نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۴۸۱-۴۷۴

Journal of Plant Protection
Vol. 28, No. 4, Winter 2015, P. 474-481

تأثیر کدورت آب مخزن سمپاش بر کارآیی مدیریت شیمیایی علف‌های هرز سوروف [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.] و گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medicus.) در شرایط گلخانه‌ای

کمال حاج محمدنیا قالی باف[1*]- محمدحسن راشد محصل[2]- مهدی نصیری محلاتی[3]- اسکندر زند[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۳/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۰۷

چکیده

تأثیر کدورت آب مخزن سمپاش در کارآیی علف‌کش‌های گلیفوسیت (Roundup®, 41% SL) و نیکوسولفورون (Cruse®, 4% SC) روی علف‌های هرز سوروف و گاوپنبه به صورت آزمایش فاکتوریل ۶×۲ و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تکرار (به انضمام ۶ گلدان شاهد) برای هر علف‌هرز طی سال‌های ۸۹-۱۳۸۸ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل کدورت آب در شش سطح (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ قسمت در میلیون ذرات خاک غربال شده شامل ۳۱/۷ درصد رس در آب دیونیزه (w/v)) و دو علف‌کش گلیفوسیت و نیکوسولفورون بودند. یک آزمایش مقدماتی دُز- پاسخ برای تخمین دُزهای ED_{50} علف‌کش‌ها در گلخانه انجام شد. محلول علف‌کش‌های گلیفوسیت و نیکوسولفورون به صورت پس رویشی در مرحله ۳ تا ۴ برگی علف‌های هرز با توجه به شاخص ED_{50} به دست آمده از آزمایش اولیه (به ترتیب ۱۵۸ و ۲۲ گرم ماده مؤثره در هکتار) در حجم سمپاشی ۲۵۰ لیتر در هکتار اعمال شدند. اضافه شدن ذرات خاک (کدورت) به داخل مخزن سمپاش به شکل معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) کارآیی علف‌کش‌ها را کاهش داد. بدین صورت که بقاء، ارتفاع بوته، سطح برگ و زیست توده علف‌های هرز (درصد شاهد) افزایش یافتند. کدورت آب در مخزن علف‌کش گلیفوسیت بیش از علف‌کش نیکوسولفورون روی سوروف تأثیر بازدارندگی داشت، اما برای گاوپنبه نتیجه معکوس بود. به طورکلی، نتایج این آزمایش اهمیت کدورت آب مخزن سمپاش بر کارآیی علف کش‌ها را مورد تأکید قرار داد.

واژه‌های کلیدی: ذرات خاک، شاخص ED_{50}، کارآیی علف‌کش، کدورت آب

مقدمه

از جمله عوامل مؤثر بر جذب، انتقال و کارآیی علف‌کش‌ها می‌توان به خصوصیات مورفولوژیکی گیاه نظیر جهت‌گیری برگ، شکل برگ، اندازه برگ، ضخامت کوتیکول برگ و کرک‌دار بودن برگ؛ خصوصیات فیزیولوژیکی مانند مرحله رشد گیاه و میزان شادابی آن؛ عوامل محیطی از قبیل بارندگی پس از سمپاشی، رطوبت نسبی، باد، دما و کیفیت آب مورد استفاده در سمپاشی اشاره کرد (۵). در این خصوص از عوامل کیفی آب مخزن سمپاش که بر جذب و انتقال برخی علف‌کش‌ها تأثیر می‌گذارند می‌توان به سختی آب، pH، میزان یون‌های کربنات و بی‌کربنات و کدورت آب اشاره داشت (۱۰، ۱۷ و ۲۱). برای نمونه، بالا بودن سختی (به ویژه عناصر کلسیم و منیزیم)، اسیدیته بالا، بی‌کربنات‌ها و کدورت آب برخی از نقاط کشور باعث کاهش معنی‌دار کارآیی برخی علف‌کش‌ها و در نتیجه افزایش مصرف آن‌ها شده است (۲).

تیرگی یا کدورت آب به دلیل وجود مواد معلقی از قبیل رس، سیلت، موادآلی و غیرآلی نرم، ترکیبات آلی رنگی، جلبک‌ها و سایر مواد آلی است. وجود میکروارگانیسم‌ها، شن، مواد آلی طبیعی و برخی فلزات نیز باعث کدورت آب می‌شود (۲۳). گرفتگی نازل‌های سمپاش که مانعی در برابر پاشش یکنواخت سم در مزرعه محسوب می‌شود نیز در کاربرد آب‌های تیره حاوی ذرات معلق، گزارش شده است (۱۲).

رابطه بین خصوصیات ذرات خاک و جذب سطحی علف‌کش توسط برخی محققین مورد بررسی قرار گرفته است (۹ و ۱۸). نوع رس و مقدار آن (بر اساس آزمایشات کانی شناسی)، نسبت مواد آلی،

۱، ۲، ۳- به ترتیب کارشناس ارشد آموزشی و استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: hajmohamadnia@staff.um.ac.ir)
۴- استاد پژوهش مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی ایران

pH و ظرفیت تبادل کاتیونی از عوامل مهمی هستند که می‌توانند بر جذب علف‌کش‌ها مؤثر باشند (۱۸). تنها راه حل مناسب برای فائق آمدن بر این مشکلات، استفاده کردن از منابع آب شفاف و زلال برای پاشش علف‌کش است (۳۰).

گلیفوسیت (Roundup®) به عنوان یک علف‌کش عمومی و نیکوسولفورون (Cruse®) به صورت علف‌کشی انتخابی، از جمله علف‌کش‌های محلول در آب و متعلق به دو خانواده متفاوت شیمیایی می‌باشند که به صورت پس رویشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین، به نظر می‌رسد کیفیت آب مخزن سمپاش بتواند کارآیی این علف‌کش‌ها را تحت تأثیر قرار دهد (۳۲).

سوروف [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.] گیاهی باریک برگ با خصوصیاتی نظیر تولید بذر زیاد، خواب بذر، توانایی رشد سریع و گلدهی در طیف وسیعی از فتوپریود می‌باشد (۲۶) که به عنوان یکی از علف‌های هرز مهم در محصولات زراعی آبی تابستانه مختلف و هم‌چنین باغات کشور مطرح است (۶). گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medicus.) نیز گیاهی پهن برگ با کرک‌های زیاد است که کنترل آن به خاطر تولید بذر زیاد با پوسته سخت و ظهور گیاهچه‌ها در سراسر فصل رشد (حتی پس از انجام عملیات کنترل استاندارد) مشکل می‌باشد (۱۳). بوته‌های این علف هرز به خیلی از علف‌کش‌های موجود متحمل هستند (۳۷). گاوپنبه به عنوان علف هرز مهم مزارع سویا، پنبه، ذرت، دانه‌های روغنی، چغندرقند، توتون، حبوبات و گاهی باغات محسوب شده و معمولاً در مزارع محصولات ردیفی ایجاد مزاحمت می‌کند (۲۸).

با توجه به این‌که آب به عنوان اولین حامل در کاربرد اکثر علف‌کش‌ها مطرح است و معمولا بیش از ۹۹ درصد محلول سمپاشی را شامل می‌شود، به نظر می‌رسد که حضور ذرات معلق خاک در مخزن سمپاشی، اثرات قابل توجهی در کارآیی علف‌کش‌های محلول در آب داشته باشد و بتواند در بهبود برنامه‌های مدیریت شیمیایی علف‌های هرز مفید واقع شود (۵ و ۱۵).

بنابراین، آزمایش حاضر با هدف مطالعه تأثیر ذرات معلق خاک (کدورت) در مخزن سمپاشی روی کارآیی علف‌کش‌های گلیفوسیت و نیکوسولفورون در کنترل علف‌های هرز سوروف و گاوپنبه در شرایط گلخانه‌ای طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

بذور علف هرز سوروف و گاوپنبه در سال ۱۳۸۸ از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد جمع‌آوری شد. جهت بهبود جوانه زنی، بذور سوروف بعد از خراش دهی پوشش بذر با سمباده (۳۴)، به مدت ۳ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۱ درصد قرار گرفتند و سپس دو بار با آب مقطر شستشو داده شدند. بذور علف‌هرز گاوپنبه نیز در آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه قرار گرفتند و سپس دو بار با آب مقطر شستشو داده شده و در دمای آزمایشگاه خنک شدند (۳۳). بذور علف‌های هرز پس از انجام تیمار مذکور روی کاغذ صافی در داخل پتری دیش قرار داده شدند تا در دمای آزمایشگاه جوانه بزنند. با انجام تیمارهای مذکور، جوانه‌زنی بذور سوروف و گاوپنبه به بیش از ۹۰ درصد رسید.

گلدان‌هایی به قطر ۱۵ سانتی‌متر و عمق ۲۰ سانتی‌متر انتخاب شدند و با خاک مناسب (۱ قسمت ماسه، ۲ قسمت خاک مزرعه و ۱ قسمت خاکبرگ) پر شدند. برای یکنواختی بوته‌ها، تعداد ۸ بذر جوانه‌دار علف هرز در عمق مناسب گلدان نشاء شده و بعد از سبز شدن، در مرحله یک برگ حقیقی به ۵ بوته تنک شدند. گلدان‌ها در گلخانه در شرایط ۱۶ ساعت روشنایی با نور طبیعی و تکمیلی (به کمک لامپ بخار سدیم) در دمای ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد، و ۸ ساعت تاریکی (دمای ۱۶ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. آبیاری نیز بر حسب نیاز گیاه و از زیر گلدان‌ها انجام می‌گرفت.

آزمایش کدورت آب سمپاش نیز در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی به صورت فاکتوریل ۶×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تکرار انجام شد. در این آزمایش ۶ سطح کدورت آب با توزیع مقادیر صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ قسمت در میلیون ذرات خاک غربال شده در آب دیونیزه (w/v) به عنوان حلال علف کش‌های گلیفوسیت و نیکوسولفورون در تیمار جداگانه علف‌های هرز سوروف و گاوپنبه مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱- برخی خصوصیات ظاهری و فیزیکوشیمیایی نمونه خاک مورد استفاده در آزمایش کدورت

کلاس بافتی	Sand (درصد)	Silt (درصد)	Clay (درصد)	OC (درصد)	CEC (سانتی مول بر کیلوگرم)	pH	EC (دسی زیمنس بر متر)
[1]SiCL	۱۷/۳	۵۱	۳۱/۷	۴/۰۱	۶۲	۶/۵	۲/۱۴

1- Silty clay loam

سعی بر این بود تا نمونه خاک مورد استفاده در این آزمایش حتی المقدور از درصد مواد آلی و رس بیشتری برخوردار باشد. بنابراین، چند نمونه خاک مرکب از عمق ۰ تا ۷ سانتی‌متری از مناطق مختلف تهیه گردید. نمونه‌های خاک در معرض هوا خشک شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. سپس جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه خاک شناسی منتقل شدند. نمونه خاک منتخب، از مش‌هایی به شماره‌های ۷۰، ۱۰۰، ۱۴۰ و ۳۲۵ که به ترتیب دارای قطر روزنه ۰/۲۱۲، ۰/۱۵۰، ۰/۱۰۶ و ۰/۰۴۵ میلی متر بودند عبور داده شد تا ضمن افزایش درصد ذرات ریزتر، از توزیع یکنواخت تری نیز در محلول آب دیونیزه برای سمپاشی علف‌کش برخوردار شود.

کلاس بافتی و مقدار رس نمونه خاک بعد از آهک‌زدایی به روش هیدرومتری (۱۶)، pH در گل اشباع، هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از جایگزینی با استات سدیم (pH برابر ۷) به روش باور (۲۹)، کربن آلی خاک به روش والکلی و بلاک (۳۶)، سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فوتومتر (Flame photometer)، کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون با ورسین، و کلر به روش تیتراسیون با نیترات نقره (۲۲) تعیین گردید. در آخر نیز برای مشخص شدن نوع و مقدار رس در نمونه خاک مورد آزمایش، مطالعات کانی شناسی با ترسیم دیفراکتوگرام حاصل از اشعه ایکس (XRD)[1] به روش کیتریک و هوپ (۲۴) انجام شد. تفسیر کیفی الگوهای XRD، شامل شناسایی گونه‌های کریستالی از روی ردیف پیک‌های حاصل از نمونه می‌باشد. شناسایی ممکن است از روی مقایسه مستقیم الگوی XRD نمونه ناشناخته با الگوی XRD نمونه شناخته شده صورت گرفته و یا از روی اندازه‌گیری فاصله تفرق (*d001*) و مقایسه آن‌ها با فواصل شناخته شده کانی‌های استاندارد صورت بگیرد. به عنوان مثال، فاصله تفرق تقریبی $14\ A^{\circ}$ حاصل از نمونه منیزیم‌دار هوا خشک، ممکن است توسط اسمکتایت، ورمیکولایت، کلرایت یا مخلوطی از این‌ها ایجاد شود. نمونه حل شده در گلیسرول اجازه شناسایی اسمکتایت را می‌دهد. اشباع سازی با پتاسیم نیز اجازه تشخیص ورمیکولایت از کلرایت را می‌دهد (۲۹). خصوصیات نمونه خاک مورد استفاده در آزمایش کدورت در جدول ۱ آمده است.

محلول علف‌کش‌ها به صورت پس رویشی در مرحله ۳ تا ۴ برگی علف‌های هرز (۳۵) با توجه به شاخص ED_{50} علف‌کش‌های گلیفوسیت و نیکوسولفورون حاصل از آزمایش مقدماتی (به ترتیب ۱۵۸ و ۲۲ گرم ماده مؤثره در هکتار) (۱)، توسط سمپاش متحرک ریلی مدل MATABI با نازل بادبزنی ۸۰۰۱ و میزان خروجی ۲۵۰ لیتر در هکتار و با فشار پاشش kPa ۲۰۰ اعمال شدند. هم‌چنین برای هیچ یک از علف‌کش‌ها از مویان استفاده نشد. ۶ گلدان از هر علف‌هرز نیز به عنوان شاهد (بدون سمپاشی) منظور شدند.

در هفته چهارم پس از سمپاشی، تعداد گیاه زنده باقی مانده در هر گلدان یادداشت شده و به صورت درصدی از کل گیاهان داخل گلدان (تعیین درصد بقاء) به صورت زیر محاسبه شدند (معادله ۱).

(۱)

۱۰۰× (تعداد بوته اولیه در هر گلدان/ تعداد گیاهان زنده مانده چهارهفته پس از سمپاشی) = درصد بقاء

ارتفاع بوته، سطح برگ (به کمک دستگاه LAM شرکت ΔT) و هم‌چنین وزن خشک بخش هوایی تک بوته علف‌های هرز (با برداشت بخش هوایی گیاه از سطح خاک گلدان و خشک کردن نمونه‌ها در آون دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت و توزین با ترازوی دقیق ۰/۰۰۱ گرم) نیز در پایان هفته چهارم نسبت به شاهد (درصد شاهد) سنجیده شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به تغییرات درصد بقاء، ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک اندام های هوایی علف‌های هرز (درصد شاهد) از تجزیه واریانس توسط نرم افزار MSTATC استفاده شد. رسم گراف‌ها به کمک نرم افزارهای EXCEL 2007 و SLIDWRITE 2.0 صورت گرفت. برای انجام مقایسات میانگین صفات مذکور نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

علف هرز سوروف

کوتولگی، زردی برگ‌ها، پیچیدگی غلاف برگ از قاعده و بافت مردگی تدریجی از نشانه‌های مشابه خسارت این علف‌کش‌ها روی علف هرز سوروف بود (۳۱ و ۳۸). تغییرات کدورت آب حاصل از مقادیر مختلف ذرات خاک معلق در محلول علف‌کش‌ها، کارآیی آن‌ها را در کنترل علف هرز سوروف به شکل معنی داری ($P\leq$۰/۰۱) تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲).

منابع طبیعی آب به ویژه رودخانه‌ها، چاه‌ها و سدها، با داشتن گل و لای زیاد (ذرات معلق خاک یا مواد آلی) می‌توانند اثرات نامطلوبی بر کارایی آفت کش‌ها بگذارند. چرا که با استفاده از این آب‌های نامناسب در مخزن سمپاش، پیوند بین بارهای الکتریکی موجود در سطوح کلوئیدهای ذرات معلق خاک با مولکول‌های بعضی حشره‌کش‌ها و علف‌کش‌های پس رویشی ایجاد شده و در نتیجه کارآیی آن ها را کاهش می‌دهند (۱۴).

1- X-ray diffraction

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده علف هرز سوروف در پاسخ به تغییرات کدورت آب به عنوان حلال علف کش‌های گلیفوسیت و نیکوسولفورون در شرایط گلخانه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات[1]			
		بقاء (درصد)	ارتفاع بوته (درصد از شاهد)	سطح برگ (درصد از شاهد)	وزن خشک اندام هوایی (درصد از شاهد)
نوع علف کش	۱	۲۴۵۰/۰۰ **	۵۵۳۰/۱۹ **	۹۱۸۶/۰۰ **	۱۲۶۹۷/۵۴ **
کدورت آب	۵	۱۱۷۷۸/۸۹ **	۶۷۷۱/۱۳ **	۵۱۴۵/۷۴ **	۶۸۴۵/۵۱ **
نوع علف کش × کدورت آب	۵	۵۰/۰۰ ns	۱۴۲/۳۴ **	۸۷/۰۲ **	۸۳۹/۵۷ **
خطای آزمایش	۶۰	۴۰/۲۸	۳۳/۰۷	۴/۱۷	۱۳۱/۴۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۲۵	۸/۹۵	۲/۹۴	۱۲/۷۲

۱-*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی‌دار.

جدول ۳- اثرات متقابل نوع علف کش × کدورت آب در مخزن سمپاش بر میانگین صفات اندازه‌گیری شده علف‌های هرز در شرایط گلخانه

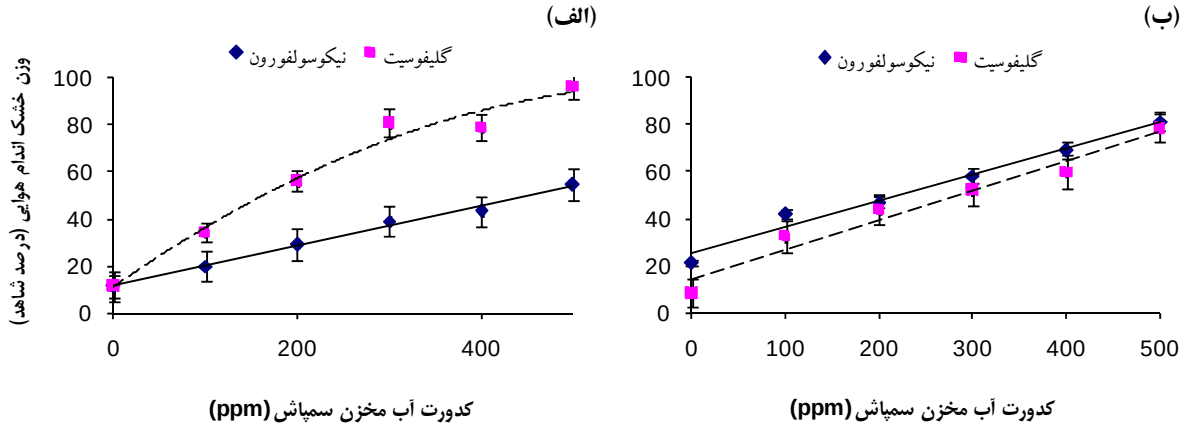
نوع علف کش /کدورت آب (قسمت در میلیون)	بقاء (درصد)		ارتفاع بوته (درصد از شاهد)		سطح برگ (درصد از شاهد)		وزن خشک اندام هوایی (درصد از شاهد)	
	سوروف	گاوپنبه	سوروف	گاوپنبه	سوروف	گاوپنبه	سوروف	گاوپنبه
گلیفوسیت								
۰	۸/۳۳	f ۲۳/۳۳ [1]	g ۳۴/۷۴	h ۲۰/۳۲	h ۴۳/۲۲	h ۴۵/۵۴	e ۱۱/۴۰	k ۸/۳۲
۱۰۰	۴۶/۶۷	e ۵۰/۰۰	ef ۶۱/۹۷	f ۴۲/۶۸	f ۶۵/۰۸	g ۵۷/۵۸	cd ۳۴/۳۶	i ۳۲/۴۴
۲۰۰	۶۰/۰۰	c ۸۶/۶۷	cd ۷۵/۱۲	de ۶۴/۶۳	c ۸۳/۶۱	d ۷۳/۸۵	b ۵۶/۱۹	g ۴۳/۹۸
۳۰۰	۷۳/۳۳	abc ۹۶/۶۷	bc ۷۸/۸۷	bc ۷۵/۲۰	b ۹۴/۳۲	c ۸۲/۵۴	a ۸۰/۸۴	e ۵۲/۱۳
۴۰۰	۸۶/۶۷	a ۱۰۰/۰۰	b ۸۷/۳۲	abc ۷۸/۰۵	a ۹۸/۹۹	a ۹۸/۹۳	a ۷۸/۸۵	d ۵۹/۸۶
۵۰۰	۹۸/۳۳	a ۱۰۰/۰۰	a ۱۰۰/۰۰	a ۸۶/۵۸	a ۱۰۰/۰۰	a ۱۰۰/۰۰	a ۹۶/۳۱	b ۷۸/۵۸
نیکوسولفورون								
۰	۰/۰۰	de ۵۸/۳۳	h ۱۸/۷۸	g ۲۹/۲۷	j ۳۱/۱۴	f ۶۲/۴۸	e ۱۱/۶۴	j ۲۱/۲۳
۱۰۰	۳۸/۳۳	d ۶۱/۶۷	g ۳۲/۸۶	f ۴۷/۹۷	i ۳۹/۰۶	e ۷۰/۸۵	de ۲۰/۱۱	h ۴۲/۱۵
۲۰۰	۴۸/۳۳	bc ۸۸/۳۳	f ۵۴/۴۶	e ۵۸/۹۴	g ۶۰/۴۳	d ۷۶/۵۶	cde ۲۹/۳۴	f ۴۶/۹۰
۳۰۰	۵۶/۶۷	abc ۹۰/۰۰	de ۶۶/۶۷	cd ۷۲/۳۶	f ۶۷/۷۰	b ۹۴/۷۵	bc ۳۹/۰۳	d ۵۸/۲۹
۴۰۰	۷۰/۰۰	ab ۹۸/۳۳	c ۷۷/۷۰	bc ۷۵/۶۱	e ۷۳/۸۹	a ۹۹/۹۲	bc ۴۳/۵۴	c ۶۹/۲۰
۵۰۰	۹۰/۰۰	a ۱۰۰/۰۰	bc ۸۲/۳۹	ab ۸۴/۱۵	d ۷۷/۴۶	a ۱۰۰/۰۰	b ۵۴/۹۱	a ۸۱/۳۵

۱- میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد ندارند.

واکنش متقابل بین نوع علف کش و کدورت آب روی صفات اندازه‌گیری شده علف هرز سوروف در پاسخ به تغییرات کدورت آب به عنوان حلال علف‌کش‌های گلیفوسیت (۱۵۸ گرم ماده مؤثره در هکتار) و نیکوسولفورون (۲۲ گرم ماده مؤثره در هکتار) در جدول ۳ آمده است. با توجه به این جدول، اثر هم کاهی[1] بیش‌تر کدورت آب در کارآیی علف‌کش گلیفوسیت در مقایسه با علف‌کش نیکوسولفورون بر کنترل علف هرز سوروف به خوبی مشخص است (جدول ۳، شکل ۱- الف).

اگر چه در واکنش متقابل بین علف‌کش و کدورت آب بر درصد بقاء علف هرز سوروف تفاوت آماری مشاهده نشد (جدول ۲)، اما بالاترین مقدار کدورت ناشی از ذرات معلق خاک در آب (۵۰۰ قسمت در میلیون) در مخزن علف‌کش گلیفوسیت در مقایسه با عدم حضور آن (کدورت صفر)، ارتفاع، سطح برگ و زیست توده سوروف را به ترتیب ۶۵، ۵۷ و ۸۵ درصد افزایش داد، در حالی‌که تحت شرایط مشابه این افزایش در تیمار علف‌کش نیکوسولفورون به ترتیب ۶۳، ۴۶ و ۶۰ درصد بود (جدول ۳).

1- Antagonistic effect



شکل۱- روند تغییرات زیست توده اندام هوایی سوروف (الف) و گاوپنبه (ب) به افزایش کدورت آب در مخزن علف‌کش‌های گلیفوسیت و نیکوسولفورون (به ترتیب ۱۵۸ و ۲۲ گرم ماده مؤثره در هکتار). بارها خطای استاندارد هستند.

جدول ٤- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده علف هرز گاوپنبه در پاسخ به تغییرات کدورت آب به عنوان حلال علف‌کش‌های گلیفوسیت و نیکوسولفورون در شرایط گلخانه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات[1]			
		بقاء (درصد)	ارتفاع بوته (درصد از شاهد)	سطح برگ (درصد از شاهد)	وزن خشک اندام هوایی (درصد از شاهد)
نوع علف کش	۱	۸۰۰/۰۰ **	۰/۳۴ ns	۱۰۶۳/۱۴ **	۹۵۹/۵۸ **
کدورت آب	۵	۷۴۸۲/۲۲ **	۶۱۵۳/۷۴ **	۴۳۱۸/۶۲ **	۶۱۳۸/۴۵ **
نوع علف کش × کدورت آب	۵	۶۸۶/۶۷ **	۹۶/۱۲ **	۱۵۹/۶۱ **	۴۹/۴۶ **
خطای آزمایش	۶۰	۴۵/۵۶	۳۰/۳۱	۳/۶۵	۱/۳۷
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۵۰	۸/۹۸	۲/۳۸	۲/۳۷

۱- *، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی‌دار.

ضرایب جذب سطحی خاک (Kd)[1] و جذب سطحی خاک بر پایه کربن آلی (Koc)[2]، برای توصیف شدت پیوند (ترکیب شدن) علف‌کش‌ها با ذرات خاک به کار می‌روند. این ضرایب، نسبت مولکول‌هایی از علف‌کش که با خاک پیوند برقرار می‌کنند و هم‌چنین میزان استحکام این پیوندها را نشان می‌دهند. امروزه ضریب Koc کاربرد بیش‌تری دارد. هر چه میزان جذب سطحی کربن آلی خاک بیش‌تر باشد، مولکول‌های علف‌کش با قدرت بیش‌تری به وسیله ذرات خاک موجود در آب جذب می‌شوند (۵).

بر اساس آزمایش های انجام شده، ضریب Koc علف کش های پاراکوآت، دیکوآت و گلیفوسیت در مقایسه با اکثر علف کش ها بالاست. به عنوان مثال، مقدار این ضریب برای علف کش های پاراکوآت و گلیفوسیت به ترتیب ۱۰۰۰۰۰۰ و ۲۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (۷ و ۱۹). این باعث می‌شود که این علف‌کش‌ها به مخلوط شدن با آب‌های کدر حساسیت بالایی داشته و در نتیجه کارآیی جذب و انتقال آن‌ها در گیاه کاهش یابد. بنابراین، برای پاشش این علف‌کش‌ها بایستی از آب‌های تمیز و شفاف استفاده کرد (۸ و ۲۱). استفاده از آب گل آلود در مخزن سمپاش پس از گذشت یک ساعت، توانست علف‌کش‌های پاراکوآت، دیکوآت و گلیفوسیت را غیرفعال کند (۱۴).

علف هرز گاوپنبه

علایم خسارت گاوپنبه نیز تحت تأثیر علف‌کش‌ها تقریباً یکسان و شامل کاهش ارتفاع بوته، چروکیدگی، پیچیدگی و زردی (شبیه موزاییک) و خشکیدگی برگ‌ها بود (۳۵ و ۳۷) که تحت تأثیر معنی‌دار ($P\leq۰/۰۱$) تغییرات غلظت کدورت آب در محلول علف‌کش‌ها در این آزمایش قرار گرفت (جدول ۴).

1- Soil sorption coefficient
2- Soil sorption coefficient expressed on an organic carbon basis

با تجزیه اثر هم کاهی کدورت آب در مخزن سمپاش به تفکیک علف‌کش‌های گلیفوسیت و نیکوسولفورون، مشخص شد که تغییرات ذرات معلق خاک در محلول سم بر کارآیی علف‌کش‌های گلیفوسیت و نیکوسولفورون در تیمار علف هرز گاوپنبه یکسان عمل نکرد. به طوری‌که با اضافه شدن کدورت آب، درصد بقاء، ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی گاوپنبه (درصد شاهد) تحت تیمار علف کش نیکوسولفورون در مقایسه با علف‌کش گلیفوسیت بیش‌تر بود (جدول ۳).

با توجه به این‌که در شرایط عدم کدورت، تأثیر علف‌کش گلیفوسیت در کلیه صفات اندازه‌گیری شده در گاوپنبه بیش از علف کش نیکوسولفورون بود، بنابراین، افزایش تدریجی مقدار کدورت آب در مخزن سمپاش، هم کاهی بیش‌تری در کارآیی علف‌کش گلیفوسیت در مقایسه با نیکوسولفورون ایجاد کرد. بنابراین، روند افزایش صفات مذکور در گاوپنبه تحت تیمار علف‌کش گلیفوسیت با شیب تندتری افزایش نشان داد. هر چند در بالاترین غلظت کدورت آب (۵۰۰ قسمت در میلیون)، تفاوت معنی داری در کارآیی علف‌کش‌ها روی گاوپنبه در کلیه صفات، به استثنای وزن خشک اندام هوایی (درصد شاهد)، مشاهده نشد (جدول ۳، شکل ۱- ب).

بر اساس مطالعات انجام شده، حتی گرد و غبار موجود در سطح گیاهان که عمدتا شامل ذرات ریز رس و مواد آلی می‌باشند نیز قادر به کاهش سمیت علف کش‌های پس رویشی هستند (۲۱ و ۲۵). به عنوان مثال، متیاسن و کودسک (۲۵) اظهار داشتند که ترکیبی از سمپاشی نواری و کولتیواسیون بین ردیف‌ها در مزرعه، می‌تواند کارآیی علف‌کش‌های پاراکوآت و دیکوآت را به سبب نشستن گرد و غبار خاک روی علف‌های هرز کاهش دهد.

بافت خاک و مقدار ماده آلی تأثیر زیادی در تبادل کاتیونی ایجاد می‌کنند. به طورکلی، خاک‌های ریز بافت، سطح بیش‌تری داشته و در مقابل خاک‌های درشت بافت، کاتیون‌های بیش‌تری را در مکان‌های تبادلی جذب می‌کنند. جذب سطحی و ظرفیت تبادلی آن به وسیله مقدار مواد آلی خاک نیز افزایش می‌یابد، زیرا مواد آلی مکان‌های بارداری را فراهم کرده و فرصتی برای کاتیون‌ها به منظور تشکیل کمپلکس ایجاد می‌کنند. بارهای منفی وقتی ایجاد می‌شوند که پروتون‌ها از یک مولکول جدا شوند. بنابراین، وقتی پروتون‌ها خنثی شوند یا اسیدیته خاک کاهش یابد، جذب سطحی و تبادل کاتیونی خاک افزایش خواهد یافت (۴).

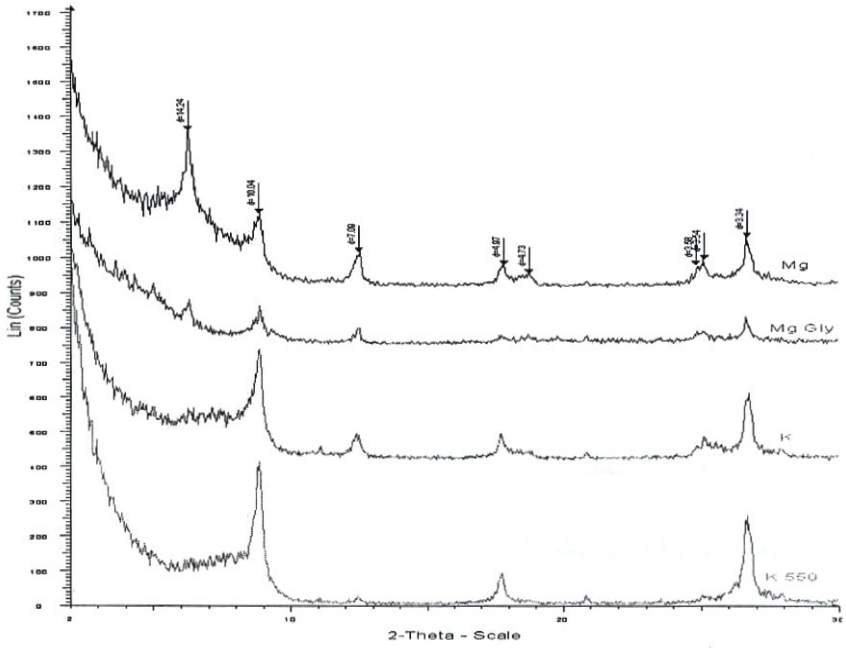
به خاطر تجزیه و تحلیل علف‌های هرز در آزمایش‌های جداگانه، انجام مقایسات مستقیم بین آن‌ها مقدور نیست. با وجود این، چون صفات اندازه‌گیری شده آن‌ها بر اساس درصد نسبت به شاهد مربوطه محاسبه شده است، داده‌های آن‌ها برای مقایسه ضمنی در کنار هم قرار داده شده است (۲۷). در همین راستا، مقایسه بین علف‌های هرز گاوپنبه با سوروف در این آزمایش و آزمایش قبلی، تفاوت واکنش بین این دو علف هرز را به خوبی نشان داد. به طوری‌که ملاحظه شد، تیمار علف هرز سوروف با علف کش نیکوسولفورون در شرایط کدورت آب مؤثرتر از علف کش گلیفوسیت بود. در صورتی که تحت این شرایط، تیمار علف هرز گاوپنبه نتیجه معکوسی نشان داد (جدول ۳). بنابراین ویژگی‌های گونه علف هرز نیز در این مورد حائز اهمیت است و نیاز به آزمایش دارد.

به تازگی توجه ویژه ای به رس‌های آلی[1] که مواد جاذب علف کش می‌باشند، جلب شده است. این مواد شامل کاتیون‌های غیرآلی جانشین شده با کاتیون‌های آلی هستند که مولکول‌های علف کش را به خود جذب می‌کنند (۱۱). به عنوان مثال، رس‌های آلی به خوبی باقی مانده علف کش توفوردی را به خود جذب کرده و جلوی ورود آن را به آب‌های سطحی و زیرزمینی بر اثر پدیده آبشویی و رواناب گیرند. این نکته مؤید این پدیده است که پیوند مواد رسی موجود در آب با برخی از علف کش‌ها امری محتمل است و این مواد نمود علف‌کش را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۰).

مطالعه گراف های کانی شناسی نمونه خاک مورد استفاده در آزمایش کدورت به کمک XRD نشان داد که فراوانی کانی‌ها در این نمونه خاک به صورت «ورمیکولایت ≤ ایلایت ≤ اسمکتایت > کلرایت ≤ کائولینایت» بود (شکل ۲). ورمیکولایت و اسمکتایت از کانی‌های نوع ۲:۱ هستند که با سطح ویژه بالا، ظرفیت تبادل کاتیونی چشم‌گیری داشته و در جذب کاتیون‌ها به صورت بسیار فعال عمل می‌کنند (۳).

در آزمایشی گلخانه‌ای، اثرات تجمع گرد و غبار خاک بر کارآیی علف کش گلیفوسیت در کنترل دو گونه علف هرز تاج ریزی (*Solanum ptycanthum* و *S. sarracoides*) شبیه‌سازی شد (۳۹). نتایج این تحقیق کاهش معنی‌دار کارآیی این علف‌کش را با افزایش مقدار گرد و غبار روی علف‌های هرز ثابت کرد. به طوری‌که مصرف ۸۰ گرم ماده مؤثره گلیفوسیت در هکتار در تیمار شاهد (بدون گرد و غبار)، منجر به کاهش ۸۲ درصد میانگین وزن تر علف‌های هرز شد، در حالی‌که، تجمع گرد و غبار خاک سیلتی رسی[2] در مقادیر ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار، وزن تر متوسط علف‌های هرز را به ترتیب ۱، ۵، ۱۲، ۲۱ و ۳۲ درصد نسبت به شاهد (بدون گرد و غبار) افزایش داد. جالب آن که تأثیر سوء گرد و غبار بر کارآیی گلیفوسیت، ارتباطی به زمان قرارگیری گرد و غبار قبل یا بلافاصله پس از سمپاش علف‌کش پیدا نکرد، ولی با منبع ذرات گرد و غبار متفاوت بود. به‌طوری که تأثیر نامطلوب گرد و غبار بر کارآیی گلیفوسیت حاصل از خاک سیلتی رسی ≤ سیلتی رسی لوم > لومی شنی به دست آمد (۳۹).

1- Organoclays
2- Silty clay



شکل ۲- دیفراکتوگرام اشعه ایکس رس نمونه خاک در دستگاه XRD

نتیجه‌گیری

نتایج کلی این آزمایش نشان دادند که درصد بقاء، ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی علف‌های سوروف و گاوپنبه (درصد شاهد) به طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) تحت تأثیر تغییرات کدورت آب مخزن سمپاش علف‌کش‌های گلیفوسیت و نیکوسولفورون قرار گرفتند. نتایج برهمکنش بین نوع علف‌کش و کدورت آب نیز بیانگر این بود که با افزایش مقدار کدورت آب محلول سموم علف‌کش‌ها، درصد بقاء، ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی علف‌های هرز سوروف و گاوپنبه در مقایسه با آب خالص (کدورت صفر) افزایش نشان دادند. هم‌چنین تغییرات کدورت آب در محلول سم بر کارآیی علف کش گلیفوسیت بیش از علف‌کش نیکوسولفورون روی علف هرز سوروف تأثیرگذار بود و هم گاهی بیش‌تری در فعالیت علف‌کش گلیفوسیت ایجاد کرد. در صورتی‌که در تیمار علف هرز گاوپنبه نتیجه معکوس حاصل شد. به طورکلی، نتایج این آزمایش اهمیت کدورت آب مخزن سمپاش بر کارآیی علف‌کش‌ها را مورد تأکید قرار داد.

منابع

۱- حاج محمدنیا قالی باف ک.، راشد محصل م.ح.، نصیری محلاتی م. و زند الف. ۱۳۹۰. پاسخ علف‌های هرز سوروف -*Echinochloa crus*] [*galli* (L.) P. Beauv. و گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medicus.) به علف کش‌های گلیفوسیت و نیکوسولفورون در شرایط گلخانه‌ای. مجله حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵(۲): ۲۱۳-۲۰۲.

۲- جباری ح. و زند الف. ۱۳۸۵. کیفیت آب عاملی مؤثر در افزایش کارآیی مصرف علف کش‌ها. خلاصه مقالات اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست. تهران.

۳- حق نیا غ.ح. ۱۳۷۵. خاک شناخت. چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۴- حق نیا غ.ح. و کوچکی ع. ۱۳۷۵. مدیریت پایدار خاک. چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۵- زند الف.، موسوی س.ک. و حیدری الف. ۱۳۹۴. علف کش‌ها و روش‌های کاربرد آن‌ها- با رویکرد بهینه‌سازی و کاهش مصرف (ویراست دوم با تغییرات اساسی). چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۶- شیمی پ. و ترمه ف. ۱۳۸۲. علف‌های هرز ایران. چاپ اول، مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی.

7- Altland J. 2001. Water quality affects herbicide efficacy. http://www.oregonstate. edu. Accessed October 11, 2006.

8- Andersen B. 2006. Water quality and pesticide performance. http://www.quantumlynx.com. Accessed February 16, 2008.
9- Bailey L.H., and Bailey E.Z. 1976. Hortus third. Mc Millan Publishing Co, Inc. New York.
10- Bernards M.L., Thelen K.D., and Penne D. 2005. Glyphosate efficacy is antagonized by manganese. Weed Technology, 19: 27-34.
11- Borisover M., Gerstl Z., Burshtein F., Yariv S., and Mingelgrin U. 2008. Organic sorbate-organoclay interactions in aqueous and hydrophobic environments: sorbate-water competition. Environment Science Technology.
12- Brown K. 2006. Environmental impact on herbicide performance. Manitoba Agriculture and Food, 440-443.
13- Bussan A.J., Boerboom C.M. and Stoltenberg D.E. 2001. Response of velvetleaf demographic processes to herbicide rate. Weed Science, 49: 22-30.
14- Burgess P. 2003. Quality of pesticide spray water. http://www.agrapoint.ca. Accessed August 5, 2009.
15- Caldwell J. 2007. Hard water can hinder chemical efficacy. Agriculture Online News and Features Editor.
16- Gee G.W., and Bauder J.W. 1982. Hydrometer method. *In* Method of Soil Analysis: Physical properties, Part 1. 2nd Ed. Agron. Monogr. No. 9. A. Klute (ed). ASA and sssa, Madison WI, Pp. 383-411.
17- Green J.M. and Hale T. 2005. Increasing and decreasing pH to enhance the biological activity of nicosulfuron. Weed Technology, 19: 468-475.
18- Harper S.S. 1994. Sorption-desorption and herbicide behavior in soil. *Rev.* Weed Science, 6: 207-225.
19- Hall G.J., Hart C.A., and Jones C.A. 1999. Twenty-five years of increasing glyphosate use: the opportunities ahead. Pest Management Science, 56: 351-358.
20- Hermosin M.C., Celis R., Facenda G., Carrizosa M.J., Ortega-Calvo J.J. and Cornejo J. 2006. Bioavailability of the herbicide 2,4-D formulated with organoclays. Soil Biology & Biochemistry, 38: 2117-2124.
21- Holm F.A. and Henry J.L. 2005. Water quality and herbicides. http://www.gov.sk.ca. Accessed October 11, 2006.
22- Jackson M.L., Lims C.H., and Zelazny I.W. 1986. Citrate-bicarbonate-dithionate method. *In* Method of Soil Analysis, Part 2, Chemical Methods. D. L. Sparks (ed.). ASA and SSSA, Madison. Pp. 645-650.
23- Khan Z., and Thiem L.T. 2006. Optimizing coagulation and direct filtration processes for low turbidity, low temperature waters. Electron. J. Environ. Agric. Food Chemistry, 5(3): 1395-1406.
24- Kittrick J.A., and Hope E.W. 1963. A procedure for particle size separation of soils for X-ray diffraction analysis. Soil Science, 96: 312-325.
25- Mathiassen S.K., and Kudsk P. 1999. Effects of simulated dust deposits on herbicide performance. Page 205 *in* Proceedings of the 11th European Weed Research Society Symposium, Doorwerth, The Netherlands: European Weed Research Society.
26- Maun M.A., and Barrett S.C.H. 1986. The biology of Canadian weeds. 77. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. Can. Journal Plant Science, 66: 739-759.
27- Nalewaja J.D., and Matysiak R. 1993. Spray carrier salts affect herbicide toxicity to kochia (*Kochia scoparia*). Weed Technology, 7: 154-158.
28- Owen M.D., and Zelaya I.A. 2005. Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. Pest Management Science, 61: 301-311.
29- Page A.L., Miller R.H., and Keeney D.R. 1982. Methods of soil analysis. Part 2, Chemical and microbiological properties. Madison. Wis: American Society of Agronomy: Soil Science Society of America, 1142 p.
30- Petroff R. 2000. Water quality and pesticide performance. http://scarab.msu.montana.edu. Accessed October 11, 2006.
31- Rao V.S. 2000. Principles of Weed Science, second ed. Science Publishers, Inc, New Hampshire.
32- Sensmen S.A. 2007. Herbicide Handbook. (9th ed). Weed Science Society of America. 458 p.
33- Steinbauer G.P., and Grigsby B. 1959. Methods of obtaining field and laboratory germination of seeds of bindweeds, lady's thumb and velvetleaf. Weeds, 7: 41-46.
34- Sung S.S., Leather G.L., and Hale M.G. 1987. Development and germination of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) seeds. Weed Science, 35: 211-215.
35- Terra B.R.M., Martiny A.R., and Lindquistz J.L. 2007. Corn-velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference is affected by sublethal doses of postemergence herbicides. Weed Science, 55: 491-496.
36- Walkley A., and Black I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a porposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 34: 29-38.
37- Waltz A.L., Martin A.R., Roeth F.W., and Lindquist J.L. 2004. Glyphosate efficacy on velvetleaf varies with application time of day. Weed Technology, 18: 931-939.
38- Webster T.M., Hanna W.W., and Mullinix Jr. B.G. 2004. Bermudagrass (*Cynodon* spp.) dose-response relationships with clethodim, glufosinate and glyphosate. Pest Management Science, 60: 1237-1244.
39- Zhou J., Tao B., and Messersmith C.G. 2006. Soil dust reduces glyphosate efficacy. Weed Science, 54: 1132-1136.