مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۹، شماره ۲، ۱۳۹۶
صفحات ۴۱-۳۱

تأثیر آمیخته علف‌کش‌های ریم‌سولفورون و متری‌بوزین در کنترل علف‌های هرز و آنزیم آنتی‌اکسیدانی سیب‌زمینی

The Effect of Rimsulfuron and Metribuzin Mixture on Weed Control and Antioxidant Enzyme of Potato

ساناز حنیفه‌زاده اردی[۱]، محمد تقی آل ابراهیم*[۲]، رسول فخاری[۳]

چکیده

به‌منظور بررسی آمیخته دو علف‌کش ریم‌سولفورون (تیتوس) و متری‌بوزین (سنکور) بر کنترل علف‌های هرز، عملکرد سیب-زمینی (*Solanum tuberosum* L.)، آزمایشی مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و با استفاده از رقم آگریا در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی، در سال ۱۳۹۵ انجام شد. تیمارها شامل علف‌کش‌های ریم‌سولفورن با مقادیر ۰، ۱۲/۵، ۲۵، ۳۷/۵ و ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و متری‌بوزین با مقادیر ۰، ۱۵۳/۲۵، ۳۰۶/۵۰، ۴۵۹/۷۵ و ۶۱۳ گرم ماده‌ی مؤثره در هکتار برای ۵ نسبت آمیخته دوبه‌دو (به‌صورت ۰: ۶۱۳، ۱۲/۵: ۴۵۹/۷۵، ۲۵: ۳۰۶/۵۰، ۳۷/۵: ۱۵۳/۲۵ و ۵۰: ۰) و فاکتور دوم زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش‌ها شامل (پیش‌کاشت و سبز شدن غده سیب‌زمینی) بودند. بر اساس نتایج این تحقیق، کاربرد آمیخته علف‌کش‌های ریم‌سولفورون + متری‌بوزین، باعث بهبود کارایی آن‌ها در کنترل علف‌های هرز از طریق کاهش تراکم علف‌های هرز شد. نتایج عملکرد تک بوته و عملکرد کل سیب‌زمینی نشان داد که تیمار کاربرد ۳۰۶/۵۰ گرم متری‌بوزین + ۲۵ گرم ریم‌سولفورون در زمان سبز شدن به‌ترتیب با ۱۰/۵۳ و ۶۱/۸۳ درصد افزایش عملکرد تک بوته و عملکرد کل، نسبت به شاهد، برترین تیمار آزمایش بود.

کلمات کلیدی: سنکور، سیب‌زمینی رقم آگریا، علف‌کش تیتوس، کاتالاز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۱۶

[۱]- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد رشته شناسایی و مبارزه با 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

*- نویسنده مسئول E- mail: m_ebrahim@uma.ac.ir

مقدمه

در کشت سیب‌زمینی علف‌کش‌های متری‌بوزین، ریم-سولفورون، ترایفلورالین، پندی‌متالین، ای‌پی‌تی‌سی و اکسادیارجیل از جمله علف‌کش‌هایی هستند که به‌صورت قبل از کاشت، قبل از رویش یا بعد از رویش برای کنترل علف‌های هرز در مناطق مختلف جهان استفاده می‌شوند (Alebrahim *et al*., 2013). ترکیب علف‌کش‌ها برای کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز با حساسیت‌های متفاوت، برای به تأخیر انداختن گسترش بیوتیپ‌های مقاوم علف‌های هرز و کاهش هزینه‌های کاربرد اثرات جانبی علف‌کش‌ها امروزه بیشتر مورد بررسی قرار می‌گیرد (Steribig *et al*., 1998).

تحقیقی در زمینه بررسی آمیخته علف‌کش‌های متری‌بیوزین، ریم‌سولفورون، فلوفناست و پروسولفوکارب و پندی‌متالین نشان داد که بیشترین افزایش عملکرد غده سیب‌زمینی رقم آگریا در ترکیب علف‌کش‌های متری‌بوزین+ فلوفناست و متری‌بوزین+ پروسولفوکارب، متری‌بوزین+ پندی‌متالین بوده و کمترین عملکرد غده نیز در کاربرد علف‌کش‌های متری‌بوزین و پندی‌متالین بدون آمیختن با دیگر علف‌کش‌ها بوده است (Thomas *et al*., 2014). طبق آزمایشی تیمار کاربرد متری‌بوزین همراه ریم-سولفورون 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 بعلاوه سینوسولفورون در یک گروه آماری قرار گرفته است (Mamnoie *et al*., 2016). همچنین کاربرد مخلوط متری‌بوزین با پندی‌متالین عملکرد غده را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (Misovic *et al*., 1996).

در گزارشی بیان شد که کاربرد ریم‌سولفورون به همراه متری-بوزین دم‌روباهی کبیر (*Setaria faberi*)، آمبروزیا (*Ambrosia artemisiifolia*) و داتوره (*Datura stramonium*) را به‌طور رضایت‌مندی کنترل می‌کند (Ackely *et al*., 1996). سایر محققین نیز اذعان داشتند که علف‌کش متری‌بوزین و ریم‌سولفورون در کنترل علف‌های هرز سیب‌زمینی تأثیر بسیار مطلوبی دارند (Bharat and Kachroo, 2007; Renner and Powell, 1998; Eberlien *et al*., 1994). ترکیب علف‌کش‌های متری‌بوزین با ریم‌سولفورون مزایای زیادی در مقایسه با کاربرد ریم‌سولفورون بدون آمیختن با متری‌بوزین دارد، از جمله مهم‌ترین آن افزایش دامنه کنترل بازدارنده‌های استولاکتات سینتا (ALS) در علف‌های هرز مقاوم شده به علف-کش می‌باشد (Hutchinson *et al*., 2004).

بیشترین درصد کاهش تعداد دیوکنف از کاربرد تیمارهای مخلوط متری‌بوزین با یکی از علف‌کش‌های پندی‌متالین یا سولفوسولفورون یا ریم سولفورون و مخلوط پاراکوات بعلاوه پندی‌متالین به دست آمد، این تیمارها توانستند تراکم این علف هرز را ۱۰۰ درصد کاهش دهند (Mamnoie *et al*., 2016). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که کاربرد متری‌بوزین (به‌تنهایی) و مخلوط پندی‌متالین به‌علاوه پرومترین توانسته‌اند علف‌های هرز سیب‌زمینی را به ترتیب ۸۰ و ۸۹ درصد کنترل کنند (Mehmeti, 2004). گیاهان به تمامی تنش‌های زنده و غیرزنده محیط پاسخ می‌دهند، تنش‌ها شامل فعالیت فلزات سنگین، کم‌آبی، شوری زیاد، خراش، تغییرات نوری و دمایی و عوامل بیماری‌زا و آفات است. تنش‌های غیرزنده منجر به تولید هورمون‌هایی نظیر آبسزیک اسید، جاسمونیک اسید، سالسیلیک اسید، براسینواستروئید و اتیلن می-شوند 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 (Bajguz and Shamsul, 2009). طبق گزارشی در علف هرز تاتاری (*Silybum marianum* L.) با تیمار فرسوده کردن، فعالیت آنزیم کاتالاز کاهش می‌یابد، اما با تیمار کردن بذور با پتاسیم نیترات سه درصد بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ثبت شد (Parmoon *et al*., 2014).

امروزه به دلیل محدود بودن تعداد علف‌کش‌ها و ثبت آن‌ها در زراعت سیب‌زمینی علاوه بر محدودیت امکان جایگزینی سموم و کاهش احتمال بروز مقاومت در بین علف‌های هرز، سهم قابل‌توجهی از رسیدن به اهداف کاهش خسارت آن در تلفیق با سایر شیوه‌های کنترلی خواهد بود. برای این منظور آزمایش حاضر با هدف بررسی تأثیر آمیخته علف‌کش‌های ریم‌سولفورون و متری‌بوزین در کاهش تراکم علف‌های هرز مزرعه سیب‌زمینی و تغییرات یا افزایش احتمالی عملکرد سیب‌زمینی بود. همچنین برای آزمایش گیاه تحت شرایط تنش، پس از سم‌پاشی در مرحله سبزشدن، آنزیم کاتالاز استخراج و تأثیر فاکتورهای آزمایش مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۵ به‌منظور ارزیابی اثر آمیخته علف‌کش‌های ریم‌سولفورون با متری‌بوزین بر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز و عملکرد غده سیب‌زمینی رقم آگریا و سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز در مزرعه تحقیقاتی بابلان دانشگاه محقق اردبیلی اجرا گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش شامل فاکتور اول نسبت‌های آمیخته علف‌کش‌ها شامل: (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد)؛ فاکتور دوم، زمان‌های مصرف این علف‌کش‌ها شامل مراحل پیش از کاشت و سبز شدن سیب‌زمینی بود. سمپاشی مرحله پیش از کاشت، سه روز قبل از کاشت و سمپاشی مرحله سبز شدن نیز زمانی که ۸۰ درصد سیب‌زمینی مزرعه سبز شده بود و تقریباً مصادف با سه چهار برگی اغلب سیب‌زمینی مزرعه انجام شد. طبق بررسی منابع به‌عمل‌آمده مناسب‌ترین دز توصیه شده برای علف‌کش ریم‌سولفورون ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (Khatami kalkhoran *et al*., 2015) و برای علف‌کش متری‌بوزین ۶۱۳ گرم ماده مؤثره در هکتار (Alebrahim *et al*., 2011) بود. در این آزمایش نسبت‌های ۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ دز توصیه شده هر یک از علف‌کش‌ها آمیخته شدند.

جهت افزایش دقت آزمایش از شاهد متناظر (هر کرت به دو نیمه تقسیم، نیمه اول به‌عنوان شاهد و نیمه دوم به‌عنوان تیمار) استفاده شد و یک کرت هم به‌عنوان وجین کامل (بدون علف هرز) در نظر گرفته شد. عملیات کاشت غده‌های سیب‌زمینی در اواخر فروردین‌ماه ۱۳۹۵ و به‌صورت دستی در عمق ۲۰ سانتی‌متری انجام گرفت. فاصله کرت‌ها در هر بلوک نیم متر و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر ۱/۵ متر بود. عملیات آبیاری هر ۱۰ روز یک‌بار به‌صورت جوی و پشته‌ای انجام شد. طول و عرض هر کرت به ترتیب 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.

تیمار علف‌کش‌ها با سم‌پاش پشتی مدل Inter با نازل بادبزنی ۸۰۰۱ انجام شد. سرعت و فشار سم‌پاشی در تمام تیمارها تقریباً ثابت و میزان پاشش برای ۲۵۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شد. سه هفته بعد از هر مرحله‌ی سم‌پاشی، نمونه‌برداری علف‌های هرز توسط واحدهای نمونه‌برداری (کوادرات ۰/۷۵×۰/۵۰ مترمربع) انجام شد و نمونه‌ها به‌منظور محاسبه درصد کاهش تراکم شمارش شدند. برای تعیین عملکرد سیب‌زمینی و اجزای آن، بعد از رسیدگی کامل غده‌های سیب‌زمینی، محصول بوته‌های دو ردیف میانی (۶/۷۵ مترمربع) از هر کرت به‌طور کامل برداشت و شمارش گردید و توزین آن‌ها با ترازوی دیجیتالی به ظرفیت ۲۰۰۰ گرم و با دقت ۰/۰۱ گرم انجام شد. به‌منظور محاسبه راندمان کنترل علف‌های هرز، 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 سیب‌زمینی در بازه‌های زمانی بلافاصله پس از سمپاشی، ۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از سمپاشی در مرحله سبزشدن سیب‌زمینی انجام شد. در هر مرحله نمونه‌ها داخل فویل آلومنیومی پیچانده و داخل فلاسک یخ قرار داده و به آزمایشگاه منتقل شدند. 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 در حجم نهایی ۳ میلی‌لیتر آغاز گردید. تغییرات جذب در ۲۴۰ نانومتر به مدت ۳ دقیقه ثبت شد. سپس فعالیت آنزیم به‌صورت تغییرات جذب در دقیقه به ازای سنجش وزن تر بیان گردید (Dazy *et al*., 2008). در سنجش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز مدل ۴ پارامتر لجستیک (رابطه ۲) به تمامی داده‌ها برازش داده شد و مقدار علف‌کش لازم برای ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد کاهش فعالیت آنزیمی محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش به کار گرفته شدند.

رابطه ۲:

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

در این رابطه، Uij بیانگر فعالیت آنزیمی و درصد زام که موجب پاسخ در دز زام علف کش (zij) می‌شود. 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 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). در تجزیه آماری از آنالیز واریانس در قالب طرح آماری آزمایش فاکتوریل با تیمار شاهد، برای مقایسه بین اثر دزهای مختلف استفاده شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد انجام شد. جهت تجزیه داده‌ها و مقایسات از نرم‌افزار SAS (9/1)، SPSS (23) و MSTATC و همچنین برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار EXCEL و R استفاده گردید.

نتایج و بحث

گونه‌های علف هرز مشاهده شده در مطالعه، شامل آمارانتوس ریشه‌قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، سیرسیوم کانادایی (*Cirsium arvensis* (L.) Scop.) پیچک‌صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.) و کاهوی‌وحشی (*Lactuca seriola* L.) بود. دراین‌بین علف‌های هرز سلمه‌تره، آمارانتوس ریشه‌قرمز و پیچک صحرایی علف‌های هرز غالب مزرعه بودند.

درصد کاهش تراکم علف‌های هرز غالب

تجزیه واریانس اثرات اصلی نشان داد که نسبت آمیخته علف‌کش، زمان مصرف و همچنین اثرات متقابل نسبت آمیخته در زمان مصرف بر درصد کاهش تراکم سلمه‌تره در سطح یک درصد معنی‌دار شد. برای علف هرز آمارانتوس ریشه‌قرمز نیز نتایج نشان داد نسبت آمیخته علف‌کش‌ها، زمان مصرف و همچنین اثرات متقابل نسبت آمیخته در زمان مصرف بر درصد کاهش تراکم در سطح یک درصد بسیار معنی‌دار شد. همچنین در بین تمامی تیمارهای مورد مطالعه برای پیچک‌صحرایی، اثر اصلی نسبت آمیخته و اثرات متقابل نسبت آمیخته در زمان مصرف در سطح یک درصد معنی‌دار شد اما اثر اصلی زمان مصرف معنی‌دار نشد.

با توجه به نتایج، حداکثر کاهش تراکم سلمه‌تره در تیمار ۱۰۰ درصد متری‌بوزین + صفر درصد ریم‌سولفورون در مرحله پیش کاشت به دست آمد که با ۷۵ درصد متری‌بوزین + ۲۵ درصد ریم‌سولفورون و ۵۰ درصد متری‌بوزین + ۵۰ درصد ریم‌سولفورون و صفر درصد متری‌بوزین + ۱۰۰ درصد ریم‌سولفورون در همان مرحله، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند؛ اما ازآنجایی‌که هدف تحقیق کاهش احتمال بروز مقاومت در علف هرز و کاهش دفعات سمپاشی می‌باشد، بنابراین، بهترین ترکیب برای این علف هرز آمیخته ۵۰ درصد متری‌بوزین + ۵۰ درصد ریم‌سولفورون می‌باشد، زیرا در این تیمار دو علف‌کش با نحوه عمل مختلف و در غلظتی پایین‌تر از غلظت توصیه شده، بکار رفته‌اند (جدول ۱). ترکیب متری‌بوزین به مقدار ۱۴۰ یا ۲۸۰ گرم در هکتار با ریم‌سولفورون به میزان قابل ملاحظه‌ای باعث کنترل علف هرز سلمه‌تره می‌شود (Hutchinson *et al*., 2004). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین درصد کاهش تراکم علف هرز آمارانتوس در نسبت‌های ۱۰۰ درصد متری‌بوزین + صفر درصد ریم‌سولفورون، ۷۵ درصد متری‌بوزین + ۲۵ ریم‌سولفورون و صفر درصد متری‌بوزین + ۱۰۰ درصد ریم‌سولفورون در مرحله پیش کاشت و همچنین، آمیخته صفر درصد متری‌بوزین + ۱۰۰ درصد ریم‌سولفورون در مرحله سبز شدن بود که همه نسبت‌های آمیخته ذکر شده از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشته و تراکم آمارانتوس ریشه‌قرمز را ۹۵ تا ۱۰۰ درصد کاهش دادند (جدول ۱). در این بین، بهترین آمیخته ۷۵ درصد متری‌بوزین + ۲۵ درصد ریم‌سولفورون می‌باشد، چراکه از نظر آماری در مؤثرترین گروه قرار داشته و احتمال بروز مقاومت و آلودگی محیط‌زیست به‌واسطه ورود حجم و غلظت کمتری از مواد شیمیایی به محیط، کمتر می‌گردد. برای علف هرز پیچک‌صحرایی نیز نتایج مقایسات میانگین نشان داد در بین تیمارهای مورد بررسی بهترین تیمار، آمیخته ۵۰ درصد متری‌بوزین + ۵۰ درصد ریم سولفورون بود که در مرحله سبز شدن تراکم پیچک‌صحرایی را ۵۴/۳۳ درصد کاهش داد (جدول ۱). همچنین صفر درصد متری‌بوزین + ۱۰۰ درصد ریم‌سولفورون در مرحله سبز شدن و پیش کاشت به ترتیب ۴۴/۶۶ و ۵۰ درصد تراکم پیچک‌صحرایی را کاهش دادند و جزء بهترین تیمارهای آزمایش بودند (جدول ۱). در گزارشی اظهار شد که ریم‌سولفورون در کنترل پیچک مؤثر است (Eberlein *et al*., 2000). گزارش‌ها (Nalewaja *et al*., 1995; Eberlein *et al*., 1994) نیز بیانگر این مطلب است که علف‌کش متری‌بوزین و ریم‌سولفورون در کنترل پیچک کارایی بسیار مطلوبی دارند. همچنین والاس و بلیندر (Wallace and Bellinder, 1990)

دریافتند که کاربرد متری‌بیوزین به میزان ۷۵ درصد غلظت توصیه شده می‌تواند باعث کنترل ۴۳ درصدی بوته‌های آمارانتوس ریشه-قرمز در سیب‌زمینی گردد.

در گزارش (Tonks *et al*., 2000) و (Alebrahim *et al*., 2011) متری‌بیوزین و در گزارش (Renner and Powell, 1998) ریم‌سولفورون می‌تواند علف هرز آمارانتوس ریشه‌قرمز را به‌طور موفقیت‌آمیزی کنترل کند. ترکیب اتال‌فلورالین بعلاوه متری‌بیوزین یا ریم‌سولفورون می‌تواند علف هرز آمارانتوس ریشه-قرمز را ۹۸ درصد کنترل کند (Yazdani, 2005).

درصد افزایش متوسط وزن غده، عملکرد تک بوته و عملکرد کل سیب‌زمینی

نتایج نشان داد اثرات اصلی نسبت آمیخته علف‌کش‌ها و زمان مصرف بر درصد افزایش متوسط وزن غده، عملکرد تک بوته و عملکرد کل سیب‌زمینی معنی‌دار گردید. همچنین، اثرات متقابل نسبت آمیخته در زمان مصرف نیز تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر درصد افزایش متوسط وزن غده، عملکرد تک بوته و عملکرد کل سیب‌زمینی داشت.

نتایج مقایسات میانگین نشان داد که تیمار ۵۰ درصد متری-بیوزین + ۵۰ درصد ریم‌سولفورون در مرحله پیش کاشت با ۲۶/۷۶ درصد افزایش متوسط وزن غده بهترین تیمار آزمایشی بود. در مورد صفت درصد افزایش عملکرد تک بوته و درصد افزایش عملکرد کل سیب‌زمینی نیز، در بین تمامی تیمارهای مورد بررسی نسبت آمیخته ۵۰ درصد متری‌بیوزین + ۵۰ درصد ریم‌سولفورون به ترتیب با ۱۰/۵۳ درصد و ۶۱/۸۹ درصد افزایش نسبت به شاهد بهترین تیمار آزمایشی بود (جدول ۲). بر اساس نتایج یک تحقیق افزایش عملکرد قابل ملاحظه‌ای در عملکرد غده سیب‌زمینی رقم آگریا و بامبا زمانی که از مخلوط ریم‌سولفورون با متری‌بیوزین استفاده شده است در مقایسه با استفاده از علف‌کش متری‌بیوزین به تنهایی و بدون آمیختن با دیگر علف‌کش‌ها حاصل شده است (Thomas *et al*., 2014). همچنین آن‌ها در تحقیق خود اذعان داشتند که بررسی ترکیب علف‌کش‌های متری‌بیوزین، ریم-سولفورون، فلوفناست و پروسولفوکارب و پندی‌متالین نشان داد که بیشترین افزایش عملکرد غده سیب‌زمینی رقم آگریا در ترکیب علف‌کش‌های متری‌بیوزین+ فلوفناست و متری‌بیوزین+ پروسولفوکارب، متری‌بیوزین+ پندی‌متالین بوده و کمترین عملکرد غده نیز در کاربرد علف‌کش‌های متری‌بیوزین و پندی-متالین بدون آمیختن با دیگر علف‌کش‌ها بوده است. همچنین، در گزارشی اظهار شد که کاربرد مخلوط متری‌بیوزین با پندی‌متالین عملکرد غده را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (Misovic *et al*., 1996).

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) در مرحله سبزشدن سیب‌زمینی

به‌طورکلی تجمع آنزیم کاتالاز در داخل سلول در پی افزایش هیدروژن پراکسید ناشی از تنش در گیاهان افزایش می‌یابد (Bray, 1995). در تحقیقی مشخص شد که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز تحت تأثیر تنش‌های غیرزنده مثل علف‌کش قرار می‌گیرد و کاتالاز آنزیمی است که پراکسیدهیدروژن را برای تشکیل آب مصرف می‌کند (Michalowicz and Duda, 2009). طبق گزارشی 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 سیب‌زمینی دارد. همچنین آن‌ها در گزارش خود اذعان داشتند علف‌کش‌های دیکامبا و توفوردی در سیب‌زمینی موجب تحریک آنزیم کاتالاز به فعالیت می‌شود. همچنین فعالیت سوپراکسیددیس‌موتاز (SOD) در سیب‌زمینی نیز به‌وسیله علف-کش پاراکوات شدیداً تحریک می‌شود درحالی‌که علف‌کش‌های دیکامبا و توفوردی فقط در دزهای بالا این آنزیم را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Peixoto *et al*., 2008). بر اساس نتایج گزارشی کاربرد علف‌کش ام‌سی‌پی‌آ در سیب‌زمینی، موجب تحریک فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون ردوکتاز و گلوتاتیون ترانسفراز می-شود، درحالی‌که این علف‌کش نمی‌تواند فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسیددیس‌موتاز را تحت تأثیر قرار دهد، در این گزارش آمده است علف‌کش ام‌سی‌پی‌آ در غلظت‌های بالای ۱۲۰ میکرومولار اثر بازدارندگی بر فعالیت همه آنزیم‌های ذکرشده دارد (Peixoto *et al*., 2008). علف‌کش آترازین موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه آرابیدوپسیس (*Arabidopsis thaliana*) می‌شود (Ivanov *et al*., 2005). نتایج مقایسه میانگین تحقیق نشان داد، علف‌کش متری‌بوزین و ریم‌سولفورون 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 آمیخته علف‌کش‌ها با سرعت یکنواختی روند افزایشی داشته، اما پس از ۷۲ ساعت فعالیت آنزیم کاتالاز در نسبت‌های صفر درصد متری-بوزین + ۱۰۰ درصد ریم‌سولفورون و ۵۰ درصد متری‌بوزین + ۵۰ درصد ریم‌سولفورون فعالیت کاتالاز با شیب تقریباً تندی روند افزایشی دارد درحالی‌که در سایر تیمارها ثابت ماند (شکل ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل آمیخته علف‌کش در مراحل کاربرد پیش کاشت و سبز شدن سیب‌زمینی بر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز نسبت به شاهد

Table 1- Mean comparison of intraction effects of herbicide mixture percentage to preplant and potato emergence stages on reduction percentage of weed density in comparison to weedy

تیمار	زمان مصرف	تراکم علف‌هرز در مقایسه با شاهد		
نسبت آمیخته علف‌کش	Time of application	سلمه‌تره	آمارانتوس	پیچک‌صحرایی
Herbicide mixture percentage		Common Lambsquarter	Redroot Pigweed	Field Bindweed
100% Met + 0% Rim	Preplant	100 a	100 a	42 bc
75% Met + 25% Rim	Preplant	99.33 ab	99.33 a	24.66 ed
50% Met + 50% Rim	Preplant	99.33 ab	57.66 d	28.66 d
25% Met +75% Rim	Preplant	99.33 ab	75 c	26.44 ed
0% Met + 100% Rim	Preplant	98 ab	95.33 a	50 ab
100% Met + 0% Rim	Emergence	77.22 d	85.66 b	39.33 c
75% Met + 25% Rim	Emergence	98.33 ab	82 b	24.66 ed
50% Met + 50% Rim	Emergence	52.92 c	60.88 d	54.33 a
25% Met + 75% Rim	Emergence	90 bc	83.33 b	16.66 e
0% Met + 100% Rim	Emergence	87.66 c	95 a	44.66 a-c

میانگین‌هایی با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری باهم ندارند. همچنین Met=metribuzin و Rim=rimsulfuron می‌باشد.

There is no difference between the numbers with same letters. Also Met=metribuzin and Rim=rimsulfuron are.

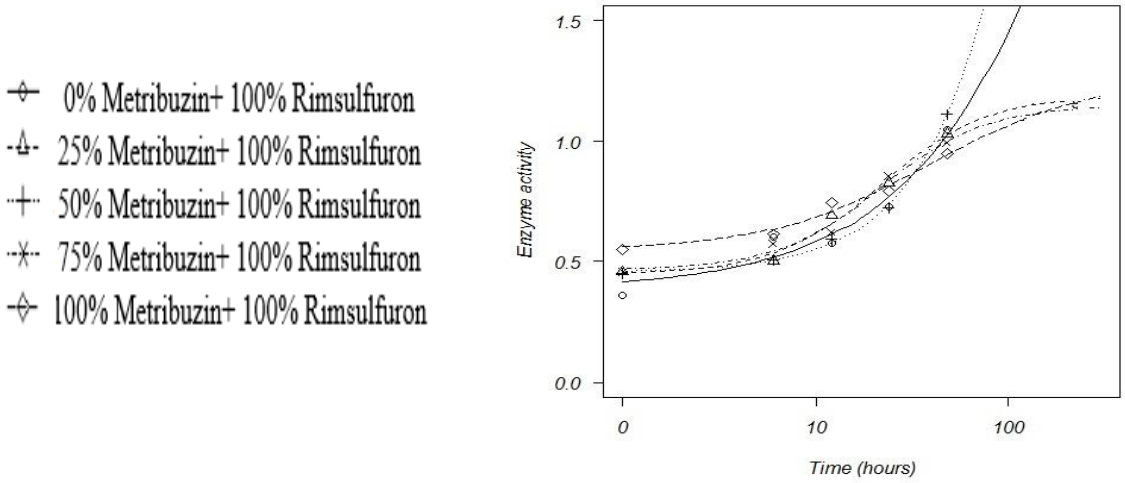
جدول ۲ - اثرات متقابل آمیخته علف‌کش‌های متری‌بیوزین و ریم‌سولفورون در مراحل کاربرد پیش کاشت و سبز شدن بر درصد افزایش عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی

Table 2- Intraction effects of herbicide mixture of Metribuzin and Rimsulfuron in preplant and post emergence stages on increasing percentage of yield and yield components of potato

تیمار				
نسبت آمیخته علف‌کش	زمان مصرف	متوسط وزن غده (gr)	عملکرد تک بوته(gr)	عملکرد کل غده (ton.ha-1)
Herbicide mixture percentage	Time of application	Mean of tuber weight	Yield of per plant	Total tuber yeild
100% Met + 0% Rim	Preplant	9.99fg	6.93d	35.32d
75% Met + 25% Rim	Preplant	8.30g	8.07b-d	42.97b-d
50% Met + 50% Rim	Preplant	26.76a	7.10cd	36.27cd
25% Met +75% Rim	Preplant	11.26e-g	7.75cd	40.78b-d
0% Met + 100% Rim	Preplant	13.67cd	9.00b	49.61b
100% Met + 0% Rim	Emergencing	21.53b	7.80b-d	41.09b-d
75% Met + 25% Rim	Emergencing	12.96ef	9.09b	50.38b
50% Met + 50% Rim	Emergencing	18.04e	10.53a	61.89a
25% Met + 75% Rim	Emergencing	10.48e-g	9.08b	50.15b
0% Met + 100% Rim	Emergencing	15.67cd	8.41bc	45.34bc

میانگین‌هایی با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری باهم ندارند. همچنین Met=metribuzin و Rim=rimsulfuron می‌باشد.

There is no difference between the numbers with same letters. Also Met=metribuzin and Rim=rimsulfuron are.



شکل ۱- بررسی روند فعالیت آنزیم کاتالاز در پاسخ به تنش سمپاشی در بازه‌های زمانی (هم‌زمان با سمپاشی تا ۹۶ ساعت پس از سمپاشی)

Figure 1- review process of Catalase enzyme in response to stress of spraying in time period of (simultaneous with spraying till 96 hours after spraying)

در این آزمایش افزایش آنزیم کاتالاز در نتیجه افزایش رادیکالهای آزاد در سیب‌زمینی به دلیل القای تنش جزئی بوده است، زیرا آنزیم کاتالاز از دیواره سلولی گیاه در برابر صدمات ناشی از رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند (Romero-puertas *et al.*, 2005) و (Shimizu and Kobayashi, 1984). چون هرگونه تنشی که موجب تولید رادیکال‌های آزاد بخصوص هیدروژن پراکسید در گیاهان شود سبب آسیب به غشای پلاسمایی و دیواره سلولی گیاهان می‌شود (Bienert *et al.*, 2006). بدین‌صورت که در این آزمایش آنزیم کاتالاز با تجزیه رادیکال‌های آزاد تولیدشده اثرات سوء علف‌کش را در سیب-زمینی کاهش داده است؛ بنابراین پیش‌بینی پارامترهای غلظت ۹۰ نسبت به ۵۰ بیانگر این است که هرچه قدر غلظت علف‌کش برای افزایش ۹۰ درصد فعالیت آنزیم در سیب‌زمینی افزایش پیدا می-کند، فعالیت آنزیم کاتالاز نیز افزایش پیدا می‌کند که ممکن است در دزهای بالا این افزایش تأثیرات سوئی بر سیب‌زمینی داشته باشد اما در دزهای مورد استفاده در این تحقیق این تأثیر سوء مشاهده نشد (جدول ۳).

نتیجه‌گیری کلی

امروزه محدودیت در تنوع علف‌کش در زراعت سیب‌زمینی و استفاده مکرر از آن‌ها که باعث بروز مشکلات متعدد از جمله بروز مقاومت و آلودگی محیط‌زیست می‌گردد، لذا وجود علف‌کشی سازگار با محصول سیب‌زمینی و یا استفاده از آمیخته علف‌کش‌ها ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به نتایج آزمایش حاضر مخلوط دو علف‌کش ریم‌سولفورون به میزان ۲۵ گرم ماده مؤثره در هکتار با متری‌بیوزین به میزان ۳۰۶/۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در زراعت سیب‌زمینی نتیجه مطلوبی در کنترل علف‌های هرز داشت. ازآنجایی‌که در این آزمایش اثر اختلاط علف‌کش‌ها در سیب-زمینی به‌وسیله سنجش فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی کاتالاز مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد با وجود افزایش فعالیت آنزیم، این افزایش بر عملکرد گیاه سیب‌زمینی تأثیر منفی نداشت و سبب بروز اثرات سوء در سیب‌زمینی نشد.

جدول ۳- پارامترهای تخمین زده معادله آمیخته علف‌کش متری‌بیوزین + ریم‌سولفورون

Table3- Estimated regression parameters of herbicide mixture applied of Metribuzin + Rimsulfuron

Herbicide mixture percentage درصد آمیخته علف‌کش	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 شیب‌خط
0% Metribuzin + 100% rimsulfuron	48.59 ±5.91	762.30 ±10.44	1195.62 ±1.90	-0.798 ±0.10
25% Metribuzin + 75% rimsulfuron	5.24 ±1.05	21.67 ±7.03	87.86 ±7.04	-1.570 ±0.39
50% Metribuzin + 50% rimsulfuron	85.52 ±4.94	498.56 ±15.51	2906.31 ±9.36	-1.246 ±0.20
75% Metribuzin + 25% rimsulfuron	5.44 ±1.42	21.65 ±7.37	86.10 ±6.59	-1.591 ±0.54
100% Metribuzin + 0% rimsulfuron	4.59 ±3.19	38.49 ±6.66	16.32 ±8.12	-1.034 ±0.52

R^2= 0.88 اعداد بعد از ± بیانگر خطای استاندارد می‌باشد.

Numbers after ± are approximate standard errors.

References **فهرست منابع**

Ackley, J. A., H. P. Wilson and T. E. Hines. 1996. Efficacy of Rimsulfuron and Metribuzin in potato (*Solanum tuberosum* L). Weed Technology. 10: 475-480.

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 (Agricultural Science and Technology). 4 (25): 358-367.

Alebrahim, M. T., M. H. Rashed Mohassel., A. Wilcockson, M. A. Baghestani., R. Ghorbani and M. Seragchi. 2013. Evaluating of some herbicides for Lambsquarter and Prostrate Pigweed control in potato fields. Journal of crop production. 6(1):19-37.

Bajguz, A. and H. Shamsul. 2009. Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. Plant Physiology and Biochemistry. 47: 1–8.

Bharat, R. and D. Kachroo. 2007. Effect of different herbicides on mixed weed flora, yield and economics of wheat (*Triticum aestivum*) under irrigated conditions of Jammu. The Indian Journal of Agricultural Science. 77: 383-386.

Bienert, G. P., J. K. Schjoerringa and T. P. Jahn. 2006. Membrane 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. 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.

Eberlein, C. V., B. A. King and M. J. Guttier. 2000. Evaluating an Automated Irrigation Control System for Site-Specific Herbigation. Weed Technology. 14: 182- 187.

Eberlein, C. V., H. C. Whitmor, C. E. Stanger and M. J. Guttieri. 1994. Post emergence weed control in potatoes (*Solanum tuberosum*) with rimsulfuron. Weed Technology. 8:425-428.

Hutchinson, P. J. S., C. V. Eberlien and D. J. Tonks. 2004. Broadleaf Weed Control and Potato Crop Safety with Postemergence Rimsulfuron Metribuzin, and Adjuvant Combinations. Weed Technology. 18(3):750-756.

Ivanov, S., V. Alexieva and N. Karnov. 2005. Cumulative effect of low and high atrazine concentrations on Arabidopsis thaliana plants. Plant Physiology. 52: 213-219.

Khatami Kalkhoran, S. 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. M.Sc. Thesis. Mohaghegh Ardabili. University of Ardabil, Iran. 116 Pp.

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. Jornal of plant protection. 30 (3): 368-378.

Mehmeti, A. 2004. The three-year effect of herbicides on weed flora and yield potato. Herbologia. 5: 85-94.

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.

Misovic, M. M., Z. A. Brocic., N. M. Momirovic., B. C. Sinzar., S. Jevtic and B. Lazic. 1996. Herbicide combination efficacy and potato yield in agro-ecological conditions of Dragacevo. Proc. Of the first Balkan Symposium on vegetables and potatoes. 462(1):363-368.

Nalewaja, j. D., T. Praczyk and R. Matysaik. 1995. Surfactants and oil, and adjuvants with Nicosulfuron. Weed Technology. 9: 689-695.

Parmoon, g., A. Ebadi, S. Jahanbakhsh and S. A. Mosav. 2014. Effects of Seed Priming on Catalase Activity and storage reservoirs of aged milk thistle seeds (*Silybum marianum* (L.) Gaertn). Journal of Agriculture Science. 21.363-372.

Peixoto, F., J. Laranjo-Gomes., J. Vincente and V. Madeira. 2008. Compatative effect of the herbicide dicamaba, 2, 4-D and paraquat on non-green potato tuber calli. Plant Physiology. 165 (11): 1125-33.

Renner, K. A. and G. E. Powell. 1998. Weed control in potato (*Solanum tuberosum*) with Rimsulfuron and Metribuzin. Weed Technology. 12:406- 409.

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 plant. Plant, Cell and Environment. 25: 677-686.

Shimizu, N. and K. Kobayashi. 1984. The reaction of superoxide radical with catalase by superoxide radical. Journal of Biological Chemistry. 259: 4414-4418.

Somanni, L. 1992. Dictionary of Weed Science. Argotic Publishing Academy (India).

Streibig, J. C., P. Kudsk and J. E. Jensen. 1998. General joint action model for herbicide mixtures. Pestic Science. 53: 21- 28.

Thomas, K., C. Gitsopoulos., A. Damalas and I. Georgoulas. 2014. Herbicide Mixture for Control of Water Smartweed (*Polygonum amphibium*) and Wild Buckwheat (*Polygonum convolvulus*) in Potato. Weed Technology. 28(2):401-407.

Tonks, D. J., C. V. Eberlein and M. J. Guttieri. 2000. Preemergence weed control in potato (*Solanum tuberosum*) with ethalfluralin. Weed Technology. 14: 282-292.

Wallace, R. W. and R. R. Bellinder. 1990. Low rate application of herbicide in conventional and reduced tillage potatoes (*Solanum tuberosum* L). Weed Technology. 4:509-513.

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, 2005, Isfahan, Iran. 146 Pp.

The Effect of Rimsulfuron and Metribuzin Mixture on Weed Control and Antioxidant Enzyme of Potato

S. Hanifezadeh Erdi[1], M. T. Alebrahim*[2], R. Fakhari[3]

Abstract

In order to evaluate mixture of rimsulfuron (Titus) and metribuzin (Sencor) herbicides on weed control, yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) a factorial experiment conducted on the base of Randomized Complete Block Design in 3 replications and use of Agria cultivar of potato in Research Field of Mohaghegh Ardabili University at 2016. The treatments consist of rimsulfuron herbicide in 0, 12.5, 25, 37.5 and 50 gr a_i/ha and metribuzin in 0, 153.25, 306.50, 459.75 and 613 gr a_i/ha for 5 herbicide mixture percentage (as: 0:613, 12.5:459.75, 25:306.50, 37.5:153.25 and 50:0) and the second factor was different time of application of this herbicides include (pre-plant and potato emergence). In order to results of experiment, use of rimsulfuron + metribuzin herbicide mixture improved the efficacy of each one of herbicides in weed control by means of lowering weed density. The results of stem yield and total yield of potato tuber showed that use of 306.50 gr ai/ha metribuzin + 25 gr ai/ha rimsulfuron in emergence stage induced 10.53% and 61.83% yield of stem and total yield in comparison to weedy.

Keywords: Catalase, Potato Agria Cultivar, Sencor, Titus Herbicide.

Received date: 12 April 2017 Accepted date: 06 June 2017

1- M.Sc. 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 Ardabili, Ardabil, Iran.

3- PhD student of weed science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

*- Corresponding author E-mail: m_ebrahim@uma.ac.ir