

ارزیابی اثر تلفیقی کاربرد نواری علف‌کش و کولتیواسیون بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

مسلم تقی‌پور^۱، علی قنبری^۲ و مهدی راستگو^{۲*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۱)

چکیده

به منظور بررسی اثرات تلفیقی کاربرد نواری علف‌کش و استفاده از کولتیواتور بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد سیب‌زمینی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۴ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و ۱۲ تیمار شامل: دو سطح از عامل کولتیواتور بین ردیفی (بدون کاربرد کولتیواتور و کاربرد یک‌بار کولتیواتور) و عامل علف‌کش در شش سطح، شامل کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین + کاربرد پس‌رویشی متری بیوزین به صورت سراسری، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین + کاربرد پس‌رویشی متری بیوزین به صورت نواری، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به تنهایی، کاربرد پس‌رویشی متری بیوزین به صورت سراسری به تنهایی، کاربرد پس‌رویشی متری بیوزین به صورت نواری به تنهایی و بدون کاربرد علف‌کش بودند. علف‌کش پندیمتالین با فرمولاسیون EC ۳۳ درصد و به میزان ۱/۱ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار و علف‌کش متری بیوزین با فرمولاسیون WP ۷۰ درصد و به مقدار ۷۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، استفاده شدند. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین + کاربرد پس‌رویشی سراسری و نواری متری بیوزین، باعث بیشترین عملکرد (۴۱/۱۵۸ و ۳۶/۱۶۸ تن در هکتار) و کمترین زیست‌توده کل علف‌های هرز شد. همچنین تیمارهای بدون کاربرد علف‌کش و کاربرد علف‌کش پندیمتالین به تنهایی نیز، کمترین عملکرد (۱۶/۴۸۲ و ۱۸/۷۵۲ تن در هکتار) و بیشترین زیست‌توده کل علف‌های هرز را ایجاد کردند. کاربرد یک‌بار کولتیواتور بر زیست‌توده کل علف‌های هرز و عملکرد سیب‌زمینی تأثیر معنی‌داری ایجاد نکرد و فقط سبب کاهش تراکم کل علف‌های هرز شد. به‌طور کلی بر اساس نتایج این پژوهش، برهم‌کنش کاربرد کولتیواتور و کاربرد علف‌کش، بر تراکم و زیست‌توده کل علف‌های هرز و عملکرد غده و زیست‌توده سیب‌زمینی معنی‌داری نداشت که دلیل احتمالی آن ناکافی بودن دفعات کاربرد کولتیواتور بود.

واژه‌های کلیدی: پندیمتالین، زیست‌توده، کاربرد سراسری، متری بیوزین

۱ و ۲. به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیاران گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: m.rastgoo@um.ac.ir

مقدمه

سیب‌زمینی گیاهی یک‌ساله با نام علمی (*Solanum tuberosum* L.) از تیره بادمجانیان که به‌عنوان مهم‌ترین محصول زراعی در بین گیاهان دولپه‌ای، پس از گندم (*Triticum aestivum* L.)، برنج (*Oryza sativa* L.) و ذرت (*Zea mays* L.)، رتبه چهارم را در جهان دارا بوده و تولید ماده خشک و پروتئین آن در هکتار از غلات بیشتر است (۸ و ۱۲).

دوره رشد سیب‌زمینی طولانی است و غالباً به سه تا چهار هفته می‌رسد. طی این دوره، علف‌های هرز بدون هر گونه رقابت محصول می‌توانند رویش یافته و بر سیب‌زمینی در اشغال محیط پیشی گیرند. سیب‌زمینی پس از رویش نیز سرعت گسترش کمی دارد و غالباً چهار تا شش هفته طول می‌کشد تا کانوپی آن بسته شده و بتواند با علف‌های هرز رقابت کند (۱۲). خسارت‌زاترین علف‌های هرز پهن‌برگ یک‌ساله سیب‌زمینی در ایران، تاج‌خروس‌ها (*Amarantus* spp.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، گونه‌های تاج‌ریزی (*Solanum* spp.) و خرفه (*Portulaca oleracea* L.) هستند. در مزارعی که استفاده از علف‌کش متری‌بیوزین رایج است، افزایش جمعیت تاج‌ریزی مشکل‌ساز است. همچنین وجود گل‌جالیز (*Orobanch* sp.) نیز در بخش قابل توجهی از مزارع سیب‌زمینی در دسر ساز شده است (۱۳ و ۱۴).

در بین روش‌های کنترل علف‌های هرز سیب‌زمینی، استفاده از روش‌هایی نظیر خاک‌ورزی و نیز کنترل شیمیایی از گستردگی بیشتری برخوردار است. علف‌کش‌ها به دلیل کارایی و صرفه اقتصادی، نقش محوری در مدیریت علف‌های هرز ایفا می‌کنند و امروزه به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شوند. این ترکیبات به رغم مشکلات زیست‌محیطی که دارند، هنوز از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز محسوب می‌شوند (۱۷). برای کنترل شیمیایی علف‌های هرز سیب‌زمینی می‌توان از علف‌کش‌های پیش‌کاشت (ای‌پی‌تی‌سی)، پیش‌رویشی (پندیمتالین، پاراکوات و متری‌بیوزین)، پس‌رویشی (متری‌بیوزین) و یا تلفیقی از پیش‌رویشی و پس‌رویشی استفاده

کرد (۱۲). نتایج آل‌ابراهیم و همکاران (۱ و ۲) نشان داد که کاربرد علف‌کش‌های اتال‌فلورالین، پندی‌متالین و تریفلورالین در مقادیر چهار، شش و چهار لیتر در هکتار، زیست‌توده علف‌های هرز را در فاصله ۲۰ روز پس از سم‌پاشی به‌میزان بیش از ۹۰ درصد کاهش داد. بیشترین میانگین وزن غده و عملکرد کل غده از کاربرد علف‌کش پندی‌متالین به‌میزان چهار لیتر در هکتار به‌دست آمد که با تیمارهای کاربرد علف‌کش‌های پندی‌متالین، تریفلورالین و اتال‌فلورالین به‌ترتیب با مقادیر شش، دو و دو لیتر در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. در پژوهشی دیگر مشخص شد که کاربرد ۲۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار از علف‌کش متری‌بیوزین، ۹۳ تا ۱۰۰ درصد از علف‌های هرز تاج‌خروس ریشه قرمز و سلمه‌تره را در سیب‌زمینی کنترل کرد (۱۵ و ۱۶). همچنین کاربرد ۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار از این علف‌کش در مطالعه‌ای دیگر تاج‌خروس ریشه قرمز و سلمه‌تره را ۹۶ درصد کنترل کرد (۱۱).

به‌کارگیری عملیات خاک‌ورزی نظیر استفاده از کولتیواتور در اوایل دوره رشد علف‌های هرز که دوره بحرانی برای محصول سیب‌زمینی است، می‌تواند اثرات سودمندی داشته باشد (۹ و ۱۰). از جمله در آزمایشی مشخص شد که کنترل علف‌های هرز با کولتیواتور به‌تنهایی و در پنج نوبت در روی ردیف‌ها و بین ردیف‌ها، ۹۰ درصد بود (۵). یکی از برنامه‌های مدیریتی با هدف کاهش مصرف علف‌کش‌ها، تلفیق روش‌های مکانیکی و شیمیایی کنترل علف‌های هرز است (۴). بر این اساس طی آزمایشی نشان داده شد، زمانی که روش مکانیکی به‌همراه سمپاشی نواری به‌کار می‌رود، کنترل علف‌های هرز بهتر صورت می‌گیرد (۱۶). استفاده از علف‌کش متری‌بیوزین به‌همراه کولتیواتور و خاک‌دهی پای بوته‌ها، زمانی که ۶۰ درصد علف‌های هرز سبز شده باشند، عملکرد غده‌های سیب‌زمینی را به‌میزان ۸/۷ تن در هکتار افزایش داد. همچنین در این بررسی مشخص شد که استفاده از علف‌کش متری‌بیوزین و کولتیواتور توانست سلمه‌تره را تا ۱۰۰ درصد، تاج‌خروس را بین ۹۶ تا ۱۰۰ درصد و علف‌هفت‌بند را نیز از ۹۷ تا ۹۹

پس‌رویشی متری بیوزین، کاربرد علف‌کش پیش‌رویشی پندیمتالین + کاربرد نواری علف‌کش پس‌رویشی متری بیوزین، کاربرد علف‌کش پیش‌رویشی پندیمتالین به‌تنهایی، کاربرد سراسری علف‌کش پس‌رویشی متری بیوزین به‌تنهایی، کاربرد نواری علف‌کش پس‌رویشی متری بیوزین به‌تنهایی و درنهایت عدم کاربرد علف‌کش.

ابعاد کرت‌های آزمایشی با چهار ردیف کاشت به فواصل ۷۵ سانتی‌متر، ۳ × ۴ متر بود. همچنین بین کرت‌ها نیز یک ردیف نکاشت (۷۵ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد. در این آزمایش از علف‌کش پندیمتالین با فرمولاسیون EC ۳۳ درصد به‌میزان ۳/۵ لیتر در هکتار، به‌عنوان علف‌کش پیش‌رویشی و از علف‌کش متری بیوزین WP ۷۰ درصد به‌میزان ۰/۷۵ کیلوگرم از ماده تجاری در هکتار، به‌عنوان علف‌کش پس‌رویشی استفاده شد (۱۸). قبل از کاشت و بر اساس آزمایش خاک، مقداری کود نیتروژن و فسفات در خاک توزیع شد. کاشت غده‌های سیب‌زمینی در اوایل خردادماه به‌صورت دستی انجام شد. رقم مورد استفاده در این پژوهش از نوع آگریا، رقمی میان‌رس با عملکرد متوسط به بالا بود. غده‌های بذری پس از ضدعفونی با قارچ‌کش تبوکونازول (راکسیل) با غلظت ۱/۵ در هزار، در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک و به فاصله ۲۵ سانتی‌متر از هم در روی پشته، کشت شدند. آبیاری بعد از کاشت و بعد از اعمال تیمارهای پیش‌رویشی، با استفاده از لوله‌های پلاستیکی مستقر در ابتدای هر ردیف و به‌صورت نشتی و با فاصله هر ۱۰ روز انجام شد. در این طرح از سمپاش پستی لانس‌دار شارژی با امکان تنظیم فشار (۲۵۰ کیلوپاسکال)، مجهز به نازل بادبزی می‌گنواخت با شماره ۸۰۰۲ و با دبی پاشش ۲۲۰ لیتر در هکتار بعد از کالیبراسیون در زمان توصیه شده (علف‌کش پیش‌رویشی، بعد از کاشت غده‌ها و قبل از آبیاری اول و علف‌کش پس‌رویشی در زمان سه تا چهار برگی بوته‌های سیب‌زمینی)، انجام شد. عملیات کولتیواتور زدن در بین ردیف‌ها نیز، پس از گذشت حدود ۲۰ روز از رویش غده‌ها و زمانی که علف‌های هرز بوته‌های سیب‌زمینی در مراحل اولیه رشد رویشی بودند با استفاده از کولتیواتور مجهز به تیغه‌های پنجه‌غازی، انجام شد.

درصد، در ۱۵ تا ۶۰ روز بعد از رویش علف‌هرز کنترل کند. بیشترین عملکرد غده‌های سیب‌زمینی نیز در تیمار علف‌کش و کولتیواتور بوده است (۱۰).

با توجه به اهمیت گیاه سیب‌زمینی در تأمین بخش قابل توجهی از منبع نشاسته کشور و نیز ضرورت استفاده از راهکارهایی تلفیقی به‌منظور کاهش مصرف علف‌کش‌ها و به حداقل رساندن آسیب‌های رو به افزون این نهاده‌های شیمیایی، این آزمایش با هدف ارزیابی اثر تلفیق روش خاک‌ورزی (استفاده از کولتیواتور بین ردیفی) و کاربرد نواری علف‌کش (کاهش مصرف علف‌کش) بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد سیب‌زمینی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر کاربرد نواری علف‌کش و کولتیواسیون بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد سیب‌زمینی با هدف کاهش مصرف علف‌کش، آزمایشی در سال ۱۳۹۴ در محل مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا و در زمینی به مساحت ۱۰۷۸ متر مربع به اجرا درآمد. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۲۸۶ میلی‌متر، حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه در این منطقه به‌ترتیب ۴۲ و ۲۷/۸- درجه سانتی‌گراد است و آب‌وهوای منطقه نیز بر اساس روش آمبرژه سرد و خشک تعیین شده است. خصوصیات خاک منطقه آزمایش بر اساس نمونه‌گیری در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل در چهار تکرار انجام شد. عامل‌ها عبارت بودند: ۱- کنترل مکانیکی (کولتیواتور بین‌ردیفی) در دو سطح شامل عدم کاربرد کولتیواتور و استفاده از یک‌بار کولتیواتور، ۲- استفاده از علف‌کش در شش سطح شامل: کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش پندیمتالین + کاربرد سراسری علف‌کش

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

EC	K	P	سیلت	شن	رس	N	ماده آلی	pH	بافت خاک
(ds/m)	(ppm)		٪						سیلتی-رسی
۰/۸۵	۲۱۲	۳۵	۵۱/۸	۴۱/۹	۶/۲۴	۰/۰۶۷	۰/۵۳	۷/۶۴	

(*Cyperus esculentus* L.)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) و شیرتیغی (*Sonchus arvensis* L.)، چندساله و سایر گونه‌ها نیز یک‌ساله بودند. بیشتر گونه‌های یک‌ساله، پهن‌برگ و بهاره بودند و فقط چند گونه شامل: اویارسلام زرد، سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.)، دم‌روبیاهی سبزی (*Setaria viridis* L.) و علف‌انگشتی (*Digitaria sanguinalis* L.) از نوع باریک‌برگ بودند.

تراکم و زیست‌توده کل علف‌های هرز

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر کاربرد کولتیواتور بر تراکم کل علف‌های هرز در سطح یک درصد کاملاً معنی‌دار شد، اما اثر استفاده از تیمارهای مختلف علف‌کش بر تراکم کل علف‌های هرز در انتهای فصل، معنی‌دار نشد. زیست‌توده کل علف‌های هرز نیز در انتهای فصل از کاربرد کولتیواتور، متأثر نشد ولی استفاده از تیمارهای مختلف علف‌کش بر زیست‌توده کل در انتهای فصل، کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقایسات میانگین اثر کاربرد کولتیواتور بر تراکم کل علف‌های هرز نیز نشان داد که کاربرد یک بار کولتیواتور نسبت به حالت عدم کاربرد آن، توانست تراکم کل علف‌های هرز را در انتهای فصل رویش، نسبت به حالت عدم کاربرد آن، کاهش دهد. به این صورت که بیشترین تراکم (۷۵/۸ بوته در مترمربع) مربوط به حالت عدم کاربرد کولتیواتور است و کمترین تراکم نیز (۳۷/۱ بوته در متر مربع) در کاربرد یک بار کولتیواتور دیده شد (داده‌ها نشان داده نشده است).

نتیجه بررسی‌ها نیز نشان می‌دهد که در بهترین شرایط، کولتیواتور می‌تواند ۸۰-۶۰ درصد علف‌های هرز را کنترل کند و زمانی می‌تواند مؤثر باشد که فشار علف‌های هرز و بانک بذر کم باشد (۷). در مطالعه‌ای مشخص شد که کاربرد

لازم به ذکر است که در طی فصل رشد، هیچ‌گونه آفت یا بیماری که بر عملکرد تأثیرگذار باشد، مشاهده نشد.

در انتهای فصل، یک هفته قبل از برداشت، یک مرحله نمونه‌برداری از علف‌های هرز در سطح یک مترمربع و از دو ردیف وسطی، به عمل آمد و پس از شمارش و تعیین تراکم علف‌هرز در مترمربع، برای تعیین زیست‌توده آنها، نمونه‌ها در پاکت قرار داده شدند و سپس در داخل آون ۷۵ درجه به مدت ۷۲ ساعت قرار داده و در انتها با استفاده از ترازوی دیجیتالی توزین شدند. در انتهای فصل و همزمان با مرحله برداشت و با حذف اثر حاشیه‌ای از سطحی معادل دو مترمربع برای تعیین میزان عملکرد غده‌های سیب‌زمینی، برداشت انجام و غده‌ها جداگانه توزین شدند و قسمت‌های هوایی بوته‌های سیب‌زمینی نیز برای تعیین میزان زیست‌توده، به آون منتقل و پس از گذشت ۷۲ ساعت، با ترازوی دقیق توزین شدند. صفاتی که در این نمونه‌برداری مورد ارزیابی قرار گرفتند عبارت بود از: تعداد غده‌ها، وزن غده‌ها، زیست‌توده بوته‌ها، تعداد غده در بوته، وزن غده در بوته و تعداد غده‌های بالای ۱۰۰ گرم. در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش به کمک نرم‌افزارهای آماری مختلف از جمله SAS ۹.۱.۳ و Minitab ۱۶ و Excel ۲۰۰۷ انجام و جداول و نمودارهای مربوطه، رسم شدند. مقایسات میانگین داده‌ها نیز بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

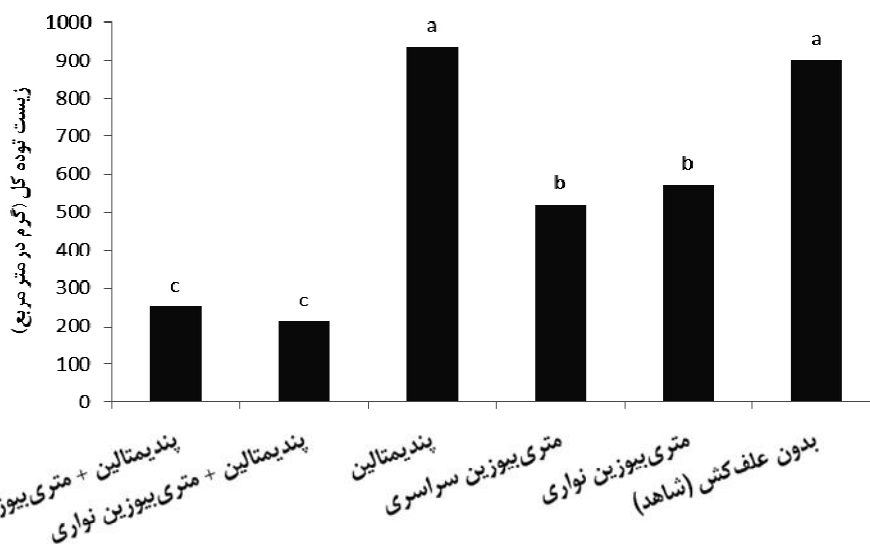
جامعه علف‌های هرز

در این آزمایش علف‌های هرز متعددی از گونه‌های مختلف گیاهی، مشاهده شدند که شامل ۱۷ گونه از ۱۱ خانواده گیاهی بودند از بین این گونه‌های علف هرز، اویارسلام زرد

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کاربرد کولتیواتور و تیمارهای مختلف علف‌کش بر تراکم و زیست‌توده

منبع تغییر	df	تراکم کل علف‌های هرز	زیست‌توده کل علف‌های هرز
بلوک	۳	۰/۴۱۸**	۶۷۸۰۰*
کولتیواتور	۱	۱/۱۵۰**	۴۴۶۶۹ ^{ns}
علف‌کش	۵	۰/۱۲۹ ^{ns}	۷۵۸۱۸۳**
کولتیواتور × علف‌کش	۵	۰/۰۴۸ ^{ns}	۱۸۰۵۱ ^{ns}
خطا	۳۳	۰/۰۵۹	۱۷۹۱۶
ضریب تغییرات (درصد)		۱۴/۰۲	۲۳/۷

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد و ^{ns} عدم معنی‌داری



شکل ۱. اثر کاربرد تیمارهای مختلف علف‌کش بر زیست‌توده کل علف‌های هرز در انتهای فصل. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

پژوهشی مشابه نشان داد که کاربرد ۲۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار از علف‌کش متری بیوزین، ۹۳ تا ۱۰۰ درصد از علف‌های هرز تاج‌خروس ریشه قرمز و سلمه‌تره را در سیب‌زمینی کنترل کرد (۱۵ و ۱۶). در آزمایشی دیگر نیز کاربرد ۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار از این علف‌کش تاج‌خروس ریشه قرمز و سلمه‌تره را ۹۶ درصد کنترل کرد (۱۱).

عملکرد غده و زیست‌توده کل سیب‌زمینی

اثر کاربرد کولتیواتور بر عملکرد غده‌های سیب‌زمینی معنی‌دار نشد، ولی اثر استفاده از تیمارهای مختلف علف‌کش در سطح

کولتیواتور در سیب‌زمینی بعد از خاک‌دهی پای بوته‌ها، تراکم همه گونه‌های علف‌هرز را به‌طور معنی‌داری بدون استفاده از علف‌کش، کاهش داد. همچنین انجام کولتیواتور به‌تنهایی و در پنج نوبت، سبب کاهش ۹۰ درصدی کنترل علف‌های هرز شد (۵).

در بین تیمارهای مختلف علف‌کش کاربرد پندیمتالین + متری بیوزین سراسری و نواری دارای کمترین زیست‌توده کل (۲۵۰/۲ و ۲۱۲/۶ گرم در مترمربع) و کاربرد تیمار پیش‌رویشی پندیمتالین همراه با تیمار بدون علف‌کش نیز (۹۳۳/۹ و ۹۰۰/۱ گرم در مترمربع)، بیشترین زیست‌توده کل علف‌های هرز را در انتهای فصل داشتند (شکل ۱). نتایج

متری بیوزین نواری و علفکش پیش‌رویشی پندیمتالین تنها، اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری نداشتند.

نتایج مطالعات پژوهشگران دیگر نیز نشان می‌دهد که استفاده از علفکش نسبت به حالتی که از هیچ نوع علفکشی استفاده نمی‌شود، باعث افزایش عملکرد شده است. همچنین کاربرد ترکیبی علفکش‌ها و یا استفاده از چند نوع علفکش برای کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد غده‌های سیب‌زمینی، مؤثرتر از کاربرد تنهای هر کدام از آنها است (۶). بر اساس مطالعات انجام شده در کاربرد تنهای علفکش نیز، علفکش متری بیوزین در افزایش عملکرد بهتر از پندیمتالین بوده است، به‌خصوص در دزهای بالای پندیمتالین که اثر کاهشی روی عملکرد و محصول سیب‌زمینی دارد (۱۵). در پژوهشی دیگر نیز کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به‌تنهایی و به‌میزان ۱/۱ کیلوگرم از ماده مؤثره، کمترین عملکرد غده سیب‌زمینی را بعد از تیمار شاهد در مقایسه با علفکش دیفن‌آمیدی و متری بیوزین داشته است (۱۱).

بر اساس نتایج آزمایش، بیشترین زیست‌توده سیب‌زمینی به‌ترتیب (۲۶۲/۷ و ۲۴۹/۹ گرم در مترمربع) در کاربرد تیمارهای پندیمتالین + متری بیوزین سراسری و نواری مشاهده شد که در مقایسه با شاهد (وجین کامل)، اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین زیست‌توده سیب‌زمینی هم (۱۵۰/۹ گرم در مترمربع) به تیمار بدون علفکش تعلق گرفت که در مقایسه با تیمار شاهد (وجین کامل)، ۵۷/۲ درصد کاهش عملکرد را نشان داد که با تیمارهای کاربرد متری بیوزین نواری و پندیمتالین تنها، در یک سطح آماری قرار گرفتند (جدول ۴).

اجزای عملکرد سیب‌زمینی

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد غده در مترمربع (۶۷/۹ غده) مربوط به تیمار کاربرد پندیمتالین + متری بیوزین سراسری و بدون کولتیواتور است و کمترین تعداد غده در متر مربع (۲۹/۴۸ و ۲۹/۹۸ غده) در تیمار کاربرد متری بیوزین نواری و بدون علفکش همراه با یک‌بار کولتیواتور دیده می‌شود.

یک درصد بر عملکرد غده‌های سیب‌زمینی کاملاً معنی‌دار شد. اثر متقابل کاربرد کولتیواتور و تیمارهای مختلف علفکش بر عملکرد، نیز معنی‌دار نشد (جدول ۳). تأثیر کاربرد کولتیواتور و تیمارهای مختلف علفکش بر اجزای عملکرد متفاوت بود. به این نحو که اثر کاربرد کولتیواتور بر تعداد غده سیب‌زمینی در مترمربع، تعداد غده سیب‌زمینی در هر بوته و متوسط وزن هر غده سیب‌زمینی کاملاً معنی‌دار شد، ولی اثر کاربرد کولتیواتور بر وزن غده سیب‌زمینی در هر بوته و غده بالای ۱۰۰ گرم، معنی‌دار نبود. استفاده از تیمارهای مختلف علفکش بر تمام اجزای عملکرد سیب‌زمینی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. از طرفی اثرات متقابل کاربرد کولتیواتور و تیمارهای مختلف علفکش بر تعداد غده سیب‌زمینی در مترمربع، تعداد غده سیب‌زمینی در هر بوته و متوسط وزن هر غده سیب‌زمینی در سطح یک درصد نیز معنی‌دار شد (جدول ۳).

نتایج به‌دست آمده از مقایسات میانگین عملکرد غده سیب‌زمینی نشان داد که استفاده از تیمار کاربرد پندیمتالین به‌صورت پیش‌رویشی + متری بیوزین در کاربرد پس‌رویشی به‌صورت ترکیبی، کارایی مؤثرتری بر عملکرد غده‌ها، نسبت به حالت استفاده تنها از هر کدام از آنها داشته است. در بین این دو علفکش نیز کاربرد پس‌رویشی متری بیوزین عملکرد بهتری نسبت به کاربرد پندیمتالین داشت. در بین تیمارهای پس‌رویشی تنهای متری بیوزین نیز، تیمار پس‌رویشی متری بیوزین سراسری، عملکرد غده بیشتری داشته است. به‌دلیل تأثیر مثبتی که کاربرد این دو علفکش بر کنترل علف‌های هرز داشته‌اند، گیاه اصلی توانسته است در رقابت با علف‌های هرز در کسب آب، منابع غذایی و نور موفق‌تر عمل کرده و عملکرد بهتری را فراهم کند (جدول ۴).

همان‌طور که در جدول ۴ نیز مشخص است، بیشترین عملکرد غده‌های سیب‌زمینی (۴۱/۱۵۸ تن در هکتار) در تیمار کاربرد پندیمتالین + متری بیوزین سراسری به‌دست آمد و کمترین عملکرد غده‌ها نیز در تیمار بدون کاربرد علفکش (۱۶/۴۸۲ تن در هکتار) حاصل شد که با تیمارهای کاربرد

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کاربرد کولتیواتور و تیمارهای مختلف علف‌کش بر عملکرد و اجزای عملکرد سبب‌زمینی

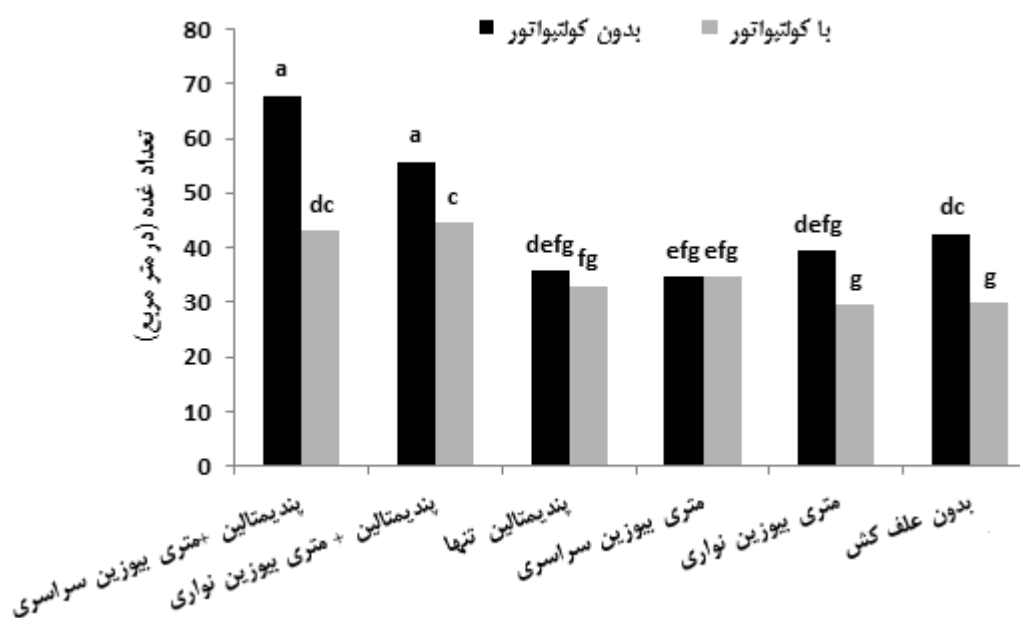
اجزای عملکرد									
منبع تغییر	df	عملکرد غده سبب‌زمینی	زیست‌توده سبب‌زمینی	تعداد غده در متر مربع	تعداد غده در بوته	وزن غده در بوته	متوسط وزن تک غده	تعداد غده بالای ۱۰۰ گرم	df
بلوک	۳	۱۴۳۹۵۴۸**	۲۴۱۸*	۶۷/۳ ^{NS}	۲/۲ ^{NS}	۴۹۶۱۳**	۲۹۴**	۱۵/۱ ^{NS}	
کولتیواتور	۱	۱۳۹۴۰۵ ^{NS}	۱۶۴۱ ^{NS}	۹۸۷**	۳۴/۲**	۶۰۰۹ ^{NS}	۲۰۲۹**	۰/۶۰ ^{NS}	
علف‌کش	۵	۸۳۱۰۱۱۳**	۱۷۷۴۱**	۶۶۰**	۲۳/۰**	۲۸۷۴۷۰**	۹۲۰**	۱۶۸**	
کولتیواتور × علف‌کش	۵	۳۹۳۶۰۴ ^{NS}	۱۰۷۸ ^{NS}	۲۲۱**	۷/۵۰**	۱۳۹۳۴ ^{NS}	۵۵۴**	۹/۲۰ ^{NS}	
خطا	۳۳	۱۷۷۴۲۷	۵۵۶	۲۷/۶	۰/۹۰۰	۶۳۰۲	۶۱/۸	۶/۵۰	
ضریب‌تغییرات (درصد)		۱۶/۱	۱۱/۸	۱۲/۶	۱۲/۵	۱۶/۳	۱۲/۷	۲۶/۹	

** و * معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد و NS عدم معنی‌داری

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر کاربرد تیمارهای مختلف علف‌کش بر عملکرد غده و عملکرد زیست توده سیب‌زمینی

عملکرد سیب‌زمینی		تیمار
زیست توده کل (تن در هکتار)	غده (تن در هکتار)	
۲/۶۲ ^a	۴۱/۱ ^a	پندیمتالین + متری بیوزین سراسری
۲/۴۹ ^a	۳۶/۱ ^b	پندیمتالین + متری بیوزین نواری
۱/۶۱ ^c	۱۸/۷ ^d	پندیمتالین تنها
۱/۹۹ ^b	۲۴/۰ ^c	متری بیوزین سراسری
۱/۷۲ ^c	۱۹/۷ ^d	متری بیوزین نواری
۱/۵۰ ^c	۱۶/۴ ^d	بدون علف‌کش

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

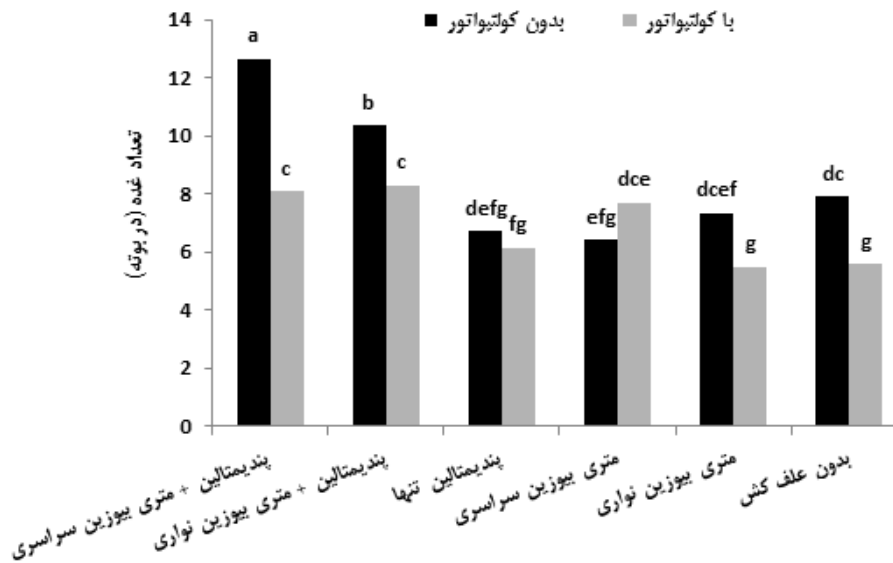


شکل ۲. اثر متقابل کاربرد گولتیواتور و تیمارهای مختلف علف‌کش بر تعداد غده سیب‌زمینی در مترمربع. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

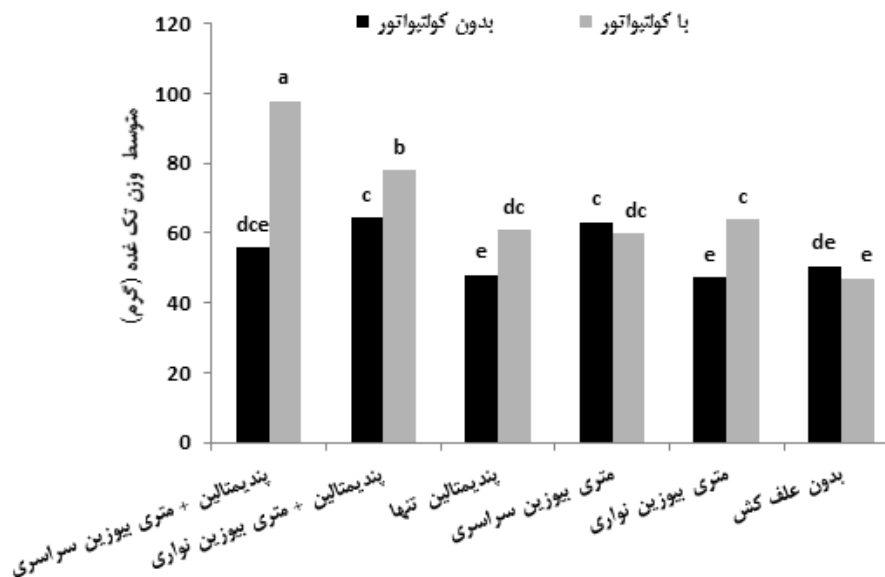
که در شکل های ۲ و ۳ دیده می‌شود، یکسان بوده و روند مشابهی را نشان دادند.

اثر متقابل کاربرد گولتیواتور و تیمارهای مختلف علف‌کش بر متوسط وزن تک‌غده سیب‌زمینی نشان داد که بیشترین وزن متوسط تک‌غده (۹۷/۸۶ گرم) در تیمار کاربرد پندیمتالین + متری بیوزین سراسری با یک‌بار گولتیواتور دیده شد. کمترین وزن متوسط تک‌غده سیب‌زمینی هم (۴۷ گرم)

بیشترین تعداد غده در بوته سیب‌زمینی نیز (۱۲/۶۵ غده) در تیمار کاربرد پندیمتالین + متری بیوزین سراسری و بدون گولتیواتور و کمترین تعداد غده در بوته نیز در تیمار کاربرد متری بیوزین نواری و بدون علف‌کش در ترکیب با کاربرد یک‌بار گولتیواتور، به ترتیب ۵/۵۷ و ۵/۵ غده بود (شکل ۳). لازم به ذکر است که اثر متقابل کاربرد گولتیواتور و تیمارهای مختلف علف‌کش بر تعداد غده در مترمربع و در بوته همان‌گونه



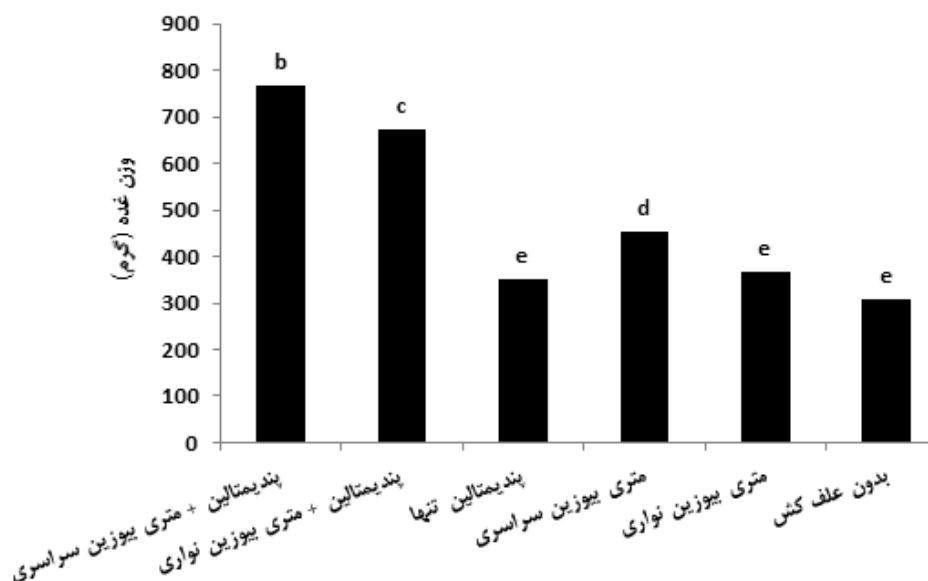
شکل ۳. اثر متقابل کاربرد کولتیواتور و تیمارهای مختلف علف‌کش بر تعداد غده در بوته سیب‌زمینی. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.



شکل ۴. اثر متقابل کاربرد کولتیواتور و تیمارهای مختلف علف‌کش بر متوسط وزن تک‌غده سیب‌زمینی (گرم). ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

لیتر در هکتار به‌دست آمد که با تیمارهای کاربرد علف‌کش‌های پندی‌متالین، تریفلورالین و اتال‌فلورالین به‌ترتیب با مقادیر شش، دو و دو لیتر در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی می‌توان گفت که اثر متقابل کاربرد کولتیواتور و تیمارهای مختلف علف‌کش نسبت به حالت عدم کاربرد آن

متعلق به تیمار بدون علف‌کش و کاربرد یک‌بار کولتیواتور بود که با تیمار علف‌کش پیش‌رویشی پندیمتالین تنها و بدون کولتیواتور تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۴). در پژوهش آل‌ابراهیم و همکاران (۱) نیز بیشترین میانگین وزن غده و عملکرد کل غده از کاربرد علف‌کش پندی‌متالین به‌میزان چهار



شکل ۵. اثر استفاده از تیمارهای مختلف علف کش بر وزن غده در تک بوته سیب زمینی. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد فاقد اختلاف معنی دار هستند.

افزایش وزن غده‌ها نداشته‌اند. کاربرد پس‌رویشی متری بیوزین به تنهایی، از کاربرد پندیمتالین به تنهایی، بر افزایش وزن غده‌ها در تک بوته سیب زمینی بهتر تأثیر گذاشته است. در کاربرد پس‌رویشی متری بیوزین نیز، کاربرد سراسری آن مؤثرتر بوده است و این شاید به دلیل کنترل بیشتر علف‌های هرز توسط کاربرد بیشتر علف کش بوده است.

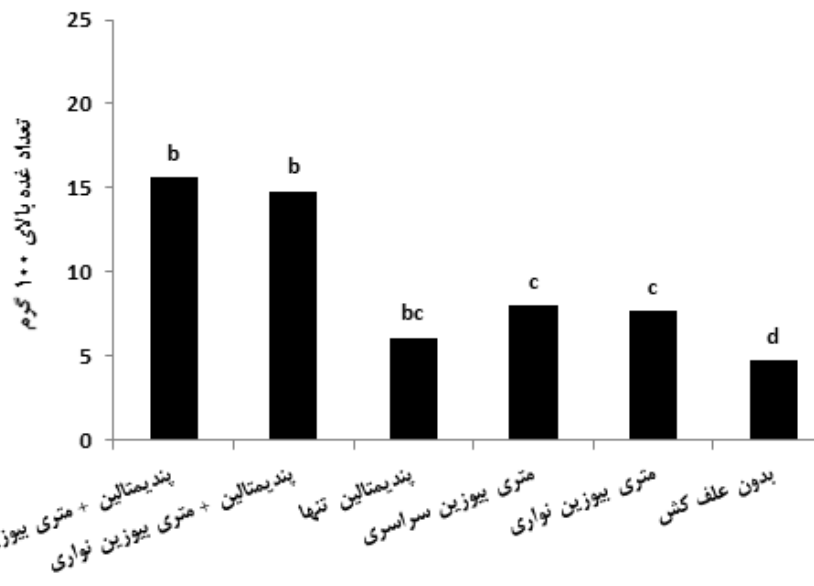
با نگاهی به جدول ۴ مشاهده می‌شود که اثر کاربرد کولتیواتور و اثر متقابل کاربرد کولتیواتور و تیمارهای مختلف علف کش بر تعداد غده بالای ۱۰۰ گرم در مترمربع معنی دار نبود، ولی اثر کاربرد تیمارهای مختلف علف کش بر تعداد غده بالای ۱۰۰ گرم در مترمربع در سطح یک درصد کاملاً معنی دار شد. به این صورت که بیشترین تعداد غده بالای ۱۰۰ گرم در متر در تیمار کاربرد پندیمتالین + متری بیوزین سراسری (۱۵/۶ غده) و نواری (۱۴/۸۲ غده) مشاهده شد. کمترین تعداد غده بالای ۱۰۰ گرم در مترمربع (۴/۷۶ غده) نیز در تیمار بدون علف کش مشاهده شد (شکل ۶).

شکل ۶ نشان می‌دهد که استفاده از تیمارهای علف کش پندیمتالین و متری بیوزین به صورت ترکیبی، سبب افزایش تعداد

روی وزن تک‌غده‌ها مؤثر بوده است و سبب افزایش وزن تک‌غده‌ها شده است، درحالی که روی تعداد غده‌های سیب زمینی، اثر کاهشی داشته است. در پژوهشی نشان داده شده است که کاربرد علف کش متری بیوزین و کولتیواتور، بیشترین عملکرد غده را داشته است (۵). همچنین در مطالعه دیگری بایلی و همکاران (۳) گزارش کردند که استفاده از علف کش متری بیوزین و سه‌بار کولتیواتور، بیشترین عملکرد را موجب شده است.

شکل ۵ نشان می‌دهد که بیشترین وزن غده در تک بوته سیب زمینی بعد از شاهد (وجین کامل)، در تیمار کاربرد پندیمتالین + متری بیوزین سراسری بوده (۷۶۷/۲ گرم) و کمترین وزن غده در تک بوته سیب زمینی (۳۰۸ گرم) نیز مربوط به تیمار بدون علف کش است که با تیمارهای پیش‌رویشی پندیمتالین تنها و پس‌رویشی متری بیوزین تفاوت معنی‌داری نداشت.

همان‌گونه که مشاهده شد استفاده از علف‌کش‌های پندیمتالین به صورت پیش‌رویشی + متری بیوزین به صورت پس‌رویشی به صورت ترکیبی، در افزایش وزن غده در تک بوته سیب زمینی مؤثر بوده است، اما به صورت کاربرد تنها، تأثیری بر



شکل ۶. اثر استفاده از تیمارهای مختلف علف‌کش بر تعداد غده بالای ۱۰۰ گرم در مترمربع. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

تراکم برخی گونه‌های باریک‌برگ مؤثر بود و بر عملکرد سیب‌زمینی تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین برهم‌کنش کاربرد کولتیواتور و علف‌کش نیز بر تراکم و زیست‌توده کل علف‌های هرز و نیز عملکرد غده و زیست‌توده سیب‌زمینی معنی‌دار نبود. در واقع به‌نظر می‌رسد کاربرد یک‌بار کولتیواتور، علی‌رغم کاهش تراکم تعداد محدودی از گونه‌های علف هرز، برخی گونه‌های علف‌هرز دیگر را از طریق برهم زدن خاک تحریک به رویش می‌کند که این مسئله نشان‌دهنده لزوم تکرار عملیات کولتیواتور برای حصول نتیجه مطلوب است. همچنین بر اساس نتایج این پژوهش مشخص شد، علی‌رغم این که تلفیق کاربرد نواری علف‌کش و استفاده از کولتیواتور در زراعت سیب‌زمینی مصرف علف‌کش را کاهش خواهد داد، ولی کاهش عملکرد را نیز به‌دنبال داشته است که این مسئله نشان‌دهنده لزوم انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه است.

غده بالای ۱۰۰ گرم در مترمربع شده است و این به‌دلیل تأثیر کاربرد این علف‌کش‌ها بر زیست‌توده و رشد علف‌های هرز در طول فصل رشد بود (شکل ۱) که به احتمال زیاد با کاهش رقابت این گونه‌ها با سیب‌زمینی، تعداد غده بالای ۱۰۰ گرم در مترمربع، افزایش یافته است.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از علف‌کش‌های پن‌دیمتالین و متری‌بیوزین به‌تنهایی، تأثیر چندانی بر کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد نداشته، ولی کاربرد توأم این دو علف‌کش یکی به‌صورت پیش‌رویشی (پن‌دیمتالین) و دیگری به‌صورت پس‌رویشی (متری‌بیوزین)، علف‌های هرز را بهتر کنترل کردند و موجب افزایش عملکرد سیب‌زمینی شدند. همچنین کاربرد یک‌بار کولتیواتور، فقط بر

منابع مورد استفاده

1. Alebrahim M. T., H. Mohammaddust, H. Faraji, E. Samadi Kalkhoran. 2016. The comparison of effect of several soil-applied herbicides on potato (*Solanum tuberosum*) weed control and potato yield. *Iranian Journal of Weed Science* 13: 193-209. (In Farsi).
2. Alebrahim, M. T., R. Majd, M. H. Rashed Mohassel, S. Wilkakson, M. A. Baghestani, R. Ghorbani and P. Kudsk. 2012. Evaluating the efficacy of pre and post emergence herbicides for controlling *Amaranthus retroflexus* L. and *Chenopodium album* L. in potato. *Crop Protection* 42: 345- 350. (In Farsi).
3. Baily, W. A., H. P. Wilson, T. E. Hines. 2001. Influence of cultivation and herbicide programs on weed control and net returns in potato. *Weed Technology* 15: 654-659.
4. Bakhtiari, M. and A. Jahedi. 2013. Evaluation possibility integration methods mechanical and chemical to control weeds potato. In: Proceeding of the 8th National Congress Engineering Machines Agriculture and Mechanization. Mashhad, Iran. (In Farsi).
5. Bellinder, R. R., J. J. Kirkwyland, R. W. Wallace and J. B. Colquhoun. 2000. Weed control and potato yield with banded herbicides and cultivation. *Weed Technology* 14: 30-35.
6. Boydston, R. A. 2007. Potato and response to post emergence-applied halosulfuron, rimsulfuron and EPTC. *Weed Technology* 21: 465-469.
7. Boydston, R. A. 2010. Management weeds in potato rotation without herbicides. *Potato Association of America* 84: 420-427.
8. Galdón, B. R., L. H. Rodríguez, D. R. Mesa, H. L. León, N. L. Pérez, E. M. Rodríguez and C. D. Romero. 2012. Differentiation of potato cultivars experimentally cultivated based on their chemical composition and by applying linear discriminant analysis. *Food Chemistry* 133:1241-1248.
9. Dallyn, S. L. 1971. Weed control methods in potatoes. *American Potato Journal* 48: 116-128.
10. Felix, J., J. George, O. Kigode and D. Duohan. 2009. Timing potato cultivation using the weed cost model. *Weed Science* 55: 87-93.
11. Hutchinson, P. A. S., C. V. Ransom, R. A. Boydston and B. R. Beutler. 2005. Dimethenamid-p: Efficacy and potato (*Solanum tuberosum*) variety tolerance. *Weed Technology* 19: 966-971.
12. Khajehpor, M. R. 2006. Industrial Plants. Publications of Jihad Isfahan University, third Edition, Isfahan, Iran. (In Farsi).
13. Mosavi, M. R. 2011. Weed Control. Principles and Methods. First Edition. Published by Marz- E Danesh. Iran. (In Farsi)
14. Nelson, D. C. and J. F. Giles. 1989. Weed management in two potato (*Solanum tuberosum*) cultivars using tillage and pendimethalin. *Weed Science* 37: 228-232.
15. Robinson D. K., D. W. Monks and T. J. Monaco. 1996. Potato (*Solanum tuberosum*) tolerance and susceptibility of eight weeds to rimsulfuron with and without metribuzin. *Weed Technology* 10: 29-34.
16. Rymaszewski, J., S. Sobiech, W. Koziara and M. Czajka. 1993. Evaluation of some herbicides for weed control in potatoes by sprinkling. *Materiały Sesji, Instytutu Ochrony Roslin* 33: 209-214. (In Polish).
17. Shirmohammadi, K., E. Zand, M. A. Baghestani and A. R. Rahi 2012. Evaluation of the efficacy of different herbicides for controlling grass and broadleaf weeds in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Plant Production* 19: 35-490. (In Farsi).
17. Zand, E., S. K. Mosavi and A. Heidari. 2014. Herbicides and their Application. Second Edition by Fundamental Changes. Jahad Daneshgahi e Mashhad Press, Mashhad, Iran. (In Farsi).

Evaluating the Integrated Effect of Herbicide Band Application and Cultivation on Weed Control and Yield of Potato (*Solanum tuberosum* L.)

M. Taghipoor¹, A. Ghanbari² and M. Rastgoo^{2*}

(Received: April 08-2017; Accepted: February 10-2019)

Abstract

To evaluate the effect of herbicide band application and cultivator on weed control, yield and yield components of potato, an experiment was conducted using factorial arrangement based on randomized complete block design (RCBD) with four replications at Research Field of Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran during 2015. Experimental factors included cultivator at two levels (with and without cultivator application) and herbicide treatments at six levels, including 1. Pre plant herbicide application (Pendimethalin) + broadcast application of post emergence herbicide (Metribuzine), 2. Pre plant herbicide application (Pendimethalin) + band application of post emergence herbicide (Metribuzine), 3. Pre plant herbicide (Pendimethalin) alone, 4. Broadcast application of post emergence herbicide (Metribuzine) alone, 5. Band application of post emergence herbicide (Metribuzine) alone, and no herbicide treatment. The results showed that application of Pendimethalin + broadcast or band application of Metribuzine reduced total weed density and total weed biomass and increased tuber weight, tuber number and total biomass of potato. The highest tuber yield was observed in Pendimethalin + broadcast (41 ton ha⁻¹) and band application of Metribuzine (36 ton ha⁻¹), and the lowest tuber yield was observed in no herbicide (16 ton ha⁻¹) and Pendimethalin alone (18.75 ton ha⁻¹). It was concluded that interaction of cultivator and herbicide application had no significant effect on total weed density, total weed biomass and tuber and biomass yield of potato, due perhaps to inadequate repeat of cultivator application.

Keywords: Biomass, Broadcast application, Metribuzin, Pendimethalin

1, 2. MSc. Student and Associate Professors, Respectively, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

*: Corresponding Author, Email: m.rastgoo@um.ac.ir