نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۱، ص ۹۰-۸۴

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 1, Spring. 2012, p. 84-90

بررسی تأثیر کربنات کلسیم آب بر کارایی علف‌کش سینوسولفوران در کنترل علف‌های‌هرز تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) و سلمه‌تره(*Chenopodium album*)

ابراهیم ایزدی دربندی [۱*] - فرزانه آذریان [۲] - نجمه نساری [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۶/۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۲/۷

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر سختی آب بر کارایی علف‌کش سینوسولفورون، آزمایشی در شرایط کنترل شده به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۸ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش، شامل مقادیر مختلف کاربرد علف‌کش سینوسولفورون در ۶ سطح (۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار)، غلظت کربنات کلسیم در آب به عنوان شاخصی از سختی آب در ۶ سطح (۰،۱۰۰، ۳۰۰، ۶۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ قسمت در میلیون) و علف های هرز در ۲ سطح (تاج خروس ریشه قرمز و سلمه تره) بودند. سمپاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی انجام شد. دو هفته پس از سمپاشی، بقاء و زیست توده اندام‌های هوایی علف‌های‌هرز اندازه‌گیری شدند. برای تحلیل نتایج آزمایش پس از تجزیه واریانس داده‌های حاصل جهت ارزیابی پاسخ علف‌های هرز مذکور به تیمارهای آزمایش از برازش ماده خشک تولید شده به معادله های۳ و ۴ پارامتری سیگموئیدی استفاده و مقدار علف‌کش لازم برای ۵۰ درصد بازدارندگی رشد علف‌های هرز مذکور در سطوح مختلف سختی آب تعیین شدند. بر اساس نتایج آزمایش، مقدار کاربرد علف‌کش و درجه سختی آب تأثیر معنی داری ($P\leq0.01$) بر رشد و بقای هر دو علف‌هرز داشتند، بطوریکه با افزایش مقدار کاربرد علف‌کش، بقا و رشد هر دو علف هرز در کاربرد سینوسولفورون با آب خالص کاهش معنی‌داری ($P\leq0.01$) یافت و افزایش سختی آب اگرچه تأثیری بر کارایی علف‌کش سینوسولفورون در کنترل تاج خروس نداشت، اما موجب کاهش معنی داری در کنترل سلمه‌تره شد. بیشترین و کمترین زیست توده تولید شده در هر دو غلظت بترتیب در۱۵۰۰ و صفر قسمت در میلیون کربنات کلسیم مشاهده شد. بر اساس نتایج آزمایش سلمه تره و تاج خروس در پاسخ به افزایش مقدار کاربرد علف‌کش پاسخ مشابهی داشتند. اما با افزایش درجه سختی آب (غلظت کربنات کلسیم) تحمل سلمه‌تره به سینوسولفورون بیشتر از تاج خروس بود. نتایج نشان دادند که افزایش درجه سختی آب شاخص ED_{50} را در هر دو علف هرز تغییر داد. به ترتیب بیشترین (۱۴۸۵/۵، ۹۱۷/۷۵) و کمترین (۹۸۹/۶، ۷۸۶/۸) مقدار ED_{50} سینوسولفورون در سلمه تره و تاج خروس در سطوح ۱۵۰۰ و صفر قسمت در میلیون کربنات کلسیم حاصل شد.

واژه های کلیدی: سختی آب، کیفیت آب، علف‌کش، علف‌هرز

مقدمه

کنترل علف‌های‌هرز همواره از مهمترین مدیریت‌های زراعی بوده و بیشترین هزینه تولید را نیز در بر داشته است (۵). در این راستا نتیجه تلاش انسان در جهت یافتن روشی سریع و مقرون به صرفه، معرفی علف‌کش‌ها بوده که علی‌رغم برخی مشکلات زیست محیطی آن‌ها، امروزه از مهمترین نهاده‌های بوم نظام‌های زراعی محسوب می‌شوند (۴). در کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز کارایی علف‌کش‌ها از مهمترین عوامل تعیین کننده کاربرد آنها است که متأثر از عوامل مختلفی از جمله عوامل گیاهی (فیزیولوژی و مورفولوژی گیاهی)، عوامل محیطی و عوامل مربوط به علف‌کش‌هاست (۵). در این ارتباط از آنجایی که آب به عنوان مهمترین و رایج‌ترین حامل مایع برای کاربرد اغلب علف‌کش‌ها است. بطوریکه که بیش از ۹۹ درصد حجم پاشش را به خود اختصاص می‌دهد لذا به نظر می‌رسد کیفیت آن نقش مهمی در کارایی استفاده از علف‌کش‌ها داشته باشد (۱۵). اهمیت استفاده از آب‌های تمیز و زلال برای پاشش علف‌کش‌ها مدت زمان زیادی است که به اثبات رسیده است (۸). از اواسط دهه ۱۹۹۰ تحقیقات نشان دادند که کارایی برخی علف‌کش‌ها تحت اثرات منفی برخی از مواد حل شده در آب سمپاشی قرار می‌گیرد (۱۴). مهمترین

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب استادیار و دانشجویان سابق کارشناسی ارشد علفهای هرز دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email : eizadi2000@yahoo.com)

شاخص‌های تعیین کننده کیفیت آب شامل اسیدیته، شوری و سختی‌آب هستند که در بین آن‌ها سختی آب به دلیل تأثیر گذاری بر سایر شاخص‌های مذکور اهمیت بیشتری دارد (۲). آب سخت به آب حاوی سطوح بالایی از املاح کلسیم، منیزیم، سدیم یا آهن گفته می‌شود (۹،۱۸) که همگی دارای بار مثبت هستند و این توانایی را دارند که با مولکول‌های علف‌کش‌های دارای بار منفی پیوند برقرار کنند و از کارایی و جذب و انتقال آن‌ها جلوگیری کرده و افزایش هزینه‌های جانبی کاربرد این آفت‌کش‌ها و کاهش اعتماد کاربران به کاربرد آن‌ها را نیز به دنبال دارند (۳). مطالعات نشان داده است که غلظت ۳۵۰ قسمت در میلیون کربنات کلسیم در آب موجب کاهش معنی‌دار کارایی گلایفوسیت در کنترل علف‌های‌هرز باریک برگ و پهن‌برگ می‌شود. افزایش غلظت آن تا ۷۰۰ قسمت در میلیون منجر به غیر فعال شدن گلایفوسیت شد، وکه برای رفع آن نیاز به افزایش کاربرد آن به میزان دو برابر است (۷). بر اساس مطالعات انجام شده در بسیاری از علف‌کش‌های با خاصیت اسید ضعیف در آب‌های سخت ناگزیر به استفاده از مواد افزودنی تعدیل کننده آب برای غلبه بر مشکلات مذکور است. این ترکیبات با مولکول های علف‌کش تشکیل نمک قابل جذب در گیاه را می دهند. لذا کاتیون های آب سخت قادر به واکنش با مولکول علف‌کش نخواهند بود (۱۱). تاثیر کیفیت آب بر کارایی علف‌کش‌ها بستگی به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دارد در علف‌کش‌هایی از قبیل توفوردی این مسأله به فرمولاسیون آن بستگی دارد. فرمولاسیون آمین نسبت به استر به آب‌های سخت حساس‌تر است (۱۵). در آزمایشی که به منظور شبیه‌سازی تاثیر نمک‌های کلسیم، منیزیم و سدیم آب بر کارایی علف‌کش نیکوسولفوران انجام شد، مشاهده شدکه کلسیم با غلظت ۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر سمیت آن اثر هم‌کاهی داشت (۱۷). سایر مطالعات در این ارتباط نشان از حساسیت علف‌کش‌های گلیفوسیت، بنتازون، دایکامبا، ام سی پی آ، توفوردی و ستوکسیدیم دارند (۱۶). بر اساس گزارش‌های موجود چنانچه سختی آب بیش از ۶۰۰ قسمت در میلیون باشد ویا حضور یون کربنات و بی‌کربنات درآب به تنهایی بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد می‌تواند اثربخشی علف‌کش گلایفوسیت را کاهش دهد. با توجه به اینکه کربنات‌کلسیم از عوامل اصلی سختی آب در اغلب نقاط کشور است (۱). این پژوهش به منظور بررسی تأثیر آن در آب بر کارایی اثر علف‌کش سینوسولفوران درکنترل دو علف‌هرز سلمه‌تره و تاج‌خروس ریشه قرمز انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مهر ماه ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح آماری کاملا تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. دمای روزانه و شبانه گلخانه به ترتیب ۲۵ و ۱۸ درجه سانتی گراد بود و عوامل مورد بررسی در آزمایش شامل سختی آب (کربنات کلسیم محلول در آب خالص) در ۶ سطح (۰، ۱۰۰، ۳۰۰، ۶۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ قسمت در میلیون)، کاربرد علف‌کش سینوسولفوران در ۵ سطح (۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار) علف‌هرز در ۲ سطح (سلمه تره و تاج خروس ریشه قرمز) بودند. پس از آزمایش جوانه زنی در شرایط کنترل شده و شکستن خواب بذر علفهای هرز (۵) و تهیه خاکی به نسبت (۱:۱:۱) شن، رس و ماسه بذور علف‌های‌هرز در گلدان‌هایی به قطر ۱۲ سانتی متر و در لایه سطحی کشت شدند و به منظور اطمینان از سبز شدن بذور، آبیاری به صورت روزانه با استفاده از پیمانه مدرجی انجام شد. پس از سبز شدن بذور، در ۲ مرحله ۳ و ۵ برگی اقدام به تنک گلدان ها شد و تراکم بوته ها به ۵ بوته در هر گلدان تنظیم شد. مراقبت از گلدان‌ها تا مرحله اعمال تیمارها (سمپاشی) در مرحله ۶ تا ۸ برگی ادامه یافت. سمپاشی با استفاده از سمپاش پشتی مدل ما تابی پلاس با نازل تی جت بر مبنای فشار ۲۰ پوند بر اینچ و ۲۵۰ لیتر آب در هکتار انجام شد. دو هفته پس از اعمال تیمارها، درصد بقای بوته‌های تیمار شده پس از شمارش بوته‌های زنده از معادله زیر محاسبه شد.

۱۰۰× (تعداد بوته ها قبل از تیمار علف‌کش/ بوته های زنده پس از تیمار)

پس از برداشت بوته های تاج خروس و سلمه تره و خشک کردن آن‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد، وزن خشک آن‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم تعیین شد.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار MSTADC تجزیه واریانس شده و برای مقایسات میانگین از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد. تجزیه رگرسیون داده های حاصل نیز با استفاده از نرم افزار R و از برآزش زیست توده گیاهان به معادله سیگموییدی ۴ پارامتری استفاده (معادله ۱) و غلظت های علفکش برای ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۹۰ درصد بازدارندگی رشد علف های هرز محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش بکار برده شدند (۱۸). در این معادله که به شرح زیر است.

$$f(b,c,d,e) = c + \frac{d-c}{1+\exp(b(\log(X)-\log(e))}$$

b، شیب منحنیc، حد پایینی منحنی (پاسخ زیست توده گیاه زمانی که کاربرد علف کش بیشترین مقدار است) e، غلظتی از علف کش که باعث ۵۰ درصد بازدارندگی رشد می شود و d، حد پایین منحنی (زمانی که مقدار کاربرد علف‌کش به سمت صفر میل می کند). در مواردی که در معادله فوق پارامتر c از نظر آماری معنی دار نشد آنرا حذف و معادله سه پارامتری سیگموییدی برای برازش داده ها استفاده شد. برای رسم نمودار ها نیز از نرم افزار Excel و R استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان دادند که افزایش مقدار کاربرد سینوسولفوران تأثیر معنی‌داری ($p\leq 0.01$) در کنترل هر دو علف‌هرز داشت و علف‌های هرز مورد مطالعه نسبت به کاربرد سینوسولفوران حساسیت متفاوتی داشتند. بر اساس نتایج حاصل حضور یون‌های کربنات‌کلسیم در آب کاهش کارایی سینوسولفورن را در کنترل علف‌های‌هرز مذکور به همراه داشت (جدول ۱).

زیست توده حاصل در هر دو علف هرز با افزایش مقدار کاربرد سینوسولفوران در آب خالص به طور معنی‌داری ($p\leq 0.01$) کاهش یافت و بین علف‌های هرز مورد بررسی، اختلافی در پاسخ به مقدار کاربرد سینوسولفوران مشاهده نشد. با افزایش کاربرد آن از ۲۰۰ گرم ماده موثره در هکتار تلفات ماده خشک نسبت به شاهد در سلمه‌تره و تاج‌خروس به ترتیب ۶۷ و ۶۹ درصد بود. از آنجایی که ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی علف‌های هرز از مهمترین عوامل تأثیر گذار بر کارایی علف‌کش‌ها می باشد. این مهم می‌تواند در تحمل گونه‌های مختلف علف‌های‌هرز به کاربرد علف‌کش‌ها موثر باشد (۱۳). در این ارتباط، مطالعات انجام شده نتایج متفاوتی ارائه داده اند (۱۰، ۱۲و۱۸).

جدول ۱- مقایسات میانگین زیست توده و بقای علف‌های‌هرزسلمه‌تره و تاج‌خروس در سطوح مختلف سختی‌آب و مقدار کاربرد سینوسولفورن

گونه علف هرز	سختی آب (قسمت در میلیون)	دز علف کش (گرم ماده موثره در هکتار)	زیست توده (گرم)	درصد بقاء
سلمه تره	۰	۰	۰/۱۸۹	۱۰۰
		۲۰۰	۰ /۰۹۹	۱۰۰
		۲۵۰	۰/۰۹۲	۸۰
		۳۰۰	۰/۰۶۰	۸۰
		۳۵۰	۰/۰۷۱	۶۰
		۴۰۰	۰/۰۶۵	۶۰
	۱۰۰	۰	۰/۱۸۹	۱۰۰
		۲۰۰	۰/۲۱۶	۱۰۰
		۲۵۰	۰/۱۳۵	۷۳
		۳۰۰	۰/۱۴۰	۶۰
		۳۵۰	۰/۰۸۵	۱۰۰
		۴۰۰	۰/۰۷۶	۶۰
	۳۰۰	۰	۰/۱۸۹	۱۰۰
		۲۰۰	۰/۱۸۰	۱۰۰
		۲۵۰	۰/۱۶۸	۸۶
		۳۰۰	۰/۱۲۶	۸۰
		۳۵۰	۰/۱۰۹	۷۳
		۴۰۰	۰/۱۱۵	۷۳
	۶۰۰	۰	۰/۱۸۹	۱۰۰
		۲۰۰	۰/۱۸۸	۱۰۰
		۲۵۰	۰/۱۸۳	۹۳
		۳۰۰	۰/۱۸۱	۸۰
		۳۵۰	۰/۱۱۴	۶۶
		۴۰۰	۰/۱۰۸	۶۰
	۱۰۰۰	۰	۰/۱۹۱	۱۰۰
		۲۰۰	/۱۹۳	۱۰۰
		۲۵۰	/۱۸۲	۸۶
		۳۰۰	/۱۶۴	۸۰
		۳۵۰	/۱۳۷	۶۰
		۴۰۰	/۱۲۸	۱۰۰

جدول ۱ – ادامه

		۰	۰/۱۸۱	۱۰۰
		۲۰۰	۰/۱۷۸	۸۰
		۲۵۰	۰/۱۶۳	۵۳
	۱۵۰۰	۳۰۰	۰/۱۴۸	۷۳
		۳۵۰	۰/۱۱۸	۶۶
		۴۰۰	۰/۱۲۷	۶۰
		۰	۰/۲۴۲	۱۰۰
		۲۰۰	۰/۱۳۵	۸۰
		۲۵۰	۰/۰۹۸	۷۳
	۰	۳۰۰	۰/۰۹۱	۶۰
		۳۵۰	۰/۰۷۷	۴۰
		۴۰۰	۰/۰۷۵	۲۰
		۰	۰/۲۴۲	۱۰۰
		۲۰۰	۰/۱۲۱	۸۰
تاج خروس	۱۰۰	۲۵۰	۰/۰۹۰	۷۳
		۳۰۰	۰/۱۱۹	۶۰
		۳۵۰	۰/۰۹۴	۴۰
		۴۰۰	۰/۱۱۶	۰
		۰	۰/۲۴۲	۱۰۰
		۲۰۰	۰/۱۳۸	۸۰
	۳۰۰	۲۵۰	۰/۱۵۲	۸۰
		۳۰۰	۰/۱۴۴	۴۷
		۳۵۰	۰/۱۱۰	۴۰
		۴۰۰	۰/۰۹۲	۰
		۰	۰/۲۴۲	۱۰۰
		۲۰۰	۰/۱۴۰	۶۰
		۲۵۰	۰/۱۰۸	۶۰
	۶۰۰	۳۰۰	۰/۱۰۱	۳۳
		۳۵۰	۰/۰۹۱	۴۰
		۴۰۰	۰/۰۷۳	۰
		۰	۰/۲۴۲	۱۰۰
		۲۰۰	۰/۱۳۴	۶۰
		۲۵۰	۰/۱۱۲	۶۰
	۱۰۰۰	۳۰۰	۰/۱۲۰	۳۳
		۳۵۰	۰/۱۰۱	۳۳
		۴۰۰	۰/۰۹۸	۰
		۰	۰/۲۴۲	۱۰۰
		۲۰۰	۰/۱۱۴	۶۰
	۱۵۰۰	۲۵۰	۰/۰۹۸	۶۰
		۳۰۰	۰/۱۰۹	۴۰
		۳۵۰	۰/۱۱۸	۳۳
		۴۰۰	۰/۰۹۵	۰
		LSD (0.05)	./۰۶۲	۱۰/۵۳

گانزالس و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی تحمل گونه های علف اسب (*Conyza Canadensis*) به کاربرد گلیفوسیت مشاهده کردند که گونه های علف اسب حساسیت متفاوتی به کاربرد علف‌کش گلیفوسیت دارند. بر اساس گزارش نامبردگان ED_{50} گلایفوسیت در بعضی از گونه‌های علف اسب بیش از دو برابر متفاوت بود. ایشان ضمن اشاره به تفاوت در تحمل گونه‌های علف اسب به کاربرد گلایفوسیت، معتقدند که این ویژگی در مدیریت شیمیایی علف‌هرز مذکور مهم است و باید مورد توجه قرارگیرد.

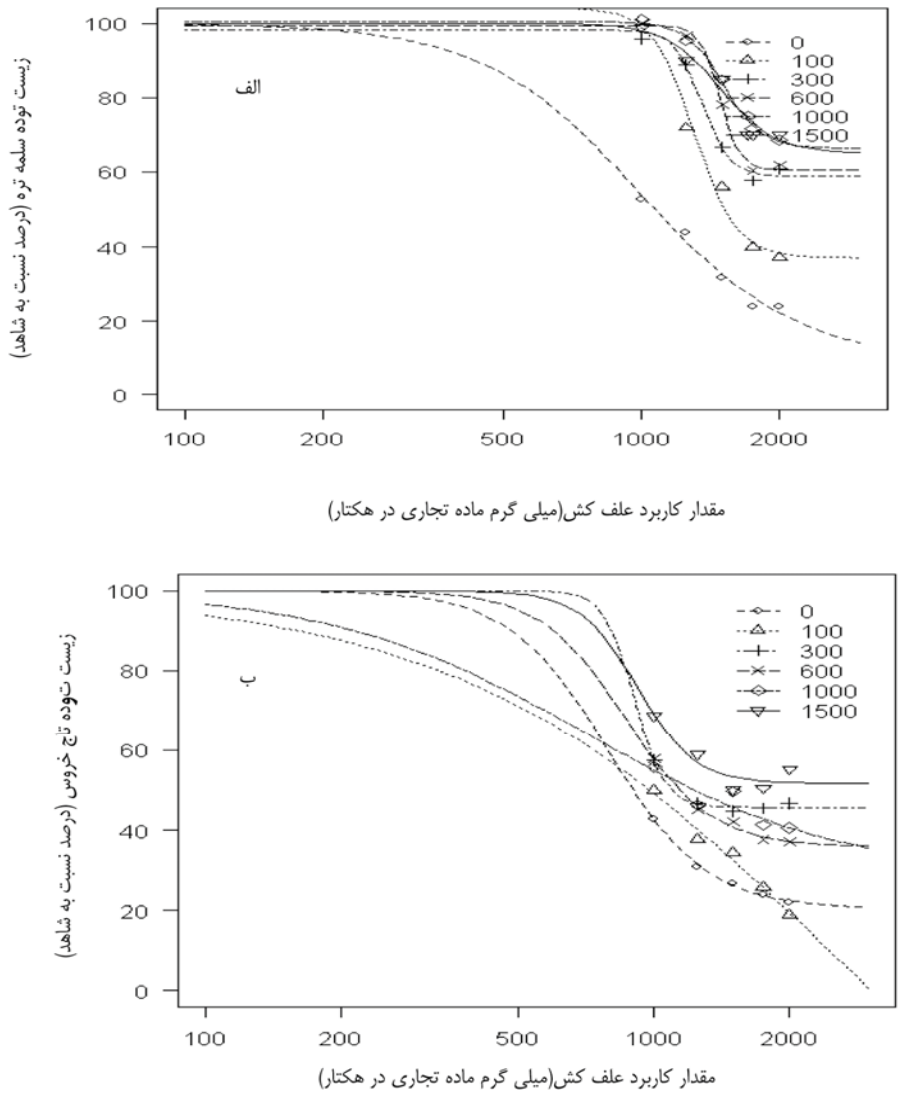
کاکالیس و همکاران (۲۰۰۱) نیز در ارزیابی تأثیر علف‌کش‌های اسیفلورن، بنتازون، بروموکسینل، گلوفوزینات و گلیفوسیت بر گونه های مختلف پیچک و آفتاب گردان نتایج متفاوتی گزارش دادند. بر اساس گزارش نامبردگان بین گونه‌های مورد مطالعه در پاسخ به کاربرد علف‌کش های مذکور اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و مطالعات بافت‌شناسی توسط نامبردگان این اختلافات را به دلیل تفاوت در خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی از قبیل ضخامت لایه کوتیکول برگ و تعداد و محل روزنه‌های برگ عنوان کردند این در حالی است که بر اساس مطالعات فاسینی و پوریسیگی (۲۰۰۷) از بین ۲۰ علف‌هرز مطالعه شده اختلافی در پاسخ به کاربرد توفوردی مشاهده نشد. حال اینکه گونه های مورد بررسی در این مطالعه از درجه تحمل متفاوتی به کاربرد گلیفوسیت و دایکامبا برخوردار بودند. نامبردگان ضمن اشاره به این مهم گزارش کردند که تأخیر در کاربرد علف‌کش بر این اختلاف می‌افزاید و تحمل بیشتر علف‌های‌هرز را در پی خواهد داشت.

با توجه به نتایج حاصل هرچند سختی آب تأثیری در کارایی علف‌کش سینوسولفوران در کنترل علف‌هرز تاج‌خروس نداشت اما منجر به کاهش معنی‌داری در کنترل سلمه‌تره شد بطوریکه با افزایش غلظت کربنات‌کلسیم تا۶۰۰ و۱۵۰۰ قسمت در میلیون در کاربرد ۲ لیتر در هکتار سینوسولفوران تلفات ماده خشک سلمه‌تره به ترتیب ۴۳ و۳۰ درصد بود که نسبت به شاهد بترتیب ۲۳ و۳۳ درصد کاهش یافت و بقای آن از ۱۵ به ۶۰ درصد افزایش یافت (جدول۱). در این ارتباط سایر مطالعات نیز نتایج مشابهی را ارائه داده اند. پنر (۲۰۰۶) گزارش داد که کربنات‌کلسیم آب از طریق غیرفعال کردن مولکول علف‌کش گلایفوسیت می‌تواند منجربه کاهش کنترل علف‌های‌هرز شود و برای رفع این مشکل نیاز به کاربرد مواد افزودنی از قبیل سولفات‌آلومینیوم است. بوسان و دایر (۱۹۹۹) مشاهده کردند که افزایش سختی آب تا مرز ۷۰۰ قسمت در میلیون کربنات‌کلسیم، غیرفعال شدن کامل گلایفوسیت را به همراه داشت و برای کنترل مطلوب علف‌های‌هرز نیاز به افزایش کاربرد آن به مقدار دو برابر بود.

جدول ۳- پارامترهای حاصل از برازش داده های زیست توده علفهای هرز به معادلات ۳ و ٤ پارامتری سیگموییدی (پارامترهای ED بر مبنای ماده تجاری علف‌کش هستند)

علف هرز	سختی آب (قسمت کربنات کلسیم در میلیون)	معادله/پارامتر	b	C	d	ED10	ED30	ED50	ED90
سلمه تره	۰	۳ پارامتره سیگموییدی	۵۲۵(۱/۵)*	۹/۰۴(۲۱/۳)	۲۹/۹(۳/۹۲)	۴۱۴/۳(۱۶۵/۳)	۷۰۷/۴(۸۷/۷)	۹۸۹/۶(۱۶۸/۶)	۲۳۶۳ (۱/۱۵۶۴)
	۱۰۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۹/۳۷(۲/۷)	۳۷/۰۵(۴/۱۴)	۱۰۴/۲(۳/۲)	۱۰۲۷/(۴۹/۷)	۱۱۸/۴(۳۷/۴)	۱۳۰۲/۱(۴۵/۵)	۱۶۵۰/۳(۱۲۴/۶)
	۳۰۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۱۴/۲۷(۵/۵)	۵۸/۱۹۴(۳/۲)	۹۸/۶۳(۲/۸)	۱۱۶۲/۱(۷۹/۵)	۱۲۷۲/۳(۵۵/۰۸)	۱۳۵۵/۴(۵۲/۴)	۱۵۸۰/۹(۱۱۴/۲)
	۶۰۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۱۹/۶۱(۸/۹)	۶۰/۴۴(۳/۵)	۹۹/۴(۲/۸)	۱۳۲۵/۴۱(۱۶۵)	۱۴۹۱/۸(۸۹/۹)	۱۴۸۲/۵(۴۱/۸)	۱۶۵۸(۱۶۰/۵)
	۱۰۰۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۱۰/۲۴(۵/۸)	۶۶/۳۳(۶/۳)	۱۰۰/۴(۳)	۱۲۱۹/۷(۱۴۳)	۱۳۹۱(۸۸)	۱۵۱۱/۴(۹۲/۰۲)	۱۸۷۲(۲۸۹/۲)
	۱۵۰۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۷/۲(۴/۰)	۶۵/۰۳(۸/۵)	۱۰۰(۳/۶)	۱۰۹۵(۱۷۰/۵)	۱۳۲۰/۸(۱۱۸/۵)	۱۴۸۵(۱۴۱/۴)	۲۰۱۵(۴۵۸/۶)
	۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۳/۹(۱/۹)	۲۰/۴(۴/۶)	۱۰۰(۲/۵)	۴۵۰/۹(۱۶۷/۳)	۶۳۴/۸(۱۲۸/۶)	۷۶۸/۸(۸۰/۲)	۱۳۷۳(۲۷۰/۸)
	۱۰۰	۳ پارامتره سیگموییدی	۱/۹(۱/۳)	-	۹۹/۹(۳/۴)	۳۱۹/۷(۷۶)	۶۴۴/۱(۸۴/۴)	۹۹۹/۶(۷۰/۹)	۳۱۲۶/۶(۴۲۵/۶)
تاج خروس	۳۰۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۱۲/۷(۴/۴)	۴۵/۶(۱/۵)	۹۹/۹(۲/۵)	۷۶۱/۶(۲۳۲/۲)	۸۴۶/۴(۱۵۷/۶)	۹۰۴/۴(۱۰۱/۵)	۱۴۰۲/۹(۲۵/۹)
	۶۰۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۴/۵(۲)	۳۸/۷(۸/۹)	۱۰۰(۲/۵)	۵۳۲/۷(۱۴۶/۵)	۷۱۷/۴(۱۰۲/۲)	۸۶۴/۵(۵۸/۵)	۲۹۶۱/۶(۸۱۸/۰۲)
	۱۰۰۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۱/۵(۲/۵)	۲۸/۵(۴۰/۸)	۱۰۰(۲/۵)	۱۶۷(۳۳/۹)	۴۰۴/۱(۲۴۱/۵)	۷۰۳/۴(۲۴۹/۵)	۱۲۶۹(۱۳۳/۷)
	۱۵۰۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۶/۷(۲/۵)	۵۱/۶(۱/۹)	۹۹/۹(۲/۵)	۶۶۳/۵(۱۰۳/۹)	۸۰۹/۹(۷۰/۳)	۹۱۷/۸(۴۵/۶)	

* خطای استاندارد



شکل ۱- تأثیر غلظت کربنات کلسیم آب بر زیست توده سلمه تره (الف) و تاج خروس (ب) در سطوح مختلف کاربرد علف‌کش سینوسولفورن

مک کولان (۲۰۰۰) نیز در ارزیابی تاثیر سختی آب بر کارایی علف‌کش‌های ستوکسیدیم و ترالکوکسیدیم گزارش کردند که چنانچه غلظت بی‌کربنات آب بیش از ۵۰۰ قسمت در میلیون باشد کارایی علف‌کش های مذکور به طور معنی‌داری کاهش خواهد یافت. نتایج حاصل از این آزمایش نیز دلالت بر اثرات هم کاهی کربنات‌کلسیم آب‌های سخت، که از مشخصه‌های بسیاری از آب‌های زیرزمینی ایران می‌باشد (۱)، بر کارایی علف‌کش سینوسولفوران در کنترل علف‌هرز سلمه‌تره دارد. بطوریکه حتی در غلظت ۱۰۰ قسمت در میلیون کربنات کلسیم نیز تاثیر منفی سختی آب، بر کارایی علف‌کش سینوسولفورون قابل ملاحظه بود (جدول ۱) و در غلظت‌های بالاتر (۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ قسمت در میلیون) علف‌کش مذکور عملا غیرفعال شده است و افزایش کاربرد آن تا مرز ۲ لیتر در هکتار تأثیری در کنترل آن نداشت. نتایج تجزیه رگرسیون و پارامترهای حاصل در آن (ED_{10}، ED_{30}، ED_{50}، ED_{90}) نیز ضمن تأیید عدم اختلاف پارامترهای مذکور در دو علف هرز در آب خالص، نشان می‌دهند که افزایش غلظت کربنات‌کلسیم آب منجر به افزایش پارامترهای مذکور در علف‌هرز سلمه‌تره شده است ولی در تاج‌خروس تأثیری نداشته است. از آن‌جا که در مطالعاتی از این قبیل پارامتر ED_{50} در ارزیابی و تحلیل نتایج آزمایش معمول‌تر است (۱)، در این مطالعه نیز بررسی نتایج حاصل نشان از افزایش معنی‌دار آن با افزایش سختی آب در سلمه‌تره داشت ولی تغییر معنی داری در تاج خروس مشاهده نشد. بطوریکه با افزایش غلظت کربنات‌کلسیم از صفر به ۱۵۰۰ قسمت در میلیون، ED_{50} سینوسولفوران در سلمه‌تره و تاج‌خروس به ترتیب از ۸۸۹ و ۷۶۸ به ۱۴۸۵ و ۹۱۷ گرم ماده تجاری سینوسولفوران تغییر

کرد (جدول ۲). این نتایج ضمن اشاره به اهمیت کربنات‌کلسیم آب در کاهش کارآیی اثر علف‌کش سینوسولفوران، نشان از حساسیت متفاوت سلمه‌تره و تاج‌خروس به کاربرد آن دارند. بر اساس مطالعات انجام شده اعتقاد بر این است که ترکیب موم اپیکوتیکولی برگ برخی علف‌های‌هرز اثری مشابه تاثیر سختی آب بر کارایی علف‌کش ها دارد (۲). بطوری که بر اساس گزارش‌های موجود کارایی علف‌کش‌هایی توفوردی و گلیفوسیت در کنترل علف‌های‌هرز گاوپنبه، تاج‌خروس و سلمه‌تره به دلیل ضخیم بودن موم اپیکوتیکولی و بالا بودن مقدار کلسیم موم اپیکوتیکولی و تشکیل پیوند شیمیایی مولکول علف‌کش با کلسیم موم سطحی برگ، کاهش می یابد. به طوریکه اعتقاد بر این است ضخامت بیشتر موم اپیکوتیکولی ضمن اینکه مانع از جذب بهینه علف‌کش در گیاه می شود، کلسیم موجود در آن نیز اثراتی مشابه با اثرات سختی آب بر کارایی علف‌کش ها دارد (۹). لذا به نظر می رسد اثر متقابل کیفیت آب و فیزیولوژی برگ علف‌هرز می‌تواند در ارزیابی کارایی اثر علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های‌هرز نقش داشته باشد (۲). در این مطالعه نیز به نظر می رسد علت بالا بودن ED_{50} سلمه تره نسبت به تاج خروس، ویژگی‌های موم اپیکوتیکولی سلمه‌تره باشد که این مهم بویژه در شرایط سختی آب اثر هم‌افزایی داشته و منجر به کاهش بیش‌تر کارایی علف‌کش سینوسولفورون در کنترل آن در سطوح بالای کربنات‌کلسیم آب شده است (۲). به طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه ضمن تاکید بر لزوم توجه به کیفیت آب در کاربرد علف‌کش ها (در این مطالعه سینوسولفوران)، توجه به فیزیولوژی علف های هرز را نیز در کاربرد علف‌کش ها مهم و موثر می داند. به طوری که توجه به این موارد ضمن اینکه می تواند در افزایش کارایی استفاده از علف‌کش ها موثر باشد کاهش مقدار کاربرد،سلامت و امنیت زیست محیطی آنها را نیز در پی خواهد داشت. اگر چه با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش این احتمال وجود دارد که ترکیب موم اپیکوتیکولی سلمه تره و تاج خروس در بروز اثرات متفاوت علف‌کشی سینوسولفوران در این دو علف هرز موثر باشد، اما مطالعات تکمیلی بیشتری در این ارتباط پیشنهاد می شود.

منابع

۱- توحیدی، ح. ۱۳۷۹. ارزیابی کیفیت آب آبیاری در دریاچه سد طرق به منظور مدیریت کیفی آب در اراضی فاریاب پایین دست. همایش منابع طبیعی، تهران.

۲- زند. ا.، س. ک. موسوی، و ا. حیدری. ۱۳۸۷. علفکش‌ها و روش‌های کاربرد با رویکرد بهینه‌سازی و کاهش مصرف. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۳- زند، ا.، ح. رحیمیان، ع. کوچکی، ج. خلقانی، س. ک. موسوی، و ک. رمضانی. ۱۳۸۳. اکولوژی علف‌های‌هرز (کاربردهای مدیریتی) (ترجمه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد). ص. ۴۲۹ ص.

۴- جباری، ح.ا. زند. ۱۳۸۵.کیفیت آب عاملی موثر در افزایش کارایی مصرف علفکش و کاهش مصرف آن‌ها.

۵- قربانی، ر.، م. ح. راشدمحصل، س. ا. حسینی، س. ک. موسوی. و ک. حاج‌محمدنیا. ۱۳۸۸.مدیریت پایدار علف‌های‌هرز (ترجمه) انتشارات دانشگاه فردوسی.۹۲۴ ص.

6- Andresen, B 2006. Water quality and pesticide performance.http://www.quantumlynx.com Accessed October 11.

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

8- Bernaards, M., K. D. Thelen, and D. Penne. 2005. Glyphosate efficacy is antagonized by manganese. Weed Tech .19:27-34.

9- Buhler D. D. and L .Hoffman. 1999. Anderson Guide to practical methods of propagating weeds and other plants. WSSA Publication. P.247

10- 10-Ferrell, M. A., T. D. Whitson,., S. D .Miller. 2004. Basic Guide to Weed and Herbicides, MP18. The University of Wyoming, College of Agriculture, Department of Plant Sciences, Cooperative Extension Service.

i. www.uwyo.edu/plants/wyopest/TrainingManuals/Weedctrl.pdf, pp. 1–19.

11- Green, J. M., and T. Hale. 2005. Increasing and decreasing of pH to enhance the biological activity of nicosulfuroun .weed Techn .19:468-475.

12- Green, J. M., and W.R. Kahill. 2003 .Enhancing the biological activity of nicosulfuron with pH adjusters. Weed Tech.17:338-345.

13- Holm, F.A., , J. L . Henry. 2005. Water quality and herbicides. Crop Science and Plant Ecology.

14- Mcmullan, P. 2000 .Utility adjuvant. Weed Tech.14:792-797.

15- Nalevaja, J.D., T. Praczyk, , R .Matysiak. 1995. Spray deposits from nicosulfuron with salts that affect efficacy. Weed Tech. 9:587-593

16- Petroff, R. 2000. Water quality and pesticide performance. http://scarab.msu.montana.edu. Accessed October 11, 2006

17- Penner, D. Novel water conditioning against for glyphosate. 2006. American Weed Science Society Proceedings 61:150.