

بررسی فراوانی و تنوع گونه‌های زنبورهای گال‌زای بلوط (Hym.: Cynipidae) در استان آذربایجان غربی

محمدرضا زرگران*، محمدحسن صفرعلیزاده و علی‌اصغر پورمیرزا

گروه گیاهپزشکی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: zargaran391@yahoo.com

A study on the abundance and species diversity of cynipid wasps (Hym.: Cynipidae) in West Azerbaijan province, Iran

M. R. Zargaran*, M. H. Safaralizadeh and A. A. Pourmirza

Plant Protection Department, Agricultural Faculty, Urmia University, Urmia, Iran.

*Corresponding author, E-mail: zargaran391@yahoo.com

چکیده

گال‌های تشکیل شده توسط زنبورهای گال‌زای بلوط در آذربایجان غربی از مناطق قبرحسین، میرآباد، و اوان، شلماش، ربط و دارقبر، از فروردین لغایت آبان ماه سال ۱۳۸۸ جمع‌آوری شدند. تعداد بهینه‌ی نمونه‌ی مورد نیاز نیز ۴۰ درخت محاسبه و سپس گال‌های تشکیل شده روی آن‌ها شمارش شدند. میزان غنای گونه‌ای، شاخص سیمپسون، شاخص شانون و ضریب شباهت سورنسن نیز اندازه‌گیری شد. تعداد ۳۵ گونه زنبور گال‌زا روی سه گونه بلوط (*Q. brantii*, *Q. infectoria* و *Q. libani*) در آذربایجان غربی شناسایی شدند. بیش‌ترین تعداد گال روی *Q. infectoria* جمع‌آوری شد. در این تحقیق تمامی گونه‌های گال‌زای بلوط جمع‌آوری شده متعلق به ۷ جنس *Andricus* Hartig، *Cynips* L.، *Neuroterus* Hartig، *Pesudoneuroterus* Kinsey، *Biorhiza* Westwood و *Chilaspis* Mayr، *Aphelonyx* Mayr بودند، به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد گونه (۲۳ گونه) متعلق به جنس *Andricus* بود. بیش‌ترین میزان شاخص سیمپسون و شانون در مورد گال‌های بهاره در منطقه‌ی میرآباد و بیش‌ترین میزان شاخص سیمپسون و شانون در مورد گال‌های تابستانه- پاییزه در مناطق قبرحسین و دارقبر دیده شد. بیش‌ترین میزان شاخص شباهت سورنسن نیز در مورد گال‌های بهاره (نسل جنسی زنبورهای گال‌زا) بین دارقبر با میرآباد و در گال‌های تابستانه- پاییزه (نسل غیرجنسی زنبورهای گال‌زا) بین مناطق قبرحسین و دارقبر مشاهده شد. نکته‌ی مهم این است که نقش گونه، زیرگونه‌های بلوط و اقلیم منطقه در تنوع و پراکنش زنبورهای گال‌زا باید به‌عنوان عاملی مهم مورد توجه بیشتر قرار بگیرند.

واژگان کلیدی: تنوع، شاخص، بلوط، زنبور گال‌زا، Cynipidae، ایران

Abstract

The induced galls by oak gall wasps were collected from various oak forests of Iranian province of West Azerbaijan in the regions of Ghabre-Hosseini, Mir-Abad, Vavan, Shalmash, Rabat and Dar-Ghabr during from April to November 2009. The optimum number of samples was found to be 40 oak trees. In each tree, as a sampling unit, all of the existing galls were counted. The species richness of oak gall wasps in the West Azerbaijan province was measured and the parameters such as Simpson's, Shannon's H', and Sorensen similarity indexes were calculated. In this study, 35 species of oak gall wasps on the oak tree species of *Quercus infectoria*, *Q. brantii* and *Q. libani* were identified. Most galls were observed on *Q. infectoria*. All of the collected oak gall wasp species belonged to the genera *Andricus* Hartig, *Cynips* L.,

Neuroterus Hartig, *Biorhiza* Westwood, *Pseudoneuroterus* Kinsey, *Chilaspis* Mayr and *Aphelonyx* Mayre. The genus *Andricus* included 23 species of oak gall wasps. The highest Simpson and Shannon indexes were recorded for the spring galls of Mir-Abad and for the fall galls of Ghabre-Hossein and Dar-Ghabr regions. The Sorensen similarity index reached its peak for the spring galls (sexual generation of oak gall wasps) of Ghabre-Hossein and Mir-Abad and for the fall galls (asexual generation of oak gall wasps) of Ghabre-Hossein and Dar-Ghabr. The distribution of oak species and subspecies, and geographical and climatic aspects are believed to be among the key factors for the species diversity of oak gall wasps.

Key words: diversity, index, oak gall wasps, Cynipidae, Iran

مقدمه

تنوع زیستی شامل تمام مراحل تنوع و تغییرپذیری درون موجودات زنده و میان آن‌ها، درون جوامع و بین آن‌ها و درون مجموعه‌های بوم‌شناختی و بین آن‌ها است. تنوع زیستی در سطوح ژن، گونه و اکوسیستم به صورت‌هایی مورد توجه است، به طوری که هر یک از آن‌ها جنبه‌ای از سیستم‌های حیات را بیان کرده و به ترتیب عبارتند از تنوع ژنتیکی، تنوع گونه‌ای و تنوع زیست‌بومی (Magurran, 2004). سه واژه نیز برای اندازه‌گیری تنوع زیستی در مقیاس مکانی بیان شده که عبارتند از تنوع آلفا (α) یا تنوع درون زیستگاهی، تنوع بتا (β) یا تنوع بین زیستگاهی و تنوع گاما (γ) یا همان تنوع منطقه‌ای. بنابر تعاریف موجود، غنای گونه‌ای محدوده‌ای از زیستگاه‌ها در یک منطقه‌ی جغرافیایی، تنوع گاما نامیده شده که خود به دو جزء تنوع آلفا و بتا تقسیم می‌شود (Magurran, 1988). تنوع گونه‌ای اصلی‌ترین سطح تنوع آلفا به مفهوم تعداد گونه‌های موجود در یک محدوده‌ی جغرافیایی است که مقدار آن با افزایش تعداد گونه‌های موجود، افزایش می‌یابد (Schowalter, 1996). در یک زیست‌بوم، هرچه تنوع گونه‌ای بیشتر باشد، محیط سالم‌تر، پایدارتر و از شرایط خودتنظیمی بیش‌تر برخوردار است. لذا تنوع زیستی در هر منطقه را باید کلید پایداری و سلامت محیط آن به حساب آورد (Schowalter, 1996; Speight et al., 2008). شاخص‌های عمومی تنوع یکی از روش‌های بررسی و ارزیابی تنوع گونه‌ای می‌باشند. تعدادی از این شاخص‌های پیشنهاد شده براساس فراوانی نسبی گونه‌ها عمل می‌کنند که به شاخص‌های ناهمگونی معروفند. یکی از این شاخص‌ها، شاخص تنوع شانن- واینر است که در پیش‌گویی تعلق یک فرد که به‌طور تصادفی از مجموعه‌ای با S گونه و N فرد انتخاب شده باشد، کاربرد دارد (Magurran, 1988). این شاخص معمولاً بین ۱/۵ تا ۴/۵ بوده و مقادیر کم این شاخص نشان‌دهنده‌ی استرسی همانند تخریب در محیط می‌باشد (Schowalter, 1996). شاخص دیگر، شاخص سیمپسون است که به‌شدت متوجه

گونه‌های غالب در نمونه بوده ولی به غنای گونه حساسیت اندکی دارد. طبق این شاخص، تنوع با احتمال اینکه دو فرد جمع‌آوری شده به‌طور تصادفی متعلق به یک گونه باشند ارتباط معکوس دارد. مقدار این شاخص بین صفر تا یک بوده و اعداد نزدیک به یک نشان‌دهنده‌ی تنوع بالا می‌باشند (Simpson, 1949). با محاسبه‌ی تنوع بتا نیز می‌توان به میزان شباهت یا عدم شباهت مناطق مختلف از لحاظ ترکیب گونه‌ای حشرات موجود در آن پی برد. در اندازه‌گیری تنوع بتا نیز از شاخص‌های مهمی نظیر سورنسن استفاده می‌شود، به‌طوری‌که روند تغییر تنوع را در مکان‌های متفاوت نشان می‌دهد (Schowalter, 1996).

جنگل‌های غرب ایران به‌عنوان جنگل‌های نیمه‌خشک در طول سلسله جبال زاگرس قرار دارند (Fatahi, 1994) و با وسعت ۵ میلیون هکتار معادل ۴۰ درصد از جنگل‌های ایران را بخود اختصاص داده‌اند. براساس رویش‌گاه گونه‌های مختلف بلوط، زاگرس به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم شده و استان آذربایجان غربی در زاگرس شمالی که رویش‌گاه *Quercus infectoria* است، قرار دارد (Sagheb-Talebi et al., 2004).

زنبورهای گال‌زای بلوط از حشراتی هستند که وابستگی زیادی به گونه‌های بلوط دارند و از سراسر دنیا از روی گونه‌های بلوط گزارش شده‌اند (Stone et al., 2002). این زنبورها از لحاظ تعداد گونه در ایران، به‌ویژه آذربایجان غربی، از غنای بالایی برخوردارند. (Shojai 1980) تعداد ۳۶ گونه زنبور گال‌زای بلوط مرتبط با *Q. infectoria* را از ایران گزارش کرده است. براساس آخرین نتایج، تاکنون ۸۲ گونه زنبور گال‌زا برای فون ایران معرفی شده، به‌طوری‌که تعداد ۲۵ گونه از آنها برای اولین بار برای دنیا علم توصیف شده‌اند (Sadeghi et al., 2010). گونه‌های زنبورهای گال‌زا، درختان بلوط را برای فعالیت انتخاب کرده و در تشکیل گال روی اندام مشخصی تخصص یافته‌اند (Rokas et al., 2003). حدود ۸۰ درصد از زنبورهای گال‌زا، روی درختان بلوط گال‌های متنوعی را از لحاظ ساختمانی و شکل بوجود می‌آورند (Short & Castner, 1997; Liljebblad & Ronquist, 1998). در رابطه با تنوع و علت تشکیل گال نظریاتی ارائه شده که مهم‌ترین آنها نظریه‌ی تغذیه است. این نظریه بر تغذیه‌ی عامل گال‌زا از بافت درونی گال استوار است، یعنی عامل تغذیه سبب تشکیل گال می‌شود (Cornell, 1983). در مورد زنبورهای گال‌زای بلوط، گال‌های حاصل از فعالیت نسل جنسی در بهار و اوایل تابستان

و گال‌های حاصل از فعالیت نسل غیرجنسی زنبورهای گالزای بلوط در تابستان و پاییز همان سال تشکیل می‌شوند (Schonrogge *et al.*, 1999).

فون زنبورهای گالزای بلوط ایران بسیار غنی بوده و تحقیقات جامعی در این زمینه انجام شده است، در صورتیکه اطلاعات اندکی از محاسبات مربوط به میزان تنوع گونه‌ای این زنبورها و همچنین بررسی تنوع بتا در این دسته از حشرات موجود می‌باشد. تحقیق حاضر در جهت محاسبه تنوع گونه‌ای زنبورهای گالزای بلوط و بررسی تنوع بتا در استان آذربایجان غربی انجام پذیرفت. با اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع و شباهت به‌آسانی می‌توان به سلامت جنگل در مناطق مختلف طی سال‌های متمادی پی‌برد.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش جنوب غربی استان آذربایجان غربی (شهرستان‌های پیرانشهر و سردشت) بوده که مساحتی در حدود ۱۰۰۰۰۰ هکتار را در بر می‌گیرد. حدود ۹۰ درصد پوشش درختان جنگلی این مناطق را سه گونه‌ی *Quercus infectoria*، *Q. libani* و *Q. brantii* تشکیل می‌دهند. تعداد سه ایستگاه قبرحسین، میرآباد و واوان در مسیر پیرانشهر به سردشت، یک ایستگاه به نام شلماش در جنوب شهرستان سردشت، ایستگاه دارقبر در غرب شهرستان پیرانشهر و همچنین ربط در مسیر سردشت به مهاباد جهت انجام عملیات صحرایی و شمارش گال‌ها در نظر گرفته شدند. مشخصات جغرافیایی، پوشش گیاهی غالب و اقلیم (با روش دومارتن) منطقه‌ی مربوط به هر ایستگاه به تفکیک در جدول ۱ آورده شده است. از آنجایی‌که انتخاب تعداد نمونه‌ی مناسب برای کاهش خطای آزمایشی بسیار مهم است، لذا یک نمونه‌برداری اولیه قبل از آغاز نمونه‌برداری اصلی انجام شد. با استفاده از داده‌های به‌دست آمده، مقدار خطای نسبی (RV) نیز از رابطه‌ی $RV = (SE / m) \times 100$ تعیین شد، به‌طوری‌که مقدار m میانگین داده‌ها در نمونه‌برداری اولیه و SE خطای معیار داده‌های اولیه بودند. فاکتور خطای نسبی، دقت نمونه‌برداری اولیه را نشان می‌دهد و تا ۲۵ درصد قابل قبول می‌باشد. اگر مقدار خطای نسبی از ۲۵ درصد بیش‌تر باشد بایستی تعداد نمونه‌های اولیه را افزایش داد (Southwood & Henderson, 2000).

جدول ۱- ویژگی‌های ایستگاه‌های نمونه‌برداری در استان آذربایجان غربی در سال ۱۳۸۸.

Table 1. Sampling sites in West Azerbaijan province in 2009.

Sites	Latitude/Longitude	Climate	Quercus species
Ghabre-Hossein	36°28'N 45°18'W	High humid, cold	<i>Q. infectoria</i> , <i>Q. brantii</i> , <i>Q. libani</i>
Mir-Abad	36°15'N 45°22'W	High humid, cold	<i>Q. infectoria</i> , <i>Q. brantii</i> , <i>Q. libani</i>
Rabat	36°14'N 45°33'W	Wet Mediterranean	<i>Q. infectoria</i> , <i>Q. brantii</i>
Vavan	36°16'N 45°28'W	High humid, Mediterranean	<i>Q. infectoria</i> , <i>Q. brantii</i>
Dar-Ghabr	36°11'N 45°24'W	Wet Mediterranean	<i>Q. infectoria</i> , <i>Q. brantii</i>
Shalmash	36°07'N 45°30'W	High humid, Mediterranean	<i>Q. infectoria</i> , <i>Q. brantii</i> , <i>Q. libani</i>

در هر ایستگاه و با توجه به حجم نمونه‌ی محاسبه شده طبق فرمول ۱، تعداد نمونه‌ی متفاوتی برای مناطق مختلف محاسبه شد که عبارت بودند از ۴۰ نمونه در قبرحسین، ۲۲ نمونه در میرآباد، ۲۰ نمونه در اووان، ۳۶ نمونه در دارقبر، ۲۰ نمونه در شلماش و ۲۵ نمونه در ربط. نکته‌ی حائز اهمیت در اندازه‌گیری تنوع و شباهت این است که حجم نمونه باید در تمامی مناطق یکسان باشد زیرا این عامل می‌تواند باعث افزایش یا کاهش غنای گونه‌ای و در نتیجه تغییر در میزان این شاخص‌ها گردند (Magurran, 2004). لذا از آنجایی که می‌بایست تعداد نمونه یکسان در تمامی محاسبات مربوط به تنوع لحاظ شود (Krebs, 1998)، تعداد نمونه‌ی محاسبه شده در منطقه‌ی قبرحسین (تعداد ۴۰ درخت) به‌عنوان تعداد نمونه‌ی مناسب در این تحقیق در نظر گرفته شد. درخت‌ها به‌طور تصادفی در دو قطر به شکل + و در دو قطر دیگر به شکل × انتخاب شدند. در هر یک از قطر‌ها تعداد ۱۰ درخت و در هر درخت، در هر یک از جهت‌های جغرافیایی، یک شاخه‌ی ۵۰ سانتی‌متری به‌عنوان واحد نمونه‌برداری انتخاب و تعداد گال‌های تشکیل شده روی آن شمارش و به‌تفکیک ثبت شدند. نمونه‌برداری در هر یک از ایستگاه‌ها در چهار تاریخ به‌شرح زیر انجام شد: دو نمونه‌برداری در اردیبهشت و خرداد برای گال‌های بهاره و دو نمونه‌برداری دیگر در شهریور و مهر برای گال‌های تابستانه- پاییزه. بنابراین کل درخت‌های شمارش شده در شش ایستگاه و چهار تاریخ که طی سال ۱۳۸۸ نمونه‌برداری شدند، ۹۶۰ عدد بود.

با اعداد حاصل از این شمارش‌ها، شاخص‌های تنوع گونه‌ای و شباهت بین مناطق از نظر حضور یا عدم حضور زنبورهای گال‌زا (ترکیب گونه‌ای) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد:

$$N = [(t \times s) / (d \times m)]^2 \quad (۱) \text{ محاسبه‌ی تعداد نمونه بهینه:}$$

در این رابطه، s انحراف معیار، d مقدار خطا ($0/2$)، m میانگین نمونه‌برداری اولیه و N تعداد نمونه‌ی مورد نیاز است (Southwood & Henderson, 2000). t از جدول t -student به دست می‌آید.

$$\text{Simpson's diversity indices} = 1 - D = 1 - \sum_{i=1}^N \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad (۲) \text{ محاسبه‌ی شاخص سیمپسون:}$$

در این رابطه، $(1 - D)$ شاخص تنوع سیمپسون، n_i تعداد افراد گونه‌ی i ام در نمونه و N تعداد کل افراد در نمونه است (Simpson, 1949).

$$\text{Shannon's } H' = -\sum_{i=1}^{N_i} [p_i * \log p_i] \quad (۳) \text{ محاسبه‌ی شاخص شانون:}$$

در این رابطه، p_i سهم افراد در گونه‌ی i ام نسبت به کل نمونه است که به صورت $p_i = n_i / N$ تعرف می‌شود.

$$C_s = 2a / (2a + b + c) \quad (۴) \text{ محاسبه‌ی شاخص شباهت سورنسن:}$$

در این رابطه، a تعداد گونه‌ی مشترک در هر دو منطقه، b تعداد گونه در منطقه‌ی B که در منطقه‌ی A نیست و c تعداد گونه در منطقه‌ی A که در منطقه‌ی B نیست، می‌باشد.

جهت مقایسه‌ی ترکیب گونه‌ای زنبورهای گال‌زا بین مناطق مختلف از شاخص فوق استفاده شد (Schowalter, 1996; Magurran, 2004). با توجه به این‌که هر گال تنها مربوط به یک گونه زنبور گال‌زا می‌باشد، نمونه‌های جمع‌آوری شده بر اساس شکل ظاهری و با استفاده از کلکسیون موجود در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی و همچنین منبع Melika (2006) شناسایی شدند.

نتایج

با بررسی‌های انجام شده در سال ۱۳۸۸ در شش سایت مطالعاتی، تعداد ۳۵ گونه زنبور گال‌زا متعلق به هفت جنس جمع‌آوری شد: ۲۳ گونه از جنس *Andricus* Hartig، ۳ گونه از

جنس *Cynips* L.، ۴ گونه از جنس *Neuroterus* Hartig، ۱ گونه از جنس *Biorhiza* Westwood، ۱ گونه از جنس *Pesudoneuroterus* Kinsey، ۱ گونه از جنس *Chilaspis* Mayr، و ۲ گونه از جنس *Aphelonyx* Mayr

همان‌طور که مشاهده می‌شود، جنس *Andricus* از غنای گونه‌ای بیشتری در مقایسه با سایر جنس‌ها و زنبورهای گال‌زای جمع‌آوری شده‌ی متعلق به آن‌ها برخوردار است. پراکنش گونه‌های *Andricus* نیز در ایستگاه‌های مطالعاتی با یکدیگر متفاوت بود، به‌طوری‌که از منطقه‌ی قبرحسین تعداد ۲۸ گونه، میرآباد ۱۲ گونه، واوان ۱۲ گونه، ربط ۱۴ گونه، دارقبر ۲۵ گونه و در شلماش نیز تعداد ۱۳ گونه زنبور گال‌زا جمع‌آوری شدند. مناطق قبرحسین و دارقبر دارای بیش‌ترین غنای گونه و مناطق میرآباد و واوان نیز از کم‌ترین غنای گونه‌ای زنبورهای گال‌زا برخوردار بودند.

جنس‌های *Cynips*، *Andricus* و *Aphelonyx* به‌ترتیب با ۶۵/۷، ۱۱/۴۲ و ۵/۷ درصد فراوانی از لحاظ تعداد گونه، در تمامی مناطق مورد بررسی فعالیت داشتند. بیش‌ترین تعداد گونه مربوط به جنس *Andricus* در مناطق قبرحسین و دارقبر با تعداد ۱۹ و کم‌ترین آن نیز به تعداد ۵ گونه در مناطق ربط و واوان مشاهده شد. جنس *Cynips* در تمامی مناطق حضور داشته و حداکثر تعداد ۳ گونه از آن از منطقه‌ی قبرحسین جمع‌آوری شد. تمامی گونه‌های جنس *Neuroterus* (تعداد ۴ گونه)، از ایستگاه واوان جمع‌آوری شد. این در حالی است که جنس مذکور در هیچ یک از مناطق میرآباد و شلماش مشاهده نشد. جنس‌های *Chilaspis* و *Pesudoneuroterus* هر کدام با داشتن تنها یک گونه، فقط در منطقه‌ی ربط حضور داشتند. گونه‌ی *Biorhiza pallida* Olivier از مناطق قبرحسین، میرآباد و شلماش جمع‌آوری گردید. جنس *Aphelonyx* نیز در تمامی مناطق مورد مطالعه مشاهده شد. تمامی زنبورهای گال‌زا از روی سه گونه بلوط *Q. infectoria*، *Q. brantii* و *Q. libani* جمع‌آوری شدند که فعالیت زنبورهای گال‌زای تابستانه و پاییزه در آذربایجان غربی روی *Q. infectoria* (دارمازو) مشاهده شد. درحالی‌که بیش‌ترین تعداد گال‌های بهاره روی *Q. brantii* تشکیل شده بودند.

حداقل و حداکثر شاخص سیمپسون به‌ترتیب در مورد گال‌های بهاره‌ی منطقه‌ی شلماش (۰/۴۹۴) و گال‌های تابستانه - پاییزه‌ی دو منطقه‌ی قبرحسین (۰/۹۳۸) و دارقبر (۰/۹۳۳) به ثبت

رسید (جدول ۲). این نشان می‌دهد احتمال اینکه دو فرد به طور تصادفی در منطقه‌ی شلماش انتخاب شوند و آن افراد متعلق به دو گونه‌ی متفاوت از زنبورهای گال‌زا باشند ۴۹ درصد می‌باشد. تنها گونه‌ی موجود در منطقه‌ی دارقبر که در فصل بهار فعالیت می‌کند، *Andricus cecconi* Kieffer است که روی بلوط ایرانی گال تولید می‌کند. با وجود تنها یک گونه، محاسبه‌ی هیچ‌کدام از شاخص‌های تنوع امکان‌پذیر نخواهد بود. بیش‌ترین مقدار شاخص شانون نیز که متأثر از فراوانی گونه‌های موجود در یک منطقه‌ی معین می‌باشد، در مورد گال‌های تابستانه- پاییزه در مناطق قبرحسین و دارقبر بود. بالابودن میزان این شاخص و همچنین شاخص سیمپسون در مناطق مذکور نشان می‌دهد که زنبورهای گال‌زای بلوط از بیش‌ترین میزان غنای گونه‌ای و فراوانی در این مناطق برخوردارند. کم‌ترین مقدار شاخص شانون نیز در گال‌های بهاره‌ی منطقه‌ی شلماش (۰/۹۸۸) مشاهده شد. بیان وجود تنوع بتا که نشان‌دهنده‌ی تغییر تنوع از یک زیستگاه به زیستگاه دیگر یا در طول یک خط محور جغرافیایی است، با اندازه‌گیری شاخص‌های شباهت امکان‌پذیر است. یکی از مهم‌ترین این شاخص‌ها، شاخص شباهت سورنسن است که مقادیر آن به تفکیک گال‌های بهاره و تابستانه- پاییزه در جدول ۳ آورده شده است. در مورد گال‌های بهاره، بیش‌ترین میزان شباهت گونه‌ای بین میرآباد و قبرحسین بود که نشان‌دهنده‌ی بیش‌ترین گونه‌های گال‌زای بهاره‌ی مشترک بین این دو منطقه می‌باشد. کم‌ترین میزان شاخص شباهت سورنسن نیز بین دو منطقه‌ی واوان و ربط ثبت شد. مناطق ربط با قبرحسین، دارقبر با قبرحسین، دارقبر با میرآباد، دارقبر با واوان، شلماش با ربط و بالاخره شلماش با دارقبر، فاقد گونه‌ی مشترک بودند و لذا میزان شاخص سورنسن صفر بود. این بدین معنی است که مناطق مورد نظر با یکدیگر هیچ‌گونه شباهتی از نظر وجود زنبورهای گال‌زای نسل جنسی (مولد گال‌های بهاره) نداشتند. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان شاخص شباهت سورنسن در مورد گال‌های تابستانه- پاییزه نیز به ترتیب بین مناطق قبرحسین با دارقبر (۸۳ درصد) و واوان با دارقبر (۲۱/۶ درصد) مشاهده شد. با توجه به غنای گونه‌ای بالاتر در گال‌های تابستانه- پاییزه و همچنین پراکنش آن‌ها در تمامی مناطق، میزان شاخص سورنسن در حد صفر (عدم تشابه) مشاهده نشد.

جدول ۲- شاخص‌های تنوع گونه‌ای زنبورهای گال‌زا در مناطق مختلف استان آذربایجان غربی.

Table 2. Diversity indexes of oak gall wasp species in different regions of West Azerbaijan province.

Sites	Season	Heterogeneity		
		Simpson's index	Shannon's H'	Number of Species
Ghabre-Hossein	Spring	0.682	1.810	4
	Fall	0.938	4.253	24
Mir-Abad	Spring	0.762	2.198	5
	Fall	0.824	2.641	7
Vavan	Spring	0.613	1.472	3
	Fall	0.841	2.821	9
Rabat	Spring	0.580	1.357	3
	Fall	0.883	3.267	11
Dar-Ghabr	Spring	Not calculated	Not calculated	1
	Fall	0.933	4.214	24
Shalmash	Spring	0.494	0.988	2
	Fall	0.886	3.267	11

جدول ۳- میزان شاخص شباهت سورنسن در مناطق مختلف استان آذربایجان غربی در سال ۱۳۸۸ (اعداد ستاره‌دار مربوط به گال‌های بهاره).

Table 3. Sorensen similarity quotient in different regions of West Azerbaijan province in 2009 (* spring galls).

Sites	Ghabre-Hossein	Mir-Abad	Vavan	Rabat	Dar-Ghabr	Shalmash
Ghabre-Hossein	-	* 86.6	* 57.1	* No similarity	* No similarity	* 66.6
Mir-Abad	50	-	* 62.5	* 37.5	* No similarity	* 57.1
Vavan	50	41.6	-	* 33.3	* No similarity	* 40
Rabat	38.2	38.4	46.2	-	* 50	* No similarity
Dar-Ghabr	83	37.8	21.6	46.2	-	* No similarity
Shalmash	58.6	56	32	29.6	52.6	-

بحث

جنس‌های *Aphelonyx* و *Cynips Andricus* در تمامی مناطق مورد بررسی فعالیت داشته‌اند. جنس اول روی هر سه گونه بلوط، جنس دوم روی *Q. brantii* و *Q. infectoria* و جنس سوم نیز تنها روی *Q. brantii* گال تولید می‌کند. با توجه به متفاوت بودن اقلیم مناطق مورد بررسی، در قدم اول به نظر نمی‌رسد که پراکنش دو جنس مذکور تحت تأثیر اقلیم تغییر

کند. با توجه به پراکنش *Q. infectoria* در تمامی مناطق، بیش‌ترین تعداد گال (۲۵ گال) نیز روی این گونه جمع‌آوری شد.

فون زنبورهای گال‌زا روی *Q. infectoria* در مقایسه با *Q. brantii* و *Q. libani* از تنوع بیش‌تری برخوردار بود. در این میان تعداد ۹ و ۱ گونه زنبور گال‌زا نیز به‌ترتیب روی *Q. libani* و *Q. brantii* فعال بوده و گال تولید کرده‌اند. این در حالی است که در لرستان فون زنبورهای گال‌زا روی *Q. brantii* در مقایسه با *Q. infectoria* از تنوع بیش‌تری برخوردار بوده است (Azizkhani et al., 2007).

جنس‌های *Chilaspis* و *Pseudoneuroterus* که روی *Q. brantii* تولید گال کردند، فقط از منطقه‌ی ربط جمع‌آوری شدند. با توجه به حضور بلوط ایرانی در هر دو منطقه و همچنین اقلیم یکسان دو منطقه، به نظر می‌رسد که عوامل دیگری در پراکنش این دو جنس دخیل بوده و حضور زیرگونه‌های مختلف بلوط ایرانی به‌عنوان اولین عامل مهم در این رابطه قابل بررسی خواهد بود. گونه‌های بلوط زیرگونه‌های متعددی دارند و پراکنش آن‌ها در آذربایجان غربی مطالعه شده است (Sabeti, 1998). در حال حاضر نیز بررسی‌های تکمیلی در خصوص شناسایی زیرگونه‌های بلوط با روش‌های مولکولی و جدیدتر در قالب یک طرح ملی در موسسه‌ی تحقیقات جنگل‌ها و مراتع در حال انجام می‌باشد.

از مجموع ۳۵ گونه زنبور گال‌زا (۳۵ گال)، تعداد ۷ گال بهاره و ۲۸ گال نیز مربوط به فعالیت گونه‌های گال‌زای تابستانه بودند. بیش‌ترین تعداد گال بهاره (۴ گال) توسط نسل جنسی زنبورهای گال‌زای بلوط روی *Q. brantii* ایجاد شد. در مقابل بیش‌ترین تعداد گال تابستانه (۲۸ گال) توسط نسل غیر جنسی زنبورهای گال‌زا روی *Q. infectoria* جمع‌آوری گردید. تنها یک گونه زنبور گال‌زا در فصل بهار روی *Q. libani* فعالیت می‌کند. در واقع این گونه بلوط دارای کم‌ترین غنای گونه‌ای زنبورهای گال‌زا است. با توجه به یکسان بودن گونه‌ی بلوط غالب و همچنین اقلیم در دو منطقه‌ی قبرحسین و میرآباد، بیش‌ترین میزان شباهت گال‌های بهاره بین این دو منطقه دیده شد. کم‌ترین میزان شباهت نیز بین مناطق ربط و اووان به ثبت رسید. این دو منطقه دارای پوشش بلوط یکسان اما اقلیم‌های متفاوتی هستند. به نظر می‌رسد حضور گال‌های بهاره در مناطق فوق، تحت تأثیر اقلیم منطقه و یا زیرگونه‌های بلوط

موجود قرار گرفته است. با توجه به غنای گونه‌ای کم‌تر زنبورهای گال‌زا در فصل بهار (۷ گونه) و یکسان نبودن پراکنش آن‌ها در مناطق مختلف، میزان شاخص شباهت در بین بسیاری از مناطق صفر بود که عدم تشابه را در مناطق مورد نظر نشان داد (جدول ۳). تفاوت موجود در فون زنبورهای گال‌زای بلوط و پراکنش آن‌ها در مناطق مختلف با تخصصی عمل کردن این گونه‌ها روی میزبان و با پراکنش گونه‌ی بلوط میزبان مرتبط می‌باشد (Stone et al., 2002).

بیش‌ترین میزان شباهت گال‌های تابستانه نیز بین دو منطقه‌ی قیرحسین و دارقبر دیده شد. این دو منطقه دارای پوشش بلوط یکسان اما اقلیم‌های متفاوتی هستند. تأثیر گونه‌ی بلوط میزبان در افزایش غنای گونه‌ای زنبورهای گال‌زا منجر به ثبت حداکثر میزان شباهت در این دو منطقه شده است. این در حالی است که میزان شباهت در مورد گال‌های بهاره بین دو منطقه‌ی فوق صفر (عدم تشابه) بود. علت این امر را می‌توان به تأثیر شدید اقلیم روی گونه‌های بهاره و یا عدم حضور برخی از زیرگونه‌های مختلف درختان بلوط در مناطق مذکور نسبت داد. در بررسی میزان غنای گونه‌ای زنبورهای گال‌زا در مکزیك، مشخص شد که بین میزان غنای گونه‌ای این دسته از حشرات و پوشش گیاهی غالب منطقه ارتباط مستقیمی وجود دارد (Cuevas-Reyaes et al., 2004).

کم‌ترین میزان شباهت گال‌های تابستانه نیز بین دو منطقه‌ی دارقبر و واوان دیده شد. این دو منطقه دارای پوشش بلوط یکسان اما اقلیم‌های متفاوتی هستند. احتمالاً حضور زیرگونه‌های بلوط میزبان و هم‌اقلیم نبودن باعث متفاوت بودن غنای گونه‌ای زنبورهای گال‌زا و در نتیجه ثبت حداقل میزان شباهت بین این دو منطقه شده است. (Blanche (2000 در تحقیق خود به این نتیجه رسید که حرارت محیط و میزان بارندگی در پراکنش حشرات گال‌زا به‌طور مستقیم نقش کمی دارند و نمی‌توان ادعا کرد غنای گونه‌ای در مناطق گرم و خشک بیشتر از مناطق سرد و مرطوب است؛ یعنی اثر اقلیم را بی‌تأثیر می‌دانست. (Price et al. (2004 با استفاده از تغییرات جمعیتی زنبورهای گال‌زا، نظریه‌های موجود در مورد پراکنش و تنوع را مورد بررسی قرار داده و رابطه‌ی میزبان گیاهی و زنبورهای گال‌زا را مهم‌ترین عامل تنوع معرفی کردند. در بررسی‌های (Genimar-Reboucas et al. (2003 مشخص شد که غنای گونه‌ای زنبورهای گال‌زای

بلوط در مناطق مختلف همبستگی شدیدی با میزان غنا و فراوانی گونه‌های درختی موجود در منطقه (پوشش گیاهی غالب) دارد.

غناي گونه‌های زنبورهای گالزای بلوط در درجه‌ی اول تحت تأثیر گونه و زیرگونه‌های بلوط میزبان در هر منطقه بوده است. اقلیم منطقه نیز در مورد پراکنش برخی از گونه‌های گالزا در استان تأثیرگذار می‌باشد. در مجموع مقایسه‌ی فون زنبورهای گالزای Cynipidae روی ۳ گونه بلوط موجود در استان نمایان‌گر وجود تخصص میزبانی بسیار بالایی در میان آن‌هاست، به‌طوری‌که هر زنبور گالزا و یا نسل جنسی و غیرجنسی آن، گال خود را فقط روی یک میزبان خاص به‌وجود می‌آورد.

در بررسی‌های صورت گرفته روی غنای گونه‌های زنبورهای گالزای بلوط در سه استان کردستان، کرمانشاه و ایلام، به‌ترتیب تعداد ۲۸، ۲۲ و ۴ گونه زنبور گالزا معرفی شدند. تعداد گونه‌ی مورد انتظار با استفاده از روش Rarefaction نیز در مناطق مورد بررسی روی بلوط‌های *Q. brantii* و *Q. infectoria* به‌ترتیب ۱۶ و ۶ گونه محاسبه شد (Nazemi et al., 2008).

Price (2005) سازگاری حشرات گالزا و پراکنش و یا عدم حضور آن‌ها را در مناطق مختلف بررسی و مهم‌ترین عامل پراکنش زنبورهای گالزا را میزبان گیاهی ذکر کرده است. بررسی فرضیه‌های مختلف در مورد تشکیل و پراکنش زنبورهای گالزای بلوط نشان داده است که در بین فرضیه‌های موجود، فرضیه‌ی تغذیه که رابطه‌ی بین میزبان با عامل گالزا را نشان می‌دهد، به‌عنوان مهم‌ترین عامل در پراکنش و تنوع گونه‌های زنبورهای گالزا مطرح می‌باشد (Price & Fernandes, 1987). همچنین، فنولوژی میزبان، ساختمان آن و حضور برخی از مواد گیاهی ثانویه در پراکنش زنبورهای گالزای بلوط تأثیرگذار هستند (Hayward & Stone, 2005). نتایج حاصل از بررسی پراکنش حشرات گالزا و رابطه‌ی آن با رطوبت محیط نشان داده است که اثر رطوبت در پراکنش این حشرات جزئی است (Fernandes & Price, 1992).

در یک زیست‌بوم، دو عامل تنوع و ثبات لازم و ملزوم یکدیگر بوده و اثرات مکملی دارند. واقعیت این است که یک نظام ابتدا باید از یک ثبات نسبی برخوردار باشد (تعادل) تا تنوع در آن افزایش یابد. حال در چنین شرایطی و با وجود ثبات نسبی، افزایش تنوع شرایط را به‌گونه‌ای تغییر خواهد داد که باعث حفظ و تداوم ثبات (پایداری) شود. لذا بالا بودن غنای

گونه‌ای و شاخص‌هایی نظیر شانون در یک منطقه در درجه‌ی اول نشان‌دهنده‌ی ثبات آن منطقه می‌باشد. در این تحقیق مناطق قبرحسین و دارقبر در مقایسه با سایر مناطق مورد بررسی از پایداری نسبی بیشتری برخوردار بودند. کاهش تنوع در سال‌های آتی در این مناطق نشان‌دهنده‌ی ناپایداری حاصل از عواملی نظیر تخریب خواهد بود.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از راهنمایی‌ها و مساعدت‌های استاد گرامی دکتر یوبرت قوستا مدیر محترم گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه ارومیه و مهندس اسماعیل علی‌زاده ریاست محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی قدردانی می‌شود.

منابع

- Azizkhani, E., Sadeghi, S. E., Rasoulia, 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 province of Iran. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research* 5, 66-79.
- Blanche, K. R.** (2000) Diversity of insect-induced galls along a temperature-rainfall gradient in the tropical savannah region of the Northern Territory. *Australian Ecology* 25, 311-318.
- Cornell, V. H.** (1983) The secondary chemistry and complex morphology of galls formed by Cynipinae. *American Midland Naturalist* 110, 225-234.
- Cuevas-Reyes, P., Quesada, M., Hanson, P., Dirzo, R. & Oyama, K.** (2004) Diversity of gall-inducing insects in a Mexican tropical dry forest: the importance of plant species richness, life-forms, host plant age and plant density. *Journal of Ecology* 92, 707-716.
- Fatahi, M.** (1994) *Oak forests of Zagros*. 63 pp. Institute of Forests and Rangelands Publishing.
- Fernandes, G. W. & Price, W. P.** (1992) Adaptive significance of insect galls distribution: survival of species in xeric and mesic habitats. *Oecologia* 90, 14-20.
- Hayward, A. & Stone, G. N.** (2005) Oak gall wasp communities: evolution and ecology. *Basic and Applied Ecology* 6, 435-443.

- Genimar-Reboucas, J., Eduardo Martins, V. & Wilson, F. G.** (2003) Richness and abundance of gall-forming insects in the Mamiraua Varzea, a flooded Amazonian forest. *Uakari* 1, 39-42.
- Krebs, C. J.** (1998) *Ecological methodology*. 2nd ed. 620 pp. Addison Wesley Publishing, USA.
- Liljeblad, J. & Ronquist, F.** (1998) Phylogenetic analysis of higher-level gall wasp relationships (Hymenoptera: Cynipidae). *Systematic Entomology* 23, 229-252.
- Magurran, A. E.** (1988) *Ecological diversity and its measurement*. 1st ed. 179 pp. Croom Helm Ltd. Publishing, London.
- Melika, G.** (2006) Gall wasps of Ukraine: Cynipidae. *Vestnik Zoologii*, supplement 21, 1-644.
- Magurran, A. E.** (2004) *Measuring biological diversity*. 1st ed. 256 pp. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Nazemi, J., Talebi, A. A., Sadeghi, S. E., Melika, G. & Lozan, A.** (2008) Species richness of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae) and identification of associated inquilines and parasitoids on two oak species in western Iran. *North-Western Journal of Zoology* 4, 189-202.
- Price, P. W.** (2005) Adaptive radiation of gall-inducing insects. *Basic and Applied Ecology* 6, 413-21.
- Price, P. W., Abrahamson, W. G., Hunter, M. & Melika, G.** (2004) Using gall wasp on oaks to test broad ecological concepts. *Conservation Biology* 18, 1405-16.
- Price, P. W. & Fernandes, G.** (1987) Adaptive nature of the insect galls. *Environmental Entomology* 16, 15-24.
- Rokas, A., Melika, G., Abe, Y., Nieves-Aldrey, J., Cook, J. & Stone, N. G.** (2003) Life cycle closure, lineage sorting, and hybridization revealed in a phylogenetic analysis of European oak gall wasps. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 26, 36-45.
- Sabeti, H.** (1998) *Forests, trees and shrubs of Iran*. 802 pp. University of Yazd Publishing.
- Sadeghi, S. E., Melika, G., Stone, G. N., Assareh, M. A., Askary, H., Tavakoli, M., Yarmand, H., Azizkhani, E., Zargarani, M. R., Barimani, H., Dordaii, A. A., Aligholizadeh, D., Salehi, M., Mozafari, M., Zeinali, S. & Mehrabi, A.** (2010) Oak gall wasps fauna of Iran (Hym.: Cynipidae: Cynipini). 7th *International Congress of Hymenopterists*, p. 112.
- Sagheb-Talebi, Kh., Sajedi, T. & Yazdian, F.** (2004) *Forests of Iran*. 27 pp. Institute of Forests and Rangelands Publishing.

- Schonrogge, K., Walker, P. & Crawley, M.** (1999) Complex life-cycle in *Andricus kollari* Linnaeus (Hymenoptera: Cynipidae). *Oikos* 84, 293-301.
- Schowalter, T.** (1996) *Insect ecology: an ecosystem approach*. 479 pp. Oregon University Publishing.
- Shojai, M.** (1980) Study of the gall forming cynipid Hymenoptera of Iranian oak forests. *Journal of Entomological Society of Iran*, supplement 3.
- Short, D. & Castner, L.** (1997) Insect galls. Available on: <http://hammock.ifas.ufl.edu> (accessed August 2010).
- Simpson, G. H.** (1949) Measurement of diversity. *Nature* 163, 688.
- Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A.** (2000) *Ecological methods*. 1st ed. 575 pp. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK.
- Speight, M. R., Hunter, M. D. & White, A. D.** (2008) *Ecology of insects: concepts and applications*. [Translated by Ashori, A. & Kheradpir, N.]. 579 pp. Tehran University Publishing.
- Stone, G. N., Schonrogge, K., Atkinson, R., Bellido, D. & Pujade-Villar, J.** (2002) The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual Review of Entomology* 47, 633-668.