

پراکنش و ویژگی‌های ریخت‌شناسی پارازیتوئیدها و هایپرپرازیتوئیدهای سپردار واوی پسته (*Lepidosaphes pistaciae* (Hem.: Diaspididae) در استان اصفهان

مهدی جلائیان^۱، مهدی منصوری^۲ و آزاده کریمی ملاطی^{۳*}

۱، کارشناسی ارشد بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، موسسه تحقیقات برنج کشور، ۲، کارشناسی ارشد کلینیک گیاه‌پزشکی همیار کشاورز، بجنستان، خراسان رضوی ۳، استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۱۵

چکیده

سپردار واوی پسته (*Lepidosaphes pistaciae* (Hem.: Diaspididae) یکی از آفات مهم در مناطق پسته‌کاری کشور، به‌ویژه در باغ‌های سمپاشی شده است. این مطالعه با هدف تعیین پراکنش پارازیتوئیدها و هایپرپرازیتوئیدهای این شپشک در استان اصفهان و بررسی مشخصات مرفولوژیک آن‌ها در سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۳ اجرا شد. برای تعیین مناطق پراکنش این گونه‌ها از پنج منطقه‌ی پسته‌کاری اصفهان نمونه‌برداری شد و بدین ترتیب حضور یا عدم حضور گونه‌های گزارش شده در این مناطق و نیز احتمال وجود گونه‌های دیگر مورد بررسی قرار گرفت. همچنین بعضی از خصوصیات مرفولوژیک آن‌ها در مراحل مختلف رشد به منظور تفکیک نمونه‌ها از یکدیگر بررسی شد. نتایج نشان داد از پنج منطقه‌ی مورد مطالعه، در سه منطقه، چهار گونه‌ی زنبور شامل *Coccobius annulicornis* Ratzeburg، *Aphytis* sp.، *Zaomma lambinus* (Walker) و *Ablerus* sp. در باغ‌های پسته فعال هستند. همچنین مشخص شد جنس ماده‌ی زنبور *C. annulicornis* به صورت یک پارازیتوئید داخلی روی سپردار واوی پسته عمل می‌کند در حالی که لاروهای جنس نر به صورت هایپرپرازیتوئید روی افراد خودی رشد و نمو می‌کنند. گونه‌ی *Z. lambinus* نیز به صورت هایپرپرازیتوئید داخلی روی لاروهای کامل و به ندرت روی شفیره‌های پارازیتوئید داخلی و همچنین روی لاروهای پارازیتوئید خارجی تغذیه می‌کند. گونه‌ی *Ablerus* sp. به صورت هایپرپرازیتوئید خارجی روی لارو کامل و شفیره‌های جنس نر و ماده پارازیتوئید داخلی رشد و نمو می‌کند.

واژه‌های کلیدی: سپردار واوی پسته، *Lepidosaphes pistaciae*، پارازیتوئید، هایپرپرازیتوئید، اصفهان

مقدمه

می‌کنند (Potter *et al.*, 1989). مهم‌ترین شپشک‌های سپردار میزبان زنبورهای پارازیتوئید جنس *Aphytis* شامل: *Lepidosaphes beckii* (Newman) *Parlatoria oleae* و *Chrysomphalus aonidum* (L.) (Colvee) هستند (Maltby *et al.*, 1968). گونه‌های دیگری از خانواده‌ی شپشک‌های سپردار مانند *Lepidosaphes malicola* Borchs *Quadraspidotus perniciosus* Comstock *Lepidosaphes ulmi* L. و *Lepidosaphes mesasiatica* Borchs در مناطق مختلف جهان، میزبان زنبور *C. annulicornis* هستند (Saakyan-Baranova & Dergunova, 1978; Babayan & Oganessian, 1979; Moglan & Moglan, 1997; Holman, 2002). هر چند اطلاعات اندکی در مورد گونه‌ی *Z. lambinus* وجود دارد ولی از آن به عنوان پارازیتوئید گونه‌های مختلف سپرداران مانند *L. ulmi* و *Melanaspis paulista* (Hempel) *Diaspidiotus* و *L. malicola* (Fidalgo, *et al.*) *ostreaformis* (Curtis) نام برده شده است (Moglan & Moglan, 1997; *al.*, 1983). گونه‌های مختلف جنس *Ablerus* Howard, 1894 نیز به عنوان پارازیتوئید و هایپرپارازیتوئید حشرات خانواده‌ی شپشک‌های سپردار، شپشک‌های نرم‌تن^۳ و بالاخانواده‌ی سفیدبالک‌ها^۴ و همچنین پارازیتوئید تخم خانواده‌ی زنجرک‌ها^۵ و راسته‌ی پروانه‌ها شناخته می‌شوند (Yasnosh, 1976; Hayat, 1979; Predata & Viggiani, 1991; Begum, *et al.*, 2011).

از دیگر دشمنان طبیعی موثر روی سپردار واوی پسته در استان اصفهان، سوسک شکارگر *Cybocephalus fodori* minor Endrödy-Younga, 1968 است که حشرات کامل (نر و ماده) و سنین مختلف لاروی آن در تمام فصل زراعی فعال بوده و از مراحل مختلف (تخم، پوره، حشره‌ی کامل ماده) سپردار واوی پسته تغذیه می‌کنند. این شکارگر

در بین آفات پسته، سپردار واوی پسته *Lepidosaphes pistaciae* Archangelskaya (Hem.: Diaspididae) در برخی نقاط پسته‌کاری کشور پس از پسیل پسته *Agonoscena pistaciae* Burkhardt and Lauterer (Hem.: Psyllidae) بیش‌ترین خسارت را وارد می‌کند (Mansouri, 2005). خسارت این آفت در بعضی نقاط پسته‌کاری ناحیه‌ی برخوار و نائین بسیار چشم‌گیر بوده به طوری که باعث کوچک ماندن دانه، تاخیر در رسیدن و عدم رشد کامل مغز میوه و در نهایت خشک شدن سرشاخه‌ها می‌شود (Masjedian, 2001; Mehrnejad, 2001). مسجدیان (Masjedian, 2001) روی سپردار واوی پسته در استان اصفهان سه گونه زنبور با نام‌های *Aphytis* sp. (Aphelinidae) (پارازیتوئید خارجی)، *Coccobius* (Aphelinidae) *Zaomma testaceus* (Masi) (Aphelinidae) و *lambinus* (Walker) (Encyrtidae) (پارازیتوئیدهای داخلی) گزارش نموده است. لازم به ذکر است که گونه‌ی *C. testaceus* بعدها با گونه‌ی *C. annulicornis* Ratzeburg, 1852 هم‌نام^۱ شده و هم‌اکنون با این نام جدید شناخته می‌شود (LaSalle & Boucek, 1989). در مطالعات تکمیلی صورت گرفته علاوه بر این سه گونه، یک گونه‌ی دیگر با نام *Ablerus* sp. (Aphelinidae) به عنوان هایپرپارازیتوئید از استان اصفهان گزارش شده است (Mansouri, 2005; Mansouri *et al.*, 2010). مطالعات صورت گرفته روی پارازیتوئیدها و هایپرپارازیتوئیدهای سپردار واوی پسته در ایران بیشتر در حد تعیین نام بوده و اطلاعات کمی در مورد مشخصات مرفولوژیک، پراکنش جغرافیایی، فراوانی، زیست‌شناسی و سایر جنبه‌های زندگی این زنبورها ارائه شده است (Masjedian, 2001; Yazdani & Rajabi, 1993).

گونه‌های مختلف جنس *Aphytis* Howard 1900 به عنوان پارازیتوئیدهای اولیه‌ی خانواده‌ی شپشک‌های سپردار^۲ مطرح می‌باشند و به صورت پارازیتوئید خارجی رشد و نمو

^۳- Coccidae

^۴- Aleyrodoidea

^۵- Cicadellidae

^۱- Synonym

^۲- Diaspididae

آذر تا اوایل اسفند ۱۳۸۲ و به فاصله‌ی زمانی یک ماه انجام شد.

جداسازی، پرورش و مطالعه‌ی ریخت‌شناسی زنبورها

با جمع‌آوری نمونه‌های سپردار واوی پسته در سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۳ مراحل مختلف رشدی پارازیتوئیدها و هایپرپارازیتوئیدهای فعال روی سپردار واوی پسته از لحاظ مرفولوژی به ترتیب زیر مورد بررسی قرار گرفت.

جداسازی زنبورها: تشریح سپردار به منظور دستیابی به مراحل مختلف رشدی زنبورها با بازبینی هر کدام از سپرها به طور جداگانه انجام شد. ابتدا یک یا چند قطره محلول نمک^۱ که شامل ۷/۵ گرم نمک طعام در ۱۰۰۰ سی سی آب مقطر می‌باشد (Jervis & Kidd, 1996)، روی یک لام گود قرار داده شد. سپس در زیر استریومیکروسکوپ با استفاده از سوزن، سپردار (پوره‌ی سن دوم ماده و حشره‌ی کامل ماده) از سطح نمونه‌برداری (شاخه، برگ یا میوه) جدا و روی لام قرار داده شد. در صورتی که سپردار دارای پرده‌ی زیر شکمی بود (نسل زمستان‌گذران) به وسیله‌ی دو سوزن به آرامی یک شکاف طولی روی پرده ایجاد و پرده روی بدن سپردار کنار زده می‌شد تا بدن سپردار از زیر نمایان شود. بدین ترتیب قسمت بیرونی بدن سپردار و قسمت درونی سپر به دقت بررسی شد و در صورت وجود پارازیتوئید خارجی، مراحل مختلف رشدی آن شامل تخم، لارو و شفیره ثبت شد. پس از این مرحله برای بررسی پارازیتیسیم داخلی، سپردار تشریح شد. بدین منظور ابتدا قسمت جلو یا عقب سپردار مورد نظر که در محلول نمک قرار گرفته بود با یک سوزن ثابت شد و سپس با استفاده از سوزن ظریف دیگر یک شکاف طولی در بدن سپردار ایجاد شد. محتویات خارج شده‌ی بدن سپردار بررسی و در صورت وجود تخم یا لارو پارازیتوئید به طور جداگانه یادداشت شد. در صورتی که لارو کامل^۲ داخل پوسته‌ی سپردار بود، اگر مکونیوم^۳ وجود

برای تغذیه ابتدا سپر شپشک را سوراخ کرده و سپس از محتویات زیر سپر تغذیه می‌کند (Kolahdooz Shahrudi et al., 2006).

از آنجایی که برای بررسی دوره‌ی رشد و نمو پارازیتوئیدهای فعال به طور مجزا باید مراحل مختلف رشدی آن‌ها از یکدیگر قابل تفکیک باشند، در این مطالعه سعی شده است با بیان ساده‌ی مشخصات مرفولوژیک، چگونگی تفکیک مراحل مختلف رشدی زنبورهای پارازیتوئید و هایپرپارازیتوئید فعال روی سپردار واوی پسته مشخص شود. همچنین در این مطالعه پراکنش پارازیتوئیدها و هایپرپارازیتوئیدهای فعال روی سپردار واوی پسته در سطح استان اصفهان مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

بررسی پراکنش زنبورهای پارازیتوئید و هایپرپارازیتوئید سپردار واوی پسته در استان اصفهان

بر اساس مطالعات مسجدیان (Masjedian, 2001) پنج منطقه‌ی اصلی پسته‌کاری استان اصفهان برای تعیین دقیق پراکنش جغرافیایی زنبورهای پارازیتوئید و هایپرپارازیتوئید انتخاب شدند. این پنج منطقه شامل گزبرخوار، نجف‌آباد، نائین، شهرضا (پوده) و کاشان (آب شیرین) بود. برای نسل تابستانه‌ی سپردار، نمونه‌برداری به طور هفتگی و از اواسط اسفند ۱۳۸۲ تا اوایل آبان ۱۳۸۳ ادامه داشت. با توجه به این که نسل تابستانه‌ی سپردار بیشتر روی برگ، میوه و شاخه‌های رشد سال جاری مستقر می‌شوند (Masjedian, 2001) از این سه بخش گیاه نمونه‌برداری انجام شد. در هر نوبت نمونه‌برداری از ۱۰ درخت آلوده به سپردار و از هر درخت یک شاخه‌ی رشد سال جاری و در مجموع ۱۰ شاخه‌ی به نسبت آلوده انتخاب و قطع شد. پس از انتخاب شاخه‌ها از هر شاخه ۵ برگ و در مجموع ۵۰ برگ به طور تصادفی انتخاب شدند. همچنین از هر درخت ۱۰ میوه و در مجموع ۱۰۰ میوه نیز انتخاب شد. برای نسل زمستان‌گذران سپردار نیز ۱۰ درخت آلوده انتخاب و از هر درخت یک شاخه انتخاب شد. نمونه‌برداری‌ها برای بررسی نسل زمستانه‌ی سپردار از اوایل

1- Insect saline

^۲ - لارو سن آخر که تغذیه‌اش کامل شده و میزبان از حالت آبکی خارج و به یک پوسته‌ی باد کرده‌ی خشک تبدیل شده است.

^۳ - Meconium: فضولات لارو کامل زنبور

قرار گرفت. برای مشاهده‌ی تخم‌های اواریولی، زنبورهای ماده تشریح شدند. برای مطالعه‌ی تخم‌های مولد افراد نر چند سپردار پارازیت (پارازیتوئید داخلی در مرحله‌ی شفیرگی) با عسل به کف ظرف پتری درپوش‌دار شیشه‌ای چسبانده و چند زنبور باکره روی آن‌ها رهاسازی شدند و محل قرار دادن تخم مولد افراد نر و شکل آن مورد بررسی قرار گرفت. برای تفکیک شفیره‌ها (نر و ماده‌ی پارازیتوئید داخلی و شفیره‌ی مربوط به هایپرپارازیتوئیدهای پارازیتوئید داخلی) از نمونه‌های جمع‌آوری شده در شرایط صحرائی، شفیره‌هایی که از لحاظ ظاهری با هم متفاوت بودند در شرایط معمولی آزمایشگاه در ظرف‌های پتری جداگانه قرار داده و حشرات کامل ظاهر شده با نمونه‌های موجود مقایسه شدند. با مشخص شدن نوع شفیره، مکونیوم خارج شده از آن‌ها در مرحله‌ی لاروی نیز بررسی و برای تفکیک لاروهای کامل مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

معرفی پارازیتوئیدها و هایپرپارازیتوئیدهای جمع‌آوری شده

در این بررسی چهار گونه زنبور از مناطق مورد مطالعه جمع‌آوری و برای شناسایی با نمونه‌های مسجیدیان (Masjedian, 2001) که قبلاً مورد شناسایی قرار گرفته بودند مطابقت داده شد. همچنین برای اطمینان از شناسایی دقیق‌تر، نمونه‌ها به متخصصان خانواده‌های Aphelinidae و Encyrtidae ارسال شدند. سه گونه توسط جان هراتی^۲ در حد جنس و با نام‌های *Coccobius* sp.، *Aphytis* sp. و *Ablerus* sp. از خانواده‌ی Aphelinidae شناسایی شدند. یک گونه‌ی دیگر نیز توسط محمد حیات^۳ با نام *Z. lambinus* از خانواده‌ی Encyrtidae شناسایی گردید. از این نمونه‌ها گونه‌ی اول با نام *C. annulicornis* و گونه‌ی

نداشت یا یک نوع مکونیوم داخل پوسته بود به عنوان لارو کامل پارازیتوئید داخلی و اگر دو یا سه نوع مکونیوم داخل پوسته وجود داشت به عنوان پارازیتوئیدی که هایپرپارازیتوئید به آن حمله کرده بود، تشخیص داده و ثبت شد. علاوه بر این در صورت وجود شفیره داخل بدن سپردار نوع شفیره بر اساس منابع (Williams, 1972) تشخیص داده و ثبت شد. همچنین داخل پوسته‌ی سپردار و روی لارو و شفیره بررسی شد و در صورت وجود تخم یا لارو هایپرپارازیتوئید خارجی، یادداشت می‌شد. از سوی دیگر اگر روی سپر سوراخ خروجی زنبور وجود داشت محتوای بدن شپشک بررسی شد و با در نظر گرفتن پوسته‌ی شفیرگی و مکونیوم، جنسیت (نر یا ماده) پارازیتوئید داخلی یا نوع هایپرپارازیتوئید تعیین شد.

پرورش: نمونه‌های بیشتری از برگ و شاخه‌ی آلوده به سپردار واوی پسته در ظروف پرورشی در اندازه‌های مختلف، در شرایط معمولی آزمایشگاه قرار داده شد و حشرات کامل زنبورهای خارج شده از این نمونه‌ها جمع‌آوری شدند.

مطالعه‌ی ویژگی‌های ریخت‌شناسی: نمونه‌های

حشرات کامل زنبور جمع‌آوری شده پس از بررسی مقدماتی از لحاظ ریخت‌شناسی و مقایسه با نمونه‌های جمع‌آوری شده توسط مسجیدیان (Masjedian, 2001)؛ موجود در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه صنعتی اصفهان؛ برای تایید نام یا شناسایی به متخصصین مربوطه ارسال شدند. مطالعه‌ی دقیق‌تر ریخت‌شناسی مراحل تخم و لاروهای غیر کامل^۱ یک گونه‌ی پارازیتوئید داخلی پس از جمع‌آوری و شناسایی در شرایط آزمایشگاه انجام شد. برای این کار نهال‌های پسته‌ی غیر آلوده به آفت با قرار دادن سپردارهای در حال تخم‌ریزی روی آن‌ها آلوده‌سازی شد (Masjedian, 2001). سپس شاخه‌های آلوده به سپردار قطع و در آب قرار داده شدند. روی این شاخه‌های آلوده در زیر توری چند زنبور نر و ماده-ی مربوط گونه‌ی شناسایی شده، رهاسازی شد. سپس با تشریح نمونه‌ی سپردارها در فواصل زمانی ۲۴ ساعت ریخت-شناسی مراحل تخم و لاروهای غیر کامل زنبور مورد بررسی

۱- لاروی که تغذیه‌اش کامل نشده و بدن میزبان هنوز آبکی است.

2- Prof. John Heraty, Dept. of Entomology, Univ. of California, Riverside, USA.

3- Prof. Mohammad Hayat, Dept. of Zoology, Aligarh Muslim Univ., Aligarh, INDIA.

می‌شود. در بین گونه‌های مورد نظر گونه‌ی *C. annulicornis* دارای پراکنش به نسبت وسیع و نسبت به بقیه‌ی گونه‌ها جمعیت به نسبت بالایی داشت. در منطقه‌ی نجف‌آباد (گلدشت) علاوه بر گونه‌ی *Aphytis sp.* یک گونه پارازیتوید خارجی دیگر هم مشاهده شد که روی پوسته‌های شفیرگی به جا مانده پس از خروج حشره‌ی کامل (شکل ۱) از گونه‌ی *Aphytis sp.* قابل تفکیک بود. به دلیل عدم دسترسی به حشرات کامل این گونه نام علمی آن مشخص نشد. این گونه دارای جمعیت بسیار پایین بود به طوری که طی مطالعه فقط دو مورد از سوراخ‌های خروجی آن مشاهده شد (تفکیک سوراخ خروجی این گونه از گونه *Aphytis sp.* روی پوسته‌ی شفیرگی به جا مانده زیر سپر صورت گرفت). در این صورت با مشاهدات به عمل آمده در استان اصفهان فعالیت پنج گونه زنبور روی سپردار واوی پسته مشاهده شد (جدول ۱).

ریخت‌شناسی گونه‌ی *C. annulicornis*

رجبی (Rajabi, 1989) ریخت‌شناسی حشرات کامل این گونه را به طور کامل تشریح کرد. بنابراین در این جا فقط در حدی که در تفکیک گونه‌های همراه کمک نماید بحث خواهد شد. تخم‌های مولد افراد ماده که در بدن میزبان گذاشته شده بودند موزی شکل می‌باشد. تخم‌های مولد افراد نر که لاروهای حاصل از آن به صورت هایپرپارازیتوید روی افراد خودی رشد و نمو می‌نمایند، دارای یک زائده‌ی دم‌مانند است. این شکل تخم برای گونه‌ی *Physcus seminotus* Sil. نیز گزارش شده است (Williams, 1972). لاروهای نر (شکل ۲) و ماده به شکل هایمنوپتری-فرم^۳ می‌باشند. این شکل لاروی در سنین بالای زنبورهای پارازیتوید عمومیت دارد ولی ممکن است در سنین پایین لاروی شکل لارو متفاوت باشد (Clausen, 1972)، اما در پژوهش حاضر شکل متفاوتی از لارو مشاهده نشد. اسلایدهای میکروسکوپی تهیه شده از اسکلت سر و آرواره‌های لاروهای ماده، چهار شکل مختلف را نشان دادند و بنابراین می‌توان گفت احتمالا لاروهای ماده چهار سن

چهارم در حد گونه و گونه‌ی دوم در حد جنس تحت همین نام، دوباره توسط گنارو و ویجیانی^۱ تایید شدند. جنس ماده‌ی زنبور *C. annulicornis* به صورت یک پارازیتوید داخلی روی سپردار واوی پسته عمل می‌کند در حالی که لاروهای جنس نر به صورت هایپرپارازیتوید روی افراد خودی^۲ رشد و نمو می‌کنند. گونه‌ی *Aphytis sp.* به صورت یک پارازیتوید خارجی روی سپردار واوی پسته فعال می‌باشد. گونه‌ی *Z. lambinus* نیز به صورت یک هایپرپارازیتوید داخلی عمل می‌کند. لاروهای گونه‌ی *Ablerus sp.* روی پارازیتوید داخلی *C. annulicornis* به صورت هایپرپارازیتوید خارجی تغذیه می‌کنند (Mansouri, 2005; Mansouri et al., 2010).

پراکنش زنبورهای پارازیتوید و هایپرپارازیتوید سپردار واوی پسته در استان اصفهان

طی نمونه‌برداری‌هایی که از پنج منطقه‌ی پسته‌کاری استان اصفهان صورت گرفت پراکنش زنبورهای مورد مطالعه در این نقاط تعیین شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. در مورد پراکنش زنبورهای مورد مطالعه، باید متذکر شد که در منطقه‌ی کاشان و شهرضا جمعیت سپردار واوی پسته بسیار پایین بود و اگر چه تا حد امکان نمونه‌ی آفت برای دستیابی به پارازیتوید و هایپرپارازیتوید جمع‌آوری شد ولی نمونه‌های جمع‌آوری شده اندک بودند. به نظر می‌رسد که در باغ‌های نمونه‌برداری شده در این مناطق برخی از پارازیتویدها حضور نداشته باشند و فقط گونه‌ی غالب مستقر باشد و یا این که به علت عدم امکان نمونه‌برداری در سطح وسیع، در نمونه‌ها مشاهده نشده باشند. لازم به توضیح است که در باغ‌هایی که سمپاشی می‌شوند دارای تراکم بالایی از سپردار هستند ولی فعالیت دشمنان طبیعی در آن‌ها کم‌تر است. از سوی دیگر در باغ‌هایی که کنترل شیمیایی انجام نمی‌شود به دلیل کم بودن تراکم سپردار، به نمونه‌برداری گسترده‌ای نیاز است که مستلزم قطع شاخه‌های متعدد از درخت می‌باشد و این خود باعث ایجاد محدودیت در مطالعه

1- Prof. Gennaro Viggiani, Dept. of Agricultural Entomology & Zoology, Univ. of Naples Federico, ITALY.

2- Adelphoparasitoid

3- Hymenopteriform

تفکیک جنس‌ها میسر شد. به این ترتیب که در مورد جنس ماده پوسته‌ی مربوط به تاژک^۱ در شاخک کمی خمیده و نوک آن تقریباً گرد بود در حالی که در مورد جنس نر این پوسته صاف و انتهای آن نیز نوک تیز بود. نکته‌ی قابل توجه این که همراه زنبورهای پارازیتوئید سپردار واوی پسته سوسک شکارگری از جنس *Cybocephalus* sp. (Col.: Cybocephalidae) فعال بود. لاروهای این شکارگر نیز برای نفوذ به زیر سپر میزبان ممکن است روی سپر سوراخ ایجاد کنند (Kolahdooz Shahrudi *et al.*, 2006). با این تفاوت که سوراخ‌های ایجاد شده توسط لارو سوسک تقریباً مستطیلی و در حاشیه مضرس است در حالی که در مورد پارازیتوئیدها سوراخ‌ها حالت تقریباً دایره یا بیضی دارند (شکل ۵). البته در صورتی که سپر برداشته شود، به راحتی این سوراخ‌ها از یکدیگر تفکیک می‌شوند به این صورت که سوسک مذکور کاملاً از محتویات بدن سپردار تغذیه کرده و فقط یک پوسته‌ی چروکیده باقی می‌ماند (Kolahdooz Shahrudi *et al.*, 2006)، در حالی که سپردار پارازیتوئید شده توسط پارازیتوئید داخلی به صورت یک پوسته‌ی باد کرده مشاهده می‌شود که داخل این پوسته مکنونیوم و پوسته‌های شفیرگی پارازیتوئید قابل مشاهده است.

ریخت‌شناسی گونه‌ی *Aphytis* sp.

تخم‌های این گونه تخم‌مرغی و شفاف مایل به زرد می‌باشد. در قسمت نوک تخم ممکن است یک زائده‌ی کوچک سیاه‌رنگ مشاهده شود. لاروها گلابی شکل بوده که در مراحل اولیه شفاف‌تر و در سنین بالا به رنگ زرد مشاهده می‌شوند. شفیره‌ها سیاه‌رنگ (شکل ۶- الف) و در زیر سپر، خارج از بدن میزبان تشکیل می‌شوند (در گونه‌ی پارازیتوئید داخلی *C. annulicornis* تمام این مراحل داخل بدن میزبان دیده می‌شود). حشرات کامل ماده (شکل ۳- ز) به رنگ زرد می‌باشند که به واسطه‌ی رنگشان و در حالت زنده به علت حرکت سریعی که دارند به راحتی از افراد ماده-ی گونه‌ی *C. annulicornis* قابل تفکیک هستند. در این گونه چون مکنونیوم و پوسته‌های شفیرگی در خارج بدن

لاروی دارند. فیشر (Fisher, 1961) نیز با استفاده از همین روش چهار سن لاروی را برای گونه‌ی *Physcus debachii* Compere & Annecke همچنین تعداد سنین لاروی و شکل لاروها از لحاظ ظاهری با گونه‌ی *P. seminotus* نیز مطابقت داشتند (Williams, 1972). لاروهای نر از لاروهای ماده به راحتی از هم قابل تفکیک هستند به طوری که جنس ماده به صورت پارازیتوئید داخلی در میزبان اولیه و جنس نر به صورت هایپرپرازیتوئید خارجی روی افراد خودی تغذیه می‌نماید. شفیره‌ی نر و ماده (شکل ۴- ب) سیاه‌رنگ و داخل پوسته‌ی به جا مانده از بدن سپردار تشکیل می‌شود. شفیره‌ی نر در مجموع کوچک‌تر از شفیره‌ی ماده بوده و در قسمت جلوی سر یک برآمدگی دارد که از سطح پشتی این برآمدگی کاملاً واضح است در حالی که در شفیره‌های ماده این قسمت تقریباً مسطح است. در مورد گونه‌ی *P. seminotus* نیز چنین برآمدگی وجود دارد (Williams, 1972). همچنین نسبت طول شاخک به طول بدن در شفیره‌های نر بیشتر از ماده‌ها است به طوری که این حالت بدون اندازه‌گیری طول شاخک و بدن و تنها با مشاهده‌ی ظاهری به خوبی قابل تشخیص است. حشرات کامل ماده (شکل ۳- د) به رنگ نارنجی بوده و در برخی مواقع به‌ویژه در مورد زنبورهای نسل زمستان‌گذران که در اول بهار ظاهر می‌شوند، لکه‌های تیره‌ای روی بدن آن‌ها مشاهده می‌شود. وجود این لکه‌ها در قسمت قفس‌سینه و حلقه‌های اول شکم به حشره رنگ نارنجی مایل به تیره می‌دهد. حشرات کامل نر (شکل ۳- ج) کاملاً سیاه‌رنگ هستند و به واسطه‌ی داشتن رنگ تیره، شاخک‌های طویل و حرکت به نسبت سریع به راحتی از افراد ماده تفکیک می‌شوند. سوراخ خروجی ایجاد شده توسط زنبور روی سپر میزبان به شکل تقریباً دایره یا بیضوی بوده و در قسمت جلو یا عقب سپر میزبان تشکیل می‌شود. روی شکل ظاهری این سوراخ‌ها تفکیک جنس نر از ماده و یا تفکیک این گونه از گونه‌های دیگر زنبور فعال روی سپردار واوی پسته ممکن نبود و فقط پس از بررسی پوسته‌های شفیره‌ای به جا مانده زیر سپر امکان

¹ - Flagellum

annulicornis مشاهده شد. این تخم‌ها بیضوی و در سطح خارجی بدن میزبان قرار داده شده بود. در مورد تخم‌های مولد افراد نر *C. annulicornis* که در سطح خارجی میزبان (افراد گونه خودی) قرار داده می‌شود همانطور که قبلاً بیان شد به واسطه‌ی چروکیده بودن قسمت جلویی آن براحتی از این تخم‌ها قابل تفکیک است. شفیره‌ها در این گونه (شکل ۶- ب) سیاه‌رنگ بوده و داخل پوسته‌ی به جا مانده از سپردار قرار می‌گیرند. حشرات کامل سیاه‌رنگ و دارای لکه‌های سیاه روی بال بوده که به واسطه‌ی همین لکه‌ها به راحتی از سایر گونه‌های همراه تشخیص داده می‌شوند. اطراف چشم را هاله‌ای نقره‌ای فرا می‌گیرد. شاخک افراد ماده دارای باندهای سفیدرنگ است در حالی که شاخک افراد نر به طور کامل سیاه می‌باشد (شکل ۳- ه، و). مکنونیوم در این گونه کروی مایل به استوانه‌ای است و معمولاً به شکل تپه روی هم قرار می‌گیرند (شکل ۶- ب). همچنین پوسته‌ی شفیرگی سیاه‌رنگ است. سوراخ خروجی در این گونه نیز تقریباً مشابه گونه‌های قبلی بوده و تشخیص آن از سایر گونه‌ها با برداشتن سپر میزبان و بررسی محتویات زیر سپر (مکنونیوم و پوسته‌ی شفیرگی) امکان پذیر است.

سپاسگزاری

هزینه‌ی انجام این پژوهش از محل اعتبارات دانشگاه صنعتی اصفهان و سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به عنوان اجرای بخشی از پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی نویسنده‌ی دوم تامین شده است، که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از آقای دکتر شهرام حسامی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز که در نگارش این مقاله از نظرات ارزشمندشان استفاده شد، سپاسگزاری می‌شود.

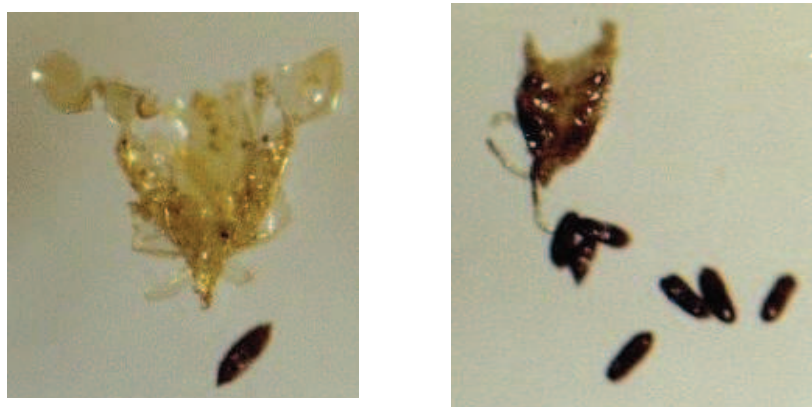
میزبان قرار می‌گیرد پس از بررسی وضعیت زیر سپر، تفکیک سوراخ خروجی از گونه‌های دیگر به راحتی صورت می‌گیرد. مکنونیوم در این گونه تقریباً شکل استوانه‌ای به خود گرفته که البته دو طرف آن نوک تیز است (شکل ۶- الف). سوراخ خروجی این گونه نیز مانند پارازیتوئید داخلی در قسمت جلو یا عقب سپر تشکیل می‌شود ولی همانطور که ذکر شد تفکیک سوراخ خروجی روی شکل ظاهری ممکن نیست و برای تشخیص باید سپر میزبان برداشته شود و سپس با استفاده از مشخصات گفته شده، از گونه‌ی پارازیتوئید داخلی یا دیگر گونه‌ها تفکیک شود.

ریخت‌شناسی گونه‌ی *Z. lambinus*

لارو این گونه از نوع هایمنوبتری فرم می‌باشد. شفیره‌ی نر و ماده (شکل ۴- الف) به رنگ سیاه بوده، پاها و شاخک‌ها به طور آزاد روی بدن قرار می‌گیرند. جنسیت شفیره توسط شکل شاخک‌ها که در جنس نر به صورت کمانی قرار گرفته و نیز به واسطه‌ی اندام تناسلی ماده (تخم‌ریز) که در ماده کاملاً آشکار است، از یکدیگر تفکیک می‌شوند. حشرات کامل به رنگ سیاه می‌باشند و افراد نر به دلیل داشتن شاخک‌هایی با موهای طویل به راحتی از افراد ماده تفکیک می‌شوند (شکل ۳- الف، ب). در این گونه مکنونیوم سفید مایل به خاکستری بوده و پوسته‌های شفیرگی به جا مانده خیلی کوچک و به رنگ نارنجی روشن است. سوراخ‌های خروجی این گونه نیز در قسمت جلو یا عقب سپر ایجاد می‌شود و تفکیک آن از سایر گونه‌ها با برداشتن سپر و بررسی محتویات زیر آن ممکن خواهد بود.

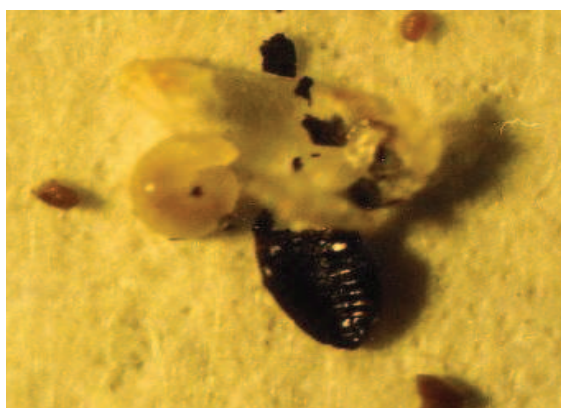
ریخت‌شناسی گونه‌ی *Ablerus sp.*

به علت جمعیت پایین این زنبور اطلاعات زیادی در مورد ریخت‌شناسی آن به دست نیامد. طی بررسی صورت گرفته دو مورد تخم گذاشته شده روی لاروهای کامل *C.*



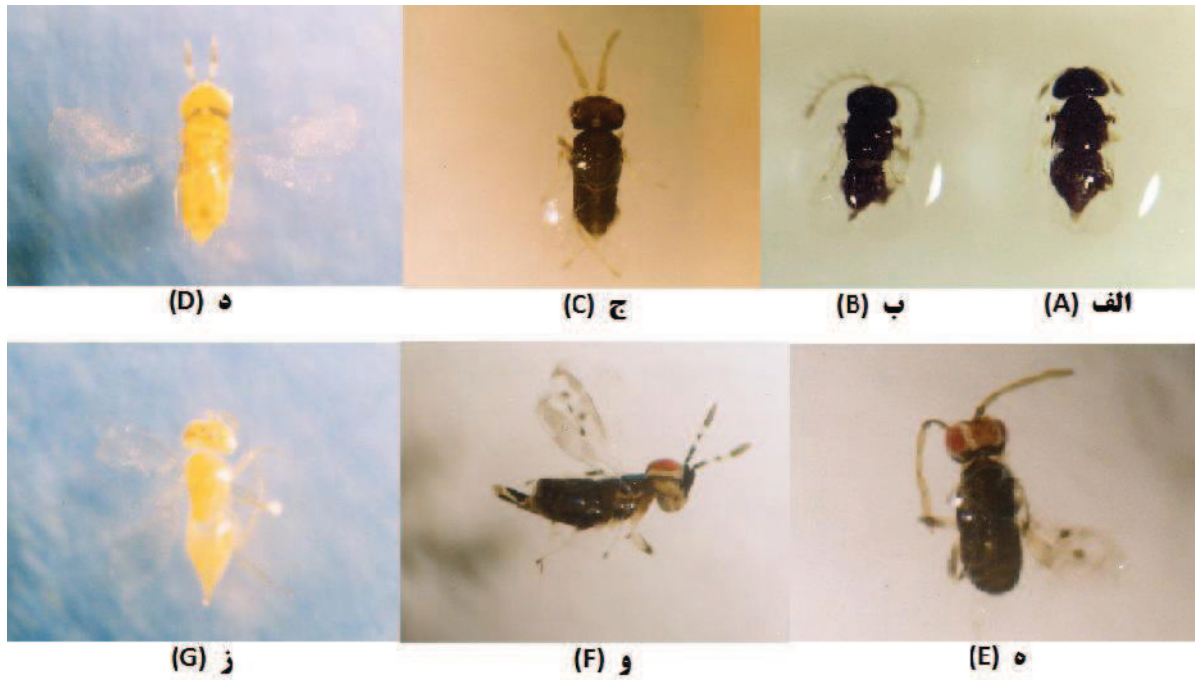
شکل ۱- مقایسه‌ی پوسته‌های شفیرگی پارازیتوئیدهای خارجی فعال روی سپردار واوی پسته (اصلی).
گونه‌ی *Aphytis* sp. (راست) و گونه‌ی ناشناس (چپ)

Figure 1. Pupal exuviae of external parasitoids on *Lepidosaphes pistaciae* (original).
Aphytis sp. (right) and unknown species (left)



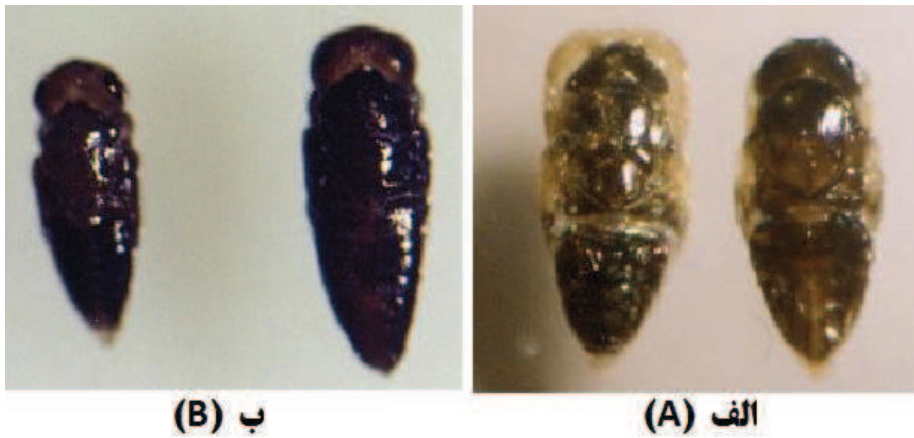
شکل ۲- لارو کامل نر *C. annulicornis* در کنار پوسته‌ی شفیرگی جنس ماده‌ی گونه‌ی خودی (اصلی).

Figure 2. Mature male larva of *C. annulicornis* close to female pupal exuvia of the same species (original)



شکل ۳- حشرات کامل: الف: ماده *Z. lambinus*، ب: نر *Z. lambinus*، ج: نر *C. annulicornis*، د: ماده *C. annulicornis*، ه: نر *Ablerus* sp.، و: ماده *Ablerus* sp.، ز: ماده *Aphytis* sp. (اصلی).

Figure 3. Adult parasitoids of: A) *Z. lambinus*, female B) *Z. lambinus*, male C) *C. annulicornis*, male D) *C. annulicornis*, female E) *Ablerus* sp., male F) *Ablerus* sp., female G) *Aphytis* sp., female (original)

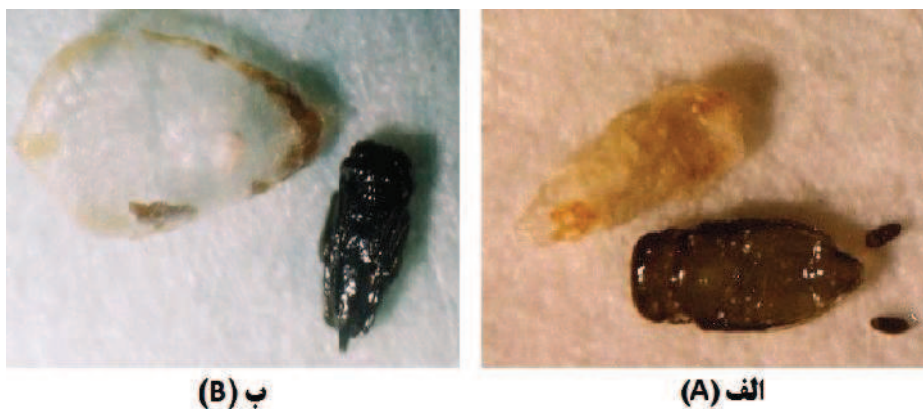


شکل ۴- شفیره‌ی: الف: گونه‌ی *Z. lambinus*، نر (چپ) و ماده (راست)، ب: گونه‌ی *C. annulicornis*، نر (چپ) و ماده (راست) (اصلی)

Figure 4. Pupa of: A) *Z. lambinus*, male (left) and female (right) B) *C. annulicornis*, male (left) and female (right) (original)



شکل ۵- سوراخ خروجی پارازیتوئید داخلی (راست) و سوراخ ایجاد شده توسط لارو سوسک *Cybocephalus* sp. (چپ) (اصلی)
 Figure 5. Emerging hole of internal parasitoid (right) and hole produced by predator larvae of *Cybocephalus* sp. (left) (original)



شکل

۶- الف: شفیره ی *Aphytis* sp. همراه مکنونیوم و میزبان تغذیه شده ب: شفیره ی *Apherus* sp. همراه پوسته ی سپردار (تصاویر اصلی)
 Figure 6. A) Pupa of *Aphytis* sp. and its meconium and parasitized host B) Pupa of *Apherus* sp. and exuvia of *L. pistaciae* (original)

جدول ۱- پراکنش پارازیتوئیدها و هایپرپارازیتوئیدهای سپردار واوی پسته در استان اصفهان

Table 1. Distribution of parasitoids and hyperparasitoids of *Lepidosaphes pistaciae* in Isfahan Province

Location	<i>Ablerus</i> sp.	<i>Z. lambinus</i>	<i>Aphytis</i> sp.	<i>C. annulicornis</i>
Shahrza	-	-	-	+
Kashan	-	-	+	-
Gaz Borkhar	+	+	+	+
Naein	+	+	+	+
Najafabad	+	+	+	+

+: present, -: absent

References

- Babayan, G. A. and Oganessian, S. B.** 1979. Natural enemies of the Armenian mussel scale (*Lepidosaphes malicola* Borchs) and possibilities of conserving them in the presence of chemical treatments. **Biologicheskii Zhurnal Armenii** 32(3): 194-199.
- Begum, S., Anis, S. B., Farooqi, M. K., Rehmat, T. and Fatma, J.** 2011. Aphelinid parasitoids (Hymenoptera; Aphelinidae) of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) from India. **Biology and Medicine** 3(2): 222-231.
- Clausen, C. P.** 1972. Entomophagous insects. Hafner publishing company, New York, pp.688.
- Fidalgo, A. P.** 1983. The parasitoids and predators of *Melanaspis paulistus* Hempl. (Hom.: Coccoidea) in northern Argentina. **Acta Zoologica Lilloana** 37(1): 120-125.
- Fisher, T. W.** 1961. Biology of *Phycus* sp. (Eulophidae, Aphelininae) from Burma. **Journal of Economic Entomology** 54(3): 444-446.
- Hayat, M.** 1979. Notes on some Indian species of *Azotus* Howard and *Coccophagoides* Girault, with records of *Mesidia Foerster* and *Prococcophagus silvestri* (Hym.: Aphelinidae). **Journal of Natural History** 13(2): 185-193.
- Holman, J.** 2002. The natural enemies of San Jose scale (*Quadraspidiotus perniciosus* Comstock) from the order Hymenoptera in the Czech Republic. **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis** 50(3): 41-54.
- Jervis, M. and Kidd, N.** 1996. Insect and natural enemies. Chapman and Hall, London, pp.491.
- Kolahdooz Shahrudi, J., Seyedoleslami, H., Ebadi, R. and Hatami, B.** 2006. Laboratory Study of Life Cycle and Feeding Rate of the Beetle *Cybocephalus fodori minor* (Col.: Cybocephalidae) Predator of Pistachio Oyster Shell Scale *Lepidosaphes pistaciae* (Hom.: Diaspididae). **Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources** 10(2): 255-267. (in Persian with English Abstract).
- Comment opposing the proposed conservation of *Phycus* Howard, 1895 (Insecta, Hymenoptera) by the suppression of *Coccobius* Ratzeburg, 1852.** **Bulletin of Zoological Nomenclature** 46(2):133.
- Maltby, H. L. Jimenes-Jimenes, E. and DeBach, P.** 1968. Biological control of Armored scale in Mexico. **Journal of Economic Entomology** 61(4): 1086-1088.
- Mansouri, M.** 2005. Geographical Distribution and Phenology of Hymenopteran Parasitoids on *Lepidosaphes pistaciae* Arch. (Hom.: Diaspididae) in Isfahan Province. MSc. Thesis. Isfahan University of Technology. (in Farsi)
- Mansouri, M., Seyedoleslami, H. and Jalaeian, M.** 2010. Geographical distribution and phenology of hymenopteran parasitoids on *Lepidosaphes pistaciae* (Hem.: Diaspididae) in Isfahan province. Proceedings of 19th Iranian Plant Protection Congress. 31 July-3 August, Iran. pp. 38.
- Masjedian, H.** 2001. Morphology and biology of two form of Pistachio Oyster Shell Scale, *Lepidosaphes pistaciae* (Hom: Diaspididae) in Isfahan. MSc. thesis. Isfahan University of Technology. (in Farsi)

- Mehrnejad, M. R.** 2001. The current status of pistachio pests in Iran. **Cahiers Options Méditerranéennes** 56: 315-322.
- Moglan, I. A. and Moglan, V.** 1997. Parasitoids (Hymenoptera, Chalcidoidea, Proctotrupeoidea) of *Lepidosaphes ulmi* Linne (Homoptera, Diaspididae) in the southern part of the Danube Delta. **Analele Stiintifice ale Universitatii "Al I Cuza" din Iasi. Serie Noua Biologie Animala** 41-43: 51-54.
- Potter, D. A. Jensen, M. P. and Gordan, F. C.** 1989. Phenology and degree-day relationships of the obscure scale (Homoptera: Diaspididae) and associated parasites on pin oak in Kentucky. **Journal of Economic Entomology**. 82(2): 551-555.
- Predata, P. A. and Viggiani, G.** 1991. Preliminary morpho-biological observations on *Azotus perspicuosus* (Girault) (Hymenoptera: Aphelinidae), hyperparasitoid of *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni, Tozzetti) (Homoptera: Diaspididae). Proceedings of 4th European Workshop 'Insect parasitoids'. 3-5 April, Italy. pp. 343-350.
- Rajabi, GH.** 1989. Insects attacking Rosaceous fruit trees in Iran (Homoptera). Publication of the Agricultural Research and Education Organization, Tehran, Iran. (In Farsi)
- Saakyan-Baranova, A. A. and Dergunova, Z. R.** 1978. Comparative morphological characteristics of the Central Asian (*Lepidosaphes mesasiatica* Borchs.) and the apple (*L. ulmi* L.) comma scales (Homoptera, Coccoidea) and their parasites. **Entomologicheskoe Obozrenie** 57(1): 13-33.
- Williams, J. R.** 1972. The biology of *Phycus seminotus* Silv. and *P. subflavus* Annecke & Insley (Aphelinidae), parasites of the sugar-cane scale insect *Aulacaspis tegalensis* (Zhnt.) (Diaspididae). **Bulletin of entomological research** 61(3): 463-484.
- Yasnosh, V. A.** 1976. Classification of the parasitic Hymenoptera family Aphelinidae (Chalcidoidea). **Entomologicheskoe Obozrenie** 55(1): 159-168.
- Yazdani, A. and Rajabi, A.** 1993. The first record of Hymenoptera parasitoids of scale insects on Pistachio in Iran. Proceedings of 11th Iranian Plant Protection Congress. 28 August-2 September, Iran. pp. 212.

Distribution and morphological characteristics of parasitoids and hyperparasitoids of *Lepidosaphes pistaciae* (Hem: Diaspididae) in Isfahan Province

M. Jalaieian¹, M. Mansouri² and A. Karimi-Malati^{3*}

1, Senior Researcher, Department of Plant Protection, Rice Research Institute of Iran (RRII), Rasht, Iran. 2, Senior Researcher, Hamyare Keshavarz Plant Protection Clinic, Bajestan, Khorasan Razavi Province, Iran 3, Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

(Received: April 3, 2013- Accepted: August 6, 2013)

Abstract

Lepidosaphes pistaciae Archangelskaya (Hem: Diaspididae) is an important pest of pistachio in sprayed orchards in Iran. This study was carried out to determine the local distribution of the parasitoids of pistachio oystershell scale in Isfahan Province, during 2003-2004 and to study the morphological characteristics of various developmental stages. A sampling program was conducted in five locations of pistachio production areas. In addition, some morphological characteristics of developmental stages in collected parasitoids were studied. As a result, four species were collected and identified from three locations of pistachio orchards. Among the parasitoids associated with *L. pistaciae* the female *Coccobius annulicornis* Ratzeburg was the internal parasitoids of *L. pistaciae*, while, the males fed on their own species as hyperparasitoids. Moreover, *Zaomma lambinus* (Walker) feeds as endo-hyperparasitoid on mature larval stage of endo-parasitoid and ecto-parasitoid and rarely on pupal stage of endo-parasitoid. It seems that *Ablerus* sp. feeds as ecto-hyperparasitoid on mature larval and pupal stages of endo-parasitoid.

Keywords: *Lepidosaphes pistaciae*, pistachio oystershell scale, parasitoid, hyperparasitoid, Isfahan

*Corresponding author: a_karimi@guilan.ac.ir