نشریه زراعت شماره ۱۱۰، بهار ۱۳۹۵

(پژوهش و سازندگی)

بررسی کارایی علف‌کش گلایفوسیت در کنترل سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) در شرایط شوری خاک و آب مخزن سمپاش

- هادی مهدیخانی، دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
- ابراهیم ایزدی دربندی، عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول)
- مهدی راستگو، عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
- محمد کافی، عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۹۴

پست الکترونیک نویسنده مسئول: e-izadi@um.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی کارایی علف‌کش گلایفوسیت در کنترل سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) در شرایط شوری خاک و آب مخزن سمپاش، دو آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در آزمایش دز- پاسخ، دز لازم برای کاهش ۹۰ درصد بقاء، ۷۴۷/۰۹ گرم در هکتار ماده مؤثره بود که به عنوان دز مؤثر برای آزمایش دوم انتخاب شد. آزمایش دوم به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل شوری خاک در چهار سطح ۰، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر، شوری آب مخزن سمپاش در چهار سطح ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار و دزهای مختلف علف‌کش گلایفوسیت در هفت سطح شامل ۰، ۳۷۵، ۵۶۲/۵، ۷۵۰، ۱۱۲۵، ۱۵۰۰ و ۱۸۷۵ گرم در هکتار ماده مؤثره بود. صفات درصد بقاء، ارزیابی چشمی خسارت، ارتفاع بوته، وزن تر و وزن خشک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که شوری آب مخزن سمپاش، دز علف‌کش گلایفوسیت و اثر متقابل‌شان، اثر بسیار معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) بر تمامی صفات داشت. همچنین، اثر متقابل شوری خاک و دز علف‌کش گلایفوسیت بر صفات مورد بررسی معنی‌داری نبود. نتایج نشان داد که شوری خاک تأثیر معنی‌داری بر کارایی علف‌کش گلایفوسیت نداشت و با افزایش شوری خاک، دز مصرفی علف‌کش گلایفوسیت تغییر معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد که آبیاری با آب شور در محدوده این آزمایش، تأثیری بر کارایی علف‌کش گلایفوسیت جهت کنترل سوروف نداشت.

کلمات کلیدی: بقاء، دز مؤثر، کیفیت آب، گلایفوسیت، وزن خشک

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:110 pp: 147-155

Study the glyphosate efficacy in control of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) under soil and sprayer tank water salinity conditions

By:

- *H. Mehdikhani, Ph. D Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad*
- *E. Izadi-Darbandi, (Corresponding Author), Academic staff members, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad*
- *M. Rastgoo, Academic staff members, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad*
- *M. Kafi, Academic staff members, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad*

Received: January 2014 **Accepted: May 2015**

In order to study the glyphosate efficacy in control of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) under different levels of soil and sprayer tank water salinity, two greenhouse experiments were conducted at Research Greenhouse in Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. In the dos-response experiment, the estimated ED_{90} was 747.09 g a.i. ha^{-1} that selected as effective dose for the second experiment. Second experiment was carried out in a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications. Treatments included soil salinity levels (0, 6, 10 and 14 dS m^{-1}), sprayer tank water salinity levels (0, 50, 100 and 150 mM) and seven rates of glyphosate concentration (0, 375, 562.5, 750, 1125, 1500 and 1875 g a.i. ha^{-1}). Traits of percentage of survival, visual injury, plant height, fresh weight and dry matter were measured. Results showed that the sprayer tank water salinity, glyphosate rate and their interaction showed high significant difference ($p\leq 0.01$) in all measured traits. But the interaction of soil salinity and rate of glyphosate was not significant. Results showed that the soil salinity had not significant effect on glyphosate efficacy and by increasing the soil salinity, glyphosate dose had not significant change. Results indicated that irrigation with saline water imposed no significant effect on glyphosate efficacy in barnyardgrass control.

Keywords: Survival, Effective dose, Water quality, Glyphosate, Dry matter

مقدمه

سوروف [*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv] گیاهی است یک‌ساله، باریک برگ و چهار کربنه که از علف‌های هرز مهم محصولات زراعی تابستانه و محصولات باغی محسوب می‌شود (Swanton *et al.*, 2000). سوروف به دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی مانند تولید بذر زیاد، خواب بذر، توانایی رشد سریع و گل‌دهی در طیف وسیعی از فتوپریود قابلیت تهاجم به محصولات مختلف زراعی از جمله برنج، سویا، پنبه، ذرت، گندم، سبزیجات، گیاهان علوفه‌ای و محصولات ریشه‌ای در بیشتر زمین‌های کشاورزی دنیا را دارد (Maun and Barrett, 1986). به دلیل شباهت‌های فراوان مورفولوژیک به گیاه برنج، مهم‌ترین علف هرز این محصول به شمار می‌آید (Esmaeili and Eslami, 2010).

گلایفوسیت علف‌کشی سیستمیک، عمومی، بدون بقایای فعال در خاک و از نظر زیست‌محیطی نیز بی‌خطر است که به طور وسیعی در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد و امروزه به عنوان پر مصرف‌ترین علف‌کش مورد استفاده در کشاورزی شناخته می‌شود (Bernards, Thelen and Penner, 2005). از گلایفوسیت برای کنترل طیف وسیعی از گونه‌های علفی باریک برگ و پهن برگ یک‌ساله، دوساله و چندساله و بوته‌های چوبی و حتی گونه‌های درختی به صورت پیش‌رویشی، پس‌رویشی و پس از برداشت استفاده می‌شود (Tu, Hurd, and Randall, 2001). امروزه با توجه به تولید گیاهان تراریخته مقاوم به گلایفوسیت و افزایش سریع سطح زیر کشت این گیاهان، به طور وسیعی به عنوان علف‌کش انتخابی مورد استفاده قرار می گیرد (Menne and Kocher, 2012) و پیش‌بینی می‌شود مصرف آن در آینده بیش از پیش افزایش خواهد یافت.

کارایی و خاصیت انتخابی علف کش ها تحت تأثیر عوامل متعدد اقلیمی از جمله شدت نور، دما، رطوبت نسبی و ویژگی های خاک از جمله غلظت املاح قرار می گیرند (Ramsey, Stephenson and Hall, 2002; Mithila, Swanton, Blackshaw, Cathcart and Hall, 2008). از این‌رو، گیاهان رشد یافته تحت شرایط تنش ممکن است واکنش متفاوتی به خسارت علف کش در مقایسه با گیاهان رشد کرده در شرایط عدم تنش بدهند (Gerber, Nyffeler and Green, 1983). از طرف دیگر، پژوهش‌های متعدد انجام شده حاکی از آن است که کیفیت آب مورد استفاده در مخزن سمپاش از طریق تأثیر بر فعالیت مولکول‌های علف‌کش، می‌تواند یکی از عوامل تأثیرگذار بر کارایی علف‌کش باشد. آب‌های شور حاوی سطوح بالایی از املاح مختلف از جمله کلسیم، منیزیم و

سدیم هستند که این یون‌ها اکثراً دارای بار مثبت هستند و این توانایی را دارند که با مولکول‌های علف‌کش دارای بار منفی، پیوند برقرار کنند و از طریق غیر فعال کردن مولکول‌های علف‌کش‌های اسیدی ضعیف مانند گلایفوسیت، جذب و انتقال و در نتیجه کارایی آن‌ها را در کنترل علف‌های‌هرز کاهش دهند (Altland, 2001; Mueller, Main, Thompson and Steckel, 2006). از این‌رو، توجه به کیفیت آب مصرفی در مخزن سمپاش، می‌تواند در کارایی بهتر و مطلوب‌تر علف‌کش مؤثر باشد (Nalewaja and Matysiak, 1991).

ساکالا و همکاران (Sacala, Demczuk and Michalski, 2003) برای بررسی اثر متقابل بین شوری و کارایی علف کش ریم‌سولفورون آزمایشی طراحی کردند که در آن هفت روز پس از اعمال تنش و کاربرد علف‌کش، پارامترهای رشد و برخی ترکیبات بیوشیمیایی ذرت مانند پروتئین، ترکیبات آمینی و رنگ دانه های فتوسنتزی را اندازه‌گیری کردند. بر اساس گزارش نامبردگان تنش شوری تأثیری بر خاصیت علف کشی ریم‌سولفورون در دز پایین در مقایسه با شرایط عدم تنش نداشت. ساکالا و همکاران (Sacala, Podgorska-Lesiak and Demczuk, 2008) واکنش دو رقم ذرت به ترکیبی از شوری و کاربرد علف کش گلیفوزینت را در شرایط کشت هیدروپونیک بررسی کردند و گزارش نمودند که تنش شوری و کاربرد علف کش گلیفوزینت هر یک به تنهایی به طور معنی داری وزن خشک هر دو رقم ذرت را کاهش داد. بر اساس گزارش نامبردگان اثر متقابل شوری و کاربرد علف‌کش رشد گیاه را به مراتب بیشتر کاهش داد و شوری اثرات منفی بیشتری بر کاهش رشد ذرت داشت. پاپیرنیک و همکاران (Papiernik, Grieve, Yates and Lesch, 2003) آزمایش گلخانه ای را برای تعیین اثر شوری، ایمازتاپیر و کلری‌مورون بر روی رشد پنج علف هرز خرفه، سوروف، طوق، اویارسلام و پیچک انجام دادند. آن ها گزارش دادند که مقدار مصرف توصیه شده برای این علف کش ها که برای خاکهای معمولی استفاده می شود کارایی لازم برای کنترل علف های هرز مذکور را در خاک های با شوری تا ۷ دسی زیمنس بر متر دارد.

بوهلر و برونساید (Buhler and Burnside, 1983) به این نتیجه رسیدند زمانی که به میزان ۱۰ میلی‌مولار از محلول‌های کلرید کلسیم، سولفات آهن، سولفات منیزیم، کربنات سدیم، بی‌کربنات سدیم و سولفات روی را در آب مقطر استفاده کردند، کارایی علف‌کش گلایفوسیت کاهش پیدا کرد. کریستین (Chris-tian, 2003) در بررسی واکنش گلایفوسیت به کلسیم گزارش کرد که یون کلسیم در آب می‌تواند اثر گلایفوسیت را کاهش دهد. بر اساس گزارش نامبرده، حضور ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون کلسیم در محلول سمپاشی، جذب گلایفوسیت توسط جو را به ترتیب ۱۴، ۲۴ و ۴۸ درصد کاهش داد. هم‌چنین در مطالعه مشابه دیگر کاربرد علف‌کش گلایفوسیت در آب محتوی کربنات کلسیم بالا، کاهش شدید کارایی و غیر فعال شدن آن را به دنبال داشت به نحوی‌که غلظت ۳۵۰ قسمت در میلیون کربنات کلسیم موجب کاهش معنی‌دار کارایی گلایفوسیت در کنترل علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ شده است (Stahlman and Phillips, 1979; Thelen, Jackson and Penner, 1995). بوسان و دایر (Bussan and Dyer, 1999) نیز نشان دادند که افزایش کربنات کلسیم آب تا ۷۰۰ قسمت در میلیون، غیر فعال شدن کامل گلایفوسیت را به همراه داشت و برای کنترل بهینه علف‌های هرز نیاز به افزایش کاربرد آن به مقدار دو برابر بود.

مطالعه در جهت شناخت فعل و انفعالات بین شوری و علف کش ها برای استفاده کارآمد تر از علف کش ها و حفاظت از گیاهان ضروری است (Sacala *et al.*, 2008) که به دلیل روند رو به رشد مصرف گلایفوسیت در آینده، توجه بیش از پیش به این علف‌کش ضرورت دارد. با توجه به این که بیشتر مطالعات درباره علف کش ها در شرایط بهینه انجام شده است، اطلاعات محدودی درباره رابطه بین کارایی علف کش ها در کنترل علف های هرز و شرایط شوری خاک که از ویژگی های بارز خاک های کشور ما نیز به شمار می رود وجود دارد. به علاوه، توجه به کیفیت آب مصرفی در مخزن سمپاش بخصوص شوری آب که از مهم‌ترین و شاخص‌ترین ویژگی‌های آب‌های کشور است به کارایی بهینه علف‌کش‌ها کمک شایانی می‌کند. لذا این مطالعه جهت ۱. شناخت کارایی علف‌کش گلایفوسیت در کنترل سوروف در خاک های با سطوح مختلف شوری که منطبق با شرایط کشورمان می باشد و ۲. اثر سطوح مختلف شوری آب بر کارایی علف کش مذکور در کنترل سوروف انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر شوری خاک و آب مخزن سمپاش بر کارایی علف‌کش گلایفوسیت در کنترل سوروف دو آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۳ انجام شد. بذور سوروف 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 ۱۳۹۱ جمع‌آوری شدند. قبل از انجام آزمایش، ابتدا قوه نامیه بذور تست شد و خواب بذور با ۵-۳ دقیقه قرار دادن در اسید سولفوریک غلیظ شکسته شد.

آزمایش دز-پاسخ

به منظور تعیین دز مؤثر علف کش گلایفوسیت در کنترل سوروف در شرایط گلخانه با استفاده از منحنی های دز- پاسخ، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در این آزمایش از علف کش گلایفوسیت (رانداپ، ۴۱ SL، شرکت مونسانتو آمریکا) در هفت سطح ۰، ۱۰۲/۵، ۲۰۵، ۴۱۰، ۸۲۰، ۱۶۴۰ و ۳۲۸۰ گرم در هکتار ماده مؤثره استفاده شد. بذور در داخل گلدان هایی به قطر ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۴ سانتی‌متر حاوی خاک زراعی، خاک برگ و ماسه به نسبت ۲:۱:۱ کشت شدند. بعد از رسیدن گیاهان به مرحله دو برگی حقیقی گلدان‌ها تنک شدند و در هر گلدان ۵ بوته باقی گذاشته شد. گلدان‌ها در داخل گلخانه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد با تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. سمپاشی در مرحله ۴ برگی با استفاده از سمپاش متحرک ریلی مدل ماتابی با نازل بادبزنی یکنواخت (۸۰۰۲) با عرض پاشش یک متر انجام شد که حجم محلول مصرفی ۲۹۰ لیتر در هکتار بود. دو، سه و چهار هفته پس از سمپاشی، پس از تعیین درصد بقای گیاهان، ارزیابی چشمی بر اساس میزان گیاه سوزی و علائم ایجاد شده بر روی گیاه به صورت نمره دهی ۱۰۰-۰ (۰= بدون تأثیر و ۱۰۰= مرگ کامل) با استفاده از روش وایت و همکاران (Waite *et al.*, 2013) انجام شد. همچنین چهار هفته پس از سمپاشی، ارتفاع بوته

یادداشت و سپس بوته‌های هر گلدان برداشت و وزن تر و خشک (بعد از گذاشتن نمونه‌ها در دمای ۶۸ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت) اندازه‌گیری شد.

پاسخ صفات مختلف به دزهای علف کش با روش رگرسیون غیرخطی و با استفاده از نرم افزار R 2.1.0 آنالیز شد. تمامی داده‌ها با معادله ۳ پارامتری لجستیک (معادله ۱) برازش داده شدند و غلظت لازم علف‌کش گلایفوسیت برای ۵۰ و ۹۰ درصد کاهش بقاء، ارتفاع و وزن تر و خشک سوروف محاسبه شد.

معادله (۱)

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

که در این معادله d حد بالا، b شیب منحنی و e غلظت لازم علف‌کش گلایفوسیت برای ۵۰ درصد کاهش بقاء و زیست توده سوروف است (Ritz and Streibig, 2005).

بررسی اثر تنش شوری خاک و آب مخزن سمپاش بر کارایی علف کش گلایفوسیت در کنترل سوروف

در آزمایش دوم به منظور بررسی اثر شوری خاک و آب مخزن سمپاش بر کارایی گلایفوسیت، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار برای هر تیمار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل سطوح شوری خاک با غلظت های ۰، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر، شوری آب مخزن سمپاش با غلظت های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار و کاربرد علف کش گلایفوسیت در هفت سطح شامل ۰، ۳۷۵، ۵۶۲/۵، ۷۵۰، ۱۱۲۵، ۱۵۰۰ و ۱۸۷۵ گرم در هکتار ماده مؤثره (۰، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ درصد مقدار دز مؤثر) بود.

بذور در داخل گلدان هایی به قطر ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۴ سانتی‌متر حاوی خاک زراعی، خاک برگ و ماسه به نسبت ۲:۱:۱ کشت شدند. بعد از رسیدن گیاهان به مرحله دو برگی حقیقی گلدان‌ها تنک شدند و در هر گلدان ۵ بوته باقی گذاشته شد. مقادیر مورد نظر جهت اعمال تنش شوری با افزودن مقادیر مناسبی از ترکیب نمک‌های کلرید سدیم، سولفات منیزیم، کلرید منیزیم و کلرید کلسیم به نسبت ۶:۲:۱:۱ با آب شیر تهیه شدند. نوع و نسبت املاح به کار رفته درون محلول شوری مورد استفاده شبیه‌سازی شده بر اساس آب دریای خزر و چند رودخانه آب شور کشور می‌باشد. اعمال سطوح مختلف شوری خاک در مرحله ۲ برگی و بعد از استقرار کامل گیاهان آغاز و تا پایان آزمایش ادامه یافت. گلدان‌ها در داخل گلخانه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد با تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. سمپاشی در مرحله ۴ برگی با استفاده از غلظت‌های مناسب علف کش و سطوح مختلف شوری آب مخزن سمپاش انجام شد. اندازه‌گیری صفات مختلف مانند آزمایش دز- پاسخ انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام شد. همچنین، واکنش صفات مختلف اندازه‌گیری شده به دزهای علف‌کش از طریق برازش داده‌ها با معادله ۳ پارامتری لجستیک (معادله ۱) به کمک نرم افزار R 2.1.0 انجام و نمودارهای مربوطه به کمک نرم افزار Sigmaplot ver. 11 رسم شد. غلظت لازم علف‌کش گلایفوسیت برای ۵۰ و ۹۰ درصد کاهش در صفات مورد بررسی در سطوح مختلف شوری خاک و شوری آب مخزن سمپاش برآورد شد. در پایان نیز پتانسیل نسبی (R) که پارامتر مناسبی برای تعیین کارایی گلایفوسیت در خاک و آب شور در مقایسه با شرایط غیرشور است با استفاده از معادله ۲ برای صفات بررسی شده محاسبه شد.

معادله (۲) $R= ED_{50A}/ED_{50B}$

که در این معادله R پتانسیل نسبی، ED_{50A} غلظت لازم برای کاهش ۵۰ درصدی بقاء در خاک و آب شور و ED_{50B} غلظت لازم علف‌کش گلایفوسیت برای کاهش ۵۰ درصدی صفات در آب و خاک غیرشور است (Ritz and Streibig, 2005). اگر پتانسیل نسبی برابر یک باشد، نشان دهنده این است که شوری خاک یا آب هیچ تأثیری بر کارایی علف‌کش گلایفوسیت نداشته است. اگر پتانسیل نسبی بزرگتر از یک باشد، نشان دهنده کارایی کمتر علف‌کش گلایفوسیت در خاک یا آب شور است و اگر پتانسیل نسبی کوچکتر از یک باشد، برعکس آن صادق خواهد بود.

نتایج و بحث

آزمایش دز- پاسخ

بر اساس نتایج آزمایش دز- پاسخ، غلظت لازم علف‌کش گلایفوسیت برای کاهش ۵۰ و ۹۰ درصد بقاء به ترتیب ۴۰۶/۳ و ۷۴۷/۰۹ گرم در هکتار ماده مؤثره (به ترتیب ۰/۹۹ و ۱/۸۲ لیتر در هکتار ماده تجاری) و برای کاهش ۵۰ و ۹۰ درصد وزن خشک سوروف به ترتیب ۳۲۳/۴۷ و ۴۲۴/۷۶ گرم در هکتار ماده مؤثره (به ترتیب ۰/۷۹ و ۱/۰۴ لیتر در هکتار ماده تجاری) بود (جدول ۱). غلظت لازم برای کاهش ۹۰ درصدی بقاء به عنوان دز مؤثر برای آزمایش دوم انتخاب شد. مدل لجستیک ۳ پارامتره (R^2 ۰/۸۶) برآورد مناسبی از رابطه بین غلظت علف‌کش گلایفوسیت و صفات مورد بررسی ارائه نمود (جدول ۱). پاسخ ارتفاع بوته، ارزیابی چشمی خسارت، وزن تر و وزن خشک گیاه الگویی مشابه به درصد بقاء نشان داد (شکل ۱).

بررسی اثر تنش شوری خاک و آب مخزن سمپاش بر کارایی علف کش گلایفوسیت در کنترل سوروف

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که شوری خاک، اثر بسیار معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) بر ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک و اثر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) بر بقاء و ارزیابی چشمی خسارت داشت (جدول ۲). همچنین شوری آب مخزن سمپاش و غلظت‌های مختلف گلایفوسیت، اثر بسیار معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) بر روی تمامی صفات مورد مطالعه به جز درصد بقاء ۱۴ روز پس از سمپاشی داشتند (جدول ۲). درصد بقاء ۱۴ روز پس از سمپاشی تحت تأثیر هیچ یک از عوامل مورد بررسی قرار نگرفت و اثر غلظت‌های مختلف علف‌کش گلایفوسیت نیز بعد از روز چهاردهم شروع شد. اثر متقابل شوری خاک و دز علف‌کش گلایفوسیت بر روی هیچ یک از صفات معنی‌داری نبود، در حالی‌که اثر متقابل شوری آب مخزن سمپاش و دز علف‌کش گلایفوسیت بر روی تمامی صفات بسیار معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). بعلاوه اثر متقابل شوری خاک، شوری آب مخزن سمپاش و دز علف‌کش گلایفوسیت بر روی هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود (جدول ۲).

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون و برآورد پارامترهای حاصل از برازش مدل به صفات مختلف نشان داد که شوری خاک تأثیر معنی‌داری بر کارایی علف‌کش گلایفوسیت جهت کنترل سوروف نداشت (شکل ۲ و ۳) و با افزایش شوری خاک، دز مصرفی علف‌کش

گلایفوسیت برای کنترل سوروف تغییر معنی‌داری نداشت (جدول ۳ و شکل ۳). نتایج بدست آمده از آزمایش مشابهی بر روی علف جارو (*Kochia scoparia* L.) نشان داد که شوری خاک تأثیری بر کارایی علف‌کش گلایفوسیت جهت کنترل علف جارو نداشت و با افزایش شوری خاک، دز مصرفی علف‌کش گلایفوسیت برای کنترل علف جارو تغییری نکرد (Mehdikhani, Izadi Darbandi, Rastgoo and Kafi, 2014b). ساکالا و همکاران (Sacala *et al.*, 2003) برای بررسی اثر متقابل بین شوری و کارایی علف کش ریم سولفورون آزمایشی طراحی کردند که در آن هفت روز پس از اعمال تنش و کاربرد علف کش، پارامترهای رشد و برخی ترکیبات بیوشیمیایی ذرت مانند پروتئین، ترکیبات آمینی و رنگ دانه های فتوسنتزی را اندازه گیری کردند. بر اساس گزارش نامبردگان تنش شوری تأثیری بر خاصیت علف کشی ریم‌سولفورون در دز پایین در مقایسه با شرایط عدم تنش نداشت. ساکالا و همکاران (Sacala *et al.*, 2008) واکنش دو رقم ذرت به ترکیبی از شوری و کاربرد علف کش گلیفوزینت را در شرایط کشت هیدروپونیک بررسی کردند و گزارش نمودند که تنش شوری و کاربرد علف کش گلیفوزینت هر یک به تنهایی به طور معنی داری وزن خشک هر دو رقم ذرت را کاهش داد. بر اساس گزارش نامبردگان اثر متقابل شوری و کاربرد علف کش رشد گیاه را به مراتب بیشتر کاهش داد. همچنین پاپیرنیک و همکاران (Papiernik *et al.*, 2003) آزمایش گلخانه ای را برای تعیین اثر شوری، ایمازتاپیر و کلری مورون بر روی رشد پنج علف هرز خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، توق (*Xanthium strumarium* L.)، سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.)، اویارسلام (*Cyperus esculentus* L.) و پیچک (*Ipomoea hederacea* L.) انجام دادند. آن ها گزارش دادند که مقدار توصیه شده برای این علف‌کش ها که برای خاک‌های معمولی استفاده می شود کارایی لازم برای کنترل علف‌های هرز مذکور را در خاک های با شوری تا ۷ دسی زیمنس بر متر دارد.

بعلاوه، نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون و برآورد پارامترهای حاصل از برازش مدل به صفات مختلف نشان داد که شوری آب مخزن سمپاش، کنترل سوروف را کاهش داده است و با افزایش شوری آب مخزن سمپاش، دز مصرفی علف‌کش گلایفوسیت برای کنترل سوروف افزایش یافت. با افزایش شوری آب مخزن سمپاش، صفات درصد بقاء، ارتفاع، وزن تر و وزن خشک سوروف به طور بسیار معنی‌داری کاهش یافت و کاربرد آب معمولی موجب افزایش درصد کنترل و در نتیجه کاهش مصرف علف‌کش شد (شکل ۴). در نتیجه، شوری آب مخزن سمپاش به طور بسیار معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) بر کارایی علف‌کش گلایفوسیت جهت کنترل سوروف تأثیر داشت (شکل ۴ و ۵) و با افزایش شوری، دز مصرفی علف‌کش گلایفوسیت برای کنترل سوروف به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۴ و شکل ۵). در آب غیر شور، کاربرد ۸۱۰ گرم در هکتار ماده مؤثره موجب کنترل کامل سوروف شد در حالی‌که با افزایش غلظت املاح موجود در آب به ۱۰۰ میلی‌مولار، برای کنترل کامل سوروف بایستی مقدار مصرف علف‌کش گلایفوسیت را ۱/۶ برابر کرد و با افزایش غلظت املاح آب سمپاش به بیش از ۱۰۰ میلی‌مولار، افزایش ۱/۸۵ برابری گلایفوسیت برای کنترل صد درصدی سوروف لازم است (شکل ۵).

استفاده از آب‌های با کیفیت پایین و دارای غلظت بالای املاح، از طرفی حلالیت علف‌کش گلایفوسیت در آب را کاهش داده که با رسوب در دیواره سلولی از رسیدن علف‌کش به محل هدف ممانعت نموده و از طرف دیگر جذب و نفوذ علف‌کش به داخل گیاه را کاهش داده که در نهایت منجر به کاهش کارایی آن و در نتیجه افزایش مقدار مصرف علف‌کش گلایفوسیت می‌شود (Kirkwood, Hetherington, Reynolds and Marshall, 2000). نتایج بدست آمده از آزمایش مشابهی توسط مهدیخانی و همکاران (Mehdikhani, Izadi Darbandi, Rastgoo and Kafi, 2014a) بر روی علف جارو نشان داد که شوری آب مخزن سمپاش، کنترل علف جارو را کاهش داده است و با افزایش شوری، دز مصرفی علف‌کش گلایفوسیت برای کنترل علف جارو افزایش معنی‌داری داشت به طوری‌که با افزایش شوری آب مخزن سمپاش به ۵۰ میلی‌مولار، برای کنترل کامل علف جارو بایستی مقدار مصرف علف‌کش را دو برابر کرد و با افزایش شوری آب مخزن سمپاش تا ۱۵۰ میلی‌مولار، افزایش ۲/۵ برابری علف‌کش نیز موجب کنترل صد درصدی علف جارو نشد. بر اساس گزارش نامبردگان، افزایش شوری آب مخزن، کارایی علف‌کش گلایفوسیت جهت کنترل علف جارو را به طور معنی‌داری کاهش داد و دز مصرفی گلایفوسیت برای کاهش ۵۰ درصدی صفات مختلف بین سطوح مختلف شوری آب مخزن سمپاش تفاوت معنی‌داری داشت. نتایج مطالعه نصرتی و همکاران (Nosratti, Alizade and Rahimian Mashhadi, 2011) نشان داد که کاتیون‌های کلسیم و منیزیم موجود در مخزن سمپاش باعث کاهش کارایی علف‌کش گلایفوسیت می‌شوند به نحوی‌که غلظت‌های بالای این دو کاتیون موجب نصف شدن کارایی علف‌کش در کنترل شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*) گردید. در تحقیقات متعدد ثابت شده است که حضور املاح از جمله کاتیون‌های چند ظرفیتی مانند کلسیم و منیزیم در آب مخزن سمپاش قادرند که فعالیت علف‌کش‌های مختلف از جمله گلایفوسیت را کاهش دهند و اثر آنتاگونیستی روی آن‌ها داشته باشند (Stahlman and Phillips, 1979; Buhler and Burnside, 1983; Nalewaja and Matysiak, 1991; Thelen et al., 1995; Bazoobandi, Abbaspoor, Torabi and Keshavarz, 2012).

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که شوری خاک و املاح مختلف موجود در آن که از طریق گیاه جذب می‌شود و در آوندهای چوب و آبکش وجود دارد تأثیر معنی‌داری بر کارایی علف‌کش گلایفوسیت جهت کنترل سوروف نداشت. به نظر می‌رسد وجود املاح مختلف در آوندها تأثیری بر انتقال گلایفوسیت و حرکت این علف‌کش تا رسیدن به محل عمل ندارد. اثر متقابل شوری خاک و غلظت گلایفوسیت بر درصد بقاء و زیست توده به عنوان مهم‌ترین صفات متأثر از کاربرد علف‌کش معنی‌دار نبود. لذا به نظر می‌رسد ضرورتی به ایجاد تغییر در دز توصیه شده و افزایش مصرف گلایفوسیت در خاک‌های شور نباشد.

به طور کلی در این آزمایش با افزایش دز علف‌کش گلایفوسیت تاثیر شوری آب مخزن سمپاش و املاح موجود در آن بر کارایی علف‌کش کاهش یافت که این امر می‌تواند به دلیل افزایش نسبت مولکول علف‌کش به غلظت املاح موجود در آب باشد که در نتیجه آن مولکول علف‌کش آزاد و از فراوانی بیشتری برای جذب به درون بافت‌های گیاهی برخوردار خواهد بود (Gaurit, 2003). هر چند با افزایش بیش از حد غلظت املاح برای کنترل مناسب و مؤثر نیاز

به افزایش بیش از دو برابری دز علف‌کش خواهد بود که هم از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست و هم از نظر زیست محیطی و سلامت محصول منطقی نیست بنابراین لازم است در کاربرد علف‌کش گلایفوسیت به کیفیت آب بویژه غلظت املاح موجود در آن توجه ویژه شود و از کاربرد آب‌های شور در مخزن سمپاش اجتناب شود.

قدردانی

از مسئولین محترم دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد که بودجه و امکانات لازم جهت انجام این تحقیق را فراهم نمودند تشکر و قدردانی می شود.

جدول ۱- نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون غیر خطی واکنش سوروف به مقادیر مختلف علف‌کش گلایفوسیت

صفات	حد بالا	شیب (b)	ED_{50}	ED_{90}	سطح احتمال	ضریب تبیین
درصد بقاء	۹۹/۵۱ (۱/۱۸)	۳/۶۹ (۰/۲۸)	۴۰۶/۳ (۷/۸۴)	۷۴۷/۰۹ (۳۲/۵۳)	<۰/۰۰۰۱	۰/۸۷
ارزیابی چشمی	۱۰۰/۳۳ (۰/۳۳)	-۳/۶۶ (۰/۰۷)	۳۷۷/۷۳ (۲/۱۳)	۶۸۸/۷۱ (۹/۵۴)	<۰/۰۰۰۱	۰/۹
ارتفاع گیاه	۲۸/۱۲ (۰/۶۷)	۵ (۰/۹۴)	۳۵۱/۲ (۱۴/۳۶)	۵۴۴/۸۳ (۳۷/۲۸)	<۰/۰۰۰۱	۰/۹۱
وزن تر	۱۱/۰۶ (۰/۰۳)	۹/۳ (۰/۲۳)	۲۹۳/۳۶ (۲/۵۵)	۳۷۱/۵۱ (۳/۲۱)	<۰/۰۰۰۱	۰/۸۶
وزن خشک	۲/۱ (۰/۰۲)	۸/۰۶ (۰/۸۵)	۳۲۳/۴۷ (۸/۶۸)	۴۲۴/۷۶ (۵/۹۲)	<۰/۰۰۰۱	۰/۸۶

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس کارایی گلایفوسیت در کنترل سوروف در شرایط شوری خاک و آب مخزن سمپاش

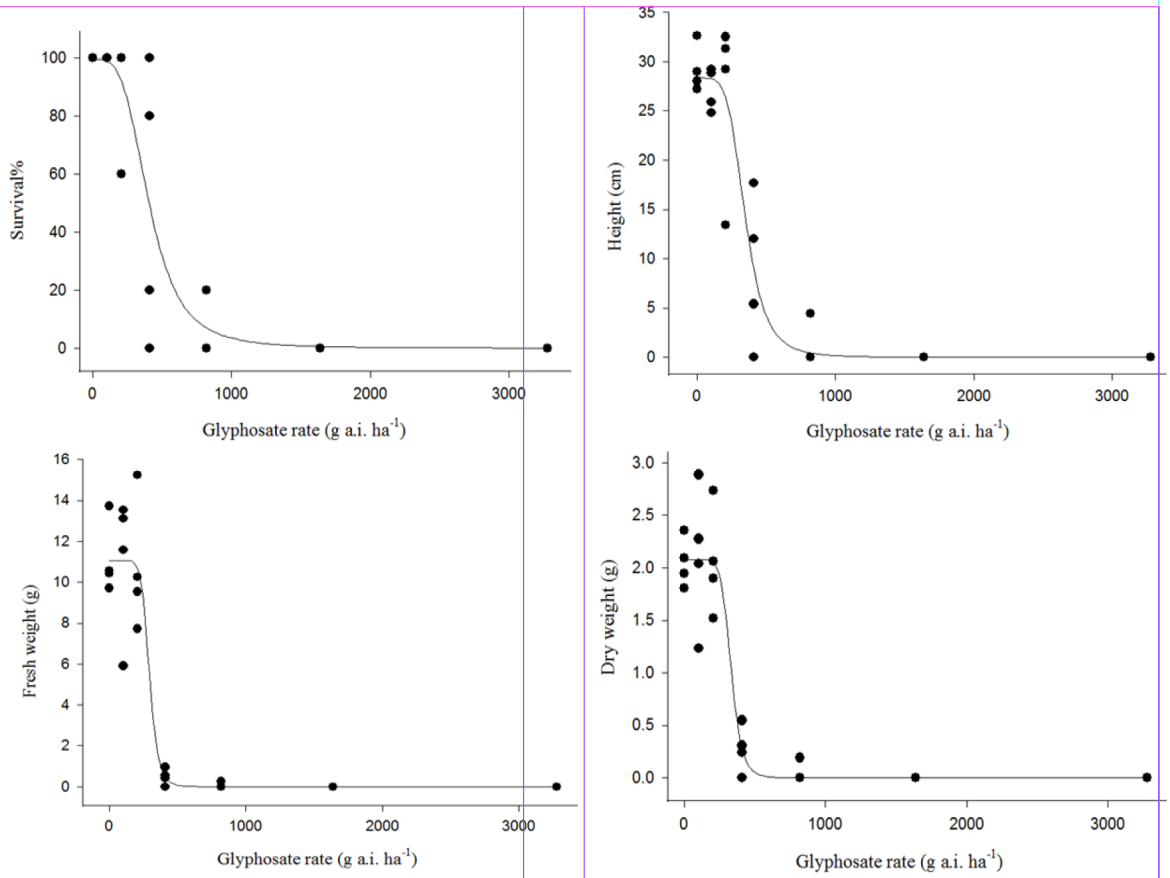
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		درصد بقاء روز ۱۴	ارزیابی چشمی روز ۱۴	درصد بقاء روز ۲۱	ارزیابی چشمی روز ۲۱	درصد بقاء	ارزیابی چشمی	ارتفاع (سانتی‌متر)	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)
بلوک	۲	۰	۳۲۵/۷*	۱۴۳۵/۶۱**	۳۶۶/۵*	۲۴۱۳/۰۲**	۵۰۲/۱*	۳۱۲/۵۴**	۷۱/۱۲**	۲/۸۶**
شوری خاک	۳	۰	۲۸۴/۲*	۳۵۰/۳*	۲۶۱/۷۲*	۳۸۲/۳۱*	۴۲۱/۲*	۱۷۲/۰۵**	۲۵/۶۱**	۱/۵**
شوری آب	۳	۰	۳۳۵۰/۲**	۸۱۵۲/۴**	۷۰۸۲/۵**	۷۴۹۰/۱**	۵۸۰۳/۳**	۱۳۷/۵**	۱۲/۰۶**	۰/۷۲**
دز گلایفوسیت	۶	۰	۸۰۱۲/۷**	۲۱۰۸۹/۱**	۲۳۰۰۶/۲**	۲۲۸۶۷/۴**	۲۳۳۷۶/۳**	۱۰۱۲/۰۹**	۲۱۳/۶۸**	۱۲/۷۳**
شوری خاک × شوری آب	۹	۰	۱۲۵/۱۲ ns	۶۹/۳۱ ns	۳۸/۱ ns	۱۴/۱ ns	۱۰۶ ns	۸/۴۲ ns	۴/۷۸ ns	۰/۲۵ ns
شوری خاک × دز گلایفوسیت	۱۸	۰	۱۲۵/۲۱ ns	۱۱۷/۴۱ ns	۱۰۳/۱۸ ns	۱۳۵/۵۳ ns	۱۵۳/۱۲ ns	۱۷/۴۶ ns	۴/۱۳ ns	۰/۲۴ ns
شوری آب× دز گلایفوسیت	۱۸	۰	۴۵۸/۱۳**	۱۴۲۱/۱۹**	۱۱۵۳/۷**	۱۳۰۶/۸**	۱۱۵۶/۱۲**	۶۳/۲۶**	۱۴/۰۵**	۰/۸۱**
شوری خاک × شوری آب× دز گلایفوسیت	۵۴	۰	۴۷/۱۶ ns	۸۶/۱۵ ns	۵۷/۰۲ ns	۶۸/۰۲ ns	۶۴/۸ ns	۶/۴۲ ns	۲/۰۵ ns	۰/۱۴ ns
خطا	۲۲۲	۰	۸۱/۵۲	۱۱۲/۱۷	۹۱/۴	۱۳۴/۱۲	۱۲۵/۳۵	۱۲/۴۱	۴/۱۲	۰/۲۱

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و ns: عدم معنی‌دار

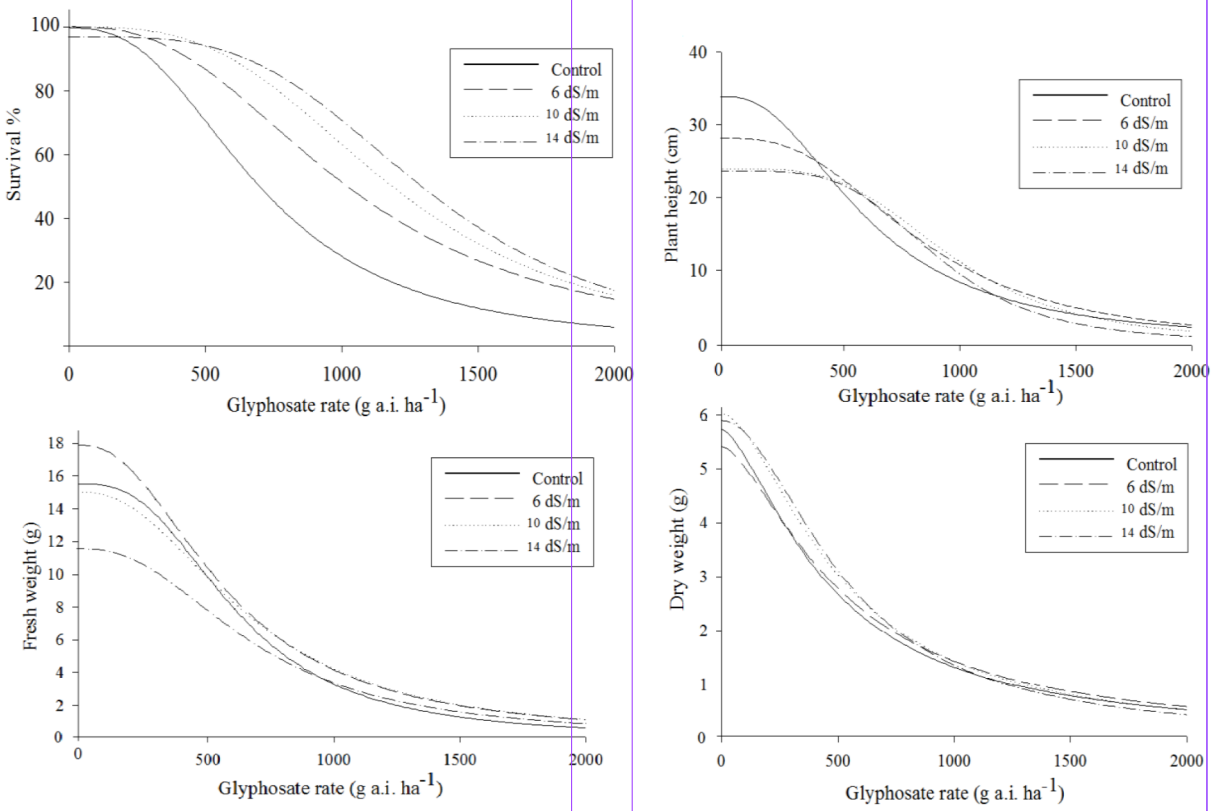
جدول ۳- پارامترهای برآورد شده رگرسیون غیرخطی برای واکنش سوروف به شوری خاک (بر حسب دسی‌زیمنس بر متر)

صفات	شوری خاک	حد بالا	شیب	دز مؤثر (ED_{50})	سطح احتمال	ضریب تبیین
درصد بقاء	۰	۱۰۰/۱۲(۲/۱۵)	۳/۱۲(۰/۲۰)	۸۱۳/۲۵(۲۱/۶۱)	<۰/۰۰۰۱	۰/۹۵
	۶	۹۸/۸۱(۲/۳۲)	۳/۲۱(۰/۲۶)	۹۱۲/۰۷(۳۳/۴۳)	<۰/۰۰۰۱	۰/۸۹
	۱۰	۱۰۱/۲۴(۴/۲۶)	۳/۸۴(۰/۸۴)	۹۸۱/۱۸(۶۲/۸۱)	۰/۰۰۰۴	۰/۹۱
	۱۴	۹۷/۱۰(۴/۷۳)	۳/۶۵(۰/۷۶)	۹۵۷/۶۱(۷۴/۱۸)	۰/۰۰۰۶	۰/۸۷
ارزیابی چشمی	۰	۱۰۱/۲۴(۵/۱۸)	-۲/۸۵(۰/۶۵)	۷۲۳/۱۸(۲۲/۴۱)	<۰/۰۰۰۱	۰/۹۴
	۶	۹۹/۳۷(۴/۲۸)	-۳/۱۳(۰/۱۲)	۷۸۰/۲۲(۲۴/۷۱)	۰/۰۰۰۱	۰/۹۱
	۱۰	۱۰۲/۲۵(۷/۵۱)	-۳/۵۳(۰/۳۵)	۸۲۴/۸۱(۴۲/۳۱)	۰/۰۰۰۱	۰/۸۸
	۱۴	۹۸/۱۲(۳/۷۸)	-۳/۱۹(۰/۵۲)	۸۵۱/۱۷(۴۵/۲۱)	۰/۰۰۰۶	۰/۸۹
ارتفاع	۰	۳۱/۶۴(۱/۲۳)	۴/۲۲(۰/۲۴)	۶۴۳/۶۷(۲۱/۵۶)	<۰/۰۰۰۱	۰/۹۳
	۶	۲۶/۴۳(۰/۶۷)	۳/۵۳(۰/۱۷)	۶۵۴/۱۲(۱۹/۳۷)	۰/۰۰۰۱	۰/۹۱
	۱۰	۲۳/۱۷(۰/۷۲)	۳/۶۱(۰/۲۳)	۶۸۲/۱۳(۳۲/۳۲)	۰/۰۰۰۳	۰/۸۷
	۱۴	۲۱/۵۲(۰/۶۴)	۳/۱۴(۰/۳۵)	۶۶۹/۰۸(۴۰/۹۲)	۰/۰۰۰۶	۰/۹۲
وزن تر	۰	۲۴/۸۴(۱/۲۱)	۴/۹۲(۰/۴۱)	۵۳۳/۰۵(۲۳/۱۵)	<۰/۰۰۰۱	۰/۹۱
	۶	۲۲/۳۲(۰/۸۲)	۴/۲۵(۰/۱۵)	۵۶۵/۷۶(۳۱/۴۳)	<۰/۰۰۰۱	۰/۹۰
	۱۰	۲۲/۱۴(۰/۶۸)	۴/۴۶(۰/۳۵)	۵۸۷/۱۸(۴۶/۲۸)	۰/۰۰۰۶	۰/۸۹
	۱۴	۲۱/۱۶(۰/۵۷)	۴/۳۵(۰/۳۵)	۵۵۵/۰۵(۵۱/۱۷)	۰/۰۰۰۳	۰/۸۸
وزن خشک	۰	۵/۸۳(۰/۳۴)	۴/۸۷(۰/۴۲)	۶۰۲/۱۴(۲۵/۱۶)	۰/۰۰۰۱	۰/۸۹
	۶	۵/۲۵(۰/۰۹)	۴/۵۲(۰/۲۵)	۶۱۴/۹۸(۲۵/۳۷)	۰/۰۰۰۱	۰/۸۷
	۱۰	۵/۶۴(۰/۲۳)	۴/۱۸(۰/۳۱)	۶۵۹/۵۳(۴۳/۱۴)	۰/۰۰۰۴	۰/۸۶
	۱۴	۵/۴۵(۰/۱۹)	۴/۲۷(۰/۳۴)	۶۴۳/۵۴(۴۷/۴۶)	۰/۰۰۰۶	۰/۸۸

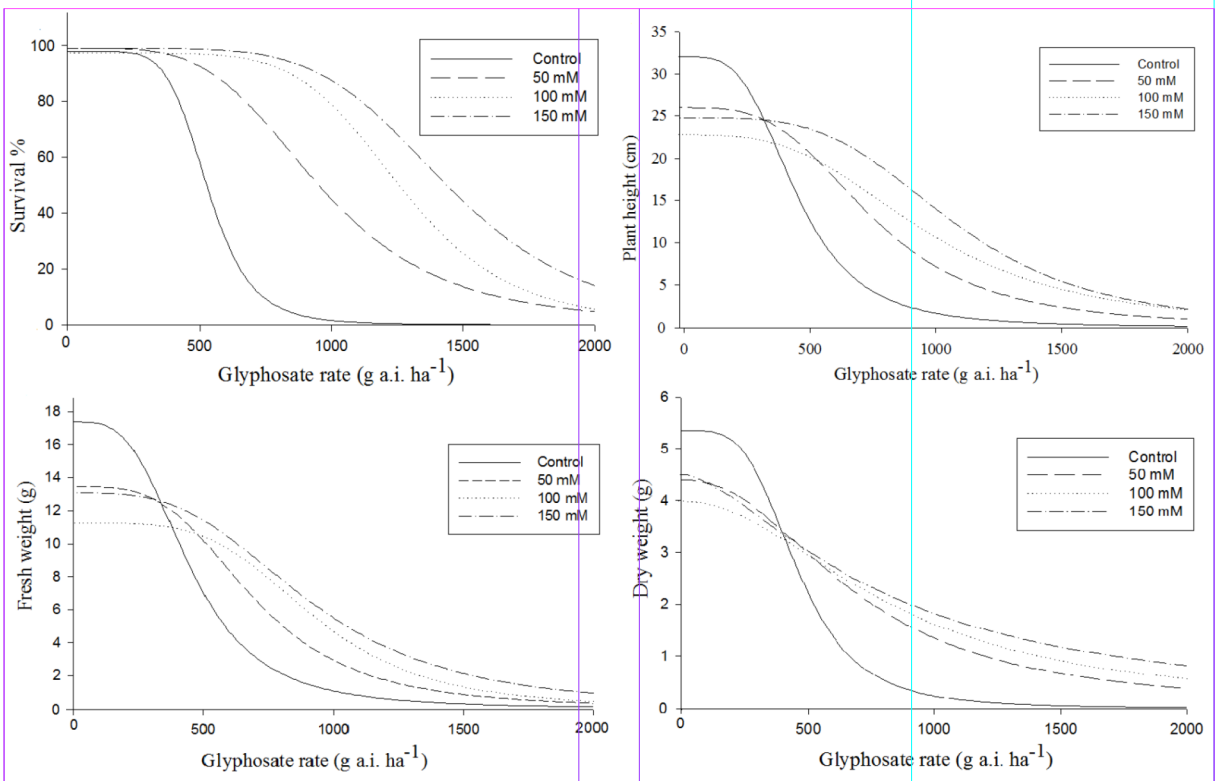
اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشند.



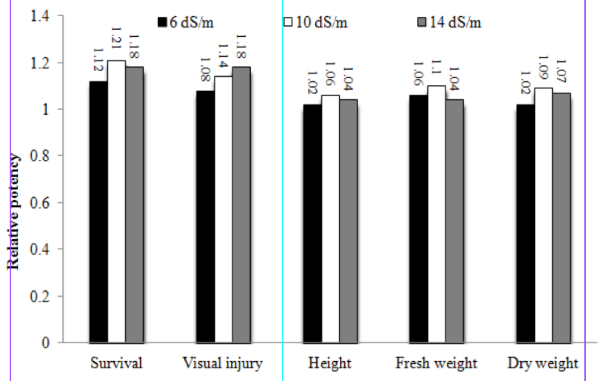
شکل ۱- منحنی‌های دز - پاسخ سوروف به دزهای مختلف علف‌کش گلایفوسیت با استفاده از مدل لجستیک سه پارامتره



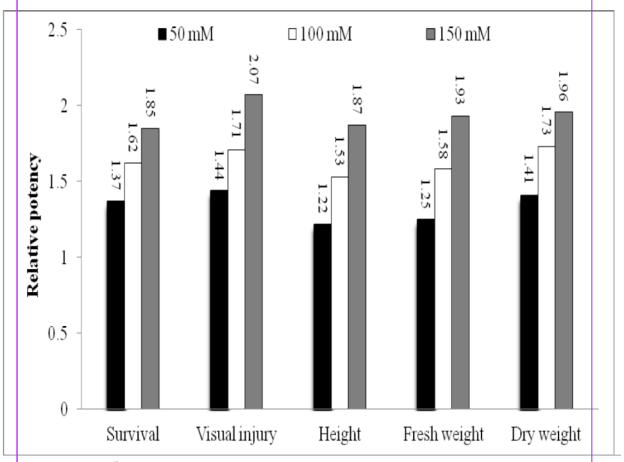
شکل ۲- منحنی‌های دز-پاسخ صفات مختلف سوروف به دزهای مختلف گلایفوسیت در شوری خاک



شکل ۴- منحنی‌های دز- پاسخ صفات مختلف سوروف به دزهای مختلف گلایفوسیت در شوری آب



شکل ۳- نمودار پتانسیل نسبی صفات مختلف سوروف در سطوح مختلف شوری خاک



شکل ۵- نمودار پتانسیل نسبی صفات مختلف سوروف در سطوح مختلف شوری آب مخزن سمپاش

منابع مورد استفاده

1. Altland, J. (2001). Water quality affects herbicide efficacy. http://www.oregonstate.edu. Accessed October 11, 2006.
2. Bazoobandi, M., Abbaspoor, M. Torabi, H. and Keshavarz, P. (2012). Effects of additive to ease hard water impacts as a carrier on glyphosate (Roundup SL 41%) efficiency and its effect on some growth parameters of camelthorn (*Alhagi psedoalhagi*). *Iranian Journal of Weed Science*, Vol, 9, pp: 175-185 (In Persian with English Abstract).
3. Bernards, M.L., Thelen, K.D. and Penner, D. (2005). Glyphosate efficacy is antagonized by manganese. *Weed Technology*, Vol, 19, No, 1, pp: 27-34.
4. Buhler, D.D. and Burnside, O.C. (1983). Effect of spray components on glyphosate toxicity to annual grasses. *Weed Science*, Vol, 31, pp: 124-130.
5. Bussan, A.J. and Dyer, W.E. (1999). Herbicide sand rangeland, pp. 116–132. In: Sheley, R.L. and Petroff, J. (Ed.). *Biology and Management of Noxious Rangeland Weeds*. Oregon State University, Corvallis, Oregon.
6. Christian, G. (2003). Glyphosate response to calcium, ethoxylated amine surfactant, and ammonium sulfate. *Weed Technology*, Vol, 17, pp: 799–804.
7. Esmaeili, A. and Eslami, S.V. (2010). Comparative

evaluation of the effects of salinity and drought on germination and seedling growth of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) and rice (*Oryza sativa* L.), and its relationship with their competition under stress conditions. *Journal of Weed Research*, Vol, 2, pp: 29-42 (In Persian with English Abstract).

8. Gaurit, C. (2003). Glyphosate response to calcium, ethoxylated amine surfactant, and ammonium sulfate. *Weed Technology*, Vol, 17, pp: 799-804.
9. Gerber, H.R., Nyffeler, A. and Green, D.H. (1983). The influence of rainfall, temperature, humidity and light on soil- and foliage-applied herbicides. *Aspects of Applied Biology*, Vol, 4, pp: 1–14.
10. Kirkwood, R.C., Hetherington, R., Reynolds, T.L. and Marshall, G. (2000). Absorption, localisation, translocation and activity of glyphosate in barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* (L) Beauv): influence of herbicide and surfactant concentration. *Pest Management Science*, Vol, 56, pp: 359-367.
11. Menne, H. and Kocher, H. (2012). HRAC classification of herbicides and resistance development, pp. 5-28. In: Kramer, W., Schirmer, U., Jeschke, P. and Witschel, M. (Ed.). *Modern Crop Protection Compounds*. Published by Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA.
12. Maun, M.A. and Barrett, S.C.H. (1986). The biology of Canadian weeds. 77. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol, 66, pp: 739-759.
13. Mehdikhani, H., Izadi Darbandi, E., Rastgoo, M. and Kafi, M. (2014a). Effect of salinity water on glyphosate efficacy in control of kochia (*Kochia scoparia* L.). 13th Iranian Crop Science Congress, Karaj, Iran, 4 pp. (In Persian with English Abstract).
14. Mehdikhani, H., Izadi Darbandi, E., Rastgoo, M. and Kafi, M. (2014b). Study of response the kochia (*Kochia scoparia* L.) to glyphosate under different levels of soil salinity. The 1st National Congress on Food Safety: Production, Processing, Consumption, Karaj, Iran, pp: 3893-3898. (In Persian).
15. Mithila, J., Swanton, C.J., Blackshaw, R.E., Cathcart, R.J., and Hall, J.C. (2008). Physiological basis for reduced glyphosate efficacy on weeds grown under low soil nitrogen. *Weed Science*, Vol, 56, pp: 12-17.
16. Mueller, T.C., Main, C.L., Thompson, M.A. and Steckel, L.E. (2006). Comparison of glyphosate salts (Isopropylamine, Diammonium, and Potassium) and calcium and magnesium concentrations on the control of various weeds. *Weed Technology*, Vol, 20, No, 1, pp: 164-171.
17. Nalewaja, J.D. and Matysiak, R. (1991). Salt antagonism of glyphosate. *Weed Science*, Vol, 39, pp: 622-628.
18. 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*, Vol, 7, pp: 49-60 (In Persian with English Abstract).
19. Papiernik, S.K., Grieve, K.M., Yates, S.R. and Lesch, S.M. (2003). Phytotoxic effects of salinity, imazethapyr, and chlorimuron on selected weed species. *Weed Science*, Vol, 51, pp: 610–617.
20. Ramsey, R.J.L., Stephenson, G.R. and Hall, J.C. (2002). Effect of relative humidity on uptake, translocation, and efficacy of glufosinate ammonium in wild oat (*Avena fatua*). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, Vol, 73, No, 1, pp: 1-8.
21. Ritz, C. and Streibig, J.C. (2005). Bioassay analysis using R. *Journal of Statistical Software*, Vol, 12, pp: 1–22.
22. Sacala, E., Demczuk, A. and Michalski, T. (2003). Response of maize (*Zea mays* L.) to rimsulfuron under salt conditions. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, Vol, 72, pp: 93-98.
23. Sacala, E., Podgorska-Lesiak, M. and Demczuk, A. (2008). Glufosinate phytotoxicity to maize under salt stress conditions. *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol, 17, No, 6, pp: 993-996.
24. Stahlman, P.W. and Phillips, W.M. (1979). Effects of water quality and spray volume on glyphosate phytotoxicity. *Weed Science*, Vol, 1, pp: 38-41.
25. Swanton, C.J., Huang, J.Z., Shrestha, A., Tollenaar, M., Deen, W. and Rahimian, H. (2000). Effects of temperature and photoperiod on the phenological development of barnyardgrass. *Agronomy Journal*, Vol, 92, pp: 1125–1134.
26. Thelen, K.D., Jackson, E.P. and Penner, D. (1995). The basis for the hard water antagonism of glyphosate activity. *Weed Science*, Vol, 43, pp: 541-548.
27. Tu, M., Hurd, C. and Randall, J.M. (2001). *Weed Control Methods Handbook: Tools and techniques for use in natural areas*. The Nature Conservancy. Pp. 219.
28. Waite, J., Thompson, C.R., Peterson, D.E., Currie, R.S., Olson, B.L., Stahlman, P.W. and Al-Khatib, K. (2013). Differential kochia (*Kochia scoparia*) populations response to glyphosate. *Weed Science*, Vol, 61, No, 2, pp: 193-200.