر مبنای فاصله دو عامله کیمورا در توالی کامل ژن CoI ۱۰۸
- جدول ۴-۲۴ میانگین فواصل بین گونه‌ای و درون گونه‌ای برای گونه‌های شناخته شده و جمعیت‌های ناشناخته (در قالب گروه‌های مجزا) از کپوردندان ماهیان ایران بر مبنای تعداد جفت باز در توالی بخشی از ژن S7 ۱۱۱
- جدول ۴-۲۵ میانگین فواصل بین گونه‌ای و درون گونه‌ای برای گونه‌های شناخته شده و جمعیت‌های ناشناخته (در قالب گروه‌های مجزا) از کپوردندان ماهیان ایران بر مبنای فاصله دو عامله کیمورا در توالی بخشی از ژن S7 ۱۱۲
- جدول ۴-۲۶ نتایج آزمون Homogeneity Partition برای سه جایگاه توالی یابی شده ۱۱۴
- جدول ۴-۲۷ میزان همبستگی (R) ماتریس‌های فواصل ریختی و ملکولی ۱۱۸

## فهرست تصویرها

صفحه	عنوان
۸	تصویر ۱-۱ نمای عمومی اعضای خانواده کپوردندان ماهیان
۱۱	تصویر ۱-۲ گونه‌زایی جنس آفانیوس با جداافتادگی دو نیای شبه <i>A. dispar</i> و <i>A. fasiatus</i> در دو شاخه شرقی و غربی با نفوذ به حاشیه و حدفاصل صفحات تکتونیکي همزمان با بسته شدن دریای تتیس و در فاصله زمانی اواسط دوره الیگوسن تا اوایل دوره پلیوسن
۱۴	تصویر ۱-۳ پراکنش گونه‌های شناخته شده و ناشناخته جنس آفانیوس در فلات ایران (گوشه سمت چپ: موقعیت فلات مرکزی ایران)
۴۰	تصویر ۳-۱ فواصل اندازه‌گیری شده بر روی بدن
۴۰	تصویر ۳-۲ فواصل اندازه‌گیری شده بر روی سر
۴۲	تصویر ۳-۳ نمونه‌ای از ماهی رنگ‌آمیزی شده جهت صفات شمارشی استخوانی
۴۵	تصویر ۳-۴ تصویر ژل آگاروز ۱٪ پس از بارگیری DNA استخراج شده و الکتروفورز (الف). اسپکترومتر
۴۷	تصویر ۳-۵ محصول واکنش PCR بر روی ژل آگارز ۱/۵٪ در کنار نشانگر ملکولی (سمت راست)
۴۸	تصویر ۳-۶ دستگاه توالی یاب مدل ABI 3730xl DNA Analyser
۵۸	تصویر ۴-۱ تصویر افراد نر و ماده گونه‌های شناخته شده از کپوردندان ماهیان ایران
۶۲	تصویر ۴-۲ تصویر نمونه‌های نر و ماده مربوط به چهار جمعیت ناشناخته از کپوردندان ماهیان ایران
۷۱	تصویر ۴-۳ نمودار پراکنش جمعیت‌های جدا شده بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات شمارشی در افراد نر کپوردندان ماهیان ایران
۷۲	تصویر ۴-۴ نمودار پراکنش جمعیت‌های جدا شده بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات شمارشی در افراد ماده کپوردندان ماهیان ایران
۷۳	تصویر ۴-۵ نمودار پراکنش جمعیت‌های جدا شده بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات شمارشی در افراد نر کپوردندان ماهیان ایران به جز جمعیت‌های مربوط به گنو و گونه باله
۷۴	تصویر ۴-۶ نمودار پراکنش جمعیت‌های جدا شده بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات شمارشی در افراد ماده کپوردندان ماهیان ایران به جز جمعیت‌های مربوط به گنو و گونه باله
۷۹	تصویر ۴-۷ نمودار پراکنش جمعیت‌های جدا شده بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی صفات اندازه‌گیری افراد نر کپوردندان ماهیان ایران
۸۱	تصویر ۴-۸ نمودار پراکنش جمعیت‌های جدا شده بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی صفات اندازه‌گیری افراد ماده کپوردندان ماهیان ایران
۸۳	تصویر ۴-۹ نمودار پراکنش جمعیت‌های جدا شده بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی صفات اندازه‌گیری در افراد نر کپوردندان ماهیان ایران به جز جمعیت‌های مربوط به گنو و گونه باله‌بلند
۸۴	تصویر ۴-۱۰ نمودار پراکنش جمعیت‌های جدا شده بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی صفات اندازه‌گیری در افراد ماده کپوردندان ماهیان ایران به جز جمعیت‌های مربوط به گنو و گونه باله‌بلند

- تصویر ۴-۱۱ نمودار پراکنش سه بعدی برای افراد نر (بالا) و ماده (پایین) بر مبنای سه مؤلفه اصلی تابع تشخیص ۹۹
- تصویر ۴-۱۲ دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward با استفاده از صفات اندازه‌شی و شمارشی در افراد جنس نر کپوردندان ماهیان ایران ۱۰۱
- تصویر ۴-۱۳ دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward با استفاده از صفات اندازه‌شی و شمارشی در افراد جنس ماده کپوردندان ماهیان ایران ۱۰۲
- تصویر ۴-۱۴ درخت روابط تبارشناسی بر مبنای توالی کامل ژن Cyt-b ۱۰۶
- تصویر ۴-۱۵ درخت روابط تبارشناسی بر مبنای توالی کامل ژن Co1 ۱۰۹
- تصویر ۴-۱۶ درخت روابط تبارشناسی بر مبنای توالی بخشی از ژن S7 ۱۱۳
- تصویر ۴-۱۷ درخت روابط تبارشناسی بر مبنای ترکیب توالی کامل ژن Cyt-b، توالی کامل ژن Co1 و توالی بخشی از ژن S7 ۱۱۵
- تصویر ۴-۱۸ شبکه‌های هاپلو تایپ‌ها برای ژنهای Co1 و Cyt-b با ۹۵ درصد احتمال اتصال پارسیمونی ۱۱۷





# مقدمه و کلیات

## فصل اول: مقدمه و کلیات

### ۱-۱ مقدمه

حفاظت از تنوع زیستی و تمایز جمعیت‌ها دو هدف اصلی در برنامه‌های مدیریت حیات وحش محسوب می‌شوند. شناخت تبارشناسی جغرافیایی<sup>۱</sup> در محدوده پراکنش گونه‌ها، جهت درک نحوه تکامل و جغرافیای زیستی آنها اهمیت دارد (Meffe, 1994). ایران یکی از کانون‌های اصلی تنوع جنس آفانیوس در جهان می‌باشد و اگر مرزهای سیاسی کشور را به عنوان یک واحد زیست جغرافیایی در نظر بگیریم، بیشترین تنوع گونه‌ای یعنی ۸ گونه از ۲۸ گونه شناخته شده از این جنس پس از ترکیه، در ایران زیست می‌کنند که دو گونه از آنها طی سال‌های اخیر توصیف شده‌اند (Hrbek, et al., 2006; Coad, 2009). به نظر می‌رسد ایران، ماهیگان<sup>۲</sup> متنوع‌تری نسبت به آنچه تاکنون شناخته شده را دارا باشد که این تنوع در ارتباط با شکل‌گیری واحدهای زمین‌شناسی پیچیده آن می‌باشد (Hrbek, et al., 2006).

مطالعات نشان می‌دهد که علاوه بر گونه‌های شناخته شده از جنس آفانیوس از آب‌های داخلی، یعنی *A. vladkovi* و *A. sophiae*، *A. pluristriatus*، *A. isfahanensis*، *A. farsicus* جمعیت‌های دیگری ممکن است به عنوان گونه از فلات مرکزی ایران شناسایی شوند. این جمعیت‌ها که با پراکنش ناهمجا<sup>۳</sup> در حوضه‌های جدا افتاده داخلی محدود شده‌اند، گاهی از نظر الگوی رنگ‌آمیزی، صفات شمارشی<sup>۴</sup> و اندازشی<sup>۵</sup> تفاوت‌هایی را نسبت به دیگر جمعیت‌های آفانیوس از خود نشان می‌دهند (Coad, 1996; 2000).

از جمله جمعیت‌های ناشناخته می‌توان به جمعیتی در چشمه علی در نزدیکی شهر دامغان در استان سمنان اشاره کرد. این جمعیت در مقایسه با نمونه‌های حوضه کر (محل تیپ) از گونه کپوردندان

<sup>1</sup> Phylogeography

<sup>2</sup> Fish Fauna

<sup>3</sup> Allopatric

<sup>4</sup> Meristics

<sup>5</sup> Morphometrics

صوفیه *A. sophiae* دارای هیچ صفت متمایز کننده منحصر به فردی نمی‌باشد، اما در مقایسه آماری ویژگی‌های ریختی نمونه‌های این دو حوضه، نمودار پراکنندگی حاصل از مؤلفه‌های اصلی<sup>۱</sup>، کاملاً جدا شده و در مقایسه صفات با آزمون *t-test*، ۲۳ صفت از ۳۵ صفت در بین نرها و ۱۵ صفت از ۳۴ صفت در بین ماده‌های این دو گروه دارای اختلاف معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) بود (Coad and Abdoli, 2000). مطالعات معدودی در ارتباط با زیست‌شناسی جمعیت کپوردندان رودشور انجام شده است که محقق بدون اشاره به مدارک خاصی از آن به عنوان کپوردندان صوفیه *A. sophiae* یاد نموده است. هیچ مطالعه‌ای در ارتباط با جایگاه رده‌بندی جمعیت‌های کپوردندان رود شور، قهرود و سد حنا در حوضه فلات مرکزی ایران انجام نشده است.

پیش از این تصور می‌شد بیشترین تنوع گونه‌ای این جنس متعلق به فلات آناتولی ترکیه باشد، اما با توصیف گونه‌های جدید مشخص شد که تنوع به سمت ایران افزایش می‌یابد. موارد مشابه این حالت در ارتباط با دیگر آرایه‌های جانوری همچون کپورماهیان زیرخانواده *Leuciscinae* (Hrbek et al., 2004)، سمندرهای حقیقی (Weisrock et al., 2001) و مارمولک‌های آگامید (Macey et al., 2000) نیز گزارش شده است. برخلاف مطالعات زیادی که بر روی رده‌بندی گونه‌های این جنس در منطقه مدیترانه و کشور ترکیه صورت گرفته، تحقیقات محدودی بر روی جمعیت‌های آفانیوس در ایران انجام شده است (Hrbek et al., 2006).

کپوردندان‌ماهیان به طور ویژه‌ای برای مطالعات ریزتکاملی<sup>۲</sup> مناسب می‌باشند زیرا الگوی تنوع جغرافیایی و ساختار ژنتیکی در جمعیت‌های آنها در ارتباط با فرایندهای سازشی و در پاسخ به شرایط اکولوژیک محیط می‌باشد (Villwock, 1976). یکی از ویژگی‌های زیستی گونه‌های جنس آفانیوس، تحرک محدود (تخم‌های بنتیک و فقدان مراحل لاروی پلانکتونیک) می‌باشد که خود از عوامل مهم در تشدید قطع جریان ژنی بین جمعیت‌های مختلف محسوب می‌گردد (Triantafyllidis et al., 2007) و از

<sup>1</sup> Principal Component Analysis (PCA)

<sup>2</sup> Microevolutionary