JESI
DOI: 10.22117/JESI.2021.353263.1405

نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۴۱۸-۴۰۳ ,(٤) ٤٠ ,۱۳۹۹
JOURNAL OF ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF IRAN
2021, 40 (4), 403-418

چرخهٔ زیستی کرم برگخوار قیچ، *Hyles zygophylli* (Lepidoptera: Sphingidae) و شناسایی انگل‌واره‌های آن در منطقهٔ ارومیه

کیخسرو امامی [۱]، یونس کریم‌پور [۱و*] و حسین لطفعلی‌زاده [۲]

۱- گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران و ۲- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی، تبریز.

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: y.karimpour@urmia.ac.ir

چکیده

کرم برگخوار قیچ، *Hyles zygophylli* L. در نواحی شرقی منطقه دیرین‌شمالگان انتشار داشته و از برگ‌های قیچ، *Zygophyllum fabago* L. تغذیه می‌کند. به منظور مطالعه ویژگی‌های زیستی و انگل واره‌های این شب‌پره پرورش مداوم آن در شرایط صحرایی و آزمایشگاهی انجام شد. نتایج نشان داد که این پروانه دارای چهار نسل در سال بوده و به صورت شفیره در عمق ۲ تا ٦ سانتی‌متری خاک زمستان‌گذرانی می‌کند. چرخه زیستی سالیانه آن از اوایل اردیبهشت با خروج حشرات کامل حاصل از شفیره‌های زمستان‌گذران آغاز و با شفیره شدن لاروهای سن آخر نسل چهارم در اواسط مهر پایان می‌یابد. حشرات کامل شب‌پره ۲ تا ۳ روز بعد از ظاهر شدن جفت‌گیری و در سطح زیرین برگ‌ها و روی ساقه‌های قیچ به شکل نامنظم تخم‌گذاری می‌کنند. تخم‌ها کروی، سبز روشن و قطر آنها ۱/۱±۰/۱ میلی‌متر است. بسته به شرایط آب و هوایی، دوره رشد و نمو جنینی بین ۳ تا ۵ روز، رشد و نمو لاروی بین ۱۸ تا ۲۵ روز و در نهایت مرحله شفیرگی بین ۱۲ تا ۱٦ روز طول می‌کشد. کرم برگخوار قیچ دارای ۵ سن لاروی بوده و در لاروهای سن آخر طول بدن در زمان استراحت ٦/٦ تا ٦/۹ میلی‌متر، وزن بدن ۳/۸ تا ٤/۹ گرم و عرض کپسول سر ٤/۸ میلی‌متر است. لاروهای این پروانه توسط دو گونه از مگس‌های خانواده Tachinidae به نام‌های *Tachina praeceps* Meigen و *Masicera sphingivora* (R.-D.) و شفیره‌های آن نیز توسط زنبور انگل‌وارهٔ *Proconura barbara* Masi از خانوادهٔ Chalcididae در منطقه ارومیه پارازیته می‌شوند. رابطه انگلی بین گونه‌های فوق و *H. zygophylli* برای اولین بار گزارش می‌شود.

واژه‌های کلیدی: زیست‌شناسی، *Hyles zygophylli*، ارومیه

Life cycle of the Syrian bean-caper hawk moth, *Hyles zygophylli* (Lepidoptera: Sphingidae), and identification of its parasitoids in Urmia region, Iran

Keykhosro Emami[1], Younes Karimpour[1,*] & Hossein Lotafalizadeh[2]

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran & 2. Plant Protection Research Department, East-Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research & Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.

* Corresponding author, E-mail: y.karimpour@urmia.ac.ir

Abstract

The Syrian bean-caper hawk moth, *Hyles zygophylli* L., is distributed in the eastern Palearctic region and feeds on the leaves of the Syrian bean caper, *Zygophyllum fabago*. In order to study the life history traits and its parasitoids, continuous rearing of the Syrian bean-caper hawk moth was conducted in field and laboratory conditions. The results showed that *H. zygophylli* completed four generations within the growing season and hibernate as pupal stage in the soil at a depth of 2 to 6 cm. The annual life cycle of the species begins in late April with the emergence of adults from overwintering pupae and ends in

دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲٦، پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۱.

دبیر تخصصی: احد صحراگرد

early October with the pupation of fourth-generation larvae. Adult hawk moths, 2-3 days after emergence, mates and begin laying eggs in irregular shape on the stems and underside of leaves. They are spherical shape, light green and 1.1 ± 0.1 mm in diameter. Depends on daily temperature, the incubation period takes 3-5 days. The larval development time takes 18-25 days and pupal stage lasted 12-16 days. Laval development were completed in five larval instars. The maximum length (in rest position), head capsule, and weight of completely developed larvae were 6.6-6.9 mm, 4.9 mm, and 3.8-4.9 gr, respectively. The larvae of *H. zygophylli* were parasitized by two species of tachinid including *Masicera sphingivora* (R.-D.) and *Tachina praeceps* Meigen and its pupae were parasitized by a chalcid wasp namely, *Proconura barbara* Masi, in Urmia region. For the first time, parasitic relationship between the mentioned species and *H. zygophyllum* is reported.
Key words: Biology, *Hyles zygophylli*, Urmia
Received: 15 January 2021, *Accepted:* 1 March 2021.

مقدمه

گیاهان تیره Zygophyllaceae ترکیبی از ۲۷ جنس و ۲۸۵ گونه گیاهی هستند که به طور عمده رویش آنها محدود به نواحی خشک و نیمه خشک اقلیم‌های مدیترانه‌ای و نیمه‌بیابانی می‌باشد (Beier *et al.*, 2003). در بین جنس‌های مختلف این تیره، گونه‌های گیاهی متعلق به جنس *Zygophyllum* L. گروهی از گیاهان آبدار را تشکیل می‌دهند که دارای مقاومت و تحمل زیادی به خشکی و شوری خاک بوده و تحت شرایط سخت اقلیم‌های گرم و خشک به خوبی رشدونمو می‌کنند (Saleh & Al-Hadidi, 1977). به علاوه، در یافته‌های بسیاری از پژوهشگران تاکید شده است که گونه‌های این جنس، از عناصر گیاهی بسیار مهم تشکیل دهنده زیست‌بوم‌های بیابانی و نیمه‌بیابانی هستند (Hammad & Qari, 2010). فراوانی تعداد گونه‌های این جنس، به تحمل بالای آنها در برابر شرایط سخت محیطی مربوط می‌شود (Amini-Chermahini *et al.*, 2014). همچنین رشدونمو و انتشار گونه‌های گیاهی این جنس، به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک زیستگاه‌شان نیز بستگی دارد (Sheahan & Cutler, 1993). جنس *Zygophyllum* دارای ۱۰۰ گونه است که در زیستگاه‌های بیابانی و استپی نواحی مدیترانه تا آسیای میانه، جنوب آفریقا و استرالیا انتشار دارند (Amini-Chermahini *et al.*, 2014). بیشتر گونه‌های این جنس مانند *Z. album* L.، *Z. coccineum* L.، *Z. dumosum* Boiss.، *Z. fabago* L. و *Z. simplex* L. گیاهانی علفی، دائمی و دارای برگ و گل‌های گوشتی هستند (Bourgou *et al.*, 2017).

قسمت‌های مختلف گیاهان جنس *Zygophyllum* دارای مصارف گسترده‌ی دارویی بوده و برای درمان انواع مختلف بیماری‌ها مانند روماتیسم، نقرس، دیابت، آسم، فشار خون، قاعدگی دردناک و آلودگی‌های قارچی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Barzegar *et al.*, 2018; El-Shora *et al.*, 2016; Mouna *et al.*, 2015; Medjdoub & Boufeldja, 2012; Gibbons & Oriowo, 2001; Belguidoum *et al.*, 2015; Akila *et al.*, 2014). بررسی‌های زیست‌شناختی نشان داده‌اند که این گیاهان دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضددیابتی، بازدارنده رشد تومورها، ضدمیکروبی و ضدالتهابی هستند که ناشی از ترکیبات فیتوشیمیایی درون بافت‌های آنها می‌باشد. این ترکیبات شامل تری‌ترپن‌ها، فلاوونوئیدها، ساپونین‌ها، استرول‌ها، فنولیک‌ها، روغن‌های ضروری و انواع استرها هستند که از گونه‌های مختلف *Zygophyllum* استخراج شده‌اند (Zaki *et al.*, 2016; Jiangbo *et al.*, 2016; Ganbaatar *et al.*, 2016).

قیچ، *Z. fabago* گیاهی علفی و دائمی است که بومی نواحی جنوب غربی و مرکزی آسیا، جنوب اروپا و شمال آفریقا می‌باشد (Akhyani, 1992). مانند بسیاری از گونه‌های گیاهی این تیره، اندام‌های هوایی قیچ، دارای خواص ضد روماتیسمی، دفع کننده انگل‌های روده‌ای، مسهل، برطرف‌کننده تنگی نفس، ضد سرفه، خلط آور و ضد التهابی بوده (Khan *et al.*, 2014) و توسط اقوام مختلف ایرانی به عنوان مسهل، دفع کننده کرم‌های روده‌ای

و خلط آور شناخته شده و ضماد آن برای التیام زخم‌ها، صدمات و عفونت‌های پوستی، و درمان عقرب‌گزیدگی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Zargari, 1995).

شب‌پره‌های خانوادهٔ Sphingidae دارای ۲۰۰ جنس و ١٤٠٠ گونه هستند که در سراسر دنیا به غیر از قاره جنوبگان انتشار دارند (Kitching & Cadiou, 2000). از آنجایی که لارو و حشرات کامل شب‌پره‌های این خانواده دارای اندازه بزرگی می‌باشند در زمینه‌های مختلف علم حشره‌شناسی مانند فیزیولوژی (Jindra *et al.*, 1997; Jochova *et al.*, 1997; Kelber *et al.*, 2003; Wannenmacher & Wasserthal, 2003)، زیست‌شناسی گرده‌افشانی (Nilsson, 1998; Nilsson *et al.*, 1985; Raguso & Willis, 2002; Wasserthal, 1997) جغرافیای زیستی (Beck *et al.*, 2006a) و ارتباط متقابل بین گیاهان و علف‌خواران (Jackson, 1990; Osier *et al.*, 1996; Kessler & Baldwin, 2002; Agosta & Janzen, 2005) موضوع تحقیق پژوهش‌گران مختلفی بوده‌اند. آنها همچنین گروه مهمی از جانوران هستند که در ارزیابی‌های مربوط به تنوع زیستی و کیفیّت زیستگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Beck *et al.*, 2006b). تعدادی از آنها از آفات مهم کشاورزی بوده (Winder, 1976; Bellotti *et al.*, 1992) در حالی‌که تعدادی نیز از عوامل مهار زیستی علف‌های هرز محسوب می‌شوند (Batra,1984; Karimpour *et al.*, 2006).

شب‌پره‌های جنس *Hyles* Hübner با داشتن ۲۹ گونه و ٤٢ زیرگونه دارای انتشار جهانی هستند، بیشترین فراوانی آنها به لحاظ تعداد گونه مربوط به نواحی زیستی نوگرمسیری (Neotropical) و دیرین‌شمالگان (Palearctic) است (Kitching & Cadiou, 2000).

کرم برگخوار قیچ *Hyles zygophylli* (Ochsenheimer, 1808) که با همنام‌های؛

Sphinx zygophylli Ochsenheimer, 1808. Schmetterlinge Europa 2: 226.
Sphinx zygophylli Baron Marschall de Bieberstein, 1809.
Celerio zygophylli jaxartis Froreich, 1938, *Ent. Rdsch.*. 55: 256.
Celerio zygophylli xanthoxyli Derzhavets, 1977, *Nasekomye Mongolii* 5: 647.
Hyles zygophylli kirgisa Eitschberger & Lukhtanov, 1996, *Atalanta, Würzburg*. 27(3-4): 620.

نیز شناخته می‌شود اولین بار از نواحی جنوبی روسیه و از منطقه ترکستان جمع‌آوری، شناسایی و به دنیای علم معرفی شد. این شب‌پره تاکنون از کشورهای ایران (نواحی شمالی) (Danner *et al.*, 1998)، ترکیه (Akkuzu *et al.*, 2007)، شمال سوریه و گرجستان (Didmanidze *et al.*, 2013) ارمنستان و آذربایجان (Didmanidze *et al.*, 2013; Wąsala & Zamorski, 2015)، داغستان (Abdurahmanov, 1999)، مناطق پست دره‌ی رود ولگا، نواحی شرقی ماوراء قفقاز (اطراف دریای مازندران) (Eversmann, 1844) ترکمنستان، قزاقستان (Shovkoon, 2015)، قرقیزستان (Eitschberger & Lukhtanov, 1996; Korb, 2018)، شمال افغانستان (Ebert, 1969) و نواحی غربی استان زین‌جیانگ چین (Pittaway & Kitching, 2000) گزارش شده است. میزبان اصلی و منحصر به فرد لاروهای این پروانه گیاه *Z. fabago* است (Akkuzu *et al.*, 2007).

در بررسی منابع مختلف داخلی و خارجی، هیچگونه سند منتشر شده‌ای در مورد زیست‌شناسی کرم برگخوار قیچ پیدا نشد، اما زیست‌شناسی کرم شاخدار فرفیون *H. euphorbiae* (L., 1758) و انگل واره‌های آن در آذربایجان-غربی توسط Karimpour *et al.* (2006) مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از انجام این بررسی مطالعهٔ زیست‌شناسی عمومی کرم برگخوار قیچ روی همین گیاه است که هر دو گونه از گونه‌های با ارزش زیست‌بوم‌های طبیعی ایران هستند. تاکنون هیچگونه بررسی در مورد این شب‌پره در ایران و بقیه کشورها صورت نگرفته است.

مواد و روش‌ها

بررسی‌های مرتبط با زیست‌شناسی و انگل واره‌های کرم برگخوار قیچ در طول سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در رویشگاه‌های طبیعی این گیاه در اطراف ارومیه، اطراف گردنه قوشچی و اطراف جاده سلماس به تسوج و آزمایشگاه گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه ارومیه انجام شد.

الف) بررسی‌های صحرایی

به منظور بررسی زیست‌شناسی کرم برگخوار قیچ در شرایط صحرایی، از اوایل اردیبهشت ماه سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در فواصل زمانی یک روز در میان بازدید ازبوته‌های قیچ برای پیدا کردن اولین دسته تخم این حشره آغاز شد. با مشاهده اولین دسته تخم، تاریخ مربوطه ثبت و تخم‌ها به صورت روزانه زیر نظر گرفته شدند. بعد از تفریخ تخم‌ها، ضمن ثبت تاریخ مربوطه، لاروهای حاصل از این تخم‌ها نیز روزانه مورد بازدید قرار گرفت و زمانی که لاروها به حداکثر رشد خود رسیدند همهٔ آنها جمع‌آوری و در همان روز در روی بوته‌هایی از قیچ که به شرح زیر آماده شده بودند قرار داده شدند. این بوته‌ها در محدودهٔ پردیس نازلوی دانشگاه ارومیه واقع در دشت نازلو قرار داشتند. ابتدا چند بوتهٔ سالم انتخاب و اطراف آنها از بقایای گیاهی و سایر عوامل مزاحم پاکسازی شدند، سپس تا ارتفاع حدود ۱۰ سانتی‌متری در سایه‌انداز بوته‌ها، ماسه نرم ریخته شد. برای سهولت مکان‌یابی لاروهای کامل جهت شفیره شدن، ۳ عدد سرامیک به طول و عرض ۲۰ سانتی‌متر در روی ماسه‌ها قرار داده شد. تعداد دو عدد قفس با چهارچوب و توری آلومینیمی به طول و عرض ۱ و ارتفاع ۱/۵ متر آماده شد. تعداد لاروهای جمع‌آوری شده ۵۳ عدد بود که تقریباً به نسبت مساوی روی دو بوته از قیچ (به شرح بالا) قرار داده شدند و سپس روی بوته‌ها قفس‌های آماده، قرار داده شدند. اطراف قفس‌ها تا ارتفاع حدود ۲۰ سانتی‌متر با ماسه نرم پوشانده شد. بعد از مستقر شدن قفس‌ها، لاروهای درون آنها روزانه بازدید و تعداد آنها شمارش می‌شد. کاهش تدریجی تعداد لاروهای روی بوته‌ها، نشان دهنده ورود آنها به درون ماسه و آغاز مرحله شفیرگی آنها بود. تعداد لاروهای کم شده از روی بوته‌ها و تاریخ مربوطه بطور روزانه ثبت شد. بازدید روزانه قفس‌ها در مرحله شفیرگی نیز ادامه یافت و با ظاهر شدن تدریجی حشرات کامل، تعداد و تاریخ ظهور آنها ثبت شد. بعد از ظاهر شدن حشرات کامل پروانه، بوتهٔ زیر قفس با دقت بیشتری برای مشاهده تخم‌ریزی حشرات ماده مورد بازدید روزانه قرار گرفت. به محض مشاهده تخم‌ها در روی بوته تاریخ مربوطه ثبت شد. تخم‌ها روزانه بازدید و تاریخ تفریخ آنها نیز ثبت شد. بعد از تفریخ تخم‌ها، لاروهای جوان پروانه (با احتیاط) از روی بوته قدیمی جمع‌آوری و به همان روش قبلی روی بوتهٔ جدید منتقل شده و روی بوته با همان قفس پوشانده شد. عملیات فوق تا شفیره شدن لاروهای آخرین نسل حشره در طبیعت ادامه یافت. از این روش برای تعیین تعداد نسل شب‌پره، مدت زمان لازم برای رشدونمو جنینی، لاروی، طی دوره‌ی شفیرگی و هچنین برای تعیین مرحله‌ی زیستی زمستان‌گذران آن در شرایط طبیعی استفاده شد.

برای جمع‌آوری انگل واره‌های احتمالی مراحل تخم، لارو و شفیره‌ها، تعداد زیادی از تخم‌ها، لاروهای سنین مختلف و تعداد محدودی شفیره‌های این حشره از مناطق ذکر شده در بالا، جمع‌آوری و در آزمایشگاه در شرایط دمایی حدود ۲±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود ۵±۶۵ درصد نگهداری شدند. برای تغذیه لاروها تا زمان شفیره شدن آنها از برگ‌های تازه‌ی قیچ استفاده شد. شفیره‌ها بعد از تشکیل شدن به درون ظروف پلاستیکی بی‌رنگ به ابعاد ۴۰×۳۰×۶۰ سانتی‌متر که بستر آنها از ماسهٔ نرم پوشانده شده بود، منتقل شد و روی آنها یک تکه مقوا به ابعاد ۲۰×۵۰ سانتی‌متر قرار داده شد. شفیره‌های جمع‌آوری شده نیز در آزمایشگاه به همان روش قبلی درون ظروف پلاستیکی با مشخصات ذکر شده در بالا قرار داده شدند. شاخه و برگ‌های حاوی تخم

نیز بعد از جمع‌آوری از طبیعت به آزمایشگاه منتقل و در درون ظروف پلاستکی بی‌رنگ به ابعاد ۷×۱۰×۲۰ سانتی‌متر نگهداری شدند. تمام ظروف نگهداری تخم، لارو و شفیره‌ها روزانه برای جمع‌آوری انگل واره‌ها خارج شده، مورد بازدید قرار می‌گرفتند.

ب) بررسی‌های آزمایشگاهی

برای بررسی مشخصات ظاهری (شکل‌شناسی) تخم، لارو، شفیره و حشرات کامل این شب‌پره، تعداد متفاوتی از آنها به آزمایشگاه منتقل و بطور جداگانه بوسیله استریومیکروسکوپ مجهز به عدسی چشمی مدرج، اندازه‌گیری‌های مرتبط با هر مرحله زیستی انجام شد.

نتایج و بحث

مشخصات شکل‌شناسی مراحل مختلف زیستی شب‌پره

حشرات کامل

حشرات کامل این پروانه دارای مشخصات، عرض بدن با بال‌های باز بین ٦٤/٣±٧/٦ (تعداد ۲۰عدد) متغیر بوده و شکل کلی بدن در زمان استراحت، مثلثی و نمای کلی رنگ آن قهوه‌ای روشن با نوارهایی از رنگ سفید است که پیوستن آنها به همدیگر شکلی شبیه به عدد ۸ را بوجود می‌آورد (شکل ۱ A). حاشیه راسی (انتهایی) بال‌های جلویی به رنگ قهوه‌ای مایل به خاکستری است. حاشیه بال‌های جلویی و عقبی سفید رنگ بوده که در بال‌های عقبی پهنای بیشتری دارد. صرفنظر از حاشیه سفیدرنگ بال‌های عقبی، سه نوار رنگی در همین بال‌ها بوضوح دیده می‌شود که ردیف اول در قاعده بال‌های عقبی قرار داشته و تیره رنگ است. ردیف میانی دارای پهنای بیشتری بوده و به رنگ گلسرخی است. ردیف (باریکتر) منتهی به حاشیه سفید رنگ بال، تیره‌رنگ است (شکل ۱ A).

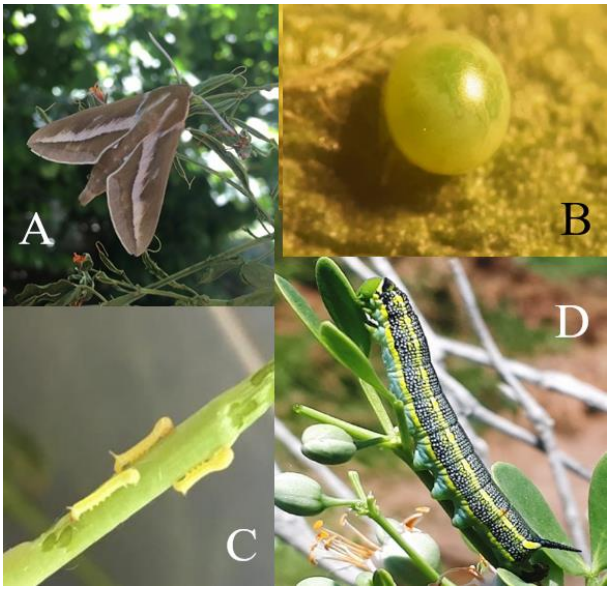
تخم

تخم‌ها کروی، سبزروشن با جلای صیقلی و در بزرگ‌نمایی بیشتر از ۵۰ برابر، سطح آنها مشبک و قطر آنها ۱/۱±۰/۱ (تعداد ۱۰ عدد) میلی‌متر است (شکل ۱ B).

لارو

تغییر رنگ زیادی در لاروهای کرم شاخدار قیچ در طول مراحل مختلف رشدی آنها مشاهده می‌شود. رنگ کلی بدن در لاروهای سن اول در چند روز اول بعد از تفریخ تخم‌ها، سفید مات و یا مایل به لیمویی بوده (شکل ۱ C) ولی به تدریج رنگ آنها تغییر می‌کند. با رشد بیشتر لاروها، به تدریج در روی سطح پشتی بدن آنها، نوارهای طولی ظاهر می‌شود که در لاروهای کامل تعداد آنها ۵ ردیف می‌باشد (شکل ۱ D و ۳). این نوارها به‌غیر از نوار پشتی، در زمان پوست اندازی محو شده ولی به تدریج مجدداً ظاهر می‌شوند. رنگ همین نوارها به همراه رنگ کلی بدن لارو در طول مراحل مختلف رشد و نمو لاروی تغییر می‌کند. سطح شکمی بدن لاروها فاقد هر گونه رنگ‌آمیزی مشخص بوده و بیشتر به رنگ سبز روش و در روزهای اول بعد از پوست اندازی مایل به سفید می‌باشد. در لاروهای سن آخر، سر، پاهای قفس سینه‌ای و آرواره‌های بالا تیره رنگ، پالپ‌ها سبز رنگ، ناخن‌ها قهوه‌ای روشن، ناحیه شکمی سبز روشن، منافذ تنفسی کروی و سفید رنگ است. بعد از سن سوم لاروی و آغاز سن چهارم، نوار پشتی- جانبی به رنگ سفید و یا سفید مایل به زرد در می‌آید که به تدریج رنگ آن تغییر کرده و تیره رنگ می‌شود. ولی بقایای رنگ سفید اولیه به صورت ۱۰ لکه سفید رنگ تا پایان سن پنجم و اوایل پیش

شفیرگی باقی می‌ماند که در انتهای شکم و در طرفین زائده دمی به رنگ سفید مشخص دیده می‌شود. در لاروهای سن آخر طول بدن در زمان استراحت ۰/۳±۶/۵ میلی‌متر (تعداد: ۲۵ نمونه)؛ وزن بدن ۰/۷±۴/۳ گرم (تعداد: ۲۵ نمونه)؛ سر تیره رنگ، عرض آن ۴/۸ میلی‌متر؛ زائده دمی تیره رنگ، به طول ۷/۲ میلی‌متر، نوک تیز و نوار پشتی کاملاً تیره رنگ است (شکل ٤). تغییر رنگ بدن در طول سنین مختلف لاروی و همچنین در طی رشد هر مرحله لاروی در بسیاری از جنس‌ها و گونه‌های این خانواده مشاهده می‌شود (Osborne, 1995).



شکل ۱- مراحل مختلف زیستی شب‌پره برگخوار قیچ A) حشره کامل، B) تخم، C) لارو سن اول و D) لارو سن سوم (تصاویر فاقد مقیاس هستند).

Fig. 1. Life cycle stages of *Hyles zygophylli*: A. adult female, B. egg, C. first instar larvae and D. third instar larva (images have no scale).

اندازه‌گیری عرض کپسول سر در سنین مختلف لاروی نشان داد که کرم شاخدار قیچ دارای ۵ سن لاروی بوده (جدول ۱) و تمام مراحل فوق را بسته به شرایط آب و هوایی در ۳/٤±۲۱/۷ روز سپری می‌کند.

جدول ۱- عرض کپسول سر به میلی‌متر در سنین مختلف لاروی *Hyles zygophylli*

Table 1. Head capsule width (mm) of different larval instars of *Hyles zygophylli*

Larval instar	Head capsule width (mm) Mean± SE
First	0.75 ± 0.18
Second	1.42 ± 0.31
Third	2.73 ± 0.56
Fourth	3.92 ± 0.73
Fifth	4.73 ± 0.68

شفیره

رنگ سر ، قفس‌سینه و ضمائم مربوط به آنها در شفیره‌های ١ تا ٣ روزه سبز روشن تا سبز مایل به سفید و شکم آنها قهوه‌ای روشن است. به تدریج و با افزایش سن شفیره‌ها، رنگ آنها قهوه‌ای شده و خرطوم، چشم‌ها، جوانه‌ی بال‌ها، پالپ‌ها و پاها در آنها قابل رویت می‌شود (شکل ٢).

میانگین وزن ٤٠ شفیره نر و ماده ٠/٣٨±٢/٥٠ گرم محاسبه شد. میانگین طول شفیره‌ها ٢/٥± ٤٤/٦ میلی‌متر (تعداد ٤٠، کم‌ترین ٣٧/٤ میلی‌متر و بیشترین ٤٩/٨ میلی‌متر) اندازه‌گیری شد (شکل ٢).

زیست‌شناسی عمومی

نتایج حاصل از بررسی‌های صحرایی نشان داد که کرم شاخدار قیچ دارای ٤ نسل در سال بوده و به صورت شفیره در عمق ٢ تا ٦ سانتی‌متری خاک زمستان‌گذرانی می‌کند. در اوایل اردیبهشت ماه با مساعد شدن شرایط آب و هوایی حشرات کامل شب‌پره ظاهر و برای تامین انرژی مورد نیاز خود از نوش گیاهان گل‌دار وحشی تغذیه و پس از جفت‌گیری تخم‌گذاری می‌کنند. تخم‌ها در سطح زیرین برگ‌ها و روی ساقه‌های قیچ بطور نامنظم گذاشته می‌شوند. حداکثر تعداد تخم‌گذاشته شده در هر دسته تخم ٣٧ عدد (تعداد ٤٠ دسته تخم) و میانگین آنها ٤±١٧ عدد شمارش شد. البته تعداد کمتری از تخم‌ها (١ تا ٤ عدد) نیز در روی بوته‌ها مشاهده شد که می‌تواند ناشی از بروز آشفتگی در حین تخم‌گذاری و ناتمام ماندن تخم‌ریزی شب‌پره باشد. بررسی‌های صحرایی نشان داد که بسته به شرایط آب و هوایی، دوره رشد و نمو جنینی بین ٣ تا ٥ روز، رشد و نمو لاروی بین ١٨ تا ٢٥ روز و نهایتاً مرحله شفیرگی بین ١٢ تا ١٦ روز طول می‌کشد. جزئیات مربوط به نتایج یافته‌های حاصل از بررسی‌های صحرایی در مورد زیست‌شناسی عمومی این شب‌پره به شرح جدول ٢ ارائه شده است.

لاروهای این حشره از تراکم زیادی برخوردار نبوده و لاروهای سنین اول معمولاً به تعداد زیادی روی بوته‌های قیچ مشاهده می‌شوند، ولی در سنین بالاتر با پراکنده شدن از روی پایه مادری به‌صورت پراکنده در روی سایر بوته‌های گیاه میزبان به فعالیت تغذیه‌ای خود ادامه می‌دهند. حداکثر تعداد لارو شمارش شده در روی یک بوته مربوط به سنین اول لاروی بود که تعداد آنها ٣٣ عدد شمارش شد در مطالعه بوم‌شناسی این شب‌پره در نواحی شمالی ترکمنستان، Mitroshina (1989) بیشترین تراکم لاروهای آن را روی ١٠٠ بوته گیاه میزبان، تعداد ٨٣/٣ لارو ذکر کرده است. لاروهای سن پنجم بعد از کامل شدن بوته میزبان را ترک کرده و با یافتن محل مناسب خاک را تا عمق ٦ سانتی‌متری حفر و با تنیدن پیله ابریشمی ضعیف در پیرامون خود به شفیره تبدیل می‌شوند (شکل ٢).

جدول ۲- خلاصهٔ چرخهٔ زندگی کرم برگخوار قیچ در طول سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در داخل قفس تحت شرایط طبیعی در منطقه ارومیه.

Table 2. Summary of *Hyles zygophylli* life cycle over two years, 2019-2020 inside cage under natural conditions of Urmia region.

Years	
2019	2020
May 7, observation of the first batch of the eggs in nature. May 11-12, hatching of the eggs.	May 10, observation of the first batch of the eggs in nature. May 14-16, hatching of the eggs.
June 2-5, pupation. June 17-20, emergence of the adults. June 23-25, oviposition. June 26-28, hatching of the eggs.	June 1-4, pupation. June 12-15, emergence of the adults. June 15-17, oviposition. June 19-21, hatching of the eggs.
July 16-18, pupation; July 28-28, emergence of the adults.	July 9-14, pupation. July 21-24, emergence of the adults. July 23-25, oviposition. July 26-29, hatching of the eggs.
August 1-3, oviposition. August 4-6, hatching of the eggs. August 24-26, pupation.	August 13-17, pupation. August 24-27, emergence of the adults. August 26-28, oviposition. August 30 - September 3, eggs hatching.
September 4-6, emergence of the adults. September 8-10, oviposition. September 12-14, hatching of the eggs.	September 25, gradual pupation of the larvae.
October 7, gradual pupation of the larvae, by the end of October, all of the larvae disappeared from the host plants and pupate in the soil.	By the mid of October, all of the larvae disappeared from the host plants and pupate in the soil.

شکل ۲- لارو سن آخر، پیش شفیره و شفیره‌های کرم برگخوار قیچ *Hyles zygophylli* در سنین مختلف

Fig. 2. Last instar larva, prepupa and pupa of *Hyles zygophylli* in different ages.

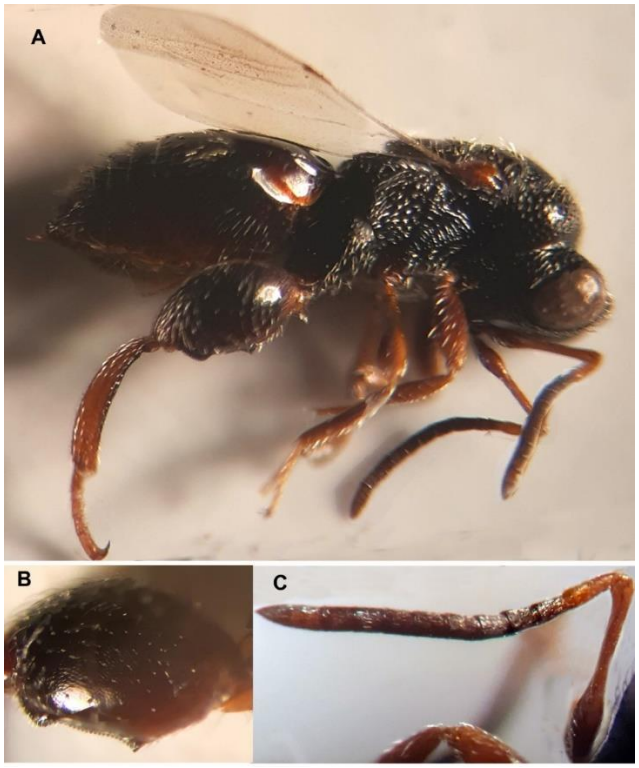
١- زنبور انگل‌وارهٔ *Proconura barbara* Masi, 1929 (Hymenoptera: Chalcididae)

نمونه‌های مطالعه شدهٔ این زنبور شامل تعداد ١٢ فرد ماده و ٤ فرد نر بودند که در مرداد ماه ١٣٩٨ از شفیره‌های این شب‌پره به دست آمدند.

اولین بار زنبور *P. barbara* توسط Lotfalizadeh (2014) از ایران – آذربایجان‌شرقی (خسروشهر) – گزارش شده است. در این زنبور، رنگ عمومی بدن تیره، پاها قهوه‌ای مایل به زرد یا قرمز، تگولا قرمز، حدفاصل بین چشم‌های ساده صاف، سپرچه مسطح، شکم بلندتر از سینه، حاشیه عقبی بندهای شکمی برجسته، نقاط فرورفته روی سر و سینه متراکم، سپرچه مسطح، ساقه شکمی دارای برجستگی زیری مشحص، خط برجسته کناری پروپودئوم به صورت خط راست و حد فاصل دو خط برجسته کناری پروپودئوم به صورت ردیفی از برجستگی-های سلول مانند است (شکل ٣). این گونه تنها از کشور لیبی گزارش شده و اطلاعاتی در مورد زیست‌شناسی آن وجود ندارد (Noyes, 2021).

زنبورهای جنس Proconura Dodd, 1915 دارای بیش از ٣٠ گونه شناخته شده در منطقه دیرین شمالگان بوده و با داشتن دامنه میزبانی وسیع، گونه‌های مختلفی از حشرات از راسته‌های مختلف مانند بالپولک‌داران، دوبالان، بال‌غشائیان و سخت‌بالپوشان را مورد حمله قرار می‌دهند (Noyes, 2016; Cited in Tavakoli Roodi *et al.*, 2016). این زنبورها بخوبی در نواحی خشک اطراف حوضه‌ی دریای مدیترانه تنوع یافته‌اند با این حال، در نواحی زیستی شرق، استرالیا و آفریقای گرمسیری نیز انتشار دارند (Delvare *et al.*, 2011).

توضیح : در اواخر تیر ماه ١٣٩٨ تعداد ٧ عدد از شفیره‌های این حشره از زیر سنگ‌های حدود ٥ تا ١٠ کیلوگرمی از اطراف جاده سلماس (نزدیک بوته‌های قیچ) به تسوج جمع‌آوری شد. در آزمایشگاه از درون یک عدد از این شفیره‌ها، ٦ عدد زنبور *P. barbara* خارج شدند که دو روز بعد از ظاهر شدن، جفت‌گیری آنها در درون ظرف مشاهده شد. تعداد یک عدد شفیره ٣ روزه و ٢ عدد لارو حدوداً ٨ روزه حشره در اختیار این زنبورها قرار داده شد تا معلوم شود که آیا زنبور فوق انگل وارهٔ شفیره می‌باشد یا در مرحله لاروی آنها را پارازیته می‌کند. قبل از شفیره شدن لاروهای پروانه، زنبورها از محیط حذف شدند. بعد از گذشت ٩ روز از درون شفیره پروانه اولین زنبور خارج و در ادامه تا روز دوازدهم تعداد ٥ عدد از زنبورها از بدن شفیره خارج شدند. ولی هیچگونه زنبوری از بدن شفیرهایی که در مرحله لاروی در دسترس زنبور قرار گرفته بودند خارج نشد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که زنبور فوق انگل‌وارهٔ مرحله شفیرگی این حشره است.



شکل ۳- زنبور پارازیتویید A *Proconura barbara*) جنس ماده از نمای جانبی، B) ران پای عقب از نمای بیرونی و C) شاخک ماده.

Fig. 3. Parasitoid wasp *Proconura barbara* A. female in lateral view, B. hind leg femur and C. female's antennae

۲- مگس انگل‌وارهٔ *Masicera sphingivora* (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Tachinidae)

نمونه‌های مطالعه شده این مگس تعداد ۳ فرد ماده و ۱ فرد نر بودند که تعداد ۲ فرد ماده آن در ۲۳ و ۲۸ مرداد ۹۸ و تعداد ۱ فرد ماده و یک نمونه نر آن به ترتیب در ۷ و ۱۱ شهریور ۱۳۹۹ به دست آمدند. لاروهای میزبان این انگل‌واره به ترتیب در ۷ و ۲۱ مرداد سال‌های ۹۸ و ۹۹ از اطراف جاده سلماس به تسوج و اطراف روستای کهریز نرسیده به گردنه قوشچی جمع‌آوری شده بودند. همهٔ نمونه‌ها بعد از شفیره شدن لاروهای میزبان از بدن آنها خارج شدند.

مگس *M. sphingivora* اولین بار توسط Karimpour *et al.*, (2006) به عنوان انگل‌وارهٔ لاروهای شب‌پره *H. euphrbiae* (Lep., Shpingidae) از ایران گزارش شد. به دنبال آن Karimpour (2018) آن را به عنوان انگل‌وارهٔ لاروهای شب‌پره *Malacosoma castrensis* L. (Lep., Lasiocampidae) از منطقه ارومیه جمع‌آوری و گزارش نمود. این مگس گونه‌های مختلفی از شب‌پره‌های خانواده‌های Sphingidae، Noctuidae، Lymanthriidae، Lasiocampidae و Nymphalidae را در مرحله لاروی پارازیته می‌کند. در فهرست تهیه شده از میزبان‌های مگس-های خانواده Tachinidae در ایتالیا، لارو شب‌پره‌های(Lasiocampidae) *Malacosoma neustria* (Linnaeus)، *Euproctis chrysorrhoea* (Linnaeus) (Lymantriidae)، *Leucoma salicis* (Linnaeus) (Lymantriidae)، *Lymantria dispar* (Linnaeus) (Lymantriidae)، *Apopestes spectrum* (Noctuidae)، *Sesamia nonagrioides* (Lefèbvre) (Noctuidae)، *Shargacucullia lychnitis* (Rambur) (Noctuidae)، *Nymphalis polychloros* (Linnaeus) (Nymphalidae)، *Hyles dahlii* (Esper) (Sphingidae)، *Hyles euphorbiae* (Linnaeus)

(Sphingidae)، *Hyles vespertilio* (Esper) (Sphingidae) و *Zygaena erythrus* (Hubner) (Zygaenidae) به عنوان میزبان مگس *M. sphingivora* معرفی شده‌اند (Cerretti & Tschorsnig, 2010). براساس منابع موجود کرم برگخوار قیچ میزبان جدید برای این مگس انگل‌واره می‌باشد.

۳- مگس انگل‌وارهٔ *Tachina praeceps* Meigen, 1824 (Diptera: Tachinidae)

نمونه‌های مطالعه شده این مگس تعداد ۱ فرد ماده بود که در تاریخ ۷ شهریور ۱۳۹۹ از لاروهای جمع‌آوری شده از اطراف روستای کهریز نرسیده به گردنه قوشچی جمع‌آوری شده بود.

مگس انگل‌وارهٔ *T. praeceps* گونه‌ای است که به طور عمده در نواحی جنوبی اروپا انتشار داشته و گونه‌های مختلفی از بالپولکداران خانواده‌های Lymanthtriidae، Lasiocampidae، Arctiidae، Sphingidae و Noctuidae را پارازیته می‌کند (Mückstein *et al.*, 2007). همچنین (Richter, 2008) آن را از نواحی جنوبی و جنوب‌شرقی بخش اروپایی روسیه، ماوراء قفقاز، آسیای میانه، مغولستان، و شمال آفریقا گزارش کرده است. این مگس تاکنون به عنوان انگل‌واره شب‌پره‌های (Lep., Lasiocampidae) *M. castrensis* از ایران (Karimpour, 2018) و ترکیه (Kara & Tschorsnig, 2003) پروانه دم‌قهوه‌ای برگخوار بلوط، *Euproctis chrysorrhoea* (L.) (Lep., Lymanthriidae) از ایران (Nikdel *et al*, 2004)، شب‌پره *Cucullia bubaceki* Kitt. (Lep., Noctuidae) از اسپانیا (Mückstein *et al.*, 2007) و شب‌پره‌های *Tyria jacobaeae* (L.) (Arctidae)، *Macrothylacia rubi* (L.) (Lasiocampidae)، *Malacosoma franconicum* (Denis & Schiffermüller) (Lasiocampidae)، *M. neustria* (Lasiocampidae)، *E. chrysorrhoea* (Lymantriidae)، *Hemaris tityus* (L.) (Sphingidae) از ایتالیا گزارش شده است (Cerretti & Tschorsnig, 2010).

زیست‌شناسی شب‌پره برگ‌خوار قیچ برای اولین بار مورد بررسی قرار گرفت و جزئیاتی از زندگی آن شامل تعداد نسل در هر سال، نحوه زمستان‌گذرانی، مدت زمان لازم برای کامل شدن مراحل مختلف زیستی (شامل تخم، لارو و شفیره) در شرایط مختلف آب و هوایی ارومیه مشخص و انگل واره‌های آن شناسایی شدند. همچنین شکل‌شناسی مراحل مختلف زیستی این پروانه تا اندازه‌ای توصیف شد. تاکنون هیچگونه گزارشی در مورد انگل-واره‌های این پروانه منتشر نشده است. از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که لاروهای پروانه قیچ برای اولین بار به عنوان میزبان برای مگس‌های انگل واره *M. sphingivora* و *T. praeceps* و همچنین برای زنبور انگل‌واره *P. barbara* معرفی می‌شوند. همچنین برای اولین بار برای همین زنبور میزبان معرفی می‌شود. لارو بیشتر گونه‌های خانواده Sphingidae تک‌خوار بوده و تنها از برگ‌ها و بافت‌های نرم گونه‌های مختلف یک جنس گیاهی تغذیه می‌کنند (Pittaway, 1993). لاروهای این پروانه نیز همانند بسیاری از گونه‌های خانواده Sphingidae تک‌خوار بوده و با تغذیه از برگ‌ها و بافت‌های نرم و آبدار گیاه قیچ چرخه زندگی خود را کامل می‌کنند. مطالعه زیست-شناسی کرم شاخدار فرفیون نیز در همین منطقه نشان داد که گونه فوق هم از گونه‌های تک‌خوار این جنس در منطقه بوده و از گونه‌های مختلف جنس *Euphorbia* L. تغذیه می‌کند (Karimpour *et al.*, 2006).

References

Abdurahmanov, A. G. (1999) Species and some biological features of hawk moths (Macro-jugata. Metaheterocera. Sphingidae. Lepidoptera.) of Daghestan republic. *Ecology of Daghestan.* 1,132-142. [In Russian]

Agosta, S. J. & Janzen, D. H. (2005) Body size distributions of large Costa Rican dry forest moths & the underlying relationship between plant & pollinator morphology. *Oikos* 108, 183–193.

Akhyani, K. (1992) *Flora of Iran*, No.7: Zygophyllaceae. Tehran: Research Institute of Forests & Rangelands. 52 pp.

Akila, G. Djamil, K., Samira, Z. & Sadia, B. (2014) *Zygophyllum gaetulum* aqueous extract protects against diabetic dyslipidemia & attenuates liver & kidney oxidative damage in streptozotocin induced-diabetic rats. *International Journal of Pharmaceutical Science & Research* 5(11), 4709 - 4717.

Akkuzu, E. Ayberk, H. & Inac, S. (2007) Hawk moths (Lepidoptera: Sphingidae) of Turkey and their zoogeographical distribution. *Journal of Environmental Biology* 28(4), 723-30.

Amini-Chermahini, F. Ebrahimi, M. Farajpour, M. & Bordbar, Z. T. (2014) Karyotype analysis and new chromosome number reports in *Zygophyllum* species. *Caryologia.* 67(4), 321-324.

Barzegar, R. Safaei, H. R. Nemati. Z. Ketabchi, S. & Talebi, E. (2018) Green synthesis of silver nanoparticles using *Zygophyllum oatarense* Hadidi leaf extract & evaluation of their antifungal activities. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 8(3), 168-171.

Batra, S. W. T. (1984) Establishment of *Hyles euphorbiae* (L.) (Lepidoptera; Sphingidae) in the United States for the control of weedy spurges *Euphorbia esula* L. & *E. cyparissias* L. *Journal of the New York Entomological Society* 91, 304–311.

Beck, J. Kitching, I. J. & Linsenmair, K. E. (2006b) Effects of habitat disturbance can be subtle yet significant: biodiversity of hawkmoth-assemblages (Lepidoptera: Sphingidae) in Southeast-Asia. *Biodiversity & Conservation* 15, 465–486.

Beck, J. Kitching, I. J. & Linsenmair, K., E. (2006a) Wallace's line revisited: has vicariance or dispersal shaped the distribution of *Malesian hawkmoths* (Lepidoptera: Sphingidae)? *Biological Journal of the Linnaean Society* 89, 455–468.

Beier, B. A. Chase, M. W. & Thulin, M. (2003) Phylogenetic relationships & taxonomy of subfamily Zygophylloideae (Zygophyllaceae) based on molecular & morphological data. *Plant Systematics & Evolution* 240(1–4), 11–39.

Belguidoum, M. Dendougui, H. Kendour, Z. Assia, B. Bensaci, C. & Hadjadj, M. (2015) Antioxidant activities, phenolic, flavonoid & tannin contents of endemic *Zygophyllum Cornutum* Coss. from Algerian Sahara. *Der Pharma Chemica* 7(11), 312 – 317.

Bellotti, A. C. Arias, V. B. & Guzman, O. L. (1992) Biological control of the cassava hornworm *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). *Florida Entomologist* 75, 506–515.

Bourgou, S. Megdiche, W. & Ksouri, R. (2017) The Halophytic Genus Zygophyllum and Nitraria from North Africa: A Phytochemical and Pharmacological Overview. pp. 345-356 in Neffati, M. Najjaa H. & Máthé, Á. (Eds) *Medicinal and Aromatic Plants of the World – Africa*, Volume 3. 411pp. Springer, Dordrecht.

Cerretti, P. & Tschorsnig, H. P. (2010) Annotated host catalogue for the Tachinidae (Diptera) of Italy. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde* A, Neue Serie 3, 305–340.

Danner, F. Eitschberger, U. & Surholt, B. (1998) Die Schwärmer der westlichen Palaearktis. Bausteine zur einer Revision (Lepidoptera: Sphingidae) Textband. *Herbipoliana*, 4(1), 1-368. [in German]

Delvare, G. Talaee, L. & Goldansaz, S. H. (2011) New Chalcididae (Hymenoptera: Chalcidoidea) of economic importance from Iran. *Annales Zoologici* (Warszawa). 61(4), 789-801.

Didmanidze, E. A., Petrov, V. A. & Zolotuhin, V. V. (2013) A list of the Sphingidae (Lepidoptera) of Georgia and neighboring countries with special attention to material from the Simon JANASHIA Museum of Georgia. *Entomofauna*, 34(21), 269-304.

Ebert, G. (1969) Afghanische Bombyces und Sphinges. 3. Sphingidae (Lepidoptera). Ergebnisse der 2. Deutschen Afganistan-Expedition (1966) der Landessammlungen für Naturkunde in Karlsruhe. *Reichenbachia*, 12: 37-53. [in German]

Eitschberger, U. & Lukhtanov, V. A. (1996) Neue Unterarten und Namen bei *westpaläarktischen Sphingiden* (Lepidoptera, Sphingidae). *Atalanta Würzburg* 27(3-4), 615-621. [in German]

El-Shora, H. M. El-Amier, Y. A. & Awad, M. H. (2016) Antioxidant Activity of Leaf extracts from *Zygophyllum coccineum L.* collected from Desert & Coastal Habitats of Egypt. *International Journal of Current Microbiology & Applied Sciences* 5(4), 635-641.

Eversmann, E. (1844) *Fauna Lepidopterologica Volgo-Uralensis*, xiv, 633 pp. Kasani. [in Latin]

Ganbaatar, C. Gruner, M. Tunsag, J. Batsuren, D. Ganpurev, B. Chuluunnyam, L. Sodbayar, B. Schmidt, A. W. & Knölker, H. J. (2016) Chemical constituents isolated from *Zygophyllum melongena Bunge* growing in Mongolia. *Natural Product Research* 30(14), 1661-1664.

Gibbons, S. & Oriowo, M. A. (2001) Antihypertensive effect of an aqueous extract of *Zygophyllum coccineum L.* in rats. *Phytotherapy Research* 15(5), 452-455.

Hammad, I. & Qari, S. H. (2010) Genetic diversity among *Zygophyllum (Zygophyllaceae)* populations based on RAPD analysis. *Genetic & Molecular Research* 9(4), 2412-2420.

Jackson, D. M. (1990) Plant-insect behavioral studies: examples with *Heliothis* & *Manduca* species. *Florida Entomologist* 73, 378–391.

Jiangbo, H. Xiaoman, L. Yanfen, N. Jian, T. Bo, W. Jing, J. & Weiwei, C. (2016) Four new compounds from *Zygophyllum fabago* L. *Phytochemistry Letter* 15, 116-120.

Jindra, M. Huang, J. Y. Malone, F. Asahina, M. & Riddiford, L. M. (1997) Identification & mRNA developmental profiles of two ultraspiracle isoforms in the epidermis & wings of *Manduca sexta*. *Insect Molecular Biology* 6, 41–53.

Jochova, J. Quaglino, D. Zakeri, Z. Woo, K. & Sikorska, M. (1997) Protein synthesis, DNA degradation, & morphological changes during programmed cell death in labial glands of *Manduca sexta*. *Developmental Genetics* 21, 249–257.

Kara, K. & Tschorsnig, H. P. (2003) Host catalogue for the Turkish Tachinidae (Diptera). *Journal of Applied Entomology* 127, 465-476.

Karimpour, Y. (2018) Notes on life history, host plants and parasitoids of *Malacosoma castrensis* L. (Lepidoptera: Lasiocampidae) in Urmia region, Iran. *Biharean Biologist* 12 (2), 79-83.

Karimpour, Y. Fathipour, Y. Talebi, A. A. & Moharramipour, S. (2006) Biology of *Hyles euphorbiae* (Lep., Sphingidae) on weedy spurges and determination of its parasitoids in west Azerbaijan, Iran. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 37(4), 727-735 [in Farsi]

Kelber, A. Balkenius, A. & Warrant, E. J. (2003) Colour vision in diurnal & nocturnal hawkmoths. *Integrative & Comparative Biology* 43, 571–579.

Kessler, A. & Baldwin, I. T. (2002) *Manduca quinquemaculata*'s optimization of intra-plant oviposition to predation, food quality, & thermal constraints. *Ecology* 83, 2346–2354.

Khan, S. S. Khan, A. Khan, A. Wadood, A. Farooq, U. Ahmed, A. Zahoor, A. Ahmad, V. U. Sener, B. & Erdemoglu, N. (2014) Urease inhibitory activity of ursane type sulfated saponins from the aerial parts of *Zygophyllum fabago* Linn. *Phytomedicine* 21(3), 379-82.

Kitching, I. J. & Cadiou, J. M. (2000) *Hawkmoths of the world: annotated & illustrated revisionary checklist (Lepidoptera: Sphingidae) (Vol. 226).* Ithaca: Cornell University Press.

Korb, S. K. (2018) Automatic autonomous light traps and their usage for the quantitative accounting on example of hawkmoths of Kyrgyzstan (Lepidoptera: Sphingidae). *Nature Conservation Research* 3(3), 80-85.

Lotfalizadeh, H. (2014) Preliminary faunistic study of Haltichellinae (Hym.: Chalcididae) in East-Azarbaijan province. *Plant Pests Research* 4(2), 19-30.

Medjdoub, H. & Boufeldja, T. (2012) Antidiabetic effect of the aerial part ethanolic extracts of *Zygophyllum geslini* Coss. in streptozotocin induced-diabetic rats. *Metabolic Function Research* 5, 7-20.

Mitroshina, L. A. (1989) Ecology of the Sphingidae (Lepidoptera) of northern Turkmenistan. *Izvestiya Akademii Nauk Turkmenskoi. SSR*, Seriya Biologicheskikh (6): 20-24. [In Russian with English summary]

Mouna, K. Hichem, B. S. Rania, M. & Noureddine, A. (2015) Anti-oxidant and anti-acetylcholinesterase activities of *Zygophyllum album*. *Bangladesh Journal of Pharmacology* 11 (1), 54-62.

Mückstein, P. Tschorsnig, H. P. Vaňhara, J. & Michalková, V. (2007) New host & country records for European Tachinidae (Diptera). *Entomologica Fennica* 18, 179-183.

Nikdel, M. Sadaghian, B. & Dordaei, A. A. (2004) Biology of brown-tail moth, *Euproctis chrysorrhoea* (L.) and identification of associated natural enemies in Arasbaran forests. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research* 1(2), 97-118. [in Persian with English summary]

Nilsson, L. A. (1998) Deep flowers for long tongues. *Trends in Ecology & Evolution* 13, 259–260.

Nilsson, L. A. Jonsson, L. Rason, L. & R&rianjohany, E. (1985) Monophily & pollination mechanisms in *Angraecum arachnites* Schltr (Orchidaceae) in a guild of long-tongued hawk-moths (Sphingidae) in Madagascar. *Biological Journal of the Linnean Society* 26, 1–19.

Noyes, J. S. (2021) Universal Chalcidoid Database. The Natural History Museum. London.

Osborne, K. H. (1995) Biology of *Proserpinus clarkiae* (Lep., Sphingidae). *Journal of the Lepidopterists' Society* 49(1), 72-79.

Osier, T. L. Traugott, M. S. & Stamp, N. E. (1996) Allelochemicals in tomato leaves affect a specialist herbivore *Manduca sexta* negatively but with no ill effects on a generalist insect predator, *Podisus maculiventris*. *Oikos* 77, 481–488.

Pittaway, A. R. & Kitching, I. J. (2000) Notes on selected species of hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae) from China, Mongolia and the Korean Peninsula. *Tinea* 16(3), 170-211.

Pittaway, A. R. (1993) *The Hawkmoths of the Western Palaearctic*. 240 pp. Harley Books & Natural History Museum, London. UK.

Raguso, R. A. & Willis, M. A. (2002) Synergy between visual & olfactory cues in nectar feeding by naive hawkmoths, *Manduca sexta*. *Animal Behaviour* 64, 685–695.

Richter, V. A. (2008) On the Tachinid fauna of southeastern part of European Russia (Diptera: Tachinidae). *Entomological Review* 88(1), 97-107.

Saleh, N. A. M. & El-Hadidi, M. N. (1977) An approach to the chemosystematics of the *Zygophyllaceae*. *Biochemical Systematic & Ecology* 5(2), 121-128.

Sheahan, D. F. & Cutler, F. L. S. (1993) Contribution of vegetative anatomy to the systematics of the Zygophyllaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 113(3), 227-262.

Shovkoon, D. F. (2015) To hawkmoths (Lepidoptera, Sphingidae) distribution of the South Kazakhstan. *Entomological and parasitological studies in the Volga region*, 12, 50–55. [in Russian]

Tavakoli Roodi, T. Fallahzadeh, M. & Lotfalizadeh, H. (2016) Fauna of chalcid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea, Chalcididae) in Hormozgan province, southern Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics* 2(1), 155-166.

Wannenmacher, G. & Wasserthal, L. T. (2003) Contribution of the maxillary muscles to proboscis movement in hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae) an electrophysiological study. *Journal of Insect Physiology* 49, 765–776.

Wąsala, R. & Zamorski, R. (2015) New moth species *Akbesia davidii* OBERTHÜR, 1884 recorded in Armenia, and new records on the occurrence of hawk-moths (Lepidoptera: Sphingidae) in Armenia. *Wiadomości Entomologiczne*, 34(4), 48-53.

Wasserthal, L. T. (1997) The pollinators of the Malagasy star orchids *Angraecum sesquipedale, A. sororium* & *A. compactum* & the evolution of extremely long spurs by pollinator shift. *Botanica Acta* 110, 343–359.

Winder, J. A. (1976) Ecology & control of *Erinnyis ello* & *E. alope*, important insect pests in the New World. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 22, 449–466.

Zaki, A. A. Ali, Z. El-Amir, Y. A. & Khan, E. (2016). A new lignan from *Zygophyllum aegyptium*: Lignan sulfate from *Zygophyllum aegyptium*. *Magnetic Resonance in Chemistry* 54(9), 771-774.

Zargari, A. (1995) *Medicinal herbs*. Vol. 2, 840 pp. Tehran University Press. [In Persian].