اثر و رفع اثر خاک نشست کرده روی اندام هوایی تاتوره بر کارایی کلوپیرالید

The effect and elimination of the settled soil on jimsonweed's shoot on efficacy of clopyralid

اکبر علی‌وردی[۱]* و سمیرا کرمی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۰۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۱۴

DOI: 10.22092/jsb.2020.351563.1247

چکیده

کلوپیرالید، علف‌کشی مهم برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ مزارع چغندرقند است، اما تاکنون، تأثیر حجم پاشش و خاک نشست کرده روی اندام هوایی علف‌های هرز بر کارایی آن مورد بررسی قرار نگرفته است. از این‌رو، پژوهشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. فاکتور اول شامل میزان خاک نشست کرده روی اندام‌هوایی تاتوره (صفر، ۲۰ کیلوگرم در هکتار از طریق اتاقک گرد و خاک‌ساز و ۲۰ کیلوگرم در هکتار از طریق باران گل‌آلود)، فاکتور دوم شامل جریان هوا قبل از سمپاشی (صفر و شش کیلومتر در ساعت) و فاکتور سوم شامل حجم پاشش (۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰، ۴۸۰ و ۶۰۰ لیتر آب در هکتار). در شرایط عدم‌حضور خاک روی اندام‌هوایی، بیش‌ترین سطح کنترل تاتوره (بیش از ۹۴ درصد) با کاربرد کلوپیرالید در حجم پاشش ۱۲۰ لیتر در هکتار به‌دست آمد. در همین شرایط، با افزایش حجم پاشش از کارایی کلوپیرالید کاسته شد. در شرایط حضور خاک روی اندام‌هوایی از هر دو طریق، کم‌ترین سطح کنترل تاتوره (۲۵ درصد) با کاربرد کلوپیرالید در حجم پاشش ۱۲۰ لیتر در هکتار به‌دست آمد. در همین شرایط، با افزایش حجم پاشش به کارایی کلوپیرالید افزوده شد. در تمام حجم‌های پاشش (به‌جز در ۱۲۰ لیتر در هکتار)، اثر منفی خاک نشست کرده روی اندام‌هوایی تاتوره از طریق باران گل‌آلود بیش‌تر از اتاقک گرد و خاک‌ساز بود. جریان هوا قبل از سم‌پاشی فقط زمانی مفید بود که منشاء خاک نشست کرده روی اندام‌هوایی تاتوره از طریق اتاقک گرد و خاک‌ساز بود. در شرایطی حضور خاک‌روی اندام‌هوایی علف‌هرز، حجم پاشش بیش‌تر ولی در شرایط عدم‌حضور خاک، حجم پاشش کم‌تر برای کاربرد کلوپیرالید توصیه می‌شود.

واژه‌های کلید: حجم پاشش، چغندرقند، علف‌کش، علف‌هرز

۱- استادیار دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. *- نویسنده مسئول a.aliverdi@basu.ac.ir

۲ – کارشناس ارشد شناسایی و مبارزه با علف های هرز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

مقدمه

در سال زراعی ۱۳۹۷، بیش از ۸۷/۶ هزار هکتار از اراضی کشور زیرکشت چغندرقند رفته است تا بیش از ۴/۹ میلیون تن ریشه چغندرقند (تقریباً ۱/۸ درصد تولید دنیا) جهت استحصال شکر به‌دست آید (FAO 2018). به‌دلیل داشتن رشد رویشی روزتی شکل، چغندرقند رقیب بسیار ضعیفی در برابر علف‌های هرز تلقی می‌شود. به همین دلیل، طول دوره بحرانی کنترل علف‌های هـرز در مزارع چغندرقند بسیار طولانی (بیش از ۸۰ روز) اسـت که از روز پنجـم پس از کـاشت شروع می‌شود (Izadi-Darbandi *et al*. 2019). از این‌رو، کنترل علف‌های هرز، به‌خصوص به روش شیمیایی، برای جلوگیری از افت شدید عملکرد چغندرقند بسیار ضروری است. اکثر علف‌های هرز سمج مزارع چغندرقند کشور را گونه‌های پهن‌برگ تشکیل می‌دهد (۲۲ گونه پهن‌برگ در برابر ۶ گونه باریک‌برگ). در این بین، علف‌هرز پهن‌برگ تاتوره (*Datura stramonium* L.) به‌عنوان یکی از علف‌های هرز مهم مزارع چغندرقند استان‌های تهران، مرکزی، آذربایجان‌ها و خراسان‌ها معرفی شده است (Zand *et al*. 2019).

تاکنون، هفت پهن‌برگ‌کش برای کاربرد پس رویشی (شاخ و برگ مصرف) در مزارع چغندرقند کشور به ثبت رسیده است که عبارتند از تریفلوسولفورون (گروه B)، کلریدازون، متامیترون، فن‌مدیفام، دس‌مدیفام (گروه C)، اتوفومیست (گروه N) و کلوپیرالید (گروه O) (Zand *et al*. 2019). در این بین، کلوپیرالید با نام تجاری لونترل آخرین علف‌کشی است که در سال ۱۳۸۰ به فهرست مذکور اضافه شده است. زمان کاربرد آن از مرحله کوتیلدونی تا هشت برگی چغندرقند است. گذشت بیش از ۸۰ سال از معرفی علف‌کش‌های گروه O در دنیا و تداوم کارایی بالای آنها در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ گویای موفقیت آنها است. از طرفی دیگر، علف‌کش‌های این گروه به‌دلیل ماندگاری کم، خطر زیست‌محیطی ندارند و به اعتقاد محققان، مقاومت به علف‌کش‌های این گروه دیرتر از سایر گروه‌ها اتفاق می‌افتد که معمولاً پس از ۲۰ تا ۲۵ بار مصرف متوالی رخ می‌دهد (Zand and Baghestani 2002).

براساس تحقیقات قبلی، یکی از موانع موجود بر سر راه جذب و کارایی اکثر علف‌کش‌های شاخ و برگ مصرف حضور خاک بر روی اندام هوایی علف‌های هرز است. منشاء این خاک می‌تواند عملیات خاکورزی، کولتیواتورزنی بین ردیف‌ها، تردد ماشین آلات کشاورزی در حاشیه مزارع (Zhou *et al*. 2006)، وقوع پدیده گرد و خاک (Damanakis *et al*. 1970) و باران گل‌آلود (Aliverdi and Ahmadvand 2020) قبل از کاربرد چنین علف‌کش‌هایی باشد. براساس گزارش محققان (Shahsavani *et al*. 2012)، تعداد و شدت وقوع پدیده گرد و خاک در ایران در حال افزایش است. هم‌چنین، براساس گزارش محققان (Rezayee-Banafshe *et al*. 2012)، تعداد وقوع بارندگی با مقدار کم‌تر یک میلی‌متر در ایران نیز در حال افزایش است. اگرچه مستند نشده است، اما از این دو گزارش می‌توان چنین استنباط کرد که احتمالاً تعداد وقوع باران گل‌آلود نیز در حال افزایش باشد. به هر حال، وقوع هر دو پدیده (گرد و خاک و باران گل‌آلود) تا حدود زیادی مصادف با زمان کاربرد اکثر علف‌کش‌های شاخ و برگ مصرف است. باید توجه داشت که میزان بارش در باران گل‌آلود به اندازه‌ای نیست که عملیات سم‌پاشی مزرعه را متوقف سازد (Aliverdi and Ahmadvand 2020).

محققان قبلی سه روش جهت رفع اثر نامطلوب حضور خاک بر روی اندام هوایی علف‌های هرز بر کارایی علف‌کش‌ها ارائه داده‌اند. اولین روش، افزودن ماده افزودنی خاص به محلول پاشش علف‌کش خاص است. به طوری که، این روش در رابطه با علف‌کش‌های دایکوات (Rytwo and Tropp 2001) و پاراکوات (Aliverdi and Ahmadvand 2020) قابلیت اجرا دارد و در رابـطـه با سایر علف‌کش‌ها قـابل اجـرا نیسـت

(Zhou *et al*. 2006)، حتی گاهی می‌تواند نتیجه کاملاً بدتری را رقم بزند؛ برای مثال، افزودن مپیکوات کلراید به محلول پاشش علف‌کش گلوفوسینات آمونیوم (Aliverdi *et al*. 2020). دومین روش، لرزاندن اندام هوایی علف‌های هرز با جریان شدید هوا قبل از سم‌پاشی است تا سبب ریزش خاک نشست کرده بر روی آنها شود؛ البته در صورتی که منشاء خاک نشست کرده بر روی اندام هوایی علف‌های هرز از طریق پدیده گرد و خاک باشد. محققان (Zhou *et al*. 2006) با ایجاد جریان هوایی با شدت ۱۵ کیلومتر بر ساعت قبل از کاربرد گلایفوسیت توانستند کارایی آنرا در شرایط حضور گرد و خاک بر روی اندام‌هوایی تاجریزی سیاه تا ۲۰ درصد افزایش دهند. با این حال، براساس مشاهدات ما، وقتی منشاء خاک نشسته کرده بر روی اندام هوایی علف‌های هرز از طریق پدیده باران گل‌آلود باشد، لرزاندن آنها سبب ریزش خاک نمی‌شود! با این وجود، تاکنون تأثیر روش دوم در شرایطی که منشاء خاک نشست کرده بر روی اندام هوایی علف‌های هرز از طریق پدیده باران گل‌آلود باشد مورد بررسی قرار نگرفته است. سومین روش، افزایش حجم پاشش است که به‌نظر عملی‌ترین، آسان‌ترین و ارزان‌ترین روش جهت رفع اثر نامطلوب حضور خاک بر روی اندام هوایی علف‌های هرز بر کارایی علف‌کش‌ها باشد. قبلاً، تأثیر مثبت روش سوم در رابطه با علف‌کش‌های گلایفوسیت (Zhou *et al*. 2006)، مزوسولفورون، یدوسولفورون، دیفلوفنیکان (Shahbazi *et al*. 2015)، نیکوسولفورون، فورام‌سولفورون (Nosratti *et al*. 2016)، پارکوات، اکسی‌فلورفن، گلوفوسینات آمونیوم و پیریدیت (Aliverdi *et al*. 2020) به اثبات رسیده است، البته در شرایطی که منشاء خاک نشسته کرده بر روی اندام هوایی علف‌های هرز از طریق پدیده گرد و خاک بوده است. از این‌رو، تاکنون تأثیر روش سوم نیز در شرایطی که منشاء خاک نشست کرده بر روی اندام هوایی علف‌های هرز از طریق پدیده باران گل‌آلود باشد مورد بررسی قرار نگرفته است.

تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که گاهی کارایی علف‌کش شاخ و برگ مصرف تحت تأثیر حضور خاک بر روی اندام هوایی علف‌های هرز قرار نمی‌گیرد؛ برای مثال، مزوسولفورون + یدوسولفورون (Naghib Alsadati *et al*. 2020). از طرفی دیگر، تأثیر نامطلوب حضور خاک بر روی اندام هوایی علف‌های هرز بر کارایی علف‌کش‌های توفوردی و ام‌سی‌پی‌اِ (Naghib Alsadati *et al*. 2020) که با کلوپیرالید در یک گروه علف‌کشی مشترکی قرار دارند قبلاً به اثبات رسیده است. از این‌رو، هدف از اجرای این پژوهش پاسخ‌دهی به سؤالات بنیادی زیر بود که ۱) آیا حضور خاک بر روی اندام هوایی تاتوره بر کارایی کلوپیرالید تأثیرگذار است؟ ۲) آیا شدت تأثیر به منشاء خاک (گرد و خاک یا باران گل‌آلود) وابسته است؟ ۲) کدام روش (لرزاندن علف‌هرز با جریان هوای شدید قبل از سم‌پاشی یا افزایش حجم پاشش) در رفع این اثر بر کارایی کلوپیرالید مؤثر است؟

مواد و روش‌ها

در اواخر تابستان ۱۳۹۶، کپسول‌های شکافته تاتوره از روی گیاهان مادری در مزارع اطراف شهر قزوین جمع‌آوری و تا شروع آزمایش در دمای اتاق نگه‌داری شدند. در اوایل بهار ۱۳۹۸، پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان اجرا گردید. برای ایجاد یکنواختی در جوانه‌زنی گیاهچه‌های تاتوره، بذرهای آن با آب شرب شهری هر دو ساعت یکبار شستشو و درون یخچال در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند تا مواد بازدارنده جوانه‌زنی موجود در پوسته آنها از بین برود (Aliverdi *et al*. 2014). تعداد ۲۵ تا ۳۰ بذر تاتوره در سطح خاک هر گلدان پلاستیکی دو لیتری حاوی خاک، خاکبرگ و ماسه بادی با نسبت حجمی برابر قرار داده شد. سپس، بر روی آنها به اندازه نیم سانتی‌متر خاک ریخته شد. گیاهان بر

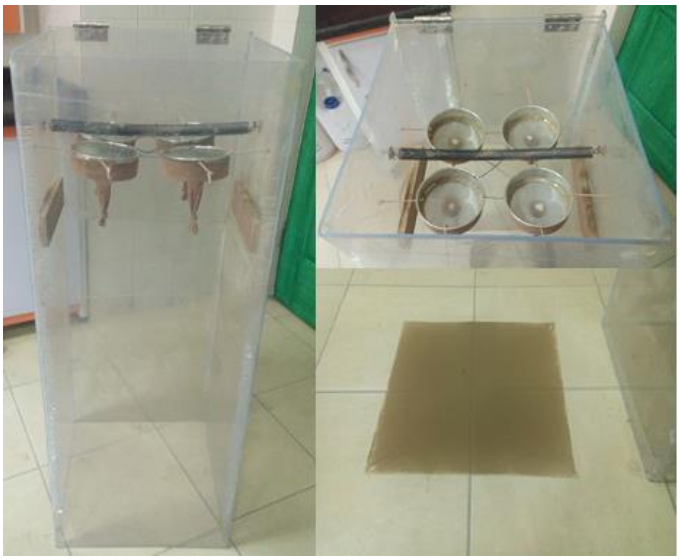
حسب نیاز به صورت یکنواخت و برابر آبیاری شدند و تعداد آنها طی دو عملیات تنک‌سازی به چهار بوته در هر گلدان تقلیل یافت.

پژوهش به‌صورت فاکتوریل (۵ × ۲ × ۳) در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل میزان خاک نشست کرده روی اندام‌هوایی تاتوره (صفر، ۲۰ کیلوگرم در هکتار از طریق اتاقک گرد و خاک‌ساز و ۲۰ کیلوگرم در هکتار از طریق باران گل‌آلود (Aliverdi *et al*. 2020)، فاکتور دوم شامل جریان هوا قبل از سم‌پاشی (صفر و شش کیلومتر در ساعت که به‌ترتیب با خاموش و روشن کردن پنکه خانگی قرار گرفته در فاصله ۱/۵ متری نسبت به گیاهان فراهم شد (Zhou *et al*. 2006) و فاکتور سوم شامل حجم پاشش (۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰، ۴۸۰ و ۶۰۰ لیتر آب در هکتار که به‌ترتیب با استفاده از نازل تک بادبزنه ضد بادبردگی سرامیکی در شماره‌های ۱۱۰۰۱ (نارنجی)، ۱۱۰۰۲ (زرد)، ۱۱۰۰۳ (آبی)، ۱۱۰۰۴ (قرمز) و ۱۱۰۰۵ (قهوه‌ای) فراهم شد). در فشار پاشش سه بار، اندازه قطرات پاشش در نازل نارنجی بین ۱۰۶ تا ۲۳۵ میکرون ولی در سایر نازل‌ها بین ۲۳۶ تا ۳۴۰ میکرون اندازه‌گیری شده است (Magno Jet 2015). در تمامی این تیمارها، مقدار ۱۸۰ گرم کلوپیرالید در هکتار (برابر با ۰/۸ لیتر فرمولاسیون لونترل در هکتار) به‌کار برده شد. علاوه بر این، یک تیمار بدون کاربرد علف‌کش (شاهد) برای انجام مقایسه‌ها در نظر گرفته شد.

روش تهیه خاک برای قرار دادن آن روی اندام‌هوایی تاتوره به این صورت بود که ابتدا نمونه‌ای از خاک مزرعه آموزشی همجوار دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا برداشت، آسیاب و سپس، از ستون الک‌های لرزان آزمایشگاهی به‌ترتیب با مش‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ عبور داده شد. خاک جمع‌آوری شده به‌مدت یک روز در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد درون آون و سپس، درون ظرف درب بسته‌ای نگهداری شد. قطر ذرات خاکی که از الک با مش ۲۰۰ عبور می‌کند کمتر از ۷۵ میکرون است. همان‌طور که در بالا ذکر شد، خاک به دو طریق (اتاقک گرد و خاک‌ساز و باران گل‌آلود) روی اندام هوایی تاتوره قرار داده شد. در روش اول، گلدان‌ها درون اتاقک گرد و خاک ساز قرار داده می‌شدند و خاک تهیه شده بر روی آنها پاشیده می‌شد. طول، عرض و ارتفاع اتاقک گرد و خاک ساز به ترتیب برابر ۴۵، ۴۵ و ۱۲۰ سانتی‌متر بود (شکل ۱). این اتاقک از جنس پلاستیک شفاف با ضخامت جداره پنج میلی‌متری ساخته شده است که دارای چهار الک ۵۰ مشی با قطر دهانه ۱۴ سانتی‌متر است که با سیم مفتول به یکدیگر متصل هستند و از طریق کِش به جداره اتاقک اتصال داده شده‌اند. فنری به طول ۴۵ سانتی‌متر و به قطر دو سانتی‌متر در فاصله سه سانتی‌متری بالاتر از محل نصب الک‌ها به جداره اتاقک نصب است. این اتاقک دارای درب در بخش فوقانی است که امکان ریختن خاک تهیه شده را درون الک‌ها را فراهم می‌سازد. با استفاده از کشیدن طنابی که به مرکز فنر وصل بود و از درب اتاقک عبور داده شده بود، فنر به ارتعاش درآورده می‌شد. ارتعاش فنر باعث ارتعاش الک‌ها می‌شد. در پایین هر الک پارچه نازکی از جنس ریون نصب شده است تا خاک را به‌طور یکنواخت بر روی سطوح علف‌هرز پخش سازد. پس از اتمام عمل گرد و خاک سازی، به‌مدت ۱۵ دقیقه به گرد و خاک فضای داخل اتاقک اجازه داده می‌شد تا بر روی اندام‌های هوایی تاتوره نشست کند. سپس، گیاهان در معرض جریان هوای شدید و یا سمپاشی قرار گرفتند. در روش دوم، گیاهان در معرض ۰/۰۴ میلی‌متر باران گل‌آلود (معادل ۴۰۰ لیتر آب در هکتار) حاوی ۲۰ کیلوگرم خاک تهیه شده در هکتار قرار گرفتند که با استفاده از سمپاش دستی فشاری مجهز به نازل تک بادبزنه ضد بادبردگی سرامیکی ۱۱۰۰۵ در فشار سه بار ایجاد شده بود. در ظاهر، تمام سطوح تاتوره با این بارندگی خیس می‌شد. پس از خشک شدن قطرات این بارندگی مصنوعی بر روی اندام‌های هوایی تاتوره، گیاهان در معرض جریان هوای شدید و یا سم‌پاشی قرار گرفتند. در نهایت، عملیات سمپاشی با استفاده از سم‌پاش دستی فشاری

در فشار سه بار در هوای آزاد بیرون از گلخانه وقتی که بوته‌های تاتوره در مرحله چهار برگی قرار داشتند انجام گرفت.

سه هفته پس از سم‌پاشی، اندام‌های هوایی تاتوره از یک سانتی‌متری سطح خاک برداشت شدند و وزن تر آنها توزین شد. وزن تر هر واحد آزمایشی (گلدان) تقسیم بر تعداد بوته‌های درون آن (چهار بوته) شد تا وزن تر تک بوته به‌دست آید. در نهایت، درصد وزن تر تک بوته در هر تیمار نسبت به وزن تر تک بوته در تیمار شاهد محاسبه و در تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد. در واقع، کاهش بیشتر وزن تر نمایان‌گر کارایی بیشتر علف‌کش است (Norris *et al.* 2001). پس از اطمینان از اینکه داده‌ها از توزیع نرمال برخور دارند (آزمون شاپیرو–ویلک> ۰/۹۷)، تجزیه واریانس آنها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد از یکدیگر جدا شدند.



شکل ۱ اتاقک گرد و خاک‌ساز مورد استفاده و نمایی از توزیع یکنواخت گرد و خاک بر روی سطح زمین

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که وزن تر تاتوره تحت تأثیر اثرات ساده، دوگانه و سه‌گانه عوامل مورد بررسی (حجم پاشش، میزان خاک روی اندام هوایی و جریان هوا قبل از سمپاشی) قرار گرفت (جدول ۱).

در شرایط عدم‌حضور خاک روی اندام‌هوایی تاتوره، بهترین کارایی کلوپیرالید (بیش از ۹۴ درصد کنترل) در تیمار حجم پاشش ۱۲۰ لیتر در هکتار به‌دست آمد. در همین شرایط، با افزایش حجم پاشش وزن تر اندام‌هوایی تاتوره افزایش نشان داد، که نشان دهنده کاهش کارایی کلوپیرالید است. وجود یا عدم‌وجود جریان هوا قبل از سم‌پاشی تأثیری بر رابطه مذکور نداشت (جدول ۲). کاهش کارایی کلوپیرالید با افزایش حجم پاشش از ۱۲۰ به ۲۴۰ لیتر در هکتار را می‌توان به اندازه قطرات پاشش ارتباط داد. حجم پاشش ۱۲۰ لیتر در هکتار به‌وسیله نازل نارنجی (۱۱۰۰۱) که اندازه قطرات پاشش آن بین ۱۰۶ تا ۲۳۵ میکرون است ایجاد شد؛ درحالی که، حجم پاشش ۲۴۰ لیتر در هکتار به‌وسیله نازل زرد (۱۱۰۰۲) که اندازه قطرات پاشش آن بین ۲۳۶ تا ۳۴۰ میکرون است، ایجاد شد. از این نتایج می‌توان به این رابطه رسید که با افزایش اندازه قطرات پاشش از کارایی کلوپیرالید علیه تاتوره کاسته می‌شود. در تحقیقات گذشته، محققان به وجود رابطه‌ای منفی بین کارایی علف‌کش‌های گلایفوسیت (گروه G) (Kogan and Zuniga 2001; Zhou

(Butts *et al*. 2018) (H گلوفوسینات (گروه ،*et al*. 2006)، دایکامبا (گروه O) (Meyer *et al*. 2016; Butts *et al*. 2018)، توفوردی (گروه O) (Lesnik *et al*. 2012)، توفورفایوتی، امسی‌پی‌اِ، مکوپروپ و تری‌کلوپیر (گروه O) (Knoche 1994) با اندازه قطرات علیه علف‌های هرز پهن‌برگ اذعان داشته‌اند که علت آن‌را نشست بهتر قطرات کوچک‌تر در مقایسه با قطرات درشت‌تر بر روی سطح برگ دانسته‌اند که سبب پوشاندن سطح بیش‌تری از آن می‌شود. مک‌مولان (McMullan 2000) بیان داشت که میزان انرژی جنبشی قطره را اندازه و مجذور سرعت آن تعیین می‌کند. قطرات بزرگ‌تر به دلیل انرژی جنبشی بیشتر ناشی از بالا بودن سرعت و اندازه آنها، با احتمال بیش‌تری از روی شاخ و برگ پس از برخورد سقوط می‌کنند و باعث اتلاف ماده مؤثره علف‌کش می‌شوند. اگرچه اندازه قطرات پاشش در نازل‌های زرد الی قهوه‌ای برابر است (بین ۲۳۶ تا ۳۴۰ میکرون)، اما همچنان رابطه منفی بین حجم پاشش با کارایی کلوپیرالید برقرار است. لذا، کاهش کارایی کلوپیرالید با افزایش حجم پاشش از ۲۴۰ الی ۶۰۰ لیتر در هکتار را می‌توان به رقیق شدن نشست علف‌کش ارتباط داد. رقیق شدن قطرات پاشش علف‌کش در مورد علف‌کش‌های نفوذی سبب کاهش ولی در مورد علف‌کش‌های تماسی سبب افزایش کارایی آنها می‌شود (Butts *et al*. 2018).

جدول ۱ تجزیه واریانس اثرات ساده سه عامل مورد بررسی و اثرات آنها

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
الف) میزان خاک روی اندام‌هوایی	۲	۱۲۹۱۳/۲ **
ب) جریان هوا قبل از سمپاشی	۱	۱۴۸۴/۰ **
ج) حجم پاشش	۴	۱۳۲۰/۸ **
الف × ب	۲	۱۱۲۴/۶ **
الف × ج	۸	۱۵۲۸/۳ **
ب × ج	۴	۱۹۰/۷ **
الف × ب × ج	۸	۱۸۳/۵ **
خطا	۹۰	۱۹/۶
کل	۱۱۹	–
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۲

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

در شرایط عدم‌جریان هوا قبل از سم‌پاشی، در تمامی سطوح حجم پاشش، حضور خاک روی اندام‌هوایی تاتوره به‌طور معنی‌داری سبب افزایش وزن تر شد (جدول ۲). در حجم پاشش ۱۲۰ لیتر در هکتار، حضور خاک روی اندام‌هوایی تاتوره چه از طریق اتاقک گرد و خاک‌ساز و چه از طریق باران گل‌آلود تقریباً به میزان برابر سبب کاهش کارایی کلوپیرالید از تقریباً ۹۴ به ۲۵ درصد کنترل شد. به‌جز در مورد حجم پاشش ۱۲۰ لیتر در هکتار، در تمامی حجم‌های پاشش، اثر منفی حضور خاک از طریق باران گل‌آلود بیشتر از حضور همان میزان خاک از طریق اتاقک گرد و خاک‌ساز بود. این نتیجه می‌تواند به این دلیل باشد که خاک نشسته کرده از طریق باران گل‌آلود به طور محکم به برگ‌های تاتوره می‌چسبد و تحت تأثیر ضربات قطرات پاشش قرار نمی‌گیرد (مشاهدات شخصی) ولی خاک نشست کرده از طریق اتاقک گرد و خاک‌ساز تا حدودی می‌تواند در معرض ضربات قطرات پاشش قرار گیرد و سقوط کند. بهترین کارایی کلوپیرالید در شرایط حضور خاک روی اندام‌هوایی تاتوره از طریق اتاقک گرد و خاک‌ساز (۷۱ درصد کنترل) و باران گل‌آلود (۶۲ درصد کنترل) در تیمار حجم پاشش ۶۰۰ لیتر در هکتار به‌دست آمد. این نتایج نشان داد که در شرایط حضور خاک روی اندام‌هوایی تاتوره، با افزایش حجم پاشش وزن تر اندام‌هوایی تاتوره کاهش نشان داد، که نشان‌دهنده افزایش کارایی کلوپیرالید است. به عبارتی دیگر، با افزایش حجم پاشش کارایی کلوپیرالید افزایش یافت. نتایج این پژوهش در حمایت از نتایج پژوهش قبلی با گلایفوسیت است (Zhou *et al*. 2006). آنها نیز گزارش کرده‌اند که رابطه بین حجم پاشش و کارایی گلایفوسیت بستگی به حضور یا عدم‌حضور گرد و خاک بر روی برگ‌های تاجریزی سیاه دارد. به‌طوری که در شرایط عدم‌حضور گرد و خاک، این رابطه منفی ولی در شرایط حضور گرد و خاک، این رابطه مثبت است. نتیجه مشابهی در پژوهش قبلی ما با برخی از علف‌کش‌های تماسی نیز به‌دست آمده بود (Aliverdi *et al*. 2020).

نتایج نشان داد که اعمال جریان هوا در قبل از سم‌پاشی تأثیری در کاهش اثر منفی خاک نشست کرده بر روی اندام‌هوایی تاتوره از طریق باران گل‌آلود بر کارایی کلوپیرالید نداشت. برعکس، اعمال جریان هوا قبل از سم‌پاشی فقط در شرایطی مفید بود که منشاء خاک نشست کرده روی اندام‌هوایی تاتوره از طریق اتاقک گرد و خاک ساز بود (جدول ۲) و نتیجه مثبت اعمال جریان هوا در هر سطحی از حجم پاشش به‌طور معنی‌داری قابل رویت بود. در شرایط حضور خاک روی اندام هوایی از طریق اتاقک گرد و خاک ساز، تیمار اعمال جریان هوا قبل از سم‌پاشی به همراه حجم پاشش ۶۰۰ لیتر آب در هکتار توانست بهترین کارایی کلوپیرالید علیه تاتوره (۸۹ درصد کنترل) را رقم بزند. همان‌طور که پیش از این بیان شد، خاک نشست کرده از طریق باران گل‌آلود به‌طور محکم به برگ‌های تاتوره می‌چسبد. از اینرو، جریان هوا نمی‌تواند سبب ریزش آن شود. در حالی که خاک نشسته کرده از طریق اتاقک گرد و خاک‌ساز به‌طور سست بر روی برگ‌های تاتوره قرار می‌گیرد. از این‌رو، جریان هوا تا حدود زیادی سبب ریزش آن شود. لذا، از افت کارایی علف‌کش کاسته می‌شود. ریزش گرد و خاک نشست کرده بر روی تاج‌ریزی سیاه با اعمال جریان هوا و تأثیر این عمل بر کارایی گلایفوسیت قبلاً نیز گزارش شده است (Zhou *et al*. 2006).

جدول ۲ تأثیر میزان خاک نشست کرده روی اندام‌هوایی تاتوره از طریق اتاقک گرد و خاک‌ساز و باران گل‌آلود

جریان هوا قبل از سم‌پاشی (کیلومتر در ساعت)	حجم پاشش (لیتر آب در هکتار)	میزان خاک روی اندام‌هوایی تاتوره (کیلوگرم در هکتار)		
		صفر	۲۰ (اتاقک گرد و خاک‌ساز)	۲۰ (باران گل‌آلود)
صفر	۱۲۰	۶/۲ m	۷۷/۶ a	۷۵/۵ ab
	۲۴۰	۱۳/۱ l	۵۳/۲ d	۶۶/۳ c
	۳۶۰	۱۵/۳ kl	۳۹/۸ fg	۴۵/۵ e
	۴۸۰	۲۵/۰ hij	۲۹/۹ gh	۴۳/۱ e
	۶۰۰	۳۲/۱ gh	۲۹/۰ ghi	۳۸/۱ f
۶	۱۲۰	۴/۴ m	۴۶/۳ e	۷۳/۶ ab
	۲۴۰	۱۲/۳ l	۳۴/۹ fg	۶۷/۹ c
	۳۶۰	۹/۸ lm	۲۱/۴ jk	۴۳/۶ e
	۴۸۰	۲۲/۸ ij	۱۸/۷ jk	۳۸/۴ ef
	۶۰۰	۳۴/۹ fg	۱۱/۲ l	۳۹/۲ f

از نظر آماری، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

نتیجه گیری

در شرایط عدم‌حضور خاک روی اندام هوایی علف هرز، حجم پاشش کم‌تر برای کاربرد کلوپیرالید توصیه می‌شود. برعکس، در شرایط حضور خاک روی اندام‌هوایی علف هرز، حجم پاشش بیش‌تر برای کاربرد کلوپیرالید توصیه می‌شود. اعمال جریان هوا قبل از سم‌پاشی فقط در شرایطی مفید واقع می‌شود که منشاء خاک نشست کرده روی اندام هوایی علف‌هرز از طریق گرد و خاک باشد، نه از طریق باران گل‌آلود. در شرایط گرد و خاک، مناسب‌ترین روش برای رفع اثر منفی خاک نشست کرده روی اندام‌هوایی علف‌هرز بر کارایی کلوپیرالید اعمال جریان هوای شدید قبل از سم‌پاشی به همراه استفاده از حجم‌های پاشش بیشتر است.

منابع مورد استفاده

References

Aliverdi A, Ahmadvand G. Tank-mix adjuvants to reduce the adverse effect of muddy rain on the activity of paraquat against winter wild oat. Crop Protection. 2020; 128: 105013.

Aliverdi A, Ganbari A, Rashed-Mohassel MH, Nassiri-Mahallati M, Zand E. Overcoming the antagonistic effect from spray carrier minerals on imazethapyr activity. Agronomy Journal. 2014; 106(5): 1569-1573.

Aliverdi A, Karami S, Ahmadvand G. The Effect of adjuvant mepiquat and spray volume on the adverse effect of dust on non-selective contact herbicides' efficacy on winter wild oat. Iranian Journal of Weed Science. 2020; Articles in Press. https://ijws.areeo.ac.ir/article_121538_en.html (In Persian, abstract in English)

Butts TR, Samples CA, Franca LX, Dodds DM, Reynolds DB, Adams JW, Zollinger RK, Howatt KA, Fritz BK, Clint HW, Kruger GR. Spray droplet size and carrier volume effect on dicamba and glufosinate efficacy. Pest Management Science. 2018; 74: 2020-2029.

Damanakis M, Drennan DSH, Fryer JD, Holly K. The effect of soil dust and tap water on the toxicity of paraquat applications to leaves. Weed Research. 1970; 10: 378–381.

FAO. 2018. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (accessed 12 Apr. 2020)

Izadi-Darbandi E, Aliverdi A, Anabestani M, Shamsabadi A. Adjuvants to improve phenmedipham+ desmedipham+ ethofumesate efficacy against weeds in sugar beet (*Beta vulgaris*). Planta Daninha. 2019; 37: e019185430.

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

Kogan M, Zuniga M. Dew and spray volume effect on glyphosate efficacy. Weed Technology. 2001; 15: 590-593.

Lesnik M, Kramberger B, Vajs S. The effects of drift-reducing nozzles on herbicide efficacy and maize (*Zea mays* L.) yield. Zemdirbyste. 2012; 99: 371-378.

Magno Jet. 2015. Product Catalogue. http://www.magnojet.com.br/produtos (accessed 12 Apr. 2020)

Mc Mullan PM. Utility adjuvants. Weed Technology. 2000; 14(4): 792-797.

Meyer CJ, Norsworthy JK, Kruger GR, Barber TL. Effect of nozzle selection and spray volume on droplet size and efficacy of Engenia tank-mix combinations. Weed Technology. 2016; 30: 377-390.

Naghib- Alsadati M, Babaei S, Tahmasebi I, Kiani H. Evaluation of airborne dust effect on the efficiency of Atlantis OD, clodinafop propargyl and 2,4-D+M CPA herbicides on weed control in wheat. Iranian Journal of Field Crop Science. 2020; 50(4): 1-11. (In Persian, abstract in English)

Nosratti I, Saeidi M, Barbastegan H, Jalali-Honarmand S, Ghobadi M. Effect of airborne particles on herbicides efficiency for control of corn (*Zea mays*) weeds in Kermanshah region. Research in Crop Ecosystems. 2016; 3: 55-66. (in Persian, abstract in English)

Norris JL, Shaw DR, Snipes CE. Weed control from herbicide combinations with three formulations of glyphosate. Weed Technology. 2001;15(3):552-8.

Rezayee- Banafshe M, Sarafroozeh F, Jalali T. The Study of daily extreme temperature and precipitation in Urmia Lake basin. Journal of Geography and Regional Planning. 2012; 16: 43-74. (in Persian, abstract in English)

Rytwo G, Tropp D. Improved efficiency of a divalent herbicide in the presence of clay, by addition of monovalent organocations. Applied Clay Science. 2001; 18: 327-333.

Shahbazi T, Saeedi M, Nosrati I, Jalai-Honarmand S. Evaluation of the effect of airborne particles on herbicides efficiency on weed control in wheat (*Tritucum aestivum*). Research in Crop Ecosystems. 2015; 2: 63-72. (In Persian, abstract in English)

Shahsavani A, Yarahmadi M, Mesdaghinia A, Younesian M, Jaafarzadeh-Haghighifard N, Naimabadi A, Salesi M, Naddafi K. Analysis of dust storms entering Iran with emphasis on Khuzestan province. Hakim Research Journal. 2012; 15: 192-202. (In Persian, abstract in English)

Zand E, Baghestani MA. Weed Resistance to Herbicide. Jihad-e-Daneshgahi Press. Mashhad. 2002. pp. 176. (in Persian)

Zand E, Nezamabadi N, Baghestani MA, Shimi P, Mousavi SK. A guide to chemical control of weeds in Iran. Jihad-e-Daneshgahi Press. Mashhad. 2019. pp. 154. (In Persian)

Zhou J, Tao B, Messersmith CG. Soil dust reduces glyphosate efficacy. Weed Science. 2006; 54: 1132-1136.