ارزیابی تأثیر کیفیت آب و محتوای نیتروژن خاک بر کارایی علف‌کش گلیفوسیت در کنترل علف هرز سلمه تره (*Chenopodium album* L.)

مسعود آزاد، ابراهیم ایزدی دربندی* و محمد حسن راشد محصل[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۷/۱۵)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر محتوای نیتروژن خاک و درجه سختی آب بر کارایی علف کش گلیفوسیت آزمایشی در بهار سال ۱۳۹۰ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل و در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل محتوی نیتروژن خاک در پنج سطح (۱۸، ۵۰، ۹۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، مقادیر کاربرد علف کش گلیفوسیت در هفت سطح (صفر، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰، ۱۷۵ و ۲۰۰ درصد مقدار کاربرد توصیه شده (۵ لیتر در هکتار)) و درجه سختی آب در پنج سطح (صفر ،۱۰۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۱۲۰۰ پی پی ام کربنات کلسیم) بودند. پس از سبز شدن گیاهان سم پاشی در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی سلمه تره انجام شد و ۳۰ روز بعد از پاشش درصد بقا و وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان دادند مقدار کاربرد علف کش، محتوای نیتروژن خاک و سختی آب تأثیر معنی‌داری (P<0.01) در رشد و بقای سلمه تره داشتند. با افزایش مقدار کاربرد گلیفوسیت در آب خالص رشد و بقای سلمه تره به‌طور معنی‌داری کاهش یافت(P<0.01). افزایش سختی آب مقدار ED_{50} گلیفوسیت را افزایش و کنترل سلمه تره را کاهش داد. کمترین (۱۴۵۳/۱۷ گرم ماده مؤثره در هکتار) و بیشترین (۳۴۲۴/۴۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) ED_{50} گلیفوسیت برای زیست توده به‌ترتیب در کاربرد گلیفوسیت در صفر و ۱۲۰۰ قسمت در میلیون کربنات کلسیم آب حاصل شد. افزایش نیتروژن خاک کارایی گلیفوسیت در کنترل سلمه تره را بهبود بخشید به‌طوری‌که مقدار ED_{50} گلیفوسیت برای زیست توده با افزایش محتوای نیتروژن خاک از ۱۸ به ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از ۳۲۱۷/۰۳ به ۱۶۱۲/۵۸ (گرم ماده مؤثره در هکتار) کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: زیست توده، سختی آب، علف کش، کربنات کلسیم

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: e-izadi@um.ac.ir

مقدمه

در دهه‌های اخیر علف‌کش‌ها عمده توجه تحقیقات کنترل علف‌های هرز را به خود اختصاص داده اند (۲۰). تحقیقات زیادی در رابطه با بهبود کارایی علف‌کش‌ها با هدف کاهش هزینه‌ها یا کاهش اثرات محیطی آنها انجام شده است (۳، ۱۰). به‌طور کلی کارایی علف‌کش‌ها، متأثر از عوامل مختلف گیاهی (فیزیولوژی و مورفولوژی گیاهی)، عوامل مربوط به علف‌کش‌ها و بخصوص عوامل محیطی است (۱۱و۲۷). در بین عوامل محیطی تأثیرگذار بر کارایی علف‌کش‌ها، حاصلخیزی خاک و کیفیت آب که به عنوان مهم‌ترین و رایج‌ترین حامل اغلب علف‌کش‌ها می باشد، از مهم‌ترین عوامل می باشند(۸ و ۲۷). اسیدیته، درجه سختی، شفافیت و هدایت الکتریکی آب مهم‌ترین عوامل تعیین کننده کیفیت آن به شمار می روند که در بین آنها، نقش سختی آب با توجه به تأثیر آن روی سایر شاخص های مذکور از اهمیت بیشتری برخوردار است (۲۷).

آب سخت به آب حاوی کاتیون های چند ظرفیتی مانند کلسیم، منیزیم، سدیم، روی و آهن گفته می شود (۶، ۱۸، ۱۹و۲۱) که همگی آنها این توانایی را دارند که با مولکول علف‌کش‌های دارای بار منفی پیوند برقرار کنند و از کارایی و جذب و انتقال آنها جلوگیری کرده و افزایش هزینه های جانبی کاربرد این آفت‌کش‌ها، کاهش اعتماد کاربران به کاربرد آنها را نیز به دنبال داشته باشند (۲۱، ۲۲ و۲۶). نتایج مطالعات روی گلیفوسیت نشان داده است 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 (۱۶، ۱۷، ۲۲و۲۴). آبوزینا و همکاران (۱) در آزمایشی که با هدف بررسی اثر آنتاگونیستی روی بر کارایی گلیفوسیت در کنترل اویارسلام انجام دادند، گزارش کردند که ترکیب گلیفوسیت با روی کارایی آن را کاهش داد، بر اساس نتایج این آزمایش کاربرد گلیفوسیت در عدم حضور روی، ۷۸ درصد کنترل اویارسلام را به دنبال داشت. حال این‌که کاربرد آن با آب حاوی ۵۰۰ قسمت در میلیون روی، کارایی گلیفوسیت را در کنترل اویارسلام به ۴۸ درصد کاهش داد. در مطالعه ای که به منظور بررسی بر همکنش بین گلیفوسیت و منگنز انجام شد، مشاهده شد که کنترل سلمه تره در کاربرد گلیفوسیت به مقدار ۰/۶ کیلوگرم در هکتار همراه با منگنز نسبت به زمانی که به تنهایی بکار رفت از ۹۳ درصد به ۶۲ درصد کاهش یافت (۲).

هم‌چنین گزارش شده است که غلظت ۳۵۰ قسمت در میلیون کربنات کلسیم موجب کاهش معنی‌دار کارایی گلایفوسیت در کنترل علف های هرز باریک برگ و پهن برگ شده است. در آزمایشی دیگر، گزارش شده است که 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(۷). کاربرد علف‌کش‌ها با توجه به سطح حاصلخیزی خاک نیز از دیگر روش‌های بهبود کارایی علف‌کش‌ها است و در این ارتباط شناخت واکنش علف های هرز به حاصلخیزی خاک برای اصلاح روش‌های مدیریت کودها از مهم‌ترین اجزای برنامه‌های مدیریت علف های هرز است (۴)، اعتقاد بر این است که کاربرد علف‌کش‌ها همزمان یا بعد از کاربرد کود نیتروژن می تواند در بالا بردن کارایی علف‌کش‌ها و کاهش مصرف آنها مؤثر باشد (۵، ۸ و۱۴) این مسأله می‌تواند نشات گرفته از این مهم باشد که نیتروژن با تأثیر بر ترکیب کوتیکول، طول کرک و مقدار موم اپی کوتیکولی برگ‌ها، بر نگهداری، نفوذ، جذب برگی و انتقال علف کش تأثیر می گذارد (۱۳). از سوی دیگر، افزایش نیتروژن باعث بهبود انتقال علف کش در گیاه می‌شود (۱۳). در آزمایشی که به منظور بررسی برهمکنش بین نیتروژن و تراکم گاوپنبه روی کارایی گلیفوسینات و گلیفوسیت انجام شد، مشاهده شد که گاوپنبه هایی که در سطح بالای نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) رشد کردند در مقدار کاربرد ۹۰۰ گرم در هکتار گلیفوسیت بیش از ۸۰ درصد کنترل شدند، در حالی‌که گیاهان رشد کرده در سطح پایین نیتروژن (صفر کیلوگرم در هکتار) با این‌که خسارت دیدند ولی کنترل نشدند (کمتر از ۵۰ درصد کنترل) (۲۵). میتیلا و همکاران (۱۵)، در آزمایشی که به منظور

بررسی اساس کاهش کارایی گلیفوسیت روی علف‌های هرز رشد کرده در سطح پایین نیتروژن خاک انجام دادند، بیان داشتند که کاربرد ۸۴ گرم در هکتار گلیفوسیت در سطح بالای نیتروژن (۱۵ میلی مولار) سلمه تره را کنترل کرد در صورتی‌که به گیاهان رشد کرده در سطح پایین نیتروژن (۱/۵ میلی مولار) خسارتی وارد نشد.

با توجه به این‌که کربنات کلسیم از عوامل اصلی سختی آب در اغلب نقاط کشور است و هم‌چنین نیتروژن که از پرکاربردترین و مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی محسوب می شود و تأثیری که این ترکیبات بر کارایی علف‌کش‌ها دارند، این پژوهش با هدف بررسی اثر محتوای نیتروژن خاک و سختی آب بر کارایی علف کش گلیفوسیت در کنترل علف هرز سلمه تره انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور ارزیابی اثر محتوی نیتروژن خاک و درجه سختی آب بر کارایی علف کش گلیفوسیت درکنترل علف هرز سلمه تره در بهار سال ۱۳۹۰ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار بود. عوامل مورد بررسی در آزمایش عبارت بودند از: محتوی نیتروژن خاک در پنج سطح (۱۸، ۵۰، ۹۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک)، مقادیر کاربرد علف کش ایزوپروپیل آمین گلیفوسیت (SL ۴۱ درصد) در هفت سطح (صفر، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰، ۱۷۵ و ۲۰۰ درصد مقدار کاربرد توصیه شده (۵ لیتر در هکتارعلف کش)) و درجه سختی آب در پنج سطح (۰ ،۱۰۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۱۲۰۰ پی پی ام کربنات کلسیم). به منظور شکستن خواب بذر سلمه تره از اسید سولفوریک غلیظ (۹۸ درصد) به مدت یک دقیقه استفاده شد (۶). پس از تیمار بذرها با اسیدسولفوریک غلیظ، به منظور دست یابی به درصد سبز شدن بالا و یکنواختی رشد گیاهچه‌های علف هرز، بذرها ابتدا در سینی‌های کشتی که با خاک پیت و ماس پرشده بودند کشت شدند و آبیاری به صورت روزانه انجام شد. یک هفته بعد از سبز شدن گیاهان، گیاهچه‌ها تنک شدند و در هر خانه از سینی کشت، دو گیاه باقی گذاشته شد. برای انتقال گیاهچه‌ها، گلدان‌هایی به قطر ۱۰ سانتی متر با خاکی که به نسبت یک قسمت رس، یک قسمت شن و یک قسمت خاک برگ، آماده شده بود پر شدند و برای اعمال تیمارهای نیتروژن، آزمایش خاک انجام شد (جدول ۱). با توجه با نتایج آزمایش، محتوای نیتروژن هر کیلوگرم خاک، ۱۸ میلی گرم نیتروژن خالص در کیلوگرم خاک بود که این مقدار را از هر تیمار کودی کسر کرده و باقیمانده هر تیمار را به صورت کود اوره (۴۵ درصد) با مقادیر مورد نظر در دو مرحله قبل از انتقال گیاهچه و یک مرحله به صورت سرک و در زمان تنک دوم به خاک داده شد. برای مثال برای اعمال تیمار ۵۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک ۱۸ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک را که از آزمون خاک به‌دست آمده بود از ۵۰ میلی‌گرم کسر شد و ۳۲ میلی‌گرم باقی ماند که برابر با ۷۱ میلی‌گرم کود اوره است در دو زمان به‌کار برده شد.

در مرحله دو برگی علف‌های هرز، انتقال گیاهچه ها انجام شد و به هر گلدان ۶ گیاه انتقال داده شد. آبیاری در این مرحله نیز به‌صورت روزانه انجام شد. پس از انتقال گیاهچه ها به گلدان ها و در مرحله چهار برگی گیاهچه ها، به منظور رسیدن به تراکم سه بوته سلمه تره در هر گلدان، بوته‌های اضافی تنک شدند و تراکم آنها در هر گلدان به سه گیاه رسید. پس از تنک گیاهان و با توجه به نتایج آزمایش خاک، کود سرک با توجه به مقادیر هر تیمار به گلدان‌ها داده شد. در مرحله سم پاشی و برای تهیه آب با درجه سختی‌های مورد نظر از حل کردن کربنات کلسیم در آب مقطر استفاده شد و با توجه به هر سطح سختی آب مقادیر کربنات کلسیم در آب مقطر حل شد. در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی علف‌های هرز و به منظور اعمال تیمارهای مقادیر علف کش، سم‌پاشی انجام شد. مقادیر مورد نظر علف‌کش، در آب با درجه سختی های مختلف حل و محلول‌پاشی با استفاده از سمپاش ریلی

جدول۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گلدان‌های مورد استفاده در آزمایش

بافت خاک	نیتروژن (٪)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	کربن آلی(٪)	PH	EC (dsm)
لوم سیلتی	۰/۰۰۱۸	۱۲/۱۷	۱۲۵/۵۵	۰/۹۷	۶/۸۲	۸/۱۶

از نوع ماتابی پلاس با نازل تی جت انجام شد.

۳۰ روز پس از سمپاشی درصد بقای گیاهان مورد مطالعه اندازه گیری شدند. سپس نمونه‌برداری انجام و بوته‌ها پس از کف بر شدن برای تعیین وزن خشک آنها پس از ۴۸ ساعت قرار دادن در آونی با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد با ترازوی دیجیتال با دقت صدم توزین شدند. پس از ثبت داده‌های آزمایش برای تجزیه آماری آنها از نرم‌افزار SAS و MSTAT-C استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد و بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شدند. تجزیه رگرسیون داده‌های حاصل نیز با استفاده از نرم افزار R و از برازش زیست توده و بقای گیاهان به معادله لجستیک ۴ پارامتری استفاده شد (معادله ۱) و غلظت‌های علف‌کش برای ۵۰ درصد بازدارندگی رشد علف‌های هرز محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش به‌کار برده شدند(۲۳).

$$\left(f(b,c,d,e) = c + \frac{d-c}{1+e\{b(\log(x)-\log(e)\}} \right) \qquad [۱]$$

در این معادله b شیب منحنی c حد پایینی منحنی (پاسخ رشد گیاه، زمانی که کاربرد علف‌کش بیشترین مقدار است) e غلظتی از علف‌کش که باعث ۵۰ درصد بازدارندگی رشد می‌شود و d حد پایین منحنی (پاسخ رشد گیاه به غلظت علف‌کش، زمانی که مقدار کاربرد علف‌کش به سمت صفر میل می‌کند). در مواردی که در معادله فوق پارامتر c از نظر آماری معنی‌دار نشد آن را حذف و معادله سه پارامتری لجستیک برای برازش داده‌ها استفاده شد. رسم شکل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که مقدار کاربرد گلیفوسیت، محتوای نیتروژن خاک و غلظت کربنات کلسیم آب تأثیر معنی‌داری ($P<0.01$) بر کنترل علف هرزسلمه تره داشتند (جدول۲).

بر اساس نتایج حاصل، افزایش مقدار کاربرد علف کش منجر به کاهش معنی‌داری ($P<0.01$) در بقای و زیست توده خشک سلمه تره شد (شکل۱الف). کاربرد گلیفوسیت به مقدار ۳/۷۵ لیتر در هکتار گلیفوسیت بقا و زیست توده خشک سلمه تره را به‌ترتیب ۲۹/۳۳ و ۳۸/۸ درصد کاهش داد و افزایش مقدار کاربرد آن، تأثیر منفی گلیفوسیت را در صفات مذکور افزایش داد. به‌طوری‌که در بالاترین مقدار کاربرد علف کش (۱۰ لیتر در هکتار)، بقا و زیست توده خشک سلمه تره، به ترتیب ۹۳/۳۳ درصد و ۹۰/۷۹ درصد کاهش نشان دادند (شکل۱الف)

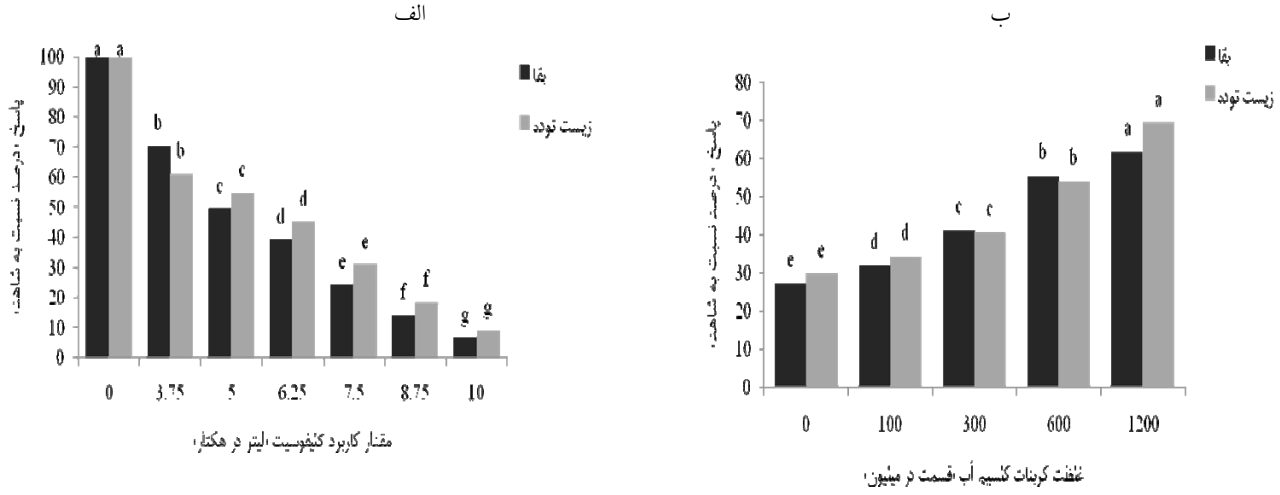
در این ارتباط، بایلی و همکاران (۲) گزارش کردند که با افزایش مقدار کاربرد گلیفوسیت درصد کنترل سلمه تره بطور معنی داری افزایش یافت. بر اساس گزارش نامبرده، با افزایش مقدار کاربرد گلیفوسیت از ۰/۶ کیلوگرم در هکتار به ۱/۴ کیلوگرم در هکتار، کنترل سلمه تره از ۶۲ درصد به ۸۰ درصد افزایش یافت. کتل (۱۲) در آزمایشی که به منظور بررسی مقادیر کاهش یافته گلیفوسیت بر رشد و ترکیب کوتیکول سلمه تره انجام داد، گزارش کرد که با افزایش مقدار کاربرد گلیفوسیت از ۰/۰۹ به ۰/۳۶ کیلوگرم در هکتار، تلفات وزن خشک و وزن تر برگ‌های سلمه تره به ترتیب تا ۵۰ و ۸۵ درصد افزایش یافت.

با توجه به نتایج آزمایش، غلظت کربنات کلسیم آب و محتوی نیتروژن خاک نیز تأثیر معنی‌داری ($P<0.01$) بر بقا و زیست‌توده خشک سلمه تره داشتند (جدول۲). با افزایش معنی‌داری افزایش یافت (شکل۱ب). نتایج نشان داد که بقا و

جدول۲. منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات مربوط به درصد بقا و زیست‌توده خشک (درصد نسبت به شاهد) سلمه تره

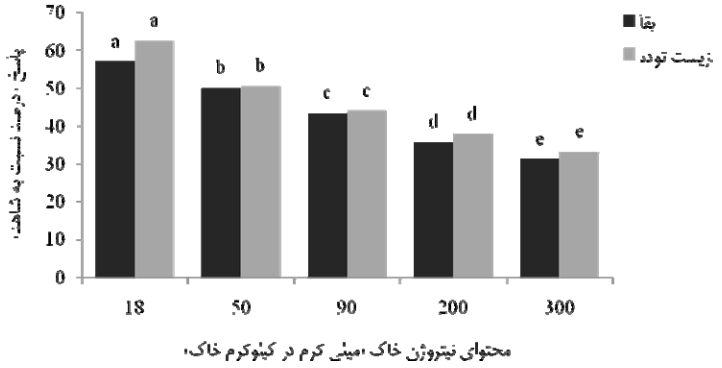
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)	
		بقا	زیست توده
مقدار کاربرد گلیفوسیت	۶	۸۲۰۲۸/۷**	۶۹۴۰۵/۶۷**
محتوی نیتروژن خاک	۴	۱۱۴۰۰/۵۱**	۱۳۸۴۸/۱۴**
غلظت کربنات کلسیم آب	۴	۲۳۱۵۷/۱۵**	۲۷۳۰۵/۰۰**
مقدار کاربرد گلیفوسیت × محتوی نیتروژن خاک	۲۴	۶۰۰/۰۵**	۵۹۴/۸۱**
مقدار کاربرد گلیفوسیت × غلظت کربنات کلسیم آب	۲۴	۱۴۳۶/۹۷**	۹۶۶/۴۵**
محتوی نیتروژن خاک × غلظت کربنات کلسیم آب	۱۶	۵۸/۷۴ns	۱۸۱/۸۵ns
مقدار کاربرد گلیفوسیت × محتوی نیتروژن خاک×غلظت کربنات کلسیم آب	۹۶	۱۲۹/۱۱ns	۲۰۴/۴۲**
خطا	۳۴۸	۱۸۰/۶۸	۱۱۶/۳۹
ضریب تغییرات	–	۲۲/۸۲	۲۳/۵۶

** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ درصد و عدم معنی‌داری



شکل ۱. اثرات ساده کاربرد گلیفوسیت (الف) و غلظت کربنات کلسیم آب (ب) بر کارایی گلیفوسیت در کنترل سلمه تره

زیست‌توده سلمه تره در آب خالص فاقد کربنات کلسیم به ترتیب ۲۷/۳۱ و ۲۹/۹ درصد بود که با افزایش غلظت کربنات کلسیم تا ۱۲۰۰ قسمت در میلیون به ترتیب به ۶۱/۹ و ۵۸/ ۶۹ درصد افزایش یافتند. از سوی دیگر، با افزایش محتوای نیتروژن خاک، بقا و زیست توده سلمه تره در کاربرد مقادیر مختلف گلیفوسیت کاهش معنی‌داری یافتند (شکل۲). نتایج نشان داد که بقا و زیست توده سلمه تره نسبت به شاهد، در تیمار ۱۸ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به ترتیب ۵۷/۱۴ و ۶۲/۶۹ درصد بود که نسبت به بالاترین محتوای نیتروژن خاک (۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک) با اختلاف معنی‌داری



شکل۲. آثار ساده محتوی نیتروژن خاک بر درصد بقا و زیست توده سلمه تره در اثر کاربرد گلیفوسیت

به ترتیب به ۳۱/۴۲ و ۳۱/ ۳۳ درصد کاهش یافتند (شکل۲).

به نظر می رسد با توجه به افزایش حساسیت سلمه تره در مقادیر نیتروژن بالای خاک و افزایش جذب و انتقال در گیاه در شرایط حاصلخیزی بالای خاک، تأثیر منفی کاربرد گلیفوسیت در این شرایط بر سلمه تره افزایش یافته باشد (۵ و۸)، که مطابق با نتایج این آزمایش است. میتیلا و همکاران (۱۵)، در آزمایشی که به منظور بررسی اساس فیزیولوژیکی کاهش کارایی گلیفوسیت روی علف‌های هرز رشد کرده در سطوح پایین نیتروژن خاک انجام دادند، نتیجه گرفتند که کاربرد ۸۴ گرم در هکتار گلیفوسیت در سطح بالای نیتروژن (۱۵ میلی‌مولار) گاوپنبه را کنترل کرد در صورتی‌که به گیاهان رشد یافته در سطح پایین نیتروژن (۱/۵ میلی مولار) خسارتی وارد نشد.

در بررسی اثرات متقابل غلظت کربنات کلسیم آب و مقدار کاربرد گلیفوسیت بر رشد و کنترل سلمه تره، مشاهده شد که سختی آب تأثیر معنی‌داری ($P\leq0.01$) بر کارایی علف کش گلیفوسیت در کنترل سلمه تره داشت (جدول ۲) و با افزایش آن تأثیرگذاری گلیفوسیت در کنترل سلمه تره، کاهش یافت. به‌طوری‌که با افزایش غلظت کربنات کلسیم آب، نیاز به کاربرد بیشتری از گلیفوسیت بود (جدول۳). با توجه به نتایج آزمایش با افزایش غلظت کربنات کلسیم تا ۶۰۰ و ۱۲۰۰ قسمت در میلیون در کاربرد ۵ لیتر در هکتار گلیفوسیت تلفات زیست توده سلمه تره به ترتیب ۳۲/۳۷ و ۱۵/۳۵ درصد بود که نسبت به شاهد بترتیب ۵۰/۹۳ و ۷۶/۷۳ درصد کاهش یافت و بقای آن نیز از ۲۸/۸۹ به ۶۴ و ۷۵ درصد، افزایش یافت (جدول۳). هم‌چنین در غلظت‌های بالای کربنات کلسیم (۶۰۰ و ۱۲۰۰ قسمت در میلیون) در کاربرد ۵ لیتر در هکتار گلیفوسیت، برای حصول به بقا و تلفات زیست توده شاهد بدون کربنات کلسیم، به افزایش ۱۷۵ تا ۲۰۰ درصدی در مقدار کاربرد گلیفوسیت نیاز بود (جدول۳).

نتایج تجزیه رگرسیون و پارامتر ED_{50} حاصل از برازش داده‌ها به معادلات ۳ و ۴ پارامتری لجستیک نیز نشان داد که افزایش غلظت کربنات کلسیم آب منجر به افزایش پارامتر مذکور در گلیفوسیت برای کنترل سلمه تره شده است (جدول۴). با افزایش غلظت کربنات کلسیم از صفر به ۱۲۰۰ قسمت در میلیون، ED_{50} گلیفوسیت از ۱۴۵۳/۱۷ به ۳۴۲۴/۴۵ (گرم ماده مؤثره در هکتار) افزایش یافت (جدول۴). هم‌چنین پارامتر مذکور در داده‌های مربوط به درصد بقای سلمه تره نشان از افزایش آن، همزمان با افزایش غلظت کربنات کلسیم آب داشت (جدول ۵). به‌طوری که مقدار ED_{50} گلیفوسیت از ۱۳۵۵/۲۴ (گرم ماده مؤثره در هکتار) در غلظت صفر کربنات کلسیم به ۳۴۲۴/۴۵ (گرم ماده مؤثره در هکتار) در غلظت ۱۲۰۰ قسمت در میلیون کربنات کلسیم افزایش یافت. این نتایج نشان از اهمیت کربنات کلسیم آب در

جدول ۳. مقایسه میانگین مربوط به آثار متقابل تأثیر غلظت‌های مختلف کربنات کلسیم آب و مقدار کاربرد گلیفوسیت بر درصد بقا و زیست توده سلمه تره

غلظت کربنات کلسیم آب (قسمت در میلیون)	مقدار کاربرد گلیفوسیت (لیتر در هکتار)	بقای سلمه تره (درصد)	زیست توده سلمه تره (درصد نسبت به شاهد)
۰	۰	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
	۳/۷۵	۳۷/۷۸ ef	۴۱/۵۰ i-k
	۵	۲۸/۸۹ fg	۳۴/۰۲ k-m
	۶/۲۵	۱۵/۵۵ hi	۲۲/۰۴ no
	۷/۵	۶/۶۷ ij	۸/۹۶ qr
	۸/۷۵	۲/۲۲ j	۲/۷۸ rs
	۱۰	۰/۰۰ j	۰/۰۰ s
۱۰۰	۰	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
	۳/۷۵	۴۴/۴۴ e	۴۷/۵۰ g-i
	۵	۳۳/۳۳ fg	۳۸/۴۴ j-l
	۶/۲۵	۲۶/۶۷ fg	۲۹/۵۰ mn
	۷/۵	۱۵/۵۵ hi	۱۹/۹۰ op
	۸/۷۵	۴/۴۴ j	۶/۰۵ q-s
	۱۰	۰/۰۰ j	۰/۰۰ s
۳۰۰	۰	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
	۳/۷۵	۷۱/۱۱ bc	۵۳/۱۳ fg
	۵	۴۶/۶۷ e	۵۰/۱۱ gh
	۶/۲۵	۳۷/۷۸ ef	۴۰/۱۳ i-l
	۷/۵	۲۲/۲۲ gh	۲۷/۶۸ m-o
	۸/۷۵	۸/۸۹ ij	۱۲/۲۶ pq
	۱۰	۲/۲۲ j	۲/۶۹ rs
۶۰۰	۰	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
	۳/۷۵	۱۰۰/۰۰ a	۷۲/۷۳ cd
	۵	۶۴/۴۵ cd	۶۷/۶۳ de
	۶/۲۵	۵۷/۷۸ d	۵۹/۰۶ f
	۷/۵	۳۳/۳۳ fg	۳۹/۰۵ i-l
	۸/۷۵	۲۴/۴۴ gh	۲۸/۸۲ mn
	۱۰	۸/۸۹ ij	۱۱/۵۷ q
۱۲۰۰	۰	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
	۳/۷۵	۱۰۰/۰۰ a	۹۱/۱۵ b
	۵	۷۵/۵۶ b	۸۴/۶۵ b
	۶/۲۵	۶۰/۰۰ d	۷۶/۱۴ c
	۷/۵	۴۴/۴۴ e	۶۰/۴۲ ef
	۸/۷۵	۳۱/۱۱ fg	۴۲/۹۱ h-j
	۱۰	۲۲/۲۲ gh	۳۱/۸۲ lm

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

جدول ۴. پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش زیست توده سلمه تره به معادله سه پارامتری لجستیکی

غلظت کربنات کلسیم آب (قسمت در میلیون)	معادله	b	c	d	ED50
۰	۳ پارامتره لجستیکی	۲/۷۵ (۰/۶۰)	–	۹۹/۶۱ (۶/۷۷)	۱۴۵۳/۱۷ (۱۵۷/۹۱)
۱۰۰	۳ پارامتره لجستیکی	۲/۵۱ (۰/۵۰)	–	۹۹/۴۳ (۶/۷۸)	۱۶۰۱/۳۹ (۱۶۷/۴۹)
۳۰۰	۳ پارامتره لجستیکی	۲/۴۱ (۰/۴۶)	–	۹۸/۶۷ (۶/۸۹)	۱۸۹۱/۶۱ (۱۸۷/۸۳)
۶۰۰	۳ پارامتره لجستیکی	۳/۱۱ (۰/۷۱)	–	۹۶/۶۰ (۷/۲۶)	۲۶۷۹/۸۶ (۲۱۴/۶۶)
۱۲۰۰	۳ پارامتره لجستیکی	۳/۹۶ (۱/۳۰)	–	۹۷/۶۳ (۵/۸۳)	۳۴۲۴/۴۵ (۱۷۷/۱۵)

اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می‌باشند.

جدول ۵. پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش بقا سلمه تره به معادله سه پارامتری لجستیکی

غلظت کربنات کلسیم آب (قسمت در میلیون)	معادله	b	c	d	ED50
۰	۳ پارامتره لجستیکی	۲/۸۸ (۰/۵۹)	–	۹۹/۷۸ (۵/۶۱)	۱۳۵۵/۲۴ (۱۳۳/۸۴)
۱۰۰	۳ پارامتره لجستیکی	۲/۵۴ (۰/۴۵)	–	۹۹/۶۳ (۵/۶۲)	۱۴۹۴/۳۲ (۱۳۸/۱۶)
۳۰۰	۳ پارامتره لجستیکی	۳/۴۴ (۰/۴۸)	–	۹۹/۳۰ (۵/۶۰)	۲۰۴۶/۲۴ (۱۱۶/۴۶)
۶۰۰	۳ پارامتره لجستیکی	۴/۱۵ (۰/۵۵)	–	۱۰۲/۵۳ (۵/۰۲)	۲۵۹۲/۴۳ (۱۱۲/۳۵)
۱۲۰۰	۳ پارامتره لجستیکی	۳/۶۹ (۰/۵۲)	–	۱۰۲/۹۸ (۴/۹۲)	۲۸۴۱/۶۸ (۱۲۷/۵۵)

اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می‌باشند.

کاهش کارایی اثر علف کش گلیفوسیت دارند. اعتقاد بر این است افزایش کربنات کلسیم آب، از طریق غیر فعال کردن مولکول‌های علف‌کش باعث کاهش کارایی و افزایش هزینه های کاربرد آن می‌شود (۲۷). در آزمایشی که به منظور بررسی اثر غلظت یون‌های کلسیم و منیزیم روی کارایی سه فرمولاسیون گلیفوسیت (نمک های ایزوپرولامین، دی آمونیوم و پتاسیم) انجام گرفت، مشاهده شد، هنگامی که از آب با سختی‌های مختلف به عنوان حامل علف کش استفاده شد، مقدار مورد نیاز علف‌کش افزایش یافت، بر اساس گزارش مذکور، مقادیر بالای کاربرد هر سه فرمولاسیون گلیفوسیت (۰/۸۴ کیلوگرم در هکتار) نسبت به مقادیر پایین آن (۰/۴۲ کیلوگرم در هکتار) در کنترل علف هرز *Brachiaria platyphylla* L. مؤثرتر بودند و کارایی فرمولاسیون های مذکور، زمانی که غلظت یون کلسیم بیشتر از ۲۵۰ قسمت در میلیون بود، کاهش یافت. (۱۶). بایلی و همکاران (۲) بیان داشتند که کنترل سلمه تره زمانی که گلیفوسیت به مقدار ۰/۶ کیلوگرم در هکتار همراه با منگنز به کار رفت نسبت به زمانی که به تنهایی بکار رفت از۹۳ درصد به ۶۲ درصد کاهش یافت.

اثرات متقابل محتوی نیتروژن خاک و مقدار کاربرد گلیفوسیت تأثیر معنی‌داری ($P<0.01$) بر صفات سلمه تره داشتند (جدول۲) بر اساس نتایج حاصل، محتوای نیتروژن خاک منجر به افزایش معنی دار ($P<0.01$) کارایی علف‌کش گلیفوسیت در کنترل سلمه تره شد و با افزایش آن، تأثیرگذاری گلیفوسیت در کنترل سلمه تره، به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول۶) و با افزایش محتوای نیتروژن خاک نیاز به کاربرد مقدار کمتری از گلیفوسیت بود. برای مثال ۲۶/۰۸ درصد تلفات زیست توده با کاربرد ۵ لیتر در هکتار گلیفوسیت در تیمار ۱۸ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک حاصل شد حال این‌که با افزایش محتوای نیتروژن خاک تا ۳۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، در مقدار کاربرد مذکور ۵۹/۶۶ درصد تلفات زیست توده دیده شد (جدول ۵) و بقای آن از ۶۸/۸۹ درصد به ۳۱/۱۱ درصد کاهش یافت (جدول۶).

سایر مطالعات در این ارتباط نتایج مشابهی ارائه داده‌اند. میتیلا و همکاران (۱۵)، در آزمایشی که به منظور بررسی اساس کاهش کارایی گلیفوسیت روی علف‌های هرز رشد کرده در سطح پایین نیتروژن خاک انجام دادند، بیان داشتند که کاربرد ۸۴ گرم در هکتار گلیفوسیت در سطح بالای نیتروژن (۱۵ میلی‌مولار) به سلمه تره خسارت وارد کرد در صورتی‌که به گیاهان رشد کرده در سطح پایین نیتروژن (۱/۵ میلی مولار) خسارتی در اثر کاربرد گلیفوسیت، وارد نشد. در آزمایشی دیگر که به منظور بررسی اثر تنش آب، نیتروژن خاک و جیبرلیک اسید بر کارایی علف کش گلیفوسیت و فلوآزیفوپ روی یولاف وحشی انجام شد، نتایج نشان دادند که یولاف‌ها زمانی که در سطح پایین نیتروژن (یک مول نیتروژن در متر مکعب خاک) رشد کرده بودند نسبت به زمانی که در سطح بالای نیتروژن (۱۰مول نیتروژن در متر مکعب خاک) رشد کرده بودند مقاومت بیشتری به علف‌کش‌های گلیفوسیت و فلوآزیفوپ داشتند، به‌طوری‌که با افزایش سطح نیتروژن، سمیت علف‌کش‌ها برای یولاف افزایش یافت که دلیل این امر به افزایش انتقال علف‌کش به محل عمل نسبت داده شد (۹).

نتایج تجزیه رگرسیون داده‌های زیست توده نیز نشان از کاهش ED_{50} گلیفوست با افزایش محتوای نیتروژن خاک داشتند (جدول۷). با افزایش محتوای نیتروژن خاک از ۱۸ به ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک، مقدار شاخص ED_{50} از ۳۲۱۷/۰۳ به ۱۶۱۲/۵۸ (گرم ماده مؤثره گلیفوسیت در هکتار) کاهش یافت (جدول۷). از سوی دیگر، شاخص مذکور برای داده های درصد بقای سلمه تره نیز با افزایش محتوای نیتروژن خاک مقدار ED_{50} کاهش یافت. بر اساس نتایج حاصل، ED_{50} گلیفوسیت برای درصد بقای سلمه تره، با افزایش محتوای نیتروژن خاک از ۱۸ به ۳۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک از ۲۷۶۶/۵۲ به ۱۶۴۷/۸۴ (گرم ماده مؤثره در هکتار) کاهش یافت (جدول ۸).

کاتکارت و همکاران (۸) در آزمایشی که به منظور بررسی مقدار کود نیتروژن و پاسخ علف‌های هرز به علف‌کش‌ها انجام دادند، گزارش کردند که ED_{50} گلیفوسیت برای کنترل گاوپنبه از ۴۳۱ گرم در هکتار در سطح پایین نیتروژن خاک (۰/۷ میلی مولار) به ۲۴۱ گرم در هکتار گلیفوسیت در سطح بالای نیتروژن (۷/۷ میلی مولار) افزایش یافت.

اثرات متقابل سه‌گانه، مقدار کاربرد نیتروژن، غلظت کربنات کلسیم آب و مقدار کاربرد گلیفوسیت اثر معنی‌داری ($P<0.01$) بر زیست توده تولید شده در سلمه تره داشت. ولی در سطح آماری پنج درصد اثر معنی‌داری بر درصد بقای سلمه تره نداشت (جدول۲). نتایج نشان دادند که افزایش محتوای نیتروژن خاک تأثیر منفی کربنات کلسیم آب را بر کارایی گلیفوسیت در کنترل سلمه تره را کاهش داد، بطوریکه با افزایش محتوای نیتروژن خاک از ۱۸ به ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک در بالاترین غلظت کربنات کلسیم (۱۲۰۰ قسمت در میلیون) و بیشترین مقدار کاربرد گلیفوسیت (۱۰ لیتر در هکتار)، درصد تلفات زیست توده خشک سلمه تره از ۴۶ به ۸۶ درصد افزایش یافت که نشان از تأثیر مثبت نیتروژن بر افزایش کارایی گلیفوسیت در حضور کربنات کلسیم دارد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند).

جدول ۶. مقایسه میانگین مربوط به آثار متقابل تأثیر محتوی نیتروژن خاک و مقدار کاربرد گلیفوسیت بر درصد بقا و زیست توده سلمه تره

محتوی نیتروژن خاک (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	مقدار کاربرد گلیفوسیت (لیتر در هکتار)	بقای سلمه تره (درصد)	زیست توده سلمه تره (درصد نسبت به شاهد)
	۰	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
	۳/۷۵	۸۴/۴۵ b	۷۹/۲۳ b
	۵	۶۸/۸۹ cd	۷۳/۹۲ bc
۱۸	۶/۲۵	۵۷/۷۸ ef	۶۷/۹۰ cd
	۷/۵	۴۴/۴۴ gh	۵۶/۵۸ ef
	۸/۷۵	۳۱/۱۱ ij	۴۱/۳۱ hi
	۱۰	۱۳/۳۳ m-o	۱۹/۹۲ l-n
	۰	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
	۳/۷۵	۷۷/۷۸ bc	۶۴/۴۳ de
	۵	۶۰/۰۰ d-f	۵۹/۸۴ d-f
۵۰	۶/۲۵	۵۳/۳۳ e-g	۵۴/۸۹ fg
	۷/۵	۳۳/۳۳ ij	۴۰/۵۳ hi
	۸/۷۵	۱۷/۷۸ l-n	۲۲/۶۷ k-m
	۱۰	۸/۸۹ no	۱۲/۴۵ n-p
	۰	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
	۳/۷۵	۷۳/۳۳ c	۵۹/۹۱ d-f
	۵	۵۱/۱۱ fg	۵۵/۴۵ gh
۹۰	۶/۲۵	۳۷/۷۸ hi	۴۰/۱۴ hi
	۷/۵	۲۴/۴۴ j-l	۲۹/۳۵ jk
	۸/۷۵	۱۱/۱۱ m-o	۱۶/۰۰ m-o
	۱۰	۶/۶۷ o	۸/۴۰ o-q
	۰	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
	۳/۷۵	۶۲/۲۲ de	۵۴/۹۹ fg
	۵	۳۷/۷۸ hi	۴۵/۳۰ h
۲۰۰	۶/۲۵	۲۸/۸۹ i-k	۳۵/۹۹ ij
	۷/۵	۱۳/۳۳ m-o	۱۹/۵۱ mn
	۸/۷۵	۶/۶۷ o	۸/۱۸ o-q
	۱۰	۲/۲۲ o	۲/۶۰ q
	۰	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
	۳/۷۵	۵۵/۵۵ ef	۴۷/۴۵ gh
	۵	۳۱/۱۱ ij	۴۰/۳۴ hi
۳۰۰	۶/۲۵	۲۰/۰۰ k-m	۲۷/۹۵ j-l
	۷/۵	۶/۶۷ o	۱۰/۰۶ o-q
	۸/۷۵	۴/۴۴ o	۴/۶۶ pq
	۱۰	۲/۲۲ o	۲/۷۰ q

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

جدول ۷. پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش زیست توده خشک سلمه تره به معادله سه پارامتری لجستیکی

محتوی نیتروژن خاک (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	معادله	b	c	d	ED50
۱۸	۳ پارامتره لجستیکی	۳/۳۷ (۱/۲)*	–	۹۴/۱۴ (۸/۳۱)	۳۲۱۷/۰۳ (۲۵۶/۹۵)
۵۰	۳ پارامتره لجستیکی	۲/۴۲ (۰/۵۵)	–	۹۷/۶۳ (۷/۷۰)	۲۴۱۵/۶۹ (۲۴۶/۶۴)
۹۰	۳ پارامتره لجستیکی	۲/۵۳ (۰/۵۲)	–	۹۸/۶۶ (۷/۴۸)	۲۰۶۵/۰۴ (۲۰۳/۴۷)
۲۰۰	۳ پارامتره لجستیکی	۲/۷۳ (۰/۵۴)	–	۹۸/۹۹ (۷/۴۳)	۱۸۲۰/۸۹ (۱۷۶/۳۵)
۳۰۰	۳ پارامتره لجستیکی	۲/۷۸ (۰/۵۹)	–	۹۹/۳۴ (۷/۳۸)	۱۶۲۱/۵۸ (۱۶۷/۵۷)

اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می باشند.

جدول ۸. پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش بقای سلمه تره به معادله سه پارامتری لجستیکی

محتوی نیتروژن خاک (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	معادله	b	c	d	ED50
۱۸	۳ پارامتره لجستیکی	۳/۳۷ (۰/۴۲)*	–	۹۸/۲۱ (۴/۱۳)	۲۷۶۶/۵۲ (۱۱۵/۹۲)
۵۰	۳ پارامتره لجستیکی	۳/۴۰ (۰/۴)	–	۹۷/۸۶ (۴/۲۶)	۲۴۵۱/۷۳ (۱۰۸/۱۱)
۹۰	۳ پارامتره لجستیکی	۳/۳۸ (۰/۳۶)	–	۹۹/۴۶ (۴/۱۷)	۲۱۱۹/۵۹ (۸۹/۹۷)
۲۰۰	۳ پارامتره لجستیکی	۳/۳۸ (۰/۳۷)	–	۹۹/۷۲ (۴/۱۹)	۱۸۰۳/۷۰ (۸۰/۰۴)
۳۰۰	۳ پارامتره لجستیکی	۳/۶۴ (۰/۴۵)	–	۹۹/۸۶ (۴/۱۹)	۱۶۴۷/۸۴ (۷۳/۰۱)

اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می باشند.

به طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه توجه به سطح حاصلخیزی خاک و کیفیت آب در افزایش کارایی کاربرد علف کش گلیفوسیت را مهم و مؤثر می‌داند. با توجه به نتایج حاصل از این بررسی به نظر می‌رسد زمان بندی کاربرد علف‌کش گلیفوسیت در کنترل علف هرز سلمه تره با توجه به زمان کاربرد کودهای نیتروژنه نقش مهمی در افزایش کارایی آن دارد. از سوی دیگر توجه به این مهم، بخصوص در آبهایی که از کیفیت مناسبی برای کاربرد علف‌کش‌ها برخوردار نیستند، می تواند در کاهش اثرات هم کاهی آب‌های سخت در کاربرد علف‌کش‌ها مؤثر باشد. با این حال انجام آزمایش‌های بیشتر هم در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای در این ارتباط پیشنهاد می شود.

منابع مورد استفاده

1. Abouziena, H. F., R. A. Elmergawi, S. Sharma, A. A. Omar and M. Singh. 2009. Zinc Antagonizes Glyphosate Efficacy on Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*). *Weed Science* 57:16–20.
2. Bailey, W. A., D. H. Poston, H. P. Wilson and T. E. Hines. 2002. Glyphosate interactions with manganese. *Weed Technology* 16:792–799.
3. Barros, J. F. C., G. Basch and M. Carvalho. 2007. Effect of reduced doses of a post - emergence herbicide to control grass and broad - leaved weeds in no - till wheat under Mediterranean conditions. *Crop Protection* 26: 1538-1545.
4. Blackshaw, R. E., R. N. Brandt, H. H. Janzen, T. Entz, C. A. Grant and D. A. Derksen. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. *Weed Science* 51:532-539.

5. Bork, E. W., W. Ch. Grekul and S. L. Bruijn. D. 2007. Extended pasture forage sward responses to Canada thistle (*Cirsium arvense*) control using herbicides and fertilization. *Crop Protection* 26: 1546–1555.
6. Buhler, D. D. and H. L. Melinda. 1999. Anderson Guide to Practical Methods of Propagating Weeds and other Plants. WSSA Pub., Lawrence, Kansas. 248 p.
7. Bussan, A. J. and W. E. Dyer. 1999. Herbicide sand rangeland. PP. 116-132. *In*: Sheley, R.L. and Petroff, J. (Eds.), Biology and Management of Noxious Rangeland Weeds. Oregon State University, Corvallis, Oregon.
8. Cathcart, R. J., K. Chandler and C. J. Swanton. 2004. Fertilizer nitrogen rate and the response of weeds to herbicides. *Weed Science* 52:291–296.
9. Dickson, R. L., M. Andrews, R. J. Field and E. L. Dickson. 1990. Effect of water stress, nitrogen, and gibberellic acid on fluazifop and glyphosate activity on oats (*Avena sativa*). *Weed Science* 38:54–61.
10. Doyle, P. and M. Stypa. 2004. Reduced herbicide rates - A Canadian Perspective. *Weed Technology* 18: 1157-1165.
11. Ghorbani, R., M. H. Rashed Mohassel, S. A. Hossaini, S. K. Mousavi and K. Haj Mohammad Nia. 2010. Sustainable Management of Weeds. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In farsi).
12. Ketel, D. H. 1996. Effect of doses of metamitron and glyphosate on growth and chlorophyll content of *Chenopodium album*. *Weed Science* 44: 1-6.
13. Kim, D. S., E. J. P. Marshall, J. C. Caseley and P. Brain. 2006. Modelling interactions between herbicide and nitrogen fertiliser in terms of weed response. *Weed Research* 46: 480–491.
14. Minbashi Moeini, M., M. A. Baghestani and H. Rahimian Mashhadi. 2007. Possibility of tank mixing and foliar application of urea and selective herbicide in wheat (*Triticum aestivum*). *Pest Management Science* 74: 103-121. (In farsi).
15. Mithila, J., C. J. Swanton, R. E. Blackshaw, R. J. Cathcart and J. C. Hall. 2008. Physiological Basis for Reduced Glyphosate Efficacy on weeds grown under low soil nitrogen. *Weed Science* 56:12–17.
16. Mueller, T. C., L. Ch. Main, M. A. Thompson and E. L. Steckel. 2006. Comparison of glyphosate salts (isopropylamine, diammonium, and potassium) and calcium and magnesium concentrations on the control of various weed. *Weed Technology* 20:164–171.
17. Nalewaja, J. D. and R. Matysiak. 1993. Optimizing adjuvants to overcome glyphosate antagonistic salts. *Weed Technology* 7:337–342.
18. Penner, D. N. 2006. Water conditioning agents for glyphosate. *Weed Science Society Proceedings* 61:150.
19. Pratt, D., J. J. Kells and D. Penner. 2003. Substitutes for ammonium sulfate as additives with glyphosate and glufosinate. *Weed Technology* 17:576–581.
20. Rashed Mohassel, M. H. and S. A. Husseini. 2008. Expanding the context of weed management. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In farsi).
21. Ratajkiewicz, H. 2004. Effect of water quality on efficacy of fungicides in controling Rose Rust. *Journal of Plant Protection Research* 44 (1): 35-40.
22. Stahlman P.W. and W. M. Phillips. 1979. Effects of water quality and spray volume on glyphosate phytotoxicity. *Weed Science* 27: 38–41.
23. Streibig J. C. and P. Kudask. 1993. Herbicide Bioassays. CRC. Press Inc., USA.
24. Thelen, K. D., E. P. Jackson and D. Penner. 1995. The basis for the hard water antagonism of glyphosate activity. *Weed Science* 43:541–548.
25. Vermey, D. J. 2008. Interactions between nitrogen and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) densities on glufosinate and glyphosate efficacy. MSc. Thesis, The Faculty of Graduate Studies of The University of Guelph.
26. Woznica Z. 1990. Wplyw związkow mineralnych występujących w wodzie na fitotoksycznosc soli dwuetanoloaminowej 2, 4-D. Rocz. *AR Pozn*, pp. 203, 42.
27. Zand, E., S. K. Mousavi and K. Heydari. 2009. Herbicides and Their Application Methods With the Approach of Optimize and Reduce Consumption. Mashhad Jahad Daneshghahi Press., Iran. (In farsi).