



گیاه پزشکی (مجله علمی کشاورزی)

جلد ۴۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱

doi 10.22055/ppr.2021.17259

مقایسه سمیت چهار علف کش روی شته معمولی گندم، *Schizaphis* (Hom: Aphididae)،
Hippodamia variegata (Coleoptera: Coccinellidae) و شکارگر آن، کفشدوزک
در شرایط آزمایشگاهی

ایمان کاکاوند^۱، عبدالرضا احمدی^{۲*}، ایمان حسنوند^۳ و امیرحسین دانای طوس^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم علف های هرز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

۲- *نویسنده مسوول: دانشیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران (Ahmadi1024@gmail.com)

۳- دانش آموخته دکتری حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۵

چکیده

شته معمولی گندم، *Schizaphis graminum*، یکی از آفات مهم گندم است که با تغذیه از شیره نباتی موجب خسارت به این محصول می شود، از بین دشمنان طبیعی آن، کفشدوزک *Hippodamia variegata* فعال ترین شکارگر این آفت است. کاربرد علف کش ها در مزارع گندم ممکن است روی جمعیت این حشرات تأثیر بگذارد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر علف کش های توفوردی + ام‌ث‌پ‌آ[®]، آگرانتیس[®]، و مخلوط تایپیک[®] + گرانستار[®] روی شته معمولی گندم به عنوان آفت و کفشدوزک شکارگر آن انجام شد. میزان تلفات حشرات در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از آزمایش محاسبه گردید. تیمار آگرانتیس در ۲۴ ساعت اول آزمایش تمام شته ها را از بین برد. تیمار مخلوط تایپیک + گرانستار در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از شروع آزمایش به ترتیب ۵۵، ۷۰ و ۹۲/۵ درصد تلفات و تیمار توفوردی + ام‌ث‌پ‌آ، نیز به ترتیب ۲۰، ۳۷/۵ و ۵۷/۵ درصد تلفات ایجاد کردند. علف کش ها در غلظت یکسان به طور متوسط روی کفشدوزک تلفات کمتری نسبت به شته بود، به صورتی که در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از شروع آزمایش تیمار آگرانتیس[®] به ترتیب ۴۵، ۵۲/۵ و ۵۷/۵، تایپیک[®] + گرانستار[®] ۱۷/۵، ۱۵ و ۴۵ و توفوردی + ام‌ث‌پ‌آ[®]، ۱۲/۵ و ۳۷/۵ و ۲/۵ درصد تلفات روی افراد بالغ کفشدوزک داشت. با توجه به نتایج به نظر می رسد شته معمولی گندم نسبت به علف کش آگرانتیس[®] و در مرحله بعد تایپیک[®] + گرانستار[®] حساسیت زیادی دارد. بر اساس اصول سازمان بین المللی کنترل بیولوژیک (IOBC)، برای کفشدوزک *H. variegata* علف کش آگرانتیس در دسته کمی خطرناک و مخلوط تایپیک[®] + گرانستار[®] در زمان ۲۴ ساعت در دسته بی خطر ولی در ۴۸ و ۷۲ ساعت در دسته کمی خطرناک و علف کش توفوردی + ام‌ث‌پ‌آ[®] در دسته بی خطر قرار گرفت؛ بنابراین برای کنترل علف های هرز مزارع گندم و شته معمولی گندم علف کش آگرانتیس و جهت کنترل نسبی و پایدار شته معمولی گندم با حفظ کفشدوزک *H. variegata* علف کش های تایپیک[®] + گرانستار و توفوردی + ام‌ث‌پ‌آ[®] قابل توصیه است.

کلیدواژه ها: علف کش ها، اثرات جانبی، شته معمولی گندم، *Hippodamia variegata*

دبیر تخصصی: دکتر معصومه ضیایی

Citation: Kakavand, I., Ahmadi, A., Hassanvad, I., & Danaye-Tous A.H. (2022). The comparison of toxicity of four wheat herbicides on *Schizaphis graminum* (Rondani) and its predator, *Hippodamia variegata*, under laboratory conditions. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 45(1): 45-57. 10.22055/ppr.2021.17259.

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهم ترین محصولات زراعی جهان است (FAO, 2020). این محصول در بین غلات بیشترین و وسیع ترین سازگاری را به شرایط متفاوت اقلیمی دارد (Emam et al., 2011). فراگیری کشت گندم به شکلی است که در هر زمان در مناطقی از جهان در حال کشت و یا برداشت آن می باشند (Shewry, 2009). در کشت گندم عوامل متعددی باعث ایجاد خسارت و یا کاهش عملکرد آن می گردند. از میان عوامل متعددی که به محصول گندم خسارت وارد می کنند، علف های هرز به دلیل پراکنش وسیع و همچنین بازه ی زمانی زیاد فعالیت خود، در رتبه اول قرار می گیرند. این دلایل سبب شده علف های هرز در تمام طول مدت کشت گندم در مزرعه حضور داشته و به روش های مختلف باعث اختلال در نشو و نما محصول گردند (Jalal-kamali et al., 2012). بنابراین، این گیاهان فرصت طلب با جذب عناصر مغذی خاک به رقابت با گندم پرداخته و در نهایت با تضعیف محصول موجب کاهش عملکرد آن می گردند (Ahn et al., 2001). یکی از روش های معمول در کنترل علف های هرز، کاربرد سموم علف کش است؛ مانند اغلب ترکیبات شیمیایی استفاده شده در زیست بوم کشاورزی، علف کش ها نیز علاوه بر اثرگذاری بر علف های هرز به عنوان موجود هدف، باعث بروز اثرات مضر در موجودات دیگر نظیر حشرات می شوند (Sarwar, 2013). آفات متعددی نیز در مزارع گندم فعالیت کرده که موجب ایجاد خسارت قابل توجهی به این محصول استراتژیک می گردند. از گروه های مهم آفات غلات شته ها هستند از جمله ی آن ها می توان به شته معمولی گندم اشاره کرد که با تغذیه از شیره گیاهی به صورت مستقیم و با انتقال عوامل بیماری زای گیاهی (از قبیل ویروس های گیاهی) به صورت غیرمستقیم به میزبان گیاهی خسارت وارد می کنند (Fiebig & Poehling, 1998). کفشدوزک *Hippodamia*

variegata Goeze یکی از گونه های همه جازی و پلی فاژ است که به عنوان یک عامل کنترل زیستی مهم در مناطق زیادی از دنیا شناخته شده و در کنترل آفات مختلف استفاده می شود (Franzmann, 2002; Kontodimas & Rebolledo et al., 2009; Stathas, 2005). این کفشدوزک در ایالات متحده برای کنترل شته روسی گندم به عنوان یک گونه غیربومی پرورش و رهاسازی می گردد (Obrycki & Orr, 1990). در ایران نیز گزارش های زیادی از فعالیت این شکارگر روی جمعیت های شته در مناطق مختلف منتشر شده و احتمالاً در نواحی دیگر نیز به صورت بومی وجود دارد (Rajabi, 1986). کفشدوزک *H. variegata* به عنوان گونه شکارگر غالب در مزارع غلات در مناطق مختلف ایران (Farahi, 2004; Haghshenas et al., 2009; Sadeghi-Nameghi & توپس نگارندگان از مزارع گندم استان لرستان، در حال تغذیه از شته های مختلف از جمله شته معمولی گندم جمع آوری شد.

گندم به عنوان محصول کلیدی و استراتژیک کشور با معضلات بیان شده مواجه است به طوری که هر ساله برای مبارزه با علف های هرز آن مقادیر زیادی از علف کش های شیمیایی استفاده می شود. بیش از ۵۰ درصد پهن برگ کش های مزارع گندم را در ایران علف کش های هورمونی (توفوردی، ام پ آ) تشکیل می دهند، این علف کش ها به بازدارنده رشد عمل می کند که منجر به تحلیل رفتن مواد غذایی در گیاه و نهایتاً باعث از بین رفتن و مرگ علف های هرز می گردد و متحمل ترین زمان گندم به کاربرد آنها از شروع پنجه زنی تا بیش از تشکیل سومین گره در ساقه گندم می باشد (Zand et al., 2010). کلودینافوپ- پروپارژیل با نام تجاری تایپیک علف کشی سیستمیک و انتخابی از گروه آریلوکسی فنوکسی پروپونیوک اسیدهاست که برای کنترل علف های هرز کشیده برگ غلات بکار می رود و از طریق ممانعت از سنتز

محیط با دمای 27 ± 2 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت.

پرورش گیاه میزبان و تشکیل کلنی شته *S. graminum*

در بهار اقدام به کشت گیاه گندم در تعدادی گلدان با حجم ۵ لیتر جهت استقرار و تکثیر شته معمولی گندم، در شرایط گلخانه با دمای 27 ± 2 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد شد. از خاک مخلوط با کود برای بستر کاشت استفاده شد و هر سه روز یکبار گیاهان آبیاری شدند. پس از رشد کافی گیاهان، بوته‌های گندم آلوده به شته از مزارع گندم اطراف خرم‌آباد به وسیله پاکت‌های درسته به محیط تکثیر انتقال داده شد. پس از اطمینان از نوع گونه شته (Hojat & Azmayeshfard, 1986; Darvish-، 1994) و به وسیله قلم‌موی ظریفی جمعیت‌های شته معمولی گندم از روی بوته‌های گندم به روی گیاهان گندم کاشته شده در گلدان انتقال داده شد. برای اطمینان از وجود میزبان کافی، هر چند روز یکبار اقدام به اضافه کردن گلدان‌های جدید به محیط تکثیر شته‌ها شد. پس از استقرار شته‌ها روی گیاهان و طی سه نسل، از افراد بالغ بی‌بال برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد.

تشکیل کلنی کفشدوزک *H. variegata*

جمع‌آوری نمونه‌ها

افراد بالغ کفشدوزک *H. variegata* به وسیله آسپیراتور از همان مزارع گندم رقم بهاران که نمونه‌های شته جمع‌آوری شد، جمع‌آوری و در ظروف تمیز در ابعاد 25×20 و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر به آزمایشگاه انتقال داده شدند. ملاک انتخاب مزرعه برای جمع‌آوری نمونه‌ها عدم کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی بود. نمونه‌ها در آزمایشگاه بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی، شناسایی و پس از اطمینان از نوع گونه (Randall et al., 1992; Prakash & Sharma, 2008)، گونه‌های دیگر به طبیعت بازگردانده شدند.

اسیدهای چرب باعث گیاهسوزی علف‌های هرز می‌شود (Kudsk & Streibig, 2003). علف‌کش تری‌بنورون متیل با نام تجاری گرانستار، از مهم‌ترین علف‌کش‌های خانواده سولفونیل‌اوره است که برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ مزارع گندم در دنیا و ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد (Brown, 1990). این علف‌کش بصورت پس‌رویشی مصرف شده و با ممانعت از بیوسنتز اسیدهای آمینه والین و ایزولوسین مانع تقسیم سلولی می‌شود.

در این میان، به‌واسطه وجود جمعیت‌های زیاد از شته معمولی گندم و همچنین استقرار کفشدوزک *H. variegata*، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شکارگر این آفت در مزارع گندم، تأثیرپذیری این حشرات از علف‌کش‌های بکار رفته اجتناب‌ناپذیر است. هدف اصلی از انجام تحقیق حاضر این بود که آیا علف‌کش‌های معمول و پرکاربرد که در کشت گندم کشور استفاده می‌شوند، می‌توانند به‌طور مستقیم باعث تلفات در افراد بالغ شته معمولی گندم و شکارگر اصلی آن کفشدوزک *H. variegata* شوند. بنابراین در این مطالعه به بررسی اثر علف‌کش‌های رایج در مزارع گندم شامل توفوردی + ام‌ث‌پ‌آ[®]، تاپیک[®] + گرانستار[®] و آگرانئیس[®] روی شته معمولی گندم و کفشدوزک شکارگر آن، *H. variegata* پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۹ به‌منظور بررسی اثرات کشندگی چهار علف‌کش تاپیک، گرانستار، توفوردی + ام‌سی‌پی‌ای و آگرانئیس روی شته معمولی گندم *S. graminum* Rondani (Hom: Aphididae) و دشمن طبیعی آن، کفشدوزک *H. variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae)، در آزمایشگاه سم‌شناسی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه لرستان انجام شد. پرورش کفشدوزک شکارگر و طعمه آن در شرایط

پرورش و تشکیل کلنی

افراد بالغ کفشدوزک *H. variegata* در ظروف دردار پلاستیکی شفاف در ابعاد ۲۵×۲۰ و ارتفاع ۱۰ سانتی متر نگهداری و پرورش داده شدند. برای تهویه ظروف نگهداری، روی در آن‌ها حفره‌ای به قطر پنج سانتی متر ایجاد کرده و برای جلوگیری از فرار حشرات یک لایه توری پارچه‌ای با مش مناسب رو آن نصب شد. کفشدوزک‌های موجود در ظرف‌ها، با مراحل زیستی مختلف از شته معمولی گندم پرورش یافته روی برگ‌های گندم تغذیه شدند. برای جلوگیری از آلوده شدن محیط پرورش، هر روز برگ‌های ظروف با برگ‌های جدید جایگزین شدند. در زمان بازدید روزانه دسته‌های تخم کفشدوزک موجود روی برگ‌ها به ظروف پتری دیش با قطر ۱۰ سانتی متر که روی در خود دارای منفذ برای تهویه بودند، انتقال داده می‌شدند. پس از تفریح تخم‌ها برای جلوگیری از هم‌خواری، لاروها در ظروف مجزا نگهداری شدند. پس از پرورش دو نسل کفشدوزک، از حشرات بالغ نسل سوم در آزمایش‌ها استفاده شد. پرورش کفشدوزک شکارگر و هم‌چنین آزمایش‌ها در یک دستگاه انکوباتور با قابلیت تنظیم دما، رطوبت و دوره نوری با شرایط ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی صورت گرفت.

علف کش‌های مورد استفاده

برای انجام این پژوهش از چهار علف کش تاپیک®، گرانستار®، توفوردی + ام‌سی‌پی‌ای® و آگران‌تیس® که به‌طور معمول در کشت گندم کاربرد دارند، استفاده شد (جدول ۱).

اثر کشندگی غلظت‌های توصیه‌شده علف کش‌ها

روی شته معمولی گندم

به‌منظور بررسی اثر کشندگی، از روش غوطه‌وری برگ و شته در محلول سمی استفاده شد، ابتدا سه عدد از برگ‌های گندم به قطر ۲ سانتی متر بریده شدند و سطح پتری روی پنبه

به قطر ۶ سانتی متر از برگ گندم پوشیده شد و به مدت ۱۰ ثانیه در محلول حاوی غلظت توصیه شده سموم غوطه‌ور شدند. سپس شته‌های بالغ یک‌روزه توسط توری فلزی در محلول سمی (برای تیمار شاهد از آب معمولی استفاده شد) به مدت ۵ ثانیه غوطه‌ور شده و بلافاصله برای خشک شدن روی کاغذهای صافی به مدت ۳ دقیقه قرار گرفتند. دیسک‌های برگ‌گی پس از خشک شدن در مجاورت هوا در ظروف پتری حاوی پنبه خیس قرار گرفته و شته‌های تیمار شده به آن اضافه شدند. برای حفظ رطوبت داخل ظروف در فواصل زمانی به آن آب اضافه شد. سطح رویی برگ‌ها روی پنبه قرار گرفتند، به گونه‌ای که سطح پشتی در معرض تغذیه شته قرار بگیرد. هر علف کش در ۴ تکرار و در هر تکرار از ۱۰ عدد حشره بالغ یک‌روزه استفاده شد، میزان تلفات ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تیمار در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی ثبت شد. نحوه تشخیص شته‌های تلف شده بی‌حکمی شاخک‌های آن‌ها در زیر باینوکولار بود.

اثر کشندگی در غلظت‌های توصیه‌شده علف کش‌ها

روی کفشدوزک *H. variegata*

برای بررسی اثر کشندگی علف کش‌ها از حشرات بالغ یک تا دو روزه و روش تماس مستقیم استفاده شد. غلظت توصیه‌شده هر علف کش (آب معمولی در تیمار شاهد) توسط برج پاشش مدل Xa4230 ساخت شرکت ابزار پردازان نامی (APN) به میزان دو میلی‌لیتر روی حشرات درون ظروف پتری با ۱۰ سانتی متر قطر با فشار یک بار به مدت ۱۰ ثانیه پاشیده شد. پس از آن حشرات به ظروف پتری تمیز منتقل شده و میزان تلفات حشرات ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تیمار در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی ثبت شد. آزمایش برای هر علف کش در ۴ تکرار و در هر تکرار از ۱۰ عدد حشره بالغ انجام شد.

جدول ۱- مشخصات علف کش های مورد استفاده در تحقیق

Table 1- The characteristics of herbicides used in the research

Common name	Trade name	Formulation	Dose (g ai ha ⁻¹)	Company	Registration year
2,4-D plus MCPA	2,4-D Amine	67.5%SL	675-1012.5	Mahan	1968
Tribenuron-methyl	Granstar®	75%DF	11.25-15	Golsam	1990
Clodinafop-propargyl	Topik®	8%EC	64-80	Ariashimi	1994
Mesosulfuron-methyl+	Agrantis®	12%OD	180	Golsam	2004
Iodosulfuron-methyl-sodium					

تجزیه داده‌ها

درصد) را روی حشرات بالغ شته داشت. تیمار علف کش های تایپیک+گرانستار با ۷۰ درصد تلفات نیز در رتبه دوم و پس از آن تیمار علف کش توفوردی + ام ثپ آ با ۳۷/۵ درصد تلفات در رتبه بعدی قرار گرفت. در تیمار شاهد (آب معمولی) ۱۰ درصد تلفات مشاهده شد. بین همه تیمارها اختلاف معنی داری از نظر آماری مشاهده شد (جدول ۲). پس از ۷۲ ساعت از اعمال تیمارهای علف کش روی حشرات بالغ شته معمولی گندم، با بررسی نتایج آزمایش مشخص شد که علف کش های مورد استفاده شده در این پژوهش درصد تلفات بالایی را در این حشره گیاه خوار ایجاد می کنند. از نظر میزان تلفات به ترتیب تیمارهای علف کش آگرانیتس با ۱۰۰ درصد، تیمار علف کش های تایپیک+گرانستار با ۹۲ درصد و تیمار علف کش توفوردی+ام ثپ آ با ۵۷/۵ درصد تلفات قرار گرفتند که با توجه به جدول گروه بندی، تیمارهای آگرانیتس و تایپیک+گرانستار در یک سطح آماری قرار گرفته و با تیمار توفوردی + ام ثپ آ اختلاف معنی داری داشتند. هم چنین تمام تیمارهای علف کش با تیمار شاهد دارای اختلاف آماری معنی دار بودند (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس تأثیر علف کش ها روی حشرات بالغ کفشدوزک *H. variegata* در ۲۴ ساعت بعد از اعمال تیمارها نشان داد که بین تیمارها تفاوت معنی دار وجود دارد، بطوری که گروه بندی تیمارها نشان می دهد که تیمار علف کش آگرانیتس با بیشترین تلفات (۴۵ درصد) اختلاف معنی داری با دیگر تیمارها داشته و تیمارهای «علف کش های تایپیک+گرانستار» با

داده‌ها از نظر نرمالیتی با استفاده از آزمون اندرسون دارلینگ بررسی شده و داده‌ها نرمال بودند و تبدل داده‌ای صورت نگرفت. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد و داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 (2003) و با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال آماری ۵ درصد تجزیه شدند (SAS Institute, 2003).

نتایج

نتایج تأثیر علف کش ها روی حشرات بالغ شته معمولی گندم در ۲۴ ساعت بعد از اعمال تیمارها نشان داد که بین تیمارها تفاوت معنی دار وجود دارد، بطوری که گروه بندی تیمارها نشان می دهد که تیمار علف کش آگرانیتس با بیشترین تلفات (۱۰۰ درصد) دارای اختلاف معنی دار با تیمارهای دیگر است. تیمار علف کش های تایپیک+گرانستار با ۵۵ درصد تلفات در رتبه دوم قرار داشت و تیمار علف کش توفوردی + ام ثپ آ با ۲۰ درصد تلفات در رتبه بعدی قرار گرفت، میزان تلفات در شاهد (آب معمولی) نیز ۵ درصد بود. با توجه به نتایج، بین تیمارهای توفوردی+ام ثپ آ و شاهد اختلاف معنی داری از نظر آماری مشاهده نشد (جدول ۲). بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای علف کش روی معمولی گندم در ۴۸ ساعت بعد از آزمایش نیز تفاوت معنی داری وجود دارد، بطوری که گروه بندی تیمارها نشان می دهد که تیمار علف کش آگرانیتس بیشترین تلفات (۱۰۰

علف کش های تایپیک+گرانستار با ۴۵ درصد تلفات از نظر آماری در یک سطح قرار داشتند. از طرف دیگر تیمار آگرانیتیس با تیمار توفوردی + ام ثپ آ و شاهد اختلاف معنی دار داشت. هم چنین بین تیمار علف کش توفوردی + ام ثپ آ با ۲۷ درصد تلفات با تیمار تایپیک+گرانستار با ۴۵ درصد تلفات تفاوت معنی دار وجود نداشت ولی با شاهد اختلاف معنی دار وجود داشتند (جدول ۳).

بحث

علف کش های کشاورزی می توانند حشرات مختلف مستقر در مزرعه، از قبیل آفات و دشمنان طبیعی را چه از طریق مسمومیت مستقیم آن ها و یا اثراتی که بر جمعیت و تنوع میزبان های گیاهی آن ها می گذارند، تحت تأثیر قرار دهند (Norris & Kogan, 2000). این مطالعه از محدود مطالعاتی است که به طور همزمان به بررسی تأثیر علف کش ها روی یک آفت و دشمن طبیعی آن می پردازد. نتایج حاصل از این قبیل پژوهش ها اثبات می کند که علف کش ها تأثیر مستقیمی بر جمعیت حشرات مستقر روی محصول زراعی می گذارند. به دلیل جمعیت بالای این دو حشره در اکثر مزارع گندم، افراد بالغ این دو حشره به صورت همزمان در زمان کاربرد علف کش ها در مزارع گندم استقرار و فعالیت داشته و در معرض مستقیم علف کش ها قرار می گیرند.

۱۷/۵ و «علف کش توفوردی + ام ثپ آ» با ۱۲/۵ درصد تلفات پس از آن قرار می گیرند. در شاهد (آب معمولی) نیز ۲/۵ درصد تلفات مشاهده شد. بین تیمارهای علف کش های تایپیک+گرانستار، علف کش توفوردی + ام ثپ آ تفاوت معنی داری از نظر آماری وجود نداشت (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که تأثیر علف کش ها روی کفشدوزک *H. variegata* بین تیمارها در ۴۸ ساعت پس از آزمایش، تفاوت معنی دار وجود دارد، بطوری که با انجام آزمون توکی روی داده های ۴۸ ساعت پس از اعمال علف کش ها، مشخص گردید که گروه تیمار علف کش آگرانیتیس با ۵۲/۵ و تیمار علف کش های تایپیک+گرانستار با ۳۷/۵ درصد تلفات از نظر آماری در یک سطح قرار می گیرند که دارای اختلاف معنی دار با تیمار علف کش توفوردی + ام ثپ آ با ۱۵ درصد تلفات و تیمار شاهد (آب معمولی) با درصد تلفات ۲/۵ درصد بودند، هم چنین بین تیمارهای توفوردی + ام ثپ آ و شاهد اختلاف معنی داری از نظر آماری مشاهده شد (جدول ۳). پس از بررسی نتایج تجزیه واریانس تیمارهای علف کش روی کفشدوزک پس از ۷۲ ساعت از اعمال تیمارها، مشخص شد که تیمارها دارای تفاوت معنی دار هستند، بطوری که گروه بندی تیمارهای علف کش پس از ۷۲ ساعت از اعمال بر روی افراد بالغ کفشدوزک نشان می دهد که تیمار علف کش آگرانیتیس دارای بیشترین میزان تلفات (۵۷/۵ درصد) بوده و با تیمار

جدول ۲- میانگین درصد تلفات \pm خطا معیار شته معمولی گندم، *Schizaphis graminum* در زمان های مختلف بعد از تیمار

Table 2. The mean mortality% \pm SE of *Schizaphis graminum* at different times post-treatment

Treatments	Dose (g ai ha ⁻¹)	Time (hrs)		
		24	48	72
2,4-D plus MCPA	1012.5	20.0 \pm 4.1c	37.5 \pm 4.8c	57.5 \pm 7.5b
GranstarplusTopik	15 plus 80	55.0 \pm 6.5b	70.0 \pm 4.1b	92.5 \pm 4.8a
Agrantis	180	100a	100a	100a
Control (Water)	-	5 \pm 2.9d	10.3 \pm 4.1d	27.5 \pm 6.3c
<i>F</i> _{3, 12}	-	107.0	108.7	37.8
<i>P</i>	-	<0.0001	<0.0001	<0.0001
C.V	-	18.1%	13.8%	15.7%

*Means within each column followed by the same letter are not statistically different (HSD: $P < 0.01$)

جدول ۳- میانگین درصد تلفات \pm خطا معیار کفشدوزک، *Hippodamia variegata* در زمان‌های مختلف پس از تیمار
Table 3. The mean mortality % \pm SE of *Hippodamia variegata* at different times post-treatment

Treatments	Dose (g ai ha ⁻¹)	Time (hrs)		
		24	48	72
2,4-D plus MCPA	1012.5	12.5 \pm 4.8b	15.0 \pm 2.9b	27.5 \pm 7.5bc
Granstar plus Topik	15 plus 80	17.5 \pm 2.5b	37.5 \pm 6.3a	45.0 \pm 8.7ab
Agrantis	180	45.0 \pm 8.7a	52.5 \pm 2.5a	57.5 \pm 4.8a
Control (Water)	-	2.5 \pm 2.5c	2.5 \pm 2.5c	2.5 \pm 2.5c
<i>F</i> _{3, 12}	-	12.0	33.2	14.2
<i>P</i>	-	<0.0006	<0.0001	<0.0003
C.V	-	54.2%	28.9%	38.2%

*Means within each column followed by the same letter are not statistically different (HSD; *P*<0.01)

بر روی بوته‌های گندم اسپری شد. بازدید و شمارش جمعیت شته‌ها، قبل از اعمال تیمارها و در روزهای ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز پس از محلول پاشی انجام شد. نتایج نشان داد که تمام علف‌کش‌های مورد آزمایش به صورت معنی‌داری بر جمعیت شته روسی گندم تأثیر گذار هستند. جمعیت شته‌های مستقر بر بوته‌های گندم قبل از اعمال تیمارها، تفاوت معنی‌داری نداشت. تیمار توفوردی‌استر بیشترین تأثیر را در بین تیمارهای مورد آزمایش بر جمعیت شته و در روزهای ۳، ۷ و ۱۴ آزمایش گذاشته، به طوری که درصد کاهش جمعیت شته در این سه تاریخ برای این تیمار به ترتیب ۶۵/۷۰، ۸۱ و ۸۱/۰۳ درصد محاسبه شد (Birgüçü et al., 2016)، که با نتایج به دست آمده ما برای تلفات علف‌کش توفوردی + ام‌ث‌پ آروی شته معمولی گندم مشابه است.

در تحقیقی دیگر تأثیر علف‌کش گرانستار روی جمعیت شته‌های گندم در شرایط مزرعه بررسی شد. نمونه برداری از هفته اول پس از اعمال تیمارها به صورت هفتگی انجام گرفت. در میان هفت گونه شته جمع‌آوری شده در این آزمایش، سه گونه شته معمولی گندم *Sitobion avenae* (Fab.)، شته گل‌سرخ *Metopolophium dirhodum* (Walker) و *S. graminum* دارای بیشترین فراوانی بودند. هم‌چنین در تیمارهای علف‌کش، جمعیت شته‌ها نسبت به شاهد افزایش نشان داد (Sadeghi-Namaghi, 2010). در

با توجه به نتایج آزمایش حاضر، تمام علف‌کش‌ها در غلظت‌های توصیه شده و کاربرد مستقیم، باعث تلفات در افراد بالغ شته معمولی گندم و کفشدوزک شکارگر شدند. مطالعات زیادی در ارتباط با اثرات علف‌کش‌ها روی جمعیت بندپایان مختلف انجام گرفته که در غالب موارد بر اثرات مستقیم این ترکیبات بر نرخ تلفات حشرات و اثرات غیرمستقیم آن‌ها روی این موجودات تمرکز دارند (Sharma et al., 2018). با توجه به نتایج این مطالعه، تمام شته‌های تیمار شده با علف‌کش اگرانتیس در ۲۴ ساعت بعد از آزمایش تلف شدند. این در حالی بود که در تیمارهای دیگر درصد تلفات پایین تر بوده و با گذشت زمان افزایش یافت و پس از ۷۲ ساعت در تیمارهای تاپیک+گرانستار و توفوردی + ام‌ث‌پ آبه ترتیب به ۹۲/۵ و ۵۷/۵ درصد رسید. از این رو به نظر می‌رسد شته معمولی گندم نسبت به علف‌کش اگرانتیس حساس تر و نسبت به تاپیک+گرانستار حساسیت کمتری دارد. مشابه تحقیق ما، در مطالعه‌ای تأثیر علف‌کش‌های معمول مزارع گندم روی شته روسی گندم (*Diuraphis noxia* (Kurdjumov) مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای این پژوهش شامل علف‌کش‌های توفوردی‌استر، فنوکسپروپ پی اتیل + فنوهورازول اتیل، فلوراسولوم + توفوردی، ترنبورون متیل و توفوردی آمین بودند که به صورت مستقیم بر روی جمعیت‌های شته مستقر

پژوهشی مشابه، تأثیر علف کش گلایفوسیت بر میزان کشندگی حشره کش های آسفات و دیکروتوفوس روی شته پنبه *Aphis gossypii* Glover و تریپس پنبه *Frankliniella* spp. بررسی شد، آفت کش آسفات به صورت تنها باعث تلفات ۴۷ و ۶۲ درصدی به ترتیب در شته و تریپس پنبه شد، زمانی که به صورت مخلوط با علف کش گلایفوسیت استفاده شد میزان تلفات شته و تریپس به ۶۳ و ۷۰ درصد افزایش یافت. هم چنین کاربرد این علف کش به همراه آفت کش دیکروتوفوس موجب افزایش معنی دار نرخ تلفات شته و تریپس به ترتیب از ۴۹ و ۴۴ درصد به ۷۶ و ۶۰ درصد شد (Pankey et al., 2004). برای اولین بار Saska et al. (2016) تأثیر منفی علف کش ها را روی پیراسنجه های جدول زندگی یک شته گل سرخ *M. dirhodum* گزارش کردند، آن ها در ابتدا هشت غلظت ۱۶/۷، ۳۳/۵، ۶۶/۹، ۱۰۴/۴، ۱۳۳/۸، ۲۶۷/۶، ۵۰۱/۸ و $1003/8 \text{ mmol dm}^{-3}$ از علف کش گلایفوسیت را روی شته های بالغ به روش مستقیم استفاده کردند، نرخ تلفات تیمارها پس از ۲۴ ساعت برای غلظت های اشاره شده به ترتیب ۲/۵، ۷، ۱۷، ۳۲، ۵۴، ۷۳، ۷۶ و ۸۸ درصد بود. نتایج سمیت حاد نشان داد که اختلاف معنی داری بین اکثر تیمارهای آزمایش با تیمار شاهد وجود دارد. در ادامه پژوهش، با بررسی پارامترهای زیستی شته در سه غلظت پایین، متوسط و بالای علف کش (به ترتیب ۳۳/۵، ۶۶/۹ و ۱۳۳/۸ میلی مول بر دسی متر مکعب) مشخص گردید که در تمام تیمارها، علف کش به طور معنی داری بر پارامترهای زیستی شته *M. dirhodum* تأثیر منفی می گذارد (Saska et al., 2016). مشخص شده که علف کش های فسفوناتی (Phosphonate herbicides) که به طور وسیع در کشت باقلا (*Vicia faba*) استفاده می شوند، دارای اثرات دوگانه علف کشی و حشره کشی بر روی شته سیاه باقلا (*Aphis fabae* Scopoli) بودند (Lipok, 2009).

علف کش های آزمایش شده در این تحقیق در غلظت های یکسان روی کفشدوزک به طور متوسط تلفات کمتری نسبت به شته داشتند، به صورتی که در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از شروع آزمایش تیمار آگرانئیس[®] به ترتیب ۴۵، ۵۲/۵ و ۵۷/۵، تایپیک[®] + گرانستار[®] ۱۷/۵، ۱۵ و ۴۵ و توفوردی + ام سی بی ای[®]، ۱۲/۵، ۳۷/۵ و ۲/۵ درصد تلفات بر روی افراد بالغ کفشدوزک داشت. در برخی موارد میزان تأثیر علف کش ها در سنین مختلف حشرات متفاوت است. در مطالعه ای تأثیر مستقیم و میزان کشندگی علف کش توفوردی آمین را روی سنین مختلف لاروی کفشدوزک *Hippodamia tredecimpunctata* (L.) بررسی شد، نتایج نشان داد که تمام مراحل نابالغ کفشدوزک تحت تأثیر علف کش قرار گرفته و به طور معنی داری نرخ تلفات در آن ها افزایش می یابد. در این آزمایش سنین مختلف مراحل نابالغ کفشدوزک در گروه های مجزا با غلظت مشابهی از علف کش تیمار شدند. درصد تلفات مراحل نابالغ قبل از تشکیل شفیره در تیمارهای افراد یک روزه، سه روزه، شش روزه، نهم روزه و ۱۲ روزه به ترتیب برابر با ۲۷، ۴۰، ۴۳، ۵۰ و ۵۷ درصد گزارش شد. تلفات در پایان آزمایش (مرحله لاروی و شفیرگی) برای پنج تیمار آزمایش ۴۷، ۴۷، ۶۰، ۶۰ و ۷۰ درصد به دست آمد (Adams, 1960). نتایج ما نشان داد که میزان تلفات برای افراد بالغ کفشدوزک *H. variegata* و برای تیمارهای توفوردی + ام ث پ آ، تایپیک + گرانستار و آگرانئیس در پایان آزمایش (۷۲ ساعت) به ترتیب برابر ۲۷/۵، ۴۵ و ۵۷/۵ درصد بود، که با توجه به پایین تر بودن تلفات، به نظر می رسد حساسیت گونه *H. variegata* نسبت به علف کش توفوردی کمتر از گونه *H. tredecimpunctata* است.

در مطالعه ای تأثیر علف کش های فوزیلیدو گراماکسونرا به روشی مشابه با مطالعه حاضر، به صورت مستقیم و در غلظت توصیه شده، روی زنبور پارازیتوئید *Eretmocerus*

پژوهشی مشابه، تأثیر علف کش گلایفوسیت بر میزان کشندگی حشره کش های آسفات و دیکروتوفوس روی شته پنبه *Aphis gossypii* Glover و تریپس پنبه *Frankliniella* spp. بررسی شد، آفت کش آسفات به صورت تنها باعث تلفات ۴۷ و ۶۲ درصدی به ترتیب در شته و تریپس پنبه شد، زمانی که به صورت مخلوط با علف کش گلایفوسیت استفاده شد میزان تلفات شته و تریپس به ۶۳ و ۷۰ درصد افزایش یافت. هم چنین کاربرد این علف کش به همراه آفت کش دیکروتوفوس موجب افزایش معنی دار نرخ تلفات شته و تریپس به ترتیب از ۴۹ و ۴۴ درصد به ۷۶ و ۶۰ درصد شد (Pankey et al., 2004). برای اولین بار Saska et al. (2016) تأثیر منفی علف کش ها را روی پیراسنجه های جدول زندگی یک شته گل سرخ *M. dirhodum* گزارش کردند، آن ها در ابتدا هشت غلظت ۱۶/۷، ۳۳/۵، ۶۶/۹، ۱۰۴/۴، ۱۳۳/۸، ۲۶۷/۶، ۵۰۱/۸ و $1003/8 \text{ mmol dm}^{-3}$ از علف کش گلایفوسیت را روی شته های بالغ به روش مستقیم استفاده کردند، نرخ تلفات تیمارها پس از ۲۴ ساعت برای غلظت های اشاره شده به ترتیب ۲/۵، ۷، ۱۷، ۳۲، ۵۴، ۷۳، ۷۶ و ۸۸ درصد بود. نتایج سمیت حاد نشان داد که اختلاف معنی داری بین اکثر تیمارهای آزمایش با تیمار شاهد وجود دارد. در ادامه پژوهش، با بررسی پارامترهای زیستی شته در سه غلظت پایین، متوسط و بالای علف کش (به ترتیب ۳۳/۵، ۶۶/۹ و ۱۳۳/۸ میلی مول بر دسی متر مکعب) مشخص گردید که در تمام تیمارها، علف کش به طور معنی داری بر پارامترهای زیستی شته *M. dirhodum* تأثیر منفی می گذارد (Saska et al., 2016). مشخص شده که علف کش های فسفوناتی (Phosphonate herbicides) که به طور وسیع در کشت باقلا (*Vicia faba*) استفاده می شوند، دارای اثرات دوگانه علف کشی و حشره کشی بر روی شته سیاه باقلا (*Aphis fabae* Scopoli) بودند (Lipok, 2009).

معنی دار جمعیت این حشرات شده‌اند، به طوری که جمعیت سوسک‌های شکارگر خاکزی خانواده Carabidae در تیمارهای علف کش نسبت به شاهد، در سال اول و دوم به ترتیب ۷۳ و ۷۷ درصد کاهش نشان داد (Edwards, Yardim & 2002). حساسیت گونه‌های مختلف حشرات نسبت به سموم علف کش یکسان متفاوت است. در یک پژوهش، تأثیر علف کش‌ها بر حشرات مفید دیگر بررسی شده است. مقدار LC50 هشت ترکیب نیکوسولفورون، کلودینافوپ پروپارژیل، فلورواسیپیر، توفوردی بوتیات، پندیمتالین، مزوتریون، متولاکلر و آتارازین (به عنوان علف کش‌های معمول در مزارع غلات) برای زنبور پارازیتوئید *Trichogramma ostriniae* (Peng & Chen) به ترتیب ۰/۲۶۶، ۱۲/۱، ۲۲/۹، ۲۶/۸، ۱۰۰، ۱۴۴، ۲۱۶ و ۷۹۲ میلی گرم بر لیتر و برای گونه *T. dendrolimi* به ترتیب ۱/۷۸، ۴۲/۸، ۲۲۴، ۸۷/۴، ۲۳۲۰، ۲۵۴۰، ۱۴۸۰ و ۱۸۴۰ میلی گرم بر لیتر به دست آمد. با توجه به نتایج، حساسیت دو گونه زنبور پارازیتوئید مورد مطالعه نسبت به غلظت‌های یکسان از علف کش‌های مشابه، اختلاف معنی‌داری داشت. به عنوان مثال سمیت سه علف کش pendimethalin، mesotrione و fluroxypyr روی گونه *T. ostriniae* به ترتیب ۲۳/۲، ۱۷/۶ و ۱۰/۱ برابر گونه *T. dendrolimi* ثبت گردید (Xu et al., 2013).

ترکیبات موجود در فرمولاسیون‌های تجاری علف کش می‌توانند باعث ایجاد سمیت حاد در موجودات غیر هدف از قبیل حشرات شکارگر (Hill et al., 2012) و تخم پارازیتوئیدها (Stecca et al., 2016) شوند. به طور کلی تفاوت‌های مشاهده شده در میزان سمیت و کشندگی علف کش‌ها برای حشرات مختلف در مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که عواملی نظیر نوع ماده مؤثره ترکیب علف کش، نوع فرمولاسیون و گونه حشره به طور مستقیم بر نرخ مرگ‌ومیر حشرات و میزان سمیت علف کش مؤثر است (Kraus & Stout, 2019). طبق مطالب بیان شده طی

debachi Rose and Rosen بررسی شد، نتایج نشان داد که این دو ترکیب علف کش همانند برخی از سموم حشره کشی که در تحقیق خود استفاده کرده بودند، در روز اول آزمایش صد درصد زنبورهای بالغ را از بین برد. حتی با کاربرد علف کش‌ها روی میزبان حامل لارو این پارازیتوئید نیز تمام لاروهای زنبور از بین رفتند. با توجه به درصد کشندگی، این دو علف کش در گروه ترکیبات خطرناک برای این حشره قرار گرفتند (Uygan et al., 1994). در تحقیقی اثرات کاربرد علف کش مونوسدیم‌متان‌رسونات در غلظت‌های توصیه شده در مزارع پنبه بر روی جمعیت سن شکارگر *Pseudatomoscelis seriatus* (Reuter) بررسی شد، نتایج حاصل از نمونه برداری‌ها نشان داد که جمعیت این حشره شکارگر در تیمار علف کش (۳/۴ حشره) به صورت معنی‌داری نسبت به شاهد (۱۰/۱) کاهش یافته است (Stam et al., 1978). در تحقیقات مختلف تأثیر علف کش‌ها بر کاهش جمعیت حشرات خاکزی مستقر در زیست‌بوم‌های کشاورزی به اثبات رسیده است (Boiteau, 1984; Brust, 1990; Powell et al., 1985; Yardim & Edwards, 2002). به دلیل کاهش چشم‌گیر و معنی‌دار جمعیت سوسک‌های شکارگر خانواده Carabidae در تیمارهای سم‌پاشی شده با علف کش‌های کلوربرومورن و لینورون، این دو ترکیب به عنوان سموم خطرناک برای این حشرات معرفی شدند (Boiteau, 1984).

در آزمایشی مشابه، طی دو سال زراعی، جمعیت بندپایان شکارگر خاکزی مستقر در مزارع گوجه‌فرنگی را پس از کاربرد علف کش‌های معمول این محصول مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه دو علف کش تریفلورالین (به صورت پیش‌کاشت) و پاراکوات در غلظت‌های توصیه شده برای علف‌های هرز محصول گوجه‌فرنگی استفاده شد. در نمونه برداری از حشرات خاکزی در هر دو سال آزمایش، مشخص شد در تمام تیمارها، علف کش‌ها باعث کاهش

داشته باشد. به عنوان نمونه فرمولاسیون علف کش آگراتیس به کار رفته در تحقیق ما به صورت روغن قابل انتشار در آب (OD 1.2%) بوده در صورتی که در تحقیق (Deihimfard et al., 2007) نوع فرمولاسیون گرانول قابل پخش در آب (WG 6%) است و به نظر می رسد یکی از دلایل متفاوت بودن میزان خطر برای این علف کش در دو تحقیق اخیر نوع فرمولاسیون به کار رفته در آن ها باشد. بنابراین برای کنترل علف های هرز مزارع گندم و کنترل شته معمولی گندم علف کش آگراتیس و جهت کنترل نسبی و پایدار شته معمولی گندم با حفظ کفشدوزک *H. variegata* علف کش های تایپیک+ گرانستار و توفوردی + ام ثپ آ قابل توصیه هست.

سپاس گزاری

نویسندگان از گروه گیاه پزشکی دانشگاه لرستان به جهت همکاری در انجام این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را می نمایند.

پژوهشی ضریب اثرات محیطی علف کش های معمول گندم ایران بیان شد (Deihimfard et al., 2007). بر این اساس، از میان علف کش های آزمایش شده در تحقیق حاضر، توفوردی با مقدار ۲۴/۸ واجد بیشترین خطر کاربرد و پس از آن به ترتیب علف کش های تایپیک، آگراتیس و گرانستار با مقادیر ۱/۴، ۰/۵۱ و ۰/۱۹ می باشند. این در حالی است که در تحقیق ما برای هر دو حشره شته و کفشدوزک، بیشترین نرخ مرگ و میر نهایی در تیمار علف کش آگراتیس و کمترین میزان مرگ و میر نیز برای دو حشره مذکور در تیمار علف کش توفوردی مشاهده شد. با توجه به تأثیر مستقیم و مثبت مقدار آفت کش استفاده شده در سطح مزرعه، در محاسبه ضریب اثرات محیطی برای علف کش ها و انجام آزمایش ها تحقیق حاضر در شرایط آزمایشگاه می توان بخشی از تفاوت نتایج را توضیح داد. هم چنین بر اساس مطالب بیان شده، تفاوت در درصد تلفات مشاهده شده توسط علف کش ها، می تواند به عواملی نظیر تفاوت در نوع و میزان ماده مؤثره و هم چنین مواد همراه ترکیب ارتباط

References

- Adams, J. B. (1960). Effects of spraying 2,4-D Amine on Coccinelidlarvae. *Canadian Journal of Zoology*, 38(2), 285-288. <https://doi:10.1139/z60-035>
- Ahn, Y. J., Kim, Y. J., & Yoo, J. K. (2001). Toxicity of herbicide glufosinate ammonium to predatory insects and mites of *Tetranychusurticae* (Acari: Tetranychidae) under laboratory conditions *Journal of Economic Entomology*, 94(1), 157-161. [https://doi:10.1002/1096-9063\(199712\)51](https://doi:10.1002/1096-9063(199712)51)
- Birgücü, A. K., Turanlı. F., & Çelik, Y. (2016). The Effect of Herbicides on Russian Wheat Aphid, *Diuraphisnoxia* (Kurdjumov) (Hemiptera: Aphididae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 89(1), 72-79. <https://doi:10.2317/141122.1>
- Boiteau, G. (1984). Effect of planting date, plant spacing, and weed cover on populations of insects, arachnids, and entomophthoran fungi in potato fields. *Environmental Entomology*, 13, 751-756. <https://doi.org/10.1093/ee/13.3.751>

- Brown, H. M. (1990). Mode of action crop selectivity, and soil relations of sulfonylurea herbicides. *Pesticide Science*, 29, 263- 281. <https://doi.org/10.1002/ps.2780290304>
- Brust, G. E. (1990). Direct and indirect effects of four herbicides on the activity of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). *Journal of Pesticide Science*, 30, 309-320. <https://doi: 10.1038/s41598-019-43361-w>
- Darvish-Mojni, T., & Rezvani, A. (1994). Wheat aphids and a study of the population of wheat aphids and their percentage of population in Gorgan farms and plains of Iran, In Proceedings, 16th Iranian Plant Protection Congress, Karaj, Iran, p. 17. (In Farsi with English summary).
- Deihimfard, R., Zand, E., Mahdavi Damghani, A., & Soufizadeh, S. (2007). Herbicide risk assessment during the Wheat Self-sufficiency Project in Iran. *Pest Management Science*, 63(10),1036-1045. <https://doi.org/10.1002/ps.1432>
- Emam, Y., & Niknejad, M. (2011). An Introduction to the Physiology of Crop Yield. Shiraz University Press. Shiraz. (in Persian). <https://doi: 10.22124/C.2018.4278.1166>
- FAO; FAOSTAT. FAO. 2020. Rome, Italy. <http://www.faostat.fao.org> (accessed 03.05.2021).
- Farahi, S., & Sadeghi-Namaghi, H. (2009). Diversity of aphids and ladybugs of wheat fields in Mashhad. *Journal of Plant Protection*, 23(2), 89-95.
- Fiebig, M., & Poehling, H. M. (1998). Host plant selection and population dynamics of the grain aphid *Sitobionavenae* (F.) on wheat infected with Barley Yellow Dwarf Virus. *IOBC/WPRS Bulletin*, 21, 51-62.
- Franzmann, B. A. (2002). *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), a predacious ladybird new in Australia. *Australian Journal of Entomology*, 41(4), 375-377. <https://doi.org/10.1046/j.1440-6055.2002.00318.x>
- Haghshenas, A., Maleki, H., & Bagheri, M. R. (2004). Fauna of grain Lady bugs and predominant species changes in Isfahan province, In Proceedings, 16th Iranian Plant Protection Congress, Tabriz, Iran, p. 126 (In Farsi with English summary).
- Hill, M. P., Coetzee, J. A., & Ueckermann, C. (2012). Toxic effect of herbicides used for water hyacinth control on two insects released for its biological control in South Africa. *Biocontrol Science and Technology*, 22(11), 1321-1333. <https://doi.org/10.1080/09583157.2012.725825>
- Hojat, S. H., & Azmayeshfard, P. (1986). Wheat aphids and other Iranian grasses. *Applied Entomology and Phytopathology*, 54(1, 2), 83-103. (In Farsi).
- Jalal-Kamali, M. R., Najafi-Mirak, T., & Asadi, H. (2012). Wheat: Research and Management Strategies in Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Deputy of Extension and Education, Agricultural Education Publication. pp. 227.
- Kontodimas, D. C., & Stathas, G. J. (2005). Phenology, fecundity and life table parameters of the predator *Hippodamia variegata* reared on *Dysaphis crataegi*. *BioControl*, 50(2), 223-233. <https://doi: 10.1007/s10526-004-0455-7>

Kraus, E. C., & Stout, M. J. (2019). Direct and Indirect Effects of Herbicides on Insect Herbivores in Rice, *Oryza sativa*. *Scientific Reports*, 9(1), 69-98. [https://doi: 10.1038/s41598-019-43361-w](https://doi.org/10.1038/s41598-019-43361-w)

Kudsk, P. & Streibig J. C. (2003). Herbicides- a two-edged sword. *Weed Research*, 43, 90-102. <https://doi:10.1046/j.1365-3180.2003.00328.x>

Lipok, J. (2009). Dual action of phosphonate herbicides in plants affected by herbivore. Model study on black bean aphid *Aphis fabae* rearing on broad bean *Vicia faba* plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72(6), 1701-1706. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2009.03.007>

Norris, R. F. & Kogan, M. (2000). Interactions between weeds, arthropod pests, and their natural enemies in managed ecosystems. *Weed Science*, 1(48), 94-158. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2000\)048\[0094:IBWAPA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2000)048[0094:IBWAPA]2.0.CO;2)

Obrycki, J. J., & Orr, C. J. (1990). Suitability of three species for nearctic population of *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, and *Propylea quatuordecimpunctata*. *Journal of Economic Entomology*, 83(4), 1292-1297. <https://doi.org/10.1093/jee/83.4.1292>

Pankey, J. H., GriYn, J. L., Leonard, B. R., Miller, D. K., Downer, R. G., & Costello, R. W. (2004). Glyphosate-insecticide combination effects on weeds and insect control in cotton. *Weed Technology*, 18, 698-703. <https://doi.org/10.1614/WT-03-153>

Powell, W., Dean, G. J., & Dewar, A. (1985). The influence of weeds on polyphagous arthropod predators in winter wheat. *Crop Protection*, 4(3), 298-312. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(85\)90032-8](https://doi.org/10.1016/0261-2194(85)90032-8)

Prakash, C. J., & Sharma, P. K. (2008). First records of Coccinellid beetles (Coccinellidae) from the haridwar, (Uttarakhand), India. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*, 8(2), 157-167.

Rajabi, A. (1986). Harmful insects of cold fruit trees (aphids, Scales and leafhopper), Agricultural and Natural Resources Research Organization Publications. pp 256.

Randall, K., Magerus, M., & Forge, H. (1992). Characteristics for sex determination in British ladybird (Col: Coccinellidae). *The Entomologist*, 111, 109-122.

Rebolledo, R., Sheriff, J., Parra, L., & Aguilera, A. (2009). Life, seasonal cycles, and Population fluctuation of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), in the central plain of La Araucanía Region, Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69(2), 292-298. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392009000200020>

Sadeghi-Namaghi, H. (2010). A field study on the effects of the herbicide Tribenuron methyl on biodiversity of wheat aphids (Homoptera: Aphididae) in Mashhad, NE Iran. *Journal of Agroecology*, 2(2), 353-356. <https://doi.org/10.22067/JAG.V2I2.7642>

Sarwar, M. (2013). Studies on incidence of insect pests (aphids) and their natural enemies in canola *Brassica napus* L. (Brassicaceae) crop ecosystem. *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences*, 1, 78-84. <https://doi.org/10.12983/ijres-2013-p078-084>

SAS Institute. Version 9.1, Qualification tools user guide. (2003). Cary, NC, USA.

Saska, P., Skuhrovec, J., Lukáš, J., Chi, H., Tuan, S. J., & Honěk, A. (2016). Treatment by glyphosate-based herbicide alters life history parameters of the rose-grain aphid *Metopolophium dirhodum*. *Scientific Reports*, 6(27), 1-10. <https://doi.org/10.1038/srep27801>

Sharma, A., Jha, P., & Reddy, G. V. P. (2018). Multidimensional relationships of herbicides with insect-crop food webs. *Science of the Total Environment*, 643, 1522-1532. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.312>

Shewry, P. R. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60, 1537-1553. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erp058>

Stam, P. A., Clower, D. F., Graves, J. B., & Schilling, P. E. (1978). Effects of Certain Herbicides on Some Insects and Spiders Found in Louisiana Cotton Fields. *Journal of Economic Entomology*, 71(3), 477-480. <https://doi.org/10.1093/jee/71.3.477>

Stecca, C. S., Bueno, A. F., Pasini, A., Silva, D. M., Andrade, K. M., & Filho, D. (2016). Side-effects of glyphosate to the parasitoid *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae). *Neotropical Entomology*, 45(2), 192-200. <https://doi.org/10.1007/s13744-016-0363-4>

Uygan, N., Sengonca, C., Ulusoy, M. R., & Kersting, U. (1994). Toxicity of some pesticides to *Eretmocerus debachi* (Hymenoptera: Aphelinidae) an important parasitoid of *Parabemisia myricae* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research*, 84, 119-122.

Xu, R., Mortimer, P. E., Kuang, R. P., He, J., Zhang, W. D., Yin, F., (2013). Sublethal impact of paraquat on the life span and parasitic behavior of *Diaeretiella rapae* M'Intosh. *Journal of Environmental Science and Health, Part B* 48, 651-657. <https://doi.org/10.1080/03601234.2013.778597>

Yardim, E. N., & Edwards, C. A. (2002). Effects of Weed Control Practices on Surface-Dwelling Arthropod Predators in Tomato Agroecosystems. *Phytoparasitica*, 30(4), 379-386. <https://doi.org/10.1007/BF02979685>

Zand, E., Baghestani, M. A., Nezamabadi, N. & Shimi, P. (2010). Important Weeds and herbicides of Iran (3rd ed.). Markaz Nashr Daneshgahi. pp.143.



© 2022 by the authors. Licensee SCU, 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 comparison of toxicity of four wheat herbicides on the wheat aphid, *Schizaphis graminum* (Rondani), and its predator, *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae), under laboratory conditions

I. Kakavand¹, A. Ahmadi^{*2}, I. Hassanvad³ and A.H. Danaye-Tous³

1. MSc. student of weed science, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
2. ***Corresponding Author:** Associate professor of weeds science, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture Lorestan University of Khorramabad, Iran (Ahmadi1024@gmail.com)
3. Ph.D of Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Received: 27 August 2021

Accepted: 24 December 2022

Abstract

Background and Objectives

The wheat aphid, *Schizaphis graminum* Rondani, is one of the most important pests of wheat that damages this crop by feeding on vegetable sap. Among its natural enemies, ladybug *Hippodamia variegata* (Goeze) is the most active predator of this pest. The application of wheat fields may affect the population of these insects. The present study investigates the effect of common wheat herbicides on wheat aphids and their predator (i.e., ladybug *H. variegata*).

Material and methods

In the present study, the lethal effects of four herbicides (i.e., Clodinafop-propargyl, Tribenuron-methyl, 2,4-D plus MCPA, and Mesosulfuron-methyl+ Iodosulfuron-methyl-sodium) versus untreated types(control) was examined on the green wheat aphid *S. graminum* and its predator *H. variegata* using a completely randomized design under laboratory conditions at 25±1°C, 60±10% RH, and 16:8 hours (L: D). The individuals were transferred from infested wheat to fresh plants every week to keep an appropriate aphid colony. After reproducing several generations on the potted plants, the adults were considered for experiments. Adult specimens of *H. variegata* were directly collected from the same aphid colony using an aspirator and transported to the laboratory.

The leaf-dip method was employed to evaluate the herbicide's lethal effects. Besides, the mortality rates were recorded 24, 48, and 72 hours after the treatment process. Experiments were replicated for each herbicide four times. In this case, each replication included ten adult insects as subjects.

Results

The results showed that using Mesosulfuron-methyl+ Iodosulfuron-methyl-sodium on aphids killed all insects in the first 24 hours of the experiment. Clodinafop-propargyl plus Tribenuron-

methyl caused mortality rates of 55, 70, and 92.5% at 24, 48, and 72 hours post-treatment, respectively. In the case of 2,4-D plus MCPA, the mortality rates were 20, 37.5, and 57.5% after 24, 48, and 72 hours of the experiment. Mesosulfuron-methyl+ Iodosulfuron-methyl-sodium causes lady bug mortality rates of 45, 52.5, and 57.5% after 24, 48, and 72 hours, respectively. These values for Clodinafop-propargyl plus Tribenuron-methyl were 17.5, 37.5 and 45%, while 2,4-D + MCPA caused 12.5, 15, and 27.5% mortality rates on ladybugs. Therefore, the present study recommends Mesosulfuron-methyl+ Iodosulfuron-methyl-sodium to implement weed control in wheat fields and control *S. graminum*. Also, it is suggested to utilize Clodinafop-propargyl + Tribenuron-methyl and 2,4-D + MCPA in combination with biocontrol (using *H. variegata*) to perform the relative control of wheat aphids.

Discussion

Agricultural herbicides can affect various insects such as pests and natural enemies. This procedure occurs through their direct toxicity or their effects on the population and diversity of their plant hosts. The present study is one of the few studies that simultaneously investigate the influence of herbicides on a pest and its natural enemy. The findings demonstrated that herbicides could directly affect insect populations. The principal purpose of the present study was to determine whether common and widely used herbicides in the cultivation of wheat in Iran can directly cause death in adults of aphids and their main predator (*H. variegata*). Since both of them have a high population in most wheat fields, their adults were simultaneously established and activated in the wheat farms during herbicides. Based on the recommended concentrations and direct application, four herbicides caused death in adults of green wheat aphids and ladybugs.

Keywords: *Herbicides, Side effects, Schizaphis graminum, Hippodamia variegata.*

Associate editor: M. Ziaee (Ph.D.)

Citation: Kakavand, I., Ahmadi, A., Hassanvad, I., & Danaye-Tous A.H. (2022). The comparison of toxicity of four wheat herbicides on *Schizaphis graminum* (Rondani) and its predator, *Hippodamia variegata*, under laboratory conditions. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 45(1): 45-57. 10.22055/ppr.2021.17259.