

مقاله علمی پژوهشی

تنوع گونه‌ای زنبورهای پارازیتوید خانواده‌های Encyrtidae و Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) در شهرستان‌های جنوبی استان کرمان، ایران

مهلا شجاعی^۱، محمد خیراندیش^{۱*}، سیدمسعود مجدزاده^۲ و حسین لطفعلی‌زاده^۳

۱- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران، ۲- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران و ۳- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m.khayrandish@uk.ac.ir

چکیده

در پژوهش حاضر تنوع گونه‌ای زنبورهای پارازیتوید خانواده‌های Encyrtidae و Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) در مناطق مختلف شهرستان‌های جنوبی استان کرمان مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور نمونه‌برداری‌هایی در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در ۱۵ منطقه از شهرستان‌های بم، جیرفت، کهنوج، قلعه گنج و منوجان با استفاده از تله مالیز صورت گرفت. نمونه‌های جمع‌آوری شده تا سطح گونه شناسایی و تعداد افراد هر گونه شمارش شد. شاخص‌های تنوع و یکنواختی گونه‌ای مناطق مختلف با استفاده از نرم‌افزار SDR4 مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع ۴۰ گونه متعلق به ۲۵ جنس و دو خانواده از مناطق جنوبی استان کرمان در این پژوهش ثبت شد. در بین گونه‌های جمع‌آوری شده گونه *Ooencyrtus telenomicida* (Vassiliev, 1904) با ۳۹ نمونه (۲۲/۳٪) از خانواده Encyrtidae و گونه‌های *Halticoptera andriescui* Mitroiu, 2005 با ۲۸ نمونه (۱۶٪) و *Chlorocyclus spicatus* (Walker, 1835) با ۲۰ نمونه (۱۲/۱٪) هر دو از خانواده Pteromalidae در مناطق مورد مطالعه به ترتیب بیش‌ترین فراوانی را به خود اختصاص دادند. براساس شاخص‌های مذکور، شهرستان بم در بین مناطق مورد مطالعه از تنوع و یکنواختی گونه‌ای بالایی برخوردار بود. همچنین در این پژوهش بیش‌ترین شباهت بین زیستگاه‌ها به شهرستان‌های جیرفت و کهنوج اختصاص یافت.

واژه‌های کلیدی: دشمنان طبیعی، غنای گونه‌ای، تنوع زیستی، فون، فراوانی

Species diversity of parasitoid wasps of Encyrtidae and Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) in south counties of Kerman province, IranMahla Shojaei¹, Mohammad Khayrandish^{1*}, Seyed Massoud Madjdzadeh² & Hossein Lotfalizadeh³

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, 2. Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran & 3. Department of Plant Protection, East-Azərbayjan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran
*Corresponding author, E-mail: m.khayrandish@uk.ac.ir

Abstract

In the present study, species diversity of Encyrtidae and Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) parasitoid wasps were investigated in southern counties of Kerman province. The specimens were collected from 15 regions in 5 counties, using Malaise trap during 2015 and 2016. All obtained specimens

دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۳، پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۷

دبیر تخصصی: مهدی اسفندیاری



were identified to species level and the number of each species per sample were counted. Species diversity and evenness indices of different regions were analyzed, using the software SDR4. A total of 40 species belonging to 25 genera and two families were registered in this research from southern regions of Kerman province. Among all species, *Oencyrtus telenomicida* (Vassiliev, 1904) with 39 specimens (22.3%) belonging to Encyrtidae and *Halticoptera andriescui* Mitroiu, 2005 with 28 specimens (16%) and *Chlorocyrtus spicatus* (Walker, 1835) with 20 specimens (12.1%) both belonging to Pteromalidae were the most abundant species, respectively. According to the studied indices, Bam had the highest species diversity and evenness among the studied regions. The highest similarity was also found between the wasp communities in Jiroft and Kahnuj.

Key words: natural enemies, species richness, biodiversity, fauna, abundance

Received: 4 December 2021, Accepted: 08 March 2022

مقدمه

بالاخانواده Chalcidoidea یکی از بزرگترین گروههای زنبورهای پارازیتوید در سراسر جهان است (Noyes, 2019). گونههای این بالاخانواده تقریباً در تمام نقاط جهان وجود دارند اما اکثر گروههای این بالاخانواده در نقاط گرمسیر، دارای تنوع بیشتری میباشند (Noyes & Valentine, 1989). خانوادههای Encyrtidae و Pteromalidae از بزرگترین خانوادههای بالاخانواده Chalcidoidea میباشند (Noyes, 2019). خانواده Encyrtidae یکی از گستردهترین خانوادههای راستهی Hymenoptera است که بیشترین تنوع را در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری دارد (Grissell & Schauff, 1990; Noyes et al., 1997). افراد این خانواده طیف وسیعی از تنوع زیستی را نشان می دهند (Zhang & Huang, 2004). به عبارتی گونههای این خانواده در زیستگاههای متفاوت با آبوهوای متنوع یافت می شوند (Noyes & Hayat, 1994; Japoshvili & Noyes, 2006). افراد این خانواده دامنه‌ی میزبانی گسترده‌ای دارند و کنه‌ها، عنکبوتیان و راسته‌های مختلف حشرات را پارازیت می کنند (Trjapitzin, 1989; Noyes, 2019). به طور مشخص، در ایران افراد خانواده Encyrtidae دشمنان طبیعی موثری در کنترل شپشک‌ها از جمله شپشک‌های آردآلود، پسپل‌ها و بسیاری از آفات آلوده کننده مزارع و میوه‌ها می باشند (Fallahzadeh & Japoshvili, 2017). بنابراین بسیاری از گونههای این خانواده در برنامه‌های کنترل بیولوژیک کلاسیک در سراسر جهان به‌ویژه در مناطقی با شرایط آب و هوایی گرم به‌طور موفقیت آمیز مورد استفاده قرار می گیرند (Zhang & Huang, 2004). افراد خانواده Pteromalidae پارازیتویدهای اولیه و ثانویه‌ای هستند که مراحل مختلف زندگی برخی از حشرات از جمله سخت‌بالپوشان، دوبالان، بالپولکداران، بال‌غشاییان، ناجوربالان و تعدادی از عنکبوتیان را پارازیت می کنند (Bouček & Rasplus, 1991; Desjardins et al., 2007). بیش‌تر افراد این خانواده نقش مهمی را در برنامه‌های کنترل بیولوژیک ایفا می کنند و به‌طور موفقیت آمیز در برنامه‌های کنترل بیولوژیک مورد استفاده قرار می گیرند (Greathead, 1986; Bouček & Rasplus, 1991; Debach & Rosen, 1991). تقریباً ۹۸ درصد گونه‌های مربوط به خانواده Pteromalidae پارازیتوید حشرات مختلف و عنکبوت‌ها هستند و فقط تعداد کمی از این گونه‌ها (حدود دو درصد) به‌عنوان گونه‌های گیاه‌خوار شناخته شده‌اند (Abolhassanzadeh et al., 2017; Noyes, 2019).

تنوع زیستی به تمام موجودات زنده و روابط متقابل بین موجودات زنده اشاره دارد و به بررسی فرایندهای ایجادکننده و نگهدارنده تنوع می‌پردازد (Kuchaki et al., 2005; Sárospataki et al., 2005). از این‌رو، تنوع زیستی با علوم بسیاری از جمله: اکولوژی، سیستماتیک، هواشناسی، اقلیم‌شناسی، اقتصاد، ریاضی و برخی علوم دیگر در ارتباط است. مطالعات تنوع زیستی با تعیین ارزش و جایگاه اجزا زنده و غیرزنده کره زمین می تواند برای مدیریت و حفاظت آنها مورد بهره برداری قرار گیرد (Oertli et al., 2005). تاکنون مطالعات بسیار کمی پیرامون تنوع‌گونه‌ای زنبورهای بالاخانواده Chalcidoidea به ویژه خانواده‌های Encyrtidae و Pteromalidae در ایران صورت گرفته است. بعنوان مثال در استان‌های مرکزی و لرستان، تنوع‌گونه‌ای زنبورهای خانواده

Aphelinidae بررسی شده است (Abolmasoumi *et al.*, 2010). همچنین در استان گیلان تنوع گونه‌ای زنبورهای متعلق به بالاخانواده Chalcidoidea در مزرعه برنج مورد بررسی قرار گرفته است (Lotfalizadeh *et al.*, 2016). در تحقیق دیگری، در نواحی شمالی استان آذربایجان شرقی، تنوع گونه‌ای پارازیتوئیدهای بالاخانواده Coccoidea از خانواده‌های Aphelinidae، Encyrtidae، Pteromalidae و Signiphoridae مطالعه شده است (Lotfalizadeh *et al.*, 2014). اخیراً، تنوع گونه‌ای زنبورهای پارازیتوئید مینوزهای یونجه از خانواده‌های Braconidae، Eulophidae و Pteromalidae در شمال غرب ایران نیز مورد بررسی قرار گرفته است (Lotfalizadeh *et al.*, 2015).

جنوب استان کرمان با وسعتی معادل ۳۸۰۰۰ کیلومتر مربع در طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۶ درجه و ۴۳ دقیقه قرار گرفته است. میانگین ارتفاع از سطح دریا در این منطقه ۶۵۰ متر می‌باشد. این منطقه به دلیل شرایط خاص جغرافیایی و آب‌وهوایی که دارد، دارای پوشش گیاهی متنوع و ظرفیت بسیار برای تولید انواع محصولات کشاورزی می‌باشد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تنوع گونه‌ای زنبورهای دو خانواده Encyrtidae و Pteromalidae در مناطق جنوبی استان کرمان و مطالعه شاخص‌های تنوع آنها در این مناطق می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تنوع گونه‌ای زنبورهای دو خانواده Encyrtidae و Pteromalidae در جنوب استان کرمان، نمونه‌برداری‌هایی در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ با استفاده از تله مالیز در ۱۵ منطقه از ۵ شهرستان صورت گرفت (جدول ۱). پس از انتقال ظروف حاوی نمونه‌ها به آزمایشگاه و جداسازی زنبورها، نمونه‌ها داخل الکل ۷۵ درصد نگهداری شدند. پس از آن به منظور شناسایی زنبورها در الکل ۹۵ درصد، استون و اسید استیک قرار گرفته و بعد روی کارت چسبانده شدند. سپس با استفاده از کلیدهای شناسایی (Noyes & Hayat (1984)، Noyes *et al.* (1997)، Zhang & Huang (2004)، Graham (1969) و Bouček & Rasplus (1991) مورد مطالعه قرار گرفته و توسط نگارنده چهارم به تایید رسیدند. در نهایت گونه‌ها شمارش و ثبت شدند. اطلاعات مربوط به نصب تله‌ها شامل محل نمونه‌برداری، مختصات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱- مختصات جغرافیایی مناطق مورد مطالعه طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در شهرستان‌های جنوبی استان کرمان

Table 1. Geographical coordinates of the studied areas during 2016 and 2017 in the southern of Ker-man province

Location	Longitude	Latitude	Elevation
Bam (<i>Medicago sativa</i> _Dates garden)	N 29° 06' 01.7"	58° 19' 44" E	m 1111
Bam- Dehbakri-Marghak- Bidkhun (Grape garden)	29° 07' 22.6" N	57° 52' 56.8" E	m 2220
Bam- Hemat Abad (Fruit garden)	29° 08' 19.6" N	57° 58' 05.1" E	m 1673
Jiroft- Bahram Abad (Orange and lemon garden)	28° 19' 0.5" N	58° 37' 08.5" E	m 679
Jiroft- Dalfard (Apricot tree)	29° 00' 27" N	57° 35' 31.7" E	m 2118
Jiroft- Mijan- Koldan (Pomegranate garden)	28° 41' 27.8" N	57° 55' 14.8" E	m 1349
Kahnuj- Tomgoran (<i>Medicago sativa</i>)	28° 01' 42.6" N	57° 44' 30.9" E	m 531
Kahnuj- Sar Gorich (<i>Hordeum vulgare</i>)	28° 07' 33.5" N	57° 34' 58.9" E	m 685
Kahnuj- Ghooch Abad (<i>Medicago sativa</i>)	28° 03' 37.2" N	57° 48' 32.1" E	m 492
Ghalehganj- Shahid Beheshti farm (Dates garden)	27° 14' 27.3" N	58° 17' 58.6" E	m 395
Ghalehganj- Kalatmalek (Dates garden)	27° 12' 19.0" N	58° 20' 51.4" E	m 418
Ghalehganj- Keshit (Dates garden)	27° 26' 05.1" N	57° 48' 03.9" E	m 559
Manujan (Dates garden)	27° 29' 53.1" N	57° 33' 43.4" E	m 358
Manujan- Chahnasri (Lemon and orange garden)	27° 31' 14.6" N	57° 33' 51.5" E	m 384
Manujan- Chermil (Dates garden)	27° 33' 13.6" N	57° 35' 52.0" E	m 445

ساختار ترکیب گونه‌ای

بر اساس درصد فراوانی نسبی گونه‌های ثبت شده در این پژوهش، با استفاده از روش طبقه‌بندی ویگمن (Weigmann, 1973) ساختار غالب ترکیب گونه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. به این صورت که گونه‌هایی که فراوانی آن‌ها بیش‌تر از ۳۲ درصد جامعه است به‌عنوان گونه‌های فوق‌غالب (Eudominant)، گونه‌هایی که فراوانی آن‌ها بین ۳۲ تا ۱۰ درصد باشد به‌عنوان گونه‌های غالب (Dominant)، گونه‌هایی که فراوانی آن‌ها بین ۱۰ تا ۳/۲ درصد باشد به‌عنوان گونه‌های نیمه‌غالب (Subdominant)، گونه‌هایی که فراوانی آن‌ها بین ۳/۲ تا ۱ درصد باشد به‌عنوان گونه‌های کمیاب (Rare) و گونه‌هایی که فراوانی آن‌ها کمتر از ۱ درصد باشد به‌عنوان گونه‌های بسیار کمیاب (Subrare) شناخته می‌شوند (Weigmann, 1973).

شاخص‌های تنوع گونه‌ای

برای این منظور تعداد افراد هر گونه به صورت جداگانه شمارش، ثبت و با استفاده از نرم‌افزار SDR-4 (Seaby & Henderson, 2006) تحلیل شد. شاخص‌های مربوط به Species diversity (تعداد گونه‌های موجود در یک جامعه)، Diversity (تعداد گونه‌های موجود در یک ناحیه) و Species evenness (تعداد افراد برای هر گونه، فراوانی و نسبت افراد هر گونه) شاخص‌های تنوع گونه‌ای مطالعه شده در این پژوهش شامل Shannon-Wiener, Margalef, McIntosh و Brillouin است.

شاخص‌های یکنواختی (Evenness indices)

شاخص یکنواختی میزان تعادل در فراوانی گونه‌ها را بیان می‌کند. در بین جوامعی که غنای گونه‌ای یکسانی دارند، جامعه‌ای که یکنواخت‌تر (دارای توزیع یکسان فراوانی افراد بین گونه‌ها) باشد، همگنی یا تنوع بیشتری دارد. همچنین جوامعی که غیریکنواخت (دارای توزیع بسیار متفاوت فراوانی افراد بین گونه‌ها) باشند، همگنی یا تنوع کمتری دارند (Schowalter, 1996). در این پژوهش، برای تعیین یکنواختی گونه‌ها از شاخص‌های McIntosh, Heip و Brillouin, Pielou J در نرم‌افزار مذکور استفاده شده است.

شاخص شباهت زیستگاه‌ها (Similarity index)

شاخص شباهت سورنسون که از قدیمی‌ترین و شناخته‌شده‌ترین شاخص‌های تعیین شباهت است، به منظور بررسی میزان شباهت زیستگاه‌های مختلف استفاده شد (Sorensen, 1948).

$$S_s = \frac{2a}{2a+b+c}$$

در این فرمول S_s : شاخص شباهت سورنسون، a : تعداد گونه‌های مشترک موجود در مناطق A و B، b : تعداد گونه‌های موجود در منطقه A که در منطقه B وجود ندارد، c : تعداد گونه‌های موجود در منطقه B که در منطقه A وجود ندارد، می‌باشد. این شاخص وقتی مجموع گونه‌های دو زیستگاه کاملاً یکسان باشد برابر یک خواهد بود.

نتایج

ساختار ترکیب گونه‌ای و فراوانی گونه‌ها

بر اساس نمونه‌برداری‌هایی که در مناطق مختلف شهرستان‌های جنوبی استان کرمان صورت گرفت، ۱۶۰ فرد از دو خانواده Encyrtidae و Pteromalidae جمع‌آوری و شناسایی شدند که ۶۱ فرد متعلق به ۱۰ جنس و ۱۶ گونه از خانواده Encyrtidae و ۹۹ فرد متعلق به ۱۵ جنس و ۲۴ گونه از خانواده Pteromalidae می‌باشد. در جدول ۲ درصد فراوانی نسبی زنبورهای دو خانواده Encyrtidae و Pteromalidae در مناطق مورد مطالعه آورده شده است. از میان گونه‌های بررسی شده در این پژوهش، یک گونه از خانواده Encyrtidae و دو گونه از خانواده Pteromalidae به‌عنوان گونه غالب، سه گونه از خانواده Pteromalidae به‌عنوان گونه‌ی نیمه‌غالب، شش

گونه از خانواده Encyrtidae و هشت گونه از خانواده Pteromalidae به‌عنوان گونه کمیاب، نه گونه از خانواده Encyrtidae و ۱۲ گونه از خانواده Pteromalidae به‌عنوان گونه فوق‌العاده کمیاب معرفی شد. گونه‌ی *Ooencyrtus telenomicida* (Vassiliev) از خانواده Encyrtidae با ۳۹ فرد (۲۲/۳٪) از بم و جیرفت، گونه‌ی *Chlorocytus spicatus* (Walker) با ۲۰ فرد (۱۲/۱٪) از بم و کهنوج و گونه‌ی *Halticoptera andriescui* Mitroiu با ۲۸ فرد (۱۶٪) از کهنوج و جیرفت هر دو از خانواده Pteromalidae دارای بیش‌ترین فراوانی در بین گونه‌های این دو خانواده در مناطق مورد مطالعه بودند.

شهرستان بم دارای یک گونه فراغالب با ۳۰ فرد و ۱۷ گونه فوق‌العاده کمیاب می‌باشد و در مجموع ۷۵ فرد از این منطقه جمع‌آوری شده است. شهرستان جیرفت دارای ۱۰ گونه فوق‌العاده کمیاب با ۲۶ فرد و شهرستان کهنوج دارای دو گونه فراغالب و هفت گونه فوق‌العاده کمیاب و در مجموع ۵۷ فرد می‌باشد. از شهرستان منوجان نیز چهار فرد از چهار گونه و شهرستان قلعه‌گنج یک فرد از یک گونه جمع‌آوری شده است.

جدول ۲- درصد فراوانی نسبی زنبورهای دو خانواده Encyrtidae و Pteromalidae در مناطق مورد مطالعه

شهرستان‌های جنوبی استان کرمان در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 2. Percentage of comparative abundance of Encyrtidae and Pteromalidae in studied areas in the southern of Kerman province during 2016 and 2017

Num ber	Family	Species	Number of samples	Percentage of abundance	Dominance scale
1	Encyrtidae	<i>Blastothrix</i> sp.	1	0.625	Subrare
2		<i>Cerchysiella</i> sp.	1	0.625	Subrare
3		<i>Charitopus manukyani</i> Sakhnov, 1993	1	0.625	Subrare
4		<i>Cheiloneurus submuticus</i> Thomson, 1876	1	0.625	Subrare
5		<i>Homalotylus flaminus</i> (Dalman, 1820)	3	1.875	Rare
6		<i>Homalotylus nigricornis</i> Mercet, 1921	2	1.25	Rare
7		<i>Homalotylus near platynaspidis</i>	3	1.875	Rare
8		<i>Homalotylus quaylei</i> Timberlake, 1919	1	0.625	Subrare
9		<i>Leptomastix</i> sp.	1	0.625	Subrare
10		<i>Mayridia myrlea</i> (Walker, 1838)	1	0.625	Subrare
11		<i>Ooencyrtus</i> sp. 1	1	0.625	Subrare
12		<i>Ooencyrtus</i> sp. 2	1	0.625	Subrare
13		<i>Ooencyrtus masii</i> (Mercet, 1921)	2	1.25	Rare
14		<i>Ooencyrtus telenomicida</i> (Vassiliev, 1904)	39	24.375	Dominant
15		<i>Prionomitus tiliaris</i> (Dalman, 1820)	1	0.625	Subrare
16		<i>Psyllaephagus claripes</i> Trjapitzin, 1967	2	1.25	Rare
17	Pteromalidae	<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Howard, 1881)	1	0.625	Subrare
18		<i>Callitula bicolor</i> Spinola, 1811	1	0.625	Subrare
19		<i>Catolaccus crassiceps</i> (Masi, 1911)	2	1.25	Rare
20		<i>Coelopisthia areolata</i> Askew, 1980	3	1.875	Rare
21		<i>Chlorocytus spicatus</i> (Walker, 1835)	20	12.5	Dominant
22		<i>Cyrtoptyx lichtensteini</i> (Masi, 1922)	6	3.75	Subdominant
23		<i>Halticoptera andriescui</i> Mitroiu, 2005	28	17.5	Dominant
24		<i>Halticoptera circulus</i> (Walker, 1833)	1	0.625	Subrare
25		<i>Homoporus aphaeretus</i> (Walker, 1839)	3	1.875	Rare
26		<i>Homoporus febriculosus</i> (Girault, 1917)	10	6.25	Subdominant
27		<i>Homoporus fulviventris</i> (Walker, 1835)	2	1.25	Rare
28		<i>Ksenoplata quadrata</i> Boucek, 1965	1	0.625	Subrare
29		<i>Norbanus brevicornis</i> Szelenyi, 1974	1	0.625	Subrare
30		<i>Norbanus meridionalis</i> (Masi, 1922)	2	1.25	Rare
31		<i>Pachycrepoideus vindemniae</i> (Rondani, 1875)	1	0.625	Subrare
32		<i>Pachyneuron aphidis</i> (Bouche, 1834)	2	1.25	Rare
33		<i>Pachyneuron gibbiscuta</i> Thomson, 1878	2	1.25	Rare
34		<i>Pachyneuron nelsoni</i> Girault, 1928	1	0.625	Subrare
35		<i>Spalangia nigroaenea</i> Curtis, 1839	2	1.25	Rare
36		<i>Sphegigaster ineus</i> Mitroiu, 2008	1	0.625	Subrare
37		<i>Sphegigaster nigricornis</i> (Nees, 1834)	6	3.75	Subdominant
38		<i>Sphegigaster pedunculiventris</i> (Spinola, 1808)	1	0.625	Subrare
39		<i>Systasis encyrtoides</i> Walker, 1834	1	0.625	Subrare
40		<i>Systasis parvula</i> Thomson, 1876	1	0.625	Subrare

شاخص های تنوع گونه ای

شاخص های تنوع گونه ای زنبورهای دو خانواده Encyrtidae و Pteromalidae در مناطق مورد مطالعه ی شهرستان های جنوبی استان کرمان در جدول ۳ آمده است. براساس بررسی های صورت گرفته در این مناطق، بم با ۲۲ گونه دارای بیش ترین تعداد گونه و قلعه گنج با ۱ گونه دارای کمترین تعداد گونه در بین سایر شهرستان های مورد مطالعه می باشند. براساس شاخص های Shannon-Wiener, Margalef, و Brillouin شهرستان بم در بین سایر مناطق مورد مطالعه از تنوع گونه ای بالایی برخوردار بود. با توجه به شاخص McIntosh شهرستان جیرفت دارای تنوع گونه ای بالاتری نسبت به سایر مناطق می باشد و بعد از آن شهرستان بم بیش ترین مقدار تنوع گونه ای را به خود اختصاص داده است (جدول ۳).

جدول ۳ شاخص های تنوع گونه ای آلفا خانواده های Encyrtidae و Pteromalidae در مناطق مورد مطالعه ی شهرستان های جنوبی استان کرمان

Table 3. Alpha diversity indices of Encyrtidae and Pteromalidae in studied areas in southern of Kerman province

Alpha diversity indices	Species diversity of Encyrtidae and Pteromalidae in studied areas				
	Bam	Jiroft	Kahnuj	Ghaleh ganj	Manujan
Species Number	22	11	11	1	4
Shannon Wiener	2.325 ^a	2.197 ^b	1.562 ^c	0 ^c	1.386 ^d
Margalef D	4.864 ^a	3.53 ^b	2.507 ^c	0 ^c	2.164 ^d
McIntosh	0.6349 ^c	0.7155 ^b	0.5216 ^d	0 ^c	1 ^a
Brillouin	1.985 ^a	1.608 ^b	1.3412 ^c	0 ^c	0.7945 ^d

Different letters, within a row, are significantly different (a randomisation test with 10,000 re-samples, $P < 0.05$)

شاخص های یکنواختی

شاخص های یکنواختی زنبورهای دو خانواده Encyrtidae و Pteromalidae در مناطق مورد مطالعه ی شهرستان های جنوبی استان کرمان در جدول ۴ آمده است. براساس شاخص Pielou J (All Samples) بم دارای یکنواختی بیش تری نسبت به سایر مناطق مورد مطالعه است و شاخص های McIntosh و Heip منوجان را یکنواخت ترین منطقه در میان سایر مناطق مورد مطالعه نشان می دهند. همچنین براساس شاخص Brillouin جیرفت و منوجان یکنواخت تر از سایر مناطق مورد مطالعه می باشند (جدول ۴).

جدول ۴- برخی شاخص های یکنواختی در خانواده های Encyrtidae و Pteromalidae در مناطق مورد مطالعه ی شهرستان های جنوبی استان کرمان

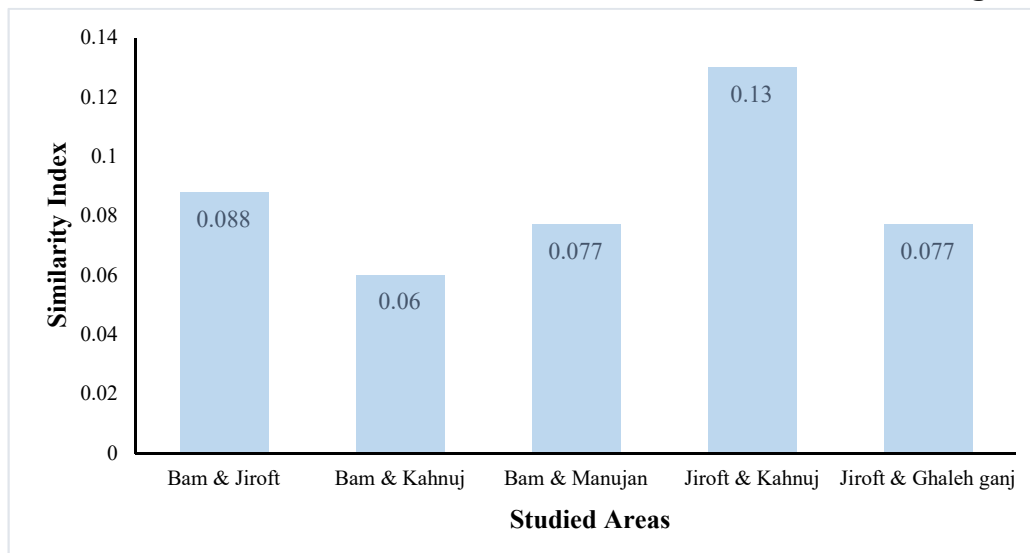
Table 4. Species evenness of Encyrtidae and Pteromalidae in studied areas in southern of Kerman province

Species evenness	Species evenness of Encyrtidae and Pteromalidae in studied areas				
	Bam	Jiroft	Kahnuj	Ghaleh ganj	Manujan
Pielou J (All Samples)	0.6304 ^a	0.5955 ^b	0.4233 ^c	0 ^c	0.3758 ^d
McIntosh	0.7138 ^c	0.8924 ^b	0.6452 ^d	0 ^c	1 ^a
Brillouin	0.7445 ^c	0.9313 ^b	0.6396 ^d	0 ^c	1 ^a
Heip	0.4396 ^c	0.7996 ^b	0.3767 ^d	0 ^c	1 ^a

Different letters, within a row, are significantly different (a randomisation test with 10,000 re-samples, $P < 0.05$)

شاخص شباهت زیستگاه ها

با توجه به شاخص شباهت زیستگاه‌ها، شهرستان‌های جیرفت و کهنوج با شاخص شباهت ۰/۱۳ بیش‌ترین شباهت بین دو منطقه را نسبت به سایر مناطق مورد بررسی نشان دادند. همچنین این شاخص نشان داد که دو منطقه بم و کهنوج کمترین شباهت را (نسبت به سایر مناطق مورد مطالعه) با یکدیگر داشتند (نمودار ۱).



شکل ۱- شاخص شباهت زیستگاه‌های مختلف خانواده‌های Encyrtidae و Pteromalidae در مناطق مورد مطالعه شهرستان‌های جنوبی استان کرمان.

Fig. 1. Similarity index of different habitats of Encyrtidae and Pteromalidae in studied areas in southern of Kerman province

بحث

در این پژوهش نمونه‌برداری‌هایی در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ با استفاده از تله مالیز در مناطق مختلف شهرستان‌های جنوبی استان کرمان صورت گرفت. در این دوره، ۱۶۰ فرد از دو خانواده Encyrtidae و Pteromalidae جداسازی شده و مورد بررسی قرار گرفتند. در نمونه‌برداری‌های صورت گرفته، بیش‌ترین کمترین تعداد نمونه به‌ترتیب متعلق به شهرستان بم و شهرستان کهنوج بود. چنانکه ذکر شد، در این پژوهش به ترتیب گونه‌ی *O. telenomicida* از خانواده Encyrtidae و گونه‌های *C. spicatus* و *H. andrescui* از خانواده Pteromalidae به‌عنوان گونه‌های غالب از شهرستان‌های جنوبی استان کرمان معرفی شدند. گونه اول پارازیتوئید سن‌های *Aelia rostrata* Boheman، *Carpocoris fuscispinus* (Boheman)، *Dolycoris baccarum* (L.)، *Nezara viridula* (L.) و تعداد زیادی از آفات دیگر و گونه دوم پارازیتوئید مگس‌های *Phytomyza flavicornis* Fallén، *Lithocolletis platani* و *Melanagromyza angelicae* (Frost) و شب‌پره *Phyllonorycter platani* (Staudinger) می‌باشند (Noyes, 2019). از این رو می‌توان گفت که با توجه به زیست‌شناسی گونه‌های شناسایی شده، این گونه‌ها می‌توانند جهت از بین بردن آفات مهم کشاورزی دخیل باشند و به‌صورت کاربردی در برنامه‌های کنترل بیولوژیک آفات مورد استفاده قرار گیرند. براساس شاخص‌های Shannon-Wiener، Margalef و Brillouin شهرستان بم و بعد از آن شهرستان جیرفت در بین سایر مناطق مورد مطالعه، از تنوع‌گونه‌ای بالایی برخوردار بودند. همچنین براساس شاخص‌های ذکر شده شهرستان قلعه‌گنج دارای کمترین تنوع‌گونه‌ای در بین سایر مناطق

ذکر شده بود. با توجه به شاخص غالبیت McIntosh شهرستان جیرفت دارای تنوع گونه‌ای بالاتری نسبت به سایر مناطق بوده و بعد از آن شهرستان بم بیشترین مقدار تنوع گونه‌ای را به خود اختصاص داده است. ذکر این نکته ضروری است که بالاترین میزان تنوع گونه‌ای که در این شاخص‌ها به شهرستان منوجان اختصاص داده شده است، صرفاً به دلیل تعداد کم نمونه و به عبارتی تک نمونه بودن چهار گونه جمع‌آوری شده از این مناطق می‌باشد. اختلاف ارتفاع مناطق بم و قلعه گنج که دارای بیشترین و کمترین تنوع گونه‌ای هستند، نشان می‌دهد که در مناطق مورد مطالعه، ارتفاع از سطح از دریا می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل ایجاد تنوع گونه‌ای در این مناطق باشد. از طرفی با بررسی نتایج حاصل از مناطق مطالعه شده در این تحقیق، که نمونه‌برداری در این مکان‌ها صورت گرفته می‌توان نتیجه گرفت که تنوع پوشش گیاهی و مراتع بکر (مناطق که سم‌پاشی کمتری در آنجا صورت گرفته باشد) نیز می‌تواند از عوامل مهم در افزایش تنوع گونه‌ای مناطق ذکر شده باشند که این موضوع با پژوهش محی‌آبادی و همکاران مطابقت دارد (Mahyabadi et al., 2017; Gahari & Sakenin, 2018). از طرفی در شهرستان بم به دلیل کاشت محصولات کشاورزی متنوع، آفت مختلفی وجود دارد. از این رو وجود دشمنان طبیعی متنوع در نتیجه وجود میزبان‌های مختلف می‌باشد که این موضوع با پژوهش انجام شده در سال ۲۰۰۸ مطابقت دارد (Rakhshani et al., 2008). بررسی‌ها نشان می‌دهد با توجه به شاخص Pielou J (All sample) شهرستان بم دارای یکنواختی بیشتری نسبت به سایر مناطق مورد مطالعه می‌باشد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که بر خلاف سایر شاخص‌ها، تعداد گونه یک پارامتر مهم در محاسبه شاخص Pielou J (All sample) می‌باشد. محاسبات نشان داد که بم با ۲۲ گونه یکنواخت‌ترین منطقه و پس از آن، جیرفت و کهنوج با ۱۲ و ۱۱ گونه دارای یکنواختی بیشتری نسبت به سایر مناطق می‌باشند. دلیل این امر می‌تواند پوشش گیاهی متنوع شهرستان بم در مقایسه با سایر مناطق باشد. بر اساس شاخص Brillouin شهرستان‌های منوجان و جیرفت نسبت به سایر مناطق یکنواخت‌تر هستند. یکنواختی شهرستان منوجان به دلیل تعداد کم گونه و نمونه جمع‌آوری شده از این منطقه بوده است. به عبارت دیگر منوجان با چهار گونه و چهار فرد یکنواخت‌ترین حالت ممکن را نشان داد. از این رو می‌توان نتیجه گرفت شاخص پیلوجی برای بررسی یکنواختی مناطق مورد مطالعه مناسب‌تر می‌باشد. با توجه به شاخص شباهت زیستگاه‌ها، شهرستان‌های جیرفت و کهنوج با شاخص شباهت ۰/۱۳ بیشترین شباهت بین دو منطقه را نسبت به سایر مناطق مورد بررسی نشان دادند. این میزان شباهت به دلیل نمونه‌برداری از مناطق مختلف شهرستان جیرفت با دامنه ارتفاع از سطح دریا بین ۶۵۰ تا ۲۳۹۰ متر و مناطق مختلف کهنوج با دامنه ارتفاع ۴۹۰ تا ۶۹۰ متر می‌باشد. از این رو انتظار می‌رود شباهت دو منطقه به دلیل وجود گونه‌هایی است که از مناطق با ارتفاع مشابه جمع‌آوری شده‌اند. همچنین این شاخص بیانگر شباهت کمتر بین دو منطقه بم و منوجان با اختلاف ارتفاع ۱۶۰۰ متر نسبت به سایر مناطق مورد مطالعه می‌باشد. ممکن است این کاهش شباهت به دلیل محدود بودن تعداد گونه‌های جمع‌آوری شده از شهرستان منوجان و همچنین تفاوت شرایط آب و هوایی دو منطقه ذکر شده باشد. بر اساس پژوهش انجام شده می‌توان نتیجه گرفت ارتفاعات بالای ۱۵۰۰ متر مناطق مناسبی برای فعالیت زنبورهای دوخانواده Encyrtidae و Pteromalidae می‌باشند.

سپاسگزاری

نویسندگان از سرکار خانم چنگیزی و جناب آقای مهندس پوررضاعلی برای کمک‌های ارزشمندشان در جمع‌آوری نمونه‌ها صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

- Abolhassanzadeh, F., Lotfalizadeh, H. ; Madjzadeh, S. M.** (2017) Updated checklist of Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) of Iran, with some new records. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics* 3(2), 119-140.
- Abolmasoumi, N., Talebi, A. A., Rakhshani, E. & Lotfalizadeh, H.** (2010) Study on faunistic, biodiversity and host rates of (Hym., Aphelinidae) in some parts of Markazi and Lorestan provinces, Iran. *Journal of Entomological Research* 2(1), 1-12. [In Persian with English summary].
- Bouček, Z. & Rasplus, J. Y.** (1991) Illustrated key to west-Palaeartic genera of Pteromalidae: Hymenoptera-Chalcidoidea. INRA, Versailles, France, 144pp.
- Debach, P. & Rosen, D.** (1991) *Biological control by natural enemies*, 2^{edn.}, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 456pp.
- Desjardins, C. A., Regier, J. C. & Mitter, C.** (2007) Phylogeny of pteromalid parasitic wasps (Hymenoptera: Pteromalidae): Initial evidence from four protein-coding nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 45, 454-469.
- Fallahzadeh, M. & Japoshvili, G.** (2017) An updated checklist of Iranian Encyrtidae (Hymenoptera, Chalcidoidea). *Zootaxa*, 4344(1), 1-46.
- Ghahari, H. & Sakenin, H.** (2018) species diversity of Chalcidoidea and Ichneumonoidea (Hymenoptera) in some paddy fields and surrounding grasslands of Mazandaran and Guilan provinces, northern Iran. *Applied Plant Protection* 7(1), 11-19. [In Persian with English summary].
- Graham, M. W. R. de V.** (1969) The Pteromalidae of North-western Europe (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology) Supplement*, 16, 1-908.
- Greathead, D. J.** (1986) Parasitoids in classical biological control, pp. 289-318. In: Waage, J. and Greathead, D. (Eds.). *Insect parasitoids*. Academic Press, London, 389pp.
- Grissell, E. E. & Schauff, M. E.** (1990) A handbook of the families of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). *Entomological Society of Washington Handbook* No1:85pp.
- Japoshvili, G. & Noyes, J. S.** (2006) New records of Encyrtids (Hymenoptera: Chalcidoidea) from Europe. *Entomology Review* 81(1), 218-225.
- Kuchaki, A., Mahdavi Damghani, A., Kamkar, B., Farsi, M., Rezvani Moghadam, P. & Barzegar, A. B.** (2005) *Agriculture biodiversity*. Ferdowsi Mashhad University Publishing, Mashhad. [In Persian with English summary].
- Lotfalizadeh, H., Bayegan, Z. A. & Zargaran, M. R.** (2016) Species Diversity of Chalcidoidea (Hymenoptera) in the Rice Fields of Iran. *Journal of the Entomological Research Society* 18(1), 99-111.
- Lotfalizadeh, H., Pourhaji, A. & Zargaran, M. R.** (2015) Hymenopterous parasitoids (Hymenoptera: Braconidae, Eulophidae, Pteromalidae) of the alfalfa leafminers in Iran and their diversity. *Far Eastern Entomologist* 299, 1-24.
- Lotfalizadeh, H., Zargaran, M. R. & Taghizadeh, M.** (2014) Species diversity of Coccoidea parasitoids wasps (Hym: Chalcidoidea) in the northern parts of East-Azərbayjan province, Iran. *North-Western Journal of Zoology* 10(1), 60-66.
- Mahyabadi, M., Khayrandish, M. & Takalloozadeh, H. M.** (2017) Species diversity of parasitoid wasps of Ichneumoniformes (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Jiroft county, Kerman province, Iran. *Entomology and Phytopatology* 85(2), 191-202. [In Persian with English summary].

- Noyes, J. S.** (2019) Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. Available from: <http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database>.
- Noyes, J. S. & Hayat, M.** (1984) A review of the genera of Indo-Pacific Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)*, 48, 131-395.
- Noyes, J. S. & Hayat, M.** (1994) *Oriental mealybug parasitoids of the Anagyrini (Hymenoptera: Encyrtidae)*. CAB International, Oxon, UK. 554pp.
- Noyes, J. S. & Valentine, E. W.** (1989) *Fauna of New Zealand 18, Chalcidoidea (Insecta: Hymenoptera) – introduction, and review of genera in smaller families*. DSIR Publishing, Wellington, New Zealand. 91pp.
- Noyes, J. S., Woolley, J. B. & Zolnerowich, G.** (1997) Encyrtidae. pp. 170-320 in Gibson, G. A. P., Huber, J. T & Woolley, J. B. (Eds) *Annotated keys of the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. 794 pp. National Research Council Research Press, Ottawa, Canada.
- Oertli, B., Biggs, J., Cereghino, R., Grillas, P., Jojy, P. & Lachavanna, J. B.** (2005) Conservation and monitoring of pond biodiversity: introduction. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15(6), 535-540.
- Rakhshani, E., Tomanovi, Ž., Stary, P., Talebi, A. A., Kavallieratos, N. G., Zamani, A. A.** (2008) Distribution and diversity of wheat aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in Iran. *European Journal of Entomology* 105(5), 863-870.
- Sároszpatáki, M., Novák, J. & Molnár, V.** (2005) Assessing the threatened status of bumble bee species (Hymenoptera: Apidae) in Hungary, Central Europe. *Biodiversity and Conservation* 14(10), 2437-2446.
- Seaby, R. M. & Henderson, P. A.** (2006) *Species Diversity and Richness*. Version 4, Pisces Conservation Ltd, Lymington, England.
- Schowalter, T. D.** (2016) *Insect Ecology, an Ecosystem Approach*. Academic Press is an imprint of Elsevier, 762pp.
- Sorenson, T.** (1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter/ Kongelige Danske Videnskabernes Selskab* 5, 1-34.
- Trjapitzin, V. A.** (1989) *Parasitic Hymenoptera of the Fam. Encyrtidae of Palaearctics*. In: *Opređeliteli po Faune SSSR*. Vol. 158. Zoologicheskim Institutom Akademii Nauk SSR, Leningrad, pp. 1-489.
- Weigmann, G.** (1973) Zur Ökologie der Collembolen und Oribatiden im Grenzgebiet Land-Meer (Collembola, Insecta-Oribatei, Acari). *Wissenschaftliche Zoologie* 186, 295-391.
- Zhang, Y. & Huang, D.** (2004) *A review and an illustrated key to genera of Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) from China*. Science Press, Beijing, China. 166 pp.