نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۲۷۶-۲۶۷

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 267-276

ارزیابی اثرات بازدارندگی نمک‌های مختلف بر کارایی علف‌کش توفوردی در کنترل علف جارو (*Kochia scoparia* L.) و تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)

مهناز میرزائی[۱]- مهدی راستگو[۲*]- کمال حاج محمدنیا قالی باف[۳]- اسکندر زند[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۱۰

چکیده

به منظور بررسی اثر نمک‌های بی‌کربنات سدیم، کربنات کلسیم، کلرور منیزیم و کلرور کلسیم بر کارایی علف‌کش توفوردی در کنترل علف جارو (*Kochia scoparia* L.) و تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) دو آزمایش جداگانه در سال ۱۳۹۴ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش برای هر علف هرز شامل دز علف‌کش توفوردی در سه سطح ۵۴۰، ۲۷۰ و ۱۳۵ گرم ماده مؤثره در هکتار (۷۲٪ SL)، نوع نمک در پنج سطح (بی‌کربنات سدیم، کربنات کلسیم، کلرور کلسیم و کلرور منیزیم هر کدام به میزان ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر و آب مقطر به عنوان شاهد) و نیز کاربرد و عدم کاربرد سولفات آمونیوم به میزان دو درصد حجمی بود. ۲۱ روز بعد از سمپاشی درصد بقاء و وزن خشک اندام هوایی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که کاربرد نمک به طور معنی‌داری کارایی علف‌کش توفوردی در کنترل علف جارو و تاج خروس ریشه قرمز را کاهش داد. هر چند نوع نمکی که موجب بیشترین کاهش کارایی توفوردی شد بین دو علف هرز متفاوت بود به نحویکه در علف جارو، بی‌کربنات سدیم نسبت به سایر نمک‌ها بیشترین کاهش کارایی توفوردی را موجب شد و در تاج خروس ریشه قرمز بین نمک‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. براساس نتایج حاصل از این تحقیق پاسخ گونه های علف های هرز به اثرات سختی آب برروی علف کش های اسیدی ضعیف بسته به نوع کاتیون متفاوت است. همچنین کاربرد سولفات آمونیوم در تمامی موارد منجر به غلبه بر اثرات منفی ناشی از حضور نمک در محلول پاشش شد.

واژه‌های کلیدی: آب سخت، درصد بقاء، کلسیم، ماده افزودنی، منیزیم

مقدمه

تاج خروس ریشه قرمز یا ایستاده با نام علمی (*Amaranthus retroflexus* L.) از خانواده تاج خروس[۴] و جارو با نام علمی (*Kochia scoparia* L.) از خانواده اسفناجیان[۵] از علف‌های هرز پهن برگ و یکساله می‌باشند. به دلیل دوره زمانی نسبتاً طولانی جوانه‌زنی بذر، سرعت رشد نسبی بالا، پتانسیل تولید بذر فراوان و ماندگاری طولانی مدت بذر، کنترل این علف‌های هرز در اکثر گیاهان زراعی مشکل است (۲۸). علف جارو گیاهی است مقاوم به شوری و خشکی که بیشتر در حاشیه جاده‌ها و به صورت پراکنده در زمین‌های زراعی، بایر و باغ‌ها مشاهده می‌شود (۲۰). تاج خروس ریشه قرمز نیز از جمله علف‌های هرز پهن برگی است که در محصولات زراعی مختلف به ویژه محصولات تابستانه مانند ذرت و چغندر قند مشاهده می‌شود (۲۰). در بین روش‌های کنترل این دو علف هرز، کنترل شیمیایی با استفاده از توفوردی در محصولات زراعی باریک برگ و همچنین در زمان آیش از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (۲۰).

علف‌کش‌ها مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین آفت‌کش‌ها هستند که عدم توجه به کاربرد علمی آن‌ها ضمن کاهش کارایی کنترل علف‌های هرز، اثرات سوء زیست محیطی گسترده‌ای را در پی خواهند داشت (۲۵). آب مهم‌ترین و رایج‌ترین مایع مورد استفاده در مخزن سمپاش برای اغلب علف‌کش‌ها است به طوری‌که بیش از ۹۹ درصد محلول سم‌پاشی را آب تشکیل می‌دهد (۱۵). از این رو، کیفیت آب مورد استفاده در سم‌پاشی یکی از عوامل مهم در جهت افزایش کارایی علف‌کش‌ها و کاهش مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد آن‌ها است. آب سخت به آب حاوی سطوح بالای کلسیم، منیزیم، سدیم و آهن گفته می شود که همگی دارای بار مثبت بوده و این توانایی را دارند که با مولکول‌های علف‌کش دارای بار منفی، پیوند برقرار کرده و منجر به کاهش کارایی آن‌ها شوند (۲). در این میان اهمیت و فراوانی کلسیم و منیزیم در آب‌های ایران بیشتر است (۳). نوع نمک‌های

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری پردیس بین الملل، دانشیار، استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استاد پژوهشی موسسه تحقیقات گیاهپزشکی ایران
(*-نویسنده مسئول: Email: m.rastgoo@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jpp.v0i0.55649
4- Amaranthaceae
5- Chenopodiaceae

Archive of SID
www.SID.ir

موجود در آب مورد استفاده به عنوان محلول سمپاش می‌توانند از طریق ایجاد اثرات سختی (یون‌های کلسیم و منیزیم) و یا تغییر اسیدیته آب (یون بی‌کربنات) کارایی علف‌کش را تحت تأثیر قرار دهند (۱۴). حضور این کاتیون‌ها در آب مخزن سم‌پاش از طریق پیوند با بنیان منفی مولکول‌های علف‌کش باعث کاهش حلالیت علف‌کش و رسوب آن‌ها در مخزن سم‌پاش می‌شوند. ترکیب نمکی تشکیل شده به راحتی جذب گیاه نمی‌شود و فعالیت زیستی کافی برای کنترل علف های هرز نخواهد داشت (۱۸ و ۲۶). اثر نمک‌های مختلف موجود در آب‌های سخت بسته به نوع کاتیون، نوع علف‌کش و گونه علف هرز روی کارایی علف‌کش‌ها متغیر است (۹).

یکی از مهم ترین رهیافت های افزایش کارایی علف‌کش‌ها بویژه در شرایط استفاده از آب سخت، کاربرد مواد افزودنی مختلف است. مواد افزودنی ترکیباتی هستند که به منظور تسهیل اختلاط، کاربرد یا تاثیرگذاری علف‌کش به فرمولاسیون علف‌کش در هنگام سمپاشی افزوده می‌شوند که سبب به حداقل رسانی یا جلوگیری از واکنش یون‌های موجود در آب با علف‌کش‌ها می‌شوند (۱۹). توانایی سولفات آمونیوم در برطرف کردن برخی ناسازگاری‌های علف‌کشی در آب سخت توسط محققین مختلف به اثبات رسیده است به نحوی‌که کاربرد سولفات آمونیوم همراه با علف‌کش‌های دارای خاصیت اسیدی ضعیف مانند گلایفوسیت و توفوردی باعث افزایش کنترل گونه‌های مختلفی از علف‌های هرز مانند قیاق (*Sorghum halepense* L.)، جو وحشی (*Hordeum jubatum* L.) و اویارسلام (*Cyperus rotundus* L.) می‌شود (۴، ۲۲ و ۲۷). نالیواجا گزارش کرد توانایی سولفات آمونیوم برای افزایش گیاه‌سوزی گلایفوسیت یا بر طرف کردن اثر هم‌کاهی ناشی از حضور املاح مختلف، بستگی به گونه ی گیاهی مورد تیمار دارد. دراین گزارش پاسخ گونه های گیاهی گندم(*Triticum aestivum* L.)، آفتابگردان(*Helianthus annuus* L.)، جارو(*Kochia scoparia* L.) و سویا(*Glycine max* L.) به علف کش گلایفوسیت در حضور کلریدکلسیم و سولفات آمونیوم متفاوت بود (۱۱).

کارایی علف‌کش توفوردی که از علف‌کش‌های اسیدی ضعیف می‌باشد تحت تأثیر کاتیون‌های موجود در آب سخت قرار می‌گیرد (۷). هر چند میزان تاثیر گذاری نمک‌ها بر برخی علف‌کش‌ها از قبیل توفوردی به فرمولاسیون علف‌کش نیز بستگی دارد به طوری‌که فرمولاسیون آمین در مقایسه با فرمولاسیون استر به آب‌های سخت حساس‌تر است (۱۵). اثرات هم‌کاهی نمک‌های حاوی یون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم بر فرم آمینی علف‌کش توفوردی گزارش شده است (۱۳). نالیواجا و همکاران گزارش کردند اثر نمک‌ها روی سمیت توفوردی متغیر است (۱۰). در بررسی‌های هولم و هنری نیز مشخص شد که آب حاوی بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم، کارایی توفوردی در کنترل انواع گونه‌های پهن برگ در گندم و جو را کاهش داد (۶). در مطالعه نصرتی و همکاران گزارش شد که نمک‌های کلرید کلسیم و کلرید منیزیم باعث کاهش کارایی آمیخته علف‌کشی توفوردی+ امسی‌پی‌آ در کنترل شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) شدند (۱۷). همچنین ایزدی و همکاران (۵) تأثیر معنی‌دار کربنات کلسیم در کاهش کارایی توفوردی در کنترل علف‌های هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) و تاج خروس ریشه قرمز را گزارش کردند. گزارش‌های زیادی نشان می‌دهد که کاتیون‌های موجود در آب سخت کارایی گلایفوسیت را بسته به گونه علف‌های هرز تحت تاثیر قرار می‌دهند (۱ و ۸). هر چند گزارش شده است که کاتیون منیزیم موجود در آب سخت و روی موجود در محلول‌های کودی بر روی کارایی علف‌کش توفوردی در کنترل سلمه‌تره تاثیری نداشت (۲۱).

توجه به کیفیت آب مخزن سمپاش بخصوص سختی آب که از ویژگی‌های شاخص آب‌های کشور است به کارایی بهینه علف‌کش‌ها کمک شایانی می‌کند. لذا این تحقیق به منظور بررسی اثرات بازدارندگی نمک‌های مختلف بر کارایی علف‌کش توفوردی در کنترل علف جارو (*K. scoparia* L.) و تاج خروس ریشه قرمز (*A. retroflexus* L.) انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر نمک‌های بی‌کربنات سدیم، کربنات کلسیم، کلرور منیزیم و کلرور کلسیم بر روی کارایی علف‌کش توفوردی در شرایط کاربرد و عدم کاربرد سولفات آمونیوم در کنترل علف جارو (*K. scoparia* L.) و تاج خروس ریشه قرمز (*A. retroflexus* L.)، برای هر علف هرز آزمایشی جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۴ انجام شد.

فاکتورهای آزمایش برای هر گونه علف هرز شامل دز علف‌کش توفوردی (۷۲٪ SL، ایپروکم چین) در سه سطح ۵۴۰، ۲۷۰ و ۱۳۵ گرم ماده مؤثره در هکتار (۰/۷۵، ۰/۳۷۵ و ۰/۱۸۷ لیتر در هکتار) (به ترتیب بر مبنای ۱۰۰، ۵۰ و ۲۵ درصد دز توصیه شده)، نوع نمک در پنج سطح (۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بی‌کربنات سدیم، کربنات کلسیم، کلرور کلسیم و کلرور منیزیم و آب دیونیزه به عنوان شاهد) و ماده افزودنی در دو سطح کاربرد و عدم کاربرد سولفات آمونیوم (۲ درصد حجمی) بود.

بذور علف جارو و تاج خروس ریشه قرمز که از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد (طول جغرافیایی: °۳۶ و ′۱۵ شمالی، عرض جغرافیایی: °۵۹ و ′۲۸ شرقی و ارتفاع از سطح دریا: ۹۸۵ متر) در طی سال ۱۳۹۲ جمع‌آوری شدند، به عنوان گونه‌های مورد مطالعه برای

Archive of SID

www.SID.ir

این آزمایش ها انتخاب شدند. قبل از انجام آزمایش و به منظور آگاهی از خواب بذور گونه‌های مورد بررسی، آزمون جوانه‌زنی بذور در ژرمیناتور و در شرایط توصیه شده انجام شد. به دلیل وجود خواب در بذور تاج خروس ریشه قرمز، از تیمار قرار دادن بذور در اسید سولفوریک غلیظ (۹۸ درصد، پارس شیمی) به مدت ۵-۳ دقیقه و در مرحله بعد شستشوی فراوان با آب به مدت ۴۵ دقیقه و در نهایت خشک کردن بذرها، جهت حذف خواب بذور این گونه استفاده شد (۲). بذور علف جارو فاقد خواب بودند. سپس بذور علف جارو و بذور تیمار شده تاج خروس ریشه قرمز در گلدان‌هایی به قطر ۱۴ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۳ سانتی‌متر، در خاکی به نسبت ۱:۱ از خاک زراعی و ماسه به صورت سطحی کشت شدند. آبیاری به صورت روزانه انجام شد. پس از رویش بذور، در مرحله دو برگی، گلدان‌ها تنک شدند و ۵ بوته در هر گلدان نگه داشته شد. گلدان‌ها در داخل گلخانه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در روز و ۱۵ درجه سانتی‌گراد در شب با تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند.

جهت آماده سازی تیمارهای سختی، در ابتدا نمک‌های کلرور کلسیم، کلرور منیزیم، بی‌کربنات سدیم و کربنات کلسیم هر کدام جداگانه به میزان ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در آب دیونیزه حل شدند. بعد از انحلال نمک‌ها، علف‌کش در دزهای مورد نظر به محلول‌های تهیه شده اضافه شدند. هر کدام از تیمارها در دو حالت با ماده افزودنی سولفات آمونیوم دو درصد و بدون آن آماده شدند.

سمپاشی زمانی که گیاهان در مرحله ۸-۶ برگی (با ارتفاع حدود ۱۰ سانتی‌متر) بودند با استفاده از سمپاش متحرک ریلی مدل ماتابی با نازل بادبزنی یکنواخت (۸۰۰۲) با عرض پاشش یک متر و حجم پاشش ۲۹۰ لیتر در هکتار در فشار پاشش ۲۰۰ کیلو پاسکال، انجام شد. سه هفته پس از سمپاشی، درصد بقای هر گلدان تعیین و سپس وزن خشک اندام هوایی اندازه‌گیری شد. درصد بقای بوته‌های تیمار شده پس از شمارش بوته‌های زنده با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد.

معادله (۱) ۱۰۰ × (تعداد بوته‌ها قبل از تیمار علف‌کش / بوته‌های زنده پس از تیمار)= درصد بقاء

برای تعیین وزن خشک بوته‌ها، نمونه‌ها در دمای ۶۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. تجزیه واریانس داده‌های حاصل و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD محافظت شده در سطح ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار Minitab 17انجام شد. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

کارایی توفوردی در کنترل علف جارو

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دزهای توفوردی، نوع نمک استفاده شده و کاربرد سولفات آمونیوم اثر بسیار معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) بر درصد بقاء و وزن خشک علف جارو داشت. اثرات متقابل دوگانه شامل اثر متقابل دز توفوردی و نوع نمک، اثر متقابل دز توفوردی و کاربرد سولفات آمونیوم، اثر متقابل نوع نمک و کاربرد سولفات آمونیوم و اثر سه‌گانه فاکتورهای آزمایشی بر روی تمامی صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). کاهش کارایی علف‌کش توفوردی در کنترل علف جارو در حضور نمک‌های حاوی یون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم توسط نالیواجا و ماتیسیاک گزارش شده است (۱۲). نتایج حاکی از اثر بسیار معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) سولفات آمونیوم در غلبه بر اثرات منفی حضور نمک‌های مختلف در محلول سمپاش است. توانایی سولفات آمونیوم در غلبه بر برخی ناسازگاری‌های علف‌کش در آب سخت به خوبی پذیرفته شده است و با افزودن این ماده افزودنی کنترل انواع گونه‌های علف هرز مانند قیاق، جو وحشی و اویارسلام با استفاده از علف‌کش‌های اسیدی ضعیف مانند توفوردی و گلایفوسیت افزایش می‌یابد (۴، ۲۲ و ۲۷).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هر چهار نمک استفاده شده در این آزمایش به طور معنی‌داری موجب کاهش کارایی علف‌کش توفوردی در کنترل علف جارو شد و در این بین بی‌کربنات سدیم نسبت به سایر نمک‌ها اثر منفی بیشتری داشت و بین سایر نمک‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کاتیون‌های دو ظرفیتی و سه ظرفیتی اغلب باعث کاهش فعالیت علف‌کش می‌شوند اما بی‌کربنات سدیم تک ظرفیتی باعث کاهش کنترل گلایفوسیت با بالا بردن اسیدیته محلول سم‌پاش شد (۲۴). در مطالعه نصرتی و همکاران گزارش شد که نمک‌های کلرید کلسیم و کلرید منیزیم باعث کاهش کارایی آمیخته علف‌کشی توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در کنترل شیرین بیان شدند و در این بین یون کلسیم اثر بازدارندگی بیشتری داشت (۱۷).

در بررسی‌های هولم و هنری نیز مشخص شد که آب حاوی کربنات کلسیم بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، کارایی توفوردی را در کنترل انواع گونه‌های پهن برگ در گندم و جو کاهش داد (۶). نتایج اثر متقابل دز توفوردی و نوع نمک نشان داد که در دز ۵۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، هیچ یک از نمک‌ها تاثیر معنی‌داری بر کارایی توفوردی نداشتند و اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده نشد که بیانگر این موضوع است که افزایش دز علف‌کش اثر هم‌کاهی حضور نمک‌ها در محلول سمپاش را خنثی می‌کند. در حالیکه در دز ۲۷۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، فقط بی‌کربنات سدیم کارایی توفوردی را کاهش داد و در دز ۱۳۵ نیز هر چهار نمک مورد استفاده کارایی توفوردی را کاهش دادند (شکل ۱).

Archive of SID

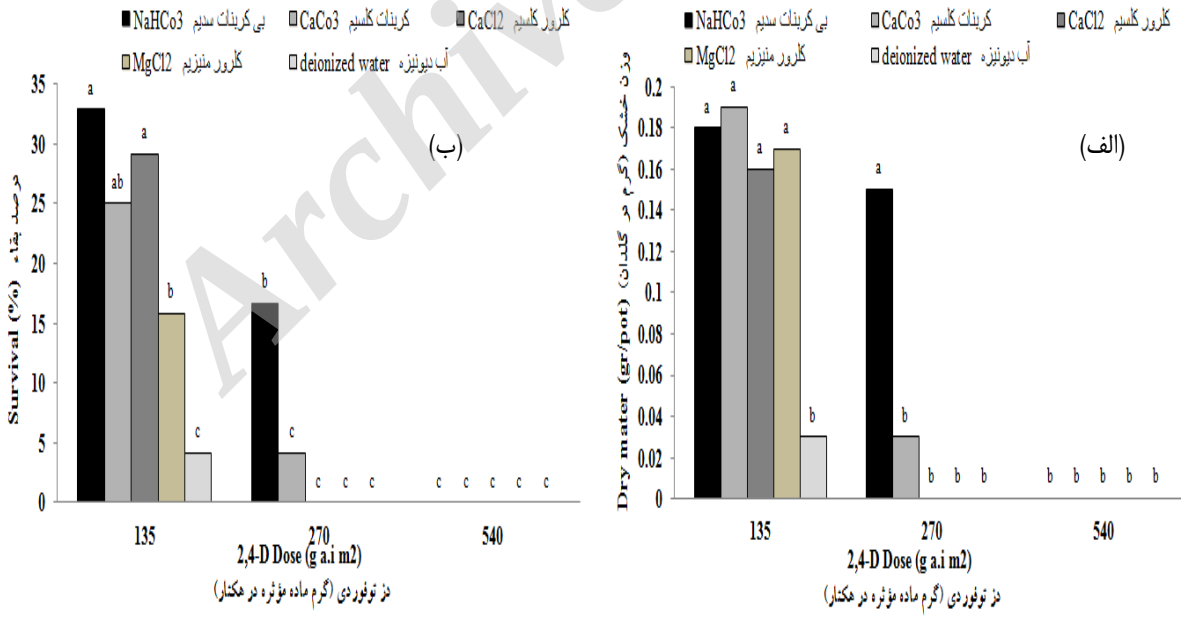
www.SID.ir

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس درصد بقاء و وزن خشک علف جارو تحت تاثیر دز علف‌کش توفوردی، نوع نمک و کاربرد سولفات آمونیوم

Table 1- ANOVA results of survival percentage and dry weight of kochia affected by 2,4-D dose, salt type and ammonium sulfate (AMS) application

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares	
		بقاء Survival	وزن خشک Dry Weight
بلوک Block	2	57.93^{ns}	0.005^{ns}
دز توفوردی 2,4-D dose	2	3864.38**	0.16**
نوع نمک Type of salt	4	593.93**	0.02**
ماده افزودنی Adjuvant	1	6540.29**	0.36**
نوع نمک × دز توفوردی Salt×Dose	8	258.89**	0.01**
دز توفوردی × ماده افزودنی Dose×Adjuvant	2	3864.38**	0.16**
نوع نمک × ماده افزودنی Salt× Adjuvant	4	593.95**	0.02**
دز توفوردی × نوع نمک × ماده افزودنی Adjuvant×Salt×Dose	8	258.89**	0.01**
خطا Error	58	66.07	0.003
ضریب تغییرات cv		29.31	22.83

ns و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۱ درصد می‌باشند.



شکل ۱- اثر متقابل دز توفوردی و نوع نمک بر وزن خشک (الف) و درصد بقاء (ب) علف جارو سه هفته پس از اعمال تیمار

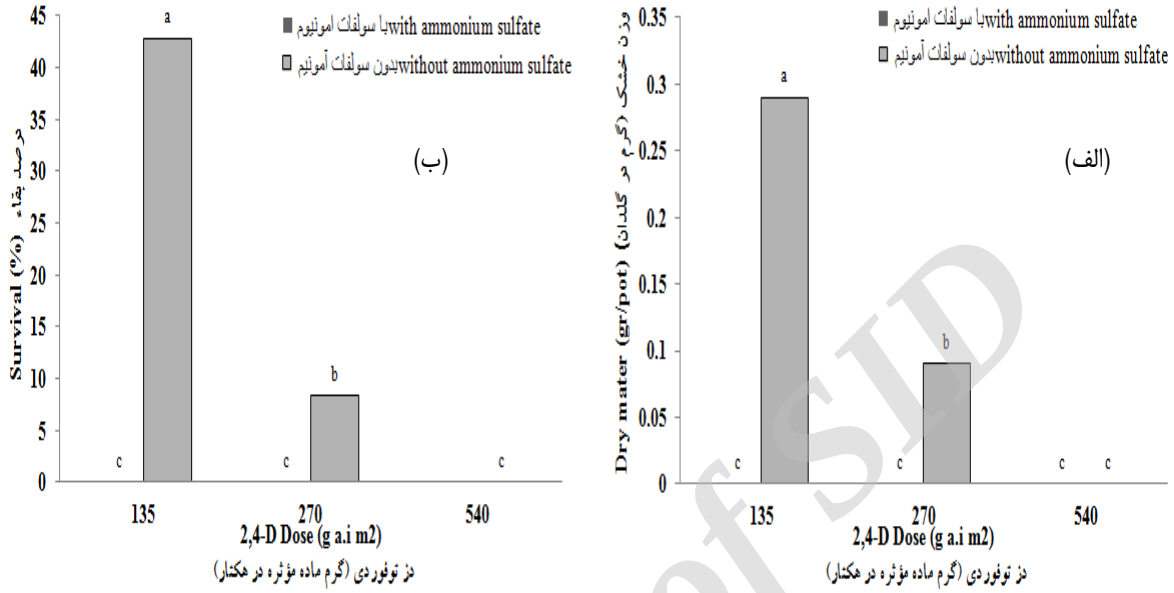
در هر نمودار، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Figure 1- Interaction of 2,4-D dose and salt on dry weight and survival of kochia 3 weeks after treatment. Means followed by the same letter are not significantly different according to LSD at 5% level.

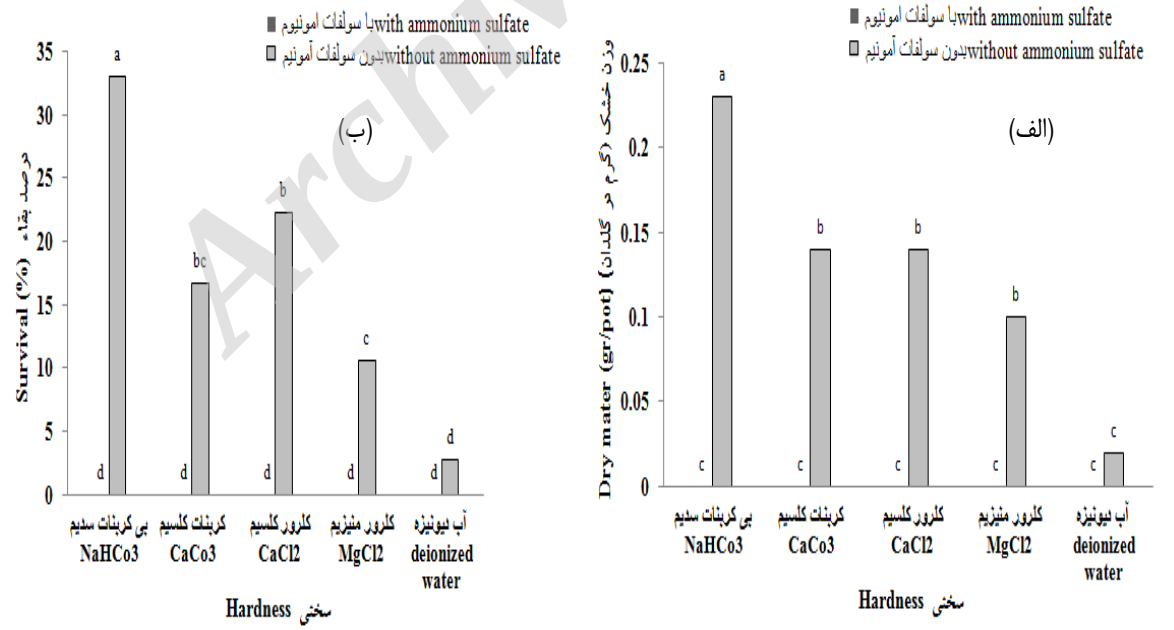
Archive of SID

www.SID.ir

نتایج اثر متقابل دز توفوردی و سولفات آمونیوم نشان داد که کاربرد ۱۳۵ گرم ماده مؤثره در هکتار توفوردی همراه با سولفات آمونیوم با کاربرد چهار برابر توفوردی به تنهایی (معادل ۵۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۲).



شکل ۲- اثر متقابل دز توفوردی و سولفات آمونیوم بر وزن خشک (الف) و درصد بقاء (ب) علف جارو سه هفته پس از اعمال تیمار
در هر نمودار، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.
Figure 2- Interaction of 2,4-D dose and ammonium sulfate on dry weight and survival of kochia3 weeks after treatment
Means followed by the same letter are not significantly different according to LSD at 5% level.



شکل ۳- اثر متقابل نوع نمک و سولفات آمونیوم بر وزن خشک (الف) و درصد بقاء (ب) علف جارو سه هفته پس از اعمال تیمار
در هر نمودار، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.
Figure 3- Interaction of salt and ammonium sulfate on dry weight and survival of kochia 3 weeks after treatment
Means followed by the same letter are not significantly different according to LSD at 5% level.

Archive of SID

www.SID.ir

این نتایج بیانگر این نکته است که کاربرد سولفات آمونیوم همراه با توفوردی، کارایی این علف‌کش در کنترل علف جارو را در برخی موارد تا چهار برابر افزایش داد. همچنین کاربرد سولفات آمونیوم همراه با علف‌کش توفوردی توانست بر اثرات منفی حضور انواع نمک‌ها در محلول سمپاش غلبه کند به طوریکه در حضور سولفات آمونیوم هیچ اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمار شاهد با چهار نمک مورد استفاده در محلول سمپاش مشاهده نشد (شکل ۳). نتایج این آزمایش با نتایج آزمایشات نالیواجا و همکاران مطابقت دارد که سولفات آمونیوم بر اثرات منفی ناشی از یونهای کلسیم و منیزیم روی کارایی توفوردی در علف جارو غلبه کرده است (۱۲).

کارایی توفوردی در کنترل تاج خروس ریشه قرمز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دز توفوردی و کاربرد سولفات آمونیوم اثر بسیار معنی‌داری بر درصد بقاء و وزن خشک تاج خروس ریشه قرمز داشت و نوع نمک استفاده شده فقط بر درصد بقاء اثر معنی‌دار داشت و بر وزن خشک اثر معنی‌داری نداشت. اثر متقابل دز توفوردی و نوع نمک، اثر متقابل دز توفوردی و کاربرد سولفات آمونیوم و اثر متقابل سه‌گانه دز توفوردی، نوع نمک و کاربرد سولفات آمونیوم بر روی درصد بقاء، وزن خشک بسیار معنی‌دار بود در حالیکه، اثر متقابل نوع نمک و کاربرد سولفات آمونیوم فقط بر درصد بقاء معنی‌دار بود (جدول ۲).

نتایج بدست آمده در علف هرز تاج خروس ریشه قرمز بسیار به علف جارو شبیه بود و در هر دو علف هرز اثر هم‌کاهی انواع نمک‌ها و اثر مثبت سولفات آمونیوم در جهت غلبه بر اثرات منفی سختی آب به وضوح مشاهده شد هر چند بین دو علف هرز تفاوت‌های جزئی در مقدار اثر نمک‌ها و سولفات آمونیوم مشاهده شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس درصد بقاء و وزن خشک تاج خروس ریشه قرمز تحت تاثیر دز علف‌کش توفوردی، نوع نمک و کاربرد سولفات آمونیوم

Table 2- ANOVA results of survival percentage and dry weight of redroot pigweed affected by 2,4-D dose, salt type and AMS application

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares	
		درصد بقاء Survival	وزن خشک Dry Weight
بلوک Block	2	83.00^{ns}	0.009^{ns}
دز توفوردی 2,4-D dose	2	3771.00**	0.85**
نوع نمک Type of salt	4	792.00**	0.11^{ns}
ماده افزودنی Adjuvant	1	121000.00**	27.05**
نوع نمک × دز توفوردی Salt×Dose	8	568.00**	0.17**
دز توفوردی × ماده افزودنی Dose×Adjuvant	2	3771.00**	0.85**
نوع نمک × ماده افزودنی Salt× Adjuvant	4	792.00**	0.12^{ns}
دز توفوردی × نوع نمک × ماده افزودنی Adjuvant×Salt×Dose	8	568.00**	0.17**
خطا Error	58	191.00	0.06
cv ضریب تغییرات		31.73	24.18

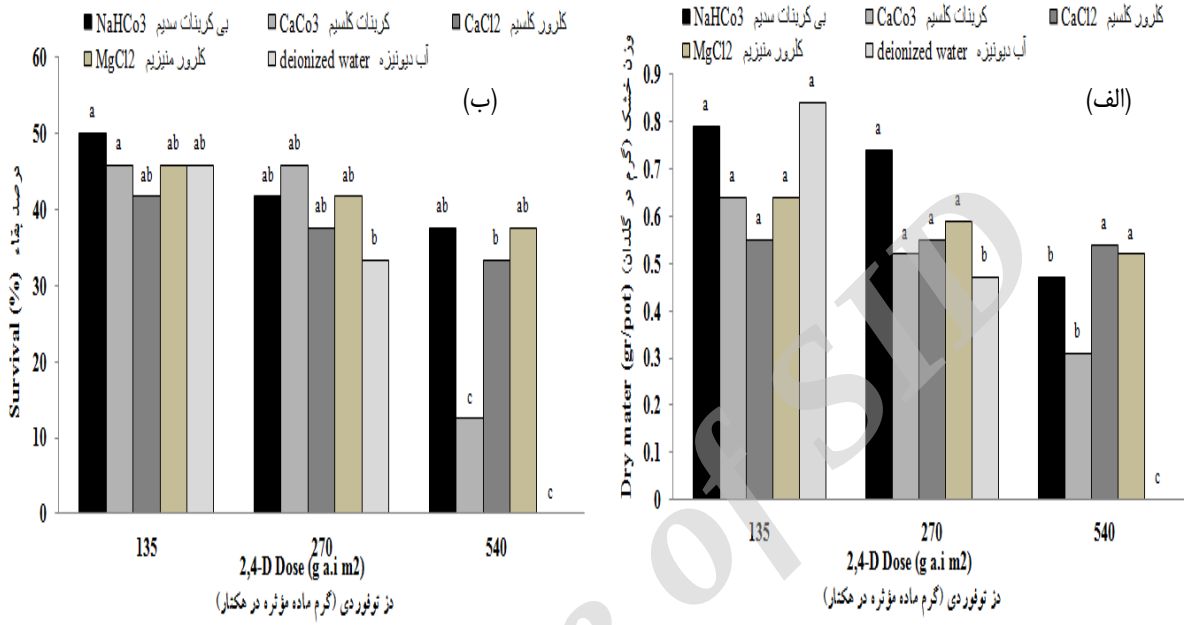
ns و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۱ درصد می‌باشند

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هر چهار نمک استفاده شده در این آزمایش به طور معنی‌داری موجب کاهش کارایی علف‌کش

Archive of SID

www.SID.ir

توفوردی در کنترل تاج خروس ریشه قرمز شد و بین نمک‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. ایزدی و همکاران تأثیر معنی‌دار کربنات کلسیم در کاهش کارایی توفوردی در کنترل علف‌های هرز سلمه‌تره و تاج خروس ریشه قرمز را گزارش کردند (۵).). نتایج اثر متقابل دز توفوردی و نوع نمک نشان داد که در دز ۵۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، بر اساس وزن خشک هر چهار نوع نمک و بر اساس درصد بقا همه نمکها به جز کربنات کلسیم تاثیر معنی‌داری بر کارایی توفوردی داشتند در حالیکه در دز ۲۷۰ و ۱۳۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، اختلاف معنی داری بین نمک ها وجود نداشت. (شکل ۴).



شکل ٤- اثر متقابل دز توفوردی و نوع نمک بر وزن خشک (الف) و درصد بقاء (ب) تاج خروس ریشه قرمز سه هفته پس از اعمال تیمار در هر نمودار، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

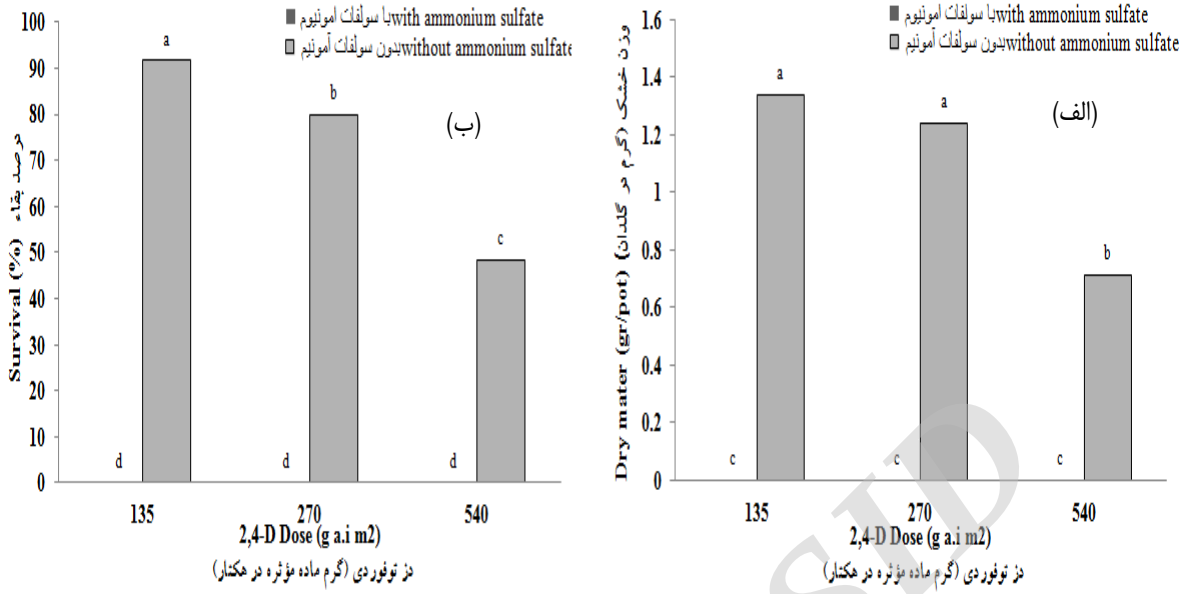
Figure 4- Interaction of 2,4-D dose and salt on dry weight and survival of redroot pigweed 3 weeks after treatment Means followed by the same letter are not significantly different according to LSD at 5% level.

نتایج اثر متقابل دز توفوردی و سولفات آمونیوم نشان داد که کاربرد ۱۳۵ گرم ماده مؤثره در هکتار توفوردی همراه با سولفات آمونیوم از کاربرد چهار برابر توفوردی به تنهایی (معادل ۵۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) کارایی بیشتری داشت (شکل ۵).

در حضور سولفات آمونیوم بین سه سطح کاربرد توفوردی هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد در حالیکه در شرایط عدم کاربرد سولفات آمونیوم بین دزهای توفوردی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. این نتایج بیانگر این است که کاربرد سولفات آمونیوم همراه با توفوردی، کارایی این علف‌کش در کنترل تاج خروس ریشه قرمز را بیش از چهار برابر افزایش داد. نالیواجا و ماتیسیاک بیان کردند گونه‌های مختلف علف هرز در پاسخ به مواد افزودنی در گلایفوسیت در حضور آب‌های سخت متفاوت عمل کرده‌اند (۱۱). همچنین کاربرد سولفات آمونیوم توانست بر اثرات منفی حضور انواع نمک‌ها در محلول سمپاش غلبه کند به طوریکه کاربرد سولفات آمونیوم حتی در حضور انواع نمک‌ها، منجر به مرگ بوته‌های تاج خروس ریشه قرمز درون گلدان‌ها شد (شکل ۶). شاهوردی و همکاران (۱۳۸۸) سودمندی سولفات آمونیوم در غلبه بر اثرات منفی سختی آب در کنترل علف هرز زردخار (*Picnomon acarna* (L.) Cass) توسط علف‌کش‌های اسیدی ضعیف شامل توفوردی، گلایفوسیت و کلوپیرالید گزارش کرده‌اند (۲۳). همچنین روسکامپ و همکاران سودمندی سولفات آمونیوم در غلبه بر اثرات کاتیون‌های کلسیم، منیزیم و منگنز موجود در محلول سمپاش حامل توفوردی و دایکامبا جهت کنترل تاج خروس ریشه قرمز، سلمه تره و علف اسب (*Conyza canadensis* (L.) Cronq) را گزارش نمودند (۲۱). یون سولفات موجود در سولفات آمونیوم با اتصال به کاتیون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم موجود در آب مخزن سمپاش، از تأثیر بازدارنده این کاتیون‌ها بر فعالیت علف‌کش‌های اسیدی ضعیف جلوگیری می‌کنند (۲۶).

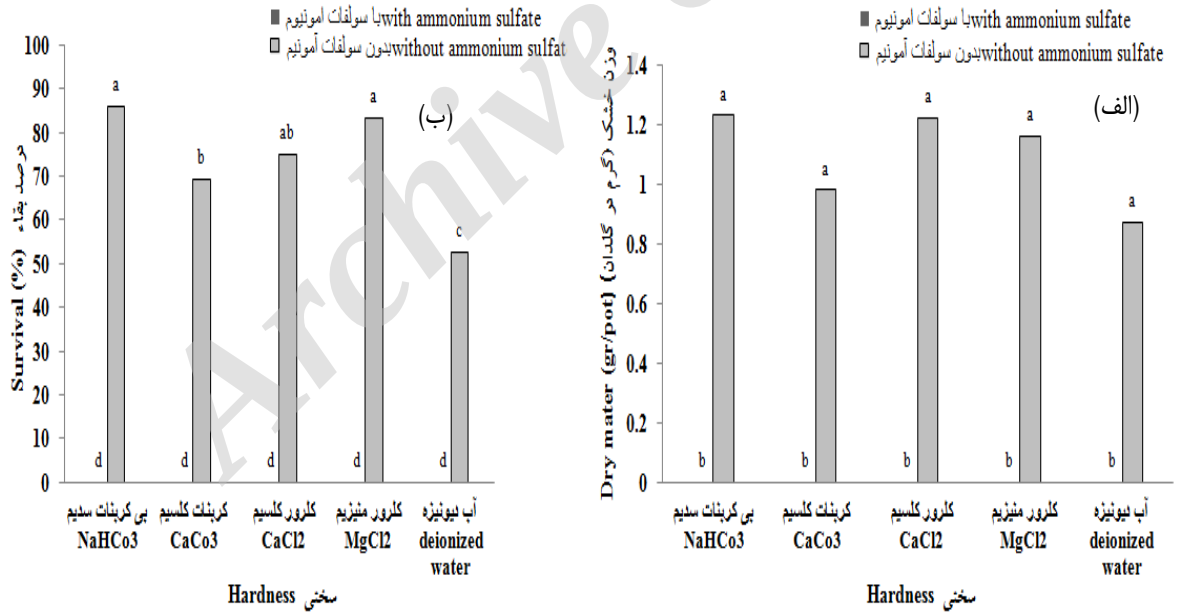
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- اثر متقابل دز توفوردی و سولفات آمونیوم بر وزن خشک (الف) و درصد بقاء (ب) تاج خروس ریشه قرمز سه هفته پس از اعمال تیمار
در هر نمودار، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Figure 5- Interaction of 2,4-D dose and ammonium sulfate on dry weight and survival of redroot pigweed 3 weeks after treatment
Means followed by the same letter are not significantly different according to LSD at 5% level.



شکل ٦- اثر متقابل نوع نمک و سولفات آمونیوم بر وزن خشک (الف) و درصد بقاء (ب) تاج خروس ریشه قرمز سه هفته پس از اعمال تیمار
در هر نمودار، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Figure 6- Interaction of salt and ammonium sulfate on dry weight and survival of redroot pigweed 3 weeks after treatment
Means followed by the same letter are not significantly different according to LSD at 5% level.

نتیجه‌گیری کلی

بطور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمام نمک‌های مورد استفاده به طور معنی‌داری کارایی علف‌کش توفوردی در کنترل علف جارو و تاج خروس ریشه قرمز را کاهش داد. با این حال نوع نمکی که

Archive of SID

www.SID.ir

بیشترین اثر منفی را بر کارایی توفوردی داشت بین دو علف هرز متفاوت بود به نحویکه در علف جارو بی‌کربنات سدیم نسبت به سایر نمک‌ها اثر منفی بیشتری داشت و در تاج خروس ریشه قرمز بین نمک‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. ثابت شده است که میزان اثر علف‌کش‌های متاثر از آب سخت علاوه بر نوع کاتیون و نوع علف‌کش به گونه علف هرز نیز بستگی دارد (۹). همچنین کاربرد سولفات آمونیوم و افزایش دز علف‌کش منجر به غلبه بر اثرات منفی کاربرد نمک در محلول سمپاش شد. بطور کلی به نظر می‌رسد در مطالعات مربوط به اثرات سختی بر کارایی علف‌کش‌ها می‌بایست نقش عواملی چون دز مصرفی علف‌کش و حتی گونه مورد مطالعه را بسیار مهم دانست و در صورت عدم توجه به موارد مذکور نتایج متفاوتی در هر مطالعه حاصل خواهد شد و در نتیجه امکان بهره برداری کاربردی از نتایج فراهم نخواهد بود.

منابع

1- Baily W.A., Poston D.H., Wilson H.P., and Hines, T.E. 2002. Glyphosate interactions with manganese. Weed Technology, 16:792-799.

2- Buhler D.D., and Melinda H.L. 1999. Anderson Guide to Practical Methods of Propagating Weeds and other Plants. WSSA publication.

3- Dehghani F., Rahnemaei R., Malakoti M.J., and Saadat S. 2012. Study of the ratio of calcium to magnesium status in some irrigation water country. Journal of Water Research in Agriculture, 26(1):117-129 (In Persian with English Abstract).

4- Donald W.W. 1988. Established foxtail barley (*Hordeum jubatum* L.) control with glyphosate plus ammonium sulfate. Weed Technology, 2:364-368.

5- Holm F.A., and Henry J.L. 2005. Water Quality and Herbicides. Crop Science, Plant Ecology and Soil Science, University of Saskatchewan.

6- Izadi Darbandi E., Nessari N., and Azarian, F. 2011. Investigation the Effect of Water Hardness on 2,4-D Amine Efficacy on Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and Common Lambsquart (*Chenopodium album*) control. Journal of Plant Protection, 25(3):258-265 (In Persian with English Abstract).

7- McMullan P.M. 2000. Utility adjuvants. Weed Technology, 14:792-797.

8- Mueller T.C., Main C.L., Thompson M.A., and Steckel, L.E. 2006. Comparison of glyphosate salts (Isopropylamine, Demonism and Potassium) and calcium and magnesium concentration on the control of various weeds. Weed Technology, 20:164-171.

9- Nalewaja J.D., and Matysiak R. 1991. Salt antagonism of glyphosate. Weed Science, 39: 622-628.

10- Nalewaja J.D., and Matysiak R. 1992b. Species differ in response to adjuvants with glyphosate. Weed Technology, 6:561-566.

11- Nalewaja J.D., and Matysiak R. 1993b. Spray carrier salts affect herbicide toxicity to kochia (*Kochia scoparia*). Weed Technology, 7:154-158

12- Nalewaja J.D., Manthey F.A., Szelezniak E.F., and Anyska A. 1989. Sodium bicarbonate antagonism of sethoxydim. Weed Technology, 3:654-658.

13- Nalewaja J.D., Praczyk T., and Matysiak R. 1995. Salts and surfactants influence nicosulfuron activity. Weed Technology, 9:587-593.

14- Nalewaja J.D., Praczyk T., and Matysiak R. 2000. Spray deposits from nicosulfuron with salts that affect efficacy. Weed Technology, 14:740-749.

15- Nalewaja J.D., Woznica Z., and Matysiak R. 1991. 2,4-D amine antagonism by salts. Weed Technology, 5:873-880.

16- Nalewaja J.D., and Matysiak, R., and Szelezniak, E. 1994. Sethoxydim response to spray carrier chemical properties and environment. Weed Technology, 8:591-597.

17- Nosratti I., Alizade H., and Rahimian Mashhadi H. 2011. Effect of some adjuvants on overcoming antagonistic effects of spray carrier water quality on glyphosate and herbicide mixture 2, 4-D + MCPA efficacy on licorice (*Glycyrrhiza glabra*). Journal of Weed Knowledge, 7: 49-60 (In Persian with English Abstract).

18- Penner D. 2006. Novel water conditioning agents for glyphosate. North Central Weed Science Society Proceedings, 61:150.

19- Pringnitz B. 1998. Clearing up Confusion on Adjuvants and Additives. Iowa State University Extention Agronomy.

20- Rashed Mohasel M.H, Najafi H., and Akbarzadeh D.M. 2009. Weed Biology and Control. Ferdowsi University of Mashhad Press (In Persian).

21- Roskamp J.M., Cahal G.S., and Johnson W.G. 2013. The effect of cations and ammonium sulfate on the efficacy of dicamba and 2,4-D.Weed Technology, 27:72-77.

22- Salisbury C.D., Chandler J.M., and Merkle M.G. 1991. Ammonium sulfate enhancement of glyphosate and SC-0224 control of Johnson-grass (*Sorghum halepense* L.). Weed Technology, 5:18-21.

Archive of SID

www.SID.ir

23- Shahverdi F., Montazeri M., and Dianat M. 2009. The effect of ammonium sulphate on efficacy of a few weak acidic herbicides. Weed Research, 5: 121-131 (In Persian with English Abstract).
24- Shea P. J., and Tupy D. R. 1984. Reversal of cation induced reduction in glyphosate action with EDTA. Weed Science, 32:802-806.
25- Streibig J.C., and Kudsk P. 1993. Herbicide Bioassays. CRC. Press, Inc.
26- Thelen K.D., Jackson E.P., and Penner D. 1995. The basis for the hard water antagonism of glyphosate activity. Weed Science, 43:541-548.
27- Wills G.D., and McWhorter G.G. 1985. Effect of inorganic salts on the toxicity and translocation of glyphosate and MSMA in purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). Weed Science, 33:755-761.
28- Zand E., Baghestani M., Hadizade M.H. and Shimi P. 2012. Manual weed management in corn fields in Iran. Jihad, Mashhad University Press (in Persian).

Archive of SID

www.SID.ir