

بررسی تغییرات مورفومتریک کمر کولی بزرگ (*Sitta tephronota dresseri*) در امتداد رشته کوه زاگرس

مسعود یوسفی^۱، محمد کابلی^{۱*}، سهیل ایگدري^۲، علیرضا محمدی^۱ و علی رضایی^۱
^۱ گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
^۲ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

کمر کولی بزرگ (*Sitta tephronata*) دارای سه زیرگونه *S. t. dresseri*، *S. t. obscura* و *S. t. tephronota* در ایران است که زیرگونه *S. t. dresseri* در امتداد رشته کوه زاگرس حضور دارد. بر اساس مطالعات پیشین، این زیرگونه دارای تغییرات تدریجی در رنگ آمیزی پر و بال از شمال غرب به سوی مناطق جنوب کشور است. این در حالی است که تغییرات جغرافیایی ویژگی های ریخت شناختی آن به خوبی مطالعه نشده است. در مطالعه حاضر، تغییرات جغرافیایی ویژگی های ریخت شناختی این زیرگونه در امتداد رشته کوه زاگرس با بررسی چهار جمعیت از استان های اصفهان، کرمانشاه، فارس و مرکزی بررسی شد. تعداد ۱۴ ویژگی ریختی برای مقایسه تغییرات اندازه در ۴۹ نمونه به دست آمده از مناطق مختلف اندازه گیری شد. برای انجام بررسی های دقیق تر تعداد ۱۰ نسبت با استفاده از ویژگی های اولیه ساخته شد. از آزمون تجزیه واریانس برای بررسی وجود یا عدم وجود تفاوت معنی دار در اندازه و شکل صفات بین جمعیت ها استفاده شد. نتایج نشان داد که بین این چهار جمعیت در ۹ مورد از ۲۴ ویژگی بررسی شده تفاوت معنی دار وجود دارد. برای مقایسه ویژگی های ریختی جمعیت های مطالعه شده در نسبت های محاسبه شده از آزمون تجزیه به مؤلفه های اصلی (PCA)، آنالیز کانونی (CVA) و تجزیه واریانس چند سویه (MANOVA) استفاده شد. یافته ها نشان داد که جمعیت های فارس و مرکزی با یکدیگر تفاوت معنی دار دارند.

واژه های کلیدی: کمر کولی بزرگ (*Sitta tephronota dresseri*)، تغییرات جغرافیایی، سازش، ریخت شناسی

مقدمه

ضروری است (Ridley, 2004). بررسی تفاوت های بین جمعیت های یک گونه، ساکن در مناطق جغرافیایی مختلف، از مهم ترین مباحث چالش برانگیز در طول تاریخ جانورشناسی بوده که به توصیف گونه ها و زیرگونه های متعددی منجر شده است (Mayr, 1970).

تغییرات درون گونه ای میان افراد یک جمعیت و جمعیت های مختلف یک گونه، از ویژگی های تکاملی جمعیت ها و گونه ها است. بنابراین، شناخت این تغییرات برای درک ماهیت گونه و چگونگی تکامل گونه ای

کمرکولی بزرگ سه زیرگونه شناخته شده در ایران دارد: *S. t. dresseri* (در محدوده زاگرس)؛ *S. t. obscura* (در رشته کوه البرز، مناطق سیستان، کرمان و هرمزگان) و *S. t. tephronota* (شمال شرق ایران) (Vaurie, 1950). تغییرات رنگ زیر بدن در زیرگونه *S. t. dresseri* دارای شیب تدریجی است. رنگ زیر بدن در این زیرگونه در محدوده زاگرس از سمت شمال غرب به سمت جنوب شرق یعنی از ساوجبلاغ در غرب آذربایجان تا کرمانشاه، لرستان بختیاری و نیریز در استان فارس به تیرگی می‌گراید (Vaurie, 1950). الگوی تغییر رنگ پر و بال (plumage) مشابه اما شدیدتری نیز در کمرکولی کوچک (زیرگونه *S. n. tschitscherini*) در رشته کوه زاگرس گزارش شده است (Vaurie, 1950). با توجه به مشاهده تفاوت‌های مشخص در رنگ آمیزی قسمت‌های متفاوت بدن در جمعیت‌های مختلف زیرگونه *S. t. dresseri*، این پرسش مطرح می‌شود که آیا تغییرات در سایر ویژگی‌های ریخت‌شناختی نیز قابل مشاهده است؟ از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی تفاوت‌های ریختی جمعیت‌های مختلف کمرکولی بزرگ زیرگونه *S. t. dresseri* در محدوده پراکنش جغرافیایی آن در امتداد رشته کوه زاگرس انجام شد. با توجه به دانش ناکافی ما در ارتباط با تغییرات ویژگی‌های ریختی در این زیرگونه، یافته‌های این پژوهش می‌تواند به درک بهتر تکامل بوم‌شناختی آن کمک نماید.

مواد و روش‌ها

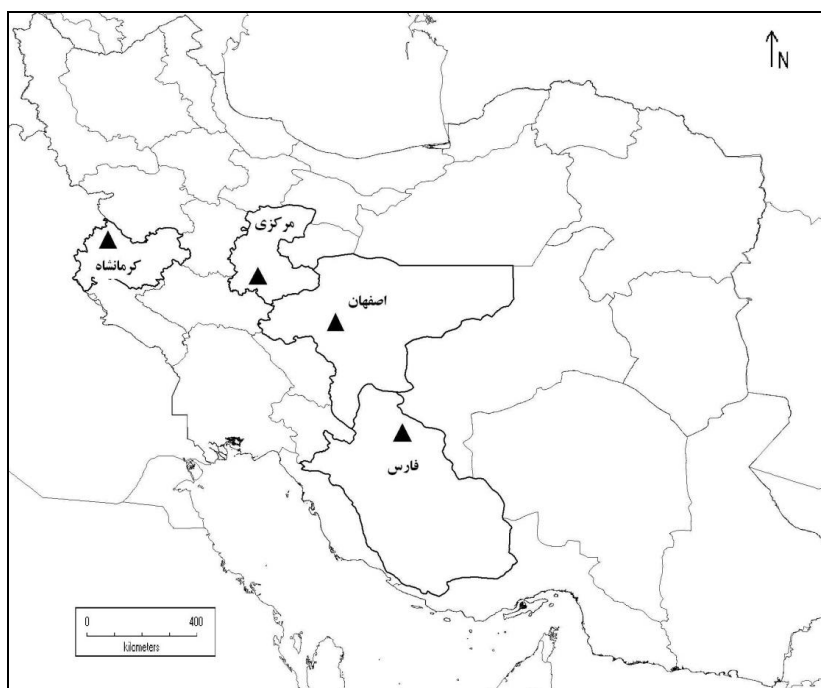
در پژوهش حاضر، از چهار جمعیت در امتداد رشته کوه زاگرس در استان‌های کرمانشاه، پنج فرد (شهر

همچنین، پژوهش‌های گسترده‌ای در این زمینه در سال‌های اخیر در مورد گروه‌های مختلف جانداران از جمله پرندگان (Chardine, Molina et al., 2000؛ 2002؛ 2009؛ Rising et al., 2009؛ Albayrak et al., 2011؛ 2011) انجام شده است. به طور اساسی، مطالعه تغییرات صفات در جمعیت‌های یک گونه یا گونه‌های مختلف که در مناطق جغرافیایی متفاوت ساکن هستند، از مهم‌ترین ابعاد تئوری‌های تکاملی و سیستماتیک است (Thorpe, 1976).

کمرکولی بزرگ (*Sitta tephronota* (Sharpe, 1872)) از جمله پرندگان با پراکنش گسترده در مناطق کوهستانی ایران است (Scott et al., 1975) که دره‌های سنگی، کوهپایه‌ها، مناطق سنگی و صخره‌ای با بوته‌ها و درختان کوتاه و پراکنده را به عنوان زیستگاه انتخاب می‌کند. این گونه، پرنده‌ای قلمروطلب است و در طول سال به طور جفت یا تنها در قلمرو خود به سر می‌برد. گستره حضور این گونه از غرب فلات ایران تا شرق قزاقستان گزارش شده است (Vaurie, 1950؛ Grant, 1975). این گونه به همراه کمرکولی کوچک (*Sitta neumayer* (Michahelles, 1830)) به دلیل نقشی که در شکل‌گیری مفهوم جابجایی صفات (Character displacement) داشته‌اند از جمله موارد شناخته شده در زمینه مطالعات بوم‌شناسی تکاملی هستند (Vaurie, 1950؛ Brown and Wilson, 1956؛ Grant, 1975). ویژگی‌های گونه‌ای کمرکولی بزرگ (طول منقار، طول بال، طول تارسوس و خط چشمی) بر اساس تغییرات جغرافیایی تنوع زیادی از خود نشان می‌دهد (Vaurie, 1950؛ Grant, 1975) که این تغییرات در جمعیت‌های متعلق به یک زیرگونه نیز قابل مشاهده است (Vaurie, 1950).

اندازه گیری شد. این ویژگی ها در ارتباط با متغیرهای اندام پروازی (بال و دم: چهار ویژگی) و تغذیه ای (سه ویژگی)، متغیرهای پا (شش ویژگی) و طول کل بدن است. برای حذف تغییرات آلومتری مربوط با الگوی رشد، فقط نمونه های بالغ مطالعه شدند. نمونه ها با استفاده از تفنگ بادی و با مجوز دفتر نظارت بر شکار و صید سازمان حفاظت محیط زیست، صید شد و هم اکنون در آزمایشگاه حیات وحش دانشگاه تهران نگهداری می شود.

هرسین $34^{\circ} 18' 27.04''$ و $47^{\circ} 35' 8.96''$ ، مرکزی، ۱۷ فرد (شهر خمین $33^{\circ} 43' 35.43''$ و $32^{\circ} 42' 35.59''$)، اصفهان، ۷ فرد ($49^{\circ} 45' 38.11''$ و $51^{\circ} 26' 20.90''$) و فارس، ۲۰ فرد (شهر سوریان $30^{\circ} 17' 16.90''$ و $53^{\circ} 35' 32.10''$) طی سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در فصل های بهار و تابستان نمونه برداری شد (شکل ۱). ۱۴ ویژگی ریختی (پیوست ۱) در ۴۹ نمونه صید شده با استفاده از کولیس با دقت 0.02 میلی متر



شکل ۱- موقعیت مکان های نمونه برداری از کمرکولی بزرگ زیرگونه *S. t. tephronota* در ایران (استان های اصفهان، فارس، کرمانشاه و مرکزی)

استفاده شد (Zar, 1999). برای متغیرهایی که دارای توزیع نرمال نبودند از تغییر شکل داده (به صورت لگاریتمی کردن) استفاده شد، چرا که لگاریتمی شدن داده ها باعث کاهش چولگی و همگنی واریانس ها می شود (Miles and Ricklefs, 1984). برای مقایسه ویژگی های ریختی جمعیت های مورد مطالعه، از داده های اولیه آنها ۱۰ ویژگی نسبتی ساخته شد (پیوست ۲) و با روش تجزیه به مؤلفه های اصلی

برای مقایسه ویژگی های ریختی اندازه گیری شده بین جمعیت های مورد مطالعه از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد. پیش از اجرای آزمون تجزیه واریانس، برای بررسی نرمال بودن داده ها و همگنی واریانس ها به ترتیب از آزمون های کولموگروف-اسمیرنوف و لیون در نرم افزار Minitab نسخه ۱۶ (Minitab Inc., 2010) استفاده شد. برای بررسی و شناسایی گروه های دارای اختلاف از آزمون توکی

متغیرهای اولیه، طول بال، دم، انگشت عقب، انگشت وسط و گستره بال در جمعیت‌های مطالعه شده از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند ($P < 0.05$) (جدول ۱). همچنین، در بین نسبت‌ها، نسبت طول آلولابا به طول بال، و چهار متغیر انگشت عقب، ناخن انگشت عقب، انگشت وسط و ناخن انگشت وسط به طول تارسوس تفاوت معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). آزمون توکی، جمعیت‌های دارای اختلاف معنی‌دار را بر اساس ویژگی‌های ریختی یاد شده نشان می‌دهد (جدول ۱).

(PCA)، آنالیز کانونی (CVA) و تجزیه واریانس چند طرفه (MANOVA) با استفاده از نرم‌افزار Past (Hammer *et al.*, 2001) تحلیل شدند.

نتایج

تعداد نمونه، میانگین، بیشینه و کمینه اندازه برای هر یک از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در جمعیت‌های بررسی شده در پیوست ۲ ارائه شده است. نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه نشان داد که در بین

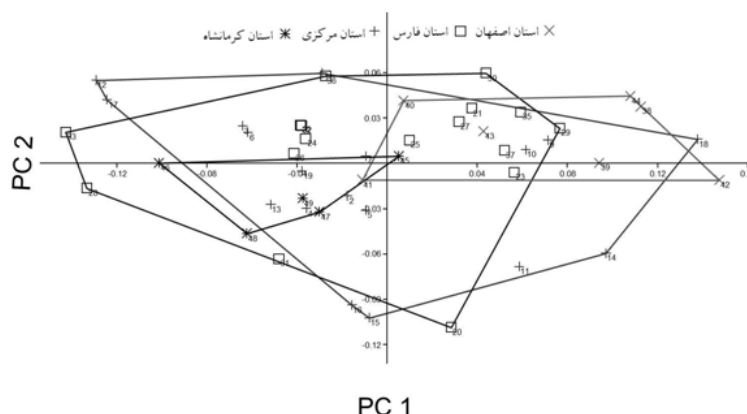
جدول ۱- نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس ویژگی‌های ریختی بین چهار جمعیت مطالعه شده. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون توکی است.

ویژگی‌ها	تجزیه واریانس			آزمون توکی		
	F	Df	P	فارس	مرکزی	اصفهان
طول بال	۶/۹۲	۳ و ۴۵	*۰/۰۰۱	B	A	A
طول دم	۴/۵۱	۳ و ۴۵	*۰/۰۰۸	B	A	A
طوا منقار	۰/۴۱	۳ و ۴۵	۰/۷۴۹	A	A	A
قطر منقار	۱/۸۳	۳ و ۴۵	۰/۱۵۶	A	A	A
عرض منقار	۱/۰۳	۳ و ۴۵	۰/۳۸۷	A	A	A
طول آلولابا	۱/۲۲	۳ و ۴۵	۰/۳۱۳	A	A	A
طول تارسوس	۰/۷۳	۳ و ۴۵	۰/۵۴۲	A	A	A
انگشت عقب	۴/۲۴	۳ و ۴۵	*۰/۰۱	B	B	A
ناخن انگشت عقب	۱/۷۴	۳ و ۴۵	۰/۱۷۳	A	A	A
انگشت وسط	۷/۸۳	۳ و ۴۵	*۰/۰۰۰	B	A	A
ناخن انگشت وسط	۰/۶۹	۳ و ۴۵	۰/۵۶۲	A	A	A
گستره پا	۰/۰۶	۳ و ۴۵	۰/۳۷۷	A	A	A
دو سربال	۳/۹۴	۳ و ۴۵	*۰/۰۱۴	B	A	B
طول بدن	۰/۳۳	۳ و ۴۵	۰/۸	A	A	A
طول تارسوس/طول بال	۲/۰۷	۳ و ۴۵	۰/۱۱۸	A	A	A
گستره پا/طول تارسوس	۱/۴۸	۳ و ۴۵	۰/۲۳۲	A	A	A
قطر منقار/طول منقار	۰/۱۹	۳ و ۴۵	۰/۹۰۳	A	A	A
عرض منقار/طول منقار	۰/۱۶	۳ و ۴۵	۰/۶۱۳	A	A	A
طول آلولابا/طول بال	۳/۸۱	۳ و ۴۵	*۰/۰۱۶	A	A-B	B
ناخن انگشت عقب/طول تارسوس عقب/تارسوس	۲/۸۵	۳ و ۴۵	*۰/۰۴۸	A	B-A	B
انگشت عقب/طول تارسوس	۳/۳۹	۳ و ۴۵	*۰/۰۲۶	B	B	A
انگشت وسط/طول تارسوس	۵/۶۴	۳ و ۴۵	*۰/۰۰۲	B	A	A
ناخن انگشت وسط/طول تارسوس	۱/۲۵	۳ و ۴۵	۰/۳۰۳	A	A	A
طول دم/طول بال	۱/۰۴	۳ و ۴۵	۰/۳۸۳	A	A	A

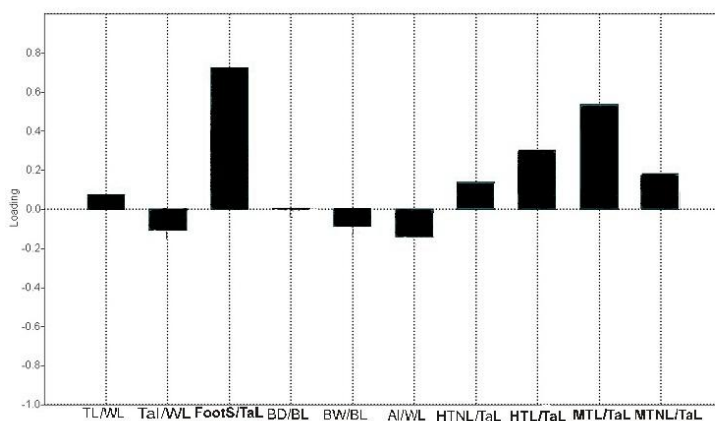
سایر نسبت‌ها دارای لودینگ مثبت بودند (شکل ۳).
 آزمون تجزیه واریانس چند متغیره نشان داد جمعیت‌های فارس و مرکزی بر اساس ویژگی‌های بررسی شده تفاوت معنی‌دار دارند ($P < 0.05$) (جدول ۲). شکل ۴ نحوه پراکنش افراد را حول محور اول و دوم در آنالیز کانونی نشان می‌دهد. بر این اساس، جمعیت فارس دارای بیشترین میزان واریانس ریختی است که از جمعیت مرکزی متمایز می‌گردد. جمعیت کرمانشاه نیز در محدوده بین استان‌های فارس و مرکزی قرار دارد و جمعیت اصفهان نیز دارای هم‌پوشانی اندکی با جمعیت فارس است.

نتایج آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر روی ماتریس نسبت‌ها نشان داد که محور اول ۴۹/۱۲ و محور دوم ۱۷ درصد از واریانس داده‌ها را تبیین می‌کنند و جمعیت‌های مورد مطالعه حول محورهای اول و دوم دارای هم‌پوشانی هستند (شکل ۲).

بر اساس آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، نسبت گستره پا به طول تارسوس، طول انگشت وسط و انگشت عقب به طول تارسوس به ترتیب مهم‌ترین ویژگی‌های جداکننده جمعیت‌ها هستند. در میان نسبت‌ها طول تارسوس به طول بال، عرض منقار به طول منقار و طول آلولابا به طول بال دارای لودینگ منفی و



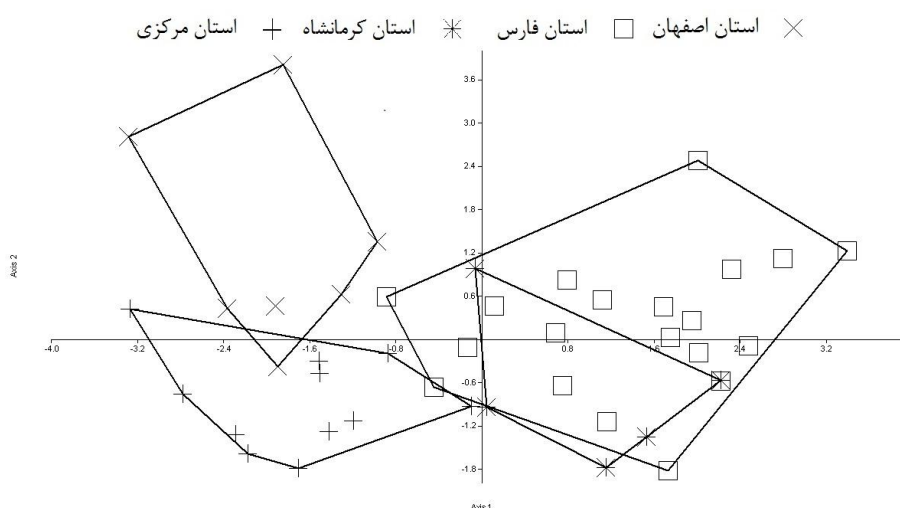
شکل ۲- نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مربوط به ماتریس داده‌های نسبت‌ها حول محورهای اول و دوم



شکل ۳- مهم‌ترین نسبت‌های تأثیرگذار برای جدایی جمعیت‌های مطالعه شده

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس چند طرفه

جمعیت‌ها	اصفهان	فارس	کرمانشاه	مرکزی
اصفهان	۰	۰/۱	۰/۹	۰/۳۲
فارس	۰/۱	۰	۰/۷۳	۰/۰۴
کرمانشاه	۰/۹	۰/۷۳	۰	۰/۴
مرکزی	۰/۳۲	۰/۰۴	۰/۴	۰



شکل ۴- نحوه پراکنش افراد حول محور اول و دوم در آنالیز کانونی (CVA)

بحث

این تفاوت‌های جغرافیایی در ویژگی‌های ریختی را می‌توان ناشی از تفاوت‌های موجود در ویژگی‌های محیط زیستی محل‌های سکونت جمعیت‌های مورد مطالعه دانست (Mayr, 1970). Arbabi و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که بین سه جمعیت چرخ‌ریسک بزرگ (*Parus major* (Linnaeus, 1758)) در شهرستان‌های نور، همدان و مشهد از نظر ویژگی‌های ریختی و اسکلتی تفاوت‌های معنی‌داری وجود دارد. Albayrak و همکاران (۲۰۱۱) نیز تفاوت‌های معنی‌داری را بین جمعیت‌های از گونه کمرکولی با نام *Sitta krueperi* Pelzeln, 1863 در ترکیه گزارش نمودند. وجود تفاوت در صفات ریخت‌شناختی جمعیت‌های یک گونه در سایر گروه‌های جانوری،

تغییرات جغرافیایی که در صفات ریختی همه گونه‌ها مشاهده می‌شود می‌تواند ناشی از سازگاری با شرایط محیطی باشد (Ridley, 2004)، کمرکولی بزرگ نیز از این قاعده مستثنی نیست (Vaurie, 1950؛ Grant, 1975). در پژوهش Vaurie (۱۹۵۰) به تغییرات تدریجی رنگ‌آمیزی پر و بال (plumage) در جمعیت‌های زیرگونه *S. t. dresseri* در زاگرس و تفاوت‌های بارز آن در دو سرحد پراکنش آن اشاره شده است. نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که بین جمعیت‌های مختلف زیرگونه *dresseri* تفاوت‌های معنی‌داری در برخی ویژگی‌های ریختی اولیه و ثانویه (مربوط به شکل و ریخت-اندازه) قابل مشاهده است.

کرد، چرا که شکل و اندازه منقار در پرندگان متأثر از رژیم غذایی است و تغییرات رژیم غذایی روی شکل و اندازه منقار تأثیر خواهد گذاشت (Boag and Grant, 1981؛ Grant and Grant, 2002, 2006؛ Mascitti and Osvaldo-Kravetz, 2002).

تجزیه واریانس چند متغیره نشان داد که جمعیت فارس و جمعیت مرکزی تفاوت معنی دار با یکدیگر دارند. این نتیجه نشان داد که هر گونه از جمعیت های مختلفی تشکیل شده است که دارای سازش موضعی هستند (Mayr, 1970). شاید بتوان علت آن را سازگاری به زیستگاه متفاوت عنوان کرد، یعنی در رشته کوه زاگرس جمعیت فارس در مقایسه با جمعیت استان مرکزی در مناطقی ساکن است که پوشش درختی بیشتری دارد و این تفاوت های زیستگاهی موجب سازگاری های ریختی متفاوت در بین جمعیت های مورد مطالعه شده است. نتایج تجزیه واریانس یک طرفه نیز نشان داد که نمونه های جمعیت فارس در ویژگی های بیشتری با سایر جمعیت ها دارای اختلاف معنی دار است. پژوهش های متعدد نشان داده است که ویژگی های ریخت شناختی پرندگان بسیار متأثر از زیستگاه، رفتار و تغذیه آنها است (Landmann and Winding, 1993؛ Kaboli *et al.*, 2007a,b)؛ لذا می توان اذعان نمود که تفاوت های جغرافیایی در شرایط فیزیکی و زیستی زیستگاه می تواند باعث تفاوت های ریختی در پرندگان شود. تعداد افراد در دو جمعیت اصفهان و کرمانشاه به علت محدودیت های نمونه برداری اندک است که در صورت انجام نمونه برداری های تکمیلی نتایج احتمالا وضوح بهتری را نشان خواهند داد.

مانند ماهی ها (Eagderi *et al.*, 2013) و پستانداران (Ashrafzadeh *et al.*, 2010) نیز گزارش شده است. بنابراین، همان طور که نتایج پژوهش حاضر نشان داد هر زمان که جمعیت های مختلف یک گونه مورد بررسی و مقایسه های ریختی قرار بگیرد، در برخی جنبه ها تفاوت های معنی داری مشاهده می شود (Ridley, 2004) و نمونه های فراوانی در این خصوص گزارش شده است (Molina *et al.*, 2000؛ Chardine, 2002؛ Arbabi *et al.*, 2009؛ Rising *et al.*, 2009؛ Conklin *et al.*, 2011؛ Albayrak *et al.*, 2011). در بین ویژگی های ریختی و نسبت ها، بیشترین ویژگی های دارای اختلاف مربوط به متغیرهای پا بودند. در آزمون تجزیه به مؤلفه های اصلی نیز ویژگی های دستگاه حرکتی در بین نسبت ها نقش مهمی در جدایی جمعیت های مطالعه شده داشتند. این مهم می تواند متأثر از تفاوت های نوع بستر تغذیه باشد که اغلب باعث تفاوت در ویژگی های دستگاه حرکتی پرندگان می شود (Winkler and Leisler, 1985). برخی از پژوهشگران همبستگی معنی داری بین اندازه های انگشتان و طول تارسوس با بستر مورد استفاده در پرندگان گزارش نموده اند (Miles and Ricklefs, 1984). تغییرات مشابهی نیز در اندازه دستگاه حرکتی در سهره های داروین وجود دارد (مکاتبات شخصی با Peter Grant). در بین جمعیت های مطالعه شده، پنج ویژگی منقار (شامل سه ویژگی اولیه و دو نسبت) تفاوت معنی داری مشاهده نشد. این یکسانی و نبود تفاوت معنی دار در صفات اندازه گیری شده روی منقار بین جمعیت ها را می توان به خاطر نبود تفاوت در رژیم غذایی تفسیر

سپاسگزاری

برای جمع آوری نمونه در عملیات صحرایی و آقای
صیاد شیخی نیلانلو برای تهیه نسخه نهایی سپاسگزاری
می نمایند.

نگارندگان از همکاری صمیمانه آقایان رسول
یوسفی، عباس محمدی، اصغر کشاورز و سجاد توکلی

منابع

- Albayrak, T., Besnard, A. and Erdoan, A. (2011) Morphometric variation and population relationships of Krüper's Nuthatch (*Sitta krueperi*) in Turkey. *The Wilson Journal of Ornithology* 123(4): 734-740.
- Arbabi, T., Aliabadian, M. and Khaleghizadeh, A. (2009) Comparison of morpho-skeletal characteristics (using standardised criteria sets) of the Great Tit *Parus major* (Linnaeus 1758) in three Iranian populations (Mashhad, Noor and Hamedan). *Podoces* 4(2): 71-80.
- Ashrafzadeh, M. R., Karami, M., Darvish, J., Shahi, T. and Ghadirian, T. (2010) A study of intraspecies variations of Baluchistan Gerbil, *Gerbillus nanus* Blanford, 1875 (Rodentia: Muridae) in Hormozgan province, Iran. *Taxonomy and Biosystematics* 2(4): 11-24 (in Persian).
- Boag, P. T. and Grant, P. R. (1981) Intense natural selection in a population of Darwin's Finches (Geospizinae) in the Galápagos. *Science* 214(4516): 82-85.
- Brown, W. L. and Wilson, E. O. (1956) Character displacement. *Systematic Zoology* 7: 49-64.
- Chardine, J. W. (2002) Geographic variation in the wingtip patterns of Black-Legged Kittiwakes. *The Condor* 104(3): 687-693.
- Conklin, J. R., Battley, P. F., Potter, M. A. and Ruthrauff, D. R. (2011) Geographic variation in morphology of -Alaska-breeding bar-tailed godwits (*Limosa lapponica*) is not maintained on their nonbreeding grounds in New Zealand. *The Auk* 128(2): 363-373.
- Eagderi, S., Esmailzadegan, E. and Maddah, A. (2013) Body shape variation in riffle minnows (*Alburnoides eichwaldii* De Filippii, 1863) populations of Caspian Sea basin. *Taxonomy and Biosystematics* 5(14): 1-8 (in Persian).
- Grant, P. R. (1975) The classical case of character displacement. *Evolutionary Biology* 8: 237-337.
- Grant, P. R. and Grant, B. R. (2002) Unpredictable evolution in a 30-year study of Darwin's Finches. *Science* 296(5568): 707-711.
- Grant, P. R. and Grant, B. R. (2006) Evolution of character displacement in Darwin's Finches. *Science* 313(5784): 224-226.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. and Ryan, P. D. (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. Retrieved from http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. On: 25 June 2013.
- Kaboli, M., Aliabadian, M. and Prodon, R. (2007b) Niche segregation, behavioural differences, and relation to morphology in two Iranian syntopic wheatears: *Oenanthe lugens persica* and *O. oenanthe libanotica*. *Vie et Milieu-life and environment* 57(3): 137-148.
- Kaboli, M., Aliabadian, M., Guillaumet, A., Roselaar, C. S. and Prodon, R. (2007a) Ecomorphology of the wheatears (genus *Oenanthe*). *Ibis* 149(4): 792-805.
- Landmann, A. and Winding, N. (1993) Niche segregation in high-altitude Himalayan chats (Aves, Turdidae): does morphology match ecology? *Oecologia* 95: 506-519.

- Mascitti, V. and Osvaldo-Kravetz, F. (2002) Bill morphology of South American Flamingos. *The Condor* 104(1): 73-83.
- Mayr, E. (1970) *Populations, species and evolution*. Harvard University Press, Cambridge.
- Miles, D. B. and Ricklefs, R. E. (1984) The correlation between ecology and morphology in deciduous forest passerine birds. *Ecology* 65(5): 1629-1640.
- Minitab Inc. (2010) *Minitab statistical software, version 16.1.0*. State College, Pennsylvania, USA.
- Molina, P., Ouellet, H. and McNeil, R. (2000) Geographic variation and taxonomy of the northern waterthrush. *The Wilson Bulletin* 112(3): 337-346.
- Ridley, M. (2004) *Evolution*. 3rd edition, Blackwell, Oxford.
- Rising, J. D., Jackson, D. A. and Fokidis, H. B. (2009) Geographic variation in plumage pattern and coloration of Savannah Sparrows. *The Wilson Journal of Ornithology* 121(2): 253-264.
- Scott, D. A., Moravvej-Hamadani, H. and Adhami-Mirhosseyni, A. (1975) *The birds of Iran*. Department of the Environment, Tehran (in Persian).
- Thorpe, R. S. (1976) Biometric analysis of geographic variation and racial affinities. *Biological Reviews* 51(4): 407-452.
- Vaurie, C. (1950) Notes on some Asiatic nuthatches and creepers. *American Museum Novitates* 1472: 1-39.
- Winkler, H. and Leisler, B. (1985) Morphological aspects of habitat selection in birds. In: *Habitat selection in birds* (Ed. Cody, M. L.). Academic Press, London.
- Zar, J. H. (1999) *Biostatistical Analysis*. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

پیوست ۱- فهرست ویژگی‌های بررسی شده به همراه توصیف فارسی و انگلیسی آنها

توصیف فارسی	نام ویژگی	توصیف انگلیسی
طول بال	WL	Wing length
طول دم	TL	Tail length
طول منقار از نوک تا ابتدای حفره بینی	BL	Bill length (at distal border of nostril)
قطر منقار (در ابتدای حفره بینی)	BD	Bill depth (at distal border of nostril)
عرض منقار (در ابتدای حفره بینی)	BW	Bill width (at distal border of nostril)
طول آلو لا	AL	Alula length
طول تارسوس	TaL	Tarsus length
طول انگشت عقب	HTL	Hind Toe length
طول ناخن انگشت عقب	HTNL	Hind Toe nail length
طول انگشت وسط	MTL	Middle Toe length
طول ناخن انگشت وسط	MTNL	Middle Toe nail length
گستره پا	FS	Foot span
گستره دو سر بال	WS	Wing span
طول بدن	BoL	Body length
طول تارسوس به طول بال	TaL/WL	Tarsus length/ wing length
گستره پا به طول تارسوس	FootS/TaL	Foot span/ Tarsus length
قطر منقار به طول منقار	BD/BL	Bill depth/ Bill length
عرض منقار به طول منقار	BW/BL	Bill width/ Bill length
طول آلو لا به طول بال	AL/WL	Alula length/wing length
ناخن انگشت عقب به طول تارسوس	HTNL/TaL	Hind Toe nail length/Tarsus length
انگشت عقب به طول تارسوس	HTL/TaL	Hind Toe length/Tarsus length
انگشت وسط به طول تارسوس	MTL/TaL	Middle Toe length/Tarsus length
ناخن انگشت وسط به طول تارسوس	MTNL/TaL	Middle Toe nail length/ Tarsus length
طول دم به طول بال	TL/WL	Tail length/wing length

پیوست ۲- میانگین \pm انحراف معیار، بیشینه و کمینه اندازه و تعداد نمونه‌های چهار جمعیت مطالعه شده (تمامی متغیرها بر حسب میلی متر بیان شده به استثنای دو صفت طول دو سر بال و طول بدن که بر حسب سانتی متر است).

ویژگی‌ها	استان فارس			استان مرکزی			استان اصفهان			استان کرمانشاه		
	میانگین \pm انحراف معیار	محدوده تغییرات	تعداد	میانگین \pm انحراف معیار	محدوده تغییرات	تعداد	میانگین \pm انحراف معیار	محدوده تغییرات	تعداد	میانگین \pm انحراف معیار	محدوده تغییرات	تعداد
طول بال	۸۹/۸۶ \pm ۲/۵۷	۸۵/۶-۹۵	۲۰	۹۲/۸۵ \pm ۱/۸۸	۸۹/۷-۹۵/۱	۱۷	۹۲/۳۶ \pm ۳/۵۱	۸۹/۴-۹۹	۷	۹۳/۶۶ \pm ۱/۱۹	۹۱/۴-۹۴/۵	۵
طول دم	۴۸/۶۱ \pm ۲/۳۷	۴۵-۵۵/۸	۲۰	۵۰/۹۵ \pm ۱/۷۵	۴۷/۴-۵۳	۱۷	۵۱/۰۳ \pm ۲/۴۳	۴۸-۵۴/۵	۷	۵۰/۰۲ \pm ۱/۶۸	۴۸-۵۲	۵
طول منقار	۱۸/۶۵ \pm ۱/۴۴	۱۵-۲۰/۹	۲۰	۱۸/۷۷ \pm ۱/۱۱	۲/۱۷-۲۰/۹	۱۷	۱۹/۳۶ \pm ۱/۱۸	۱۷-۲۰/۲	۷	۱۸/۰۷ \pm ۱/۱۵	۱۷/۵-۲۰	۵
قطر منقار	۹/۰۸ \pm ۰/۲۴	۵/۶-۹/۵	۲۰	۹/۰۵ \pm ۰/۲۱	۵/۷-۹/۳	۱۷	۹/۳۷ \pm ۰/۲	۶-۹/۶	۷	۹/۰۸ \pm ۰/۱۹	۵/۸-۹/۳	۵
عرض منقار	۵/۸۸ \pm ۰/۳۱	۵/۸-۹/۳	۲۰	۵/۸۶ \pm ۰/۲۸	۵/۳-۹/۳	۱۷	۶ \pm ۰/۲۳	۵/۵-۹/۲	۷	۹/۰۶ \pm ۰/۴۳	۵/۵-۹/۷	۵
طول آلتا	۲۲/۸ \pm ۱/۱۴	۲۲/۲-۲۶/۴	۲۰	۲۷/۸۵ \pm ۱/۸۳	۲۰/۵-۲۵/۸	۱۷	۳۲/۱۲ \pm ۱/۶۵	۲۰/۵-۲۵/۹	۷	۲۴/۶۲ \pm ۰/۹	۲۳/۸-۲۶	۵
طول تارسوس	۲۷/۵ \pm ۱/۱	۲۵/۷-۳۰	۲۰	۳۳/۸۳ \pm ۱/۵۸	۲۲/۸-۳۰/۳	۱۷	۲۷/۲ \pm ۱/۵۱	۲۴/۴-۲۹/۱	۷	۲۸/۶۶ \pm ۰/۶۳	۲۷/۶-۲۹	۵
انگشت عقب	۱۲/۸۶ \pm ۰/۵۹	۱۲-۱۴/۱	۲۰	۱۲/۸۵ \pm ۰/۸۶	۱۱-۱۴/۲	۱۷	۱۳/۸۳ \pm ۰/۷۱	۱۳/۸-۱۵	۷	۱۳/۲۶ \pm ۰/۳	۱۳/۸-۱۳/۹	۵
ناخن انگشت عقب	۵/۸۸ \pm ۱/۱۷	۴/۵-۹/۷	۲۰	۵/۳۸ \pm ۰/۵۴	۴/۵-۹/۴	۱۷	۵/۵۱ \pm ۰/۴۸	۵-۹/۵	۷	۵/۰۶ \pm ۰/۶۱	۴/۲-۵/۹	۵
ناخن انگشت وسط	۱۵/۳۳ \pm ۱/۳۶	۱۲/۹-۱۷/۵	۲۰	۱۶/۸۵ \pm ۰/۷۵	۱۵/۴-۱۸	۱۷	۱۶/۸۱ \pm ۱/۰۳	۱۵-۱۷/۸	۷	۱۵/۶۶ \pm ۰/۶۶	۱۴/۸-۱۶/۳	۵
گستره پا	۴/۸۲ \pm ۱/۰۳	۳/۵-۷/۸	۲۰	۴/۶۵ \pm ۰/۴۳	۳/۸-۵/۴	۱۷	۴/۵۶ \pm ۰/۴۹	۴/۳-۵/۸	۷	۴/۳۴ \pm ۰/۲۶	۲/۴-۴/۸	۵
طول دو سر بال	۴۸/۳۶ \pm ۱/۶۳	۴۴/۵-۵۲	۲۰	۴۹/۲۲ \pm ۱/۵۴	۴۶/۱-۵۲/۵	۱۷	۴۹/۳۷ \pm ۲/۳	۴۶-۵۲/۵	۷	۴۸/۷۴ \pm ۰/۵۹	۴۸/۲-۴۹/۶	۵
طول بدن	۱۸۱/۵ \pm ۱/۰۱	۱۷۰-۲۲	۲۰	۱۸۱/۳۲ \pm ۰/۴۴	۱۷۳-۱۹	۱۷	۱۸۱/۷ \pm ۰/۴۳	۱۷۵-۱۸۵	۷	۱۸۱/۶ \pm ۰/۷۲	۱۸۱/۵-۱۸۵	۵

Morphometric variation in *Sitta tephronota dresseri* populations along Zagros Mountains

Masoud Yousefi ¹, Mohammad Kaboli ^{1*}, Soheil Eagderi ², Alireza Mohammadi ¹ and Ali Rezaei ¹

¹ Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

² Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Abstract

Sitta tephronota has three subspecies in Iran: *S. t. obscura*, *S. t. tephronota* and *S. t. dresseri*, with the latter occurring with very gradual variation in plumage in Zagros Mountains. Despite our knowledge about plumage variation, morphometrical variation in this subspecies is little known. In this study, we investigated geographical variation of the subspecies with four populations from Zagros Mountain (Esfahan, Fars, Kermanshah and Markazi). We measured 14 primary variable and 10 calculated ratios for comparison in univariate and multivariate analyses using Minitab and Past programs. Univariate test revealed that nine characteristics were significantly different among the four populations ($P < 0.05$). Morphological matrices were analyzed by Principal Components Analysis (PCA), CVA and MANOVA. Result indicated that Fars population is different from Markazi population.

Key words: *Sitta tephronota*, Geographical variation, Adaptation, Morphology