

جدایی آشیان بوم‌شناختی غذایی بین دو گونه خویشاوند هم‌بوم کمرکولی بزرگ (*tephronotaSitta*) و کمرکولی کوچک (*Sitta*) *(neumayer)* در ناحیه تماس در رشته کوه زاگرس

علیرضا محمدی^۱، محمد کابلی^{۲*}، سهراب اشرفی^۳، محسن مفیدی نیستانک^۴ و مسعود یوسفی^۵

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی، گروه محیط زیست، دانشگاه تهران

۲. دانشیار دانشکده منابع طبیعی، گروه محیط زیست، دانشگاه تهران

۳. استادیار دانشکده منابع طبیعی، گروه محیط زیست، دانشگاه تهران

۴. استادیار مؤسسه گیاه پزشکی کشور، بخش تحقیقات رده‌بندی حشرات

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۵/۲۰)

چکیده

کمرکولی بزرگ و کمرکولی کوچک دو گونه هم‌بوم و خویشاوند نزدیک و مثال کلاسیک و اولیه اصل جابه‌جایی صفات‌اند، ولی، با وجود این، سؤالات بسیاری درباره جدایی آشیان بوم‌شناختی این دو گونه از سال ۱۹۵۰ بدون پاسخ مانده است. در مطالعه حاضر، تفاوت‌های رژیم غذایی دو گونه کمرکولی بزرگ و کوچک به‌منزله یکی از ابعاد مهم آشیان بوم‌شناختی در ناحیه تماس آن‌ها در ایران (رشته کوه زاگرس) بررسی شده است. در این پژوهش، رژیم غذایی دو گونه با بررسی محتویات دستگاه گوارش و با استفاده از استرئومیکروسکوپ مطالعه شد. نتایج نشان داد رژیم غذایی غالب دو گونه در فصل بهار حشرات‌اند؛ به‌طوری‌که در کمرکولی بزرگ به‌ترتیب راسته سخت‌بال‌پوشان^۱، نیم‌بال‌پوشان^۲ و راست‌بالان^۳ بیشترین مقدار را در رژیم غذایی این گونه شامل می‌شوند. همچنین، در کمرکولی کوچک راسته نیم‌بال‌پوشان، سخت‌بال‌پوشان و بال‌پولک‌داران^۴ به‌ترتیب بیشترین مقدار را در رژیم غذایی این گونه به خود اختصاص داده‌اند. همچنین، به منظور تعیین رابطه بین اندازه بدن این دو گونه با اندازه طعمه‌های استفاده‌شده (برای دو صفت اندازه طول سر در راسته نیم‌بال‌پوشان و اندازه دهانی در سخت‌بال‌پوشان) از آنالیز کوواریانس استفاده شد. نتایج نشان داد که بین اندازه بدن و اندازه طعمه در دو گونه در اندازه طول سر در سن‌ها تفاوت معناداری وجود دارد؛ به‌طوری‌که کمرکولی بزرگ نسبت به جثه خود، از حشرات بزرگ‌تری تغذیه می‌کند. همچنین، نتایج این مطالعه نشان داد که بین پهنای آشیان بوم‌شناختی هر دو گونه اختلاف اندکی وجود دارد، ولی هم‌پوشانی آشیان بوم‌شناختی غذایی بین هر دو گونه بالاست. نتایج این پژوهش اهمیت نسبی اندازه بدن در جدایی آشیان بوم‌شناختی غذایی دو گونه هم‌بوم کمرکولی بزرگ و کوچک جهت هم‌زیستی پایدار نشان می‌دهد.

کلیدواژگان: آشیان بوم‌شناختی غذایی، جابه‌جایی صفات، کمرکولی بزرگ، کمرکولی کوچک.

۱. مقدمه

اصل طرد رقابتی گاس (Gause, 1973) بیان می‌کند که گونه‌های مختلف ولی با نیازهای بوم‌شناختی مشابه نمی‌توانند هم‌زمان آشیان‌های بوم‌شناختی مشترک را اشغال کنند. این اصل بیان می‌کند که همزیستی پایدار گونه‌ها درون یک جامعه فقط زمانی امکان‌پذیر است که تفاوت‌های هرچند جزئی در منابع مورد استفاده دو گونه وجود داشته باشد (Hutchinson, 1957 a, 1978b; Pianka, 1975; Wang et al, 2005). بنابراین، گونه‌های هم‌بوم باید در جهت کاهش شباهت‌های آشیان‌بوم‌شناختی خود تکامل یابند. همچنین، انتخاب طبیعی باید ویژگی‌های زیست‌شناختی گونه‌های مرتبط باهم را به نحوی توسعه دهد که بتوانند بدون رقابت با یکدیگر از منابع یکسان استفاده کنند (Grant, 1975). بنابراین، هنگامی که گونه‌های هم‌بوم یا هم‌زیستگاه نیازهای بوم‌شناختی مشابهی دارند و همچنین منابع غذایی نقش محدودکننده دارد، به نظر می‌رسد که تقسیم آشیان‌بوم‌شناختی یا جدایی آشیان‌بوم‌شناختی نقشی کلیدی و بسیار مهم در هم‌جایی^۱ پایدار و درازمدت گونه‌ها ایفا می‌کند (Schoener, 1965; Moermond, 1979; Huey and Pianka, 1981; Alatalo and Moreno, 1987).

هنگامی که دو گونه خویشاوند یا دو گونه‌ای که ارتباط بسیار نزدیکی باهم دارند از نظر جغرافیایی هم‌پوشانی دارند، (ناحیه هم‌جا)، تفاوت بین آن‌ها در ناحیه هم‌پوشانی بسیار بارز و برجسته است؛ به‌طوری‌که به‌آسانی از یکدیگر تشخیص داده می‌شوند (Grant, 1975). ولی هنگامی که بخشی از محدوده پراکنش گونه‌ها در خارج از ناحیه هم‌پوشانی قرار داشته باشد (ناحیه دگرجا)، این تفاوت‌ها بسیار کم یا به‌طور کلی محو خواهد شد؛ به‌طوری‌که تفکیک گونه‌ها از همدیگر بسیار دشوار خواهد بود. این اصل به اصل جابه‌جایی صفات^۲ معروف است (Brown And Wilson, 1956; Grant,)

(1972). برای اثبات وقوع جابه‌جایی صفات در گونه‌های خویشاوند هم‌بوم شرایط مختلفی وجود دارد که یکی از آن‌ها جدایی رژیم غذایی دو گونه در مناطق هم‌بوم است (Losos, 2000; Schluter, 2000).

مطالعه نحوه جدایی آشیان‌بوم‌شناختی گونه‌های خویشاوند نزدیک در گونه‌های مختلفی از پرندگان از قبیل باکلان بزرگ^۳ و باکلان تاجدار^۴ (Lack, 1945; Grant and Grant, 1947)، سهره‌های داروین (Kaboli et al., 2007) و دو گونه چکچک^۵ (2002)، دو گونه سهره سرخ^۶ مطالعه شده است. پژوهش در این زمینه، مورد علاقه بوم‌شناسان تکاملی بوده و مطالعات گسترده‌ای در این زمینه صورت گرفته است. کمرکولی بزرگ و کوچک دو گونه خویشاوند هم‌بوم‌اند که در نواحی وسیعی از غرب ایران به صورت هم‌جا حضور دارند (Grant, 1975; Vaurie, 1950). با وجود اینکه این دو گونه کلاسیک و اولیه اصل جابه‌جایی صفات محسوب می‌شوند، همچنان امکان وقوع اصل جابه‌جایی صفات در این دو گونه مورد سؤال محققان بسیاری واقع شده و هنوز بدان پاسخی داده نشده است (Grant, 1975). هدف از پژوهش حاضر بررسی جدایی آشیان‌بوم‌شناختی غذایی کمرکولی بزرگ و کمرکولی کوچک به‌منزله یکی از مهم‌ترین ابعاد آشیان‌بوم‌شناختی و همچنین یکی از مفروضات مهم جابه‌جایی صفات در ناحیه تماس آن‌ها در ایران (رشته‌کوه زاگرس) است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. نمونه‌برداری

نمونه‌برداری در فصل بهار در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در مناطق کوهستانی استان‌های مرکزی، اصفهان، فارس و کرمانشاه (ناحیه تماس این دو گونه در رشته‌کوه زاگرس) انجام شد (شکل ۱). ۸۱

3. *Phalacrocorax carbo*

4. *P. aristotelis*

5. *Oenanthe oenanthe libanotica*, *O. lugens persica*

6. *Carpodacus eos*, *C. rubicilloides*

1. coexistence

2. Character displacement

شاخص هورن^۲ (رابطه ۳) استفاده شد (Krebs, 1999).

$$B = \frac{1}{\sum p_j^2} \quad (1)$$

$$B_A = \frac{B-1}{n-1} \quad (2)$$

$$R_o = \frac{\sum (p_{ij} + p_{ik}) \log(p_{ij} + p_{ik}) - \sum p_{ij} \log p_{ij} - \sum p_{ik} \log p_{ik}}{2 \log^2} \quad (3)$$

در رابطه ۱، B شاخص پهنای آشیان بوم‌شناختی لوینز و p_i^2 نسبت افرادی که از منبع j استفاده می‌کنند و در رابطه ۲، B_A معیار استاندارد شده لوینز، B شاخص پهنای آشیان بوم‌شناختی لوینز و n تعداد حالات ممکن منابع است. در رابطه ۳ نیز، R_o شاخص هم‌پوشانی بین گونه j و k، p_{ij} نیز نشان‌دهنده نسبت منبع i از کل منابعی که از سوی گونه j استفاده می‌شود و p_{ik} نشان‌دهنده نسبت منبع i از کل منابعی که از سوی گونه k استفاده می‌شود.

در این مطالعه، دو راسته سخت‌بال‌پوشان و نیم‌بال‌پوشان، که بیشترین بسامد حضور را در دستگاه گوارش این دو گونه داشتند، انتخاب و سپس بقایایی از بدن این دو طعمه، مانند طول سر در راسته نیم‌بال‌پوشان و طول اندام دهانی ۳ در راسته سخت‌بال‌پوشان، که می‌تواند گویای اندازه جثه طعمه مصرف شده باشد، با استفاده از استرئومیکروسکوپ و نرم‌افزار 2 Dino capture اندازه‌گیری شدند. همچنین، برای بررسی تفاوت در صفات اندازه‌گیری شده (طول سر در راسته نیم‌بال‌پوشان و طول اندام دهانی در راسته سخت‌بال‌پوشان) از آنالیز کوواریانس با رعایت همگنی واریانس‌ها و همچنین آزمون من‌ویتنی‌یو^۴ استفاده شد.

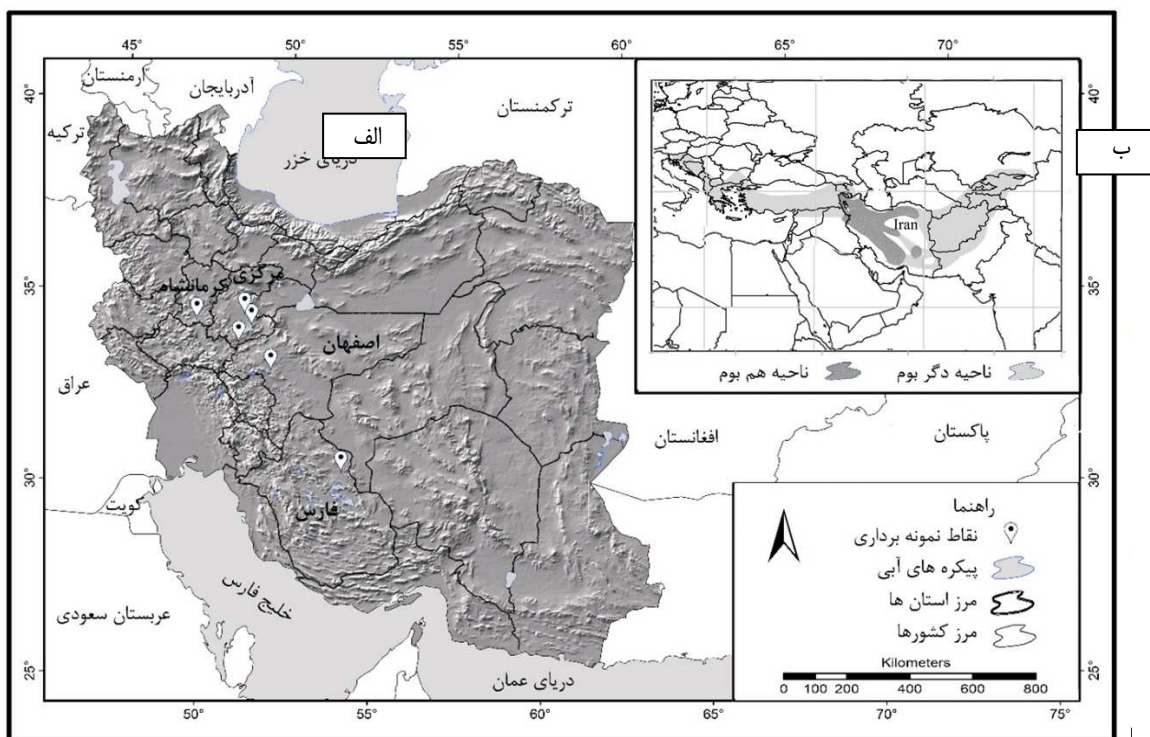
فرد کمرکولی (۴۹ کمرکولی بزرگ و ۳۲ کمرکولی کوچک) از این استان‌ها با مجوز سازمان حفاظت محیط زیست نمونه‌برداری شد. بلافاصله پس از نمونه‌گیری به تفکیک دستگاه گوارش، هر فرد در محل جدا و به تفکیک همراه برچسب اطلاعات شامل زمان و مکان صید و مختصات جغرافیایی در داخل تیوب‌های ۱۲۰ میلی‌لیتری، که حاوی الکل اتانول ۹۶ درصد بودند، قرار داده شدند. در آزمایشگاه، دستگاه گوارش نمونه‌ها تفکیک و شناسایی شد. قطعات و اندام حشرات با استفاده از استرئومیکروسکوپ (با بزرگ‌نمایی $\times 400-6/3$) بررسی و شناسایی شد. تعیین جایگاه رده‌بندی حشرات با بهره‌گیری از کلیدهای شناسایی معتبر مربوط به فون حشرات فلات ایران و نواحی مجاور شناسایی و طبقه‌بندی شد (Triplehorn et al., 2005; Harz, 1975).

۲.۲. تجزیه و تحلیل محتویات دستگاه گوارش

جهت تجزیه و تحلیل رژیم غذایی از سه فاکتور درصد فراوانی نسبی، بسامد حضور یک طبقه طعمه تقسیم بر بسامد حضور همه طبقات طعمه $\times 100$ ، درصد حضور: بسامد حضور یک طبقه طعمه تقسیم بر تعداد کل نمونه‌های دستگاه گوارش $\times 100$ و حجم نسبی: حجم نسبی یک طبقه طعمه تقسیم بر حجم همه طبقات طعمه $\times 100$ استفاده شد (Andreas et al., 2013). درصد فراوانی نسبی نشان‌دهنده اهمیت نسبی یک طبقه طعمه براساس فراوانی آن، درصد حضور نشان‌دهنده اهمیت یک طبقه طعمه در میان تعداد کل نمونه‌های دستگاه گوارش و درصد حجم نسبی نیز بیانگر نسبت حجم هر طبقه طعمه در نمونه‌های دستگاه گوارش است (Andreas et al., 2013). در این مطالعه، برای تعیین پهنای آشیان غذایی از معیار لوینز^۱ (B) (رابطه ۱) استفاده شد (Levins, 1968) که برای استاندارد کردن آن از معیار استاندارد شده لوینز (رابطه ۲) استفاده شد. همچنین، جهت تعیین هم‌پوشانی آشیان غذایی از

2. Horns index
3. mandibles
4. Mann-Whitney U - test

1. Levin's measure



شکل ۱. الف): نقاط نمونه برداری کمرکولی بزرگ و کمرکولی کوچک در رشته کوه زاگرس (استان های مرکزی، فارس، اصفهان و کرمانشاه) و (ب): نقشه پراکنش کمرکولی بزرگ و کمرکولی کوچک در جهان (اقتباس از Grant, 1975)

۳. نتایج

۱.۳. ترکیب غذایی حشره خواری در کمرکولی بزرگ

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل محتویات گوارشی ۴۹ فرد از کمرکولی بزرگ نشان داد که راسته سخت بال پوشان در جایگاه اول رژیم غذایی این گونه قرار دارد و راسته نیم بال پوشان و راست بالان به ترتیب جایگاه دوم و سوم را در رژیم غذایی این گونه به خود اختصاص داده اند (جدول ۱). راسته نیم بال پوشان اگرچه از نظر درصد فراوانی حضور و درصد حضور در جایگاه دوم در بین سایر حشرات شناسایی شده قرار دارد، از نظر درصد حجم نسبی در جایگاه اول قرار دارد (جدول ۱). همچنین، نتایج تجزیه و تحلیل در سطح خانواده نشان داد که در راسته سخت بال پوشان در بین دو خانواده

شناسایی شده سوسک های خاکزی^۱ و سوسک های سرخرطومی^۲ هر دو حجم نسبی (۲۰ درصد) برابری دارند. همچنین، در راسته نیم بال پوشان، سن گندم^۳ از خانواده *Scutelleridae* با حجم نسبی ۴۹/۷۵ درصد در این راسته جایگاه اول را دارد و پس از آن خانواده سن های بدبو^۴ با حجم نسبی ۳۵/۵ درصد در جایگاه دوم در این راسته قرار دارد. همچنین، در راسته راست بالان خانواده ملخ های شاخک کوتاه^۵ با حجم نسبی ۲۸ درصد در این راسته در جایگاه اول قرار دارد و پس از آن خانواده ملخ های شاخک بلند^۶ با حجم نسبی ۸ درصد در جایگاه بعدی در این راسته قرار می گیرد. همچنین، نتایج رژیم غذایی کمرکولی بزرگ به تفکیک برای هر استان در ضمیمه آورده شده است (ضمیمه ۱).

1. Carabidae
2. Curculionidae
3. Eurygaster integriceps
4. Pentatomidae
5. Acrididae
6. Tettigoniidae

جدول ۱. بسامد حضور، درصد فراوانی نسبی حضور، درصد حضور و درصد حجم نسبی طعمه‌های شناسایی شده در محتویات گوارشی ۴۹ فرد از کمرکولی بزرگ در استان‌های مرکزی، فارس، اصفهان و کرمانشاه

طعمه	نام فارسی	بسامد حضور	درصد فراوانی نسبی حضور	درصد حضور	درصد حجم نسبی
Coleoptera	سخت‌بال پوشان	۳۷	۴۰/۲۱	۷۵/۵۱	۲۶/۹۲
Hemiptera	نیم‌بال پوشان	۲۳	۲۵	۴۶/۹۳	۳۷/۱۷
Orthoptera	راست‌بالان	۱۵	۱۶/۳۰	۳۰/۶۱	۱۵/۳۸
Lepidoptera	بال‌پولک‌داران	۹	۹/۷۸	۱۸/۳۶	۶/۴۱
Hymenoptera	بال‌غشائیان	۳	۳/۲۶	۶/۱۲	۲/۵۶
Odonata	سنجاقک‌شکلان	۳	۳/۲۶	۶/۱۲	۵/۱۲
Mantodea	شیخک‌ها	۱	۱/۰۸	۲/۰۴	۵/۱۲
Neuroptera	بالتوری‌ها	۱	۱/۰۸	۲/۰۴	۱/۲۸

غذایی کمرکولی کوچک به تفکیک برای هر استان در ضمیمه آورده شده است (ضمیمه ۲).

۳.۳. هم‌پوشانی و پهنای آشیان بوم‌شناختی غذایی

پهنای آشیان بوم‌شناختی محاسبه شده برای هر دو گونه اختلاف اندکی را نشان می‌دهد؛ به طوری که پهنای آشیان بوم‌شناختی برای کمرکولی بزرگ ۰/۴۲ و پهنای آشیان بوم‌شناختی برای کمرکولی کوچک ۰/۴۹ است. هم‌پوشانی آشیان بوم‌شناختی برای هر دو گونه با استفاده از فراوانی نسبی حضور و همچنین حجم نسبی محاسبه شد (جدول ۳). نتایج برآورد هم‌پوشانی آشیان بوم‌شناختی برای هر دو گونه نشان داد که هم‌پوشانی آشیان بوم‌شناختی در بین گونه‌های مطالعه شده بالاست (جدول ۳). هنگامی که از حجم نسبی طعمه‌های مصرف شده کمرکولی بزرگ و کمرکولی کوچک استفاده شد، نتایج هم‌پوشانی برای هر دو گونه اندکی بالاتر از حالتی بود که از فراوانی نسبی حضور استفاده شد.

۲.۳. ترکیب غذایی حشره‌خواری در کمرکولی کوچک

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل دستگاه گوارش ۳۲ فرد کمرکولی کوچک نشان داد که راسته نیم‌بال پوشان در جایگاه اول رژیم غذایی این گونه قرار دارد و راسته سخت‌بال پوشان و بال‌پولک‌داران به ترتیب در جایگاه دوم و سوم رژیم غذایی این گونه قرار دارند (جدول ۲). همچنین، نتایج تجزیه و تحلیل در سطح خانواده و تا حدودی در سطح گونه نشان داد که در راسته نیم‌بال پوشان سن گندم از خانواده *Scutelleridae* با حجم نسبی ۴۴/۴۴ درصد رتبه اول را دارد. این در حالی است که خانواده سن‌های بدبو^۱ با حجم نسبی ۳۳/۳۳ درصد در جایگاه دوم قرار دارد. همچنین، در بین راسته سخت‌بال پوشان تنها خانواده شناسایی شده سوسک‌های سرخرطومی هستند که در مجموع ۱۱/۱۱ درصد از حجم نسبی این راسته را به خود اختصاص داده است. همچنین، نتایج حاصل از رژیم

جدول ۲. بسامد حضور، درصد فراوانی نسبی حضور، درصد حضور و درصد حجم نسبی طعمه‌های شناسایی شده در ۳۲ فرد کمرکولی کوچک در استان‌های مرکزی، فارس، اصفهان و کرمانشاه.

طعمه	نام فارسی	بسامد حضور	درصد فراوانی نسبی حضور	درصد حضور	درصد حجم نسبی
Hemiptera	نیم‌بال پوشان	۱۶	۳۴/۷۸	۵۰	۴۲/۱۰
Coleoptera	سخت‌بال پوشان	۱۴	۳۰/۴۳	۴۳/۷۵	۲۶/۳۱
Lepidoptera	بال‌پولک‌داران	۸	۱۷/۳۹	۲۵	۱۸/۴۲
Orthoptera	راست‌بالان	۴	۸/۶۹	۱۲/۵	۵/۲۶
Hymenoptera	بال‌غشائیان	۲	۴/۳۴	۶/۲۵	۲/۶۳
Odonata	سنجاقک‌شکلان	۱	۲/۱۷	۳/۱۲	۲/۶۳
Diptera	دوبالان	۱	۲/۱۷	۳/۱۲	۲/۶۳

جدول ۳. هم‌پوشانی آشیان بوم‌شناختی محاسبه‌شده برای کمرکولی بزرگ و کمرکولی کوچک با استفاده از شاخص هورن

کمرکولی کوچک		کمرکولی بزرگ		
حجم نسبی	فراوانی نسبی حضور	حجم نسبی	فراوانی نسبی حضور	
۰/۷۷۹	۰/۷۷۵	۱۰۰	۱۰۰	کمرکولی بزرگ
۱۰۰	۱۰۰	۰/۷۷۹	۰/۷۷۵	کمرکولی کوچک

نتایج برای هر دو گونه با استفاده از فراوانی نسبی حضور و حجم نسبی طعمه‌های مورد مصرف محاسبه شد.

وجود دارد (جدول ۴).

نتایج محاسبه درصد فراوانی حضور در صفت طول سر در راسته نیم‌بال‌پوشان نشان داد که سن‌های بزرگ‌تر از ۳ میلی‌متر با فراوانی حضور ۸۸/۲۳ درصد جایگاه اول را در رژیم غذایی کمرکولی بزرگ دارند. در حالی که سن‌های کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر با ۱۱/۲۶ درصد سهم اندکی از رژیم غذایی این گونه را به خود اختصاص می‌دهند (شکل ۲). همچنین، نتایج محاسبه درصد فراوانی حضور صفت اندام دهانی در راسته سخت‌بال‌پوشان نشان داد که اندام دهانی بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر با فراوانی حضور ۸۴/۲۱ درصد جایگاه اول را در رژیم غذایی کمرکولی بزرگ دارند. در حالی که نتایج نشان داد اندام دهانی کوچک‌تر از ۱ میلی‌متر با فراوانی حضور ۱۵/۷۸ درصد سهم اندکی از رژیم غذایی این گونه را به خود اختصاص می‌دهد (شکل ۲).

همچنین، نتایج محاسبه درصد فراوانی حضور در صفت طول سر در راسته نیم‌بال‌پوشان نشان داد که سن‌های بزرگ‌تر از ۳ میلی‌متر فقط ۱۸/۱۸ درصد از رژیم غذایی کمرکولی کوچک را به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که سن‌های کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر با ۸۱/۸۱ درصد جایگاه اول را در رژیم غذایی این گونه دارند (شکل ۲). همچنین، نتایج محاسبه درصد فراوانی حضور در راسته سخت‌بال‌پوشان نشان داد که اندام دهانی بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر فقط ۱۵/۳۸ درصد از رژیم غذایی کمرکولی کوچک را به خود اختصاص می‌دهند. این در حالی است که اندام دهانی کوچک‌تر از ۱ میلی‌متر با ۸۴/۶۱ درصد جایگاه اول را در رژیم غذایی این گونه دارند (شکل ۲).

۴.۳. اندازه‌گیری سر در راسته نیم‌بال‌پوشان و

اندام دهانی در راسته سخت‌بال‌پوشان

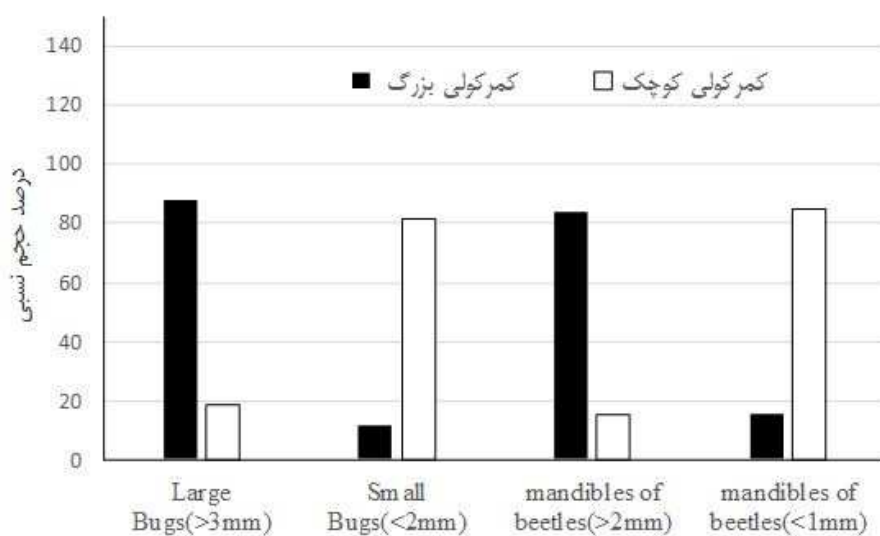
نتایج حاصل از اندازه‌گیری طول سر در راسته نیم‌بال‌پوشان و طول اندام دهانی در راسته سخت‌بال‌پوشان نشان داد که براساس صفت طول سر دو طبقه (Large Bugs > 3mm, Small Bugs < 2mm) در راسته نیم‌بال‌پوشان و همچنین براساس اندام دهانی (ماندیبول) در راسته سخت‌بال‌پوشان دو طبقه (Large Mandibles > 2 mm, Small Mandibles < 1 mm) ایجاد شد.

نتایج حاصل از مقایسه اندازه‌گیری طول سر در راسته نیم‌بال‌پوشان و طول اندام دهانی در راسته سخت‌بال‌پوشان تفاوت معناداری را در صفات اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد. از آنجا که داده‌ها حاصل از اندازه‌گیری طول سر در راسته نیم‌بال‌پوشان و طول اندام دهانی در راسته سخت‌بال‌پوشان توزیع نرمال نداشتند، از آزمون ناپارامتریک من‌ویتنی‌یو برای بررسی تفاوت صفات اندازه‌گیری شده در کمرکولی بزرگ و کوچک استفاده شد. نتایج نشان داد که این دو گونه در دو صفت اندازه‌گیری شده به ترتیب طول سر در سن‌ها و طول اندام دهانی در سوسک‌ها تفاوت معناداری دارند ($P\text{-value} < 0.01$, $U\text{-test} = 610$; $U\text{-test} = 829$). باین حال، برای بررسی صفات اندازه‌گیری شده در دو راسته سخت‌بال‌پوشان و نیم‌بال‌پوشان از آنالیز کواریانس استفاده شد. برای استفاده از این آنالیز همگنی واریانس‌ها، همگنی شیب خط رگرسیون و همچنین استقلال خطاها به تفکیک بررسی شد. نتایج حاصل از این آنالیز نشان داد که فقط در صفت طول سر در راسته نیم‌بال‌پوشان استفاده شده دو گونه کمرکولی بزرگ و کمرکولی کوچک تفاوت معنادار

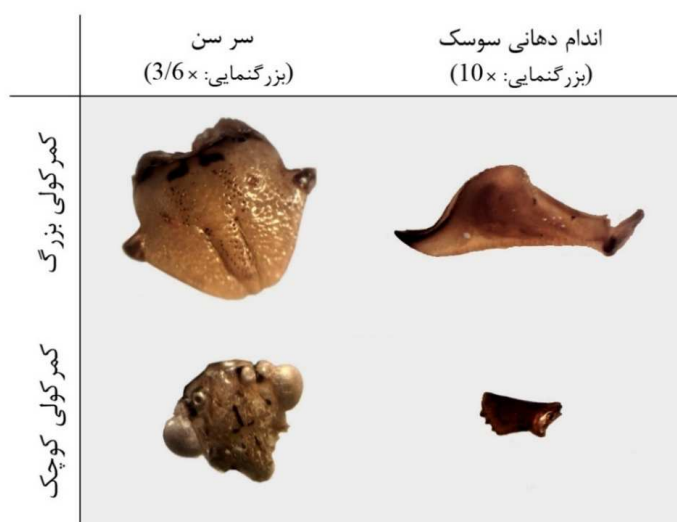
جدول ۴. نتایج آنالیز کواریانس برای دو متغیر طول سر در راسته نیم‌بال پوشان و طول اندام دهانی در راسته سخت بال پوشان در کمرکولی بزرگ و کمرکولی کوچک

		F	P-value
طول سر در راسته نیم‌بال پوشان	تفاوت شیب خطوط رگرسیون	F = 5.82	P=0.02
طول اندام دهانی در راسته سخت بال پوشان	تفاوت محل برخورد با خط	F = 5.77	P= 0.02
طول ماندیبول در راسته نیم‌بال پوشان	تفاوت شیب خطوط رگرسیون	F = 1.22	P=0.27
طول اندام دهانی در راسته سخت بال پوشان	تفاوت محل برخورد با خط	F = 0.66	P= 0.42

در این آزمون، طول بدن در هر دو گونه به‌منزله متغیر کنترل‌کننده در نظر گرفته شده است.



شکل ۲. درصد فراوانی حضور صفات اندازه‌گیری شده (طول سر و طول اندام دهانی) در دو راسته نیم‌بال پوشان و راسته سخت‌بال پوشان که بیشترین فراوانی نسبی حضور را در رژیم غذایی کمرکولی بزرگ و کمرکولی کوچک دارند.



شکل ۳. مقایسه اندازه سر در راسته نیم‌بال پوشان و اندام دهانی در راسته سخت‌بال پوشان به‌منزله دو طعمه‌ای که بیشترین فراوانی نسبی حضور را در رژیم غذایی کمرکولی بزرگ و کمرکولی کوچک دارند.

۴. بحث و نتیجه گیری

شرایط بوم‌شناختی تأثیر بسزایی در شکل‌دهی ریخت در پرندگان دارد که این موضوع به‌خوبی در سهره‌های داروین نشان داده شده است (Grant and Grant, 2002). تحقیقات درخصوص این پرندگان نشان داده که اندازه و شکل منقار از طریق انتخاب طبیعی در پاسخ به تغییر و تنوع در نوع غذا، میزان دسترسی‌پذیری به منابع غذایی و همچنین رقابت بین‌گونه‌ای برای غذا تکامل پیدا می‌کند (Van der meig and Bout, 2004). برای کمرکولی بزرگ و کوچک نیز می‌توان تفاوت‌های تغذیه‌ای ناشی از رقابت بین گونه‌ای را عامل اصلی شکل‌دهی شکل و اندازه منقار دانست (Grant, 1975). به عبارت دیگر، می‌توان گفت که تفاوت‌های موجود در رژیم غذایی دو گونه، که در مطالعه حاضر نشان داده شد، ویژگی‌های ریخت در منقار این دو گونه را تحت‌تأثیر قرار داده است (Grant, 1975).

اندازه بدن طعمه به‌طور مستقیم متناسب با اندازه بدن طعمه‌خوار است (Van der meig and Bout, 2004). این تفاوت در اندازه طعمه، عاملی مهم در جدایی آشیان‌بوم‌شناختی غذایی گونه‌های هم‌بوم و خویشاوند نزدیک محسوب می‌شود (Free man and Lemen, 2007; Andreas et al., 2013). در مطالعات متعددی به نقش اندازه طعمه در جدایی آشیان‌بوم‌شناختی غذایی در گونه‌های هم‌بوم اشاره شده است (Free man and Lemen, 2007; Andreas et al., 2013). در این مطالعه نیز، نتایج نشان داد که اندازه طعمه نقشی کلیدی در جدایی آشیان‌بوم‌شناختی غذایی کمرکولی بزرگ و کوچک به‌منزله دو گونه هم‌بوم و خویشاوند نزدیک ایفا می‌کند (شکل ۳). نتایج آزمون من‌ویتنی‌یو نیز نشان داد که این تفاوت‌ها از نظر آماری نیز معنادار است. اگرچه در آنالیز کوواریانس فقط صفت طول سر در راسته نیم‌بال‌پوشان برای هر دو گونه تفاوت معنادار را نشان می‌دهد.

از سوی دیگر، شواهد محکمی وجود دارد که نشان می‌دهد نیروی نوک‌زدن در پرندگان با

متغیرهایی از قبیل قطر، عرض منقار، اندازه جثه و وزن بدن در ارتباط است (Cornwalis, 1975; Herrel et al., 2005; Van der meig and Bout, 2004; Andreas et al., 2013). در این دو گونه نیز، الگوی مشابهی از ارتباط بین صفت‌هایی چون قطر و عرض منقار و نیز اندازه بدن با نیروی نوک‌زدن به‌دست آمده است (یوسفی و همکاران، داده‌های منتشرنشده)؛ به‌طوری‌که در کمرکولی بزرگ اندازه قطر و عرض منقار نسبت به طول منقار بزرگ‌تر از کمرکولی کوچک است. این ویژگی به کمرکولی بزرگ این امکان را می‌دهد از حشرات بزرگ‌تری نسبت به کمرکولی کوچک تغذیه کند.

گرنه در سال ۱۹۷۵ شواهدی برای جدایی تغذیه دو گونه در تابستان از دانه‌ها و میوه‌ها در رشته‌کوه زاگرس ارائه کرده است. نتایج این مطالعه نیز نشان داد که شواهد قابل استنادی برای جدایی رژیم غذایی حشره‌خواری این دو گونه در فصل بهار قابل ارائه است. بر این اساس، به نظر می‌رسد که این دو گونه در نواحی هم‌بوم در رشته‌کوه زاگرس به سوی حداکثر جدایی آشیان‌بوم‌شناختی غذایی و در نتیجه حداکثر تلاش برای پرهیز از رقابت بر سر منابع ضروری محدود و مورد نیاز برای بقا و تولید مثل پیش رفته‌اند. با وجود این، مطالعات تکمیلی جهت تعیین ابعاد مختلف آشیان‌بوم‌شناختی غذایی این دو گونه در ناحیه ناهم‌بوم (در منتهالیه شرقی ایران برای کمرکولی بزرگ و در خارج از مرزهای ایران در اروپا برای کمرکولی کوچک) و مقایسه آن با یافته‌های این پژوهش پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از زحمات آقایان عباس محمدی، عبدالرسول یوسفی، علی رضایی، اصغر کشاورز، حمیدرضا شمس‌ی و سجاد توکلی برای همکاری در امر نمونه‌برداری تشکر و قدردانی کنند.

ضمیمه ۱. بسامد حضور، درصد فراوانی نسبی حضور و درصد حضور طعمه‌های شناسایی شده در محتویات گوارشی ۴۹ فرد از کمرکولی بزرگ به تفکیک در استان‌های مرکزی (۱۹)، فارس (۱۹)، اصفهان (۶) و کرمانشاه (۵)

مکان نمونه‌برداری	طعمه	نام فارسی	بسامد حضور	درصد فراوانی نسبی حضور	درصد حضور
استان مرکزی	Coleoptera	سخت‌بال پوشان	۱۶	۴۵/۷۱	۸۴/۲۱
	Hemiptera	نیم‌بال پوشان	۱۱	۳۱/۴۲	۵۷/۸۹
	Orthoptera	راست‌بالان	۳	۸/۵۷	۱۵/۷۸
	Lepidoptera	بال‌پولک‌داران	۳	۸/۵۷	۱۵/۷۸
	Hymenoptera	بال‌غشائیان	۱	۲/۸۵	۵/۲۶
	Odonata	سنجاقک‌شکلان	۱	۲/۸۵	۵/۲۶
استان فارس	Coleoptera	سخت‌بال پوشان	۱۴	۳۷/۸۳	۷۳/۶۸
	Hemiptera	نیم‌بال پوشان	۶	۱۶/۲۱	۳۱/۵۷
	Orthoptera	راست‌بالان	۹	۲۴/۳۲	۴۷/۳۶
	Lepidoptera	بال‌پولک‌داران	۴	۱۰/۸۱	۲۱/۰۵
	Hymenoptera	بال‌غشائیان	۱	۲/۷۰	۵/۲۶
	Odonata	سنجاقک‌شکلان	۱	۲/۷۰	۵/۲۶
	Mantodea	شیخک‌ها	۱	۲/۷۰	۵/۲۶
	Neuroptera	بالتوری‌ها	۱	۲/۷۰	۵/۲۶
استان اصفهان	Coleoptera	سخت‌بال پوشان	۴	۳۶/۳۶	۶۶/۶۶
	Hemiptera	نیم‌بال پوشان	۲	۱۸/۱۸	۳۳/۳۳
	Orthoptera	راست‌بالان	۳	۲۷/۲۷	۵۰
	Lepidoptera	بال‌پولک‌داران	۱	۹/۰۹	۱۶/۶۶
	Odonata	سنجاقک‌شکلان	۱	۹/۰۹	۱۶/۶۶
استان کرمانشاه	Coleoptera	سخت‌بال پوشان	۳	۳۳/۳۳	۶۰
	Hemiptera	نیم‌بال پوشان	۴	۴۴/۴۴	۸۰
	Lepidoptera	بال‌پولک‌داران	۱	۱۱/۱۱	۲۰
	Hymenoptera	بال‌غشائیان	۱	۱۱/۱۱	۲۰

ضمیمه ۲. بسامد حضور، درصد فراوانی نسبی حضور و درصد حضور طعمه‌های شناسایی شده در محتویات گوارشی ۳۲ فرد از کمرکولی کوچک به تفکیک در استان‌های مرکزی (۸)، فارس (۱۰)، اصفهان (۹) و کرمانشاه (۵)

مکان نمونه‌برداری	طعمه	نام فارسی	بسامد حضور	درصد فراوانی نسبی حضور	درصد حضور
استان مرکزی	Coleoptera	سخت‌بال پوشان	۴	۳۳/۳۳	۵۰
	Hemiptera	نیم‌بال پوشان	۵	۴۱/۶۶	۶۲/۵
	Orthoptera	راست‌بالان	۱	۸/۳۳	۱۲/۵
	Lepidoptera	بال‌پولک‌داران	۱	۸/۳۳	۱۲/۵
	Odonata	سنجاقک‌شکلان	۱	۸/۳۳	۱۲/۵
استان فارس	Coleoptera	سخت‌بال پوشان	۴	۲۶/۶۶	۴۰
	Hemiptera	نیم‌بال پوشان	۵	۳۳/۳۳	۵۰
	Orthoptera	راست‌بالان	۱	۶/۶۶	۱۰
	Lepidoptera	بال‌پولک‌داران	۳	۲۰	۳۰
	Hymenoptera	بال‌غشائیان	۱	۶/۶۶	۱۰
	Diptera	دوبالان	۱	۶/۶۶	۱۰
استان اصفهان	Coleoptera	سخت‌بال پوشان	۴	۳۳/۳۳	۴۴/۴۴
	Hemiptera	نیم‌بال پوشان	۳	۲۵	۳۳/۳۳
	Orthoptera	راست‌بالان	۳	۲۵	۳۳/۳۳
	Lepidoptera	بال‌پولک‌داران	۱	۸/۳۳	۱۱/۱۱
	Hymenoptera	بال‌غشائیان	۱	۸/۳۳	۱۱/۱۱
استان کرمانشاه	Coleoptera	سخت‌بال پوشان	۳	۳۳/۳۳	۶۰
	Hemiptera	نیم‌بال پوشان	۳	۳۳/۳۳	۶۰
	Lepidoptera	بال‌پولک‌داران	۳	۳۳/۳۳	۶۰

REFERENCES

1. Alatalo, R.V., Moreno, J (1987) Body size, interspecific interactions, and use of foraging sites in tits (Paridae). *Ecology* 68, 1773-1777.
2. Andreas, M., Reiter, A., Cepakova, E and Marcel, U (2013) Body size as an important factor determining trophic niche partitioning in three syntopic rhinolophid bat species. *Biologia*: 170- 175.
3. Brown, W. L. and Wilson, E. O (1956) Character displacement. *Systematic Zoology*. 7, 49-64.
4. Cornwallis, L. (1975). The Comparative Ecology of Eleven Species of Wheatear (Genus *Oenanthe*) in SW Iran, University of Oxford.
5. Freeman, P. W. and C. A. Lemen (2007). Using scissors to quantify hardness of insects: do bats select for size or hardness? *Journal of Zoology* 271(4): 469-476.
6. Gause, G .F (1973) the struggle for existence. Williams and Wilkins, Baltimore, Maryland, USA. 350P.
7. Grant, P. R. (1972). Convergent and divergent character displacement. *Biological Journal of the Linnean Society* 4(1): 39-68.
8. Grant, P. R (1975) The classical case of character displacement. *Evolutionary Biology*. 8, 237-337.
9. Grant, P.R and Grant, B.R (2002) Adaptive radiation of Darwin's finches. *American Scientist*, 90, 130–139.
10. Harz, K (1975) Orthopteren Europa's/the Orthoptera of Europe Vol. 2, Series Entomologica, Springer, 941 p.
11. Herrel, A., Podos, J., Hubber, S.K and Hendry, A.p (2005) Evolution of bite force in Darwin's finches: a key role for head width. *Journal of evolutionary biology*. 18, 669-675.
12. Huey, R.B., Pianka, E.R (1981) ecological consequences of foraging mode. *Ecology* 62, 991-999.
13. Hutchinson G. E (1957) Concluding Remarks. *Cold Spring Harb Symposium Quantify Biology*, 22, 415–427
14. Hutchinson G. E (1978) an introduction to population ecology. Yale University, New Haven. 220 p.
15. Kaboli, M., Aliabadian, M and Prodon, R (2007) 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 Sciences*, 57: 137-148.
16. Krebs C.J (1999) *Ecological Methodology*. Second edition. Addison Wesley Longman, Inc., New York, 620 pp.
17. Lack, D (1945) The Ecology of Closely Related Species with Special Reference to Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) and Shag (*P. aristotelis*). *Journal of Animal Ecology* 14, 12-16.
18. Lack, D (1947) *Darwin's Finches*. Cambridge (United Kingdom): Cambridge. 350 p.
19. Levin's R (1968) *Evolution in Changing Environments: Some Theoretical Explorations*. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 132 pp.
20. Losos, J. B. (2000). Ecological character displacement and the study of adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97(11): 5693-5695.
21. Lu, X., et al. (2011). "Niche segregation between two alpine rosefinches: to coexist in extreme environments." *Evolutionary Biology* 38(1): 79-87.
22. Mayr, Ernst (1970) *Populations, Species, and Evolution*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press. 532p.
23. Moermond, T.C (1979) Habitat constraints on the behavior, morphology, and community structure of Anolis lizards. *Ecology* 60: 152-164.
24. Pianka, E.R (1975) Niche relations of desert lizards. In: Cody, M., Diamond, J. (Eds.), *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard University Press, Harvard. 355 p.
25. Schluter, D (2000) Ecological character displacement in adaptive radiation. *American Naturalist*. 156: 4–16.
26. Schoener, T.W (1965) the evolution of bill size differences among sympatric congeneric species of birds. *Evolution* 19: 169-213.
27. Triplehorn, C. A., Johnson, N. F. and Borror, D. J (2005) *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*, 7th Ed. Thompson Brooks. University Press. 864 p.

-
28. Van der meij, M.A.A. and Bout, R.G (2004) Scaling of jaw muscle size and maximal bite force in finches. *The journal of experimental biology*.207:2745-2753.
29. Vaurie, C. (1950) Notes on some Asiatic Nuthatches and Creepers. *American Museum Novitates*, 1472: 1-39.
30. Wang, Z.L., Zhang, D.Y., Wang, G (2005) Doe's spatial structure facilitate coexistence of identical competitors? *Ecological Modell* 181:17-23.