مجله‌ی پژوهش علف‌های هرز
جلد ۸، شماره ۱، ۱۳۹۵
صفحات ۴۰-۲۷

# بررسی کارایی علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل فالاریس بذر کوچک و یولاف وحشی زمستانه در حضور نمک‌های مختلف و سولفات آمونیوم

# Efficiency study of sethoxidim in controlling little canarygrass (*phalaris minor* Retz.) and winter wild oat (*Avena ludoviciana Duriea*) in presence of different salts and ammonium sulfate

مهناز میرزائی[۱]، مهدی راستگو[۲*]، کمال حاج محمدنیا قالی‌باف[۲]، اسکندر زند[۳]

## چکیده

**به منظور بررسی کارایی علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل فالاریس بذر کوچک و یولاف وحشی زمستانه در حضور نمک‌های مختلف، دو آزمایش جداگانه در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. سه فاکتور آزمایش برای هر گونه علف هرز شامل ۱. دز علف‌کش ستوکسیدیم در سه سطح شامل ۱۸۷/۵، ۹۳/۷۵ و ۴۸/۸۷ گرم ماده مؤثره در هکتار. ۲. نوع نمک در پنج سطح شامل ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات سدیم، کربنات کلسیم، کلرور کلسیم و کلرور منیزیم و آب دیونیزه به عنوان شاهد و ۳. کاربرد و عدم کاربرد سولفات آمونیوم بود. سه هفته بعد از سمپاشی، درصد بقاء و وزن خشک اندام هوایی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که کاربرد نمک به طور معنی‌داری کارایی علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل یولاف وحشی زمستانه و فالاریس بذر کوچک را کاهش می‌دهد. با این حال نوع نمکی که بیشترین اثر منفی را بر کارایی ستوکسیدیم داشت بین دو علف هرز متفاوت بود. افزایش دز ستوکسیدیم منجر به غلبه بر اثرات منفی حضور نمک در محلول پاشی شد در حالی‌که کاربرد سولفات آمونیوم سودمندی چندانی به ویژه در فالاریس بذر کوچک در جلوگیری از اثرات منفی ناشی از وجود نمک در محلول به همراه نداشت.**

**واژه‌های کلیدی: درصد بقاء، سدیم، سولفات آمونیوم، کلسیم، ماده خشک و منیزیم.**

---

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۱۸

۱- دانشجوی دکتری پردیس بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد.
۲- اعضای هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
۳- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور.
*- نویسنده مسئول: E-mail: m.rastgoo@um.ac.ir

**مقدمه**

یولاف وحشی زمستانه و فالاریس بذر کوچک از علف‌های هرز علفی، باریک برگ و یک‌ساله می‌باشند. یولاف وحشی از جمله مهم‌ترین علف‌های هرز است که پراکنش وسیعی در سطح کشور دارد و در بسیاری از مناطق ایران و در انواع محصولات زراعی، زمین‌های بایر و باغ‌ها مشاهده می‌شود (Rashed-Mohasel *et al.*, 2009). در کشور ما یولاف وحشی از مهم‌ترین علف‌های هرز گندم، چغندر قند، یونجه، انواع حبوبات، کلزا و پیاز است (Zand *et al.*, 2009). فالاریس بذر کوچک نیز از مهم‌ترین علف‌های هرز در محصولات زراعی باریک برگی چون گندم و محصولات پهن برگی مانند چغندر قند، کلزا و نیشکر است (Zand *et al.*, 2009) و در بعضی مناطق ایران خسارت زیادی را در اثر رقابت با محصولات زمستانه مثل گندم و کلزا به وجود می‌آورد (Baghestani *et al.*, 2008). در محصولات زراعی پهن برگ مانند چغندرقند، پیاز، کلزا، سویا و یونجه، استفاده از علف‌کش ستوکسیدیم برای کنترل این دو علف هرز توصیه شده است (Zand *et al.*, 2009). علف‌کش ستوکسیدیم با نام تجاری نابو-اس در سال ۱۳۶۵ در ایران ثبت شده است و به صورت پس‌رویشی و به میزان حدود ۳ لیتر در هکتار در مرحله ۵-۲ برگی علف‌های هرز باریک برگ یک‌ساله و چندساله به کار می‌رود (Tu *et al.*, 2001; Zand *et al.*, 2014).

آب مهم‌ترین و رایج‌ترین حلال مورد استفاده برای کاربرد علف‌کش‌ها است به طوری‌که بیش از ۹۹ درصد محلول سم‌پاشی را آب تشکیل می‌دهد (Nalewaja *et al.*, 1995). لذا ویژگی‌های مربوط به کیفیت آب مورد استفاده در مخزن سم‌پاش یکی از عوامل مؤثر در جهت تغییر کارایی علف‌کش‌ها می‌باشد (Caldwell, 2007). از عوامل کیفیت آب که بر کارایی برخی از علف‌کش‌ها تأثیر می‌گذارند می‌توان به سختی آب، اسیدیته، وجود یون بی‌کربنات، کدورت آب و مواد آلی موجود در آن اشاره کرد (Holm and Henry, 2005; Bernards *et al.*, 2005). آب سخت به آب حاوی سطوح بالای کلسیم، منیزیم، سدیم و آهن گفته می‌شود 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 (Buhler and Melinda, 1999). در این میان اهمیت و فراوانی کلسیم و منیزیم در آب‌های ایران بیشتر است (Dehghani *et al.*, 2012). حضور این کاتیون‌ها در آب مخزن سم‌پاش از طریق پیوند با بنیان منفی مولکول‌های علف‌کش باعث کاهش حلالیت علف‌کش می‌شوند. ترکیب نمکی تشکیل شده به راحتی جذب گیاه نمی‌شود و در نتیجه فعالیت زیستی کافی برای کنترل علف‌های هرز نخواهد داشت (Thelen *et al.*, 1995; Penner, 2006). اثر نمک‌های مختلف موجود در آب‌های سخت روی کارایی علف‌کش‌ها بسته به نوع کاتیون، نوع علف‌کش و گونه علف هرز متغیر است (Nalewaja *et al.*, 1989).

نتایج تحقیقات متعدد انجام شده نشان می‌دهد که کارایی علف‌کش‌های اسیدی ضعیف مانند ستوکسیدیم، توفوردی و گلایفوسیت تحت تأثیر کاتیون‌های موجود در آب سخت قرار می‌گیرد. اثرات کاهندگی یون کلسیم بر کارایی علف‌کش‌های مختلفی از جمله ستوکسیدیم (Matysiak and Nalewaja, 1999)، کلتودیم (Nandula *et al.*, 2007)، توفوردی (Nalewaja *et al.*, 1991) و گلایفوسیت (Nalewaja and Matysiak, 1991) و اثرات کاهندگی یون سدیم بر روی علف‌کش‌های توفوردی (Nalewaja *et al.*, 1991) و ستوکسیدیم (Nalewaja *et al.*, 1989) گزارش شده است. در بررسی‌های هولم و هنری (Holm

and Henry, 2005) نیز مشخص شد که آب حاوی بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم، کارایی توفوردی را کاهش داد. ایزدی و همکاران (Izadi-Darbandi *et al*., 2011) در آزمایشی که به منظور بررسی تأثیر سختی آب بر کارایی علف‌کش سینوسولفورون انجام دادند به این نتیجه رسیدند که مقدار کاربرد علف‌کش و درجه سختی آب تأثیر معنی‌داری بر رشد و بقای علف هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و آمارانتوس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexous*) داشته است. کریستین در بررسی واکنش گلایفوسیت به کلسیم گزارش کرد که حضور یون کلسیم در آب مخزن سمپاش می‌تواند کارایی گلایفوسیت را کاهش دهد (Christian, 2003).

راهکارهایی برای به حداقل رسانی واکنش کاتیون‌های موجود در آب مخزن سمپاش با علف‌کش‌ها ارائه شده است که مهم‌ترین راه‌کار، کاربرد مواد افزودنی به همراه محلول پاشی می‌باشد (Penner, 2000). انواع مختلفی از مواد افزودنی برای تعدیل اثرات منفی املاح موجود در آب وجود دارد که در این بین توانایی سولفات آمونیوم در برطرف کردن برخی ناسازگاری‌های علف‌کشی در آب سخت و به حداقل رسانی یا جلوگیری از واکنش یون‌های موجود در آب با علف‌کش‌ها توسط محققین مختلف به اثبات رسیده است به نحوی که سولفات آمونیوم موجب افزایش جذب و بهبود کارایی علف‌کش‌های ستوکسیدیم (Matysiak and Nalewaja, 1999)، کلتودیم (Nandula *et al*., 2007)، گلایفوسیت (Shaner *et al*., 2006) و بسیاری از علف‌کش‌های دیگر شده است. کاربرد سولفات آمونیوم همراه با علف‌کش‌های دارای خاصیت اسیدی ضعیف باعث افزایش کنترل گونه‌های مختلفی از علف‌های هرز می‌شود (Donald, 1988; Salisbury *et al*., 1991). زولینگر و همکاران (Zollinger *et al*., 2010) گزارش کردند که یون کلسیم موجود در آب باعث کاهش کارایی علف‌کش‌های آمینوپیرآلید، تمبوتریون، دایکامبا و گلیفوزینت می‌شود و با افزودن سولفات آمونیوم به محلول حامل علف‌کش‌ها از کاهش کارایی ممانعت به عمل می‌آید. گزارش شده است که استفاده از سولفات آمونیم، اثرات هم‌کاهی ناشی از حضور یون کلسیم در محلول سم‌پاش را در علف‌کش‌های کلتودیم و گلایفوسیت خنثی می‌سازد (Mueller *et al*., 2006).

توجه به کیفیت آب مخزن سمپاش بخصوص سختی آب که از ویژگی‌های شاخص آب‌های کشور است به کارایی بهینه علف‌کش‌ها کمک شایانی می‌کند. علف‌کش ستوکسیدیم نیز جزء علف‌کش‌های اسیدی ضعیف می‌باشد که مانند سایر علف‌کش‌های اسیدی ضعیف مانند توفوردی و گلایفوسیت تحت تأثیر کاتیون‌های موجود در آب مخزن سمپاش قرار می‌گیرد (Holm and Henry, 2005; Mueller *et al*., 2006). از آنجائی‌که گزارشات محدودی در خصوص واکنش ستوکسیدیم به نمک‌های مختلف در آب مخزن سمپاش در شرایط کاربرد و عدم کاربرد سولفات آمونیوم وجود دارد، این تحقیق به منظور بررسی کارایی این علف‌کش در کنترل فالاریس بذر کوچک و یولاف وحشی زمستانه در حضور نمک‌های مختلف، انجام شد.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر نمک‌های مختلف بر کارایی علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل فالاریس بذر کوچک (*Phala*ris minor Retz.) و یولاف وحشی زمستانه (*Ave*na ludoviciana Durieu) در حضور و عدم حضور سولفات آمونیوم، برای هر علف هرز آزمایشی

جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار طراحی شد. این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۴ انجام شد. سه فاکتور آزمایش برای هر گونه علف هرز شامل ۱) دز علف‌کش ستوکسیدیم (EC ۱۲٪) در سه سطح شامل ۱۸۷/۵، ۹۳/۷۵ و ۴۸/۸۷ گرم ماده مؤثره در هکتار (۱/۵، ۰/۷۵ و ۰/۳۷۵ لیتر در هکتار)، ۲) نوع نمک در پنج سطح شامل ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات سدیم ($NaHCO_3$)، کربنات کلسیم ($CaCO_3$)، کلرور کلسیم ($CaCl_2$) و کلرور منیزیم ($MgCl_2$) و آب دیونیزه شده به عنوان شاهد و ۳) حضور و عدم حضور ماده افزودنی سولفات آمونیوم (۲ درصد حجمی) بود.

بذور فالاریس بذر کوچک و یولاف وحشی زمستانه از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد (طول جغرافیایی: °۳۶ و′۱۵ شرقی، عرض جغرافیایی: °۵۹ و′۲۸ شمالی و ارتفاع از سطح دریا: ۹۸۵ متر) در طی سال ۱۳۹۳ جمع‌آوری شدند. ابتدا بذور از گیاهان جدا و بوجاری و پوست‌کنی انجام شد سپس توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۱ درصد به مدت ۳-۲ دقیقه ضدعفونی شده و به ترتیب با آب معمولی و آب مقطر شستشو داده شدند. قبل از انجام آزمایش، ابتدا تست جوانه‌زنی بذور در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی انجام شد. به منظور حذف خواب و تحریک جوانه‌زنی بذور یولاف وحشی زمستانه از محلول نیترات پتاسیم ۰/۲ درصد استفاده شد. بذور در انکوباتور با درجه حرارت ۱۵ درجه سانتی‌گراد شب و ۲۵ درجه روز و رطوبت ۶۰ درصد در داخل پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری حاوی کاغذ صافی (واتمن شماره ۱) قرار گرفتند (Hammami *et al.*, 2014). بعد از مشاهده اولین علائم خروج ریشه‌چه، بذور برای کشت در گلدان به گلخانه منتقل شدند. خواب بذور فالاریس بذر کوچک با ۵-۳ دقیقه قرار دادن در اسید سولفوریک غلیظ و در مرحله بعد شستشوی طولانی با آب و خشک کردن بذرها شکسته شد. بذور این دو علف هرز 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 و 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 با تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند.

جهت آماده سازی تیمارها در ابتدا نمک‌های کلرور کلسیم، کلرور منیزیم، بی‌کربنات سدیم و کربنات کلسیم هر کدام جداگانه به میزان ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در آب دیونیزه حل شدند. بعد از انحلال نمک‌ها، علف‌کش‌ها در دزهای مورد نظر به محلول‌های تهیه شده اضافه شدند. هر کدام از تیمارها در دو حالت با سولفات آمونیوم و بدون آن آماده شدند. زمانی که گیاهان در مرحله ۶-۴ 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 سمپاشی انجام شد. سه هفته پس از سمپاشی، درصد بقاء 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):

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

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 احتمال ۵

درصد با استفاده از نرم‌افزار Minitab 17 انجام شد. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel 2007 انجام شد.

## نتایج و بحث

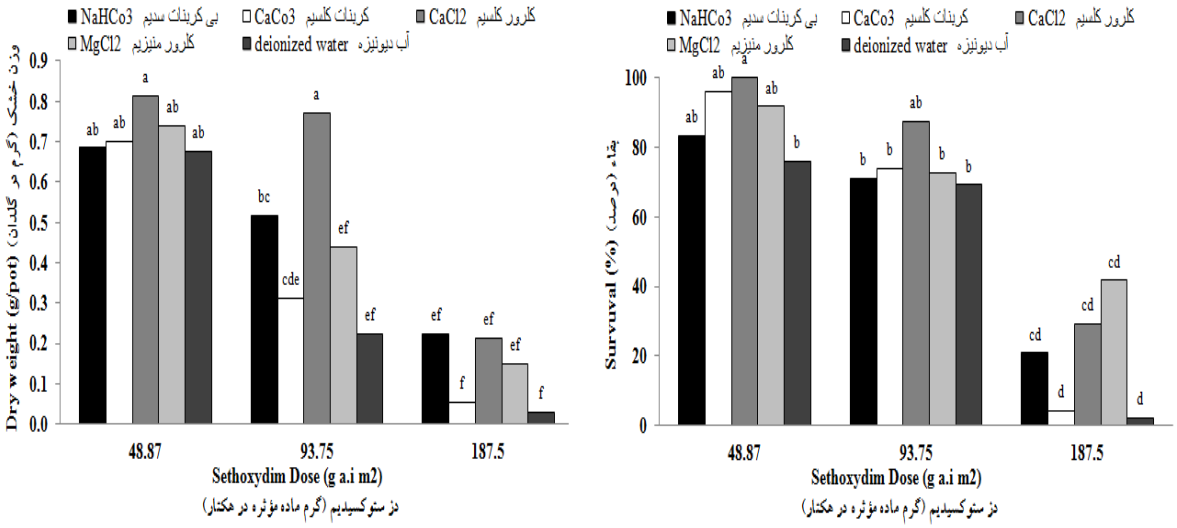
### کارایی ستوکسیدیم در کنترل یولاف وحشی زمستانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دزهای مختلف ستوکسیدیم و نوع نمک استفاده شده اثر بسیار معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) بر درصد بقاء و وزن خشک یولاف وحشی زمستانه دارد در حالی که سولفات آمونیوم فقط بر درصد بقاء تأثیر معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) دارد. در بین اثرات متقابل دوگانه، اثر متقابل دز ستوکسیدیم با نوع نمک و اثر متقابل نوع نمک با کاربرد سولفات آمونیوم بر درصد بقاء و وزن خشک بسیار معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) بود، در حالی‌که اثر متقابل دز ستوکسیدیم و کاربرد سولفات آمونیوم و اثر سه‌گانه فاکتورهای آزمایشی بر روی درصد بقاء و وزن خشک یولاف وحشی زمستانه معنی‌دار نبود.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با نصف شدن دز علف‌کش، وزن خشک و درصد بقاء تقریباً دو برابر شد. یکی از اولین راه‌کارها برای به حداقل رسانی واکنش کاتیون‌های موجود در آب مخزن سمپاش با علف‌کش‌ها، استفاده از حداکثر دز توصیه شده برای کاربرد علف‌کش است. از آنجایی که هر کاتیون موجود در آب مخزن سمپاش قادر است تنها به تعداد محدودی مولکول علف‌کش اتصال پیدا کند، وقتی از دز بیشتری استفاده می‌شود، تعداد کاتیون‌ها نسبت به ملکول‌های علف‌کش نیز کم می‌شود بنابراین از اثرات هم‌کاهی ناشی از کاتیون‌های آب سخت کاسته می‌شود (Wills *et al.*, 1998). نتایج اثر متقابل دز ستوکسیدیم و نوع نمک نشان داد که در دز ۱۸۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، هیچ یک از نمک‌ها تأثیر معنی‌داری بر کارایی ستوکسیدیم نداشتند و اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده نشد (شکل ۱). همچنین مشاهده شد که کاربرد علف‌کش ستوکسیدیم به مقدار ۱۸۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار که معادل دز توصیه شده در مزرعه است اثرات هم‌کاهی ناشی از حضور نمک‌های مختلف در آب مخزن سمپاش در مقایسه با کاربرد علف‌کش ستوکسیدیم به مقدار ۹۳/۷۵ و ۴۸/۸۷ گرم ماده مؤثره در هکتار را به طور بسیار معنی‌داری کاهش داد. در حالی‌که کاربرد علف‌کش ستوکسیدیم به مقدار ۴۸/۸۷ گرم ماده مؤثره در هکتار که معادل ۲۵ درصد دز توصیه شده بود بر اساس درصد بقا فقط کلرور کلسیم کارایی علف کش ستوکسیدیم در کنترل یولاف وحشی را به طور معنی داری کاهش داد و بر اساس وزن خشک اختلافی بین نمک ها نبود. در دز ۹۳/۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، بر اساس وزن خشک کلرور کلسیم و بی کربنات سدیم رفتار مشابهی داشتند و به طور معنی داری کارایی علف کش ستوکسیدیم در کنترل یولاف وحشی را کاهش دادند (شکل ۱).

در بین چهار نمک استفاده شده در این آزمایش، کلرور کلسیم نسبت به سایر نمک‌ها با اختلاف معنی‌داری موجب کاهش کارایی علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل یولاف وحشی زمستانه شد و نسبت به سایر نمک‌ها بیشترین اثر منفی بر کارایی ستوکسیدیم را داشت و بین سایر نمک‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بی‌کربنات سدیم، کلرور منیزیم و کربنات کلسیم به ترتیب بیشترین

اثر هم‌کاهی را داشتند هر چند این تفاوت بین این سه نمک معنی‌دار نبود. نتایج نشان داد که کاربرد سولفات آمونیوم در جهت غلبه بر اثرات منفی حضور نمک‌های مختلف در محلول سمپاش بر روی وزن خشک یولاف وحشی زمستانه اثر معنی‌داری نداشت و فقط درصد بقاء را به صورت معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) تحت تأثیر قرار داد. هر چند در مطالعاتی سودمندی یون آمونیوم برای رفع اثرات بی‌کربنات سدیم در علف‌کش‌های ستوکسیدیم و کلتودیم گزارش شده است (Holm and Henry, 2005). در حالی‌که سودمندی سولفات آمونیوم در غلبه بر اثرات هم‌کاهی آب سخت به خوبی پذیرفته شده است و با افزودن این ماده افزودنی کنترل انواع گونه‌های علف هرز با استفاده از علف‌کش‌های اسیدی ضعیف مانند توفوردی و گلایفوسیت به طور معنی‌داری افزایش یافته است (Donald, 1988; Salisbury *et al*., 1991). روسکامپ و همکاران (Roskamp *et al*., 2013) سودمندی سولفات آمونیوم در غلبه بر اثرات کاتیون‌های کلسیم، منیزیم و منگنز موجود در محلول سمپاش حامل توفوردی و دایکامبا جهت کنترل آمارانتوس، سلمه تره و علف اسب (*Conyza canadensis* (L.) Cronq) را گزارش نمودند. استفاده از سولفات آمونیم اثرات هم‌کاهی یون کلسیم بر علف‌کش گلایفوسیت و کلتودیم را خنثی می‌سازد (Mueller *et al*., 2006). گزارش شده است که توانایی سولفات آمونیوم برای افزایش گیاه‌سوزی گلایفوسیت یا بر طرف کردن هم‌کاهی ناشی از یون کلسیم، بستگی به گونه گیاهی مورد تیمار دارد (Nalewaja and Matysiak, 1991). به عبارتی دیگر، اثر سولفات آمونیوم در غلبه بر کاتیون‌های آب سخت و در نتیجه بر روی کارایی علف‌کش‌ها در همه گونه‌های گیاهی یکسان نیست.




شکل ۱- اثر نوع نمک بر وزن خشک (الف) و درصد بقاء (ب) یولاف وحشی زمستانه در دزهای مختلف ستوکسیدیم

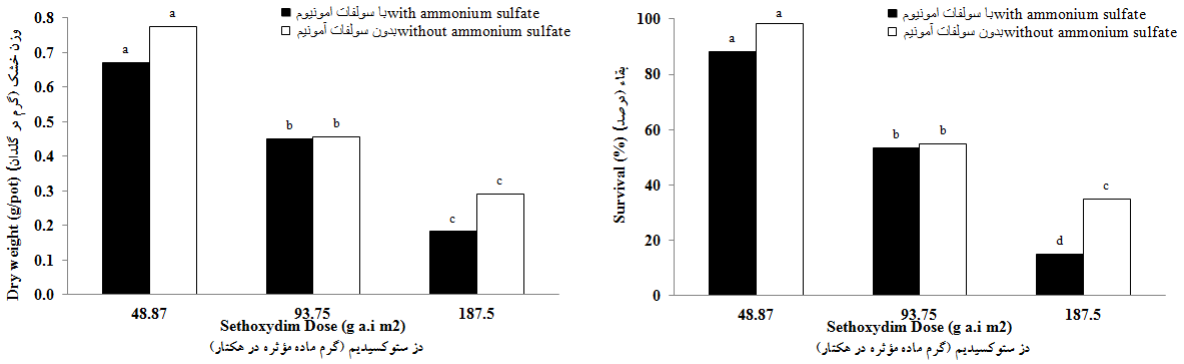
Figure 1- The effect of different salts on dry weight (A) and survival (B) of wild oat in different sethoxydim doses

در هر نمودار، میانگین‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each chart, means with same letter are not significant based LSD test at 5% probability level.

نتایج اثر متقابل دز توفوردی و سولفات آمونیوم نشان داد که در هر دز ستوکسیدیم، کاربرد سولفات آمونیوم تأثیری بر کارایی علف‌کش نداشت و فقط در دز ۱۸۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، کاربرد سولفات آمونیوم درصد بقاء را به صورت معنی‌داری کاهش داده است (شکل ۲).

همچنین در مقایسه بین نمک‌های مختلف مشاهده شد که کاربرد سولفات آمونیوم فقط توانست بر اثرات منفی ناشی از بی‌کربنات سدیم غلبه کند و در سایر نمک‌ها حضور سولفات آمونیوم هیچ تأثیر معنی‌داری بر اثرات هم‌کاهی وجود نمک‌ها نداشت (شکل ۳).

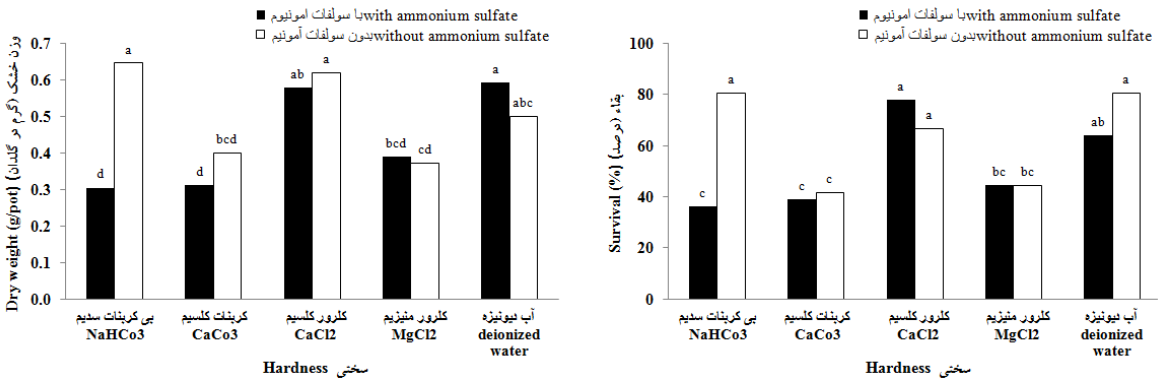



شکل ۲- اثر دزهای مختلف ستوکسیدیم بر وزن خشک (الف) و درصد بقاء (ب) یولاف وحشی زمستانه در حضور و عدم حضور سولفات آمونیوم

Figure 2- The effect of sethoxydim doses on dry weight (A) and survival (B) of wild oat in presence and absence of ammonium sulphate

در هر نمودار، میانگین‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each chart, means with same letter are not significant based LSD test at 5% probability level.




شکل ۳- اثر نمک‌های مختلف بر وزن خشک (الف) و درصد بقاء (ب) یولاف وحشی زمستانه در حضور و عدم حضور سولفات آمونیوم

Figure 3- Effect of different salts on dry weight (A) and survival (B) of wild oat in presence and absence of ammonium sulphate

در هر نمودار، میانگین‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each chart, means with same letter are not significant based LSD test at 5% probability level.

**کارایی ستوکسیدیم در کنترل فالاریس بذر کوچک**

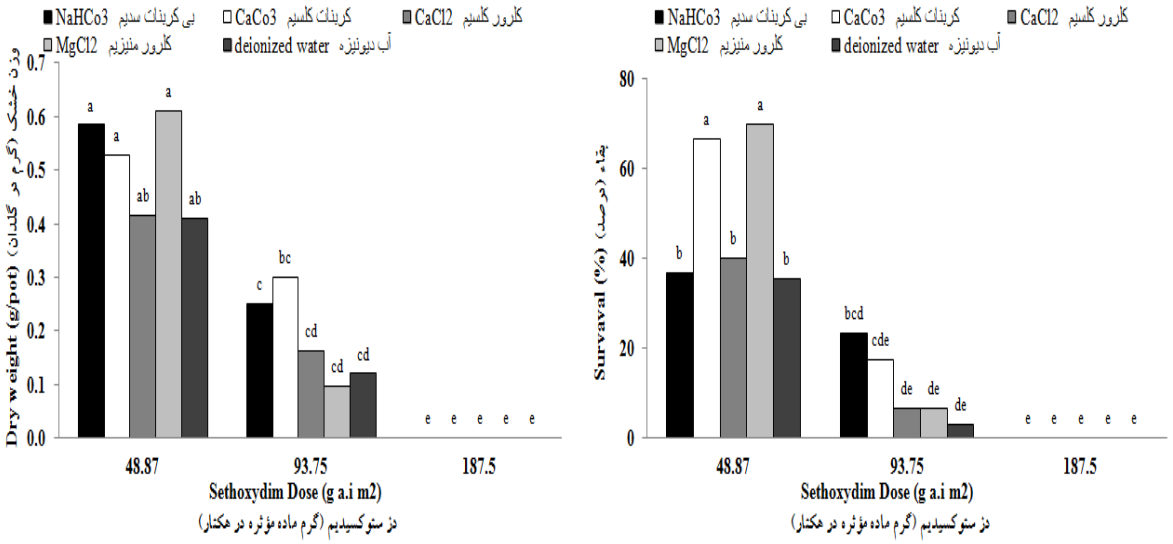
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دزهای مختلف ستوکسیدیم و نوع نمک استفاده شده اثر بسیار معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) بر درصد بقاء و وزن خشک فالاریس بذر کوچک داشت در حالی‌که کاربرد سولفات آمونیوم تأثیر معنی‌داری بر درصد بقاء و وزن خشک فالاریس بذر کوچک نداشت. در بین اثرات متقابل دوگانه بر روی درصد بقاء و وزن خشک، اثر متقابل دز ستوکسیدیم با نوع نمک بسیار معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) و اثر متقابل نوع نمک با کاربرد سولفات آمونیوم معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) بود. اثر سه گانه فاکتورهای آزمایشی بر درصد بقا معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) و روی وزن خشک بسیار معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) بود، در حالی‌که اثر متقابل دز ستوکسیدیم و کاربرد سولفات آمونیوم بر روی درصد بقاء و وزن خشک فالاریس بذر کوچک معنی‌دار نبود. نتایج بدست آمده در علف هرز فالاریس بذر کوچک بسیار به یولاف وحشی شبیه بود و در هر دو علف هرز اثر هم‌کاهی انواع نمک‌ها به وضوح مشاهده شد هر چند بین دو علف هرز تفاوت جزئی در سودمندی سولفات آمونیوم در جهت غلبه بر اثرات منفی سختی آب مشاهده شد به طوریکه در فالاریس بذر کوچک کاربرد سولفات آمونیوم نتوانست هم‌کاهی ناشی از حضور نمک در مخزن سمپاش را خنثی کند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مانند یولاف وحشی با افزایش کاربرد ستوکسیدیم، وزن خشک و درصد بقاء فالاریس بذر کوچک نیز به طور بسیار معنی‌داری کاهش یافته و در دز ۱۸۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، تمام بوته‌ها از بین رفتند و درصد بقاء به صفر رسید. نتایج اثر متقابل دز ستوکسیدیم و نوع نمک نشان داد که در دز ۱۸۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار و در دز ۹۳/۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار هیچ یک از نمک‌ها تاثیر معنی‌داری بر کارایی ستوکسیدیم نداشتند و اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده نشد (شکل ۴). در حالی‌که در دز ۴۸/۸۷ گرم ماده مؤثره در هکتار بر اساس درصد بقا کربنات کلسیم و کلرور منیزیم به ترتیب بیشترین اثر منفی را بر کارایی ستوکسیدیم داشتند (شکل ۴).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هر چهار نمک استفاده شده در این آزمایش به طور معنی‌داری موجب کاهش کارایی علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل فالاریس بذر کوچک شد ولی بین نمک‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در حالی‌که در یولاف وحشی، کلرور کلسیم نسبت به سایر نمک‌ها با اختلاف معنی‌داری موجب کاهش کارایی علف‌کش ستوکسیدیم شد و بین سایر نمک‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در آزمایشی که به منظور شبیه‌سازی تأثیر نمک‌های کلسیم، منیزیم و سدیم آب بر کارایی علف‌کش نیکوسولفورون انجام شد، مشاهده شد که کلسیم به کار رفته به مقدار ۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر سمیّت علف‌کش نیکوسولفورون اثر منفی داشت (Penner, 2006). کاهش کارایی علف‌کش توفوردی در کنترل علف جارو در حضور نمک‌های حاوی یون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم توسط نالیواجا و همکاران گزارش شده است (Nalewaja *et al*., 1991). هاتزیوس و پنر (Hatzios and Penner, 1984) گزارش کردند که نمک‌های موجود در آب مخزن سمپاش، کارایی علف‌کش‌های توفوردی، گلایفوسیت، دالاپون، پاراکوات و آترازین را کاهش می‌دهد. در بررسی هولم و هنری (Holm and Henry, 2005) نیز مشخص شد که آب حاوی کربنات کلسیم بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، کارایی توفوردی را کاهش داد. تأثیر کیفیت آب و حضور نمک‌های غیر آلی در مخزن سمپاش بر کارایی

علف‌کش‌ها بستگی به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی علف‌کش در گونه‌های گیاهی مختلف متفاوت است (Mueller *et al.*, 2006). هولم و هنری (Holm and Henry, 2005) گزارش کردند که بی‌کربنات‌ها فعالیت فرم آمینی علف‌کش توفوردی و باریک برگ‌کش‌های متعلّق به گروه دیم مانند ترالکوسیدیم، ستوکسیدیم و کلتودیم را کاهش می‌دهند. کاهش کارایی ستوکسیدیم در حضور مقادیر بالای سدیم توسط وایتول و همکاران (Whitwell *et al.*, 1992) گزارش شده است. نالیواجا و همکاران (Nalewaja *et al.*, 1989) گزارش کردند که حضور بی‌کربنات سدیم و کربنات سدیم در مخزن سمپاش، کارایی ستوکسیدیم در کنترل گونه‌های باریک برگ در گلخانه و مزرعه را کاهش داد. همچنین نامبردگان کارایی نیترات آمونیوم، دی سولفات آمونیوم و کود مایع نیتروژن در غلبه بر اثرات منفی حضور سدیم را نیز گزارش کردند.

نتایج اثر متقابل دز توفوردی و سولفات آمونیوم نشان داد که در هر دز ستوکسیدیم، کاربرد سولفات آمونیوم تأثیری بر کارایی علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل فالاریس بذر کوچک نداشت (شکل ۵). همچنین در مقایسه بین نمک‌های مختلف مشاهده شد که کاربرد سولفات آمونیوم فقط توانست بر اثرات منفی ناشی از بی‌کربنات سدیم بر درصد بقاء و کلرور کلسیم بر وزن خشک فالاریس بذر کوچک غلبه کند و در سایر موارد حضور سولفات آمونیوم هیچ تأثیر معنی‌داری بر اثرات هم‌کاهی وجود نمک‌ها نداشت (شکل ۶).

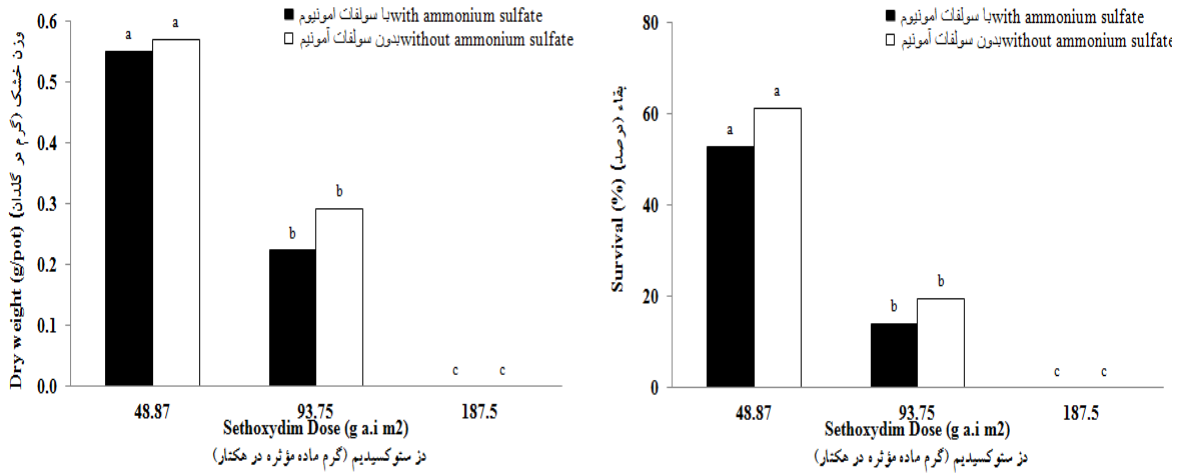



شکل ۴- اثر نوع نمک بر وزن خشک (الف) و درصد بقاء (ب) فالاریس بذر کوچک در دزهای مختلف ستوکسیدیم

Figure 4- The effect of different salts on dry weight (A) and survival (B) of cannary grass in different sethoxydim doses

در هر نمودار، میانگین‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each chart, means with same letter are not significant based LSD test at 5% probability level.

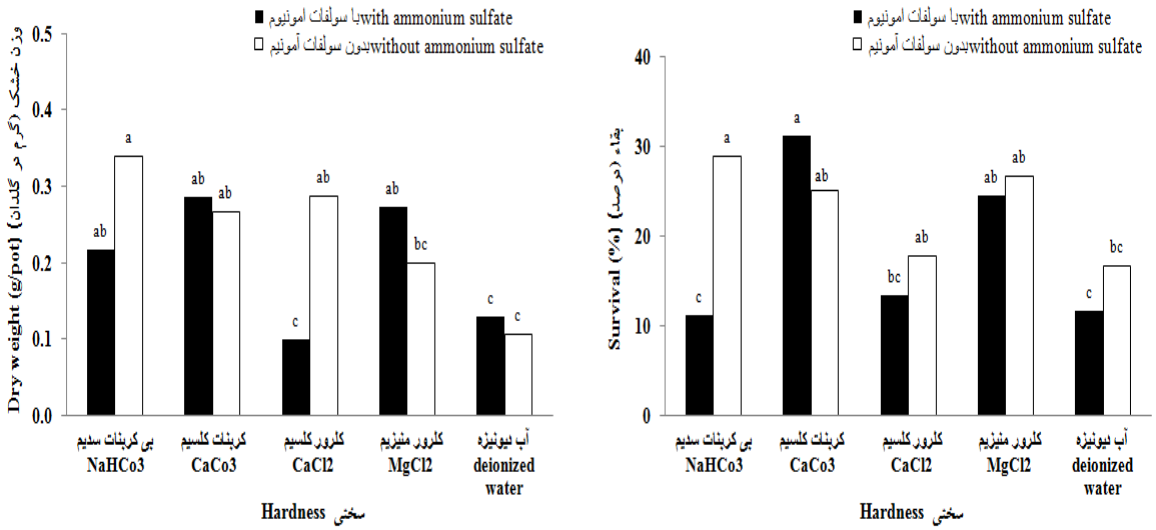



شکل ۵- اثر دزهای مختلف ستوکسیدیم بر وزن خشک (الف) و درصد بقاء (ب) فالاریس بذر کوچک در حضور و عدم حضور سولفات آمونیوم

Figure 5- The effect of sethoxydim doses on dry weight (A) and survival (B) of cannary grass in presence and absence of ammonium sulphate

در هر نمودار، میانگین‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each chart, means with same letter are not significant based LSD test at 5% probability level.




شکل ۶- اثر نمک‌های مختلف بر وزن خشک (الف) و درصد بقاء (ب) فالاریس بذر کوچک در حضور و عدم حضور سولفات آمونیوم

Figure 6- Effect of different salts on dry weight (A) and survival (B) of cannary grass in presence and absence of ammonium sulphate

در هر نمودار، میانگین‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each chart, means with same letter are not significant based LSD test at 5% probability level.

## نتیجه‌گیری نهایی

نتایج نشان داد که حضور نمک به طور معنی‌داری کارایی علف‌کش ستوکسیدیم در کنترل یولاف وحشی زمستانه و فالاریس بذر کوچک را کاهش می‌دهد. هر چند نوع نمکی که بیشترین اثر منفی را بر کارایی

ستوکسیدیم داشت بین دو علف هرز متفاوت بود به نحوی‌که در یولاف وحشی زمستانه کلرور کلسیم نسبت به سایر نمک‌ها اثر منفی بیشتری داشت و در فالاریس بذر کوچک بین نمک‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین افزایش دز علف‌کش منجر به غلبه بر اثرات منفی کاربرد نمک در محلول سمپاش شد در حالیکه کاربرد سولفات آمونیوم سودمندی چندانی به ویژه در فالاریس بذر کوچک در جلوگیری از اثرات هم‌کاهی وجود نمک در مخزن سمپاش نداشت. ثابت شده است که میزان اثر علف‌کش‌های متأثر از آب سخت علاوه بر نوع کاتیون و نوع علف‌کش به نوع گونه علف هرز نیز بستگی دارد.

یکی از دلایل احتمالی در تفاوت واکنش گونه‌های علف هرز به کیفیت آب مخزن سمپاش این است که گونه‌های مختلف علف هرز ممکن است مقادیر متفاوتی از یون‌ها را در بافت برگی خود داشته باشند که موجب می‌شود با کیفیت محلول علف‌کش‌ها واکنش‌های متفاوتی نشان دهند (Istvàn and Endre, 2009). در مجموع به نظر می‌رسد در زمان استفاده از علف‌کش ستوکسیدیم، بایستی از حداکثر دز توصیه شده علف‌کش در مرحله رشدی توصیه شده برای علف هرز استفاده نمود تا بتوان بر اثرات منفی ناشی از یون‌های موجود در آب مخزن سمپاش غلبه کرد.

**References** **فهرست منابع**

**Baghestani, M. A., E. Zand, and S. Soufizadeh. 2008.** Study on the efficacy of weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) with tank mixtures of grass herbicides with broadleaved herbicides. Crop Protection, 27: 104–111.

**Bernards, M. L., K. D. Thelen, and D. Penne. 2005.** Glyphosate efficacy is antagonized by manganese. Weed Technology, 19: 27-34.

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

**Caldwell, J. 2007.** Hard water can hinder chemical efficacy. Agriculture Online News and Features Editor.

**Christian, G. 2003.** Glyphosate response to calcium, ethoxylated amine surfactant, and ammonium sulfate. Weed Technology, 17: 799–804.

**Dehghani, F., R. Rahnemaei, M. J. Malakoti, and S. Saadat. 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.

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

**Hammami, H., M. H. Rashed Mohassel, M. Parsa, M. Banayan-Aval, and E. Zand. 2014.** Effect of simulated radiation on sethoxydim performance used with and without vegetable oils. Notulae Scientia Biologicae, 6(4): 460-464.

**Hatzios, K. K., and D. Penner. 1984.** Interactions of herbicides with agrochemicals in higher plants. Rev. Weed Science, 1: 1-63.

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

**Izadi-Darbandi, E., F. Azarian, and N. Nessari. 2012.** Effect of water hardness on sinosulfuron efficacy in redroot pigweed and common lambsquarter control. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(1): 84-90.

**Istvàn, D., and M. Endre. 2009.** Efficacy of herbicides influenced by spray carrier water pH and hardness. Journal of Agricultural Science, Debrecen. 141-146.

**Matysiak, R., and J. D. Nalewaja. 1999.** Temperature, adjuvants, and UV light affect sethoxydim phytotoxicity. Weed Technology, 13: 94-99.

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

**Nalewaja, J. D., F. A. Manthey, E. F. Szelezniak, and Z. Anyska. 1989.** Sodium bicarbonate antagonism of sethoxydim. Weed Technology, 3(4): 654-658.

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

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

**Nalewaja, J. D., T. Praczyk, and R. Matysiak. 1995.** Salts and surfactants influence nicosulfuron activity. Weed Technology, 9(3): 587-593.

**Nandula, V. K., D. H., Poston, K. N. Reddy, and C. H. Koger. 2007.** Formulation and adjuvant effects on uptake and translocation of clethodim in bermudagrass (*Cynodon dactylon*). Weed Science, 55: 6-11.

**Penner, D. 2000.** Activator adjuvants. Weed Technology, 14: 785-791.

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

**Rashed Mohasel, M. H, H. Najafi, and D. M. Akbarzadeh. 2009.** Weed Biology and Control. Ferdowsi University of Mashhad Press.

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

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

**Shaner, D. L., P. Westra, and S. Nissen. 2006.** AMADS increases the efficacy of glyphosate formulations on corn. Weed Technology, 20: 179-183.

**Thelen, K. D., E. P. Jackson, and D. Penner. 1995.** The basis for the hard water antagonism of glyphpsate activity. Weed Science, 43: 541-548.

**Tu, M., C. Hurd, and J. M. Randall. 2001.** Weed Control Methods Handbook, The Nature Conservancy. (http://tncweeds.ucdavis.edu).

**Whitwell, T., K. E. Kalmowitz, and G. S. Stapleton. 1992.** Postemergence grass herbicide activity changes with adjuvant and ph and sodium level in spray solutions. Journal of Environmental Horticulture, 10(1): 55-58.

**Wills, G. D., J. E. Hanks, E. J. Jones, and R. E. Mack. 1998.** Effect of oil adjuvants and nitrogen fertilizer on the efficacy of imazethapyr applied at conventional and ultra low spray volumes. Weed Technology, 12: 441-445.

**Zand, E., M. Baghestani, N. Nezamabadi, M. Minbashi Moeini, and M. H. Hadizade. 2009.** A review on the last list of herbicides and the most important weeds of Iran. Weed Research, 1(2): 83-100.

**Zand, E., S. K. Mousavi, and A. Heidari. 2014.** Herbicides and their application, methods with optimization approach and reduce consumption. (2nd edition by fundamental changes). Jahade Daneshgahi Mashhad Press.

**Zollinger, R. K., J. D. Nalewaja, D. E. Peterson, and B. G. Young. 2010.** Effect of hard water and ammonium sulfate on weak acid herbicide activity. Journal of ASTM International, 7: 1-10.