نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰، ص. ۲۶۵-۲۵۸

Journal of Plant Protection
Vol. 25, No. 3, Fall 2011, P. 258-265

بررسی تأثیر سختی آب بر کارایی علف کش توفوردی آمین در کنترل علف‌های تاج خروس ریشه قرمز(*Amaranthus retroflexus*) و سلمه تره (*Chenopodium album*)

ابراهیم ایزدی دربندی[1*]- نجمه نساری[2]- فرزانه آذریان[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۴/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۵/۱

چکیده

آب معمولترین حامل برای رقیق کردن و کاربرد علف کش ها می باشد. بر اساس بررسی‌های انجام شده کیفیت آب نقش مهمی را در کارایی کاربرد علف کش ها دارد. به منظور بررسی تأثیر سختی آب بر کارایی علف کش توفوردی آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در شرایط کنترل شده به صورت فاکتوریل و در قالب طرح آماری کاملا تصادفی در ۳ تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارها شامل مقادیر کاربرد علف کش توفوردی در ۶ سطح (۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰، ۱۵۰۰، ۱۷۵۰ و ۲۰۰۰ میلی لیتر در هکتار)، میزان کربنات کلسیم بعنوان شاخص سختی آب در ۶ سطح (۰،۱۰۰، ۳۰۰،۶۰۰،۱۰۰۰،۱۵۰۰ قسمت در میلیون) و علف هرز در دو سطح (سلمه تره و تاج خروس ریشه قرمز) بودند. پس از سبز شدن گیاهان سم پاشی در مرحله ۶ تا۸ برگی علف‌های هرز انجام شد و ۲ هفته بعد از پاشش درصد بقا و وزن خشک علف‌های هرز اندازه گیری شد. برای تحلیل نتایج آزمایش، تجزیه واریانس داده‌های آزمایش جهت ارزیابی پاسخ گیاهان به تیمارهای آزمایش با معادله ۴ پارامتری سیگموییدی برازش داده شد و مقدار علف کش لازم برای ۵۰ درصد بازدارندگی رشد علف‌های هرز (ID_{50}) محاسبه شد. نتایج نشان دادند مقدار کاربرد علف کش و سختی آب تأثیر معنی داری (۰/۰۱ >p) در رشد و بقای دو علف هرز داشت. با افزایش مقدار کاربرد توفوردی رشد و بقای هر دو علف هرز بطور معنی داری کاهش یافت (۰/۰۱ >p) و افزایش سختی آب اثر توفوردی را در کنترل هر دو علف هرز کاهش داد. بر اساس نتایج آزمایش بیشترین (۷۹/۴ و ۹۱/۷ درصد) و کمترین (۳۵/۵ و ۷۴/۳ درصد) تلفات زیست توده، در بیشترین و کمترین سطح توفوردی و کربنات کلسیم به ترتیب در سلمه تره و تاج خروس حاصل شد. بر این اساس حساسیت تاج خروس به کاربرد توفوردی در سطوح مختلف سختی آب بیشتر از سلمه تره بود و افزایش سختی آب، ID_{50} را در هر دو علف هرز افزایش داد. کمترین (۱۰۵۷ میلی لیتر در هکتار) و بیشترین (۲۷۸۳ میلی لیتر در هکتار) ID_{50} توفوردی برای سلمه تره بترتیب در آب خالص و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون کربنات کلسیم و کمترین (۵۵۹ میلی لیتر در هکتار) و بیشترین (۱۲۷۰ میلی لیتر در هکتار) ID_{50} توفوردی برای تاج خروس به‌ترتیب در ۱۰۰ و ۱۵۰۰ قسمت در میلیون سختی آب حاصل شد.

واژه های کلیدی: زیست توده، کیفیت آب، کربنات کلسیم

مقدمه

علف کش ها از مهمترین و پر کاربردترین آفت کش هایی هستند که عدم توجه به کاربرد علمی آن‌ها ضمن کاهش کارایی اثر آن‌ها بر علف های هرز تبعات زیست محیطی گسترده ای را نیز به دنبال داشته است (۲۰). کارایی علف کش ها متأثر از فرمولاسیون، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مولکول علف کش، مورفولوژی و فیزیولوژی علف هرز، زمان کاربرد، شرایط محیطی در زمان کاربرد علف کش و کیفیت حامل آن‌ها است (۴). در این بین آب مهمترین و پرکاربردترین حامل در اغلب علف کش ها است که کیفیت آن از طریق تأثیر گذاری بر فعالیت مولکولهای علف کش ها در کارایی آن‌ها، موثر است (۴). شاخص های تعیین کننده کیفیت آب که از دید کاربرد علف کش ها مورد توجه هستند شامل اسیدیته، سختی و زلالیت آب می باشند که در بین آن‌ها سختی آب با توجه به تأثیر گذاری آن بر سایر شاخص های مذکور از اهمیت بیشتری برخوردار است (۱ ، ۱۰). اصطلاح سختی آب اشاره به وجود عناصر معدنی، کلسیم، منیزیم، سدیم و آهن در آب دارد که از طریق غیر فعال کردن مولکول های علف کش باعث کاهش اثر در علف کش های اسید ضعیفی نظیر گلیفوسیت، توفوردی، MCPA و دایکامبا می شود (۱۰ ، ۱۱). کاهش کارایی علف کش ها منجر به افزایش هزینه های جانبی کنترل از طریق کاربرد مواد افزودنی و تکرار سمپاشی خواهد

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

شد. از سوی دیگر کاهش کنترل علف‌های هرز توسط علف کش، دانش پژوهان را به بروز پدیده مقاومت علف‌های هرز به علف کش ها مشکوک و اعتماد کاربران به کاربرد آن‌ها را نیز کاهش می دهد. در این ارتباط ناسازگاری‌های فیزیکی و شیمیایی بین علف کش و سایر ترکیبات غیر علف کشی یا حامل آن‌ها از مهمترین عوامل کاهش کارایی آن‌ها می باشد (۳). وجود کاتیونهایی از قبیل $Ca^{++}, Mg^{++,}$ Fe^{+++} در آب مخزن سمپاشی از طریق پیوند با بنیان منفی مولکول‌های علف کش باعث کاهش حلالیت نمک علف کش و رسوب آن‌ها در مخزن سمپاش می شوند. نمک حاصل براحتی جذب گیاه نمی شود و فعالیت بیولوژیکی کافی برای کنترل علف‌های هرز نخواهد داشت (۱۸،۲۱). اهمیت این موضوع تسط پژوهشگران مختلف مطالعه شده است و و راهکارهایی را نیز در جهت کاهش اثرات هم کاهی آبهای سخت بر علف کش ها ارائه شده است (۱۸،۱۵). در این ارتباط اثرات آنتاگونیستی نمک‌های کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم بر فرم آمینی علفکش توفوردی گزارش شده است (۱۷). نتایج مطالعات روی گلیفوسیت نشان داد که کاربرد این علف کش در آب سختی که محتوی کربنات کلسیم بالایی هستند کاهش شدید کارایی و غیر فعال شدن آن را به دنبال داشت. در بسیاری از موارد در علف کش‌هایی که دارای خاصیت اسیدی ضعیف هستند، ناگزیر به استفاده از مواد افزودنی تعدیل کننده آب[1] برای غلبه بر مشکلات آب سخت می باشد. استفاده از ترکیباتی مانند دی آمونیوم سولفات در جهت کاهش اثرات هم کاهی آب سخت بر کارایی علف کش ها توصیه شده است. این ترکیبات با مولکول علف‌کش تشکیل نمک قابل جذب در گیاه را می دهند در نتیجه کاتیون‌های آب سخت نمی توانند با مولکول علف کش واکنش دهند (۱۷ و۱۸).

گزارش شده است که غلظت ۳۵۰ قسمت در میلیون کربنات کلسیم موجب کاهش معنی دار کارایی گلایفوسیت در کنترل علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ شده است. افزایش غلظت کربنات کلسیم تا ۷۰۰ قسمت در میلیون منجر به غیر فعال شدن آن شد و برای رفع آن نیاز به افزایش کاربرد گلایفوسیت به میزان دو برابر بود (۸). در آزمایشی دیگر که به منظور شبیه سازی تأثیر نمک‌های کلسیم، منیزیم و سدیم آب بر کارایی علف کش نیکوسولفورون انجام شد، مشاهده شد که کلسیم بکار رفته به مقدار۸۰۰ میلی گرم در لیتر بر سمیت علف کش نیکوسولفورون اثر آنتاگونیستی داشت (۱۶).

نظر به اینکه کربنات کلسیم از عوامل اصلی سختی آب در اغلب نقاط کشور است (۱) و با توجه به اینکه تأثیر این ترکیب بر کارایی علف کش ها در کشور کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در بررسی حاضر اثرات آن بر کارایی اثر علف کش توفوردی آمین در کنترل دو علف هرز سلمه تره و تاج خروس مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش ها

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. میانگین دمای روزانه و شبانه محیط گلخانه به ترتیب ۲۵ و ۱۸ درجه سانتی گراد بود و عوامل مورد بررسی در آزمایش شامل غلظت کربنات کلسیم (کربنات کلسیم محلول در آب مقطر) در ۶ سطح (۱۵۰۰،۱۰۰۰،۶۰۰،۳۰۰،۱۰۰، ۰) قسمت در میلیون ، کاربرد علف‌کش تو فوردی در ۵ سطح (۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰، ۱۷۵، ۲۰۰ درصد مقدار کاربرد توصیه شده (یک لیتر در هکتار) و علف هرز در ۲ سطح (سلمه تره و تاج خروس ریشه قرمز) بودند. پس از آزمایش جوانه زنی در شرایط کنترل شده و شکستن خواب بذر علف‌های‌هرز (۵) و تهیه خاکی به نسبت (۱:۱:۱) شن، رس و ماسه، بیست عدد بذر در گلدان هایی به قطر ۱۰ سانتی متر در لایه سطحی کشت شدند. آبیاری روزانه با استفاده از پیمانه مدرج 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. سمپاشی گیاهان در مرحله ۶ تا ۸ برگی با استفاده از سمپاش پشتی مدل ماتابی 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 بوته های تیمار شده پس از شمارش بوته های زنده از معادله زیر محاسبه شد.

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

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

تجزیه واریانس داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار MSTAD-C انجام شد و مقایسات میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت. تجزیه رگرسیون داده‌های حاصل نیز با استفاده از نرم افزار R و از برازش زیست توده گیاهان به معادله سیگموییدی ۴ پارامتری استفاده شد (معادله ۱) و غلظت‌های علفکش برای ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۹۰ درصد بازدارندگی رشد علف‌های هرز محاسبه و با استفاده از معادله زیر در تحلیل نتایج آزمایش بکار برده شدند.

$$\left(f(b,c,d,e) = c + \frac{d-c}{1+e\{b(\log(x)-\log(e)\}} \right) \quad \text{معادله ۱}$$

در این معادله b شیب منحنی c 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

1- water conditioner adjuvant

منحنی (از زمانی که مقدار کاربرد علف کش 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 داده‌ها استفاده شد (۲۰). رسم نمودار ها نیز با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که مقدار کاربرد توفوردی و غلظت کربنات کلسیم تأثیر معنی داری ($P<۰/۰۱$) بر کنترل علف‌های هرز سلمه تره و تاج خروس داشت و پاسخ علف‌های هرز مورد مطالعه به مقدار کاربرد توفوردی و غلظت کربنات کلسیم متفاوت بود (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱- مجموع میانگین مربعات (MS) حاصل از تجزیه واریانس زیست توده و بقای علف‌های هرز سلمه تره و تاج خروس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		زیست توده (گرم)	بقا (درصد)
علف هرز	۱	۰/۰۱۴**	۶۷۵۵۷/۴**
غلظت کربنات کلسیم	۵	۰/۰۶۴**	۲۷۱۰**
مقدار کاربرد علف کش	۵	۰/۰۰۸**	۱۲۷۴۵/۵**
علف هرز × غلظت کربنات کلسیم	۵	۰/۷۶۸**	۳۹۲/۹^{ns}
علف هرز × مقدار کاربرد علف کش	۵	۰/۱۶۰**	۳۳۹۷/۴**
مقدار کاربرد علف کش× غلظت کربنات کلسیم	۲۵	۰/۰۲۲*	۹۴۸ /۲*
علف هرز × غلظت کربنات کلسیم ×مقدار کاربرد علف‌کش	۲۵	۰/۰۱۲*	۴۷۲/۹^{ns}
خطای آزمایش	۱۴۴	۰/۱۳۸	۵۱۲/۹

ns، * و **: به ترتیب دارای اختلاف غیر معنی دار، معنی دار در سطح ۱ درصد و معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مربوط به زیست توده و درصد بقای تاج خروس و سلمه تره در سطوح مختلف سختی آب و مقدار کاربرد علفکش توفوردی

علف هرز	غلظت‌کربنات‌کلسیم (قسمت در میلیون)	غلظت علف کش (میلی‌لیتر در هکتار)	زیست توده (گرم)	درصد بقا
سلمه تره	۰	۰	۰/۱۸۹ ^{b}	۱۰۰^{a}
		۱۰۰۰	۰/۱۰۰ $^{f-n}$	۱۰۰ ^{a}
		۱۲۵۰	۰/۱۰۳ $^{f-m}$	۸۶/۶۷^{ab}
		۱۵۰۰	۰/۰۹۰ $^{f-o}$	۷۳/۳۳^{abc}
		۱۷۵۰	۰/۰۷۱ $^{j-o}$	۲۰$^{c-h}$
		۲۰۰۰	۰/۰۳۸ ^{no}	۲۰ $^{c-h}$
	۱۰۰	۰	۰/۱۸۹ ^{b}	۱۰۰^{a}
		۱۰۰۰	۰/۱۲۷ $^{b-k}$	۱۰۰^{a}
		۱۲۵۰	۰/۱۰۹ $^{e-m}$	۸۶.۶۷^{ab}
		۱۵۰۰	۰/۱۰۱ $^{f-n}$	۱۰۰ ^{a}
		۱۷۵۰	۰/۰۹۲ $^{f-o}$	۸۰^{abc}
		۲۰۰۰	۰/۰۷۱ $^{j-o}$	۷۳/۳۳^{abc}
	۳۰۰	۰	۰/۱۸۹ ^{b}	۱۰۰ ^{a}
		۱۰۰۰	۰/۱۲۸ $^{b-j}$	۱۰۰ ^{a}
		۱۲۵۰	۰/۱۱۶ $^{d-m}$	۱۰۰ ^{a}

۱۵۰۰	۰/۱۰۰ f-n	۱۰۰ a		
۱۷۵۰	۰/۰۹۵ f-o	۹۳/۳۳ a		
۲۰۰۰	۰/۰۹۵ f-o	۶۰ a–e		
۰	۰/۱۸۹ b	۱۰۰ a		
۱۰۰۰	۰/۱۵۴ b-f	۱۰۰ a		
۱۲۵۰	۰/۱۶۶ d-m	۱۰۰ a		
۱۵۰۰	۰/۱۰۶ f-m	۱۰۰ a	۶۰۰	
۱۷۵۰	۰/۰۹۸ f-n	۹۳/۳۳ a		
۲۰۰۰	۰/۰۸ h-o	۱۰۰ a		
۰	۰/۱۸۹ b	۱۰۰ a		
۱۰۰۰	۰/۱۳۸ b-i	۱۰۰ a		
۱۲۵۰	۰/۱۳۰ b-j	۱۰۰ a		
۱۵۰۰	۰/۱۲۶ b-k	۱۰۰ a	۱۰۰۰	
۱۷۵۰	۰/۱۲۶ b-k	۱۰۰ a		
۲۰۰۰	۰/۰۸ g-o	۶۰ a–e		
۰	۰/۱۸۹ b	۱۰۰ a		
۱۰۰۰	۰/۱۵۱ b-g	۱۰۰ a		
۱۲۵۰	۰/۱۳۹ b-i	۱۰۰ a		
۱۵۰۰	۰/۱۳۵ b-j	۸۶/۶۷ ab	۱۵۰۰	
۱۷۵۰	۰/۱۰۶ f-m	۹۳/۳۳ a		
۲۰۰۰	۰/۱۲۴ c-l	۱۰۰ a		
۰	۰/۳۲۲ a	۱۰۰ a		
۱۰۰۰	۰/۱۰۴ f-m	۴۶/۶۷ b–g		
۱۲۵۰	۰/۱۰۳ f-m	۵۳.۳۳ b–f		
۱۵۰۰	۰/۰۸۰ i-o	۲۰ e_h	۰	
۱۷۵۰	۰/۰۸۴ mno	۱۳/۳۳ fgh		
۲۰۰۰	۰/۰۳۱ o	۶/۶۶ gh		
۰	۰/۳۲۲ a	۱۰۰ a		
۱۰۰۰	۰/۱۰۷ f-m	۴۶/۶۷ b–g		
۱۲۵۰	۰/۱۰۳ f-n	۴۶/۶۷ b–g		
۱۵۰۰	۰/۱۰۲ f-n	۷۳/۳۳ abc	۱۰۰	تاج خروس
۱۷۵۰	۰/۰۵۴ mno	۴۰ c– h		
۲۰۰۰	۰/۰۶۰ l-o	۲۰ e–h		
۰	۰/۳۲۲ a	۱۰۰ a		
۱۰۰۰	۰/۱۰۲ f-n	۴۶/۶۷ b-g		
۱۲۵۰	۰/۰۸ h-o	۶۰ a- e		
۱۵۰۰	۰/۰۹۸ f-n	۶۶/۶۷ a–d	۳۰۰	
۱۷۵۰	۰/۰۹۰ f-o	۷۳/۳۳ abc		
۲۰۰۰	۰/۰۶۲ k-o	۲۰ e-h		

۶۰۰	۰	۰/۳۲۳[a]	۱۰۰ [a]
	۱۰۰۰	۰/۱۲۰ [c-l]	۸۶/۶۷[ab]
	۱۲۵۰	۰/۱۰۰ [f-n]	۶۶/۶۷ [a-d]
	۱۵۰۰	۰/۰۹۹ [f-n]	۲۶/۶۷ [d- h]
	۱۷۵۰	۰/۰۶۲ [k-o]	۲۰ [e-h]
	۲۰۰۰	۰/۰۶۲ [k-o]	۶/۶۷[gh]
۱۰۰۰	۰	۰/۳۲۳[a]	۱۰۰ [a]
	۱۰۰۰	۰/۱۷۳[bcd]	۸۶/۶۷ [ab]
	۱۲۵۰	۰/۱۳۷ [b-i]	۸۶/۶۷ [ab]
	۱۵۰۰	۰/۱۱۱ [d-m]	۲۰ [e-h]
	۱۷۵۰	۰/۰۹۱ [f-o]	۵۳/۳۳ [a-f]
	۲۰۰۰	۰/۰۶۳ [k-o]	۰[h]
۱۵۰۰	۰	۰/۳۲۳[a]	۱۰۰ [a]
	۱۰۰۰	۰/۱۸۱ [bc]	۸۰ [abc]
	۱۲۵۰	۰/۱۴۹ [b-h]	۷۳/۳۳ [abc]
	۱۵۰۰	۰/۱۷۱ [b-e]	۴۶/۶۷ [b-g]
	۱۷۵۰	۰/۱۵۴ [b-f]	۶۰ [a-e]
	۲۰۰۰	۰/۱۱۲ [d-m]	۴۶/۶۷ [b-g]

حروف غیرمشترک بین میانگین ها نشان دهنده تفاوت معنی دار ($p<0.05$) می باشد.

بر اساس نتایج حاصل، ماده خشک تولید شده در هر دو علف هرز با افزایش مقدار کاربرد علف کش در آب خالص به طور معنی داری کاهش یافت و سلمه تره از تحمل بیشتری نسبت به تاج خروس برخوردار بود. به طوری که در کاربرد یک لیتر در هکتار توفوردی مقدار ماده خشک تولید شده در سلمه تره نسبت به شاهد (۵۳ درصد) اختلاف معنی داری نسبت به تاج خروس (۳۲ درصد) داشت و افزایش کاربرد توفوردی اگرچه از این اختلاف کاست، اما تأثیر آن روی سلمه تره حتی در مقادیر بالا، کمتر از تاج خروس بود. در بالاترین مقدار کاربرد علف کش (۲ لیتر در هکتار) سلمه تره با ۸۰ درصد تلفات ماده خشک نسبت به تاج خروس (۹۲ درصد تلفات ماده خشک) تحمل بیشتری نشان داد. از آن جایی که ویژگی های مورفوفیزیولوژیکی علف های هرز از مهم ترین عوامل تأثیر گذار بر کارایی اثر علف کش ها می باشد. به نظر می رسد این مهم ناشی از اختلاف در حساسیت بین علف های هرز سلمه تره، و تاج خروس باشد. بطوریکه سایر مطالعات انجام شده در این ارتباط نیز به این مهم اشاره کرده اند (۹، ۱۲ و ۱۹).

گانزالس و همکاران (۱۲)، در ارزیابی تحمل گونه های علف هرز دم اسب[1] به گلایفوسیت گزارش کردند که گونه های علف اسب حساسیت متفاوتی به کاربرد علف کش گلایفوسیت دارند. بر اساس گزارش نامبردگان ED_{50} گلایفوسیت در بعضی از گونه های این علف هرز بیش از دو برابر سایر گونه ها بود. ایشان ضمن اشاره به تفاوت در تحمل گونه های علف اسب به گلایفوسیت، معتقدند که این ویژگی در مدیریت شیمیایی علف هرز مذکور مهم است و باید مورد توجه قرار گیرد (۱۲).

نتایج حاصل از این بررسی نیز نشان از اختلاف در تأثیرگذاری علف کش توفوردی بر دو علف هرز سلمه تره و تاج خروس دارند. به طوری که نتایج حاصل از آنالیز رگرسیون و پارامترهای حاصل از آن (ED50) نیز این فرضیه را تایید می کند و نشان می دهد که پارامترهای مذکور در تاج خروس به طور معنی داری کم تر از سلمه‌تره هستند (جدول ۳).

این نتایج ضمن دلالت بر تنوع در تحمل علف‌های هرز به کاربرد علف کش توفوردی نشان می دهد که در کنترل شیمیایی علف‌های هرز سلمه تره و تاج خروس توجه به حساسیت علف‌های‌هرز به کاربرد علفکش مهم است و در انتخاب مقدار کاربرد لازم برای توفوردی در مزارعی که غالبیت علف های هرز با یکی از علف‌های هرز فوق است مفید است.

با توجه به نتایج آزمایش غلظت کربنات کلسیم منجر به کاهش معنی دار ($P\leq0.01$) کارایی علف کش توفوردی در کنترل علف‌های‌هرز مورد مطالعه شد (جدول ۱) و با افزایش آن تأثیرگذاری توفوردی در هر دو علف هرز به طور معنی داری کاهش یافت. بطوریکه با افزایش غلظت کربنات کلسیم نیاز به کاربرد بیشتری از توفوردی بود.

1- *Conyza canadensis*

جدول۳- پارامترهای حاصل از برازش زیست توده سلمه تره و تاج خروس به معادلات ۳ و ٤ پارامتره سیگموییدی

علف هرز	غلظت کربنات کلسیم (قسمت در میلیون)	معادله	پارامتر				R^2
			b	c	d	ED_{50}	
سلمه تره	۰	۳ پارامتره سیگموییدی	۰/۸۳ (۰/۱۹)	–	۹۹/۸۸ (۱۶.۳)	۱۰۵۷/۴۱(۸۷/۶۵)	۰/۸۷
	۱۰۰	۳ پارامتره سیگموییدی	۱/۴۳ (۱/۳)	–	۹۹/۹۸ (۳/۱۵)	۱۱۵۰/۶(۸۷/۷۱)	۰/۹۱
	۳۰۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۳/۱۹ (۲/۰۹)	۴۵/۱۸(۸/۹۶)	۹۹ /۹۸(۳/۱۵)	۱۸۴۴/۱(۱۱۹/۵)	۰/۷۸
	۶۰۰	۳ پارامتره سیگموییدی	۵/۷۵(۲/۰۵)	–	۱۰۰/۱۹(۳/۱۳)	۱۷۶۳/۱(۱۱۲/۵)	۰/۸۶
	۱۰۰۰	۳ پارامتره سیگموییدی	۱/۵۰(۲/۳۰)	–	۹۹/۹۸(۳/۱۵)	۲۷۸۷/۷(۲۸۶/۵)	۰/۹۳
	۱۵۰۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۱۲/۵۹ (۵/۱۶)	۶۷/۹(۲/۱۳)	۱۰۰/۲۱(۳/۱۲)	۲۵۸۴/۲(۲۱۹)	۰/۹۱
تاج خروس	۰	۳ پارامتره سیگموییدی	۱/۴(۰/۴)	–	۹۹/۹(۴/۱)	۶۲۲/۷(۸۹/۶)	۰/۷۲
	۱۰۰	۳ پارامتره سیگموییدی	۱/۱(۰/۳)	–	۹۹/۹(۴/۱)	۵۵۹(۷۹)	۰/۸۹
	۳۰۰	۳ پارامتره سیگموییدی	۱/۱(۰/۳)	–	۹۹/۸(۴/۱)	۶۵۳/۲(۶۷/۱)	۰/۷۹
	۶۰۰	۳ پارامتره سیگموییدی	۱/۳(۰/۳)	–	۹۹/۸(۴/۱)	۶۴۲/۶(۶۵/۶)	۰/۸۹
	۱۰۰۰	۴ پارامتره سیگموییدی	۰/۷۹(۸/۰۷)	۳۶/۵(۴/۱)	۱۰۰(۴/۱)	۸۲۲/۵(۱۲۰/۵)	۰/۹۲
	۱۵۰۰	۳ پارامتره سیگموییدی	۱ /۰۳(۰/۳)	–	۹۹/۸۹(۴/۱)	۱۳۷۰/۳(۱۴۷/۵)	۰/۷۸

برای مثال در علف هرز سلمه تره ۵۳ درصد تلفات ماده خشک با کاربرد ۱۵۰۰ میلی لیتر توفوردی در هکتار در آب خالص فاقد کربنات کلسیم حاصل شد حال اینکه با افزایش غلظت کربنات کلسیم تا ۱۵۰۰ قسمت در میلیون در مقدار کاربرد مذکور ۳۰ درصد تلفات ماده خشک مشاهده شد (جدول ۲) و بقای آن از ۷۳ درصد به ۹۰ درصد افزایش یافت (جدول ۲). در تاج خروس نیز روند مشابهی وجود داشت به طوری که تلفات ماده خشک آن در مقدار کاربرد ۱۵۰۰ میلی لیتر علف‌کش در هکتار از ۷۵ درصد در آب خالص به ۵۰ درصد در همان مقدار کاربرد علف کش در آب با سختی ۱۵۰۰ قسمت در میلیون کاهش یافته و بقای آن نیز از ۲۰ به ۵۰ درصد افزایش پیداکرد (جدول ۲).

در این ارتباط سایر مطالعات نیز نتایج مشابهی ارائه داده اند (۱۵) مطالعات انجام شده توسط پنر (۲۰۰۶) نشان دادند که وجود کربنات کلسیم در آب از طریق غیرفعال شدن مولکول علف کش گلایفوسیت کاهش کنترل علف های هرز را به دنبال داشت و برای رفع این مشکل نیاز به کاربرد مواد افزودنی از قبیل سولفات آلومینیوم است. بوسان و دایر (۱۹۹۹) نیز نشان دادند که افزایش سختی آب تا مرز ۷۰۰ قسمت در میلیون کربنات کلسیم غیرفعال شدن کامل گلایفوسیت را به همراه داشت و برای کنترل بهینه علف های هرز نیاز به افزایش کاربرد آن به مقدار دو برابر گلایفوسیت بود. مک کولان (۲۰۰۰) نیز در ارزیابی تأثیر سختی آب بر کارایی علف کش های ستوکسیدیم و تراکلوکسیدیم گزارش کردند که چنانچه غلظت بی کربنات آب بیش از ۵۰۰ قسمت در میلیون باشد کارایی علف کش‌های مذکور به طور معنی داری کاهش خواهد یافت. در مورد علف کش توفوردی آمین نتایج حاصل از مطالعات نشان داده اند که سختی ۶۰۰ قسمت در میلیون تقریبا بطور کامل موجب اثرات آنتاگونیستی بر این علفکش می شود البته با اضافه کردن سورفاکتانت‌ها می توان بر این مشکل غلبه کرد (۱۴ و ۱۷). با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش نیز به نظر می رسد بالا بودن غلظت کربنات کلسیم آب که یکی از مشخصه های اصلی بسیاری از آب‌های زیرزمینی ایران می باشد (۱) می تواند یکی از مهم ترین دلایل در کاهش کارایی علف کش ها در کنترل علف های هرز باشد. بطوریکه حتی در غلظت ۱۰۰ قسمت در میلیون کربنات کلسیم نیز تأثیر منفی سختی آب بر کارایی علف کش توفوردی قابل ملاحظه بود (جدول ۲) و در غلظت های بالاتر (۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ قسمت در میلیون) علف کش مذکور عملاً غیرفعال شده است.

بر اساس نتایج آزمایش بقای هر دو علف هرز تحت تأثیر مقدار کاربرد علف کش و غلظت کربنات کلسیم قرار گرفت به طوری که کمترین درصد بقا در هر دو علف هرز در بالاترین مقدار کاربرد توفوردی در آب خالص و کمترین درصد بقاء با افزایش مقدار کربنات کلسیم آب تا ۱۵۰۰ قسمت در میلیون حاصل شد. بر اساس این پارامتر نیز به نظر می رسد سلمه تره از تحمل بیش تری نسبت به تاج خروس برخوردار است. در بیشترین مقدار کاربرد توفوردی و غلظت ۱۵۰۰ قسمت در میلیون کربنات کلسیم بقای علف هرز سلمه

تره ۹۳ درصد ولی بقای تاج خروس فقط ۴۶ درصد بود (جدول ۲). نتایج مقادیر پارامتر ED_{50} حاصل از آنالیز رگرسیون داده های آزمایش نیز این مسأله را تایید می کند (جدول ۳). همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود افزایش غلظت کربنات کلسیم آب در هر دو علف هرز با افزایش پارامتر ED_{50} همراه بوده است. از آن جا که در مطالعاتی از این قبیل پارامتر ED_{50} (غلظت لازم علف‌کش برای ۵۰ درصد بازدارندگی رشد) در ارزیابی و تحلیل نتایج آزمایش معمول‌تر است. در این مطالعه نیز مقایسه پارامتر مذکور نشان از افزایش معنی دار آن در هر دو علف هرز با افزایش سختی دارد. بطوریکه با افزایش غلظت کربنات کلسیم از صفر به ۱۵۰۰ قسمت در میلیون، ED_{50} سلمه تره و تاج خروس به ترتیب از ۱۰۵۷ و ۶۲۲ به ۲۵۸۴ و ۱۳۷۰ افزایش یافت. این نتایج ضمن اشاره به اهمیت کربنات کلسیم آب در کاهش کارآیی اثر علف کش توفوردی، نشان از حساسیت متفاوت سلمه تره و تاج خروس به کاربرد آن دارند. بر اساس مطالعات انجام شده در علف کش هایی مانند توفوردی تأثیر سختی آب بر کارایی علف کش به فرمولاسیون آن بستگی دارد و شکل آمینی آن نسبت به شکل استری، به سختی آب حساس تر است (۷). از این رو با توجه به این که فرمولاسیون آمین توفوردی کاربرد بیش تری در مزارع دارد (۱۹) بنابراین توجه به کیفیت آب در بهبود آن و کاهش مقدار کاربرد آن مفید خواهد بود. از طرفی اعتقاد بر این است که ترکیب موم اپیکوتیکولی برگ علف های هرز نیز اثری مشابه اثر سختی آب دارد. گزارش شده است که کارایی علف کش هایی نظیر توفوردی و گلیفوسیت در کنترل علف های هرز گاوپنبه، تاج خروس و سلمه تره به دلیل بالا بودن مقدرا کلسیم موم اپیکوتیکولی آن ها و تشکیل پیوند شیمیایی مولکول علف کش با کلسیم موم سطحی برگ، کاهش می یابد (۳). از این رو، به نظر می رسد اثر متقابل کیفیت آب و فیزیولوژی علف هرز نقش مهمی در کارایی علف کش ها دارد. در این مطالعه نیز به نظر می رسد علت بالا بودن ED_{50} علف های هرز مذکور در حضور کربنات کلسیم، احتمالا به دلیل ویژگی های موم اپیکوتیکولی آن ها به خصوص در سلمه تره باشد که این مهم بویژه در شرایط سختی آب اثر هم افزایی[1] داشته و منجر به کاهش بیش تر کارایی علف کش توفوردی در سطوح بالای کربنات کلسیم آب شده است.

به طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه ضمن تاکید بر لزوم توجه به کیفیت آب در کاربرد علف کش ها، توجه به فیزیولوژی علف‌های‌هرز را نیز در کاربرد علف کش ها مهم و موثر می داند. بطوری که توجه به این موارد ضمن اینکه می تواند در افزایش کارایی استفاده از علف کش ها موثر باشد کاهش مقدار کاربرد و سلامت و امنیت زیست محیطی را نیز در پی خواهد داشت. با توجه به احتمال تأثیر گذاری ترکیب موم اپیکوتیکولی سلمه و تاج خروس در بروز اثرات متفاوت علف کشی توفوردی، مطالعات تکمیلی بیش تری در این ارتباط توصیه 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. دهمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی. تهران – کمیته ملی آبیاری و زهکشی

۲- جباری ح.، زند. الف. ۱۳۸۵.کیفیت آب عاملی موثر در افزایش کارایی مصرف علف کش و کاهش مصرف آن‌ها. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست. دانشگاه تهران

۳- زند الف، رحیمیان،ح. کوچکی، ع. خلقانی، ج. موسوی، س.ک. و رمضانی، ک .۱۳۸۳. اکولوژی علف های هرز (کاربردهای مدیریتی(ترجمه)). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص.۵۵۸

۴- زند الف، موسوی، س. ک. و حیدری.الف. ۱۳۸۷. علف کش ها و روش‌های کاربرد با رویکرد بهینه سازی و کاهش مصرف. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص. ۵۷۶

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

6- Brown K. 2003. Environmental Impact on Herbicide Performance. umanitoba.ca/afs/agronomists_conf/2001/pdf/brown.pdf

7- Becher D. Z. 1992. Pesticide compatibility: the effect of carrier .In: Bode, L. E.,Chasin, D.G.(Eds.), Pesticide Formulation and Application Systems .62:113–124.

8- Bussan, A. J., and W.E. Dyer. 1999. Herbicide sand rangeland. In: Sheley, R.L., Petroff, J. (Eds.), Biology and Management of Noxious Rangeland Weeds. Oregon State University,Corvallis,Oregon,pp.116–132.

1 -Synergistic effect

9- Bullman J. D., M.Boerboom C., R. L. Beck and V. A. Fritz. 2008. Efficacy and tolerance to HPPD-Inhabiting herbicides in sweet corn. Weed Technol. 22:666-674
10- Effect of water quality on herbicide efficacy. 2010. http://oregonestate.edu/dept/nursery-weed/feature_articel/spray_tank.
11- Ferrell M. A., T. D., Whitson and S. D. Miller. 2004. Basic Guide to Weed sand Herbicides, MP18. The University of Wyoming, College of Agriculture, Department of Plant Sciences, Cooperative Extension Service. www.uwyo. edu/plants /wyopest / Training Manuals /Weedctrl. pdf, pp. 1–19.
12- Gonzales T. F., H., Cruz-hipolito, F., Bastlida, N., Mullerder, R. J. Smeda and R. De Prado 2010. Differential susceptibility to Glyphosate among conyza weed species. In Spain. J. Agric. Food Chem. 58: 4361-4366.
13- Holm F. A., J. L. Henry. 2005. Water quality and herbicides. Crop Science and Plant Ecol. www.agriculture.gov.sk.ca/Default.aspx
14- Litchfield analytical services. Available in website: www.litchlab.com.
15- Mark B. L., K. D. Thelen and D. Penner 2005. Glyphosate efficacy is antagonized by manganese. Weed Technol. 19:27-34.
16- Nalevaja J. D., T., Praczyk and R. Matysiak 1995. Spray deposits from nicosulfuron with salts that affect efficacy. Weed Tech. 9:587-593.
17- Nalewaja, J. D., Z. Woznica and R. Matysiak. 1991. 2,4-D amine antagonism by salts. Weed Technology, Champaign, 5:873-880,
18- Penner D. N. 2006. Water conditioning agents for glyphosate. Weed Science Society Proceedings. 61:150
19- Roseberg R. J. 1996. Herbicide tolerance and weed controls strategies for Lesquerella production. Industrial Crops and Products. 7: 133-139
20- Streibig J. C., and K.Udask. 1993. Herbicide bioassays. CRC. Press, Inc. P. 270
21- Thelen K.D., E. P. Jackson and D. Penner. 1995. The basis for the hard-water antagonism of glyphosate activity. Weed Sci. 43:541–548.