علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره شانزدهم، شماره سه، پاییز ۹۳

سازگاری جانوران برای زندگی در زیستگاه‌های بیابانی و نیمه‌بیابانی؛

مطالعه‌ی موردی: ریخت شناسی لانه‌های دوپای فیروز

(*Allactaga firouzi* Womochel, 1978) در استان اصفهان

سعید محمّدی[1*]

smohammadi@uoz.ac.ir

محمّد کابلی[2]

محمود کرمی[3]

مرتضی نادری[4]

تاریخ دریافت:۸۸/۸/۲۸ **تاریخ پذیرش:۸۸/۱۰/۱۶**

چکیده

دوپای فیروز (*Allactaga firouzi* Womochel, 1978) برای نخستین بار در سال ۱۹۷۸ به عنوان گونه‌ای جدید در نزدیکی روستایی در جنوب شهرستان شهرضا واقع در استان اصفهان مشاهده و گزارش گردید. این گونه تا سال ۲۰۰۸ به عنوان یک گونه به شدت در معرض انقراض (CR) در فهرست سرخ اتحادیه جهانی حفاظت قرار داشت ولی در سال ۲۰۰۹ در طبقه کمبود داده‌ها (DD) جای گرفت. با توجه به فقدان اطلاعات در خصوص ارتباط میان ساخت لانه این گونه و نظام اجتماعی آن، در مطالعه حاضر سعی بر تعیین و تبیین مدل‌های لانه‌سازی این گونه گردیده است. در این مطالعه ۱۵ لانه از لانه‌های مختلف دوپای فیروز در زیستگاه آن تعیین و حفر گردید. نتایج نشان می‌دهد که ساختار لانه‌سازی این گونه مشتمل بر سه مدل لانه است: لانه‌های گذرا (موقتی)، لانه‌های تابستان‌گذران و لانه‌های زمستان‌گذران. مدل کلی لانه‌سازی دوپای فیروز شبیه ساختار لانه‌های دوپای کوچک (*A. elater* Lichtenstein, 1828) می‌باشد، امّا تفاوت عمده نظام لانه‌سازی دوپای فیروز با گونه اخیر آن است که دوپای فیروز فاقد لانه‌های اختصاصی برای تولیدمثل می‌باشد. نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار طول راهروها و عمق اتاقک لانه در لانه‌های زمستانه در مقایسه با سایر لانه‌ها می‌باشد. همچنین اتاقک‌های لانه برای لانه‌های زمستانه نسبت به دو نوع موقتی و تابستانه در عمق پایین‌تری از سطح زمین حفر می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: دوپای فیروز، ساختار لانه‌سازی، لانه‌های موقتی، تابستانه و زمستانه.

۱- مربی گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲- دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- استاد گروه محیط‌زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

۴- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران.

مقدمه

جوندگان مناطق بیابانی به طور عمده در معرض شرایط محیطی ناگوار که ممکن است استرس‌های فیزیولوژیکی شدید بر آن‌ها وارد کنند قرار دارند و این امرتنظیم دما و آب بدن‌شان را مختل می‌کند (۱). این در حالی است که بسیاری از این گونه‌ها سازش‌های فیزیولوژیکی از جمله نرخ متابولیک نسبتاً پایین، آستانه بالای تحمل دمای پایین و جذب آب دفع شده را برای بر طرف نمودن این استرس‌ها بکار بسته‌اند (۴-۲). سازگاری دیگری که می‌توان به آن اشاره نمود، فرار از شرایط سخت بیرونی و بازگشت به درون لانه است که یک خرداقلیم نسبتاً پایدار را فراهم می‌کند (۵). به طور کلی پستانداران بیابان‌زی ویژگی‌های ساختمانی ویژه‌ای در نظام لانه‌سازی برای ماندگاری در زیستگاه نامناسب خود یافته‌اند و در کنار آن به سازگاری‌های رفتاری متفاوتی نیز روی آورده‌اند. جوندگان مناطق خشک با رفتن به درون لانه که یک خرداقلیم معتدل است، عمدتاً از اقلیم خشن می‌گریزند. پناهگاه‌های زیرزمینی، با خرداقلیم پایدار نسبی‌شان از جانداران کوچک در مقابل دماهای بالا در سطح زمین محافظت می‌کنند (۶). این لانه‌ها از انواع ابتدایی تا پیچیده را شامل می‌شوند. یک نوع پناه‌گاه معمولی لانه‌های زیرزمینی است که ساختمان آن‌ها از ساختارهای ساده تا پیچیده متفاوت است (۷). در اغلب موارد ممکن است از یک اتاقک آشیانه حفر شده در زیر سنگ‌ها تشکیل شده باشد (۸)، و یا سیستم‌های لانه‌سازی پیچیده‌تر (۹). لانه‌های ساده تنها یک اتاقک آشیانه و یک یا دو دهانه ورودی دارند (۷). لانه‌های پیچیده شامل چندین دهانه‌ی ورودی در بالای زمین است که به راهروهای زیرزمینی متصل‌شده به یکدیگر راه دارند (۸، ۹ و ۱۰). این سیستم‌های پیچیده ممکن است دارای یک یا چند اتاقک آشیانه، اتاقک‌های ذخیره غذایی و اتاقک‌های شیرخوارگاه نوزادان به تنهایی یا ترکیبی از این ساختارها را دارا باشد (۱۱ و ۱۲). این ساختار در مجموع شرایط مطلوبی را فراهم می‌کند که در مقابل طعمه‌خواران و شرایط بد آب و هوایی از جانداران محافظت می‌کند (۱۳).

راسته جوندگان به عنوان یک استثنا در میان پستانداران، لانه‌سازانی زیرک محسوب می‌شوند. این امکان به واسطه‌ی طبیعت ذاتی آن‌ها است که به ابزارهای لازم برای حفر مجهز هستند. نخستین لازمه این کار وجود پنجه‌های متحرک است که امکان جنبش‌های سریع و ماهرانه‌ای را می‌دهد. ابزار دیگر وجود دندان‌های پیشین قوی و بلند در فک بالا و آرواره پایین، با لبه‌های اسکنه‌ای شکل می‌باشد (۱۴). کشور ایران با دارا بودن ۷۱ گونه از راسته جوندگان (۳۸/۲ ٪ کل پستانداران) در بردارنده فون متنوعی از پستانداران کوچک می‌باشد (۱۵). از این تعداد ۱۱ گونه در خانواده دوپاها به ثبت رسیده‌اند که یک گونه از آن‌ها دوپای فیروز گونه‌ای کاملاً ناشناخته است. این گونه فقط از یک منطقه در ایران در نزدیکی روستایی در ۲۱ کیلومتری جنوب شهرستان شهرضا واقع در استان اصفهان شناسایی و گزارش گردیده (۱۶) و جمعیت آن ۲۵۰ فرد برآورد شده است (۱۷). این گونه تا ابتدای سال ۲۰۰۹ میلادی بر اساس فهرست سرخ اتحادیه جهانی حفاظت (IUCN) به عنوان گونه‌ای به شدت در خطر انقراض محسوب می‌گردید امّا پس از ارزیابی جدید در طبقه کمبود داده‌ها (DD) جای گرفته است (IUCN Version 3.1).

به منظور توضیح بیشتر در مورد عادات زندگی دوپای فیروز به عنوان یک گونه‌ی ناشناخته، حیات زیرزمینی این گونه با مطالعه‌ی ساختار لانه‌ها و نظام لانه‌سازی به عنوان نخستین بررسی بوم‌شناختی پس از شناسایی این گونه بومی، با مستندسازی سبک ساخت و تعیین ویژگی‌های ظاهری سیستم‌های لانه مورد پژوهش قرار گرفت تا از نحوه سازگاری حیوان با شرایط اقلیمی زیستگاه اطلاعاتی به دست آوریم.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه:

پس از معرفی دوپای فیروز توسط Womochel در سال ۱۹۷۸ به عنوان یک گونه‌ی جدید از دوپاها در ۲۱ کیلومتری جنوب شهرستان شهرضا، مجدداً در اسفندماه سال ۱۳۸۵ در

بخش شرقی روستای میرآباد مشاهده گردید (کابلی و همامی، مذاکرات شفاهی) (شکل ۱). این پژوهش از اردیبهشت ماه ۱۳۸۷ تا پایان اسفندماه ۱۳۸۷در منطقه‌ای با مساحتی در حدود ۲۲۰۰ هکتار که از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین ۵۲ درجه و ۱ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع متوسط ۱۹۶۵ متر از سطح دریا قرار دارد، صورت گرفت. میانگین دمای سالانه ۱۲ درجه سانتی‌گراد و بیشینه و کمینه مطلق آن به ترتیب ۳۸ و ۱۷- درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه این منطقه نیز ۶۸ میلی‌متر می‌باشد. از گونه‌های گیاهی منطقه می‌توان *Artemisia aucheri*، *Anabasis aphylla*، *Astragalus Canadensis* و *Acontholimon* spp را نام برد. زیستگاه تحت مدیریت هیچ یک از مناطق چهارگانه سازمان حفاظت محیط زیست قرار ندارد و فعالیت‌های چرای دام‌های اهلی و تفرج بدون منع خاصی در آن صورت می‌گیرد (شکل ۲).

شکل ۱- محدوده مورد مطالعه واقع در ۲۴ کیلومتری جنوب شهرستان شهرضا، استان اصفهان.

روش نمونه‌برداری:

در طول فصول تابستان، پاییز و زمستان ۱۳۸۷ تعداد ۱۵ لانه از لانه‌های این گونه در منطقه تعیین و حفر گردید. به منظور حفر دقیق مسیر راهروهای لانه‌ها از بیلچه و فنر سیمی استفاده گردید.

جهت اطمینان از لانه‌های مربوط به گونه تحت مطالعه فقط لانه‌هایی که افراد این گونه پس از صید و رهاسازی سریعاً به داخل آن پناه می‌بردند به عنوان لانه‌های مورد مطالعه تحت بررسی قرار گرفتند (۶). اطلاعات مربوط به هر لانه شامل تعداد دهانه یا دهانه‌ها، طول راهروها، بیشینه طول راهرو در یک لانه، عمق اتاقک لانه[1] در زیر زمین، وجود یا فقدان اتاقک ذخیره غذایی، طول، قطر و موقعیت اتاقک لانه ثبت و اطلاعاتی مانند موقعیت دهانه یا دهانه‌های ورودی، محل اتصال راهروها به اتاقک لانه و نمایی کلی از هر لانه حفر شده در محّل حفاری بر روی کاغذ ترسیم می‌گردید. حجم اتاقک‌های کروی شکل لانه‌ها بر اساس فرمول زیر محاسبه و به واحد لیتر تبدیل شد (۹).

1 - Nest Chamber

$$V = a \times b^2 \times \pi \times \frac{1}{6}$$

همه اندازه‌گیری‌ها با استفاده از متر فلزی با دقت ۰/۵ سانتی‌متر انجام گرفتند (شکل ۳). جهت پرهیز از ایجاد آشفتگی و اختلال بیشتر برای این گونه ناشناخته، تعداد لانه بیشتری مورد بررسی و حفاری قرار نگرفت.

شکل۲- فعالیت‌های تفرجی و چرای بی‌رویه دام‌ها در منطقه.

شکل۳- روش حفر و اندازه‌گیری لانه‌های دوپای فیروز.

تجزیه و تحلیل‌های آماری:

برای پی‌بردن به وجود یا نبود اختلاف معنی‌دار میان ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در انواع لانه‌ها تعدادی از آزمون‌های پارامتریک و ناپارامتریک آماری استفاده شد. برای بررسی وضعیت نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگرف-اسمیرنف بهره گرفته شد. آزمون کروس کال-والیس برای تحلیل داده‌های ناپارامتریک و آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA one-way) برای داده‌های پارامتریک به کار برده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۰ انجام یافت.

نتایج

انواع لانه‌ها:

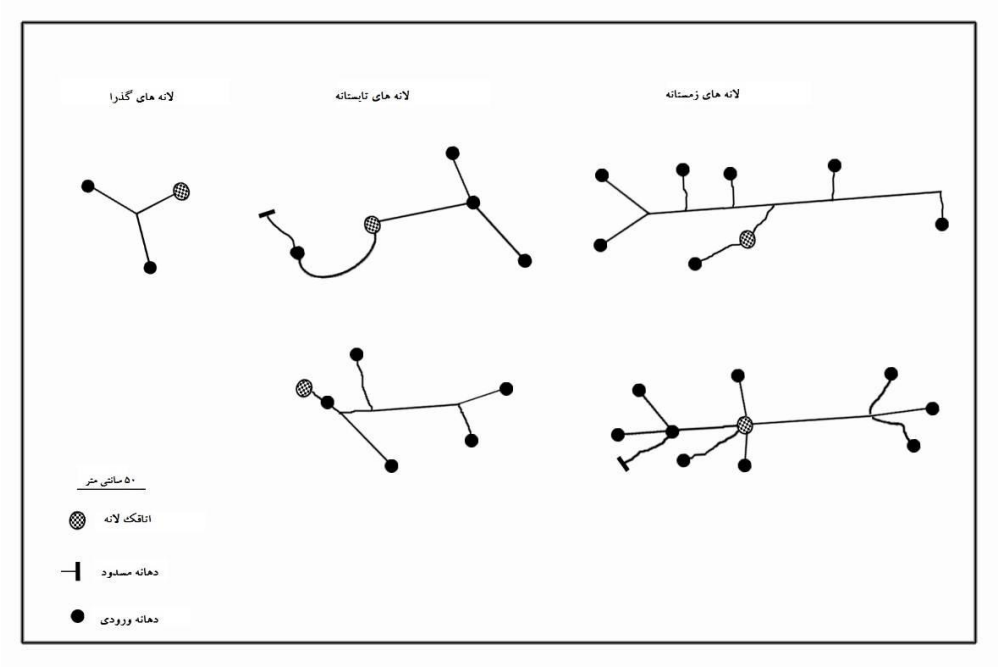
نظام لانه‌سازی دوپای فیروز در تطابق با مطالعات پیشین به سه نوع لانه قابل تفکیک است: ساده‌ترین نوع لانه‌ها، لانه‌های گذرا (موقتی) است که برای گریز از طعمه‌خوار مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع لانه‌ها دارای یک اتاقک لانه بوده و تعداد محدودی دهانه (۱ یا ۲ عدد) در هر لانه مشاهده شد. طول کلی این نوع لانه در مقایسه با انواع دیگر لانه‌ها کوتاه‌تر است.

نوع دوم از لانه‌های حفر شده به عنوان لانه‌های تابستانه شناسایی شدند. لانه‌های تابستانه یک اتاقک لانه با طول یک تا سه متر را شامل می‌شوند. راهروهای بدون انشعاب با میانگین

طول ۲۳ سانتی‌متر در انتها به یک اتاقک لانه کروی به قطر ۳/۵ سانتی‌متر می‌رسیدند. طول راهروی اصلی به ۵۱ سانتی‌متر می‌رسید. هیچ نوع اتاقک ذخیره غذایی یا مواد غذایی انبار شده یا مصرف شده در اتاقک لانه نیز برای دوپاها در این نوع لانه‌ها مشاهده نشد. تنها ساقه و بذر خشک شده *A. aphylla* در راهروها دیده شد که احتمالاً حیوان هنگام تغذیه آن‌ها را با خود به لانه حمل نموده بود.

سومین نوع لانه‌ها، لانه‌های زمستانه است که تنها یک اتاقک لانه بوده و در عمق‌های متفاوتی قرار دارند و در مقایسه با انواع لانه‌های گذرا و تابستانه در عمق پایین‌تری قرار گرفته‌اند (شکل۴). در این نوع لانه‌ها نیز اثری از ذخیره غذایی یا اتاقک ذخیره غذایی وجود نداشت. تنها در اتاقک لانه بقایای خشک شده گیاه *A. aphylla* وجود داشت.

هر سه نوع لانه در فواصل مختلفی در زیستگاه توزیع شده بودند (کم‌تر از ۱ تا ۳۰ متر). اندازه اتاقک‌های لانه از کمترین اندازه ۱۵×۸×۱۰ سانتی‌متر تا بیش‌ترین مقدار به اندازه‌ی ۱۵×۱۴×۱۷ سانتی‌متر متفاوت بودند که از نظر حجمی بین ۰/۳ تا ۱/۷ لیتر را شامل می‌شدند (جدول ۱). همچنین تعداد دهانه‌های ورودی در لانه‌های حفر شده از ۱ تا ۹ دهانه در هر مدل لانه متفاوت بود. علاوه بر این تعداد راهروها بین ۲ تا ۱۵ راهرو بسته به نوع لانه متفاوت بود.



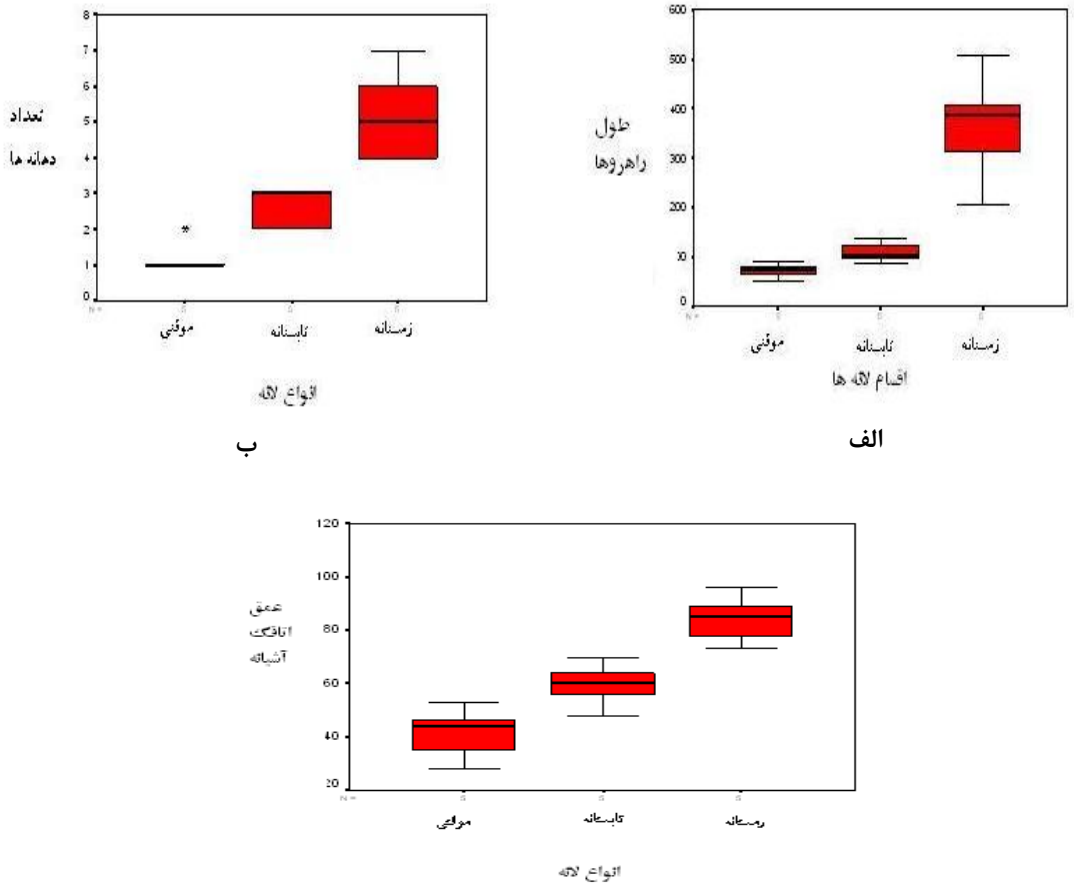
شکل۴- اقسام لانه‌های دوپای فیروز: لانه گذرا و دو نمونه از لانه‌های تابستانه و زمستانه حفر شده.

جدول ۱- میانگین± انحراف معیار ویژگی‌های ظاهری اندازه‌گیری‌شده برای ۱۵ لانه حفر شده از لانه‌های دوپای فیروز.

ویژگی‌ها	لانه‌های تابستان‌گذران (تعداد=۵)	لانه‌های زمستان‌گذران (تعداد=۵)	لانه‌های گذرا (تعداد=۵)
تعداد دهانه‌ی ورودی	۲/۷ ±۰/۹	۵ ±۱/۵	۱/۲۵ ±۰/۵
طول (سانتی‌متر)	۶۸ ±۱۷/۳	۳۷۵ ±۱۲۴۰/۸	۲۴ ±۷۴/۲
عمق اتاقک لانه (سانتی‌متر)	۲۳ ±۷/۰	۲۴/۲ ±۱۱/۳	۱۰/۲ ±۴/۷
تعداد دهانه بسته	۰/۷ ±۰/۹	۲/۶ ±۱/۳	۰/۵ ±۰/۳

ویژگی لانه‌ها

به منظور بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین انواع لانه‌ها، سه ویژگی تعداد دهانه، طول راهروها و عمق اتاقک لانه مورد آزمون قرار گرفت. مقایسه تعداد دهانه‌های ورودی لانه‌ها توسط آزمون کروس-کال والیس اختلاف معنی‌داری را میان لانه‌های زمستانه، تابستانه و موقتی نشان داد (α = ۰/۰۵ ، K =۱۲/۶۵) (شکل ۵، الف). همچنین میانگین طول راهروها در لانه‌های زمستانه بسیار بزرگ‌تر از سایر لانه‌ها بوده (P=۰/۰۰)، امّا اختلاف معنی‌داری بین لانه‌های تابستانه و موقتی از نظر طول راهروها وجود نداشت (P=۰/۶) (شکل ۵، ب). نتایج تحلیل واریانس نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین عمق اتاقک لانه‌های زمستانه با دو نوع دیگر لانه بوده و در مقایسه با لانه‌های موقتی (P=۰/۰۰) و لانه‌های تابستانه (P=۰/۰۳) در عمق پایین‌تری از سطح زمین قرار دارند (شکل ۵، ج).



شکل ۵- آمار توصیفی برای سه ویژگی اندازه‌گیری شده در سه نوع لانه (تعداد لانه حفر شده=۵).

بحث

لانه‌ها نقش مهمی در زندگی جوندگان مخصوصاً در محیط‌های بیابانی دارند. استفاده از لانه‌های زیرزمینی راهی برای گریز از شرایط نامساعد محیطی می‌باشد (۶). به عنوان مثال دوپای فرات در شرایط نامطلوب آب‌وهوایی در لانه‌اش به حالت رخوت و غش می‌افتد، فشار خونش پایین می‌آید، گوش‌هایش آویزان شده و به سختی از این حالت بیرون می‌آید (۱۸).

تا کنون اطلاعاتی در مورد رابطه بین سبک معماری لانه‌های دوپای فیروز و سازمان اجتماعی این گونه گزارش نشده است. ساختار لانه‌های دوپای فیروز در هر سه مدل لانه شامل تعدادی راهروی مرتبط به هم می‌باشد که حداقل دارای یک اتاقک لانه و بیش از دو دهانه ورودی هستند. لانه‌های شناسایی شده برای این گونه از لحاظ ساختاری مشابه ساختار پیچیده لانه‌های دوپای فرات، دوپای ویلیام و دوپای کوچک در ترکیه هستند (۱۹). دوپای فیروز نیز نظیر این گونه‌ها ذخیره غذایی یا اتاقکی برای انبار نمودن مواد غذایی در لانه‌ها ایجاد نمی‌کند. مدل کلی لانه‌های این گونه بسیار شبیه مدل توصیف شده برای لانه‌سازی دوپای کوچک در ترکیه است (۱۹) به استثنای فقدان لانه‌های فصل زادآوری که برای دوپای فیروز این نوع لانه‌های اختصاصی مشاهده نگردید. همچنین در پژوهشی مشابه Scheibler و همکاران (۲۰۰۶) سه نوع لانه موقتی، تابستانه و زمستان‌گذران را برای جربیل مغولی *M. unauiculatus* تعیین کرده‌اند. لانه‌های موقتی دوپای فیروز دارای یک اتاقک لانه و دارای کارکرد گریز بوده و به احتمال زیاد مانند سایر دوپاهای جنس *Allactaga* در بیشتر مواقع جهت فرار از طعمه‌خواران و گریز از شرایط سخت محیط طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع لانه‌ها برای دوپای کوچک نیز معرفی شده اما فاقد اتاقک آشیانه برای این گونه ذکر شده است. لانه‌های موقتی با وجود کوچک‌تر بودن‌شان نسبت به لانه‌های دایمی، ۲ تا ۹ دهانه دارند که به حیوان اجازه می‌دهد خیلی سریع به لانه وارد یا از آن خارج شود (۱۰). همچنین دو نوع لانه برای مخفی شدن برای نوعی سنجاب *Spermophilus tridecmlineatus* گزارش شده که به ترتیب دارای یک و دو دهانه هستند (۲۰). Scheibler و همکاران (۲۰۰۶) این نوع لانه ها را برای *M. unauiculatus* بدون اتاقک آشیانه گزارش کرده است (۹). دوپای فیروز لانه‌های خود را بیش‌تر در مناطق باز و دارای پوشش گیاهی تنک حفر می‌کند تا بتواند دهانه‌های ورودی و خروجی لانه را به راحتی پیدا کند. لانه‌های تابستانه دوپای فیروز تنها دارای یک اتاقک آشیانه هستند. این نوع لانه‌ها برای دوپای کوچک دو نوع تعیین شده است: یک نوع دارای راهروهای جانبی که به سطح زمین می‌رسند و دیگری یک لانه با یک دهانه خروجی را شامل می‌شود (۱۹).

لانه‌های زمستانه نیز مانند دو نوع دیگر لانه دوپای فیروز دارای یک اتاقک لانه و فاقد ذخیره غذایی یا اتاقک ذخیره غذایی هستند. این نوع لانه مانند لانه‌های زمستانه دوپای کوچک بودند که دارای یک اتاقک لانه و فاقد ذخیره غذایی هستند. اتاقک‌های لانه به عنوان محلی برای استراحت و محافظت از شرایط سخت دمایی در روزهای گرم و شب‌های سرد سال در عمق ۲۵ سانتی‌متری قرار دارند. در مجموع، فقدان ذخیره غذایی در لانه‌های دوپای فیروز نشان‌دهنده زمان کوتاه دوره زمستان‌خوابی این گونه و محیط مناسب لانه به عنوان یک خرداقلیم ایده‌آل برای گریز از شرایط نامطلوب زیست‌محیطی به خصوص در فصل زمستان با توجه به طول بیش‌تر راهروها و پایین‌تر بودن اتاقک لانه می‌باشد. در واقع مهم‌ترین عواملی که در ساختار لانه‌ها و نظام لانه‌سازی دوپای فیروز تاثیرگذار است عبارتند از: نخست فراهم نمودن یک میکروکلیما به عنوان محلی برای گریز از شرایط نامطلوب آب و هوایی مخصوصاً در فصول سرد سال. ثانیاً ارتباط راهروهای زیرزمینی با یکدیگر و امکان دسترسی سریع به منابع غذایی مجاور لانه که راهی برای کاهش یافتن زمان گریز از طعمه‌خواران محسوب می‌شود.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از زحمات آقای دکتر سیدمحمّد جاویدکار که راهنمایی‌های ارزنده‌ای در این پژوهش داشته‌اند و نیز از آقایان مهندس شهاب چراغی، مهندس سیدمهدی مصطفوی، شادروان

دکتر سیدمصطفی ترحمی، محمّدکاظم فخری‌میرآبادی و خانواده‌ی محترمشان، که در دوره‌ی عملیات صحرایی همکاری صمیمانه داشته‌اند و همچنین از خانم زهرا یاحقی که زحمت ترسیم تصاویر را کشیده‌اند تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

1. Jackson, T. P. (2000). Adaptation to living in an open arid environment: Leassons from the burrow structure of the two southern African whisling rats, *Paratomys brantsii* and *P. littleedalei*. J. Arid Environ, 46:345-355.
2. Buffenstein, R. (1984). Energy and water balance during torpor and hydropenia in the pygmy gerbil, *Gerbillus pusillus*. J. Comparative Physiology, 154B:535–544.
3. Buffenstein, R. & Jarvis, J. (1985). The effect of water stress on growth and renal performance of juvenile Namib rodents. J. Arid Environ, 9:232–236.
4. Buffenstein, R., Campbell, W.E. & Jarvis, J.U.M. (1985). Identification of crystalline allantoin in the urine of African Cricetidae (Rodentia) and its role in their water economy. J. Comparative Physiology, 155B:493–499.
5. Du Plessis, A., Kerley, G.I.H. & Winter, P. E. D. (1992). Refuge microclimates of rodents: a surface nesting *Otomys unisulcatus* and a burrowing *Paratomys brantsi*i. Acta Theriol 37:351-358.
6. Shenbrot, G., Krasnov, B., Khokhlova, I., Demidova, T. & Fielden, L. (2002). Habitat-dependent differences in architecture and microclimate of the burrows of Sundevall's jird (*Meriones crassus*) (Rodentia: Gerbillinae) in the Negev Desert, Israel. J. Arid Environ, 51:265-279.
7. Hinz, A., Pillay, N. & Grab, S. (2006). The burrow of the African ice rat *Otomys sloggetti* robertsi. Mamm. Bio 71:356-365.
8. Du Plessis, A. & Kerley, G.I.H. (1990). Refuge strategies and habitat segregation in two sympatric rodents, Otomys unisulcatus and Paratomys brantsii. J. Zool, 224, 1-10.
9. Scheibler, E., Liu, W., Weinandy, R. & Gattermann, R. (2006). Burrow systems of the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus* Milne Edwards, 1867). Mamm. Biol 71: 178-182.
10. Mankin, P. C. & Getz, L. L. (1994). Burrow morphology as related to social organization of *Micotus ochrogaster*. J. Mammal. 75:492-499.
11. Hoogland, J. L. (1995). The Black-tailed Prairie Dog: social life of a burrowing mammal. Chicago: University of Chicago Press.
12. Khalidas, K. & Hansell, M. H. (1995). Burrowing behaviour and burrow architecture in *Apodemus sylvaticus* (Rodentia). Z. Säugetierkunde 60:246-250.

13. Downs, C. T. & Perrin, M. R. (1989). An investigation of the macro- and micro-environments of four *Gerbillus* species. Cimbebasia 11:41-54.
14. Frish, Von. K. (1975). Animal Architecture. Hutchinson of London. 306 pp.
15. Karami, M., Hutterer, R., Benda, P., Siahsarvie, R. & Kryštufek, B., 2008. Annotated check-list of the mammals of Iran. Lynx (Praha). N. s. 39(1): 63-102.
16. Womochel, D.R. (1978). A new species of *Allactaga* (Rodentia: Dipodidae) from Iran. J. Fieldiana Zool, 72:65-73.
17. Nowak, R.M. (Ed.) (1999). Walkers Mammals of the World. Sixth edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
۱۸. فخرطباطبایی، س. م.، ۱۳۸۵. برخورد سیستمی با طبیعت زنده. شرکت سهامی انتشار. تهران.
19. Çolak, E. & Yiğit, N. (1998). Ecology and biology of *Allactaga elater*, *Allactaga euphratica* and *Allactaga williamsi* (Rodentia: Dipodidae) in Turkey. Tr. J. Zool, 22: 105-117.
20. Rongstad, O. J. (1965). A life histori study of thirteen-lined ground squirrels in southern Wisconsin. J. Mammal. 46:76-87.