Archive of SID

Iranian Journal of Weed Science
Vol 16, No 1, 2020 (37-48)
DOI: 10.22092/IJWS.2020.1601.1283

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۱، ۱۳۹۹ (ص ۴۸-۳۷)

تاثیر نوع نازل و حجم پاشش بر کارایی کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل یولاف وحشی زمستانه

(*Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* Durieu.)

نرگس ناصر[۱] و اکبر علی‌وردی[۲]*

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

(تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۶/۲٤- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۲۳)

چکیده

کاربرد نوع نازل مناسب، با در نظر گرفتن اندازه قطرات پاشش و حجم پاشش، جهت مصرف نهادینه علف‌کش‌ها ضروری می‌باشد. در آزمایش نشست پاشش که به صورت فاکتوریل (شش نوع نازل × دو شماره نازل) و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا اجرا شد، از کاغذهای حساس به رطوبت قرار گرفته در چهار موقعیت استفاده شد. در آزمایش واکنش به مقدار علف‌کش، شش دز علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل (صفر، هشت، ۱۶، ۳۲، ۴۸ و ۶۴ گرم ماده موثره در هکتار)، با استفاده از شش نوع نازل در دو شماره (۱۱۰۰۲ و ۱۱۰۰۴)، در مرحله رشدی پنج برگی یولاف وحشی زمستانه پاشیده شد. با افزایش شماره نازل، سطح بیشتری از تمامی کاغذهای حساس به رطوبت خیس شد. اگرچه با افزایش شماره هر نوع نازل، اندازه قطرات تولید شده آنها بزرگتر شد ولی کارایی کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل یولاف وحشی زمستانه با افزایش شماره نازل-ها افزایش یافت. در نازل‌های شماره ۱۱۰۰۴، عملکرد نازل‌ها در کارایی کلودینافوپ پروپارژیل بر اساس مقادیر ED_{90} به صورت بادبزنی استاندارد دوقلو > بادبزنی استاندارد > بادبزنی القاکننده هوا متراکم > بادبزنی ضد بادبردگی دوقلو > بادبزنی ضد بادبردگی > بادبزنی القاکننده هوا دوقلو بود.

کلمات کلیدی: علف‌کش، علف‌هرز، نازل دو بادبزنی، نازل تک بادبزنی

Effect of nozzle type and spray volume on clodinafop-propargyl efficacy in winter wild oat (*Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* Durieu.) control

Narges Naser[1,2] and Akbar Aliverdi[2]*
1. MS. Student of Weed Science, 2. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran
(Received: September 15, 2018- Accepted: September 14, 2019)

ABSTRACT

Selection of suitable nozzle type, regarding the size of droplets and the volume of spray to apply herbicides optimally is necessary. In the spray deposition experiment, conducted using a factorial (six nozzle types × two nozzle sizes) arranged as a completely randomized block design, the moisture-sensitive papers were used and localized in four positions. In dose-response experiment, six doses of clodinafop-propargyl (0, 8, 16, 32, 48, and 64 gr.a.i. ha^{-1}) were sprayed using six nozzle types with two nozzle sizes (11002 and 11004) at five-leaf growth stage of winter wild oat. As the nozzle number increased, more surface area of all moisture sensitive papers was wetted. Although the size of droplets increases with increasing the size of nozzles, the efficacy of clodinafop-propargyl to control winter wild oat was increased. For the nozzles size of 11004, the performance of nozzles in the efficacy of clodinafop-propargyl based on the ED_{90} values was as Twin Fan Standard > Standard Flat Fan > Compact Fan Air > Twin Fan Low Drift > Fan Low Drift > Twin Fan Air.

Keywords: Dual flat nozzle, herbicide, single flat nozzle, weed

* Corresponding author E-mail: a.aliverdi@basu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در اکثر نقاط ایران، یولاف وحشی زمستانه (*Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* Durieu.) مهم‌ترین علف‌هرز مزارع گندم است که کاهش عملکرد قابل توجهی را تحمیل کشاورزان می‌کند به‌طوری‌که تنها تراکم ۱۰ بوته یولاف وحشی در متر مربع، سبب کاهش ۸/۵ درصدی گندم می‌شود (Mondani *et al*., 2015). علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل، بازدارنده آنزیم استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز (گروه A)، از جمله موثرترین و پرمصرف‌ترین علف‌کش‌های به ثبت رسیده برای کنترل گونه‌های مختلف یولاف وحشی در مزارع گندم است (Zand *et al*., 2007). مصرف حدود ۱۲۰۰ تن در هکتار از این علف‌کش در سال (Rashed Mohassel *et al*., 2010)، لزوم بهینه‌سازی مصرف این علف‌کش را ضروری می‌سازد. از آن‌جا که زاویه تماس قطره آب با سطح برگ گونه‌های مختلف یولاف وحشی، بیشتر از ۹۰ درجه گزارش شده است (بین ۱۶۱ تا ۱۸۰ درجه در بین گونه های مختلف)، از این‌رو، آن‌ها به عنوان علف‌های هرز با خیس‌پذیری دشوار، دسته‌بندی شده‌اند (Knoche, 1994). در چنین وضعیتی در یک حجم برابر از پاشش، کاهش اندازه قطرات پاشش با هر روشی (مانند افزودن مویان، افزایش فشار پاشش و انتخاب نازلی با کیفیت قطره‌سازی ریز)، منجر به بهبود قابل توجهی در کارایی علف‌کش در کنترل علف‌های هرز با خیس‌پذیری دشوار می‌شود (Wilson, 2003).

یکی از جنبه‌های مهم در کاربرد موثر علف‌کش‌ها، اطمینان از قرارگیری آن‌ها بر روی هدف (علف‌هرز)، از طریق کاهش فراریت آن‌هاست (Kudsk & Streibig, 2003). محققان پیشین بیان داشته‌اند که در حدود نیمی از مقدار علف‌کش به‌کار رفته، به دلیل فرار، از دسترس خارج می‌شود (Creech *et al*., 2015) که با به حداقل‌رسانی فرار می‌توان مصرف علف‌کش‌ها را به‌طور قابل توجهی کاهش داد. فرار علف‌کش به دو صورت بادبردگی به بیرون از منطقه سمپاشی[1] و هَدرروی آن در درون منطقه سمپاشی[2] انجام می‌گیرد که میزان آن‌ها، عمدتاً به اندازه قطرات پاشیده شده بستگی دارد (Wilson, 2003). به احتمال زیاد، قطرات ریز از طریق بادبردگی به بیرون از منطقه‌سمپاشی فرار خواهند کرد؛ به‌خصوص زمانی که سرعت وزش باد در زمان کاربرد، بیش از ۵/۵ کیلومتر در ساعت باشد. با این وجود، قطرات ریز بر روی سطح برگ علف‌های هرز با خیس‌پذیری دشوار، بسیار بهتر نشست می‌کنند. به احتمال زیاد، به دلیل پَرش از روی سطح هدف، قطرات درشت، پس از برخورد به هدف، در درون منطقه سمپاشی هَدر خواهند رفت؛ به‌خصوص زمانی که هدف، علف‌هرزی باریک برگ مانند یولاف وحشی زمستانه باشد که دارای سطح برگ قائم با خیس‌پذیری دشوار است (Aliverdi & Ahmadvand, 2018). فشار سمپاشی، نوع فرمولاسیون علف‌کش، افزودن مویان، نوع نازل و شماره نازل (حجم پاشش) از جمله عوامل اثرگذار بر اندازه قطرات پاشیده شده هستند (Mc Mullan, 1995). به طور کلی، در حجم پاشش برابر، میزان نشست قطرات ریز بر روی علف‌های هرز باریک برگ، بیشتر از قطرات درشت است. همچنین، با نوع نازل برابر، با افزایش شماره نازل (حجم پاشش)، میزان نشست قطرات بر روی هر دو تیپ از علف‌های هرز (پهن برگ و باریک برگ) افزایش می-

[1] Exo-drift
[2] Endo-drift

www.SID.ir

Archive of SID

یابد (Etheridge *et al*., 2001).

با این وجود، علف‌کش‌های گروه A، پاسخ‌های متفاوتی به میزان حجم پاشش و حتی روش تغییر این پارامتر که از طریق تغییر در فشار سمپاشی، سرعت حرکت سمپاش و شماره نازل انجام می‌گیرد نشان می‌دهند (Knoche, 1994). برای مثال، با کاهش حجم پاشش از ۳۰۰ به ۷۵ لیتر در هکتار، کارایی سیتوکسیدیم (Mc Mullan, 1995) و کلودینافوپ پروپارژیل (Gauvrit & Lamrani, 2008) در کنترل یولاف زراعی (*Avena sativa* L.)، از طریق افزایش سرعت حرکت سمپاش افزایش یافت. در مقابل، کارایی دیکلوفوپ متیل در کنترل یولاف وحشی (*Avena fatua* L.)، با کاهش حجم پاشش از ۱۸۰ به ۹۰ لیتر در هکتار، از طریق تغییر شماره نازل کاهش یافت (Knoche, 1994) درحالی‌که کارایی فنوکساپروپ پی اتیل در کنترل یولاف زراعی (Mc Mullan, 1995) و کارایی سیتوکسیدیم در کنترل یولاف وحشی (Knoche, 1994)، تحت تاثیر حجم پاشش قرار نگرفت.

با توجه به تنوع بسیار زیاد نازل‌ها که به بیش از ٦٠ نوع نازل می‌رسد (Aliverdi & Ahmadvand, 2018)، بحث انتخاب نوع نازل مناسب برای پاشش کلودینافوپ پروپارژیل برای کنترل علف‌هرز یولاف وحشی زمستانه می‌تواند باعث سردرگمی کشاورزان شود. از طرفی، با توجه به این‌که بخش کشاورزی کشور با بحران آب روبرو است، بحث انتخاب حجم حامل پاشش مناسب، امری ضروری به نظر می‌رسد. بر اساس برچسب، حجم حامل پاشش توصیه شده برای کاربرد علف‌کش‌های پس رویشی نفوذی نظیر کلودینافوپ پروپارژیل، زمانی که سرعت وزش باد کمتر از ۵/۵ کیلومتر در ساعت باشد، در حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ لیتر آب در هکتار است. هدف از اجرای این تحقیق، معرفی مناسب‌ترین نوع نازل و حجم پاشش، با در نظر گرفتن نقش اندازه قطرات علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در میزان پوشش هدف و کارایی آن در کنترل یولاف وحشی زمستانه بود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، برای بررسی نشست پاشش علف‌کش، از کاغذهای حساس به رطوبت با ابعاد ٢٦×٧٦ میلی‌متر استفاده شد. کاغذ حساس به رطوبت، دارای یک سطح زرد رنگ است که پس از برخورد قطرات پاشش به آن، به رنگ پایدار آبی در می‌آید. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل دو عاملی با پنج تکرار اجرا شد. عامل نوع نازل در شش سطح (بادبزنی استاندارد، بادبزنی ضد بادبردگی، بادبزنی القا کننده هوا، بادبزنی استاندارد دوقلو، بادبزنی ضد بادبردگی دوقلو و بادبزنی القا کننده هوا دوقلو) و عامل شماره نازل در دو سطح (١١٠٠٢ و ١١٠٠٤) بودند. این دو شماره نازل به ترتیب حجم پاشش ۱۱۰ و ۲۲۰ لیتر آب در هکتار را ایجاد کردند. از آن‌جا که این آزمایش همزمان با آزمایش واکنش یولاف وحشی به مقدار علف‌کش انجام گرفت، به همین دلیل و به ناچار، غلظت‌های مختلف کلودینافوپ پروپارژیل به عنوان تکرار در آنالیز آماری در نظر گرفته شد. نام نازل‌ها و کیفیت قطره‌سازی آن‌ها در فشار سه بار، در جدول ۱ آورده شده است. تمامی نازل‌ها از شرکت ASJ ایتالیا تهیه شدند. از آن‌جا که افزودن غلظت‌های مختلف علف‌کش به آب، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن (مانند لزوجت، کشش سطحی و اسیدیته) را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Rashed Mohassel *et al*., 2010)، به همین دلیل، در این آزمایش، تکرار به عنوان بلوک در آنالیز آماری در نظر گرفته شد. در شکل ۱، موقعیت قرارگیری کاغذهای حساس به رطوبت

www.SID.ir

Archive of SID

نمایش داده شده است. چهار کاغذ حساس به رطوبت، به‌وسیله گیره بر روی زمین یا سکوی ام.دی.-اف روکش‌دار نصب شدند. کاغذ شماره یک به طور افقی بر روی سطح زمین در مسیر حرکت نازل، کاغذ شماره دو به طور عمودی بر روی سکو و رو به روی مسیر حرکت نازل، کاغذ شماره سه به طور افقی بر روی سکو در مسیر حرکت نازل و کاغذ شماره چهار به طور عمودی بر روی سکو و پشت به مسیر حرکت نازل قرار داده شد. فاصله هر یک از این کاغذها تا نوک نازل به ترتیب در حدود ۵۰، ۴۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر بود.

جدول ۱- نازل‌های مورد استفاده در پژوهش و کیفیت قطره‌سازی آنها در فشار ۳ بار.

Table 1- The nozzles used in research and their atomization quality at 3 bar.

بادبزنی القاکننده هوا دوقلو Twin Fan Air	بادبزنی ضد بادبردگی دوقلو Twin Fan Low Drift	بادبزنی استاندارد دوقلو Twin Fan Standard	بادبزنی القاکننده هوا متراکم Compact Fan Air	بادبزنی ضد بادبردگی Fan Low Drift	بادبزنی استاندارد Standard Flat Fan	
						Nozzle size (11002)
Extremely Coarse	Very Coarse	Very Fine	Coarse	Fine	Fine	Atomization quality
						Nozzle size (11004)
Ultra Coarse	Extremely Coarse	Fine	Extremely Coarse	Coarse	Fine	Atomization quality

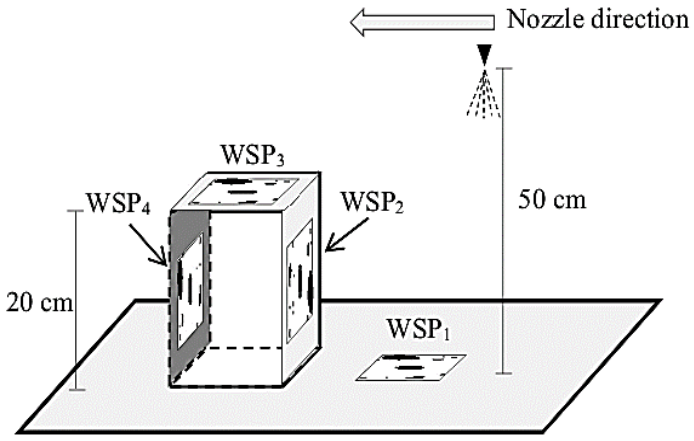
The American Society of Agricultural Engineers (2009) categorized the atomization quality of nozzles from Very Fine (61-105 µm), Fine (106-235 µm), Medium (236-340 µm), Coarse (341-403 µm), Very Coarse (404-502 µm), Extremely Coarse (503-665 µm), to Ultra-Coarse (>665 µm).

امکان ارزیابی میزان پوشش محلول پاشش حاصل از برخورد عمودی قطرات پاشش، با کمک کاغذهای حساس به رطوبت شماره یک و سه میسر بود ولی کاغذهای حساس به رطوبت شماره دو و چهار، امکان ارزیابی میزان پوشش محلول پاشش حاصل از برخورد غیر عمودی قطرات پاشش را فراهم می‌کردند. پس از پاشش محلول علف‌کش، کاغذها به طور جداگانه اسکن شدند. در محیط نرم افزار Image J نسخه ۱.۴۸، مساحت شش سانتی‌متر مربع از مرکز کاغذها انتخاب شد و جهت تجزیه و تحلیل استفاده شد. به دلیل این‌که اکثر قطرات در کنار یکدیگر بر روی کاغذ حساس به رطوبت نشست کرده بودند، امکان ارزیابی دقیق تراکم قطره در واحد سطح وجود نداشت؛ از این‌رو، تنها درصد پوشش محلول پاشش مورد ارزیابی قرار گرفت. درصد پوشش محلول پاشش، از رابطه نسبت مساحت آبی رنگ شده به مساحت زرد رنگ باقی مانده ضرب در ۱۰۰ بدست می‌آید (Ferguson *et al.*, 2016). برای تجزیه واریانس، مقایسه میانگین داده‌ها و رسم نمودارها، از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹.۴ استفاده شد. هر جا که اثر فاکتورها یا اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار شد، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

برای اجرای آزمایش واکنش به مقدار علف‌کش، بذرهای یولاف وحشی زمستانه، از مزارع اطراف دانشگاه بوعلی سینا همدان، در اواخر بهار ۱۳۹۵ جمع‌آوری شدند. در اوایل پاییز ۱۳۹٦، پوسته بذرها (لما و پالئا) به صورت دستی از آن‌ها جدا شد. سپس با استفاده از محلول هیپوکلرید سدیم پنج درصد و به مدت پنج دقیقه ضدعفونی سطحی بذرها انجام گرفت. در حدود ۱۰۰ بذر ضدعفونی شده، در درون ظروف کوچک آزمایشگاهی با قطر ۱۱ سانتی‌متری که حاوی یک لایه کاغذ صافی بودند، قرار داده شدند. درون هر یک از ظروف، ۱۰ میلی‌لیتر از محلول ۰/۲ گرم نیترات پتاسیم در لیتر ریخته شد. ظروف به مدت ٤٨ ساعت، در دمای چهار درجه سانتی‌گراد در تاریکی درون یخچال قرار گرفتند و سپس به مدت ٤٨ ساعت در دمای اتاق در تاریکی نگهداری شدند (Aliverdi & Ahmadvand, 2018). تعداد ۱۰ گیاهچه با طول کولئوپتیل یک سانتی‌متری، در درون گلدان‌های پلاستیکی قهوه‌ای رنگ با مقطع مربعی (١٦ سانتی‌متر طول، ١٦ سانتی‌متر عرض و ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع)، در عمق یک سانتی‌متری خاک کاشته شدند. خاک مورد استفاده در تهیه بستر کاشت، حاوی ۲۸/۹ درصد رس، ٤٧/۰ درصد سیلت، ۲۳/٦ درصد شن و ۰/٦ درصد ماده آلی بود. گلدان‌ها به درون گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان منتقل شدند و هر هفته یک‌بار آبیاری شدند. در مرحله یک برگی کامل، تعداد بوته‌های درون هر گلدان به شش بوته تنک شد.



شکل ۱- محل قرارگیری چهار کاغذ حساس به رطوبت در مسیر حرکت نازل.

Fig 1- The location of four water sensitive papers (WSP) under the nozzle trajectory.

تیمارهای این آزمایش همزمان با آزمایش قبلی انجام گرفت. تیمارها شامل شش دز علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل که با استفاده از شش نوع نازل مختلف در دو شماره متفاوت (١١٠٠٢ و ١١٠٠٤) در چهار تکرار بودن که در مرحله رشدی پنج برگی روی یولاف وحشی زمستانه پاشیده شدند. دزهای علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل (تاپیک ۸ درصد امولسیون شونده) بکار رفته شامل صفر، هشت، ١٦، ۳۲، ٤٨ و ٦٤ گرم ماده موثره در هکتار بود که آخرین مقدار کاربردی برابر مقدار توصیه شده علف‌کش است. تیمارهای بالا در فضای آزاد بیرون گلخانه و در شرایطی که سرعت وزش باد در حدود ۱/۸ کیلومتر در ساعت، دمای هوا برابر ۱۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی برابر ۳۱ درصد بود پاشیده شدند. تیمارهای مربوط به نازل‌های شماره ١١٠٠٢ و ١١٠٠٤ به ترتیب حجم پاششی برابر ۱۱۰ و ۲۲۰ لیتر آب در

www.SID.ir

Archive of SID

هکتار ایجاد کردند. سمپاشی با سمپاش پشتی هوا- فشاری در فشار سه بار انجام گرفت. ارتفاع نازل تا سطح خاک گلدان در حدود ۵۰ سانتی‌متر بود. در روز سمپاشی، گیاهان موجود در درون چهار گلدان از سطح خاک برداشت شدند و وزن خشک آن‌ها، به عنوان وزن اولیه گیاهان در زمان اعمال تیمارها در نظر گرفته شدند. نتیجه این‌که وزن تک بوته در زمان سم-پاشی، برابر ۰/۲۲ گرم بود. پس از سمپاشی، گلدان‌ها مجدداً در درون گلخانه قرار داده شدند. چهار هفته پس از سمپاشی، گیاهان موجود در درون گلدان‌ها از سطح خاک برداشت شدند و وزن خشک آن‌ها پس از ۴۸ ساعت خشک کردن در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد توزین شد. در سه مقدار بالای کاربرد علف‌کش، گیاهان مرده بودند ولی در مقادیر پایین‌تر، تمامی بوته‌ها زنده بودند. داده‌های بدست آمده در ابتدا تقسیم بر شش (تعداد بوته در هر گلدان) و سپس منهای ۰/۲۲ گرم (وزن اولیه هر بوته در زمان اعمال تیمارها) شدند. پاسخ وزن خشک علف‌هرز یولاف وحشی زمستانه به تیمارها با تکنیک آنالیز رگرسیون غیرخطی با مدل چهار پارامتری لجستیک (معادله ۱) و با استفاده از نرم‌افزار R نسخه ۲.۶.۲ تجزیه و تحلیل شد (Ritz *et al*., 2015):

$$Y = \frac{C+(D-C)}{\{1+exp[B(logX-logED)]\}}$$ معادله ۱

در این معادله: Y، بیانگر وزن خشک یولاف وحشی زمستانه، D و C، مجانب حد بالا و پایین وزن خشک در مقادیر صفر و بی‌نهایت کلودینافوپ پروپارژیل، ED، بیانگر مقدار علف‌کش لازم (X) برای کاهش n درصدی در وزن خشک علف‌هرز بین حد بالا و پایین (D و C) و B، متناسب با شیب منحنی در محدوده‌ی ED_{50} می‌باشد. با استفاده از کدهای دستوری مربوطه در نرم‌افزار R، مقادیر ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} که بیانگر مقدار علف‌کش لازم (x) برای کاهش ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصدی در وزن خشک علف‌هرز بین حد بالا و پایین است، تخمین زده شد. بین مقادیر شیب منحنی‌های مربوط به حجم‌های پاشش متفاوت در هر یک از انواع نازل‌ها، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

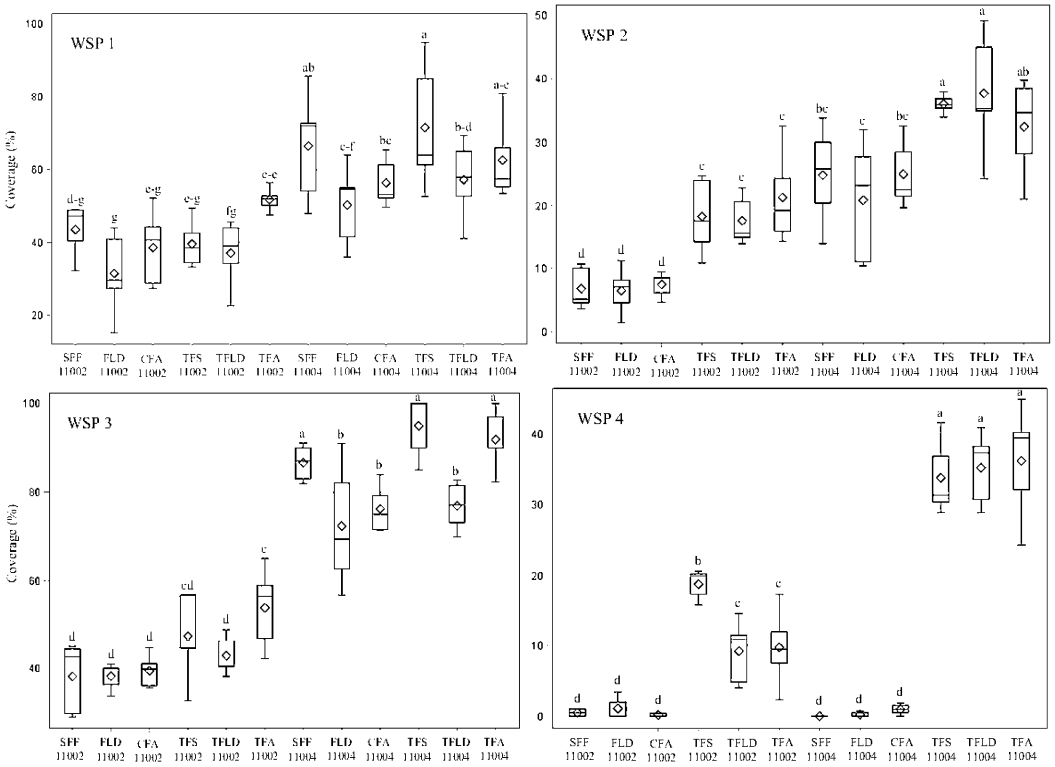
نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نوع و شماره نازل (حجم پاشش) در میزان خیساندن کاغذهای حساس به رطوبت قرار گرفته در هر چهار موقعیت (شکل ۱) معنی‌دار بود. همچنین، اثر بلوک در میزان خیساندن کاغذهای حساس به رطوبت شماره یک، دو و سه معنی‌دار بود. به‌طورکلی، مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بجز در مورد نازل بادبزنی القا کننده هوا دوقلو در کاغذ حساس به رطوبت شماره یک، با افزایش شماره نازل، درصد بیشتری از سطح تمامی کاغذهای حساس به رطوبت قرارگرفته در هر چهار موقعیت خیس شد (شکل ۲). این نتیجه، تایید کننده گزارش لیگلیتر و جانسون (Legleiter & Johnson, 2016) است که بیان داشتند که میزان پوشش محلول گلیفوسیت پاشیده به وسیله چهار نوع متفاوت از نازل‌ها بر روی کارت‌های حساس به رطوبت قرار گرفته درون ردیف‌های کاشت سویا مقاوم به گلیفوسیت در حجم پاشش ۱۴۰ لیتر در هکتار، تقریباً دو برابر حجم پاشش ۹۴ لیتر در هکتار بود. در تحقیقی دیگر (Meyer *et al*., 2016) که حجم پاشش از طریق تغییر شماره نازل کنترل شده بود مشخص شد که میزان خیس شدن کاغذهای حساس به رطوبت در حجم پاشش ۱۸۷ لیتر در هکتار، به طور معنی‌داری بیشتر از حجم پاشش ۹۴ لیتر در هکتار بود. در کاغذهای حساس به رطوبت شماره یک و سه، بیشترین پوشش محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به وسیله نازل‌های شماره ۱۱۰۰۴ بادبزنی استاندارد، بادبزنی استاندارد دوقلو و

www.SID.ir

Archive of SID

بادبزنی القاکننده هوا دوقلو مشاهده شد. در همین کاغذها، تمامی نازل‌های شـماره ۱۱۰۰۲ (بجز در مورد نازل بادبزنی القاکننده هوا دوقلو)، کمترین میزان پوشش محلول علف‌کش را ایجاد کردند.



شکل ۲- تاثیر انواع نازل‌ها در دو شماره ۱۱۰۰۲ و ۱۱۰۰٤ بر میزان پوشش پاشش(درصد) بر روی کاغذهای حساس به رطوبت قرارگرفته شده در موقعیت‌هایی که در شکل ۲ نمایش داده شده است. لوزی‌های درون جعبه‌ها نشان دهنده میانگین‌ها هستند. SFF: بادبزنی استاندارد؛ FLD: بادبزنی ضد بادبردگی؛ CFA: بادبزنی القاکننده هوا متراکم؛ TFS: بادبزنی استاندارد دوقلو؛ TFLD: بادبزنی ضد بادبردگی دوقلو؛ TFA: بادبزنی القاکننده هوا دوقلو. ED50: مقداری از علف‌کش که باعث کاهش ۵۰ درصدی از وزن خشک علف‌هرز می‌شود.

Figure 2- Effect of nozzle types in two sizes of 11002 and 11004 on spray coverage (%) on the water sensitive papers (WSP) positioned at situations which shown in Figure 2. Rhombusin boxes represent the means. SFF: Standard Flat Fan; FLD: Fan Low Drift; CFA: Compact Fan Air; TFS: Twin Fan Standard; TFLD: Twin Fan Low Drift; TFA: Twin Fan Air. ED50: The dose that reduces in 50% of the dry weed weight.

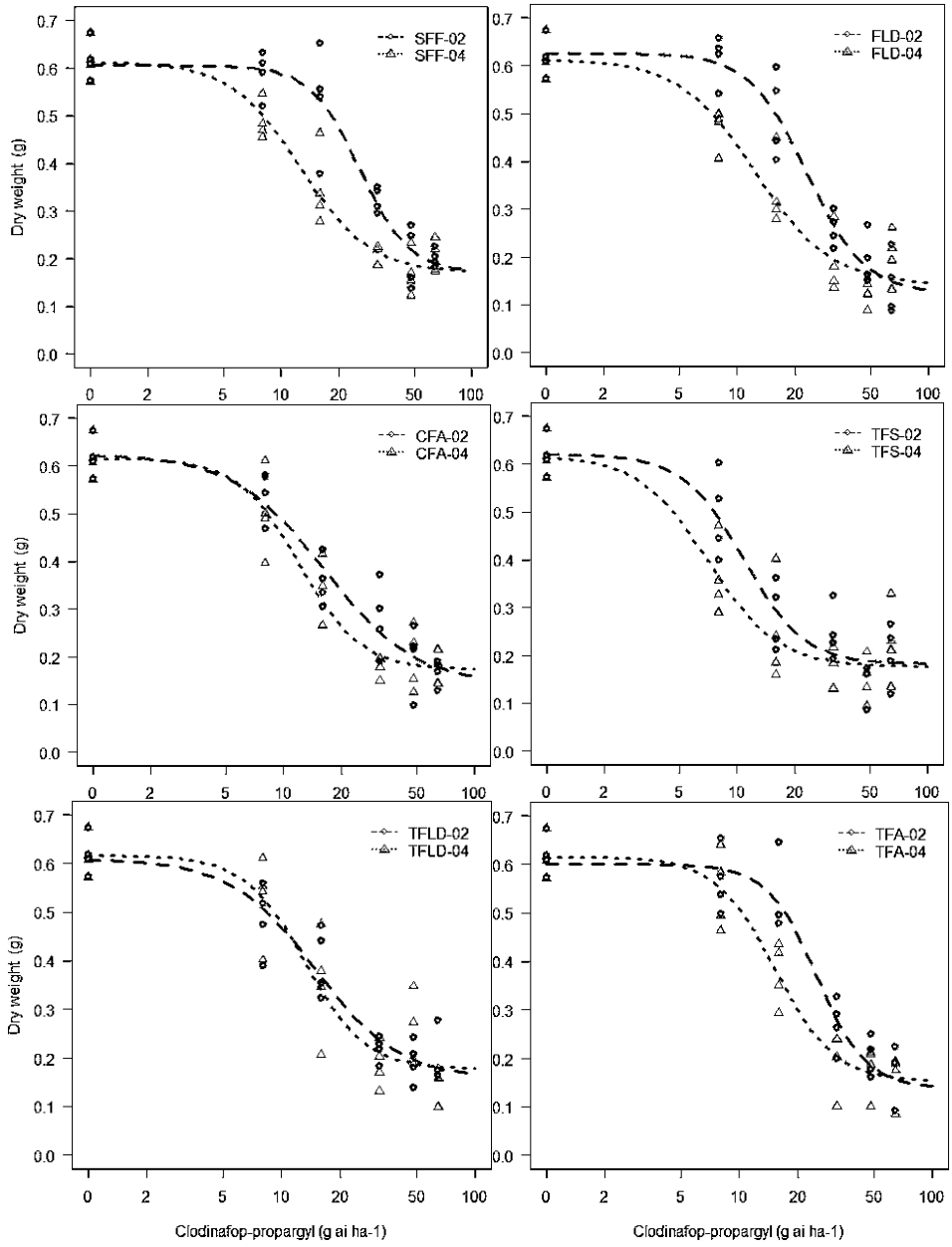
در کاغذهای حساس به رطوبت شماره دو و چهار که میزان پوشش محلول پاشش حاصل از برخورد غیر عمودی قطرات پاشش را ارزیابی کرد ثابت شد که در شماره نازل برابر، نازل‌های دو بادبزنی (دوقلو)، پوشش بیشتری را در مقایسه با نازل‌های تک بادبزنی فراهم کردنـد. در کاغذ حساس به رطوبـت شماره دو، بیشترین پوشـش محلول علف‌کش به‌وسیله نازل-های شـماره ۱۱۰۰٤ بادبزنی استاندارد دوقلو (۳٦/۰٤ درصد)، بادبزنی ضدبادبردگی دوقلو (۳۷/۷٤ درصد) و بادبزنی القاکننده هوا دوقلو (۳۲/٤٤ درصد) مشاهده شد. در همین کاغذ، بین انواع نازل‌های دو بادبزنی شماره ۱۱۰۰۲ و نازل‌های یک بادبزنی شماره ۱۱۰۰٤، اختلاف معنی‌داری در رابطه با میران پوشش محلول علف‌کش وجود نداشت. در کاغذ حساس به رطوبت شماره چهار، تمامی نازل‌های تک بادبزنی در هر دو شماره نازل در خیساندن کاغذ بسیار ناموفق عمل کردهند و پوششی تقریباً برابر صفر درصد را به‌وجود آوردند. در تحقیق قبلی (Aliverdi & Ahmadvand,

www.SID.ir

Archive of SID

2018)، تمامی پنج نوع نازل دو بادبزنی شماره ۱۱۰۰۲ در مقایسه با متناظر تک بادبزنی خودشان، در خیس کردن کاغذهای حساس به رطوبت شماره دو و چهار با محلول ٦٤ گرم ماده موثره کلودینافوپ پروپارژیل در هکتار و در دو سرعت وزش باد ۱/۸ و ۲۷ کیلومتر در ساعت، با حجم پاشش ۲۱۰ لیتر در هکتار بر ساعت، بسیار موفق عمل کردند.

در تمامی نازل‌ها، منحنی واکنش به مقدار علف‌کش مربوط به نازل شماره ۱۱۰۰٤ در سمت چپ منحنی واکنش به مقدار علف‌کش مربوط به نازل شماره ۱۱۰۰۲ قرار گرفت (شکل ۳) که نشان دهنده آن است که با افزایش شماره نازل، کارایی کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل یولاف وحشی زمستانه افزایش یافت.



شکل ۳- منحنی‌های واکنش وزن خشک یولاف وحشی زمستانه به کلودینافوپ پروپارژیل که با شش نوع نازل در دو شماره ۱۱۰۰۲ با حجم پاشش ۱۱۰ لیتر در هکتار (○) و ۱۱۰۰٤ با حجم پاشش ۲۲۰ لیتر در هکتار (Δ) پاشیده شده است.

Fig 3. The dose-response curves of winter wild oat dry weight responses to clodinafop-propargyl which was sprayed with six types of nozzles at two sizes of 11002 with spray volume of 110 L ha^{-1} (○) or 11004 with spray volume of 220 L ha^{-1} (Δ).

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول ۲، مقادیر پارامترهای ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} منحنی‌های فوق آورده شده است. بجزنازل بادبزنی ضد بادبردگی دوقلو، افزایش شماره نازل در تمامی انواع نازل‌ها، به طور معنی‌داری باعث کاهش ED_{50} شد. از این نتایج استنباط می‌شود که با وجود این‌که اندازه قطرات تولیدی هر نوع نازل با افزایش شماره آن بزرگتر می‌شود (جدول ۱) ولی افزایش شماره نازل‌ها، منجر به بهبود کارایی کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل یولاف وحشی زمستانه شد (جدول ۲).

جدول ۲- مقادیر پارامترهای ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} برای کلودینافوپ پروپارژیل علیه یولاف وحشی زمستانه وقتی که با شش نوع نازل در دو شماره نازل پاشیده شد.

Table 2. Estimated ED_{10}, ED_{50}, and ED_{90} values of clodinafop-propargyl against winter wild oat when it was sprayed with six nozzle types with two nozzle sizes.

Nozzle size	Nozzle type	ED_{10} (g a.i. ha^{-1})	ED_{50} (g a.i. ha^{-1})	ED_{90} (g a.i. ha^{-1})
11002	Standard Flat Fan	13.37 (3.42)	20.80 (2.73)	44.80 (3.12)
	Fan Low Drift	10.81 (2.28)	18.10 (2.87)	49.38 (3.95)
	Compact Fan Air	4.87 (1.48)	16.29 (3.88)	54.42 (5.78)
	Twin Fan Standard	4.84 (1.62)	10.79 (1.59)	24.05 (6.60)
	Twin Fan Low Drift	4.93 (2.35)	14.86 (2.95)	44.72 (2.43)
	Twin Fan Air	13.17 (3.02)	25.11 (2.73)	49.86 (3.01)
11004	Standard Flat Fan	5.03 (1.45)	12.59 (1.61)	25.47 (3.68)
	Fan Low Drift	4.58 (1.39)	12.44 (1.75)	33.75 (6.79)
	Compact Fan Air	5.32 (1.32)	12.06 (1.42)	27.33 (6.41)
	Twin Fan Standard	2.81 (1.51)	7.05 (1.28)	17.67 (1.79)
	Twin Fan Low Drift	6.00 (2.21)	13.23 (1.93)	29.16 (5.23)
	Twin Fan Air	6.99 (1.84)	16.30 (1.71)	35.49 (4.99)

اعداد داخل پرانتزها، نشان دهنده خطای استاندارد می باشد. حجم حامل سمپاشی با نازل‌های شماره ۱۱۰۰۲ و ۱۱۰۰۴ به ترتیب ۱۱۰ و۲۲۰ لیتر در هکتار بود.

Standard errors are in parentheses. The carrier volume sprayed by 11002 and 11004 nozzles were 110 and 220 L ha^{-1}, respectively.

کارایی افزایش یافته کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل یولاف وحشی زمستانه با افزایش شماره نازل‌ها، احتمالاً به دلیل افزایش پوشش علف‌کش بر روی هدف (علف‌هرز) است که این توجیح به طور غیرمستقیم، با استفاده از کاغذهای حساس به رطوبت نیز به اثبات رسید (شکل ۲). محققان قبلی نیز به چنین نتیجه‌ای دست یافته‌اند به طوریکه با نوع نازل برابر، میزان نشست قطرات با افزایش شماره نازل (حجم پاشش) بر روی هر دو تیپ از علف‌های هرز (پهن برگ و باریک برگ) افزایش یافته است (Etheridge *et al*., 2001; Meyer *et al*., 2016). بر اساس شکل ٤ می‌توان نتیجه‌گیری کرد که حجم پاشش در مقایسه با اندازه قطرات، عامل تاثیرگذارتری در میزان کارایی کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل یولاف وحشی زمستانه است. برای برازش خط رگرسیون بر روی داده‌های شکل ٤، از یک تابع نمایی[1] استفاده شد. صرف نظر از شماره نازل، رابطه‌ای مستقیم و مثبتی بین اندازه قطرات تولید شده به وسیله نازل‌ها و مقادیر پارامترهای ED_{50} و ED_{90} ملاحظه شد که نشان دهنده آن است که با افزایش اندازه قطرات تولید شده به وسیله نازل‌ها، کارایی کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل یولاف وحشی زمستانه کاهش می‌یابد.

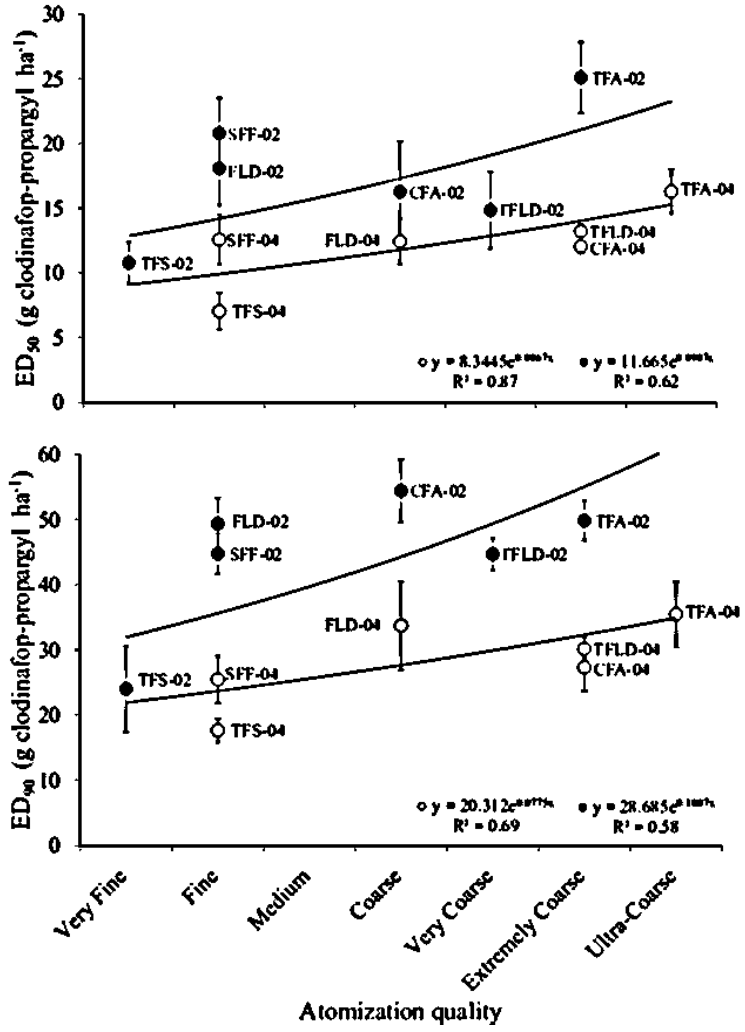
در این آزمایش، اندازه قطرات مناسب بین محدوده قطرات بسیار نرم (٦١ تا ١٠٥ میکرومتر) تا نرم (١٠٦ تا ٢٣٥ میکرومتر) تشخیص داده شد. وجود رابطه‌ای مستقیم و منفی بین کارایی علف‌کش با اندازه قطرات پاشش در تحقیقات گذشته به اثبات رسیده است (Ramsdale & Messersmith, 2001;Creech *et al*., 2015; Meyer *et al*., 2016; Sasaki *et al*., 2013; Stainier *et al*., 2006). نوچی (Knoche, 1994) نیز

[1] Exponential function

www.SID.ir

Archive of SID

به این جمع‌بندی رسید که کاهش دادن اندازه قطرات به کمتر از ۱۵۰ میکرومتر، کارایی علف‌کش‌ها را به طور معنی‌داری بر روی علف‌های هرزی با خیس‌پذیری دشوار که عمدتاً باریک‌برگ هستند را در مقایسه با علف‌های هرزی با خیس‌پذیری راحت که عمدتاً پهن‌برگ هستند بیشتر بهبود می‌دهد. از آن‌جا که در شکل ٤، امتداد خطوط رگرسیون مربوط به شماره نازل‌ها احتمالاً همدیگر را قطع خواهند کرد از اینرو می‌توان استنباط کرد که بین عوامل حجم پاشش و اندازه قطرات در کارایی علف‌کش، اثر متقابل وجود دارد. بر اساس شیب این خطوط نیز می‌توان استنباط نمود که افزایش اندازه قطرات در شماره نازل‌های ۱۱۰۰۲ در مقایسه با شماره نازل‌های ۱۱۰۰٤، اثر منفی بیشتری بر کارایی کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل یولاف وحشی زمستانه ایجاد کرده است.



شکل ٤- ارتباط بین پارامترهای ED_{50} و ED_{90} علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل یولاف وحشی زمستانه با کیفیت قطره-سازی شش نوع نازل در دو شماره نازل ۱۱۰۰۲ (●) و ۱۱۰۰٤ (○).

Fig 4. Correlation between ED_{50} and ED_{90} values of clodinafop-propargyl in winter wild oat control and the atomization quality of six types of nozzle at two nozzle sizes of 11002 (●) and 11004 (○). SFF: Standard Flat Fan; FLD: Fan Low Drift; CFA: Compact Fan Air; TFS: Twin Fan Standard; TFLD: Twin Fan Low Drift; TFA: Twin Fan Air. The atomization quality of nozzles has categorized from Very Fine (61-105 µm), Fine (106-235 µm), Medium (236-340 µm), Coarse (341-403 µm), Very Coarse (404-502 µm), extremely Coarse (503-665 µm), to Ultra-Coarse (>665 µm).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج آزمایشات واکنش به مقدار علف‌کش نشان داد که امکان کاهش حجم پاشش از مقدار استاندارد توصیه شده برای کلودینافوپ پروپارژیل (یعنی در حدود ۲۰۰ لیتر در هکتار) در کنترل یولاف وحشی زمستانه وجود ندارد. پیشتر نتیجه مشابهی در مورد علف‌کش دیکلوفوپ متیل گزارش شده بود که با کاهش حجم پاشش از ۱۸۰ به ۹۰ لیتر در هکتار از طریق تغییر شماره نازل، کارایی دیکلوفوپ متیل در کنترل یولاف وحشی کاهش یافت (Knoche, 1994). بر اساس پارامتر ED_{50} و در مورد نازل‌های شماره ۱۱۰۰٤، عملکرد نازل‌ها در کارایی کلودینافوپ پروپارژیل به صورت بادبزنی استاندارد دوقلو > بادبزنی القاکننده هوا متراکم > بادبزنی ضد بادبردگی > بادبزنی استاندارد > بادبزنی ضد بادبردگی دوقلو > بادبزنی القاکننده هوا دوقلو بود. در این رتبه‌بندی، اختلاف معنی‌داری بین نازل‌های بادبزنی القاکننده هوا متراکم، بادبزنی ضد بادبردگی و بادبزنی استاندارد وجود نداشت درحالی‌که، بر اساس پارامتر ED_{90} و در مورد نازل‌های شماره ۱۱۰۰٤، عملکرد نازل‌ها در کارایی کلودینافوپ پروپارژیل به صورت بادبزنی استاندارد دوقلو > بادبزنی استاندارد > بادبزنی القاکننده هوا متراکم > بادبزنی ضد بادبردگی دوقلو > بادبزنی ضد بادبردگی > بادبزنی القاکننده هوا دوقلو بود. در این رتبه‌بندی، اختلاف معنی‌داری بین نازل‌های بادبزنی استاندارد، بادبزنی القاکننده هوا متراکم، بادبزنی ضد بادبردگی دوقلو و بادبزنی ضد بادبردگی وجود نداشت؛ بنابراین، مناسب‌ترین نازل جهت پاشش کلودینافوپ پروپارژیل نازل بادبزنی استاندارد دوقلو ۱۱۰۰٤ است (جدول ۲). نازل‌های بادبزنی استاندارد ۱۱۰۰٤ و بادبزنی استاندارد دوقلو ۱۱۰۰٤ از نظر حجم پاشش و کیفیت قطره‌سازی (با قطر قطرات بین ۲۳۵-۱۰٦ میکرومتر) کاملاً برابر هستند. با این وجود، از آن‌جا که نازل بادبزنی استاندارد دوقلو قادر است پشت و روی بوته علف‌هرز را در مسیر حرکت نازل خیس نماید، این موضوع در آزمایش نشست پاشش نیز به اثبات رسید (شکل ۲). به طوری که نازل‌های دو بادبزنی (دوقلو) قادر بودند کاغذ حساس به رطوبت شماره چهار را به طور قابل توجهی خیس نمایند اما نازل‌های تک بادبزنی، تقریباً صفر درصد این کاغذ را خیس کردند؛ بنابراین نازل بادبزنی استاندارد دوقلو در مقایسه با نازل بادبزنی استاندارد، احتمالاً سطح بیشتری از یولاف وحشی زمستانه را با محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل پوشش می‌دهد که این امر باعث افزایش کارایی این علف‌کش می‌شود. به بیان دیگر، با نازل بادبزنی استاندارد دوقلو ۱۱۰۰٤، هدرروی علف‌کش در درون منطقه سمپاشی کمتر از نازل بادبزنی استاندارد ۱۱۰۰٤ است به‌طوری‌که مقدار علف‌کش لازم برای کاهش ۵۰ درصدی در وزن خشک یولاف وحشی زمستانه با نازل بادبزنی استاندارد دوقلو ۱۱۰۰٤ (۷/۰۵ گرم ماده موثره در هکتار)، در حدود نصف مقدار نازل بادبزنی استاندارد ۱۱۰۰٤ (۱۲/۵۹ گرم ماده موثره در هکتار) بود. این نتیجه تاییدی بر اظهارات کریچ و همکاران (Creech *et al.*, 2015) است که بیان داشتند که در حدود نیمی از مقدار علف‌کش به‌کار رفته، به دلیل فرار از دسترس خارج می‌شود. در تحقیقات گذشته نیز عملکرد بهتر نازل‌های دو بادبزنی در مقایسه با نازل‌های تک بادبزنی در بهبود باریک‌برگ‌کش‌های دیگر گروه A علف‌کش‌ها به اثبات رسیده است (Aliverdi, 2018; Jensen, 2012).

نتیجه‌گیری

حجم پاشش استاندارد (۲۲۰ لیتر آب در هکتار) در مقایسه با حجم کاهش یافته آب (۱۱۰ لیتر در هکتار)، سبب کارایی بالاتر کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل یولاف وحشی زمستانه شد. مناسب‌ترین نوع نازل

www.SID.ir

Archive of SID

جهت پاشش کلودینافوپ پروپارژیل در حجم پاشش استاندارد برای کنترل یولاف وحشی زمستانه در سرعت باد مجاز برای سمپاشی (کمتر از ۱/۸ کیلومتر در ساعت)، نازل بادبزنی استاندارد دوقلو ۱۱۰۰۴ بود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه بوعلی سینا برای تخصیص بودجه این طرح قدردانی می‌کنیم.

منابع

American Society of Agricultural Engineers. 2009. Spray nozzle classification by droplet spectra. S572.1-4 Pp.

Aliverdi, A. 2018. The selection of proper nozzle for spraying sethoxydim at two wind speeds to control winter wild oat (*Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*). J. Plant Prot. 32: 299–306.

Aliverdi, A. and Ahmadvand, G. 2018. The effect of nozzle type on clodinafop-propargyl potency against winter wild oat. Crop Prot. 114:113–119.

Creech, C.F., Henry, R.S., Fritz, B.K. and Kruger, G.R. 2015. Influence of herbicide active ingredient, nozzle type, orifice size, spray pressure, and carrier volume rate on spray droplet size characteristics. Weed Technol. 29:298–310.

Etheridge, R.E., Hart, W.E., Hayes, R.M. and Mueller, T.C. 2001. Effect of venturi-type nozzles and application volume on post emergence herbicide efficacy. Weed Technol. 15:75–80.

Ferguson, J.C., Hewitt, A.J. and O'Donnell, C.C. 2016. Pressure, droplet size classification, and nozzle arrangement effects on coverage and droplet number density using air-inclusion dual fan nozzles for pesticide applications. Crop Prot. 89:231–238.

Gauvrit, C. and Lamrani, T. 2008. Influence of application volume on the efficacy of clodinafop-propargyl and fenoxaprop-P-ethyl on oats. Weed Res. 48: 78–84.

Jensen, P.K. 2012. Increasing efficacy of graminicides with a forward angled spray. Crop Prot. 32:17–23.

Knoche, M. 1994. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides. Crop Prot. 13:163–178.

Kudsk, P. and Streibig, J.C. 2003. Herbicides: A two-edged sword. Weed Res. 43:90–102.

Legleiter, T.R. and Johnson, W.G. 2016. Herbicide coverage in narrow row soybean as influenced by spray nozzle design and carrier volume. Crop Prot. 83: 1–8.

McMullan, P.M. 1995. Effect of spray volume, spray pressure and adjuvant volume on efficacy of sethoxydim and fenoxaprop-*p*-ethyl. Crop Prot. 14:549–554.

Meyer, C.J., Norsworthy, J.K., Kruger, G.R. and Barber, T.L. 2016. Effect of nozzle selection and spray volume on droplet size and efficacy of Engenia tank-mix combinations. Weed Technol. 30:377–390.

Mondani, F., Nassiri-Mahallati, M., Koocheki, A. and Hajiyan Shahri, M. 2015. Simulation of wild oat (*Avena ludoviciana* L.) competition on winter wheat (*Triticum aestivum*) growth and yield. I: model description and validation. Iranian J. Field Crops Res. 13:218–231.

Ramsdale, B.K. and Messersmith, C.G. 2001. Nozzle, spray volume, and adjuvant effects on carfentrazone and imazamox efficacy. Weed Technol. 15:485–491.

Rashed Mohassel, M.H., Aliverdi, A., Hamami, H. and Zand, E. 2010. Optimizing the performance of diclofop-methyl, cycloxydim, and clodinafop-propargyl on littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) and wild oat (*Avena ludoviciana*) control with adjuvants. Weed Biol. Manag. 10:57–63.

Ritz, C., Kniss, A.R. and Streibig, J.C., 2015. Research methods in weed science: statistics. Weed Sci. 63:166–187.

Sasaki, R.S., Teixeira, M.M., Alvarenga, C.B., Santiago, H. and Maciel, C.F.S. 2013. Spectrum of droplets produced by use adjuvants. IDESIA 1:27–33.

Stainier, C., Destain, M.-F., Schiff ers, B. and Lebeau, F. 2006. Droplet size spectra and drift effect of two phenmedipham formulations and four adjuvants mixtures. Crop Prot. 25:1238 –1243.

Wilson, M.F. 2003. Optimising Pesticide Use. John Wiley & Sons Inc., UK. 228 Pp.

Zand, E., Bena Kashani, F., Baghestani, M.A., Maknali, A., Minbashi, M., Soufizadeh, S. and Deihimfard, R. 2007. Investigating the distribution of clodinafop-propargyl resistant wild oat (*Avena ludoviciana*) populations in South Western Iran. Environ. Sci. 4:85–92.

www.SID.ir