

کارایی فرمولاسیون‌های مختلف علف‌کش متری‌بوزین در کنترل علف‌های هرز سیب‌زمینی

الهام صمدی کلخوران*^۱، مزدشت گیتی^۲

۱- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

* نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: e.samadi@areeo.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۴

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۴/۱۱/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۰۶

چکیده

به منظور بررسی اثر فرمولاسیون‌های مختلف علف‌کش متری‌بوزین بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد سیب‌زمینی، آزمایشی در ایستگاه اکباتان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان در خاکی با بافت رسی - لومی انجام شد. در این پژوهش، دو فرمولاسیون متری‌بوزین شامل پودر و تابل (WP 70%) به میزان ۷۵۰ گرم در هکتار و سنکو با فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ (SC 48%) به میزان یک لیتر در هکتار به صورت پیش‌رویشی (یک هفته پس از کاشت) مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کاربرد هر دو فرمولاسیون متری‌بوزین باعث کاهش معنی‌دار تراکم و وزن خشک علف‌های هرز نسبت به تیمار شاهد شد. با این حال فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ در مقایسه با فرمولاسیون پودر و تابل، کارایی بالاتری در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز از خود نشان داد. هم‌چنین، بیش‌ترین عملکرد کل غده سیب‌زمینی رقم جلی در تیمار فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ متری‌بوزین به دست آمد. براساس نتایج این پژوهش، استفاده از فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ متری‌بوزین به عنوان گزینه‌ای مؤثرتر برای بهبود کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد غده سیب‌زمینی در شرایط اقلیمی منطقه همدان توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: سیب‌زمینی، علف‌کش، فرمولاسیون، متری‌بوزین، همدان

بیان مساله

علف‌های هرز، خطر خسارت به محصول و اثرات زیست‌محیطی کاهش یابد. علاوه بر دوز و زمان مصرف، انتخاب فرمولاسیون مناسب متری‌بوزین نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش کارایی، پایداری و فراهمی زیستی ماده مؤثره دارد. با توجه به پیامدهای زیست‌محیطی نامطلوب سموم پودری در کشاورزی نوین، توسعه و کاربرد فرمولاسیون‌های مایع و آب‌پایه به‌عنوان رویکردی علمی در جهت ارتقای ایمنی انسان و حفاظت از محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. مطالعات نشان می‌دهد که نوع فرمولاسیون متری‌بوزین می‌تواند بر پایداری، رفتار و توزیع ماده مؤثره در محیط‌هایی مانند خاک تأثیرگذار باشد و از این طریق، کارایی نهایی علف‌کش را تحت تأثیر قرار دهد. به‌عبارت دیگر، تفاوت در فرمولاسیون می‌تواند منجر به تغییر در ثبات شیمیایی، میزان در دسترس بودن برای جذب توسط علف‌های هرز و در نهایت اثربخشی زیستی متری‌بوزین در شرایط محیطی مختلف شود (۲). با توجه به اهمیت مدیریت مؤثر علف‌های هرز در افزایش عملکرد سیب‌زمینی و نقش ذاتی فرمولاسیون در بهبود کارایی علف‌کش‌ها، انجام بررسی‌های مقایسه‌ای میان فرمولاسیون‌های مختلف متری‌بوزین از نظر کنترل علف‌های هرز و عملکرد غده سیب‌زمینی ضروری به نظر می‌رسد.

معرفی دستاورد

استفاده از علف‌کش متری‌بوزین با فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ (SC 48%) به‌میزان یک لیتر در هکتار در مرحله پیش‌رویشی (حدود یک هفته پس از کاشت) باعث کنترل مؤثرتر علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ می‌شود. این بهبود کنترل، به‌صورت کاهش محسوس تراکم و وزن خشک علف‌های هرز مشاهده شده و در نهایت منجر به افزایش عملکرد غده سیب‌زمینی در مزرعه شد. بنابراین، این روش می‌تواند به‌عنوان یک راهکار کارآمد در مدیریت علف‌های هرز و افزایش عملکرد سیب‌زمینی در نظر گرفته شود. برای دستیابی به این نتایج، تهیه و کاربرد صحیح محلول علف‌کش اهمیت زیادی دارد. به‌منظور سم‌پاشی یک هکتار، یک لیتر از علف‌کش

سیب‌زمینی یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی در جهان و ایران به‌شمار می‌رود و از نظر سطح زیرکشت و میزان تولید، پس از گندم، برنج و ذرت در رتبه چهارم قرار دارد (۳). یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده عملکرد و کیفیت سیب‌زمینی، علف‌های هرز است که از طریق رقابت با سیب‌زمینی باعث ایجاد محدودیت منابع رشد از جمله: جذب آب، مواد غذایی و نور و به‌تبع آن منجر به افت عملکرد و افزایش هزینه‌های تولید شده و خسارت اقتصادی قابل‌توجهی به این محصول وارد می‌سازد. برای کنترل علف‌های هرز، روش‌های متعددی از جمله: روش‌های زراعی، مکانیکی و شیمیایی به‌کار گرفته می‌شود. با این حال کنترل شیمیایی به‌دلیل سرعت اثر، سهولت اجرا و کارایی بالا، هم‌چنان یکی از مؤثرترین روش‌ها در مزارع سیب‌زمینی محسوب می‌شود. در این میان، علف‌کش متری‌بوزین از گروه تریازین‌ها به‌واسطه خاصیت انتخابی و سیستمیک بودن، به‌عنوان یکی از پرکاربردترین علف‌کش‌ها در مدیریت شیمیایی علف‌های هرز سیب‌زمینی شناخته می‌شود. این علف‌کش با مهار انتقال الکترون در فتوسیستم II و اختلال در فرایند فتوسنتز، موجب توقف رشد و در نهایت مرگ علف‌های هرز حساس می‌شود و قابلیت کاربرد به‌صورت پیش‌رویشی و پس‌رویشی را دارد. نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که کاربرد متری‌بوزین به‌میزان ۷۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، کاهش معنی‌داری در تراکم و وزن خشک علف‌های هرز ایجاد کرده و از طریق کاهش رقابت، سبب افزایش عملکرد غده سیب‌زمینی نسبت به تیمار شاهد می‌شود (۱). میزان مصرف متری‌بوزین به‌طور مستقیم به نوع خاک، بافت خاک، مقدار ماده آلی و شرایط محیطی وابسته است. در خاک‌های سبک (شنی یا با درصد رس پائین) به‌دلیل خطر بیش‌تر آبهوشی و احتمال افزایش سمیت برای گیاه زراعی، توصیه می‌شود که از دوزهای پائین‌تر استفاده شود. در مقابل، در خاک‌های سنگین‌تر با درصد رس و ماده آلی بالاتر به‌دلیل جذب بیش‌تر علف‌کش به‌وسیله ذرات خاک و کاهش دسترسی زیستی آن، ممکن است نیاز به استفاده از دوزهای بالاتر در محدوده توصیه‌شده وجود داشته باشد. بنابراین، انتخاب میزان مصرف متری‌بوزین باید با توجه به بافت خاک، ظرفیت نگهداری آب و ماده آلی انجام شود تا ضمن دستیابی به کنترل مطلوب

گیرد به طوری که هوا آرام، بدون باد و بارندگی بوده و دمای محیط، معتدل باشد تا از تبخیر یا شسته شدن علف‌کش و رسیدن علف‌کش به ریشه‌ها جلوگیری شود. همچنین، رعایت نکات ایمنی از جمله: استفاده از لباس کار، دستکش، ماسک، عینک محافظ و چکمه در هنگام سم‌پاشی ضروری است. به طور کلی، دقت در آماده‌سازی محلول و اجرای صحیح عملیات سم‌پاشی، نقش مستقیمی در موفقیت کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد سیب‌زمینی دارد.

تراکم کل علف‌های هرز سیب‌زمینی

علف‌های هرز مشاهده‌شده در مزرعه سیب‌زمینی مورد آزمایش در شکل ۱ آورده شده است. گونه‌های علف‌های هرز غالب مشاهده‌شده در ایستگاه اکباتان شامل: پیچک صحرائی (*Convolvulus arvensis*)، تاج خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides*)، خرفه (*Portulaca oleaceae*) و چسبک (*Setaria viridis*) بود. پیچک صحرائی جزو علف‌های هرز چندساله و بقیه علف‌های هرز یادشده جزو علف‌های هرز یکساله هستند.

متری‌بوزین با فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ باید در ۴۰۰ لیتر آب با pH و سختی مناسب حل شود. کیفیت آب مصرفی نیز نقش مهمی در کارایی علف‌کش دارد. آب مورد استفاده باید فاقد ذرات معلق بوده و ترجیحاً دارای pH کمی اسیدی در محدوده ۵ تا ۶ باشد زیرا متری‌بوزین در این شرایط بیش‌ترین اثربخشی را نشان می‌دهد. در صورت بالا بودن pH یا سختی زیاد آب، ممکن است کارایی علف‌کش کاهش یابد. به همین دلیل، استفاده از آب با سختی کم تا متوسط توصیه می‌شود. در صورت نیاز و به منظور تنظیم pH، می‌توان با اضافه کردن مقدار ۲-۵ کیلوگرم کود سولفات آمونیم در ۴۰۰ لیتر آب قبل از افزودن علف‌کش و یا با کاربرد ترکیبات تنظیم‌کننده pH موجود در بازار نسبت به اصلاح pH آب اقدام کرد. ابتدا مخزن سم‌پاش تا حدود نیمی از گنجایش و ظرفیت سم‌پاش با آب با کیفیت مناسب پر می‌شود. سپس علف‌کش به مخزن اضافه شده و در ادامه با افزودن بقیه آب، حجم محلول به ۴۰۰ لیتر می‌رسد. هم‌زدن مناسب محلول در تمام مراحل به‌ویژه در صورت وجود هم‌زدن دستی یا مکانیکی یا هم‌زدن هیدرولیکی با روش شیر برگشت به داخل مخزن در سم‌پاش، برای یکنواخت شدن محلول ضروری است. عملیات سم‌پاشی باید در شرایط مناسب محیطی انجام



پیچک صحرائی *Convolvulus arvensis*



تاج خروس خوابیده *Amaranthus blitoides*

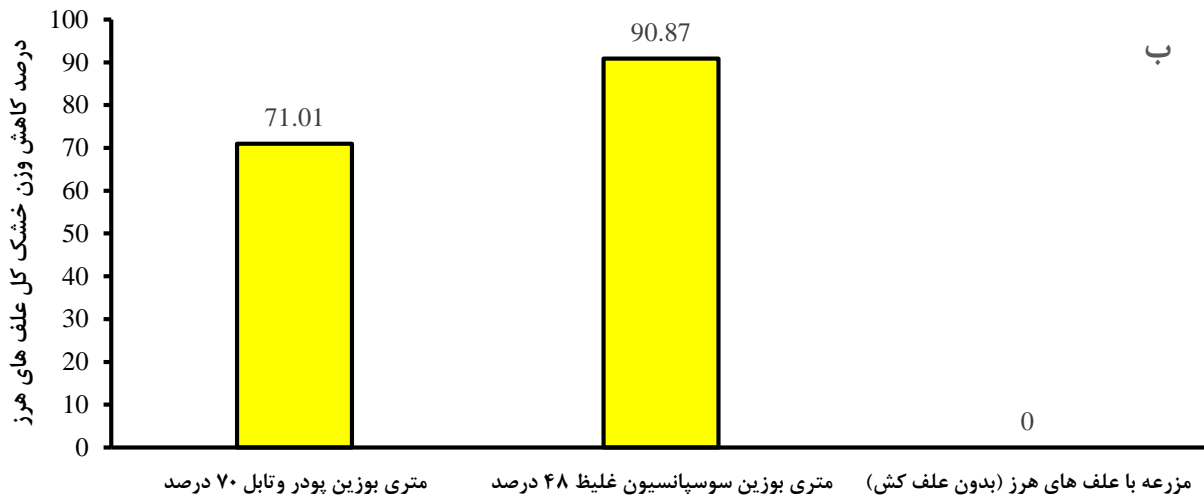
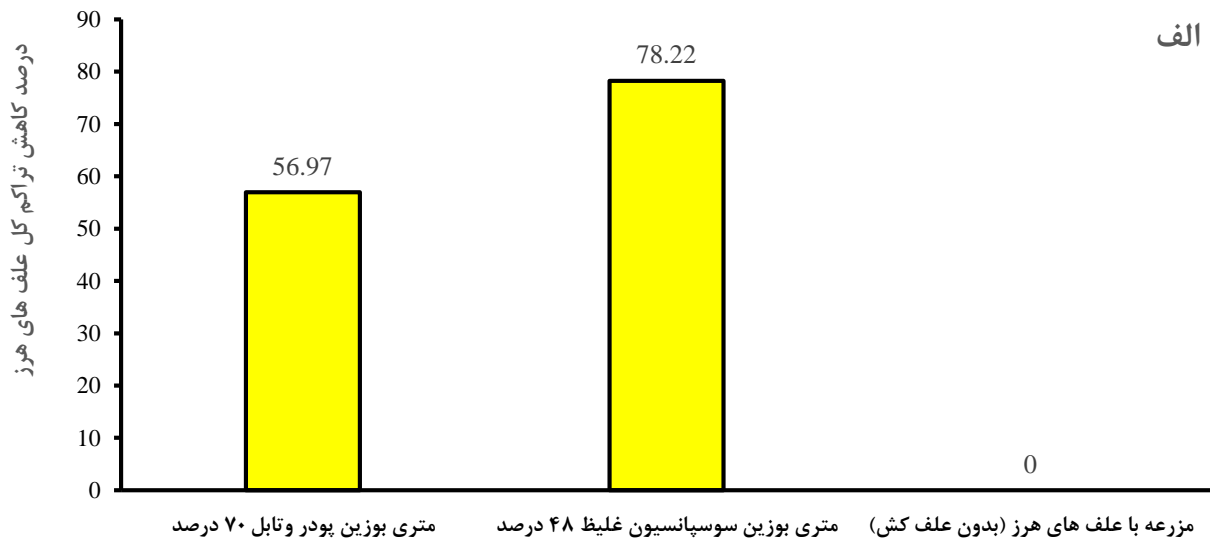


چسبک *Setaria viridis*

شکل ۱- علف‌های هرز مشاهده شده در مزرعه سیب زمینی مورد آزمایش

متری بوزین با فرمولاسیون پودر و تابل، ۵۶/۹۷ درصد تراکم کل علف‌های هرز را کاهش داد (شکل ۲). شکل ۳ نیز نمایی از فرمولاسیون‌های مختلف علف‌کش متری بوزین مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد.

تراکم کل علف‌های هرز در کاربرد متری بوزین با فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ با بیش‌ترین کاهش مواجه شد. این تیمار توانست ۷۸/۲۲ درصد تراکم کل علف‌های هرز را نسبت به مزرعه بدون علف‌کش کاهش دهد. در حالی که کاربرد



شکل ۲- مقایسه میانگین تأثیر فرمولاسیون های مختلف علف کش متری بوزین بر درصد کاهش تراکم (الف) و وزن خشک (ب) کل علف های هرز



شکل ۳- فرمولاسیون های استفاده شده در آزمایش

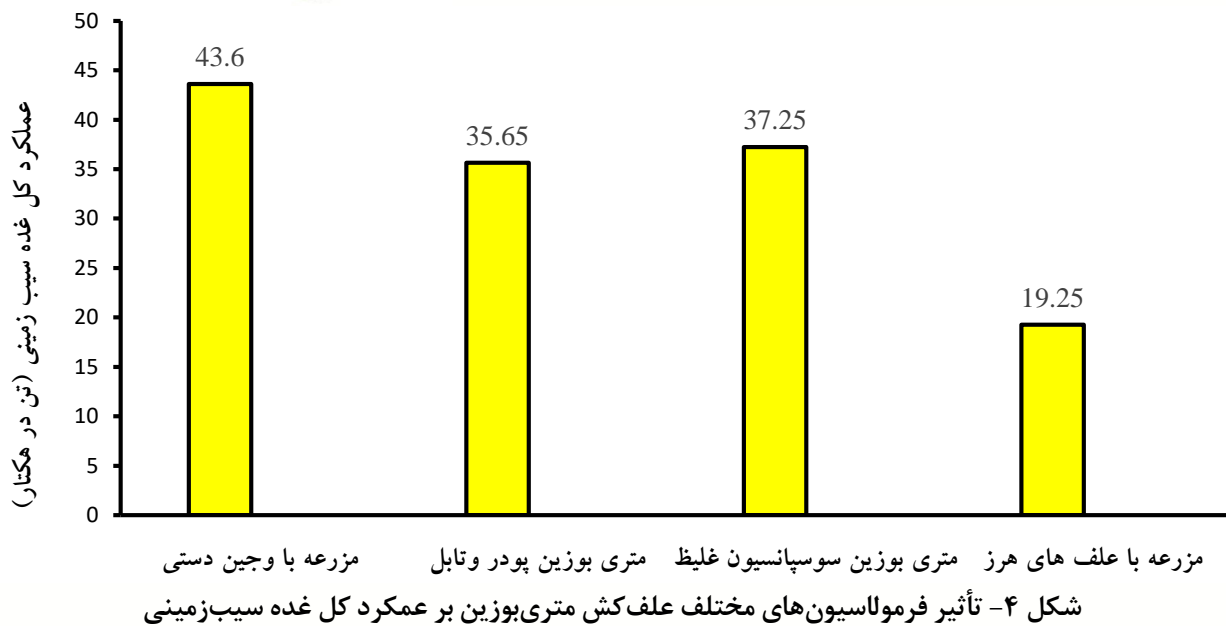
وزن خشک کل علف‌های هرز

بیش‌ترین کاهش وزن خشک کل علف‌های هرز نیز در تیمار کاربرد متری‌بوزین با فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ مشاهده شد به طوری که با کاربرد آن، وزن خشک کل علف‌های هرز به میزان ۹۰/۸۷ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش پیدا کرد. در حالی که کاربرد متری‌بوزین با فرمولاسیون پودر و تابل موجب کاهش ۷۱/۰۱ درصدی وزن خشک کل علف‌های هرز شد (شکل ۲). این تفاوت کنترل بین فرمولاسیون پودر و تابل و سوسپانسیون غلیظ را می‌توان به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی فرمولاسیون‌ها و نحوه توزیع ماده مؤثره در مزرعه نسبت داد. فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ دارای ذرات بسیار ریز است که باعث پوشش یکنواخت سطح خاک و تماس بهتر با بذر و جوانه‌های علف‌های هرز می‌شود. این ویژگی باعث می‌شود که بخش بیش‌تری از سطح بذرها تحت تأثیر علف‌کش قرار گیرد و احتمال از دست رفتن تأثیر علف‌کش بر اثر ته‌نشینی یا باد کاهش یابد. علاوه بر اندازه ذرات، یکنواختی توزیع فرمولاسیون نیز در سوسپانسیون غلیظ بیش‌تر است. حالت سوسپانسیونی این فرمولاسیون باعث می‌شود که ماده مؤثره به صورت یکنواخت روی خاک پخش شود و از تجمع یا ته‌نشینی ذرات در مناطق خاص جلوگیری شود. در مقابل در فرمولاسیون پودر و تابل، ذرات ممکن است به صورت غیر یکنواخت روی خاک قرار بگیرند و بخش‌هایی از بذر یا جوانه‌ها با علف‌کش تماس کافی نداشته باشند. در این میان پایداری ماده مؤثره نیز نقش مهمی دارد. در سوسپانسیون غلیظ، ماده مؤثره کم‌تر تحت ته‌نشینی یا تبخیر سریع قرار می‌گیرد و بنابراین مدت زمان اثرگذاری طولانی‌تر است. این امر به علف‌کش اجازه می‌دهد که حتی در طول چند روز پس از کاربرد، تماس مؤثر با جوانه‌ها و بذر علف‌های هرز را حفظ کند. در پودرهای و تابل، ماده مؤثره به دلیل ته‌نشینی و پراکندگی نامناسب ممکن است بخشی از اثر خود را از دست بدهد. از نظر اثرات زیست‌شناختی و جذب

به وسیله گیاهچه‌ها، سوسپانسیون غلیظ به دلیل نفوذ بهتر به سطح بذر و جوانه‌ها امکان جذب مؤثرتر توسط بافت علف هرز را فراهم می‌کند، بنابراین حتی با مقدار ماده مؤثره کم‌تر، اثر کنترلی بیش‌تری مشاهده می‌شود. به طور کلی، اگرچه پودرهای و تابل دارای ماده مؤثره بیش‌تر هستند ولی به دلیل تجمع ذرات، یکنواخت نبودن پخش و کاهش تماس و جذب توسط جوانه‌ها، اثر کنترلی آن‌ها نسبت به سوسپانسیون غلیظ کم‌تر است. این ویژگی‌ها باعث می‌شوند که فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ در شرایط مزرعه‌ای حتی با مقدار ماده مؤثره کم‌تر بسیار مؤثرتر از پودرهای و تابل عمل کند.

عملکرد کل غده سیب‌زمینی

نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد کل غده سیب‌زمینی در تیمار مزرعه با وجین دستی که در تمام فصل زراعی وجین شده است، به دست آمد. پس از آن، تیمار کاربرد متری‌بوزین با فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ به میزان یک لیتر در هکتار و به صورت پیش‌رویشی، بالاترین عملکرد غده سیب‌زمینی را در میان تیمارهای علف‌کشی به خود اختصاص داد به طوری که عملکرد غده در این تیمار به ۳۷/۲۵ تن در هکتار رسید. در مقابل، عملکرد غده در تیمار فرمولاسیون پودر و تابل متری‌بوزین برابر با ۳۵/۶۵ تن در هکتار بود (شکل ۴). تفاوت عملکرد میان فرمولاسیون‌ها را می‌توان به تعادل میان کارایی کنترل علف‌های هرز و میزان انتخاب‌پذیری علف‌کش برای گیاه سیب‌زمینی نسبت داد. به نظر می‌رسد که فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ ضمن ایجاد کنترل مؤثرتر علف‌های هرز، آسیب کم‌تری به گیاه زراعی وارد کرده و از این طریق امکان بهره‌برداری بهتر سیب‌زمینی از منابع محیطی را فراهم ساخته است. این نتایج نشان می‌دهد که انتخاب فرمولاسیون مناسب نه تنها در کنترل علف‌های هرز بلکه در بهینه‌سازی عملکرد نهایی محصول نیز نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کند.



مزایا و محدودیت‌های فرمولاسیون‌های متری بوزین

فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ در مقایسه با پودر و تابل دارای مزایای متعددی است که می‌تواند کارایی نهایی علف‌کش را افزایش دهد، از جمله:

(۱) پخش یکنواخت‌تر در محلول سم‌پاشی: به علت حلالیت یکنواخت محلول سم در آب و عاری از ذرات درشت بودن
(۲) توزیع همگن‌تر ماده مؤثره در محلول و در سطح خاک به دلیل وجود ذرات ریز در فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ
(۳) افزایش ایمنی کشاورز و کارگر سمپاشی به دلیل نبود ذرات معلق خطرناک در فرمولاسیون سوسپانسیون برخلاف فرمولاسیون پودر و تابل (ایجاد گرد و غبار در هنگام اختلاط و ورود غبار حاصله به‌طور مستقیم به دستگاه تنفسی کاربر)

(۴) پایداری فیزیکی بالاتر در مخزن سم‌پاش
(۵) حفظ غلظت ثابت ماده مؤثره در طول عملیات سم‌پاشی در اثر ته‌نشینی کم‌تر و یکنواختی بیش‌تر محلول
(۶) عدم بادبردگی فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ در مقابل، فرمولاسیون پودر و تابل دارای محدودیت‌ها و معایبی است که می‌تواند موجب کاهش کارایی علف‌کش شود، از جمله:

(۱) ایجاد گرد و غبار در هنگام اختلاط و به تبع آن ایجاد خطرات تنفسی و بهداشتی برای کاربر
(۲) کاهش یکنواختی توزیع ماده مؤثره در مزرعه به دلیل حلالیت کم‌تر و ته‌نشینی سریع‌تر در مخزن سم‌پاش

(۳) احتمال گرفتگی نازل‌ها به خاطر وجود ذرات درشت و گلوله‌های پودری سم در داخل مخزن سم‌پاش
(۴) اختلال در الگوی پاشش به دلیل وجود ذرات جامد
(۵) کاهش یکنواختی پخش علف‌کش در خاک و در نهایت افت کارایی کنترل علف‌های هرز
(۶) محدودیت لزوم استفاده از ترازوهای دقیق برای اندازه‌گیری و توزین فرمولاسیون‌های پودری در مقادیر کم در شرایط مزرعه (برخلاف مزیت امکان اندازه‌گیری حجمی ساده‌تر، عملی‌تر و از نظر اجرایی مناسب‌تر تعیین و مصرف مقادیر کم در فرمولاسیون‌های مایع).

توصیه ترویجی

با نتایج حاصل از این بررسی به‌روشنی مشخص شد که کاربرد علف‌کش متری بوزین با فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ به‌خوبی می‌تواند تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را کاهش دهد و عملکرد کل غده سیب‌زمینی را خیلی بهتر از متری بوزین پودری مرسوم افزایش دهد. نکات کلیدی و توصیه‌های فنی در این زمینه به‌شرح ذیل است:

براساس نتایج این تحقیق، کاربرد علف‌کش متری بوزین با فرمولاسیون سوسپانسیون غلیظ به‌میزان یک لیتر در هکتار در مرحله پیش‌رویشی (حدود یک هفته پس از کاشت سیب‌زمینی) به‌عنوان یک راهبرد مؤثر، ایمن و اقتصادی در کنترل علف‌های هرز مزارع سیب‌زمینی در شرایط اقلیمی مشابه استان همدان

۳) انجام سم‌پاشی در شرایط هوای آرام، بدون باد و بارندگی و دمای معتدل

۴) رعایت کامل اصول ایمنی فردی و فنی در هنگام سم‌پاشی
اجرای صحیح این توصیه‌ها موجب افزایش یکنواختی
پخش سم، بهبود جذب علف‌کش، کاهش خطر خسارت به گیاه
زراعی و افزایش پایداری اثر علف‌کش در خاک خواهد شد.

- 2- Abdel Rahman, T.A., Ismail, I.I., Seloma, A.S.O. and Shalaby, M. 2023. Impact of formulation type on stability of metribuzin herbicide under certain environmental conditions. *Egyptian Journal of Chemistry*, 66 (13): 2045–2057.
- 3- Siddiqui, A.O., Işık, D. and Jabran, K. 2024. Impact of weed competition on morphological and biochemical traits of potato: A Review. *Potato Research*, 67: 451–462.

توصیه می‌شود. برای دستیابی به بیش‌ترین کارایی، رعایت نکات زیر ضروری است:

- ۱) تهیه محلول سم با ۴۰۰ لیتر آب در هکتار با pH و سختی آب مناسب
- ۲) استفاده از آب با pH حدود ۵ تا ۶ و سختی کم تا متوسط (با افزودن مقدار ۲-۵ کیلوگرم کود سولفات آمونیم در ۴۰۰ لیتر آب، قبل از افزودن علف‌کش و یا با کاربرد ترکیبات تنظیم‌کننده pH موجود در بازار)

فهرست منابع

- ۱- صمدی کلخوران، الهام؛ محمدتقی آل ابراهیم؛ حمیدرضا محمددوست چمن‌آباد؛ اکبر قویدل؛ جنز کارل استریگ. ۱۴۰۰. بررسی کارایی اختلاط برخی از علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز سیب‌زمینی و تأثیر آن‌ها بر جمعیت کرم خاکی (*Eisenia fetida* L.). رساله دکتری دانشگاه محقق اردبیلی. اردبیل. ایران. ۳۳۹ صفحه.