

اثر دز و زمان مصرف علف‌کش ریمسولفورون بر کنترل برخی علف‌های هرز و عملکرد غده

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*)

سیده آسیه خاتمی^۱، محمد تقی آل ابراهیم^{۲*} و رقیه مجد^۱

۱- دانشجوی دکتری علوم علف‌های هرز، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران ۲- دانشیار علوم علف‌های هرز، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۴

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱

چکیده

به منظور بررسی اثر دز و زمان‌های کاربرد علف‌کش ریمسولفورون بر کنترل برخی علف‌های هرز و عملکرد غده سیب‌زمینی، آزمایشی مزرعه‌ای در نزدیکی اردبیل در سال ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل مقادیر مختلف علف‌کش ریمسولفورون (صفر، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) و کاربرد علف‌کش ریمسولفورون در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی (سبز شدن، استولون‌زایی و حجیم‌شدن غده) بودند. همچنین یک تیمار وجین کامل (بدون علف‌هرز) به عنوان شاهد برای صفات مربوط به عملکرد در نظر گرفته شد. تجزیه‌های آماری نشان داد کاربرد ریمسولفورون به میزان ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، باعث کاهش زیست توده علف‌های هرز به میزان ۹۴/۶ درصد نسبت به شاهد بدون وجین (با علف‌هرز) شد. که با دزهای ۳۰ و ۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. از بین زمان‌های کاربرد ریمسولفورون در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی، مرحله سبز شدن سیب‌زمینی بالاترین درصد کاهش زیست توده علف‌های هرز را ایجاد کرد. از سویی دیگر، کاربرد ریمسولفورون به میزان ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مرحله سبز شدن سیب‌زمینی، بالاترین متوسط وزن غده در بوته، عملکرد تک بوته و عملکرد کل غده در هکتار را ایجاد کرد. که با دزهای ۳۰، ۴۰ و ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. نتایج ارزیابی چشمی بوته‌های سیب‌زمینی نشان داد که ریمسولفورون کمترین خسارت را به سیب‌زمینی وارد کرد که قابل چشم‌پوشی بود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، دز-پاسخ، وزن خشک علف‌های هرز

*Corresponding author. E-mail: m_brahim@uma.ac.i

مقدمه

نماید. در ایران و بویژه در منطقه اردبیل، روش مرسوم در کنترل علف‌های‌هرز سیب‌زمینی، استفاده از علف‌کش‌های متری‌بیوزین و پاراکوات، و جین دستی و کولتیواتور است که در اوایل فصل رشد انجام می‌شود و علف‌های‌هرز تابستانه با این روش‌ها به خوبی کنترل نشده و عملکرد محصول را شدیداً کاهش می‌دهند (Alebrahim et al., 2011). همچنین علف‌کش‌های مذکور از نظر تعداد و تنوع محل عمل بسیار محدود می‌باشند و هر دو علف‌کش دو منظوره و دارای محل عمل فتوسیستمی (متری‌بیوزین بازدارنده فتوسیستم دو و پاراکوات بازدارنده فتوسیستم یک) می‌باشند (Alebrahim et al., 2013).

علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره علف‌کش‌های سیستمیک، انتخابی هستند که عمدتاً در محصولاتی مانند ذرت، گندم، جو، کلزا و سیب‌زمینی، اغلب به صورت پس‌رویشی به کار برده می‌شوند (Russel et al., 2002). علت موفقیت پذیرش سریع علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره توسط کشاورزان به دلیل کارایی بالا، میزان مصرف کم آنها (۲ تا ۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) و سمی بودن کم برای پستانداران ($LD_{50} > 5000$ mg/kg) می‌باشد (Beyer, 1988; Boschini et al., 2007). علف‌کش سولفونیل‌اوره بوده و برای کنترل علف‌های‌هرز سیب‌زمینی در کالیفرنیا، واشینگتون، اورگان، ماین و ایداهو به ثبت رسیده است و می‌تواند قبل یا پس از سبز شدن سیب‌زمینی به کار برود (Hutchinson et al., 2005).

تونکز و ابرلین (Tonks & Eberlein, 2001) در طی آزمایش‌های مزرعه‌ای نشان دادند که کاربرد علف‌کش ریمسولفورون به میزان ۳۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به صورت پس‌رویشی کنترل مناسبی از علف‌های‌هرز ایجاد نموده و عملکردی معادل ۴۰/۳۰ تن در هکتار ایجاد کرده است. هاتچینسون و همکاران (Hutchinson et al., 2004) نیز گزارش کردند ریمسولفورون به میزان ۲۶ گرم در هکتار به صورت پس‌رویشی بکار رفت و عملکرد ۳۶/۱ تن در هکتار را تولید کرده

در مقیاس جهانی، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از مواد غذایی با ارزش محسوب شده و از جمله مهم‌ترین محصولات است که قسمت عمده‌ای از نیازهای غذایی بشر را تأمین می‌کند (Fabrio et al., 2001). سازمان فائو سطح زیر کشت سیب‌زمینی در ایران را در سال ۲۰۱۴ میلادی ۱۵۸۹۵۸ هکتار با متوسط عملکرد حدود ۲۹/۶ تن در هکتار گزارش کرده است (FAO, 2014). در اکوسیستم‌های کشاورزی، علف‌های‌هرز یکی از عوامل اصلی کاهش کمی و کیفی محصول می‌باشند. بنابراین مدیریت علف‌های‌هرز یکی از جنبه‌های مهم تولید در هر نظام کشاورزی است. اولین پی‌آمد وجود علف‌های‌هرز در کنار گیاهان زراعی افزایش تراکم جامعه گیاهی است که موجب محدودیت آب، مواد غذایی و نور می‌شود که در نهایت موجب کاهش عملکرد می‌گردد. ولی با کنترل صحیح و به موقع آنها می‌توان از کاهش کمی و کیفی عملکرد سیب‌زمینی به نحو مطلوبی جلوگیری کرد (Bond & Turner, 2005).

روش‌های کنترل علف‌های‌هرز شامل روش‌های مکانیکی، زراعی، بیولوژیکی و شیمیایی هستند (Padhyaya & Blackshaw, 2007). روش‌های کنترل شیمیایی در سال‌های اخیر بسیار توسعه یافته و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اثر سریع، قابلیت انتخاب بیولوژیکی و همچنین امکان کاربرد علف‌کش در مقادیر کم و به همراه حجم کم آب از جمله مهم‌ترین دلایل توسعه سریع علف‌کش‌ها است (Zimdahl, 2007).

آل‌ابراهیم و همکاران (Alebrahim et al., 2012) در ارتباط با کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز در سیب‌زمینی اظهار داشتند با توجه به دوره زمانی نسبتاً وسیع رویش علف‌های‌هرز مزارع سیب‌زمینی و عدم مؤثر بودن روش‌های موجود در کنترل علف‌های‌هرز لازمست عملیات کنترل علف‌های‌هرز طوری برنامه‌ریزی شود که بتواند در طول دوره رشد، آنها را کنترل

دریا اجرا گردید. خاک مزرعه دارای بافت رسی لومی، pH برابر ۷/۷۲ و هدایت الکتریکی ۱/۴۰ دسی زیمنس بر متر بود. جهت آماده‌سازی بستر، شخم عمیق پاییزه در سال ۱۳۹۲ با گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۳۰ سانتی‌متر انجام شد. عملیات شخم ثانویه شامل دیسک‌زنی و تهیه جوی و پشته‌ها بعد از مساعد شدن شرایط محیطی در بهار ۱۳۹۳ انجام شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل با تیمار شاهد در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در زمینی به مساحت تقریبی ۹۰۰ متر مربع اجرا شد. طول و عرض هر کرت به ترتیب ۳/۵ و ۳ متر و هر کرت شامل چهار خط کاشت بود بطوری که فاصله ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌های سیب‌زمینی ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف در نظر گرفته شد (روی هر پشته ۱۲ بوته). به منظور حذف اثرات حاشیه‌ای، دو خط کناری و نیم متر از دو انتهای کرت به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. عملیات کاشت غده‌های بذری سیب‌زمینی در ۲۹ و ۳۰ فروردین ماه ۱۳۹۳ و به صورت دستی در عمق ۲۰ سانتی‌متری (Van der Zaag., 1992) انجام گرفت. رقم سیب زمینی مورد استفاده آگریا بود که بیشترین درصد سطح زیر کشت سیب‌زمینی در کشور را شامل می‌شود (Anonymous, 2003). رقم آگریا از تلاقی بین (Quarta × Semlo) اصلاح شده است و در سال ۱۹۹۷ میلادی در کانادا گواهی‌نامه‌ای به شماره ۴۵۷۷ را دریافت کرد (NIVAP, 2007).

تیمارهای مورد بررسی عبارت بودند از: فاکتور اول: مقادیر مختلف علف‌کش ریمسولفورون (تیتوس ۲۵ درصد دی اف) (صفر، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) و فاکتور دوم، کاربرد علف‌کش ریمسولفورون در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی شامل مرحله سبزشدن (۴۳ روز بعد از کاشت)، استولون‌زایی (۶۳ روز بعد از کاشت) و حجیم شدن غده (۸۸ روز بعد از کاشت)؛ همچنین تیمار وجین کامل (بدون علف‌هرز)^۳ به عنوان شاهد برای صفات مربوط به

است. کاربرد ریمسولفورون به میزان ۲۶-۱۸ گرم در هکتار، تاج‌ریزی^۱ و علف‌خرچنگ^۲ را بدون آسیب زدن به سیب‌زمینی کنترل کرد و عملکرد محصول را بالا برد همچنین مخلوط ریمسولفورون سولفورون و هالوسولفورون نیز تاج‌ریزی و علف‌خرچنگ را کنترل و عملکرد را بالا برد (Robinson et al., 1996).

با توجه به مطالب فوق، بررسی تأثیر مصرف علف‌کش ریمسولفورون بر کنترل علف‌های هرز سیب‌زمینی ضروری می‌باشد. از طرف دیگر، زمان استفاده از علف‌کش برای مبارزه شیمیایی مناسب با علف‌های هرز امری مهم و ضروری تلقی می‌شود. کنترل مطلوب علف‌های هرز زمانی حاصل خواهد شد که علف‌کش در زمان مناسب استفاده شده و شدت رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی را کاهش دهد (Nice et al., 2003). موسلی و هاتزیوس (Moseley & Hatzios, 1993) گزارش کردند که مصرف علف‌کش‌ها در زمان نامناسب باعث ایجاد تنش در گیاه می‌شود و تحمل آن به علف‌کش را کاهش می‌دهد. بنابراین استفاده به موقع علف‌کش، علاوه بر کنترل مناسب علف‌هرز و عدم خسارت به گیاه زراعی، باعث جلوگیری از اتلاف هزینه و آلودگی محیط زیست می‌شود.

هدف از این تحقیق بررسی کارایی علف‌کش ریمسولفورون در کنترل علف‌های هرز مزرعه سیب‌زمینی و تعیین مناسب‌ترین زمان و مقدار مصرف این علف‌کش مورد بررسی بر اساس درصد کاهش زیست توده علف‌های هرز و افزایش عملکرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳ در سه کیلومتری شهر اردبیل و در منطقه شیخ کلخوران با مختصات جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۶ دقیقه و ۵۶ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه و ۴۴ ثانیه طول شرقی با ارتفاع ۱۳۵۰ متری از سطح

^۱ *Solanum sarrachoides* Sendtn.

^۲ *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.

^۳ Weed free

$$(۱) \quad 100 \times \frac{\text{تعداد کرت با حضور گونه خاص}}{\text{تعداد کرت‌های آزمایشی}} - \text{درصد فراوانی علف‌های‌هرز}$$

تجزیه آماری

به منظور محاسبه راندمان کنترل علف‌های‌هرز، رابطه پیشنهادی سومانی (Somanni., 1992) مورد استفاده قرار گرفت:

$$(۲) \quad WCE = \frac{A-B}{A} \times 100$$

در این رابطه، WCE کارایی کنترل علف‌های‌هرز (درصد کاهش تراکم یا زیست توده علف‌هرز)، A تراکم یا زیست توده علف‌های‌هرز در کرت شاهد بدون وجین و B تعداد یا زیست توده علف‌های‌هرز در کرت‌های تیمار شده، بودند. در تجزیه آماری از آنالیز واریانس در قالب طرح آماری آزمایش فاکتوریل برای مقایسه بین اثر دزهای مختلف استفاده شد و همچنین برای مقایسه بین روند دز- پاسخ علف‌های‌هرز از آنالیز رگرسیون استفاده شد. توابع مورد استفاده عبارت بودند از:

تابع سیگموییدی ۳ پارامتره:

$$(۳) \quad y = a / (1 + e^{-(x - x_0)/b}))$$

پارامترهای موجود در تابع سیگموییدی به شرح زیر است (Seefeldt et al., 1995):

a: حداکثر زیست توده علف‌های‌هرز، b: شیب خط و $X_0(ED_{50})$ = دز علف‌کش لازم برای کاهش زیست توده علف‌های‌هرز به میزان ۵۰ درصد. برای رسم گراف و محاسبه معادلات رگرسیون از نرم افزار EXCEL 2013 و Sigmaplot و 11 جهت تجزیه داده‌ها و مقایسه اورتوگونال از نرم افزارهای SAS 9.1 و MSTATC استفاده گردید؛ همچنین مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد در نظر گرفته شد. در طول فصل رشد کرت‌های مربوط به وجین کامل (کنترل کامل علف‌های‌هرز) مرتباً وجین شدند و با مشاهده سوسک کلرادو، مزرعه با سم ایمیداکلوپراید (کونفیدور^۱) علیه این آفت سم‌پاشی شد. علف‌کش ریمسولفورون توسط سم‌پاش پستی مدل Inter با یک نازل بادبزن ۸۰۰۱ بکار برده شد. سرعت و فشار سم‌پاشی در تمام تیمارها تقریباً ثابت و میزان پاشش برای ۲۵۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شدند. سه هفته بعد از هر مرحله سم‌پاشی، نمونه‌برداری علف‌های‌هرز توسط واحدهای نمونه‌برداری (کوادرات 0.50×0.75 متر مربع) انجام شد و نمونه‌های برداشت شده به تفکیک درون پاکت‌های نمونه‌برداری قرار گرفته و بعد از شمارش تعداد بوته‌ها بر اساس گونه، اندام‌های هوایی مربوط به هر گونه به طور مجزا در پاکت‌های مخصوص قرار داده شده و برای تعیین وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد داخل آون قرار گرفتند پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها وزن زیست توده آنها ثبت گردید.

بعد از اتمام دوره رشد و رسیدگی کامل غده‌های سیب‌زمینی، به منظور تعیین عملکرد کل سیب‌زمینی و اجزای آن به ترتیب ۱۲ بوته از یک ردیف و شش بوته بطور تصادفی از ردیف دیگر در تاریخ ۱۵ شهریور ۱۳۹۳ برداشت شد. همه غده‌های هر یک از بوته‌هایی که به صورت تصادفی انتخاب شده بود به‌طور جداگانه شمارش شده و در نهایت میانگین آنها برای یک بوته در هر تیمار یادداشت گردید؛ همچنین نسبت به توزین هر یک از غده‌ها اقدام گردید و میانگین آنها برای یک بوته یادداشت گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد کل غده در هکتار، محصول بوته‌های یک ردیف (۱۲ بوته) از هر کرت در آزمایشگاه پس از تمیز کردن گل و مواد زائد غده‌ها نسبت به توزین آنها اقدام شد، سپس به هکتار تعمیم داده شد. درصد فراوانی علف‌های‌هرز موجود در مزرعه با استفاده از فرمول ذیل محاسبه شد (Baghestani et al., 2007):

² Confidour

سیب‌زمینی، کاربرد علف‌کش ریمسولفورون در مرحله سبز شدن سیب‌زمینی توانست بالاترین درصد (۶۸/۰۸ درصد) کاهش زیست توده کل علف‌های هرز را ایجاد کند (شکل ۲). مرحله حجیم شدن غده دارای پایین‌ترین میزان درصد کاهش زیست توده کل علف‌های هرز بود. این نتیجه بیانگر این مطلب است که کارایی علف‌کش مذکور در کنترل علف‌های هرز در مرحله سبز شدن مطلوب‌تر از سایر مراحل می‌باشد. علف‌های هرز در زمان سبز شدن سیب زمینی بسیار کوچک و حساس به کاربرد علف‌کش بوده و دارای کوتیکول کمتر توسعه یافته‌ای هستند که کاربرد علف‌کش در این مرحله می‌تواند با جذب بهتر آن‌ها، موجب انتقال غلظت مؤثر آنها به جایگاه عمل شده و موجبات کنترل آن‌ها را فراهم آورد. در این مرحله هر چند که علف‌های هرز وزن خشک قابل ملاحظه‌ای نداشتند اما این نکته حائز اهمیت است که همین گیاهچه‌های کوچک می‌توانند در مراحل بعدی، گیاهی بزرگ شده و به شدت آب و مواد غذایی را از دسترس گیاه زراعی دور کنند. بنابراین کاربرد علف‌کش در این مرحله می‌تواند مانع از چیرگی علف‌های هرز در مزرعه گردد.

متوسط وزن غده سیب‌زمینی

نتایج مقایسات اورتوگونال نشان داد که تیمار وجین کامل در مقایسه با کاربرد علف‌کش ریمسولفورون، تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر متوسط وزن غده داشت (جدول ۳). کاربرد علف‌کش ریمسولفورون نسبت به تیمار عدم کنترل متوسط وزن غده را ۱۰/۱۲ درصد افزایش داد (شکل ۳). متوسط وزن غده در هر بوته در تیمار وجین کامل نسبت به کاربرد علف‌کش ۱۷/۹۰ درصد بیشتر بود (شکل ۴). مقایسه میانگین کاربرد دزهای مختلف علف‌کش ریمسولفورون نشان داد که بالاترین متوسط وزن غده در هر بوته در دز ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بود و کمترین متوسط وزن غده در هر بوته به ترتیب در تیمار عدم کنترل و دز ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بود که اختلاف معنی‌داری بین تیمار عدم کنترل و دز ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار نبود (شکل ۵).

نتایج حاصل از محاسبه درصد فراوانی علف‌های هرز نشان داد که بیشترین درصد فراوانی علف‌های هرز به ترتیب مربوط به سلمه‌تره (*Chenopodium album* L) (۱۰۰٪)، پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.) (۹۲/۰۶٪) و تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) (۹۰/۴۸٪) و کمترین درصد فراوانی علف‌های هرز نیز مربوط به بی‌تی‌راخ (*Galium tricorntum* D.) (۱۴/۲۹٪)، غازایاغی (*Falcaria vulgaris* Bernh.) (۱۱/۱۱٪)، کنگر صحرایی (*Cirsium arvense* L. (Scop.)) (۳/۱۷٪) و گاوجاق‌کن (*Lactuca scariola* L.) (۱/۵۸٪) بود.

کنترل علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده از درصد کاهش زیست توده کل علف‌های هرز نشان داد که دزهای مختلف علف‌کش ریمسولفورون و زمان کاربرد تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر زیست توده علف‌های هرز داشت (جدول ۱). در بین دزهای مورد بررسی دز پنج گرم ماده مؤثره در هکتار باعث کاهش زیست توده علف‌های هرز به میزان ۲۷/۶۳ درصد شد و در دز ۵۰ گرم در هکتار این میزان به ۹۴/۶۳ درصد رسید. که با دزهای ۳۰ و ۴۰ گرم تفاوت معنی‌داری نداشت. واکنش دز- پاسخ علف‌کش ریمسولفورون از تابع سیگموئیدی سه پارامتره تبعیت نمود. با توجه به شکل ۱ و جدول ۲ مشاهده می‌شود که ED₅₀ ریمسولفورون برای زیست توده علف‌های هرز ۱۱/۶۱ بوده است. گزارش شده است که کاربرد پس‌رویشی ریمسولفورون، تاج‌ریزی^۱ و بسیاری از علف‌های هرز مشکل ساز در مزارع سیب‌زمینی را کنترل کرد (Hutchinson et al., 2004; Greenland & Alebrahim et al., 2012). آل‌ابراهیم و همکاران (Alebrahim et al., 2013) گزارش کردند که کاربرد ریمسولفورون به میزان ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار زیست توده سلمه‌تره و تاج‌خروس را ۹۵ درصد کاهش داد. در بین زمان‌های کاربرد ریمسولفورون در مراحل مختلف رشدی

^۱ solanum spp.

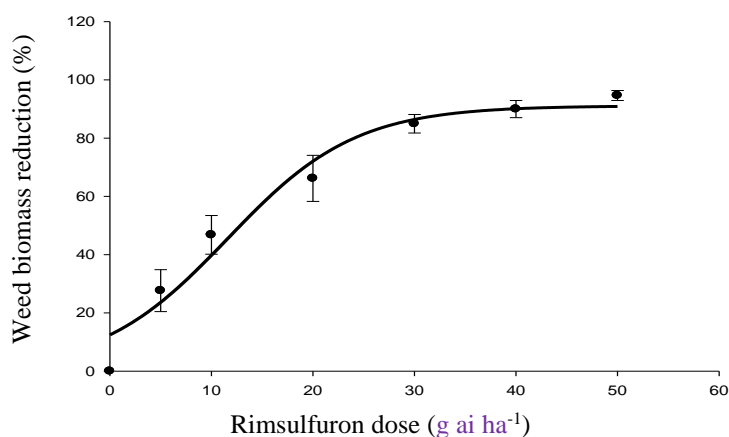
جدول ۱. تجزیه‌های آماری تأثیر فاکتورهای مورد مطالعه بر درصد کاهش زیست توده علف‌های هرز.

Table 1. Statistical analysis of effect of studied factors on weed biomass reduction percentage.

Source of variation	df	MS
		Weed biomass
Replication	2	673.586**
Herbicide dose	6	11349.548**
Application time	2	1811.269**
Herbicide dose * Application time	12	160.395 ^{ns}
Error	40	152.46
C.V. (%)	-	21.07

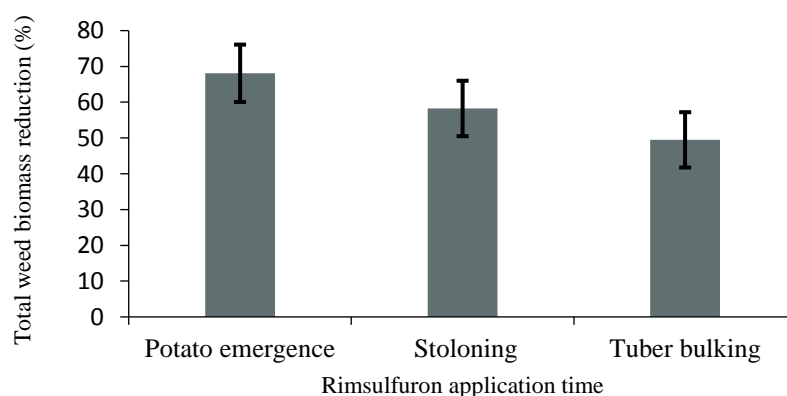
^{ns} غیر معنی‌دار و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

^{ns}, and **: Not-significant, Significant at the 1% probability levels, respectively



شکل ۱. روند پاسخ درصد کاهش زیست توده کل علف‌های هرز در دزهای مختلف علف‌کش ریمسولفورون.

Figure 1. The dose – response trend of total weed biomass reduction percentage at different doses of rimsulfuron.



شکل ۲. تأثیر زمان کاربرد ریمسولفورون در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بر درصد کاهش زیست توده کل علف‌های هرز.

Figure 2. The effect of rimsulfuron application time at different potato growth stages on total weed biomass reduction percentage.

مرحله حجیم شدن غده سیب‌زمینی بود. کاربرد ریمسولفورون در مرحله سبز شدن نسبت به حجیم شدن سیب‌زمینی وزن متوسط غده را ۱۸/۴۴ درصد افزایش داد (شکل ۳). در واقع کاربرد علف‌کش ریمسولفورون در مرحله سبز شدن طول دوره رقابتی را کاهش و مانع از غالب شدن علف‌های هرز در جذب آب و عناصر غذایی شده و باعث افزایش توان رقابتی سیب‌زمینی می‌شود.

کاربرد دزهای ۵۰، ۴۰، ۳۰، ۲۰ و ۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به ترتیب باعث افزایش ۲۱/۲، ۱۲/۶، ۱۰/۳، ۸/۷ و ۶/۸ درصدی متوسط وزن غده در بوته نسبت به تیمار عدم کنترل شد جاسوال (Jaiswal., 1992) اظهار داشت که علف‌های هرز مزارع سیب‌زمینی از طریق کاهش وزن غده‌ها باعث کاهش کمیت و کیفیت سیب‌زمینی شدند.

نتایج حاصل از داده‌های آماری نشان داد که بالاترین متوسط وزن غده در مرحله سبز شدن سیب‌زمینی و کمترین آن در

جدول ۲. برآورد پارامترهای بدست آمده از تابع سیگموئیدی برای علف‌کش ریمسولفورون.

Table 2. Estimated sigmoidal parameters for rimsulfuron.

Variable	a	b	(ED ₅₀) x ₀	R ²
Weed biomass	91.08 ± 5.78	6.30 ± 1.72	11.61 ± 2.00	%96

شاخص ED₅₀ غلظتی از علف‌کش است که زیست توده علف‌های هرز را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد.

ED₅₀ index is the herbicide dose reduced weed biomass by 50%.

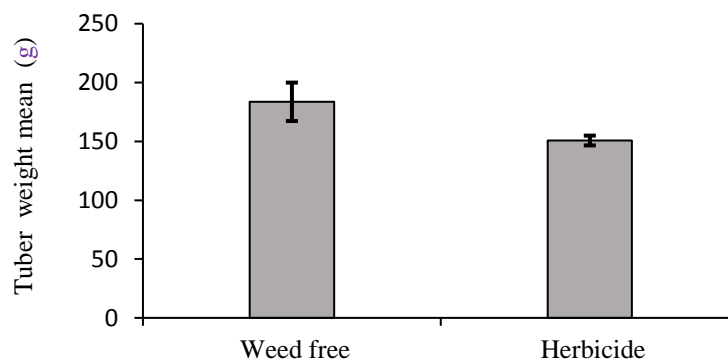
جدول ۳. تجزیه‌های واریانس تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر روی متوسط وزن غده، عملکرد تک بوته و عملکرد کل غده.

Table 3. Analysis of variance of studied treatments effect on mean weight of tuber, yield per plant and total tuber yield.

Source of variation	df	MS		
		Mean weight of tuber	Yield of per plant	Total tuber yield
Replication	2	402.47 ^{ns}	223.57 ^{ns}	25 ^{ns} .41
Weed free	1	2519.01*	92633.3**	*94.195
Herbicide dose	6	1536.32*	65156.03**	72*.147
Application time	2	3790.31**	189288.22**	98**.419
Herbicide dose * Application time	12	852.40 ^{ns}	6153.18 ^{ns}	96 ^{ns} .51
Error	42	641.80	4282.87	77.49
C.V. (%)	-	17.06	5.86	81.16

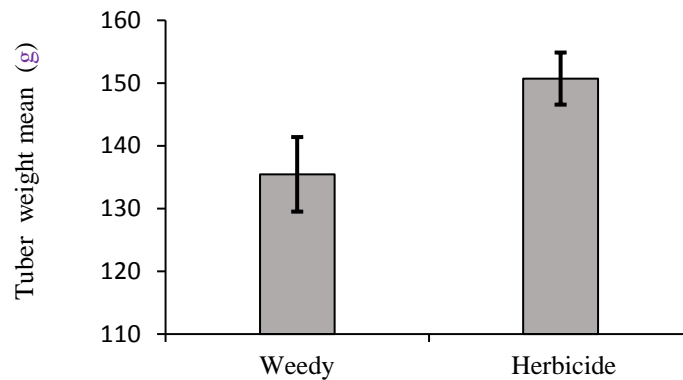
^{ns}، ** و * : به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

^{ns}، ** and * : Not-significant, Significant at the 1% and 5% probability levels, respectively



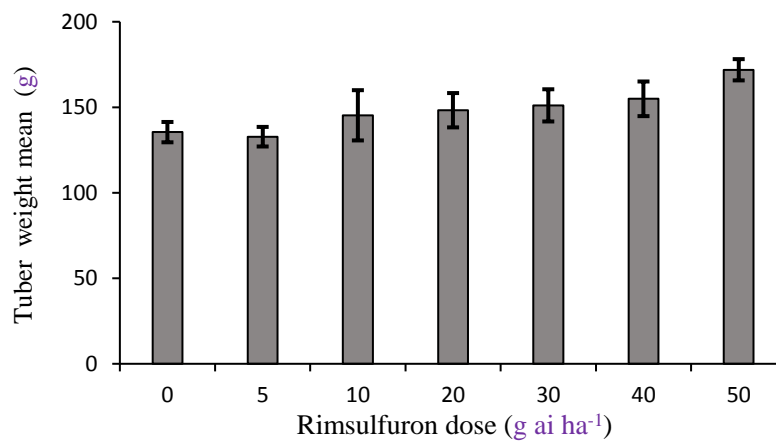
شکل ۳. تأثیر شاهد بدون وجین در مقایسه با کاربرد علف‌کش بر متوسط وزن غده در بوته سیب‌زمینی.

Figure 3. The effect of weedy compared to herbicide application treatments on mean weight of potato tuber.



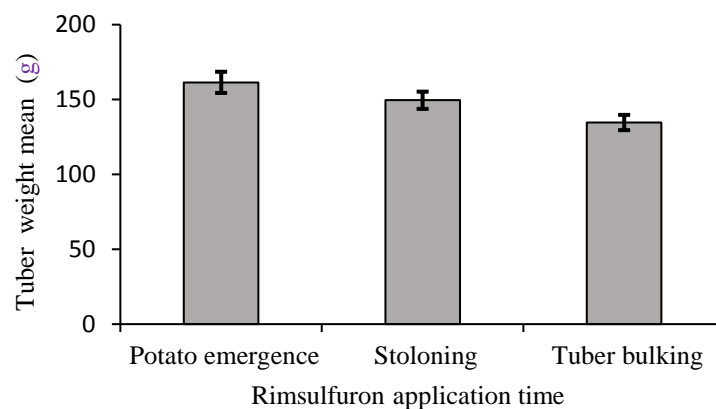
شکل ۴. تأثیر وجین کامل در مقایسه با کاربرد علف‌کش بر متوسط وزن غده در بوته سیب‌زمینی.

Figure 4. The effect of weed free compared to herbicide application treatments on mean weight of potato tuber.



شکل ۵. تأثیر دزهای مختلف علف‌کش ریمسولفورون بر متوسط وزن غده در بوته سیب‌زمینی.

Figure 5. The effect of rimsulfuron different dosages on mean weight of potato tuber.



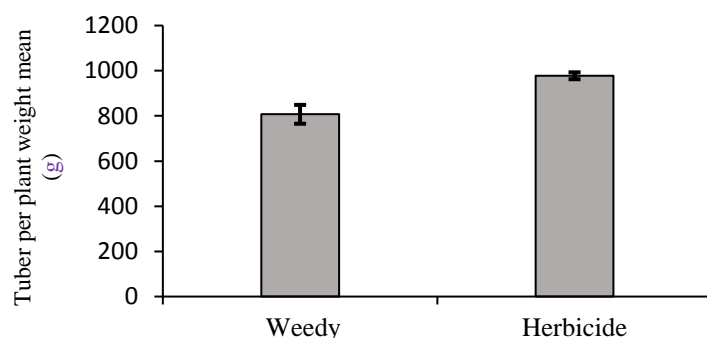
شکل ۶. تأثیر زمان کاربرد ریمسولفورون در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بر متوسط وزن غده در بوته سیب‌زمینی.

Figure 6. The effect of rimsulfuron application time at different growth stages of potato on mean weight of potato tuber.

متوسط عملکرد تک بوته سیب‌زمینی

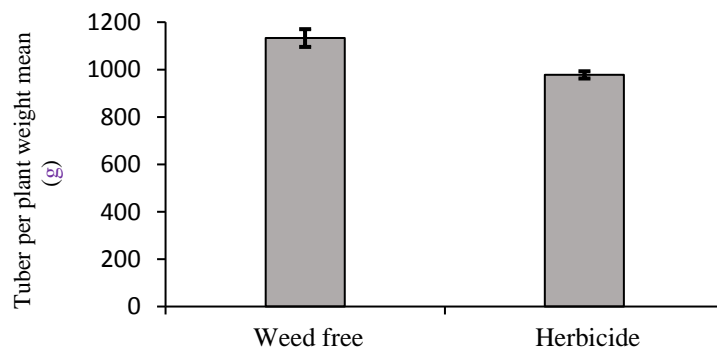
نتایج مقایسات اورتوگونال نشان داد که تیمار وجین کامل در مقایسه با کاربرد علف‌کش ریمسولفورون، تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر متوسط وزن غده داشت. کاربرد علف‌کش ریمسولفورون نسبت به تیمار عدم کنترل متوسط عملکرد تک بوته را $15/4$ درصد افزایش داد (شکل ۷). متوسط عملکرد تک بوته در تیمار وجین کامل نسبت به کاربرد علف‌کش $11/6$ درصد بیشتر بود (شکل ۸). مقایسه میانگین کاربرد دزهای مختلف علف‌کش ریمسولفورون نشان داد که بالاترین متوسط عملکرد تک بوته در دز 50 گرم ماده مؤثره در هکتار بود و کمترین متوسط عملکرد تک بوته در تیمار عدم کنترل بود. کاربرد دزهای 50 گرم ماده مؤثره در هکتار باعث افزایش $20/8$ درصدی متوسط عملکرد تک بوته

نسبت به تیمار عدم کنترل شد. که این نتایج در شکل ۹ قابل مشاهده است. عملکرد غده سیب‌زمینی نسبت مستقیم با درصد کنترل علف‌های هرز و رابطه معکوس با تراکم و زیست توده علف‌های هرز داشت. به عبارت دیگر، تیمار مدیریتی که کنترل بهتر علف‌های هرز و در نتیجه کاهش تراکم و ماده خشک آن‌ها را به دنبال داشته باشد، افزایش شاخص سطح برگ و در نهایت عملکرد محصول را باعث می‌شود (Rashedmohassel *et al.*, 2011). نتایج حاصل از داده‌های آماری نشان داد که بالاترین عملکرد تک‌بوته در مرحله سبز شدن و پایین‌ترین در مرحله حجیم شدن بود. کاربرد علف‌کش ریمسولفورون در مرحله سبز شدن نسبت به مراحل استولون‌زایی و حجیم شدن عملکرد تک بوته را به ترتیب $10/3$ و $18/9$ درصد افزایش داد (شکل ۱۰).



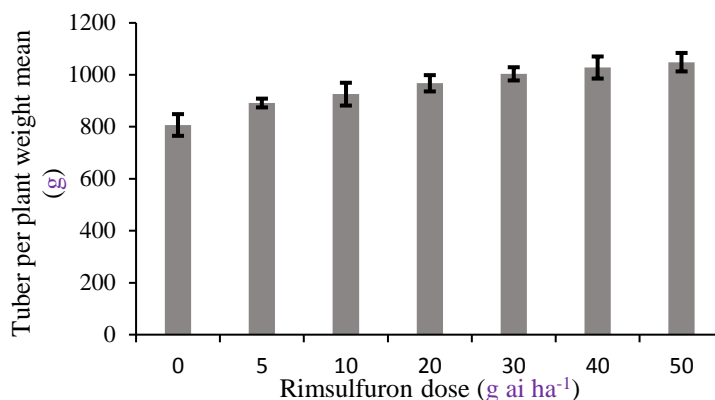
شکل ۷. تأثیر شاهد بدون وجین در مقایسه با کاربرد علف‌کش بر میانگین عملکرد تک بوته سیب‌زمینی.

Figure 7. The effect of weedy compared to herbicide application treatments on mean weight of tuber per plant.



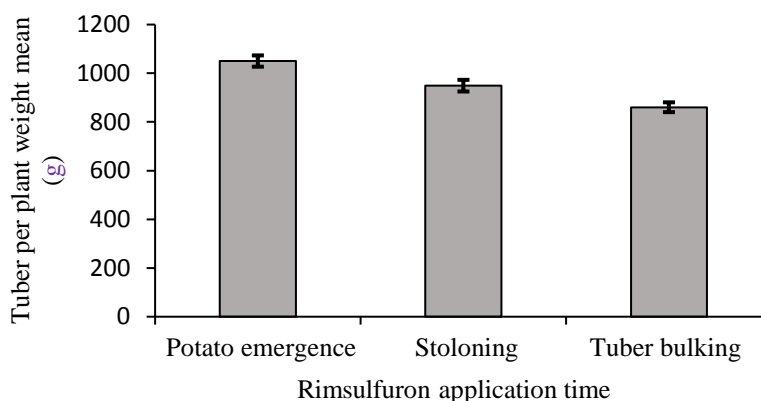
شکل ۸. تأثیر وجین کامل در مقایسه با کاربرد علف‌کش بر میانگین عملکرد تک بوته سیب‌زمینی.

Figure 8. The effect of weed free compared to herbicide application treatments on mean weight of tuber per plant.



شکل ۹. تأثیر دزهای مختلف علف‌کش ریمسولفورون بر عملکرد تک بوته سیب‌زمینی.

Figure 9. The effect of rimsulfuron different dosages on mean weight of tuber per plant.



شکل ۱۰. تأثیر زمان کاربرد ریمسولفورون در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بر عملکرد تک بوته سیب‌زمینی.

Figure 10. The effect of rimsulfuron application time at different growth stages of potato on mean weight of tuber per plant.

عملکرد کل

متقابل آنها معنی‌دار نشد (جدول ۳). شکل (۱۳) نشان می‌دهد که در بین دزهای مختلف ریمسولفورون بالاترین عملکرد کل (۴۶/۳ تن در هکتار) در دز ۵۰ گرم و پایین‌ترین آن (۳۶/۸ تن در هکتار) در تیمار عدم کنترل بدست آمد که عملکرد کل در دز ۵ گرم ماده مؤثره در هکتار با تیمار عدم کنترل اختلاف معنی‌داری نداشت. دزهای ۵۰، ۴۰ و ۳۰ گرم ماده مؤثره در هکتار نسبت به عدم کنترل به ترتیب باعث افزایش ۲۰/۵، ۱۹/۹ و ۱۹/۹ درصدی عملکرد کل گردید.

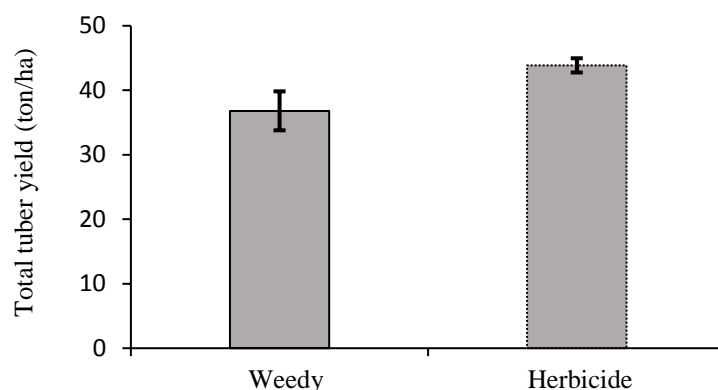
نتایج نشان داد که کاربرد علف‌کش‌ها در مقایسه با عدم کاربرد آنها عملکرد غده سیب‌زمینی را افزایش داد. این افزایش عملکرد عمدتاً ناشی از کاهش اثرات منفی

نتایج مقایسات اورتوگونال نشان داد استفاده از علف‌کش ریمسولفورون عملکرد کل را در مقایسه با عدم کنترل توانست ۱۶/۰۷ درصد (۵/۹ تن در هکتار) افزایش دهد (شکل ۱۱). تیمار وجین کامل نسبت به تیمارهایی که علف‌کش استفاده شده بود به طور میانگین توانست ۱۳/۷ درصد (۵/۹۹ تن در هکتار)، عملکرد کل را افزایش دهد (شکل ۱۲). نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌های مربوط به این صفت نشان داد که دزهای مختلف ریمسولفورون و زمان کاربرد آن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد کل غده داشتند ولی اثرات

(Alebrahim *et al.*, 2011) گزارش کردند که میزان عملکرد سیب‌زمینی هنگام کاربرد پس‌رویشی ریمسولفورون به میزان-های ۳۰، ۴۰ و ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار نسبت به عدم کنترل به ترتیب باعث افزایش ۳۶/۸، ۴۲/۱ و ۴۳/۵ درصدی عملکرد کل گردید

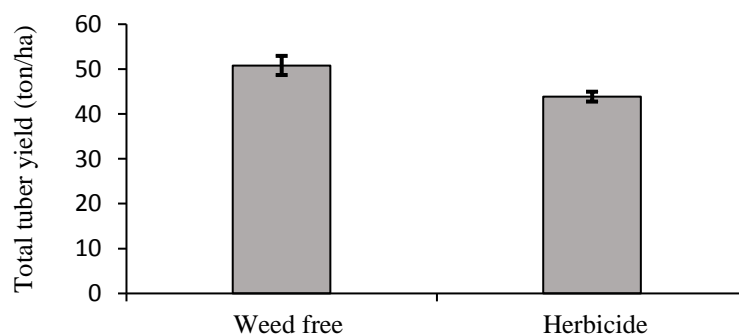
در بین زمان‌های کاربرد ریمسولفورون در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بالاترین عملکرد کل در مرحله سبز شدن و پایین‌ترین آن در مرحله حجیم شدن بود که با استولون‌زایی تفاوت معنی‌داری نداشت. کاربرد ریمسولفورون در مرحله سبز شدن سیب‌زمینی نسبت به مرحله حجیم شدن غده باعث افزایش ۱۷/۹ درصدی عملکرد کل غده شد (شکل ۱۴).

علف‌های هرز می‌باشد. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، در بین تیمارهای علف‌کشی زیست توده علف‌های هرز در کرت‌هایی که سطوح بالای علف‌کش در آن‌ها استفاده شده بود پایین‌تر بود. تونکز و ابرلین (Tonks & Eberlein., 2001) در طی آزمایش‌های مزرعه‌ای نشان دادند که کاربرد علف‌کش ریمسولفورون به میزان ۳۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به صورت پس‌رویشی کنترل مناسبی از علف‌های هرز ایجاد نموده و عملکردی معادل ۴۰/۳ تن در هکتار ایجاد کرده است. هاتچینسون و همکاران (Hutchinson *et al.*, 2004) نیز گزارش کردند ریمسولفورون به میزان ۲۶ گرم ماده مؤثره در هکتار به صورت پس‌رویشی بکار رفت و عملکرد ۳۶/۱ تن در هکتار را تولید کرده است. آل ابراهیم و همکاران



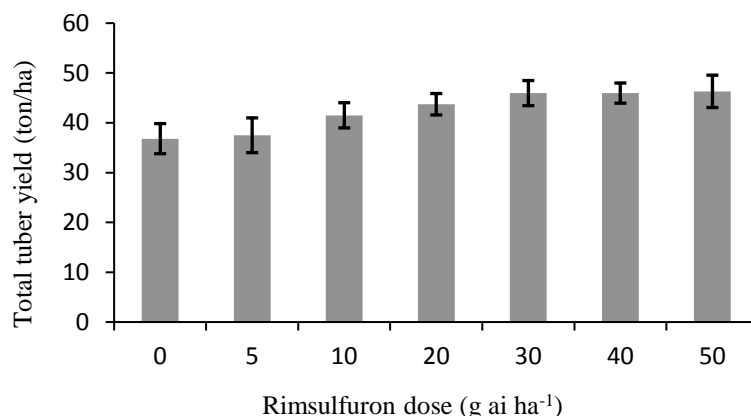
شکل ۱۱. تأثیر شاهد بدون وجین در مقایسه با تیمارهای کاربرد علف‌کش بر میانگین عملکرد کل غده سیب‌زمینی.

Figure 11. The effect of weedy compared to herbicide application treatments on total tuber yield of potato.



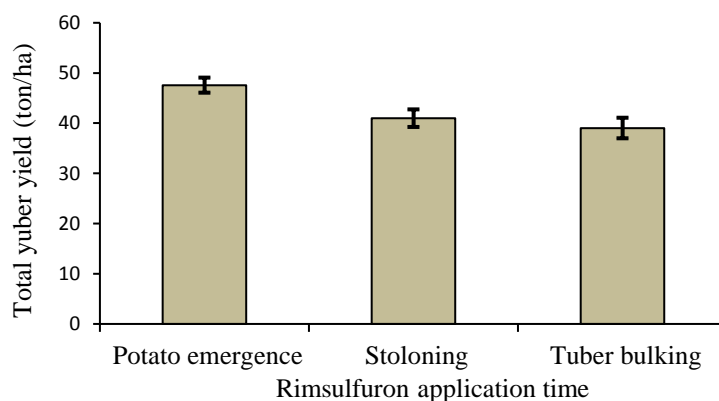
شکل ۱۲. تأثیر وجین کامل در مقایسه با تیمارهای کاربرد علف‌کش بر میانگین عملکرد کل غده سیب‌زمینی.

Figure 12. The effect of weed free compared to herbicide application treatments on total tuber yield of potato.



شکل ۱۳. تأثیر دزهای مختلف علف‌کش ریمسولفورون بر عملکرد کل غده سیب‌زمینی.

Figure 13. The effect of different rimsulfuron dosages on total tuber yield of potato.



شکل ۱۴. تأثیر زمان کاربرد علف‌کش ریمسولفورون در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بر عملکرد کل غده سیب‌زمینی.

Figure 14. The effect of rimsulfuron application time at different growth stages of potato on total tuber yield.

شدن سیب‌زمینی با کاهش وزن خشک علف‌های هرز باعث افزایش متوسط وزن غده، عملکرد تک بوته و عملکرد کل غده شد. از آنجایی که اختلاف آماری معنی‌داری از نظر کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد بین دزهای ۴۰ و ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار وجود نداشت بنابراین به دلیل مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش، مشکلات زیست محیطی و هزینه زیاد کنترل شیمیایی، دز ۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد علف‌کش ریمسولفورون در کنترل علف‌های هرز سیب‌زمینی موثر بود. بطوری که کاربرد دز ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بالاترین درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز را ایجاد نمود. از نقطه نظر زمان کاربرد علف‌کش، کاربرد در مرحله سبز شدن نتیجه بهتری نسبت به مراحل استولون‌زایی و حجیم شدن غده داشت. کاربرد ریمسولفورون در مرحله سبز

- Alebrahim, M.T., Rashed Mohassel, M.H., Wilkacson, S., Baghestani, M.A. and Ghorbani, R.. 2011. Evaluatin of 6 unregistered herbicides efficacy in iran potato fields and herbicide relation to cytochromes P450 mono- oxygenase enzyme. Ph.D. Thesis. Ferdowsi. University of Mashhad, Iran. (In Persian with English summary).
- Alebrahim, M.T., Rashed Mohassel, M.H., Wilcockson, S., Baghestani, M.A. and Ghorbani, R. 2012. Evaluating of some preemergence herbicides for lambsquarter and redroot pigweed control in potato fields. *Plant Protec.* 25: 358- 367.
- Alebrahim M.T., Rashed Mohassel M.H., Wilcockson S., Baghestani, M.A., Ghorbani, R. and Serajchi, M. 2013. Evaluating of some herbicides for common lambsquarter and postrate pigweed control in potato fields. *Electronic J. of Crop Produc.* 6: 19-37. (In Persian with English summary).
- Anonymous. 2003. Production situation of potato in the country. Office vegetable Agriculture Department, Ministry of Agriculture.
- Baghestani, M.A, Zand, E., Soufizadeh, S., Eskandari, A., Pourazar, R., Oveysi, M. and Nassirzadeh, N. 2007. Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). *Crop Protect.* 26: 936– 942.
- Beyer, E.M., Duffy, M.J., Hay, J.V. and Schlueter, D.D. 1988. Herbicides: chemistry, degradation and mode of action. Sulfonyleureas. New York, NY: Marcel Dekker. 89–117.
- Bond, W. and Turner, R. 2005. Weed management outline for potatoes. *Weed Sci.* 51: 94- 101.
- Boschin, G., Agostina, A.D., Antonioni, C., Location, D. and Arnoldi, A. 2007. Hydrolytic degradation of azimsulfuron a sulfonyleurea herbicide. *Chemosphere.* 98: 1312- 1317.
- Fabrio, C., Martin de Santa Olalla, F. and de Juan J.A. 2001. Yeild and size of deficit irrigated potatoes. *Agri. Water Manag.* 48: 255–266.
- FAO. 2014. FAO statistical database. Available at <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Greenland, R.G. and Howatt, K.A. 2005. Rimsulfuron control hairy nightshade, but not Eastern black nightshade, in tomato. *Hort Sci.* 40: 2076-2079.
- Hutchinson, P.J., Bodyston, R.A. and Ransom, C. 2005. Weed management in potatoes with spartan herbicide. *Pacific Northwest Extension Bulletin.* 577.6.
- Hutchinson, P.J.S., Eberlein, C.V. and Tonks, D.J. 2004. Broadleaf weed control and potato crop safety with postemergence rimsulfuron, metribuzine and adjuvant combination. *Weed Technol.* 18: 750- 756.
- Jaiswal, V.P. 1992. Crop –weed competition studies in potato. *J. of Indian potato Assoc.* 18: 131-134.
- Moseley, C. and Hatzios, K. 1993. Uptake, translocation and metabolism of clorimuron in corn (*Zea mays*) and morningglory (*Ipomea* spp). *Weed Technol.* 7: 343-348.
- Nice, G., Johnson, B. and Bauman, T. 2003. Herbicide application timing for corn, soybean and wheat. www.btny.Purdue.edu/weedscience.
- NIVAP. 2007. Netherlands catalogue of potato varieties. Available online at: www.nivap.nl
- Padhyaya, M.K. and Blackshaw, R.E. 2007. Non-chemical Weed Management. CAB International Publishing. 249 Pp.
- Rashed mohassel, M.H., Hajmohammadnia, K. and Hosseini, S.A. 2011. The effect of some chemical and mechanical methods of weed management approach to reduce the use of herbicides in potato (*Solanum tuberosum* L.) production. *Iran. J. of plant protec.* 25: 227- 236. (In Persian with English summary).
- Robinson, D.K., Monks, D.W. and Monaco, T.J. 1996. Potato (*Solanum tuberosum*) tolerance and susceptibility of eight weeds to rimsulfuron with without metribuzin. *Weed Technol.* 10: 29-34.
- Russell, M.H., Saladini, J.L. and Lichtner, F. 2002, Sulfonyleurea herbicides. *Pestic Outlook.* 13: 166– 73.
- Somanni, L. 1992. Dictionary of Weed Science. Argotic Publishing Academy (India).
- Seefeldt, S.S., Jensen, J.E. and Fuerft, E.P. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dese- response relationship. *Weed Technol.* 9: 218- 225.
- Tonks, D.J. and Eberlein, C.V. 2001. Postemergence weed control rimsulfuron and various adjuvants in potato (*Solanum tuberosum*). *Weed Technol.* 15: 613- 616.
- Van der Zaag, D.E. 1992. Potatoes and their cultivations in the Netherlands. NIVAA, the Netherlands.
- Zimdai, R.L. 2007. Fundamentals of weed science. Elsevier Publishing. 689 Pp.

The Effect of Rimsulfuron Application Time and Dose on Weed Control and Potato (*Solanum tuberosum*) Tuber Yield

Seyedeh Asiyeh Khatami¹, Mohammad Taghi Alebrahim² and Roghayeh Majd¹

1- Ph.D Student of Weed Science, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran 2- Associate Professor of Weed Science, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Abstract

In order to study the effect of rimsulfuron application time and dose on weed control and potato tuber yield, a field experiment was carried out in Ardabil during 2014. Treatments included different rates of rimsulfuron (0, 5, 10, 20, 30, 40 and 50 g ai ha⁻¹), and rimsulfuron application time at different potato growing stages (potato emergence, stolon initiation and potato tuber bulking). A weed free treatment was also considered as control for evaluating potato yield components. Results showed that application of 50 g ai ha⁻¹ rimsulfuron reduced weed biomass by 94.6 %. Which was not statistically different from 30 and 40 g ai ha⁻¹. Among rimsulfuron application times, potato emergence produced maximum percent reduction of weed biomass. On the other hand, application of 50 g ai ha⁻¹ at potato emergence stage caused the highest mean weight of potato tuber, tuber per plant and total tuber yield. There was no significant difference between 20, 30 and 40 g ai ha⁻¹. Visual assessment results showed that rimsulfuron had minimum harm in potatoes which was negligible.

Key words: Dose-response, weed dry weight, yield components