Archive of SID

نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد سیزدهم، شماره ۲(۵۰)، تابستان ۱۳۹۸، صفحه ۳۴۰-۳۲۱

اثر اختلاط علف‌کش اگزادیارژیل و ریم‌سولفورون در کنترل علف‌های هرز و عملکرد غده سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

ساناز حنیفه‌زاده اردی[۱]، محمد تقی آل‌ابراهیم[۲*]، و رسول فخاری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۷ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۶/۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۱۱

چکیده

به‌منظور بررسی اختلاط دو علف‌کش اگزادیارژیل و ریم‌سولفورون بر کنترل علف‌های هرز، میزان عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی، آزمایشی در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. فاکتورها شامل علف‌کش‌های ریم‌سولفورن با مقادیر صفر، ۱۲/۵، ۲۵، ۳۷/۵ و۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و اگزادیارژیل با مقادیر صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ لیتر ماده‌ی مؤثره در هکتار و ۵ نسبت اختلاط دو به دو آنها (به‌صورت صفر: ۰/۸، ۱۲/۵: ۰/۶، ۲۵: ۰/۴، ۳۷/۵: ۰/۲ و۵۰: صفر) و فاکتور دوم زمان‌های مختلف کاربرد مخلوط علف‌کش‌ها به صورت پیش‌کاشت و پس از سبز شدن سیب‌زمینی بودند. نتایج تجزیه‌های آماری نشان داد که اثر متقابل نسبت اختلاط دو علف‌کش و زمان کاربرد آنها تأثیر معنی‌داری بر درصد کاهش تراکم سلمه‌تره، تاج‌خروس ریشه قرمز و پیچک‌صحرایی داشتند. بر اساس نتایج این تحقیق، کاربرد اختلاط دو علف‌کش، باعث بهبود کارایی آنها در کنترل علف‌های هرز شد، به‌طوری‌که این علف‌کش‌ها در نسبت اختلاط ۷۵ درصداگزادیارژیل + ۲۵ درصد ریم‌سولفورون تراکم سلمه‌تره و در نسبت اختلاط ۲۵ درصد اگزادیارژیل + ۷۵ درصد ریم‌سولفورون، تراکم تاج‌خروس ریشه‌قرمز و در ۱۰۰ درصد ریم‌سولفورون به تنهایی تراکم پیچک‌صحرایی را به‌ترتیب، ۱۰۰، ۹۴/۶۷ و ۵۹/۶۷ درصد در مرحله پیش کاشت کاهش دادند. اثرات متقابل نسبت اختلاط علف‌کش در زمان مصرف بر صفات وزن متوسط غده، عملکرد تک بوته و عملکرد کل غده معنی‌دار گردید. نتایج عملکرد کل سیب‌زمینی نشان داد که تیمار کاربرد ۲۵ درصد اگزادیارژیل + ۷۵ درصد ریم‌سولفورون در زمان سبز شدن با ۶۹/۱۶ درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد برترین تیمار آزمایش بود. همچنین، نتایج نشان داد با وجود افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز، این افزایش هیچ تأثیر کاهنده‌ای بر عملکرد گیاه سیب‌زمینی نداشت؛ پس، می‌توان نتیجه گرفت اعمال این اختلاط تأثیر سویی بر سیب‌زمینی نداشت.

واژگان کلیدی: پیچک‌صحرایی، پیش‌کاشت، تاج‌خروس ریشه‌قرمز، سبزشدن، سلمه‌تره.

۱- دانشجوی دکتری علوم علف‌های هرز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲- دانشیار علوم علف‌های هرز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳- دانشجوی دکتری علوم علف‌های هرز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
نگارنده‌ی مسئول m_ebrahim@uma.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه در کشورهای مهم تولید سیب‌زمینی در جهان، علف‌کش‌های متعددی مانند ایی‌پی‌تی سی، گلیفوسیت، ترفلان، ستوکسیدیم، متولاکلر، ریم‌سولفورون و پندی‌متالین در مراحل مختلف رشدی، مانند همزمان با کشت و مخلوط با خاک و یا پس از کشت و قبل از سبز شدن سیب‌زمینی و یا به‌صورت پس‌رویشی برای کنترل علف‌های هرز مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از اصلی‌ترین دلایل بکار بردن علف‌کش، کاهش رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های هرز می‌باشد، بدین وسیله شانس موفقیت در دسترسی به مواد غذایی گیاهان زراعی افزایش می‌یابد (Aghaie *et al.*, 2013). علف‌کش ریم‌سولفورون از گروه سولفونیل اوره بوده که برای کنترل علف‌های‌هرز در محصول سیب‌زمینی در آمریکا به ثبت رسیده و می‌تواند به صورت پیش‌رویشی و پس‌رویشی بکار رود (Jahedi and Shimi, 2002). تحمل سیب‌زمینی حتی در مواقع کاربرد مقادیر بیش از دز توصیه شده ریم‌سولفورون به همراه ماده همراه، مطلوب است (Anonymous, 2000).

اگزادیارژیل علف‌کشی از خانواده اکسیدازول‌ها و بازدارنده سنتز پروتوپورفیرینوژن اکسیداز (ppo یا protox) است (Alebrahim *et al.*, 2011). این علف‌کش در ابتدا برای کنترل علف‌های‌هرز در برنج (*Oryza sativa* L.) و نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) معرفی گردید (Dichmann *et al.*, 1997). بنابه گزارش بارب و همکاران (Barbe *et al.*, 2001) کاربرد علف‌کش اگزادیارژیل باعث کنترل موفق علف‌های هرزی چون *Panicum sublbidum*، *Amaranthus viridis*، مرغ خوشه سرخ (*Elusin indica* L.) و تاج‌ریزی سیاه (*Solanum nigrum* L.) شده و در مقایسه با علف‌کش متری‌بوزین در کنترل *Panicum sublbidum* و تاج‌ریزی سیاه موفق‌تر عمل کرده است. نتایج آزمایشی نشان داد که کاربرد اگزادیارژیل به میزان ۰/۸ لیتر ماده مؤثره در هکتار، باعث افزایش درصد غده‌های متوسط و عملکرد کل غده به میزان ۸۱/۲۱ و ۵۹/ ۵۱ گردید (Samadi Khalkhoran *et al.*, 2015). در تحقیق ویلیام و همکاران (William *et al.*, 2001) کاربرد مخلوط متری‌بوزین + ریم‌سولفورون علف‌هرز آمبروزیا (*Ambrosia artemisiifolia*) را ۸۳ تا ۹۵ درصد کنترل نمود. تونکز و همکاران (Tonks *et al.*, 2000) اظهار داشتند که کاربرد اتال‌فلورالین به میزان ۱/۰۵ کیلوگرم در هکتار مخلوط با متری‌بوزین (۰/۲۸ کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار) یا ریم‌سولفورون (۰/۰۱۸ کیلوگرم ماده موثره در هکتار) در زراعت سیب‌زمینی منجر به کنترل علف‌های‌هرز سلمه‌تره، تاج‌خروس و ارزن وحشی تا ۹۸ درصد گردید. تحقیقات بیلی و همکاران (Bailey *et al.*, 2001) نشان داد مخلوط علف‌کش متری‌بوزین و ریم‌سولفورون به‌صورت پس‌رویشی در زراعت سیب‌زمینی، علف‌های‌هرز سلمه‌تره و آمبروزیا را به میزان ۹۳ و ۸۳ درصد کنترل نمود. در آزمایشی بیشترین درصد کاهش تراکم علف‌های‌هرز در دز ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار علف‌کش ریم‌سولفورون حاصل شد (Khatami kalkhoran *et al.*, 2019).

هاچینسون و همکاران (Hutchinson *et al.*, 2005) به‌منظور کنترل علف‌های‌هرز سیب‌زمینی، مخلوط علف‌کش‌های دیمتین‌آمیدپی (آت‌لوک) با متری‌بوزین، ارادیکان، پندی‌متالین و ریم‌سولفورون با کاربرد به‌تنهایی هر یک از این علف‌کش‌ها به صورت قبل از جوانه‌زنی در آمریکا آزمایش کردند. در این آزمایش کاربرد مخلوط

www.SID.ir

Archive of SID

علف‌کش دیمتین آمیدپی در مقایسه با مصرف جداگانه علف‌کش‌ها (بجز متری‌بوزین) در کنترل علف‌های‌هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) و تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexous* L.) کارآمدتر گزارش گردید. کاربرد علف‌کش‌های دیمتین‌آمیدپی با متری‌بوزین، و پندی‌متالین با ریم‌سولفورون کنترل علف‌های‌هرز مورد اشاره را، به‌ترتیب ۹۱-۹۹ درصد و ۹۴-۹۹ درصد بهبود بخشید. ضمناً مخلوط علف‌کش دیمتین آمیدپی با متری‌بوزین و پندی‌متالین به مراتب از سایر تیمارهای مخلوط مؤثرتر بود. کاربرد علف‌کش دیمتین‌امید در مقادیر ۱/۱ تا ۱/۰۷ کیلوگرم در هکتار، علف‌های‌هرز تاج‌ریزی، سلمه‌تره و تاج‌خروس را بیش از ۹۶ درصد در سیب‌زمینی کنترل نمود. در این تحقیق علف‌کش‌های جدید دیمتین‌آمید (آت‌لوک)، سولفن‌ترازون (اسپارتان) و فلومی اکسازین (چاتو) با سایر علف‌کش‌های مرسوم مورد ارزیابی قرار گرفتند. علی‌رغم اینکه اغلب علف‌کش‌های به‌کار رفته در کنترل علف‌های‌هرز موفق بودند، لیکن متری‌بوزین به‌تنهایی بیش از ۹۵ درصد از علف‌های‌هرز را در سیب‌زمینی کنترل نمود. مصرف به‌تنهایی ارادیکان، فلومی-اکسازین و پندی‌متالین کمتر از ۷۰ درصد در کنترل تاج‌خروس مؤثر واقع شد. علف‌کش اسپارتان علف‌های هرز پهن‌برگ را تا ۹۴ درصد و سوروف را ۸۹ درصد کنترل نمود. اگرچه مخلوط اسپارتان+پندی‌متالین و اسپارتان + Duall magnum تأثیر مشابهی در کنترل علف‌های‌هرز داشتند اما حداکثر عملکرد سیب‌زمینی از مخلوط اسپارتان + پندی‌متالین به دست آمد (Ransom *et al*., 2003).

طبق گزارش باجگوز و شامسول (Bajguz and Shamsul, 2009) گیاهان به تمامی تنش‌های زنده و غیر زنده محیط پاسخ می‌دهند، تنش‌ها شامل فعالیت فلزات سنگین، کم‌آبی، شوری زیاد، خراش، تغییرات نوری و دمایی و عوامل بیماری‌زا و آفات است. طبق گزارش نامبردگان تنش‌های غیرزنده موجب تغییرات مورفولوژیکی، مولکولی فیزیولوژیکی و زیستی-شیمیایی می‌شود. ایشان گزارش کردند تنش‌های غیرزنده منجربه تولید هورمون‌هایی نظیر آبسزیک اسید، جاسمونیک اسید، سالسیلیک اسید، براسینواستروئید و اتیلن می‌شوند و در ادامه رادیکال‌های آزاد در گیاه تولید می‌شود که سبب تولید آنزیم کیناز می‌شود، این آنزیم نیز باعث رونویسی فاکتورهای پاسخ به تنش در گیاهان می‌شود. از طرفی بنا به گزارش میچالویچ و دودا (Michalowicz and Duda, 2009) کاتالاز آنزیمی است که پراکسیدهیدروژن را برای تشکیل آب مصرف می‌کند. طبق مطالعات ایشان میزان فعالیت آنزیم کاتالاز تحت تأثیر تنش‌های غیرزنده مثل علف‌کش قرار می‌گیرد.

کاربرد علف‌کش‌ها در مزارع سیب‌زمینی کشور رواج زیادی داشته اما به‌دلیل محدود بودن تعداد علف‌کش‌های موجود، معرفی علف‌کش‌های مناسب و ثبت آنها در زراعت سیب‌زمینی علاوه بر امکان جایگزینی سموم و کاهش احتمال بروز مقاومت در بین علف‌های‌هرز، سهم قابل توجهی از رسیدن به اهداف کاهش خسارت آن را در تلفیق با سایر شیوه‌های مبارزه در پی خواهد داشت. لذا با توجه به اهمیت موضوع و از آنجا که علف‌کش اختصاصی پس رویشی مناسب برای کنترل علف‌های‌هرز مزارع سیب‌زمینی مثل سنکور کم است، لذا آزمایش حاضر با هدف بررسی میزان کارایی نسبت‌های اختلاط علف‌کش ریم‌سولفورون با اگزادیارژیل در کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد سیب‌زمینی به اجرا درآمد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۵ به‌منظور ارزیابی اثر اختلاط علف‌کش‌های ریم‌سولفورون با اگزادیارژیل در کنترل علف‌های هرز و عملکرد اجزای عملکرد سیب‌زمینی رقم آگریا و بررسی تأثیر علف‌کش‌ها روی سیب‌زمینی با سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز سیب‌زمینی، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی با مختصات طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه با ارتفاع ۱۳۵۰ متری از سطح دریا اجرا گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل فاکتور اول نسبت‌های اختلاط دو علف‌کش ریم‌سولفورون و اگزادیاژیل و فاکتور دوم زمان‌های مختلف کاربرد این علف‌کش‌ها شامل (مراحل پیش کاشت و سبز شدن غده سیب‌زمینی) بودند.

طبق بررسی منابع به عمل آمده دز توصیه شده برای علف‌کش ریم‌سولفورون ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (Khatami Kalkhoran *et al.*, 2015) و برای علف‌کش اگزادیارژیل ۰/۸ لیتر ماده مؤثره در هکتار (Samadi Kalkhoran *et al.*, 2014) بود که در این آزمایش نسبت‌های ۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ دز توصیه شده هر یک از علف‌کش‌ها اختلاط گردیدند. بنابراین برای علف‌کش ریم‌سولفورن مقادیر ۰، ۱۲/۵، ۲۵، ۳۷/۵ و ۵۰ گرم ماده موثره در هکتار و برای علف‌کش اگزادیارژیل مقادیر ۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ لیتر ماده‌ی مؤثره در هکتار در نظر گرفته شد که مقادیر مذکور به‌صورت زیر تیمار گردیدند: ۱- نسبت اختلاط ۰:۱۰۰ (بدون کاربرد علف‌کش ریم‌سولفورون + ۰/۸ لیتر ماده‌ی مؤثره در هکتار علف‌کش اگزادیارژیل)، ۲- نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ (۱۲/۵ گرم ماده موثره در هکتار علف‌کش ریم‌سولفورن + ۰/۶ لیتر ماده‌ی مؤثره در هکتار علف‌کش اگزادیارژیل)، ۳- نسبت اختلاط ۵۰:۵۰ (۲۵ گرم ماده موثره در هکتار علف‌کش ریم سولفورن + ۰/۴ لیتر ماده‌ی مؤثره در هکتار علف‌کش اگزادیارژیل)، ۴- نسبت اختلاط ۷۵:۲۵ (۳۷/۵ گرم ماده موثره در هکتار علف‌کش ریم سولفورن + ۰/۲ لیتر ماده‌ی مؤثره در هکتار علف‌کش اگزادیارژیل) و ۵- نسبت اختلاط ۱۰۰:۰ (۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار علف‌کش ریم سولفورن + بدون کاربرد علف‌کش اگزادیارژیل). جهت افزایش دقت آزمایش از شاهد متناظر (هر کرت به دو نیمه تقسیم، نیمه اول به‌عنوان شاهد با علف‌هرز (عدم کنترل) و نیمه دوم به عنوان تیمار) و یک کرت به‌عنوان وجین کامل (کنترل دستی) هم استفاده شد. 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 ۱۳۹۴ با گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۳۰ سانتی‌متر انجام شد. عملیات شخم ثانویه شامل دیسک زنی و تهیه جوی و پشته‌ها در اولین فرصت بعد از مساعد شدن شرایط محیطی در بهار ۱۳۹۵ انجام شد. طول و عرض هر کرت به‌ترتیب ۳/۵ و ۳ متر بود به‌طوری‌که فاصله ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌های سیب‌زمینی بر روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به‌منظور 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 (رقم آگریا) در اواخر فروردین ماه ۱۳۹۵ و به‌صورت دستی در عمق ۲۰ سانتی‌متری انجام گرفت. برای تیمار علف‌کش در

www.SID.ir

Archive of SID

دزهای ذکر شده از سم‌پاش پشتی مدل Inter با نازل بادبزنی ۸۰۰۱ استفاده شد. سرعت و فشار سمپاشی در تمام تیمارها تقریباً ثابت و میزان پاشش برای ۲۵۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شد. سمپاشی مرحله پیش‌کاشت یک هفته قبل از کاشت و سمپاشی مرحله سبز شدن بعد از یک و نیم ماه پس از سبزشدن تمام غده‌ها صورت گرفت. حدود سه هفته بعد از هر مرحله‌ی سمپاشی، نمونه‌برداری علف‌های هرز توسط واحدهای نمونه‌برداری (کوادرات ۰/۷۵×۰/۵۰ مترمربع) انجام شد و نمونه‌های برداشت شده به تفکیک درون پاکت‌های نمونه‌گیری قرار گرفته، به آزمایشگاه منتقل شدند و بعد از شمارش تعداد بوته‌ها بر اساس گونه، درصد کاهش تراکم علف‌های هرز نسبت به علف‌های هرزی که قبل از سمپاشی در کرت‌ها به تفکیک گونه شمارش شده بودند، محاسبه گردید. به‌منظور اندازه‌گیری ارتفاع بوته، تعداد شش بوته به‌صورت تصادفی برای هر کرت انتخاب گردید و سپس با استفاده از خط‌کش از سطح خاک تا نوک بلندترین ساقه اصلی ارتفاع هرکدام از بوته‌های منتخب بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شده و میانگین ارتفاع بوته‌ها برای هر کرت لحاظ گردید. در زمان گلدهی کامل سیب زمینی در شش بوته انتخابی به صورت تصادفی از هر کرت، با استفاده از کولیس، قطر ساقه در ۳ محل از ساقه (نزدیک به طوقه، وسط ساقه و بالاتر از وسط ساقه)، برحسب میلی‌متر محاسبه شده و میانگین قطر بوته‌ها در محاسبات لحاظ گردید و سپس درصد افزایش قطر و ارتفاع ساقه اصلی نسبت به کرت شاهد بصورت درصد افزایش محاسبه گردید. به منظور تعیین عملکرد سیب زمینی و اجزای آن، بعد از اتمام دوره‌ی رشد و رسیدگی کامل غده‌های سیب‌زمینی، محصول بوته‌های دو ردیف وسطی (۶/۷۵ متر مربع) از هر کرت به‌طور دستی و به طور کامل برداشت شد. غده‌های برداشتی درون پاکت‌های کاغذی به آزمایشگاه منتقل، در آزمایشگاه پس از زدودن گل و مواد زاید غده‌ها نسبت به شمارش و توزین آنها با ترازوی دیجیتالی به ظرفیت ۲۰۰۰ گرم و با دقت ۰/۰۱ گرم اقدام شد و به هکتار تعمیم داده شد. به‌منظور محاسبه راندمان کنترل علف‌های‌هرز، رابطه سومانی (Somanni, 1992) مورد استفاده قرار گرفت:

رابطه (۱):

$$WCE=\frac{A-B}{A}\times 100$$

در این رابطه، WCE کارایی کنترل علف‌های هرز (درصد کاهش تراکم علف هرز)، A تراکم علف‌های هرز در کرت شاهد بدون کنترل و B تراکم علف‌های هرز در کرت‌های تیمار شده، بودند. به‌منظور سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز، نمونه‌گیری از اندام هوایی و برگ‌های سیب‌زمینی در فواصل زمانی (بلافاصله پس از سمپاشی، ۶ ساعت، ۱۲ ساعت، ۲۴ ساعت، ۴۸ ساعت، ۷۲ ساعت و ۹۶ ساعت) پس از سمپاشی در مرحله سبزشدن سیب‌زمینی انجام شد. بلافاصله پس از برداشتن نمونه‌ها داخل ورقه‌های آلومینیوم و جا یخی قرار داده شد و در اسرع وقت به آزمایشگاه و فریزر ۷۰- درجه سلیسوس منتقل و تا زمان سنجش فعالیت آنزیم در این دما نگهداری شد، این‌کار با هدف به حداقل رسیدن فعالیت این آنزیم صورت گرفت. بررسی میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) با بررسی کاهش مقدار پراکسید هیدروژن در طول موج ۲۴۰ نانومتر انجام شد. مخلوط واکنش شامل بافر فسفات ۵۰ میلی مولار (pH=۷) و پراکسید هیدروژن ۱۵ میلی مولار بود. واکنش با افزودن ۱۰۰ میکرولیتر عصاره‌ی آنزیمی

www.SID.ir

Archive of SID

در حجم نهایی ۳ میلی لیتر آغاز گردید. تغییرات جذب در ۲۴۰ نانومتر به مدت ۳ دقیقه ثبت شد. سپس فعالیت آنزیم به‌صورت تغییرات جذب در دقیقه به ازای وزن تر بیان گردید (Dazy *et al.*, 2008). در سنجش فعالیت آنزیم مدل ۴ پارامتر لجستیک (معادله ۲) به تمامی داده‌ها برازش داده شد و مقدار علف‌کش لازم برای ۵۰، ۱۰و ۹۰ درصد افزایش فعالیت آنزیمی محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش به کار گرفته شدند. در معادله (۲) Uij بیانگر فعالیت آنزیمی و درصد jام که موجب پاسخ در دز jام علف‌کش (zij) می شود. D و C حد بالا و پایین فعالیت آنزیمی در مقادیر صفر و بی‌نهایت فرمولاسیون، $ED_{50(i)}$ مقدار فرمولاسیون i لازم، برای ۵۰ درصد افزایش فعالیت آنزیمی به ترتیب بین حدود بالا و پایین D و C، bi متناسب با شیب منحنی در محدوده $ED_{50(i)}$ می‌باشد (Kudsk and Mathiassen, 2007). رابطه (۲):

$$U_{ij} = \frac{D - C}{1 + \exp\left[bi(\log(z_{ij}) - \log(ED50_{(i)}))\right]} + C$$

برای مقایسات میانگین از روش دانکن و جهت تجزیه داده‌ها و مقایسات از نرم‌افزار SAS 9.1، SPSS 23 و Mstatc و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel 2013 و R استفاده گردید.

نتایج و بحث

درصد کاهش تراکم علف‌های هرز

۵ تا ۷ گونه علف‌هرز در کرت‌های مختلف مشاهده شدند که سه گونه علف‌هرز تاج‌خروس ریشه‌قرمز، سلمه‌تره و پیچک‌صحرایی از گونه‌های غالب در مزرعه آزمایش بودند (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده از درصد کاهش تراکم سلمه‌تره، تاج‌خروس ریشه‌قرمز و پیچک‌صحرایی نشان داد که اثر متقابل نسبت اختلاط دو علف‌کش در زمان مصرف تأثیر معنی‌داری بر صفات مذکور داشت (جدول ۲). در همین راستا، نتایج حاصل از درصد کاهش تراکم سلمه‌تره بیانگر آن است که تیمار نسبت اختلاط ۷۵ درصد اگزادیارژیل + ۲۵ درصد ریم‌سولفورون بصورت پیش‌کاشت مطلوب‌ترین تیمار علف‌کش بود، این تیمار توانست تراکم این علف‌هرز را ۱۰۰ درصد کاهش دهد و با تیمارهای ۵۰ درصد اگزادیارژیل + ۵۰ درصد ریم‌سولفورون در مرحله پیش‌کاشت و سبز شدن در یک گروه آماری قرار بگیرد (جدول ۳). اما کاربرد ۱۰۰ درصد ریم‌سولفورون به تنهایی با ۴۱ درصد کاهش تعداد در مرحله سبز شدن سیب‌زمینی کمترین کارآیی را داشت (جدول ۳). نتایج حاصله بیانگر آن است که کارآیی اختلاط این دو علف‌کش در کنترل سلمه‌تره در کاربرد به‌صورت پیش‌کاشت و سبز شدن سیب‌زمینی نسبتاً مشابه می‌باشد. بنابراین، در شرایطی که علف‌هرز غالب مزرعه، علف‌هرز سلمه‌تره باشد؛ می‌توان با مصرف اختلاط این علف‌کش‌ها به صورت پیش‌کاشت و یا پس از سبز شدن سیب‌زمینی به کنترل مطلوبی رسید. در تحقیقی که توسط بارب و همکاران (Barbe *et al.*, 2001) انجام شده بود، گزارش شد که کاربرد اگزادیارژیل در دزهای ۰/۲۵، ۰/۳۰، ۰/۳۵، ۰/۴۰، ۰/۴۵ و ۰/۵۰ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار، توانست علف‌های هرز سیب‌زمینی را پنج هفته پس از سم‌پاشی به‌ترتیب ۷۳، ۷۷، ۷۷، ۸۲ و ۸۶ درصد و در ۸ هفته بعد از سم‌پاشی به‌ترتیب ۷۴، ۷۳، ۸۰، ۸۰، ۸۳ و ۸۴ درصد کاهش دهد. کنترل علف‌های هرز را می‌توان به اثر بازدارندگی اگزادیارژیل بر رشد علف‌های هرز نسبت داد که این بازدارندگی رشد در شاخه‌های حساس بیشتر از ریشه‌ها است

www.SID.ir

Archive of SID

و با افزایش دز مصرفی علف‌کش، افزایش می‌یابد (Samadi Khalkhoran and Alebrahim, 2015). همچنین، این بازدارندگی نسبت به بازدارنده‌های پروتوپورفیرینوژن دیگر مثل اگزادیازون بیشتر است (Hwang *et al.*, 2004). مطلوبترین تیمار در کنترل تاج‌خروس ریشه‌قرمز، استفاده از تیمار ۱۰۰ درصد اگزادیارژیل در مرحله سبز شدن به‌تنهایی بود، این تیمار توانست تراکم این علف‌هرز را ۹۶ درصد کاهش دهد، و با تیمار ۲۵ درصد اگزادیارژیل + ۷۵ درصد ریم‌سولفورون در مرحله پیش‌کاشت در یک گروه آماری قرار بگیرد (جدول ۳). در مقابل تیمار ۷۵ درصد اگزادیارژیل + ۲۵ درصد ریم‌سولفورون کمترین کارآیی را در کنترل این علف‌هرز نشان داد و تراکم آن را ۴۱ درصد کاهش داد (جدول ۳). نتایج تحقیق یزدانی (Yazdani, 2005) نشان داده است که اختلاط اتال‌فلورالین و متری‌بوزین یا ریم‌سولفورون می‌تواند علف‌هرز تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز را ۹۸ درصد کنترل کند. آل‌ابراهیم و همکاران (Alebrahim *et al.*, 2011) در بررسی گلخانه‌ای، گزارش کردند که کاربرد اگزادیارژیل در پایین‌ترین دز کاربردی (۰/۱ لیتر ماده مؤثره در هکتار)، سلمه‌تره و تاج خروس ریشه‌قرمز را به‌ترتیب به میزان ۷۰/۱۷ و ۶۵/۹۲ درصد کنترل کرد و در دز ۰/۶ لیتر ماده مؤثره در هکتار کنترل کامل ایجاد نمود، همچنین اگزادیارژیل بعد از علف‌کش متری‌بوزین، کنترل مؤثرتری در سلمه‌تره و تاج‌خروس ریشه‌قرمز داشت و پتانسیل بالایی برای کاربرد در سیب زمینی داشت. در مورد علف‌هرز پیچک‌صحرایی نیز، کاربرد ۱۰۰ درصد ریم‌سولفورون به‌تنهایی مطلوب‌ترین تیمار بود، این تیمار تراکم علف‌هرز پیچک‌صحرایی را ۵۹ درصد کاهش داده کاربرد ۷۵ درصد اگزادیارژیل + ۲۵ درصد ریم‌سولفورون در مرحله پیش کاشت سیب‌زمینی از این نظر کمترین کارایی را داشت (جدول ۳). با مشاهده نتایج درصد کاهش تراکم علف‌هرز پیچک‌صحرایی (جدول ۳) ملاحظه می‌شود که کارآیی اختلاط دو علف‌کش به صورت پیش‌کاشت مطلوب‌تر از کاربرد آنها در مرحله سبز شدن گیاه سیب‌زمینی می‌باشد. در گزارش ابرلین و همکاران (Eberlien *et al.*, 2000) نیز اظهار شد که ریم‌سولفورون در کنترل پیچک‌صحرایی مؤثر است.

عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارتفاع، قطر، وزن متوسط غده، عملکرد تک بوته و عملکرد کل غده سیب‌زمینی نشان داد که تیمارهای مختلف آزمایش اثر معنی‌داری بر صفات مذکور داشتند (جدول ۴). نتایج تحقیق نشان داد بیشترین درصد افزایش ارتفاع ساقه اصلی در نسبت اختلاط صفر درصد اگزادیارژیل + ۱۰۰ درصد ریم‌سولفورون در مرحله سبز شدن، ارتفاع ساقه اصلی سیب‌زمینی را ۲۵/۳۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۵). بنابه گزارش خاتمی کلخوران و همکاران (Khatami kalkhoran *et al.*, 2015) علف‌کش ریم سولفورن در مرحله سبز شدن نسبت به تیمار عدم کنترل ارتفاع سیب‌زمینی را ۳/۹۸ درصد افزایش داد. نتایج نشان داد که تیمار وجین کامل نسبت به کاربرد اختلاط علف‌کش‌های اگزادیارژیل + ریم سولفورون میانگین ارتفاع ساقه اصلی سیب‌زمینی را به میزان ۱/۱۸ برابر افزایش داد (شکل ۱). این نتایج برای قطر ساقه اصلی سیب زمینی نیز نشان داد بیشترین درصد افزایش قطر در نسبت اختلاط ۵۰ درصد ریم‌سولفورون + ۵۰ درصد اگزادیارژیل و در مرحله سبز شدن سیب زمینی بود که ۱۱

www.SID.ir

Archive of SID

درصد قطر ساقه اصلی سیب زمینی را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۵). همچنین، نتایج مقایسه وجین کامل نسبت به کاربرد اختلاط علف‌کش‌های اگزادیارژیل + ریم سولفورون، میانگین قطر ساقه اصلی سیب‌زمینی را به میزان ۱/۲۱ برابر افزایش داد (شکل ۲). برای وزن متوسط غده نتایج نشان داد که کاربرد ۱۰۰ درصد اگزادیارژیل به‌تنهایی در مرحله سبز شدن سیب زمینی موجب حصول بیشترین درصد افزایش وزن متوسط غده (۲۰/۹۱ درصد) نسبت به شاهد عدم کنترل گردیده ولی کمترین درصد افزایش وزن متوسط غده از کاربرد همین تیمار در مرحله پیش کاشت (۸/۸۵ درصد) سیب‌زمینی به دست آمد (جدول ۶). نتایج نشان داد تیمار وجین کامل نسبت به کاربرد اختلاط علف‌کش‌های اگزادیارژیل + ریم‌سولفورون، متوسط وزن غده در بوته سیب زمینی ۲/۰۹ برابر افزایش داد (شکل ۱). دلیل بیشتر بودن متوسط وزن غده در تیمار وجین کامل علف‌های‌هرز ممکن است به‌علت رقابت بین محصول و علف‌های‌هرز باشد که در اثر این رقابت آب، نور و مواد غذایی بیشتری در اختیار گیاه زراعی قرار گرفته در نتیجه سبب افزایش رشد و توسعه گیاه زراعی می‌شود (Khatami Khalkhoran *et al.*, 2015). برای درصد افزایش عملکرد تک بوته نیز مشاهده شد که تیمار مخلوط ۲۵ درصد اگزادیارژیل + ۷۵ درصد ریم‌سولفورون در مرحله سبز شدن سیب زمینی، مطلوب‌ترین (۱۱/۳۰ درصد) تیمار بود (جدول ۶). در مقابل کاربرد ۱۰۰ درصد اگزادیارژیل به‌تنهایی و در مرحله پیش کاشت از کمترین درصد افزایش عملکرد تک بوته (۷/۸۵ درصد) برخوردار بود (جدول ۶). نتایج نشان داد که تیمار وجین کامل نسبت به کاربرد اختلاط علف‌کش‌های اگزادیارژیل + ریم‌سولفورون، عملکرد تک بوته سیب‌زمینی را ۱/۶۵ برابر افزایش داد (شکل ۲ و ۴). با ملاحظه نتایج عملکرد کل غده سیب‌زمینی مشاهده شد که تیمار کاربرد ۲۵ درصد اگزادیارژیل + ۷۵ درصد ریم‌سولفورون در سبز شدن سیب‌زمینی با ۶۹/۱۶ درصد افزایش نسبت به شاهد عدم کنترل، برترین تیمار آزمایش بود (جدول ۶). در مقابل، کاربرد در مرحله پیش کاشت برای تیمار۱۰۰ درصد ریم‌سولفورون به تنهایی با ۳۸/۳۲ درصد افزایش نسبت به شاهد عدم کنترل، کمترین درصد افزایش عملکرد کل غده را در بین تیمارهای آزمایش داشت (جدول ۶). برای عملکرد کل غده نتایج نشان داد که بین کاربرد انفرادی و مخلوط علف‌کش‌ها اختلاف معنی‌دار است، این نتیجه مؤید این مطلب است که کاربرد اختلاط علف‌کش‌های مذکور قابل توصیه است. همچنین، نتایج نشان داد که تیمار وجین کامل نسبت به کاربرد اختلاط علف‌کش‌های اگزادیارژیل + ریم‌سولفورون، عملکرد کل بوته سیب‌زمینی را ۱/۲۲ درصد افزایش داد (شکل ۳ و ۵). طبق آزمایش ممنوعی و همکاران (Mamnoie *et al.*, 2016) تیمار کاربرد متری‌بوزین به‌علاوه ریم‌سولفورون با ۴۸ تن عملکرد در هکتار و ۴۰ درصد افزایش عملکرد نسبت به نیمه شاهد، برترین تیمار آزمایشی بوده است که علاوه بر شاهد وجین با تیمار متری‌بوزین به‌علاوه سینوسولفورون در یک گروه آماری قرار گرفته است. طبق نتایج آزمایش صمدی کلخوران و آل‌ابراهیم (Samadi Kalkhoran and Alebrahim, 2015) کاربرد اگزادیارژیل به‌میزان ۰/۸ لیتر ماده مؤثره در هکتار در مرحله سبز شدن سیب‌زمینی، بالاترین عملکرد کل غده در هکتار را ایجاد کرد. صمدی‌کلخوران و آل‌ابراهیم

www.SID.ir

Archive of SID

(Samadi Kalkhoran and Alebrahim, 2015) در آزمایش دیگری اظهار داشتند که کاربرد دز ۰/۸ لیتر ماده مؤثره در هکتار از علف‌کش اگزادیارژیل در مرحله سبز شدن بالاترین درصد کاهش زیست‌توده علف‌های هرز را حاصل کرد و باعث افزایش عملکرد کل غده گردید.

فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT)

نتایج نشان داد علف‌کش اگزادیارژیل و ریم سولفورون موجب تحریک فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) بلافاصله پس از سمپاشی می‌شود. این فعالیت در بازه‌های زمانی بلافاصله پس از سمپاشی، ۶ ساعت، ۱۲ ساعت، ۲۴ ساعت، ۴۸ ساعت، ۷۲ ساعت پس از سمپاشی در همه نسبت‌های اختلاط علف‌کش‌ها روند افزایشی داشته، و در ۷۲ ساعت پس از سمپاشی در همه نسبت‌های اختلاط فعالیت به مقدار ثابتی رسیده اما پس از ۷۲ ساعت فعالیت آنزیم کاتالاز در نسبت‌های اختلاط ۷۵ درصد اگزادیارژیل + ۲۵ درصد ریم‌سولفورون افزایش یافته اما در بقیه فعالیت آنزیم کاتالاز روند یکسانی داشت (شکل ۶). طبق نتایج تحقیق به‌دلیل اینکه آنزیم کاتالاز بعد از سمپاشی در گیاه افزایش پیدا کرده می‌توان نتیجه گرفت این افزایش به‌دلیل تنش القاء شده به سیب‌زمینی در اثر اعمال علف‌کش‌ها و افزایش تولید رادیکال‌های آزاد در پی تنش در سیب زمینی بوده است، از طرفی طبق گزارش بینرت و همکاران (Binert *et al*., 2006) هرگونه تنشی که موجب تولید رادیکال‌های آزاد بخصوص هیدروژن پراکسید در گیاهان شود سبب آسیب به غشای پلاسمایی و دیواره سلولی گیاهان می‌شود. براساس نتایج (Romero-Puertas *et al*., 2002) آنزیم کاتالاز از دیواره سلولی گیاه در برابر صدمات ناشی از رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند. همچنین، بر اساس نتایج (Bray, 1995) تجمع آنزیم کاتالاز در داخل سلول در پی افزایش هیدروژن پراکسید ناشی از تنش در گیاهان افزایش می‌یابد. از طرفی بنابه گزارش میچالویچ و دودا (Michalowicz and Duda, 2009) کاتالاز آنزیمی است که پراکسیدهیدروژن را برای تشکیل آب مصرف می‌کند. مطالعات ایشان نشان داده که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز تحت تأثیر تنش‌های غیرزنده مثل علف‌کش قرار می‌گیرد. بنابراین، افزایش آنزیم کاتالاز در نتیجه افزایش رادیکال‌های آزاد در سیب‌زمینی به‌دلیل القای تنش جزیی بوده است، اما همبستگی سایر صفات مانند عملکرد بیانگر آن است که این افزایش تأثیر مطلوبی در کاهش اثرات علف‌کش داشته است و آنزیم کاتالاز با تجزیه رادیکال‌های آزاد تولید شده، اثرات سوء علف‌کش را در سیب‌زمینی کاهش داده است، به طوری‌که کاهشی در عملکرد سیب‌زمینی در سمپاشی مراحل پیش‌کاشت و سبز شدن (که علف‌کش سبب القاء اثرات تنش شده است) مشاهده نگردید. طبق گزارش پیکوتو و همکاران (Peixoto *et al*., 2008) علف‌کش پاراکوات در دزهای پایین در سیب‌زمینی آنزیم کاتالاز را وادار به فعالیت می‌کند، در حالی‌که در دزهای بالا این علف‌کش اثر بازدارندگی بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سیب زمینی دارد. همچنین، آنها در گزارش خود اذعان داشتند علف‌کش‌های دیکامبا و توفوردی در سیب‌زمینی موجب تحریک آنزیم کاتالاز به فعالیت می‌شود. فعالیت سوپراکسیددیسموتاز (SOD) در سیب‌زمینی نیز به‌وسیله علف‌کش پاراکوات شدیداً تحریک می‌شود، در حالی‌که علف‌کش‌های دیکامبا و توفوردی فقط در دزهای بالا این آنزیم را تحت تأثیر قرار می‌دهند. براساس گزارش پیکوتو و همکاران(Peixoto *et al*., 2008)

www.SID.ir

Archive of SID

کاربرد علف‌کش ام‌سی‌پی‌آ در سیب‌زمینی، موجب تحریک فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون ردوکتاز و گلوتاتیون ترانسفراز می‌شود، در حالی‌که این علف‌کش نمی‌تواند فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز رو تحت تأثیر قرار دهد، در این گزارش آمده است علف‌کش ام‌سی‌پی‌آ در غلظت‌های بالای ۱۲۰ میکرومولار اثر بازدارندگی بر فعالیت همه آنزیم‌های ذکر شده دارد. بنا به گزارش ایوانو و همکاران (Ivanov *et al*., 2005) علف‌کش آترازین موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه آرابیدوپسیس (*Arabidopsis thaliana*) می‌شود. از آن‌جایی‌که تنش علف‌کش‌ها باعث افزایش جزیی فعالیت آنزیم گردیده، این مقدار افزایش برای گیاه تأثیر مثبت داشته، زیرا می‌توان نتیجه گرفت با افزایش آنزیم کاتالاز، مقدار پراکسید هیدروژن تجزیه شده در گیاه بیشتر شده (Michalowicz and Duda, 2009) و اثرات تنش در سیب‌زمینی کاهش می‌یابد. از طرفی بررسی پارامترهای معادله ۹۰ نسبت به ۵۰ بیانگر این است که هرچه قدر غلظت علف‌کش برای افزایش ۹۰ فعالیت آنزیمی در سیب‌زمینی افزایش پیدا می‌کند، به همان نسبت میزان فعالیت آنزیم کاتالاز افزایش پیدا می‌کند (جدول ۶). همچنین، نتایج نشان داد افزایش فعالیت کاتالاز در دز مورد استفاده علف‌کش‌ها در این تحقیق، سبب کاهش اثرات تنش علف‌کش در سیب‌زمینی می‌گردد، اما افزایش بیشتر فعالیت آنزیم در اثر افـزایش غلظت علف‌کش که در جـدول (۶) پیش‌بینی شده است، ممکن است سبب اثرات سوء در سیب‌زمینی گردد (جدول ۶).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده و با عنایت به محدودیت در تنوع علف‌کش در زراعت سیب زمینی که باعث بروز مشکلات متعدد در کنترل علف‌های‌هرز زراعت سیب‌زمینی گردیده است و از طرفی به‌دلیـــل محـــدودیت تعـــداد علف‌کش پس‌رویشی در زراعت سیب‌زمینی در ایران لزوم وجود علف‌کشی سازگار با محصول سیب‌زمینی که خصوصاً به‌صورت پس‌رویشی و در مراحل مختلف در مزرعه قابل استفاده باشـد، محسوس و لازم می‌باشد. با توجه به یافته‌های این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد اختلاط دو علف‌کش ریم سولفورون و اگزادیارژیل کارآیی مـؤثری در کـاهش تـراکم علف‌های هرز مزبور دارد. لذا اختلاط دو علف‌کش ریم‌سولفورون با کاربرد ۳۷/۵ گرم در هکتار در اختلاط با اگزادیارژیل به میزان ۰/۴ لیتر در هکتار در زراعت سیب‌زمینی به‌منظور کنترل علف‌های‌هرز کارآ می‌باشد. از آن‌جایی که در این آزمایش اثر اختلاط علف‌کش‌ها در سیب زمینی به‌وسیله سنجش فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانی کاتالاز مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد با وجود افزایش فعالیت آنزیم، این افزایش در دزهای استفاده شده تأثیر منفی بر عملکرد گیاه سیب‌زمینی نداشت؛ پس می‌توان نتیجه گرفت اعمال این اختلاط سبب بروز اثرات سوء در سیب‌زمینی نشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- علف‌های هرز مشاهده شده در مزرعه سیب زمینی

Table 1- Observied weeds in potato field

نام Name	نام علمی Scientific Name	تیره Family	چرخه زندگی life cycle
پیچک صحرایی* Field bind weed	*Convolvulus arvensis* L.	Convolvulaceae	P
تاج‌خروس ریشه‌قرمز* Red root pigweed	*Amaranthus retroflexus* L.	Amaranthaceae	A
سلمه‌تره* Common lambsquarter	*Chenopodium album* L.	Chenopodiaceae	A
کنگر وحشی یا خارلته Canada thistle	*Cirsium arvense*	Asteracea	P
بی‌تی‌راخ Bedstraw	*Gallium tricornutum*	Rubiaceae	A
گاوچاق‌کن Prickly lettuce	*Lactuca scariola*	Asteracea	A

A: یک‌ساله ، P: چندساله *: علف‌های‌هرز غالب

A: Annual, P: Prennial, *: Common weed

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر فاکتورهای مورد مطالعه بر درصد کاهش تراکم علف هرز سلمه تره، تاج‌خروس ریشه‌قرمز و پیچک‌صحرایی

Table 2- Analysis of variance of studied factors effect on reduction percentage of density of common lambsquarter, Redroot pigweed and field Bindweed

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f.	مقایسه میانگین MS		
		تراکم پیچک صحرایی Field Bindweed density	تراکم تاج خروس Redroot Pigweed density	تراکم سلمه تره Common Lambsquarter density
تکرار Replication	2	107.98 ns	33.02 ns	10.66 ns
نسبت اختلاط علف¬کش Herbicide mixture percentage	4	1173.49*	734.36**	338.15*
زمان مصرف Time of application	1	518.52 ns	680.69**	62.66 ns
اختلاط علف‌کش × زمان مصرف Herbicide mixture × Time of application	4	1102.49*	333.95**	319.25*
خطا Error	18	53.07	48.12	59.21
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	27.19	17.94	19.79

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد

ns, * and **: respectively not-significant, Significant at the 5% and 1% probability levels

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ - مقایسه میانگین اثرات متقابل اختلاط علف¬کش در مراحل کاربرد پیش کاشت و سبز شدن سیب‌زمینی بر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز

Table 3- Mean comparison of intraction effects of herbicide mixture percentage to preplant and potato emergence stages on reduction percentage of weed density

تیمار نسبت اختلاط علف‌کش Herbicide mixture percentage	زمان مصرف Time of application	تراکم سلمه‌تره (درصد از شاهد) Common Lambsquarter density (%)	تراکم تاج‌خروس (درصد از شاهد) Redroot Pigweed density (%)	تراکم پیچک-صحرایی (درصد از شاهد) Field Bindweed density (%)
۱۰۰٪ اگزادیارژیل + ۰٪ ریم‌سولفورون 100% Oxadiargyl + 0% Rimsulfuron	پیش کاشت Preplant	67.42^{c}	92.33^{ab}	58^{ab}
۷۵٪ اگزادیارژیل + ۲۵٪ ریم‌سولفورون 75% Oxadiargyl + 25% Rimsulfuron		100^{a}	41.67^{e}	31.77^{ef}
۵۰٪ اگزادیارژیل + ۵۰٪ ریم‌سولفورون 50% Oxadiargyl + 50% Rimsulfuron		98^{ab}	51.67^{de}	52.38^{a-c}
۲۵٪ اگزادیارژیل + ۷۵٪ ریم‌سولفورون 25% Oxadiargyl +75% Rimsulfuron		95.67^{ab}	94.67^{a}	54.33^{ab}
۰٪ اگزادیارژیل + ۱۰۰٪ ریم‌سولفورون 0% Oxadiargyl + 100% Rimsulfuron		71.67^{c}	90^{ab}	59.67^{a}
۱۰۰٪ اگزادیارژیل + ۰٪ ریم‌سولفورون 100% Oxadiargyl + 0% Rimsulfuron	سبز شدن Emergence	91.67^{b}	96^{a}	49^{bc}
۷۵٪ اگزادیارژیل + ۲۵٪ ریم‌سولفورون 75% Oxadiargyl + 25% Rimsulfuron		73.33^{c}	75.33^{c}	28^{ef}
۵۰٪ اگزادیارژیل + ۵۰٪ ریم‌سولفورون 50% Oxadiargyl + 50% Rimsulfuron		98.67^{ab}	62.33^{d}	44^{cd}
۲۵٪ اگزادیارژیل + ۷۵٪ ریم‌سولفورون 25% Oxadiargyl + 75% Rimsulfuron		45^{d}	82^{bc}	36.33^{de}
۰٪ اگزادیارژیل + ۱۰۰٪ ریم‌سولفورون 0% Oxadiargyl + 100% Rimsulfuron		41.48^{d}	93^{ab}	25^{f}

میانگین‌هایی با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

There is no difference between the numbers with same letters.

جدول۴- تجزیه واریانس تأثیر فاکتورهای مورد مطالعه بر درصد افزایش ارتفاع، قطر، وزن متوسط غده، عملکرد تک بوته و عملکردکل غده

Table 4- Analysis of variance of studied factors effect on increasing percentage of height, diameter, mean weight of tuber, yield of per plant, total tuber yield

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f.	مقایسه میانگین MS ارتفاع ساقه height	قطر ساقه diameter	متوسط وزن غده Mean of tuber weight	عملکرد تک بوته Yield of per plant	عملکرد کل غده Total tuber yield
تکرار Replication	2	3.70^{ns}	0.23^{ns}	0.09^{ns}	0.46^{ns}	42.35^{ns}
وجین کامل Weed free	1	26.44^{**}	12.29^{**}	206.75^{**}	58.42^{**}	184.59^{**}
نسبت اختلاط علف‌کش Herbicide mixture percentage	4	24.88^{**}	3.59^{*}	10.73^{**}	2.42^{ns}	165.58^{ns}
زمان مصرف Time of application	1	53.33^{**}	1.62^{ns}	12.79^{**}	17.40^{**}	1005.64^{**}
اختلاط علف¬کش × زمان مصرف Herbicide mixture * Time of application	4	21.58^{**}	10.02^{**}	78.81^{**}	5.59^{*}	357.37^{*}
خطا Error	29	4.70	1.01	0.58	1.77	118.333
ضریب تغییرات (٪) C.V.	-	11.65	11.73	14.29	20.58	5.41

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد

ns, * and **: respectively not-significant, Significant at the 5% and 1% probability levels

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ – اثرات متقابل اختلاط علف‌کش‌های اگزادیارژل و ریم‌سولفورون در مراحل کاربرد پیش کاشت و سبز شدن بر درصد افزایش عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی

Table 5- Intraction effects of herbicide mixture of Oxadiargyl and Rimsulfuron in preplant and post emergence stages on increasing percentage of yield and yield components of potato

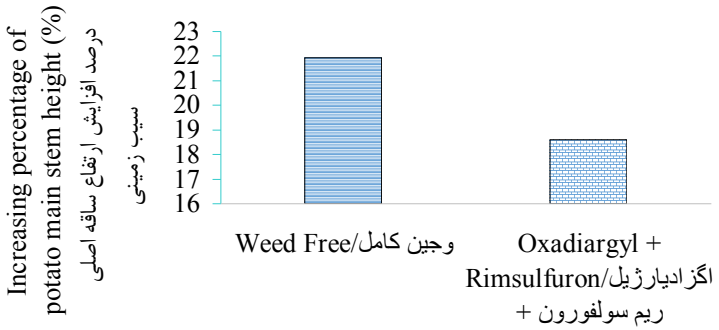
تیمار نسبت اختلاط علف‌کش Herbicide mixture percentage	زمان مصرف Time of application	ارتفاع ساقه اصلی سیب زمینی Height(cm)	قطر ساقه اصلی سیب زمینی Diameter (mm)	متوسط وزن غده Mean of tuber weight (g)	عملکرد تک بوته Yield of per plant (g)	عملکرد کل غده Total tuber yield ($t.ha^{-1}$)
۱۰۰٪ اگزادیارژیل + ۰٪ ریم‌سولفورون 100% Oxadiargyl + 0% Rimsulfuron	پیش کاشت Preplant	18^{bc}	6^{d}	8.85^{f}	7.85^{cd}	41.47^{d}
۷۵٪ اگزادیارژیل + ۲۵٪ ریم‌سولفورون 75% Oxadiargyl + 25% Rimsulfuron		16^{c}	10^{ab}	15.20^{c}	10.83^{ab}	65.24^{ab}
۵۰٪ اگزادیارژیل + ۵۰٪ ریم‌سولفورون 50% Oxadiargyl + 50% Rimsulfuron		18^{bc}	7.66^{cd}	13.50^{d}	8.70^{b-d}	47.59^{b-d}
۲۵٪ اگزادیارژیل + ۷۵٪ ریم‌سولفورون 25% Oxadiargyl +75% Rimsulfuron		16.66^{c}	10^{ab}	12.83^{de}	8.02^{cd}	42.59^{cd}
۰٪ اگزادیارژیل + ۱۰۰٪ ریم‌سولفورون 0% Oxadiargyl + 100% Rimsulfuron		17.66^{bc}	8^{c}	16.95^{b}	7.37^{d}	38.32^{d}
۱۰۰٪ اگزادیارژیل + ۰٪ ریم‌سولفورون 100% Oxadiargyl + 0% Rimsulfuron		20.66^{b}	9^{bc}	20.91^{a}	10.55^{ab}	62.54^{a-c}
۷۵٪ اگزادیارژیل + ۲۵٪ ریم‌سولفورون 75% Oxadiargyl + 25% Rimsulfuron		21^{b}	8^{c}	13.47^{d}	9.63^{a-d}	55.17^{a-d}
۵۰٪ اگزادیارژیل + ۵۰٪ ریم‌سولفورون 50% Oxadiargyl + 50% Rimsulfuron	سبز شدن Emergencing	17.33^{bc}	11^{a}	17.91^{b}	8.89^{b-d}	48.66^{b-d}
۲۵٪ اگزادیارژیل + ۷۵٪ ریم‌سولفورون 25% Oxadiargyl + 75% Rimsulfuron		15.33^{c}	8^{c}	11.64^{e}	11.30^{a}	69.16^{a}
۰٪ اگزادیارژیل + ۱۰۰٪ ریم‌سولفورون 0% Oxadiargyl + 100% Rimsulfuron		25.33^{a}	8^{c}	9.93^{f}	10.03^{a-c}	57.57^{a-d}

میانگین‌هایی با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

There is no difference between the numbers with same letters.

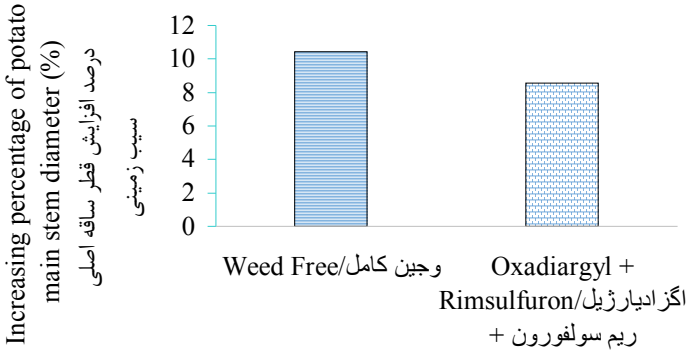
www.SID.ir

Archive of SID



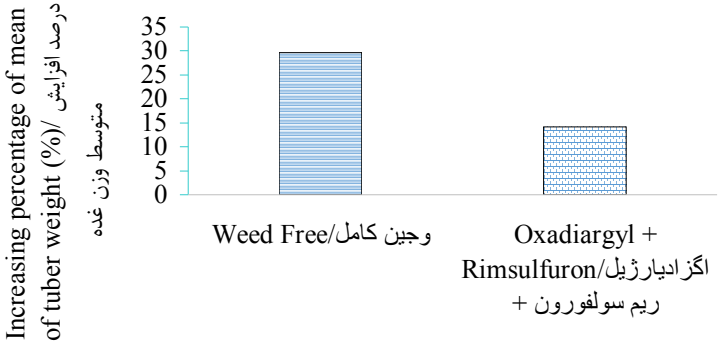
شکل ۱- تأثیر وجین کامل در مقایسه با تیمار کاربرد اختلاط اگزادیارژیل و ریم‌سولفورون بر درصد افزایش ارتفاع ساقه اصلی سیب‌زمینی

Figure 1- The effect of weed free compared to herbicide mixture of Oxadiargyl + Rimsulfuron application treatments on increasing percentage of main stem height



شکل ۲- تأثیر وجین کامل در مقایسه با تیمار کاربرد اختلاط اگزادیارژیل و ریم‌سولفورون بر درصد افزایش قطر ساقه اصلی سیب‌زمینی

Figure 2- The effect of weed free compared to herbicide mixture of Oxadiargyl + Rimsulfuron application treatments on increasing percentage of main stem diameter

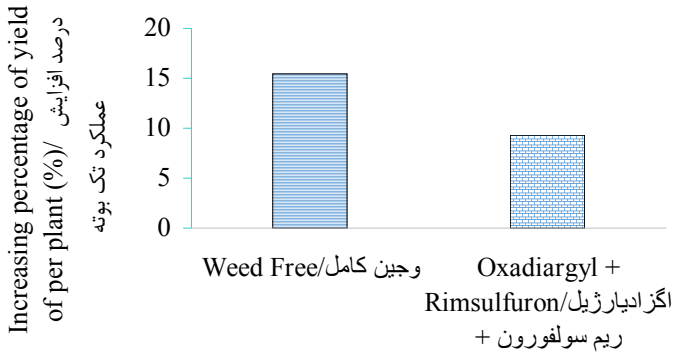


شکل ۳ - تأثیر وجین کامل در مقایسه با تیمار کاربرد اختلاط اگزادیارژیل و ریم‌سولفورون بر درصد افزایش متوسط وزن غده سیب‌زمینی

Figure 3- The effect of weed free compared to herbicide mixture of Oxadiargyl + Rimsulfuron application treatments on increasing percentage of mean of tuber weight

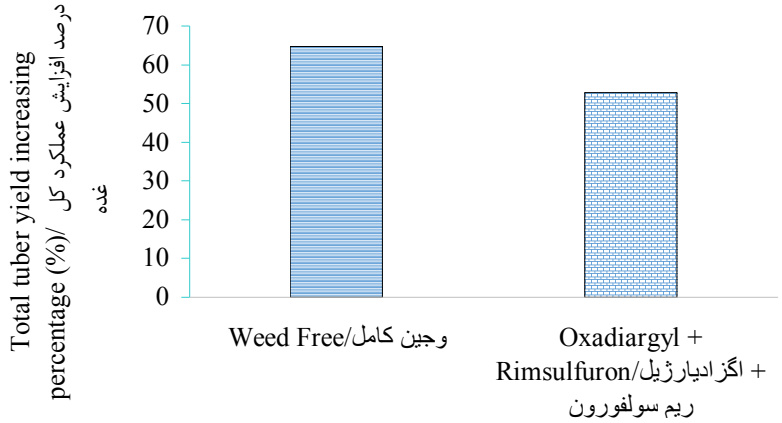
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- تأثیر وجین کامل در مقایسه با تیمار کاربرد اختلاط اگزادیارژیل و ریم‌سولفورون بر درصد افزایش عملکرد تک بوته

Figure 4- The effect of weed free compared to herbicide mixture of Oxadiargyl + Rimsulfuron application treatments on increasing percentage of yield of per plant

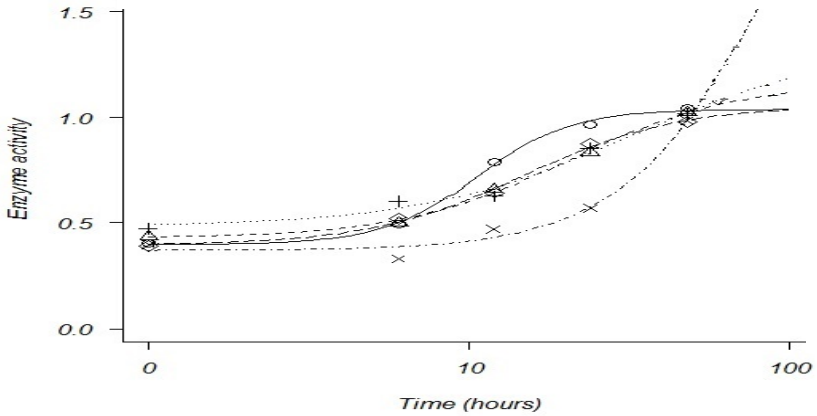


شکل ۵- تأثیر وجین کامل در مقایسه با تیمار کاربرد اختلاط اگزادیارژیل و ریم‌سولفورون بر درصد افزایش عملکرد کل غده سیب‌زمینی

Figure 5- The effect of weed free compared to herbicide mixture of Oxadiargyl + Rimsulfuron application treatments on increasing percentage of total tuber yield

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- بررسی روند فعالیت آنزیم کاتالاز در پاسخ به تنش سمپاشی در بازه‌های زمانی (همزمان با سمپاشی تا ۹۶ ساعت پس از سمپاشی)

Figure 6- review process of Catalase enzyme in response to stress of spraying in time period of (simultaneous with spraying till 96 hours after spraying)

0% Oxadiargyl+ 100% Rimsulfuron
25% Oxadiargyl+ 75% Rimsulfuron
50% Oxadiargyl+ 50% Rimsulfuron
75% Oxadiargyl+ 25% Rimsulfuron
100% Oxadiargyl+ 0% Rimsulfuron

۰٪ اگزادیارژیل + ۱۰۰٪ ریم‌سولفورون
۲۵٪ اگزادیارژیل + ۷۵٪ ریم‌سولفورون
۵۰٪ اگزادیارژیل + ۵۰٪ ریم‌سولفورون
۷۵٪ اگزادیارژیل + ۲۵٪ ریم‌سولفورون
۱۰۰٪ اگزادیارژیل + ۰ ٪ ریم‌سولفورون

معادله مربوط به خطوط منحنی:

$$U_{ij} = \frac{D - C}{1 + \exp\left[bi(\log(z_{ij}) - \log(ED50_{(i)}))\right]} + C$$

Uij بیانگر فعالیت آنزیمی و درصد jام که موجب پاسخ در دز jام علف¬کش (zij) می شود. D و C حد بالا و پایین فعالیت آنزیمی در مقادیر صفر و بی نهایت فرمولاسیون، $ED_{50(i)}$ مقدار فرمولاسیون i لازم، برای ۵۰ درصد کاهش فعالیت آنزیمی به ترتیب بین حدود بالا و پایین D و C، bi متناسب با شیب منحنی در محدوده $ED_{50(i)}$ می‌باشد (Kudsk and Mathiassen, 2007).

جدول ۶- پارامترهای تخمین زده معادله اختلاط علف¬کش

Table 6- Estimated regression parameters of herbicide mixture applied

Herbicide percentage **درصد اختلاط علف¬کش**	EA10 **غلظت لازم برای افزایش ۱۰ درصد فعالیت آنزیمی**	EA50 **غلظت لازم برای افزایش ۵۰ درصد فعالیت آنزیمی**	EA90 **غلظت لازم برای افزایش ۹۰ درصد فعالیت آنزیمی**	b **شیب خط**
0% oxadiargyl+ 100% rimsulfuron **۰٪ اگزادیارژیل + ۱۰۰٪ ریم‌سولفورون**	4.954	10.535	22.401	-2.912
25% oxadiargyl+ 75% rimsulfuron **۲۵٪ اگزادیارژیل + ۷۵٪ ریم‌سولفورون**	5.417	20.404	76.854	-1.656
50% oxadiargyl+ 50% rimsulfuron **۵۰٪ اگزادیارژیل + ۵۰٪ ریم‌سولفورون**	5.890	32.197	175.995	-1.293
75% oxadiargyl+ 25% rimsulfuron **۷۵٪ اگزادیارژیل + ۲۵٪ ریم‌سولفورون**	27.774	91.72	302.903	-1.839
100% oxadiargyl+ 0% rimsulfuron **۱۰۰٪ اگزادیارژیل + ۰٪ ریم‌سولفورون**	4.416	14.827	49.780	-1.814

R^2= 0.95

www.SID.ir

Archive of SID

References منابع مورد استفاده

- Aghaie, P., S.A. Kazemeini, R. Majd, and M.T. Alebrahim. 2013. Role of phosphorus in maize (*Zea mays* L.) competitiveness against velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Journal of Agronomy and Plant Production.* 4 (9): 2323-2329. (In Persian).
- Alebrahim, M.T., M.H. Rashed Mohassel, A. Wilcockson, M.A. Baghestani, and R. Ghorbani. 2011. Evaluation of several pre-emergence herbicides for weed control common lambsquarters (*Chenopodium album*) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in potatoes. *Journal of Plant Protection* .4 (25): 358-367. (In Persian).
- Anonymous. 2000. Matrix product label. 11 pp. Wilmington, DE: Dupont.
- Bailey, W.A., H.P. Wilson, and T.E. Hines. 2001. Influence of cultivation and herbicide programs on weed control and net returns in potato (*Solanum tubersoum*). *Weed Technology*. 15: 654-659.
- Bajguz, A., and H. Shamsul. 2009. Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. *Plant Physiology and Biochemistry*. 47: 1–8.
- Barbe, C., S. Seerutun, and A. Gaungoo. 2001. Oxadiargyl: A New Preemergence herbicide recommended in potato in Mauritius. Food and Agriculture Reserch Council. pp: 135-138. Reduit, Mauritius.
- Bienert, G.P., J.K. Schjoerringa, and T.P. Jahn. 2006. Membrance transport of hydrogen peroxide. *Biochimica et Biophysica Acta.* 1758: 994-1003.
- Bray, C.M. 1995. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. *Seed Development and Germination*. pp: 767-789.
- Dazy, M., V. Jung, J. Ferard, and J. Masfaraud. 2008. Ecological recovery of vegetation on a coke-factory soil: Role of plant antioxidant enzymes and possible implication in site restoration. *Chemosphere*. 74: 57-63.
- Dichmann, R., J. Melgarejo, P. Loubire, and M. Montagon. 1997. Oxadiargyl: a novel herbicide for rice and sugar cane. Brighton Crop Protection Conference: Weeds. 1: 51-57.
- Eberlein, C.H.V., B.A. King, and M.J. Guttier. 2000. Evaliating an automized irrigation control system for site-specific herbigation. *Weed Technology*. 14: 182-187.
- Hutchinson, P.J.S., C.V. Ransom, R.A. Boydston, and B.R. Beutler. 2005. Dimethenamid- p: Efficacy and potato (*Solanum tubersoum*) variety tolerance. *Weed Technology*. 19: 966-971.
- Hwang, I.T., K.S. Hong, J.S. Choi, H.R. Kim, D.J. Jeon, and K.Y. Cho. 2004. Protoporphyrinogen IX-oxidizing activities involved in the mode of action of a new compound N- [4-chloro-2–fluoro-5-{3-(2fluorophenyl)–5–methyl-4,5 ihydroisoxazol–5–yl- methoxy}– phenyl]-3,4,5,6 tetrahydrophthalimide. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 80: 123– 130.
- Ivanov, S., V. Alexieva, and N. Karnov. 2005. Cumulative effect of low and high atrazine concentrations on *Arabidopsis thaliana* plants. *Russian Journal of Plant Physiology*. 52: 213-219.

www.SID.ir

Archive of SID

- Jahedi, A., and P. Shimi. 2002. The use of flamethrower for weed control in the huge level in Hamadan. The report of investigation-Executive Design of Agriculture Organization.
- Khatami Kalkhoran, A., M.T. Alebrahim, M. Mohebodini, and R. Majd. 2015. Evaluating effect of Rimsulfuron on weed control of potato (*Solanum tuberosum* L.) fields in different growth stages. MS.c. Thesis. University of Mohaghegh Ardabili. 116 pp. (In Persian).
- Khatami Kalkhoran, A., M.T. Alebrahim, M. Mohebodini, and R. Majd. 2019. Tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) as affected by different dosage applications of rimsulfuron at its various growth stages. *Journal of Crop Ecophisiology*. 13 (1): 153-170. (In Persian).
- Kudsk, P., and S.K. Mathiassen. 2007. Analysis of adjuvant effects and their interactions with variable application parameters. *Crop Protection*. 26: 328-334.
- Mamnoie, A., M.R. Karami nejad, M.H., Rashed Mohasel, P. Shimi, and A. Ayin. 2016. Evaluating of some herbicide on weed control in potato (*Solanum tuberosum*) at Jiroft and Karaj. *Journal of Plant Protection*. 30 (3): 368-378. (In Persian).
- Michalowicz, J., and W. Duda. 2009. The effect of 2,4,5-Trichlorophenol on some Antioxidative parameters and the activity of Glutathione S-Transferase in reed canary grass leaves (*Phalaris arudinacea*). *Polish Journal of Environment Study*. 18 (5): 845-852.
- Peixoto, F., J. Laranjo-Gomes, J. Vincente, and V. Madeira. 2008. Comparative effect of the herbicides dicamaba, 2, 4-D and paraquat on non-green potato tuber calli. *Plant Physiology*. 165 (11): 1125-33.
- Ransom, C.V., C.A. Rice, and J.K. Ishida. 2003. Development of new herbicide options for weed control in potato production. Malheur Experiment Station, Oregon State University Ontatrio.
- Romero-puertas, M.C., J.M. Palma, M. Gomes, L.A. Del Rio, and L.M. Sandalio. 2002. Cadmium causes the oxidative modification of proteins in pea plants. *Plant, Cell and Environment*. 25: 677-686.
- Samadi Kalkhoran, E., and M.T. Alebrahim. 2015. Effect of dose and usage time of oxadiargil in different growth stage on weed biomass and yield of potato tuber (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Plant Ecophysiology*. 4(36): 625-644. (In Persian).
- Samadi Kalkhoran, E. M.T. Alebrahim, and M. Mohebodoni. 2015. Evaluation of the commercial function of potato tuber under herbicide application conditions exudarylgly in different stages of potato growth. *Journal of Crops Improvement*. 18 (4): 775-787. (In Persian).
- Samadi Kalkhoran, E., M.T. Alebrahim, S. Jahanbakhsh, and A.A. Hosseinzade. 2014. Evaluating effect of Oxadiargyl on weed control of potato (*Solanum tuberosum* L.) fields in different growth stages. MS.c. Thesis. University of Mohaghegh Ardabili. 113 pp. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

- Somanni, L. 1992. Dictionary of weed science. *Argotic Publishing Academy* (India).
- Tonks, D.J., C.V. Eberlin, and M.J. Guttieri. 2000. Preemergence weed control in potato (*Solanum tubersoum*) with ethalfuralin. *Weed Technology*. 14: 284-292.
- William, A., H. Bailey, P. Wilson, and T.E. Hines. 2001. Influence of cultivation and herbicide programs on weed control and net returns in potato (*Solanum tubersoum*). *Weed Technology*. 15 (4): 654-659.
- Yazdani, A. 2005. Evaluate and weed control in potato fields in Kerman. Proceedings of the 8th Plant Protection Congress of Iran, August 30- September 4, Isfahan, Iran. 146 pp. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Oxadiargyl and Rimsulfuron Mixture on Weed Control and Tuber Yield of Potato (*Solanum tuberosum* L.)

Sanaz Hanifezade Erdi[1], Mohammad Taghi Alebrahim[2*], and Rasoul Fakhari[3]

Received: January 2018 , Revised: 28 August 2018, Accepted: 3 October 2018

Abstract

To evaluate the effects of two herbicides mixures, of Oxadiargyl and Rimsulfuron on weed control and potato yield and its components, a randomized complete block design experiment with 3 replications was conducted at the Research Field of Mohaghegh Ardabili University. The factors include Rimsulfuron in 0, 12.5, 25, 37.5 and 50 gr a.i/ha and the Oxadiargyl in 0, 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8 lit a.i/ha in 5 herbicide mixture percentage two by two (include: 0:0.8, 12.5:0.6, 25:0.4, 37.5: 0.2 and 50:0) and the second factor is different time of application of these herbicides include (preplant and potato emergence). The statistical analysis showed that interaction effect of two herbicides mixture percentage and time of application had significant effect on reduction percentage of density of Commen Lambsquare, Redroot Pigweed and Field Bindweed. In order to results herbicide mixture application improved the efficacy of each herbicide on weed control, wherby these herbicide mixture percentages reduce density of Commen Lambsquare in 75% Oxadiargyl + 25% Rimsulfuron, Redroot Pigweed in 25% Oxadiargyl + 75% Rimsulfuron and Field Bindweed in 100% Rimsulfuron lonely recpectively 100%, 94.67% and 59.67% in preplant stage. Interaction effect of herbicide mixture percentage on time of application had significant effect on mean of tuber weight, yield of per plant and total tuber weight. The results of total yield showed that treatment of 25% Oxadiargyl + 75% Rimsulfuron in potato emergence application by 69.16% increasment in comparison to weedy was the best recommended treatment of experiment. Also the results showed that despite increasment in enzyme activity of Catalase, this increasment hadn't destructive effect on yield of potato, so conclude application of this herbicide mixture hadn't any destructive effect on potato.

Key words: Common Lambsquarter, Emergence, Filed Bindweed, Preplant, Redroot Pigweed.

1- Ph.D. Student of Weed Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2- Associate Prof. of Weed Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh, Ardabil, Iran.
3- Ph.D. Student of Weed Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
**Corresponding Author: m_ebrahim@uma.ac.ir*

www.SID.ir