

ORIGINAL ARTICLE

Cave-dwelling pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpionida) of western Iran

Hamid Darvishnia 

Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Correspondence

Hamid Darvishnia

Email: darvishnia_h@pnu.ac.ir

How to cite

Darvishnia, H. (2025). Cave-dwelling pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpionida) of western Iran. *Experimental Animal Biology*, 13(51), 51-61.

ABSTRACT

Pseudoscorpiones are small arthropods that inhabit enclosed environments such as caves, under tree barks, in leaf litter, in desert zones, in nests of mammals and birds. Approximately 3450 species belonging to this group have been identified so far, of which 71 are distributed in Iran. Due to a dearth of information regarding this group, the morphological study of cave pseudoscorpions located west of Iran, has been investigated in current research. A total 213 pseudoscorpion specimens were collected by hand, brush, or fine tweezers from under rock, among animal dropping and bat guano, on the ground surface, and on the walls of 24 caves in Ilam, Lorestan and Kermanshah provinces, and then preserved in 75% ethanol. While taking photos, the geographic location, altitude and some environmental factors of the caves were measured. To study the morphological characteristics, slides were made from the specimens, and measurements were done using the ImageJ software. A total of 18 species belonging to 14 genera from eight families were identified. The Chernetidae family exhibited the greatest diversity, comprising of 5 species belonging to 4 genera. These species were predominantly found in bat guano; and in the endogenous and parahypopogen regions of the cave. The Menthidae, Cheiridiidae and Chthoniidae families had the least diversity, each with one genus and one species. In the caves of the study area, the *Megachernes pavlovskyi* species from the Chernetidae family had the highest distribution. Because pseudoscorpions require a habitat with suitable camouflage, stable temperature, optimal humidity, and sufficient food resources, they prefer the cave environment. They are not directly influenced by rainfall or climate changes, and they are influenced by the ambient temperature. This could possibly account for the variety and abundance of pseudoscorpions present in the cave.

KEYWORDS

Cave Environment, Faunestic, West of Iran, Pseudoscorpions, Morphological Study.

نشریه علمی

زیست‌شناسی جانوری تجربی

«مقاله پژوهشی»

شبه‌عقرب‌های (Arachnida: Pseudoscorpionida) غارزی مناطق غربی ایران

حمید درویش‌نیا 

گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

چکیده

راسته شبه‌عقرب‌ها بندپایانی با اندازه بدنی کوچک می‌باشند که در محیط‌های سرشته‌ای همچون غارها، زیر تنه درختان، لابلای برگ‌ها، در مناطق بیابانی و در لانه پستانداران و پرندگان زندگی می‌کنند. تاکنون حدود ۳۴۵۰ گونه از این راسته در جهان شناخته شده است که ۷۱ گونه از آن‌ها در ایران پراکنش دارند. به‌دلیل اطلاعات کم در مورد این گروه، در این مطالعه به بررسی ریخت‌شناسی شبه‌عقرب‌های غارهای غرب ایران پرداخته شده است. تعداد ۲۱۳ نمونه شبه‌عقرب به‌وسیله دست، قلم‌مو و یا پنس ظریف از زیر سنگ، لابلای فضولات حیوانی و گوانو خفاش، در سطح زمین و روی دیواره ۲۴ غار از استان‌های ایلام، لرستان و کرمانشاه جمع‌آوری و در اتانول ۷۵ درصد نگهداری گردیدند. ضمن عکس‌برداری، موقعیت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و برخی فاکتورهای محیطی غارها اندازه‌گیری شد. جهت شناسایی و بررسی میکروسکوپی ویژگی‌های ریختی، اسلاید مناسب تهیه شد و اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم‌افزار ImageJ انجام گرفت. در مجموع تعداد ۱۸ گونه متعلق به ۱۴ جنس از هشت خانواده شبه‌عقرب مورد شناسایی قرار گرفتند. خانواده Chernetidae با ۵ گونه متعلق به چهار جنس دارای بیش‌ترین تنوع بود که عمدتاً در گوانو خفاش و در نواحی اندوژن و پاراهیبیوژن غار واقع شده بودند. خانواده‌های Menthidae، Cheiridiidae و Chthoniidae، نیز هر کدام با یک جنس و یک گونه دارای کم‌ترین تعداد بودند. گونه *Megachernes pavlovskyi* از خانواده Chernetidae دارای بیش‌ترین پراکنش در غارهای منطقه مورد مطالعه بود. چون شبه‌عقرب‌ها نیازمند زیستگاهی با استتار مناسب، دمای متعادل، رطوبت مطلوب و منابع غذایی کافی هستند، معمولاً در مناطق خشک، محیط غار را انتخاب نموده و از این طریق ارتباط مستقیم با بارندگی‌ها و تغییرات آب‌وهوایی نداشته و تأثیرپذیری از دمای محیط و برخورد مستقیم تابش آفتاب در زیستگاه مذکور ندارند. این می‌تواند سبب تنوع و فراوانی شبه‌عقرب‌های ساکن غار باشد.

واژه‌های کلیدی

شبه‌عقرب‌ها، غرب ایران، فونستیک، محیط غار، مطالعات ریخت‌شناسی.

نویسنده مسئول:

حمید درویش‌نیا

رایانامه: darvishnia_h@pnu.ac.ir

استناد به این مقاله:

درویش‌نیا، حمید (۱۴۰۳). شبه‌عقرب‌های (Arachnida: Pseudoscorpionida) غارزی مناطق غربی ایران. فصلنامه زیست‌شناسی جانوری تجربی، ۱۳(۵۱)، ۶۱-۵۱.

<https://eab.journals.pnu.ac.ir/>

مقدمه

غارها حفره‌هایی هستند که به‌طور معمول تحت فرآیندهای زمین‌شناسی همچون ترکیب فرآیندهای شیمیایی مختلف، فرسایش در اثر آب، نیروهای تکتونیکی، فعالیت میکروارگانیزم‌ها، فشار و تأثیرات جوی ایجاد می‌شوند (فورد و ویلیامز، ۲۰۱۳). این حفره‌ها می‌توانند اندازه‌های مختلفی داشته باشند ولی به‌طور کلی محیط آن‌ها را می‌توان براساس ارتباط با بیرون، به سه قسمت اندوژن (ناحیه روشن یا ورودی غار)، پاراهپیوژن (ناحیه گرگ‌ومیش) و هاپیوژن (ناحیه تاریک) تقسیم کرد (رومرو، ۲۰۰۹). غارها به دلیل دارا بودن شرایط زیستی خاص، تهویه اندک، شرایط اکولوژیکی (نور، دما، تبخیر، رطوبت، ...) یکنواخت در طی فصول سال، فقدان نور و وجود رطوبت بالا اکوسیستم‌های بسیار حساس، تخصص‌یافته و منحصربه‌فردی به‌شمار می‌آیند (مدتیروس و همکاران، ۲۰۰۹).

گروه‌های جانوری متعددی در محیط غار زندگی می‌کنند که براساس نحوه زندگی و سازش با شرایط غار به سه گروه غارزیان واقعی، انتخابی و تصادفی تقسیم می‌شوند. گروه اول با محیط غار سازش یافته‌اند و چرخه کامل زندگی را در محیط غار طی می‌کنند. گروه دوم غالباً می‌توانند چرخه زندگی خود را در غار کامل کنند، اما به زندگی در محیط غار محدود نشده‌اند و می‌توانند در بیرون غار نیز زندگی کنند. گروه سوم (غارزیان تصادفی) با وجود این که در غار یافت می‌شوند اما غارزی واقعی نیستند و فقط جهت یافتن غذا، استراحت، فرار از شرایط محیط (سرما، گرما، شکارچی)، خواب زمستانی یا تولید مثل و برحسب عادت وارد غار می‌شوند و به‌صورت دوره‌ای به بیرون از غار می‌روند (رومرو، ۲۰۰۹). یک گروه جانوری بی‌مهره که به‌وفور در غارها مشاهده می‌شوند، رده عنکبوتیان (Arachnida) می‌باشند. این رده جانوری با بیش از ۹۸۰۰۰ گونه در سطح جهان، بزرگ‌ترین و مهم‌ترین اعضای تشکیل‌دهنده زیرشاخه کلیسرداران، از شاخه بزرگ و متنوع بندپایان می‌باشند. این رده دارای ۱۶ راسته (فسیلی و زنده) می‌باشد که راسته‌های عنکبوت‌ها، شبه‌عنقرب‌ها، عنقرب‌ها، رطیل‌ها، کنه‌ها و هییره‌ها دارای بیش‌ترین فراوانی جنس و گونه هستند (هاروی، ۲۰۱۳). شبه‌عنقرب‌ها یک راسته کوچک و جالب متعلق به رده عنکبوتیان می‌باشند که در محیط‌های سرشته‌ای همچون غارها، زیر برگ و تنه درختان، زیر سنگ‌ها و مواردی از این قبیل، زندگی می‌کنند (موریئن و

همکاران، ۲۰۰۸). بدن آن‌ها در سطح پشتی-شکمی پهن بوده و رنگ عمومی آن‌ها از قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای تیره متمایل به قرمز و در پاره‌ای موارد سیاه رنگ، متغیر است (بادل، ۲۰۱۰). معمولاً کم‌تر از ۵ میلی‌متر طول دارند، اما برخی نیز به درازای ۸ میلی‌متر می‌رسند (تیزو پدروسو و دل کلارو، ۲۰۰۸). این گروه به‌علت وجود پدی پالپ کشیده و انبرمانند در جلوی بدن به عنقرب‌های کوچک شبیه‌اند ولی فاقد Metasoma (شکم کشیده و زائده دم‌مانند) در انتهای بدن هستند (هاروی، ۲۰۱۳). از این راسته حدود ۳۴۵۰ گونه در جهان شناخته شده است که در ۴۳۹ جنس و ۲۷ خانواده قرار گرفته‌اند. در ایران نیز تاکنون ۷۱ گونه و زیرگونه از ۲۳ جنس متعلق به ۱۰ خانواده شبه‌عنقرب معرفی شده است (نصیرخانی، ۲۰۲۲). اولین شبه‌عنقرب گزارش شده از ایران، مربوط به منطقه بزمان واقع در سیستان و بلوچستان، *Chelifera spinipalpis* Redikorzev, 1981 است که امروزه در جنس *Strobilochelifera* از خانواده Cheliforidae قرار گرفته است (نصیرخانی، ۲۰۱۴). تا به امروز مطالعات اندکی بر روی شبه‌عنقرب‌های ایران، به‌ویژه گونه‌های ساکن غار، انجام شده است. در سال ۱۹۱۸ نخستین مطالعه فونستیک در زمینه شبه‌عنقرب‌های ایران توسط ردیکورزف صورت گرفت (ردیکورزف، ۱۹۱۸)، سپس بیر مطالعات تخصصی درباره شبه‌عنقرب‌های ایران انجام داد و تعداد نه خانواده و ۲۱ جنس را از ایران گزارش کرد (بیر، ۱۹۵۱؛ ۱۹۷۱). در سال‌های بعد از آن گزارش‌های موردی از شبه‌عنقرب‌های ایران ارائه شد (کریستوفوریو و همکاران، ۲۰۱۳؛ هاروی، ۲۰۱۳). عمده مطالعات تخصصی درباره این گروه در ایران مربوط به مطالعات نصیرخانی و همکاران است که شبه‌عنقرب‌های محیط بیرون از غار در بخش‌هایی از ایران را مطالعه کردند (کههراریان و همکاران، ۱۴۰۰؛ نصیرخانی و تکلوزاده، ۲۰۱۳؛ نصیرخانی و وفائی شوشتری، ۲۰۱۷؛ نصیرخانی، ۲۰۲۲). زیستگاه پنهانی و اندازه کوچک شبه‌عنقرب‌ها سبب گردیده زیست‌شناسی آن‌ها به‌طور دقیق و گسترده مورد مطالعه و بررسی قرار نگرفته و اطلاعات جامعی در زمینه پراکنش، زیست‌شناسی و تنوع آن‌ها، به‌ویژه گونه‌های غارزی، در دسترس نباشد. بر این اساس، هدف از پژوهش حاضر بررسی فونستیک و تنوع گونه‌ای شبه‌عنقرب‌های ساکن برخی از غارهای واقع در استان‌های ایلام، لرستان و کرمانشاه در غرب ایران می‌باشد.

دانشگاه شیراز نگهداری گردیدند. در جدول (۱) لیست غارهای مورد مطالعه در غرب ایران و اطلاعات مربوط به موقعیت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و تاریخ جمع‌آوری ذکر شده است.

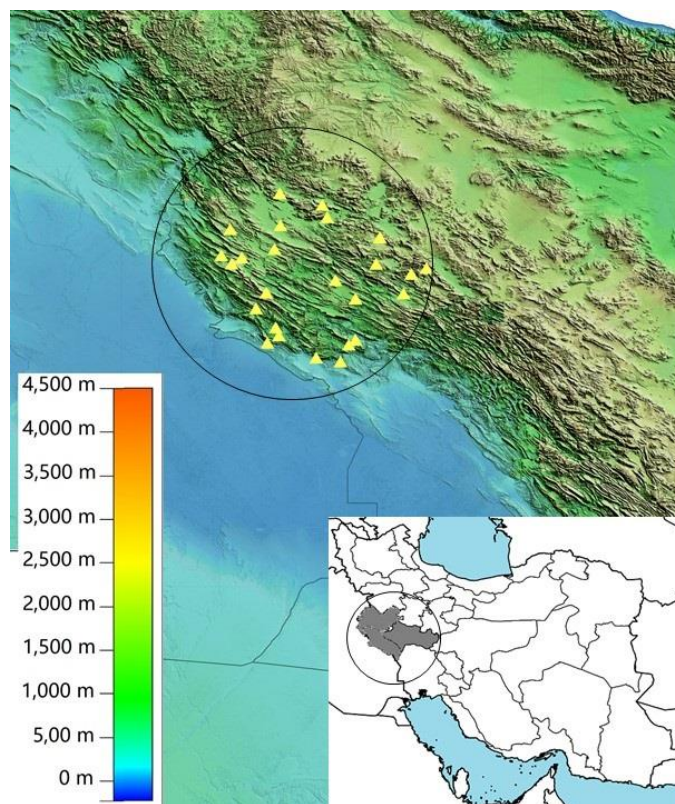
آماده‌سازی نمونه‌ها و تهیه اسلاید

مشاهده ویژگی‌های ریختی و صفات کلیدی شبه‌عقرب‌ها تنها با تهیه اسلاید مناسب و بررسی میکروسکوپی نمونه ممکن می‌باشد. ابتدا به منظور تثبیت موها، از دست رفتن آب بدن و جداسازی آسان پیوسته‌ها، نمونه‌ها چند روز در اتانول ۷۵ درصد قرار داده شدند. سپس به منظور تهیه اسلاید مناسب پدی‌پالپ‌ها، کلیسرها و پای I و IV یک سمت بدن نمونه‌های تیمار شده در اتانول جدا گردید. در نهایت شفاف‌سازی نمونه‌ها در اسید لاکتیک ۶۷ درصد در آن با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت و قطعات جدا شده بر روی لام قرار داده شدند. جهت تثبیت نمونه‌ها از محلول هویر و چسب انتلان به‌عنوان تثبیت‌کننده نمونه‌ها استفاده گردید (نصیرخانی، ۲۰۱۵).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، جمع‌آوری و نگهداری نمونه‌ها

به دلیل شرایط خاص پژوهش روی غارها، ابتدا اطلاعات لازم درباره موقعیت، راه دسترسی و مواردی از این قبیل مربوط به غارهای واقع در رشته کوه زاگرس از گروه‌های غارنوردی، افراد محلی و یا منابع موجود به‌دست آمد. این رشته کوه به دلیل موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی ویژه یکی از مناطق زیستی مهم در جهان و از جمله غنی‌ترین زیست‌بوم‌های ایران از نظر تنوع زیستی می‌باشد (جداری عیوضی، ۲۰۰۲). پس از حضور در غارها، تعداد ۲۱۳ نمونه بالغ و ۴۹ نمونه نابالغ شبه‌عقرب از ۲۴ غار به‌وسیله دست، قلم‌مو و یا پنس ظریف از زیر سنگ‌ها و فضولات حیوانی، لابلای گوانو خفاش، در سطح زمین و روی دیواره تمام نقاط غار (اندوژن، پاراهپیوژن و هیپوژن) جمع‌آوری گردید (شکل ۱). نمونه‌ها در ویال‌های شیشه‌ای حاوی اتانول ۷۵ درصد فیکس شده و برخی در آزمایشگاه زیست‌شناسی جانوری دانشگاه پیام نور ایلام و برخی در موزه جانورشناسی بخش زیست‌شناسی



شکل ۱. نقشه ایران که در آن نقاط مربوط به نمونه‌برداری شامل غارهای استان‌های ایلام، لرستان و کرمانشاه واقع در غرب کشور نشان داده شده است (مثلث‌های زرد رنگ نشان‌دهنده موقعیت غارها می‌باشند). راهنمای کنار نقشه نشان‌دهنده ارتفاع از سطح دریای مناطق مختلف است که با تفاوت رنگ مشخص گردیده است.

جدول ۱. لیست غارهای مورد مطالعه در غرب ایران و اطلاعات مربوط به موقعیت جغرافیایی، نام استان و شهر، ارتفاع از سطح دریا و تاریخ جمع‌آوری

ردیف	نام غار	مختصات جغرافیایی	استان - شهر	ارتفاع از سطح دریا (متر)	تاریخ جمع‌آوری (ماه/سال)
۱	بره زرد	33°30'N; 46°42'E	ایلام - بدره	۲۲۶۸	۹۵/۰۲ و ۹۸/۰۱
۲	تایگه	33°19'N; 46°35'E	ایلام - ملکشاهی	۱۲۳۹	۹۵/۰۳ و ۹۷/۰۳
۳	آقامیر	33°14'N; 47°01'E	ایلام - ملکشاهی	۲۰۳۳	۹۶/۰۷ و ۹۸/۰۵
۴	مژاره	32°53'N; 47°41'E	ایلام - آبدانان	۹۵۳	۹۵/۰۷ و ۹۸/۰۷
۵	قَدَح	32°57'N; 47°14'E	ایلام - آبدانان	۱۰۳۱	۹۵/۰۳ و ۹۸/۰۵
۶	خفاش	32°43'N; 47°18'E	ایلام - دهلران	۴۴۵	۹۵/۰۳ و ۹۸/۰۴
۷	کبوترلان	33°12'N; 47°03'E	ایلام - زرین‌آباد	۲۰۵۷	۹۹/۰۷ و ۹۳/۰۶
۸	مَلِک	33°12'N; 47°03'E	ایلام - زرین‌آباد	۱۹۳۰	۹۹/۰۷ و ۹۳/۰۶
۹	چهل ستون	33°46'N; 46°37'E	ایلام - سرابله	۱۵۴۱	۹۴/۰۸ و ۹۳/۰۷
۱۰	رعد شرقی	33°55'N; 46°25'E	ایلام - سرابله	۱۴۸۲	۹۷/۰۶ و ۹۳/۰۷
۱۱	طلسم	33°51'N; 46°18'E	ایلام - ایوان	۱۴۱۱	۹۷/۰۸ و ۹۳/۰۷
۱۲	زَرَنه	33°56'N; 46°11'E	ایلام - ایوان	۱۳۰۲	۹۹/۰۲ و ۹۶/۰۷
۱۳	کیله سفید	34°44'N; 45°51'E	کرمانشاه - سرپل ذهاب	۵۹۴	۹۸/۰۴ و ۹۵/۰۲
۱۴	کِرند	34°15'N; 46°17'E	کرمانشاه - کرند غرب	۱۶۶۲	۹۵/۰۷ و ۹۵/۰۳
۱۵	ماهیدشت	34°18'N; 46°53'E	کرمانشاه - ماهیدشت	۱۵۹۵	۹۵/۰۷ و ۹۵/۰۴
۱۶	مَر خَرِیل	34°23'N; 47°26'E	کرمانشاه - بیستون	۱۴۲۵	۹۹/۰۴ و ۹۵/۰۳
۱۷	گَلیم گوش	34°41'N; 46°52'E	کرمانشاه - کرمانشاه	۱۳۹۷	۹۵/۰۷
۱۸	مَر خِشْت	34°32'N; 47°23'E	کرمانشاه - سنقر	۱۵۸۶	۹۵/۰۷ و ۹۵/۰۴
۱۹	خَر لاوون	34°09'N; 48°04'E	لرستان - نورآباد	۲۳۷۷	۹۵/۰۳
۲۰	مَر سلطانی	34°09'N; 48°03'E	لرستان - نورآباد	۲۴۳۷	۹۵/۰۷ و ۹۵/۰۳
۲۱	گَرین	34°02'N; 48°22'E	لرستان - نورآباد	۱۸۴۸	۹۶/۰۱ و ۹۵/۰۴
۲۲	کَهمان	33°57'N; 48°19'E	لرستان - الشتر	۱۹۰۷	۹۵/۰۷ و ۹۵/۰۳
۲۳	بت‌خانه	33°25'N; 47°46'E	لرستان - کوهدشت	۱۴۸۵	۹۵/۰۷ و ۹۵/۰۱
۲۴	پارک صخره‌ای	33°29'N; 48°20'E	لرستان - خرم‌آباد	۱۲۷۱	۹۵/۰۸

آنالیزهای ریخت‌شناسی

با استفاده از میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین Nikon Eclipse 80i Digital Imaging Head، عکس‌برداری از قسمت‌های مختلف بدن نمونه‌های روی اسلاید صورت گرفت. اندازه‌گیری قسمت‌های مختلف با نرم‌افزار ImageJ ver.1.8.0 انجام و اطلاعات ثبت گردید. علاوه بر عکس‌برداری، از استریومیکروسکوپ ZEISS Stemi V11 و میکروسکوپ نوری ZEISS برای بررسی دقیق نمونه‌ها استفاده گردید. حضور یا عدم حضور چشم، تعداد چشم‌ها، ترتیب استقرار موهای حسی بر انگشتان پدی‌پالپ، تعداد و فواصل بین موهای حسی بر روی انگشتان پدی‌پالپ و کلیسر، شکل موها، تعداد دندان‌های درونی هر انگشت، نسبت طول به عرض بسیاری از پیوسته‌های بدن، ترتیب و تعداد موهای واقع بر سطح پشتی سپر و بندهای شکم از مهم‌ترین مشخصات شناسایی و صفات ریختی هستند که به‌طور عمده جهت شناسایی شبه‌عقرب‌ها به‌کار می‌رود (بادل، ۲۰۱۰؛ لطیفی و همکاران، ۲۰۲۲؛ نصیرخانی و همکاران، ۲۰۱۷).

نتایج

در این پژوهش ۵۱ غار طبیعی مورد بازدید و بررسی قرار گرفت. کمینه دمای ثبت‌شده مربوط غار بره‌زرد (کُنّا تاریکه) در فروردین‌ماه،

با دمای ۶ درجه سانتی‌گراد و بیشینه دما مربوط به غار خفاش در شهریورماه، با دمای ۲۹/۹ درجه سانتی‌گراد بود. بیش‌ترین درصد رطوبت ثبت‌شده مربوط به غار رعد در آبان‌ماه، با رطوبت ۸۹/۹ درصد و نیز بیش‌ترین میزان غلظت CO₂ ثبت‌شده (برحسب ppm) در غارهای مورد مطالعه مربوط به غار خفاش با میزان ۴۹۰۰ (ppm) در خردادماه بود. در بازه دمایی ۱۶ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد درون غار بیش‌ترین مقدار جمع‌آوری نمونه‌های مورد بررسی صورت گرفت.

در مجموع تعداد ۲۴ غار دارای حداقل یک گونه (با حداقل تعداد نمونه) از راسته شبه‌عقرب‌ها بودند. غار خفاش در استان ایلام و غار مرسلطانی در استان لرستان به‌ترتیب دارای کم‌ترین (۴۴۹ متر) و بیش‌ترین (۲۴۳۷ متر) ارتفاع از سطح دریا بودند. نمونه‌ها براساس کلیدهای تشخیصی معتبر و با همکاری و تأیید متخصصین تا سطح گونه شناسایی شدند. در مجموع تعداد ۱۸ گونه شبه‌عقرب متعلق به ۱۴ جنس از هشت خانواده از غارهای منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری و گزارش گردید (جدول ۲). خانواده Chernetidae با دارابودن پنج گونه متعلق به چهار جنس، خانواده Neobisiidae و Olpiidae هرکدام با سه گونه متعلق به دو جنس دارای بیش‌ترین تنوع در بین غارهای مورد مطالعه بودند. خانواده‌های Menthidae، Cheiridiidae و Chthoniidae، هرکدام با یک جنس و یک گونه دارای کم‌ترین تنوع در مطالعه حاضر بودند.

جدول ۲. گونه‌های شبه‌عقرب ساکن غارهای مورد مطالعه

نام غار	گونه	خانواده	بالاخانواده
ماهیدشت، کرند	<i>Chthonius shelkovnikovi</i>	Chthoniidae	Chthonioidea
گرین	<i>Neobisium alticola</i>	Neobisiidae	Neobisioidea
بره‌زرد، مژاره	<i>Neobisium validum</i>		
طلسم	<i>Acanthocreagris iranica</i>		
خفاش، ماهیدشت، کرند	<i>Apocheiridium ferum</i>	Cheiridiidae	Garypoidea
کیله‌سفید، مرخریل، چهل‌ستون	<i>Minniza babylonica</i>	Olpiidae	Olpioidea
کیله‌سفید، خرلاون، آقامیر	<i>Minniza gallagheri</i>		
چهل‌ستون	<i>Calocheiridius centralis</i>		
کیله‌سفید	<i>Paramenthus nanus</i>	Menthidae	
چهل‌ستون، گلیم‌گوش، مرسلطانی	<i>Dactylochelifer intermedius</i>	Cheliferidae	Cheliferoidea
کبوترلان، خفاش	<i>Rhacochelifer melanopygus</i>		
کیله‌سفید	<i>Allocheres tucanus</i>	Chernetidae	
کبوترلان	<i>Lamprocheres muscivorus</i>		
طلسم	<i>Lamprocheres nodosus</i>		
قدح، ملک، بتخانه، کیله‌سفید، کهمان، مژاره	<i>Megacheres pavlovskyi</i>		
پارک صخره‌ای، ملک	<i>Pselaphochernes scorpioides</i>		
آقامیر	<i>Diploemnus insolitus</i>	Atemnidae	
بتخانه	<i>Atemnus politus</i>		

خانواده Neobisiidae Chamberlin, 1930**جنس Neobisium Chamberlin, 1930****گونه Neobisium (Neobisium) alticola Beier, 1973****نمونه‌های بررسی شده: ۴۲ [۲۱].**

ویژگی‌های مهم: نمونه‌ها واجد ۸-۷ مو در حاشیه خلفی کاراپاس؛ نسبت L/W ران پدی پالپ ۳/۵۹-۳/۶۱ برابر؛ انگشت ثابت chela دارای ۶۰-۵۹ دندان؛ it در سطحی تقریباً مشابه et و ist در موقعیت میانه انگشت ثابت و دست chela از نمای پشتی گرد می‌باشد.

گونه Neobisium (Neobisium) validum (C. L. Koch, 1873)**نمونه‌های بررسی شده: ۵۱ [۱]؛ ۵۲ [۴].**

ویژگی‌های مهم: شکل، اندازه و تعداد دندان‌های پدی پالپ، صاف بودن تمام پدی پالپ، چیدمان موها روی بدن و انگشتان پدی پالپ نمونه‌های نر مشاهده شده در این پژوهش خیلی شبیه به نمونه توصیف شده از ترکمنستان می‌باشد (کورچیچ، ۱۹۸۴). کاراپاس دارای ۲۸ مو بوده که ۱۲ عدد از آن‌ها روی حاشیه خلفی کاراپاس قرار دارند. اندازه ران پدی پالپ ۰/۲۸-۰/۲۷-۰/۲۴-۱/۲۱ میلی‌متر و اندازه chela با ساقه ۰/۵۴-۱/۹۵-۱/۹۱ میلی‌متر می‌باشد.

در ادامه توضیحاتی در مورد رده‌بندی، ویژگی‌های مهم و تعداد نمونه‌های بررسی شده از هر غار ذکر شده است. ویژگی‌های هر غار در جدول (۱) آورده شده است و در اینجا تنها به ذکر شماره غار (در داخل کروشه) و تعداد نمونه‌های بررسی شده اکتفا شده است.

خانواده Chthoniidae Daday, 1888**گونه Chthonius (Chthonius) shelkovnikovi****Redikorzev, 1930****نمونه‌های بررسی شده: ۵۱ [۱۵]؛ ۴۱ [۱۴].**

ویژگی‌های مهم: این گونه اولین بار توسط Redikorzev (1930) از آسیای میانه، سپس از ارمنستان، آذربایجان، گرجستان، یونان، تاجیکستان، ترکیه، ترکمنستان و ایران گزارش گردید (هاروی، ۲۰۱۳). در نمونه تایپ توصیف شده دو جفت چشم مشخص وجود دارد (ردیکورزف، ۱۹۳۰) درحالی که در نمونه‌های مورد بررسی در این پژوهش فقط یک جفت چشم کوچک وجود داشت. تعداد دندان‌های انگشت ثابت و متحرک پدی پالپ به ترتیب ۶۰ و ۴۶ عدد می‌باشد. وجود دندان‌های سه گوش فقط در نیمه پروکسیمال انگشت ثابت chela فرم بالغ وجود دارد که به تدریج به سمت قاعده کاهش می‌یابد.

با ساقه ۳/۱۷ برابر (در جنس ماده ۳/۴۰-۳/۳۰ برابر) می‌باشد. هم‌چنین دارای ۳۳-۳۵ دندان نوک‌تیز در انگشت ثابت و ۲۸ دندان در انگشت متحرک پدی‌پالپ می‌باشد.

گونه *Calocheiridius centralis* (Beier, 1952)

نمونه‌های بررسی‌شده: ۵۱، ۹۱ [۹].

ویژگی‌های مهم: تنوع تعداد موها نسبت به چیدمان موهای حاشیه خلفی کاراپاس و ترژیت اول در *C. centralis* توسط Dashdamirov و Schawaller گزارش شده است (داشدامیروف و شاولر، ۱۹۹۳). چهار مو در حاشیه خلفی کاراپاس و دو مو در ترژیت اول *C. centralis* وجود دارد.

خانواده *Menthidae* Chamberlin, 1930

گونه *Paramenthus nanus* Mahnert, 2007

نمونه‌های بررسی‌شده: ۵۲، ۱۳ [۱۳].

ویژگی‌های مهم: زائده سمی فقط در انگشت ثابت پدی‌پالپ وجود دارد. انگشت ثابت و متحرک پدی‌پالپ دارای ۱۱ تریکوبتری می‌باشد. تریکوبوتریم *est* در موقعیتی تقریباً نزدیک‌تر به *et* نسبت به *it* در انگشت ثابت پدی‌پالپ و *sb* تا حدی نزدیک‌تر به *b* نسبت به *t* قرار گرفته است.

خانواده *Cheliferidae* Risso, 1827

گونه *Dactylochelifier intermedius* Redikorzev, 1949

نمونه‌های بررسی‌شده: ۵۱، ۹۱ [۹]؛ ۵۱، ۱۷ [۱۷]؛ ۵۱، ۲۰ [۲۰].

ویژگی‌های مهم: این گونه به راحتی توسط نسبت‌های پنجه I جنس نر، که خیلی تنومند نبوده و تا حد زیادی تعدیل گردیده، از *D. gracilis* متمایز می‌گردد. ساختار ژنیتالیا ماده متشکل از یک صفحه مشبک میانی کشیده و مستطیلی و دو صفحه مشبک جانبی دنداندار می‌باشد.

گونه *Rhacochelifier melanopygus* (Redikorzev, 1949)

نمونه‌های بررسی‌شده: ۵۱ و ۷۱ [۷]؛ ۶۲ [۶].

ویژگی‌های مهم: این گونه دارای کاراپاس قهوه‌ای تیره و گرانوله شده؛ حاشیه خلفی کاراپاس فاقد برآمدگی دکه‌مانند؛ طول کاراپاس بیش‌تر از عرض آن؛ حاشیه قدامی و خلفی کاراپاس دارای شش و ۱۰-۱۱ مو؛ همه موها با انتهای چند

گونه *Acanthocreagris iranica* Beier, 1976

نمونه‌های بررسی‌شده: ۵۲، ۳ [۱۱].

ویژگی‌های مهم: نمونه‌های جمع‌آوری‌شده دارای دو جفت چشم؛ وجود ۶-۷ موها روی کلیسر؛ وجود سه موی ضخیم روی حاشیه پشتی پی‌ران پدی‌پالپ؛ موی میانی روی استرنیت‌های V-IX در جنس نر و استرنیت‌های III و VI-X در جنس ماده؛ epistome کوچک و زائده کاهش یافته؛ و پدی‌پالپ گرانوله‌ای است.

خانواده *Cheiridiidae* Hansen, 1894

گونه *Apocheiridium ferum* (Simon, 1879)

نمونه‌های بررسی‌شده: ۶۲ [۶]؛ ۵۱، ۲۰ [۱۵]؛ ۵۲، ۱۴ [۱۴]؛ ۶۲ [۱۲].

ویژگی‌های مهم: این گونه، از شبه‌عقرب‌های کوچک ایران بوده و توسط نصیرخانی (۱۳۹۰) از ایران گزارش گردید. کاراپاس و ترژیت‌ها قرمز روشن متمایل به‌صورتی، دارای یک جفت چشم، دارای یک شیار عرضی عمیق میانی روی کاراپاس، کاراپاس به شدت گرانوله؛ ترژیت‌ها عمدتاً تقسیم شده و ترژیت‌های انتهایی فاقد تقسیم، استرنیت‌ها تقسیم‌نشده، کلیسر کوچک و دارای چهار موی کفی، گاله‌آ کوتاه و متشکل از سه خار مجزا، اکستریور سرولا متشکل از ۸-۱۰ تیغه، انگشت متحرک و ثابت پدی‌پالپ به‌ترتیب دارای ۱۲-۱۱ و ۸-۱۰ دندان داخلی، آرولیوم ساده و کوتاه‌تر از ناخن‌ها.

خانواده *Olpiidae* Banks, 1895

گونه *Minniza babylonica* Beier, 1931

نمونه‌های بررسی‌شده: ۵۱، ۱۳ [۱۳]؛ ۶۲ [۱۶]؛ ۵۱، ۹ [۹].

ویژگی‌های مهم: نمونه موردبررسی در این پژوهش دارای ۲۶-۲۸ دندان روی انگشت ثابت chela و ۲۰-۲۲ دندان روی انگشت متحرک دارد. این ویژگی به‌همراه اندازه کوچک‌تر *M. babylonica* می‌تواند تمایزش را، از سایر گونه‌های هم‌جنس، تسهیل کند.

گونه *Minniza gallagheri* Mahnert, 1991

نمونه‌های بررسی‌شده: ۱۳ [۱۳]؛ ۱۹ [۱۹]؛ ۵۱، ۳ [۳].

ویژگی‌های مهم: این گونه با دارا بودن تعداد بیش‌تر دندان روی انگشت متحرک پدی‌پالپ از *M. babylonica* متمایز می‌گردد. نسبت ران ۳/۵۸ برابر (در جنس ماده ۳/۶۵-۳/۶۰ برابر)، زانو ۲/۷۲ برابر (در جنس ماده ۲/۸۴-۲/۸۰ برابر) و chela

گونه *Pselaphochernes scorpioides* (Hermann, 1804)

بررسی شده: ♀۲ [۲۴]؛ ♀۱ [۸].

ویژگی‌های مهم: فقدان چشم؛ موهای سطح بدن و پدی‌پالپ بلند، دنداندار و یا ساده؛ استرنیت‌های IV-X دارای یک موی پشتی در هر گوشه؛ اکستریور سرولا متشکل از ۲۰-۱۷ تیغه (در جنس نر ۱۸-۱۷ تیغه)؛ گاله‌آ منشعب‌شده؛ دارای موی قاعده‌ای روی پنجه پای IV از خصوصیات این نمونه‌ها می‌باشند.

خانواده Atemnidae Kishida, 1929**گونه *Diplothemnus insolitus* Chamberlin, 1933**

نمونه‌های بررسی شده: ♀۲ [۳]؛ ♀۱ [۱۸].

ویژگی‌های مهم: Beier این گونه را به نام *D. piger* Simon, 1878 را از بخش‌های جنوبی ایران (شیراز) گزارش نمود. اکنون این گونه هم‌نام با *D. insolitus* Chamberlin, 1933 شناخته می‌شود (داش‌دامیروف، ۲۰۰۵). در نمونه تایپ، chela تنومندتر ($L/W=3.05$) و نسبت L/W نمونه‌های جمع‌آوری‌شده در این پژوهش (۲/۳۷ برابر در جنس نر و ۲/۴۸-۲/۴۴ در جنس ماده) بود.

گونه *Atemnus politus* (Simon, 1878)

نمونه‌های بررسی شده: ♀۲ [۲۳]؛ ♂۱.

ویژگی‌های مهم: گرانوله‌بودن بخش میانی ران و زانوی پدی‌پالپ؛ وجود یک زائده پشتی گرد روی پی‌ران؛ و اندازه به نسبت کوچک chela به‌همراه پایه از صفات بارز این گونه می‌باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر ۱۸ گونه متعلق به ۱۴ جنس از هشت خانواده و در دامنه ارتفاعی ۴۴۵ تا ۲۴۳۷ متر از سطح دریا جمع‌آوری و شناسایی گردیدند. در بین گونه‌های شناسایی‌شده، خانواده Chernetidae با پنج گونه متعلق به چهار جنس دارای بیش‌ترین تنوع بود که به‌طورعمده مابین و زیر گوانو خفاش و در نواحی اندوژن و پاراهیبیوژن غار واقع شده بودند. خانواده‌های Menthidae، Cheiridiidae و Chthoniidae نیز هرکدام با یک جنس و یک گونه دارای کم‌ترین تنوع در مطالعه حاضر بودند. گونه *Megachernes pavlovskyi* از خانواده Chernetidae دارای بیش‌ترین پراکنش در غارهای منطقه مورد مطالعه بود. این یافته‌ها با نتایج پژوهشی که به بررسی

شاخه؛ کیسه پیش‌رانی با آتریوم رشد یافته؛ نسبت ران پدی‌پالپ در جنس نر عموماً ۰/۲۲-۰/۲۰/۰/۸۰/۰/۶۶ میلی‌متر و در جنس ماده ۰/۲۳-۰/۲۲/۰/۷۶/۰/۷۱ میلی‌متر می‌باشد.

خانواده Chernetidae Menge, 1855**گونه *Allochernes tucanus* Beier, 1959**

نمونه‌های بررسی شده: ♂۱، ♀۱ [۱۳].

ویژگی‌های مهم: دارای نسبت‌های L/W به قرار زیر می‌باشد (ماده‌ها داخل پرانتز): کاراپاس ۱/۱۲ برابر (۱/۱۰ برابر)؛ ران پدی‌پالپ ۲/۴۳ برابر (۲/۳۷ برابر)، پای IV ران ۳/۱۲ برابر (۳/۲۵ برابر)، ساق ۴/۳۷ برابر (۴/۶۰ برابر) و پنجه ۴/۵۷ برابر (۴/۳۷ برابر) می‌باشد.

گونه *Lamprochernes muscivorus* Redikorzev, 1949

نمونه‌های بررسی شده: ♂۱، ♀۱ [۷]؛ ♀۱ [۲].

ویژگی‌های مهم: ران پدی‌پالپ ضخیم بوده (۱/۸۰-۱/۷۰ برابر) و chela با ساقه تا حدی باریک (۲/۳۱-۲/۴۷ برابر) می‌باشد. هم‌چنین، انگشت ثابت chela دارای ۴-۵ دندان ضمیمه داخلی و ۳-۴ دندان ضمیمه خارجی است.

گونه *Lamprochernes nodosus* (Schränk, 1803)

نمونه‌های بررسی شده: ♂۱، ♀۲ [۱۱]؛ ♀۲ [۱۰].

ویژگی‌های مهم: موهای سطح بدن و پدی‌پالپ بلند، نوک‌تیز و دندان‌مانند؛ فاقد epistome و چشم یا لکه چشم؛ پنجه پای IV دارای موی تریکوبتری در یک سوم قاعده‌ای بالایی؛ نسبت طول به عرض ران پدی‌پالپ ۲/۳۷-۲/۳۰؛ پدی‌پالپ به نسبت نازک. این گونه اغلب همراه با فعالیت‌های انسانی، در توده‌های کود حیوانی یا با دارابودن رفتار phoresy در لانه پرندگان زندگی می‌کند.

گونه *Megachernes pavlovskyi* Redikorzev, 1949

نمونه‌های بررسی شده: ♂۱، ♀۲ [۵]؛ ♂۱، ♀۲ [۸]؛ ♀۳ [۲۳].

♂۱، ♀۲ [۱۳]؛ ♂۱، ♀۲ [۲۲]؛ ♂۲، ♀۱ [۴].

ویژگی‌های مهم: دارای ۹-۶ دندان ضمیمه میانی روی انگشت متحرک chela است. در این گونه، رالوم دارای سه تیغه و سرولا اکستریور دارای ۲۵-۲۳ تیغه؛ و اسپرمانکا T شکل، طویل و تا حدی در انتها گسترده شده می‌باشد.

رطوبت مطلوب و منابع غذایی کافی هستند، معمولاً در مناطق خشک محیط غار را انتخاب نموده و از این طریق ارتباط مستقیم با بارندگی‌ها و تغییرات آب‌وهوایی نداشته و تأثیرپذیری از دمای محیط و برخورد مستقیم تابش آفتاب در زیستگاه مذکور ندارد (وارینر و اسمیت-کاسترو، ۲۰۱۸). اما محدودیت‌های غذایی از برجسته‌ترین معایب مرتبط با غارهاست، که شبه‌عقرب‌ها با استفاده از پاهای رونده خود در نقاطی از غار که تراکم بقایای پوسیده گیاهی و فضولات حیوانی (به‌ویژه گوانو خفاش) بیش‌تر باشد و در نتیجه مواد غذایی بیش‌تری مهیاست و بنابراین امکان حیات قاطع‌تری برای آن‌ها فراهم می‌آید، ساکن می‌شوند (رانیوس، ۲۰۰۲).

بیش‌ترین گونه و فراوانی شبه‌عقرب‌ها به‌طور عمده در ناحیه پاراهایپوژن و سپس ناحیه اندوژن یا ورودی غار مشاهده گردید. در ناحیه پاراهایپوژن رطوبت و دمای ثابت‌تر و مناسب‌تر و نیز میزان غذای بیش‌تری (به‌دلیل وجود کلنی‌های خفاش و تجمع گوانو) وجود دارد. پژوهش‌گران معتقدند که رطوبت یکی از عواملی است که بر حضور و تراکم شبه‌عقرب‌ها اثر می‌گذارد (آدیس و همکاران، ۲۰۰۹؛ مورا و همکاران، ۲۰۱۸). مطالعات نشان داد که تراکم شبه‌عقرب‌ها در طول فصول خشک سال محدود به نواحی یا لایه‌های خاکی مشخصی می‌گردد. آن‌ها این داده‌ها را به عواملی مانند رطوبت، pH و دما مرتبط کردند و نشان داد که توزیع شبه‌عقرب‌ها در لایه‌های مختلف خاک، بسته به نیاز هر گونه متفاوت است (آراثوخو و سوزا، ۲۰۲۲). آن‌ها همچنین دریافتند که با توجه به شرایط خاک، برخی از گونه‌ها در پاسخ به تغییرات رطوبت در منطقه، به لایه‌های مختلف خاک مهاجرت می‌کنند. پس رابطه نزدیکی بین شرایط محیطی و توزیع جانوران وجود دارد و تغییرات رطوبت (کم‌شدن) باعث می‌شود شبه‌عقرب‌ها به آرامی و با استفاده از پاهای رونده خود، زیستگاه‌های خرد داخل غار را عوض نمایند یا حتی از یک غار به غار دیگر یا به زیستگاه مناسبی غیر از غار نقل مکان می‌کنند. بنابراین رطوبت بستر و خاک را می‌توان به‌عنوان یک متغیر پیش‌بینی‌کننده احتمالی برای تبیین توزیع شبه‌عقرب‌ها در نظر گرفت و دلیلی بر وجود چندین گونه شبه‌عقرب در غارهای منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

بیشینه حضور شبه‌عقرب‌ها را می‌توان در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر جهان مشاهده نمود. از مهم‌ترین نمونه‌های ساکن نواحی سردسیر می‌توان به خانواده Neobisiidae اشاره نمود، درحالی‌که خانواده Atemnidae منحصرأ در مناطق گرمسیر و

فونستیک شبه‌عقرب‌های استان کرمان در محیط بیرون غار پرداخته بود همخوانی نداشت. در آن مطالعه، خانواده Olpiidae دارای بیش‌ترین تنوع و پراکنش و خانواده Chernetidae دارای کم‌ترین تنوع بود (نصیرخانی، ۲۰۱۱). در مطالعه فون شبه‌عقرب‌های استان فارس توسط علیمحمدی مشخص گردید که خانواده Olpiidae دارای بیش‌ترین تنوع و پراکنش در منطقه مورد مطالعه بود که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی ندارد (علیمحمدی، ۲۰۱۳). در مطالعه دیگر، نصیرخانی به مطالعه فونستیک شبه‌عقرب‌های نواحی مرکزی و جنوب ایران پرداخته و تعداد ۳۳ گونه متعلق به ۱۰ خانواده را گزارش نمود که خانواده‌های Olpiidae و Cheliferidae دارای بیش‌ترین تنوع بودند (نصیرخانی، ۲۰۱۵). تاکنون ۷۱ گونه شبه‌عقرب، که به‌طور عمده مربوط زیستگاه‌های مختلف مربوط به محیط بیرون از غار می‌باشند، از ایران گزارش شده است (کرسیتوفوریووا و همکاران، ۲۰۱۳؛ نصیرخان و همکاران، ۲۰۱۳؛ نصیرخانی، ۲۰۱۵؛ نصیرخانی و زمانی، ۲۰۱۷؛ نصیرخانی و دوستاره‌شرف، ۲۰۱۸؛ نصیرخانی، ۲۰۲۲؛ هاروی، ۲۰۱۳).

نمونه‌های مطالعه‌شده در این پژوهش از ارتفاع ۴۴۵ متر از سطح دریا، غار خفاش در استان ایلام، تا ارتفاع ۲۴۳۷ متر، غار مرسلطانی در استان لرستان، جمع‌آوری گردیدند. در مطالعه نصیرخانی (۲۰۱۵)، با این‌که شبه‌عقرب‌ها را از ارتفاع از سطح دریای بین ۱۰ متر در استان هرمزگان تا ۳۰۰۰ متر در استان کرمان جمع‌آوری کرده بود، اما فقط تعداد کمی از شبه‌عقرب‌ها در مکان‌های با ارتفاع پایین‌تر از ۱۰۰۰ متر و بالاتر از ۲۰۰۰ متر زندگی می‌کنند و به‌طور عمده در ارتفاع ۲۰۰۰-۱۰۰۰ متر زندگی می‌کنند (نصیرخانی، ۲۰۱۵). در این مطالعه نمونه‌ها به‌طور عمده از ارتفاع ۲۵۰۰-۱۰۰۰ جمع‌آوری گردیدند. نمونه‌های مربوط Neobisiidae به‌طور عمده از ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متر و محیط‌های با درصد رطوبت بالاتر مشاهده شدند. هر چند پژوهش‌گران اثر ارتفاع روی پراکندگی شبه‌عقرب‌ها را بیش‌تر از تأثیر زیستگاه می‌دانند (کورچیچ و همکاران، ۲۰۰۲)، اما شرایط نسبتاً پایدار دمایی و رطوبتی محیط غار سبب گردیده که جانداران ساکن این محیط تا حدی از قواعد موجود پیروی ننمایند (رومرو، ۲۰۰۹). به‌عنوان مثال، با این‌که گونه *Paramenthus nanus* گونه خاص مناطق خشک با رطوبت کم می‌باشد، اما در این پژوهش، از غار دارای رطوبت بالاتر و دمای معتدل‌تری نسبت به محیط اطراف جمع‌آوری گردید. چون شبه‌عقرب‌ها و بسیاری از بندپایان دیگر نیازمند زیستگاهی با استتار مناسب، دمای متعادل،

حاضر برای اولین بار به بررسی شبه‌عقرب‌های ساکن غارهای واقع در غرب ایران پرداخته است. نتایج نشان داد که محیط مذکور محل مناسبی برای زندگی چندین گونه از شبه‌عقرب‌ها می‌باشد. چون شبه‌عقرب‌ها و بسیاری از بندپایان دیگر نیازمند زیستگاهی با استتار مناسب، دمای متعادل، رطوبت مطلوب و منابع غذایی کافی هستند، معمولاً در مناطق خشک، محیط غار را انتخاب نموده و از این طریق ارتباط مستقیم با بارندگی‌ها و تغییرات آب‌وهوایی نداشته و تأثیرپذیری از دمای محیط و برخورد مستقیم تابش آفتاب در زیستگاه مذکور ندارند. همین امر می‌تواند سبب تفاوت تنوع و فراوانی شبه‌عقرب‌های ساکن غار نسبت به محیط بیرون از غار گردیده است.

تشکر و قدردانی

از آقایان دکتر یاسر بخشی و میثم داشن از دانش‌آموختگان دانشگاه شیراز و نیز آقایان صادق هواسی و مسلم امیدی که در پیمایش غارهای مورد مطالعه و مراحل مختلف جمع‌آوری نمونه‌ها همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

- Adis, J., Franklin, E., & Morais, J.W. (2009). Arachnida. In: Fonseca, C.R.V.; Magalhães, C.; Rafael, J.A.; Franklin, E. (Ed.). *A Fauna de Artrópodes da Reserva Florestal Ducke. Estado Atual do Conhecimento Taxonômico e Biológico*. Editora INPA, Manaus, p.49-58.
- Alimohammadi, R. (2013). *A survey of pseudoscorpion fauna of Fars Province*. MSc thesis, Shiraz University, Shiraz, Iran.
- Araujo, J.S., & Souza, J.L.P. (2022). Sampling techniques and environmental variables influence the distribution of pseudoscorpions in urban forest fragments in the central Amazon. *Acta Amazonica*, 52(3), 199-207.
- Beier, M. (1951). Ergebnisse der Österreichischen Iran-Expedition 1949/50. Pseudoscorpione und Mantiden. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 58, 96-102.
- Beier, M. (1971). Pseudoscorpione aus dem Iran. *Naturhistorisches Museum Wien*, 75, 357-366.
- Brenner, G. (2005). *Apochthonuismalheuri* Benedict & Malcolm 1973. United State of America, Andrews Resource Area.
- Buddle, C.M. (2010). Photographic key to the Pseudoscorpions of Canada and the adjacent USA. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 10, 1-77.
- Christophoryová, J., Dashamirov, S., Malek-Hosseini, M. J., & Sadeghi, S. (2013). First record of the genus *Megachernes* (Pseudoscorpiones: Chernetidae) from an Iranian cave. *Arachnologische Mitteilungen*, 46, 9-16.
- Ćurčić, B.P.M. (1984). The genus *Neobisium* Chamberlin 1930 (Neobisiidae, Pseudoscorpiones, Arachnida): on new species from the USSR and the taxonomy of its subgenera. *Bulletin of the Natural History Museum in Belgrade*, 39, 123-153.
- Ćurčić, B. P. M., Dimitrijević, R. N., Ćurčić, S. B., Tomić, V. T., & Ćurčić, N. B. (2002). On some new high altitude, cave, and endemic pseudoscorpions (pseudoscorpiones, arachnida) from Croatia and Montenegro. *Acta Entomologica Serbica*, 7, 83-110.
- Dashdamirov, S., & Schawaller, W. (1993). Pseudoscorpions from Middle Asia, Part III (Arachnida: Pseudoscorpiones). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie)*, 497, 1-16.
- Dashdamirov, S. (2005). Pseudoscorpions from the mountains of northern Pakistan (Arachnida: Pseudoscorpiones). *Arthropoda Selecta*, 13, 225-261.
- Ford, D., & Williams, P. D. (2013). *Karst Hydrogeology and Geomorphology*, 2/Ed. John Wiley and Sons Ltd, England.
- Harvey, M. S. (2013). *Pseudoscorpions of the World*, version 3.0. Western Australian Museum, Available from: <http://museum.wa.gov.au/catalogues-beta/pseudoscorpions>.
- Jedari Eyvazi, J. (2002). *Geomorphology of Iran*. Tehran: Payame Noor University Press. (in Persian).
- Kahrarian, M., Zamani, M., Vafaei Shoshtari, R., & Nassirkhani, M. (2021). Investigating species diversity of pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpiones) in oak forests and cultivated areas of Lorestan Province, Iran. *Taxonomy and Biosystematic*, 13(48), 1-18. (in Persian).
- Latifi, Z., Nassirkhani, M., & Mirshamsi, O. (2022). A new epigean pseudoscorpion species (Pseudoscorpiones: Neobisiidae) from northeast of Iran, with an identification key to the species of the family Neobisiidae from Iran. *Turkish Journal of Zoology*, 44, 230-237.

نیمه‌گرمسیر قابل مشاهده هستند (تیزو پدروسو و دل کلارو، ۲۰۰۷). در پژوهش حاضر به دلیل شرایط ویژه اکوسیستم غار، همچون رطوبت بالا و حداقل تغییرات دمایی که تنها با تغییر فصول و در سطح بسیار پایین حادث می‌شود، نتایج متفاوت‌تری به‌دست آمد. خانواده Neobisiidae به‌طور عمده در مناطق سردسیر و ارتفاع بالا، اما Atemnidae هم در مناطق نیمه‌گرمسیر و هم سردسیر مشاهده شد. با توجه به این که غارها به‌عنوان یکی از پایدارترین و عمومی‌ترین محیط‌های مناسب برای زیست موجودات زنده، از جمله شبه‌عقرب‌ها محسوب می‌شوند و در دسترس بودن فضولات به‌عنوان منبع غذایی، وجود دما، رطوبت و اسیدیته متغیر در چنین زیستگاه‌هایی، سازگاری شبه‌عقرب‌ها را به دنبال داشته است (برینر، ۲۰۰۵).

با توجه به شرایط خاص محیط‌های غار و زیندگان ناشناخته آن، در این پژوهش بخش کوچکی از آن بررسی گردید. هرچند تاکنون مطالعاتی روی شبه‌عقرب‌های بخش‌هایی از ایران انجام شده است، اما تنوع گونه‌ای شبه‌عقرب‌های ساکن غار ناشناخته مانده و مطالعه

- Medeiros, M. J., Davis, D., Howarth, F. G., & Gillespie, R. (2009). Evolution of cave living in Hawaiian Schrankia (Lepidoptera: Noctuidae) with description of a remarkable new cave species. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 156, 114-139.
- Moura, R.F., Tizo-Pedroso, E., & Del-Claro, K. (2018). Colony size, habitat structure, and prey size shape the predation ecology of a social pseudoscorpion from a tropical savanna. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 72, 103. doi.org/10.1007/s00265-018-2518-2
- Murienne, J., Harvey, M. S., & Giribet, G. (2008). First molecular phylogeny of the major clades of Pseudoscorpiones (Arthropoda: Chelicerata). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49, 170-184.
- Nassirkhani, M. (2011). *A survey of pseudoscorpion fauna of Kerman Province*. MSc thesis, Shahid Bahooonar University, Kerman, Iran.
- Nassirkhani, M., & Takallo Zadeh, H. M. (2013). The first record of *Gobichelifer chelanops* (Pseudoscorpiones: Cheliferidae) from Iran. *Acta Arachnologica*, 62, 1-6.
- Nassirkhani, M. (2014). A new pseudoscorpion species of the genus *Calocheiridius* Beier & Turk (Arachnida: Pseudoscorpiones: Olpiidae) from Iran. *Zoology in the Middle East*, 60(4), 553-361.
- Nassirkhani, M. (2015). *The pseudoscorpion fauna of central and southern Iran (Arachnida: Pseudoscorpiones)* (Doctoral dissertation, Islamic Azad University, Arak, Iran).
- Nassirkhani, M., & Vafaei Shoushtari, R. (2017). Key to the species of Megachernes Beier (Pseudoscorpiones: Chernetidae), with notes on *M. afghanicus* and *M. pavlovskyi*. *Turkish Journal of Zoology*, 41, 568-575.
- Nassirkhani, M., & Zamani, M. (2017). Two species of the genus *Neobisium* (Pseudoscorpiones: Neobisiidae) from western Iran. *Arachnologische Mitteilungen*, 53(53), 53-61.
- Nassirkhani, M., & Doustaresharaf, M. M. (2018). New Records of Epigean *Neobisium* Species (Pseudoscorpiones: Neobisiidae) from Northwestern Iran. *Arachnology*, 17(8), 367- 374.
- Nassirkhani, M. (2022). First record of *Neobisium (Neobisium) kobachidzei* Beier (Pseudoscorpiones: Neobisiidae) from Iran, with a list of Iranian pseudoscorpion species. *Arachnology*, 19(1), 7-14.
- Ranius, T. (2002). Population ecology and conservation of beetles and pseudoscorpions living in hollow oaks in Sweden. *Animal Biodiversity and Conservation*, 25(1), 53-68.
- Redikorzev, V. (1918). Pseudoscorpions nouveaux I. Ezhegodnik Zoologicheskogo Muzea Akademii Nauk, 22, 91-101.
- Redikorzev, V. (1930). Contribution à l'étude de la faune des pseudoscorpions du Caucase. *Bulletin du Muséum de Géorgie*, 6, 97-106.
- Romero, A. (2009). *Cave Biology (Life in Darkness)*. Cambridge University Press, New York.
- Tizo-Pedroso, E., & Del-Claro, K. (2007). Cooperation in the Neotropical pseudoscorpion *Paratemnoides nidificator* (Balzen, 1888): feeding and dispersal behavior. *Insects Society*, 54, 124-131.
- Tizo-Pedroso, E., & Del-Claro, D. (2008). Natural history and social behavior in Neotropical pseudoscorpions. *Tropical biology and conservation management*, XI, 177-193.
- Warriner, M., & Smith-Castro, J. (2018). Tooth Cave Pseudoscorpion (*Tartarocreagris texana*); 5-Year Review: Summary and Evaluation. U.S. Fish and Wildlife Service, Austin, Texas.