

بررسی فراوانی و تنوع گونه‌ای زنبورهای خانواده Braconidae در جنگل‌های استان مازندران

نسرین کیان^۱، شیلا گلدسته^{۲*}، سمیرا فراهانی^۳

۱- دانشجوی دکتری، حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک

۲- استادیار، گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک

۳- استادیار، پژوهشی، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

در این تحقیق تنوع گونه‌ای زنبورهای پارازیتوئید خانواده Braconidae در استان مازندران (سالاردره، شویلاشت، هفت خال، عالی‌کلا) در سال ۱۳۹۵ مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها با استفاده از تله مالیز جمع‌آوری شدند. برداشت و تخلیه بطری‌های حاوی نمونه به صورت دو هفته در میان صورت گرفت. در مجموع ۱۶۱ فرد شامل ۳۳ گونه جمع‌آوری گردید. به منظور بررسی تنوع گونه‌ای از نرم افزار SDR استفاده شد. فراوانی، شاخص‌های تنوع گونه‌ای و یکنواختی برای ۳۳ گونه در ۴ مکان مختلف محاسبه شد. بیشترین فراوانی گونه، مربوط به گونه‌های *Homolobus truncator* (Say, 1829) و *Disophrys initiator* (Fonscolombe, 1846) به ترتیب با فراوانی نسبی ۱۶/۷۷ و ۱۵/۵۳ درصد بود که در همه مناطق نمونه‌برداری وجود داشتند. بر اساس شاخص‌های تنوع گونه‌ای آلفا، مشخص شد که منطقه عالی کلا دارای بیشترین میزان تنوع گونه‌ای می‌باشد. بر اساس مقایسه آماری شاخص‌های یکنواختی سالاردره و شویلاشت دارای بیشترین یکنواختی می‌باشند. هدف از این مطالعه، بررسی فراوانی و تنوع گونه‌ای زنبورهای خانواده Braconidae در ۴ ایستگاه جنگلی در استان مازندران، واقع در شمال ایران، است.

واژه‌های کلیدی: شاخص، تنوع گونه‌ای، یکنواختی، فراوانی، زنبورهای پارازیتوئید

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: Nasrin.kian7@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۷/۱۴ - تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۱/۱۲



مقدمه

یکی از بزرگترین بالاخانواده‌ها در گروه Parasitica، بالاخانواده Ichneumonoidea است (Warthon *et al.*, 1997). این بالاخانواده بزرگترین بالاخانواده بال غشائیان و یکی از بزرگترین گروه‌ها در حشرات بعد از راسته‌های سخت‌بالپوشان و بالولکداران است. خانواده Braconidae از نظر جغرافیای زیستی، همه‌جازی محسوب می‌گردد (Yu *et al.*, 2012).

تنوع زیستی در سطح گونه شناخته شده‌تر و کاربرد بیشتری دارد، زیرا علل، الگوها و نتایج تغییرات تنوع در این سطح به خوبی مشخص است (Chapin *et al.*, 2000). حشرات پارازیتوئید بخش عمده‌ای از تنوع زیستی را شامل می‌شوند به دلیل پراکنش وسیع و اهمیت اکولوژیک بسیار زیاد، توجه به محافظت از گونه‌های پارازیتوئید امری اجتناب‌ناپذیر و در عین حال پیچیده است. از راه‌های حمایت از پارازیتوئیدها، شناسایی زیستگاه‌ها و محافظت از آن‌هاست، هر چه ساختار گیاهی پیچیده‌تر باشد احتمال افزایش گونه‌های حشرات بیشتر است که این گونه‌ها میزبان پارازیتوئیدها هستند (Strong *et al.*, 1984). پس قابل انتظار است که فراوانی زیستگاه‌ها و گونه‌های گیاهی و پیچیدگی ساختار گیاهی موجب غنی شدن فون پارازیتوئیدها می‌شود (Menalled *et al.*, 2001). یکی از فاکتورهای مهم در پراکنش زنبورهای خانواده Braconidae ارتفاع می‌باشد که همگام با ارتفاع شرایط عرض جغرافیایی نیز بسیار مهم می‌باشد. پراکنش زنبورهای این خانواده در عرض‌های جغرافیایی مختلف نشان‌دهنده این مطلب است که اعضای این خانواده در مقایسه با بالاخانواده Chalcidoidea الگوی پراکنش پایداری ندارند (Quicke, 2015).

خانواده Braconidae یکی از متنوع‌ترین و فراوان‌ترین گروه‌های حشرات پارازیتوئید هستند (Shaw & Huddleston, 1991, 1993; LaSalle & Gauld, 1993). این حشرات به‌عنوان شاخص بیولوژیکی و پایداری محیط مورد توجه می‌باشند (Shaw & Huddleston, 1991). به‌علاوه این زنبورها در زیستگاه‌های متفاوت حتی در مناطق با آب و هوای معتدل سرد از فراوانی و تنوع بسیار زیادی برخوردارند (LaSalle & Gauld, 1993; Quicke & Krufft, 1995). در مورد تنوع و غنای گونه‌ای زنبورهای خانواده Braconidae در اکوسیستم‌های مختلف جهان بررسی‌هایی صورت گرفته است که از جمله می‌توان به تحقیقات (Noyes, 1989; Lewis & Whitfield, 1999; Andrei *et al.*, 1999; Delfin Gonzalez & Jones *et al.*, 2000; Burgos Ruiz, 2001; Whitfield & Lewis, 2001; Dey & Akhtar, 2007; Lozan *et al.*, 2008; Santos & Quick, 2011; Maleque *et al.*, 2010; Maeto *et al.*, 2009) اشاره کرد. این تحقیق سعی دارد در ۴ منطقه از استان مازندران وضعیت تنوع گونه‌ای خانواده Braconidae را نشان دهد.

مواد و روش‌ها

روش نمونه‌برداری: نمونه‌برداری‌ها با استفاده از تله مالیز انجام شد. تله مالیز با ساختار چادری شکل بهترین شیوه جمع‌آوری دوبالان، بال‌پولکداران و بال‌غشائیان است (Townes, 1962). یال‌های چادری تله از توری با سوراخ‌های ریز ساخته می‌شود. یک سمت تله مالیز کوتاه‌تر از سمت دیگر بوده و حشرات در حال پرواز و سرگردان درون تله را به دلیل تمایل آن‌ها به پرواز به سمت بالا و فرار، به سمت دیگر مرتفع‌تر تله هدایت می‌کند. در سمت مرتفع‌تر یک سوراخ دو سانتی‌متری تعبیه شده که به بطری حاوی ماده کشنده و نگهدارنده متصل می‌شود. در درون قوطی کشنده تله مالیز، اتانول ۷۰ درصد ریخته و نمونه‌ها در فاصله زمانی مشخص (هر دو تا سه هفته یکبار) تخلیه و به آزمایشگاه منتقل

می‌شد. در آزمایشگاه، نمونه‌های داخل بطری به درون یک پتری‌دیش بزرگ تخلیه و نمونه‌های زنبورهای خانواده Braconidae از سایرین تفکیک و به ظروف جمع‌آوری حاوی اتانول ۷۵ درصد منتقل و اطلاعات مربوط به آن روی برچسب نمونه‌ها درج می‌شد. بعد از خارج کردن نمونه‌ها از داخل شیشه حاوی الکل ۷۵ درصد، زنبورهای خانواده Braconidae براساس خصوصیات مورفولوژیک افتراقی از سایر نمونه‌ها تفکیک شدند. سپس این نمونه‌ها براساس خصوصیات زیرخانواده‌ها از هم تفکیک شده و نمونه‌های مربوط به هر زیرخانواده به تیوب‌های دو سی سی حاوی اتانول ۷۵ درصد منتقل شدند. اطلاعات مربوط به هر تیوب که شامل مشخصات نمونه است ثبت شد.

مکان نمونه‌برداری: چهار ارتفاع مختلف در استان مازندران انتخاب و در هر محل دو تله مالیز قرار داده شد (در کل ۸ تله). تله‌ها با فاصله از جاده‌های اصلی عبور و مرور ماشین‌آلات و در زیست بوم‌های مختلف نصب شدند. نمونه‌برداری از اوایل فروردین تا اواخر آبان سال ۱۳۹۵ انجام شد. مختصات جغرافیایی محل نصب تله‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

شناسایی نمونه‌ها: به منظور بررسی دقیق خصوصیات مورفولوژیک شامل ویژگی‌های شاخک، آرواره‌ها، رگ‌بندی بال‌های جلو و عقب، میان‌گرده، پروپوڈئوم، ساقه، غلاف تخم‌ریز و تخم‌ریز، پاها، ویژگی‌های سطحی و از استریومیکروسکوپ استفاده شد. تشخیص نمونه‌ها تا سطح زیرخانواده براساس کلیدهای شناسایی van Achterberg (1993) و مبتنی بر خصوصیات مورفولوژیک افتراقی انجام گرفت. از آنجا که هر زیرخانواده دارای ویژگی‌های ریخت‌شناسی مخصوص به خود می‌باشد برای شناسایی جنس‌ها و گونه‌ها از کلیدهای متعددی استفاده شد.

جدول ۱- ایستگاه‌های نمونه‌برداری زنبورهای خانواده Braconidae در استان مازندران سال ۱۳۹۵

Site	Latitude/Longitude	Altitude (meter)
Salardareh	36°27'14"N/ 53°06'01"E	180
Shavilashast	36°21'21"N/ 53°14'50"E	396
Haftkhal	36°17'18"N/ 53°23'43"E	861
Alikola	36°13'13"N/ 53°39'23"E	1633

محاسبه تنوع گونه‌ای با استفاده از نرم افزار SDR : به منظور بررسی تنوع گونه‌ای ابتدا تمامی گونه‌ها شناسایی و تعداد هر گونه در مناطق مختلف شمارش شدند. سپس با استفاده از نرم افزار SDR شاخص‌های مربوط به Species Diversity و Species Evenness اندازه‌گیری شد (Seaby & Henderson, 2006).

شاخص تنوع شانن-وینر (Shannon-Wiener Index): در این شاخص فرض شده است که افراد از یک جامعه بزرگ و به صورت تصادفی نمونه‌گیری شده‌اند. این شاخص تحت تأثیر گونه‌های نادر در نمونه است. مقدار این شاخص معمولاً بین ۱/۵ تا ۳/۵ و ندرتاً ۴/۵ (برای جوامع بی‌نهایت بزرگ) قرار دارد. هر چه مقدار این شاخص کمتر باشد، گویای کم بودن تنوع گونه‌ای است. این شاخص از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \log_e P_i$$

H : شاخص تنوع گونه‌ای شانن-وینر

P_i : فراوانی نسبی هر یک از گونه‌ها یا نسبت افراد هر گونه (n_i) به کل افراد آن جامعه (N)

S: مجموع تعداد گونه‌ها در نمونه

شاخص تنوع سیمپسون (Simpson Index): از معروفترین شاخص‌های تنوع گونه‌ای آلفا می‌باشد. این شاخص که گاهی به نام شاخص یول (Yule) نیز خوانده می‌شود، بیشتر تحت تأثیر گونه‌های غالب است و به غنای گونه‌ای حساسیت کمتری دارد. شاخص سیمپسون بین صفر تا یک و عکس شاخص سیمپسون بین یک تا S (تعداد گونه در نمونه) تغییر می‌کند. پس هرچه مقدار D افزایش یابد به معنی افزایش تنوع گونه‌ای خواهد بود. این شاخص از فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود:

$$C = \sum_{i=1}^S P_i^2$$

$$D = \frac{1}{C}$$

C: شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون

D: عکس شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون

شاخص تنوع گونه‌ای بریلئون (Brillouin Index): این شاخص همانند شاخص شانن به گونه‌های نادر حساس است و حداکثر مقدار آن ۴/۵ می‌باشد. این شاخص از فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود:

$$H_B = \frac{\ln N! - \sum \ln n_i}{N}$$

H_B : شاخص تنوع گونه‌ای بریلئون

n_i : فراوانی نسبی هر یک از گونه‌ها یا نسبت افراد هر گونه (n_i) به کل افراد آن جامعه (N)

شاخص‌های یکنواختی گونه‌ها (Species Evenness)

شاخص یکنواختی چگونگی توزیع فراوانی افراد را بین گونه‌ها نشان می‌دهد. به عبارت دیگر یکنواختی بیانگر میزان تعادل در فراوانی گونه‌ها است. هر چه جوامع یکنواخت تر باشند یعنی توزیع فراوانی افراد بین گونه‌ها نزدیک تر باشد از همگنی (Homogeneity) یا تنوع گونه‌ای بیشتری برخوردارند و جوامعی که غیر یکنواخت هستند یا به عبارت بهتر توزیع فراوانی گونه‌ها بسیار متفاوت باشد از همگنی یا تنوع پایین‌تری برخوردارند.

شاخص یکنواختی پیلو جی (Pielou J Index): این شاخص به مقایسه شاخص تنوع شانون وینر و پراکنش افراد بین گونه‌های مشاهده شده می‌پردازد. مقدار این شاخص بین ۰-۱ می‌باشد و هنگامی که این مقدار به یک نزدیک شود به این معنی است که یکنواختی گونه‌ها زیاد است و نسبت فراوانی گونه‌های مشخصی در یک منطقه مشخص بیشتر است. رابطه زیر نحوه محاسبه این شاخص را نشان می‌دهد:

$$J = \frac{H}{\log_e(S)}$$

J: شاخص یکنواختی پیلو جی

H: شاخص تنوع گونه‌ای شانن

S: مجموع تعداد گونه‌ها در نمونه

شاخص یکنواختی سیمپسون (Simpson E Index): این شاخص بر پایه‌ی شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون است و تحت تأثیر گونه‌های نادر در نمونه قرار نمی‌گیرد. این شاخص بین ۰-۱ تغییر می‌کند و بیشترین تنوع زمانی حاصل می‌شود که تمام فراوانی‌ها یکسان باشد.

$$E_{1/D} = \frac{1/D}{S}$$

شاخص یکنواختی سیمپسون

D: شاخص سیمپسون

S: تعداد گونه‌ها در نمونه

شاخص یکنواختی هپ (Heip Index): در محاسبه شاخص یکنواختی هپ از شاخص تنوع شانن استفاده می‌شود. مقدار این شاخص از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$E = \frac{(e^H - 1)}{(S - 1)}$$

e^H : شاخص تنوع گونه‌ای شانن

S: تعداد گونه‌ها

نتایج و بحث

در کل تعداد ۱۶۱ فرد متعلق به ۳۳ گونه زنبور از خانواده Braconidae شناسایی گردید. هفت خال با ۷۱ فرد شکار شده، بیشترین فراوانی را نشان داد. بر اساس نتایج به دست آمده، عالیکلا و هفت خال به ترتیب با ۱۸ و ۱۲ گونه و مناطق شویلاشت و سالاردره با ۸ گونه، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد گونه را داشتند. مطابق جدول ۱ در منطقه سالاردره تمامی گونه‌ها حالت نیمه غالب (فراوانی ۵-۱۰ درصد) و غالب (فراوانی ۱۰-۳۰ درصد) دارند در این منطقه بیشترین فراوانی مربوط به گونه‌های *Disophrys initiator* و *Homolobus truncator* می‌باشد. در منطقه شویلاشت یک گونه فوق غالب (فراوانی بالای ۳۰ درصد) وجود دارد (*Disophrys initiator*). در منطقه هفت خال به دو گونه غالب به نام‌های *Homolobus truncator* و *Macrocentrus bicolor* با فراوانی ۲۶/۷۶ درصد وجود دارد. در منطقه عالیکلا بیشترین فراوانی مربوط به گونه *Blacus ruficornis* (۲۹/۷۹ درصد) است. گونه‌های *Disophrys initiator* و *Homolobus truncator* در هر ۴ منطقه مورد بررسی وجود داشت و نشان می‌دهد این گونه وابستگی به ارتفاع ندارد.

جدول ۱- درصد فراوانی زنبورهای خانواده Braconidae زنبورهای خانواده Braconidae در استان مازندران سال ۱۳۹۵

Table 1- Frequency percentage of family Braconidae in Mazandaran province in 2016

Row	Species	Salardareh	Shavilashast	Haftkhal	Alikola
1	<i>Agathis levis</i> Abdinbekova, 1970	0	0	0	2.13
2	<i>Aleiodes alternator</i> (Nees, 1834)	0	0	4.21	4.26
3	<i>Aleiodes seriatus</i> (Herrich-Schaffer, 1838)	0	0	4.23	0
4	<i>Aleiodes arnoldii</i> (Tobias, 1976)	0	0	0	8.51
5	<i>Aleiodes nigricornis</i> Wesmael, 1838	0	0	0	2.13
6	<i>Ascogaster quadridentata</i> Wesmael, 1835	0	0	0	6.38
7	<i>Blacus ruficornis</i> (Nees, 1811)	4.00	0	0	29.79
8	<i>Chelonus annulipes</i> Wesmael, 1835	0	0	0	2.13
9	<i>Clinocentrus exsertor</i> (Nees, 1811)	0	0	1.41	0
10	<i>Disophrys initiator</i> (Fonscolombe, 1846)	20.00	33.33	16.90	4.26

11	<i>Gnamptodon georginae</i> (Achterberg, 1983)	0	5.56	0	0
12	<i>Homolobus infumator</i> (Lyle, 1914)	0	0	8.45	2.13
13	<i>Homolobus truncator</i> (Say, 1829)	20.00	5.56	26.76	4.26
14	<i>Hormius moniliatus</i> (Nees, 1811)	0	5.56	4.23	0
15	<i>Heterospilus tauricus</i> Telenga, 1941	0	0	1.41	0
16	<i>Macrocentrus cingulum</i> Brischke, 1882	0	11.11	26.76	0
17	<i>Macrocentrus bicolor</i> Curtis, 1833	16.00	0	0	4.26
18	<i>Meteorus colon</i> (Haliday, 1835)	0	0	1.41	0
19	<i>Meteorus pendulus</i> (Müller, 1776)	16.00	0	0	0
20	<i>Meteorus versicolor</i> (Wesmael, 1835)	4.00	0	0	0
21	<i>Mirax caspiana</i> Farahani et al., 2014	0	5.56	2.82	0
22	<i>Microtypus wesmaelii</i> Ratzeburg, 1848	0	0	0	2.13
23	<i>Ogilus meyeri</i> Telenga, 1933	8.00	0	0	0
24	<i>Ontsira imperator</i> (Haliday, 1836)	0	0	0	8.51
25	<i>Ontsira longicaudis</i> (Giraud, 1857)	0	5.56	0	0
26	<i>Pseudohormius</i> sp.	4.00	0	0	0
27	<i>Spathius brevicaudis</i> Ratzeburg, 1844	0	0	0	2.13
28	<i>Spathius curvicaudis</i> Ratzeburg, 1844	0	5.56	0	0
29	<i>Spathius rubidus</i> (Rossi, 1794)	8.00	22.22	0	0
30	<i>Spathius polonicus</i> Niezabitowski, 1910	0	0	0	2.13
31	<i>Schizoprymnus azerbaijanzhanicus</i> (Abdinbekova, 1967)	0	0	0	4.26
32	<i>Schizoprymnus terebralis</i> (Snoflák, 1953)	0	0	0	2.13
33	<i>Triaspis pallipes</i> (Nees, 1816)	0	0	1.41	8.51

محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای (جدول ۲) نشان می‌دهد که منطقه عالیکلا دارای بیشترین میزان تنوع شانن (۲/۴۹)، سیمپسون (۹/۲۴) و بریلئون (۲/۰۶) است. این موضوع به دلیل این است که منطقه عالیکلا دارای بیشترین تعداد گونه شکار شده (۱۸ گونه) می‌باشد. اگرچه بیشترین فرد شکار شده توسط تله مالیز در منطقه هفت‌خال می‌باشد ولی تعداد گونه در این منطقه نسبت به منطقه عالیکلا کمتر است. می‌توان نتیجه گرفت تعداد گونه‌ها با افزایش ارتفاع دارای روند افزایشی می‌باشد و در ارتفاعات زیر ۵۰۰ متر از سطح دریا تعداد گونه‌ها نسبت به ارتفاع بالای ۱۵۰۰ متر از سطح دریا به نصف کاهش داشته است.

جدول ۲- شاخص‌های تنوع گونه‌ای آلفا زنبورهای خانواده Braconidae در استان مازندران سال ۱۳۹۵

Table 2- Alpha diversity indices of family Braconidae in Mazandaran province in 2016

Site	Alpha diversity indices				Species number	Individual number
	Shannon-Wiener Index	Simpson Index	Brillouin Index	Species number		
Salardareh	2.02	7.67	1.63	9	25	
Shavilashast	1.91	6.96	1.44	9	18	
Haftkhal	1.96	5.74	1.74	12	71	
Alikola	2.49	9.24	2.06	18	47	

مقدار شاخص‌های یکنواختی زنبورهای خانواده Braconidae در ۴ منطقه از استان مازندران در جدول ۳ آمده است. بیشترین میزان یکنواختی با هر شاخص یکنواختی مورد بررسی مربوط به مناطق سالاردره و شویلاشت می‌باشد. علت این موضوع توزیع فراوانی گونه‌ها است چون گونه کمیاب در این دو منطقه کمتر است و توزیع فراوانی‌ها همگن‌تر می‌باشد. دو منطقه سالاردره علی‌رغم تعداد گونه مشابه با شویلاشت، دارای تنوع بالاتری می‌باشد زیرا در منطقه

شویلاشست یک گونه فوق غالب (فراوانی بالای ۳۰ درصد) وجود دارد که همگنی در توزیع فراوانی‌ها را کاهش و متعاقب آن تنوع را کاهش خواهد داد. در دو منطقه عالیکلا و هفت خال تعداد گونه‌ها بیشتر است ولی گونه‌های کمیاب، نیمه غالب و غالب وجود دارند و از همگنی توزیع فراوانی کاسته است.

جدول ۳- شاخص‌های یکنواختی زنبورهای خانواده Braconidae در استان مازندران سال ۱۳۹۵

Table 2- Evenness indices of family Braconidae in Mazandaran province in 2016

Site	Evenness indices		
	Pielou J	Simpson Index	Heip
Salardareh	0.92	0.98	0.82
Shavilashast	0.87	0.77	0.72
Haftkhal	0.79	0.48	0.55
Alikola	0.86	0.51	0.65

به طور کلی حشرات خانواده Braconidae بیشتر در ارتفاعات متوسط دیده می‌شوند (Hillebrand, Noyes, 1989). طبق بررسی‌های فراهانی (۱۳۹۳) بیشترین تنوع گونه‌ای (در شیب‌های شمالی رشته کوه‌های البرز-در گیلان و مازندران) در ارتفاعات میانی اتفاق افتاد که مطابق با نتایج این تحقیق است. بر اساس ارتفاع از سطح دریا نوع پوشش گیاهی تغییر می‌کند در بسیاری از پژوهش‌ها ارتفاع از سطح دریا با تأثیر بر دما به عنوان یک عامل مؤثر بر تنوع و غنای گیاهان معرفی شده است (Fisher & Fuel, 2004; Barnes, 1998; Baker & Barnes, 1998). البته در ارتفاعات بالای ۳۰۰۰ متر از سطح دریا به دلیل افت بیش از حد دما، تنوع گونه‌ای به شدت کاهش می‌یابد و بیشترین تنوع گونه‌ای در ارتفاعات میانی ۱۰۰۰-۲۰۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد (Smith, 1996) که این نتایج در این تحقیق نیز مشاهده می‌شود.

سپاسگزاری

نگارندگان از دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک به لحاظ تأمین اعتبارات و امکانات موردنیاز برای اجرای تحقیق قدردانی می‌گردد. همچنین از آقای دکتر حسن بریمانی ورنندی (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، ساری) به لحاظ معرفی سایت‌ها و کمک در نمونه‌برداری‌ها سپاسگزاری می‌شود.

References

- فراهانی، س. ۱۳۹۳. تاکسونومی و تنوع گونه‌ای زنبورهای پارازیتوئید خانواده Braconidae (Insecta: Hymenoptera) در شمال مرکزی ایران. رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس، ۳۶۲ صفحه.
- Baker, M. E. and Barnes, B. V. 1998. Landscape ecosystem diversity of river floodplains in northwestern Lower Michigan, USA. Canadian Journal of Forest Research, 28: 1405-1418.
- Barnes, B.V. 1998. Forest Ecology. John Wiley and Sons, Inc., 773 pp.
- Chapin, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., Hooper, D. U., Lavorel, S., Sala, O. E., Sarah E. Hobbie, S. E., Mack, M. C. and Sandra Díaz, S. 2000. Consequences of changing biodiversity. Nature, 405 (6783): 234-242.
- Dey, D. and Akhtar, M. S. 2007. Diversity of natural enemies of aphids belonging to Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae) in India. Journal of Asia-Pacific Entomology, 10: 281-296.

- Delfin Gonzalez, H. and Burgos Ruiz, D. 2000.** Braconids (Hymenoptera, Braconidae) as a parameter group of biodiversity in the deciduous forests of the tropics: a discussion on its possible application. *Acta Zoologica Mexicana Nueva Serie*, 79: 43-56.
- Jones, O.R., Purvis, A., Baumgart, E. & Quicke, D.L.J. (2009)** Using taxonomic revision data to estimate the geographic and taxonomic distribution of undescribed species richness in the Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Insect Conservation and Diversity*, 2: 204-212.
- Hillebrand, H. 2004.** On the generality of the latitudinal diversity gradient. *The American Naturalist*, 163 (2): 192-211.
- Fisher, M. A. and Fuel, P. Z., 2004.** Changes in forest vegetation and *Arbuscular mycorrhizae* along a steep elevation gradient in Arizona. *Forest Ecology and Management*, 200: 293-311.
- LaSalle, J. and Gauld, I. D. 1993.** Hymenoptera and biodiversity. CAB, Wallingford, Oxon, UK.
- Lewis, C. N. and Whitfield, J. B. 1999.** Braconid wasp (Hymenoptera: Braconidae) diversity in forest plots under different silvicultural methods. *Environmental Entomology*, 28: 986-997.
- Lozan, A. I., Belokobylskij, S., van Achterberg, C and Monaghan, M. T. 2008.** Diversity and distribution of Braconidae, a family of parasitoid wasps in the Central European peatbogs of South Bohemia, Czech Republic. *Journal of Insect Science*, 10: 1-21.
- Maeto, K., Noerdjito, W.A., Belokobylskij, S.A. and Fukuyama, K. 2009.** Recovery of species diversity and composition of braconid parasitic wasps after reforestation of degraded grasslands in lowland East Kalimantan. *Journal of Insect Conservation*, 13 (2): 245-257.
- Menalled, F. D., Gross, K.L., Hammond, M., 2001.** Weed aboveground and seedbank community responses to agricultural management systems. *Ecology Applied*, 11, 1586-1601.
- Quicke, D. L. J. 2015.** The Braconid and Ichneumonid Parasitoid Wasps: Biology, Systematics, Evolution and Ecology. John Wiley & Sons, Ltd. 752 pp.
- Quicke, D. L. J. and Krufft, R. A. 1995.** Latitudinal gradients in North American braconid wasp species richness and biology. *Journal of Hymenoptera Research*, 4: 194-203.
- Rodriguez, J., Fernandez-Triana, J.L., Smith, M.A., Janzen, D.H., Hallwachs, W., Erwin, T. L. and Whitfield, J.B. 2013.** Extrapolations from field studies and known faunas converge on dramatically increased estimates of global microgastrine parasitoid wasp species richness (Hymenoptera: Braconidae). *Insect Conservation and Diversity*, 6: 530-536.
- Seaby, R. M. and Henderson, P. A. 2006.** Species Diversity and Richness version 4. Pisces Conservation Ltd., Lymington, England.
- Shaw, M. R. and Huddleston, T. 1991.** Classification and biology of Braconid wasps (Hymenoptera: Braconidae). *Handbooks for the Identification of British Insects*. 7(11): 1-126.
- Smith, F. 1996.** Biological diversity, ecosystem stability and economic development. *Journal of Ecological Economics*, 16: 191- 203.
- Strong, D. R., Lawton, J.H. and Southwood, R. 1984.** Insects on plants: community patterns and mechanisms. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Townes, H. 1962.** Design for a Malaise trap. *Proceeding of Entomological Society of Washington*, 64: 253-262.
- van Achterberg, C. 1993.** Illustrated key to the subfamilies of the Braconidae. (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Zoologische Verhandelingen (Leiden)*, 283: 1-189.
- Wharton, R. A. 1997.** Manual of the new world genera of the family Braconidae (Hymenoptera). The International Society of Hymenopterists, Washington, DC.
- Yu, D. S., Van Achterberg, K. and Horstmann, K. 2012.** World Ichneumonoidea 2011. Taxonomy, Biology, Morphology and Distribution. Taxapad, Vancouver, Canada.

A survey on abundance and species diversity of Braconid wasps in forest of Mazandaran province

*N. Kian*¹, *Sh. Goldasteh*^{1*}, *S. Farahani*²

1- Department of Entomology, Agricultural faculty, Islamic Azad University, Arak, Iran

2- Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

The species diversity of parasitoid wasps of Braconidae (Insecta: Hymenoptera) were studied in Mazandaran province (Salardareh, Shavilasht, Haft khal, Alikola) in 2016. The specimens were collected bi-weekly intervals in 2016 using Malaise traps. A total of 161 specimens were identified representing 33 species. The species diversity of the family Braconidae was studied using SDR software. Abundance, Diversity and Evenness indexes were evaluated for 33 species in four different sites. *Homolobus truncator* (Say, 1829) with %16.77 and *Disophrys initiator* (Fonscolombe, 1846) with %15.53 had the highest abundance among the species and presents in all sites. The α diversity index indicated that Alikola are more diverse. Based on statistical comparison, Evenness index indicated that Salardareh and Shavilasht were more evenness. The aim of this study was to evaluate abundance and diversity of braconid wasps in four sites in forest of Mazandaran province, north of Iran.

Key words: Index, species diversity, evenness, abundance, parasitoid wasps

* Corresponding Author, E-mail: Nasrin.kian7@yahoo.com

Received: 6 Oct. 2019 – Accepted: 31 Mar. 2020

