نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۵۴۱-۵۲۷

Journal of Plant Protection
Vol. 32, No. 4, Winter 2019, p. 527-541

ارزیابی اثر نوع سمپاش و دُز علف‌کش تری بنورون- متیل (گیاهستار) در کنترل علف‌های‌هرز پهن برگ اراضی گندم آبی

فرید بدیع[۱]- لیلا علیمرادی[۲]- علی اصغر چیت بند[۳*]- سعید جاهدی پور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۴

چکیده

به‌منظور ارزیابی سمپاش‌های رایج و دُزهای مختلف علف‌کش تری بنورون- متیل در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ گندم آبی، تحقیقی در ۷۵ کیلومتری شمال شرق مشهد واقع در مزارع روستای حکیم‌آباد در بهار ۱۳۹۳ به اجرا درآمد. قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد ۵ نوع سمپاش (الکترواستاتیک، تراکتوری لانس‌دار، میکرونر، پشتی اتومایزر و تراکتوری بوم‌دار) به‌عنوان عامل اصلی و کاربرد علف‌کش تری بنورون- متیل در مقادیر ۱۵، ۲۰ و ۲۵ گرم در هکتار به‌عنوان عامل فرعی بودند. نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار بطور معنی‌داری منجر به کاهش تراکم و وزن خشک تمامی علف‌های‌هرز شده درحالیکه سمپاش پشتی اتومایزر و تراکتوری لانس‌دار دارای کمترین کارایی بودند. نتایج اثر متقابل کاربرد نوع سمپاش و میزان مصرف علف‌کش تری بنورون- متیل نیز حاکی از برتری معنی‌دار سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار به‌همراه دُز مصرفی ۲۵ گرم در هکتار علف‌کش تری بنورون- متیل در کنترل اغلب علف‌های‌هرز پهن‌برگ گندم در مقایسه با سایر تیمارها داشته و توانسته بود منجر به افزایش عملکرد گندم آبی به میزان ۵۰۵۰ کیلوگرم در هکتار شود. بیشترین میزان مصرف محلول سم مربوط به سمپاش تراکتوری لانس‌دار (۷۳۲/۸ لیتر در هکتار) و کمترین آن مربوط به سمپاش میکرونر (۳۴/۹ لیتر در هکتار) بود. بهترین ضریب یکنواختی پاشش متعلق به سمپاش بوم‌دار پشتی تراکتوری (VMD/NMD = ۱/۸) و بعد از آن سمپاش میکرونر با ضریب پاشش (۳ = VMD/NMD) تخمین زده شد. بعبارت دیگر، سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار نسبت به سمپاش میکرونر دارای کیفیت پاشش یکنواخت‌تری است. همچنین این دو سمپاش نسبت به سایر سمپاش‌های مورد آزمایش دارای برتری بودند. بالاترین درصد لهیدگی محصول مربوط به سمپاش بوم‌دار پشت تراکتوری (۱۴/۵ درصد) و کمترین آن مربوط به سمپاش میکرونر (۲/۸ درصد) بود. همچنین سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار و میکرونر پشتی به ترتیب با ۳/۲ و ۱/۱ هکتار بر ساعت دارای بیشترین و کمترین ظرفیت مزرعه بودند.

واژه‌های کلیدی: پشت تراکتور بوم‌دار، ضریب یکنواختی پاشش، ظرفیت مزرعه، لهیدگی محصول، میکرونر

مقدمه

مدیریت علف‌های‌هرز موضوعی کلیدی در بسیاری از نظام‌های کشاورزی است. در حال حاضر کاربرد علف‌کش‌ها به‌عنوان رایج‌ترین روش کنترل علف‌های‌هرز در مزارع گندم کشور محسوب می‌شود (۱ و ۲۱) به‌طوری‌که سیستم‌های زراعی ایران در طی سال ۱۳۸۵ تقریباً ۱۱/۱ هزار تن علف‌کش دریافت کردند که بیش از ۵/۵ هزار تن آن در اراضی گندم مصرف شده بود (۴). از راه‌های کاهش مصرف سموم، تصحیح روش سمپاشی است که در این زمینه می‌توان به تنظیم دقیق سمپاش‌ها جهت ایجاد قطرات با اندازهٔ مناسب و پاشش یکنواخت اشاره کرد. قطر میانه حجمی[۲] (VMD)، قطر میانه عددی[۳] (NMD) و نسبت یکنواختی پاشش[۴] (VMD/NMD = QC) از معمول‌ترین پارامترهای مورد استفاده در سموم کشاورزی به‌منظور اندازه‌گیری قطرات پاشیده شده و نیز بررسی کیفیت یکنواختی پاشش هستند (۲ و ۱۶). اغلب پاشش‌ها محتوی طیف وسیعی از اندازه‌های مختلف می‌باشد، بعضی از آنها درشت و دارای مقدار زیادی سم بوده بطوری‌که از روی برگ گیاهان لغزیده و روی زمین می‌افتند در حالی‌که بعضی دیگر ممکن است بسیار ریز بوده به‌طوری‌که دچار

۱- کارشناسی ارشد علوم علف‌های‌هرز، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، مشهد، ایران
۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، مشهد، ایران
۳- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: chitband.a.a@lu.ac.ir)
۴- دکتری اگرواکولوژی واحد بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
DOI: 10.22067/jpp.v32i4.60326

2- Volume Median Diameter (VMD)
3- Number Median Diameter (NMD)
4- Quality Coefficient

بادبردگی و از محدودهٔ هدف خارج شوند (۲۹) که هر دو صورت سبب افزایش آلودگی محیط، کاهش تأثیر سم بر محل هدف، افزایش مصرف سموم، آسیب دیدن گیاهان مفید و زیان‌های اقتصادی ناشی از آنها می‌شود (۲۵ و ۲۷). کایلی مقدار VMD را از روی بیشترین قطر قطره[1] که در طیفی پیوسته‌ای از قطرات تولید می‌شود، تخمین می‌زند. این قطره از بین ۵ قطره‌ای که جزء بزرگترین قطرات از لحاظ اندازه در نوار پاشش هستند، انتخاب می‌شوند. بدین ترتیب که این قطرات از کوچک به بزرگ در نظر گرفته شده و اولین قطره‌ای که اختلافی بیش از ۳۲ میکرون با قطر قطره بزرگ بعدی نداشته باشد، همان قطره شاخص خواهد بود. VMD با تقسیم نمودن قطر قطره شاخص به یک ضریب تبدیل، تعیین می‌شود. در حالتی که توزیعی نرمال در پخش قطرات وجود داشته باشد، مقدار این ضریب برابر ۲ می‌باشد. با این وجود معمولاً ضریب تبدیل کمی بیشتر از ۲ در نظر گرفته می‌شود (۷).

از روش‌های دیگر کاهش مصرف سموم شیمیایی در مزارع، استفاده از دستگاه سمپاش سالم و به‌دور از هر گونه نقص می‌باشد. انتخاب هر یک از سمپاش‌ها برای کاربرد به شرایط کاری، فرمولاسیون علف‌کش، و محل مورد استفاده بستگی دارد (۹). براساس بررسی‌های بعمل آمده، از سمپاش‌های مختلفی جهت کنترل علف‌های‌هرز مزارع استفاده می‌شود. سمپاش پشتی موتوری اتومایزر به‌علت تولید جریان شدید هوا ذرات بسیار ریزی تولید کرده که منجر به بادبردگی و اتلاف قطرات سم، عدم یکنواختی پاشش و آلودگی محیط زیست شده و نتایج خسارت بار آنها در مورد کاربرد علف‌کش‌ها نیز بوضوح دیده شده است (۳۵). در حال حاضر در بیش از ۷۰ درصد مزارع کشور از سمپاش تراکتوری لانس‌دار استفاده می‌شود. در این سمپاش‌ها محلول سم از یک یا دو لانس با فشار بالا به بوته‌ها برخورد و بیش از ۵۰ درصد از آن روی زمین ریخته می‌شود که علاوه بر آلودگی محیط زیست، تلفات شدید محلول سم را هم در پی دارد. همچنین سمپاشی بصورت زیگزاگ انجام شده که باعث عدم یکنواختی در پوشش‌دهی قطرات سم می‌شود از سوی دیگر به‌علت تردد کارگر (تراکتور)، درصد لهیدگی محصول افزایش می‌یابد. کاربر نیز داخل توده‌ای از ذرات سم قرار داشته و درنهایت مسمومیت تدریجی و مزمن در این روش اجتناب‌ناپذیر است. در سمپاش‌های تراکتوری بومدار در هر نوبت سمپاشی ۸-۱۳ درصد محصول زیر چرخ‌های تراکتور لِه شده و باعث افزایش ضایعات محصول می‌شود، درنتیجه کشاورزان بناچار سمپاش‌های پشتی را ترجیح می‌دهند (۲۵). سمپاش میکرونر جزء سمپاش‌های پشتی با نازل‌های سانتریفوژ بوده که در این نوع سمپاش‌ها، تولید قطرات یکنواخت به گیاه هدف مد نظر است. در صورت استفاده از این سمپاش‌ها مصرف محلول سم به ۱۰- ۱۵ لیتر در هکتار کاهش یافته و راندمان سمپاش به‌علت عدم نیاز پی در پی جهت محلول‌گیری افزایش می‌یابد (۱۳). سمپاش‌های الکترواستاتیک با استفاده از خاصیت باردارکردن ذرات باعث رسیدن قطرات ریز سم به تمام قسمت‌های گیاه از جمله سطح زیرین برگ‌ها و نهایتاً باعث افزایش سطح تماس سم با علف‌های‌هرز می‌شوند. ریزتر شدن قطرات سم، کاهش میزان باد بردگی، امکان کاهش میزان مصرف سم نفوذ آنها به داخل تاج پوشش گیاهی از ویژگی‌های این سمپاش‌ها هستند (۳۱).

تری بنورون- متیل با نام تجاری گرانستار علف‌کشی سیستمیک و انتخابی از گروه سولفونیل اوره می‌باشد که جهت مبارزه با علف‌های‌هرز پهن برگ مزارع گندم ایران کاربرد زیادی دارد. این گروه از علف‌کش‌ها به سرعت از طریق شاخ و برگ علف‌های‌هرز پهن‌برگ جذب و به سلول‌های رویشی واقع در نوک شاخ و برگ و ریشه منتقل شده و با ممانعت از بیوسنتز اسیدهای آمینه ضروری والین و ایزولوسین مانع تقسیم سلولی در علف‌های‌هرز شده و آنها را به نحو مؤثری کنترل می‌نماید. علائم آن شامل متوقف کردن رشد، زردی، رنگ پریدگی و بافت مردگی است که یک تا دو هفته بعد از سمپاشی در علف‌هرز ظاهر می‌شود (۱۲). گرامی و همکاران (۱۲) طی تحقیقی جهت مبارزه با علف‌های‌هرز مزارع گندم در منطقه اردبیل با استفاده از سه نوع سمپاش تراکتوری بومدار، فرغونی لانس‌دار و میکرونر پشتی بیان کردند که بالاترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به کاربرد سمپاش‌های میکرونر، فرغونی و بومدار بود و از نقطه نظر عوامل فنی، اقتصادی و زیست محیطی سمپاش‌های میکرونر و بومدار جزء بهترین سمپاش‌های مورد استفاده توصیه شدند. حسامی و لرزاده (۱۵) در کاربرد علف‌کش آپیروس در مزارع گندم نشان دادند که بیشترین و کمترین درصد کنترل علف‌های‌هرز به ترتیب مربوط سمپاش پشت تراکتوری با کاربرد ۳۱ گرم علف‌کش آپیروس و سمپاش میکرونر با کاربرد ۲۶ گرم از علف‌کش آپیروس بود. گیوپتا و همکاران (۱۴) طی تحقیقی در کشور تایلند گزارش کردند که میزان کنترل علف‌های‌هرز و یکنواختی پاشش در سمپاش الکترواستاتیک به ترتیب ۸۶ و ۹۵ درصد درصورتیکه در سمپاش پشتی موتوری به ترتیب ۷۴ و ۵۷ درصد بوده است. لذا، هدف از اجرای این تحقیق، بررسی مناسب‌ترین روش سمپاشی، تعیین بهترین عملکرد سمپاش‌ها، برآورد بهترین دُز مصرف علف‌کش تری بنورون- متیل (گیاهستار) و تأثیر آن بر کاهش جمعیت علف‌های‌هرز در شرایط مزرعه بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی سمپاش‌های رایج و دُزهای مختلف علف‌کش تری بنورون- متیل (گیاهستار، DF ۷۵ درصد، شرکت گیاه) در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ گندم آبی، تحقیقی در زمینی به مساحت

1- D-Max

۱۲۰۰ مترمربع واقع در ۷۵ کیلومتری شمال شرق مشهد در مزارع روستای حکیم‌آباد با طول جغرافیایی ″۰۴/۴۵، ′۴۶، °۳۶ و عرض جغرافیایی ″۳۶/۰۸، ′۵۳، °۵۸، متوسط بارندگی منطقه ۱۸۳/۷ میلی متر با توزیع غیر یکنواخت، میانگین دمای سالانه ۱۶/۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۴۹ درصد در بهار ۱۳۹۳ به اجرا درآمد. قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در کرت‌های ۵۰ مترمربعی (۱۰ × ۵) انجام شد. پلات‌های اصلی شامل کاربرد انواع سمپاش‌ها (الکترواستاتیک، تراکتوری لانس‌دار، میکرونر، پشتی اتومایزر و تراکتوری بوم‌دار) و کاربرد علف‌کش تری بنورون- متیل در مقادیر ۱۵، ۲۰ و ۲۵ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار به‌عنوان پلات‌های فرعی بودند.

ابتدا مسیر تقریبی حرکت تراکتور سمپاش و افراد حمل کننده سمپاش‌های پشتی در زمین مذکور مشخص گردید، سپس از پایه‌های فلزی در وسط مسیر و در امتداد عمود بر حرکت سمپاش‌ها به فواصل ۲ متر و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر (متوسط ارتفاع گندم در مزرعه) جهت قرار دادن کاغذهای حساس به آب استفاده شد. در انتهای فوقانی این پایه‌ها صفحاتی فلزی به ابعاد کاغذهای حساس به آب (۲۶ × ۷۶ میلی‌متر) به منظور نصب کاغذها بصورت T شکل ساخته شدند. با توجه به ابعاد هر کرت آزمایشی ۵۰ مترمربعی (۱۰ × ۵) تعداد ۴ پایه در هر کرت نصب شد (۱۱ و ۲۳). در هر تیمار، پس از تنظیمات اولیه بر روی سمپاش و تراکتور، سمپاشی در روشی مشابه با شرایط مزرعه انجام شد. پس از انجام عملیات سمپاشی و خشک شدن کاغذهای حساس به آب، کاغذهای مذکور جمع آوری و شماره‌گذاری شدند. با توجه به شرایط جوی متغیر حدود ۲۴۰ عدد کاغذ حساس به آب استفاده شد. نمونه‌برداری از علف‌های‌هرز پهن‌برگ در دو زمان ۱۰ و ۲۰ روز پس از سمپاشی با استفاده از کوآدرات ۱ × ۱ مترمربعی از هر کرت انجام و به تفکیک گونه تعداد علف‌هرز شمارش و جمع‌آوری شد. نمونه‌ها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد بمدت ۷۲ ساعت خشک و سپس وزن آنها به تفکیک گونه توزین شدند. در حین انجام آزمایش، شرایط جوی از قبیل سرعت باد، جهت باد، رطوبت و درجه حرارت محیط به طور هم زمان اندازه‌گیری و ثبت گردید (۳۳) داده‌های حاصل از نمونه‌های علف‌هرز توسط نرم افزار SAS و EXCEL براساس آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد مورد آنالیز قرار گرفتند.

برای محاسبه سرعت پیشروی تراکتور و تعیین دبی نازل‌ها در فشارهای مختلف از زمان سنج دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ ± ثانیه استفاده شد. جهت تعیین سرعت پیشروی تراکتور، با نصب دو عدد شاخص در مسیر حرکت تراکتور در زمین به فاصلهٔ ۳۰ متر از یکدیگر و اندازه‌گیری زمان پیشروی تراکتور در فاصله مذکور، سرعت پیشروی تراکتور بر حسب کیلومتر بر ساعت با استفاده از معادلهٔ (۱) محاسبه شد (۲۹ و ۳۳).

$$V = \frac{x}{t} \times 3.6 \qquad \text{معادله (۱)}$$

که در آن: V: سرعت پیشروی تراکتور بر حسب کیلومتر بر ساعت، x: مسافت پیموده شده بر حسب متر و t: زمان پیمودن مسافت x بر حسب ثانیه می‌باشد. جهت محاسبه دبی خروجی انواع نازل‌های مورد استفاده و دبی آنها در فشارهای مختلف از استوانه مدرج با ظرفیت ۳۰۰ میلی لیتر و با دقت ۱۰ ± میلی‌لیتر استفاده شد. بدین منظور میزان دبی خروجی نازل‌ها برحسب لیتر در دقیقه محاسبه شد. سپس با داشتن ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای، میزان محلول مصرفی در هکتار محاسبه شد. همچنین برای تعیین ظرفیت مزرعه (تعیین سطحی از مزرعه که در واحد زمان سمپاشی شد) از معادلهٔ زیر استفاده شد (۲۹).

معادله (۲)

$$\text{ساعت/هکتار} = \frac{10}{\text{سرعت پیشروی تراکتور (کیلومتر در ساعت)} \times \text{عرض کار (متر)}}$$

برای تعیین درصد لهیدگی محصول، در سمپاش‌های تراکتوری بوم‌دار و لانس‌دار در طول ۲۰ متر میزان مساحت مسیر چرخ‌ها تعیین و با داشتن مساحت سمپاشی شده میزان درصد لهیدگی محاسبه گردید. در سمپاش‌هایی که توسط کاربر جابجا می‌شدند در طول ۲۰ متر و با در نظر گرفتن عرض کار سمپاش و میزان مساحت رد پای کاربر، درصد لهیدگی محصول تعیین گردید (۱۲). جهت سنجش قطرات ثبت شده بر روی کاغذهای حساس به آب حاصل از پاشش علف‌کش تری بنورون- متیل هر آزمایش توسط نرم افزار سنجش ذرات SIBA، کاغذهای مذکور در هر تیمار به طور جداگانه توسط اسکنر با دقت ۶۰۰ dpi تصویر برداری شدند. با توجه به اینکه واحد دقت dpi تعیین کنندهٔ تعداد نقاط (پیکسل[1]) در هر اینچ از تصویر می‌باشد، بنابراین کوچکترین لکه روی کارت‌ها باید حداقل به اندازه یک پیکسل از تصویر باشد و از طرفی هر اینچ برابر ۲۵۴۰۰ میکرون است، بنابراین dpi براساس کوچکترین قطر قطرات پاشیده شده، از معادلهٔ (۳) بدست آمد (۸).

$$dpi = \frac{25400}{D} \qquad \text{معادله (۳)}$$

که در آن D قطر کوچک‌ترین قطره پاشیده شده بر حسب میکرون است. با توجه به حداقل اندازهٔ قطرات با در نظر گرفتن معادلهٔ (۲) بایستی از اسکنر با حداقل دقت ۵۰۸ dpi استفاده کرد. ضریب پخش کاغذهای حساس به آب در این تحقیق برابر ۱/۸ (بنا به نظر تولید کنندهٔ کاغذها) بود و جهت دقت بیشتر در آنالیز تصاویر، از اسکنر کانن[2] مدل 8600F با دقت ۶۰۰dpi استفاده شد (۲۵ و ۲۶).

1- Pixle
2- Canon

اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط نرم افزار SIBA شامل سطح هر لکه بر روی کاغذهای حساس به آب، قطر واقعی هر قطره، قطرهای میانه عددی (NMD) و قطرهای میانه حجمی (VMD) قطرات، انحراف معیار قطرات، چگالی پاشش، درصد پوشش سطح کاغذ توسط قطرات و نسبت یکنواختی پاشش (VMD/NMD) بود (۱۶). در این روش ابتدا بایستی نمونه کاغذهای حساس به آب را اسکن کرده، سپس به منظور دقت بیشتر و جلوگیری از بروز خطا، تمامی تصاویر حاصل از اسکن کاغذها در محیط نرم افزاری فتوشاپ[1] پردازش و ویرایش شدند بطوریکه پس از ویرایش، رنگ اثرات لکه‌های پاشیده شده کاملاً متمایز از رنگ زمینه‌ای کارت‌ها بود (شکل ۱). آنگاه از هر کدام از نمونه‌های پردازشی یک CROP تهیه گردید. پس از برازش کلیهٔ نقاط در نرم افزار SIBA، شاخص‌های NMD و VMD و VMD/NMD محاسبه شد (۸). لازم به ذکر است نسبت VMD/NMD بیانگر کیفیت پاشش بوده و هرچه ضریب کیفیت سمپاشی به رقم یک نزدیک‌تر باشد، کیفیت پاشش بهتر است. تصاویر ویرایش شدهٔ کاغذهای هر تیمار در نرم افزار SIBA به طور جداگانه آنالیز شده و میانگین داده‌های حاصل از سنجش تصاویر هر تیمار توسط نرم افزار SAS مورد آنالیز قرار گرفت.

نتایج و بحث

الف) تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد مهمترین گونه‌های علف‌هرز که از نظر ایجاد خسارت از تراکم بالاتری برخوردار بودند، عمدتاً شامل خردل آبی فام (*Erysimum* sp.)، شلمی (*Rapistrum rugosum* L.)، آجیل مزرعه (*Neslia apiculata* Fisch)، خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.)، هفت بند (*Polygonum aviculare* L.)، تلخه (*Acroptilon repens* (L.) DC.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) و ترشک (*Rumex crispus* L.) بودند (جدول ۱).

نتایج تجزیه واریانس بر تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز مهم این آزمایش در جدول‌های ۲ و ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر کاربرد نوع سمپاش بر تراکم و وزن خشک کلیهٔ علف‌های‌هرز خردل آبی فام، شلمی، آجیل مزرعه، خردل وحشی، پیچک، هفت بند، تلخه، سلمه‌تره و ترشک معنی‌دار بود ($P<0.01$) (جدول‌های ۲ و ۱).

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای انواع سمپاش‌ها نشان داد که سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار تأثیر بهتری در کنترل جمعیت و کاهش وزن خشک تمامی علف‌های‌هرز مورد بررسی این تحقیق در مقایسه با سایر سمپاش‌ها دارد (جدول‌های ۴ و ۳)، بطوریکه کاربرد این سمپاش منجر به کاهش ۳۰/۸۷، ۳۳/۴ و ۳۱/۰۷ به ترتیب نسبت سمپاش پشتی اتومایزر در علف‌های‌هرز شلمی، سلمه‌تره و ترشک و نیز باعث ۳۰/۶۵، ۲۱/۸، ۳۰/۶ و ۳۰/۰۱ درصد نسبت سمپاش لانس‌دار تراکتوری به در هر یک از علف‌های‌هرز خردل وحشی، پیچک، هفت بند و تلخه شده بود. تحقیقات انجام شده توسط صفری و همکاران (۲۹) در زمینهٔ ارزیابی کارائی سمپاش‌ها نیز مؤید برتری معنی‌دار سمپاش بوم‌دار پشت تراکتوری نسبت به سایر سمپاش‌ها بود. ایجاد پوشش مناسب توسط سمپاش بوم‌دار پشت تراکتوری به‌علت قابل تنظیم بودن فاصله بین نازل‌ها و ارتفاع بوم از دلایل برتری این نوع سمپاش‌ها جهت کنترل علف‌های‌هرز محسوب می‌شوند (۳۵). طی تحقیق دیگری صفری و همکاران (۳۰) نشان دادند که بین روش‌های مختلف سمپاشی و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری جهت کنترل مؤثر علف‌های‌هرز وجود دارد ($P<0.01$) و سمپاش پشت تراکتوری بهترین گزینه جهت مبارزه با علف‌های‌هرز شناخته شده است. زند و همکاران (۳۵) گزارش کردند که نوع پاشش ذرات سم در سمپاش‌های تراکتوری کاملاً یکنواخت است و به علت نزدیکی نازل‌ها، قطرات سم از همپوشانی مناسب برخوردار بوده و میزان بادبردگی ذرات سم به حداقل مقدار می‌رسد از اینرو کنترل قابل قبولی از علف‌های‌هرز را خواهند داشت. براساس آزمایشات انجام شده توسط گرامی و همکاران (۱۲) مشخص گردید که سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار بطور معنی‌داری توانسته بود منجر به کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز در مقایسه با سمپاش میکرونر شود. حسامی و لرزاده (۱۵) نشان دادند که استفاده از سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار به‌همراه ۳۱ گرم علف‌کش آپیروس بیشترین کنترل را بر علف‌های‌هرز مزارع گندم داشته است. امیرشقاقی (۳) گزارش نمود که استفاده از سمپاش‌های پشت تراکتوری، به‌علت یکنواختی بالا و تولید قطرات با اندازه و تعداد مناسب توصیه می گردد. گیوپتا و همکاران (۱۴) نشان دادند که میزان یکنواختی پاشش سم و درصد کنترل علف‌های‌هرز در سمپاش الکترواستاتیک به ترتیب ۹۵ و ۸۶ درصد و در سمپاش پشتی اتومایزر به ترتیب ۵۷ و ۷۴ درصد است.

پایین‌ترین درصد کنترل جمعیت و کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز خردل آبی، آجیل مزرعه، سلمه‌تره و ترشک در استفاده از سمپاش پشتی اتومایزر و نیز علف‌های‌هرز خردل وحشی، پیچک، هفت‌بند و تلخه مربوط به کاربرد سمپاش لانس‌دار تراکتوری مشاهده شد. هر دو نوع سمپاش پشتی اتومایزر و لانس‌دار تراکتوری بعنوان نامطلوب‌ترین سمپاش‌ها جهت کاهش جمعیت و وزن خشک علف‌هرز شلمی شناخته شدند (جدول‌های ۴ و ۳). میزان افزایش تراکم علف‌هرز خردل آبی فام در استفاده از سمپاش پشتی اتومایزر به‌میزان ۱۸/۷۲ درصد بود که علت آنرا می‌توان به دلیل وجود جریان شدید هوا در این نوع سمپاش‌ها و ایجاد ذرات بسیار ریز سم دانست که

1- Adobe Photoshop CS version 8.0

موجب افزایش میزان فراریت علف‌کش و هزینه‌های اقتصادی می‌شود. لذا این نوع سمپاش‌ها جهت انجام عملیات‌های سمپاشی در باغات میوه مناسب بوده و برای کنترل علف‌های‌هرز مزارع توصیه نمی‌شود (۳۵). همچنین میزان افزایش تعداد علف‌های‌هرز شلمی و خردل وحشی در سمپاش لانس‌دار تراکتوری به ترتیب ۲۷/۳۳ و ۲۴/۴ درصد بود. فلاح جدی (۱۰) و زند و همکاران (۳۵) بیان کرد که سمپاش لانس‌دار تراکتوری به‌علت داشتن فشار سمپاشی زیاد و عدم یکنواختی پاشش محلول سم و عدم پوشش مناسب علف‌هرز به‌علت حرکات زیگزاگی کاربر در مزرعه فاقد دقت کافی جهت کنترل علف‌های‌هرز مزارع بوده که باعث افزایش مصرف دُز علف‌کشی نسبت به نوع سمپاش بوم‌دار می‌شود (۳۵).

جدول ۱- تجزیه واریانس کاربرد انواع سمپاش و دُز مصرف علف‌کش بر تراکم علف‌های‌هرز پهن‌برگ گندم

Table 1- Results of analysis of variance (mean squares) of sprayer type and herbicide dose application on broadleaf weeds density in wheat

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	خردل آبی فام Wallflower	شلمی Turnip-weed	آجیل مزرعه Mustard	خردل وحشی Mustard	پیچک Binweed	هفت بند Knotweed	تلخه Knapweed	سلمه تره Lambsquarters	ترشک Rhubarb
تکرار Repetition	3	0.49 ns	0.38 ns	0.27 ns	0.39 ns	0.14 ns	0.35 ns	0.23 ns	0.43 ns	0.13 ns
نوع سمپاش (A) Sprayer type (A)	4	4.99*	18.16**	17.91**	13.96**	2.63**	22.19**	12.11**	8.59**	4.72**
خطا (Error)	12	1.07	1.47	1.37	0.94	1.01	1.70	0.96	0.79	0.59
دُز علف‌کش (B) Herbicide dose (B)	3	60.85**	72.69**	70.10**	59.99**	62.42**	90.34**	50.81**	34.96**	16.55**
اثر متقابل (A×B)	12	2.40**	4.50**	4.43**	3**	4.11**	5.66**	3.20**	2.74**	1.87**
خطا (Error)	45	0.41	0.74	0.74	0.50	0.60	0.96	0.56	0.49	0.28

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *, ** Non Significant, Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۲- تجزیه واریانس کاربرد انواع سمپاش و دُز مصرف علف‌کش بر وزن خشک علف‌های‌هرز پهن‌برگ گندم

Table 2- Results of analysis of variance (mean squares) of sprayer type and herbicide dose application on broadleaf weeds dry weight in wheat

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	خردل آبی فام Wallflower	شلمی Turnip-weed	آجیل مزرعه Mustard	خردل وحشی Mustard	پیچک Binweed	هفت بند Knotweed	تلخه Knapweed	سلمه تره Lambsquarters	ترشک Rhubarb	عملکرد گندم Wheat yield
تکرار Repetition	3	0.28 ns	0.15 ns	0.92 ns	545.43 ns	56.98 ns	0.02 ns	0.005 ns	0.008 ns	0.005 ns	**1081077.54
نوع سمپاش (A) Sprayer type (A)	4	3.60**	4.02**	2.23**	1811.34**	1439.96**	0.36**	0.18**	0.24**	0.02**	112233.11**
خطا (Error)	12	146.63	113.21	57.71	332.44	103.89	0.23	0.11	0.25	0.18	68.96
دُز علف‌کش (B) Herbicide dose (B)	3	0.92**	0.84**	1.24**	5385.65**	1108.98**	0.02**	0.03**	0.02**	**0.06	221652.32**
اثر متقابل (A×B)	12	0.95**	1.02**	0.68**	773.18**	77.23**	0.08**	0.05**	**0.06	**0.02	17361.24**
خطا (Error)	45	87.64	72.62	33.84	131.37	36.49	0.11	0.06	0.13	0.10	35.77

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *, ** Non Significant, Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

نتایج تجزیه واریانس تأثیر کاربرد دُزهای علف‌کش تری بنورون- متیل بر تراکم و وزن‌خشک کلیهٔ علف‌های‌هرز معنی‌دار بود (P<0.01) (جدول‌های ۲ و ۱). مناسب‌ترین دُز کاربردی علف‌کش تری بنورون- متیل جهت کاهش تراکم و وزن خشک علف‌هرز خردل آبی فام، ۲۰ گرم در هکتار بود که منجر به کاهش تراکم جمعیت علف‌هرز خردل آبی‌فام به مقدار ۶۳/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد شده بود (جدول‌های ۴ و ۳). داشتن قاعده منشعب و تولید شاخه‌های گسترده خردل آبی‌فام احتمال نشست قطرات سم را بر روی هدف افزایش داده و درنتیجه کارایی علف‌کش برای کنترل این علف‌هرز افزایش می‌یابد (۲۷).

جدول ۳- نتایج مقایسات میانگین دُزهای مصرفی علف‌کش تری بنورون- متیل (گرم مادهٔ مؤثره در هکتار) و کاربرد انواع سمپاش و اثرات متقابل آنها بر تراکم علف‌های‌هرز پهن‌برگ گندم آبی

Table 3- The results of mean comparison of doses tribenuron-methyl herbicide (gr a.i. ha^{-1}) application and using type of sprayers and their interactions on broadleaf weeds density in water wheat

دُز علف‌کش و نوع سمپاش Herbicide dosage and sprayer type	خردل آبی فام Wallflower	شلمی Turnip-weed	آجیل مزرعه Mustard	خردل وحشی Mustard	پیچک Binweed	هفت بند Knotweed	تلخه Knapweed	سلمه‌تره Lambsquarters	ترشک Rhubarb
0	11^{a}	13^{a}	13^{a}	12^{a}	12^{a}	15^{a}	11.5^{a}	8.9^{a}	6^{a}
15	8.5^{b}	10^{b}	10^{b}	8.5^{b}	9^{b}	11^{b}	8.5^{b}	6.5^{b}	4.8^{b}
20	6.5^{d}	10.5^{b}	11^{b}	9^{b}	9.5^{b}	12^{b}	8.8^{b}	6.6^{b}	4.3^{c}
25	8^{c}	9^{c}	8^{c}	7.5^{c}	7.8^{c}	9.5^{c}	7^{c}	5.5^{c}	3.8^{d}
الکترواستاتیک (Electrostatic)	8.5^{a}	11.8^{a}	11^{a}	9.5^{a}	27^{ab}	12^{a}	9.8^{a}	6.9^{b}	4.5^{b}
لانس‌دار (Lance)	8.7^{a}	12^{a}	11.8^{a}	10^{a}	38^{a}	13^{a}	10^{a}	7^{ab}	5.5^{a}
میکرونر (Microner)	8.3^{a}	11.8^{a}	11.5^{a}	10.3^{a}	22^{ab}	12^{a}	9.9^{a}	6.8^{b}	4.8^{b}
پشتی اتومایزر (Atomizer)	8.8^{a}	12^{a}	11.7^{a}	10.7^{a}	30a	12.5^{a}	10.2^{a}	7.5^{a}	5.6^{a}
تراکتوری بوم‌دار (Boom sprayer)	7.5^{b}	9^{b}	8.5^{b}	8^{b}	15b	10^{b}	8^{b}	5.9^{c}	3.9^{c}
0 × (Electrostatic) الکترواستاتیک	12^{a}	15.5^{a}	15^{a}	13.3^{a}	13.7^{a}	17.1^{a}	12.8^{a}	9.8^{a}	6.5^{ab}
0 × (Lance) لانس‌دار	11.6^{a}	13.8^{a}	13.5^{a}	12.1^{a}	12.1^{a}	14.7^{a}	11.9^{a}	6.7b^{c}	5.5^{ab}
0 × (Microner) میکرونر	11.8^{a}	14.2^{a}	14.5^{a}	13.1^{a}	13.3^{a}	16.2^{a}	13.2^{a}	10.1^{a}	7.3^{a}
0 × (Atomizer) پشتی اتومایزر	9.8^{bc}	11.9^{b}	11.9^{b}	10.2^{b}	10.5^{b}	12.9^{b}	101^{b}	9.5^{a}	6.3^{bc}
0 × (Boom sprayer) تراکتوری بوم‌دار	11.5^{ab}	12.2^{bc}	12.2^{a}	10.9^{bc}	13.1^{a}	13.9^{b}	10.3^{b}	7.8^{b}	5.9^{cd}
15 × (Electrostatic) الکترواستاتیک	9^{fghi}	11.3^{bcdef}	11.5^{bcde}	9.6^{cdef}	9.7^{bcde}	11.9^{bcde}	9.5^{fg}	7.5^{efg}	4.8^{efgh}
15 × (Lance) لانس‌دار	8.5^{def}	11.7^{bcde}	10.3^{bcd}	9.7^{bcde}	10.1^{bcd}	12.2^{cdef}	11.9^{bc}	7.8^{b}	5.2^{bc}
15 × (Microner) میکرونر	7.9^{efg}	9.8^{fghij}	9.9^{efg}	9.4^{fghij}	9.2^{efg}	11.1^{efgh}	8.4^{defg}	6.2^{def}	4.3^{efghi}
15 × (Atomizer) پشتی اتومایزر	9.5^{cd}	10.4^{bcdef}	11.5^{bcde}	9.5^{cde}	9.7^{bcde}	11.9^{bcde}	9.4^{bcd}	7.8^{b}	5.1^{c}
15 × (Boom sprayer) تراکتوری بوم‌دار	8.9^{gh}	9.1^{ij}	9^{g}	7.9^{ij}	9.1^{def}	10.1^{gh}	7.9^{bcd}	5.6^{efg}	4.9^{fghi}
20 × (Electrostatic) الکترواستاتیک	7^{j}	9.5^{ghij}	9.2^{fg}	9.2^{ghij}	8.2^{fg}	9.8^{fgh}	8.2^{efg}	6.3^{bcde}	4.1^{defg}
20 × (Lance) لانس‌دار	7.2^{fgh}	11.5^{bcde}	10.3^{bcd}	9.5^{cde}	10.3^{bcd}	11.8^{bcd}	11.9^{bc}	6.3^{bcde}	5.9^{def}
20 × (Microner) میکرونر	7.5^{h}	10^{defgh}	10.4^{def}	9.8^{efgh}	9.6^{cdef}	11.4^{defg}	9.7^{cdef}	6.5^{ef}	4.5^{efghi}
20 × (Atomizer) پشتی اتومایزر	8^{def}	11.6^{bcd}	10.3^{bcd}	9.9^{bcd}	10.4^{bc}	12.8^{bc}	9.8^{bc}	7.6^{bcd}	5.7^{de}
20 × (Boom sprayer) تراکتوری بوم‌دار	5^{i}	9.8^{ghij}	9.2^{fg}	8.1^{ghij}	9.7^{bcde}	10.5^{fgh}	8.2^{efg}	5.8^{fg}	4.2^{hi}
25 × (Electrostatic) الکترواستاتیک	7.8^{efgh}	9.3^{hij}	9.2^{fg}	9.1^{hij}	8.2^{fg}	9.8^{fgh}	8.2^{efg}	5.8^{fg}	4^{ghi}
25 × (Lance) لانس‌دار	8.3^{def}	10.1^{efghi}	9.9^{def}	8.3^{efghi}	8.4^{def}	9.6^{cdef}	8.5^{cde}	6.1^{bcde}	4.8^{efghi}
25 × (Microner) میکرونر	8^{def}	8.8^{j}	9.1^{g}	7.9^{j}	7.9^{g}	9.9^{h}	7.9^{g}	5.3^{g}	3.9^{i}
25 × (Atomizer) پشتی اتومایزر	9^{cd}	10.3^{cdefg}	9.4^{cdef}	8.4^{defg}	9.6^{cdef}	9.6^{cdef}	8.5^{cde}	6.6^{cdef}	5.1^{defgh}
25 × (Boom sprayer) تراکتوری بوم‌دار	6.8^{gh}	5.9^{k}	5.9^{h}	4.9^{k}	5.8^{h}	6.1^{i}	4.3^{h}	3.7^{h}	2.3^{j}

Treatments have at least one common letter are not significantly different based on LSD test

تیمارهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند دارای اختلاف معنی‌داری براساس آزمون LSD نیستند

بهترین دُز کاربردی علف‌کش‌تری بنورون- متیل جهت کنترل علف‌هرز شلمی، مقدار ۲۵ گرم در هکتار بوده بطوریکه میزان کاهش جمعیت این علف‌هرز نسبت به شاهد ۵۱/۱ درصد بود (جدول ۳). موسوی و همکاران (۲۰) بیان کردند که شکل و طرز قرار گرفتن برگ شلمی بر روی بوته از عوامل مهم نظر تأثیرگذار بر کارایی علف‌کش‌هاست و این گیاه بعلت داشتن برگ‌های افقی بر روی ساقه، ذرات سم بیشتری را روی خود نگه می‌دارد. راشد محصل و همکاران (۲۷) گزارش نمودند که وجود شاخ و برگ فراوان در بخش فوقانی گیاه، احتمال برخورد قطرات سم را افزایش داده و کرک‌های نسبتاً ریز بر روی برگ‌ها احتمال نگهداشت ذرهٔ سم را بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد. در علف‌هرز آجیل مزرعه مصرف ۲۵ گرم در هکتار از علف‌کش تری بنورون- متیل مناسب‌ترین مقدار جهت کنترل جمعیت و کاهش وزن خشک علف‌هرز آجیل مزرعه بوده که منجر به کاهش تراکم علف‌هرز آجیل مزرعه به میزان ۵۰/۹۲ درصد شده بود (جدول‌های ۴ و ۳). زند و همکاران (۳۴) بیان کردند که علف‌هرز آجیل مزرعه دارای برگ‌های پهن پائینی و فاقد دندانه و رویش سریعتر نسبت به سایر علف‌های‌هرز دارای شاخسار مورفولوژیکی مناسب جهت جذب محلول سم می‌باشد.

جدول ٤- نتایج مقایسات میانگین دُزهای مصرفی علف‌کش تری بنورون- متیل (گرم مادهٔ مؤثره در هکتار) و کاربرد انواع سمپاش و اثرات متقابل آنها بر وزن خشک علف‌های‌هرز پهن‌برگ گندم آبی

Table 4- The results of mean comparison of doses tribenuron-methyl herbicide (gr a.i. ha^{-1}) application and using type of sprayers and their interactions on broadleaf weeds dry matter in water wheat

دُز علف‌کش و نوع سمپاش Herbicide dosage and sprayer type	خردل آبی فام Wallflower	شلمی Turnip-weed	آجیل مزرعه Mustard	خردل وحشی Mustard	پیچک Binweed	هفت بند Knotweed	تلخه Knapweed	سلمه‌تره Lambsquarters	ترشک Rhubarb	عملکرد گندم (Kg/ha) Wheat yield
0	3.14^{a}	2.58^{a}	3.27^{a}	130^{a}	38^{a}	0.66^{a}	0.42^{a}	0.67^{a}	0.30^{a}	4550d
15	2.92^{b}	2.38^{b}	3.25^{a}	40^{b}	20^{b}	0.59^{b}	0.44^{a}	0.63^{ab}	0.28^{a}	4700c
20	2.62^{c}	2.39^{b}	3.14^{a}	40^{b}	22^{b}	0.62^{ab}	0.40^{ab}	0.61^{b}	0.22^{b}	4750b
25	2.81^{b}	2.09^{c}	2.73^{b}	35^{b}	25^{b}	0.59^{b}	0.35^{b}	0.59^{b}	0.18^{c}	4800a
الکترواستاتیک (Electrostatic)	2.86^{c}	2.53^{b}	3.07^{b}	58^{a}	28^{b}	0.65^{b}	0.36^{c}	0.70^{ab}	0.22^{b}	4650c
لانس‌دار (Lance)	3.03^{b}	2.57^{b}	3.21^{b}	62^{a}	38^{a}	0.74^{a}	0.55^{a}	0.64^{c}	0.22^{b}	4600d
میکرونر (Microner)	2.93^{bc}	2.25^{c}	3.12^{b}	40^{b}	15^{c}	0.66^{b}	0.46^{b}	0.65^{bc}	0.28^{a}	4750b
پشتی اتومایزر (Atomizer)	3.42^{a}	2.88^{a}	3.57^{a}	60^{a}	29^{b}	0.68^{b}	0.37^{c}	0.73^{a}	0.29^{a}	4630c
تراکتوری بوم‌دار (Boom sprayer)	2.11^{d}	1.56^{d}	2.53^{c}	45^{b}	13^{c}	0.35^{c}	0.27^{d}	0.42^{d}	0.22^{b}	4800a
0 × (Electrostatic) الکترواستاتیک	3.24^{cd}	2.84^{abcd}	3.15^{defg}	95^{c}	44^{bc}	0.68^{bc}	0.37^{cdefgh}	0.71^{abc}	0.29^{bcd}	4520g
0 × (Lance) لانس‌دار	3.37^{bc}	2.81^{abcd}	3.55^{abcd}	163^{a}	46^{b}	0.78^{a}	0.52^{ab}	0.65^{cd}	0.25^{def}	4580h
0 × (Microner) میکرونر	3.07^{cde}	2.53^{cdef}	3.28^{bcde}	175^{a}	27^{defg}	0.71^{abc}	0.55^{ab}	0.71^{abc}	0.34^{ab}	4650f
0 × (Atomizer) پشتی اتومایزر	3.02^{def}	2.98^{ab}	3.63^{abc}	125^{b}	55^{a}	0.70^{abc}	0.40^{cdef}	0.79^{a}	0.37^{a}	4650f
0 × (Boom sprayer) تراکتوری بوم‌دار	2.24^{hi}	1.75^{ij}	2.72^{gh}	114^{b}	17^{fghi}	0.44^{d}	0.27^{gh}	0.49^{ef}	0.25^{defg}	4500g
15 × (Electrostatic) الکترواستاتیک	2.94^{def}	2.71^{bcd}	3.24^{bcde}	24^{d}	26^{efg}	0.63^{c}	0.38^{cdefg}	0.71^{abc}	0.22^{efg}	4690df
15 × (Lance) لانس‌دار	3.07^{cde}	2.58^{cde}	3.33^{bcde}	20^{d}	25^{efgh}	0.70^{abc}	0.57^{a}	0.65^{cd}	0.25^{def}	4615k
15 × (Microner) میکرونر	2.89^{ef}	2.15^{gh}	3.29^{bcde}	27^{d}	17^{fghi}	0.64^{c}	0.47^{abc}	0.71^{abc}	0.32^{abc}	4720d
15 × (Atomizer) پشتی اتومایزر	3.64^{ab}	2.89^{abc}	3.77^{a}	25^{d}	33^{bcde}	0.66^{bc}	0.43^{bcde}	0.77^{ab}	0.37^{a}	4670f
15 × (Boom sprayer) تراکتوری بوم‌دار	2.10^{i}	1.58^{j}	2.63^{hi}	24^{d}	16^{fghi}	0.34^{ef}	0.33^{efgh}	0.41^{fg}	0.25^{def}	4850bc
20 × (Electrostatic) الکترواستاتیک	2.72^{fg}	2.50^{defg}	3.11^{efg}	22^{d}	20^{fghi}	0.66^{bc}	0.38^{cdefg}	0.72^{abc}	0.20^{efg}	4735d
20 × (Lance) لانس‌دار	2.94^{def}	2.63^{bcde}	3.20^{cdef}	23^{d}	27^{defg}	0.74^{ab}	0.55^{ab}	0.64^{cd}	0.20^{efg}	4680df
20 × (Microner) میکرونر	3.07^{cde}	2.19^{fgh}	3.15^{defg}	24^{d}	17^{fghi}	0.65^{bc}	0.46^{abcd}	0.61^{cd}	0.26^{cde}	4750bc
20 × (Atomizer) پشتی اتومایزر	3.24^{cd}	3.11^{a}	3.68^{ab}	23^{d}	31^{cde}	0.68^{bc}	0.36^{cdefgh}	0.70^{abc}	0.24^{defg}	4690bf
20 × (Boom sprayer) تراکتوری بوم‌دار	2.06^{i}	1.49^{j}	2.58^{hi}	20^{d}	11^{i}	0.37^{de}	0.25^{h}	0.44^{fg}	0.20^{efg}	4800b
25 × (Electrostatic) الکترواستاتیک	2.54^{gh}	2.08^{hi}	2.76^{fgh}	21^{d}	27^{def}	0.63^{c}	0.30^{fgh}	0.67^{bcd}	0.19^{fg}	4798c
25 × (Lance) لانس‌دار	2.76^{efg}	2.27^{efgh}	2.76^{fgh}	21^{d}	26e^{fg}	0.75^{ab}	0.58^{a}	0.63^{cd}	0.18^{g}	4750d
25 × (Microner) میکرونر	2.72^{fg}	2.14^{gh}	2.76^{fgh}	21^{d}	16g^{hi}	0.63^{c}	0.34^{defgh}	0.57^{de}	0.20^{efg}	4770bc
25 × (Atomizer) پشتی اتومایزر	3.77^{a}	2.54^{cdef}	3.20^{cdef}	22^{d}	35b^{cd}	0.67^{bc}	0.30^{fgh}	0.67^{bcd}	0.19^{efg}	4798c
25 × (Boom sprayer) تراکتوری بوم‌دار	2.06^{i}	1.35^{k}	2.19^{i}	22^{d}	15^{hi}	0.27^{f}	0.25^{h}	0.35^{g}	0.18^{g}	5050a

Treatments have at least one common letter are not significantly different based on LSD test

تیمارهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند دارای اختلاف معنی‌داری براساس آزمون LSD نیستند

مصرف علف‌کش تری بنورون- متیل با دُز ۲۵ گرم و دُزهای ۲۰ و ۲۵ گرم در هکتار به ترتیب دارای بیشترین تأثیر جهت کاهش تراکم و وزن خشک علف‌هرز خردل وحشی و پیچک بود بطوریکه میزان کاهش جمعیت این علف‌هرز نسبت به شاهد به ترتیب ۵۴/۴ و ۵۳/۲ درصد بود. نظام آبادی و همکاران (۲۴) طی تحقیقی عنوان کردند که استفاده از علف‌کش تری بنورون- متیل به میزان ۲۵ گرم در هکتار باعث کاهش معنی‌داری در تعداد و وزن خشک خردل وحشی و به دنبال آن افزایش عملکرد گندم شده بود. راشد محصل و همکاران (۲۷) نیز گزارش کردند کنترل شیمیایی علف‌هرز پیچک به‌علت چند ساله بودن و استفاده از ذخایر ریشه جهت ترمیم دوباره شاخسار، نیازمند به کاربرد مقادیر بالاتری از دُزهای علف‌کش است.

بالاترین کارائی از کاربرد علف‌کش تری بنورون- متیل جهت کنترل هر یک از علف‌های‌هرز هفت‌بند، تلخه، سلمه‌تره و ترشک مصرف ۲۵ گرم در هکتار از این علف‌کش بود. قابل به ذکر است که میزان کاهش جمعیت هر یک از علف‌هرز هفت‌بند، تلخه، سلمه‌تره و ترشک به هنگام استفاده از دُز ۲۵ گرم در هکتار نسبت به شاهد به ترتیب ۵۲/۱، ۵۲/۱، ۵۹/۱ و ۵۰/۸ درصد بود (جدول‌های ۴ و ۳). در توضیح هر یک از علف‌های‌هرز فوق باید ذکر شود که علف‌هرز هفت‌بند بدلیل انشعابات فراوان شاخه، برگ‌های نرم و ملایم و رشد سریع شاخساره‌ای (۱۸) در صورت پاشش یکنواخت محلول سم از دستگاه سمپاش، بخوبی کنترل می‌گردد. راشد محصل و همکاران (۲۷) بیان کردندکه تلخه گیاهی چند ساله و دارای ساقه های متعدد با برگ‌های فراوان می‌باشد و همچنین صانعی شریعت پناهی (۳۲) نشان داد که تلخه بدلیل داشتن کرکهای خزی، برگهای تازه و لطیف قادر به ماندگاری محلول سم بیشتری روی بوته و در نهایت منجر به تشدید تأثیر محلول سم بر روی آن می‌گردد.

نظام آبادی و همکاران (۲۴) در تحقیقی عنوان نمودند که کاربرد بالاترین دُز مصرفی تری بنورون متیل (۲۵ گرم در هکتار) بطور معنی‌داری باعث کنترل علف‌های‌هرزی مانند پنیرک و خارلته به ترتیب به مقدار ۹۴ و ۹۷ درصد می‌شود. رحیمی و همکاران (۲۶) طی تحقیقی در مورد کارایی علف‌کش‌های گندم گزارش نمودند که علف‌کش تری بنورون- متیل نسبت به سایر سموم این گروه (سولفونیل اوره‌ها) نتوانست ترشک را بخوبی کنترل نماید. همچنین علف‌هرز ترشک دارای برگ‌های بزرگ و ساقه ایستاده‌ای می‌باشد که به‌همراه دمبرگ‌های طویل احتمال برخورد محلول سم را افزایش می‌دهد (۲۷).

نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل نوع سمپاش و میزان مصرف علف‌کش برای تراکم و وزن‌خشک تمامی علف‌های‌هرز معنی‌دار بود ($P<0.01$) (جدول‌های ۲ و ۱). براساس آن، کاربرد سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار به‌همراه ۲۵ گرم مصرف علف‌کش تری بنورون- متیل در هکتار مطلوب‌ترین تیمار در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز خردل آبی فام، شلمی، آجیل مزرعه، خردل وحشی، پیچک، هفت بند، تلخه، سلمه‌تره و ترشک بوده و استفاده از سمپاش پشتی اتومایزر به‌همراه ۲۵ گرم مصرف علف‌کش تری بنورون- متیل در هکتار بعنوان نامطلوب‌ترین تیمار در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز خردل آبی فام، شلمی، آجیل مزرعه، و هفت بند بودند. همچنین کاربرد ۲۰ گرم مصرف علف‌کش تری بنورون- متیل در هکتار بوسیلهٔ سمپاش پشتی اتومایزر و نیز ۲۵ گرم مصرف علف‌کش تری بنورون- متیل در هکتار بوسیلهٔ سمپاش لانس‌دار تراکتوری به ترتیب منجر به کاهش کارایی این علف‌کش بر روی خردل وحشی، پیچک، سلمه‌تره، ترشک و تلخه شده بود (جدول‌های ۴ و ۳).

بازو و همکاران (۶) در تحقیقی نشان دادند که استفاده از علف‌کش تری بنورون- متیل به مقدار ۲۰ گرم در هکتار باعث کاهش معنی‌دار تعداد و وزن خشک علف‌هرز خردل و افزایش عملکرد گندم شده بود. نظام آبادی و همکاران (۲۴) واکنش به دُزهای کابردی تعدادی از علف‌های‌هرز پهن‌برگ مزارع گندم به علف‌کش تری بنورون- متیل را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که کنترل خردل وحشی با دُز مصرفی ۲۰ گرم در هکتار بصورت مطلوبی صورت گرفت. برجسته و باغستانی (۵) طی آزمایشی نشان دادند که علف‌کش تری بنورن- متیل با دُز حداکثر ۲۵ گرم در هکتار بهترین تأثیر را در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ چون شلمی و افزایش عملکرد محصول زراعی گندم دارد. منتظری و همکاران (۱۸) گزارش کردند که پهن‌برگ‌کش تری بنورون متیل (گرانستار) دارای اثر افزایشی در کنترل علف‌هرز آجیل مزرعه در مزارع گندم است. راشد محصل و همکاران (۲۷) بیان کردند که گیاه خردل وحشی با ویژگی‌هایی مانند وجود برگ‌های فراوان، نسبتاً کوچک، باعث تشکیل کانوپی نسبتاً متراکم و کرک‌دار می‌شود و داشتن چنین ویژگی‌هایی عامل مهمی در نگهداشت انبوهی از پاشش قطرات می‌شود. برجسته و باغستانی (۵) در تحقیقی نشان دادند که کاربرد علف‌کش تری بنورون- متیل و اختلاط آن با علف‌کش تاپیک دارای اختلاف معنی‌داری با سایر علف‌کش‌های گروه سولفونیل اوره‌ها بر روی میانگین وزن خشک پیچک است. مصلی نژاد و همکاران (۱۹) گزارش نمودند که پیچیدن ساقه این گیاه به دور گندم، اندام هوائی این علف‌هرز را بیشتر در معرض محلول سم قرار می‌دهد. همچنین دمبرگهای بلند پیچک و برگهای متناوب آن امکان اصابت قطره علف‌کش را با هدف بیشتر می‌سازد. صفری و همکاران (۲۹) عنوان نمودند که سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار به دلیل ایجاد قطرات درشت سم و فاصله کم پاشش تا سطح گیاه هدف دارای برتری نسبی نسبت به سایر سمپاش‌های موجود در کشور می‌باشد. گرامی و همکاران (۱۲) گزارش نمودند که سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار به میزان ۳۴ درصد نسبت به سمپاش

میکرونر در کنترل علف‌های‌هرز مؤثر بوده است.

ب) عملکرد محصول زراعی

نتایج تجزیه واریانس کاربرد نوع سمپاش بر عملکرد گندم آبی معنی‌دار شد ($P<0.01$) (جدول ۲). کاربرد سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار در مقایسه با سایر سمپاش‌های مورد استفاده در تحقیق، برتری داشت و علت را می‌توان در پاشش مناسب و یکنواخت این سمپاش، ایجاد پوشش مناسب و کنترل مطلوب علف‌های‌هرز توسط سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار و تولید بالاترین راندمان گندم در واحد سطح دانست (جدول ۴). فلاح جدی (۱۰) گزارش کرد که قطرات خارج شده از سمپاش الکترواستاتیک معمولاً پس از برخورد به اولین هدف خود جذب می‌شوند. درصورتیکه علف‌هرز در زیر کانوپی محصول زراعی قرار داشته باشد، امکان اصابت قطرات علف‌کش بر روی شاخسارها و یا نفوذ سم به داخل تاج پوشش علف‌هرز در مقایسه با سایر سمپاش‌ها کمتر خواهد بود. و از طرفی سمپاش لانس‌دار تراکتوری در مقیاس با سایر سمپاش‌ها، به‌علت کنترل نامطلوب علف‌های‌هرز و حصول کمترین عملکرد زراعی گندم به‌عنوان نامناسب‌ترین دستگاه سمپاش جهت سمپاشی در مزارع شناخته شد که میزان کاهش عملکرد گندم با این سمپاش در مقایسه با سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار ۵/۳ درصد تخمین زده شد. نتایج تجزیه واریانس عملکرد گندم با میزان مصرف علف‌کش تری بنورون- متیل معنی‌دار شد ($P<0.01$) (جدول ۲). کاربرد دُز ۲۵ گرم در هکتار علف‌کش تری بنورون- متیل منجر به افزایش عملکرد گندم آبی در کرتهای مورد مصرف شد. این امر نشان از کنترل حداکثری جمعیت علف‌های‌هرز در این سطح نسبت به سایر سطوح بکار گرفته شدهٔ علف‌کش تری بنورون- متیل و در نتیجه کاهش و یا حذف رقابت گیاه زراعی داشته و باعث افزایش عملکرد گندم آبی را در واحد سطح شد. از اینرو میزان افزایش عملکرد گندم آبی با اعمال دُز ۲۵ گرم در هکتار نسبت به شاهد ۵/۴۷ درصد محاسبه شد (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل کاربرد نوع سمپاش و میزان مصرف علف‌کش تری بنورون- متیل بر عملکرد گندم زراعی معنی‌دار بود ($P<0.01$) (جدول ۲). در مجموع کرت‌ها، کاربرد سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار به‌همراه دُز ۲۵ گرم در هکتار علف‌کش تری بنورون- متیل دارای بیشترین تأثیر بر عملکرد گندم آبی بود. کاربرد سمپاش لانس‌دار تراکتوری به‌همراه دُز ۱۵ گرم در هکتار از علف‌کش تری بنورون- متیل دارای کمترین میزان عملکرد گندم زراعی در واحد سطح بود (جدول ۴). زند و همکاران (۳۵) گزارش کردند که استفاده از سمپاش لانسی در انجام عملیات سمپاشی مناسب نبوده و این نوع سمپاش‌ها به‌علت داشتن شیلنگ طویل و حرکات زیگزاگ کاربر در مزارع موجب عدم یکنواختی در انجام پاشش سم در مزرعه می‌شوند. همچنین، کاربرد سمپاش تراکتوری بوم‌دار با مصرف ۲۵ گرم در هکتار علف‌کش تری بنورون- متیل در مقایسه با استفاده از سمپاش لانسی تراکتوری به همراه مصرف ۱۵ گرم در هکتار این علف‌کش موجب افزایش ۲۹/۷ درصد در عملکرد گندم آبی شد (جدول ۴).

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس انواع سمپاش و مصرف دُز علف‌کش بر نسبت یکنواختی پاشش (VMD/NMD)، درصد لهیدگی، محلول مصرفی، ظرفیت مؤثر مزرعه و بازده مزرعه‌ای

Table 5- Results of analysis of variance (mean squares) of sprayer type and herbicide dose application on consumable solution per hectare, effective capacity, percentage of crop loss and field efficiency

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	یکنواختی پاشش Spray uniformity VMD/NMD	درصد لهیدگی Percentage of crop loss	میزان محلول مصرفی Consumable solution	ظرفیت مؤثر مزرعه Effective capacity	بازده مزرعه‌ای Field efficiency
تکرار Repetition	3	0.31	0.03	72.70	0.02	0.32
دُز علف‌کش (A) Herbicide dose (A)	3	105.60**	0.04 ns	2.84 ns	0.01 ns	0.14 ns
خطا (Error)	9	0.57	0.03	4.99	0.03	2.40
نوع سمپاش (B) Sprayer type (B)	4	236.93 ns	394.43**	1273779.32**	9.92**	2103.25**
اثر متقابل (A×B)	12	11.88 ns	0.06	4.67	0.03	1.59
خطا (Error)	48	0.64	0.06	14.69	0.03	1.38

ns, *, ** Non Significant, Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ٦. نتایج مقایسه میانگین کاربرد انواع سمپاش‌ها بر نسبت یکنواختی پاشش (VMD/NMD)، درصد لهیدگی، محلول مصرفی، ظرفیت مؤثر مزرعه و بازده مزرعه‌ای

Table 6- The results of mean comparison of sprayer types on spraying uniformity (VMD/NMD), percentage of crop loss, consumable solution, field effective capacity and efficiency

دُز علف‌کش و نوع سمپاش Herbicide dosage and sprayer type	یکنواختی پاشش Spray uniformity VMD/NMD	درصد لهیدگی Percentage of crop loss	میزان محلول مصرفی Consumable solution	ظرفیت مؤثر مزرعه Effective capacity	بازده مزرعه‌ای Field efficiency
الکترواستاتیک Electrostatic	7^{a}	4^{b}	153.4^{c}	1.4^{c}	63^{c}
لانس‌دار Lance tractor	7.2^{a}	8^{c}	732.8^{a}	2.2^{b}	52.3^{d}
میکرونر Microner	3^{b}	2.8^{b}	34.9^{d}	1.1^{c}	76.9^{b}
پشتی اتومایزر Atomizer	7.1^{a}	5^{b}	211.3^{c}	1.7^{c}	61^{c}
تراکتوری بوم‌دار Boom sprayer tractor	1.8^{c}	14.5^{a}	395.6^{b}	3.2^{a}	81.3^{a}

تیمارهایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند دارای اختلاف معنی‌داری براساس آزمون LSD نیستند

Treatments have at least one common letter are not significantly different based on LSD test

ج) نسبت یکنواختی پاشش (VMD/NMD)

نتایج تجزیه واریانس کاربرد نوع سمپاش بر روی VMD/NMD معنی‌دار بود ($P<0.01$) (جدول ۵). براساس نتایج، سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار دارای بهترین ضریب کیفیت پاشش (VMD/NMD = ۱/۸) و بعد از آن سمپاش میکرونر با ضریب پاشش (VMD/NMD = ۳) به‌عنوان مطلوب‌ترین سمپاش‌ها شناخته شدند درحالیکه سمپاش‌های لانس‌دار تراکتوری، پشتی اتومایزر و الکترواستاتیک به‌علت بالا بودن ضریب کیفیت پاشش، عدم پاشش یکنواخت محلول سم و حرکت نامناسب کاربر در مزرعه، نامناسب‌ترین سمپاش‌ها محسوب شدند (جدول ۶).

ماتیوس (۱۷) گزارش کرد که نسبت VMD/NMD در نازل دیسک چرخان با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه برابر ۱/۱۳، در نازل بادبزنی با فشار ۲/۸ بار برابر ۲/۶۱ و در نازل مخروطی با فشار ۲/۸ بار برابر ۱/۸۶ بود. ماتیوس (۱۷) همچنین بیان کرد که مقدار کیفیت سمپاشی برای سمپاش‌های میکرونر ۲ و کمتر از ۲ می‌باشد.

د) درصد لهیدگی

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۵)، تیمارهای آزمایشی از نظر درصد لهیدگی محصول اختلاف معنی‌داری با هم داشتند ($P<0.01$). همانطوریکه در جدول (۶) مشاهده می‌شود بیشترین و کمترین درصد لهیدگی محصول گندم به ترتیب مربوط به کاربرد از سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار با ۱۴/۵ درصد و سمپاش میکرونر با ۲/۸ درصد است. سمپاش‌های پشتی اتومایزر و الکترواستاتیک به‌دلیل لهیده شدن تنها محل ردپای عبور کاربر، در یک گروه قرار گرفتند. دلیل بالا بودن درصد لهیدگی در سمپاش‌های بوم‌دار، حرکت تراکتور در داخل مزرعه با چرخ است که به سبب آن درصدی از مساحت محصول لهیده می‌شود (۲۹). همچنین در تحقیقات قبلی نشان داده شده است که سمپاش‌های لانس‌دار تراکتوری به‌علت جابجائی لانس و حرکت کاربر در مزرعه بصورت نامنظم، لهیدگی محصول افزایش می‌یابد (۱۰).

و) میزان محلول مصرفی در هکتار

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که میزان محلول مصرفی در هکتار در بین سمپاش‌های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<0.01$). بیشترین میزان مصرف محلول سم مربوط به سمپاش لانس‌دار (۷۳۲/۸ لیتر در هکتار) و کمترین آن مربوط به سمپاش میکرونر (۳۴/۹ لیتر در هکتار) بود و سایر سمپاش‌ها در محدودهٔ مابین این دو سمپاش قرار گرفتند (جدول ۶). نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل کاربرد دُزهای مختلف علف‌کش تری بنورون-متیل بر میزان محلول مصرفی معنی‌دار نبود. نکته قابل تامل اینکه نازل‌های استفاده شده در سمپاش لانس‌دار تراکتوری، غالباً از نوع مخروطی (توپر و توخالی) هستند و به دلیل استهلاک، گرفتگی نوک نازل‌ها و عدم تعویض، گشاد شدن نوک نازل، عدم شستشوی نازل در قبل و بعد از عملیات سمپاشی و نیز عدم آگاهی کاربر منجر به افزایش قابل ملاحظه‌ای در میزان مصرف سم شده بود (۲۸ و ۲۹).

ز) ظرفیت مؤثر مزرعه

نتایج تجزیه واریانس حاکی از وجود اختلاف معنی‌داری بین

کاربرد سمپاش‌ها بود ($P<0.01$) (جدول ۵). ظرفیت مزرعه میزان سمپاشی شده در واحد زمان را نشان می‌دهد و تابعی از سرعت سمپاش و عرض کار آن است. سمپاش تراکتوری بوم‌دار با ۳/۲ هکتار در ساعت دارای بیشترین ظرفیت مزرعه و سمپاش میکرونر با ۱/۱ هکتار در ساعت کمترین ظرفیت مزرعه را در مقایسه با سایر سمپاش‌ها به‌خود اختصاص دادند. بالا بودن ظرفیت مزرعه سمپاش پشت تراکتوری در مقایسه با سایر سمپاش‌ها را می‌توان به بیشتر بودن عرض کار این نوع سمپاش‌ها نسبت داد. تجزیه واریانس میزان دُز علف‌کش تری بنورون- متیل بر ظرفیت مزرعه معنی‌دار نبود (جدول ۶). صفری و همکاران (۲۹) طی تحقیقی نشان دادند که سمپاش پشت تراکتوری نسبت به سایر سمپاش‌ها بهترین عملکرد را از لحاظ ظرفیت مزرعه با میانگین ۴/۹۷ هکتار در ساعت به خود اختصاص داد.

ح) بازده مزرعه‌ای

بازده مزرعه‌ای بین سمپاش‌های استفاده شده در این تحقیق دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($P<0.01$) (جدول ۵). هر یک از سمپاش‌های پشت تراکتوری بوم‌دار و میکرونر به ترتیب با مقدار ۸۱/۳ و ۷۶/۹ درصد دارای بالاترین بازده مزرعه‌ای و کمترین آن متعلق به سمپاش لانس‌دار تراکتوری به‌میزان ۵۲/۳ درصد بود (جدول ۶). از دلایل پائین بودن بازده مزرعه‌ای در این نوع سمپاش‌ها می‌توان به حرکت زیگزاک کاربر و عدم همپوشانی مناسب و جابجائی مداوم شیلنگ (لانس) در حین انجام عملیات سمپاشی اشاره کرد که هر یک از این عوامل خود باعث اتلاف وقت و مقدار سم مصرفی در واحد سطح می‌شوند. در سمپاش‌های پشت تراکتوری و میکرونر به‌علت دارا بودن بوم و مشخص بودن مسیر سمپاشی از اتلاف وقت به‌طور مؤثری جلوگیری می‌شود. همچنین بررسی تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر میزان دُز سم بر بازده مزرعه‌ای معنی‌دار نشد. لذا بازده مزرعه‌ای سایر سمپاش‌ها در محدودهٔ بین ۸۰-۵۵ درصد متغیر بودند (۳۱) درحالیکه سمپاش لانس‌دار پایین‌تر از این محدوده قرار داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بالاترین درصد کنترل جمعیت علف‌های‌هرز شاخص، مربوط به سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار بوده که اختلاف معنی‌داری با سایر سمپاش‌ها داشت. این امر می‌تواند بدلیل نزدیکی نازل‌ها با یکدیگر و درنتیجه همپوشانی مناسب نازل‌های پشت تراکتوری بوم‌دار به لحاظ پاشش یکنواخت محلول سم و بدنبال آن نشست بهتر قطرات سم بر علف‌هرز باشد. سمپاش‌های پشتی اتومایزر و لانس‌دار تراکتوری دارای کمترین کارائی بر کنترل علف‌های‌هرز داشتند. همچنین دُز کاربردی ۲۵ گرم در هکتار علف‌کش تری بنورون- متیل مناسب‌ترین دُز جهت مبارزه با علف‌های‌هرز پهن‌برگ چندساله مانند پیچک، هفت بند، تلخه و ترشک و یکساله‌ایهایی نظیر شلمی، خردل و سلمه‌تره بود. از نظر میزان محلول مصرفی در هکتار، نوع میکرونر مناسب‌ترین سمپاش (کاربرد میزان محلول مصرفی پایین) بود بطوریکه میزان کارایی محلول مصرفی علف‌کش در هکتار در آن نسبت به نوع لانس‌دار ۹۶ درصد خواهد بود و در صورت استفاده از غلظت بالا سم، امکان گیاه سوزی گندم وجود خواهد داشت. بیشترین عملکرد گندم آبی مربوط به کاربرد سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار به‌همراه مصرف دُز ۲۵ گرم در هکتار با میانگین ۵۰۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن متعلق به سمپاش لانس‌دار تراکتوری (۴۶۱۵ کیلوگرم در هکتار) با مصرف دُز ۱۵ گرم در هکتار بود. سمپاش پشت تراکتوری بوم دار به جهت داشتن عرض کار بالا (بوم ۸ متری)، ارتفاع مناسب نازل‌ها با علف‌هرز و تولید قطرات بزرگ قادر به کنترل درصد بیشتری از جمعیت علف‌های‌هرز و درنتیجه افزایش حصول عملکرد محصول شده بود. در سایر سمپاش‌ها بدلیل عدم همپوشانی مناسب قطرات سم و برخورد آنها با علف‌هرز و حرکات ناهماهنگ کاربر در مزرعه، منجر به کاهش عملکرد زراعی شده بودند.

منابع

1. Abasspoor M., Chitband A.A, Rajabzadeh M., and Tavakoli H. 2013. Non chemical weed control methods on pistachio (*Pistachio vera*) in Fezabad. Journal of Plant Protection. 27(2):222-230. (In Persian with English abstract)
2. Afshari M., and Bayatasadi H. 1989. Water sensitive paper and their application in sprayers calibration in Iran. Journal of Plant Pests and Diseases. 57(1): 71-75. (In Persian with English abstract)
3. Amirshaghaghi F. 1998. Study on the distribution of spraying in tractor boom sprayers. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Tarbiat Modares University. Tehran. Iran. (In Persian with English abstract)
4. Baghestani M.A., Zand E., Soufizadeh S., Eskandari A., PourAzar R., Veysi M., and Nassirzadeh N. 2007. Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). Crop Protection. 26: 936-942.

5. Barjasteh A., and Baghestani M.A. 2008. The evaluation of some new herbicides efficiency on weeds control of wheat fields in Semnan province. P. 257-261. In Proceedings of the 8th Eighteenth Plant Protection Congress, 24-27 Agu. 2008. Bualisina University of Hamedan, Iran.
6. Bazoo M., Montazeri M., Fathi G.A., and Golabi M. 2005. Evaluation the effect of broadleaf herbicides and nozzle type on wild mustard (*Sinapis arvensis*) control in wheat. P. 393-397. In proceeding of the 2th National Congress of Weed Science Congress, 29-30 Jan. 2005. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English abstract)
7. Cayley G.R., Etheridge P., Griffiths D.C., Philips F.T., and Scott G.C. 1988. A review of the performance of electrostatic charged rotary atomizers on different crops. Journal of Crop Protection. 7:125-130.
8. Daneshjoo M. 2007. The design of software for density and particle size diameter solution with image processing. M.Sc. Thesis. Ferdowsi University Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract)
9. Esehaghbeygi A., Tadayyon A., and Besharati Sh. 2010. Comparison of electrostatic and spinning-discs spray nozzles on wheat weeds control. Journal of American Science. 6(12):529-533.
10. Falahjedi R. 2005. Calibration of conventional sprayers in Iran. First Publish. Publications Office of Instructional Technology Services Branch. Pp. 139.
11. Farshad A. 1998. The use of water-sensitive cards to determine the dispersion spraying. Issue No. 42/78 Plant Protection Organization.
12. Gerami K., Zand E., Borgheie A., and Minaee S. 2005. Investigation of weed control using three kinds of sprayers in wheat (*Triticum aestivum* L.) fields. P. 531-533. In Proceeding of the 1th National Congress of Weed Science, 29-30 Jan. 2005. Tehran University of Mashhad. (In Persian with English abstract)
13. Ghaemmaghami A., Khademolhosaini N., and Lovaimi N. 2008. Evaluation of four mechanisms in wheat spraying. P. 423-427. In Proceedings of the 5th National Conference on Agriculture Machinary Engineering and Mehanization, 27-28 Agu. 2008. Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
14. Gupta C.P., Alamban R.B., and Dante E.T. 1996. Development of knapsack electrostatic spinning-disc sprayer for herbicide application in rice. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 25(4): 31-34.
15. Hesami E., and Lorzade Sh. 2008. The Compare of electrostatic and microner sprayers in the application of apyrus herbicide in wheat. P. 368-372. In Proceedings of the 3th area congress of research findings in Agriculture and Natural Resources, 4-5 Mar. 2008. Iran.
16. Jalaee Sadeghyan A. 2004. Simulation of fuzzy control system for sprayers. M.Sc. Thesis. Publications Faculty of Agriculture, Euromeye, Iran. (In Persian with English abstract)
17. Matthews G.A. 1990. Changes in application technique used by the small scale cotton farmer in Africa. Tropical Pest Management. 36(2):166-172.
18. Montazeri M., Zand E., Poorazar R., Bargasteh A.R., Nourouzzadeh S., Vaici M., and Zand E. 2005. An evaluation of efficacy of four wheat selective herbicide in the control of annual dicotyledons weed. Iranian Journal of Weed Science. 1(2):155-162. (in Persian with English abstract)
19. Mosalaneghad H., Norian M., and Mohammadbigi A. 2002. Important of pests, diseases and weeds. Publication of Plant Protection Organization. Pp. 112.
20. Mousavi S.K., Zand E., and Saremi H. 2005. Physiological function and application of herbicides. Zanjan University Press P: 286. (In Persian).
21. Nabizade M., Abbaspoor M., and Chitband A.A. 2013. Evaluation of sweet corn cultivars to new sulfonylurea and mixtures herbicide. Cereal Research. 3(3):227-242. (In Persian with English abstract)
22. Najafi H., Bazoobandi M., and Bagherani N. 2008. The evaluation of the possibility of optimizing the use of sprayer equipment in wheat fields. The final report of research project number is 011-33-16-7901-79002. The Research Center of Agriculture and Natural Resources, Plant Pests and Diseases Research Institute of Khorasan Razavi P: 462. (In Persian)
23. Naseri M. 2008. The survey and evaluation of the factors affecting the performance of sprayer behind tractor farm turbines (Torbuliner). M.Sc. Thesis. Ferdowsi University Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract)
24. Nezamabadi N., Zand E., Pourazar R., Bagherani N., and Baghestani M.A. 2007. Dose responses of some broadleaf weeds of wheat fields to different tribenuron methyl formulations. Pajouhsh & Sazandegi. 74:99-107. (In Persian with English abstract)
25. Parvin A., and Afshari M. 1995. The evaluation of the efficacy of pesticides based on plant density in the fight against cotton leaf honeydew. Research Institute of pests and plant diseases.
26. Rahimi A., Hossieni A., and Karampoor F. 2007. The evaluation of wheat herbicides. The final report of research project number is 017-48-163601-16002. The Research Center of Agriculture and Natural Resources, Plant Pests and Diseases Research Institute of Boshehr P: 48. (In Farsi). http://www.Agri dashtestan.blogfa.com.
27. Rashed Mohassel M.H., Najafi H., and Akbarzadeh M. 2009. Weed biology and control. Mashhad University of Jehad Press P: 404. (In Persian)
28. Safari M. 2008. Technical evaluation conventional and new sprayers in wheat farms in order to determination of methods and proper machine to use in different regions of country. P. 16-20. In Proceedings of the 5th National

Congress of Agricultural Engineering and Mechanization, 27-28 Agu. 2008. Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
29. Safari M., Amirshaghaghi F., Lovaimi N., and Chaji H. 2010. Evaluation of Conventional Sprayers in Wheat Far. Journal of Agricultural Engineering Research. 10(4):1-12.
30. Safari M., Hedayatipoor A., and Gerami K. 2011. Construction and evaluation of a boom atomizer sprayer to control of sunn pests in a wheat crop. Agronomy Engineering. 34(1):75-86.
31. Salyani M., and serdynski J. 1990. Development of a Spray sensor for deposition assessment. Transactions of the ASAE 33(5):1464-1468.
32. Sanei shariat-panahi M. 2005. The most important broad-leaved weeds and grasses in Iran. Agricultural Training Press P: 318. (In Persian)
33. Sohrabi M.H. 1991. Technical principle sprayer and spraying. Department of Agriculture Bakhtaran.
34. Zand E., Baghestani M.A., Nezamabadi N., Minbashi M., and Hadizade M.H. 2009. A review on the last list of herbicides and the most important weeds of Iran. Iranian Journal of Weed Research. 1(2):83-100.
35. Zand E., Mousavi S.K., and Heidari A. 2008. Herbicides and their application. Mashhad University of Jehad Press P: 567. (In Persian)

Journal of Plant Protection
Vol. 32, No. 4, Winter 2019, p. 527-541

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۵۴۱-۵۲۷

Evaluation of Sprayer Type Effect and Tribenuron-Methyl (Gyahstar) Herbicide Dosage on Broadleaf Weeds of Water Wheat Fields

F. Badie[1]- L. Alimoradi[2]- A.A. Chitband[3*]- S. Jahedipour[4]

Received: 19-12-2016
Accepted: 03-02-2018

Introduction: Weed management is a key topic in many farming systems. Nowadays, application of herbicides is the most common method to control wheat weeds and maximize yield. Modification of sprayer such as adjusting sprayer for producing droplet with suitable size and uniform can be considered to reduce herbicides usage. For this purpose, the volume median diameter (VMD), numerical median diameter (NMD) and uniform spraying ratio (VMD/NMD) = QC are the common factors. Other method to decrease herbicide usage in field is applying appropriate sprayer. Electrostatic, lance tractor, microner, atomizer and boom sprayer tractor are the common sprayer applying for controlling weeds in wheat fields. Among them, lance tractor sprayer is used at more than 70% of farms in the country. Tribenuron-methyl is a selective post-emergence herbicide for controlling broad leaved weeds in wheat fields. The product is absorbed and transferred by weeds stems and leaves to prevent cell division and kill weeds. Application should be carried out in early spring when weeds are actively growing. Tribenuron-methyl mode of action is inhibiting biosynthesis of the essential amino acids valine and isoleucine, hence stopping cell division and plant growth. Selectivity derives from rapid crop metabolism. Mode of action is rapidly absorbed by foliage and roots and translocated throughout plant. Susceptible plants cease to grow almost immediately after post-emergence treatment and are killed in 7-21 days.

Materials and Methods: To evaluate common sprayer and different doses of tribenuron-methyl herbicide on broadleaf weeds of irrigated wheat, an experiment was carried out in field (with an area of 1200 m^2) located in Hakimabad, Mashhad, Iran (latitude 58° 53' N, longitude 36° 46' E) during spring of 2014. The experimental design was split plots based on randomized completed blocks with four replications undertaken in plots with 50 m^2 (5 × 10) area. The experimental treatments included the main factor with five types of sprayer (Electrostatic, Lance tractor, Microner, Atomizer and Boom sprayer tractor) and sub factor with applying tribenuron-Methyl herbicide (Giahstar, 75% DF, Ariashimi, Iran) at dosage of 15, 20 and 25 gr. ha^{-1}. Broadleaf weeds were sampled in middle of the plots using 1 × 1 quadrate 10 and 20 days after spraying. The weeds biomass and density and wheat yield loss were then assessed. Samples were oven-dried at 75 °C for 72 h and then weighed. Final data were analyzed by SAS 9.1 and EXCEL.

Results and Discussion: The results of experiment showed that both weeds density and weight were sigificantly reduced by boom sprayer, whreras the lowest efficiency was found for atomizer and lance sprayers. Further, wheat broadleaf weeds were better controlled by boom sprayer with 25 gr/ha tribenuron-methyl application resulting in an increase to 5050 kg/ha for wheat yield. As for solution consumption rate in one hectare, the difference between spraying methods was significant at level of 1%. The highest and lowest herbicide solution rates were found for tractor lance sprayer and microner with 732.8 and 34.9 $l.ha^{-1}$, respectively. Quality coefficient (VMD/NMD) also was significant at 1% probability level. The best quality coefficients were obtained for tractor boom sprayer (VMD/NMD = 1.8) followed by microner (VMD/NMD = 3). In other words, the tractor boom sprayer had more uniform spray quality than the microner sprayer. Moreover, both sprayers displayed better performance as compared with other sprayers tested. The largest (14.5 %) and lowest (2.8 %) crop losses were determined for tractor boom and microner sprayer, respectively. The highest (3.2 $ha^{-1}.h$) and lowest (1.1 $ha^{-1}.h$) field capacities were also obtained for tractor boom and microner sprayer, respectively.

1- M.Sc. of Weed Science, Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran
2- Assistant Professor of Weed Science, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran
3- Assistant Professor of Weed Science, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Lorestan, Iran
(*- Corresponding Author Email: chitband.a.a@lu.ac.ir)
4- Assistants Professor of Agroecology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Conclusion: The microner sprayer was the best sprayer in terms of solution consumption rate with an efficacy rate of 96 %. The greatest wheat yield (4830 $kg.ha^{-1}$) was observed for tractor boom sprayer with applying 25 $kg.ha^{-1}$ herbicide. Using tractor lance sprayer applying 15 $kg.ha^{-1}$ herbicide, however, resulted in the lowest wheat yield (4615 $kg.ha^{-1}$). The greatest and lowest weeds controls were also found for tractor boom and tractor lance sprayer, atomizer sprayer tractor, respectively. Tribenuron-methyl application with dosage of 25 $kg.ha^{-1}$ was the suitable dose for controlling prennial weeds such as bindweed, knotweed, knapweed and rhubarb.

Keywords: Boom sprayer tractor, Crop loss, Field capacities, Quality coefficient, Microner