

تأثیر حشره کش های گیاهی، تنداکسیر® و پالیزین®، روی شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* L. در شرایط آزمایشگاهی

فاطمه رماسی^۱، حسنعلی واحدی^{۲*}، ناصر معینی نقده^۳ و محمد محمودوند^۴

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد حشره شناسی، گروه گیاه پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
- ۲- *نویسنده مسوول: دانشیار، گروه گیاه پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران (Vnassah@yahoo.com)
- ۳- استادیار، گروه گیاه پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
- ۴- استادیار سابق، گروه گیاه پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۴/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۸

چکیده

کلزا (*Brassica napus* L. (Brassicaceae) گیاهی با دانه های سرشار از روغن در سطح گسترده ای از جهان کشت می شود. شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* L. از آفات مهم کلزا است. با توجه به اهمیت سلامت انسان و حفظ محیط زیست، کاهش مصرف سموم شیمیایی در برنامه مهار آفت امری ضروری است. بنابراین، اثرزیرکشنده گیاهی حشره کش های گیاهی پالیزین® و تنداکسیر® روی پراسنجه های جدول زندگی شته کلم با استفاده از روش غوطه ورسازی برگ حاوی شته مورد بررسی قرار گرفت. به علاوه، سمیت حشره کش ها روی پوره های سن اول شته کلم مطالعه شد. برای بررسی اثر زیرکشنده حشره کش ها روی شته از غلظت های ۱۸۴۳/۹۹ و ۱۶۲۷/۰۲ میلی گرم برلیتر (LC₃₀) به ترتیب برای تنداکسیر® و پالیزین® استفاده شد. آزمایش ها در دمای ۲۵±۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۰±۵ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (تاریکی: روشنائی) انجام شدند. مقادیر LC₅₀ تنداکسیر® و پالیزین® به ترتیب ۲۳۳۱/۵۲ و ۲۱۹۰/۶۰ میلی گرم بر لیتر برآورد شد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (*r*) برای شاهد ۰/۲۷±۰/۰۳، پالیزین® ۰/۲۱±۰/۰۰۸ و تنداکسیر® ۰/۲±۰/۰۰۷ بر روز به دست آمد. نرخ خالص تولیدمثل و نرخ ذاتی تولیدمثل در هر دو تیمار حشره کش در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت. افزایش نسبی در میزان مرگ و میر ذاتی جمعیت شته های تیمار شده با حشره کش ها مشاهده شد. میانگین زمان تولید و زمان دو برابر شدن نیز در جمعیت تیمار شده با حشره کش ها کمتر از گروه شاهد بود. کاهش معنی داری در میانگین تعداد پوره های تولید شده در هر شته ی ماده نسبت به شاهد مشاهده شد. میانگین طول عمر ماده های بالغ در شاهد با تیمارهای حشره کش ها تفاوت معنی داری داشت. همه ی آماره های جدول زندگی شته های تیمار شده با LC₃₀ حشره کش های پالیزین® و تنداکسیر® در مقایسه با شاهد، به طور منفی تحت تأثیر قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش می تواند گامی جهت استفاده کاربردی از ترکیبات گیاهی و به عنوان جایگزینی مناسب برای حشره کش های شیمیایی باشد. با انجام آزمایش های تکمیلی می توان از این ترکیبات گیاهی جهت کنترل شته مومی کلم در مزرعه بهره برد.

کلیدواژه ها: شته، پراسنجه های های رشد جمعیت، حشره کش های گیاهی، اثرزیرکشنده

مقدمه

در حال حاضر، حدود ۹۰ درصد از روغن نباتی مورد نیاز در کشور از طریق واردات تأمین می شود (Mohajer, 2018). به همین خاطر توسعه کشت گیاه کلزا (*Brassica napus* L. (Brassicaceae)) در برنامه های خود کفایی کشور مورد اهمیت قرار گرفته است. این محصول با داشتن ویژگی های زراعی مناسب به ویژه امکان کشت پاییزه و همچنین کیفیت مطلوب روغن در ارقام اصلاح شده می تواند گزینه مناسبی برای تأمین روغن باشد (Abdolrahmani, 2003). در سال های اخیر سطح زیر کشت کلزا در کشور افزایش چشم گیری داشته است، که این افزایش در اکوسیستم های زراعی باعث ایجاد شرایط مساعد برای فعالیت آفات این گیاه شده است. این گیاه از سوی آفت مختلفی مورد حمله قرار می گیرد که از میان آن ها به شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* L. (Hemi.: Aphididae)) می توان اشاره کرد که از آفات مهم مزارع کلزا محسوب می شود (Khajehzadeh et al., 2010). افشار در سال ۱۳۱۷ این شته را برای اولین بار در ایران گزارش کرد و در حال حاضر در تمام نواحی ایران به ویژه در مناطق شمالی و مرکزی، همدان، کردستان و کرمانشاه روی کلزا فعال بوده و ایجاد خسارت می کند (Khanjani, 2005). شته ها با مکیدن شیر گیاهی از برگ، ساقه و مخصوصاً بافت های جوان گیاه کلزا، به طور مستقیم موجب ضعف عمومی، پیچش برگ ها، حالت کوتولگی و در نهایت کاهش عملکرد محصول می شوند (Kelm and Gadomski, 1995; Kelm et al., 1997). در خسارت غیر مستقیم، با تغذیه از شیر گیاه باعث انتقال بیماری های ویروسی می شوند (Ellis et al., 2000). هنوز هم استفاده از آفت کش های شیمیایی بیشترین کارایی را در کنترل شته ها دارد، اما استفاده غلیظ از آنها باعث بروز اثرات زیان آور روی موجودات غیر هدف و محیط زیست شده است (Furk and Hines, 1995; Saldo and Szpyrka, 2009).

کلزا گیاهی است با شهد و گرده فراوان که باعث جذب زنبورهای عسل می شود. علیرغم سودمندی کلزا برای زنبورهای عسل، مصرف آفت کش ها به ویژه همزمانی آنها با حداکثر فعالیت زنبورهای عسل با موثرترین زمان پاشش سم، مشکلات و ناهنجاری هایی را به بار می آورد (Esmaili et al., 2002). بنابراین برای حفظ و حمایت از حشرات مفید و دشمنان طبیعی شته ها، لازم است که از ترکیبی از روش های مدیریتی در غالب IPM استفاده می شود (Khajehzadeh, 2004). با توجه به این که سازمان های جهانی استفاده از سموم شیمیایی را محدود کرده اند و دنبال جایگزینی برای آنها هستند، لذا استفاده از حشره کش های کم خطر اهمیت پیدا کرده است (Koul and Dhaliwal, 2001; Regnault-Roger et al., 2005). دو آفت کش گیاهی شامل تنداکسیر® Tondexir با فرمولاسیون مایع غلیظ امولسیون شونده (EC)، حاوی عصاره ی فرآوری شده فلفل قرمز و پالیزین® Palizin با فرمولاسیون مایع غلیظ قابل حل در آب (SL)، حاوی صابون غلیظ روغن نارگیل (۶۰ تا ۷۰ درصد) به همراه عصاره نعنا و اکالیتوس برای محیط زیست و مصرف کنندگان بی خطر هستند و حساسیت دشمنان طبیعی به آنها گزارش نشده است. (Anonymous, 2009).

یکی از روش های رایج بررسی اثرات غیر کشندگی حشره کش ها، سم شناسی دموگرافیک می باشد که در این روش از پارامترهای جدول زندگی و رشدی جمعیت برای ارزیابی سمیت استفاده می کند (Stark and Banks, 2003). در مورد سمیت حشره کش های گیاهی روی آفات بررسی هایی انجام شده است. برای مثال، بررسی اثرات پالیزین® و تنداکسیر® در شرایط آزمایشگاهی روی شته زرد خزرهره *Aphis nerii* Boyer de Fonscolombe نشان داد که پالیزین® با غلظت های ۱/۵، ۲ و ۲/۵ در هزار پس از ۲۴ ساعت باعث تلفات ۱۰/۱۱، ۲۰/۲۷ و ۴۰/۱۶ درصدی و تنداکسیر® با غلظت های ۲ و ۳ در هزار باعث تلفات

و پس از شناسایی به منظور تشکیل کلنی روی گلدان های کلزا انتقال داده شد. شته مومی کلم تا سه نسل در شرایط آزمایشگاه تکثیر شد و سپس برای تشکیل شته های هم سن به منظور انجام آزمایش های زیست سنجی از حشرات بالغ بدون بال استفاده گردید.

حشره کش های مورد آزمایش:

حشره کش[®] Tondexir

ماده موثره تنداکسیر[®] ۸۵ درصد؛ روغن خوراکی محتوی اسانس فلفل قرمز تند است. این فرمولاسیون مایع غلیظ امولسیون شونده EC و ظاهر آن به صورت مایعی غلیظ با بو و رنگ قرمز و تند می باشد. تنداکسیر[®] قابل تعلیق در آب است و امولسیونی پایدار تشکیل می دهد. مقدار PH آن ۷-۷/۵ است (Anonymous, 2009). فرمولاسیون تجاری[®] Tondexir محصول شرکت کیمیا سبز آور در هشت غلظت ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۰۰۰، ۳۵۰۰ و ۴۰۰۰ میلی گرم برلیتر تهیه شد و برای آزمایش های زیست سنجی مورد استفاده قرار گرفت.

حشره کش[®] Palizin

ماده موثره پالیزین[®] ۶۵ درصد؛ صابون غلیظ روغن نارگیل (۶۰-۷۰٪) به همراه اسانس اکالپیتوس و نعناع است. این فرمولاسیون به صورت مایعی غلیظ و قابل حل در آب SL می باشد. ظاهر آن مایع غلیظی با بوی عصاره های گیاهی و رنگ سبز است. مقدار pH آن ۸/۵-۷/۵ می باشد (Anonymous, 2009). فرمولاسیون تجاری[®] Palizin محصول شرکت کیمیا سبز آور در شش غلظت ۷۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی گرم برلیتر تهیه شد و برای آزمایش های زیست سنجی مورد استفاده قرار گرفت.

آزمون های زیست سنجی

در ابتدا آزمایش های مقدماتی به منظور تعیین محدوده غلظت ها انجام شد و با مشخص شدن بالاترین و پایین ترین غلظت، غلظت های حد واسط انتخاب شدند. تنداکسیر در غلظت ۴۰۰۰ میلی گرم بر لیتر و پالیزین در

۷۱/۹۵ و ۹۴/۴۶ درصدی در جمعیت این شته شدند (Heydari et al., 2016). غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم برلیتر پالیزین[®] روی شته سیاه مرکبات *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) پس از گذشت ۷۲ ساعت باعث ۹۵ درصد تلفات در جمعیت این شته شد و در این مدت فقط ۱۰/۸ درصد تلفات در جمعیت پارازیتوئید این شته *Aphidius Colemani* Viereck ایجاد کرد. نتایج این تحقیق نشان دهنده اثربخشی خوب این حشره کش برای آفت و کم خطر بودن آن برای دشمنان طبیعی می باشد (Gholamzadeh-Chitgar and Pourmoradi, 2017). در تحقیق دیگری، سهرابی و همکاران در سال ۲۰۱۹ به بررسی اثر تنداکسیر[®] و پالیزین[®] روی لارو *Galleria mellonella* (L.) پرداختند و آنها عنوان کردند که این دو حشره کش گیاهی قادر به کنترل این حشره آفت بوده و LC₅₀ پالیزین[®] و تنداکسیر[®] را برای این آفت به ترتیب ۷۳۶ و ۱۸۶۸ میلی گرم برلیتر اعلام کردند (Sohrabi et al., 2019).

بررسی اثرات زیرکشنده گی آفت کش ها روی شته کلم اهمیت قابل ملاحظه ای در انتخاب آفت کش مناسب در مدیریت این آفت دارد (Hosseini et al., 2020) و بررسی کارایی آفت کش، به ویژه آفت کش های انتخابی که دارای کمترین اثر روی دشمنان طبیعی آفت (Stark and Bamfo, 2002) و محیط زیست هستند، مهم و ضروری به نظر می رسد. لذا در این پژوهش اثرات زیرکشنده گی دو ترکیب پالیزین[®] و تنداکسیر[®] به عنوان ترکیبات ایمن و انتخابی روی پارامترهای رشد جمعیت شته مومی کلم بررسی شد.

مواد و روش ها

مطالعات آزمایشگاهی

پرورش شته مومی کلم

جمعیت اولیه شته مومی کلم از مزارع سمپاشی نشده ی کلزای موجود در اسلام آباد غرب جمع آوری شد

غلظت ۳۰۰۰ میلی گرم بر لیتر باعث ایجاد تلفات ۸۹ و ۹۰ درصدی این آفت شده است. در مجموع شش غلظت به همراه یک شاهد برای هر آفت کش انتخاب شد. با توجه به نحوه تأثیر آفت کش ها (تماسی) از روش غوطه وری برگ های حاوی شته استفاده شد. پس از مشخص شدن غلظت ها در آزمایش مقدماتی، دیسک های برگ (قطر ۵ سانتی متر) محتوی پوره سن یک شته در غلظت های مختلف آفت کش ها به مدت ۵ ثانیه فرو برده و پس از آن به مدت یک ساعت در محیط قرار داده شدند و با توری ارگانزا پوشانده شدند تا خشک شوند. برای تیمار شاهد از آب مقطر و توین ۸۰ استفاده شد. پس از خشک شدن، درپوش پتری که به منظور تهویه دارای دریچه می باشد، روی آن قرار داده شد و با پارافیلیم بسته شد. پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت میزان تلفات شمارش و ثبت شد. واحدهای آزمایشی در ژرمیناتور در دمای 25 ± 5 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 70 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) نگهداری شدند. برای اطمینان از مرگ و میر شته ها آنها را با استفاده از یک قلم موی ظریف لمس کرده و در صورت عدم واکنش، مرده محسوب شدند.

برآورد آماره های جدول زندگی

برای مطالعه شاخص های زیستی و آماره های جمعیت پایدار شته مومی کلم به گروهی از شته های هم سن نیاز است. برای این منظور ابتدا تعداد ۱۰ الی ۲۰ عدد شته ی بالغ بکرزا برای پوره زایی و تشکیل کوهورت روی تعدادی بوته ی کلزا رهاسازی شد و پس از گذشت ۱۲ الی ۲۴ ساعت، حشرات بالغ از روی بوته ها حذف و از بین پوره های سن یک حاصله که همگی کمتر از یک روز عمر داشتند، تعداد حداقل ۱۰۰ پوره سن یک (برای هر تیمار) انتخاب و جهت مطالعه آماره های جدول زندگی استفاده شدند. برای برآورد شاخص های زیستی و آماره های جمعیت پایدار شته مومی کلم و بررسی اثرات زیرکشنده گی آفت کش های تنداکسیر® و پالیزین® روی آماره های زیستی این شته، ابتدا برگ های محتوی

شته در محلول هایی با غلظت LC_{30} آفت کش ها به مدت پنج ثانیه غوطه ور شدند و ۱۲۰ دقیقه در محیط قرار داده شدند تا خشک شوند. در تیمار شاهد نیز از آب مقطر و توین ۸۰ استفاده گردید. پس از خشک شدن قطرات حشره کش، هریک از پوره های سن یک کوهورت به صورت جداگانه روی هر برگ در داخل یک قفس برگ (قطر ۷ سانتی متر) رهاسازی شده و روند تغییرات رشد و نمو هریک از آنها به صورت روزانه مشاهده و ثبت گردید. پس از ظهور شته ی بالغ، روند پوره زایی آنها در هر روز بررسی و تعداد پوره های مربوط به هر شته ی بالغ ثبت گردید. این رویه تا زمان مرگ آخرین فرد کوهورت ادامه یافت.

تجزیه و تحلیل داده ها

مقدار غلظت های کشنده و زیر کشنده و حدود اطمینان ۹۵ درصد به روش پرویت و توسط نرم افزار SPSS 20.0 محاسبه شد. (Corporation, 2013).

آماره های جدول زندگی

داده های جدول زندگی با استفاده از روش جدول زندگی سنی-مرحله ای دوجنسی^۱ (Chi and Liu, 1985; Goodman, 1982; Huang and Chi, 2012) و در نرم افزار TWOSEX-MSChart تجزیه و تحلیل شد (Chi, 2019). نرخ زنده ماندنی ویژه سنی-مرحله ای (S_{xj}) (x سن و j مرحله زیستی)، زادآوری ویژه ی سنی-مرحله ای ویژه (f_{xj}) ، نرخ زنده ماندنی ویژه سنی (l_x) ، نرخ زادآوری (m_x) و پارامترهای اصلی جمعیت شامل: نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ خالص تولید مثل (R_0) ، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) ، میانگین مدت زمان یک نسل (T) و نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) می باشند.

نرخ بقای ویژه سنی و باروری ویژه سنی طبق معادله ۱ و ۲ محاسبه شد (Chi and Liu, 1985).

$$l_x = \sum_{j=1}^{\beta} S_{xj} \quad \text{معادله ۱:}$$

همکاران (2014a, b)، ارزش تولید مثل سنی - مرحله ای طبق معادله ۱۰ محاسبه می شود:

معادله ۱۰:

$$V_{xj} = \frac{e^{r(x+1)}}{S_{xj}} \sum_{i=x}^{\infty} e^{-r(i+1)} \sum_{j=y}^n S'_{iy} f_{iy}$$

خطاهای استاندارد دوره رشدی، طول عمر، باروری و آماره های جمعیتی بر اساس روش بوت استرپ محاسبه و پراسنجه های آماری (واریانس، مقایسه میانگین و خطای استاندارد) بر اساس فاصله ی اطمینان میانگین تفاوت ها (CI) از روش بوت استرپ جفت شده^۱ در نرم افزار آماری (2019) TWOSEX-MSChart انجام شد (Huang and Chi, 2012).

نتایج

سمیت حشره کش ها روی شته مومی کلم

نتایج حاصل از آزمایش های زیست سنجی دو حشره کش تنداکسیر و پالیزین در جدول ۱ آورده شده است. این نتایج نشان دهنده ی اثر هر دو حشره کش روی پوره های سن یک شته مومی کلم می باشد. میزان غلظت کشنده (LC₅₀) برای حشره کش های تنداکسیر[®] و پالیزین[®] به ترتیب ۲۳۳۱/۵۲ و ۲۱۹۰/۶۰ میلی گرم برلیتر و میزان غلظت زیر کشنده ی (LC₃₀) به ترتیب ۱۸۴۳/۹۹ و ۱۶۲۷/۰۲ میلی گرم برلیتر بدست آمد.

اثر زیر کشندگی تنداکسیر[®] و پالیزین[®] روی طول دوره های زیستی و پراسنجه های جدول زندگی شته مومی کلم *B. brassicae*

نتایج مقایسه آماری داده ها به روش بوت استرپ جفتی نشان داد که طول دوره رشدی قبل از بلوغ تحت تأثیر تنداکسیر و پالیزین کاهش معنی داری نسبت به شاهد نشان داد و بین تیمارهای پالیزین و تنداکسیر هم تفاوت معنی دار وجود دارد. طول کل دوره زندگی و طول عمر حشرات بالغ تحت تأثیر هر دو حشره کش به شدت کاهش

$$m_x = \frac{\sum_{j=1}^{\beta} S_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^{\beta} S_{xj}} \quad \text{معادله ۲:}$$

در اینجا β نشان دهنده تعداد مراحل زیستی است.

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\delta} l_x \cdot m_x \quad \text{معادله ۳:}$$

نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، میانگین تعداد نتاجی است که هر فرد طی طول دوره زندگی می تواند تولید کند.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت براساس فرمول Euler-Lotka به روش زیر محاسبه شد:

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1 \quad \text{معادله ۴:}$$

در اینجا سن از $x=0$ در نظر گرفته شده است (Goodman, 1982). سن صفر برای تخم تازه گذاشته شده است.

نرخ متناهی افزایش جمعیت هم طبق معادله ۵ محاسبه گردید:

$$\lambda = e^r \quad \text{معادله ۵:}$$

معادله ۶: میانگین مدت زمان یک نسل

$$T = \frac{\ln(R_0)}{r} \quad \text{معادله ۶:}$$

معادله ۷: نرخ ناخالص تولید مثل $GRR = \sum_{x=0}^{\infty} m_x$

$$e_x = \frac{T_x}{l_x} \quad \text{معادله ۸: امید به زندگی}$$

معادله ۹: امید به زندگی سنی - مرحله ای

$$e_{xj} = \sum_{i=x}^{\infty} \sum_{j=y}^n S'_{ij}$$

امید به زندگی سنی - مرحله ای (e_{xj})، طول زمانی است که انتظار می رود هر فرد در سن x و مرحله زیستی j ، زنده بماند که در آن S'_{ij} احتمال اینکه هر فرد در سن x و مرحله زیستی j ، زنده مانده و به سن j و مرحله زیستی y برسد، می باشد با فرض این که $S_{xj}=1$ باشد (Chi and Su, 2006).

براساس روش (Fisher, 1999)، ارزش تولیدمثلی سنی - مرحله ای V_{xj} ، مشارکت هر یک از افراد در سن x و مرحله زیستی j ، برای تشکیل جمعیت آینده است. براساس روش (Huang and Chi (2012) و Tuan و

جدول ۱- سمیت تنداکسیر® و پالیزین® روی پوره های سن اول شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* پس از ۴۸ ساعت

Table 1. Toxicity of Tondaxir® and Palizin® against 1st instar nymphs of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* after 48 hours

Insecticide	Number	LC ₃₀ (95% FL)	LC ₅₀ (95% FL)	LC ₉₀ (95% FL)	Slope± SE	χ^2	df	P value
tondaxir®	320	1843.99 (997.69-2283.81)	2231.52 (1598.52-2720.77)	4136.40 (3556.36-5936.24)	1.27±5.15	1.83	6	0.87
Palizin®	240	1627.02 (282.92-2138.22)	2190.60 (953.99-2668.96)	4531.45 (2469.68-24600.98)	1.59±4.06	0.45	۴	0.93

Lethal concentrations (ppm) and 95% fiducial limits (FL) were estimated using logistic regression (SPSS 20.0)

نمودار نرخ بقای ویژه سنی *B. brassicae* در تیمارهای شاهد، تنداکسیر® و پالیزین® در شکل ۱ آورده شده است. بر اساس نتایج ۴۸ ساعت پس از شروع آزمایش نسبت افراد زنده‌ی جمعیت در تیمارهای شاهد، تنداکسیر® و پالیزین® به ترتیب ۹۷، ۷۴ و ۷۰ درصد بوده که این میزان از تلفات در تیمارهای حشره‌کش‌ها رخ داده است. مرگ آخرین افراد در تیمارهای شاهد، تنداکسیر® و پالیزین® به ترتیب در روزهای ۳۲، ۲۲ و ۲۳ اتفاق افتاده که نشان دهنده مرگ زودرس و کاهش زمان حضور آفت در حضور هر دو حشره‌کش می‌باشد و بیانگر کنترل‌کنندگی خوب هردو حشره‌کش در این غلظت است.

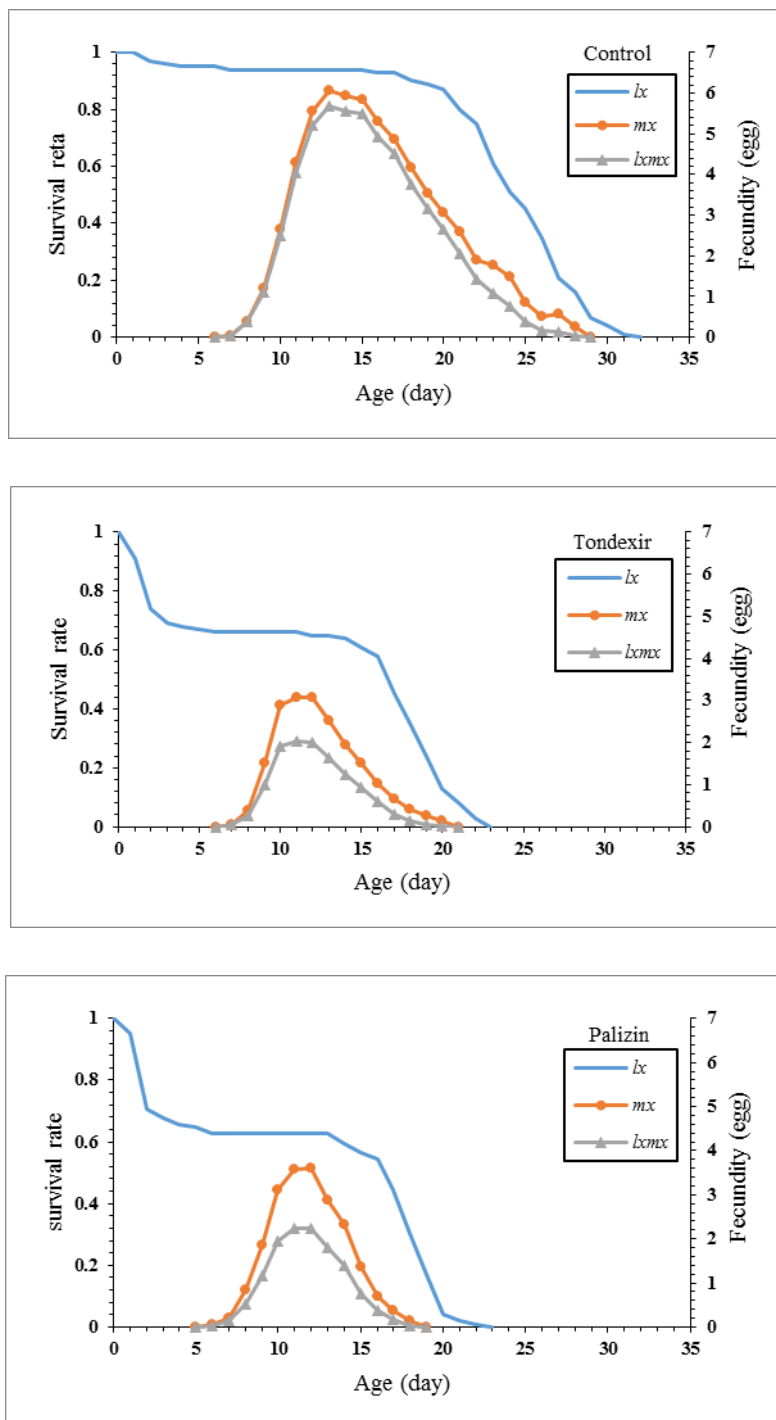
معنی‌داری نسبت به شاهد پیدا کرد اما بین تیمارها با هم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. طول دوره قبل از تخم‌ریزی در هر دو تیمار نسبت به شاهد افزایش یافت که این تفاوت معنی‌دار بوده. اما طول کل دوره قبل از تخم‌ریزی در هردو تیمار نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد. بین تیمارها هم تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. باروری تحت تأثیر هر دو حشره‌کش به شدت کاهش پیدا کرد که این کاهش در حشره‌کش تنداکسیر® بیشتر بوده، اما بین دو تیمار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).
نرخ بقا (I_x) این آماره نشان‌دهنده احتمال زنده‌مانی یک فرد از تولد تا شروع سن x می‌باشد به عبارتی نسبت افرادی از جمعیت که تا سن x زنده مانده‌اند.

جدول ۲- میانگین طول دوره رشد و نمو ($\pm$ SE) مراحل مختلف زیستی *Brevicoryne brassicae* در معرض قرار گرفته با LC_{30} تنداکسیر® و پالیزین® در مقایسه با تیمار شاهد

Table 2. Average developmental time ($\pm$ SE) of different biological stages of *Brevicoryne brassicae* exposed to LC_{30} of Tondexir® and Palizin® in comparison with control

Biological stage and period (days)	Control	Tondaxir®	Palizin®
First nymphal instar	1.49 $\pm$ 0.05 ^a	1.09 $\pm$ 0.03 ^b	1.18 $\pm$ 0.04 ^b
Second nymphal instar	1.61 $\pm$ 0.05 ^a	1.17 $\pm$ 0.04 ^b	1.29 $\pm$ 0.05 ^b
Third nymphal instar	1.79 $\pm$ 0.04 ^a	1.71 $\pm$ 0.06 ^b	1.35 $\pm$ 0.06 ^b
Fourth nymphal instar	2.32 $\pm$ 0.04 ^a	1.95 $\pm$ 0.03 ^a	1.52 $\pm$ 0.06 ^c
Pre-adult	7.24 $\pm$ 1.04 ^a	5.91 $\pm$ 0.07 ^b	5.42 $\pm$ 0.11 ^c
Adult	17.78 $\pm$ 0.31 ^a	12.77 $\pm$ 0.26 ^b	12.89 $\pm$ 0.22 ^b
Longevity	25.02 $\pm$ 0.24 ^a	18.68 $\pm$ 0.28 ^b	18.31 $\pm$ 0.24 ^b
Fecundity (offspring/female)	58.65 $\pm$ 1.44 ^a	18.41 $\pm$ 1.05 ^b	20.5 $\pm$ 1.02 ^b
Reproduction period	12.18 $\pm$ 0.28 ^a	6.52 $\pm$ 0.25 ^b	6.73 $\pm$ 0.21 ^b
APOP	3.23 $\pm$ 0.1 ^a	3.73 $\pm$ 0.11 ^b	3.69 $\pm$ 0.1 ^b
TPOP	10.48 $\pm$ 0.15 ^a	9.64 $\pm$ 0.12 ^b	9.11 $\pm$ 0.15 ^c

Different letters in each row indicate a significant difference between treatments (Paired bootstrap test, $P < 0.05$) APOP: Adult Preoviposition Period; TPOP: Total Preoviposition Period



شکل ۱- منحنی بقای ویژه سنی (l_x)، باروری ویژه سنی (m_x) و زایش ویژه سنی ($l_x m_x$) شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* تیمار شده با LC₃₀ تنداکسیر® و پالیزین® در مقایسه با شاهد

Figure 1. Age-specific survival curve (l_x), age-specific fertility (m_x) and age-specific maternity ($l_x m_x$) of *Brevicoryne brassicae* treated with LC₃₀ of Tondexir® and Palizin® in comparison with control

به ترتیب در روزهای ۷، ۶ و ۶ رخ داده است. مرگ آخرین افراد مورد آزمایش در تیمارهای شاهد، تنداکسیر[®] و پالیزین[®] به ترتیب در روزهای ۳۳، ۲۲ و ۲۴ اتفاق افتاد. در هر دو تیمار حشره کش ها، بیش از ۶۰ درصد پوره ها به سن بلوغ رسیدند و بیشترین درصد تلفات مربوط به تیمار پالیزین[®] بوده است. با حفظ همان ترتیب قبلی درصد پوره هایی که به سن بلوغ رسیدند ۹۴، ۶۶ و ۶۲ درصد بوده است.

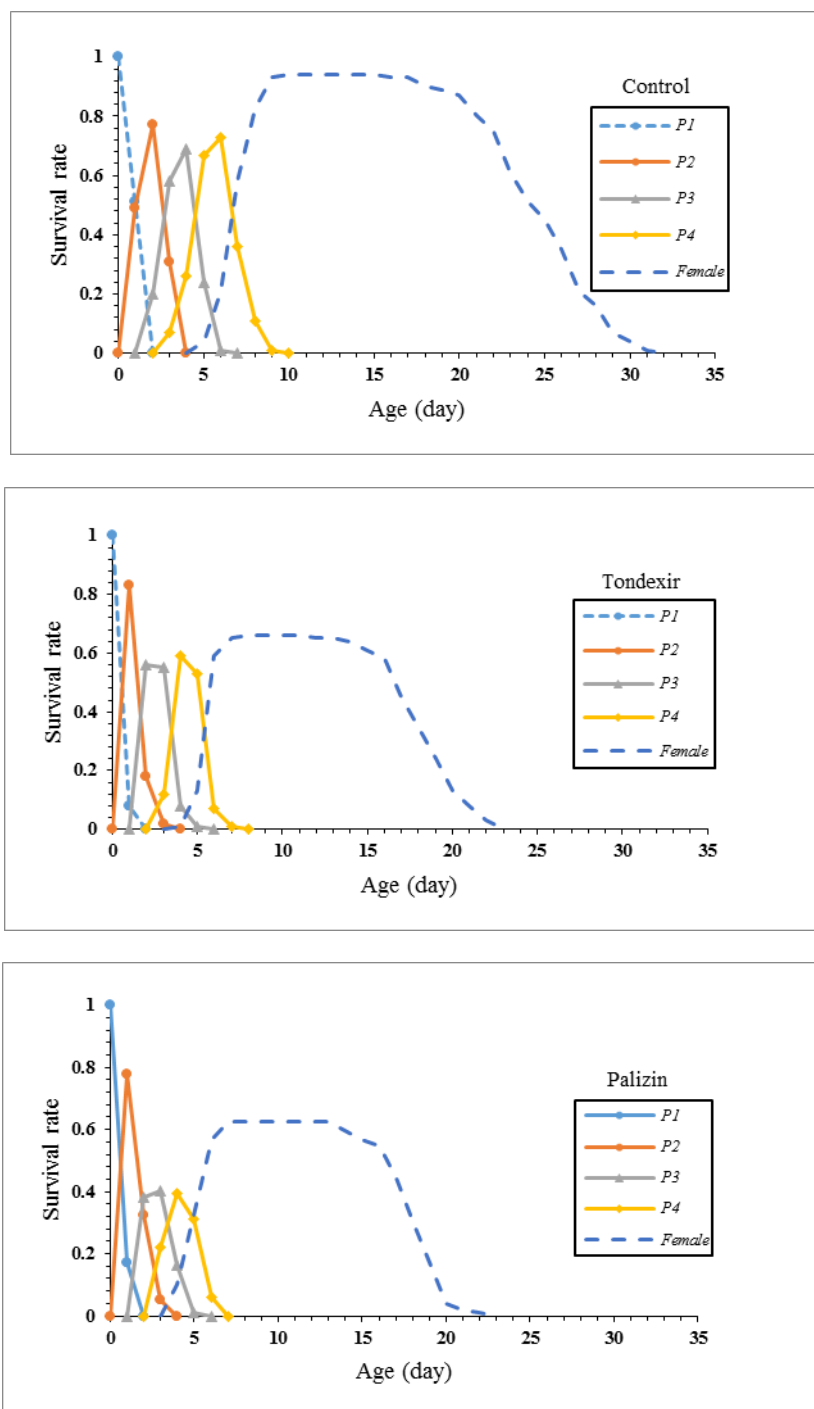
شاخص امید به زندگی (e_x) بیان کننده میانیگین تعداد روزهای باقی مانده تا پایان عمر افراد زنده ی واقع در سن x در یک جمعیت است. به عبارت دیگر نشان می دهد که افراد زنده ی واقع در هر سن، به صورت میانیگین تا چند روز دیگر می توانند توقع زنده ماندن داشته باشند (Chi and Liu, 1985). منحنی امید به زندگی شته مومی کلم در شکل ۳ آورده شده است. بررسی این منحنی ها نشان داد که حشره کش های تنداکسیر[®] و پالیزین[®] تقریباً به یک میزان باعث کاهش امید به زندگی در شته ها شدند. به طوریکه امید به زندگی در روز اول شروع آزمایش در تیمارهای شاهد، تنداکسیر[®] و پالیزین[®] به ترتیب ۲۳/۷۲، ۱۳/۰۶ و ۱۲/۳۴ روز بوده است. روند تغییرات امید به زندگی در تیمارهای حشره کش ها تا حدود زیادی مشابه بوده و با روند مشابهی تا پایان عمر کاهش یافته است.

امید به زندگی سنی-مرحله ای (e_{xj}) بیانگر تعداد روزهای باقی مانده ی عمر افراد زنده در هر سن x و هر مرحله زیستی j تا پایان عمر افراد متعلق به آن سن و آن مرحله می باشد. منحنی های این آماره در شکل ۴ آورده شده است. هر دو حشره کش تنداکسیر و پالیزین باعث کاهش امید به زندگی سنی مرحله ای شده اند به طوری که اگر به عنوان مثال روز دهم پس از شروع آزمایش را در نظر بگیریم (در حشرات بالغ) به ترتیب در تیمارهای شاهد، تنداکسیر[®] و پالیزین[®] ۱۵/۰۲، ۸/۶۸ و ۸/۳۰ روز تا پایان زندگی افراد باقی مانده است.

نرخ بقا ویژه سنی (m_x) بیانگر تعداد افراد تولید شده به ازای هر فرد در سن x می باشد. با توجه به منحنی های نرخ باروری ویژه سنی m_x در شکل ۱ می توان دریافت که حداکثر میزان پوره تولید شده توسط هر فرد ماده تحت تأثیر هردو حشره کش کاهش یافته به طوری که مقادیر این آماره به ترتیب در تیمارهای شاهد، تنداکسیر و پالیزین، ۶، ۳ و ۳/۵ پوره به ازای هر فرد ماده در هر روز بوده است. طول دوره پوره زایی هم تحت تأثیر هردو حشره کش کاهش شدیدی نشان داد. طول این دوره ۱۲/۱، ۶/۵ و ۶/۷ روز (به ترتیب در تیمارهای شاهد، تنداکسیر و پالیزین) بود. همچنین هر دو حشره کش باعث تأخیر در شروع پوره زایی در شته مومی کلم شدند. روند پوره زایی در هردو تیمار حشره کش ها تا حدودی مشابه بوده است.

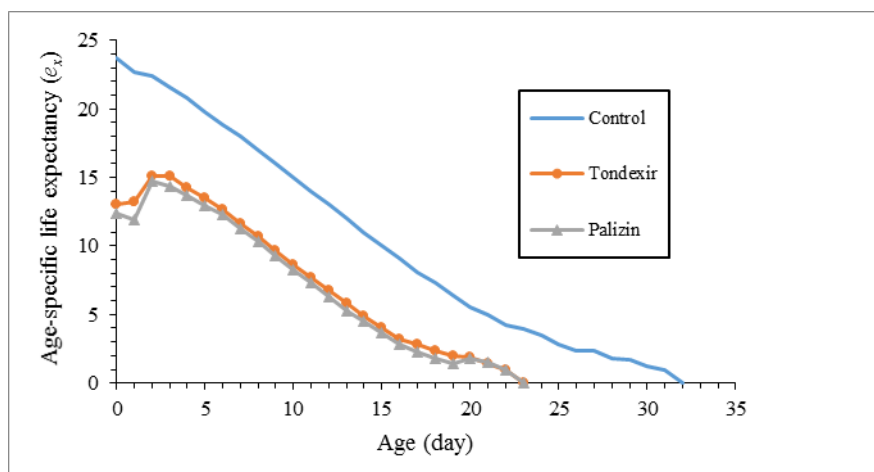
هدف از تلفیق باروری و بقا^۱ مشخص نمودن تعداد افراد اضافه شده به جمعیت با در نظر گرفتن افراد از بین رفته در هر روز است. با استفاده از این منحنی پتانسیل آفت برای افزایش جمعیت در چه روزی مشخص خواهد شد و این نشان دهنده زمان مناسب برای کنترل و مدیریت آن است. با توجه به منحنی زایش ویژه سنی ($l_x m_x$) که در شکل ۱ آورده شده است، می توان دریافت که نقطه اوج منحنی در تیمارهای شاهد، تنداکسیر و پالیزین به ترتیب ۵/۶، ۲ و ۲/۲ بوده که در روزهای ۱۶، ۱۴ و ۱۵ رخ داده است. که نشان دهنده ی کاهش قابل ملاحظه مقدار زادوولد در تیمارهای حشره کش نسبت به شاهد می باشد.

نرخ بقای ویژه سنی، احتمال زنده ماندن یک فرد جدید از جمعیت تا سن x و مرحله زیستی j است. به عبارت دیگر، نسبت افراد زنده در هر مرحله زیستی و در هر گروه سنی می باشد. دلیل تداخل بین منحنی های مراحل زیستی مختلف، نرخ رشد متفاوت در بین افراد سنین مختلف است. در شکل ۲، منحنی های نرخ بقای ویژه سنی-مرحله ای (S_{xj}) شته مومی کلم در تیمارهای شاهد، تنداکسیر و پالیزین نشان داده شده است. بر این اساس ظهور افراد بالغ در تیمارهای شاهد، تنداکسیر[®] و پالیزین[®]



شکل ۲- منحنی بقای ویژه سنی-مرحله‌ای (S_{xi}) شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* تیمار شده با LC_{30} تنداکسیر® و پالیزین® در مقایسه با شاهد

Figure 2. Age-specific survival curve (S_{xi}) of *Brevicoryne brassicae* treated with LC_{30} of Tondexir® and Palizin® in comparison with control. (p_1 : nymph₁, p_2 : nymph₂, p_3 : nymph₃, p_4 : nymph₄)



شکل ۳- منحنی امید به زندگی (e_x) شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* تیمار شده با LC_{30} تنداکسیر® و پالیزین® در مقایسه با شاهد
Figure 3. Life expectancy curve (e_x) of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* treated with LC_{30} of Tondexir® and Palizin® in comparison with control

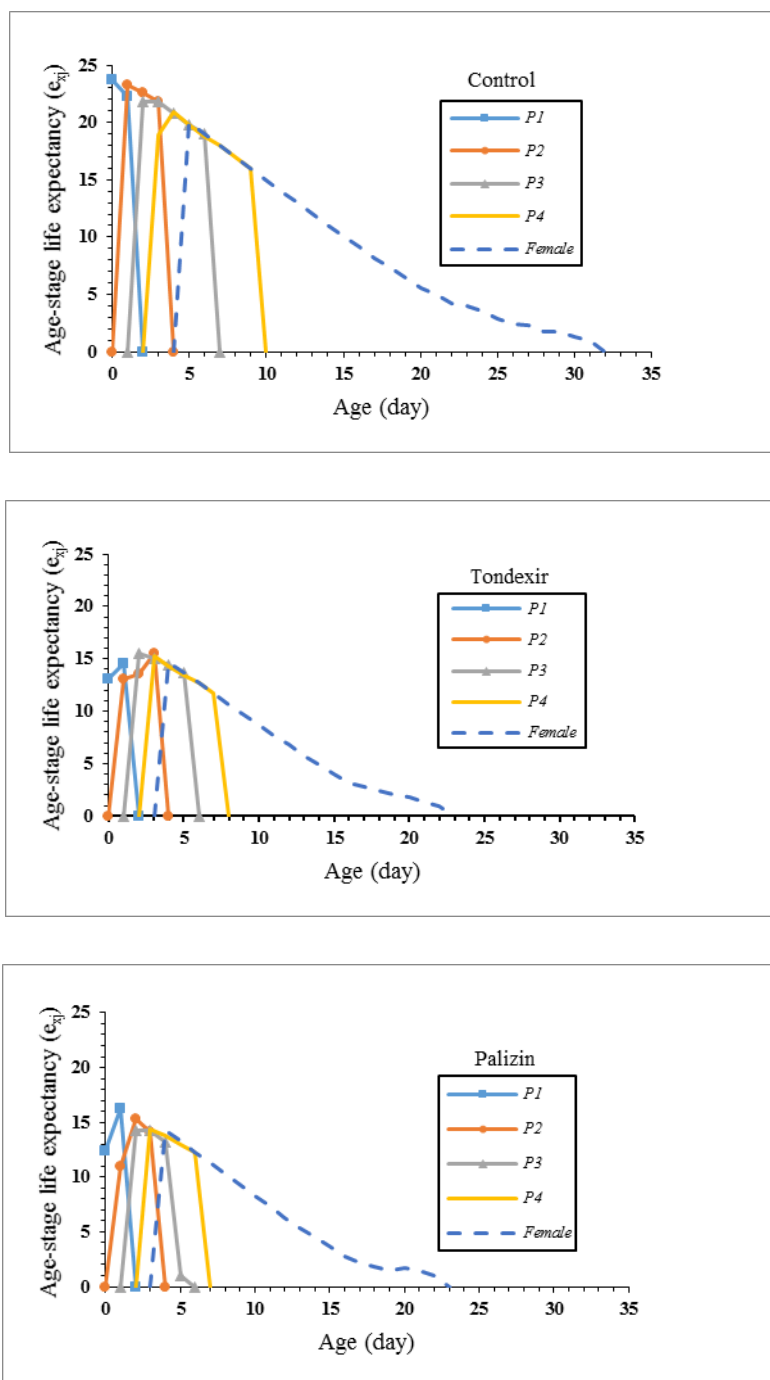
حشرات است و از آن به عنوان خلاصه‌ی زیست‌شناسی یک حشره نام می‌برند (Chi and Liu, 1985). بر اساس نتایج بدست آمده مطابق جدول ۳، بالاترین مقدار بدست آمده برای نرخ ذاتی افزایش جمعیت، مربوط به تیمار شاهد بوده و استفاده از حشره‌کش‌های تنداکسیر® و پالیزین® باعث کاهش معنی‌دار این آماره شده است. دلیل کاهش مقدار این آماره کاهش باروری و بقای شته مومی کلم بوده است. بین دو تیمار تنداکسیر® و پالیزین® تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما مقدار r در تیمار پالیزین بیشتر از تنداکسیر بدست آمده است.

نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) نشان دهنده‌ی این است که جمعیت در هر روز نسبت به روز قبل چند برابر می‌گردد. مقادیر بدست آمده برای نرخ متناهی افزایش جمعیت در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس نتایج، جمعیت *B. brassicae* در تیمارهای شاهد، تنداکسیر® و پالیزین® به ترتیب $۱/۳۰ \pm ۰/۰۰۴$ ، $۱/۲۱ \pm ۰/۰۰۹$ و $۱/۲۳ \pm ۰/۰۱$ (بر روز) برآورد شده است. همان‌طور که گفته شد بالاترین مقدار این آماره مربوط به شاهد بوده که در تیمارهای سمی نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری مشاهده می‌شود، اما بین تیمارها باهم تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

ارزش تولید مثلی سنی-مرحله‌ای (V_{xj}) نشان‌دهنده میزان سهم هر فرد در سن x و مرحله زیستی j در ایجاد نسل بعد می‌باشد. شکل ۵- نشان دهنده‌ی منحنی‌های مربوط به این آماره است. نقطه اوج این منحنی در تیمارهای تنداکسیر و پالیزین به شدت نسبت به شاهد کاهش نشان داده که به ترتیب عبارتند از؛ $۲۱/۲۸$ ، $۱۰/۶۶$ و $۱۱/۵۸$ مربوط به روزهای ۱۲، ۱۰ و ۱۰ می‌باشد. همچنین مدت زمانی که حشره ماده ارزش تولیدمثلی داشته در تیمارهای سمی نسبت به شاهد کاهش یافته که در شاهد ۲۴ روز و در تیمارهای LC_{30} تنداکسیر و پالیزین به ترتیب ۱۷ و ۱۵ روز بوده است.

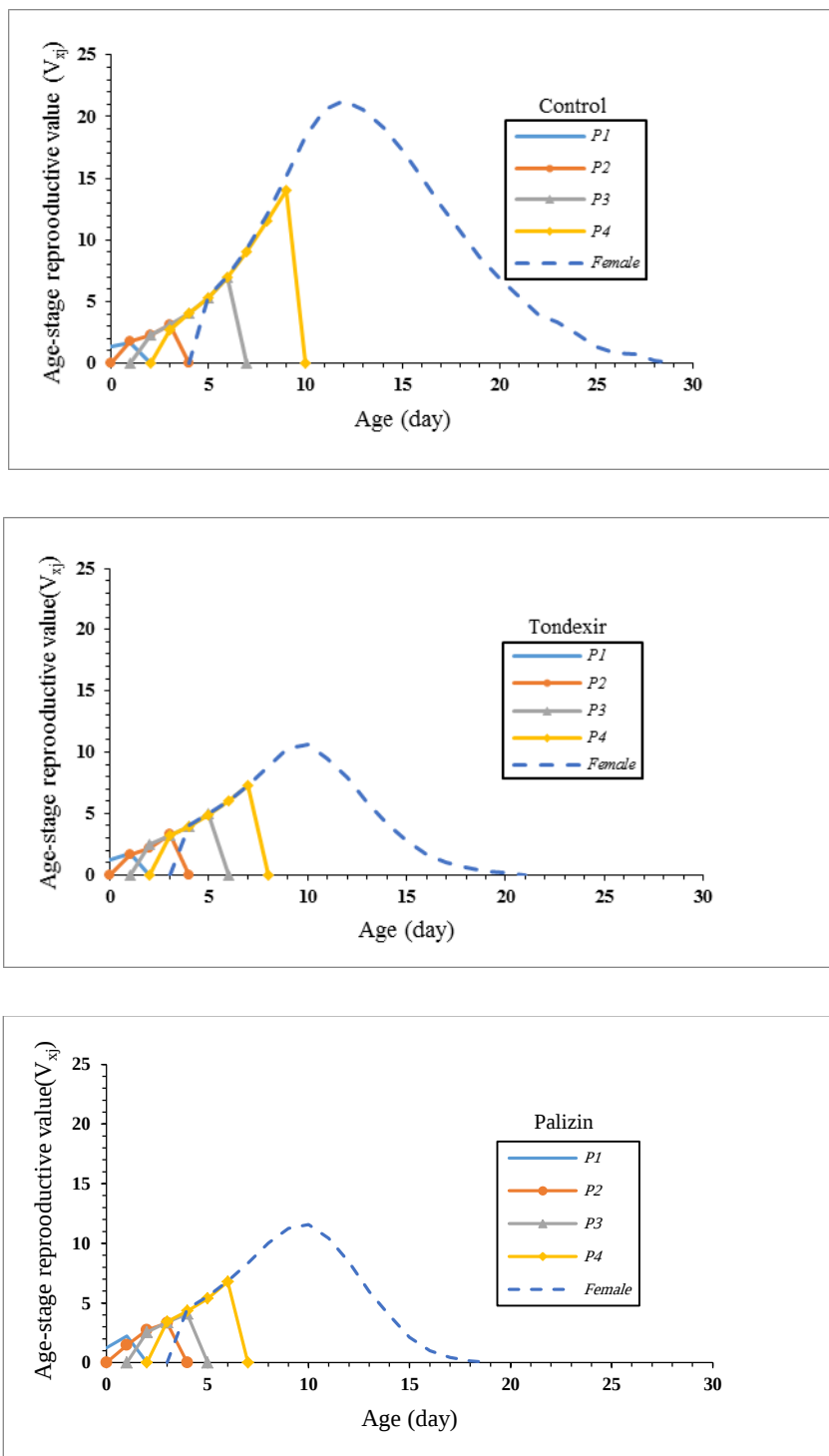
نتایج حاصل از محاسبه مقادیر آماره‌های مختلف رشد جمعیت در شته مومی کلم *B. brassicae* (نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت، نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ناخالص تولیدمثل و میانگین مدت زمان یک نسل) در تیمار شاهد و تیمارهای تنداکسیر و پالیزین در جدول ۳ آورده شده است.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نشان دهنده‌ی نرخ تغییرات جمعیت به ازای هر فرد از جمعیت در هر روز است و به عبارتی تفاوت بین نرخ مرگ و میر و نرخ زادآوری را نشان می‌دهد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت یکی از مهم‌ترین شاخص‌های زیستی و جمعیتی



شکل ۴- منحنی امید به زندگی سنی-مرحله ای (e_{xj}) شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* تیمار شده با LC_{30} تنداکسیر® و پالیزین® در مقایسه با شاهد

Figure 4. Age-stage life expectancy (e_{xj}) curve of *Brevicoryne brassicae* treated with LC_{30} of Tondexir® and Palizin® in comparison with control. (p_1 : nymph₁, p_2 : nymph₂, p_3 : nymph₃, p_4 : nymph₄)



شکل ۵- منحنی ارزش تولیدمثلی سنی-مرحله‌ای (V_{xj}) شته مومی کلم *B. brassicae* تیمار شده با LC_{30} تنداکسیر® و پالیزین® در مقایسه با شاهد

Figure 5. Age-stage reproduction value curve (v_{xj}) of cabbage wax aphid, *Brevicoryne brassicae* treated with LC_{30} of Tondexir® and Palizin® in comparison with control. (p_1 : nymph₁, p_2 : nymph₂, p_3 : nymph₃, p_4 : nymph₄)

جدول ۳- آماره های جدول زندگی (میانگین $\pm$ SE) شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* تیمار شده با LC₃₀ تنداکسیر® و پالیزین® در مقایسه با شاهد

Table 3. Life table statistics (mean $\pm$ SE) of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* treated with LC₃₀ of Tondexir® and Palizin® in comparison with control

Treatment	(r) (day ⁻¹)	(R ₀) (offsprings)	(λ) (day ⁻¹)	(GRR) (offsprings)	(T) (days)
Control	0.27 $\pm$ 0.002 ^a	55.13 $\pm$ 1.92 ^a	1.30 $\pm$ 0.004 ^a	62.85 $\pm$ 1.27 ^a	14.48 $\pm$ 0.17 ^a
Tondexir	0.2 $\pm$ 0.007 ^b	12.15 $\pm$ 1.10 ^b	1.21 $\pm$ 0.009 ^b	19.48 $\pm$ 1.06 ^b	12.68 $\pm$ 0.15 ^b
Palizin	0.21 $\pm$ 0.008 ^b	12.83 $\pm$ 1.17 ^b	1.23 $\pm$ 0.01 ^b	21.01 $\pm$ 1.01 ^b	12.29 $\pm$ 0.16 ^b

Different letters in each row indicate a significant difference between treatments (Paired bootstrap test, $P < 0.05$)

جمعیت حشره مورد نظر چه مدت به طول می انجامد. نتایج بدست آمده نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهای شاهد با تنداکسیر® و پالیزین® می باشد، اما بین دو تیمار با هم تفاوت معنی داری وجود ندارد. طول مدت زمان یک نسل از شته مومی کلم در تیمار شاهد، تنداکسیر® و پالیزین® به ترتیب برابر با ۱۴/۸۶ $\pm$ ۰/۱۷، ۱۲/۶۸ $\pm$ ۰/۱۵ و ۱۲/۲۹ $\pm$ ۰/۱۶ روز محاسبه گردیده است.

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که حشره کش های گیاهی تنداکسیر® و پالیزین® دارای اثرات منفی معنی داری روی پراسنجه های جدول زندگی شته کلم در مقایسه با تیمار شاهد بودند. باتوجه بررسی منابع قبلی، تاکنون در زمینه اثرات حشره کش های مذکور روی شاخص های زیستی و پراسنجه های جدول زندگی شته مومی کلم مطالعه ای انجام نشده است، در حالی که تحقیقاتی در مورد اثرات منفی سایر عصاره های گیاهی روی شته های دیگر صورت پذیرفته که می توانند در جهت درک بهتر یافته های پژوهش حاضر مؤثر باشند. در پژوهشی که به بررسی اثر زیرکشنده صابون حشره کش پالیزین® روی شته جالیز *Aphis gossypii* Glover پرداخته است، نتایج نشان دهنده اثر منفی حشره کش روی همه

نرخ خالص تولیدمثل بیانگر (R_0) میانگین تعداد افراد اضافه شده به جمعیت به ازای هر فرد در طول یک نسل می باشد. در محاسبه این آماره احتمال بقا هم لحاظ شده است. مقادیر بدست آمده برای نرخ خالص تولیدمثل در جدول ۳ آورده شده است که بیشترین مقدار مربوط به شاهد است در تیمارهای تنداکسیر® و پالیزین® نسبت به شاهد کاهش شدید و معنی داری به وجود آمده است ($P < 0.05$) اما بین دو تیمار سمی با هم تفاوت معنی داری وجود ندارد. مقادیر R_0 برای شاهد، تنداکسیر® و پالیزین® به ترتیب برابر با ۵۵/۱۳ $\pm$ ۱/۹۳، ۱۲/۱۵ $\pm$ ۱/۱۰ و ۱۲/۸۳ $\pm$ ۱/۱۷ پوره به ازای هر ماده می باشد. نرخ ناخالص تولیدمثل نشان دهنده تعداد افراد اضافه شده به جمعیت در طول یک نسل است بدون در نظر گرفتن درصد تلفات والدین است. نتایج محاسبه مقدار GRR در جدول ۳ آورده شده است. این آماره هم مانند سایر آماره ها در تیمارهای تنداکسیر® و پالیزین® کاهش معنی داری نسبت به شاهد نشان داد ($P = 0.05$). مقادیر بدست آمده برای شاهد، تنداکسیر® و پالیزین® به ترتیب برابر با ۶۲/۸۵ $\pm$ ۱/۳۷، ۱۹/۴۸ $\pm$ ۱/۰۶ و ۲۱/۰۱ $\pm$ ۱/۰۱ بوده است. که نشان از کاهش شدید تعداد افراد اضافه شده به جمعیت در طول یک نسل نسبت به شاهد دارد. میانگین طول مدت زمان یک نسل (T) نشان دهنده ای این است که به طور متوسط طول دوره ای یک نسل از

۰/۴۶۴، ۰/۳۷۷، ۰/۳۸۵، ۰/۴۵۷ و ۰/۳۴۲ بر روز بوده است. نرخ خالص تولیدمثل (R_0) به ترتیب ۴۶/۵۲، ۱۷/۰۲، ۱۷/۳۹، ۴۳/۳۵ و ۱۱/۵۰ نتاج به ازای هر فرد، نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) به ترتیب ۵۲/۸، ۲۳/۱۰، ۲۰/۹، ۴۹/۸۳ و ۱۱/۵۵ نتاج به ازای هر فرد نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) به ترتیب ۱/۵۹، ۱/۴۶، ۱/۴۷، ۱/۵۸ و ۱/۴۱ بر روز و در نهایت میانگین مدت زمان یک نسل (T) به ترتیب ۸/۲۸، ۷/۵۲، ۷/۴۲، ۸/۳۰ و ۷/۱۴ بر روز بوده است. همه ترکیب‌های مورد بررسی به جز گردو، باعث کاهش معنی‌دار آماره‌های جدول زندگی شته نسبت به تیمار شاهد شده بودند که این کاهش در تیمار پالیزین[®] از سایر تیمارها بیشتر بود (Mahmoodi Mellelo, 2014).

بررسی اثر غلظت‌های زیر کشنده LC_{10} و LC_{20} اسانس باریجه و زیره سبز روی پارامترهای جدول زندگی شته مومی کلم نشان دهنده کاهش معنی‌دار همه آماره‌های زیستی این آفت از جمله نرخ خالص و ناخالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و میانگین مدت زمان یک نسل در جمعیت این شته بوده است. مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) برای شاهد و تیمارهای LC_{10} زیره سبز و باریجه به ترتیب ۰/۲۴، ۰/۲۸ و ۰/۲۳ بر روز و برای شاهد و تیمارهای LC_{20} زیره سبز و باریجه به ترتیب، ۰/۲۲ و ۰/۲۱ میلی گرم بر لیتر گزارش شده است (Kiani, 2015). اثر غلظت‌های LC_{10} و LC_{25} پنج اسانس روغنی از گیاه‌های *Cinnamomum zeylanicum* J. Presl، *Foeniculum*، *Elettaria cardamomum* (L.) *Thymus carmanicus* Jalas و *vulgare* Mill روی پارامتر پوره‌زایی شته مومی کلم نشان داد که در غلظت LC_{10} بیشترین کاهش پوره‌زایی در اثر *E. cardamomum* و کمترین آن در *C. zeylanicum* و *C. sinensis* و در غلظت LC_{25} بیشترین کاهش در اثر *E. cardamomum* و کمترین آن در *C. zeylanicum*

پارامترهای زیستی شته جالیز مانند نرخ بقا و باروری بوده و همچنین پراسنجه‌های جمعیت پایدار مانند نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) و میانگین مدت زمان یک نسل (T) شته‌های تیمار شده با LC_{25} پالیزین[®]، به طور معنی‌دار و منفی نسبت به تیمار شاهد تحت تأثیر قرار گرفته‌اند. برای مثال، مقدار r در تیمارهای شاهد و پالیزین[®] به ترتیب ۰/۴۳ و ۰/۳۷ بر روز و مقدار R_0 در تیمارهای مذکور به ترتیب ۵۷/۹۹ و ۲۱/۰۶ پوره به ازای هر ماده، مقدار λ در شاهد ۱/۵۴ و در تیمار پالیزین ۱/۴۶ بر روز و مقدار T در شاهد ۹/۳۵ و در تیمار پالیزین ۸/۱۳ روز گزارش شده است. نتایج مذکور با تحقیق حاضر مشابهت داشته و تفاوتی که مشاهده می‌شود می‌تواند به دلیل تفاوت در گونه شته مورد آزمایش، روش زیست‌سنجی و گیاه میزبان آفت باشد (Amini Jam, 2013).

اثر غلظت‌های LC_{50} اسانس‌های برگ بو و اکالیپتوس روی باروری و طول عمر شته مومی کلم نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار این دو آماره تحت تأثیر اسانس برگ بو شد. اسانس اکالیپتوس باعث کاهش این آماره شد، اما اثر آن معنی‌دار نبود. میانگین تعداد پوره‌ی تولید شده توسط حشرات بالغ ماده در شاهد، اکالیپتوس و برگ بو به ترتیب ۲۰/۶۵، ۱۴/۰۱ و ۱۱/۲۶ و همچنین طول عمر حشرات کامل شته مومی کلم در تیمارهای شاهد، اکالیپتوس و برگ بو به ترتیب ۱۵/۵۹، ۱۲/۵۹ و ۱۰/۴۸ روز بوده است (Hosseini amin et al., 2013).

مشابه با نتایج حاضر، در تحقیق دیگری که به بررسی اثر عصاره برگ گیاهان عرعر، زیتون، گردو و حشره کش پالیزین روی شته جالیز پرداخته است. صابون پالیزین به طور منفی پراسنجه‌های جدول زندگی شته جالیز را تحت تأثیر قرار داده است. مقادیر بدست آمده برای نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) به ترتیب در تیمارهای شاهد، عرعر، زیتون، گردو و پالیزین برابر با

شد، ثابت گردید که حشره کش های گیاهی، جایگزین مناسبی برای آفت کش های شیمیایی بوده و می تواند در برنامه های مدیریت تلفیقی شته مومی کلم در مزارع کلزا مورد توجه قرار بگیرند. اگرچه ذکر این نکته ضروری است که به منظور تایید نتایج آزمایشگاهی، انجام آزمایش هایی در زمینه بررسی اثرات کشندگی و زیرکشندگی حشره کش های مورد بررسی روی شته در شرایط نیمه صحرایی ضروری است.

سپاس گذاری

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از مرکز تحقیقات اسلام آباد غرب جهت فراهم نمودن قسمتی از امکانات این تحقیق ابراز می دارد.

ایجاد شده است (Jahan et al., 2014). با توجه به جمعیت بالای این آفت و خساراتی که به محصول کلزا وارد می کند، لذا کنترل شیمیایی برای آن ضروری به نظر می رسد. در سال های اخیر اهمیت استفاده از آفت کش های کم خطر (برای محیط زیست و انسان) مشخص شده است. در این پژوهش اثرات حشره کش های گیاهی تنداکسیر® و پالیزین® روی این آفت مورد ارزیابی قرار گرفت و مشخص شد که آنها دارای اثرات کشنده و زیرکشنده روی شته مومی کلم هستند. براساس نتایج بدست آمده، غلظت های LC₃₀ تنداکسیر® و پالیزین® باعث تغییر معنی دار و شدید در همه ی آماره های جدول زندگی این آفت از جمله بقاء، زادآوری، نرخ رشد و غیره شدند. در این تحقیق مانند آنچه که در بخش نتایج و بحث از سایر پژوهش ها ذکر

REFERENCES

- Abdolrahmani, B. 2003. Management of canola cultural production under dry condition. Extention Publication Khuzestan Jihad-e-Agriculture Organization. 38 p.
- Amini Jam, N. 2013. Lethal and sublethal effects of three insecticides on *Aphis gossypii* Glover and its parasitoid *Aphidius matricariae* Haliday at laboratory conditions. Ph.D. thesis, Shahid Chamran university of Ahvaz , Ahvaz, Iran.
- Anonymous. 2009. Organic pest control. Environmentally friendly pesticides. Available in <http://www.Kimiasabzavar.com>
- Chi, H. 2019. TWSEX-MS Chart: A computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. <http://140.120.197.173/Ecology/Download/TWSEX-MSChart-100000.rar>
- Chi, H., and Liu, H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica, 24(2): 225-240.
- Chi, H., and Su, H.Y. 2006. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. Environmental entomology, 35(1): 10-21.

Corporation, I. 2013. IBM SPSS statistics for windows, version 22.0: IBM Corporation Armonk, NY.

Ellis, P.R., Kift, N.B., Pink, D.A.C., Juks, P.L., Lynn, J., and Tatchell, G.M. 2000. Variation in resistance to the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) between and within wild and cultivated brassicae species. Genetic Resources and Crop Evaluation, 47: 395-401.

Esmaili, M., Azmayesh Fard, P., and Mirkarimi, A.A. 2002. Agriculture Entomology: Destructive, Insects, Mites, Rodents, Molluscs and their Control. University of Tehran Publication, Tehran (In Farsi with English abstract).

Fisher, R. 1999. The genetical theory of natural selection: a complete variorum edition. Edited with an introduction and notes by H. Bennett. Oxford University. Press, Oxford.

Furk, C., and Hines, C.M. 1995. Aspects of insecticide resistance in the melon and cotton aphid, *Aphis gossypii*. Annals of Applied Biology, 123: 9-17.

Gholamzadeh-Chitgar, M., and Pourmoradi, S. 2017. An evaluation of the effect of botanical insecticide, palizin in comparison with chemical insecticide, imidacloprid on the black citrus aphid, *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe and its natural enemy, *Aphidius colemani* Viereck. Journal of Plant Protection Research, 57(2): 101-106.

Goodman, D. 1982. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. The American Naturalist, 119(6): 803-823.

Heydari, M., and Yazdanian, M. 2016. Feasibility of applying biorational compounds in water traps and their effects on some reproductive parameters of mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* (Z.). Journal of Applied Researches in Plant protection, 5(2): 119-135.

Hosseini amin, S.B., Shahrokhi, Sh., Alinia, F., and Khosroshahli, M. 2013. Insecticidal and repellent effects of essential oils from laurel, *Laurus nobilis* and eucalyptus, *Eucalyptus camaldulensis* against cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*. Biocontrol in Plant Protection, 1(1): 1-11.

Hosseini, S., Abbasipour, H., Askarianzadeh, A., and Noroozi, A. 2020. Sublethal effects of Flupyradifurone insecticide on the life table parameters of the mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt). Plant Pest Research, 10(1): 55-68.

Huang, Y.B., and Chi, H. 2012. Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. Insect Science, 19(2): 263-273.

Jahan, F., Abbasipour, A., Askarianzadeh, A., Hassanshahi, G., and Saeedizadeh, A. 2014. Biology and Life Table Parameters of *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) on Cauliflower Cultivars. Journal Insect Science, 14(1): 1-6.

Kelm, M., and Gadomski, H. 1995. Occurrence and harmfulness of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassica* (L.) on winter rape. Materialy Sesji Instytutu Ochrony roslin, 5: 101-103.

Kelm, M., Gadomski, H., Gabrys, B., and Grzadkowska, A. 1997. Brassica vegetables as host plants for the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* L. *Biuletyn Warzywniczy*, 47: 99-104.

Khajehzadeh, Y. 2004. Survey of cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L). population fluctuation and its dominant natural enemies, Final report of project. Agricultural Research, Education and Extension Organization. 26 p.

Khajehzadeh, Y., Malekeshi, H., and Keyhanian, A. 2010. Population fluctuations of canola aphid, biology of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt. and efficiency of natural enemies on canola field in Khuzestan province. *Journal of Plant Protection Sciences of Iran*, 31(1): 165-178 (In Farsi with English abstract).

Khanjani, M. 2005. Field Crop Pests in Iran. Bu- Ali Sina University Publication, Hamedan, (In Farsi with English abstract).

Koul, O., and Dhaliwal, G.S. 2001. Phytochemical biopesticides. Harwood Amsterdam Academy.

Kiani, M. 2015. Fumigant toxicity of two essential oils, *Ferula gummosa* and *Cuminum cyminum* on biological parameters of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae). M. Sc. Thesis, Shahed University, Tehran, Iran.

Mahmoodi Mellelo, R. 2014. Study of insecticidal activity of leaf extraction from some of plants and palizin poison on *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae). M.Sc. Thesis, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Mohajer, A. 2018. Status of planting of canola in Iran, <http://www.iribnews.ir>. (In Farsi with English abstract) 2020.8.4

Regnault-Roger, C; Philogene, B.J.R., and Vincent, C. 2005. Biopesticides of plant origin. Paris: Lavoisier. English.

Saldo, S., and Szpyrka, E. 2009. Ecotoxicological view of protection of apple orchards against insect pests in Poland. *Pestycydy/ Pesticides*, (1-4): 12-26.

Sohrabi, F., Jamali, F., Morammazi, S., Saber, M. and Kamita, Sh. G. 2019. Evaluation of the compatibility of entomopathogenic fungi and two botanical insecticides tondexir and palizin for controlling *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Crop Protection*, 107: 20-25.

Stark, J.D., and Bamfo, S. 2002. Population-level outcomes of differential susceptibility among life stages of the aphid parasitoid, *Diaeretiella rapae* to pestisite. 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods, Honolulu, Hawaii, USA pp: 314-317.

Stark, J.D., and Banks, J.E. 2003. Population-level Effects of Pesticides and Other Toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology*, 48: 505-519.

Tuan, S.J., Lee, C.C., and Chi, H. 2014. Population and damage projection of *spodoptera litura* (F.) on peanuts (*Arachis hypogeal* L) under different conditions using the age-stage, two-sex life table. Pest management Science, 70: 805-813.



© 2021 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International. (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

The effect of botanical insecticides Palizin® and Tondexir® on cabbage waxy aphid, *Brevicoryne brassicae* L. under laboratory conditions

F. Romasi¹, H. Vahedi^{2*}, N. Moeeni Naghadeh³ and M. Mahmoudvand⁴

1. Graduated M.Sc. student of Entomology, Department of Plant Protection, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
2. ***Corresponding Author:** Associate professor, Department of Plant Protection, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran (Vnassah@yahoo.com)
3. Assistant Professor, Department of Plant Protection, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
4. Former Assistant Professor, Department of Plant Protection, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran

(DOI): 10.22055/PPR.2021.16763

Received: 21 June 2020

Accepted: 28 April 2021

Abstract

Introduction

Canola *Brassica napus* L. (Brassicaceae) is a plant with oil-rich seeds; grown worldwide. The cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. is one of the most important pests of Canola crops. Considering the importance of human health and environmental protection, the reduction of using the chemical pesticides in the pest control program is essential. Therefore, the sub-lethal effect of Palizine® and Tandaxir® plant insecticides on the life table parameters of cabbage aphid was investigated using the aphid leaf immersion method. Besides, the toxicity of insecticides was studied on the first nymphal instar of cabbage aphid.

Materials and Methods

First, preliminary experiments were conducted to determine the concentration range. After determining the highest and lowest concentrations, the middle concentration was selected. Six concentrations and one control were selected for each insecticide. After determining the concentration in the preliminary experiment, the leaf discs (5 cm in diameter) including aphids (first nymphal stage) were immersed in the different concentrations of insecticides for 5 seconds. The leaf discs to be treated were then dried, covered with an organza net, and placed under natural laboratory conditions for one hour. Distilled water and Tween 80 were used as control treatments. To investigate the sub-lethal effect of insecticides on aphids, the concentrations of 1843.99, and 1627.02 mg / L (LC₃₀) were used for Tandaxir® and Palizin®, respectively. The experiments were performed at 25±5°C, 60%±5% RH and 16: 8 (L: D) photoperiod on canola seedlings, *B. napus*.

Results and Discussion

The levels of LC₅₀, Tandaxir®, and Palizine® were estimated to be 2331.52 and 2190.60 mg / L, respectively. The intrinsic rate of increased population (*r*) were 0.27±0.003 for

control, 0.21 ± 0.008 for Palizin[®] and $0.2 \pm 0.007b$ for Tondexir[®]. Net fecundity rate of decreased population in both insecticide. Net reproduction rate and intrinsic reproduction rate decreased in both insecticide treatments compared to the control treatment. A relative increase in the intrinsic mortality rate of insecticide-treated aphids was observed. The mean production time and doubling time were also lower in the population treated with the insecticides than the control group. There was a significant decrease in the average number of nymphs produced per female aphid; compared to control group. The mean lifespan of adult females in control group was significantly different from the insecticide treatments. All LC_{30} aphid-treated table statistics were negatively affected compared to control group.

Conclusion

Due to the results, these two insecticides are toxic to cabbage wax aphids even at low concentrations and suppress the population of this pest. The present study can be a step towards the practical use of plant compounds and as a suitable alternative to chemical insecticides. By conducting the additional experiments, these plant compounds can be used to control cabbage wax aphids in the field.

Keywords: *Aphids, population growth parameters, botanical insecticides, sub-lethal effect*