



کارایی حشره کش‌های ماترین، اسپینوساد و فوزالون در کنترل کرم خوشه‌خوار انگور، *Lobesia botrana* و تعیین اثرات جانبی آن‌ها روی *Trichogramma brassicae* و *Chrysoperla carnea*

کاظم محمدپور^{۱*}مظاهر یوسفی^۲مرتضی الهیاری^۳جلال شیرازی^۴فاطمه شفق‌ی^۵<https://orcid.org/0000-0001-5522-566X><https://orcid.org/0009-0009-2329-3217><https://orcid.org/0000-0001-5802-9955><https://orcid.org/0000-0001-9303-8056><https://orcid.org/0000-0002-7878-4533>

۱، ۲، ۴ و ۵- موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران ایران، ۳- مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

چکیده: کرم خوشه‌خوار انگور، *Lobesia botrana* یکی از مهم‌ترین آفات انگور است. لاروهای این آفت در نسل دوم و سوم با تغذیه از جبه‌های انگور سبب خسارت اقتصادی می‌شوند. پژوهش حاضر به منظور معرفی و جایگزینی حشره کش‌های جدید و افزایش دامنه حشره کش‌های موثر در کنترل آفت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در استان‌های مرکزی و فارس انجام شد. تیمارها شامل دو غلظت از حشره کش ماترین (۱/۲ و ۱/۵ در هزار)، فوزالون (۱/۵ در هزار)، اسپینوساد (۰/۱۵ در هزار) و شاهد بودند. ارزیابی کارایی تیمارها بر اساس نسبت خوشه‌های آلوده به تعداد کل خوشه‌های هر درخت تعیین شد. اثرات سوء حشره کش‌های بیان‌شده روی زنبور *Trichogramma brassicae* و بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* با روش متعارف سازمان جهانی کنترل بیولوژیک (IOBC) در آزمایشگاه ارزیابی شد. نتایج نشان داد در تیمار ماترین ۱/۵ در هزار در روز هفتم پس از سم‌پاشی، کمترین درصد خسارت خوشه مشاهده شد و از این نظر با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت. درصد خسارت خوشه‌ها برای نسل دوم و سوم در استان مرکزی به ترتیب ۰/۱۱ و ۷/۹۵ درصد و در استان فارس به ترتیب ۷/۱۴ و ۸/۷۰ درصد به دست آمد. ارزیابی اثرات جانبی حشره کش‌های مورد بررسی بر دشمنان طبیعی نشان داد که تیمار ماترین با دز ۱/۲ در هزار در مقایسه با سایر حشره کش‌ها اثرات نامطلوب کمتری داشت. این حشره کش برای مراحل تخم، لارو و شفیره زنبور تریکوگراما در رده کم‌خطر و برای افراد بالغ در رده سمیت متوسط قرار گرفت. همچنین اثر آن بر بالتوری سبز کم‌خطر ارزیابی شد. به طور کلی، ماترین با غلظت ۱/۲ در هزار علیه کرم خوشه‌خوار انگور قابل توصیه می‌باشد.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۱۱/۱۰

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۵/۵/۱۰

واژه‌های کلیدی: اثرات جانبی آفت کش‌ها، دشمنان طبیعی، سمیت، کرم خوشه‌خوار انگور

Citation: Mohammadpour, K., Yousefi, M., Allahyari, M., Shirazi, J. & Shafaghi, F. (2026). Efficacy of marine, spinosad, and phosalone against European grapevine moth, *Lobesia botrana* and their side effects on *Trichogramma brassicae* and *Chrysoperla carnea*. *Plant Pest Research*, 16(2), 19-30. DOI: <https://doi.org/10.22124/iprj.2026.32860.1676>



*Corresponding author: Mohammadpour_k@yahoo.com

مقدمه

انگور با نام علمی *Vitis vinifera* L. از تیره Vitaceae یکی از محصولات مهم و با ارزش کشور است که هم به صورت تازه‌خوری و هم به صورت فرآورده‌هایی مثل شیره و آب انگور مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ahmadi et al., 2020). کرم خوشه‌خوار انگور، *Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller (Lep.: Tortricidae)، آفت کلیدی این محصول در حوزه دریای مدیترانه است (Bovey, 1966). این آفت به بیش از ۴۰ گونه گیاهی از ۲۷ خانواده خسارت می‌زند، ولی میزبان اصلی آن انگور است (Steinitz et al., 2015). خسارت این آفت در اثر تغذیه لاروها از حبه‌های انگور ایجاد می‌شود که این تغذیه سبب افزایش آلودگی حبه‌ها به قارچ *Botrytis cinerea* (Persoon) (Sclerotiniaceae) در اواسط فصل زراعی و در نهایت ایجاد پوسیدگی اولیه و ثانویه در زمان برداشت محصول می‌شود (Gonzales, 2010; Varela et al., 2010). کرم خوشه‌خوار انگور برای اولین بار در سال ۱۳۲۷ توسط کوثری از تاکستان‌های ارومیه گزارش شد. ظهور پروانه‌های نسل اول آفت مصادف با زمانی است که هنوز بوته‌های مو سبز نشده‌اند و حتی جوانه‌ها نیز متورم نیستند. تخم‌گذاری چهار هفته بعد از اولین شکار شب‌پره‌های نر در تله‌های فرمونی صورت می‌گیرد. در اوایل ظهور آفت، شب‌پره‌های نر یک هفته زودتر از ماده‌ها در طبیعت ظاهر می‌شوند. ماده‌ها یک تا شش روز بعد از ظهور، جفت‌گیری کرده و اغلب این فرآیند یک بار در طول زندگی حشره اتفاق می‌افتد (Varela et al., 2010). به‌طور معمول خسارت نسل اول اقتصادی نیست، ولی نسل‌های دوم و سوم خسارت اقتصادی وارد می‌کنند (Ioriatti et al., 1993). در ایران ابتدا سه حشره کش آزینفوس متیل، دیازینون و فوزالون علیه این آفت ثبت شده بود که آزینفوس متیل و دیازینون از لیست آفت‌کش‌های مجاز کشور خارج شده‌اند و در حال حاضر حشره‌کش‌هایی مانند تری کلروفن، اسپینوساد، لوفنوران+ فنوکسی کارب و متوکسی فنوزاید برای کنترل آن استفاده می‌شوند (Nourbakhsh, 2023; Mosallanejad, 2022). تنوع در سید آفت‌کش‌های ثبت‌شده علیه این آفت ضمن کنترل بهتر خسارت آن، می‌تواند از ایجاد مقاومت نسبت به آفت‌کش‌ها نیز جلوگیری کند.

ویژگی‌های گیاه‌شناسی درختان انگور مانند برگ‌های پهن، میوه شیرین و حفظ پوشش گیاهی روی پشته‌ها باعث شده که باغ‌های انگور پناهگاه دشمنان طبیعی متعددی از جمله زنبورهای پارازیتوید و شکارگرها باشند (Toozandejani & Ajamhassani, 2021). باشند؛ بنابراین، کاربرد ترکیبات شیمیایی بدون در نظر گرفتن اثرات جانبی آن‌ها می‌تواند تعادل اکولوژیک این باغ‌ها را متزلزل کرده و علاوه بر افزایش خسارت آفات کلیدی، باعث طغیان آفات ثانوی نیز بشود. کشاورزان برای کنترل این آفت هر سال از طیف وسیعی از حشره‌کش‌ها استفاده می‌کنند. استفاده از آفت‌کش‌ها بایستی مدبرانه صورت پذیرد تا از بروز مقاومت که یکی از دلایل ناموفق بودن روش کنترل شیمیایی است، جلوگیری به‌عمل آید. از این رو لازم است هر چند سال یک‌بار و یا حتی سالانه میزان حساسیت آفات مهم و نیز دشمنان طبیعی آن‌ها نسبت به سموم متداول بررسی شود.

فوزالون حشره‌کش و کنه‌کش تماسی، گوارشی از گروه فسفره آلی و مهارکننده آنزیم استیل کولین استراز می‌باشد (Alizadeh et al., 2014). اسپینوساد نیز جزو گروه جدیدی از محصولات طبیعی لاکتون‌های ماکروسیکلیک می‌باشد که با تحریک گسترده سلول‌های عصبی در سیستم عصبی مرکزی باعث انقباض غیرارادی عضلات و لرزش می‌شود (Salagado, 1998). حشره‌کش بایو ۱® (EC 0.5) با نام عمومی ماترین (Matrin) تولید شرکت MR Innovation کره جنوبی است که حشره‌کشی آلی با منشاء گیاهی حاوی ماده موثره ماترین با اثر تماسی و گوارشی است و از گیاه دارویی تلخ بیان *Sophora flavescens* استخراج می‌شود. تحقیق روی مشتقات نیمه‌مصنوعی ماترین نشان داده است که از میان چهار ترکیب ماترین، دو ترکیب آن شامل چهار متوکسی سیکلامین و سیکلوهگزامین، نقش اصلی در خاصیت حشره‌کشی به‌ویژه روی لارو بالپولکداران دارند (Cheng et al., 2020). بررسی تاثیر این حشره‌کش روی آفت و دشمنان طبیعی آن می‌تواند اطلاعات کاربردی مهمی را ارائه دهد؛ بنابراین، تحقیق حاضر با هدف تنوع بخشی به حشره‌کش‌های متداول برای کنترل این آفت و همچنین بررسی تاثیر این حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی انجام شد.

مواد و روش‌ها

بررسی تاثیر حشره‌کش‌ها روی کرم خوشه‌خوار انگور

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار (چهار تیمار حشره‌کش و یک تیمار شاهد) و چهار تکرار (هر واحد آزمایشی دو درخت) در دو استان مرکزی و فارس انجام شد. به منظور اجرای تحقیق در هر منطقه یک باغ همگن رقم انگور بی‌دانه با میانگین سنی ۲۰ سال انتخاب شد. تیمارها عبارت بودند از: حشره‌کش ماترین (باپو^۱®، EC 0.5) به میزان ۱/۵ در هزار، حشره‌کش ماترین (باپو^۱® EC 0.5) به میزان ۱/۲ در هزار، حشره‌کش اسپانسر (اسپینوساد^۲®، SC 24) با غلظت ۰/۱۵ در هزار، حشره‌کش فوزالون (زولون^۳®، EC 35) با غلظت ۱/۵ در هزار و شاهد (بدون سم‌پاشی).

زمان محلول‌پاشی با استفاده از تله‌های فرومونی تعیین شد. بدین منظور تعداد دو عدد تله فرومونی با فاصله حداقل ۵۰ متری از واحدهای آزمایشی در هر منطقه نصب شد و یک هفته پس از اوج پرواز نسبت به سم‌پاشی علیه نسل دوم (تاریخ‌های ۱۴۰۰/۴/۱۸ و ۱۴۰۱/۳/۲۴) و سوم (تاریخ‌های ۱۴۰۰/۵/۱۷ و ۱۴۰۱/۴/۲۱) به ترتیب در استان فارس علیه نسل سوم (۱۴۰۱/۵/۱۵) اقدام شد. ارزیابی کارایی تیمارها بر اساس نسبت خوشه‌های آلوده به تعداد کل خوشه‌های هر درخت در هر مرحله از سم‌پاشی در نسل‌های دوم و سوم تعیین شد. خوشه آلوده حداقل دارای سه حبه خسارت دیده بود. در این ارزیابی، خوشه‌ای آلوده در نظر گرفته شد که حداقل دارای سه حبه با علائم مستقیم خسارت لارو خوشه‌خوار (شامل سوراخ‌های تغذیه‌ای روی پوست حبه، وجود تارهای ابریشمی به همراه فضولات لاروی و چروکیدگی حبه‌ها) باشد. بررسی خوشه‌ها ۷ و ۱۴ روز پس از سم‌پاشی صورت گرفت.

بررسی تاثیر حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی

تاثیر حشره‌کش‌های مورد بررسی روی زنبور *Trichogramma brassicae* (Bezdenko) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) و بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) با روش متعارف سازمان جهانی کنترل بیولوژیک (IOBC) در شرایط آزمایشگاه بررسی شد.

پرورش زنبور *T. brassicae*

جمعیت زنبور زنبور تریکوگراما از باغ‌های مناطق آزمایشی جمع‌آوری شد. ابتدا حدود ۵۰۰۰ عدد تخم پارازیت از کلنی اصلی جمعیت منتخب جمع‌آوری و در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی درون لوله شیشه‌ای پرورش (20×5 سانتی‌متری) نگهداری شد. حشرات کامل پس از ظهور، روی تخم بید غلات پرورش داده شدند.

پرورش بالتوری سبز *C. carnea*

انتخاب دشمنان طبیعی بر اساس گزارش‌های بررسی فون حشرات مفید باغ‌های انگور صورت گرفت. حشرات کامل بالتوری سبز از باغ‌های آزمایشی با روش تور زدن جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل و درون ظروف پرورش (استوانه‌های پلاستیکی به قطر ۲۰ و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر، محصور شده با پارچه چیت سیاه رنگ) در دمای 26 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. این حشرات پس از تغذیه با مخلوط مخمر، شکر و عسل به نسبت ۲:۲:۴، روی سطح داخلی پارچه تخم‌گذاری کردند. تخم‌ها به صورت روزانه جمع‌آوری شده و درون ظروف پلکسی‌گلاس به حجم یک تا دو لیتر که برای جلوگیری از هم‌گونه‌خواری لاروها دارای پوشال کاغذی بودند، قرار داده شدند. لاروهای شکارگر روی تخم بید غلات *Ephestia kuehniella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae)، یا تخم بید آرد *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Pyralidae) Zeller (Lep.: Pyralidae) قرار داده شدند و با ظهور حشرات کامل چرخه پرورش تکرار می‌شد. تعدادی از افراد کلنی برای شناسایی کامل گونه به بخش رده‌بندی موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور ارسال شد و گونه *C. carnea* تایید شد.

زیست‌سنجی زنبور *T. brassicae*

به منظور بررسی اثرات سوء تماسی حشره کش‌ها روی زنبور تریکوگراما از روش حسن و همکاران (Hassan et al., 2000) استفاده شد. ظروف آزمایش شامل یک قاب چوبی مربع شکل به ابعاد 13×13 سانتی متر، با ارتفاع ۲ سانتی متر و ضخامت ۱ سانتی متر بود. سه روزنه برای تهویه هوا در سه طرف و دو روزنه برای رهاسازی و تغذیه زنبور در یک طرف بدنه قاب تعبیه شده و دو طرف قاب با دو قطعه شیشه شفاف پوشانده شد. برای آزمایش ابتدا دز مزرعه‌ای از محلول آماده شد و به میزان ۱۰ قطره روی یک طرف هر یک از سطوح شیشه‌ای به طور یکنواخت پخش و در زیر هود شیمیایی به مدت یک ساعت خشک شد. در تیمار شاهد از ۱۰ قطره آب مورد استفاده به عنوان حلال استفاده شد. سپس شیشه‌ها از طرف قسمت تیمار شده روی قاب قرار گرفته و با دو گیره فلزی محکم شدند. برای هر تیمار بین دو تا سه قاب آماده شد. سپس بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ جفت زنبور با طول عمر ۲۴-۰ ساعته درون قاب رهاسازی شد. قاب‌ها در شرایط بیان شده نگهداری شدند. بعد از ۲۴ ساعت تعداد مرگ و میر زنبورها ثبت و هر جفت از زنبورهای زنده مانده به یک لوله آزمایش منتقل شده و روزانه حدود ۱۰۰ تخم میزبان در اختیار آن‌ها قرار گرفت. طول عمر و باروری روزانه زنبورها ثبت شد. برای بررسی اثر آفت کش‌ها روی مراحل نابالغ، ابتدا دسته‌های تخم‌های پارازیت همسن با استفاده از ۱۰ جفت زنبور *T. brassicae* با طول عمر ۲۴-۰ ساعت در یک لوله آزمایش برای مدت چهار ساعت در معرض تعداد ۱۰۰ عدد تخم میزبان قرار گرفتند. سپس سه دسته تخم پارازیت یک روزه به مدت پنج ثانیه در غلظت مزرعه‌ای هر تیمار غوطه‌ور و به مدت یک ساعت زیر هود شیمیایی خشک شدند. برای شاهد از آب استفاده شد. سپس تخم‌های تیمار شده در لوله‌های آزمایشگاهی مسدود شده با پنبه برای تهویه کامل پرورش داده شدند. بعد از تکمیل مراحل نابالغ، میزان خروج زنبورها در هر تکرار ثبت شد. زنبورهای سالم خارج شده به صورت جفت پرورش داده شده و میزان باروری و طول عمر آن‌ها ثبت شد. این آزمایش برای تخم‌های پارازیت ۳ و ۷ روزه نیز انجام شد. بر اساس بررسی‌های قبلی تخم‌های پارازیت میزبان توسط زنبور تریکوگراما در شرایط آزمایش بعد از ۱، ۳ و ۷ روز در مراحل تخم، لارو و شفیره هستند و اثرات جانبی روی این مراحل بررسی شد (Shirazi et al., 2018).

تجزیه و تحلیل آماری نتایج

تجزیه واریانس داده‌های تاثیر حشره کش‌ها روی کرم خوشه‌خوار انگور پس از تبدیل به داده لگاریتمی $\text{Log}(x+1)$ و با استفاده از نرم افزار SAS, Ver. 9.3 انجام و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی انجام شد. برای بررسی اثرات سوء حشره کش‌ها روی دشمنان طبیعی، مرگ و میر ثبت شده در تیمارهای آزمایشگاهی محاسبه شد و داده‌های حاصل از مرگ و میر در آزمایشگاه با استفاده از فرمول ابوت (Abbott, 1925) در مقایسه با شاهد اصلاح شدند. به منظور ارزیابی اثرات زیرکشنده‌گی، از فرمول‌های مربوطه استفاده شد. میزان تغییر در باروری یا نرخ خروج حشرات تیمار شده نسبت به گروه شاهد (به صورت کاهش یا افزایش) بر اساس فرمول‌های $R = R_t/R_c$ و $E_m = E_{mt}/E_{mc}$ محاسبه شد (van de Veire et al., 1996).

R : میانگین باروری هر فرد ماده در تیمار نسبت به شاهد، R_t : میانگین تعداد تولید تخم به ازای هر فرد ماده در تیمار، R_c : میانگین تعداد تولید تخم به ازای هر فرد ماده در شاهد، E_m : میانگین خروج حشرات کامل در تیمار نسبت به شاهد و E_{mc} : میانگین خروج حشرات کامل در شاهد می‌باشد. با تلفیق اثرات سموم روی مرگ و میر و باروری، اثر کل حشره کش (E) روی مراحل زیستی آزمایش شده دشمنان طبیعی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$E\% = 100 - ((100\% - Ma) \times X)$$

در محاسبه‌ها به جای X از مقادیر محاسبه شده R و E_m استفاده شد. در نهایت بر اساس مقادیر به دست آمده از محاسبات و اثر کل، محلول آزمایش شده در چهار رده به شرح زیر دسته بندی شدند (Hassan, 1992; Van de Veire et al., 1996; Boller et al., 2005): رده ۱ ($>30\%$) جزو گروه بی خطر، رده ۲ ($30-79\%$) جزو گروه کم خطر، رده ۳ ($80-99\%$) با خطر متوسط و رده ۴ ($>99\%$) پر خطر.

نتایج

بررسی کارایی آفت کش‌ها

الف- استان مرکزی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد خسارت خوشه‌ها در نسل دوم کرم خوشه‌خوار انگور مربوط به استان مرکزی نشان داد که بین تیمارها، از نظر میزان خسارت خوشه‌ها، در هفت روز ($F(4,12)=31.51$; $P=0.0001$) و چهارده روز ($P=0.0001$; $F(4,12)=15.99$) روی نسل دوم، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. همچنین نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد خسارت خوشه‌ها در نسل سوم کرم خوشه‌خوار انگور نیز از نظر میزان خسارت خوشه‌ها ($P=0.0001$; $F(4,12)=27.58$) و ۱۴ روز پس از کاربرد ($P=0.0001$; $F(4,12)=20.97$) نتایج مشابهی را نشان داد. مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش هفت روز پس از سم‌پاشی علیه نسل دوم کرم خوشه‌خوار انگور در این استان نشان داد که حشره‌کش‌های ماترین با غلظت‌های ۱/۲ و ۱/۵ در هزار، حشره‌کش‌های اسپینوساد و فوزالن با کارایی مشابه در گروه a و تیمار شاهد با بیشترین درصد خسارت خوشه در گروه b قرار گرفتند (جدول ۱). همچنین مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش چهارده روز پس از سم‌پاشی علیه نسل دوم کرم خوشه‌خوار انگور در استان مرکزی نشان داد که حشره‌کش ماترین با غلظت ۱/۵ در هزار با کمترین درصد خسارت خوشه، دارای بیشترین کارایی و حشره‌کش‌های ماترین با غلظت ۱/۲ در هزار و فوزالن با کارایی کمتر در گروه مشابه ab و حشره‌کش اسپینوساد در گروه متفاوت c و تیمار شاهد با بیشترین درصد خسارت خوشه در گروه d قرار گرفتند (جدول ۱).

مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش هفت روز پس از سم‌پاشی علیه نسل سوم کرم خوشه‌خوار انگور در استان مرکزی نشان داد که حشره‌کش ماترین با غلظت ۱/۵ در هزار با کمترین درصد خسارت خوشه در گروه a، حشره‌کش ماترین با غلظت ۱/۲ با درصد خسارت کمتر در گروه هم‌رتبه ab، حشره‌کش‌های اسپینوساد و فوزالن با کارایی مشابه در گروه b و تیمار شاهد با بیشترین درصد خسارت خوشه در گروه c قرار گرفتند (جدول ۱). همچنین مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش چهارده روز پس از سم‌پاشی علیه نسل سوم کرم خوشه‌خوار انگور نشان داد که حشره‌کش ماترین با غلظت‌های ۱/۲ و ۱/۵ در هزار با کمترین درصد خسارت خوشه دارای بیشترین کارایی و در گروه a فوزالن با کارایی کمتر در گروه مشابه ab و حشره‌کش اسپینوساد در گروه متفاوت b و تیمار شاهد با بیشترین درصد خسارت خوشه در گروه c قرار گرفتند (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین ($\pm$ خطای معیار) خسارت خوشه بین تیمارهای مختلف بعد از سم‌پاشی علیه دومین و سومین نسل

کرم خوشه‌خوار انگور در استان مرکزی

Table 1. Comparison of mean cluster damage $\pm$ SE between treatments after spraying against the second and third generations of the European grapevine moth in Markazi province

Treatment	Concentration	Mean cluster damage $\pm$ SE in days after spraying during the second generation		Mean cluster damage $\pm$ SE in days after spraying during the third generation	
		+7	+14	+7	+14
Matrine	1.2	1.31 $\pm$ 0.60 a	20.01 $\pm$ 4.44 ab	13.30 $\pm$ 1.47 ab	20.31 $\pm$ 2.63 a
Matrine	1.5	0.11 $\pm$ 0.08 a	11.41 $\pm$ 2.73 a	7.95 $\pm$ 1.38 a	19.33 $\pm$ 5.11 a
Spinosad	0.25	1.41 $\pm$ 0.70 a	25.29 $\pm$ 2.79 c	23.36 $\pm$ 3.42 b	33.90 $\pm$ 3.46 b
Phosalone	1.5	5.23 $\pm$ 3.02 a	19.39 $\pm$ 1.72 ab	20.29 $\pm$ 3.51 b	27.29 $\pm$ 1.81 ab
Control	-	39.46 $\pm$ 7.03 b	49.45 $\pm$ 3.23 d	54.71 $\pm$ 1.77 c	60.47 $\pm$ 1.30 c

Numbers followed by the same letter in each column are not significantly different ($P<0.01$).

ب- استان فارس

نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد خسارت خوشه‌ها در نسل دوم کرم خوشه‌خوار انگور مربوط به استان فارس نشان داد از نظر کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی نسل دوم کرم خوشه‌خوار انگور در روزهای هفتم ($P=0.035$; $F(4,12)=3.68$) و چهاردهم ($P=0.0003$; $F(4,12)=12.61$) اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد مشاهده شد. همچنین نتایج

تجزیه واریانس داده‌های درصد خسارت خوشه‌ها در نسل سوم کرم خوشه‌خوار انگور مشخص کرد که از نظر میزان خسارت خوشه‌ها، هفت ($P=0.0001$; $F(4,12)=18.76$) و چهارده روز ($P=0.0001$; $F(4,12)=23.01$) پس از تیمار اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین تیمارها مشاهده شد. مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش هفت روز پس از سمپاشی علیه نسل دوم کرم خوشه‌خوار انگور در استان فارس نشان داد که حشره‌کش ماترین با غلظت‌های ۱/۲ و ۱/۵ در هزار، حشره‌کش‌های اسپینوساد و فوزالون با کارایی مشابه در گروه a و تیمار شاهد با بیشترین درصد خسارت خوشه در گروه b قرار گرفتند (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش، ۱۴ روز پس از سمپاشی علیه نسل دوم کرم خوشه‌خوار انگور در استان فارس نشان داد که حشره‌کش اسپینوساد با کمترین درصد خسارت خوشه، دارای بیشترین کارایی و حشره‌کش‌های ماترین با غلظت‌های ۱/۲ و ۱/۵ در هزار و فوزالون با کارایی کمتر در گروه b و تیمار شاهد با بیشترین درصد خسارت خوشه در گروه c قرار گرفتند (جدول ۲). مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش هفت روز پس از سمپاشی علیه نسل سوم کرم خوشه‌خوار انگور در این استان نشان داد که حشره‌کش اسپینوساد با کمترین درصد خسارت خوشه در گروه a، حشره‌کش ماترین با غلظت‌های ۱/۲ و ۱/۵ با درصد خسارت کمتر در گروه b و حشره‌کش فوزالون در گروه هم‌رتبه ab و تیمار شاهد با بیشترین درصد خسارت خوشه در گروه c قرار گرفتند (جدول ۲). مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش چهارده روز پس از سمپاشی علیه نسل سوم آفت نشان داد که حشره‌کش اسپینوساد با کمترین درصد خسارت خوشه در گروه a، حشره‌کش ماترین با غلظت‌های ۱/۲ و ۱/۵ با درصد خسارت کمتر در گروه b و حشره‌کش فوزالون در گروه هم‌رتبه ab و تیمار شاهد با بیشترین درصد خسارت خوشه در گروه c قرار گرفتند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین ($\pm$ خطای معیار) خسارت خوشه بین تیمارهای مختلف بعد از سم‌پاشی علیه دومین و سومین نسل

کرم خوشه‌خوار انگور در استان فارس

Table 2. Comparison of mean cluster damage $\pm$ SE between treatments after spraying against the second and third generations of the European grapevine moth in Fars province

Treatment	Concentration	Mean cluster damage $\pm$ SE in days after spraying during the second generation		Mean cluster damage $\pm$ SE in days after spraying during the third generation	
		+7	+14	+7	+14
Matrine	1.2	7.99 $\pm$ 1.42 a	8.85 $\pm$ 1.03 b	12.21 $\pm$ 2.35 b	12.48 $\pm$ 2.27 b
Matrine	1.5	7.14 $\pm$ 1.02 a	8.37 $\pm$ 0.48 b	8.70 $\pm$ 0.21b	9.35 $\pm$ 0.24 b
Spinosad	0.25	3.64 $\pm$ 1.37 a	3.90 $\pm$ 1.32 a	4.33 $\pm$ 1.12 a	4.33 $\pm$ 1.12 a
Phosalone	1.5	7.29 $\pm$ 0.98 a	7.44 $\pm$ 0.78 b	7.44 $\pm$ 0.78 ab	7.44 $\pm$ 0.78 ab
Control	-	11.20 $\pm$ 2.36 b	17.01 $\pm$ 0.44 c	26.37 $\pm$ 3.77 c	31.26 $\pm$ 3.85 c

Numbers followed by the same letter in each column are not significantly different ($P<0.01$).

مقایسه نتایج در دو منطقه نشان داد که با وجود تشابه در روند کلی کارایی تیمارها، سطح آلودگی و شدت خسارت در استان فارس در مقایسه با استان مرکزی به طور عددی بالاتر بود. در استان مرکزی، حشره‌کش ماترین (به‌ویژه دوز ۱/۵ در هزار) در بیشتر زمان‌های ارزیابی برتری نسبی داشت؛ در حالی که در استان فارس، اسپینوساد در روز چهاردهم پس از سم‌پاشی کارایی بالاتری در کاهش خسارت حبه‌ها نشان داد. این تفاوت در عملکرد عددی تیمارها می‌تواند ناشی از تفاوت در شرایط اقلیمی، تراکم جمعیت آفت و یا پتانسیل متفاوت عوامل مهار زیستی در این دو منطقه باشد.

نتایج آزمایش تاثیر سوء حشره‌کش‌ها بر دشمنان طبیعی

جدول ۳ در برگرفته نتایج اثرات حشره‌کش‌ها روی مراحل زیستی زنبور *T. brassicae* است. میزان مرگ و میر مستقیم در اثر دوز ۱/۲ در هزار حشره‌کش ماترین روی مراحل تخم (۵۳/۴۰٪)، لارو (۴۶/۶۴٪)، شفیره (۲۹/۳۸٪) و بالغ (۲۶/۶۳٪) تفاوت چندانی با دوز ۱/۵ در هزار (به‌ترتیب ۶۴/۵۹، ۳۵/۲۲، ۴۲/۰۸ و ۳۸/۶۷ درصد) این حشره‌کش نداشت. کمترین میزان مرگ‌ومیر در

تمام مراحل زیستی زنبور در اثر حشره کش اسپینوساد و بیشترین آن در اثر حشره کش فوزالن روی داد. مرحله لارو در تیمار اسپینوساد با ۱۰/۷۲ درصد کمترین تلفات و مرحله تخم در تیمار فوزالن با ۹۶/۷۲ درصد بیشترین تلفات مستقیم را نشان دادند، اما با محاسبه تاثیر حشره کش ها روی باروی و محاسبه اثر کل، فوزالن برای مراحل تخم زنبور پر خطر و در درجه ۴ سمیت بود و در سایر مراحل نیز در درجه ۳ سمیت قرار گرفت. پس از آن اسپینوساد با کاهش باروری تا یک سوم شاهد در مراحل تخم و لاروی زنبور تریکوگراما دارای خطر متوسط ۳ برای این دو مرحله زیستی بود، اما اثر آن در مرحله شفیرگی با کاهش باروری زنبور به حدود ۸۵ درصد نسبت به شاهد (۱۵٪ کاهش) در درجه دوم سمیت رده بندی شد. حشره کش اسپینوساد روی مراحل بالغ زنبور هم سمیت زیادی داشت و ماده های زنده مانده در این مرحله تنها حدود ۶۰۶٪ نسبت به شاهد باروری داشتند. با در نظر گرفتن این شرایط و طبق نتایج، حشره کش بایو ۱ با درجه ۲ سمیت (کم خطر) مخاطرات کمتری برای مراحل نابلق زنبور *T. brassicae* داشت و به طور کلی حشرات کامل این زنبور در تماس با حشره کش های مطالعه شده متحمل مرگ و میر زیادی شدند و باروری آن ها به شدت کاهش یافت (جدول ۳).

اثرات تغذیه ای و تماسی حشره کش ها روی بالتوری سبز در سن دوم لاروی در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در تیمار تغذیه ای، میزان مرگ و میر لاروهای بالتوری در تمام حشره کش ها روند افزایشی تدریجی و محدودی داشت؛ به طوری که بیشترین میزان تلفات در این تیمار مربوط به حشره کش فوزالن و اسپینوساد به ترتیب ۴۵/۸۳ و ۴۱/۶۷ درصد در روز ۲۱ و کمترین آن مربوط به ماترین با دز ۱/۲ در هزار بود. یک روز پس از تیمار اسپینوساد با ۳۰ درصد بیشترین تلفات را به شکارگر تحمیل کرد.

بر اساس ارزیابی اثرات کل و کاهش باروری در شکارگرهای بازمانده از تیمار تغذیه ای، سمیت حشره کش های ماترین (با دوزهای ۱/۲ و ۱/۵ در هزار)، اسپینوساد و فوزالن روی بالتوری سبز به ترتیب در گروه های ۳ (متوسط خطر)، ۳ (متوسط خطر)، ۲ (کم خطر) و ۴ (پرخطر) طبقه بندی شد (جدول ۴).

به طور کلی، در اثر تماسی این حشره کش ها مرگ و میر مستقیم بیشتری در مقایسه با اثر تغذیه ای در حشره کش ماترین (هر دو دوز) و فوزالن مشاهده شد. به همین صورت بیشترین تلفات (۱۰۰ درصد) در تیمار فوزالن طی ۲۱ روز پس از تیمار ثبت شد و کمترین آن برابر با ۶/۶۷ درصد در تیمار ماترین با دوز ۱/۲ در هزار مشاهده شد. حشره کش اسپینوساد در تمام روزهای آمار برداری پس از تیمار، تلفات مستقیم کمتر از ۲۰ درصد ایجاد کرد، اما با وجود زنده ماندن ۸۰ درصد حشرات، تخم گذاری ثبت نشد. با توجه به نتایج، حشره کش ماترین با دوزهای ۱/۲ و ۱/۵ در هزار با درجه سمیت ۲ و ۲ برای بالتوری سبز دارای خطر کم و فوزالن با درجه سمیت ۴ برای این شکارگر پر خطر هستند (جدول ۴).

بحث

نتایج به دست آمده در استان مرکزی نشان داد که کمترین درصد خسارت خوشه ها هفت روز پس از سم پاشی علیه نسل های دوم و سوم کرم خوشه خوار انگور با حشره کش ماترین در غلظت ۱/۵ در هزار و بیشترین درصد خسارت خوشه ها در تیمار شاهد ثبت شد. نتایج به دست آمده در استان فارس نشان داد که کمترین درصد خسارت خوشه ها هفت روز پس از سم پاشی علیه نسل دوم با حشره کش های اسپینوساد و پس از آن حشره کش ماترین در غلظت ۱/۵ در هزار و بیشترین درصد خسارت خوشه ها در تیمار شاهد مشاهده شد. همچنین کمترین درصد خسارت خوشه ها هفت روز پس از سم پاشی علیه نسل سوم کرم خوشه خوار در استان فارس با حشره کش های اسپینوساد، فوزالن و حشره کش ماترین در غلظت ۱/۵ و بیشترین درصد خسارت خوشه ها در تیمار شاهد مشاهده شد. تاثیر برخی حشره کش ها بر لارو کرم غلاف خوار سویا *Helicoverpa armigera* Hubner، در استان گلستان نشان داد که در روز هفتم بعد از سم پاشی با حشره کش های فنوالریت، میمیک، پروکلیمفیت (لوفرون+امامکتین بنزوات)، آتابرون، لاروین و ماترین (بایو ۱) جمعیت لاروی به صفر رسید، هر چند که برای حشره کش تیودیکارب این درصد تلفات در روز چهارم بعد از سمپاشی به دست آمد (Mir Behbahani et al., 2019).

جدول ۳- میزان مرگ و میر مستقیم و کاهش باروری مراحل مختلف زیستی زنبور *Trichogramma brassicae* در اثر

تماس با دوز مزرعای آفت‌کش‌ها همراه اثر کل و درجه‌بندی سمیت بر اساس روش IOBC

Table 3. Direct mortality and fertility reduction of different life stages of *Trichogramma brassicae* after field dose exposure to insecticides, along with total effect and toxicity ranking based on the IOBC method

Treatment	Stage	Direct mortality (%)	Fertility reduction (%)	Overall effect of insecticides on the natural enemy (%)	Toxicity ranking *
Matrine (1.2 g/lit)	egg	53.40	83.03	63.31	2
	larva	46.64	93.64	72.84	2
	pupa	29.38	85.37	59.52	2
	adult	26.63	13.61	90	3
Matrine (1.5 g/lit)	egg	64.59	41.10	85.45	3
	larva	35.22	67.88	83.78	3
	pupa	42.08	64	59.58	2
	adult	38.67	8.24	94.63	3
Spinosad	egg	16.20	30	89.97	3
	larva	10.72	29.11	88.37	3
	pupa	15.39	84.09	32.10	2
	adult	12.44	6.60	94.21	2
Phosalone	egg	97.72	9.33	99.69	4
	larva	91.6	36.09	98.64	3
	pupa	71.63	12.50	93.64	3
	adult	71.66	24.11	93.16	3

* 1 = 'harmless' (< 30% mortality; green), 2 = 'slightly harmful' (30-79% mortality; yellow), 3 = 'moderately harmful' (80-99% mortality; orange), and 4 = 'harmful' (> 99% mortality, red)

جدول ۴- میزان مرگ و میر مستقیم مراحل مختلف زیستی و کاهش باروری بالتوری سبز در اثر تغذیه یا تماس با دوز

مزرعای آفت‌کش‌ها و اثر کل و درجه‌بندی سمیت بر اساس روش IOBC

Table 4. Direct mortality of different life stages and reduction in fecundity of the green lacewing due to feeding or contact with field-rate doses of pesticides, along with total effect and toxicity classification according to the IOBC

	Mortality (%) / days after spraying	Treatment			
		Matrine (1.2)	Matrine (1.5)	Spinosad	Phosalone
Feeding effect	1	6.67	20	30	16.67
	3	13.79	20.69	34.48	24.14
	7	20.69	24.14	34.48	24.94
	14	17.86	21.43	32.14	25
	21	25.08	12.50	41.67	45.38
	Fertility reduction (%)	17	53	45	00
Total effect	Overall effect of insecticides on the natural enemy (%)	87.38	91.04	74.04	100
	Toxicity ranking*	3	3	2	4
Contact effect	1	6.67	26.67	13.33	16.67
	3	44.83	55.17	17.24	93.10
	7	45.83	54.17	8.33	95.83
	14	37.50	45.83	16.67	87.50
	21	50	43.75	00	100
	Fertility reduction (%)	95.34	92.90	-	00
Total effect	Overall effect of insecticides on the natural enemy (%)	52.33	47.74	-	100
	Toxicity* ranking	2	2	-	4

* 1 = 'harmless' (< 30% mortality; green), 2 = 'slightly harmful' (30-79% mortality; yellow), 3 = 'moderately harmful' (80-99% mortality; orange), and 4 = 'harmful' (> 99% mortality, red)

بررسی اثر حشره کش های میکروبی (BT) و حشره کش های گیاهی ماترین و نیم آزال و نیز حشره کش شیمیایی دیازینون در ارومیه نشان داد که حشره کش های ماترین و دیازینون از بیشترین کارایی علیه کرم خوشه خوار انگور برخوردار بودند، به طوری که درصد آلودگی خوشه ها در حشره کش های بیان شده، ۶/۷۵ و ۷/۵۰ بود (Akbarzade Shokat et al., 2016). نتایج این مطالعه نشان داد که حشره کش های زیست سازگار ماترین و اسپینوساد، کارایی بسیار بالایی در کنترل لاروهای *L. botrana* داشته و توانستند رقابت قابل قبولی با حشره کش استاندارد و رایج فوزالون نشان دهند. کارایی بالای اسپینوساد در این تحقیق با مکانیسم عمل اختصاصی آن بر سیستم عصبی پولک بالان و نفوذ موضعی (Translaminar) آن در بافت گیاه مطابقت دارد که لاروهای مخفی شده در خوشه های انگور را به خوبی کنترل می کند. از سوی دیگر، ماترین (به ویژه در غلظت ۱/۲ در هزار) به عنوان یک ترکیب گیاهی، با فلج کردن سریع سیستم عصبی آفت، درصد مرگ و میر بالایی را ثبت کرد. موفقیت این ترکیبات در کنترل آفت، علاوه بر سمیت ذاتی آن ها، به زمان بندی دقیق سم پاشی بر اساس داده های تله های فرومونی نیز وابسته است که باعث شد لاروها در حساس ترین سنین رشدی خود در معرض این ترکیبات قرار گیرند. این نتایج ثابت می کند که می توان ترکیبات پرخطر ارگانوفسفره مانند فوزالون را با جایگزین های ایمن تری مانند ماترین جایگزین کرد، بدون آنکه افت معنی داری در کنترل آفت هدف رخ دهد.

در مطالعه اخیر حشره کش ماترین در مقایسه با فوزالون و اسپینوساد اثرات سوء کمتری روی بالتوری سبز و زنبور تریکوگراما داشت. حشره کش فوزالون بیشترین مخاطرات را برای زنبور تریکوگراما و بالتوری سبز داشت که با نتایج پژوهشگران در تاثیر دیازینون روی *T. brassicae* با ۱۰۰٪ مرگ و میر مستقیم (Shirazi et al., 2018) و همچنین با مطالعه فوزالون روی همین گونه مطابقت داشت (Parsyan et al., 2016). در مطالعه ای دیگر نیز مشخص شد حشره کش های گروه فسفره مخاطرات زیادی دارند و در بین حشره کش های بررسی شده روی *T. cacoeciae*، فوزالون با ایجاد مرگ و میر زیاد تا ۱۰۰٪ توانایی پارازیتسم را نیز کاهش داد (Hassan, 1998). در مطالعه مشابه دیگری مشخص شد حشره کش کلر فونینفوس^۱ تا ۵۰ درصد طول عمر زنبور پارازیتوید *Trybliographa rapae* را کاهش داد و بین ۱۰ تا ۲۲ درصد از باروری آن کاسته شد (Alix et al., 2001). بالتوری سبز در تماس با سموم فسفره نسبت به سایر گروه ها حساسیت بیشتری دارد (Plapp & Bull, 1978)، که نتایج پژوهش حاضر را تایید می کند. پایگاه داده های اثرات جانبی آفت کش ها کوپرت سمیت حشره کش فوزالون را به روش پاشش مستقیم/تماسی روی بالتوری سبز با درجه سمیت دو و روی زنبور تریکوگراما با درجه سمیت چهار اعلام کرده است. در مورد اسپینوساد بررسی ها اثرات سوء متفاوتی روی دشمنان طبیعی نشان داده است. در یک بررسی میزان مخاطرات اسپینوساد روی زنبور تریکوگراما را همتراز سموم فسفره و با درجه خطرناک ارزیابی کرده اند. پایگاه داده های اثرات سوء آفت کش ها بیوبست (Biobest) که یکی از بزرگ ترین و معروف ترین شرکت های دنیا در زمینه مبارزه بیولوژیک و گرده افشانی طبیعی می باشد، مخاطرات تماس مستقیم اسپینوساد با زنبور تریکوگراما را تا حدود ۱۰۰ درصد مرگ و میر و درجه ۴ سمیت برآورد کرده که یک درجه سمیت از مطالعه حاضر سخت گیرانه تر است. پایگاه اثرات جانبی حشره کش ها- کوپرت نیز اسپینوساد را روی بالتوری سبز با درجه ۴ سمیت (خطرناک) ارزیابی کرده است (Parsaeyan et al., 2016b) که تا حدی متفاوت از نتایج این تحقیق است.

حشره کش ماترین (بایو ۱، ۰.۵٪ EC) کارایی قابل قبولی در کنترل کرم خوشه خوار انگور نشان داد. نتایج این بررسی نشان داد که حشره کش ماترین با دز ۱/۲ در هزار با درجه سمیت کم خطر روی مراحل تخم، لارو، شفیره و سمیت متوسط در حشرات کامل زنبور تریکوگراما و درجه سمیت کم خطر روی بالتوری سبز، اثرات جانبی کمتری در مقایسه با سایر حشره کش ها داشت. بنابراین، با توجه به عدم تفاوت معنی دار بین دو دوز پیشنهاد شده شرکت، استفاده از حشره کش ماترین (بایو ۱، ۰.۵٪ EC) به میزان ۱/۲ در هزار در کنترل کرم خوشه خوار انگور توصیه می شود. زمان محلول پاشی می بایست با استفاده از تله های فرومونی تعیین شود. بدین منظور تعداد دو عدد تله فرومونی با فاصله حداقل ۵۰ متری از یکدیگر نصب شده و یک هفته پس از اوج پرواز نسبت به سم پاشی با

^۱ Chlorfenvinphos

حشره‌کش ماترین (بایو ۱، EC 0.5) به میزان ۱/۲ در هزار علیه نسل دوم و نسل سوم کرم خوشه‌خوار انگور اقدام شود. در مناطقی با جمعیت بالای کرم خوشه‌خوار انگور تکرار سمپاشی هفت روز بعد از کاربرد توصیه می‌شود.

References

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>.
- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., & Hatami, F. (2020). Iran agricultural statistics of the year 2019. Ministry of Agriculture-Jahad. From: <https://agrodl.ir/statistics/> (In Farsi)
- Akbarzadeh Shokat, G. H., Safatalizadeh, M., Ranjbar Aghdam, H., & Armideh, S. H. (2016). Evaluation of the efficacy of some biological insecticides for reducing damage and conserving the parasitoids of grape berry moth, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) in Urmia vineyards. *Journal of biocontrol in plant protection*, 3(2), 97-108 (In Farsi).
- Alix, A., Cortesero, A. M., Nenon, J. P., & Anger, J. P. (2001). Selectivity assessment of chlorfenvinphos reevaluated by including physiological and behavioral effects on an important beneficial insect. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 20(11), 2530-2536. DOI: [https://doi.org/10.1897/1551-5028\(2001\)020<2530:saocrb>2.0.co;2](https://doi.org/10.1897/1551-5028(2001)020<2530:saocrb>2.0.co;2)
- Alizadeh, A., Talebi-Jahromi, K., Hosseini-naveh, V., & Ghadamyari, M. (2014). Toxicological and biochemical characterizations of AChE in phosalone-susceptible and resistant populations of the common pistachio psyllid, *Agonosca pistaciae*. *Journal of Insect Science*, 14(1), 18. DOI: <https://doi.org/10.1093/jis/14.1.18>
- Bovey, P. (1966). Super-famille des Tortricidae. *Entomologie Appliquée à l'Agriculture*, 2, 456-493.
- Boller, E. F., Vogt, H. Ternes, P., & Malavolta, C. (2005). Working document on selectivity of pesticides. IOBC/WPRS Internal Newsletter. Retrieved February 8, 2013. From: http://www.IOBC.Ch/2005/Working%20Document%20Pesticides_Explanations.pdf.
- Cheng, X., Wang, W. X., Dong, F., Zhang, H., Ye, J., Tan, C., Wu, Y., Lv, X., Jiang, X., & Qin, X. (2020). Semisynthesis and characterization of some new matriline derivatives as insecticidal agents. *Pest Management Science*, 76(8), 2711-2719. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.5817>
- Gonzales, M. (2010). *Lobesia botrana*: polilla de la uva. *Revista Enologa*, 2, 2-5.
- Hassan, S. A. (1992). Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: Description of test methods. IOBC/WPRS Bulletin.
- Hassan, S. A. (1998). The initiative of IOBC/WPRS working group on pesticides and beneficial organisms. In: Haskel, P.T. & McEween, P. (Eds.), *Ecotoxicology, Pesticides and Beneficial*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands. pp. 22-56.
- Hassan, S. A., Halsall, N. A. P., Gray, C., Kuehner, M. F., Moll, M., Bakker, J., Roembke, A., Yousef, F. Nasr, H., & Abdelgader, H. (2000). A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In Candolfi, M. P., Blümel, S., Forster, S., Bakker, F.M., Grimm, C., Hassan, S.A., Heimbach, U., Mead-Briggs, M. A., Reber, B., Schmuck, R., Vogt, H. (Eds.). *Guidelines to Evaluate Side-Effects of Plant Protection Products to Non-Target Arthropods*. IOBC/WPRS. pp. 107-119.
- Mir Behbahani, Z., Mohammadi Sharif, M., & Gol Mohammadi, G. H. (2019). Comparative effects of various insecticides on larval populations of the soybean pod borer under field condition. National Conference on Knowledge and Technology of Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment of Iran. 11 March, Iran. pp. 1-7 (In Farsi).
- Mosallanejad, H., Kamali, H., Alizadeh, E., & Gharali, B. (2022). Efficacy Comparison of Methoxyfenozide with Some Insecticides against Grape Berry Moth, *Lobesia botrana* Denis & Schiffermuller (Lepidoptera: Tortricidae) Under Field Conditions. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, 36(1), 55-65. DOI: <https://doi.org/10.22067/JPP.2021.72410.1048> (In Farsi)
- Nourbakhsh, S. (2023). List of important pests, diseases and weeds of major agricultural crops, pesticides and recommended methods to control them. Iranian Plant Protection Organization publication. 224 pp. (In Farsi)
- Parsaeyan, P., Saber, M., Safavi, S. A., & Poorjavand, N. (2016a). Lethal and sublethal effects of conventional and biorational insecticides on the *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in laboratory conditions. Proceedings of 22nd Iranian Plant Protection Congress, 27-30 August. Karaj, Iran. (In Farsi)

- Parsaeyan, P., Saber, M., Safavi, S. A., & Poorjavad, N. (2016b). Effect of chlorantraniliprol, emamectin benzoate, spinosad, cypermethrin and phosaloneon functional response of egg parasitoid, *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Proceedings of 22nd Iranian Plant Protection Congress, 27-30 August. Karaj, Iran. (In Farsi)
- Salgado, V. L. (1998). Studies on the mode of action of spinosad: Insect symptoms and physiological correlates. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 60(2), 91–102. DOI: <https://doi.org/10.1006/pest.1998.2332>.
- Shirazi, J., Bahrami, A., & Rezapanah, M. R. (2018). Side Effects of Five Pesticides on *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Agriculture and Forestry*, 66(1), 57–68.
- Steinitz, H., Sadeh, A., Kliot, A., & Harari, A. (2015). Effects of radiation on inherited sterility in the European grapevine moth (*Lobesia botrana*). *Pest Management Science*, 71, 24–31. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.3797>
- Van de Veire, M., Smagghe, G., & Degheele, D. (1996). Laboratory test method to evaluate the effect of 31 pesticides on the predatory bug, *Orius laevigatus* (Het.: Anthocoridae). *Entomophaga*, 41, 235–243. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02764249>
- Varela, L. G., Smith, R. J., Cooper, M. L., & Hoenisch, R. W. (2010). European grapevine moth, *Lobesia botrana*, in Napa Valley vineyards. Retrieved March/April, 2010. From: https://www.researchgate.net/publication/289410570_European_grapevine_moth_Lobesia_botrana_in_Napa_Valley_vineyards.

Efficacy of marine, spinosad, and phosalone against European grapevine moth, *Lobesia botrana* and their side effects on *Trichogramma brassicae* and *Chrysoperla carnea*

K. Mohammadpour^{1*}, M. Yousefi², M. Allahyari³, J. Shirazi⁴ and F. Shafaghi⁵

1, 2, 4 & 5. Research, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Tehran, Iran, 3. Plant Protection Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Shiraz, Iran

✉ Mohammadpour_k@yahoo.com

✉ mzyousefi@yahoo.com

✉ malahyari@gmail.com

✉ jalal.shirazi@gmail.com

✉ azadehshafaghi@yahoo.com

 <https://orcid.org/0000-0001-5522-566X>

 <https://orcid.org/0009-0009-2329-3217>

 <https://orcid.org/0000-0001-5802-9955>

 <https://orcid.org/0000-0001-9303-8056>

 <https://orcid.org/0000-0002-7878-4533>

Received: 30 January 2026 | Accepted: 2 August 2026 |

Abstract

European grapevine moth *Lobesia botrana* is one of the most important pests of grapevine. Larvae of this pest in second and third generation cause economic damage by feeding on grape berries. The present study was conducted to introduce and replace new insecticides and to expand the range of effective insecticides for controlling this pest. The experiment was carried out in a randomized complete block design with four replicates in Markazi and Fars provinces. The treatments consisted of two concentrations of matrine (1.2 and 1.5 mL L⁻¹), phosalone (1.5 mL L⁻¹), spinosad (0.15 mL L⁻¹), and control. The efficacy of the treatments was evaluated based on the ratio of infested grape clusters to the total number of clusters per vine. The side effects of the tested insecticides on *Trichogramma brassicae* and the green lacewing, *Chrysoperla carnea*, were assessed under laboratory conditions using the standard methodology of the International Organization for Biological Control (IOBC). The results showed that seven days after spraying, the lowest percentage of cluster damage was recorded in the matrine treatment at 1.5 mL L⁻¹, which differed significantly from the other treatments. The percentage of cluster damage for the second and third generations in Markazi province was 0.11 and 7.95 percent, respectively, and in Fars province it was 14.7 and 8.70 percent, respectively. The assessment of the side effects of the evaluated insecticides on natural enemies indicated that matrine at a concentration of 1.2 mL L⁻¹ resulted in fewer negative impacts compared to the other insecticides. This insecticide was classified as slightly harmful to the egg, larval, and pupal stages of *T. brassicae* and moderately harmful to the adult stage. In addition, its effects on *C. carnea* were classified as slightly harmful. Overall, matrine at a concentration of 1.2 mL L⁻¹ can be recommended for the control of the European grapevine moth.

Key words: European grapevine moth, natural enemy, side effect of pesticides, toxicity

Citation: Mohammadpour, K., Yousefi, M., Allahyari, M., Shirazi, J. & Shafaghi, F. (2026). Efficacy of marine, spinosad, and phosalone against European grapevine moth, *Lobesia botrana* and their side effects on *Trichogramma brassicae* and *Chrysoperla carnea*. *Plant Pest Research*, 16(2), 19-30. DOI: <https://doi.org/10.22124/iprj.2026.32860.1676>



*Corresponding author: Mohammadpour_k@yahoo.com