

## بررسی دوشکلی جنسی و تنوع ریخت‌شناختی زردپره سرسرخ (*Emberiza bruniceps*) در منطقه دورگه‌زایی با زردپره سرسیاه (*Emberiza melanocephala*) در فلات ایران

علی غلامحسینی<sup>۱\*</sup>، منصور علی‌آبادیان<sup>۲</sup> و جمشید درویش<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

<sup>۲</sup> مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، مرکز پژوهشی جانورشناسی کاربردی، گروه پژوهشی نوآوری‌های زیستی جانوری

<sup>۳</sup> مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، مرکز پژوهشی جانورشناسی کاربردی، گروه پژوهشی جوته‌شناسی

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۱۹

### چکیده

نفوذ ژن از گونه‌ای به گونه دیگر به علت دورگه‌زایی از جمله مکانیسم‌های مهمی است که بر تغییرات درون گونه‌ای اثر می‌گذارد و ممکن است باعث ایجاد صفات جدیدی بخصوص در ناحیه دورگه‌زایی شود. زردپره سرسرخ (*Emberiza bruniceps*) و زردپره سرسیاه (*Emberiza melanocephala*) (راسته گنجشک‌سانان) در جنوب شرق دریای خزر دارای ناحیه دورگه‌زایی هستند. در این مطالعه به منظور بررسی دوشکلی جنسی و تغییرات درون گونه‌ای زردپره سرسرخ و نیز بررسی اثرات دورگه‌زایی بر صفات خاص گونه‌ای، ۸۱ نمونه (۵۷ نر و ۲۴ ماده) با استفاده از تور پرنده‌گیری از فلات ایران جمع‌آوری شد و ۱۵ صفت کمی و ۹ صفت رنگی اندازه‌گیری و آنالیز شد. آزمون t مستقل و تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) در نرم افزار SPSS و PAST تفاوت معنی‌داری را در صفات کمی، بین جنس نر و ماده نشان داد. همچنین آنالیز صفات رنگی جنس نر با استفاده از نرم افزارهای PHYLIP و PAUP وجود چهار الگوی رنگی اصلی را در این گونه آشکار کرد. نتایج نشان داد بسیاری از نمونه‌های دورگه نسل اول از نمونه‌های خالص با استفاده از صفات کمی و به خصوص صفات کیفی قابل شناسایی هستند.

واژه‌های کلیدی: زردپره سرسرخ، زردپره سرسیاه، هیبریداسیون، همجوار، ناحیه تماس

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۵۱-۳۸۷۶۲۲۲۷، پست الکترونیکی: gholamhosseini@gmail.com

### مقدمه

سرسیاه *Emberiza melanocephala* Scopoli, 1769 در قسمت‌های جنوب‌شرق دریای خزر است که باعث ایجاد تنوعات ریختی حدواسط و ناشناخته‌ای در این منطقه شده است (۱۹، ۲۱). شناسایی دقیق و بدون خطای نمونه‌های دورگه از نمونه‌های خالص، بدون شناخت تنوعات درون گونه‌ای گونه‌های والد امکان‌پذیر نیست. در این مطالعه تغییرات ریختی درون گونه‌ای زردپره سرسرخ در محدوده تولیدمثلی آن در ایران به عنوان یکی از گونه‌های والد در ایجاد دورگه‌ها، بررسی شده است. مطالعه قدیمی

تنوع درون گونه‌ای علل مختلفی دارد که در تاریخچه تکاملی گونه نهفته است. نفوذ ژنها از گونه‌ای به گونه دیگر در اثر دورگه‌زایی (Hybridization) از مهمترین علل ایجاد تنوعات درون گونه‌ای به خصوص در ناحیه دورگه‌زایی می‌باشد (۱۸). نواحی تماس پراکنشی و دورگه‌زایی در رده پرنندگان نسبتاً وسیع است و بین ۱۰ تا ۱۹ درصد گزارش شده است (۱۴، ۱۵). از جمله موارد تماس گونه‌ها که منجر به ایجاد افراد دورگه گردیده، دورگه‌زایی بین زردپره سرسرخ *Emberiza bruniceps* Brandt, 1841 و زردپره

ایران، کشورهای حوضه دریای مدیترانه تا جنوب‌شرق اروپاست (۸ و ۱۰). این دو گونه در جنوب‌شرق دریای خزر با هم ایجاد افراد دورگه می‌نمایند که براساس مطالعه هافر (Haffer) در سال ۱۹۷۷ و نیز مطالعه حاضر، عمده محدوده دو رگه‌زایی در نیمرخ جنوبی رشته کوه‌های البرز و در استان سمنان واقع شده است. غالباً در مورد بعضی نمونه‌های زردپره سرسرخ در نواحی همپوشانی این سوال مطرح است که آیا تغییرات موجود در رنگ پر و بال این نمونه‌ها مربوط به تغییرات درون گونه‌ای است یا اینکه این نمونه‌ها دورگه هستند. بنابراین بررسی تنوعات فنوتیپی درون گونه‌ای مربوط به گونه‌های والد برای تشخیص ریخت‌شناختی نمونه‌های دورگه در ناحیه دورگه‌گیری و اخذ تصمیمات صحیح آرایه‌شناختی حائز اهمیت است. خصوصاً در مواردی که نمونه‌های دورگه با گونه‌های والد آمیزش بازگشتی داشته باشند، جهت تشخیص ریختی نمونه‌ها با مشکلاتی مواجه هستیم. شناسایی محدوده تغییرات ریختی در ناحیه دورگه‌زایی و شناخت صفات متغیر به شناسایی دورگه‌ها از نمونه‌های خالص کمک خواهد نمود.

### مواد و روشها

**نمونه برداری:** تعداد ۸۱ نمونه زردپره سرسرخ بالغ شامل ۵۷ نمونه نر و ۲۴ نمونه ماده در بهار و تابستان ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در طی ۶۲ روز عملیات میدانی از قسمت وسیعی از محدوده تولیدمثلی این گونه در شمال و شمال‌شرق ایران و نیز افغانستان (اطراف کابل) جمع‌آوری گردید. در هر ایستگاه با نصب تور پرنده‌گیری با چشمه تور ۱۶ میلی‌متر و دستگاه پخش صوت اقدام به زنده‌گیری نمونه‌ها شد و پس از اندازه‌گیری ۱۵ صفت ریختی، از نمونه‌ها عکس-برداری شد. محل جمع‌آوری نمونه‌ها در شکل (۱) آرایه گردیده است. در کل نمونه‌برداری در شش ترانسکت صورت گرفت که شامل چهار ترانسکت در خارج محدوده دو رگه‌زایی و دو ترانسکت در داخل محدوده دورگه‌زایی

بر روی پنج گونه زردپره نشان داده است که گونه‌های تک همسرگزین، دوشکلی شدید ریختی دارند ولی از نظر اندازه، اختلاف کمی را نشان می‌دهند (۹). لذا در این مطالعه با توجه به سیستم تک همسری زردپره سرسرخ و داشتن دوشکلی جنسی، جدایی جنس نر و ماده نیز براساس برخی صفات کمی بررسی شده است.

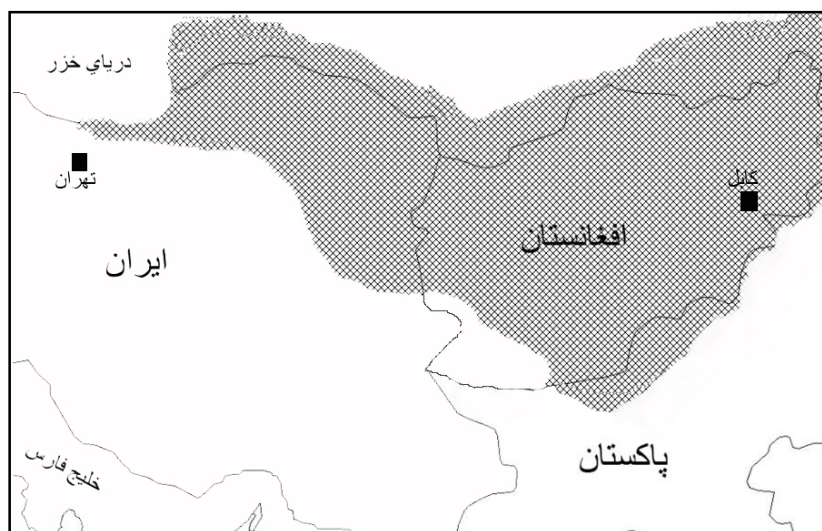
زردپره سرسرخ *Emberiza bruniceps* Brandt, 1841 متعلق به جنس *Emberiza*، خانواده زردپره‌ها (Emberizidae) و راسته گنجشک‌سانان (Passeriformes) می‌باشد (۱۱). خانواده زردپره‌ها در مناطق جغرافیایی هولوارکتیک، نئوتروپیکال، افروتروپیکال و اورینتال پراکنش دارند و اغلب زیستگاه‌های باز، نیمه باز و حاشیه جنگل را برای زیست ترجیح می‌دهند. این خانواده دارای ۷۶ جنس و ۳۲۶ گونه می‌باشد. از این تعداد گونه، تنها ۳۵ گونه در اوراسیا وجود دارند که همگی به استثنای چهارگونه در جنس زردپره (*Emberiza*) قرار می‌گیرند (۱۱). در ایران از این جنس تاکنون ۱۷ گونه گزارش شده است (۲۴) گرچه در مورد حضور بعضی از این گونه‌ها ابهاماتی وجود دارد (۴، ۱۷، ۲۲ و ۲۵).

زردپره سرسرخ در حدود ۱۵ تا ۱۶/۵ سانتیمتر طول دارد. در پرنده نر بالغ، سر، صورت، گلو و سینه قرمز قهوه‌ای و زیر تنه و دمگاه زرد است. رو تنه راه راه و زمینه آن مایل به سبز زیتونی است. پرنده ماده بالغ دارای سر قهوه‌ای رنگ، رو تنه دارای رگه‌های قهوه‌ای، دمگاه زرد مایل به سبز، زیر تنه زرد کم رنگ است. بنابراین پرنده نر و ماده از نظر الگوی پرآرایی (plumage)، متفاوت و نیز نر دارای تغییرات فصلی است (۱۰).

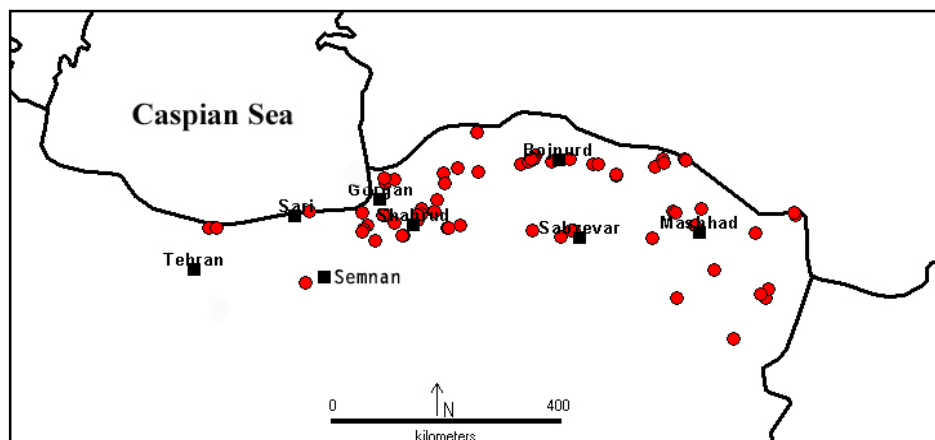
ناحیه پراکنش تولیدمثلی زردپره سرسرخ شامل ناحیه محدود شده بین رودخانه اورال، جنوب کوه‌های آلتای، غرب زینیانگ (Xinjiang) و شمال‌شرق ایران می‌باشد. از طرفی ناحیه پراکنش تولیدمثلی زردپره سرسبزه شامل قسمت‌های زیادی از ایران، کشورهای همسایه شمال‌غرب

ترانسکت در محدوده دورگه‌زایی یکی در استان سمنان (مسیر دره بسطام- شاهرود- دامغان- سمنان- گرمسار) و دیگری در استان گلستان و مازندران (مسیر گرگان تا نوشهر) در نظر گرفته شد. در طول این ترانسکت‌ها علاوه بر نمونه‌برداری، از تعداد زیادی از زردپره‌ها عکس تهیه شد و نمونه‌ها از نظر تغییرات رنگ‌آمیزی پر و بال بررسی شدند.

بود. نمونه‌برداری از نمونه‌های خالص در ایران از استان‌های خراسان رضوی، خراسان شمالی و گلستان در چهار ترانسکت از سمت شرق به غرب صورت گرفت (ترانسکت اول مسیر سرخس- مشهد- سبزوار، ترانسکت دوم مسیر درگز- لطف‌آباد، ترانسکت سوم در مسیر قوچان- بجنورد- آشخانه- چمن‌بید- گرگان و ترانسکت چهارم مسیر تربت‌جام- تربت‌حیدریه) و همچنین دو



الف



ب

شکل ۱- الف) محدوده تقریبی پراکنش زردپره سرسرخ در فلات ایران - ب) ایستگاه‌های نمونه برداری زردپره سرسرخ در شمال و شمال‌شرق ایران.

شاخص دیگری برای بررسی تفاوت اندازه بدن نر و ماده اندازه‌گیری گردید. آزمون Levene برای بررسی همگنی واریانس بین گروه‌ها به کار گرفته شد. سپس نمونه‌های نر در دو گروه اصلی - نمونه‌های خارج از ناحیه دورگه‌زایی و نمونه‌های داخل ناحیه دورگه‌زایی - قرار گرفتند. دسته بندی نمونه‌ها با استفاده از تجزیه و تحلیل تشخیصی کانونی انجام شد.

**آنالیز صفات پراپری:** از آنجا که تشخیص ریختی نمونه‌های ماده دو گونه زردپره سرسرخ و سرسیاه از هم مشکل می‌باشد و افراد دورگه معمولاً براساس ریخت ظاهری نرها تشخیص داده می‌شوند لذا فقط خصوصیات صفات رنگی نرها بررسی شد. نه صفت رنگی شامل داشتن یا نداشتن طوق زرد، رنگ ناحیه سر، پشت گردن، گوشپرها، پشت بدن (از نظر رنگ و خطوط تیره)، دمگاه، بالای سینه تا گلو (از نظر رنگ و وسعت) به دقت به صورت مقایسه‌ای بررسی شد. هر صفت به صورت جداگانه براساس میزان تنوعات رنگی به صورت عددی و گسسته کدبندی شدند. بدین معنی که تغییر از یک حالت به حالت دیگر صفت به منزله یک افزایش در رتبه عددی فرض شد و حالات به گونه‌ای انتخاب شدند که همپوشانی نداشته باشند. همه صفات به صورت هم وزن وارد آنالیز شدند. از زردپره سرخاکستری به عنوان برون گروه استفاده شد. مشخصات صفات به همراه حالات و کدهای مربوط به آنها در جدول (۱) ارایه گردیده است.

**اندازه‌گیری صفات ریختی:** تعداد ۱۲ صفت ریخت-شناختی ظاهری شامل طول بال، طول دم، عرض منقار، ارتفاع منقار، طول منقار از پایه، طول منقار از جلو بینی، طول منقار از عقب بینی، طول تارسوس، ضخامت عرضی تارسوس، ضخامت ساجیتال تارسوس، طول انگشت میانه و طول ناخن انگشت میانه بر اساس روش علی آبادیان و همکاران (۲۰۰۷) با کولیس دیجیتالی و با دقت یک دهم میلیمتر اندازه‌گیری شد (۵). همچنین نسبت‌های طول دم به طول بال، طول تارسوس به طول بال، طول منقار (از عقب بینی) به ارتفاع منقار محاسبه شد.

**روش‌های آماری برای آنالیز صفات کمی:** در این تحقیق از روش تحلیل تک متغیره تی مستقل (Independent sample T test) و چند متغیره تحلیل مولفه‌های اصلی (Principal Component Analysis) و تجزیه و تحلیل تشخیصی کانونی (Canonical Discriminant Function) استفاده شد. فقط افراد بالغ در تجزیه و تحلیل آماری وارد شدند تا اثر تغییرات آلومتریک مرتبط با رشد به حداقل برسد. برای بررسی وضعیت نرمال بودن متغیرها، از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف استفاده شد. برای هر صفت اندازه‌گیری شده میانگین، محدوده تغییرات، انحراف معیار و میانگین خطای استاندارد در نرم افزار SPSS 16.0 محاسبه شد (۲۶). برای آزمون دو ریختی جنسی به منظور بررسی جدایی میانگین‌ها از آزمون t مستقل و جهت دسته بندی نمونه‌های نر و ماده از تحلیل مولفه‌های اصلی استفاده شد. همچنین وزن به عنوان

جدول ۱- صفات رنگی کد گذاری شده و حالت‌های صفات استفاده شده در این مطالعه

#### طوق کاملاً زرد

ندارد (۰)، دارد (۱)

#### سر

قرمز قهوه‌ای (۰)، متمایل به زرد (۱)

#### پشت گردن

زیتونی (۰)، زیتونی-زرد (۱)، زرد (۲)، زرد مایل به قرمز (۳)

#### زمینه پشت بدن

زیتونی- زرد (۰)، زیتونی- قهوه‌ای (۱)، قهوه‌ای (۲)

خطوط تیره پشت بدن

زیاد (۰)، کم (۱)، بدون خطوط تیره (۲)

دمگاه

زرد (۰)، زرد- خاکستری (۱)، زرد- قهوه‌ای (۲)

گوشپرها

مایل به قرمز (۰)، قرمز مایل به سبز (۱)، متمایل به سیاه (۲)

گلو و بالای سینه

قرمز تیره (۰)، قرمز رنگ پریده (۱)

وسعت قرمزی گلو و بالای سینه

وسیع (۰)، تحلیل رفته (۱)

به طول بال ( $P=0.00$ ) تفاوت معنی‌داری را بین جنس نر و ماده نشان می‌دهند.

تحلیل مولفه‌های اصلی بر روی متغیرها و براساس معیار به کار گرفته شده (مقدار ویژه بیش از یک) منجر به ایجاد چهار مولفه اصلی گردید. نتایج نشان می‌دهد مولفه‌های اول تا چهارم به ترتیب  $73/09$  (مقدار ویژه  $85/05$ )،  $15/37$  (مقدار ویژه  $17/89$ )،  $8/36$  (مقدار ویژه  $9/37$ ) و  $1/4$  (مقدار ویژه  $1/64$ ) درصد تغییرات و در مجموع سه مولفه اول  $96/82$  درصد تغییرات را توجیه می‌کند (شکل ۲). نتایج آزمون کرویت بارتلت معنی‌دار بود. جدول میزان اشتراک اولیه و بعد از استخراج عامل‌ها بیانگر توانایی عامل‌های تعیین شده در تبیین واریانس صفات بود. نتایج نشان داد از مهمترین عوامل جداکننده طول دم به طول بال می‌باشد. میانگین وزنی برای جنس نر  $2/32 \pm 21/04$  گرم و برای جنس ماده  $2/86 \pm 18/22$  گرم بدست آمد. به عبارتی جنس نر  $1/15$  برابر از جنس ماده سنگین‌تر است.

آنالیز تجزیه و تحلیل تشخیصی کانونی جمعیت‌های زردپره‌های سرسرخ نر در دو گروه اصلی خارج از ناحیه دورگه‌زایی و داخل ناحیه دورگه‌زایی (دارای چند گروه) نشان می‌دهد که جمعیت‌ها حدود ۷۱ درصد صحیح گروه-بندی شده‌اند. تابع اول  $48/7$  و تابع دوم  $23/7$  واریانس را شامل می‌شود.

در نهایت آنالیز ماتریس صفات کدبندی شده در نرم افزار PHYLIP 3.60 و با استفاده از برنامه Clique انجام شد (۱۳). همچنین آنالیز داده‌ها پس از تشکیل ماتریس داده‌ای به کمک نرم افزار PAUP نسخه 4b10 (۲۷) با استفاده از روش حداکثر پارسیمونی، روش جستجوی heuristic و تکنیک Tree bisection and reconnection (TBR) انجام شد. به منظور ارزیابی حدود اطمینان شاخه‌ها روش بوت استرپ به کار گرفته شد. در نهایت درخت اجماع (50%) ارائه گردید.

## نتایج

نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنف نشان داد تمام متغیرها در هر دو جنس توزیعی تقریباً نرمال نشان می‌دهند. بررسی توصیفی صفات در جدول (۲) ارائه گردیده است. آنالیز توصیفی صفات نشان داد که نرها و ماده‌ها براساس برخی صفات ریخت‌سنجی از جمله طول بال و طول دم متفاوت هستند و این متغیرها در جنس نر اندازه بزرگتری را نشان می‌دهند.

آزمون t مستقل (در سطح معنی‌داری  $p < 0.05$ ) نشان داد از بین متغیرهای اندازه‌گیری شده طول بال ( $P=0.00$ )، طول دم ( $P=0.00$ )، طول منقار از پایه ( $P=0.05$ )، طول منقار از عقب بینی ( $P=0.00$ )، طول منقار از جلو بینی ( $P=0.00$ ) و نسبت‌های طول دم به طول بال ( $P=0.00$ ) و طول تارسوس

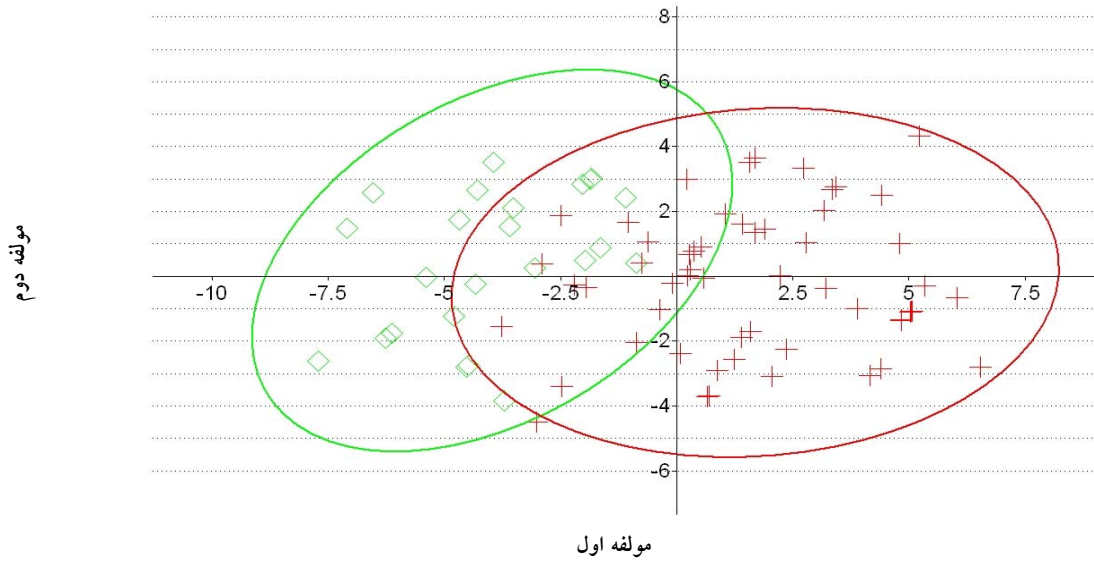
جدول ۲- محدوده تغییرات صفات اندازه‌گیری شده (برحسب میلیمتر) در زردپره سرسرخ به تفکیک جنسیت

جنسیت	صفت	حداقل	حداکثر	میانگین	میانگین خطای استاندارد	انحراف معیار
ماده	طول بال	۷۸	۸۴	۸۱/۱۲	۰/۳۲	۱/۵۹
	طول دم	۶۱	۶۸	۶۴/۹۵	۰/۵۳	۲/۴۹
	منقار از پایه	۱۲	۱۴/۷۳	۱۳/۲۵	۰/۱۵	۰/۷۴
	منقار از عقب بینی	۱۰/۴۶	۱۲	۱۱/۱۷	۰/۰۸	۰/۴۲
	منقار از جلو بینی	۸/۲۴	۹/۹۴	۹/۱۳	۰/۰۸	۰/۴۰
	عرض منقار	۶/۵۰	۷/۹۶	۷/۲۴	۰/۰۸	۰/۳۹
	ارتفاع منقار	۶/۷۴	۷/۷۱	۷/۱۹	۰/۰۵	۰/۲۷
	طول تارس	۱۹	۲۲/۸۷	۲۰/۸۹	۰/۲۲	۱/۱۰
	عرض تارس	۱/۱۹	۱/۵۰	۱/۳۵	۰/۰۱	۰/۰۸
	ساجیتال تارس	۱/۸۰	۲/۳۰	۲/۰۳	۰/۰۳	۰/۱۶
	طول انگشت میانه	۱۳/۸۰	۱۷	۱۵/۳۸	۰/۱۷	۰/۸۵
	طول ناخن انگشت میانه	۵/۲۷	۶/۷	۵/۹۵	۰/۰۸	۰/۴۰
	۱۰۰*(طول بال/طول دم)	۷۳/۴۹	۸۵	۸۰/۰۶	۰/۶۶	۳/۱۱
	۱۰۰*(طول بال/طول تارس)	۲۳/۸۵	۲۸/۲۳	۲۵/۷۵	۰/۲۳	۱/۱۶
۱۰۰*(ارتفاع منقار/طول منقار)	۱۴۲/۳	۱۶۸/۸	۱۵۵/۳	۱/۲۹	۶/۲۲	
نر	طول بال	۸۲	۹۲	۸۶/۵۴	۰/۳۲	۲/۴۵
	طول دم	۶۱	۷۲	۶۶/۵۷	۰/۳۰	۲/۲۷
	منقار از پایه	۱۲	۱۵/۵۵	۱۳/۷۴	۰/۱۲	۰/۹۵
	منقار از عقب بینی	۱۰/۴۰	۱۳	۱۱/۶۶	۰/۰۸	۰/۶۰
	منقار از جلو بینی	۸/۷۰	۱۰/۸۸	۹/۷۳	۰/۰۶	۰/۵۲
	عرض منقار	۶/۲۴	۸/۲۵	۷/۲۷	۰/۰۶	۰/۴۷
	ارتفاع منقار	۶/۷۶	۷/۸۰	۷/۲۲	۰/۰۳	۰/۲۴
	طول تارس	۱۹/۴۵	۲۲/۷۳	۲۱/۱۳	۰/۰۹	۰/۷۰
	عرض تارس	۱/۱۸	۱/۶۱	۱/۳۸	۰/۰۱	۰/۱۰
	ساجیتال تارس	۱/۷	۲/۳۰	۲/۰۲	۰/۰۱	۰/۱۳
	طول انگشت میانه	۱۴	۱۷	۱۵/۶۳	۰/۱۰	۰/۷۶
	طول ناخن انگشت میانه	۵/۱۴	۷	۵/۹۴	۰/۰۶	۰/۴۶
	۱۰۰*(طول بال/طول دم)	۷۱/۷۴	۸۲/۳۵	۷۹/۹۴	۰/۴۰	۳/۰۵
	۱۰۰*(طول بال/طول تارس)	۲۱/۶۱	۲۶/۴۳	۲۴/۴۴	۰/۱۴	۱/۰۶
۱۰۰*(ارتفاع منقار/طول منقار)	۱۴۳/۵	۱۸۲/۶	۱۶۱/۶	۱/۳۷	۱۰/۰۱	

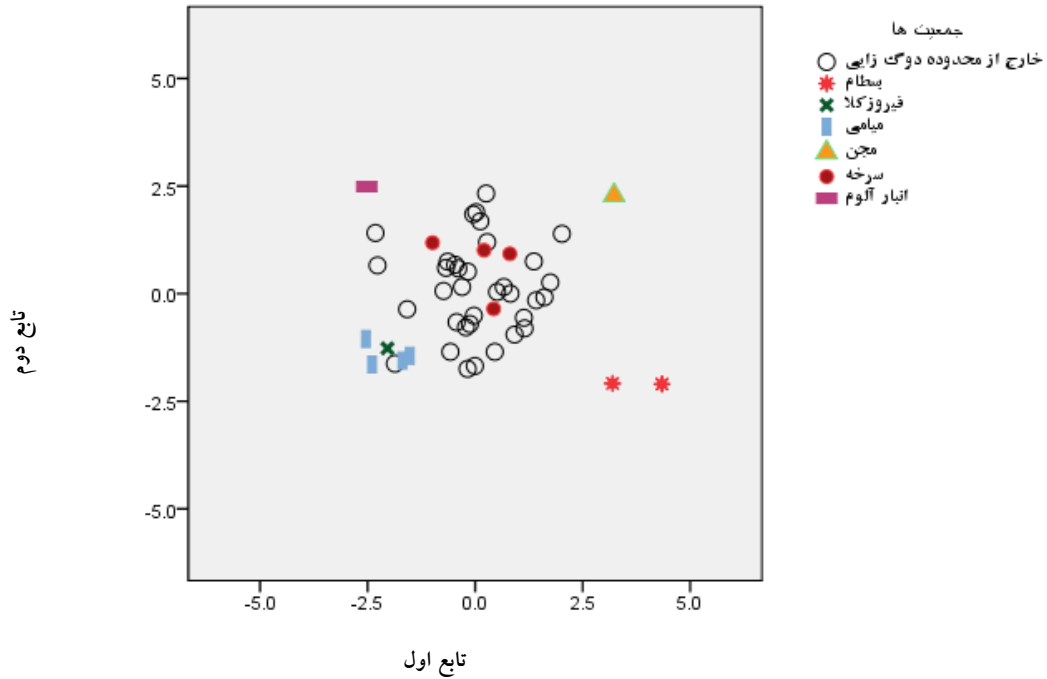
نیز که مربوط به ناحیه دورگه‌زایی هستند کمی از نمونه‌های خالص جدایی نشان می‌دهند. نمونه‌های سرخه (غرب سمنان) با نمونه‌های خالص دسته‌بندی شده‌اند (شکل ۳).

نمونه‌های مربوط به بسطام و یک نمونه مربوط به مجن (استان سمنان) به صورت مجزا قرار گرفته‌اند و نمونه‌های انبار الوم (گلستان)، فیروزکلا (مازندران) و میامی (سمنان)

در صورتی که نمونه‌های سرخه با نمونه‌های خالص قرار داده شوند گروه بندی صحیح نمونه‌ها به ۹۰ درصد افزایش خواهد یافت.



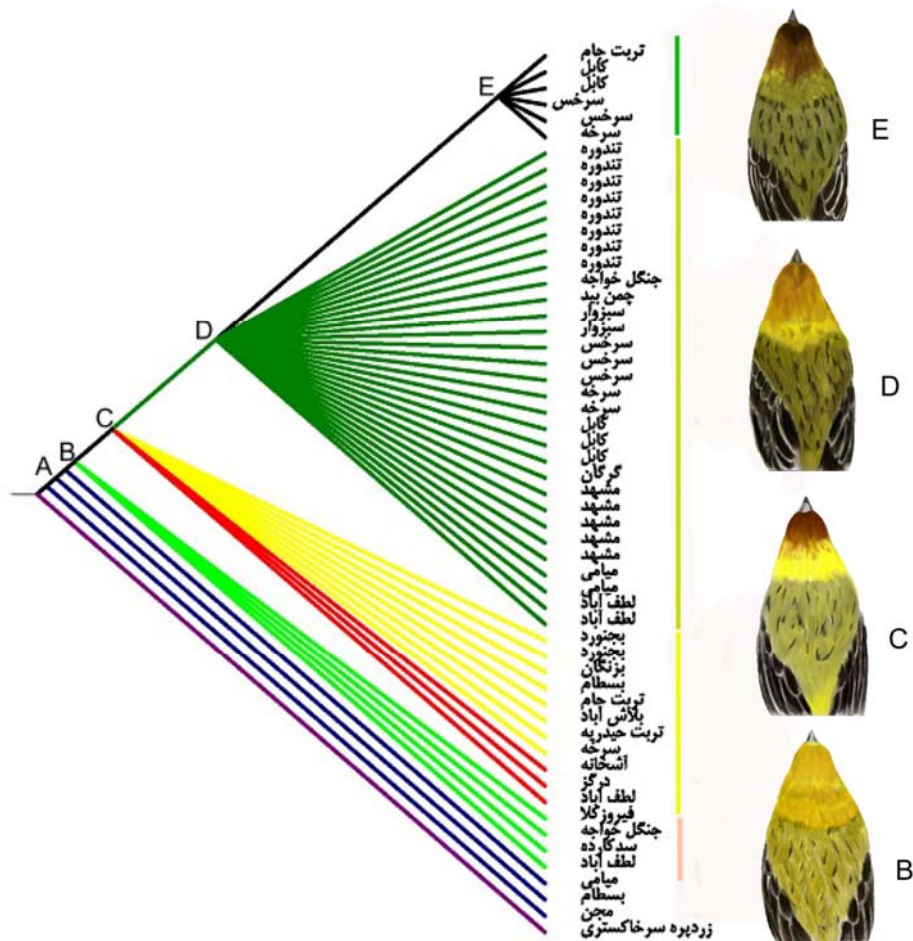
شکل ۲- دسته بندی نمونه‌های نر و ماده زردپره سرسرخ براساس مولفه‌های اول و دوم (علامت چهار ضلعی جنس ماده و علامت بعلاوه جنس نر را نشان می‌دهد).



شکل ۳- نمودار تحلیل تشخیصی کانونی حاصل از توابع متمایز کننده ۱ و ۲ متغیرهای کمی اندازه‌گیری شده در نمونه‌های زردپره سرسرخ

الگوی رنگی اول (شاخه E): بدون طوق زرد دور گردن (پشت گردن کاملاً زیتونی تیره)، سر قرمز مایل به قهوه‌ای، دمگاه زرد کمی متمایل به خاکستری، گوشپرها قرمز یا قرمز مایل به سبز، زمینه پشت زیتونی مایل به زرد، فراوانی ۱۱ درصد.

آنالیز ریختی صفات رنگی در نرم افزار فیلیپ براساس دندروگرام بدست آمده (شکل ۴) نشان داد که زردپره سرسرخ نر در ایران دارای چهار الگوی رنگی (morphotype) اصلی است:

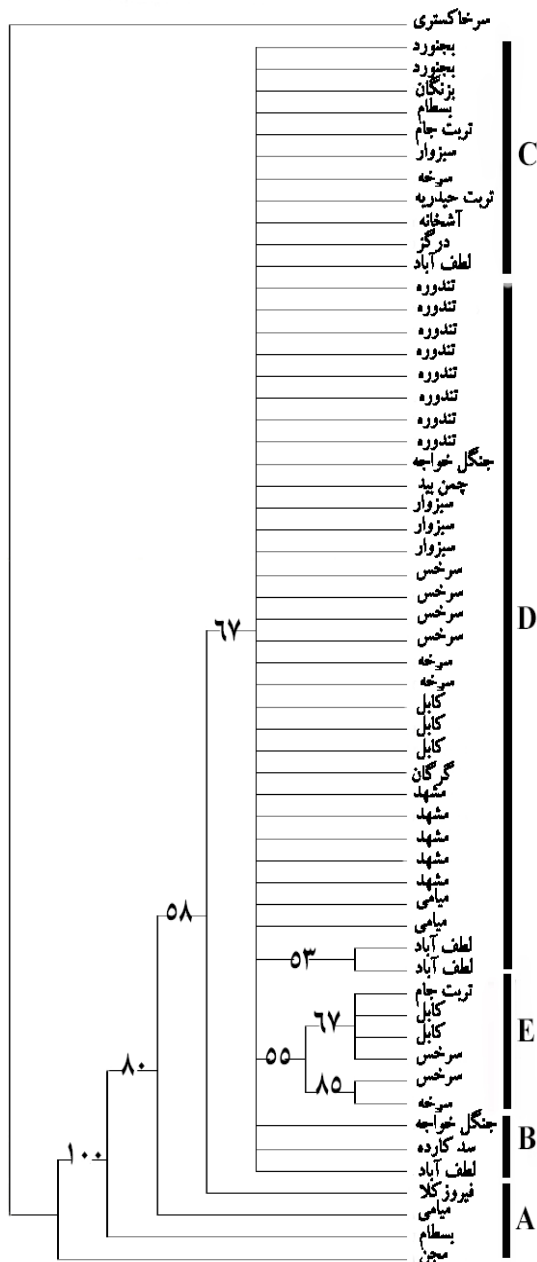


شکل ۴- دندروگرام حاصل از آنالیز صفات کیفی زردپره سرسرخ در نرم افزار PHYLIP

الگوی رنگی سوم (شاخه C): دارای طوق زرد کامل دور گردن، پشت گردن کاملاً زرد، سر قرمز- قهوه ای تیره یا روشن، دمگاه زرد، گوشپرها قرمز، زمینه پشت زیتونی مایل به زرد، فراوانی ۲۰/۳۷ درصد.

الگوی رنگی دوم (شاخه D): دارای طوق زرد ناهمگون دور گردن (پشت گردن زرد- زیتونی که به زردی زیر توده رنگی سینه متصل می‌شود)، سر عمدتاً قرمز- قهوه ای تیره، دمگاه زرد یا زرد مایل به خاکستری، گوشپرها غالباً قرمز، زمینه پشت زیتونی مایل به زرد، فراوانی ۵۵/۵ درصد.





شکل ۵- درخت اجماع حاصل از آنالیز صفات کیفی ریختی به روش پارسیمونی

آنالیزهای ریختی در این مطالعه نشان داد که دورگه‌زایی بین زردپره سرسرخ و سرسیاه در جنوب شرق دریای خزر تنوعات ریختی جالبی را ایجاد کرده است که بر تنوع ریختی زردپره سرسرخ به عنوان یکی از گونه‌های والد (مخصوصاً در ناحیه دورگه‌زایی) اثر گذاشته است.

الگوی رنگی چهارم (شاخه B): دارای طوق زرد مایل به قرمز، سر قرمز قهوه‌ای تیره یا قرمز روشن متمایل به زرد، دمگاه زرد، گوشپرها غالباً قرمز، فراوانی ۷ درصد.

۵/۵ درصد از افراد نیز در هیچ یک از الگوهای رنگی بالا نمی‌گنجد (سه فرد در گروه شاخه‌ای A). دارای گردن زرد متمایل به قرمز، دمگاه زرد مایل به قهوه‌ای، پشت قهوه‌ای یا خاکستری متمایل به قهوه‌ای، خطوط تیره پشت کاهش یافته و یا بدون خطوط تیره هستند.

زمینه پشت بدن در تمام نمونه‌های بررسی شده غیر از ۵ نمونه زیتونی مایل به زرد است. موارد استثنا شامل چهار نمونه مربوط به ناحیه دورگه‌زایی و یک مورد مربوط به تندوره است. نتایج نشان داد حدود ۳۰ درصد از نمونه‌ها دمگاه زرد متمایل به خاکستری، ۶۵ درصد زرد و تقریباً ۵ درصد دمگاه زرد متمایل به قهوه‌ای (نمونه‌های ناحیه دورگه‌زایی) است. کاهش قرمزی ناحیه گلو و بالای سینه در برخی نمونه‌های ناحیه دورگه‌زایی (۵۰ درصد) و برخی نمونه‌های خالص (۱۶ درصد) دیده شد.

شکل درخت اجماع حاصل از آنالیز حداکثر پارسیمونی که بر روی صفات ریخت‌شناسی هم وزن انجام شد تا حد زیادی با دندروگرام مطابقت دارد (شکل ۵). به استثنای برخی از نمونه‌های ناحیه دورگه‌زایی که کاملاً جدا شده‌اند بقیه شاخه‌ها به صورت حل نشده (polytomy) قرار گرفته‌اند. نمونه فیروزکلا در درخت حداکثر پارسیمونی از شاخه B جدا و با نمونه‌های گروه شاخه‌ای A قرار گرفته است.

### بحث

ایران به علت موقعیت جغرافیایی خاص، تنوع اقلیمی و توپوگرافی، به عنوان یکی از مناطق مهم همپوشانی پراکنشی برای شمار قابل توجهی از آرایه‌های جانوری مناطق غربی و شرقی پالئارکتیک و کمربند بزرگ صحارا-سند محسوب می‌شود که در مواردی همپوشانی پراکنشی منجر به ایجاد نواحی دورگه‌زایی شده است (۴،۳ و ۱۲).

نمونه‌های شاخه B دارای گردن زرد مایل به قرمز هستند و با فراوانی اندک در مناطق فیروزکلا (مازندران)، سدکارده، جنگل خواجه و لطف‌آباد (خراسان رضوی) دیده شدند. زردپره سرسرخ در فیروزکلا با زردپره سرسبزه هم زیست است و قرمزی ناحیه گردن این نمونه به احتمال زیاد حاصل دورگه‌زایی است، اما در مورد دیگر نمونه‌ها از آنجا که با زردپره سرسبزه هم زیست نیستند دو فرضیه را می‌توان مطرح نمود. فرضیه اول گسترش سایه‌ای از رنگ قرمز ناحیه سر به ناحیه گردن است. از آنجا که بعضی از نمونه‌ها که دارای گردن زیتونی هستند این رنگ زیتونی به گوشپرها و گاهی روی سر نفوذ کرده است این فرضیه تقویت می‌شود. فرضیه دوم نفوذ ژن از زردپره سرسبزه در گذشته‌های دور است. از آنجا که مشخص نیست تماس بین این دو گونه به چه دوره‌ای از تاریخ زمین‌شناسی بر می‌گردد و ناحیه تماس در طول زمان چه میزان جابجا شده است تا انجام مطالعات تکمیلی خصوصاً مطالعات مولکولی نمی‌توان درباره درستی این فرضیه اظهار نظر کرد. نمونه‌های مجن، میامی، بسطام و فیروزکلا که در آنالیزهای ریختی کاملاً جدا قرار گرفته‌اند علاوه بر گردن زرد متمایل به قرمز دارای دمگاه زرد متمایل به قهوه‌ای نیز هستند اما این دو ویژگی توأم با هم در نمونه‌های شاخه B دیده نمی‌شود.

دندروگرام‌های حاصل نشان می‌دهد پراکندگی فرم‌های رنگی این گونه در ایران از الگوی خاصی تبعیت نمی‌کند و گاهی ممکن است در یک جمعیت دو و یا سه فرم رنگی توأم با هم زیست نمایند. همچنین در مقیاس وسیع، کشانه-ای در صفات مشاهده نشد. بیشتر تغییرات ریختی در ناحیه سر و گردن، پشت بدن، دمگاه و گلو دیده می‌شود. برخی از الگوهای رنگی پرو و بال متعلق به ناحیه دورگه‌زایی بوده و در نواحی دیگر دیده نمی‌شود از جمله می‌توان به نمونه‌هایی با پشت راه راه اما با زمینه قهوه‌ای یا با زمینه قهوه‌ای اما بدون راه راه و نیز دمگاه زرد متمایل به قهوه‌ای اشاره کرد. کاهش وسعت قرمزی گلو در نمونه‌های ناحیه

در پرندگان احتمال دورگه‌زایی در گونه‌های خواهری بیش از گونه‌های غیرخواهری گزارش شده است (۱۴). پالودون در سال ۱۹۴۰، شوز در سال ۱۹۵۹ و سپس هافر در سال ۱۹۷۷ دورگه‌زایی بین این دو گونه خواهری را در جنوب شرق دریای خزر گزارش کرده‌اند (۶، ۱۶، ۲۱ و ۲۳). از آنجا که براساس مطالعات قبلی زردپره سرسبزه از نظر اندازه، کمی از زردپره سرسرخ بزرگتر است (۱۰) بنابراین نفوذ ژنهای این گونه به خزانه ژنی زردپره سرسرخ در مواردی به صورت تغییر اندازه برخی صفات از جمله طول بال و دم، متقار و یا تغییراتی در رنگ پروبال خود را نشان داده است. برخی نمونه‌های ناحیه دورگه‌زایی در درخت‌های حاصل، کاملاً از نمونه‌های خالص جدایی نشان می‌دهند. از دو نمونه مربوط به بسطام یکی از نظر ظاهری شبیه نمونه خالص بوده اما نمونه دیگر دارای دمگاه قرمز رنگ است که این صفت هرگز در نمونه‌های خالص دیده نشد. نمونه زردپره سرسرخ از دره مجن به جای پشت راه راه متمایل به سبز زیتونی، دارای پشت یکنواخت و مایل به قرمز قهوه‌ای است و قرمزی زیر گلو بسیار کاهش یافته است. این ترکیب رنگی خاص فقط در ناحیه دورگه‌زایی رویت شد. همچنین جالب توجه است که اغلب نمونه‌ها نر خالص، دارای ناحیه گلوبی قرمز-قهوه‌ای وسیع هستند اما در ناحیه دو رگه‌زایی نمونه‌هایی دیده می‌شود که قرمزی گلو و بالای سینه کم رنگ و بسیار کاهش یافته است که احتمال دارد در نتیجه دورگه‌زایی باشد. البته همیشه پدیده دورگه شدن با کاهش قرمزی گلو خود را نشان نمی‌دهد هم‌چنان که در یکی از نمونه‌های میامی که از نظر ظاهری دورگه می‌باشد قرمزی گلو و سینه کاملاً توسعه یافته است. تحلیل تشخیصی کانونی در کنار آنالیزهای ریخت‌سنجی صفات رنگی نشان می‌دهد که نمونه‌هایی دورگه نسل اول از نمونه‌های خالص قابل شناسایی هستند. در صورتی که نمونه دورگه با والدین آمیزش برگشتی داشته باشد فرزندان حاصل به دلیل شباهت زیاد به گونه والد به سختی از نظر ظاهری قابل شناسایی هستند.

رنگ‌های درخشان‌تری دارند (۷). مطالعات نشان می‌دهد دوشکلی جنسی در اندازه و رنگ پروبال با جنبه‌های مختلف رفتارهای تولیدمثلی و رفتارهای اجتماعی در پرندگان مرتبط است (۲۰). نر و ماده زردپره مزرعه تقریباً دوشکلی ریختی ندارند اما نرها معمولاً چهل درصد از ماده‌ها سنگین‌تر هستند و سیستم جفت‌گیری غالب آنها چند همسری است. در عوض گونه‌هایی مثل زردپره لیمویی و تالابی که معمولاً از سیستم تولیدمثلی تک همسری پیروی می‌کنند جنس نر و ماده از نظر اندازه تفاوت اندک نشان می‌دهند (نرها بین پنج تا پانزده درصد بزرگتر) و نر و ماده از هم قابل تشخیص هستند. این موضوع در مورد زردپره سرسرخ نیز صدق می‌کند. اندازه بزرگتر زردپره سرسرخ نر در وزن و برخی صفات ظاهراً در ارتباط با سیستم تولیدمثلی آن، تعیین قلمرو توسط جنس نر و دفاع از قلمرو می‌باشد.

#### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات و همکاری آقایان قاسمپوری، منفرد، شهبازی، ربیعی و خانم کیوانفر در جمع‌آوری نمونه‌های زردپره سرسرخ از ایران و آقای آراین‌مل در جمع‌آوری نمونه‌ها از کابل تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از دانشگاه فردوسی مشهد به جهت تامین مالی (پروژه شماره ۲۱۲۶۹) و به خاطر در اختیار قرار دادن وسیله نقلیه در برخی نمونه‌برداری‌ها تشکر و قدردانی می‌نمایم. نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از سازمان حفاظت محیط زیست و اداره‌های محیط زیست استان‌های شمال و شمال شرق ایران اعلام می‌دارد.

دورگه‌زایی تفاوت معنی‌داری را با نمونه‌های خالص نشان می‌دهد. بنابراین ظاهراً یکی از نشانه‌های نمونه‌های دو رگه می‌تواند کاهش وسعت فرمزی گلو باشد گرچه ظاهراً این یک نشانه قطعی نیست. برخی نمونه‌های خارج از محدوده دورگه‌زایی صفات رنگی خاصی را نشان می‌دهند که فراوانی کمی دارد. از آنجا که ممکن است تفاوت‌های ژنتیکی جانوران در یک سری از صفات ریختی از جمله صفات رنگی خود را نشان دهد (۲) بنابراین بررسی تفاوت‌های ژنتیکی این قبیل نمونه‌ها پیشنهاد می‌گردد گرچه منشا تغییرات همیشه صرفاً ژنتیکی نیست و منشا تغییرات ممکن است هم ژنتیکی و هم محیطی باشد (۱).

کچپل و مک گرگر در مقاله کوتاهی در سال ۱۹۸۵ در مورد انتخاب جنسی و تغییرات رنگی پر و بال پنج گونه از زردپره‌های اروپا شامل زردپره تالابی، لیمویی، گلو سیاه، سرزیتونی و زردپره مزرعه بیان کرده‌اند که گونه‌های تک همسری از نظر رنگ بسیار متفاوتند ولی از نظر اندازه اختلاف کمی را نشان می‌دهند (۹). نتایج ما نشان داد از ۱۲ صفت بررسی شده در زردپره سرسرخ، هفت صفت به طور معنی‌داری بین جنس نر و ماده تفاوت نشان می‌دهد و در تمام این صفات جنس نر اندازه بزرگتری را نشان می‌دهد. البته تحلیل مولفه‌های اصلی مقدار قابل توجهی همپوشانی را نشان می‌دهد. همچنین اندازه‌گیری وزن نر و ماده به عنوان شاخصی از اندازه نشان می‌دهد که جنس نر ۱/۱۵ برابر سنگین‌تر است. دوشکلی جنسی در پرندگان معمولاً به طور آشکاری خود را در اندازه و پرآرایی نشان می‌دهد. از نظر اندازه معمولاً نرها بزرگتر هستند البته این همیشه صادق نیست. از نظر پروبال نیز نرها معمولاً

#### منابع

۱. پسرکلو، ع.، قارزی، ا.، کمی، ح. ق.، و همایونی، م.، ۱۳۹۰. مطالعه چندریختی رنگی در قورباغه مردابی *Rana ridibunda* در استان گلستان، مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲۴، شماره ۳، صفحات ۴۴۶ تا ۴۵۵.

۱. انوری، فر. ح.، فرحمند، ح.، رحمانی، ح.، نعمت‌اللهی، م. ع.، کرمی، م.، و اکبرزاده، آ.، ۱۳۹۱. بررسی تنوع و تمایز ریخت سنجی سیاه ماهی *Capoeta capoeta gracilis* در رودخانه تجن ساری. مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲۵، شماره ۴، صفحات ۵۱۷ تا ۵۳۵.

3. Aliabadian, M., and Nijman, V., 2007. Avian hybrids: incidence and geographic distribution of hybridization in birds. *Contributions to Zoology*. 76 (1), PP: 59-61.
4. Aliabadian, M., Kaboli, M., Kiabi, B., and Nijman, V., 2007. Contact and hybrid zone hotspots and evolution of birds in the Middle East. *Progress in Natural Science*. 17 (3), PP: 103-107.
5. Aliabadian, M., Kaboli, M., Prodon, R., Nijman, V. and Vences, M., 2007. Phylogeny of Palearctic wheatears (genus *Oenanthe*) – congruence between morphometric and molecular data. *Molecular Phylogenetic Evolution*. 42, PP: 665–675.
6. Alström, P., Olsson, U., Lei, F., Wang, H., Gao, W., and Sundberg, P., 2008. Phylogeny and classification of the Old World Emberizini (Aves, Passeriformes). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 47, PP: 960–973.
7. Andersson, M., 1994. *Sexual selection*. Princeton, N. J: Princeton University Press. 599 pp.
8. Byers, C., Curson, J., and Olsson, U., 1995. *Sparrows and buntings: A guide to the sparrows and buntings of North America and the world*. Boston: Houghton Mifflin. 344 pp.
9. Catchpole, C. K., and McGregor, P. K., 1985. Sexual Selection, Song Complexity and Plumage Dimorphism in European Buntings of the Genus *Emberiza*. *Animal Behaviour*. 33, PP: 1378-1380.
10. Del Hoyo, J., Elliot, A., and Christie, D., 2011. *Handbook of the birds of the world vol. 16: Tanagers to New World Blackbirds*. Lynx Edicions. Barcelona. 893 pp.
11. Dickinson, C. E., (ed.). 2003. *The Howard and Moore Complete Checklist of the Birds of the World*. Christopher Helm, London. 826 pp.
12. Evans, M. I., (Ed.) 1994. *Important Bird Areas in the Middle East*. Cambridge, UK: Birdlife International. 320 pp.
13. Felsenstein, J. 2005. PHYLIP (Phylogeny Inference Package) version 3.6. Distributed by the author. Department of Genome Sciences, University of Washington, Seattle.
14. Gholamhosseini, A., Vardakis, M., Aliabadian, M., Nijman, V., and Vonk, R., 2013. Hybridization between sister taxa versus non-sister taxa: a case study in birds. *Bird Study*. 60, PP: 195-201.
15. Grant, P. R., and Grant, R. B., 1992. Hybridization of bird species. *Science*. 256, PP: 193–197.
16. Haffer, J., 1977. Secondary contact zones of birds in northern Iran. *Bonner Zoologische Monographien* 10, Bonn. 64 pp.
17. Khaleghizadeh, A., Scott, D. A., Tohidifar, M., Musavi, S. B., Ghasemi, M., Sehhatiasabet, M. E., Ashoori, A., Khani, A., Bakhtiari, P., Amini, H., Roselaar, C., Ayé, R.I, Ullman, M., Nezami, B., and Eskandari, F., 2011. Rare Birds in Iran in 1980–2010. *Podoces*. 6(1), PP: 1–48.
18. Martin, L. J., and Cruzan, M. B., 1999. Patterns of hybridization in the *Piriqueta caroliniana* complex in central Florida: evidence for an expanding hybrid zone. *Evolution*. 53, PP: 1037–1049.
19. McCarthy, E. M., 2006. *Handbook of Avian Hybrids of the World*. Oxford University Press, New York. 583 pp.
20. Owens, I. P. F., and Hartley, I. R., 1998. Sexual dimorphism in birds: why are there so many different forms of dimorphism? *Proceedings of the Royal Society B*. 265, PP: 397–407.
21. Paludan, K., 1940. Contributions to the ornithology of Iran. *Danish Scientific Investigations in Iran*. 2, PP: 11-54.
22. Roselaar, C. S., and Aliabadian, M., 2009. Review of rare birds in Iran, 1860s–1960s. *Podoces*. 4(1), PP: 1–27.
23. Schüz, E. 1959. *Die Vogelwelt des Südkaspischen Tieflandes*. E. Schweizerbart's che Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. PP: 199. [In German: The avifauna of the South Caspian lowlands].
24. Scott, D. A., 2008. Rare birds in Iran in the late 1960s and 1970s. *Podoces*. 3, PP: 1–30.
25. Scott, D. A., and Adhami, A., 2006. An updated checklist of the birds of Iran. *Podoces*. 1, PP: 1–13.
26. SPSS Inc. 2007. *SPSS Base 16.0 for Windows User's Guide*. SPSS Inc., Chicago IL.
27. Swofford, D. L. 2003. *PAUP. Phylogenetic Analysis Using Parsimony*. Version 4. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

## Study of sexual dimorphism and morphological variation of Red-headed bunting (*Emberiza bruniceps*) within its hybrid zone with Black-headed bunting (*Emberiza melanocephala*) in the Iranian Plateau

Gholamhosseini A.<sup>1</sup>, Aliabadian M.<sup>1,2</sup> and Darvish J.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Biology Dept., Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, I.R. of Iran

<sup>2</sup> Research Zoological Innovations Dept., Institute of Applied Zoology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, I.R. of Iran

<sup>3</sup> Research Rodentology Dept., Institute of Applied Zoology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, I.R. of Iran

### Abstract

Introgression among hybridizing species plays an important role in intraspecific variations and acquisition of novel traits especially along hybrid zones. The breeding ranges of the Red-headed and Black-headed buntings (Passeriformes) overlap in southeastern Caspian Sea where hybrid specimens can be found. Mainly using Mist nets, we sampled 81 specimens of the Red-headed bunting (57 males and 24 females) from north and northeastern Iran in order to investigate sexual dimorphism, intraspecific variation, and role of hybridization on species-specific traits. The Independent sample t test and the PCA were performed on 15 morphometric characters using SPSS and PAST softwares. Furthermore nine chromatic characters were coded and analyzed in PHYLIP and PAUP softwares. Results of morphometric characters showed significant difference between male and females. Analyses of plumage coloration showed that there are at least four morphotypes in the Red-headed bunting. We concluded that using morphometrical and especially chromatic characters we will be able to discriminate pure individuals from most F1 hybrids.

**Key words:** Red-headed and Black-headed buntings, Hybridization, Parapatric, Contact zone