

پارازیتوئیدهای نسل جنسی زنبورهای گالزای بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) و محاسبه تنوع و غنای گونه‌ای آنها در جنگل‌های زاگرس شمالی

سیدانور حسینی^۱، محمدرضا زرگران^{۲*}، حسین لطفعلیزاده^۳ و جواد اسحاقی‌راد^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (anvar.hosayni1992@gmail.com)

۲- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (m.zargaran@urmia.ac.ir)

۳- دانشیار، گروه گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، تبریز، ایران. (hlotfalizadeh@gmail.com)

۴- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (j.eshagh@urmia.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۵

چکیده

زنبورهای پارازیتوئید از دشمنان طبیعی و عامل اصلی مرگ‌ومیر زنبورهای گالزای بلوط (خانواده Cynipidae) هستند. این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در مناطق ربط و واوان (شهرستان سردشت) برای شناسایی نسل جنسی زنبورهای گالزا روی بلوط ایرانی *Quercus brantii* Lindl. و جمع‌آوری دشمنان طبیعی آنها انجام شد. گال‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه منتقل و برای جمع‌آوری عوامل گالزا و پارازیتوئیدهای مربوطه در شرایط آزمایشگاهی پرورش داده شدند. شاخص‌های تنوع، یکنواختی شانن و سیمسون و همچنین غنای گونه‌ای پارازیتوئیدها به روش ریرفکشن (Rarefaction) محاسبه شدند. در این پژوهش ۱۴ گونه زنبور پارازیتوئید متعلق به ۶ خانواده از راسته بال‌غشاییان شناسایی شدند. بیشترین فراوانی پارازیتوئیدهای جمع‌آوری شده از مناطق ربط و واوان مربوط به گونه *Bootanomyia dorsalis* بود. میانگین شاخص‌های تنوع و یکنواختی پارازیتوئیدهای جمع‌آوری شده در دو منطقه مورد بررسی از اختلاف معنی‌داری با یکدیگر برخوردار نبود و تنها مقدار شاخص تنوع شانن بین مناطق ربط و واوان از اختلاف معنی‌داری در هر دو سال برخوردار بود، به طوری که مقدار این شاخص در منطقه ربط بیشتر از منطقه واوان به ثبت رسید. بیشترین مقدار غنای گونه‌ای پارازیتوئیدهای زنبورهای گالزای بلوط ایرانی نیز در سال ۹۸ در منطقه ربط مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: بلوط، جمعیت، دشمن طبیعی، گال، تنوع زیستی.

مقدمه

اکولوژیک می‌دانند، زیرا حداقل چهار حلقه از زنجیره‌های غذایی شامل: گیاهان میزبان (بلوط)، گیاه-خواران (حشرات گال‌زا)، گوشت‌خواران اولیه (پارازیتوئیدها)، گوشت‌خواران ثانویه (هیپرپارازیتوئیدها) و نیز حشرات مهمان در این گال‌ها دیده می‌شود (Nazemi et al., 2008; Maldonado-Lopez., 2015; Tavakoli et al., 2021). پارازیتوئیدها یکی از گروه‌های حشرات موجود در گال‌های تشکیل شده توسط زنبورهای گال‌زای بلوط هستند که اغلب مرگ‌ومیرهای بسیار سنگینی را به این گروه از عوامل گال‌زا وارد می‌کنند (Sadeghi et al., 2019; Triyogo and Yasuda, 2019). اغلب پارازیتوئیدهای زنبورهای گال‌زا، پارازیت‌های خارجی و انفرادی هستند. این عوامل شدیداً وابسته به میزبان خود بوده و از میزبان به‌عنوان یک منبع غذایی برای ادامه حیات خود استفاده می‌کنند (Smith-Freedman., 2019). (Azizkhani et al., 2007). پژوهشی با عنوان پارازیتوئیدهای زنبورهای گال‌زای بلوط، ۱۹ گونه زنبور پارازیتوئید متعلق به ۱۲ جنس و ۶ خانواده، از بالاخانواده Chalcidoidea را از روی ۲۲ نوع گال مختلف ایجاد شده توسط زنبورهای گال‌زای بلوط، روی دو گونه بلوط *Quercus infectoria* و *Q. brantii* گزارش کردند. (Golestaneh et al., 2008). ۷ گونه زنبور گال‌زای بلوط را از روی بلوط ایرانی *Q. brantii* در مناطق مورد بررسی جداسازی و ۹ گونه زنبور پارازیتوئید متعلق به ۶ خانواده مختلف از بال-غشاییان را نیز از گال‌های جمع‌آوری شده شناسایی کردند. (Khodakarimi et al., 2019). در پژوهشی با عنوان پارازیتوئیدهای زنبورهای گال‌زای بلوط دارمازو (*Quercus infectoria*) در مناطق جنگلی استان آذربایجان غربی، ۲۱ گونه زنبور گال‌زای بلوط دارمازو را شناسایی و ۱۰ گونه زنبور پارازیتوئید متعلق به ۵

جنگل‌های زاگرس همه ساله توسط عوامل مختلف مورد تهاجم و تخریب قرار گرفته و از این رو شناسایی عوامل تخریب و حفاظت و احیای این توده‌های جنگلی از مهم‌ترین اولویت‌های این عرصه‌های جنگلی است (Beygi Heidarlou et al., 2020; Salehi et al., 2020; Mahmoudi et al., 2021). اجرای زنبورهای گال‌زای بلوط در میان زنجیره‌های غذایی در اکوسیستم‌های جنگلی وابستگی زیادی به این درختان بلوط دارند. زنبورهای گال‌زای زیرخانواده Cynipinae با دارا بودن ۱۳۸۰ گونه، مسبب ایجاد جذاب‌ترین گال‌های گیاهی با ساختاری بسیار پیچیده در دنیا هستند (Sadeghi et al., 2014; Mutun and Dinc, 2015). حدود ۸۰ درصد از زنبورهای گال‌زا روی درختان بلوط، گال‌های متنوعی را از نظر ساختمان و شکل به‌وجود می‌آورند (Melika, 2004). گال‌های نسل جنسی زنبورهای گال‌زا در بهار یا اوایل تابستان رشد و نمو می‌کنند. درحالی‌که گال‌های نسل غیرجنسی این زنبورها در سرتاسر تابستان و پاییز همان سال فعالیت می‌کنند. ماده‌های نسل غیرجنسی در پاییز از گال‌هایشان خارج شده و تخم‌ریزی می‌کنند که تا بهار سال بعد باقی‌مانده و یا این‌که ماده‌ها در گال‌های باقی‌مانده زمستان‌گذرانی می‌کنند (Santos-de-Araújo, 2013a; Zhang et al., 2017). هر گونه از زنبورهای گال‌زا تنها به یک گونه گیاه میزبان حمله می‌کند و یک شکل خاص از گال را به‌وجود می‌آورد. گال ایجادشده توسط نسل جنسی و یا غیرجنسی زنبور گال‌زا از نظر شکل و ساختمان با یکدیگر متفاوت هستند (Maldonado-Lopez et al., 2015; Simon et al., 2015; Khodakarimi et al., 2019). اکولوژیست‌ها گال‌های ایجاد شده توسط حشرات را ابزار و الگوی مناسبی برای انجام برخی از بررسی‌های

روش جمع‌آوری زنبورهای گالزا

محاسبه تعداد نمونه مورد نیاز از طریق نمونه‌برداری اولیه با استفاده از رابطه ذیل انجام شد:

$$N = [t \times s / d \times m]^2 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه، t : مقدار عددی جدول استیودنت بر حسب درجه آزادی نمونه، s : انحراف معیار داده‌های نمونه‌برداری اولیه، d : مقدار خطا ($0/2$)، m : میانگین داده‌های نمونه‌برداری اولیه و N : تعداد نمونه مورد نیاز است.

برای جمع‌آوری و شناسایی جوامع پارازیتوئیدهای زنبورهای گالزای بلوط ایرانی *Q. brantii* نیاز به جمع‌آوری گال‌های تشکیل‌شده توسط این حشرات بود. زمان نمونه‌برداری با توجه به شرایط آب و هوایی استان به گونه‌ای انتخاب شد که در زمان نمونه‌برداری، گال‌ها مرحله بلوغ خود را طی کرده باشند. از این رو نمونه‌برداری با توجه به جمع‌آوری نسل جنسی زنبورهای گالزای بلوط در اردیبهشت سال‌های ۹۷ و ۹۸ در مناطق ربط و واوان انجام شد. در این پژوهش در هر منطقه ترانسکت‌هایی خطی با فواصل ۱۰۰ متر پیاده شد. درختان بلوط ایرانی که به نحوی (تاج یا تنه) در راستای ترانسکت (آزیموت مشخص) قرار گرفته و از نظر شکل ظاهری نیز مشابه و تقریباً یکدست باشند، برای کاهش خطای نمونه‌برداری مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

برای پیاده‌کردن خط‌نمونه‌ها از روش پیمایش با طناب‌های ۲۵ متری استفاده شد. در مجموع تعداد شش ترانسکت استفاده شد. جمع‌آوری گال‌ها از روی ۲۰ درخت بلوط ایرانی در هر منطقه و جمعاً ۸۰ درخت در دو منطقه و دو سال انجام شد. از هر نوع گال نیز ۵۰ عدد به‌طور مجزا جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند.

خانواده از راسته بال‌غشاییان را نیز از این گونه‌ها جمع‌آوری جداسازی کردند. در بین زنبورهای پارازیتوئید جمع‌آوری‌شده نیز بیشترین فراوانی مربوط به گونه *Aulogymnus gallarum* بود. Panzavilta et al. (2018) در یک پژوهش (از سال ۲۰۱۱ الی ۲۰۱۳) در مجموع ۱۳ گونه پارازیتوئید را در ایتالیا شناسایی و اعلام کردند که در سال‌های بعد تعداد این زنبورها به دلیل تغییرات آب‌وهوایی کاهش یافت.

با توجه به این‌که زنبورهای گالزای بلوط بخشی از اکوسیستم جنگل‌های بلوط زاگرس هستند و پارازیتوئیدهای آن‌ها نیز به‌عنوان دشمنان طبیعی این حشرات هستند، هدف از انجام این پژوهش جمع‌آوری و شناسایی پارازیتوئیدهای نسل جنسی زنبورهای گالزای بلوط ایرانی، محاسبه شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای آنها بود.

مواد و روش‌ها

شهرستان سردشت در جنوب استان آذربایجان غربی واقع شده است که منطقه کوهستانی و جنگلی است. شهرستان سردشت در ارتفاع ۱۴۸۰ متری از سطح دریا قرار دارد؛ این شهرستان از شمال به شهرستان پیرانشهر، از جنوب به شهرستان بانه (در استان کردستان)، از شرق به شهرستان‌های مهاباد و بوکان و از غرب به مرز کشور عراق محدود می‌شود. محل اجرای طرح، شهر ربط در بخش مرکزی سردشت به مساحت تقریبی ۴۰ هکتار، به طول جغرافیایی $36^{\circ} 14'$ و عرض جغرافیایی $45^{\circ} 33'$ و ارتفاع از سطح دریا ۱۲۸۰ متر بود. اقلیم آن نیز مرطوب سرد است. منطقه واوان (بخش مرکزی سردشت) به مساحت تقریبی ۳۵ هکتار، به طول جغرافیایی $36^{\circ} 16'$ و عرض جغرافیایی $45^{\circ} 25'$ و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۸۰ متر واقع و اقلیم آن نیز مرطوب سرد است.

مقدار یکنواختی زنبورهای پارازیتوئید نیز با استفاده از شاخص‌های یکنواختی سیمسون و شانن محاسبه شدند. برای اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای از نرم‌افزار Ecological Methodology 3.0 و برای بررسی و وجود تفاوت بین تیمارهای موردنظر و مقایسات جفتی، از آزمون تی مستقل با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج

در این پژوهش از دو منطقه ربط و واوان طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ تعداد چهار گونه زنبور گالزای بهاره (نسل جنسی) *Andricus ceconii* Kieffer ، *A. multiplicatus* Giraud ، *grossulariae* Giraud و *Chilaspis nitida* Sternlicht شناسایی شدند. جنس *Andricus* از بیشترین فراوانی روی بلوط ایرانی *Q. brantii* برخوردار بود. در این بررسی همچنین ۱۴ گونه زنبور پارازیتوئید متعلق به ۶ خانواده از راسته بال‌غشاییان از این گونه‌های گالزا جمع‌آوری و شناسایی شدند (جدول ۱).

گونه *Arthrolytus* sp. فقط در منطقه واوان در سال ۹۷ گزارش شده است. گونه *Aulogygnus bicolor* و گونه *A. gallarum* فقط در منطقه ربط مشاهده شدند. گونه *Bootanomyia dorsalis* تنها گونه پارازیتوئیدی بود که در هر دو منطقه و در هر دو سال جمع‌آوری شد. گونه *Eupelmus urozonus* فقط در سال ۹۸ در هر دو منطقه، گونه *Eurytoma adleriae* نیز در هر دو منطقه وجود داشت. دو گونه *Mesopolobus albitarsus* و *M. amaenus* فقط از ربط گزارش شدند. گونه *Ormyrus pomaceus* در ربط در هر دو سال ولی در منطقه واوان فقط در سال ۹۸ حضور داشت. گونه‌های *Pediobius saulius* و

نمونه‌ها برای جمع‌آوری عوامل گالزا و پارازیتوئیدهای مربوط به آن‌ها در شرایط آزمایشگاهی پرورش داده شدند. حشرات خارج‌شده از گال‌ها بر اساس خانواده، جنس و گونه تفکیک و به‌همراه مشخصات مربوطه به شیشه‌های حاوی الکل ۷۵ درصد منتقل شدند. پارازیتوئیدها توسط دکتر حسین لطفعلی‌زاده با استفاده از منابع معتبر (Melika, 2004) مورد شناسایی قرار گرفتند. با استفاده از تعداد گونه-های پارازیتوئید شناسایی‌شده، شاخص‌های تنوع، یکنواختی و همچنین غنای گونه‌ای پارازیتوئیدهای زنبورهای گالزا به شرح ذیل محاسبه شدند:

غنای گونه‌ای

روش ریرفکشن (Rarefaction) در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت:

$$E(\hat{S}_i) = \sum_{j=1}^k \left[1 - \frac{\binom{N - N_j}{n}}{\binom{N}{n}} \right] \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه، $E(S_n)$: تعداد گونه‌های مورد انتظار در نمونه‌ای تصادفی با n فرد، S : مجموع تعداد گونه‌ها در کل جمع‌آوری، N_i : تعداد افراد در گونه i ، N : مجموع تعداد افراد در جمع‌آوری، n : ارزش اندازه نمونه (تعداد افراد) انتخاب‌شده برای استاندارد شدن ($n \leq N$) و $\binom{N}{n}$: تعداد ترکیباتی از n فرد که می‌توان از گروهی با N فرد انتخاب شود، هستند.

تنوع گونه‌ای

- شاخص تنوع سیمسون

$$1 - D = 1 - \sum (P_i)_2 \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه، $(1 - D)$: شاخص تنوع سیمسون و P_i : نسبت افراد گونه i ام در جامعه هستند.

- شاخص تنوع شانن

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad \text{رابطه (۴)}$$

در این رابطه، P_i : فراوانی نسبی گونه‌ی i ام است.

Sycophila iracemae در هر دو منطقه ربط و واوان، جنس *Torymus* نیز فقط از ربط جمع‌آوری شدند. گونه *Sycophila flavicollis* و همچنین گونه‌های

جدول ۱- گونه‌های پارازیتوئید جمع‌آوری شده از مناطق مورد بررسی طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 1. Collected species parasitoids wasps from study areas during 2018 and 2019

گونه‌های پارازیتوئید Parasitoids species	خانواده Family	منطقه/سال Location/Year			
		ربط Rabat		واوان Vavan	
		۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸
		2018	2019	2018	2019
<i>Arthrolytus</i> sp.	Pteromalidae	-	-	*	-
<i>Aulogymnus bicolor</i> (Askew)	Eulophidae	*	*	-	-
<i>Aulogymnus gallarum</i> (Linnaeus)	Eulophidae	*	-	-	-
<i>Bootanomyia dorsalis</i> (Fabricius)	Torymidae	*	*	*	*
<i>Eupelmus urozonus</i> Dalman	Eupelmidae	-	*	-	*
<i>Eurytoma adleriae</i> Zerova	Eurytomidae	-	*	*	*
<i>Mesopolobus albitarsus</i> (Walker)	Pteromalidae	*	*	-	-
<i>Mesopolobus amaenus</i> (Walker)	Pteromalidae	*	-	-	-
<i>Ormyrus pomaceus</i> (Geoffroy in Fourcroy)	Ormyridae	*	*	-	*
<i>Pediobius saulius</i> (Walker)	Eulophidae	*	*	*	-
<i>Sycophila flavicollis</i> (Walker)	Eurytomidae	*	*	-	-
<i>Sycophila iracemae</i> Nieves-Aldrey	Eurytomidae	-	*	*	*
<i>Torymus auratus</i> (Müller)	Torymidae	-	*	-	-
<i>Torymus</i> sp.	Torymidae	*	-	-	-

کند. زنبور پارازیتوئید *Aulogymnus gallarum* فقط زنبور گالزای *Andricus grossulariae* را به‌عنوان میزبان انتخاب نموده است. زنبور پارازیتوئید *Bootanomyia dorsalis* از طیف میزبانی وسیع‌تری برخوردار بوده و هر ۳ گونه زنبور گالزا را پارازیت می‌کند. زنبور *Eupelmus urozonus* دو گونه زنبور گالزای *A. grossulariae* و *Ch. nitida* را مورد حمله قرار می‌دهد. گونه *Mesopolobus amaenus* و همچنین زنبور پارازیتوئید *Torymus auratus* تنها یک

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود زنبور پارازیتوئید *Arthrolytus* sp. یک گونه زنبور گالزا را مورد حمله قرار می‌دهد. زنبورهای پارازیتوئید *Eurytoma adleriae*، *Aulogymnus bicolor*، *Ormyrus pomaceus*، *Mesopolobus albitarsus*، *S. Sycophila flavicollis*، *Pediobius saulius*، *iracemae* همچنین گونه *Torymus* sp. دو گونه زنبور گالزای *Andricus cecconii* و *A. grossulariae* را مورد حمله قرار داده و پارازیت می‌

گونه زنبور گالزای بلوط را مورد حمله قرار می‌دهد. در بین گونه‌های گالزای جمع‌آوری شده، زنبور گال-زای *Andricus multiplicatus* فاقد دشمن طبیعی بود. جدول ۳ مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع و یکنواختی پارازیتوئیدهای جمع‌آوری شده در سال ۹۷ در مناطق مورد بررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۲- پراکنش پارازیتوئیدهای جمع‌آوری شده از مناطق مورد بررسی طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 2. Distribution of collected parasitoids wasps from studied areas during 2018 and 2019

گونه‌های پارازیتوئید Parasitoids species	زنبور گالزا Gall wasp					
	<i>Andricus ceconii</i>		<i>Andricus grossulariae</i>		<i>Chilaspis nitida</i>	
	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019
<i>Arthrolytus</i> sp.	-	-	*	-	-	-
<i>Aulogymnus bicolor</i> (Askew)	*	*	*	*	-	-
<i>Aulogymnus gallarum</i> (Linnaeus)	-	-	*	-	-	-
<i>Bootonomyia dorsalis</i> (Fabricius)	*	*	*	*	-	*
<i>Eupelmus urozonus</i> Dalman	-	-	-	*	-	*
<i>Eurytoma adleriae</i> Zerova	-	*	*	*	-	-
<i>Mesopolobus albitarsus</i> (Walker)	*	*	*	-	-	-
<i>Mesopolobus amaenus</i> (Walker)	-	-	*	-	-	-
<i>Ormyrus pomaceus</i> (Geoffroy in Fourcroy)	*	*	*	*	-	-
<i>Pediobius saulius</i> (Walker)	*	*	*	-	-	-
<i>Sycophila flavicollis</i> (Walker)	-	*	*	-	-	-
<i>Sycophila iracemae</i> Nieves-Aldrey	*	*	-	*	-	-
<i>Torymus auratus</i> (Müller)	-	-	-	-	-	*
<i>Torymus</i> sp.	*	-	*	-	-	-

و سیمسون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. جدول ۴ مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع و یکنواختی پارازیتوئیدهای جمع‌آوری شده در سال ۹۸ در دو منطقه مورد بررسی را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود مقدار تنوع شانن بین ربط و واوان از اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد برخوردار بود. شاخص تنوع شانن در سال ۹۷ در منطقه ربط بیشتر از منطقه واوان بود. شاخص تنوع سیمسون و شاخص‌های یکنواختی شانن

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع و یکنواختی پارازیتوئیدهای زنبورهای گالزای بلوط در سال ۱۳۹۷
Table 3. Mean comparison of diversity and evenness of oak gall wasp's parasitoids between regions in 2018

Sig.	df	t	خطای استاندارد \pm میانگین SE \pm mean	منطقه Region	شاخص Index
0.369 ^{ns}	38	1.584	0.572 \pm 0.051	ربط Rabat	تنوع سیمسون Simpson's index
			0.473 \pm 0.037	واوان Vavan	
0.032*	38	2.225	1.377 \pm 0.141	ربط Rabat	تنوع شانن Shannon's H' index
			0.998 \pm 0.095	واوان Vavan	
0.255 ^{ns}	38	0.426	0.625 \pm 0.023	ربط Rabat	یکنواختی سیمسون Simpson's evenness
			0.566 \pm 0.152	واوان Vavan	
0.401 ^{ns}	38	0.527	0.752 \pm 0.019	ربط Rabat	یکنواختی شانن Shannon's evenness
			0.591 \pm 0.201	واوان Vavan	

* Significant difference at the level of 0.05, ns: non-significant. * اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ns عدم اختلاف معنی‌دار.

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع و یکنواختی پارازیتوئیدهای زنبورهای گالزای بلوط در سال ۱۳۹۸
Table 4. Mean comparison of diversity and evenness of oak gall wasp's parasitoids between regions in 2019

Sig.	df	t	خطای استاندارد \pm میانگین SE \pm mean	منطقه Region	شاخص Index
0.782 ^{ns}	38	0.131	0.406 \pm 0.044	ربط Rabat	تنوع سیمسون Simpson's index
			0.494 \pm 0.039	واوان Vavan	
0.046*	38	1.581	0.826 \pm 0.079	ربط Rabat	تنوع شانن Shannon's H' index
			0.611 \pm 0.083	واوان Vavan	
0.411 ^{ns}	38	0.652	0.503 \pm 0.014	ربط Rabat	یکنواختی سیمسون Simpson's evenness
			0.486 \pm 0.341	واوان Vavan	
0.101 ^{ns}	38	0.796	0.682 \pm 0.142	ربط Rabat	یکنواختی شانن Shannon's evenness
			0.439 \pm 0.309	واوان Vavan	

* Significant difference at the level of 0.05, ns: non-significant. * اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ns عدم اختلاف معنی‌دار.

مقدار شاخص تنوع شانن و سیمسون در منطقه ربط در سال‌های ۹۷ و ۹۸ از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود. به طوری که شاخص تنوع شانن در این منطقه در سال ۹۷ بیشتر از سال ۹۸ بود. شاخص‌های یکنواختی شانن و سیمسون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع و یکنواختی زنبورهای پارازیتوئید در منطقه واوان طی سال‌های ۹۷ و ۹۸ در جدول ۶ ارائه شده است.

فقط مقدار تنوع شانن بین ربط و واوان از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود. به طوری که شاخص تنوع شانن در سال ۹۸ در منطقه ربط بیشتر از منطقه واوان به ثبت رسید. شاخص تنوع سیمسون و همچنین شاخص‌های یکنواختی شانن و سیمسون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع و یکنواختی شانن و سیمسون زنبورهای پارازیتوئید جمع‌آوری شده در منطقه ربط در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع و یکنواختی پارازیتوئیدهای زنبورهای گال‌زای بلوط در منطقه ربط طی

سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 5. Mean comparison of diversity and evenness of oak gall wasp's parasitoids in Rabat during 2018 and 2019

Sig	df	t	خطای استاندارد \pm میانگین SE \pm mean	سال Year	شاخص Index
0.014*	38	2.578	0.572 \pm 0.051	۱۳۹۷	تنوع سیمسون Simpson's index
			0.406 \pm 0.044	۲۰۱۸	
				۱۳۹۸	
0.021*	38	3.401	1.377 \pm 0.141	۱۳۹۷	تنوع شانن Shannon's H' index
			0.826 \pm 0.079	۲۰۱۸	
				۱۳۹۸	
0.261 ns	38	0.452	0.625 \pm 0.023	۱۳۹۷	یکنواختی سیمسون Simpson's evenness
			0.503 \pm 0.014	۲۰۱۸	
				۱۳۹۸	
0.421 ns	38	0.652	0.752 \pm 0.019	۱۳۹۷	یکنواختی شانن Shannon's evenness
			0.682 \pm 0.142	۲۰۱۸	
				۱۳۹۸	

* Significant difference at the level of 0.05, ns: non-significant.

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ns عدم اختلاف معنی‌دار.

نبود. شاخص تنوع شانن در این منطقه از نظر عددی در سال ۹۷ بیشتر از سال ۹۸ بود. شاخص‌های یکنواختی شانن و سیمسون نیز اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. نتایج شاخص غنای گونه‌ای

در بررسی تأثیر سال بر مقدار تنوع گونه‌ای پارازیتوئیدهای زنبورهای گال‌زای بلوط ایرانی، مقدار شاخص تنوع شانن و سیمسون در منطقه واوان در سال‌های ۹۷ و ۹۸ از اختلاف معنی‌داری برخوردار

پارازیتوئیدهای زنبورهای گالزای بلوط ایرانی به سال مورد محاسبه قرار گرفت (شکل ۱).
روش ریرفکشن نیز در مناطق مورد بررسی طی دو

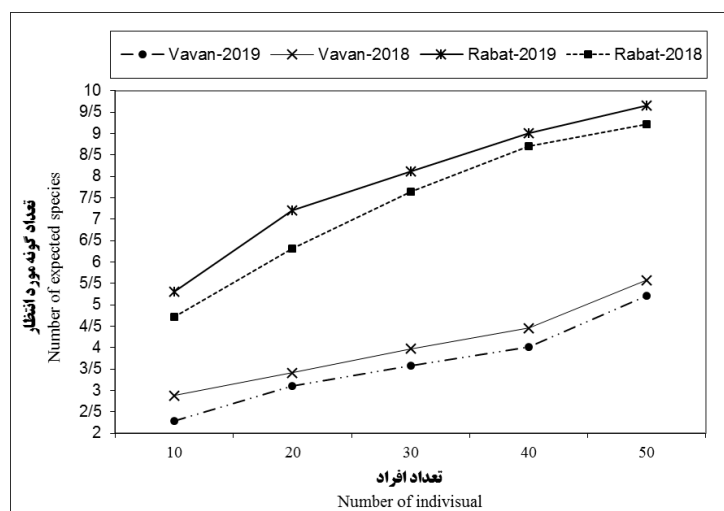
جدول ۶- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع و یکنواختی پارازیتوئیدهای زنبورهای گالزای بلوط در منطقه واوان طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 6. Mean comparison of diversity and evenness of oak gall wasp's parasitoids in Vavan during 2018 and 2019

Sig	df	t	خطای استاندارد \pm میانگین SE \pm Mean	سال Year	شاخص Index
0.707 ^{ns}	38	0.378	0.473 \pm 0.037	۱۳۹۷	تنوع سیمسون Simpson's index
			0.494 \pm 0.039	2018	
				۱۳۹۸	
0.148 ^{ns}	38	1.478	0.998 \pm 0.095	۱۳۹۷	تنوع شانن Shannon's H' index
			0.611 \pm 0.083	2018	
				۱۳۹۸	
0.231 ^{ns}	38	0.501	0.566 \pm 0.152	۱۳۹۷	یکنواختی سیمسون Simpson's evenness
			0.486 \pm 0.341	2018	
				۱۳۹۸	
0.145 ^{ns}	38	0.465	0.591 \pm 0.201	۱۳۹۷	یکنواختی شانن Shannon's evenness
			0.439 \pm 0.309	2018	
				۱۳۹۸	
				2019	

* Significant difference at the level of 0.05, ns: non-significant.

* اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ و ns عدم اختلاف معنی دار.



شکل ۱- شاخص غنای گونه‌ای پارازیتوئیدهای زنبورهای گالزای بلوط ایرانی به روش ریرفکشن
Figure 1. Species richness index of oak gall wasp's parasitoids with Rarefaction method

نمود، به طوری که گونه‌های گالزای جمع‌آوری شده در این پژوهش نیز در پژوهش مذکور گزارش شدند. (Bagheri et al., 2019) در بررسی تأثیر تراکم توده-های بلوط ایرانی بر تنوع گونه‌ای زنبورهای گالزای بهاره در استان آذربایجان غربی تعداد ۸ گونه زنبور گالزا را شناسایی کردند، که شامل تمامی گونه‌های گالزا در این پژوهش نیز می‌شود. در پژوهش‌های متعددی تغییرات جمعیتی زنبورهای گالزا بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که فنولوژی میزبان، ساختمان آن و حضور برخی از مواد گیاهی ثانویه در پراکنش زنبورهای گالزای بلوط تأثیرگذار خواهند بود. همچنین مشخص شده است که تنوع در شکل گالها با فرضیه دشمن طبیعی کاملاً مرتبط است (Maldonado-Lopez et al., 2016; Bonsignore et al., 2020). تنوع گالها راهکاری برای جلوگیری از حمله دشمنان طبیعی مانند پارازیتوئیدها خواهد بود (László and Tóthmérész, 2013). نتایج بررسی‌ها نشان داده است تعداد نسل زنبورهای پارازیتوئید بسته به گونه بلوط، و زمان تشکیل آن متفاوت است. زنبورهای پارازیتوئید روی گالهای تشکیل شده توسط زنبورهای گالزای نسل جنسی و غیرجنسی روی بلوط *Q. brantii* امکان ایجاد دو نسل در سال را خواهند داشت و در آخر قادر به فعالیت روی زنبورهای گالزای نسل‌های جنسی و غیرجنسی خواهند بود (László and Tóthmérész, 2013). در مجموع می‌توان گفت وجود نسل‌های جنسی و غیرجنسی مؤثرترین عامل در تعداد و فراوانی زنبورهای پارازیتوئید بوده است. بر اساس نتایج این پژوهش، ۱۴ گونه زنبور پارازیتوئید برای ۴ نوع گال متعلق به ۶ خانواده Pteromalidae، Eulophidae، Torymidae، Eupelmidae، Eurytomidae، Ormyridae، در مناطق مورد بررسی و طی ۲ سال

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود منحنی رابطه بین تعداد در هر نمونه برداری و تعداد گونه‌های مورد انتظار به صورت خطی افزایش یافته و پس از تعداد ۵۰ فرد در هر نمونه برداری به صورت افقی درمی‌آید. در این حالت تعداد گونه مورد انتظار در سال‌های ۹۷ و ۹۸ در منطقه ربط (تعداد ۹ یا ۱۰ گونه) بوده و در منطقه واوان نیز در سال ۹۷ تعداد (۵ یا ۶ گونه) و در سال ۹۸ نیز تعداد ۳ گونه برآورد شد که با تعداد گونه‌های جمع‌آوری شده نیز مطابقت داشت. به-عنوان مثال اگر تعداد ۵۰ عدد پارازیتوئید زنبور گالزا را از منطقه ربط و واوان جمع‌آوری کنیم به احتمال ۹۵ درصد، در منطقه ربط و واوان به ترتیب متعلق به تعداد ۱۱ و ۶ گونه زنبور پارازیتوئید خواهند بود (شکل ۱). از این رو بیشترین مقدار غنای گونه‌ای پارازیتوئیدهای نسل جنسی زنبورهای گالزای بلوط ایرانی در فصل بهار، در منطقه ربط در سال ۹۸ بوده است.

بحث

در این پژوهش تمامی گال‌های جمع‌آوری شده روی بلوط *Q. brantii* مربوط به نسل جنسی زنبورهای گالزای مربوطه بودند. مشخص شده است که بیشترین فراوانی گال‌های بهاره در استان آذربایجان-غربی مربوط به زنبورهای گالزای نسل جنسی روی بلوط ایرانی *Q. brantii* است (Zargarani et al., 2012) که با نتایج این پژوهش نیز مطابقت دارد. جنس *Andricus* با دارا بودن حدود ۳۰۰ گونه شناسایی شده در دنیا بیشترین تعداد گونه‌های زنبورهای گالزای بلوط را به خود اختصاص داده است (Melika, 2004). (Azizkhani (2007) گال‌های متعلق به ۱۱ گونه زنبور گالزا را از روی بلوط ایرانی *Q. brantii* در استان لرستان جمع‌آوری و معرفی

گالزای بلوط ایران ۱۷ گونه زنبور پارازیتوئید مربوط به گال ایجادشده توسط نسل جنسی زنبور گالزای *Andricus grossulariae* را شناسایی کردند به طوری که گونه‌های *Eupelmus Aulogymnus gallarum*، *M. amaenus*، *Mesopolobus albitarsus*، *urozonus* و *Ormyrus pomaceus* نیز در مناطق مورد بررسی این پژوهش مشترک بودند. زنبورهای پارازیتوئید خارج شده از گال‌های نسل جنسی زنبور گالزای *Chilaspis nitida* در این پژوهش شامل *Bootanomyia dorsalis*، *Eupelmus urozonus* و *Torymus auratus* هستند که با نتایج Azizkhani et al. (2007) مطابقت دارد. میانگین شاخص‌های تنوع و یکنواختی پارازیتوئیدهای جمع‌آوری شده در سال ۹۷ و ۹۸ در دو منطقه مورد نظر نشان داد مقدار تنوع شانن بین ربط و واوان از اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد برخوردار بوده است. شاخص تنوع شانن در منطقه ربط بیشتر از منطقه واوان بود. شاخص تنوع سیمسون و همچنین شاخص‌های یکنواختی شانن و سیمسون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. Zargaran et al. (2012) در پژوهشی تنوع گونه‌ای زنبورهای گالزای بلوط را در استان آذربایجان غربی مورد بررسی قرار دادند و در نتیجه این پژوهش بیشترین مقدار شاخص سیمسون و شانن در مورد گال‌های بهاره در منطقه میرآباد و بیشترین مقدار شاخص سیمسون و شانن در فصل پاییز در منطقه قبرحسین و دارقبر به ثبت رسید. نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که بیشترین پارازیتوئیدهای خارج شده از گال‌های زنبورهای گالزا مربوط به منطقه ربط بوده است و شاخص تنوع شانن در هر دو سال بررسی، در این منطقه از اختلاف معنی‌داری با مقدار تنوع شانن در منطقه واوان برخوردار بود. نتایج پژوهش‌ها نیز نشان داده است که فعالیت پارازیتوئیدها

جمع‌آوری و شناسایی شدند. حضور این گونه‌های پارازیتوئید در سطحی کوچک (تنها دو منطقه در استان آذربایجان غربی) نشان از حضور فعال و با تراکم بالایی گونه‌های متعلق به این خانواده‌ها دارد. در اروپا حدود ۱۲۰ گونه زنبور پارازیتوئید از ۵ خانواده *Eulophidae*، *Pteromalidae*، *Eurytomidae*، *Eupelmidae* و *Torymidae* متعلق به بالاخانواده *Chalcidoidea* روی گونه‌های مختلفی از زنبورهای گالزای بلوط فعال هستند (Davis et al., 2019; Ward et al., 2020). در این پژوهش که طی سال‌های ۹۷ و ۹۸ انجام شده تعداد ۹ گونه زنبور پارازیتوئید از داخل گال‌های ایجاد شده توسط نسل جنسی زنبور گالزای *Andricus cecconii* جداسازی و شناسایی شدند. Azizkhani et al. (2007) در پژوهشی به عنوان پارازیتوئیدهای زنبورهای گالزای بلوط توانستند تعداد ۶ گونه زنبور پارازیتوئید را از داخل گال ایجاد شده توسط نسل جنسی زنبور گالزای *A. cecconii* جداسازی کنند. (Khodakarimi et al. (2019) در پژوهشی ۱۰ گونه زنبور پارازیتوئید را از زنبورهای گالزای فعال روی بلوط دارمازو جمع‌آوری کردند که از این تعداد، گونه‌های *Aulogymnus bicolor*، *A. Eurytoma*، *Bootanomyia dorsalis*، *gallarum*، *Sycophila*، *Ormyrus pomaceus*، *adleriae* و *iracemae* با نتایج این پژوهش یکسان بوده و این پارازیتوئیدها هم گال‌های تشکیل شده روی بلوط دارمازو (*Quercus infectoria*) و هم بلوط ایرانی (*Q. brantii*) را پارازیته می‌کنند. همچنین در این تحقیق ۱۳ گونه زنبور پارازیتوئید از داخل گال ایجاد شده توسط نسل جنسی زنبور گالزای *Andricus grossulariae* جداسازی و شناسایی شدند. Sadeghi et al. (2014) نیز در پژوهشی با عنوان زنبورهای

(Tóthmérész, 2013). در کنار عواملی مانند پوشش گیاهی، فنولوژی میزبان، میزان تانن و حضور برخی دیگر از متابولیت‌های ثانویه گیاهی (مانند لیگنین، سلولز و ترکیبات فنلی) نیز در پراکنش زنبورهای گالزای بلوط و جوامع مرتبط با آن‌ها تاثیرگذار هستند (Santos-de-Araújo et al., 2013b).

نتیجه‌گیری کلی

در میان حشرات گالزای بلوط، زنبورهای گالزا درختان بلوط را برای فعالیت انتخاب و در تشکیل گال روی اندام مشخصی تخصص یافته‌اند. تعداد ۴ گونه زنبور گالزا در این تحقیق شناسایی شد. همچنین حضور ۱۴ گونه زنبور پارازیتوئید در سطحی کوچک (تنها ۲ منطقه در استان آذربایجان غربی) نشان از حضور فعال و با تراکم بالای گونه‌های متعلق به این خانواده‌ها دارد. نتایج نشان داد که تغییرات جمعیتی پارازیتوئیدهای نسل جنسی زنبورهای گالزای بلوط ایرانی تحت تأثیر عوامل اقلیمی قرار نمی‌گیرد.

References

- Azizkhani, E.; Sadeghi, S. E.; Rasoulia, G. R.; Tavakoli, M.; Omid, R.; Moniri, V. R.; Yarmand, H., Survey of gall wasp of the family Cynipidae associated with two oak species *Quercus brantii* and *Q. infectoria* in Lorestan. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research* **2007**, 5 (1), 66-79. (In Persian)
- Bagheri, Z.; Eshaghi Rad, J.; Zargaran, M. R., Effect of forest density on richness and diversity of spring oak gallwasps (sexual generation) at oak forests in West Azarbaijan. *Iranian Journal of Forest* **2019**, 10 (4), 531-542. (In Persian)
- Beygi Heidarlou, H.; Banj Shafiei, A.; Erfanian, M.; Tayyebi, A.; Alijanpour, A., Forecasting deforestation and forest recovery using Land Transformation Model (LTM) in Iranian Zagros forests. *Forest Research and Development* **2020**, 7 (4), 527-544. (In Persian)
- Bonsignore, C. P.; Vizzari, G.; Vono, G.; Bernardo, U., Short-term cold stress affects parasitism on the Asian chestnut gall wasp

- Zhang et al.,) می‌یابد (Zhang et al., 2020). نتایج این پژوهش طی دو سال نشان داد شرایط آب و هوایی در پراکنش گونه‌های زنبورهای گالزا و پارازیتوئیدهای آن‌ها مؤثر است که با نتایج (Zargaran et al. (2012) مطابقت دارد. مشخص شده است که در سال‌های متفاوت از نظر شرایط آب و هوایی، تعداد زنبورهای پارازیتوئید عوامل گالزا به دلیل تغییرات آب‌وهوایی کاهش یا افزایش یافته بود (Panzavilta et al., 2018). نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان داد که پراکنش حشرات گالزا و پارازیتوئیدهای آن‌ها در ارتباط با رطوبت محیط جزئی بوده و همچنین مشخص شده است مناطق گرم و خشک از غنای گونه‌ای بالاتری در مقایسه با مناطق سردتر برخوردارند (Davis et al., 2019) در حالی که برخی از پژوهشگران اثر اقلیم را روی پراکنش گونه‌های زنبورهای گالزا و دشمنان طبیعی آن‌ها بی‌تأثیر می‌دانند (László and Dryocosmus kuriphilus. *Insects* **2020**, 11 (12), 841.
- Davis, M. J.; Andersen, J. C.; Elkinton, J., Identification of the parasitoid community associated with an outbreaking gall wasp, *Zapatella davisae*, and their relative abundances in New England and Long Island, New York. *Ecology and Evolution* **2019**, 9 (1), 19-25.
- Golestaneh, S. R.; Sadeghi, S. E.; Azizkhani, E.; Farrar, N., Oak cynipid gall wasps (Hym.: Cynipidae) and associated parasitoids on Persian oak, *Quercus brantii* in southern Zagros. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research* **2008**, 6 (1), 22-28. (In Persian)
- Khodakarimi, A.; Zargaran, M. R.; Lotfalizadeh, H.; Eshaghi-Rad, J., Parasitoids of Oak gall wasps on (*Quercus infectoria*) in oak forests of west Azarbaijan province. The 1st National Congress on Iranian Forests, Research and Development **2019**, pp 26-32. (In Persian)
- László, Z.; Tóthmérész, B., The enemy hypothesis: correlates of gall morphology

- with parasitoid attack rates in two closely related rose cynipid galls. *Bulletin of entomological research* **2013**, *103* (3), 326-335.
- Mahmoudi, M.; Alijanpour, A.; Banj Shafiei, A.; Zargharan, M. R.; Mansouri, A., Effects of preservation plan on quantitative and qualitative characteristics of the mature stand, regeneration and extension of *Loranthus europaeus* in Salas-e Babajani County Forest. *Forest Research and Development* **2021**, *7* (2), 183-197. (In Persian)
- Maldonado-López, Y.; Cuevas-Reyes, P.; Oyama, K., Diversity of gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae) associated with oak trees (Fagaceae: *Quercus*) in a fragmented landscape in Mexico. *Arthropod-Plant Interactions* **2016**, *10* (1), 29-39.
- Maldonado-Lopez, Y.; Cuevas-Reyes, G.; Nieves-Alder, J.; Oyama, k., Gall wasp community response to fragmentation of oak tree species: importance of fragmet size. *Ecosphere* **2015**, *6* (3), 31-36.
- Melika, G., *Gall Wasps of Ukraine: Cynipidae*. Vestnik Zooligii, supplement 21, **2004**; pp 1-644.
- Mutun, S.; Dinc, S., Twelve oak gall wasp species (Hymenoptera: Cynipidae) new to the Turkish fauna. *Turkish Journal of Zoology* **2015**, *39* (5), 962-964
- Nazemi, J.; Talebi, A. A.; Sadeghi, S. E.; Melika, G.; Lozan, A., Species richness of oak gall wasps (Hym: Cynipdae) and identification of associated inquiline and parasitoids on tow oak species in western Iran. *North-Western Journal of Zoology* **2008**, *4* (2), 189-202.
- Panzavilta, T.; Croci, F.; Bracalini, M.; Melika, G.; Benedettelli, S.; Florenzano, G. T.; Tibere, R., Population dynamics of native parasitoids associated with the Asian Chestnut gall wasp (*Chilaspis kuriphilus*) in Italy. *Psyche* **2018**, *18*, 1-13.
- Sadeghi, S. E.; Melika, G.; Stone, G. N.; Tavakoli, M.; Barimani, H.; Zeinali, S., A review of Oak gall wasps of Iran, distribution, host plants and introducing a managing programm for their`s protection. *Journal of Plant Research (Iranian journal of Biology)* **2014**, *27* (3), 450-464. (In Persian)
- Salehi, p.; Banj Shafiei, A.; Barin, M.; Khezri, Kh., Effect of surface fire on dynamic of some chemico-physical properties of forest soil, Sardasht, West Azarbayjan. *Forest Research and Development* **2020**, *6* (3), 395-410. (In Persian)
- Santos-de-Araújo, W., Different relationships between galling and non-galling herbivore richness and plant species richness: a meta-analysis. *Arthropod-Plant Interactions* **2013a**, *7* (4), 373-377.
- Santos-de-Araújo, W.; Scareli-Santos, C.; Guimarães-Guilherme, F.; Cuevas-Reyes, P., Comparing galling insect richness among Neotropical savannas: effects of plant richness, vegetation structure and super-host presence. *Biodiversity and Conservation* **2013b**, *22* (4), 1083-1094.
- Simon, N.; Bungton, M. L.; Forshage, M., Afrotropical Cynipoidea (Hymenoptera). *ZooKeys* **2015**, *493*, 1-176.
- Smith-Freedman, C. J.; Andersen, J. C.; Griffin, B. P.; Schick, K.; Elkinton, J. S., Rise and fall of oak gall wasp (Cynipidae) outbreak in Masachusetts. *Environmental Entomology* **2019**, *48* (6), 1277-1285.
- Tavakoli, M.; Hosseini-Chegeni, A.; Stone, G.; Sadeghi, S. E.; Atkinson, R. J.; Melika, G., The gall wasp fauna of Iran (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipinae): species checklist and biogeographical assessment. *Zootaxa* **2021**, *4948* (3), 301-335.
- Triyogo, A.; Yasuda, H., The effects of a parasitoid wasp of a gall-making insect on host plant characteristics & abundance of sharing host-plant herbivore. *Biodiversitas* **2019**, *20* (12), 3499-3507.
- Ward, A. K. G.; Sofia, I.; Sheikh, S. I.; Forbes, A. A., Diversity, host ranges, and potential drivers of speciation among the inquiline enemies of oak gall wasps (Hym.: Cynipidae). *Insect Systematics and Diversity* **2020**, *4* (6), 1-13.
- Zargaran, M. R.; Safaralizadeh, M. H.; Pourmirza, A. A., A study on the abundance and species diversity of cynipid wasps (Hym.: Cynipidae) in West Azerbaijan province, Iran. *Journal of Entomological Society of Iran* **2012**, *31* (2), 63-77. (In Persian)
- Zhang, Y. M.; Gates, M. W.; Shorthouse, J. D., Revision of Canadian Eurytomidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) associated with galls induced by cynipid wasps of the genus *Diplolepis* Geoffroy (Hymenoptera: Cynipidae) and description of new species. *Journal of Hymenoptera* **2017**, *61*, 1-29.

Parasitoids of the sexual generation of oak gall wasps on the Persian oak (*Quercus brantii* lindl.) and their species diversity and richness in Iranian northern Zagros forests

S. A. Hosseini¹, M. R. Zargaran^{*2}, H. Lotfalizadeh³, and J. Eshaghi Rad⁴

1- MSc. Student of Forestry, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (anvar.hosayni1992@gmail.com)

2- Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (m.zargaran@urmia.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Plant Protection, East-Azerbaijan Research Center of Agriculture and Natural Resources, Tabriz, I. R. Iran. (hlotfalizadeh@gmail.com)

4- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (j.eshagh@urmia.ac.ir)

Received: 29.04.2022 Accepted: 15.05.2022

Abstract

Parasitoid wasps are one of the natural enemies and major causes of mortality of Oak gall wasps (Cynipidae). This study was conducted during 2018-2019 in Rabat and Vavan regions (Sardasht – West-Azerbaijan) in order to identify the sexual generation of oak gall wasp's species on the Persian oak *Quercus brantii* and their natural enemies. The galls were reared to collect gall wasps and parasitoids in laboratory. Then, Species diversity, evenness and species richness (with Rarefaction method) were calculated with Ecological Mothology 3.0 software. 14 parasitoid wasps belonged to six families of Hymenoptera were identified. *Bootaniomyia dorsalis* had the highest frequency among collected parasitoid wasps from Rabat and Vavan in two years. The mean of diversity and evenness indexes in 2018 and 2019 in two studied regions showed that the mean of diversity between Rabat and Vavan had a significant difference in both years. The Shannon diversity index in Rabat was more than Vavan. The highest richness of parasitoids was recorded in Rabat in 2019.

Keywords: Oak, Population, Natural Enemies, Gall, Biodiversity.

* Corresponding author

Tel: +989149371708