مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال پانزدهم، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۴۰۲
ص ۲۴۲-۲۲۷
مقاله پژوهشی

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/ijf.2022.328053.1846
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.20086113.1402.15.3.7.4

تنوع و غنای گونه‌ای زنبورهای بالاخانوادهٔ Chalcidoidea مرتبط با نسل غیرجنسی زنبورهای گال‌زای بلوط دارمازو *Quercus infectoria* Oliv. در استان آذربایجان غربی

علی خداکریمی مغانجوقی [۱]، محمدرضا زرگران [۲*]، حسین لطفعلی‌زاده [۳] و جواد اسحاقی‌راد [۴]

[۱] دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه
[۲] استادیار گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه
[۳] دانشیار گروه گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، تبریز
[۴] استاد گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۵)

چکیده

زنبورهای گال‌زای بلوط در خانوادهٔ Cynipidae از مهم‌ترین حشرات وابسته به درختان بلوط هستند. به‌منظور جمع‌آوری و شناسایی جوامع پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زا روی بلوط دارمازو *Quercus infectoria* Oliv. نمونه‌برداری از گال‌ها با توجه به جمع‌آوری نسل غیرجنسی زنبورهای گال‌زای بلوط در مهر ۱۳۹۶ و در دو دامنهٔ ارتفاعی (۱۵۰۰-۱۳۰۰ و ۱۷۰۰-۱۵۰۰ متر از سطح دریا) در مناطق پردانان و میرآباد انجام گرفت. حشرات خارج‌شده از گال‌ها شناسایی و سپس شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای آنها با استفاده از نرم‌افزار Ecological Methodology 3/0 محاسبه شد. میانگین تیمارهای اندازه‌گیری‌شده بین دامنه‌های ارتفاعی با آزمون تی استیودنت مستقل در نرم‌افزار SPSS 21 مقایسه شد. براساس نتایج از دو منطقهٔ تحت بررسی بیست گونه زنبور گال‌زای بلوط و ده گونه زنبور پارازیتویید متعلق به پنج خانواده از راستهٔ بال‌غشاییان شناسایی شد. از بیست گونه زنبور گال‌زای بلوط جمع‌آوری‌شده، فقط پانزده گونه دارای پارازیتویید بودند. دو گونه زنبور گال‌زای *Andricus coriarius* Hartig و *Andricus coriariformis* Melika et al. دارای بیشترین تعداد زنبور پارازیتویید بودند. در بین زنبورهای پارازیتویید شناسایی‌شده نیز بیشترین فراوانی مربوط به گونهٔ *Aulogymnus gallarum* Linnaeus بود که دست‌کم در ده گونه زنبور گال‌زای بلوط اصلی‌ترین پارازیتویید بود و با فراوانی زیاد مشاهده شد. مقادیر میانگین شاخص‌های تنوع و یکنواختی گونه‌ای پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زای بلوط دارمازو در مناطق و همچنین در دامنه‌های ارتفاعی متفاوت، از اختلاف معنی‌داری برخوردار نبودند.

واژه‌های کلیدی: آذربایجان غربی، بلوط دارمازو، تغییرات جمعیتی، دشمن طبیعی، گال.

مقدمه

جنگل‌های زاگرس از مهم‌ترین رویشگاه‌های جنگلی ایران و اصلی‌ترین رویشگاه گونه‌های مختلف بلوط در غرب و شمال غرب به‌شمار می‌آیند (Bazyar et al., 2013; Azim Nejad et al., 2021). جنگل‌های زاگرس به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم می‌شوند (Salmani et al., 2021). سه گونه بلوط موجود در استان آذربایجان‌غربی عبارت‌اند از دارمازو *Quercus infectoria* Oliv.، وی‌ول *Q. libani* Oliv. و بلوط ایرانی *Q. brantii* Lindl. که به‌صورت خالص یا مخلوط در قسمت‌های مختلف زاگرس شمالی پراکنده‌اند (Sabeti, 1998; Khodami et al., 2021). استان آذربایجان‌غربی در زاگرس شمالی قرار گرفته و رویشگاه دارمازو *Q. infectoria* است (Sagheb-

* نویسندهٔ مسئول
شمارهٔ تماس: ۰۹۱۴۹۳۷۱۷۰۸
ایمیل: m.zargaran@urmia.ac.ir

Talebi et al., 2004). گال‌ها سازه‌های غیرطبیعی روی گیاه میزبان‌اند و توسط عواملی مانند حشرات، کنه‌ها و ویروس‌های گیاهی ایجاد می‌شوند. در میان حشرات گال‌زای بلوط در جهان، گروه بزرگی از زنبورهای گال‌زای بلوط (Hymenoptera: Cynipidae) وجود دارند Liljeblad & Ronquist, (1998). در بین حشرات گال‌زا مانند شته‌ها و زنبورها، بیشتر گونه‌های زنبورهای گال‌زا، درختان بلوط را برای فعالیت انتخاب می‌کنند و در تشکیل گال روی اندام مشخصی تخصص یافته‌اند (Mutun & Dinc, 2015; Ronquist et al., 2015). در حدود ۸۰ درصد از زنبورهای گال‌زا روی درختان بلوط فعالیت و گال‌های متنوعی را پدید می‌آورند. از جنس‌های مهم زنبورهای گال‌زا می‌توان به *Andricus* و *Cynips* اشاره کرد (Francati et al., 2015). براساس آخرین پژوهش‌ها، ۱۲۱ گونه از زنبورهای گال‌زای بلوط متعلق به ۲۴ جنس در عرصه‌های جنگلی زاگرس معرفی شده‌اند. تعدادی از این زنبورهای گال‌زا برای نخستین بار گزارش شده‌اند و برای دنیای علم جدیدند (Tavakoli et al., 2021). در پژوهش‌های متعددی مشاهده شد که اجتماعات زیستی مختلف دیگری از زنبورهای پارازیتویید و مهمان یا Inquiline در گال‌ها مستقرند (Azizkhani et al., 2007; Ward et al., 2020). بیش از هفتاد گونه حشره (پارازیتویید و مهمان)، از گال‌های بلوط منطقهٔ رویشی زاگرس جمع‌آوری، شناسایی و گزارش شده است (Azizkhani et al., 2007; Tavakoli, 2019). زنبورهای گال‌زا به‌عنوان عامل مولد ایجاد گال، به‌همراه حشرات مهمان و همچنین زنبورهای پارازیتویید، شکارگرها و قارچ‌ها (به‌عنوان دشمنان طبیعی) از عوامل موجود در گال‌های بلوط هستند (Sadeghi et al., 2006, 2014). در ایران بررسی‌های محدودی روی پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زا صورت گرفته و تعداد کمی زنبور پارازیتویید نیز معرفی شده است. Davatchi & Chodjai (1968) گونه‌ای زنبور پارازیتویید متعلق به خانوادهٔ Ormyridae به نام *Ormyrus punctiger* Westwood را از گال‌های متعلق به زنبور *Neuroterus lenticularis* Oliv. از استان کردستان معرفی کردند. آنان همچنین سه گونه زنبور دیگر متعلق به خانوادهٔ Torymidae شامل گونه‌های *Torymus* sp. Dalman و *nigricornis* *T.* Boheman را از روی گال‌های متعلق به زنبور گال‌زای *Cynips* sp. (روی بلوط *Q. infectoria*) در استان کردستان و زنبور *T. bedeguaris* L. را از زنبورهای گال‌زای Cynipidae روی گیاه نسترن در گردنهٔ حیران و اصفهان گزارش کردند. Azizkhani (2006) اعلام کرد که در ایران بررسی‌های محدودی روی پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زا صورت گرفته و تعداد کمی زنبور پارازیتویید معرفی شده است. او یک گونه زنبور پارازیتویید از خانوادهٔ Ormyridae با نام *Ormyrus punctiger* Westwood را از گال مربوط به زنبور گال‌زای *Neuroterus lenticularis* Oliv. روی بلوط دارمازو در استان کردستان معرفی کرد. در پژوهشی دیگر مشخص شد که زنبورهای پارازیتویید، زنبورهای مهمان و نیز بندپایان مفیدی که از این گال‌ها به‌عنوان محلی برای زمستان‌گذرانی استفاده می‌کنند، اثر بارزی در ایجاد و حفظ تعادل اکولوژیک آفات دارند (Sadeghi et al., 2006).

Azizkhani et al. (2007) فون پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زای بلوط در استان لرستان را بررسی کرده است. در این تحقیق گال‌های متعلق به یازده گونه زنبور گال‌زا از روی بلوط ایرانی *Q. brantii* و گال‌های متعلق به سیزده گونه زنبور گال‌زا نیز از روی بلوط دارمازو *Q. infectoria* جمع‌آوری و معرفی شدند.

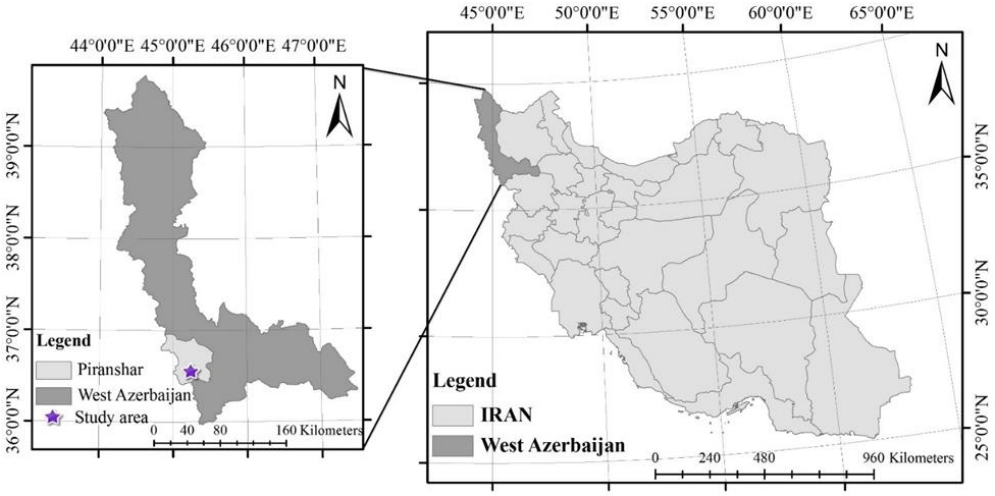
بیشتر پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زا، پارازیت‌های خارجی و انفرادی‌اند. این عوامل به‌شدت به میزبان خود وابسته‌اند و از میزبان به‌عنوان منبع غذایی برای ادامه حیات استفاده می‌کنند (Rokas et al., 2003).

Nazemi et al. (2008) تنوع گونه‌ای زنبورهای گال‌زای بلوط، پارازیتوییدها و دیگر عوامل آنها را در استان‌های کرمانشاه، ایلام و کردستان بررسی کردند. Lotfalizadeh et al. (2012) نیز ضمن مرور گونه‌های متعلق به جنس *Ormyrus* sp. در ایران گونه جدیدی از این جنس را با عنوان *Ormyrus pallens* Lotfalizadeh & Askew, 2012 برای نخستین بار در جهان به‌عنوان پارازیتوییدو دو گونه زنبور گال‌زای *Pseudoneuroterus macropterus* Hartig و *P. lanuginosus* Giraud از ایران توصیف و گزارش کردند. در سال‌های اخیر بررسی‌های متعدد روی پارامترهای اکولوژیک حشرات و پارازیتوییدهای آنها در ایران صورت گرفته است (Lotfalizadeh et al., 2014, 2015; Tavakoli, 2019). تحقیق حاضر با هدف جمع‌آوری و شناسایی زنبورهای گال‌زا و پارازیتوییدهای زنبورهای نسل غیرجنسی گال‌زای دارمازو *Q. infectoria* در مناطق مختلف استان آذربایجان غربی و نیز تعیین شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای آنها انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

محل اجرای طرح جنوب غربی استان آذربایجان غربی (منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ میرآباد) با مساحت تقریبی ۱۲۰۰۰ هکتار بود (شکل ۱). در حدود ۹۰ درصد پوشش درختان جنگلی این منطقه را سه گونه بلوط *Quercus infectoria*، *Q. libani* و *Q. brantii* تشکیل می‌دهند. اقلیم مناطق بررسی‌شده با روش دومارتن، خیلی مرطوب سرد گزارش شده است. حداکثر ارتفاع منطقه ۲۰۰۰ و حداقل آن نیز ۱۰۰۰ متر از سطح دریاست. متوسط بارندگی سالیانه ۹۰۰-۸۰۰ میلی‌متر و متوسط دما ۲۰-۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد است.



شکل ۱- موقعیت مناطق پژوهش در جنوب غربی استان آذربایجان غربی

Figure 1. Situation of study areas in south-west of West-Azarbaijan province

شیوهٔ اجرای پژوهش

جمع‌آوری گونه‌های پارازیتویید زنبورهای گال‌زای خانواده Cynipidae روی بلوط دارمازو *Q. infectoria* مستلزم جمع‌آوری گال‌های تشکیل‌شده توسط این دسته از حشرات است. نمونه‌برداری در دو دامنهٔ ارتفاعی (۱۵۰۰-۱۳۰۰ و ۱۷۰۰-۱۵۰۰ متر از سطح دریا) در مناطق پردانان و میرآباد در سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. زمان نمونه‌برداری با توجه به شرایط آب‌وهوایی استان به‌گونه‌ای انتخاب شد که در زمان نمونه‌برداری، گال‌ها مرحلهٔ بلوغ خود را طی کرده باشند. نمونه‌برداری با توجه به جمع‌آوری نسل غیرجنسی زنبورهای گال‌زای بلوط در مهرماه انجام گرفت. از هر گال ۵۰ عدد به‌طور مجزا جمع‌آوری و پارازیتوییدهای خارج‌شدهٔ مربوط به هر گال و به‌تفکیک در هر ایستگاه

و هر ارتفاع، شناسایی و در جدول‌های از قبل تهیه‌شده ثبت شدند (در مجموع در دو منطقه و در دو دامنهٔ ارتفاعی، ۲۰۰ عدد از هر گال موجود). گال‌ها پس از جمع‌آوری در داخل پاکت‌های کاغذی قرار داده شده و پس از کدگذاری به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها برای جمع‌آوری عوامل گال‌زا و پارازیتوییدهای مربوط در شرایط آزمایشگاهی پرورش داده شدند. حشرات خارج‌شده از گال‌ها براساس خانواده، جنس و گونه تفکیک و به همراه مشخصات مربوط به شیشهٔ حاوی الکل ۷۵ درصد منتقل شدند. پارازیتوییدهای جمع‌آوری‌شده توسط نگارندهٔ سوم مقاله و براساس منابع موجود (Askew & Thúroczy, 2004; Melika, 2006) شناسایی و تأیید شدند. با استفاده از گونه‌های پارازیتویید شناسایی‌شده و فراوانی آنها، شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای محاسبه شد.

با نمونه‌برداری اولیه و استفاده از رابطهٔ ۱ تعداد نمونهٔ مناسب محاسبه شد (Southwood & Henderson, 2000):

رابطهٔ ۱ $$N=\left[t\times s/d\times m\right]2$$

t: از جدول تی استیودنت، s: انحراف معیار، d: مقدار خطا، m: میانگین نمونه‌برداری اولیه و N: تعداد نمونه).

۳۰ درخت در هر دامنه ارتفاعی مربوط به هر منطقه و در مجموع ۱۲۰ درخت بلوط دارمازو در دو منطقه مشخص شدند و دو دامنهٔ ارتفاعی مختلف در هر یک از مناطق مورد بررسی، شمارش شده و گال‌ها جمع‌آوری شدند. درخت‌ها به‌طور تصادفی و به‌صورت ترانسکت خطی (به طول ۱۰۰ متر و افقی) بررسی شدند (Sabeti, 1998).

محاسبهٔ شاخص‌ها

با استفاده از فراوانی‌های به‌دست‌آمده از شمارش پارازیتوییدها، شاخص‌های غنای گونه‌ای به روش ریرفکشن، شاخص‌های یکنواختی و همچنین تنوع گونه‌ای سیمسون و شانون- وینر استفاده شدند:

۱- غنای گونه‌ای

غنای گونه‌ای به برآورد تعداد گونه‌های موجود در یک محل می‌پردازد. یکی از روش‌های اندازه‌گیری غنای گونه‌ای استفاده از روش ریرفکشن (Rarefaction) است که در پژوهش حاضر به‌کار رفت (Schowalter, 1996; Magurran, 2004) (رابطهٔ ۲).

رابطهٔ ۲ $$E\left(\hat{S}_n\right)=\sum_{i=1}^{s}\left[1-\frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}}\right]$$

$E(S_n)$= تعداد گونه‌های مورد انتظار در نمونه‌ای تصادفی با n فرد؛

S= مجموع تعداد گونه‌ها در کل جمع‌آوری؛

Ni= تعداد افراد در گونهٔ i؛

N= مجموع تعداد افراد در جمع‌آوری؛

n= ارزش اندازه نمونه (تعداد افراد) انتخاب‌شده برای استاندارد شدن ($n\leq N$)؛

$\binom{N}{n}$= تعداد ترکیباتی از n فرد که می‌توان از گروهی با N فرد انتخاب شود (Schowalter, 1996).

۲- تنوع گونه‌ای

۲-۱- شاخص تنوع سیمسون: در این قسمت با استفاده از رابطهٔ ۳ شاخص تنوع سیمسون (Simpson index) محاسبه شد (Magurran, 2004).

رابطهٔ ۳ $$1-D=1-\sum(Pi)^2$$

شاخص تنوع سیمسون = (1 – D) و نسبت افراد گونهٔ i ام در جامعه = Pi

۲-۲- شاخص تنوع شانون: در این قسمت از یکی از شاخص‌های تئوری اطلاعات در محاسبهٔ تنوع گونه‌ای با نام شاخص شانون Shannon index استفاده شد که با استفاده از رابطهٔ ۴ محاسبه شد (Schowalter, 1996).

رابطهٔ ۴ $$H=-\sum_{i=1}^{s}p_i lnp_i$$

که در این رابطه: H: شاخص تنوع شانون، S: تعداد گونه و Pi: فراوانی نسبی گونهٔ i ام است.

در این شاخص فرض شده است که افراد از یک جامعهٔ بزرگ و به‌طور تصادفی انتخاب شده‌اند (Schowalter, 1996).

۳- یکنواختی

۳-۱- شاخص یکنواختی سیمسون: برای محاسبهٔ این شاخص از رابطهٔ ۵ استفاده شد (Schowalter, 1996).

رابطهٔ ۵ $$E_{1/D} = \frac{1/\hat{D}}{S}$$

$E_{1/D}$ =یکنواختی شاخص Simpson index

$\hat{D}$ = شاخص Simpson و S: تعداد گونه در نمونه (Schowalter, 1996).

۳-۲- شاخص یکنواختی شانون: برای محاسبهٔ این شاخص از رابطهٔ ۶ استفاده شد (Schowalter, 1996).

رابطهٔ ۶ $$E = \frac{H}{H_{max}}$$

H_{max}: حداکثر میزان شاخص تنوع شانون (Schowalter, 1996; Magurran, 2004).

۴- شاخص شباهت

برای مقایسهٔ ترکیب گونه‌ای پارازیتویید‌های زنبورهای گال‌زا بین مناطق از شاخص سورنسن استفاده شد (رابطهٔ ۷).

۴-۱- شاخص شباهت سورنسن

رابطهٔ ۷ $$Cs = 2a/(2a + b + c)$$

a: تعداد گونهٔ مشترک در هر دو منطقه، b: تعداد گونه در منطقهٔ B که در منطقهٔ A نیست. c: تعداد گونهٔ موجود در منطقهٔ A که در منطقهٔ B نیست (Schowalter, 1996).

برای اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای از نرم‌افزار Ecological methodology 3.0 و برای بررسی و تعیین وجود تفاوت بین تیمارهای مورد نظر و مقایسه‌های جفتی (مقایسهٔ دو منطقه و دو دامنهٔ ارتفاعی متفاوت)، از آزمون تی مستقل با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21 در سطح احتمال ۵ درصد و برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار اکسل 2011 استفاده شد.

نتایج

در این بررسی از منطقهٔ پردانان پیرانشهر و میرآباد سردشت بیست گونه زنبور گال‌زا و ده گونه زنبور پارازیتویید متعلق به پنج خانواده از راستهٔ بال‌غشاییان از این گونه‌های گال‌زای بلوط جمع‌آوری و شناسایی شدند (جدول‌های ۱ و ۲). از بیست گونه زنبور گال‌زای جمع‌آوری‌شده، پانزده گونه دارای پارازیتویید بودند. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، از مجموع بیست گال زنبور گال‌زای جمع‌آوری‌شده از دو منطقه، از منطقه پردانان در ارتفاع ۱۵۰۰-۱۳۰۰ متر چهارده گونه زنبور و از ارتفاع ۱۷۰۰-۱۵۰۰ متر همان منطقه نُه گونه زنبور، از منطقه میرآباد در ارتفاع ۱۳۰۰-۱۵۰۰ متر یازده گونه زنبور و از ارتفاع ۱۷۰۰-۱۵۰۰ متر میرآباد نیز سیزده گونه زنبور جمع‌آوری شدند. بیشترین تعداد زنبور گال‌زا مربوط به پردانان در ارتفاع ۱۵۰۰-۱۳۰۰ متر به تعداد چهارده گونه و کمترین گونهٔ زنبور گال‌زا از همان منطقه با ارتفاع ۱۷۰۰-۱۵۰۰ متر بود. گونه‌های گال‌زای *Andricus quercuscalicis* Borgsdorf، *A. megatruncicolus* Melika و *A. assarehi* Tavakoli تنها از پردانان و گونه‌های گال‌زای *A. coriariformis* Melika، *A. quercustozae* Bosc، *A. pseudoaries* Melika و *Neuroterus anthracinus galeatus* Giraud Curtis از میرآباد جمع‌آوری شدند. بقیهٔ گونه‌های گال‌زای جمع‌آوری‌شده (دوازده گونه) در هر دو منطقه حضور داشتند.

معرفی پارازیتویید‌های جمع‌آوری‌شده

در این تحقیق و در مجموع ده گونه زنبور پارازیتویید از گال‌های زنبورهای گال‌زای بلوط دارمازو در مناطق تحت بررسی و در ارتفاعات مختلف جمع‌آوری و شناسایی شدند (جدول ۲ و شکل ۲).

بیشترین و کمترین فراوانی پارازیتوییدها در هر دو منطقه و در هر دامنه ارتفاعی به‌ترتیب مربوط به گونه‌های *Aulogymnus gallarum* L. و *A. bicolor* Askew بود.

جدول ۱- زنبورهای گال‌زای جمع‌آوری‌شده از مناطق تحت بررسی در ارتفاعات مختلف از سطح دریا

Table 1. Collected oak gallwasps species from study areas at different altitudes

گونهٔ زنبور گال‌زا Oak gallwasps species	نوع گال Gall type	پردانان Pardanan		میرآباد Mirabad	
		ارتفاع منطقه (متر از سطح دریا) Above sea level (m)		ارتفاع منطقه (متر از سطح دریا) Above sea level (m)	
		1300-1500	1500-1700	1300-1500	1500-1700
Andricus askewii Melika & Stone, 2001	Branch	●	●	●	●
Andricus assarehi Tavakoli, 2008	Branch		●		
Andricus coriariformis Melika, 2008	Branch			●	●
Andricus coriarius Hartig, 1843	Branch	●	●	●	
Andricus galeatus Giraud, 1859	Branch				●
Andricus quercustozaa Bosc, 1792	Branch			●	●
Andricus lucidus Hartig, 1843	Branch	●	●	●	●
Andricus curtisii Muller, 1870	Trunk	●			●
Andricus megalucidus Melika, 2004	Branch	●	●		●
Andricus megatruncicolus Melika, 1859	Branch	●	●		
Andricus moreae Hartig, 1905	Branch	●	●		●
Andricus pseudoaries Melika, 2008	Branch				●
Andricus quercuscalicis Borgsdorf, 1783	Branch	●			
Andricus streralichtii Bellido, 2004	Trunk	●		●	●
Andricus tomentosus Trotter, 1901	Trunk	●		●	●
Cynips quercusfolii Linnaeus, 1758	Leaf	●			●
quercus Fourcroy, 1785 *Cynips*	Leaf	●	●	●	●
Neuroterus anthracinus Curtis, 1838	Leaf			●	
Neuroterus numismalis Geofroy, 1785	Leaf	●		●	
Neuroterus quercusbaccarum L., 1758	Leaf	●	●	●	

جدول ۲- پراکنش و درصد فراوانی پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زای بلوط در مناطق پژوهش

Table 2. Distribution and abundance of oak gallwasps parasitoids species from study areas

گونهٔ پارازیتویید زنبور گال‌زا Oak gallwasps parasitoids species	خانواده Family	پردانان Pardanan		میرآباد Mirabad	
		ارتفاع منطقه از سطح دریا (متر) Above sea level (m)		ارتفاع منطقه از سطح دریا (متر) Above sea level (m)	
		1300-1500	1500-1700	1300-1500	1500-1700
Aulogymnus bicolor Askew	Eulophidae	1	-	-	-
Aulogymnus gallarum Linnaeus	Eulophidae	67	65	57	34/6
Baryscapus anasillus Graham	Eulophidae	2	-	-	-
Bootanomyia dorsalis Fabricius	Torymidae	11	5/4	7/4	7/7
Cecidostiba fungosa Geoffroy	Pteromlaidae	9/5	13/4	17/6	13/4
Eurytoma adleriae Zerov	Eurytomidae	4/5	2/6	7/5	7/7
Ormyrus nitidulus Fabricius	Ormyridae	-	2	1	-
Ormyrus pomaceus Geoffroy	Ormyridae	3	7/6	4/5	27
Sycophila iracemae Nieves-Aldrey	Eurytomidae	2	4	2	4
Torymus auratus Müller	Torymidae	-	-	3	5/6

براساس جدول ۳ مشاهده می‌شود که زنبور پارازیتویید *A. gallarum*، یازده گونه، زنبور گونهٔ *A. bicolor* یک گونه، *Baryscapus anasillus* L. سه گونه، زنبور *Bootanomyia dorsalis* Fabricius پنج گونه، زنبور پارازیتویید *Torymus auratus* Muller دو گونه، *Eurytoma adleriae* Zerov شش گونه، زنبور پارازیتویید *Sycophila iracemae* Nieves-Aldrey هفت گونه، *Cecidostiba fungosa* Geoffroy هفت گونه، زنبور *Ormyrus pomaceus* Geoffroy نه گونه و زنبور *Ormyrus nitidulus* Fabricius دو گونه زنبور گال‌زای بلوط را مورد حمله قرار می‌دهند.

در بین گونه‌های گال‌زای جمع‌آوری‌شده، زنبورهای *Andricus sternlichtii* Bellido، *A. curtisi* Muller، *A. pseudoaries* Melika و گونهٔ *Neuroterus anthracinus* Curtis فاقد دشمن طبیعی بودند. دو گونه زنبور گال‌زای *A. coriarius* Hartig و *A. moreae* Hartig دارای بیشترین تعداد گونه زنبور پارازیتویید بودند. بیشترین فراوانی در بین زنبورهای پارازیتویید مربوط به گونهٔ *A. gallarum* بود. این زنبور پارازیتویید با جمعیت زیاد، در یازده گونه زنبور گال‌زا به‌عنوان اصلی‌ترین پارازیتویید جمع‌آوری شد. اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد از نظر تعداد زنبورهای گال‌زا و همچنین پارازیتوییدهای جمع‌آوری‌شده بین مناطق پردانان و میرآباد دیده نشد.

جدول ۳- پارازیتوییدهای جمع‌آوری‌شده به‌تفکیک زنبور گال‌زای میزبان در مناطق پژوهش[1]

Table 3. Collected parasitoids species by separating the oak gallwasps species in the study areas

پارازیتویید Parasitoid / زنبور گال‌زا Gallwasp	A. gallarum	A. bicolor	B. anasillus	B. dorsalis	C. fungosa	E. adleriae	O. nitidulus	O. pomaceus	S. iracemae	T. auratus
Andricus askewii	+n							+n		
A. assarehi	+n									
A. coriariformis	+n			+n	+n	+n		+n	+n	
A. coriarius	+	+n	+n	+	+n	+n		+	+	
A. quercustozae					+n				+n	
A. lucidus	+n			+	+n	+n		+	+n	
A. megalucidus	+n		+n	+n	+n	+n		+	+n	
A. megatruncicolus							+n			
A. moreae	+n		+n	+n	+n	+n	+n	+n	+n	
A. quercuscalicis	+n									
A. tomentosus	+n									
Cynips quercus									+n	+
C. quercusfolii	+n				+n	+		+		+
Neuroterus numismalis								+		
N. quercusbaccarum								+		

[1]: (n: نشان‌دهندهٔ ارتباط میزبانی جدید با پارازیتویید و +: علامت حضور پارازیتویید در گال مربوط).

[1](n:indicate the relationship of new host with the parasitoid, & +: presence the parasitoid in the corresponding gall)

جدول ۴- مقایسهٔ میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای و یکنواختی پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زا در پردانان

Table 4. Mean comparison of species diversity & evenness indices of gallwasps parasitoids in Pardanan

Sig	df	t	میانگین (±SE) Mean (±SE)	ارتفاع منطقه از سطح دریا (متر) Above sea level (m)	شاخص Index
0/710^{ns}	18	0/807	0/508±0/168 0/411±0/212	1300-1500 1500-1700	Simpson diversity
0/910^{ns}	18	0/591	1/234±0/491 1/265±0/582	1300-1500 1500-1700	Shannon diversity
0/114^{ns}	18	0/451	0/695±0/233 0/745±0/073	1300-1500 1500-1700	Simpson evenness
0/325^{ns}	18	0/305	0/767±0/202 0/801±0/137	1300-1500 1500-1700	Shannon evenness

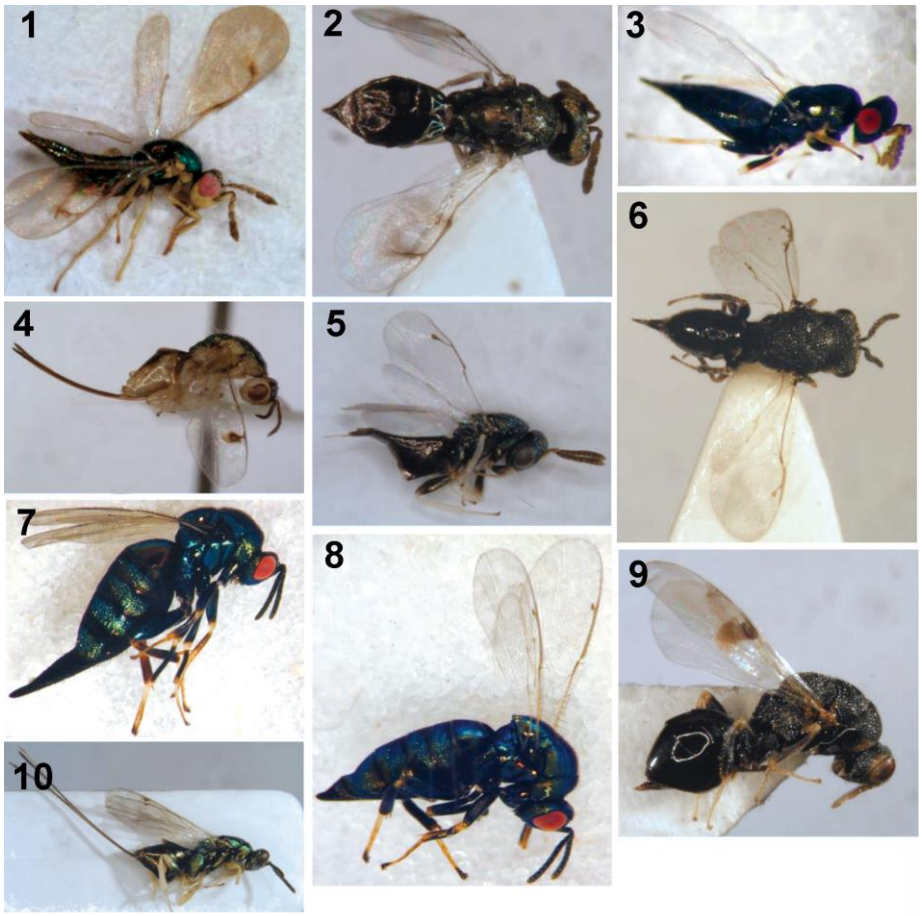
(^{ns}: عدم معنی‌داری در سطح پنج درصد - *: non significant at 5%)

جدول ۵ - مقایسهٔ میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای و یکنواختی پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زا در میرآباد

Table 5. Mean comparison of species diversity & evenness indices of gallwasps parasitoids in Mirabad

Sig	df	t	میانگین (±SE) Mean (±SE)	ارتفاع منطقه از سطح دریا (متر) Above sea level (m)	شاخص Index
0/992^{ns}	18	0/727	0/497±0/226 0/606±0/245	1300-1500 1500-1700	Simpson diversity
0/127^{ns}	18	0/959	1/191±0/548 1/453±0/269	1300-1500 1500-1700	Shannon diversity
0/661^{ns}	18	0/364	0/645±0/257 0/698±0/203	1300-1500 1500-1700	Simpson evenness
0/265^{ns}	18	0/421	0/635±0/195 0/521±0/214	1300-1500 1500-1700	Shannon evenness

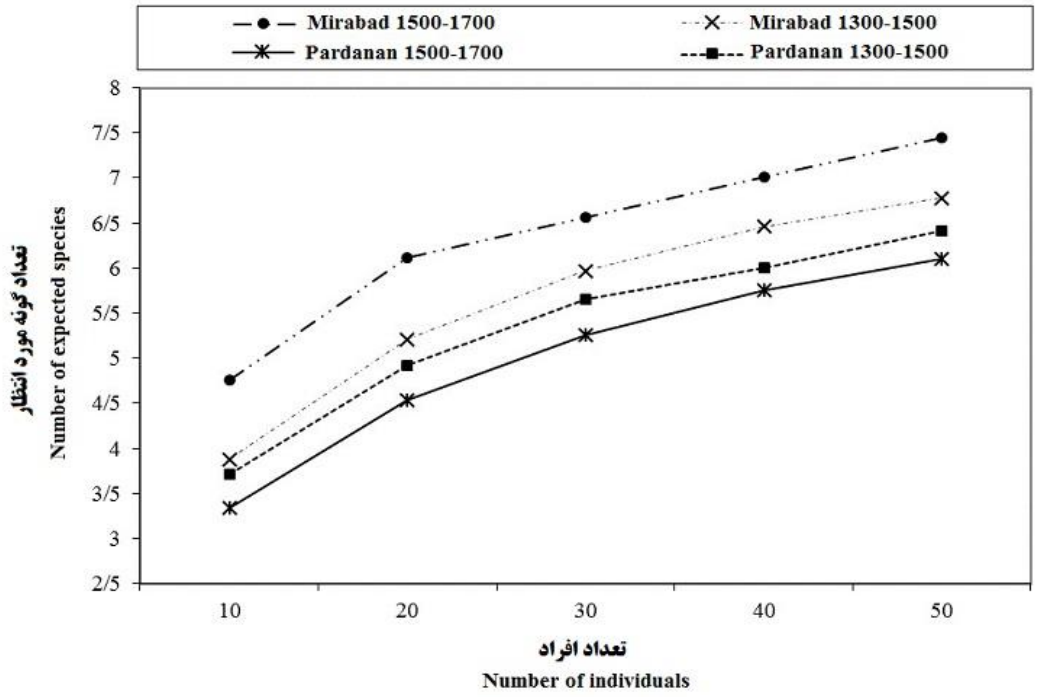
براساس جدول‌های ۴ و ۵ به‌نظر می‌رسد که عامل ارتفاع منطقه هیچ تأثیری در تنوع و غنای گونه‌ای و همچنین یکنواختی شاخص‌ها ندارد. در مقایسه‌های جفتی بین شاخص‌های تنوع و یکنواختی محاسبه‌شده در دو منطقه و در دو دامنهٔ ارتفاعی متفاوت، مقادیر میانگین‌ها از اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد برخوردار نیست که نشان می‌دهد ارتفاع از سطح دریا تأثیری بر فراوانی و تنوع گونه‌ای پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زای بلوط نداشته است. به این معنا که بین دو ارتفاع مختلف در یک منطقه، میانگین شاخص‌های تنوع به‌نسبت یکسان بوده است. غنای گونه‌ای زنبورهای پارازیتویید زنبورهای گال‌زای بلوط نیز به روش ریرفکشن محاسبه و در شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۲- تصاویر پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زای بلوط از مناطق پردانان و میرآباد در سال ۱۳۹۶

Figure 2. Oak gallwasps parasitoids species from Pardanan and Mirabad in 2018

1-*Aulogymnus bicolor*, 2-*Aulogymnus gallarum*, 3-*Baryscapus anasillus*, 4-*Bootanomyia dorsalis*, 5-*Cecidostiba fungosa*, 6-*Eurytoma adleriae*, 7-*Ormyrus nitidulus*, 8-*Ormyrus pomaceus*, 9-*Sycophila iracemae*, and 10-*Torymus auratus*.



شکل ۳- غنای گونه‌ای پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زای بلوط در مناطق پردانان و میرآباد در سال ۱۳۹۶
Figure 3. Species richness of oak gallwasps parasitoids species at Pardanan and Mirabad in 2018

در مقایسهٔ بین غنای گونه‌ای پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زای بلوط در تابستان ۱۳۹۶ و در مناطق تحت بررسی به روش ریرفکشن مشاهده شد که منحنی رابطهٔ بین تعداد در هر نمونه‌برداری و تعداد گونه‌های مورد انتظار به‌صورت خطی افزایش می‌یابد و پس از تعداد ۵۰ فرد در هر نمونه‌برداری به‌صورت افقی درمی‌آید. در این حالت تعداد گونه‌های مورد انتظار در ارتفاع ۱۷۰۰-۱۵۰۰ متر منطقهٔ میرآباد ۷/۴۵ (هشت گونه)، در ارتفاع ۱۵۰۰-۱۳۰۰ متر و در همان منطقه ۶/۷۸ گونه (شش یا هفت گونه)، در ارتفاع ۱۵۰۰-۱۳۰۰ متر در منطقهٔ پردانان ۶/۴۱ (۶ یا ۷ گونه) و در ارتفاع ۱۷۰۰-۱۵۰۰ متر نیز شش گونه برآورد شد که با تعداد گونه‌های جمع‌آوری‌شده نیز مطابقت داشت. از این‌رو می‌توان گفت که بیشترین غنای گونه‌ای پارازیتوییدهای نسل غیرجنسی زنبورهای گال‌زای بلوط دارمازو *Q. infectoria* در تابستان در منطقهٔ میرآباد، در ارتفاع ۱۷۰۰-۱۵۰۰ متر بوده است. برای مثال اگر پنجاه عدد (پنجاه پارازیتویید زنبور گال‌زای نسل غیرجنسی) به‌طور تصادفی در فصل تابستان از منطقهٔ میرآباد به ارتفاع ۱۷۰۰-۱۵۰۰ متر انتخاب شوند، به احتمال ۹۵ درصد متعلق به حداقل هفت گونه و حداکثر هشت گونه پارازیتویید زنبور گال‌زا هستند؛ درحالی که غنای گونه‌ای با سی پارازیتویید زنبور گال‌زای بلوط در منطقهٔ پردانان (ارتفاع ۱۷۰۰-۱۵۰۰ متر)، متعلق به حداقل شش گونه و حداکثر هفت گونه محاسبه شد (شکل ۲). شاخص شباهت سورنسن زنبورهای پارازیتویید بین مناطق مختلف محاسبه و در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین شاخص شباهت پارازیتوییدهای مربوط به زنبورهای گال‌زای بلوط (۹۳ درصد)، بین دو منطقهٔ میرآباد با ارتفاع ۱۵۰۰-۱۳۰۰ متر از سطح دریا و پردانان با ارتفاع ۱۷۰۰-۱۵۰۰ متر از سطح دریا مشاهده شد. کمترین شاخص شباهت پارازیتوییدهای شناسایی‌شده مربوط به زنبورهای گال‌زای بلوط (۷۵ درصد) بین دو منطقهٔ میرآباد با ارتفاع ۱۵۰۰-۱۳۰۰ متر از سطح دریا و پردانان با ارتفاع ۱۵۰۰-۱۳۰۰ متر از سطح دریا دیده شد.

جدول ۶- شاخص شباهت سورنسن مربوط به پارازیتوییدهای زنبورهای گال‌زای بلوط بین مناطق مختلف
Table 6. Sorensen similarity index of oak gallwasps parasitoids between study areas

تیمار Treatment	Pardanan 1300-1500	Pardanan 1500-1700	Mirabad 1300-1500	Mirabad 1500-1700
Pardanan 1300-1500	-	0/80	0/75	0/80
Pardanan 1500-1700		-	0/93	0/85
Mirabad 1300-1500			-	0/91
Mirabad 1500-1700				-

بحث

در مناطق تحت بررسی از تعداد بیست گونه زنبور گال‌زا، پانزده گونه متعلق به جنس *Andricus* sp.، دو گونه متعلق به جنس *Cynips* sp. و سه گونه متعلق به جنس *Neuroterus* sp. روی اندام‌های مختلف (شاتون، برگ و جوانه) جمع‌آوری شدند. بیشترین تعداد زنبور گال‌زا روی شاخه‌های درختان بلوط فعال بودند. *Andricus* sp. تنها جنسی است که از بیشترین فراوانی روی بلوط دارمازو *Q. infectoria* برخوردار بود. Chodjai (1980) سی‌وشش گونه زنبور گال‌زای مرتبط با بلوط دارمازو *Q. infectoria* را از ایران گزارش کرد و نیز نشان داد که اغلب نسل غیرجنسی این زنبورها روی *Q. infectoria* تشکیل می‌شوند. Azizkhani et al. (2007) یازده گونه زنبور گال‌زای مرتبط با *Q. infectoria* را در استان لرستان گزارش کردند. براساس پژوهش‌ها، هشتادودو گونه زنبور گال‌زا برای فون ایران معرفی شده، به‌طوری که بیست‌وپنج گونه از آنها برای نخستین بار در جهان شناسایی شده‌اند (Sadeghi et al., 2010). در تحقیقی بیست‌وهشت گونه زنبور گال‌زای بلوط دارمازو و بلوط ایرانی *Q. brantii* در فصل تابستان و پاییز از استان آذربایجان غربی جمع‌آوری شدند. این گونه‌ها به تفکیک هر جنس عبارت‌اند از: جنس *Andricus* با هجده گونه، *Cynips* با سه گونه، *Neuroterus* با چهار گونه، *Pesudoneuroterus* با یک گونه و *Aphelonyx* با دو گونه. همان‌طور که مشاهده می‌شود گونه‌های متعلق به جنس *Andricus* از غنای گونه‌ای بیشتری در مقایسه با بقیهٔ گونه‌های گال‌زا برخوردارند (Zargaran et al., 2008). جنس *Andricus* با دارا بودن حدود سیصد گونهٔ شناسایی‌شده در جهان بیشترین تعداد گونه‌های زنبورهای گال‌زای بلوط را به خود اختصاص داده است (Melika et al., 2004; Price, 2005). این جنس در اروپا دارای هشتادویک گونه است (Melika & Abrahamson, 2000). در این پژوهش تعداد گونه‌های متعلق به جنس *Andricus* تنوع زیادی داشتند. با توجه به یکسان بودن اقلیم مناطق و گونهٔ بلوط موجود، به نظر می‌رسد که تفاوت در حضور یا نبود برخی از گونه‌های گال‌زا در یک منطقه (حضور سه گونه زنبور گال‌زا در منطقهٔ پردانان و نبود آنها در میرآباد) به‌دلیل حضور زیرگونه‌های مختلف بلوط (اصلی‌ترین عامل پراکنش این زنبورهای گال‌زا) شایان بررسی باشد. گونه‌های مختلف بلوط زیرگونه‌های متعددی دارند و از پراکنش متفاوتی در استان آذربایجان غربی برخوردارند (Sabeti, 1998). ازآنجا که زنبورهای گال‌زای بلوط توانایی زیادی در شناخت گونه‌های بلوط میزبان دارند، گونه‌های بلوط و حتی زیرگونه‌های آن را نیز تشخیص می‌دهند (Abrahamson et al., 1998). با توجه به شبیه بودن اقلیم دو منطقه می‌توان اقلیم را در پراکنش برخی از گونه‌های گال‌زا بی‌تأثیر دانست. همچنین مشخص شده است که غنای گونه‌ای حشرات گال‌زا، ارتباط مستقیم با غنای گونه‌ای گیاهی دارد، ولی اندازهٔ درخت تأثیر زیادی بر فراوانی حشرات گال‌زا ندارد و به‌عبارت دیگر دلیلی بر وجود حشرات گال‌زای بیشتر

روی درختان بزرگ‌تر موجود نیست (Santos de Araújo, 2013; Santos de Araújo et al., 2013).

Stone et al. (2002) اعلام کردند که پارازیتوییدها یکی از گروه‌های حشرات موجود در گال‌های زنبورهای گال‌زای بلوط هستند و مرگ‌ومیرهای بسیار سنگینی را در برخی از حشرات گال‌زا ایجاد می‌کنند. در قارهٔ اروپا حدود ۱۲۰ گونه زنبور پارازیتویید متعلق به پنج خانوادهٔ Peteromalidae, Eurytomidae, Eupelmidae, Eulophidae و Torymidae مربوط به بالاخانوادهٔ Chalcidoidea روی گال‌های Cynipid بلوط فعال‌اند و در داخل این گال‌ها اجتماع زیستی از حشرات مختلف زندگی می‌کنند که یکی از آنها زنبورهای گال‌زا هستند. آنها همچنین مشخص کردند که جوامع پارازیتوییدهای مرتبط با گال‌های بلوط به‌دلیل فراوانی و تنوع گال‌های ایجادشده، از جوامع پارازیتوییدهای مرتبط با بقیهٔ گال‌ها غنی‌ترند. در این تحقیق از بیست گونه زنبور گال‌زا، ده گونه پارازیتویید متعلق به پنج خانوادهٔ Eulophidae، Torymidae، Eurytomidae، Pteromlaidae و Ormyridae جمع‌آوری و شناسایی شدند. حضور این گونه‌های پارازیتویید در سطحی کوچک (تنها دو منطقه در استان آذربایجان غربی) از حضور فعال و پرتراکم گونه‌های متعلق به این خانواده‌ها نشان دارد. Price et al. (2004) گزارش کردند که تنوع رنگ و شکل گال‌ها راهکاری برای جلوگیری از حملهٔ دشمنان طبیعی از جمله پارازیتوییدها است و پارازیتوییدها را از مهم‌ترین گروه‌های حشرات مرتبط با زنبورهای گال‌زای Cynipidae روی بلوط معرفی کردند. Eliason & Potter (2001) تحقیقاتی روی فون حشرات گال‌های زنبورهای گال‌زای Cynipidae روی بلوط در اروپا انجام دادند و سه گروه اصلی از حشرات (عامل گال‌زا، مهمان و پارازیتوییدها) را از مهم‌ترین عوامل موجود در یک گال معرفی کردند. در این تحقیق زنبور پارازیتویید A. gallarum با پارازیته کردن یازده گونه گال بیشترین فعالیت را بین پارازیتوییدهای فعال روی بلوط Q. infectoria دارد. بررسی منابع نشان می‌دهد که این گونه به‌عنوان پارازیتویید بیش از سی گونه زنبور گال‌زای بلوط در جهان شناخته شده است (Noyes, 2018). پس از آن گونهٔ Ormyrus pomaceus با پارازیت کردن هفت گونه زنبور گال‌زا در رتبهٔ دوم قرار دارد. بیشترین فراوانی پارازیتوییدها مربوط به گونهٔ A. gallarum و کمترین فراوانی مربوط به گونهٔ A. bicolor است. گسترهٔ میزبانی این گونه در جهان نیز محدود به دو گونه است (Noyes, 2018). Raper (2009) گزارش کرد که ساختمان و شکل هر گال تنها مربوط به یک گونهٔ گال‌زا است، ولی دشمنان طبیعی از جمله پارازیتوییدها می‌توانند به میزبان‌های متفاوتی از گونه‌های گال‌زا حمله کرده و غیراختصاصی عمل کنند. از بیست‌ویک گونه زنبور گال‌زا جمع‌آوری‌شده، شانزده گونه دارای پارازیتویید و پنج گونه فاقد هر گونه پارازیتویید بودند. چهار گونه گال حاصل از این پنج گونه زنبور گال‌زا (به غیر از گال برگی حاصل از گونهٔ N. anthracinus) مقداری تانن در بافت خود دارند (Zargaran et al., 2008) که با توجه به پژوهش‌های انجام‌گرفته همچون عاملی جدی، مانع فعالیت پارازیتوییدها در گال و انگلی کردن عامل گال‌زا خواهد شد (Price & Pschorn-Walcher, 1988; Price et al., 2004).

در کنار عواملی مانند پوشش گیاهی، اقلیم، حضور دشمنان طبیعی، عوامل دیگری نظیر فنولوژی میزبان و مقدار تانن و همچنین حضور برخی دیگر از متابولیت‌های ثانویه گیاهی نیز در تنوع گونه‌ای و همچنین پراکنش زنبورهای گال‌زای بلوط و جوامع مرتبط با آنها تأثیرگذارند (Price et al., 2004; Santos-de-Araújo et al., 2013; Maldonado-López et al., 2016). بررسی‌ها نشان داده است که تأثیر قطعه‌قطعه شدن، ارتباط مستقیمی با فراوانی زنبورهای گال‌زا دارد، درحالی که شواهدی برای برقراری این ارتباط با درصد انگلی شدن زنبورهای

گال‌زا موجـود نیسـت (Chust et al., 2007; Santos-de-Araújo, 2013). Hayward & Stone (2005) تغییرات جمعیتی زنبورهای گال‌زا را بررسـی کردنـد و به این نتیجه رسیدند که فنولوژی میزبـان، سـاختمان آن و حضور برخی از مواد گیـاهی ثانویـه و همچنـین برخی از گونه‌های پارازیتوییـد در پـراکنش زنبورهـای گال‌زای بلوط تأثیرگذار خواهنـد بـود. آنهـا همچنـین مشخص کردند که تنوع در شکل گال‌ها ممکن است با فرضیهٔ دشمن طبیعی کاملاً مرتبط باشـد. نتـایج ایـن بررسی نشان می‌دهد که تعداد نسل زنبـور پارازیتوییـد بسـته بـه گونـهٔ بلـوط، نـوع گـال (نسـل جنسـی یـا غیرجنسـی) و زمـان تشـکیل آن متفـاوت اسـت. همان‌گونه که پیش از این یاد شد، تمام گال‌هـایی کـه روی بلوط *Q. infectoria* جمع‌آوری شده‌اند، گال‌های غیرجنسـی‌اند و از ایـن‌رو فقـط در تابسـتان و پـاییز تشکیل می‌شوند و حشرات گال‌زا و پارازیتویید آنها نیز در اواخر زمستان تا اوایل بهار سال بعد از گـال خـارج خواهند شد. با توجه بـه اینکـه گال‌هـای تشکیل‌شـده توسـط دو گونـه زنبـور گـال‌زای *A. coriarius* و *A. moreae* (بدون هیچ زایـده‌ای نظیـر خـار یـا پوشـش کرک‌ماننـد در سـطح گـال) دارای بیشـترین فراوانـی بودند، بیشترین تعداد گونهٔ زنبـور پارازیتوییـد نیـز در ظرف‌های پرورشی از ایـن دو گـال ثبـت شـد. برخـی محققان پیشنهاد کرده‌اند کـه تنـوع در شـکل گال‌هـا ممکن است با فرضیهٔ دشمن طبیعی توجیه‌پذیر باشد. تنوع گال‌ها انتخاب راهکاری برای جلوگیری از حملـهٔ دشمنان طبیعی خواهد بود (Price et al., 1987) کـه این موضوع می‌تواند دلیل خوبی بـرای پـذیرفتن ایـن مورد باشد که مشخصه‌های گال باید بـه انتخـاب آنهـا طوری طراحی شود که کمتر توسط دشـمنان طبیعـی پذیرفته شـوند. ایـن تفـاوت به‌وضـوح حتـی در میـان گال‌های زنبورهای گال‌زا روی بلوط مشاهده می‌شـود، زیرا در تعدادی از گال‌هـای کوچـک‌تر نسـل جنسـی، حشرات همزیست وجود ندارند و همین عامـل، دلیلـی بر تنوع کمتر جوامع پارازیتوییدها در این نـوع گال‌هـا نسـبت بـه گال‌هـای بزرگ‌تـر اسـت (Stone et al., 2002). Fernandes & Price (1992) در تحقیقـی ارتباط پراکنش حشرات گال‌زا و پارازیتوییدهای آنها را با رطوبت محیط بررسـی کردنـد و دریافتنـد کـه اثـر رطوبـت در پـراکنش ایـن حشـرات انـدک اسـت. Bonsignore et al. (2020) در پژوهشـی اثـر کـاهش دما را بر خروج عوامل گال‌زا و دشـمنان طبیعـی آنهـا مؤثر دانستند. براسـاس گـزارش Ito & Hijii (2000) گونهٔ گیاه میزبان، ساختمان گال، فصل رشـد و محـل تشکیل گال از عوامل بسـیار مهـم در تعیـین ترکیـب جوامع پارازیتوییـدها هسـتند. ارتفـاع و تـاج درختـان بلوط، عوامل غیرزندهٔ محیط مانند اسـترس‌های ناشـی از کم‌آبی یا تغییرات شدید دمـای محـیط، نـوع اقلـیم متابولیت‌هـای ثانویـه گیـاهی ماننـد تـانن و مـواد فنولوژیکی موجود در بلوط بر غنای گونـه‌ای حشـرات گال‌زای بلوط و جوامع موجود در گال‌هـا تأثیرگذارنـد (Cuevas-Reyes et al., 2004; Prior & Hellmann, 2010; Triyogo & Yasuda, 2019).

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه ارومیه بابـت تـأمین مـالی ایـن پـژوهش تشـکر و قـدردانی می‌شود.

References

Abrahamson, W.G., Melika, G., Scrafford, R., & Csoka, C. (1998). Gall-inducing insects provide insights plant systematic relationships. *American Journal of Botany, 85*, 1159-1165.

Askew, R.R., & Thúroczy, C. (2004). Key to chalcidoidea parasitoids (Hymenoptera) in oak cynipid galls. Unpublished data.

Azim Nejad, Z., Badehian, Z., & Rezaei Nejad, A. (2021). The relationship between Iranian oak decline (*Quercus brantii* Lindl.) and some properties of soil and determining the ecophysiological responses of this. *Iranian Journal of Forest, 13*(3), 221-236. (in persian)

Azizkhani, E. (2006). *Parasitoid fauna of oak gall wasps in Lorestan province*. PhD thesis, Faculty of Agricultural, Tehran University, 277 pp. (in Persian)

Azizkhani, E., Sadeghi, S.E., Rasoulian, G.R., Tavakoli, M., Omid, R., Moniri, V.R., & Yarmand, H. (2007). Survey of gall wasps of the family Cynipidae associated with two oak species *Quercus brantii* and *Q. infectoria* in Lorestan of Iran. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 5*(1), 66-79.

Bazyar, M., Haidari, M., Shabanian, N., & Haidari, R.H. (2013). Impact of physiographical factors on the plant species diversity in the Northern Zagros Forest (Case study, Kurdistan Province, Marivan region). *Annals of Biological Research, 4*(1), 317-324. (in Persian)

Bonsignore, C.P., Vizzari, G., Vono, G., & Bernardo, U. (2020). Short-Term Cold Stress Affects Parasitism on the Asian Chestnut Gall Wasp *Dryocosmus kuriphilus*. *Insects, 11*, 841-856.

Chodjai, M. (1980). Study of the gall forming cynipid Hymenoptera of Iranian oak forests. *Journal of the entomological society of Iran,* supplement 3. (in Persian)

Cuevas-Reyes, P., Quesada, M., Hanson, P., Dirzo, R., & Oyama, K. (2004). Diversity of gall-inducing insects in aMexican tropical dry forest: the importance of plant species richness, life-forms, host plant age and plant density. *Journal of Ecology, 92*, 707-716.

Davatchi, A., & Chodjai, M. (1968). *Les Hymenopteres Entomophages*, Tehran University Press, 110 pp.

Eliason, E.A., & Potter, D.A. (2001). Spatial distribution and parasitism of leaf galls induced by *Callirhytis cornigera* (Hym.: Cynipidae) on pin oak. *Entomological Society of America, 22*(2), 280-287.

Fernandes, G., & Price, P. (1992). The adaptive significance of insect gall distribution: survivorship of species inxeric and mesic habitats. *Oecologia, 90*, 14-20.

Chust, G., Garbin, L., & Pujade-Villar, J. (2007). Gall wasps and their parasitoids in cork oak fragmented forests. *Ecological Entomology Journal, 32*(2), 82-91.

Hayward, A., & Stone, N.S. (2005). Oak gall wasp communities: evolution and ecology. *Basic and Applied Ecology, 6*(5), 435-443.

Francati, S., Alma, A., Chiara Ferracini, C., Pollini, A., & Dindo, M.L. (2015). Indigenous parasitoids associated with *Dryocosmus kuriphilus* in a chestnut production area of Emilia Romagna (Italy). *Bulletin of Insectology, 68*(1), 127-134.

Ito, M., & Hijii, N. (2000). Life-history traits in the parasitoid complex associated with cynipid galls on three species ofFagaceae. *Entomological Science, 3*(3), 471-479.

Khodami, Zh., Pir Bavaghar, M., & Ghazanfari, H. (2021). The effect of sanitation cutting treatment on the spectral signature pattern of oak decline forests. *Iranian Journal of Forest, 13*(1), 31-42. (in Persian)

Liljeblad, J., & Ronquist, F. (1998). Phylogenetic analysis of higher-level gall wasp's relationships (Hymenoptera: Cynipidae). *Systematic Entomology, 23*(1), 229-252.

Lotfalizadeh, H., Askew, R.R., Fuentes-Utrilla, P., & Tavakoli, M. (2012). The species of *Ormyrus westwood* (Hym.: Ormyridae) in Iran with description of an unusual new species. *Zootaxa, 33*, 34-44.

Lotfalizadeh, H., Zargaran, M.R., & Taghizadeh, M. (2014). Species diversity of Coccoidea parasitoids wasps (Hym.: Chalcidoidea) in the northern parts of East-Azarbaijan province, Iran. *Northwestern Journal of Zoology, 10*(1), 60-66.

Lotfalizadeh, H., Pourhaji, A., & Zargaran, M.R. (2015). Hymenopterous parasitoids (Hymenoptera: Braconidae, Eulophidae, Pteromalidae) of the alfalfa leaf miners in Iran and their diversity. *Far East Entomologist, 288*(1), 1-24.

Magurran, A.E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing. Oxford, UK.

Maldonado-López, Y., Cuevas-Reyes, P., & Oyama, K. (2016). Diversity of gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae) associated with oak trees (Fagaceae: Quercus) in a fragmented landscape in Mexico. *Arthropod-Plant Interactions, 10*(1), 29-39.

Melika, G., & Abrahamson, W.G. (2000). Review of the cynipid gall wasps of the geneus Loxaulus (Mayr) with descriptions of new species. *Proceeding of Entomological Society Washington, 102*, 198-211.

Melika, G., Stone, G.N., Sadeghi, S.E., Pujade-Villar, J. (2004). New species of Cynipid gall wasps from Iran and Turkey (Cynipini). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 50*(2), 139-151.

Melika, G. (2006). *Gall Wasps of Ukraine (Cynipidae).* Vestnik zoologi, supplement 21, Vol. 1-2, 1-644.

Mutun, S., & Dinc, S. (2015). Twelve oak gall wasp species (Hymenoptera, Cynipidae) new to the Turkish fauna. *Turkish Journal of Zoology, 39*(1), 962-964

Nazemi, J., Talebi, A.A., Sadeghi, S.E., Melika, G., & Lozan, A. (2008). Species richness of oak gall wasps (Hym.: Cynipidae) and identification of associated inquilines and parasitoids on two oak species in western Iran. *North-Western Journal of Zoology, 4*(2), 189-202.

Noyes, J.S. (2018). *Universal Chalcidoidea Database*, World Wide Web electronic publication, Available from: http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html.accessed at: 2018.10.20.

Price, P.W., Fernandes, G.W., & Waring, G.L. (1987). Adaptive nature of insect galls. *Environmental Entomology, 16*(1), 15-24.

Price, P.W., Abrahamson, W.G., Hunter, M., & Melika, G. (2004). Using gall wasp on oaks to testecological concepts. *Conservation Biology, 18*, 1405-1416.

Price, P.W., & Pschorn-Walcher, H. (1988). Are galling insects better protected against Parasitoids than exposed feeders? a test using tenthredinid sawflies. Ecological Entomology 13, 195–205.

Price, P.W. (2005). Adaptive radiation of gall-inducing insects. *Basic and Applied Ecology, 6*, 413-421.

Prior, K.M., & Hellmann, J.J. (2010). Impact of an invasive oak gall wasp on a native butterfly: A test of plant-mediated competition. *Ecology, 91*, 3284-3293.

Raper, C.M.T. (2009). *Parasitic wasps*. Available at: www. Parasitic wasps. 13pp.

Rokas, A., Melika, G., Abe, Y., Nieves-Aldrey, J., Cook, J., & Stone, G.N. (2003). Life cycle closure, lineage sorting, and hybridization Revealed in a phylogenetic analysis of European oak gall wasps using mitochondrial data. *Molecular Phylogenetics and Evolution, 26*, 36-45.

Sabeti, H. (1998). *Forests, Trees and Shrubs of Iran*. 802 pp. University of Yazd Publishing. (in Persian)

Sadeghi, S.E., Melika, G., Pujade-Villar, J., Penzes, Zs., Bechtold, M., Assareh, M.H., Tavakoli, M., Yarmand, H., Askary, H., Stone, G.N., Azizkhani, E., Zargaran, M.R., Aligholizadeh, D., Barimani, H., & Dordaei, A. (2006). Oak Cynipid gall inquilines of Iran (Hymenoptera: Cynipidae: Synergini), with description of new species. *Journal of Entomological Society of Iran, 25*(2), 15-50. (in Persian)

Sadeghi, S.E., Melika, G., Stone, G.N., Assareh, M.H., Askary, H., Tavakoli, M., Yarmand, H., Azizkhani, E., Zargaran, M.R., Barimani, H., Dordaii, A.A., Aligholizadeh, D., Salehi, M., Mozafari, M., Zeinali, S., & Mehrabi, A. (2010). Oak gall wasp's fauna of Iran (Cynipini). *7th International Congress of Hymenoptroists*, p: 112.

Sadeghi, S.E., Melika, G., Stone G., Tavakoli, M., Barimani, H., & Zeinali, S. (2014). 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), 27*(3), 450-464. (in Persian)

Sagheb-Talebi, Kh., Sajedi, T., & Yazdian, F. (2004). *Forest of Iran*. Research Institute of Forest and Rangelands, 27p. (in Persian)

Salmani, A., Poursaeed, A.R., Bayramzadeh, V., & Eshraghi Samani, A. (2021). Explaining the criteria and indicators of sustainable management of forests in Zagros basin from the point of view of forest specialists and experts. *Iranian Journal of Forest, 13*(1), 43-58. (in Persian)

Ronquist, F., Nieves-Aldrey, J., Matthew, L., Buffington, M.L., Liu, Z., Liljeblad, J., & Nylander, A.A. (2015). Phylogeny, Evolution and classification of gall wasps: The Plot Thickens. *PLoS ONE 10*(5), 1-40.

Schowalter, T. (1996). *Insect ecology*. Oregon University Press, 479 pp.

Southwood, T.R., & Henderson, P.A. (2000). *Ecological Methods*. Blackwell Science, Oxford, 360 pp.

Stone, G.N., Schonrogge, K., Atkinson, R.J., Bellido, D., & Villar, J. (2002). The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual Review of Entomology, 47*, 633-668.

Santos-de-Araújo, W. (2013). Different relationships between galling and non-galling herbivore richness and plant species richness: a meta-analysis. *Arthropod-Plant Interactions, 7*(4), 373-377.

Santos-de-Araújo, W., Scareli-Santos, C., Guimarães-Guilherme, F., & Cuevas-Reyes, P. (2013). Comparing galling insect richness among Neotropical savannas: effects of plant richness, vegetation structure and super-host presence. *Biodiversity and Conservation, 22*(4), 1083-1094.

Tavakoli, M. (2019). Systematic study of gall wasps of the subfamily Cynipinae (Hym.: Cynipidae) and parasitoids associated with Oak and Rose cynipid galls in north and central regions of the Zagros Forests. Ph.D thesis (Agricultural Entomology, Acarology and Systematics) Tabriz University, 545 pp. (in Persian)

Tavakoli, M., Hosseini-Chegeni, A., Stone, G., Sadeghi, S.E., Atkinson, R.J., & Melika, G. (2021). The gall wasp fauna of Iran (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipinae): species checklist and biogeographical assessment. *Zootaxa, 4948*(3), 301-335.

Triyogo, A., & Yasuda, H. (2019). The effects of a parasitoid wasp of a gall-making insect on host plant characteristics and the abundance of sharing host-plant herbivore. *Biodiversitas, 20*(12), 3499-3507.

Ward, A.K.G., Sofia, I., Sheikh, S.I., & Forbes, A.A. (2020). Diversity, host ranges, and potential drivers of speciation among the inquiline enemies of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Insect Systematics and Diversity, 4*(6), 1-13.

Zargaran, M.R., Sadeghi, S.E., & Hanifeh, S. (2008). *Final report of the research project on* Identification of oak gall wasps and their parasitoids in west Azarbaijan province of Iran. 108 pp. (in Persian)

Iranian Journal of Forest
Vol. 15, No. 2, Summer 2023
pp. 227-242

DOI: 10.22034/ijf.2022.328053.1846
DOR: 20.1001.1.20086113.1402.15.3.7.4

Research Article

Species diversity and richness of the superfamily Chalcidoidea associated with the asexual generations of the oak gallwasps species on *Quercus infectoria* Oliv. in West-Azarbaijan province

A. Khodakarimi Moghanjughy[1], M.R. Zargaran[2*], H. Lotfalizadeh[3] , and J. Eshaghi-Rad[4]

[1] M.Sc., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran
[2] Assistant Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran
[3] Associate Prof., Dept. of Plant Protection, Research Center of Agriculture and Natural Resources and Education of East-Azarbaijan, Tabriz, I. R. Iran
[4] Professor, Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran

(Received: 6 Februrary 2022; Accepted: 6 November 2022)

Abstract

Oak gallwasps (Family: Cynipidae) are among the most important insects associated with oak trees. To identify the parasitoid communities of gall wasps on *Quercus infectoria* Oliv., galls were sampled in October 2018 due to the collection of asexual generations of oak gall wasps. Sampling was carried out at two altitudes (1300-1500 and 1500-1700 m) in the Pidaranan and Mirabad areas in 2018. Parasitoid species were identified, and their abundance, species diversity, and richness indices were calculated using Ecological Methodology ver. 3.0 software. The means of the treatments were compared between altitude slopes using an independent student t-test with SPSS ver. 21 software. Results showed that 20 species of gall wasps and 10 species of parasitoid wasps belonging to five families of the order Hymenoptera were collected and identified. Of the 20 species of oak galls, 15 had parasitoids. The two species *Andricus coriarius* Hartig and *Andricus coriariformis* Melika et al. had the highest number of parasitoid wasps. Among the parasitoid wasps, the most frequent species was *Aulogymnus gallarum* L., which was introduced as the main parasitoid in at least 10 gall wasp species with high population density. The mean values of parasitoid species diversity and evenness indices for gall wasp species on *Q. infectoria* in different regions and altitude slopes were not significantly different from each other.

Keywords: Demographic Change, Gall, Natural Enemy, *Quercus infectoria*, West-Azarbaijan.

[*]Corresponding author Tel: +98 9149371708 Email: m.zargaran@urmia.ac.ir