نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۲۴۱-۲۳۲

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 232-241

زیست‌شناسی شپشک *Maconellicoccus hirsutus* روی ختمی‌چینی در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی استان خوزستان

مریم سادات علی زاده[۱]- مهدی اسفندیاری[۲*]- محمد سعید مصدق[۳]- منصور مشایخی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۵

چکیده

شپشک آردآلود صورتی *Maconellicoccus hirsutus* (Green)، از جمله آفاتی است که به عنوان یک تهدید اقتصادی جدی برای محصولات کشاورزی در بسیاری از مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری محسوب می‌شود. در این تحقیق زیست‌شناسی آفت در ۴ دمای ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۲±۳۵ درجه‌ی سلسیوس در آزمایشگاه (رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دورهٔ نوری ۱۰:۱۴ ساعت (روشنایی: تاریکی)) و نیز درون قفس‌های برگی روی بوته‌های ختمی‌چینی بررسی و همچنین تغییرات انبوهی آن روی این میزبان گیاهی در فضای سبز شهری اهواز مطالعه شد. در این بررسی میانگین طول کل دوره‌ی رشدی شپشک ماده از تخم تا مرگ در دماهای بالا، به‌ترتیب ۱/۱۵±۹۱/۱۸، ۰/۸۴±۵۱/۶۸، ۰/۶۸±۳۸/۱۸ و ۰/۶۴±۳۶/۹۳ روز بود. همچنین این مقدار برای شپشک‌های نر در شرایط مذکور به‌ترتیب ۱/۵۷±۶۰/۶۹، ۰/۴۸±۳۳/۶۷، ۰/۵۸±۲۴/۳۳ و ۰/۶۲±۲۱/۳۷ روز محاسبه شد. در دمای ۱±۱۵ درجه‌ی سلسیوس تخم‌ها تفریخ نشدند. طول کل دوره‌ی رشدی برای شپشک‌های ماده و نر در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس بیشترین و در دمای ۳۵ درجه‌ی سلسیوس کمترین بود. در دمای ۳۰ درجه شپشک کوتاه‌ترین دوره زندگی و بیشترین باروری را داشت. بر اساس نتایج قفس‌های برگی، تعداد نسل‌های شپشک آردآلود صورتی در اهواز حداکثر هفت نسل در سال تعیین شد. نتایج حاصل از بررسی انبوهی جمعیت نشان داد که نسل اول تا سوم که نسل‌های بهاره را تشکیل می‌دادند، دارای بیشترین جمعیت بودند. تلفیق اطلاعات حاضر با تحقیقات گذشته می‌تواند دورنمای مناسبی به محققین در خصوص تلاش برای کنترل این آفت در ایران ارائه دهد.

واژه‌های کلیدی: تغییرات جمعیت، تعداد نسل، فضای سبزشهری

مقدمه

شپشک آردآلود صورتی *Maconellicoccus hirsutus*(Green)(Hem.: Pseudococcidae) تهدید اقتصادی جدی برای محصولات کشاورزی در بسیاری از مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است و در صورت عدم کنترل، خسارت آن به صدها میلیون دلار در سال می‌رسد (۷، ۱۰ و ۴). این آفت در قاره آمریکا، آفریقا، آسیا و نیز استرالیا و اقیانوسیه پراکنش دارد و دارای بیش از ۳۳۰ گونه گیاه میزبان است که تعداد زیادی از آن‌ها ارزش اقتصادی دارند (۴). از جمله خساراتی که این آفت ایجاد می‌کند می‌توان به ترشح زیاد عسلک، بدشکلی شدید برگ‌ها و شاخه‌های جوان و مرگ گیاه میزبان اشاره کرد که این بدشکلی در اثر تزریق سم در محل تغذیه شپشک، ایجاد می‌شود (۱۶و ۴). با وجود آنکه این شپشک از سال ۱۳۴۸ در ایران مشاهده شده است، اما از دهه ۱۳۷۰ به بعد در استان‌های جنوبی کشور به‌عنوان آفت گزارش شده و میزبان‌های مختلفی را مورد حمله قرار داده است (۱۰ و ۱۱). آفت مذکور برای اولین بار در استان خوزستان از روی درختچه‌های ختمی‌چینی *Hibiscus rosa-sinensis* L.(Malvaceae) در شهر اهواز در بهمن ماه سال ۱۳۸۸ جمع‌آوری و شناسایی شد (۱ و ۲).

ختمی‌چینی *H. rosa-sinensis* مهم‌ترین میزبان شپشک آردآلود صورتی است (۸). این گیاه، بوته‌ای گل‌دار و همیشه سبز است که در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری به‌عنوان یک گیاه زینتی کاشته می‌شود. این گیاه از جمله گیاهانی است که با شرایط آب و هوایی شهر اهواز و استان خوزستان سازگاری خوبی دارد. شدت خسارت این شپشک روی درختچه‌های ختمی‌چینی در برخی مناطق اهواز به‌حدی

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: Email: esfandiari@scu.ac.ir)
۴- کارشناس ارشد، سازمان آب و برق خوزستان
DOI: 10.22067/jpp.v0i0.52768

بوده که منجر به قطع درختچه‌های آلوده و خسارت قابل توجهی به فضای سبز شده است (۱).

دما یکی از عوامل مهم محیطی مؤثر بر بقا و انبوهی شپشک‌ها می‌باشد. در دمای پایین رشد و نمو با سرعت بسیار کمتری اتفاق می‌افتد و مدت زمان ماندگاری حشره در هر مرحله رشدی بیشتر خواهد بود. در دماهای بالاتر ارتباط غیر خطی بین سرعت رشد حشره و افزایش دما وجود دارد. بر این اساس می‌توان دمای بهینه برای رشد و نمو حشره و حد بالا و پایین دمایی برای رشد حشره را معین نمود. این اطلاعات کمک می‌کند تا شرایط پرورش حشره در آزمایشگاه مشخص گردد، پویایی جمعیت حشره در طبیعت پیش‌بینی شود و زمان مناسب کاربرد آفت‌کش‌ها و یا رهاسازی دشمنان طبیعی برای کنترل آفت به دست آید (۵، ۱۲ و ۱۵). در آمریکا دمای ۲۷ درجه روی ختمی چینی برای رشد آن مناسب تشخیص داده شده (۵) اما در هند دمای ۳۸ درجه دمای مناسب برای رشد آن معرفی شده است. البته آزمایش اخیر روی گیاه *Praecitrullus fistulous* (Stocks) (Cucurbitaceae) انجام شده است (۱۲).

باتوجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای روی زیست‌شناسی شپشک آردآلود صورتی *M. hirsutus* در ایران انجام نگرفته است، لازم است که تحقیقات پایه درخصوص زیست‌شناسی شپشک در منطقه انجام گیرد تا بتوان از نتایج آن، جهت کنترل آفت استفاده نمود. هدف از این تحقیق، مطالعه زیست‌شناسی شپشک آردآلود صورتی *M. hirsutus* در دماهای مختلف در شرایط آزمایشگاهی و نیز تعیین تعداد نسل و تغییرات جمعیت آن در قفس‌های برگی[1] و روی بوته-های ختمی‌چینی در فضای سبز شهری اهواز بود.

مواد و روش‌ها

زیست‌شناسی آزمایشگاهی *M. hirsutus*

جمعیت اولیه‌ی شپشک، ماده‌های بالغی بودند که از روی درختچه‌های ختمی‌چینی در شهرک مسکونی سازمان آب و برق که اولین کانون آلودگی در شهر اهواز بود، جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از اطمینان از عاری بودن نمونه‌ها از دشمنان طبیعی از آنها در مطالعات استفاده شد. جهت انجام این آزمایشات از ظروف پلاستیکی شفاف (۲×۶×۸ سانتی‌متر) استفاده شد. قبل از انجام آزمایشات جمعیت اولیه‌برای دو نسل در آزمایشگاه پرورش یافت و با نتاج آنها آزمایشات آغاز شد. درون هر ظرف یک برگ جوان ختمی‌چینی روی دستمال کاغذی مرطوب قرار گرفت. روی هر برگ چهار الی پنج عدد تخم هم‌سن که در ۱۲ ساعت قبل گذاشته شده بود قرار داده شد و تا زمان تفریخ، به‌صورت روزانه بررسی شدند. پس از استقرار یکی از پوره‌های خزنده[2]، بقیه‌ی آن‌ها از روی برگ حذف شد. این مشاهدات با ۴۰ تکرار آغاز شد و به‌صورت روزانه انجام گرفت و طول دوره مراحل مختلف رشدی ثبت شد. این آزمایش در ژرمیناتور و در پنج دمای ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۲±۳۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت ۵±۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۴:۱۰ (تاریکی:روشنایی) انجام گرفت. به منظور بررسی تولید مثل شپشک ۲۰ عدد شپشک ماده بعد از مرحله‌ی سن سه، جدا از شپشک‌های نر نگهداری شد تا نوع تولید مثل (بکرزا یا دوجنسی بودن) آنها تعیین شود. به دلیل اینکه شمارش تخم‌های تولیدی روزانه شپشک مستلزم جابجایی آن و خالی کردن روزانه کیسه تخم شپشک بود، این مسأله موجب تنش به شپشک و جلوگیری از تخم‌گذاری آن می‌شد. بنابراین از شمارش تخم روزانه خودداری شد و فقط پوره‌های خزنده خارج شده از کیسه تخم شپشک ماده شمارش و ثبت شد.

تعیین تعداد نسل *M. hirsutus* در قفس‌های برگی در شرایط صحرایی

بررسی طول دوره‌های رشدی شپشک و تعیین تعداد نسل‌های آن در سال، روی درختچه‌های ختمی‌چینی در منطقه‌ی نیوسایت اهواز (۳۱° ۲۰' ۴۸"N ۴۸° ۴۲' ۳۷"E) انجام گرفت. این آزمایش با ۴۹ قفس برگی آغاز شد و در نسل‌های متوالی در فصول مختلف سال ادامه یافت. درون هر یک از قفس‌های برگی پنج الی شش عدد تخم هم‌سن که در ۱۲ ساعت قبل گذاشته شده بود، قرار داده شد و تا زمان تفریخ، روزانه مورد بازدید قرار گرفتند. پس از استقرار یکی از خزنده‌ها، بقیه‌ی آن‌ها از درون قفس برگی حذف شدند. هر یک از قفس‌های برگی تا کامل شدن چرخه‌ی زندگی شپشک، به‌صورت روزانه مورد بازدید قرار گرفت و تغییرات مربوط به مراحل رشدی شپشک ثبت شد. این آزمایش به مدت یکسال انجام شد.

بررسی تغییرات جمعیت *M. hirsutus* در شرایط صحرایی

جهت تعیین چگونگی تغییرات انبوهی جمعیت شپشک در اهواز، به روش ساوث وود و هندرسن (۱۷)هر دو هفته یکبار از دو منطقه‌ی شهرک مسکونی سازمان آب و برق و دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز به‌فاصله‌ی حدود سه کیلومتر از یکدیگر نمونه‌برداری‌هایی صورت گرفت. در هر نمونه‌برداری پنج درختچه به‌صورت تصادفی انتخاب و از چهار جهت جغرافیایی در دو ارتفاع بالا و پایین درختچه، شاخه‌هایی به طول پنج سانتی‌متر جدا و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس مراحل مختلف رشدی شپشک شامل تخم، پوره‌های سنین مختلف و حشرات کامل نر و ماده به تفکیک

1- Clip-cage

2- Crawlers

روی شاخه و برگ‌ها شمارش و ثبت شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل آماری طول دوره‌های رشدی از تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد. در صورت معنادار شدن تحلیل واریانس، میانگین‌های بدست آمده در سطح احتمال ۱ درصد و با نرم‌افزار SPSS20 مقایسه شدند. آزمون نرمالیته به دو روش Shapiro-Wilkinson در نرم‌افزار SPSS و روش Anderson-Darling در نرم‌افزار Minitab15 و در سطح ۱ درصد انجام گرفت. درصورت لزوم داده‌ها از طریق محاسبه ریشه دوم نرمال‌سازی شدند.

نتایج و بحث

زیست‌شناسی آزمایشگاهی *M. hirsutus*

نتایج حاصل از تحلیل واریانس نشان داد که در دمای ۲۰ درجه میانگین طول مراحل رشدی تخم (F=214.5; df=3,131;P<0.001)، سن یک (F=226.1; df=3,112;P<0.001)، سن دو (F=112.5; df=3,103;P<0.001)، سن سه (F=42.2, df=3,100;P<0.001)، قبل از تخم‌گذاری (F=63.8;df=3,88;P<0.001)، تخم‌گذاری (F=85.3;df=3,83;P<0.001)، افراد کامل (F=348.5;df=3,83;P<0.001) و کل دوره زندگی (F=733.5;df=3,83;P<0.001) در ماده‌ها به طور معنی‌داری بیشتر از سایر دماها بود (جدول ۱). همچنین در دمای ۲۰ درجه میانگین طول مراحل رشدی تخم (F=191.3;df=3,112;P<0.001)، سن یک (F=183.6;df=3,106;P<0.001)، سن دو (F=61.2;df=3,97;P<0.001)، سن سه (F=158.3;df=3,90;P<0.001)، سن چهار (F=114.6;df=3,89;P<0.001)، افراد کامل (F=25.5; df=3,76; P<0.001) و کل دوره زندگی (F=410.5; df=3,76; P<0.001) در نرها به طور معنی‌داری بیشتر از سایر دماها بود (جدول ۲).

با افزایش دما طول دوره‌های رشدی به طور کلی در هر دو جنس نر و ماده کاهش یافت. به طوری که، در این بررسی میانگین طول کل دوره‌ی رشدی شپشک از تخم تا مرگ آن در دماهای ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۲±۳۵ درجه‌ی سلسیوس، برای شپشک‌های ماده به‌ترتیب ۹۱/۱۸، ۵۱/۶۸، ۳۸/۱۸ و ۳۶/۹۳ روز بود. همچنین این مقدار برای شپشک‌های نر در شرایط مذکور به‌ترتیب ۶۰/۶۹، ۳۳/۶۷، ۲۴/۳۳ و ۲۱/۳۷ روز محاسبه شد. تخم‌هایی که در دمای ۱۵ درجه‌ی سلسیوس نگهداری شدند، بعد از مدتی چروکیده شده و از بین رفتند و بررسی زیست‌شناسی در این دما مقدور نگردید. بیشترین و کمترین طول دوره‌ی زندگی شپشک‌های ماده و نر به ترتیب در دمای ۲۰ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس اتفاق افتاد. بررسی‌ها نشان داد که در دماهای مختلف هیچ یک از شپشک‌های ماده‌ای که جداگانه و دور از شپشک‌های نر نگهداری شده بودند، تخم‌گذاری نکرده و بعد از گذشت حدود یک ماه از بین رفتند. بنابراین برای تخم‌گذاری، جفت‌گیری لازم بود. میانگین پوره‌های تولید شده در دماهای فوق‌الذکر به ترتیب ۶/۲۵±۱۵۲/۲، ۷/۸۲±۲۶۸/۸، ۶/۱۸±۳۲۲/۲ و ۱۱/۸۶±۲۴۰/۳ بود. به جز دماهای ۲۵ و ۳۵ درجه، در بقیه دماها تعداد پوره‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند (F=76.25; df=3,84; P<0.0001). در دمای ۳۰ درجه شپشک کوتاه‌ترین دوره زندگی و بیشترین باروری را داشت. چنانچه قصد پرورش انبوه شپشک به منظور پرورش دشمنان طبیعی آن وجود داشته باشد، این دما مناسب می‌باشد.

نتایج تحقیق چانگ و همکاران (۵) در بررسی زیست‌شناسی این شپشک روی قلمه‌های ختمی چینی در دمای ۱۵ درجه‌ی سلسیوس با نتایج این تحقیق یعنی عدم تفریخ تخم‌ها در این دما مشابه بود. در سایر دماهای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس طول دوره زندگی شپشک‌های ماده به‌ترتیب ۹۴/۶، ۵۲/۵ و ۵۲/۸ روز بود که در ۳۰ درجه طولانی‌تر از نتایج تحقیق حاضر بود. این مقادیر برای شپشک‌های نر به‌ترتیب ۷۰/۱، ۳۴/۹ و ۲۹/۸ روز طول کشید که در دمای ۲۰ درجه سلسیوس دوره زندگی حدود ۱۰ روز طولانی تر از تحقیق حاضر بود. یکی از علل این تفاوت‌ها می‌تواند این باشد که در آزمایشات چانگ و همکاران (۵) از قلمه‌های ختمی‌چینی استفاده گردید، اما در تحقیق جاری، از برگ‌های ختمی‌چینی استفاده شد که البته روزانه و قبل از نامناسب شدن، تعویض می‌شدند. دلیل دیگر اختلافات موجود در این دو تحقیق، می‌تواند تفاوت احتمالی در جمعیت اولیه‌ی شپشک استفاده شده در این دو تحقیق باشد. زیرا در تحقیق حاضر شپشک توانست دوره زندگی خود را در ۳۵ درجه سلسیوس با موفقیت تکمیل کند اما در مطالعه چانگ و همکاران (۵) هیچ کدام از تخم‌های بررسی شده نتوانستند مراحل بعدی رشد را با موفقیت طی نموده و این دما بعنوان حد متوقف کننده رشد حشره معرفی شد. با توجه به اینکه آزمایشات چانگ و همکاران (۵) در میامی آمریکا انجام شده که دارای میانگین دمای پایینتر از ۳۰ درجه سلسیوس در سال است، شاید حضور این شپشک در اقلیم گرم جنوب ایران توانسته توانایی بالاتری برای تحمل گرما در جمعیت آن ایجاد نماید.

جدول ۱- میانگین(± خطای استاندارد) طول مراحل مختلف رشدی (روز) افراد مادهٔ *Maconellicoccus hirsutus* روی برگ ختمی‌چینی در چهار دما در آزمایشگاه

Table 1- Mean (±SE) duration of different life stages (day) for females of *Maconellicoccus hirsutus* on Chinese hibiscus leaf at four laboratory constant temperatures

مراحل رشدی/ Stages	دما(C°) Temperature			
	20	25	30	35
تخم/Egg	14.33±0.37[a]	8.71±0.17[b]	6.33±0.25[c]	5.93±0.16[c]
سن ۱/Nymph 1	17.12±0.62[a]	8.31±0.23[b]	5.6±0.22[c]	6.17±0.17[c]
سن ۲/ Nymph 2	14.09±0.67[a]	6.23±0.28[b]	5.5±0.28[b]	4.12±0.27[c]
سن ۳/Nymph 3	11.72±0.73[a]	7.7±0.29[b]	6.00±0.28[c]	5.12±0.31[c]
قبل از تخم‌گذاری/Preoviposition	15.52±0.87[a]	6.63±0.29[b]	5.70±0.36[b]	7.20±0.58[b]
تخم‌گذاری/Oviposition	17.53±0.91[a]	8.54±0.35[b]	7.37±0.33[bc]	6.13±0.36[c]
افراد کامل/Adults	35.65±0.68[a]	20.54±0.41[b]	14.93±0.35[c]	15.87±0.52[c]
کل زندگی/Life span	91.18±1.15[a]	51.68±0.84[b]	38.18±0.68[c]	36.93±0.64[c]

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است (آزمون LSD، P<۰/۰۱).

Means in each row followed by the same letters are not significantly different (LSD test, P<0.01).

جدول ۲- میانگین (± خطای استاندارد) طول مراحل مختلف رشدی (روز) افراد نر *Maconellicoccus hirsutus* روی برگ ختمی‌چینی در چهار دما در آزمایشگاه

Table 2- Mean (±SE) duration of different life stages (day) for males of *Maconellicoccus hirsutus* on Chinese hibiscus leaf at four laboratory constant temperatures

مراحل رشدی/ Stages	دما(C°) Temperature			
	20	25	30	35
تخم/ Egg	15.4±0.50[a]	8.63±0.19[b]	6.70±0.29[c]	5.90±0.18[c]
سن ۱/ Nymph 1	17.48±0.80[a]	8.08±0.18[b]	5.61±0.20[c]	6.04±0.27[c]
سن ۲/ Nymph 2	9.10±0.46[a]	5.72±0.24[b]	4.19±0.15[c]	4.00±0.21[c]
سن ۳/ Nymph 3	7.22±0.34[a]	3.03±0.17[b]	2.04±0.68[c]	2.01±0.72[c]
سن ۴/ Nymph 4	7.06±0.35[a]	4.93±0.19[b]	3.26±0.18[c]	1.95±0.50[d]
افراد کامل/ Adults	4.31±0.28[a]	3.15±0.21[b]	2.38±0.17[c]	1.56±0.12[d]
کل زندگی/ Life span	60.69±1.57[a]	33.67±0.48[b]	24.33±0.57[c]	21.37±0.62[c]

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است (آزمون LSD، P<۰/۰۱).

Means in each row followed by the same letters are not significantly different (LSD test, P<0.01).

در مطالعه زیست‌شناسی این حشره روی برگ‌های ختمی چینی در دمای ۲۷ درجه سلسیوس در آزمایشگاه در دو تحقیق مجزا توسط پرساد و خان (۱۳) و آریستیزابال و همکاران (۳)، طول مراحل رشدی نزدیک به تحقیق حاضر بود. بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر این شپشک برای تولیدمثل به جفت‌گیری نیازمند است که با نتایج چانگ و همکاران (۵) مطابقت دارد. اگرچه گزارشاتی از تولید مثل آن به طریق بکرزایی یا ترکیبی از تولیدمثل جنسی و بکرزایی وجود دارد (۴).

در مطالعه چانگ و همکاران (۵) کمترین میزان تولید تخم در ۳۰ درجه (۱۰۳ تخم) و بیشترین آن در ۲۵ درجه (۳۰۰ تخم) بود. در حالی که در تحقیق حاضر کمترین تعداد پوره ثبت شده در ۲۰ درجه (۱۵۲) و بیشترین آن در دمای ۳۰ درجه (۳۲۲) بود. آریستیزابال و همکاران (۳) نیز ۳۰۹، ۳۱۲ و ۳۷۷ تخم را روی سه واریته مختلف ختمی در دمای ۲۷ درجه ثبت نمودند. اما به طور کلی میزان باروری این حشره بر اساس گونه میزبان گیاهی بسیار متفاوت و از ۸۴ تا ۵۴۰ تخم گزارش شده است (۴). در مطالعه حاضر سرعت رشد شپشک‌های نر از ماده بیشتر بود و از این نظر مشابه آزمایش کتکی و بالی‌کای (۹) بود که در دو فصل زمستان و تابستان روی کدو تنبل در هند انجام گرفت. اما در آزمایشات چانگ و همکاران (۵) حشرات ماده با اختلاف اندکی سریعتر از شپشک‌های نر (به جز در دمای ۳۰ درجه) به مرحله‌ی بلوغ رسیدند. پتیل و همکاران (۱۲) در تحقیقی طول عمر ماده از یک نژاد بکرزای شپشک آردآلود صورتی را در پنج دمای ۲۵، ۲۹، ۳۵، ۳۸ و ۴۲ درجه‌ی سلسیوس روی گیاه *P. fistulous* بررسی کردند. آن‌ها طول عمر این شپشک را در دماهای ۲۵ و ۳۵ درجه‌ی

سلسیوس به‌ترتیب ۲۲/۳۳ و ۱۹/۳۳ روز گزارش کردند که از نتایج حاصل از مطالعه‌ی جاری کمتر است (جدول ۱). اختلاف موجود احتمالاً به علت تفاوت در نوع گیاه میزبان استفاده شده در دو تحقیق و یا تفاوت احتمالی در جمعیت اولیه‌ی شپشک می‌باشد. پرساد و خان (۱۳) نشان دادند که طول دوره زندگی شپشک و درصد بقای آن در دمای ۲۷ درجه سلسیوس روی چهار میزبان گیاهی متفاوت مقدار کمی با یکدیگر تفاوت داشت. اگر چه میزان باروری شپشک روی این گیاهان تفاوت معنی‌داری نداشت. آریستیزابال و همکاران (۳) چرخه زندگی این حشره را در دمای ۲۷ درجه روی سه رقم ختمی چینی که انتظار می‌رفت حساسیت متفاوتی به این آفت داشته باشند را بررسی نموده و نتیجه گرفتند که نرخ رشد، بقا، اندازه و دوره تخم‌گذاری شپشک روی این سه رقم تفاوتی ندارد. اگر چه باروری شپشک روی رقم حساس بیشتر بود.

حداکثر تعداد نسل *M. hirsutus* در قفس‌های برگی در شرایط صحرایی

بر اساس نتایج به دست آمده در سال ۱۳۹۰ در منطقه‌ی نیوسایت اهواز، تعداد نسل‌های شپشک آردآلود صورتی حداکثر هفت نسل در سال تعیین گردید (جدول ۳). همچنین میانگین طول مراحل رشدی تخم (F=44.4; df=5,197; P<0.001)، سن یک (F=54.6;df=5,197; P<0.001)، سن دو (F=40.6;df=5,197; P<0.001)، سن سه (F=58.4;df=5,197; P<0.001)، قبل از تخم‌گذاری (F=58.3;df=5,197; P<0.001) و کل این دوره (F=102.7;df=5,197;P<0.001) در نسل‌های مختلف در ماده‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). نسل اول با تخم‌های گذاشته شده توسط ماده‌های بالغ زمستان‌گذران، در اواسط فروردین ماه آغاز شد و تا نیمه‌ی دوم اردیبهشت به‌طول انجامید. به‌همین ترتیب نسل‌های بعدی نیز پس از بلوغ هر شپشک و با آغاز تخم‌گذاری، با تخم‌های گذاشته شده نسل قبل ادامه پیدا کرد. متاسفانه به دلیل مشکلات در بررسی همزمان تعداد زیاد نمونه‌ها، ثبت دقیق طول مدت زنده‌مانی شپشک بالغ ماده میسر نشد. اما از آنجا که هدف این بخش از آزمایشات تعیین حداکثر تعداد نسل در طبیعت بود، پس از بلوغ افراد هر نسل و آغاز تخم‌گذاری ماده‌ها، ثبت داده‌های بالغ نسل قبل متوقف و نسل جدید بررسی شد. جدول ۳ زمان آغاز و پایان هر نسل و جدول ۴ طول مراحل مختلف رشدی در هر نسل را در طبیعت نشان می‌دهد. قاعدتا با توجه به اینکه دوره تخم‌گذاری افراد ماده کامل طولانی است، نسل‌های ایجاد شده همپوشانی داشته و تعداد نسل‌هایی که پوره‌های دیرتر متولد شده در طول سال ایجاد می‌کنند کمتر خواهد بود.

نسل‌های ششم و هفتم در پاییز و زمستان با کاهش دمای هوا مصادف شده و سرعت رشد شپشک در این دو نسل به شدت کاهش یافت. در طول فصل زمستان امکان بررسی طول مراحل مختلف رشدی شپشک میسر نشد. چون خارج کردن شپشک از توده‌ی مومی کیسه‌ی تخم در این فصل باعث از بین رفتن آن شد. بررسی‌ها در طول زمستان نشان داد مراحل مختلف رشدی در این زمان ظاهرا با کندی رشد مواجه هستند.

جدول ۳- تعداد نسل شپشک *Maconellicoccus hirsutus* در قفس‌های برگی روی ختمی‌چینی در منطقه‌ی نیوسایت اهواز در سال ۱۳۹۰

Table 3- Number of generations of the mealybug *Maconellicoccus hirsutus* in clip cages on Chinese hibiscus shrubs at new site region of Ahvaz in 2011

نسل Generation	شروع نسل Start of generation	پایان نسل End of generation	متوسط درجه حرارت Average of temperature	متوسط رطوبت نسبی Average of RH
1	Early April اواسط فروردین	Early May اواسط اردیبهشت	28.4°C	38.7%
2	Early May اواسط اردیبهشت	Late June اوایل تیر	35.8°C	34.1%
3	Late June اوایل تیر	Late July اوایل مرداد	37.5°C	35.9%
4	Late July اوایل مرداد	September شهریور تا اوایل مهر	37°C	38.1%
5	September شهریور تا اوایل مهر	Late October اوایل آبان	31.1°C	40.3%
6	Late October اوایل آبان	January دی ماه	17.7°C	46.7%
7	January دی ماه	Early April اواسط فروردین	13.9°C	50.9%

جدول ٤- میانگین (±خطای استاندارد) طول دوره‌ی رشد (روز) نسل‌های مختلف شپشک ماده *Maconellicoccus hirsutus* در قفس‌های برگی روی درختچه‌های ختمی‌چینی در منطقه نیوسایت اهواز در سال ۱۳۹۰

Table 4- Mean (±SE) duration (day) of different generations of the mealybug *Maconellicoccus hirsutus* in clip cages on Chinese hibiscus shrubs at new site region of Ahvaz in 2011

مراحل رشدی Developmental stages	نسل ۱ Generation1	نسل ۲ Generation2	نسل ۳ Generation3	نسل ٤ Generation4	نسل ٥ Generation5	نسل ٦ Generation6
تخم /Egg	8.4±0.31^{b}	6.14±0.15^{d}	6.2±0.20^{d}	5.58±0.14^{d}	7.03±0.20^{c}	10.33±0.33^{a}
سن ۱ /Nymph 1	9.93±0.31^{b}	7.65±0.22^{c}	7.57±0.32^{c}	6.84±0.22^{c}	8.09±0.34^{c}	13.67±0.61^{a}
سن ۲ /Nymph 2	7.82±0.24^{c}	7.60±0.24^{c}	7.43±0.23^{c}	11.05±0.36^{b}	7.68±0.32^{c}	13.8±0.45^{a}
سن ۳ /Nymph 3	6.64±0.20^{e}	7.37±0.25^{de}	7.80±0.25^{cd}	12.21±0.65^{b}	8.77±0.42^{c}	14.92±0.78^{a}
قبل از تخم-گذاری/Preoviposition	5.87±0.20^{c}	5.28±0.21^{c}	6.4±0.35^{c}	9.53±1.20^{b}	8.00±0.42^{b}	15.04±0.68^{a}
مجموع / total	38.67±0.85^{c}	34.04±0.62^{d}	35.40±0.65^{d}	45.21±1.12^{b}	39.59±0.80^{c}	67.75±2.31^{a}

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است (آزمون LSD، P<۰/۰۱).

Means in each row followed by the same letters are not significantly different (LSD test, P<0.01).

از آنجا که تخم در دمای ۱۵ درجه در آزمایشگاه تفریخ نشد، به نظر می‌رسد در ماه‌های دی و بهمن که میانگین دمای محیط در اهواز به زیر ۱۵ درجه می‌رسد رشد حشره تاحدی متوقف گردد. در این فصل پوره‌های خزنده پس از خارج شدن از تخم در اطراف توده‌ی مومی کیسه‌ی تخم و در مجاورت حشره‌ی ماده مکان مناسبی را جستجو کرده و در همان جا مستقر شدند. پوره‌های سنین بعد نیز در لابلای توده‌های مومی باقی مانده و در همان محل پوست‌اندازی کردند و به رشد خود ادامه دادند. بنابراین زمستان‌گذرانی این آفت به‌صورت دسته‌جمعی و به شکل مراحل مختلف رشدی در مجاورت کلنی حشره‌ی ماده و در درون یا در لابلای مواد مومی کیسه‌ی تخم در شکاف و درز تنه و شاخه‌ی درختچه‌ها سپری شد.

عوامل مختلف محیطی مانند دما، رطوبت، دوره نوری و میزبان گیاهی در هر منطقه می‌تواند بر تعداد نسل آفت مؤثر باشد. فلچر (۶) برای این شپشک ۱۰ نسل در سال در منطقه‌ی پوسا[1] در هند گزارش کرده است. با توجه به مساعد بودن شرایط آب و هوایی در آن منطقه نسبت به اهواز تعداد نسل بیشتر در آنجا می‌تواند قابل توجیه باشد. گزارش دیگری از بررسی زیست شناسی این حشره در طبیعت به دست نیامد.

تغییرات جمعیت شپشک *M. hirsutus* در شرایط صحرایی

شکل‌های ۱تا۳ نتایج نمونه‌برداری از جمعیت شپشک آردآلود صورتی را به مدت ۱۶ ماه از فروردین ۱۳۹۰ لغایت تیر ۱۳۹۱ در دو منطقه اهواز در شهرک مسکونی سازمان آب و برق و دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهید چمران روی درختچه‌های ختمی‌چینی نشان می‌دهند. به دلیل رعایت اختصار شکل‌های تغییرات جمعیت حشرات نر ارائه نشده است.

شروع فعالیت شپشک آردآلود صورتی در سال‌های ۹۱-۱۳۹۰ در محل‌های مورد نمونه‌برداری، از نیمه‌ی دوم فروردین‌ماه ۱۳۹۰ مشاهده شد که اغلب به‌صورت ماده‌های بالغ بودند (شکل ۳). تا قبل از این تاریخ شپشک در شکاف و زیر پوستک تنه و شاخه‌های درختچه‌ها پنهان بود و روی شاخه و برگ‌ها، اثری از آن دیده نمی‌شد، اما در این تاریخ هجوم شپشک روی شاخه‌های جوان و تازه روئیده مشاهده شد. وجود تعداد زیادی مورچه در اطراف شپشک‌ها و حرکت نواری آن‌ها روی تنه و شاخه‌های درختچه‌ها، نشان دهنده‌ی نقش مهم مورچه‌ها در جابجایی و انتقال شپشک‌ها از پناهگاه‌های زمستان‌گذارن به شاخه و برگ‌های تازه روئیده بود و با دنبال کردن مسیر مورچه‌ها، می‌شد به وجود آلودگی و محل استقرار شپشک پی برد. ماده‌های بالغ پس از مستقر شدن در قسمت‌های جوان میزبان، شروع به تخم‌گذاری کردند و پس از مدت کوتاهی جمعیت نسبتا زیادی از مراحل رشدی مختلف شپشک روی درختچه‌ها دیده شد. تراکم جمعیت آفت در ماه‌های اردیبهشت و خرداد روی درختچه‌ها بسیار زیاد بود (شکل‌های ۱ تا ۳). تعداد شپشک‌های نر، همچنین فعالیت‌های زیستی آنها مانند پرواز و جفت‌گیری، در این موقع از سال بیشتر مشاهده شد.

در دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهید چمران، با مساعد شدن هوا در پاییز و رویش دوباره‌ی درختچه‌های ختمی‌چینی، شپشک‌هایی

1- Pusa

که زنده مانده بودند، مجدداً روی شاخه و برگ‌های جوان ظاهر شده و شروع به بازسازی جمعیت خود کردند اما جمعیت آن‌ها نسبت به فصل بهار بسیار کمتر بود (شکل‌های ۱ تا ۳).

در شهرک مسکونی سازمان آب و برق اهواز در سه زمان از سال یک سری اعمال ناخواسته شامل سم‌پاشی علیه مورچه‌های همزیست با شپشک آردآلود صورتی (در ۹۰/۵/۲)، کشت گیاهان آفتابگردان در زیر درختچه‌های ختمی‌چینی آلوده به شپشک (در ۹۰/۵/۳۰) و هرس درختچه‌ها (در ۹۰/۹/۲۰)، توسط مسئولین آن شهرک صورت گرفت. این اعمال می‌توانسته باعث کاهش جمعیت آفت در این زمان‌ها شود (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). با این‌حال به خاطر جمعیت زیاد شپشک در شهرک مذکور، تغییرات زیادی در مجموع حاصل نشد و نمودارهای تخم، پوره‌ها و ماده‌های بالغ در دو منطقه روند یکسانی را نشان دادند (شکل‌های ۱، ۲ و ۳).

در طول فصل زمستان در نمونه‌های گرفته شده از هر دو منطقه‌ی مورد بررسی، اثری از شپشک مشاهده نشد (شکل‌های ۱ تا ۳) اما بررسی تنه و شاخه‌های داخلی درختچه‌ها نشان داد که این آفت به‌صورت حالات مختلف رشدی در درزها و شکاف‌ها و زیر پوستک تنه و شاخه‌ی درختچه‌ها و در لابلای مواد مومی کیسه‌ی تخم، به‌صورت دسته‌جمعی زمستان را سپری نمود. مجددا با آغاز بهار ۱۳۹۱ شپشک‌هایی که از عوامل طبیعی در امان مانده بودند، از پناهگاه‌های زمستان‌گذران خود خارج شده و روی شاخه و برگ‌های تازه روییده ظاهر گردیدند (شکل ۳).

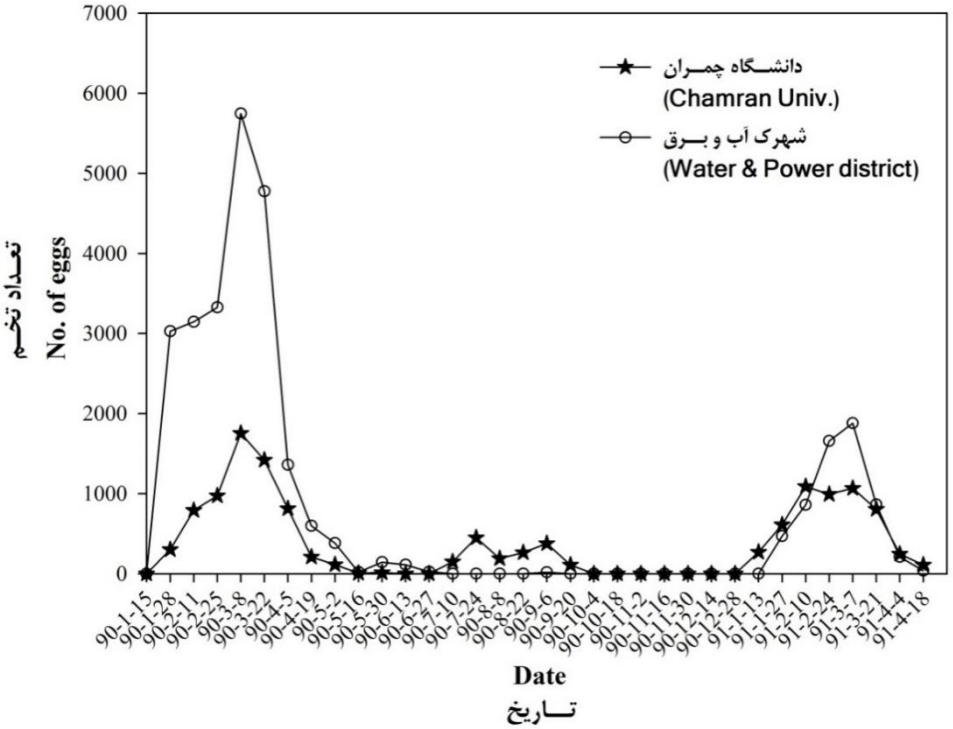
نتایج حاصل از بررسی تغییرات جمعیت شپشک نشان داد که نسل اول تا سوم که نسل‌های بهاره را تشکیل می‌دادند، دارای بیشترین جمعیت بوده و طبق مشاهدات به نظر می‌رسد بیشترین خسارت را به میزبان وارد کردند. نسل چهارم مصادف با ماه‌های گرم سال و اوایل مرداد تا شهریور بود. براساس نتایج حاصل از بررسی صحرایی جمعیت شپشک، در این زمان تلفات زیادی در جمعیت شپشک وارد شد. این کاهش جمعیت و تلفات آن علاوه بر افزایش بیش از حد دما و نامناسب شدن گیاه میزبان که منجر به طولانی شدن دوره‌ی رشدی پوره‌های سنین دو، سه و دوره‌ی بلوغ پیش از تخم‌گذاری نسبت به نسل‌های قبل شد، می‌تواند به‌علت فعالیت زیاد کفشدوزک *Nephus arcuatus* Kapur (Col.:Coccinellidae) در این زمان نیز باشد (۱). بررسی درختچه‌های آلوده‌ی مناطق نمونه‌برداری شده نشان داد که در تابستان، نامناسب شدن قسمت‌های خارجی گیاه میزبان که بیشتر در معرض نور خورشید بود، باعث شد که شپشک‌ها به قسمت‌های داخلی درختچه‌ها پناه برده، بنابراین تنها تعداد کمی از آن‌ها که در قسمت‌های سایه‌دار و محفوظ به‌سر می‌بردند، زنده ماندند. نسل پنجم همزمان با کاهش نسبی دمای هوا و رویش مجدد درختچه‌های ختمی‌چینی در شهریور تا اواخر مهر اتفاق افتاد و بنابراین نسبت به نسل چهارم سریع‌تر کامل شد.

چنانکه ذکر شد در شهرک مسکونی سازمان آب و برق سم‌پاشی ناخواسته تنه و خاک اطراف برخی از درختچه‌ها به‌منظور از بین بردن مورچه‌های همزیست رخ داد که نتیجه‌ی آن کاهش جمعیت آفت بود. همچنین استقرار شپشک روی گیاهان آفتابگردان کاشته شده در زیر درختچه‌های ختمی‌چینی در اواخر مرداد ۱۳۹۰ نشان داد که در صورت وجود میزبان مناسب، آفت این گیاهان را به ختمی‌هایی که در اثر گرمای زیاد و خسارت شدید آفت نامناسب شده بودند ترجیح داده و روی آن‌ها مستقر شده است. گیاهان آفتابگردان بعد از مدتی از منطقه حذف شد که این اقدام می‌تواند تأثیر بسیار زیادی در کاهش جمعیت آفت داشته باشد. این اقدامات و همچنین هرس درختچه‌های این منطقه در اواسط آذرماه ۱۳۹۰ منجر به کاهش جمعیت شپشک تا بهار سال بعد در این منطقه شد. تاکنون گزارشی از بررسی تغییرات جمعیت این شپشک در شرایط صحرایی منتشر نشده است.

بررسی جدول زندگی این شپشک نشان داده است که با داشتن نرخ تولید مثل و بقای زیاد قابلیت افزایش جمعیت خود را در مدت زمان کوتاه دارد (۴، ۵ و ۱۳). همچنین چنانکه پیشتر ذکر شد ظاهرا جمعیت موجود در جنوب ایران توانایی بیشتری در تحمل دمای بالا دارد. با توجه به اینکه این آفت به طور بالقوه می‌تواند به سایر استان‌های کشور گسترش یابد، تلفیق اطلاعات حاضر با تحقیقی که تأثیرات دشمنان طبیعی روی جمعیت این شپشک در اهواز را بررسی نموده (۱)، می‌تواند دورنمای مناسبی به محققین در خصوص تلاش برای کنترل این آفت در ایران ارائه دهد.

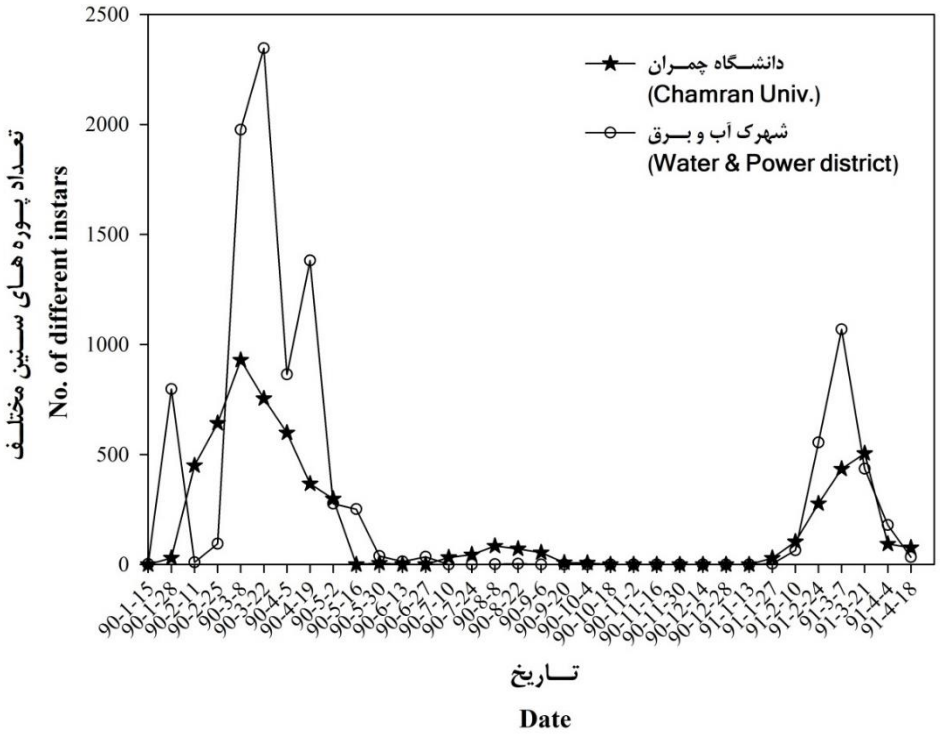
سپاسگزاری

نویسندگان مراتب تشکر خود را از دکتر هاجسون از موزه ملی ولز به خاطر شناسایی گونه شپشک ابراز می‌نمایند. این مقاله مستخرج از پایان نامه‌ای است که با حمایت مالی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گرفته است.



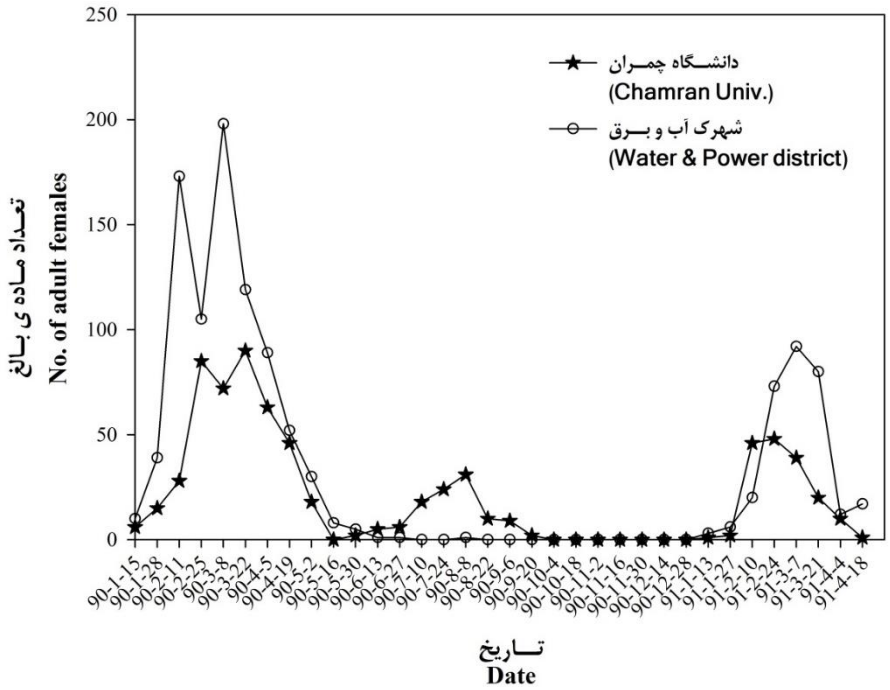
شکل ۱- تغییرات جمعیت تخم *Maconellicoccus hirsutus* روی ختمی‌چینی در دانشگاه شهید چمران و شهرک سازمان آب و برق در اهواز

Figure 1- Population fluctuations of eggs of *Maconellicoccus hirsutus* on Chinese hibiscus shrubs at Shahid Chamran University campus and residential complex of Khuzestan Water & Power Authority



شکل ۲- تغییرات جمعیت پوره‌های *Maconellicoccus hirsutus* روی ختمی‌چینی در دانشگاه شهید چمران و شهرک سازمان آب و برق در اهواز

Figure 2- Cumulative population fluctuations of nymphal instars of *Maconellicoccus hirsutus*on Chinese hibiscus shrubs at Shahid Chamran University campus and residential complex of Khuzestan Water & Power Authority



شکل ۳- تغییرات جمعیت ماده‌های بالغ *Maconellicoccus hirsutus* روی ختمی‌چینی در دانشگاه شهید چمران و شهرک سازمان آب و برق در اهواز

Figure 3- Population fluctuations of adult females of*Maconellicoccus hirsutus* on Chinese hibiscus shrubs at Shahid Chamran University campus and residential complex of Khuzestan Water & Power Authority

منابع

1- Alizadeh M.S., Mossadegh M.S., and Esfandiari M. 2013. Natural enemies of *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) and their population fluctuations in Ahvaz, Southwest Iran. Journal of Crop Protection, 2(1): 13-21.

2- Alizadeh M.S., Mossadegh M.S., Esfandiari M., Mashayekhi M., and Zarghami S. 2012. Pink hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hom.: Pseudococcidae) and its predators in Khuzestan province. P. 144. In A. Sarafrazi et al. (ed.) Proceedings of 20th Iranian plant protection congress, 26-29 Aug. 2012. Shiraz University, Shiraz, Iran (in Persian with English abstract)

3- Aristizábal L.F., Mannion C., Bergh C., and Arthurs S. 2012. Life history of pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on three *Hibiscus rosasinensis* cultivars. Florida Entomologist, 95(1):89–94.

4- Chong J-H., Aristizábal L.F., and Arthurs S.P. 2015. Biology and management of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on ornamental plants. Journal of Integrated Pest Management, 6(1): 5; DOI: 10.1093/jipm/pmv004

5- Chong J.H., Roda A., and Mannion C.M. 2008. Life history of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), at constant temperatures. Environmental Entomology, 37(2): 323-332.

6- Fletcher T.B. 1919. Report of the imperial entomologist. Scientific Reports of the Agricultural Research Institute, Pusa 1918-19. pp. 86-103.

7- Hoy M.A., Hamon A., and Nguyen R. 2014.Pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green).Available at: http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures/orn/mealybug/mealybug.htm. (Visited 20 November 2016).

8- Katke M.K. 2008. Seasonal incidence, biology and management of grape mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Homoptera: Pseudococcidae). MSc Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad. 89 pp.

9- Katke M.K., and Balikai R.A. 2009.Biology of grape mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) on pumpkin during winter and summer. Pest Management in Horticultural Ecosystems, 15 (1): 33-40.

10- Moghaddam M. 2006. The mealybugs of southern Iran (Hem.: Coccoidea: Pseudococcidae). Journal of Entomological Society of Iran, 26 (1): 1-11.

11- Moghaddam M. 2013. A review of the melybugs (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae, Putoidae and Rhizoecidae) of Iran, with descriptions of four new species and three new records for the Iranian fauna. Zootaxa,

3632(1): 001-107.
12- Patil S.V., Patila C.D., SalunkheaR.B., Maheshwaria V.L., and Salunkea B.K. 2011. Studies on life cycle of mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), on different hosts at different constant temperatures. Crop Protection, 30: 1553-1556.
13- Persad A., and Khan A. 2002.Comparison of life table parameters for *Maconellicoccus hirsutus*, *Anagyrus kamali*, *Cryptolaemus montrouzieri* and *Scymnus coccivora*. Bio Control, 47: 137–149.
14- Persad, A. and Khan A. 2007.Effects of four host plants on biological parameters of *Maconellicoccus hirsutus* Green (Homoptera: Pseudococcidae) and efficacy of *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae). Journal of Plant Protection Research, 47(1):35-42.
15- Prasad Y.G., Prabhakar M., Sreedevi G., Ramachandra Rao G., and Venkateswarlu B. 2012. Effect of temperature on development, survival and reproduction of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton. Crop Protection, 39: 81-88.
16- Sagarra L.A., Peterkin D.D., Vincent C., and Stewart R.K. 2000. Immune response of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Homoptera: Pseudococcidae), to oviposition of theparasitoid *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae). Journal of Insect Physiology, 46 (5): 647–653.
17- Southwood T.R.E., and Henderson P.A. 2000. Ecological Methods. 3rd Ed., Blackwell, Oxford, UK.