آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۷۵، شماره ۱، شهریور ۱۳۸۶

بررسی اثرات زیرکشندگی حشره‌کش ایمیداکلوپراید روی پارامترهای جدول زیستی شته جالیز *Aphis gossypii* (Hom.: Aphididae)

Sublethal effects of imidacloprid on the life-table parameters of *Aphis gossypii* (Hom: Aphididae)

شادیه گرامی[۱]، خلیل طالبی جهرمی[۱]، احمد حیدری[۲]*، احمد عاشوری[۱] و غلامرضا رسولیان[۱]

۱- پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

۲- مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، تهران

(تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸۴، تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۸۵)

چکیده

با توجه به اهمیتی که کاربرد آفت‌کش‌های جدید و ایمن‌تر در مدیریت تلفیقی آفات دارند، اثرات حشره‌کش ایمیداکلوپراید روی شته جالیز (*Aphis gossypii* (Hom.: Aphididae مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایشات اثرات زیرکشندگی این حشره‌کش روی پارامترهای تولیدمثلی بررسی شد. آزمایش‌ها در شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی ۵ ± ۷۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. برای تعیین پارامترهای تولیدمثلی از دیسک‌های برگی گیاه خیار که درون پتری‌هایی به قطر ۵/۵ سانتی‌متر قرار داشتند استفاده شد. یک عدد حشره کامل تازه ظاهر شده بر روی سطح پشتی دیسک‌های برگی که در غلظت توصیه شده محلول سمی ایمیداکلوپراید غوطه‌ور شده بود، رهاسازی شد و با ایجاد جدول زندگی باروری از داده‌های بدست آمده، برآوردی از پارامترهای تولیدمثلی بدست آمد. حداکثر طول عمر حشرات کامل شته جالیز در شاهد و تیمار ایمیداکلوپراید، به

* Corresponding author: Heidari419@yahoo.com

ترتیب ۱۶ و ۴ روز بود. امید زندگی حشرات کامل در اولین روز ظهور در شاهد و تیمار ایمیداکلوپراید به ترتیب ۴/۳۰ و ۲/۲۵ بدست آمد. نرخ تکثیر ناخالص یا میانگین تعداد کل نتاج ماده حاصل از یک ماده که تا آخرین روز زندگی کرده باشد، در تیمار ایمیداکلوپراید ۳/۹۷ نتاج ماده بود که نسبت به شاهد (۴۹/۱۳) به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش نشان داد.

نرخ خالص تولیدمثل (R_0) که تعداد نتاج ماده جایگزین شده بازای هر فرد در یک نسل می‌باشد، در شاهد و تیمار مذکور بترتیب ۱۳/۵۲ و ۱/۴۵ نتاج ماده بازاء هر فرد برآورد شد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت که نرخ رشد جمعیت بازاء هر فرد در یک روز می‌باشد، در تیمارهای شاهد و ایمیداکلوپراید، به ترتیب ۰/۲۶ و ۰/۰۵ تخمین زده شد که نشان داد در تیمار ایمیداکلوپراید به میزان ۸۱٪ کاهش پیدا کرده است. نتایج فوق بیانگر اثر قاطع حشره کش مذکور بر روی پارامترهای تولیدمثلی شته جالیز و در نتیجه کنترل مؤثر این آفت کش روی آفت مذکور می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شته جالیز، ایمیداکلوپراید، جدول زیستی، اثرات زیر کشندگی

مقدمه

امروزه کنترل آفات در کشاورزی تا حد زیادی به استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی وابسته شده است. ارزیابی اثرات بیولوژیکی آفت‌کش‌ها روی آفات از ابتدا روی بر آورد مرگ و میر متمرکز شده و توجه کمتری به اثرات دراز مدت آفت‌کش‌ها روی آفات گردیده است. نتایج تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که دوزهای زیر کشنده این ترکیبات می‌توانند فیزیولوژی و رفتار گونه‌های بندپای هدف و غیر هدف را تحت تأثیر قرار دهند (Haynes, 1988). بهترین روش برای ارزیابی اثر کلی یک آفت‌کش، تجزیه و تحلیل جداول زیستی Walthall & Stack (1996) یا سم‌شناسی دموگرافیک Ahmadi (1993) می‌باشد.

سم شناسی دموگرافیک یک روش در سم شناسی محیطی- جمعیتی است که پارامترهای جدول زیستی را در محاسبات وارد می‌کند تا تخمین واقعی‌تری از تأثیرات زیست محیطی حاصل از ترکیبات خارجی به دست آورد (Stack & Wennergoen, 1995). در این روش

پارامترهای جدول زیستی جمعیتی که در معرض غلظت‌های مختلف یک آلوده کننده قرار گرفته است با جمعیت شاهد مقایسه می شود و چون پارامترهای اکولوژیکی و سم‌شناسی ترکیب می‌شوند، فرض عمومی این است که برآورد اثرات آفت‌کش‌ها در سطح جمعیت نیز می‌تواند انجام شود. همچنین چون تجزیه و تحلیل دموگرافیک علاوه بر اثرات کشندگی، اثرات زیر کشندگی را نیز به حساب می‌آورد بنابراین با استفاده از این تکنیک مقیاس واقعی‌تری از اثرات آفت‌کش‌ها روی گونه‌های مفید و همین طور آفت حاصل می‌شود (Stack & Wennergoen, 1995).

شته سبز پنبه *Aphis gossypii* Glover (Hom.: Aphididae) یک آفت خسارت‌زا است که برای کنترل آن از بسیاری از حشره‌کش‌های با طیف وسیع استفاده می‌شود. بروز مقاومت شته به حشره‌کش‌ها سبب می‌گردد که بسیاری از حشره‌کش‌های مورد استفاده برای کنترل این آفت پس از مدتی ناکارا و غیر مؤثر شوند (Kerns & Gaylor, 1992). اگر چه طغیان شته‌ها تا حدودی به نابودی عوامل کنترل کننده طبیعی (دشمنان طبیعی) در اثر کاربرد آفت‌کش‌ها باز می‌گردد، این موضوع مشخص شده است که تعدادی از حشره‌کش‌ها در تحریک زادآوری شته‌ها مؤثرند (Kerns & Gaylor, 1993).

مقایسه‌های انجام شده بین طول دوره مراحل مختلف رشد و تعداد نتاج تولید شده و نیز پارامترهای مختلف جدول زادآوری، نشان می‌دهد که ارزیابی اثرات زیرکشندگی حشره‌کش‌ها، بهترین روش برای برآورد اثر کلی یک آفت‌کش می‌باشد و نرخ ذاتی افزایش طبیعی بهترین و معتبرترین پارامتر جهت مقایسه اثرات زیرکشندگی و در نهایت اثرات کلی حشره‌کش‌ها روی رشد و زادآوری حشره آفت می‌باشد، زیرا که اطلاعات مربوط به بقاء زادآوری و سن در این آماره خلاصه شده است و هر گونه تغییر در این خصوصیات در r_m نمایان می‌شود.

استفاده از پارامترهای زیستی دوره قبل از بلوغ و تعداد کل پوره‌های تولید شده توسط هر حشره، به تنهایی نمی‌تواند ملاک مناسبی برای مقایسه اثرات زیرکشندگی حشره‌کش‌های مختلف روی خصوصیات زیستی حشرات باشد. لذا بهترین روش برای ارزیابی اثرات کلی یک آفت‌کش، اندازه‌گیری اثرات زیرکشندگی آن‌ها با استفاده از تجزیه و تحلیل جداول زیستی می‌باشد. در مدیریت آفات، جهت اتخاذ تصمیم درست برای انتخاب آفت‌کش مناسب، لازم

است تا شاخص‌های رشد جمعیت آفت تحت اثر آفت‌کش بررسی شوند. برآورد پارامترهای رشد جمعیت و تعیین نحوه تغییر جمعیت حشرات از طریق مطالعه اثر آفت‌کش بر روی توانایی تولیدمثلی، یک ضرورت قطعی در مطالعه اثرات آفت‌کش‌ها و نهایتاً انتخاب حشره‌کش مناسب می‌باشد. چنین مطالعاتی اندازه جمعیت آفات هدف و غیر هدف را پس از استفاده از آفت‌کش پیش‌بینی می‌کنند. لذا انجام چنین بررسی‌هایی ضروری به نظر می رسد، چرا که آفت‌کش‌ها می‌توانند فیزیولوژی و رفتار گونه‌های بندپای هدف و غیر هدف را تحت تأثیر قرار دهند (Haynes, 1988) و اثر آن‌ها در برخی موارد تحریک تولیدمثل و افزایش زادآوری آفات می‌باشد (Walthall & Stack, 1996). در این مواقع مبارزه شیمیایی به شکست خواهد انجامید و حتی می‌تواند سبب افزایش جمعیت آفات هدف یا غیر هدف شود. علاوه بر این انجام آزمایشاتی از این نوع، می تواند تخمینی از میزان کارآیی آفت‌کش در کنترل آفات بدست دهد. محاسبه نرخ ذاتی افزایش جمعیت و پارامترهای تولیدمثلی می‌تواند برای پیشگویی وضعیت یک آفت پس از استفاده از آفت‌کش ارزشمند باشد و به عنوان یک ابزار کمی یا شاخص اکولوژیک، واکنش گونه‌های آفت را در مقابل آفت‌کش نشان دهد.

از آنجا که برنامه‌های جدید مدیریت آفات تأکید بیشتری بر استفاده از آفت‌کش‌های کم خطر دارد لذا این تحقیق سعی دارد تا اثرات زیرکشندگی حشره‌کش ایمیداکلوپراید را روی پارامترهای جدول زیستی *A. gossypii* تعیین نموده و با شرح مفاهیم محاسباتی و آماری با استفاده از روش Carey (1993)، مهم‌ترین پارامترهای جدول زندگی تولیدمثلی و میانگین آن‌ها را تحت اثر دز زیرکشنده ایمیداکلوپراید برآورد کند.

روش بررسی

شته جالیز *A. gossypii* در تیر ماه ۱۳۸۲ از روستای قلعه چم از توابع قم از روی بوته‌های هندوانه جمع‌آوری شد و پس از شناسایی جهت انجام آزمایش به گلخانه حشره‌شناسی گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی کرج منتقل شد. نمونه‌های مورد مطالعه سابقاً در معرض سم قرار نگرفته بودند. به منظور پرورش و ایجاد یک کلنی شته، از بوته‌های خیار چند برگه که در قفسه‌های فلزی موجود در گلخانه قرار داشتند، استفاده شده و کلنی در شرایط گلخانه (دمای

۵ ± ۲۶ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد و دوره نوری طبیعی) نگهداری شد.

در آزمایشات مقدماتی برای تخمین LC_{50} حشرات کامل در معرض غلظت‌های مختلف سم قرار گرفتند. بدین منظور برگ‌های خیار تا مرحله ریزش سم از روی برگ‌ها اسپری شدند و پس از نیم ساعت (جهت خشک شدن قطرات سم در سطح برگ‌ها) قطعات دایره‌ای شکل بریده شده از برگ اصلی، درون تشتک‌های پتری گذاشته شد و حشرات کامل بر روی آن‌ها رهاسازی گردید. پس از ۲۴ ساعت تعداد مرگ و میر آن‌ها شمارش و بر این اساس مقدار LC_{50} بدست آمد.

نظر به اینکه برای انجام آزمایشات دموگرافی به گروهی از شته‌های هم سن نیاز بود لذا از کلنی تشکیل شده به صورت تصادفی تعدادی شته بالغ جدا گردید و روی بوته‌های خیار به مدت ۲۴ ساعت رهاسازی شد تا بصورت بکرزائی شروع به پوره‌زائی نمایند (شته جالیز فاقد فرم جنسی است (Elbert & Cartwright, 1997). یک روز بعد حشرات بالغ از روی بوته‌ها حذف شدند و بدین ترتیب پوره‌های یک روزه با سن یکسان بدست آمد و این پوره‌ها تا رسیدن به زمان بلوغ نگهداری شدند تا گروه شته‌های هم سن مورد نیاز جهت انجام آزمایش در دسترس باشد.

برای برآورد اثرات زیرکشندگی ایمیداکلوپراید روی پارامترهای زیستی شته جالیز ابتدا برگ‌های خیار واریته دامینوس (*Cucumis sativus* var. *damians*) در مرحله شش هفتگی با غلظت LC_{50} تیمار گردید. در تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد. پس از خشک شدن قطرات سم در سطح برگ‌ها تعدای حشرات کامل هم سن بر روی برگ‌های تیمار شده رهاسازی شد و پس از ۲۴ ساعت تعداد ۲۰ حشره زنده مانده از هر کدام از تیمارهای سم و شاهد بصورت هر حشره یک تکرار انتخاب شد. سپس این حشرات هر کدام در یک پتری دیش که در کف آن یک برگ تیمار شده قرار داشت رهاسازی گردید. بمنظور تهویه پتری‌ها، روی سطح بالایی هر یک از تشتک‌های پتری سوراخی تعبیه و با توری پوشانده شد. تشتک‌های پتری درون انکوباتور با شرایط دمای ۱ ± ۲۵ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی ۵ ± ۷۰ درصد و دوره نوری (L:D) ۸ : ۱۶ ساعت نگهداری شدند.

هر روز تعداد پوره‌های ظاهر شده و مرگ و میر احتمالی حشرات کامل شمارش و سپس

پوره‌های متولد شده از پتری دیش‌ها حذف گردید. این شمارش تا زمان مرگ آخرین حشرات کامل ادامه یافت. چون در این آزمایشات هدف بررسی اثرات سم روی پارامترهای زیستی حشرات کامل بود، لذا حشرات کامل در طول دوران زندگی خود بر روی برگ‌هائی قرار گرفتند که در ابتدای آزمایش با غلظت LC_{50} تیمار شده بودند. بدین منظور برگ‌های موجود در تشتک‌های پتری هر یک روز در میان با برگ گیاهانی که در ابتدا تیمار گشته بود تعویض می‌شد. در این آزمایشات حشرات مورد نظر کل دوران قبل از بلوغ را در شرایط غیر تیمار سپری کرده بودند. از داده‌های بدست آمده احتمال زنده ماندن از تولد تا شروع سن x و میانگین تعداد نتاج تولید شده به ازاء هر شته در روز x برای جدول مشخص شد. مقدار دقیق نرخ ذاتی افزایش طبیعی (r_m) و پارامترهای وابسته با استفاده از روش Carey (1993) محاسبه شد. نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) از رابطه $\sum m_x$ محاسبه شد. نرخ خالص تولیدمثل (R_0) متوسط تعداد نتاج تولید شده توسط هر حشره ماده در طول یک نسل می‌باشد و با رابطه زیر بدست آمد:

$$R_0 = \sum_{x=0}^{y} L_x m_x$$

این آماره نرخ رشد جمعیت در هر نسل را بیان می‌کند و وابسته به نرخ محدود رشد (λ) می‌باشد (Aldyhim & Khalil, 1993). نرخ محدود رشد با استفاده از رابطه $\lambda = e^{r_m}$ محاسبه شد (Andrewatha & Birch, 1954). میانگین طول مدت یک نسل (T) بعبارتی متوسط طول دوره زمانی بین تولد والدین و تولد نتاج و زمان دو برابر شدن (DT) یا زمان مورد نیاز برای دو برابر شدن تعداد افراد جمعیت می‌باشد که به ترتیب با استفاده از رابطه‌های $T = \ln(R_0)/r_m$ و $DT = \ln 2/r_m$ محاسبه شدند (Medeiros *et al.*, 2001).

نتیجه و بحث

برای تعیین غلظت زیرکشندگی ایمیداکلوپراید غلظت‌های مختلف از نظر میزان کشندگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که غلظت توصیه شده (توصیه سازمان حفظ نباتات)

ترکیب مورد نظر، معادل غلظت LC_{50} بوده، لذا در این آزمایشات از غلظت توصیه شده ایمیداکلوپراید (۴۱۵ ppm) برای بررسی اثرات زیرکشندگی استفاده شد.

برای توصیف مرگ و میر در تیمار سم و شاهد، جدول زندگی ویژه سن حشرات کامل تشکیل شد که در آن مرگ و میر حشرات کامل از زمان ظهور حشرات کامل تا عمر آخرین فرد بصورت روزانه ثبت شد. منحنی بقاء حشرات کامل (شکل ۱) نشان دهنده اختلاف با شاهد است بطوریکه ماکزیمم طول عمر حشرات کامل در شاهد ۱۶ و در سم ایمیداکلوپراید ۴ روز است (جدول ۱). امید زندگی در زمان ظهور حشرات کامل در شاهد و ایمیداکلوپراید به ترتیب ۴/۳ و ۲/۲۵ روز بود که نشان دهنده تأثیر زیاد سم بر روی طول عمر حشرات کامل زنده مانده است (جدول ۱).

مقایسه اثر زیرکشندگی حشره‌کش ایمیداکلوپراید روی تعداد نتاج ماده تولید شده به ازاء هر فرد در روز (شکل ۲) نشان از کاهش قابل توجه نتاج ماده در روزهای زندگی حشرات مسموم می‌باشد.

میزان باروری ناخالص (GRR) در شاهد و ایمیداکلوپراید به ترتیب ۴۹/۱۳ و ۳/۹۷ پوره بود (جدول ۲) که نشان دهنده میزان پوره‌زائی شته‌ها در صورت زنده بودن تا حداکثر طول عمر خود می‌باشد که این میزان در سم ایمیداکلوپراید کاهش قابل ملاحظه نشان داد.

نرخ خالص تولیدمثل (R_0) در تیمارهای شاهد بیشتر از ایمیداکلوپراید بود بطوریکه میزان این پارامتر در شاهد و ایمیداکلوپراید به ترتیب ۱۳/۵ و ۱/۴۵ پوره بود (جدول ۱).

نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) بعنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های زیستی و جمعیتی حشرات است که پتانسیل افزایش جمعیت یک گونه را نشان می دهد. این پارامتر نشان دهنده تعداد ماده‌های افزوده شده به جمعیت به ازاء هر فرد ماده در هر روز است. این پارامتر در تیمار شاهد ۰/۲۶ بدست آمد این در حالی است که در مطالعات Liu & Hwang (1991) در دمای ۲۵ºC سانتی‌گراد و دوره روشنائی و تاریکی ۱۴:۱۰ معادل ۰/۳۳۸ بدست آمده است. Shirvani & Hoseininave (2004) این آماره را ۰/۴۷۱ در دمای ۲۵ ºC و در دوره روشنائی و تاریکی ۸ : ۱۶ بدست آوردند. علت اختلاف موجود می تواند مربوط به نوع میزبان (پنبه) باشد که ایشان در آزمایشات خود مورد استفاده قرار دادند. Kersting *et al.* (1999) اثر دما را روی

طول دوره رشد و زادآوری شته جالیز بر روی گیاه پنبه بررسی کردند. آن‌ها بیشترین میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت را در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و به مقدار ۰/۴۱۳ و کمترین مقدار را در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و ۰/۱۷۷ برآورد کردند.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت در این آزمایش در تیمار شاهد و ایمیداکلوپراید به ترتیب ۰/۲۶ و ۰/۰۵ بدست آمد که نشانگر اثر قاطع غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش ایمیداکلوپراید بر روی رشد جمعیت شته جالیز می‌باشد. Khaloobagheri *et al.* (2006) در بررسی اثرات زیرکشندگی اکسی دیمتون متیل روی *A. gossypii* مقدار r_m را در شاهد و ترکیب مذکور به ترتیب معادل ۰/۴۹ و ۰/۳۵ و مقدار R_0 را در شاهد و سم به ترتیب ۸۴/۳ و ۹/۹ بدست آوردند که نتایج فوق نیز نشان دهنده تأثیر اکسی دیمتون متیل در کاهش باروری شته جالیز است. در مطالعاتی که توسط Kerns & Stewart (2000) بر روی اثرات چندین حشره‌کش از جمله بی فنترین، اسفات، کربوفوران و پیریپروکسیفن در غلظت‌های مختلف روی شته جالیز انجام شد، اختلاف معنی‌داری در مقدار r_m شته جالیز تحت تأثیر حشره‌کش‌های بی فنترین، کربوفوران یا اسفات نشان داده نشد. که مشخص می‌کند غلظت‌های زیرکشنده این حشره‌کش‌ها روی تولیدمثل شته مذکور مؤثر نیستند. اما حشره‌کش پیریپروکسی فن تولیدمثل و زنده‌مانی حشرات کامل را تحت تأثیر قرار داد به طوریکه این شته زندگی کوتاه‌تری از حشرات تیمار نشده داشته، ولی میزان تولیدمثل حشرات تیمار شده با پیریپروکسی فن نسبت به حشرات تیمار نشده، افزایش داشت. بررسی‌های فوق حاکی از اثرات متفاوت ترکیبات مختلف بر روی حشرات می‌باشد.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت همچنین نشان دهنده تفاضل میان نرخ ذاتی تولد (b) و نرخ ذاتی مرگ (d) در جمعیت پایدار می‌باشد. نرخ ذاتی تولد عبارت از نرخ تولد سرانه جمعیت و نرخ ذاتی مرگ عبارت از نرخ مرگ سرانه جمعیت می‌باشد. مقادیر این دو آماره (b و d) برای شاهد و ایمیداکلوپراید بترتیب (۰/۳۲ و ۰/۱۷) و (۰/۰۶ و ۰/۱۲) بوده است و بیانگر آن است که روزانه به ازاء هر فرد در تیمار شاهد ۰/۳۲ تولد و ۰/۱۷ مرگ و در حشره‌کش ایمیداکلوپراید، ۰/۰۶ تولد و ۰/۱۲ مرگ در جمعیت رخ می‌دهد. نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) برای شاهد و ایمیداکلوپراید بترتیب ۱/۳۰ و ۱/۰۵ بود. مقایسه این دو مقدار نشان

می‌دهد که ایمیداکلوپراید قادر به کاهش ۲۵ درصدی در رشد جمعیت در هر روز می‌شود (جدول ۱).

مقادیر مربوط به مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت (DT)، پارامتر دیگری است که نشان دهنده نرخ رشد جمعیت می‌باشد. مقدار این پارامتر در تیمار شاهد ۲/۶۷ روز بود (جدول ۱) این در حالی است که در آزمایشات Xia *et al*. (1999) این پارامتر ۱/۱۸ روز در گیاه پنبه و در بررسی‌های Shirvani & Hoseininave (2004) ۱/۴۷ بوده است. اختلافات مشاهده شده را می‌توان به تفاوت در نوع گیاه میزبان و در نتیجه اختلاف در نوع تغذیه و در برخی موارد تفاوت در طول دوره ساعات روشنائی و تاریکی نسبت داد که پارامترهای مورد بررسی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در هر حال مقدار این پارامتر در تیمار شاهد و ایمیداکلوپراید به ترتیب ۲/۶۷ و ۱۴/۴۶ روز بود که نشان دهنده آن است که مدت زمان به مراتب بیشتری طول می‌کشد تا جمعیت تیمار شده با حشره‌کش ایمیداکلوپراید در مقایسه با جمعیت شاهد دو برابر شود.

مقایسه آماری میانگین طول عمر در حشرات کامل نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($t(20) = 3.37; P < 0.051$) (جدول ۳). میانگین طول عمر حشرات کامل شته جالیز در شاهد و ایمیداکلوپراید بترتیب ۰/۸۸ ± ۵/۷۰ و ۰/۱۶ ± ۲/۷۵ روز تعیین شد همان گونه که مشاهده می‌شود حشره‌کش ایمیداکلوپراید طول عمر حشرات کامل را به طور معنی‌داری کاهش داده است. میانگین نتاج تولید شده به ازاء هر فرد در تیمار ایمیداکلوپراید نیز اختلاف معنی‌داری نشان داد. ($t(19) = 3.36\ P < 0.05$) (جدول ۳). میانگین باروری در شاهد و ایمیداکلوپراید بترتیب ۴/۶۹ ± ۱۸/۳۰ و ۰/۴۹ ± ۲/۴۰ تعیین شد که نشان داد حشره‌کش ایمیداکلوپراید باروری را بطور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داده است. لازم بذکر است، در مواردی افزایش باروری در کنه دو نقطه‌ای که در معرض ایمیداکلوپراید بوده است به اثبات رسیده است بطوریکه هر کنه ماده تا ۷۰ عدد تخم بیشتر گذاشته است (David & Price, 2002).

در مجموع می‌توان نتیجه گیری نمود که حشره‌کش ایمیداکلوپراید علاوه بر اثر کشندگی بر روی *A. gossypii*، غلظت‌های زیرکشنده آن بدلیل تأثیری که روی طول عمر و باروری حشرات کامل دارد می‌تواند پارامترهایی چون نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ خالص و

ناخالص باروری، نرخ ذاتی مرگ و میر، نرخ متناهی افزایش جمعیت را در مقایسه با شاهد کاهش داده لذا در پی استفاده از این حشره‌کش جمعیت حشره رو به افول گذاشته و در نهایت باعث کنترل مؤثر جمعیت آفت خواهد شد. البته انجام بررسی‌های بیشتر به منظور نشان دادن اینکه آیا نتایج بدست آمده ناشی از اثرات ذاتی حشره‌کش مذکور بوده و یا به خاطر گزینش حشرات مقاوم (که معمولاً دارای نرخ تولیدمثلی کمتر هستند)، پیشنهاد می‌گردد.

جدول ۱- پارامترهای رشد جمعیت شته جالیز در شاهد و تیمار ایمیداکلوپراید

Table 1- Survival and population parameters of *A. gossypii* in control and imidacloprid treatment

Imidacloprid	Control	Parameter
0.05	0.26	r_m
1.45	13.52	R_0
3.97	49.13	GRR
7.84	10.04	T
1.05	1.3	λ
1	6	$r_{.w}$
14.46	2.67	DT
2.25	4.3	e_x
4	16	Maximum longevity of adult aphid

جدول ۲- اثرات غلظت زیرکشنده حشره کش ایمیداکلوپراید روی پارامترهای تولیدمثل *A. gossypii*

Table 2- Sublethal effects of imidacloprid on the life table parameters of *A. gossypii*

Imidacloprid	Control	Parameter
0.78	3.13	The number of offspring per female per day
2.95	7.64	Mean age gross fecundity
3.97	49.13	Gross fecundity rate
1.45	13.52	Net fecundity rate

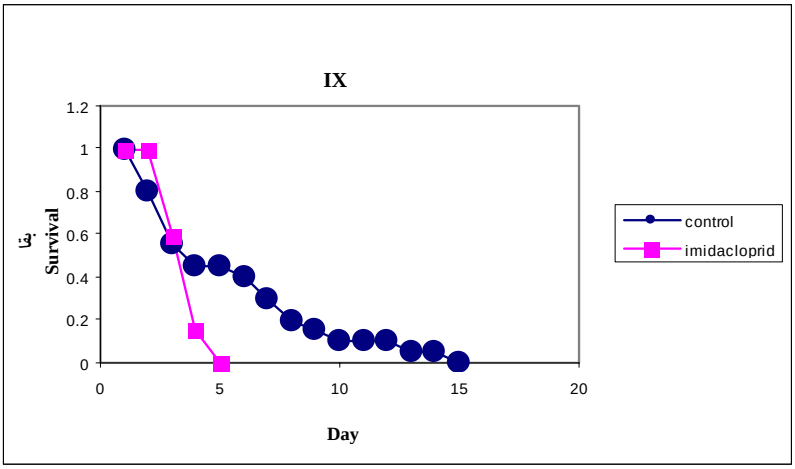
جدول ۳- اثر حشره کش ایمیداکلوپراید روی پارامترهای طول عمر و باروری کل نتاج حاصل در شته جالیز

Table 3- Effects of imidacloprid on the longevity and total fecundity in adults of *A. gossypii* compared with control

Fecundity (Mean ± SE)	Longevity (Mean ± SE)	Treatment
18.3 ± 4.69 a	5.7 ± 0.88 a	Control
2.4 ± 0.49 b	2.75 ± 0.16 b	Imidacloprid

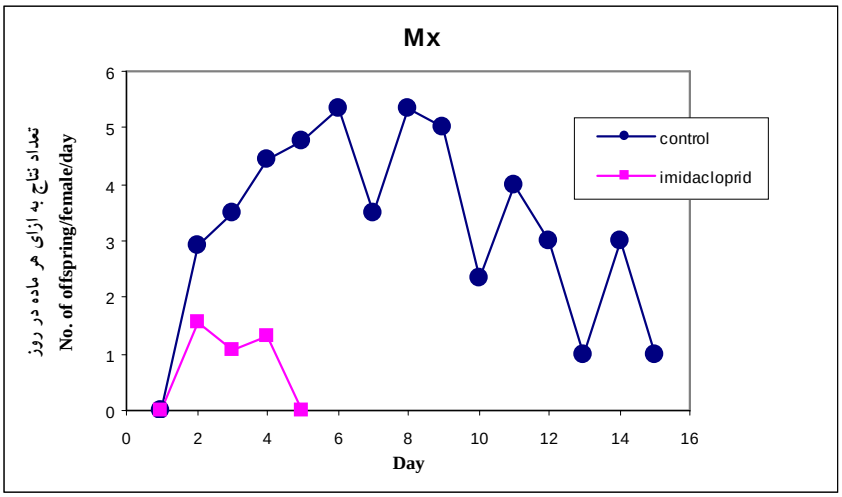
میانگین داخل ستون‌ها با حروف مختلف در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار دارند (t-test, P < 0.05).

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (t-test, P < 0.05).



شکل ۱– مقایسه اثر زیرکشندگی حشره‌کش ایمیداکلوپراید روی بقاء حشرات کامل شته جالیز در مقایسه با شاهد

Fig. 1- Sublethal effects of imidacloprid on the survival of *A. gossypii* compared with control



شکل ۲– مقایسه اثر زیرکشندگی حشره‌کش ایمیداکلوپراید روی تعداد نتاج ماده تولید شده بازاء هر فرد در روز در حشرات کامل شته جالیز در مقایسه با شاهد

Fig. 2- Sublethal effects of imidaclopride on the number of nymph/female/day of *A. gossypii* compared with control

سپاسگزاری

بـدین وسـیله از جنـاب آقـای مهنـدس وحیـد حسـینی نـوه بـه سـبب راهنمـایی‌هـا و مساعدت‌های ارزشمندشان و نیز از معاونت پژوهشی دانشگاه تهران که انجـام ایـن تحقیـق بـا مساعدت‌های مالی ایشان انجام شده است تشکر و قدردانی می‌شود.

نشانی نگارندگان: مهندس شادیه گرامی، دکتر خلیل طالبی جهرمی، دکتر احمد عاشـوری و دکتر غلامرضا رسولیان، دانشگاه تهران، دانشـکده کشـاورزی، گـروه گیاهپزشـکی، صـندوق پستی ۴۱۱۱، تهران، ایران؛ دکتر احمد حیدری، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشـکی کشـور، بخـش تحقیقات آفتکش‌ها، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران ۱۹۳۹۵، ایران.