

بررسی غنای گونه‌ای زنبورهای گالزای بلوط (Hymenoptera: Cynipidae) به دو روش Jackknife و Rarefaction و محاسبه شاخص‌های تشابه آنها در آذربایجان غربی

محمد رضا زرگران^{۱*}، محمد حسن صفرعلیزاده^۲ و علی اصغر پورمیرزا^۳
۱، ۲، ۳، دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
(تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۲۳ - تاریخ تصویب: ۹۰/۲/۶)

چکیده

گیاه‌خواری به شکل‌های متفاوت دیده می‌شود و تشکیل گال یک نوع از آنها است. در بین حشرات گالزا، زنبورهای گالزای بلوط (Hymenoptera: Cynipidae) روی قسمت‌های مشخصی از درختان میزبان گال تولید می‌کنند. در این تحقیق و در بهار سال ۱۳۸۹، زنبورهای گالزای بلوط از جنگل‌های بلوط استان آذربایجان غربی جمع‌آوری گردیدند. گالهای جمع‌آوری شده از مناطق قبرحسین، میرآباد، واوان، ربط، شلماش و دارقبر (از تعداد ۴۰ درخت در هر منطقه)، به طریق زیر بررسی شدند. در هر درخت یک شاخه‌ی ۵۰ سانتی‌متری به عنوان یک واحد نمونه‌برداری انتخاب و در چهار جهت جغرافیایی، تعداد گال‌های تشکیل شده روی آن شمارش گردیدند. غنای گونه‌ای به دو روش ریرفکشن و جک‌نایف و ۴ شاخص شباهت نیز محاسبه شدند. در این تحقیق، تعداد ۷ گونه زنبور گالزای بهاره (نسل جنسی) روی سه گونه بلوط *Quercus infectoria*، *Q. brantii* و *Q. libani* شناسایی شدند به طوری که بیشترین تعداد گال روی بلوط ایرانی *Q. brantii* تشکیل شده بود. گونه‌های زنبورهای گالزا متعلق به سه جنس *Biorhiza*، *Chilaspis* و *Andricus* بودند. بیشترین میزان غنای گونه‌ای به روش ریرفکشن و جک‌نایف به ترتیب ۴/۸۶ و ۵/۲ گونه بود که در میرآباد ثبت گردید. بیشترین میزان شباهت گونه‌ای زنبورهای گالزای بهاره (نسل جنسی) نیز با استفاده از شاخص‌های موریتا (Morisita)، هورن (Horn)، رنکونن (Renkonen) و سورنسن (Sorensen) بین مناطق قبرحسین و میرآباد محاسبه شد. پراکنش گونه‌های مختلف درختان بلوط و زیرگونه‌های آنها، به‌عنوان میزبان زنبورهای گالزا، عامل اصلی تنوع گونه‌ای این زنبورها و پراکنش مختلف آنها می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تنوع، پراکنش، جمعیت، حشرات گالزا.

مقدمه

Whittaker (1972) سه سطح آلفا، بتا و گاما را برای اندازه‌گیری تنوع زیستی معرفی نمود به طوری که تنوع آلفا (تنوع گونه‌ای) تنوع درون یک زیستگاه را مورد بررسی قرار می‌دهد. تنوع بتا (تنوع بین زیستگاهی) نشان‌دهنده تغییر تنوع از یک زیستگاه به زیستگاه دیگر بوده و تنوع گاما (تنوع منطقه‌ای) از دو جزء آلفا و بتا

تنوع زیستی شامل تمام مراحل تنوع و تغییرپذیری درون موجودات زنده، درون جوامع و درون مجموعه‌های بوم‌شناختی و حتی بین آنها و عملکردشان می‌باشد (Sandlund et al., 1992; Ashouri & Kheradpir, 2009).

تشکیل شده است.

تنوع آلفا شامل غنای گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ای است. غنای گونه‌ای اولین بار توسط مک اینتاش (McIntosh) به کار برده شد و به مفهوم تعداد گونه‌های موجود در یک جامعه یا در یک واحد مشخص می‌باشد. با نمونه‌گیری و داشتن قسمتی از اطلاعات مربوط به غنای یک جامعه مشخص می‌توانیم از طریق کاربرد روش‌هایی نظیر ریرفکشن، جک نایف و بوت‌استرپ به غنای کامل منطقه دست یابیم (Magurran, 1996). در ریرفکشن تمام واحدهای نمونه‌برداری در جوامع مختلف یکسان شده و ریرفکشن می‌تواند با میان‌یابی تعداد گونه در حالتی که تعداد نمونه کمتری داریم، غنای گونه‌ای را محاسبه کند. مناطق مورد نمونه‌برداری در زمان استفاده از روش ریرفکشن می‌بایستی از نظر زیستگاهی (پوشش گیاهی) یکسان باشند زیرا پوشش گیاهی غیر یکسان، باعث کاهش یا افزایش غنای گونه‌ای خواهد شد (Sanders, 1968). روش دیگر محاسبه غنای گونه‌ای، جک نایف بوده که در سال ۱۹۵۶ توسط کونویل (Quenouille) ارائه و بعداً تصحیح گردید. در این روش، نمونه‌برداری تصادفی و گونه‌های نادر که فقط در یک نمونه ظاهر می‌شوند، اساس برآورد جک نایف هستند (Heltshe & Forrester, 1983). سطح دیگر تنوع، تنوع بتا می‌باشد که با بررسی آن می‌توان به تغییر گونه‌ها از لحاظ فراوانی و حضور یا عدم حضور آنها در مناطق خاص، پی برد. بهترین راه بررسی تنوع بتا، استفاده از ضرایب تشابه می‌باشد (Gering & Crist, 2002; Gering et al., 2003). از معروف‌ترین شاخص‌های تشابه می‌توان به شاخص سورنسن، هورن و مورستا اشاره نمود. شاخص سورنسن ساده محاسبه شده و فراوانی گونه‌ها را در نظر نمی‌گیرد ولی دو شاخص بعدی متأثر از فراوانی گونه‌ها هستند. هنگامی که شباهت گونه‌ای بین دو منطقه مساوی یک باشد به این معنی است که دو منطقه ترکیب گونه‌ای یکسانی دارند (Lande, 1996; Schowalter, 1996). در آذربایجان غربی، که در زاگرس شمالی قرار دارد، جامعه بلوط ایرانی (*Q. brantii*)، یوول (*Q. libani*) و دارمازو (*Q. infectoria*) انتشار داشته که گاهی خالص و یا ناخالص دیده می‌شوند (Sabeti, 1994).

(Sagheb-Talebi et al., 2004). این گونه‌های بلوط دارای زیرگونه‌های متعددی بوده و پراکنش آنها در آذربایجان غربی مطالعه شده است (Sabeti, 1994). بررسی‌های تکمیلی در خصوص شناسایی این زیرگونه‌ها با روش‌های جدیدتر در قالب یک طرح ملی در موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع در حال انجام می‌باشد. زنبورهای گالزای بلوط (Tribe: Cynipini) وابستگی زیادی به گونه‌های بلوط داشته و فون بسیار غنی از آنها در سراسر دنیا از روی گونه‌های مختلف بلوط گزارش شده است. هرگونه زنبورگالزای گالی با ساختمان و شکل منحصر بفرد بوجود می‌آورد. تفاوت در شکل گال‌های تشکیل شده در یک منطقه، نمایانگر تفاوت در گونه‌های گالزای بوجود آورنده‌ی گال‌ها است. زنبورهای گالزای بلوط در طول دوره زندگی خود دارای یک نسل جنسی و یا یک نسل غیر جنسی و یا به طور متناوب دارای یک نسل جنسی و یک نسل غیر جنسی هستند (Rokas et al., 2003). فون زنبورهای گالزای بلوط کشور بسیار غنی بوده و تحقیقات بسیار جامعی در این زمینه انجام شده است (Melika et al., 2004; Sadeghi et al., 2010). در صورتی که اطلاعات اندکی از میزان غنای گونه‌ای و تنوع زنبورهای گالزای بلوط ایران موجود بوده، تحقیق حاضر در جهت محاسبه‌ی غنای گونه‌ای آنها و بررسی تنوع بتا در آذربایجان غربی انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در جنوب غربی استان آذربایجان غربی (پیرانشهر و سردشت) انجام شد. در حدود ۹۰ درصد پوشش درختان جنگلی این مناطق را سه گونه بلوط *Quercus infectoria* Oliv.، *Q. libani* Oliv. و *Lindl.* *Q. brantii* تشکیل می‌دهند. ایستگاه‌های قبرحسین، میرآباد، واوان، شلماش، دارقبر و ربط جهت انجام عملیات‌های صحرایی و شمارش گال‌ها در نظر گرفته شدند. مشخصات جغرافیایی، پوشش گیاهی غالب و اقلیم هر منطقه (با روش دومارتن) نیز به تفکیک در جدول ۱ آورده شده است. در سال ۱۳۸۹ و در هر ایستگاه، با توجه به تعداد نمونه محاسبه شده طبق فرمول یک، تعداد ۴۰ درخت مورد نمونه‌برداری و شمارش گال‌های بهاره قرارگرفتند. درخت‌ها به طور

* فرمول محاسبه‌ی غنای گونه‌ای به روش جک نایف (Jackknife):

$$\hat{S} = s + \left(\frac{n-1}{n} \right) k$$

\hat{S} : غنای گونه‌ای جک نایف

s: تعداد کل گونه مشاهده شده در n نمونه

n: تعداد کل واحدهای نمونه‌برداری

k: تعداد نمونه‌های نادر (نمونه نادر نمونه‌ای است که تنها در یکی از واحدهای نمونه‌برداری ظاهر شود).

* فرمول محاسبه شاخص شباهت موریتا (Morisita):

$$C_i = \frac{2 \sum X_{ij} X_{ik}}{(\lambda_1 + \lambda_2) N_j N_k}$$

$$\lambda_1 = \frac{\sum [X_{ij} (X_{ij} - 1)]}{N_j (N_j - 1)}$$

$$\lambda_2 = \frac{\sum [X_{ik} (X_{ik} - 1)]}{N_k (N_k - 1)}$$

C_i : شاخص موریتا

X_{ij} و X_{ik} : تعداد افراد گونه i ام در نمونه یا جامعه j و k

N_j : تعداد کل افراد در نمونه یا منطقه j

N_k : تعداد کل افراد در نمونه یا منطقه k .

* فرمول محاسبه شاخص شباهت هورن (Horn):

$$R_0 = \frac{\sum [(X_{ij} + X_{ik}) \log (X_{ij} X_{ik})] - \sum (X_{ij} \log X_{ij}) - \sum (X_{ik} \log X_{ik})}{[(N_j + N_k) \log (N_j + N_k)] - (N_j \log N_j) - (N_k \log N_k)}$$

R_0 : شاخص هورن و سایر موارد موجود در فرمول نیز شبیه به موارد گفته شده در شاخص موریتا.

* فرمول محاسبه درصد شباهت (Percent similarity) یا شاخص رنکونن (Renkonen):

$$P = \sum_i \text{minimum} (p_{1i}, p_{2i})$$

p: شاخص رنکونن

P_{1i} و P_{2i} : درصد گونه i ام در نمونه یا جامعه ۱ یا ۲.

محاسبه‌ی غنای گونه‌ای و برآورد سه شاخص شباهت فوق با نرم‌افزار Ecological methodology انجام گردید.

* فرمول محاسبه شاخص شباهت سورنسن (Sorensen):

$$C_s = 2a / (2a + b + c)$$

a: تعداد گونه مشترک در هر دو منطقه

b: تعداد گونه در منطقه B که در منطقه A نیست

c: تعداد گونه در منطقه A که در منطقه B نیست

تصادفی در دو قطر به شکل (+) و در دو قطر دیگر به شکل (x) انتخاب شدند. در هر درخت، تعداد چهار شاخه ۵۰ سانتی‌متری (در هر یک از جهتهای جغرافیایی یک عدد شاخه) انتخاب و تعداد گال‌های تشکیل شده روی آن شمارش و ثبت گردیدند. نمونه‌برداری در هر یک از ایستگاه‌ها در فصل بهار و به منظور جمع‌آوری گال‌های بهاره (نسل جنسی زنبورهای گالزای بلوط) انجام شد. با اعداد حاصل از این شمارش‌ها، غنای گونه‌ای زنبورهای گالزا و شباهت بین مناطق از نظر حضور یا عدم حضور آنها (ترکیب گونه‌ای) با استفاده از فرمول‌های ذیل محاسبه گردید.

* فرمول محاسبه تعداد نمونه مورد نیاز (Southwood & Henderson, 2000):

$$N = [t \times s / d \times m]^2$$

t: مقدار عددی جدول استیودنت بر حسب درجه آزادی نمونه

s: انحراف معیار داده‌های نمونه‌برداری اولیه،

d: مقدار خطا (۰/۲)

m: میانگین داده‌های نمونه‌برداری اولیه

N: تعداد نمونه مورد نیاز

لازم به ذکر است که میزان خطای نسبی نمونه‌برداری اولیه (RV) نیز کمتر از ۲۵٪ برآورد گردید.

* فرمول محاسبه‌ی غنای گونه‌ای به روش ریرفکشن (Rarefaction):

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

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

S: مجموع تعداد گونه‌ها در کل جمع‌آوری،

N_i : تعداد افراد در گونه i ام

N: مجموع تعداد افراد در کل نمونه‌برداری،

N: ارزش اندازه نمونه (تعداد افراد) انتخاب شده برای استاندارد شدن ($n \leq N$)

$\left[\frac{N}{n} \right]$: تعداد ترکیباتی از n فرد که می‌توان از گروهی با

N فرد انتخاب شود (Schowalter, 1996).

$$= N! / n!(N-n)!$$

curvator به ترتیب دارای حداکثر و حداقل درصد فراوانی در مناطق قبرحسین و میرآباد بوده‌اند. همچنین دو گونه *A. grossulariae* و *C. israeli* نیز به ترتیب بیشترین و کمترین درصد فراوانی را روی بلوط *Q. brantii* دارا بودند. *B. pallida* دارای بیشترین درصد فراوانی (۵۶ درصد) در شلماش و کمترین درصد فراوانی (۳۷ درصد) در میرآباد بود. گونه‌های *A. curvator* و *A. multiplicatus* به ترتیب دارای بیشترین درصد فراوانی در مناطق واوان و شلماش بوده و از کمترین میزان درصد فراوانی نیز به ترتیب در قبرحسین و میرآباد برخوردار بودند. اطلاعات در مورد مقایسه غنای گونه‌ای و تنوع گونه‌ای زنبورهای گالزای مرتبط با *Q. infectoria* و *Q. brantii* بین مناطق مختلف در ایران و در کشورهای دیگر بسیار اندک می‌باشد. *Azizkhani et al.* (2007) تعداد ۲۴ گونه زنبور گالزای مرتبط با *Q. infectoria* و *Q. brantii* را در استان لرستان گزارش نموده که به ترتیب ۱۱ و ۱۳ گونه از روی گونه‌های بلوط *Q. brantii* و *Q. infectoria* جمع‌آوری شده بودند. Shojai (1980) تعداد ۳۶ گونه زنبور گالزای مرتبط با *Q. infectoria* را از ایران گزارش کرد. همچنین وی نشان داد اغلب نسل‌های غیرجنسی این زنبورها روی *Q. infectoria* تشکیل می‌شوند.

مقایسه غنای گونه‌ای زنبورهای گالزای نشان داد که میزان غنای گونه‌ای زنبورهای گالزای بلوط در مناطق مورد بررسی متفاوت بود. حداکثر تعداد گونه‌ای که روی گونه بلوط *Q. infectoria* فعالیت می‌کنند ۲ گونه بود. در این مطالعه مشخص شد که غنای گونه‌ای زنبورهای

جهت مقایسه ترکیب گونه‌ای و تنوع گونه‌های زنبورهای گالزای بین مناطق مختلف از این شاخص‌ها استفاده گردید (Schowalter, 1996).

نتایج و بحث

با بررسی‌های انجام شده در سال ۱۳۸۹ و در ۶ سایت مطالعاتی (جدول ۱)، تعداد ۷ گونه زنبور گالزای بلوط در فصل بهار جمع‌آوری گردید. این گونه‌ها عبارت بودند از: جنس *Andricus* با ۵ گونه، *Chilaspis* با ۱ گونه، *Biorhiza* با ۱ گونه (جدول ۲). همان طور که مشاهده می‌شود گونه‌های متعلق به جنس *Andricus* از غنای گونه‌ای بیشتری در مقایسه با سایر گونه‌های گالزای برخوردار بود. پراکنش این گونه‌ها نیز در ایستگاه‌های مطالعاتی با یکدیگر متفاوت بود به طوری که از منطقه قبرحسین تعداد ۴ گونه، میرآباد ۵ گونه، واوان ۳ گونه، ربط ۳ گونه، دارقبر ۱ گونه و در شلماش ۲ گونه زنبور گالزای جمع‌آوری گردید (شکل ۱). مناطق میرآباد و دارقبر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان غنای گونه‌ای بودند. بیشترین تعداد گونه مربوط به جنس *Andricus* در میرآباد با تعداد ۴ و کمترین آن نیز به تعداد ۱ گونه در شلماش مشاهده شد. جنس *Chilaspis* با داشتن تنها یک گونه، فقط در منطقه ربط حضور داشت. تمامی گونه‌های گالزای بهاره از روی سه گونه بلوط *Q. infectoria*، *Q. brantii* و *Q. libani* جمع‌آوری و فون غنی از آنها روی *Q. brantii* فعالیت داشته به طوری که بیشترین تعداد گالهای بهاره از روی آن جمع‌آوری گردید.

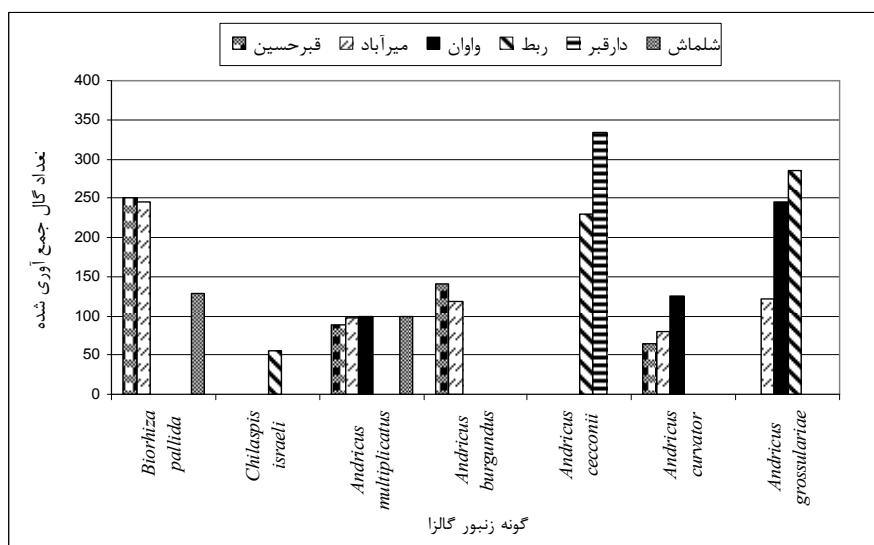
مقایسه بین درصد فراوانی زنبورهای گالزای بلوط مرتبط با گونه بلوط *Q. infectoria* نشان داد که زنبورهای گالزای *Biorhiza pallida* و *Andricus*

جدول ۱- ایستگاه‌های نمونه‌برداری جهت بررسی تنوع گونه‌ای زنبورهای گالزای بلوط در آذربایجان غربی، سال ۱۳۸۹

ایستگاه	مختصات جغرافیایی	اقلیم (به روش دومارتن)	گونه بلوط میزبان
قبرحسین	36°28'N 45°18'W	خیلی مرطوب سرد	<i>Q. infectoria</i> , <i>Q. brantii</i> , <i>Q. libani</i>
میرآباد	36°15'N 45°22'W	خیلی مرطوب سرد	<i>Q. infectoria</i> , <i>Q. brantii</i> , <i>Q. libani</i>
ربط	36°14'N 45°33'W	مرطوب مدیترانه‌ای	<i>Q. infectoria</i> , <i>Q. brantii</i>
واوان	36°16'N 45°28'W	خیلی مرطوب مدیترانه‌ای	<i>Q. infectoria</i> , <i>Q. brantii</i>
داقبر	36°11'N 45°24'W	مرطوب مدیترانه‌ای	<i>Q. infectoria</i> , <i>Q. brantii</i>
شلماش	36°07'N 45°30'W	خیلی مرطوب مدیترانه‌ای	<i>Q. infectoria</i> , <i>Q. brantii</i> , <i>Q. libani</i>

جدول ۲- گونه‌های زنبورهای گالزای بلوط جمع‌آوری شده در فصل بهار از ایستگاه‌های مطالعاتی در آذربایجان غربی، سال ۱۳۸۹

گونه گالزا	محل تشکیل	تعداد حفره لاروی	میزبان	خار	نسل
<i>Andricus burgundus</i> Giraud, 1859	گل‌آذین	یک حفره‌ای	<i>Q. libani</i>	ندارد	جنسی
<i>A. cecconii</i> Kieffer, 1901	گل‌آذین	یک حفره‌ای	<i>Q. brantii</i>	ندارد	جنسی
<i>A. curvator</i> Hartig, 1840	برگ	یک حفره‌ای	<i>Q. infectoria</i>	ندارد	جنسی
<i>A. grossulariae</i> Giraud, 1859	گل‌آذین	یک حفره‌ای	<i>Q. brantii</i>	ندارد	جنسی
<i>A. multiplicatus</i> Giraud, 1859	جوانه‌ی برگ‌گی	چند حفره‌ای	<i>Q. brantii</i>	ندارد	جنسی
<i>Biorhiza pallida</i> Olivier, 1791	شاخه	چند حفره‌ای	<i>Q. infectoria</i>	ندارد	جنسی
<i>Chilaspis israeli</i> Sternlicht, 1968	گل‌آذین	چند حفره‌ای	<i>Q. brantii</i>	ندارد	جنسی



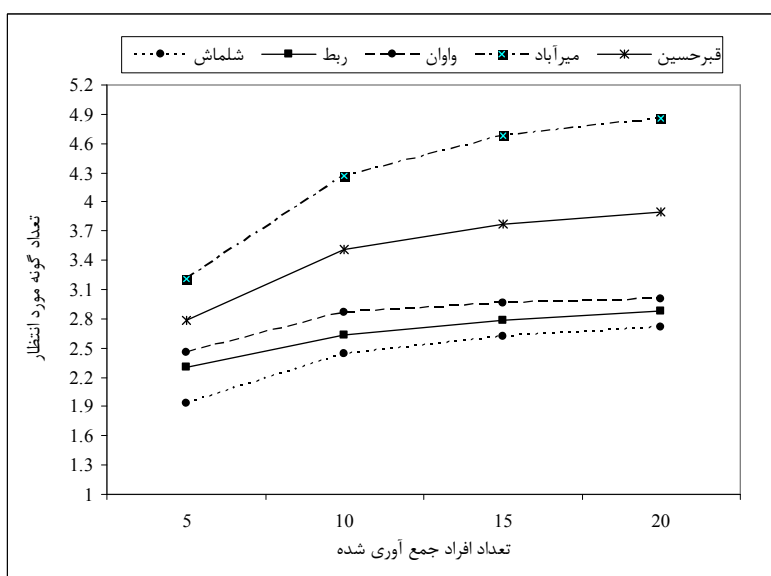
شکل ۱- مناطق پراکنش نسل جنسی زنبورهای گالزای بلوط در آذربایجان غربی، سال ۱۳۸۹

بهار از منطقه میرآباد انتخاب شوند به احتمال ۹۵ درصد متعلق به حداقل ۴ گونه و حداکثر ۵ گونه گالزا می‌باشند. با توجه به تعداد نمونه (۴۰ عدد) استفاده از روش جک نایف در تعیین غنای گونه‌های مورد تأیید بوده و نتایج نشان داد بیشترین و کمترین مقدار غنای گونه‌های به ترتیب با ۶/۲ و ۲/۱ گونه در مناطق میرآباد و دارقبر بوده است. به دلیل این که این روش کاملاً تحت تأثیر گونه‌های نادر (کمیاب) بوده و در انجام محاسبه نیز یک گونه را به عنوان گونه نادر در نظر گرفته بودیم (جدول ۳)، لذا با کم کردن عدد یک، میزان غنای گونه‌های برای میرآباد و دارقبر به ترتیب ۵/۲ و ۱/۱ گونه خواهد بود که کمی بیشتر از مقدار مشاهده شده می‌باشد. در روش جک نایف حداکثر غنای گونه‌های محاسبه شده معمولاً ۲ برابر مقدار واقعی غنای گونه‌های تخمین زده می‌شود (جدول ۳، Heltshe & Forrester, 1983. Nazemi et al. (2008) غنای گونه‌های زنبورهای

گالزای فعال روی *Q. brantii* بیشتر از *Q. infectoria* بوده و حداکثر تعداد گونه‌های فعال روی *Q. brantii*، ۶ گونه بود. در مقایسه‌ی بین غنای گونه‌های زنبورهای گالزا در مناطق مختلف به روش ریفکشن نیز مشاهده گردید که منحنی رابطه بین تعداد افراد در هر نمونه‌برداری و تعداد گونه‌های مورد انتظار به صورت خطی افزایش یافته و پس از تعداد ۲۰ فرد در هر نمونه‌برداری به صورت افقی در می‌آید. در این حالت تعداد گونه مورد انتظار برای منطقه قبرحسین ۳/۸۹ گونه، ۴/۸۶ گونه در میرآباد، ۲/۹۸ گونه در واوان، ۲/۸۷ گونه در ربط و تعداد ۲/۷۲ گونه در شلماش برآورد گردید که با تعداد گونه‌های جمع‌آوری شده در تحقیق نیز مطابقت داشت. لذا می‌توان گفت بیشترین میزان غنای گونه‌های زنبورهای گالزای فعال بهاره در منطقه میرآباد بوده است (شکل ۲). به عنوان مثال می‌توان گفت که اگر تعداد ۲۰ فرد (زنبور گالزای نسل جنسی) به طور تصادفی در فصل

جدول ۳- غنای گونه‌های زنبورهای گالزای بلوط به روش جک نایف در آذربایجان غربی، سال ۱۳۸۹

ایستگاه‌ها	غنای گونه	گونه نادر	محدوده اطمینان ۹۵٪		خطای استاندارد
			حد پایین	حد بالا	
قبرحسین	۵/۹	۱	۴/۱	۷/۹	۰/۹۷
میرآباد	۶/۲	۱	۴/۸	۸/۷	۰/۸۶
واوان	۴/۳	۱	۲/۸	۶/۱	۰/۶۵
ربط	۴/۸	۱	۳/۱	۶/۷	۰/۷۲
دارقبر	۲/۱	۱	۱/۲	۲/۳	۰/۴۸
شلماش	۳/۲	۱	۲/۴	۴/۳	۰/۵۴



شکل ۲- غنای گونه‌های زنبورهای گالزای بلوط به روش ریرفکشن در آذربایجان غربی، سال ۱۳۸۹

دو منطقه وابسته است، تفاوت چندانی را نشان نداده و تقریباً برابر بودند. با توجه به داشتن تعداد نمونه‌ی بالا و همچنین درصد فراوانی گونه‌ها، استفاده از شاخص رنگون مناسب‌تر می‌باشد (جدول ۴). این دو شاخص از مهم‌ترین شاخص‌های محاسبه شباهت گونه‌ای بین مناطق هستند. نقطه مشترک در بین تمامی شاخص‌های شباهت استفاده شده در این تحقیق این بود که بیشترین میزان شباهت گونه‌ای زنبورهای گالزای بهاره بین مناطق میرآباد و قبرحسین مشاهده گردید. این دو منطقه دارای پوشش گیاهی و اقلیم یکسان هستند که احتمالاً از مؤثرترین عوامل در پراکنش زنبورهای گالزا و یکسان شدن میزان شباهت بین دو منطقه فوق بوده‌اند. دو شاخص هورن و مورستا، کمترین میزان شباهت را بین مناطق واوان و قبرحسین نشان دادند. این دو

گالزای بلوط در سه استان کردستان، کرمانشاه و ایلام را مورد بررسی و به ترتیب تعداد ۲۸، ۲۲ و ۴ گونه زنبور گالزا را از این استانها گزارش کرده و همچنین تعداد گونه مورد انتظار نیز با استفاده از روش ریرفکشن در مناطق مورد بررسی روی *Q. brantii* و *Q. infectoria* را به ترتیب ۱۶ و ۶ گونه اندازه‌گیری نمودند. در خصوص تعیین تنوع بتا از طریق اندازه‌گیری شاخص‌های شباهت مشخص گردید که بین دو شاخص مورستا و هورن تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۴). این امر نشان می‌دهد در بررسی شباهت بین مناطق می‌توان از هر دو شاخص استفاده نمود. میزان فراوانی گونه‌ها اثر مستقیمی روی میزان این دو شاخص داشت. مقدار شاخص‌های شباهت رنگون که تحت تأثیر میزان درصد فراوانی هر گونه بوده و شاخص سورنسن، که به تعداد گونه‌های مشترک بین

گیاه توسط زنبور گالزا ایفا می‌کنند (Cornell, 1983; Price *et al.*, 2004). شواهدی نیز وجود دارد که فراوانی بیشتر زنبورهای cynipid برای گونه‌های بلوط با سطوح تانن بالاتر را تأیید می‌کنند. نتایج بررسی تغییرات جمعیتی زنبورهای گالزا نشان داده است که فنولوژی میزبان، ساختمان آن و حضور برخی از مواد گیاهی ثانویه در پراکنش زنبورهای گالزای بلوط تأثیر می‌گذارند (Taper & Case, 1987; Hayward & Stone, 2005).

منطقه از نظر پوشش گیاهی و اقلیم نیز متفاوت می‌باشند. ولی کمترین میزان شباهت برآورد شده توسط دو شاخص رنکونن و سورنسن بین مناطق ربط و میرآباد مشاهده شد. علت متفاوت بودن مناطق دارای کمترین شباهت توسط شاخص‌های استفاده شده به تأثیر میزان فراوانی گونه‌ها در دو شاخص هورن و موریسیتا بستگی دارد. هر چهار شاخص فوق مناطق مشترکی را در حد میزان صفر (عدم شباهت) معرفی نمودند (جدول ۴). خصوصیات شیمیایی نقش مهمی را در انتخاب گونه

جدول ۴- میزان شاخص‌های شباهت گونه‌های زنبورهای گالزای بلوط بین مناطق مورد مطالعه در آذربایجان غربی

ایستگاه‌ها	ایستگاه‌ها						شاخص‌های شباهت
	قبرحسین	میرآباد	واوان	ربط	دارقبر	شلماش	
قبرحسین	-	۰/۹۲	۰/۲۶	*	*	۰/۸۱	Morisita
	-	۰/۹۰	۰/۳۶	*	*	۰/۸۰	Horn
	-	۸۱/۳۳	۲۸/۰۷	*	*	۶۲/۳۹	Percent similarity
	-	۰/۸۸	۰/۵۷	*	*	۰/۶۶	Sorensen
میرآباد	-	-	۰/۵۱	۰/۲۳	*	۰/۷۳	Morisita
	-	-	۰/۶۶	۰/۲۹	*	۰/۷۴	Horn
	-	-	۴۵/۰۸	۱۸/۳۱	*	۵۱/۷۴	Percent similarity
	-	-	۰/۷۵	۰/۲۵	*	۰/۵۷	Sorensen
واوان	-	-	-	۰/۶۵	*	۰/۲۱	Morisita
	-	-	-	۰/۵۱	*	۰/۳۱	Horn
	-	-	-	۵۰	*	۲۱/۲۳	Percent similarity
	-	-	-	۰/۳۳	*	۰/۴۰	Sorensen
ربط	-	-	-	-	۰/۵۷	*	Morisita
	-	-	-	-	۰/۶۴	*	Horn
	-	-	-	-	۴۰/۱۸	*	Percent similarity
	-	-	-	-	۰/۵۰	*	Sorensen
دارقبر	-	-	-	-	-	*	Morisita
	-	-	-	-	-	*	Horn
	-	-	-	-	-	*	Percent similarity
	-	-	-	-	-	*	Sorensen
شلماش	-	-	-	-	-	-	Morisita
	-	-	-	-	-	-	Horn
	-	-	-	-	-	-	Percent similarity
	-	-	-	-	-	-	Sorensen

Similarity Indices

*: عدم تشابه

نتیجه‌گیری کلی
با توجه به همخوانی غنای گونه‌های محاسبه‌شده برای زنبورهای گالزای بلوط به دو روش ریرفکشن و جک نایف با تعداد گونه جمع‌آوری شده در تحقیق حاضر در هر منطقه، تعداد ۴۰ درخت مورد بررسی، تخمین دقیقی از غنای گونه‌های این زنبورها را برآورد نمود. با توجه به بررسی میزان شباهت بین مناطق، در صورتی که فراوانی گونه‌ها مدنظر باشد استفاده از دو شاخص موریسیتا و هورن و در صورتی که فراوانی گونه‌ها مدنظر نباشد، دو شاخص سورنسن و رنکونن از کارایی یکسانی برخوردارند. بررسی تنوع گونه‌های زنبورهای گالزای بلوط در کشور نیازمند تحقیقات بیشتری خواهد بود.

توجه به بررسی میزان شباهت بین مناطق، در صورتی که فراوانی گونه‌ها مدنظر باشد استفاده از دو شاخص موریسیتا و هورن و در صورتی که فراوانی گونه‌ها مدنظر نباشد، دو شاخص سورنسن و رنکونن از کارایی یکسانی برخوردارند. بررسی تنوع گونه‌های زنبورهای گالزای بلوط در کشور نیازمند تحقیقات بیشتری خواهد بود.

REFERENCES

1. Ashouri, A. & Kheradpir, N. (2009). *Insect ecology*. Tehran University Press. (In Farsi).
2. Azizkhani, E., Sadeghi, S. E., Rasouljan, 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(1), 66-79. (In Farsi).
3. Blanche, K. R. & Ludwig, J. A. (2001). Species richness of gall-inducing insects and host plants along an altitudinal gradient in big bend national park, Texas. *The American Midland Naturalist*, 145(2), 219-232.
4. Cornell, H. (1983). Secondary chemistry and complex morphology of galls formed by the cynipinae (Hymenoptera). *The American Midland Naturalist*, 110, 225-236.
5. Gering, J. C. & Crist, T. (2002). The alpha-beta-regional relationship: providing new insights into local-regional patterns of species richness and scale dependence of diversity components. *Ecology Letters*, 5, 433-444.
6. Gering, J. C., Crist, T. & Vech, J. A. (2003). Additive partitioning of species diversity across multiple spatial scales: implications for regional conservation of biodiversity. *Conservation Biology*, 17, 488-499.
7. Hayward, A. & Stone, G. N. (2005). Oak gall wasps communities: evolution and ecology. *Basic and Applied Ecology*, 6(5), 435-443.
8. Heltshe, J. F. & Forrester, N. (1983). Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics*, 39, 1-11.
9. Lande, R. (1996). Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76, 5-13.
10. Magurran, A. E. (1996). *Ecological diversity and its measurement* (1st ed.). Croom Helm Ltd. Publishing: London.
11. Melika, G., Stone, G. N., Sadeghi, S. E. & Pujad-villar, J. (2004). New species of cynipid gall wasps from Iran and Turkey (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 50, 139-151.
12. 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.
13. Price, P. W., Abrahamson, W. G., Hunter, M. & Melika, G. (2004). Using gall wasp on oaks to test ecological concepts. *Conservation Biology*, 18, 1405-1416.
14. Rokas, A., Melika, G., Abe, Y., Nieves-Aldrey, J., Cook, J. & Stone, G. N. (2003). Life cycle closure, lineage sorting, hybridization revealed in a phylogenetic analysis of European oak gall wasps. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 26, 36-45.
15. Sabeti, H. (1994). *Forests, Trees and Shrubs of Iran* (2nd ed.). Yazd University Press. (In Farsi).
16. 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 gallwasps fauna of Iran (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). In: *Proceedings of the 7th international Congress of Hymenopteroists*, p. 112.
17. Sagheb Talebi, Kh., Sajedi, T. & Yazdian, F. (2004). *Forests of Iran*. Institute of Forests and Rangelands Press, Tehran. (In Farsi).
18. Sanders, H. L. (1968). Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist*, 102, 243-282.
19. Sandlund, O. T., Hindar, K. & Brown, A. H. (1992). *Conservation of biodiversity for sustainable development*. Scandinavian University Press, Oslo.
20. Schowalter, T. (1996). *Insect ecology*. Oregon University Press.
21. Shojai, M. (1980). Study of the gall forming cynipid Hymenoptera of Iranian oak forests. *Journal of the entomological society of Iran*, supplement 3. (In Farsi).
22. Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. (2000). *Ecological methods* (1st ed.). Blackwell Science Ltd., Oxford.
23. Taper, M. L. & Case, T. J. (1987). Interactions between oak tannins and parasite community structure: unexpected benefits of tannins. *Oecologia*, 71(2), 254-61.
24. Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21, 213-251.