



علمی پژوهشی

تنوع گونه‌ای زنبورهای شکارگر انفرادی گروه Spheciformes (Hym.: Apoidea) در مناطق جنوبی استان کرمان، ایران

زهرا قادری پور^۱، محمد خیراندیش^{۲*}، سید مسعود مجدزاده^۳ و ابراهیم ابراهیمی^۴

۱ و ۲- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران، ۳- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران، ۴- بخش تحقیقات رده‌بندی حشرات، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

شناسه اراکید: ۱- 0000-0002-8608-1643، ۲- 0000-0002-2568-2306، ۳- 0000-0002-1505-5456، ۴- 0000-0002-0970-1394

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۲۲)

چکیده

پایش تنوع گونه‌ای پارازیتوئیدها و شکارگرها در اکوسیستم‌های مختلف یکی از اصول مدیریت آفات محسوب می‌شود. این مطالعه، در راستای بررسی ساختار تنوع گونه‌ای زنبورهای گروه Spheciformes (Hymenoptera: Apoidea) در مناطق جنوبی استان کرمان (جنوب شرق ایران) صورت گرفت. بدین منظور نمونه برداری طی فروردین ماه تا اواخر شهریورماه سال ۱۳۹۶ با استفاده از تله مالیز در ۱۲ منطقه از شهرستان‌های جیرفت، بم، عنبرآباد، کهنوج، قلعه گنج و منوجان صورت پذیرفت. نمونه‌های مورد نظر تا سطح گونه شناسایی و تعداد افراد هر گونه شمارش شدند. در مجموع، ۳۶ گونه متعلق به ۱۷ جنس شناسایی شد. تنوع گونه‌ای با استفاده از نرم افزار SDR بررسی شد. بر اساس شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون وینر و یکنواختی پیلوژی شهرستان بم با ۲۰ گونه، از نظر تنوع گونه‌ای و یکنواختی در صدر قرار گرفت. پس از آن، جیرفت و کهنوج دارای بیشترین تنوع گونه‌ای و یکنواختی بودند. در بین کل نمونه‌های جمع‌آوری شده به ترتیب گونه‌های *Gastrosericus funereus* با ۲۰۲ فرد (۲۳/۷۶ درصد)، گونه *Sphex flavipennis* با ۱۵۶ فرد (۱۷/۵۸ درصد) و گونه *Bembix bidentata* با ۷۶ فرد (۸/۵ درصد) بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند. همچنین، هشت گونه به عنوان گونه‌های نادر در مناطق مورد مطالعه شناخته شدند. تنوع و فراوانی زنبورهای Spheciformes در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و اوایل تیر در مناطق مورد مطالعه بیشتر است. این امر بیانگر اهمیت و تأثیر زنبورهای Spheciformes در مدیریت آفات در طول مدت فعالیت آفات می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تنوع زیستی، فراوانی، یکنواختی، Crabronidae، Sphecidae

*نویسنده مسئول: m.khayrandish@uk.ac.ir



مقدمه

آفات یکی از مهم‌ترین عوامل خسارتزا در کشت و توسعه محصولات کشاورزی می‌باشند. محصولات کشاورزی مورد هجوم انواع مختلفی از آفات از جمله حشرات قرار می‌گیرند که به‌طور مستقیم و غیر مستقیم باعث کاهش تولید محصولات کشاورزی می‌شوند و از ارزش کیفی آنها کاسته می‌شود. شکارگرها یکی از مهم‌ترین عوامل کنترل بیولوژیک آفات در اکوسیستم‌های کشاورزی هستند (Khanjani, 2012). بیشتر جمعیت‌های حشرات کم و بیش در اکوسیستم‌های طبیعی تحت تاثیر دشمنان طبیعی قرار می‌گیرند. امروزه مسئله حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی یکی از راهکارهای کنترل آفات در موضوع مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد.

گروه Spheciformes شامل چهار خانواده Heterogynidae، Ampulicidae، Sphecidae و Crabronidae و ۱۳ زیرخانواده می‌باشد. این گروه با بیش از ۱۰۰۰۰ گونه توصیف شده، یکی از متنوع‌ترین و غنی‌ترین گروه‌ها از نظر تعداد گونه در بین رده حشرات بوده و از پراکنش جهانی برخوردار می‌باشد (Pulawski, 2021). زنبورهای گروه Spheciformes در اکوسیستم‌های مختلفی حضور دارند و دارای مرفولوژی و بیولوژی بسیار متنوعی هستند. حشرات کامل از شهد و گرده گل‌ها تغذیه می‌کنند و در گرده‌افشانی گیاهان گلدار نقش دارند. حشرات ماده شکارگر هستند و لاروهای خود را با استفاده از شکار تغذیه می‌کنند. بیشتر گونه‌ها لانه‌های خود را در خاک‌های ماسه‌ای و شنی یا چوب می‌سازند و لانه را با شکارهای فلج شده تدارک می‌کنند. تقریباً بیشتر اعضای این گروه شکارگر حشرات راسته‌های مختلف بوده و به عنوان عوامل کنترل کننده بیولوژیکی حشرات و عنکبوت‌ها در مهار آفات و حفظ تعادل زیستی نقش مهمی را در اکوسیستم‌های طبیعی ایفا می‌کنند (Bohart & Menke, 1976). خانواده Crabronidae پرجمعیت‌ترین و غنی‌ترین خانواده از نظر تعداد گونه محسوب می‌شود (Pulawski, 2021). خانواده Ampulicidae که با نام عمومی زنبورهای سوسری‌خوار (cockroach wasps) شناخته می‌شوند، با ۲۰۲ گونه

توصیف شده، دارای کمترین گونه در بین خانواده‌های این گروه می‌باشد. بیشتر گونه‌ها لانه‌های خود را از برگ ساخته و یا از حفره‌های خالی درختان استفاده می‌کنند و سوسری-های فلج شده را در لانه‌هایشان ذخیره می‌کنند (Borror *et al.*, 1989). خانواده Sphecidae دارای زندگی انفرادی و گونه‌هایی با اندازه و رنگ‌های متنوع می‌باشد و بیشتر آنها شکارگر حشرات راست بالان به ویژه خانواده‌های Tettigoniidae، Acrididae و Gryllidae هستند (Bohart & Menke, 1976; Gess & Gess, 2014). در خانواده Crabronidae: دو زیر خانواده Crabroninae و Bembicinae از بزرگترین و متنوع‌ترین زیرخانواده‌های گروه Spheciformes و دارای انتشار جهانی می‌باشند (Pulawski, 2021). تعدادی از گونه‌های زیرخانواده Crabroninae شکارگر ملخ‌ها و سیرسیرک‌ها و برخی دیگر نیز شکارگر زنبورهای خانواده‌های Tiphiidae، Vespidae، Apidae و Scoliidae می‌باشند (Gess & Gess, 2014). گونه‌های زیر خانواده Bembicinae دارای زندگی انفرادی و همچنین پروازهای سریع هستند، بیشتر آن‌ها لانه‌های خود را در خاک و ماسه‌های دارای بافت سبک ایجاد کرده و شکارگر گونه‌های راسته‌های دوبالان و راست-بالان می‌باشند (Bohart & Menke, 1976).

در ایران پژوهش‌هایی درباره تاکسونومی و بررسی فون زنبورهای Spheciformes در مناطق مختلف کشور انجام شده است. کاتالوگ خانواده‌های Ampulicidae، Sphecidae و Crabronidae ایران شامل ۴۰۴ گونه متعلق به ۷۱ جنس و ۱۱ زیر خانواده منتشر شد (Jahantigh *et al.*, 2017). همچنین، طی بررسی‌های ده سال اخیر از خانواده Crabronidae ۱۸۱ گونه از استان فارس گزارش شده است (Sadeghi *et al.*, 2016, 2018, 2019a,b; Fallahzadeh *et al.*, 2018; Khosroabadi *et al.*, 2019; Rezaei *et al.*, 2020a,b). همچنین، قادری پور و همکاران نیز ۳۷ گونه از این گروه را از جنوب کرمان گزارش کردند (Ghaderipour *et al.*, 2020a, b; 2021).

در بررسی تنوع گونه‌ای راسته بال‌غشاییان بررسی‌های قابل توجهی در نقاط مختلف کشور و همچنین، در استان

سیستان و بلوچستان و از غرب به استان هرمزگان محدود می-شود. متوسط میزان بارندگی ۱۸۰ میلی متر، مقدار متوسط دما حدود ۲۳/۵ درجه سلسیوس، بیشترین دما ۵۰ درجه و کمترین ۳- درجه سلسیوس می باشد. برای بررسی تنوع گونه‌ای از تله مالیز برای نمونه برداری زنبورها استفاده شد. بدین منظور ۱۲ تله، در هر منطقه دو تله با شرایط یکسان برای بررسی تنوع گونه‌ای در نظر گرفته شد (شکل ۱، الف و ب). بطری‌های حاوی الکل ۶۰٪ تله‌های مالیز از زمان نصب به طور عمده به فاصله ۱۰ تا ۱۴ روز تعویض شدند و پس از انتقال به آزمایشگاه در ظروف حاوی الکل ۷۵٪ داخل فریزر نگهداری شدند. سپس، نمونه‌های متعلق به زنبورهای گروه Spheciformes جداسازی و تا سطح گونه شناسایی شدند. نمونه‌های شناسایی شده در موزه جانورشناسی و گروه گیاه-پزشکی دانشگاه شهید باهنر کرمان نگهداری می‌شوند. مختصات جغرافیایی و مکان نصب تله‌های مالیز و پوشش گیاهی غالب مناطق مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

کرمان صورت پذیرفته است، ولی تاکنون در مورد گروه Spheciformes هیچ مطالعه‌ای انجام نشده است. با توجه به نظر مگوران که هر چه تنوع گونه‌ای در یک اکوسیستم بیشتر باشد پایداری آن اکوسیستم بیشتر است (Magurran, 2004) و اهمیت این گروه به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک و مؤثر در حفظ تعادل زیستی، به منظور بررسی وضعیت این گروه، تنوع گونه‌ای این حشرات در منطقه جنوب استان کرمان مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر نمونه برداری در مناطق جنوبی استان کرمان از فروردین ماه تا اواخر شهریور ماه سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. جنوب استان کرمان با وسعتی معادل ۳۸۰۰۰ کیلومتر مربع، جزئی از ناحیه جنوب شرقی ایران است که در طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۶ درجه و ۴۳ دقیقه واقع شده است. این ناحیه از شمال به شهرستان کرمان، از جنوب به جازموریان و استان هرمزگان، از شرق به



شکل ۱- تله‌های مالیز نصب شده در منطقه (A) شهرستان عنبرآباد، (B) شهرستان بم، استان کرمان، ایران

Figure 1. Installed Malaise traps in areas of Anbar Abad and Bam Counties, Kerman province, Iran

ناحیه) و Species evenness (تعداد افراد هر گونه، فراوانی و نسبت افراد هر گونه) محاسبه شد (Seaby & Handerson, 2006).

ساختار ترکیب گونه‌ای

پس از شناسایی و شمارش نمونه‌های موجود در تله‌های مالیز مختلف با استفاده از روش طبقه‌بندی مکزی (Maczey, 2004)، ساختار ترکیب گونه‌ای مورد ارزیابی

بررسی تنوع گونه‌ای

در این پژوهش، بررسی تنوع گونه‌ای با استفاده از نرم‌افزار SDR4 (Species Diversity & Richness IV) صورت پذیرفت. گونه‌ها شناسایی و تعداد هر گونه در مناطق مختلف شمارش شد. سپس، با استفاده از نرم‌افزار SDR4 شاخص‌های مربوط به Species diversity (تعداد گونه‌های موجود در یک جامعه)، Diversity (تعداد گونه موجود در یک

قرار گرفت. فرا غالب: گونه‌های با درصد فراوانی بیش از ۳۲ درصد، غالب: گونه‌های با درصد فراوانی ۱۰ تا ۳۲ درصد، نیمه غالب: گونه‌های با درصد فراوانی ۳/۲ تا ۱۰ درصد، کمیاب: گونه‌های با درصد فراوانی ۱ تا ۳/۲ درصد، بسیار کمیاب: گونه‌های با درصد فراوانی ۰/۳۲ تا ۱ درصد و نادر: گونه‌هایی که فراوانی آنها کمتر از ۰/۳۲ درصد می‌باشد.

جدول ۱- محل نصب، مختصات جغرافیایی تله‌های مالیز و پوشش گیاهی غالب در مناطق مورد مطالعه در سال ۱۳۹۶، استان کرمان، ایران

Table 1. Location, geographical coordinates of Malaise traps installed and dominant vegetation in the studied areas in 2017, Kerman province, Iran

No.	Location	Position	Elevation(m)	Habitat
01	Jiroft County (Baqer Abad)	28°36'13.7"N, 57°49'42.0"E	652	(Orange & Dates) garden, <i>Medicago sativa</i> farm
02	Jiroft County (Mijan-Sar Asiab)	28°41'06.6"N, 57°55'17.7"E	1288	(Orange, Lemon & Dates) garden, Pomegranata tree
03	Bam County (Bam)	29°06'01.7"N, 58°19'44.0"E	1111	(Orange, Lemon & Dates) garden, <i>Medicago sativa</i> farm
04	Bam County (Hemmat Abad)	29°08'19.6"N, 57°58'05.1"E	1673	(Date, Apple, Peach, Pear, Quince) tree, <i>Medicago sativa</i> farm
05	Anbar Abad County (Bardeh)	28°29'41.0"N, 58°09'56.2"E	1510	(Dates, Orange & Lemon) garden
06	Anbar Abad County (Roodfarq)	28°29'41.0"N, 58°09'56.2"E	1429	Orange garden & <i>Medicago sativa</i> field
07	Kahnuj County (Qooch Abad)	28°03'39.4"N, 57°48'37.2"E	495	Lemon garden
08	Kahnuj County (Tomgoran)	28°01'48.2"N, 57°44'22.2"E	528	(Lemon & Orange) garden
09	Qaleh-Ganj County (Qaleh-Ganj)	27°29'59.1"N, 57°54'13.9"E	402	(Orange & Dates) garden
10	Qaleh-Ganj County (Shahid Beheshti farm)	27°14'27.3"N, 58°17'58.6"E	395	Dates garden
11	Manujan County (Chah Nasri)	27°31'14.6"N, 57°33'51.5"E	384	(Lemon & Dates) garden
12	Manujan County (Chermil)	27°33'13.6"N, 57°35'52.0"E	445	(Lemon & Dates) garden

شاخص یکنواختی نحوه توزیع افراد را در بین گونه‌ها نشان می‌دهد. به عبارتی یکنواختی نشان‌دهنده میزان تعادل در فراوانی گونه‌ها است. در بین جوامعی که دارای غنای گونه‌ای یکسان می‌باشند جامعه یکنواخت‌تر (توزیع یکسان افراد بین گونه‌ها) همگنی یا تنوع بیشتری دارد و جوامعی که غیریکنواخت‌تر (توزیع بسیار متفاوت فراوانی گونه‌ها) هستند، همگنی یا تنوع کمتری دارند. در این تحقیق برای بررسی یکنواختی گونه‌ها از شاخص‌های پیلو جی، هیپ، مک‌اینیتاش

شاخص تنوع آلفا (Alpha diversity index)

تنوع در سطح زیستگاه پرکاربردترین مولفه در توصیف جوامع است. برای مقایسه تنوع گونه‌ای بین شش منطقه نمونه‌برداری، از شاخص‌های شانون-وینر، سیمپسون، مک‌اینیتاش و بریلوئین (Seaby & Henderson, 2006) استفاده شده است. هر چه مقادیر شاخص‌های ذکر شده بیشتر باشد نشان‌دهنده تنوع گونه‌ای بیشتر می‌باشد.

شاخص یکنواختی گونه‌ها (Species evenness index)

فراوانی) می‌باشد. علاوه بر سه گونه مذکور گونه‌های *G. Philanthus coarctatus*، *Palmodes parvulus*، *L. nigricans* و *L. haemorrhoidalis sabulouosus* تنها با دو نمونه جمع‌آوری شده در مناطق مورد مطالعه به عنوان گونه نادر گزارش شدند. گونه *G. funereus* در تمام مناطق مورد مطالعه گزارش شد. از نکات قابل توجه این مطالعه این است که در گونه‌های *G. funereus* و *Sphex flavipennis* که به عنوان گونه غالب و با بیشترین فراوانی گزارش شدند، در گونه اول جمعیت ماده‌ها شش برابر نرها و در گونه دوم جمعیت افراد نر حدود دو برابر جمعیت افراد ماده بوده است.

شاخص های تنوع آلفا (Alpha diversity index)

این شاخص‌ها برای زنبورهای گروه Spheciformes در مناطق جنوبی استان کرمان در جدول ۴ ارائه شده است. دو منطقه جیرفت و کهنوج با ۲۲ گونه و منطقه منوجان با ۱۴ گونه به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد گونه می‌باشند (جدول ۴). بر اساس شاخص‌های شانون وینر، سمپسون، بریلوین و مک اینتاش، منطقه بم دارای تنوع گونه‌ای بیشتری نسبت به سایر مناطق می‌باشد و مناطق جیرفت و کهنوج در رتبه‌های بعدی قرار دارند. بر اساس شاخص‌های ذکر شده مناطق قلعه گنج و عنبرآباد به ترتیب با ۱۷ و ۲۰ گونه از کمترین تنوع برخوردار بودند.

شاخص یکنواختی گونه‌ها (Species evenness index)

برخی از شاخص‌های یکنواختی گونه‌ها در زنبورهای گروه Spheciformes در مناطق جنوبی استان کرمان در جدول ۵ ارائه شده است. شاخص‌های سمپسون، مک- اینتاش، هیپ و پیلوجی منطقه بم را یکنواخت‌ترین منطقه معرفی کردند و مناطق جیرفت و منوجان در مرتبه‌های بعدی قرار گرفتند. براساس شاخص‌های یکنواختی سمپسون، مک اینتاش و هیپ گونه‌های Spheciformes کمترین یکنواختی را در منطقه عنبرآباد داشتند.

و سمپسون ای استفاده شد (Seaby & Henderson, 2006).

شاخص شباهت زیستگاه‌ها (Similarity index)

برای بررسی میزان شباهت زیستگاه‌های مختلف از شاخص شباهت سورنسون که از قدیمی‌ترین و شناخته‌ترین شاخص‌های تعیین شباهت زیستگاه است، استفاده شد. رابطه شباهت زیستگاه‌ها به صورت زیر می‌باشد:

$$Ss = \frac{2a}{(2a+b+c)}$$

که در آن Ss شاخص تشابه سورنسون، a: تعداد گونه‌های مشترک موجود در منطقه A و B، b: تعداد گونه‌های موجود در منطقه A که در منطقه B وجود ندارد و c: تعداد گونه‌های موجود در منطقه B که در منطقه A وجود ندارند. این شاخص وقتی مجموع گونه‌های دو زیستگاه کاملاً یکسان باشند، مساوی یک خواهد بود.

نتایج

برای محاسبه ساختار و تنوع گونه‌ای و مقایسه فون زنبور- های گروه Spheciformes در مناطق مورد مطالعه، فقط از تله مالیز استفاده شد. در تله‌های مورد مطالعه ۳۶ گونه جمع-آوری و شناسایی شد. نتایج حاصل از بررسی ساختار ترکیب گونه‌ای و فراوانی نسبی آنها به صورت گونه‌های فرا غالب، غالب، نیمه غالب، کمیاب، بسیار کمیاب و نادر مشخص شده است. در جدول‌های ۲ و ۳ ساختار ترکیب گونه‌ای زنبورهای گروه Spheciformes در مناطق مورد مطالعه آورده شده است. از لحاظ فراوانی در بین مناطق مورد مطالعه، شهرستان کهنوج با ۱۸۴ فرد (۲۰/۷۳ درصد) و شهرستان قلعه گنج با ۱۲۳ فرد (۱۳/۶۴ درصد) به ترتیب بیشترین و کمترین فراوانی را به خود اختصاص دادند. در بین گونه‌ها، گونه‌های *Gastrosericus funereus* (۲۲/۷۶ درصد) و *Sphex flavipennis* (۱۷/۵۸ درصد) دارای بیشترین فراوانی بوده و به عنوان گونه غالب گزارش شدند. هم‌چنین، کمترین فراوانی متعلق به گونه‌های *Chalybion flebile*، *Liris festinans* و *Ammatomus coarctatus* با یک فرد (۰/۱۱ درصد)

جدول ۲- ساختار ترکیب گونه‌ای و درصد فراوانی نسبی زنبورهای Ampulicidae و Sphecidae در مناطق مورد مطالعه در سال ۱۳۹۶، استان کرمان، ایران

Table 2. Structure species and percentage of comparative abundance of Ampulicidae and Sphecidae in studied areas in 2017, Kerman province, Iran

Family	Subfamily	Species	Percentage of comparative abundance of Ampulicidae and Sphecidae in studied areas						Dominance scale
			Anbar Abad	Bam	Jiroft	Kahnuj	Manujan	Qaleh -Ganj	
Ampulicidae	Dolichurinae	<i>Dolichurus hoemorrhous</i>	0	0.11	0.11	0	0.11	0.11	subrare
		<i>Ammophila rubripes</i>	0.11	0.33	0.22	0	0	0	subrare
	Ammophilinae	<i>Podalonia hirsuta</i>	0.67	0	0	0	0	0	subrare
		<i>P. tydei</i>	1.12	0.79	0.45	0.45	0.11	0	rare
Sphecidae	Sceliphrinae	<i>Chalybion flebile</i>	0	0	0.11	0	0	0	sporadic
		<i>Palmodes melanarius</i>	0	0	0.56	0	0	0	subrare
	Sphecinae	<i>P. parvulus</i>	0	0	0.22	0	0	0	sporadic
		<i>Sphex flavipennis</i>	9.7	4.63	2.59	0.33	0.33	0	dominant
		<i>S. funerarius</i>	0	0	0.11	0.9	1.12	1.01	rare

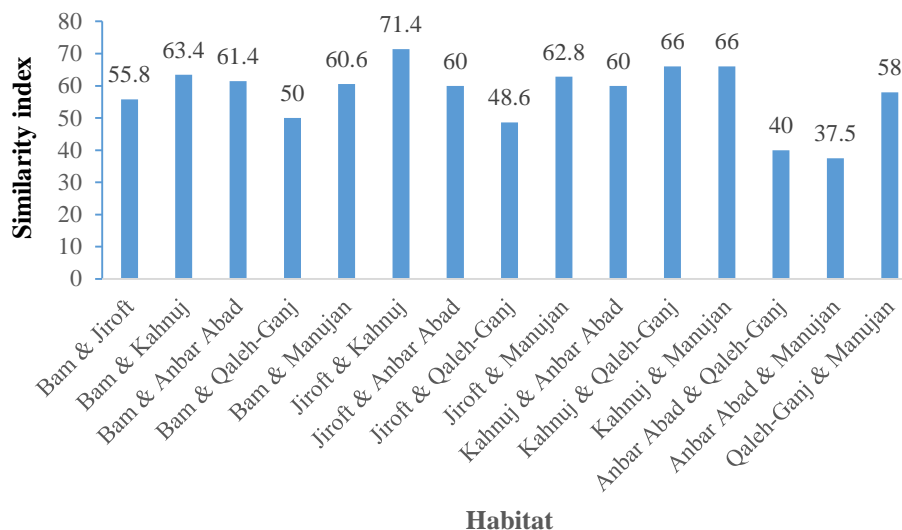
در جنوب استان کرمان، بیشترین شباهت بین مناطق جیرفت و کهنوج (۷۱/۴ درصد) و کمترین شباهت بین مناطق عنبرآباد و منوجان (۳۷/۵ درصد) به دست آمد.

شاخص شباهت زیستگاه‌ها (Similarity index)
 شاخص شباهت (تنوع بتا) زنبورهای گروه Spheciformes در مناطق مختلف جنوب استان کرمان در شکل ۲ ارائه شده است. براساس شاخص تنوع بتا،

جدول ۳- ساختار ترکیب گونه‌ای و درصد فراوانی نسبی زنبورهای Crabronidae در مناطق مورد مطالعه در سال ۱۳۹۶، استان کرمان، ایران

Table 3. Structure species and percentage of comparative abundance of Crabronidae in studied areas in 2017, Kerman province, Iran

Family	Subfamily	Species	Percentage of comparative abundance of Crabronidae in studied areas						Dominance scale
			Anbar Abad	Bam	Jiroft	Kahnuj	Manujan	Qaleh-Ganj	
Crabronidae	Bembecinae	<i>Bembix bicolor</i>	0.11	0	0	0.56	0	0	subrare
		<i>B. bidentate</i>	3.1	0	5.4	0	0	0	subdominant
		<i>B. oculata</i>	0.22	3.61	0.45	0.67	0	0	subdominant
		<i>Ammatomus coarctatus</i>	0.11	0	0	0	0	0	sporadic
		<i>Bembicinus iranicus</i>	0.11	0	0.11	0.9	0	0	rare
		<i>B. khuzestani</i>	0	0.33	0.11	0.9	3.16	0	subdominant
	Philanthinae	<i>B. tridens</i>	0.11	0.11	0.56	0.33	0	0.11	rare
		<i>Philanthus coarctatus</i>	0	0	0	0.11	0	0.11	sporadic
		<i>p. triangulum</i>	0.22	1.12	0.22	0.22	0.45	0	rare
		<i>Palarus funerarius</i>	0	0	0.11	0.22	0.11	0	subrare
		<i>Gastrosericus electus</i>	0.22	0.11	0	0	0.33	0.33	subrare
		<i>G. funereus</i>	1.46	1.58	0.56	10.62	5.53	3.05	dominant
		<i>G. waltlii</i>	0	0.22	0.22	0.33	0.11	0.22	rare
		<i>G. moricei</i>	0.22	0.11	0.11	0	0.11	0	subrare
		<i>G. sabulosus</i>	0	0	0	0.11	0	0.11	sporadic
		<i>Holotachysphex iraniensis</i>	0.22	0.56	0	0	0	0	subrare
		<i>Parapigetia erythropoda</i>	0	0	0.22	0.56	0.67	0.11	rare
		<i>Tachytes pygmaeus</i>	0.22	0.45	1.46	1.80	2.48	0.56	subdominant
		<i>T. xenoferus</i>	0	0.67	0	0.11	0.11	0.56	rare
		<i>Larra anathema</i>	0.22	1.24	0	0.11	0	0	rare
		Crabroninae	<i>L. zarudniana</i>	0.11	0	0.11	1.06	0	6.7
	<i>L. arabicus</i>		0.22	0.79	0.33	0.22	0	0.22	rare
	<i>Liris festinans</i>		0	0.11	0	0	0	0	sporadic
	<i>L. haemorrhoidalis</i>		0	0.22	0	0	0	0	sporadic
	<i>L. nigricans</i>		0	0	0	0.11	0	0.11	sporadic
	<i>L. subtessellatus</i>		0.11	0	0	0	0	0.22	subrare
	<i>L. agilis</i>		0	0.22	0	0.11	0	0.11	subrare
Total (Ampulicidae, Sphecidae & Crabronidae)			18.58	17.31	14.34	20.73	14.73	13.64	100
Species number spheciformes			20	20	22	22	14	17	
Individuals number spheciformes			166	153	128	184	131	123	885



شکل ۲- شاخص شباهت گونه‌ای زنبورهای گروه Spheciformes در مناطق مورد مطالعه، استان کرمان، ایران
Figure 2. Similarity index of Spheciformes in studied areas, Kerman province, Iran

جدول ۴- شاخص‌های تنوع گونه‌ای در زنبورهای گروه Spheciformes در مناطق مورد مطالعه، استان کرمان، ایران

Table 4. Alpha diversity indices of Spheciformes in studied area, Kerman province, Iran

Alpha diversity index	Species diversity of Spheciformes in studied areas					
	Anbar Abad	Bam	Jiroft	Kahnuj	Manujan	Qaleh-Gang
Shannon wiener	1.771	2.363	2.221	2.007	1.677	1.726
Simpson D	3.227	7.414	5.386	3.606	3.552	3.387
McIntosh D	0.4812	0.68	0.6163	0.5071	0.5134	0.4963
Brillouin D	1.616	2.172	1.997	1.842	1.516	1.554

جدول ۵- شاخص‌های یکنواختی در زنبورهای گروه Spheciformes در مناطق مورد مطالعه، استان کرمان، ایران

Table 5. Species evenness indices of Spheciformes in studied areas, Kerman province, Iran

Species evenness	Species evenness of spheciformes in studied areas					
	Anbar Abad	Bam	Jiroft	Kahnuj	Manujan	Qaleh-Gang
Simpson E	0.1639	0.3707	0.2448	0.1717	0.2732	0.1993
McIntosh E	0.5716	0.8052	0.714	0.6008	0.6405	0.5959
Heip	0.2567	0.5063	0.3914	0.3221	0.3626	0.2888
Pielou J (All samples)	0.4942	0.6593	0.6199	0.5601	0.4681	0.4818

بحث

بررسی پژوهش‌های فونستیک در ایران نشان می‌دهد که بیشتر گونه‌های زنبورهای Spheciformes از مناطق جنوب ایران جمع‌آوری و گزارش شده‌اند. به نظر می‌رسد مناطق جنوبی کشور دارای شرایط آب‌وهوایی مناسب‌تری برای این گروه از حشرات می‌باشد (Rezaei & Fallahzadeh, 2015; Sadeghi et al., 2016, 2018, 2019a, b; Jahantigh et al., 2017; Fallahzadeh et al., 2018; Khosroabadi et al., 2019; Rezaei et al., 2020a,b). در پژوهش حاضر، تنوع گونه‌ای بر مبنای داده‌های حاصل از فراوانی گونه‌ها با استفاده از فرمول‌های متداول بررسی تنوع گونه‌ای از جمله شاخص‌های شانون-وینر و سیمپسون مورد مطالعه قرار گرفت. در مجموع طی نمونه‌برداری‌هایی که از زنبورهای گروه Spheciformes در مناطق مختلف جنوب استان کرمان از فروردین ماه تا اواخر شهریور ماه سال ۱۳۹۶ صورت پذیرفت، ۸۸۵ نمونه جمع‌آوری و شناسایی گردید. مجموعاً ۳۶ گونه از زنبورهای گروه Spheciformes در جنوب استان کرمان شناسایی شد. در نمونه‌های مورد مطالعه، بیشترین فراوانی و تعداد گونه‌ها به ترتیب مربوط به خانواده Sphecidae، Crabronidae و Ampulicidae می‌باشد. در خانواده Sphecidae، بررسی فراوانی افراد از نظر زیر خانواده نشان می‌دهد که زیر خانواده Sphecinae با ۱۹۱ فرد (۲۱/۵۸ درصد) و زیر خانواده Sceliphrine با یک فرد (۰/۱۱ درصد) دارای بیشترین و کمترین فراوانی بودند. در خانواده Crabronidae، زیر خانواده‌های Crabroninae با ۴۳۵ فرد (۴۹/۱۵ درصد) و Philanthinae با ۲۲ فرد (۲/۴ درصد) دارای بیشترین و کمترین فراوانی بودند. در کل بیشترین فراوانی متعلق به خانواده Crabronidae با ۶۴۶ فرد (۷۲/۹۹ درصد) می‌باشد. همچنین، کمترین فراوانی نیز مربوط به خانواده Ampulicidae در مناطق نمونه‌برداری بود، از این خانواده فقط گونه *Dolichurus hoemorrhous* (زیر خانواده Dolichurinae) جمع‌آوری و شناسایی شد و در مجموع چهار فرد در شش منطقه نمونه برداری (۰/۴۵ درصد) از این گونه مشاهده شده است. با توجه به جدول‌های ۲ و ۳

مشخص می‌شود بیشترین تعداد گونه در جیرفت و کهنوج (۲۲ گونه) و کمترین تعداد در منوجان (۱۴ گونه)، و همچنین، بیشترین نمونه در کهنوج (۱۸۴ فرد) و کمترین نمونه در قلعه گنج (۱۲۳ فرد) می‌باشد. این اعداد و ارقام نشان‌دهنده اختلاف به نسبت کم بین مناطق نمونه‌برداری به دلیل شرایط آب‌وهوایی و اکوسیستم تقریباً یکسان در مناطق مورد مطالعه می‌باشد.

بررسی‌های تنوع گونه‌ای و پراکنش زنبورهای Spheciformes در بنگلور هندوستان در سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ نشان‌دهنده فراوانی جنس‌های *Chalybion*، *Sceliphron* و *Ammophila* می‌باشد (Patil & Naik, 2020) و این در حالی است که جنس اول و سوم در این پژوهش به ترتیب جزو گونه‌های خیلی کمیاب و نادر قرار داشته و از جنس دوم نیز نمونه‌ای جمع‌آوری نشده است و بنابراین، با مطالعه حاضر مطابقت ندارد، البته با توجه به اینکه مطالعه بیان‌شده در هندوستان و در منطقه اورینتال بوده است، این تفاوت دور از انتظار نیست. همچنین، بررسی‌های انجام‌شده در شهرستان هنکاک ایالت ایلینوی آمریکا نشان می‌دهد از ۱۰ گونه شناسایی شده از زیرخانواده Sphecinae، گونه‌های *Eremnophila*، *Ammophila nigricans* و *aureonotata* بیشتر از ۹۰ درصد نمونه‌های شناسایی شده را شامل می‌شوند (McCravy et al., 2009) که این مورد هم با مطالعه حاضر هماهنگی ندارد و البته با توجه به اینکه پژوهش مذکور در کشور آمریکا و در منطقه نئارکتیک انجام شده قابل توجیه می‌باشد. در مطالعه حاضر بیشترین فراوانی گونه‌ها در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و اوایل تیرماه بوده است. بررسی‌های مک‌کراوی و همکاران نیز حاکی از جمع‌آوری بیشترین نمونه (۱۰۵۳ فرد) در ماه ژوئن (دهه دوم و سوم خرداد و اوایل تیرماه) بوده است (McCravy et al., 2009) که تقریباً با مطالعه حاضر مطابقت دارد. در پژوهش انجام‌شده در بنگلور هند از روش‌های متفاوتی (تله مالیز، تور حشره‌گیری، تله بشقابی و ...) برای جمع‌آوری حشرات استفاده شده و به عنوان مثال، در سال ۲۰۱۷ در ماه‌های می، ژوئن و ژولای به ترتیب ۳، ۱ و ۱۱

فعالیت این گروه از شکارگرها فراهم نموده است. با توجه به اینکه در سال‌های پربارش شاهد افزایش جمعیت راست بالان به ویژه ملخ‌ها هستیم، بسیاری از این شکارگرها در کنترل بیولوژیک طبیعی بسیاری از حشرات که گاهی اوقات به صورت آفت بروز می‌کنند از جمله ملخ‌ها نقش بسیار مهمی دارند.

سپاسگزاری

نویسندگان از آقای محمد پوررضاعلی و خانم مریم چنگیزی برای کمک‌های ارزشمندشان در جمع‌آوری نمونه‌ها صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایند.



نمونه جمع‌آوری شده است (Patil & Naik, 2020) که با مطالعه‌ی حاضر اختلاف زیادی نشان می‌دهد.

پوشش گیاهی هر منطقه به عنوان برآیندی از شرایط اکولوژیک و عوامل زیست‌محیطی حاکم بر آن منطقه می‌باشد. گیاهانی که به صورت مستمر با یکدیگر در نواحی با ترکیب‌های مشابهی از عوامل محیطی قرار دارند، دارای نیازهای اکولوژیک مشابه می‌باشند (Barnes *et al.*, 1982). با توجه به شرایط آب‌وهوایی متنوع جنوب استان کرمان به ویژه در دامنه‌ها و همچنین، ترسال بودن سال ۱۳۹۶ (سالی که نمونه‌برداری صورت پذیرفته است) که نزولات آسمانی بیشتری نسبت به سال‌های قبل از آن داشته‌ایم، به نظر می‌رسد شرایط آب‌وهوایی، پوشش گیاهی و میزبان‌های موجود در مناطق فعالیت حشرات، شرایط مناسب‌تری را برای

References

- Barnes, B. V., Pregitzer K. S., & Spies, T. A. (1982). Ecological forest site classification. *Journal of Forestry*, 80, 493- 498.
- Bohart, R. M., & Menke, A. S., (1976). Sphecid wasps of the world: A generic revision. University of California Press.
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., & Johanson, N. F. (1989). An Introduction to the study of insects. (6thed.). Philadelphia Saunders College publ.
- Fallahzadeh, M., Ljubomirov, T., Tavakoli Roodi, T., & Saghaei, N. (2018). A Further contribution to the Crabronidae Fauna (Hymenoptera: Apoidea: Spheciformes) of southern Iran. *Transactions of the American Entomological Society*, 144(3), 625- 636. DOI: <http://doi.org/10.3157/061.144.0312>.
- Gess, S. K., & Gess, F. W. (2014). Wasps and bees in southern Africa. SANBI Biodiversity Series 24. South African National Biodiversity Institute.
- Ghaderipour, Z., Khayrandish, M., Madjdzadeh, S. M., & Ebrahimi, E. (2020). First record of one genus and two species of cockroach wasps (Hymenoptera: Apoidea: Ampulicidae: Dulichurinae) from Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, 40(2), 111- 122. DOI: [10.22117/jesi.2020.128496.1347](https://doi.org/10.22117/jesi.2020.128496.1347)
- Ghaderipour, Z., Khayrandish, M., Madjdzadeh, S. M., Ebrahimi, E., & Schmid-Egger, C. (2020). Digger wasps (Hymenoptera: Spheciformes; Crabronidae) of Kerman province, Southeastern Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 7(2), 109-126. DOI: <https://doi.org/10.52547/jibs.7.2.109>
- Ghaderipour, Z., Khayrandish, M., Madjdzadeh, S. M., Ebrahimi, E., & Schmid-Egger, C. (2021). Adding to the fauna of Digger wasps (Hymenoptera: Apoidea: Spheciformes) from Kerman province, Iran. *Journal of Crop Protection*, 10(3), 503- 510. DOR: [20.1001.1.22519041.2021.10.3.6.4](https://doi.org/10.22119/jcps.10.3.503)
- Goulet, H., & Huber, J. T. (1993). Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families. Research Branch, Agriculture Canada Publication.
- Jahantigh, F., Rakhshani, E., Mokhtari, A., & Ramroodi S. (2017). Catalogue of Ampulicidae, Crabronidae and Sphecidae of Iran (Hymenoptera: Apoidea). *Zootaxa*, 4307(1), 1- 96. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4307.1.1>
- Khanjani, M. (2012). Field Crop Pest in Iran (Insect and Mites) (7th ed.). Bu-Ali Sina University Press.
- McCravy, K. W., Bara, J. J., Hessler, S. N., Luxmore, L. K., Stinebaker, K. S., & Jenkins S. E. (2009). Abundance and Diversity of Thread-Waisted Wasps (Hymenoptera: Sphecidae: Sphecinae) at Alice

- L. Kibbe Life Science Station, Hancock County, Illinois USA. *Transactions of the Illinois State Academy of Science*, 102 (1 & 2), 107- 115.
- Maczey, N. (2004). The Auchenorrhyncha communities of chalk grassland in southern England. Dissertation for obtaining the academic degree a doctor of natural sciences Department 3: Mathematics and Natural Sciences University of Koblenz-Landau.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Ecological diversity*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Patil, S., & Naik, J. (2020). Sphecicid Wasps Diversity and Distribution Study of Bengaluru, Karnataka. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(8), 832- 839. **DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.908.089>**
- Pulawski, W. J. (2020). *Catalog of Sphecidae*. San Francisco, CA: California Academy of Sciences. Available from: http://www.calacademy.org/scientists/projects/catalog_of_sphecidae/ (Accessed 20th August 2020).
- Rezaei, Sh., & Fallahzadeh, M. (2015). New data on the digger wasps (Hymenoptera: Apoidea: Crabronidae) in Southern Iran. *Far Eastern Entomologist*, 303, 1- 18.
- Rezaei, Sh., Fallahzadeh, M., Dousti, A., & Saghaei, N. (2020). New data on the digger Wasps fauna of families Pemphredonidae, Psenidae and Philanthinae (Hymenoptera: Apoidea) in Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 6(2), 195- 203. **DOI: <https://doi.org/10.52547/jibs.6.2.195>**
- Rezaei, Sh., Fallahzadeh, M., Dousti, A., & Saghaei, N. (2020). New records of Crabronidae (Hymenoptera: Apoidea: Spheciformes) from the Fars Province, Iran. *Far Eastern Entomologist*, 411, 10- 14. **DOI: <http://doi.org/10.25221/fee.411.2>**
- Sadeghi, M., Fallahzadeh, M., Ostavan, H., Ljubomirov, T., & Hesami, S. (2018). New records of the digger wasps (Hymenoptera: Crabronidae) from Iran. *Far Eastern Entomologist*, 363, 21- 24. **DOI: <http://doi.org/10.25221/fee.363.4>**
- Sadeghi, M., Fallahzadeh, M., Ostavon, H., Ljubomirov, T., & Hesami, S. (2019). Revised checklist of the genus *Cerceris* (Hymenoptera: Crabronidae) of Iran. *Far Eastern Entomologist*, 395, 14- 22. **DOI: <http://doi.org/10.25221/fee.395.3>**
- Sadeghi, M., Fallahzadeh, M., Ostavon, H., Ljubomirov, T., & Hesami, S. (2019). Additions to the knowledge of the digger wasp (Hymenoptera: Spheciformes: Crabronidae) fauna in the Fars Province of Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 4(4), 261- 279. **DOI: <https://doi.org/10.52547/jibs.4.4.261>**
- Sadeghi, M., Fallahzadeh, M., Ostovan, H., Ljubomirov, T., & Hesami, S. (2016). New records of nine crabronid wasp (Hymenoptera: Crabronidae) from Iran. proceeding of 22nd Iranian Plan Protection Congress. 27-30 August, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. pp. 431.
- Seaby, R. M., & Henderson, P. A. (2006). *Species Diversity and Richness version 4*. Pisces Conservation Ltd.

Plant Pest Research 2023- 13 (2): 41-52	Open access doi: 10.22124/iprj.2023.24924.1523 pISSN: 2322-2409 eISSN: 2538-6123	 
---	--	---

Research paper

Species diversity of solitary predator wasps of Spheciformes (Hym.: Apoidea) in south counties of Kerman province, Iran

Z. Ghaderipour¹, M. Khayrandish^{2*}, S.M. Madjzadeh³ and E. Ebrahimi⁴

1 & 2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, 3. Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, 4. Insect Taxonomy Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
ORCID iD: 1. 0000-0002-8608-1643, 2. 0000-0002-2568-2306, 3. 0000-0002-1505-5456, 4. 0000-0002-0970-1394

(Received: July 7, 2023- Accepted: September 13, 2023)

Abstract

Investigation of species biodiversity of parasitoid and predatory wasps in different habitats is one of the principles of pest management. In the present survey, species diversity of Spheciformes (Hymenoptera: Apoidea) was investigated in south areas counties of Kerman (Southeast of Iran). Sampling was done during March to September 2017 from 12 regions in 6 counties: Jiroft, Bam, AnbarAbad, Kahnuj, Qaleh-Ganj and Manujan with Malaise traps. All obtained specimens were identified to species level and also the number of each species per sample were counted. A total of 36 Species belonging to 17 genera are listed in this paper. Species biodiversity were analyzed by the SDR software. The results of indices of Shanon Winer species diversity and Pielou J Evenness showed that Bam county with 20 species has the highest diversity and evenness, followed by Jiroft and Kahnuj. Among all identified species, *Gastrosericus funereus* with 202 specimens (23.76%), *Sphex flavipennis* with 156 specimens (17.58%), and *Bembix bidentata* with 76 specimens (8.5%) have the most abundance, respectively. Besides eight species were determined as sporadic species in studied areas. The diversity and abundance of Spheciformes wasps is highest between early May and mid-July in the studied areas. This highlights the importance of considering Spheciformes wasps impact during pest management activities.

Key words: Abundance, Biodiversity, Evenness, Crabronidae, Sphecidae

*Corresponding author: m.khayrandish@uk.ac.ir

