

## تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی بالشک مرکبات، *Pulvinaria aurantii* (Hem.: Coccidae) روی گونه‌های مختلف مرکبات منطقه تنکابن در شمال ایران

مریم بزرگ امیرکلائی<sup>۱\*</sup>، سیدعلی اصغر فتحی<sup>۲</sup>، علی گلی زاده<sup>۲</sup> و سید اسمعیل مهدویان<sup>۳</sup>

۱- \*نویسنده مسوول: دانشجوی سابق دکتری حشره‌شناسی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران (m.amirkalae@uma.ac.ir)

۲- دانشیاران گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- استادیار ایستگاه تحقیقات گیاهپزشکی خشکداران، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، تنکابن، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۴/۰۱

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۱۳

### چکیده

بالشک مرکبات، *Pulvinaria aurantii* Cockerell (Hem.: Coccidae) یکی از جدی‌ترین آفات مرکبات در شمال ایران می‌باشد. بسیاری از دشمنان طبیعی می‌توانند در کنترل بیولوژیک این آفت در طبیعت مؤثر باشند. در این تحقیق، تنوع گونه‌ای و فراوانی دشمنان طبیعی بالشک مرکبات روی پنج گیاه میزبان شامل پرتقال خونی (*Citrus sinensis* cv. Moro)، پرتقال محلی (*Citrus sinensis* cv. Siavaraz)، نارنج (*Citrus aurantium* cv. Narej)، نارنگی کلمانتین (*Citrus clementina* cv. Cadoux) و کامکوات (*Fortunella margarita* cv. Nagami) در باغ‌های مرکبات منطقه تنکابن طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ مطالعه شد. بر اساس نتایج ۱۳ گونه دشمن طبیعی با فراوانی‌های متفاوت روی گیاهان مختلف میزبان آلوده به بالشک مرکبات جمع‌آوری شدند. در هر دو سال، کفشدوزک (*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col.: Coccinellidae) نسبت به دیگر دشمنان طبیعی روی گیاهان میزبان فراوانی بیشتری داشت. شاخص‌های تنوع و یکنواختی شانون جامعه‌ی دشمنان طبیعی روی میزبان‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری نداشتند. مقدار شاخص‌های شباهت جکارد، سورنسون و مورسیتا-هورن برای جامعه‌ی دشمنان طبیعی در هر دو سال روی همه گیاهان میزبان مورد مطالعه بیشتر از حد متوسط بود. بر اساس شاخص مورسیتا-هورن، بیشترین شباهت گونه‌ای دشمنان طبیعی بین نارنگی کلمانتین، پرتقال خونی و نارنج و کمترین شباهت گونه‌ای بین پرتقال محلی و کامکوات مشاهده شد. این نتایج می‌تواند در طراحی برنامه‌های کنترل بیولوژیک بالشک مرکبات در منطقه تنکابن مفید باشد.

کلید واژه‌ها: بالشک مرکبات، دشمنان طبیعی، تنوع گونه‌ای، شاخص شباهت، مرکبات، تنکابن

بالشک مرکبات، *Pulvinaria aurantii*

Cockerell (Hem.: Coccidae) یکی از مهم‌ترین آفات غیربومی مرکبات در شمال ایران می‌باشد که در دو دهه‌ی اخیر حالت طغیانی پیدا کرده است (Damavandian, 2006; Hallaji-Sani, 1999).

کنترل شیمیایی علاوه بر اثرات جانبی نامطلوب بر محیط‌زیست، موجب ظهور ژنوتیپ‌های مقاوم بالشک به حشره‌کش‌ها شده است (Bedford et al., 1998).

### مقدمه

مرکبات از تیره Rutaceae می‌باشد که فقط سه جنس آن به نام‌های *Citrus*، *Fortunella*، *Poncirus* اهمیت اقتصادی دارند (Fotouhi Ghazvini, 1999). این محصول از مهم‌ترین میوه‌های گرمسیری می‌باشد که نواحی تولید آن در امتداد کمربند وسیعی بوده که از خط استوا شروع شده و در هر دو طرف آن تا عرض ۳۵ درجه‌ی شمالی و جنوبی گسترش یافته است (Liu et al., 2012).

تأثیر بر جلب‌کنندگی و توانایی جستجوگری آن‌ها و یا به‌طور غیرمستقیم با تأثیر بر کیفیت طعمه تغییر دهند (Price et al., 1980; Garcia and O'Neil, 2000)؛ (Vet and Dicke, 1992). تاکنون در دنیا درباره تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی بالشک مرکبات روی گیاهان مختلف میزبان مطالعه‌ای صورت نگرفته است، لذا این تحقیق با هدف مطالعه تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی *P. aurantii* روی ارقام و گونه‌های مختلف مرکبات انجام شد. نتایج این پژوهش می‌تواند به تصمیم‌گیری آگاهانه در مدیریت تلفیقی این آفت در باغ‌های مرکبات منطقه تنکابن کمک نماید.

## مواد و روش‌ها

### منطقه و زمان مطالعه

این بررسی در غرب استان مازندران در منطقه تنکابن (با عرض جغرافیایی ۷۰' ۳۶° شمالی و طول جغرافیایی ۱۰' ۵۱° شرقی)، در شش باغ مرکبات به فاصله تقریبی دو کیلومتر از یکدیگر در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ انجام شد.

### ارقام و گونه‌های مرکبات مورد مطالعه

ارقام و گونه‌های مرکبات مورد مطالعه شامل پرتقال خونی "Citrus sinensis (L.) Osbeck cv. Moro"، پرتقال محلی "Citrus sinensis (L.) Osbeck cv. Siavaraz"، نارنج "Citrus aurantium L. cv. Narenj"، نارنگی کلمانتین "Citrus clementina Hort. ex Tan. cv. Cadoux" و کامکوات "Fortunella margarita (Lour.) Swingle" cv. Nagami بود. از شش باغ مورد بررسی، باغ اول دارای هر پنج گیاه میزبان، باغ دوم دارای پرتقال خونی، پرتقال محلی، نارنج و کامکوات، باغ سوم دارای پرتقال خونی، پرتقال محلی، نارنگی کلمانتین و نارنج، باغ چهارم دارای پرتقال خونی، نارنج و نارنگی کلمانتین، باغ پنجم دارای پرتقال محلی و نارنج و باغ ششم دارای پرتقال محلی بود. در این باغ‌ها عملیات سمپاشی و

(Damavandian, 2006). هم‌چنین، حشره‌کش‌ها ممکن است کارایی لازم را نداشته باشند و توسط باران‌های غیرقابل پیش‌بینی شسته شوند و یا آن‌ها نتوانند همه مراحل آفت را کنترل کنند (McDowell et al., 1984; Vu et al., 2006). در مقابل، عوامل کنترل بیولوژیک پایداری بیشتری دارند و هزینه‌های استفاده مجدد از حشره‌کش‌ها را کاهش می‌دهند (Van Driesche, 1994; Kimberling, 2004). بالشک مرکبات در طبیعت دارای دشمنان طبیعی متنوعی بوده که در کنترل انبوهی این آفت مؤثر می‌باشند. Shabanian et al. (2011) دو جدایه از قارچ بیمارگر *Lecanicillium muscarium* (Petch) Zare & W. Gams و *Lecanicillium aphanocladii* Zare & W. Gams را روی *P. aurantii* در باغ‌های مرکبات شرق گیلان و غرب مازندران جمع‌آوری کردند. گونه‌های متعددی از زنبورهای خانواده Encyrtidae و Aphelinidae نیز بالشک مرکبات را پارازیت می‌کنند (Noyes, 2014). Khazaeipool (2008) زنبور (Eulophidae) *Tetrastichus* sp. را به‌عنوان پارازیتوید حشره کامل ماده بالشک مرکبات گزارش کرد. علاوه بر این، لاروهای بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* (Stephens) و همچنین لاروها و حشرات کامل کفشدوزک‌های نقابدار *Chilocorus bipustulatus* Linnaeus و کریپتولموس، *Cryptolaemus montrouzieri* در کنترل جمعیت این آفت نقش مهمی دارند (Khazaeipool, 2008; Hallaji-Sani, 1999). هم‌چنین Saboori and Zhang (1996) کنه شکارگر *Allothrombium pulvinum* Ewing (Acari: Trombidiidae) را از عوامل کنترل بیولوژیک بالشک مرکبات گزارش کردند.

گونه گیاه میزبان به دلیل ویژگی‌های متفاوت ریخت‌شناسی، محتویات شیمیایی و متابولیت‌های سمی می‌تواند عملکرد دشمنان طبیعی را به‌طور مستقیم با

استفاده شد. در ضمن، نمونه برداری براساس روش تصادفی-سیستماتیک انجام شد. در این تحقیق، نمونه برداری به صورت هفتگی از اوایل اردیبهشت شروع شد و تا اواخر آبان ماه ادامه یافت.

### شناسایی دشمنان طبیعی

هر باغ برای گیاه میزبان مربوط به آن به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد و در هر باغ، ۱۰ درخت از هر نوع گیاه میزبان موجود با سطح متوسط آلودگی به بالشک مرکبات (۲۰ تا ۵۰ درصد آلوده به قارچ فوماژین) علامت گذاری شدند. سپس در هر نوبت نمونه برداری، ۸۰ برگ از هر گیاه میزبان (در چهار جهت مختلف جغرافیایی و در محدوده‌ی ارتفاع ۱ تا ۱/۸ متری از سطح زمین) به آرامی و دقت چیده شدند. این برگ‌ها با یادداشت کردن مشخصاتی همچون نام گیاه میزبان و تاریخ نمونه برداری به طور جداگانه در کیسه‌های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل و برای جلوگیری از فرارشان، در دمای چهار درجه‌ی سانتیگراد در یخچال بی حس شدند و سپس زیر استریومیکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفتند. تعداد هر یک از شکارگرها در هر نمونه شمارش و یادداشت شد. سپس به منظور ظهور زنبورهای پارازیتوئید احتمالی، نمونه‌های آلوده به بالشک مرکبات به طور جداگانه درون لیوان‌های یک‌بار مصرف (با قطر دهانه ۴ سانتی‌متر و ارتفاع ۸ سانتی‌متر پوشیده شده با تور ابریشمی) در دمای  $26 \pm 1$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $70 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی نگهداری شدند. تعداد زنبورهای پارازیتوئید ظاهر شده از هر نمونه یادداشت و به طور جداگانه داخل شیشه‌های حاوی الکل ۷۵ درصد نگهداری شد. گونه‌های زنبور پس از شناسایی اولیه بر اساس منابع و کلیدهای معتبر، برای تایید و شناسایی نهایی به متخصص خارجی (پروفسور Jim Woolley در دانشگاه تگزاس آمریکا<sup>۳</sup>) ارسال

کودهی انجام نشد. لازم به یادآوری است که تعداد درختان موجود در هر باغ حدود ۲۰۰ تا ۳۵۰ اصله درخت و سن درختان مرکبات مورد نمونه برداری نیز در حدود ۱۵ تا ۲۰ سال بود.

### روش نمونه برداری و تعداد نمونه

در این تحقیق، برگ‌های مرکبات به دلیل جمعیت بیشتر بالشک روی آن‌ها در مقایسه با شاخه و هم چنین تحرک کم این آفت، به عنوان واحد نمونه برداری انتخاب شدند و برای تعیین دقت و تعداد نمونه مورد نیاز، یک نمونه برداری اولیه با تعداد ۳۰ برگ انجام شد. با استفاده از داده‌های حاصل از نمونه گیری اولیه، خطای نسبی<sup>۱</sup> (RV) (فرمول ۱) که نشانگر دقت نمونه برداری است، با استفاده از معادله زیر به دست آمد (Pedigo and Buntin, 1994):

$$RV = \left( \frac{SE}{m} \right) (100) \quad (1)$$

که در آن  $m$  و  $SE$  به ترتیب میانگین و خطای معیار داده‌های نمونه گیری اولیه می‌باشند. در این تحقیق، میزان خطای نسبی ۱۵ درصد محاسبه شد. اندازه نمونه<sup>۲</sup> ( $N$ ) (فرمول ۲) با استفاده از داده‌های حاصل از نمونه برداری اولیه و از طریق رابطه زیر به دست آمد (Pedigo and Buntin, 1994):

$$N = \left( \frac{t \times s}{D \times m} \right)^2 \quad (2)$$

که در آن  $m$  و  $s$  به ترتیب میانگین و انحراف معیار نمونه گیری اولیه،  $D$  میزان خطای قابل قبول در نمونه برداری یا  $RV$  است که به صورت اعشاری نوشته می‌شود و  $t$  مقدار عددی جدول توزیع تی-استودنت بر حسب درجه‌ی آزادی نمونه می‌باشد.

در این مطالعه، تعداد نمونه محاسبه شده با میزان خطای نسبی ۱۵ درصد، برابر با ۷۷ برگ بود که از ۸۰ برگ به عنوان تعداد نمونه لازم برای مطالعات صحرائی

1- Relative variation  
2- Sample size

3- Texas A & M University

شدند. از داده‌های حاصله در تعیین فراوانی نسبی هر یک از دشمنان طبیعی روی هر گیاه میزبان استفاده شد.

### محاسبه و مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی و یکنواختی

از داده‌های تعداد و فراوانی هر یک از گونه‌های دشمنان طبیعی برای محاسبه شاخص‌های تنوع و یکنواختی گونه‌ای و نیز شاخص‌های شباهت برای ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی روی پنج گیاه میزبان مورد مطالعه به شرح زیر استفاده شد:

### تنوع و یکنواختی جامعه‌ی دشمنان طبیعی روی گیاهان میزبان

از شاخص تنوع شانون<sup>۱</sup> ( $H$ ) (فرمول ۳) و شاخص یکنواختی شانون ( $E$ ) (فرمول ۴) به ترتیب برای محاسبه تنوع و یکنواختی گونه‌های دشمنان طبیعی روی هر یک از پنج گیاه میزبان مورد مطالعه استفاده شد. در محاسبه شاخص تنوع شانون از دو عامل اصلی تعداد گونه و فراوانی هر کدام از گونه‌های دشمنان طبیعی روی هر گیاه میزبان استفاده شد. این شاخص روی هر گیاه میزبان بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود (Magurran, 2004).

$$H = -\sum p_i \ln p_i \quad (3)$$

در این معادله،  $H$  شاخص تنوع شانون و  $P_i$  فراوانی نسبی گونه‌ها و یا به عبارتی نسبت افرادی است که در گونه  $i$  وجود دارند ( $n_i/N$ ). هر چه مقدار این شاخص کمتر باشد نشان می‌دهد که تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی روی میزبان مورد نظر کمتر است و یا این که فراوانی یکی از گونه‌ها در مقایسه با سایر گونه‌های دشمنان طبیعی روی آن خیلی بیشتر است. در مقابل، هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد، نشان می‌دهد که تعداد گونه‌های دشمنان طبیعی روی آن گیاه میزبان بیشتر است و یا این که فراوانی نسبی آن‌ها تقریباً یکنواخت است. شاخص یکنواختی شانون ( $E$ ) تابعی از شاخص تنوع شانون و تعداد گونه می‌باشد. این شاخص بر اساس رابطه زیر

محاسبه شد (Magurran, 2004).

$$E = H / \ln S \quad (4)$$

در این رابطه،  $E$  شاخص یکنواختی شانون،  $H$  شاخص تنوع شانون و  $S$  تعداد گونه در نمونه می‌باشد. به طوری که هر چه تنوع گونه‌ای بیشتر و فراوانی نسبی گونه‌ها تقریباً یکنواخت باشد، شاخص یکنواختی افزایش می‌یابد.

### شباهت ترکیب گونه‌های دشمنان طبیعی روی گیاهان میزبان

شباهت ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی روی گیاهان میزبان مختلف با استفاده از شاخص‌های جکارد<sup>۲</sup> (فرمول ۵)، سورنسون<sup>۳</sup> (فرمول ۶) و مورسیتا-هورن<sup>۴</sup> (فرمول ۷) محاسبه شد (Magurran, 2004). این شاخص‌ها بین صفر تا یک متغیر می‌باشند. عدد صفر نشان‌دهنده عدم شباهت ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی روی دو گیاه میزبان است و هر چه مقدار این شاخص‌ها به یک نزدیک تر شود، شباهت ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی روی دو گیاه میزبان بیشتر می‌شود. فرمول‌های شاخص جکارد ( $C_J$ ) و شاخص سورنسون ( $C_S$ ) به شرح زیر می‌باشد:

$$C_J = a / (a + b + c) \quad (5)$$

$$C_S = 2a / (2a + b + c) \quad (6)$$

در این فرمول‌ها؛  $a$  تعداد گونه‌ی مشترک بین دو گیاه میزبان،  $b$  تعداد گونه روی گیاه  $B$  که در گیاه  $A$  نیست و  $c$  تعداد گونه روی گیاه  $A$  که در گیاه  $B$  نیست. شاخص مورسیتا-هورن ( $C_{MH}$ ) نیز بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$C_{MH} = \frac{2 \sum (a_i b_i)}{(d_a + d_b) * (N_a * N_b)} \quad (7)$$

در این فرمول؛  $N_a$  تعداد کل افراد در گیاه  $A$ ،  $N_b$

2- Jaccard

3- Sorensen

4- Morisita-Horn

1- Shannon

فراوانی متفاوت روی پنج گیاه میزبان (از مرکبات) آلوده به بالشک مرکبات جمع آوری شد. فهرست دشمنان طبیعی جمع آوری شده از میزبان‌های مختلف در جدول ۱ و درصد فراوانی آن‌ها در شکل‌های ۱ تا ۵ ارائه شده است. در هر دو سال، کفشدوزک کریپتولموس نسبت به دیگر دشمنان طبیعی روی همه گیاهان میزبان بیشترین درصد فراوانی را داشت و دشمن طبیعی غالب بالشک مرکبات بود. درصد فراوانی نسبی این شکارگر روی پرتقال خونی، پرتقال محلی، نارنج، نارنگی کلمانتین و کامکوات در سال ۱۳۹۰ به ترتیب ۴۹/۹۱، ۳۳/۲۰، ۴۸/۲۴، ۵۰/۵۱ و ۴۵/۵۳ درصد و در سال ۱۳۹۱ به ترتیب ۵۳/۱۹، ۳۵/۵۷، ۴۸/۳۷ و ۵۴/۰۶ درصد بود. کفشدوزک *P. quatuordecimpunctata* روی کامکوات، سن *Zelus sp.* روی پرتقال محلی، نارنج و کامکوات، زنبور *Coccophagus sp.* روی پرتقال خونی و زنبور *Microterys sp.* روی نارنگی کلمانتین در هر دو سال مورد مطالعه مشاهده نشدند.

تعداد کل افراد در گیاه  $A$ ،  $B$ ،  $a_i$  تعداد افراد گونه  $i$  ام در گیاه  $A$ ،  $b_i$  تعداد افراد گونه  $i$  ام در گیاه  $B$ ،  
 $d_a = \sum a_i^2 / N_a^2$  و  $d_b = \sum b_i^2 / N_b^2$  می‌باشند.

### تجزیه آماری

شاخص تنوع و یکنواختی شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی روی هر گیاه میزبان در هر باغ (به‌عنوان تکرار) و شاخص‌های شباهت جکارد، سورنسون و مورسیتا-هورن برای ترکیب گونه‌های دشمنان طبیعی روی گیاهان میزبان با استفاده از نرم افزار Estimates Win 8.20 محاسبه شدند (Colwell, 2006). داده‌های حاصل از شاخص تنوع و یکنواختی شانون روی گیاهان میزبان در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با نرم‌افزار SPSS v.16 تجزیه واریانس شدند. اختلافات بین میانگین داده‌های این شاخص‌ها در گیاهان میزبان با استفاده از آزمون  $SNK^1$  در سطح احتمال پنج درصد محاسبه شدند.

### نتایج

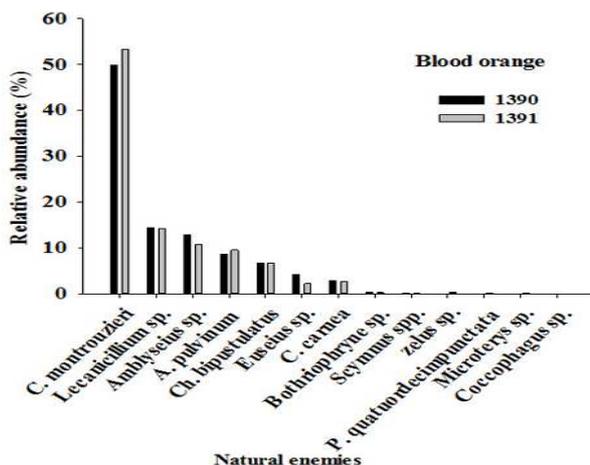
#### فراوانی نسبی دشمنان طبیعی بالشک مرکبات

در این مطالعه، ۱۳ گونه دشمن طبیعی با درصد

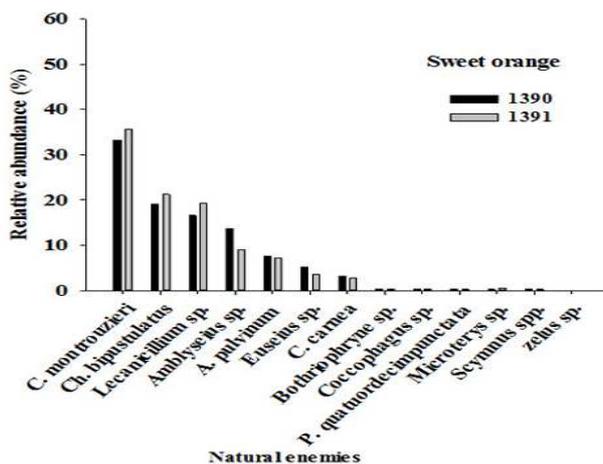
جدول ۱- فهرست دشمنان طبیعی بالشک مرکبات جمع آوری شده از میزبان‌های مختلف مرکبات در منطقه تنکابن

Table 1. List of natural enemies of *Pulvinaria aurantii* collected from different citrus host plants in Tonekabon region

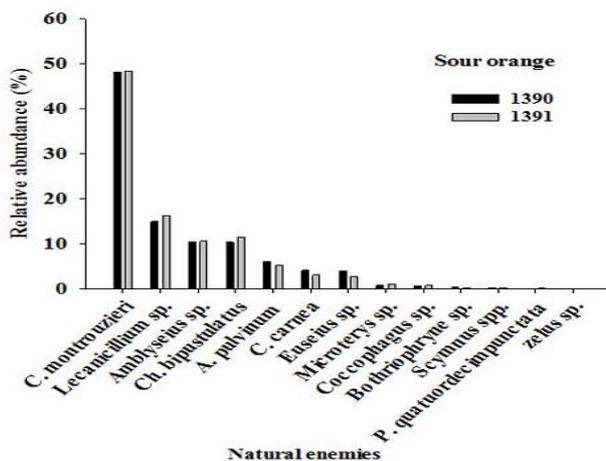
Natural enemies	Order	Family	Scientific name
Predatory insects	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Mulsant
			<i>Chilocorus bipustulatus</i> (Linnaeus)
			<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus)
			<i>Scymnus</i> spp.
	Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)
	Hemiptera	Reduviidae	<i>Zelus</i> sp.
Insect parasitoids	hymenoptera	Aphelinidae	<i>Coccophagus</i> sp.
		Encyrtidae	<i>Bothriophryne</i> sp. <i>Microterys</i> sp.
Predatory mites	Trombidiformes	Trombididae	<i>Allothrombium pulvinum</i> Ewing
	Mesostigmata	Phytoseiidae	<i>Amblyseius</i> sp. <i>Euseius</i> sp.
Pathogenic fungi	Hypocreales	Cordycipitaceae	<i>Lecanicillium</i> sp.



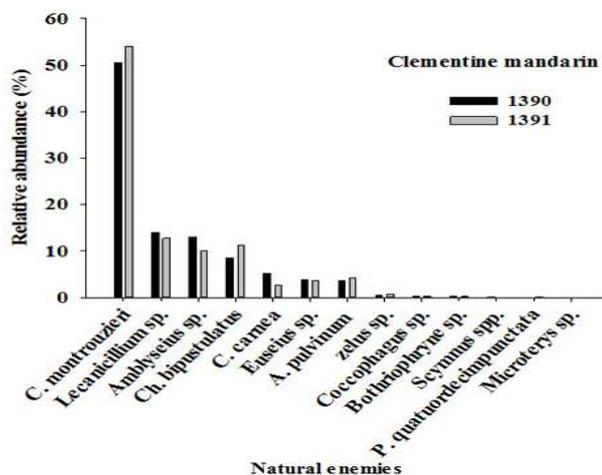
شکل ۱- فراوانی نسبی دشمنان طبیعی *Pulvinaria aurantii* روی پرتقال خونی در تنکابن  
 Figure 1. Relative abundance of natural enemies of *Pulvinaria aurantii* on blood orange in Tonekabon



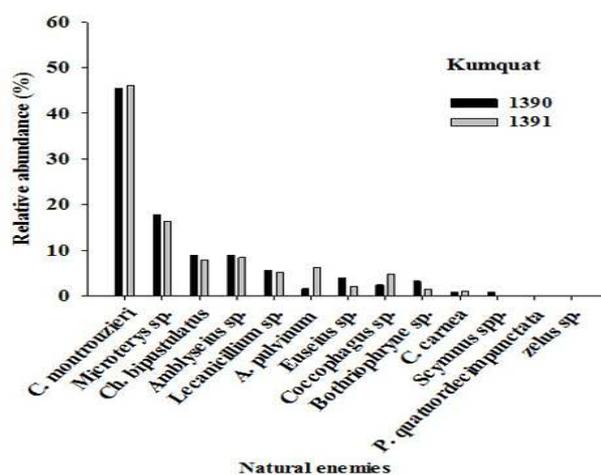
شکل ۲- فراوانی نسبی دشمنان طبیعی *Pulvinaria aurantii* روی پرتقال محلی در تنکابن  
 Figure 2. Relative abundance of natural enemies of *Pulvinaria aurantii* on sweet orange in Tonekabon



شکل ۳- فراوانی نسبی دشمنان طبیعی *Pulvinaria aurantii* روی نارنج در تنکابن  
 Figure 3. Relative abundance of natural enemies of *Pulvinaria aurantii* on sour orange in Tonekabon



شکل ۴- فراوانی نسبی دشمنان طبیعی *Pulvinaria aurantii* روی نارنگی کلمانتین در تنکابن  
Figure 4. Relative abundance of natural enemies of *Pulvinaria aurantii* on clementine mandarin in Tonekabon



شکل ۵- فراوانی نسبی دشمنان طبیعی *Pulvinaria aurantii* روی کامکوات در تنکابن  
Figure 5. Relative abundance of natural enemies of *Pulvinaria aurantii* on kumquat in Tonekabon

(به ترتیب  $P=0/718$  و  $F=0/53$ ،  $df=4$  و  $P=0/544$  و  $F=0/80$ ،  $df=4$ ) (جدول ۳).

#### شباهت ترکیب گونه‌های دشمنان طبیعی بین گیاهان میزبان

شاخص‌های شباهت جکارد، سورنسون و مورسیتا-هورن برای جامعه‌ی دشمنان طبیعی روی پنج گیاه میزبان مورد مطالعه در دو سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در جدول‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. در هر دو سال، مقدار این شاخص‌ها روی همه گیاهان میزبان مورد مطالعه بیشتر از حد متوسط

#### تنوع و شباهت گونه‌های دشمنان طبیعی بالشک مرکبات روی گیاهان میزبان

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، شاخص تنوع شانون روی گیاهان میزبان مختلف در هیچ کدام از سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ اختلافات معنی داری را نشان نداد (به ترتیب  $P=0/831$  و  $F=0/36$ ،  $df=4$  و  $P=0/836$  و  $F=0/35$ ،  $df=4$ ) (جدول ۲). هم‌چنین در هیچ یک از این دو سال، اختلاف معنی داری در شاخص یکنواختی شانون روی گیاهان میزبان مورد مطالعه مشاهده نشد

بود. به طوری که در سال ۱۳۹۰ مقدار شاخص‌های جکارد، سورنسون و مورسیتا-هورن روی گیاهان میزبان مختلف به ترتیب بین ۰/۷۵ تا ۱، ۰/۸۶ تا ۱ و ۰/۸۴ تا ۱ بود. به دست آمد. هم‌چنین در سال ۱۳۹۱ مقدار شاخص‌های نام برده روی گیاهان میزبان مختلف به ترتیب بین ۰/۶۹ تا ۱، ۰/۸۲ تا ۱ و ۰/۸۴ تا ۰/۹۹ بود.

جدول ۲- مقادیر شاخص تنوع شانون برای جامعه‌ی دشمنان طبیعی *Pulvinaria aurantii* روی پنج گونه و رقم مرکبات در تنکابن در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

**Table 2. Values of Shannon diversity index for community of natural enemies of *Pulvinaria aurantii* on five citrus species and cultivars in Tonekabon during 2011 and 2012**

Year	Shannon diversity index (Mean±SE) <sup>1</sup>				
	Blood orange	Sweet orange	Sour orange	Clementine mandarin	kumquat
1390	0.96±0.24 <sup>a</sup>	1.19±0.24 <sup>a</sup>	1.15±0.24 <sup>a</sup>	1.03±0.39 <sup>a</sup>	1.48±0.23 <sup>a</sup>
1391	1.03±0.21 <sup>a</sup>	1.24±0.23 <sup>a</sup>	1.17±0.27 <sup>a</sup>	1.05±0.22 <sup>a</sup>	1.50±0.33 <sup>a</sup>

Means followed by a different letter within a row are significantly different (Student-Newman-Keuls test;  $P \leq 0.05$ )

جدول ۳- مقادیر شاخص یکنواختی شانون برای جامعه‌ی دشمنان طبیعی *Pulvinaria aurantii* روی پنج گونه و رقم مرکبات در تنکابن در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

**Table 3. Values of Shannon similarity index for community of natural enemies of *Pulvinaria aurantii* on five citrus species and cultivars in Tonekabon during 2011 and 2012**

Year	Shannon similarity index (Mean±SE) <sup>1</sup>				
	Blood orange	Sweet orange	Sour orange	Clementine mandarin	Kumquat
1390	0.54±0.08 <sup>a</sup>	0.59±0.07 <sup>a</sup>	0.58±0.07 <sup>a</sup>	0.52±0.14 <sup>a</sup>	0.73±0.09 <sup>a</sup>
1391	0.51±0.08 <sup>a</sup>	0.59±0.07 <sup>a</sup>	0.56±0.08 <sup>a</sup>	0.51±0.04 <sup>a</sup>	0.74±0.14 <sup>a</sup>

Means followed by a different letter within a row are significantly different (Student-Newman-Keuls test;  $P \leq 0.05$ )

جدول ۴- شاخص‌های شباهت جکارد، سورنسون و مورسیتا-هورن برای جامعه‌ی دشمنان طبیعی *Pulvinaria aurantii* روی پنج گونه و رقم مرکبات در تنکابن در سال ۱۳۹۰

**Table 4. Jaccard, Sorensen and Morisita-Horn similarity indices for community of natural enemies of *Pulvinaria aurantii* on five citrus species and cultivars in Tonekabon during 2011**

Species similarity index	Host plant	Blood orange	Sweet orange	Sour orange	Clementine mandarin
Jaccard	Sweet orange	0.75	-	-	-
	Sour orange	0.75	1.00	-	-
	Clementine mandarin	0.82	0.77	0.77	-
	kumquat	0.82	0.92	0.92	0.83
Sorensen	Sweet orange	0.86	-	-	-
	Sour orange	0.86	1.00	-	-
	Clementine mandarin	0.90	0.87	0.87	-
	kumquat	0.90	0.96	0.96	0.91
Morisita-Horn	Sweet orange	0.91	-	-	-
	Sour orange	0.99	0.94	-	-
	Clementine mandarin	0.99	0.92	0.99	-
	kumquat	0.91	0.84	0.92	0.92

جدول ۵- شاخص‌های شباهت جکارد، سورنسون و مورسیتا-هورن برای جامعه‌ی دشمنان طبیعی *Pulvinaria aurantii* روی پنج گونه و رقم مرکبات در تنکابن در سال ۱۳۹۱

Table 5. Jaccard, Sorensen and Morisita-Horn similarity indices for community of natural enemies of *Pulvinaria aurantii* on five citrus species and cultivars in Tonekabon during 2012

Species similarity index	Host plant	Blood orange	Sweet orange	Sour orange	Clementine mandarin
Jaccard	Sweet orange	0.85	-	-	-
	Sour orange	0.85	1.00	-	-
	Clementine mandarin	0.85	0.85	0.85	-
	kumquat	0.69	0.83	0.83	0.69
Sorensen	Sweet orange	0.92	-	-	-
	Sour orange	0.92	1.00	-	-
	Clementine mandarin	0.92	0.92	0.92	-
	kumquat	0.82	0.91	0.91	0.82
Morisita-Horn	Sweet orange	0.90	-	-	-
	Sour orange	0.99	0.95	-	-
	Clementine mandarin	0.99	0.91	0.99	-
	kumquat	0.93	0.84	0.93	0.93

تامسون‌ناول به ترتیب ۲۸/۸، ۱۴/۷ و ۱۴/۳ درصد گزارش نمود. در میان زنبورهای پارازیتوئید جمع‌آوری شده گونه *Bothriophryne sp.* (Encyrtida) برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود. Agarwal et al. (1984) نیز زنبور *Bothriophryne pulvinariae* Agarwal را از روی *Pulvinaria sp.* در هند گزارش کردند. در تحقیق حاضر، زنبورهای پارازیتوئید به خصوص زنبور *Microterys sp.* بیشترین فراوانی را روی درختان کامکوات آلوده به بالشک داشتند. فعالیت بیشتر پارازیتوئیدها روی این گیاه میزبان نشان‌دهنده آن است که این گیاه آلوده به بالشک جلب‌کنندگی بیشتری برای پارازیتوئیدها دارد.

در این پژوهش کنه‌های *Allothrombium pulvinum* و *Amblyseius sp.* نیز با جمعیت اندک روی درختان مرکبات آلوده به بالشک مرکبات در این منطقه جمع‌آوری شدند. Saboori and Zhang (1996) کنه *A. Pulvinum* را به‌عنوان شکارگر آفات مرکبات از جمله *P. aurantii* در باغ‌های مرکبات مازندران گزارش کرده‌اند که در بین کنه‌های

## بحث

در این مطالعه، کفشدوزک *C. montrouzieri* فراوان‌ترین دشمن طبیعی بالشک مرکبات روی هر یک از گیاهان میزبان مورد مطالعه بود. با این وجود، در هر دو سال، کمترین درصد فراوانی نسبی این شکارگر روی پرتقال محلی (به ترتیب ۳۳/۲ و ۳۵/۶ درصد) اندازه‌گیری شد. در صورتی که بیشترین درصد فراوانی نسبی کفشدوزک نقابدار دولکه‌ای *Ch. bipustulatus* (۱۹ و ۲۱/۲ درصد به ترتیب در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱) و قارچ بیمارگر *Lecanicillium sp.* (۱۶/۶ و ۱۹/۲ درصد به ترتیب در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱) روی همین گیاه میزبان به دست آمد. بنابراین جمعیت کمتر کریپتولموس روی پرتقال محلی نسبت به دیگر میزبان‌ها به دلیل تنوع و فراوانی گونه‌های دیگر دشمنان طبیعی روی این گیاه میزبان است. Hallaji-Sani (1999) نیز کفشدوزک‌های کریپتولموس و نقابدار دولکه‌ای و همچنین قارچ *Lecanicillium sp.* را از دشمنان طبیعی مهم این آفت معرفی کرد. Khazaeipool (2008) فراوانی این سه دشمن طبیعی را در باغ‌های پرتقال محلی و

جامعه‌ی دشمنان طبیعی روی گیاهان مختلف میزبان از ۰/۸۴ در پرتقال محلی و کامکوات تا ۰/۹۹ در نارنگی کلمانتین، پرتقال خونی و نارنج در نوسان بود. بنابراین، بیشترین شباهت ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی روی درختان نارنگی کلمانتین، پرتقال خونی و نارنج و کمترین شباهت روی پرتقال محلی و کامکوات مشاهده شد. این نتایج نشان می‌دهد که گونه‌ها و ارقام مختلف گیاهی احتمالاً به دلیل ویژگی‌های شیمیایی و ریخت‌شناسی متفاوت، در تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی آفات نقش مهمی دارند. Southwood and Henderson (2000) گزارش کردند که ویژگی‌های ریخت‌شناختی و بیوشیمیایی متفاوت گیاهان میزبان ممکن است تنوع گونه‌ای گیاه‌خواران، دشمنان طبیعی یا هر دو را تغییر دهند.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه، چون اختلاف معنی‌داری در تنوع زیستی و یکنواختی جامعه دشمنان طبیعی روی گیاهان مختلف میزبان مشاهده نشد می‌توان نتیجه‌گیری کرد که احتمالاً کفشدوزک *C. montrouzieri* به دلیل جمعیت بالا روی همه گیاهان مرکبات مورد مطالعه، در مقایسه با دیگر دشمنان طبیعی پتانسیل زیادی در کنترل بالشک مرکبات دارد. هم‌چنین لازم است تحقیقات بیشتری در زمینه بیواکولوژی آن در طبیعت انجام شود تا بتوان از اطلاعات حاصل در مدیریت باغات مرکبات منطقه تنکابن استفاده کرد.

### سپاس‌گزاری

بدین وسیله نویسندگان از حمایت و همکاری ایستگاه تحقیقات گیاه‌پزشکی خشکدارن تنکابن و دانشگاه محقق اردبیلی تشکر و قدردانی می‌کنند. هم‌چنین از پروفیسور Jim Woolley در دانشگاه تگزاس آمریکا برای شناسایی زنبورهای پارازیتوئید جمع‌آوری شده کمال تشکر را دارند.

خانواده Trombididae بیشترین فراوانی را داشت. Shiroodbakhshi et al. (2008) نیز چندین کنه شکارگر از خانواده Phytoseiidae را از باغ‌های مرکبات غرب مازندران شناسایی کردند که از شپشک‌ها، کنه قرمز *Panonychus citri* (Mc Gregor) و بندپایان ریز دیگر تغذیه می‌کنند. طبق گزارش این محقق کنه *Amblyseius herbicolus* Chant از فراوانی بالایی برخوردار بود.

طبق بررسی منابع صورت گرفته، تاکنون درباره تنوع زیستی و یکنواختی جامعه‌ی دشمنان طبیعی بالشک مرکبات روی گیاهان مختلف میزبان مطالعه‌ای صورت نگرفته است. شاخص‌های تنوع و یکنواختی شانون روی گیاه میزبان به دو عامل تعداد گونه‌ها و فراوانی نسبی آن‌ها بستگی دارد. عدم وجود اختلاف معنی‌دار در شاخص‌های تنوع و یکنواختی شانون روی پنج گیاه میزبان مورد مطالعه به این معنا است که گونه‌هایی از دشمنان طبیعی که فراوانی بیشتری داشتند (گونه‌های غالب) روی همه گیاهان میزبان مشاهده شدند. در ضمن، در این تحقیق، شاخص‌های شباهت جکارد و سورنسن برای جامعه‌ی دشمنان طبیعی بالشک مرکبات روی میزبان‌های گیاهی مختلف تفاوت قابل ملاحظه‌ای با همدیگر نداشتند. این دو شاخص فراوانی گونه‌ها را در نظر نمی‌گیرند و مقدار آن‌ها تنها به تعداد گونه‌های مشترک بین دو گیاه میزبان وابسته است. بنابراین، به دلیل این که گونه‌های زیادی از دشمنان طبیعی بین گیاهان میزبان مورد مطالعه مشترک بودند، لذا مقدار این دو شاخص روی پنج گیاه میزبان مورد مطالعه تقریباً یکسان به‌دست آمد. در هر دو سال، مقدار این دو شاخص روی درختان نارنج و پرتقال محلی برابر با یک به‌دست آمد که نشان می‌دهد تعداد گونه‌های دشمنان طبیعی روی این دو گیاه میزبان با هم برابر است. شاخص شباهت مورسیتا-هورن هم تعداد و هم فراوانی نسبی گونه‌های دشمنان طبیعی را روی گیاه میزبان در نظر می‌گیرد. مقدار این شاخص برای

## REFERNCES

- Agarwal, M.M., Agarwal, S., and Khan, M.A. 1984. Some new chalcid parasites (Hymenoptera: Encyrtidae) recorded from India. *Journal of Entomological Research*, 8(1): 61-69.
- Bedford, E.C.G., Van den Berg, M.A., and De Villiers, E.A. 1998. Citrus pests in the Republic of South Africa. ARC Institute for Tropical and Subtropical Crops, Nelspruit Publisher.
- Colwell, R.K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Damavandian, M.R. 2006. Laboratory bioassay to estimate LC50 & LC 90 of mineral oil against second, third in stars and adult female of *Pulvinaria aurantii* Cockerell. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 13(4): 55-61. (In Farsi with English Abstract).
- Fotouhi Ghazvini, R. 1999. Citrus growing in Iran. University of Guilan Press, Rasht. (In Farsi).
- Garcia, J.F., and O'Neil, R.J. 2000. Effect of Coleus size and variegation on attack rates, searching strategy and selected life history characteristics of *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control*, 18(3): 225-234.
- Hallaji-Sani, M.F. 1999. Investigation on the bioecology of *Pulvinaria aurantii* Ckll. (Hom.: Coccidae) in north of Iran. M. Sc., Thesis, University of Guilan, Rasht, Iran.
- Khazaepool, A. 2008. Identification of natural enemies and investigation of their efficiency in control of *Pulvinaria aurantii*. M. Sc. Thesis, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
- Kimberling, D.N. 2004. Lessons from history: Predicting successes and risks of international introductions for arthropod biological control. *Biological Invasions*, 6(3): 301-318.
- Liu, Y., Heying, E., and Tanumihardjo, S. 2012. History, global distribution, and nutritional importance of citrus fruits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(6): 530-545.
- Magurran, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Oxford.
- McDowell, L.L., Willis, G.H., Southwick, L.M., and Smith, S. 1984. Methyl parathion and EPN wash off from cotton plants by simulated rain. *Environmental Science and Technology*, 18(6): 423-427.
- Noyes, J.S. 2014. Universal Chalcidoidea database. World Wide Web Electronic Publication. <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>.
- Pedigo, L.P., and Buntin, G.D. 1994. Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Price, P.W., Bouton, C.E., Gross, P., McPherson, B.A., Thompson, J.N., and Weis, A.E. 1980. Interactions among three trophic levels: Influence of plants on interaction between insect herbivores and natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 11: 41-65.

- Saboori, A., and Zhang, Z-Q. 1996. Biology of *Allothrombium pulvinum* Ewing (Acari: Trombidiidae) in west Mazandaran, Iran. *Experimental and Applied Acarology*, 20(3): 137-142.
- Shabanian, F., Dolati, L., Aghajanzadeh, S., and Golein, B. 2011. Identification of fungi isolates of *Lecanicillium* sp. biocontrol agent of *Pulvinaria aurantii*. First National Congress of Agricultural New Technology, Zanjan, Iran, pp: 608-610. (In Farsi).
- Shiroodbakhshi, M., Ostovan, H., Aghajanzadeh, S., and Faraji, F. 2008. Report of *Euseius amissibilis* (Acari: Phytoseiidae) from citrus orchards of the western part of Mazandaran, Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, 27(2): 35-36. (In Farsi with English abstract).
- Southwood, T.R.E., and Henderson, P.A. 2000. *Ecological methods*. Blackwell Science, Oxford.
- SPSS, 2007. *SPSS 16.0 for Windows*. SPSS Incorporation, Chicago, IL.
- Van Driesche, R.G. 1994. Classical biological control of environmental pests. *Florida Entomologist*, 77(1): 20-33
- Vet, L.E.M., and Dicke, M. 1992. Ecology of info chemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review of Entomology*, 37: 141-172.
- Vu, N.T., Eastwood, R., Nguyen, C.T., and Pham, L.V. 2006. The fig wax scale *Ceroplastes rusci* (Linnaeus) (Homoptera: Coccidae) in south-east Vietnam: Pest status, life history and biocontrol trails with *Eublemma amabilis* Moore (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomological Research*, 36(4): 196-201.

## Species diversity of natural enemies of the orange pulvinaria scale, *Pulvinaria aurantii* (Hem.: Coccidae) on different citrus species of Tonekabon region, Northern Iran

M. Bozorg-Amirkalae<sup>1\*</sup>, S. A. A. Fathi<sup>2</sup>, A. Golizadeh<sup>2</sup> and S. E. Mahdavian<sup>3</sup>

1. **\*Corresponding Author:** Former Ph.D. Student, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran (m.amirkalae@uma.ac.ir)
2. Associate Professors, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3. Assistant Professor, Plant Protection Research Station of Khoshkdaran, Agricultural and Natural Resources Research Center of Mazandaran, Tonekabon, Iran

Received: 4 September 2015

Accepted: 21 June 2016

### Abstract

The orange pulvinaria scale, *Pulvinaria aurantii* (Cockerel) (Hemiptera: Coccidae), is one of the most serious pest of citrus in the north of Iran. Many natural enemies can be effective in biological control of this pest in citrus orchards. In this research, the species diversity and relative abundance of natural enemies of *P. aurantii* were investigated on five host plants including blood orange (*Citrus sinensis* cv. Moro), sweet orange (*Citrus sinensis* cv. Siavaraz), sour orange (*Citrus aurantium* cv. Narenj), clementine mandarin (*Citrus clementina* cv. Cadoux) and kumquat (*Fortunella margarita* cv. Nagami) in the citrus orchards of Tonekabon region during 2011 and 2012. Based on the results obtained, 13 species of natural enemies with different abundance were collected from different host plants infested with orange pulvinaria scale. In both years, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col.: Coccinellidae) had higher abundance than other natural enemies on all surveyed host plants. No significant differences were found in the Shannon diversity or similarity indices of natural enemies community among different host plants tested. In both years, the values of Jaccard, Sorensen and Morisita-Horn similarity indices for community of natural enemies were more than the moderate level on all host plants. Based on Morisita-Horn index, the species similarity for natural enemies was the highest on blood orange, sour orange and clementine mandarin, and the lowest on sweet orange and kumquat. These results can be useful in designing biological control programs of *P. aurantii* in citrus orchards of Tonekabon region.

**Keywords:** *Pulvinaria* scale, Natural enemy, Species diversity index, Species similarity index, Citrus, Tonekabon