Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 1, Spring. 2012, p. 11-17

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، ص ۱۷-۱۱

اثر میدان مغناطیسی و مویان کاتیونی فریگیت در کارایی علف‌کش شوالیه به منظور کنترل یولاف وحشی (*Avena fatua* L.)

محمد حسن راشد محصل[۱] - اکبر علی وردی[۲]*

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۴/۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۸/۴

چکیده

به منظور مقایسه اثر میدان مغناطیسی و مویان فریگیت در کارایی علف‌کش یدوسولفورون متیل سدیم + مزوسولفورون متیل (شوالیه)، آزمایشی گلخانه‌ای دز- پاسخ به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی شامل غلظت‌های صفر، ۳، ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ گرم در هکتار ماده موثره علف‌کش شوالیه در چهار سطح ۱) علف‌کش تنها، ۲) همراه با میدان مغناطیسی، ۳) همراه با مویان فریگیت و ۴) کاربرد توام میدان مغناطیسی و فریگیت بر روی یولاف وحشی در ۴ تکرار انجام شد. میدان مغناطیسی و فریگیت به طور معنی داری باعث کاهش کشش سطحی آب و محلول علف‌کش شوالیه شدند. درحالیکه فریگیت در کاهش کشش سطحی آب و محلول علف‌کش شوالیه نسبت به میدان مغناطیسی موثرتر بود. میدان مغناطیسی و فریگیت موجب افزایش کارایی علف‌کش شوالیه در کنترل علف هرز یولاف وحشی شدند. افزایش کارایی شوالیه به وسیله فریگیت نسبت به میدان مغناطیسی بیشتر بود. استفاده همزمان از میدان مغناطیسی و مویان فریگیت کارایی شوالیه را بیشتر از کاربرد هر یک از آن‌ها به تنهایی افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: فعالیت شاخساره، کشش سطحی، مویان، میدان مغناطیسی

مقدمه

در فرآیند پاشش محلول بر روی گیاه، اینکه آیا قطره‌هایی که به سطح برگ برخورد می‌کنند روی آن باقی می‌مانند، یا پرتاب شده (۱۱) و به شکل قطره‌هایی کوچکتر پراکنده می‌شوند و این قطره‌های کوچک احتمالا می‌توانند در برخوردهای ثانویه روی سطح برگ قرارگیرند یا از بین بروند، پیچیده و کاملا ناشناخته باقی مانده است (۱۰). با وجود این، در این رابطه عوامل کلیدی برای نگهداشت قطره شامل مورفولوژی سطح برگ، انرژی جنبشی قطره (که شامل اندازه قطره و مجذور سرعت آن است) و کشش سطحی قطره می‌باشند (۱۱). مویان‌ها اغلب موادی هستند که به منظور افزایش کارایی علف‌کش‌های شاخ و برگ مصرف، به فرمولاسیون آن و یا به صورت مخلوط در مخزن در هنگام محلول پاشی علف‌کش، به آن اضافه می‌شوند (۵). با کاهش کشش سطحی که یکی از ویژگی‌های مهم مویان‌هاست، می‌توان از برگشت قطره از روی برگ پس از برخورد آن جلوگیری کرد و پوشش خوبی را بدست آورد (۷). علاوه بر این مویان‌ها از کریستاله شدن علف‌کش بر روی گیاه جلوگیری می‌کنند (۱۰) و موجب از بین رفتن لایه هوای بین قطره و سطح برگ می‌شوند و سبب کاهش زاویه تماس قطره با سطح برگ می‌شوند (۱۲). مویان‌ها همچنین می‌توانند نفوذ روزنه ای و یا نفوذ کوتیکولی را به وسیله تغییر دادن ساختار و ترکیب کوتیکول افزایش دهند و در نتیجه سبب نفوذ بیشتر علف‌کش شوند (۱۱). در نتیجه از آن‌ها می‌توان در جهت کاهش میزان علف‌کش مصرفی که یکی از اولویت‌هاست استفاده کرد (۵).

با وجود تمام این مزایا، مویان‌ها خود نیز مواد شیمیایی هستند. امروزه به آلودگی‌های زیست محیطی علف‌کش ها و خطرات کاربرد آن‌ها در رابطه با سلامت انسان توجه زیادی شده ولی به خطرات زیست محیطی مویان‌ها توجه کمتری معطوف شده است. این ترکیبات دارای اثرات مشخصی روی گیاهان و حیوانات هستند و برخی از آن‌ها توانایی بالقوه‌ای در آلوده نمودن منابع آب‌های سطحی و زیر سطحی دارند، از این رو در استفاده از مواد افزودنی در مجاورت

---

۱ و ۲- استاد و دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: alahbareruca@gmail.com)

منابع آبی می‌بایست توجه کافی داشت، زیرا ممکن است پیامدهای ناگواری برای گونه‌های آبزی در پی داشته باشد. برای نمونه وایت (۱۸) گزارش کرد که آلکیل فنل پلی اتوکسیلات‌ها در بین مویان‌های غیر یونی بیشترین استفاده را داشتند ولی به دلیل قابلیت تجزیه زیستی پایین و اخیرا نیز به این دلیل که گمان می‌رود آلکیل فنل‌ها همانند استروژن موجود در حیوانات و انسان‌ها عمل می‌کنند، سایر مویان‌های غیر یونی جانشین این ترکیبات شده اند (۱۰). از این رو، جستجو به دنبال تکنولوژی‌های دیگری برای کاهش کشش سطحی محلول اسپری از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشد. گزارش شده که با عبور دادن آب از یک میدان مغناطیسی کشش سطحی آب کاهش پیدا می‌کند (۶). ولی تاکنون گزارشی مبنی بر استفاده از میدان مغناطیسی به منظور کاهش کشش سطحی محلول اسپری علف‌کش و کارایی آن درکنترل علف‌های هرز ارائه نشده است. هدف از این تحقیق، بررسی چگونگی اثر میدان مغناطیسی بر روی کشش سطحی محلول اسپری علف‌کش و کارایی آن در مقایسه با مویان کاتیونی فریگیت در کنترل یولاف وحشی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه اثر میدان مغناطیسی و مویان فریگیت در کارایی علف‌کش یدوسولفورون متیل سدیم + مزوسولفورون متیل (شوالیه)، آزمایش دز- پاسخ به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی بر روی یولاف وحشی در شرایط گلخانه انجام شد. به منظور یکنواختی در جوانه زنی و سبز شدن گیاهچه‌ها، ابتدا پوسته در بردارنده بذر از آن‌ها جدا شد و ضد عفونی سطحی بذور توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد و به مدت ۵ دقیقه صورت گرفت. بذرها درون پتری دیش‌هایی با قطر ۱۱ سانتیمترکه حاوی یک لایه کاغذ صافی بودند، قرار داده شدند. سپس ده میلی لیتر از محلول ۰/۲گرم در لیتر نیترات پتاسیم به هر یک از پتری دیش‌ها، به منظور شکسته شدن خواب بذر، اضافه شد. پتری دیش‌های حاوی بذر به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۴ تا ۵ درجه سانتیگراد در تاریکی مطلق نگهداری شدند. پس از اعمال سرما، پتری دیش‌ها درون ژرمیناتور با ۱۶ ساعت تاریکی با دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و ۸ ساعت تاریکی با دمای ۱۰ درجه سانتیگراد، به ترتیب با رطوبت نسبی ۴۵ و ۶۵ درصد، جوانه دار شدند (۲). با این روش درصد بالایی از بذرهای یولاف وحشی جوانه دار شدند (۹۴ تا ۹۸/۵ درصد). تعداد هشت گیاهچه با ریشه‌چه یکسان و سالم در هر گلدان ۱ لیتری حاوی خاک، خاکبرگ و ماسه بادی با نسبت ۱:۱:۱ و عمق یک سانتیمتر کاشته شدند. گلدان‌ها از زیر هر دو روز یکبار آبیاری شدند. در مرحله یک برگی گیاهچه‌ها به چهار گیاهچه در هر گلدان تنک شدند و به میزان ۳۰ میلی لیتر از محلول ۳ گرم در لیترکود۲۰:۲۰:۲۰ (ازت : فسفر : پتاسیم) به هر یک از گلدان‌ها اضافه شد. دمای گلخانه در مدت رشد، بین ۲۷ تا ۳۲ درجه سانتیگراد در طول روز و ۱۸ تا ۲۴ درجه سانتیگراد در طول شب متغییر بود. گیاهان در مرحله چهار برگی کامل با استفاده از سمپاش متحرک ریلی مجهز به نازل بادبزنی معمولی با خروجی ۲۰۰ لیتر در هکتار و با فشار پاشش دو بار تحت تیمار قرار گرفتند.

تیمارهای آزمایش شامل غلظت‌های صفر، ۳، ۶، ۱۲، ۱۸ و۲۴ گرم در هکتار ماده موثره علف‌کش شوالیه در چهار سطح ۱) بدون هیچ تیماری، ۲) ده بار عبور از میدان مغناطیسی، ۳) فریگیت ۰/۱ درصد حجمی‌و ۴) فریگیت ۰/۱ درصد حجمی+ ۱۰ بار عبور از میدان مغناطیسی بر روی یولاف وحشی در ۴ تکرار بودند. به دلیل اینکه غلظت ۰/۱ درصد حجمی فریگیت غلظت میسل بحرانی[1] بود از این غلظت استفاده شد. منظور از غلظت میسل بحرانی، غلظتی از مویان در آب خالص است که در غلظت‌های بالاتر از آن کشش سطحی کاهش پیدا کرد ولی اختلاف این کاهش کشش سطحی با غلظت میسل بحرانی معنی دار نبود (نتایج نشان داده نشده است). آرایش میدان مغناطیسی دائمی و اندازه کانال عبور محلول و قطعات آهن رباها در شکل ۱ آورده شده است. بر اساس روش (۱۳)، همانطورکه در شکل ملاحظه می‌شود قطب‌های موافق آهن رباها به هم نزدیک و ثابت نگهداشته شده اند. این عمل موجب تقویت خطوط میدان مغناطیسی در هر دو جهت می‌شود (۱۳). همچنین از آنجا که با نزدیک کردن دو آهن ربا شدت میدان مغناطیسی تقویت می‌شود. مقطع کانال عبور محلول نیز باریک می‌گردد. همچنین از آنجا که عبور خطوط میدان مغناطیسی از فلز مس به خوبی انجام می‌گیرد، از لوله‌ای مسی برای عبور محلول از میدان مغناطیسی استفاده شد. حداکثر شدت میدان مغناطیسی ۷۰۰۰ گوس (۰/۷ T) به وسیله تسلامتر لوپ دار مدل آلفا لب دی سی[2] اندازه گیری شد.

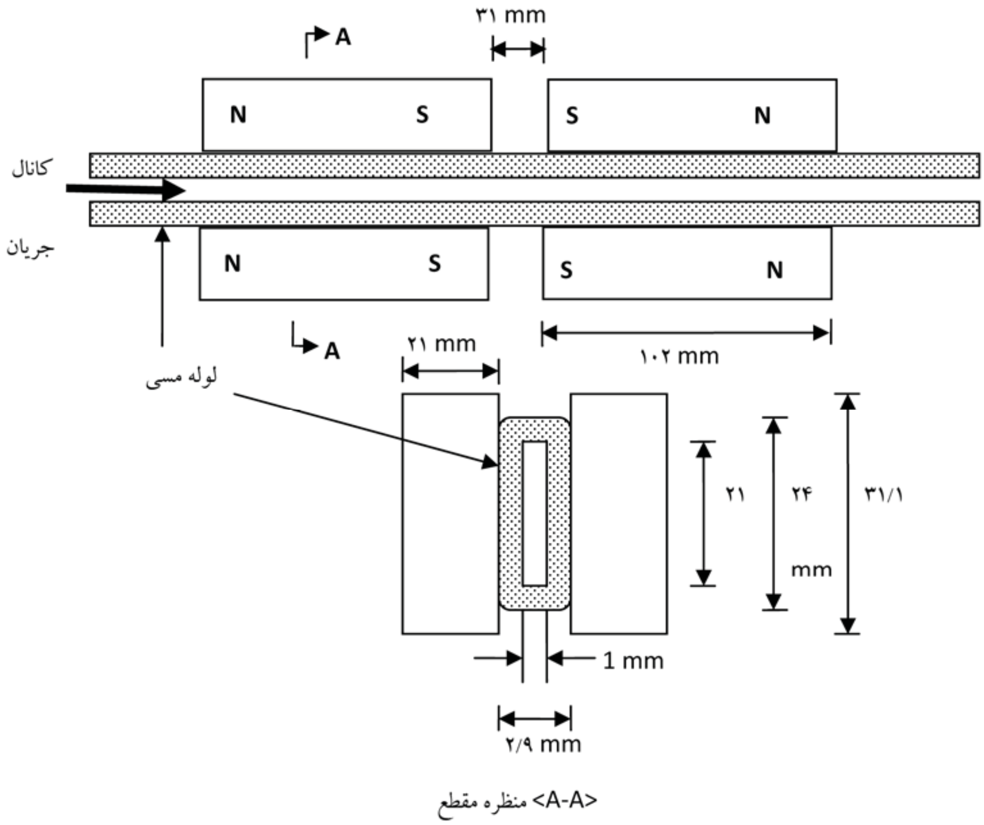
اندام‌های هوایی گیاهان شاهد و تیمار شده چهار هفته پس از تیمار از روی سطح گلدان برداشت شدند و وزن تر و خشک آن‌ها اندازه گیری شد و از میانگین وزن خشک در هر گلدان برای برازش منحنی‌های واکنش به دز استفاده شد. پاسخ وزن خشک یولاف وحشی به مقدار علف‌کش شوالیه با تکنیک رگرسیون غیر خطی و با استفاده از نرم افزار Slide Write آنالیز شد. تمامی داده‌ها به طور همزمان با مدل چهار پارامتری لجستیک [معاله ۱] زیر برازش داده شدند (۱۵):

$$U_{ij} = \frac{D-C}{1+\exp[b_i(\log(z_{ij})-\log(ED_{50(i)}))]}+C \qquad (۱)$$

---

[1] Critical Micelle Concentration

[2] Alphalab DC



شکل ۱- آرایش میدان مغناطیسی دائمی و اندازه کانال عبور محلول و قطعات آهن رباها

که در آن U_{ij} بیانگر وزن خشک j ام که موجب پاسخ در دز i ام علف‌کش شوالیه (z_{ij}) می‌شود، D و C حد بالا و پایین مجانب وزن خشک در مقادیر صفر و بی نهایت علف‌کش شوالیه، $ED_{50(i)}$ مقدار علف‌کش شوالیه، i، لازم برای نصف کردن وزن خشک یولاف وحشی بین حدود بالا و پایین D و C ، و b_i شیب منحنی در محدوده $ED_{50(i)}$ می‌باشد (۱۵). همچنین وقتی که پاسخ علف‌کش شوالیه با فریگیت و بدون فریگیت، میدان مغناطیسی و فریگیت + میدان مغناطیسی مورد مقایسه قرار می‌گیرد، به وسیله پارامتری کردن مدل لجستیک [معاله ۱]، با استفاده از مدل زیر برای منحنی‌های مختلف پارامتر ED_{90} تعیین شد (۱۵):

$$U_{ij} = \frac{D-C}{1+\exp[b_i(\log(z_{ij})+1.099/b_i-\log(ED_{90(i)}))]}+C \qquad (۲)$$

که در آن ED_{90} بیانگر مقدار علف‌کش شوالیه ، i، لازم برای کاهش ۹۰ درصد وزن خشک یولاف وحشی بین حدود بالا و پایین D و C می‌باشد. البته هسیاو و همکاران (۹) بیان کردند که بر اساس مدل لجستیک [معاله ۱] می‌توان جا به جا شدگی افقی منحنی‌هایی با D ، C و b مشابه را نسبت به منحنی علف‌کش شوالیه به تنهایی با استفاده از پارامتر پتانسیل نسبی (R) که نشان دهنده فعالیت شاخ و برگی است، تعیین کرد:

$$U_{ij} = \frac{D-C}{1+\exp[b_i(\log(R_i z_{ij})-\log(ED_{50(i)}))]}+C \qquad (۳)$$

در این صورت اگر پتانسیل نسبی مساوی یک باشد نشان دهنده این است که فریگیت، میدان مغناطیسی و استفاده توام آن‌ها هیچ اثری بر روی فعالیت شاخ و برگی علف‌کش شوالیه ندارد. ولی اگر پتانسیل نسبی کوچکتر و یا بزرگتر از یک باشد، استفاده از آن‌ها موجب کاهش و یا افزایش کارایی یا فعالیت شاخ و برگی علف‌کش شوالیه شده است (۹).

علاوه بر آزمایش گلخانه ای، به منظور اندازه گیری کشش سطحی محلول‌ها از روش خاصیت مویینگی و بر اساس فرمول زیر استفاده شد (۴):

$$\gamma = \frac{1}{2}\rho.g.r(h+\frac{r}{3}) \qquad (۴)$$

که در آن γ نشان دهنده کشش سطحی برحسب $N\ m^{-1}$، ρ چگالی مایع بر حسب $Kg\ m^{-3}$، g شتاب گرانش زمین[1] برابر با ۹/۸ $m\ sec^{-2}$، r شعاع مقطع لوله مویین بر حسب m و h ارتفاع ستون مایع در لوله مویین از سطح محلول بر حسب m می‌باشد (۴). تیمارهای

---

[1] -Acceleration due to gravity

آزمایشی شامل عبورهای صفر، ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۰ و۲۰ بار از میدان مغناطیسی آب خالص، محلول ۰/۱ درصد حجمی‌فریگیت، محلول علف‌کش شوالیه و محلول علف‌کش شوالیه در حضور غلظت ۰/۱ درصد حجمی فریگیت به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی بود. دمای محیط آزمایشگاه حین اندازه گیری‌ها ۱ ± ۲۶ درجه سانتیگراد بود و از لوله مویین شیشه ای با قطر مقطع یک میلی متر برای اندازه گیری‌ها استفاده شد. آزمایش در چهار تکرار انجام گرفت. داده‌های بدست آمده به میلی نیوتون بر متر تبدیل و برای آنالیز آماری از نرم افزار MSTAT-C استفاده گردید و به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال یک درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر تعداد عبور از میدان مغناطیسی برکشش سطحی آب و محلول ۰/۱ درصد فریگیت در جدول ۱ آورده شده است. به طور کلی میدان مغناطیسی و مویان فریگیت موجب کاهش معنی داری در کشش سطحی آب شد ($P<$ ۰/۰۱). ولی مویان فریگیت در کاهش کشش سطحی نسبت به میدان مغناطیسی موثرتر بود. اسمیت و همکاران (۱۴) نیز بیان داشتند که مویآن‌های کاتیونی فریگیت می‌توانند کشش سطحی را کاهش دهند. نتایج این بررسی نشان داد که اگرچه با افزایش تعداد عبورها از میدان مغناطیسی کشش سطحی محلول فریگیت کاهش پیدا کرد، ولی این کاهش خیلی زودتر و با دو بار عبور از میدان مغناطیسی به تعادل کشش سطحی رسید و با عبورهای بیشتر از دو بار کاهش کشش سطحی معنی دار نبود. برخلاف محلول فریگیت، کشش سطحی آب خالص در عبورهای بیشتر و هشت بار عبور از میدان مغناطیسی به حالت تعادل کشش سطحی رسید و در عبورهای بیشتر از هشت بار، کاهش کشش سطحی معنی دار نبود. چو و لی (۶) گزارش کردند که میدان مغناطیسی باعث کاهش کشش سطحی آب آشامیدنی و آب سخت می‌شود و کشش سطحی آب سخت بیشتر از آب آشامیدنی تحت تاثیر میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد (۶). هولیس و همکاران (۸)؛ سویدا و همکاران (۱۶) و امیری و دادخواه (۱) گزارش کردند که میدان مغناطیسی باعث کاهش کشش سطحی آب خالص می‌شود. کوئین و همکاران (۱۳) طی تحقیقی بیان داشتند که عبور مولکول آب از میدان مغناطیسی موجب کاهش زاویه مولکول آب می‌شود.کاهش زاویه مولکول آب باعث می‌شود که مولکول آب بیشتری در واحد حجم آب وجود داشته باشد و افزایش مولکول آب در واحد حجم باعث کاهش کشش سطحی می‌شود.

اثر تعداد عبور از میدان مغناطیسی بر کشش سطحی محلول علف‌کش شوالیه به تنهایی و در حضور مویان فریگیت ۰/۱ درصد حجمی در جدول ۲ آورده شده است. به طور کلی میدان مغناطیسی و مویان فریگیت موجب کاهش معنی داری در کشش سطحی محلول علکفش شوالیه شدند ($P<$ ۰/۰۱). ولی فریگیت نسبت به میدان مغناطیسی باعث کاهش بیشتری در کشش سطحی محلول علف‌کش شوالیه شد. همچنین نتایج نشان داد با وجودیکه با افزایش تعداد عبورها از میدان مغناطیسی کشش سطحی محلول علف‌کش شوالیه با فریگیت و بدون فریگیت کاهش پیدا کرد ولی در عبورهای بیشتر از دوبار کاهش کشش سطحی معنی دار نبود.

با مقایسه نتایج جدول ۱ ملاحظه می‌شود که علف‌کش شوالیه خود نیز باعث کاهش کشش سطحی آب مقطر شده است. در این رابطه چو و لی (۶) گزارش کردند که با افزایش ذرات کلوئید در آب، انرژی سطح بین مولکول آب و ذرات کلوئید افزایش می‌یابد. به عبارتی دیگر، انرژی سطح بین مولکول آب و لوله مویین نسبتا کاهش پیدا خواهد کرد. بنابراین، کشش سطحی آب با افزایش تعداد ذرات کلوئید (علف‌کش شوالیه) درآب کاهش خواهد یافت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مقادیر ED_{50} و ED_{90} علف‌کش شوالیه در حضور مویان فریگیت با غلظت ۰/۱ درصد حجمی و میدان مغناطیسی به طور قابل توجهی از ED_{50} و ED_{90} نسبت به علف‌کش شوالیه به تنهایی کمتر بود و فریگیت نسبت به میدان مغناطیسی باعث کاهش بیشتری در ED_{50} و ED_{90} شد. همچنین وقتی که علف‌کش شوالیه در حضور توأم فریگیت و میدان مغناطیسی نسبت به کاربرد هر کدام از آن‌ها به تنهایی موجب کاهش بیشتری در ED_{50} و ED_{90} شد (جدول ۳ و شکل ۲).

آنالیز رگرسیون غیر خطی واکنش به دز نیز این نتایج را تایید می‌کند. به طوری که مقادیر پتانسیل نسبی (R) یا فعالیت شاخ و برگی علف‌کش شوالیه در حضور تیمارهای میدان مغناطیسی، فریگیت و میدان مغناطیسی + فریگیت به طور قابل توجهی از یک بیشتر بودکه نشان دهنده افزایش کارایی علف‌کش شوالیه است (جدول ۳). مقادیر پتانسیل نسبی علف‌کش شوالیه در حضور تیمارهای میدان مغناطیسی، فریگیت و فریگیت + میدان مغناطیسی نسبت به کاربرد علف‌کش شوالیه به تنهایی به ترتیب ۱/۳۱، ۱/۵۵ و ۱/۵۹ بود. براساس خروجی معادله سوم، معنی آن این است که کارایی یک کیلو گرم در هکتار علف‌کش شوالیه به ترتیب با عبور از میدان مغناطیسی، مویان فریگیت و میدان مغناطیسی + مویان فریگیت معادل ۱/۳۱، ۱/۵۵ و ۱/۵۹ کیلوگرم در هکتار علف‌کش شوالیه بدون استفاده از این تیمارها می‌باشد. همان طور که ملاحظه می‌شود علف‌کش شوالیه با اعمال میدان مغناطیسی کمترین و تیمار علف‌کش شوالیه در حضور فریگیت + میدان مغناطیسی بیشترین مقادیر پتانسیل نسبی یا کارایی کنترل یولاف وحشی را دارا بودند.

جدول ۱- اثر تعداد عبور از میدان مغناطیسی برکشش سطحی آب و محلول فریگیت و محلول علف‌کش شوالیه به تنهایی و در حضور فریگیت

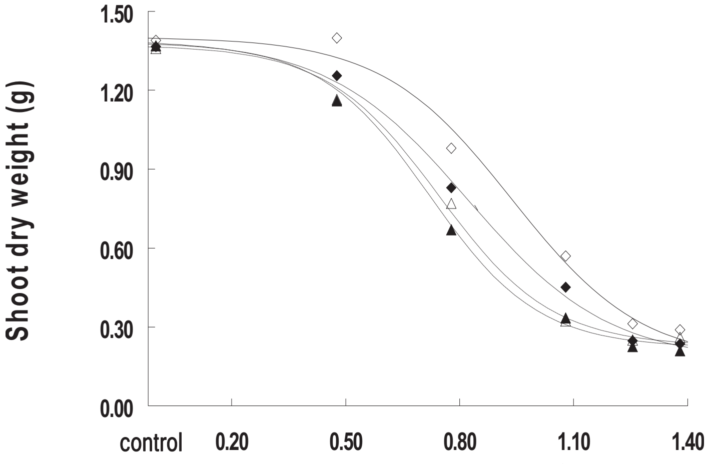
تعداد عبورها از میدان مغناطیسی	کشش سطحی (میلی نیوتن بر متر)			
	آب مقطر	آب مقطر + فریگیت*	آب مقطر+ شوالیه**	آب مقطر + فریگیت* + شوالیه**
بدون عبور	۷۲/۴۵ ^{a}	۴۲/۳۷ ^{f}	۶۷/۰۴ ^{a}	۴۱/۰۷ ^{e}
۱	۶۳/۸۸ ^{b}	۴۰/۳۴ ^{g}	۵۹/۷۱ ^{b}	۳۸/۷۸ ^{f}
۲	۶۱/۲۶ ^{c}	۳۸/۴۵ ^{h}	۵۶/۹۸ ^{c}	۳۷/۸۱ ^{fg}
۴	۵۸/۱۰ ^{d}	۳۷/۶۴ ^{hi}	۵۶/۲۶ ^{cd}	۳۷/۰۶ ^{gh}
۸	۵۷/۷۶ ^{e}	۳۷/۴۵ ^{hi}	۵۶/۱۴ ^{cd}	۳۶/۸۱ ^{gh}
۱۰	۵۷/۰۱ ^{e}	۳۷/۰۲ ^{i}	۵۵/۶۰ ^{d}	۳۶/۶۰ ^{gh}
۲۰	۵۷/۰۹ ^{e}	۳۶/۹۴ ^{i}	۵۵/۵۹ ^{d}	۳۶/۴۷ ^{h}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در سطح احتمال یک درصد با همدیگر اختلاف معنی داری ندارند.

* مقدار ۰/۱ درصد حجمی‌از فریگیت استفاده شد، ** ۲۴گرم ماده موثره علف‌کش شوالیه در ۲۰۰ لیتر آب مقطر

اندرسون و همکاران (۳) بیان داشتند که کاهش بیشتر کشش سطحی در قطره‌های محلول علف‌کش منجر به افزایش نشست قطره بر روی سطح برگ می‌شود. عقیده کلی بر این است که کاهش کشش سطحی باعث تولید قطره‌های کوچکتر می‌شود و به دلیل اینکه انرژی قطره‌های کوچکتر کمتر می‌باشد، موجب نشست بیشتر علف‌کش می‌شود (۱۲). با نشست بیشتر قطره‌های برخورد کرده با سطح برگ در حقیقت به خاطر اینکه ماده موثره بیشتری در تماس با هدف قرار می‌گیرد، باعث افزایش کارایی علف‌کش می‌شود. بر اساس نتایج بدست آمده، اینکه فریگیت نسبت به میدان مغناطیسی موجب کارایی بیشتر علف‌کش شوالیه می‌شود را می‌توان به کشش سطحی پایین تر محلول علف‌کش شوالیه در حضور فریگیت در مقایسه با میدان مغناطیسی نسبت داد (جدول ۲).

در پژوهش حاضر عبور دادن محلول علف‌کش شوالیه از میدان مغناطیسی باعث افزایش کارایی علف‌کش شوالیه شد. افزایش کارایی علف‌کش شوالیه به وسیله میدان مغناطیسی می‌تواند به چند دلیل باشد. اول اینکه میدان مغناطیسی موجب کاهش کشش سطحی محلول علف‌کش شوالیه شد. کاهش کشش سطحی علاوه بر این که باعث نشست بیشتر قطره‌ها بر روی سطح برگ می‌شود، موجب کاهش زاویه تماس قطره با سطح برگ که نفوذ روزنه ای را افزایش می‌دهد، نیز می‌شود (۱۲).



شکل ۲- روند منحنی‌های پاسخ به دز وزن خشک یولاف وحشی به علفکش شوالیه به تنهایی (◊) ، علفکش شوالیه با ۱۰ بار عبور از میدان مغناطیسی (♦)، علفکش شوالیه به همراه فریگیت ۰/۱ درصد (∆) و علفکش شوالیه به همراه فریگیت ۰/۱ درصد با ۱۰ بار عبور از میدان مغناطیسی (▲).

جدول ۳- خلاصه رگرسیون غیرخطی آنالیز اثر تیمار فریگیت و میدان مغناطیسی بر کارایی علف‌کش شوالیه روی یولاف وحشی

تیمارها	ED_{50} (g a.i. ha^{-1})	ED_{90} (g a.i. ha^{-1})	پتانسیل نسبی (R)
شوالیه به تنهایی	* ۸/۳۶(۱/۹۶)	۱۷/۷۱ (۱/۹۳)	۱/۰۰
شوالیه + میدان مغناطیسی**	۶/۴۸ (۲/۵۲)	۱۴/۱۰(۲/۴۶)	۱/۳۱ (۰/۱۵)
شوالیه + فریگیت ۰/۱٪	۵/۳۶(۱/۳۷)	۱۰/۶۷ (۱/۳۴)	۱/۵۵ (۰/۲۰)
شوالیه + فریگیت ۰/۱٪ + میدان مغناطیسی	۵/۲۳ (۱/۸۶)	۱۰/۳۴ (۱/۷۷)	۱/۵۹ (۰/۲۱)

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد هستند.

** محلول‌ها ۱۰ بار از میدان مغناطیسی عبور داده شدند. در همه تیمارها آب مقطر به عنوان حامل بود.

دوم اینکه، تحت اثر میدان مغناطیسی، مولکول‌های قطبی از جمله آب پولاریزه شده و از طرف قطب‌های غیر هم نام خود به مولکول‌های پولاریزه شده مجاور خود نزدیک می‌شوند. پولاریزه شدن مولکول آب حالتی است که در آن دو قطب مثبت و منفی مولکول از همدیگر فاصله می‌گیرند به طوری که مولکول به حالت کشیده ای تبدیل می‌شود. این به خاطر آن می‌باشد که قطب مثبت مولکول قطبی به طرف قطب N آهن ربا (دارای بار منفی) کشیده شده و قطب منفی مولکول قطبی به سمت قطب S آهن ربا (دارای بار مثبت) کشیده می‌شود. در این حالت ساختار مولکول‌های قطبی از حالت پراکندگی و نامنظم به یک حالت منظم و خطی تبدیل می‌شود. این عمل موجب می‌شود که در واحد حجم مولکول بیشتری وجود داشته باشد (۱۳). تولیدو و همکاران (۱۷) نیز چنین نتیجه ای را گرفته اند. همچنین وقتی که دو مولکول غیرقطبی و قطبی در کنار یکدیگر باشند عمل منظم و خطی شدن مولکول‌ها انجام می‌گیرد (۱۳). بنابراین، می‌توان چنین فرض کرد که تحت اثر میدان مغناطیسی مولکول علف‌کش بیشتری در واحد حجم محلول علف‌کش وجود دارد. لذا در حجم قطره علف‌کش برابر، قطره علف‌کش مغناطیسی شده نسبت به قطره علف‌کش مغناطیسی نشده دارای مولکول علف‌کش بیشتری می‌باشد. در نتیجه علف‌کش بیشتری را در تماس با هدف قرار می‌دهد و کارایی علف‌کش را بالا می‌برد. سوم اینکه تحت اثر میدان مغناطیسی مولکول‌های قطبی پولاریزه می‌شوند و مولکول‌های پولاریزه شده از طرف قطب‌های غیر هم نام به یکدیگر نزدیک می‌شوند، می‌توان چنین فرض کرد که با عبور یک مولکول علف‌کش از کوتیکول، مولکول عبور کرده می‌تواند مولکول دیگری را که از طرف قطب غیر هم نام به آن نزدیک شده است، به وسیله نیروی کششی بین آن‌ها به درون کوتیکول بکشد و با این عمل نفوذ علف‌کش نیز تسهیل می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که اگرچه مویان فریگیت با غلظت ۰/۱ درصد حجمی‌نسبت به میدان مغناطیسی کارایی علف‌کش شوالیه را بیشتر افزایش داد ولی آنچه نتایج نشان داد کارایی یک کیلو گرم در هکتار علف‌کش شوالیه با عبور از یک میدان مغناطیسی قوی معادل ۱/۳۱ کیلوگرم در هکتار علف‌کش شوالیه بدون استفاده از میدان مغناطیسی بود. در نتیجه از نظر کشاورزی پایدار روش میدان مغناطیسی می‌تواند تکنولوژی موثرتری در راستای سلامت محیط زیست، بقاء تنوع زیستی آن و کاهش مقدار مصرف علف‌کش که از اولویت‌های تحقیقات است، باشد. بنابراین، از این نظر روش میدان مغناطیسی نسبت به کاربرد مویان مناسب تر و سالم تر است.

سپاسگزاری

کلیه هزینه‌های اجرایی طرح توسط حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین گردید، که بدین وسیله صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

1- Amiri, M.C., and A.A. Dadkhah. 2006. On reduction in the surface tension of water due to magnetic treatment. Colloids and Surfaces A: Physico. Eng. Asp. 278: 252–255.

2- Andersen, R.N. 1968. Germination and establishment of weeds for experimental purposes. A Weed Science Society of America Handbook. Urbana, Illinois. pp. 26-27.

3- Anderson, T.M. and P.E. Vanharen. 1989. Rainproofing glyphosate with 'bondcrete' cement additive for improved bitou bush control. Plant Prot. Q. 4: 45- 46.

4- Anonymous. 2006. Surface tension of liquids. Experiment 1, page 1, No. Exp. 446.

5- Bellinder, R.R., M. Arsenovic, D.A. Shah, B.J. Rauch. 2003. Effect of weed growth stage and adjuvant on the efficacy of fomesafen and bentazon. Weed Sci. 51: 1016–1021.
6- Cho, Y.I., S.H. Lee. 2005. Reduction in the surface tension of water due to physical water treatment for fouling control in heat exchanger. Heat. Mass. Transfer. 32: 1-9.
7- Green, J.M., and G.B. Beestman. 2007. Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. Crop Prot. 26: 320-327.
8- Holysz, L., A. Szczes, and E. Chibowski. 2007. Effects of a static magnetic field on water and electrolyte solutions. J. Coll. Inter. Sci. 316: 996-1002.
9- Hsiao, A.I., S.H. Liu, and W.A. Quick. 1996. Effect of ammonium sulfate on the phytotoxicity, foliar uptake, and translocation of Imazamethabenz in wild oat. Plant Grog. Regul. 15: 115-120.
10- Jensen, J.E., J.C. Streibig, and C. Andersen. 1999. Weed science compendium. ISBN: 964-386-133-3.
11- Jinxia, S. 1996. Characterization of organosilicone surfactants and their on sulfonylurea herbicide activity. Approved: Foy, C.L.C., R.L. Grayson, K.K. Hatzios, J.L. Hess, and D.M. Orectt. Blacksburg, Virginia.
12- Penner, D. 2000. Activator adjuvants. Weed Technol. 14: 785-791.
13- Quinn, C.J., T.C. Molden, and C.H. Sanderson. 1997. Magnetic treatment of water prevents mineral build-up. Iron and Steel Engineer. 74: 47- 53.
14- Smith, D.C., E.J.L. Paulsen, and J.R.K. Pinschmidt. 2003. Cationic-anionic blends for dynamic surface tension reduction. US Patent Application 0,032,698.
15- Streibig, J.C., M. Rudemo, and J.E. Jensen. 1993. Dose-response models. In: Streibig, J.C., and P. Kudsk. (Eds.), Herbicide Bioassay. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 29-55.
16- Sueda, M., A. Katsuki, M. Nonomura, R. Kobayashi, and Y. Tanimoto. 2007. Effects of high magnetic field on water surface phenomena. J. Phys. Chem. 111: 14389-14393.
17- Toledo, E.J.L., T.C. Ramalho, and Z.M. Magriotis. 2008. Influence of magnetic field on physical-chemical properties of the liquid water: Insights from experimental and theoretical models. J. Mol. Struct. 888: 409–415.
18- White, G.F. 1993. Bacterial biodegradation of ethoxylated surfactants. Pestic. Sci. 37: 150-166.