نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۴۶۴-۴۵۳

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No.4, Winter 2019, P. 453-464

مطالعه تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) تحت تأثیر تلفیق روش‌های کنترل شیمیایی و مکانیکی

مسلم تقی پور[۱]- علی قنبری[۲]- مهدی راستگو[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۴

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد تلفیقی کولتیواتور و نحوه مصرف علف‌کش، بر تراکم و زیست هرز، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۴ بر روی محصول سیب‌زمینی رقم آگریا انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و با دو عامل شامل، استفاده از کولتیواتور در دو سطح عدم کاربرد و یک‌بار کولتیواتور و عامل علف‌کش در شش سطح شامل ۱.علف‌کش پیش‌رویشی (پندیمتالین) + کاربرد سراسری علف‌کش پس‌رویشی (متری بیوزین)، ۲.علف‌کش پیش‌رویشی + کاربرد نواری علف‌کش پس‌رویشی، ۳.کاربرد علف‌کش پیش رویشی به‌تنهایی، ۴ و ۵. کاربرد علف‌کش پس‌رویشی به‌صورت سراسری و نواری هریک به‌تنهایی و ۶. عدم کاربرد علف‌کش بود. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از تیمارهای علف‌کش پیش رویشی پندیمتالین+ علف‌کش پس‌رویشی متری‌بیوزین به‌صورت سراسری و نواری، باعث کمترین زیست‌توده کل علف‌های هرز (به ترتیب ۲۵۰/۲ و ۲۱۲/۶ گرم در متر مربع) و بیشترین عملکرد غده سیب‌زمینی (به ترتیب ۴۱/۱۵ و ۳۶/۱۶ تن در هکتار) شد. همچنین تیمارهای بدون کاربرد علف‌کش و کاربرد علف‌کش پندیمتالین به‌تنهایی نیز، بیشترین زیست‌توده کل علف‌هرز (به ترتیب ۹۰۰/۱ و ۹۳۳/۹ گرم در متر مربع) و کمترین عملکرد غده سیب‌زمینی (به ترتیب ۱۶/۴۸ و ۱۸/۷۵ تن در هکتار) را باعث شدند. کاربرد یک‌بار کولتیواتور نیز تنها سبب تأثیر بر تراکم کل علف‌های هرز شد و بر زیست‌توده کل علف‌های هرز و عملکرد سیب‌زمینی اثر معنی‌داری ایجاد نکرد. به‌طور کلی بر اساس نتایج این پژوهش کاربرد یک‌بار کولتیواتور نمی‌تواند در کنترل علف‌های هرز سیب‌زمینی مؤثر باشد و نیاز به تکرار و یا تلفیق با سایر روش‌های کنترل علف‌های هرز (ازجمله علف‌کش‌ها) می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: استومپ، زیست‌توده، سنکور، کاربرد نواری، متری‌بیوزین

مقدمه

سیب‌زمینی به‌عنوان مهم‌ترین محصول زراعی در بین گیاهان دولپه‌ای، پس از گندم، برنج و ذرت، رتبه چهارم را در جهان از لحاظ سطح زیرکشت، دارا می‌باشد و به‌عنوان یک منبع غذایی ارزان از لحاظ انرژی، ویتامین C، مواد معدنی مانند پتاسیم و پروتئین مطرح است (۶). کشت سیب‌زمینی همانند سایر محصولات با مخاطرات و مشکلات عدیده‌ای همراه است که یکی از این مشکلات، وجود علف‌های هرز در سطح مزرعه می‌باشد (۱۱). رقابت علف‌های هرز با محصول سیب‌زمینی، به‌طور مشخص برای آب و مواد غذایی است، که عملکرد آن می‌تواند از طریق کاهش در اندازه و تعداد غده‌ها، به‌شدت کاهش پیدا کند. کاهش عملکرد سیب‌زمینی در تراکم ۱۰۰ بوته علف‌هرز در متر مربع ۱۴ درصد گزارش شده است (۹). زند و همکاران (۱۷) گزارش کرده‌اند که به ازای هر ۱۰ درصد افزایش در تراکم علف‌هرز ، ۱۲ درصد از عملکرد غده‌های سیب‌زمینی کم می‌شود.

مهم‌ترین علف‌های هرز سیب‌زمینی در ایران شامل انواع تاج خروس‌ها (*Amaranthus* spp.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، گونه‌های تاج‌ریزی (*Solanum* spp.)، خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.)، گونه‌های ارزن (*Setaria* spp.) و سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) می‌باشند. همچنین وجود گل جالیز (*Orobanche aegyptiaca* Pers.) نیز در برخی مزارع دردسرساز شده است (۱۴).

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری اگروتکنولوژی و دانشیاران گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: m.rastgoo@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jpp.v33i4.75174

برای مبارزه با علف‌های هرز، روش‌های مختلفی وجود دارد، اما استفاده از هرکدام از این روش‌ها به‌تنهایی، دارای معایبی است. یکی از این روش‌ها، استفاده از علف‌کش‌هاست. استفاده از علف‌کش‌ها، اگرچه ساده و کارآمدتر از دیگر روش‌های کنترل است، اما کاربرد مداوم و بی‌برنامه علف‌کش‌ها می‌تواند منجر به مقاومت علف‌های هرز به سموم و حساسیت گیاهان زراعی به علف‌کش‌ها شده و باقیمانده علف‌کش در خاک و محیط مخاطرات زیست‌محیطی را در پی دارد (۹ و ۱۰).

متری‌بیوزین با نام تجاری سنکور از خانواده تریازینون‌ها و بازدارنده انتقال الکترون در محل فتوسیستم II است که در سال ۱۳۵۵ برای محصولات سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی (*Solanum esculentum* L.) و سویا (*Glycine max* L.) در ایران به ثبت رسید. زمان مصرف آن قبل از رویش تا ۲ الی ۴ برگی علف‌های هرز به میزان ۱- ۰/۷۵ کیلوگرم از ماده تجاری می‌باشد (۱۷). یکی دیگر از علف‌کش‌های مورداستفاده در سیب‌زمینی، پندیمتالین با نام تجاری استومپ از خانواده دی‌نیتروآنیلین‌ها و بازدارنده تقسیم سلولی از طریق اثر بر میکروتوبول‌ها است. از این علف‌کش برای کنترل بذر علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ دارای بذر کوچک استفاده می‌شود. پندیمتالین را می‌توان بعد از کاشت سیب‌زمینی و تا چند روز قبل از پیدایش آثار رویش محصول روی سطح خاک پاشید و با خاک اختلاط داد. ممکن است بعد از رویش محصول و تا رسیدن بوته به ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری نیز از آن برای کنترل بذر علف‌هرز استفاده کرد (۱۲).

از روش‌های مکانیکی کنترل علف‌های هرز، استفاده از کولتیواتور است، اما این روش نیز به‌تنهایی کنترل قابل قبولی از علف‌های هرز فراهم نمی‌کند. استفاده از کولتیواتور در غیاب کنترل شیمیایی، به‌تنهایی کفایت نمی‌کند، و عدم کارایی آن در خاک‌های مرطوب، ایجاد کلوخه در خاک‌های خشک، آسیب به ریشه‌ها و برگ‌های محصول و فشردگی خاک از دیگر محدودیت‌های آن است (۷). در بهترین حالت، کولتیواتور می‌تواند ۶۰ تا۸۰ درصد از علف‌های هرز را کنترل و زمانی مؤثر است که فشار علف‌های هرز و بانک بذر کم باشد (۴).

با توجه به اهمیت زراعت سیب‌زمینی در ایران و نیز لزوم کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی خصوصاً علف‌کش‌ها در بوم نظام‌های کشاورزی، استفاده از برنامه‌های تلفیقی باهدف کاهش مصرف علف‌کش‌ها در صدر برنامه‌های مدیریت علف‌های هرز کشور محسوب می‌شود، لذا این پژوهش باهدف ارزیابی اثر کاربرد تلفیقی تیمارهای مکانیکی و شیمیایی بر خصوصیات فلور علف‌های هرز و عملکرد سیب‌زمینی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر نحوه کاربرد برخی علف‌کش‌ها و کولتیواسیون بر خصوصیات فلور علف‌های هرز و عملکرد سیب‌زمینی، 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 در آمد. مشخصات خاک مزرعه مورد آزمایش نیز در جدول ۱ ارایه شده است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار استفاده شد. عامل‌ها عبارت بودند: ۱- مدیریت شیمیایی در شش سطح شامل: کاربرد علف‌کش پیش‌رویشی پندیمتالین + علف‌کش پس‌رویشی متری‌بیوزین به‌صورت سراسری، کاربرد علف‌کش پیش‌رویشی پندیمتالین + علف‌کش پس‌رویشی متری‌بیوزین به‌صورت نواری (عرض پاشش ۷۵ سانتی‌متر)، کاربرد علف‌کش پیش‌رویشی پندیمتالین سراسری به‌تنهایی، کاربرد علف‌کش پس‌رویشی متری‌بیوزین به‌صورت سراسری به‌تنهایی، کاربرد علف‌کش پس‌رویشی متری‌بیوزین به‌صورت نواری به‌تنهایی و عدم کاربرد علف‌کش ۲- کنترل مکانیکی (کولتیواتور بین‌ردیفی) در دو سطح شامل بدون کاربرد کولتیواتور و استفاده از یک‌بار کولتیواتور، بود.

جدول ۱- خصوصیات مختلف خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Different characteristics of soil in experimental field

Soil texture بافت خاک	pH اسیدیته	O.M. (%) ماده آلی (درصد)	N (%) نیتروژن (درصد)	P (ppm) فسفر (پی‌پی‌ام)	K (ppm) پتاسیم (پی‌پی‌ام)	EC (µs/m) هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر متر)
Silty- loam	7.64	0.53	0.06	35	212	856

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[1] (استومپ) با فرمولاسیون EC ۳۳٪ به میزان ۳/۵ لیتر در

1- Pendimethalin

هکتار، به‌عنوان علف‌کش پیش‌رویشی و از علف‌کش متری‌بیوزین[1] (سنکور) WP ۷۰٪ به میزان ۰/۷۵ کیلوگرم از ماده تجاری در هکتار، به‌عنوان علف‌کش پس‌رویشی استفاده شد.

قبل از کاشت و بعد از مشخص شدن آزمایش خاک، مقداری کود اوره (۴۵٪) بر اساس ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، و مقداری نیز کود سوپر فسفات (۴۵٪ فسفر و ۱۸٪ نیتروژن) بر اساس ۵۰ کیلوگرم کود فسفاته در هکتار، به‌صورت دست‌پاش در زمین محل اجرای طرح به‌عنوان کود پایه، توزیع شد. مابقی کود نیتروژن موردنیاز نیز به‌صورت سرک در اختیار گیاه قرار گرفت. 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[2] (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 بافاصله هر ۱۰ روز انجام گردید.

در این طرح از سمپاش پشتی لانس‌دار شارژی با امکان تنظیم فشار (۲۵۰ کیلوپاسکال)، مجهز به نازل بادبزنی با شماره ۸۰۰۲ با عرض پاشش ۷۵ سانتی‌متر و با حجم پاشش ۲۰۰ لیتر در هکتار بعد از کالیبراسیون در زمان توصیه شده استفاده شد. سم‌پاشی علف‌کش یک‌بار در اول فصل، بعد از کاشت غده‌ها و قبل از آبیاری اول به‌صورت پیش‌رویشی و با استفاده از علف‌کش پندیمتالین انجام شد و بار دیگر بعد از این که بوته‌های سیب‌زمینی به مرحله سه تا چهار برگی رسیده بودند، توسط همان سمپاش و با استفاده از علف‌کش متری‌بیوزین و به‌صورت پس‌رویشی سراسری و نواری (روی ردیف)، صورت گرفت. عملیات کولتیواتور زدن در بین ردیف‌ها نیز، پس از گذشت حدود ۲۰ روز از رویش غده‌ها و زمانی که علف‌های هرز و بوته‌های سیب‌زمینی در مراحل اولیه رشد رویشی بودند با استفاده از کولتیواتور مجهز به تیغه‌های پنجه‌غازی و با عمق کار ۶- ۵ سانتی‌متری، انجام شد. در کرت‌های شاهد عاری از علف‌هرز نیز کنترل علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی در طی فصل رویش انجام شد.

نمونه‌برداری‌های طی فصل در سه مرحله به ترتیب ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز پس از اعمال آخرین تیمارها و از دو پشته وسطی کرت‌ها به‌صورت تصادفی و با کادری به ابعاد ۰/۳۵ در ۰/۷۵متر انجام گرفت. این نمونه‌برداری‌ها به‌صورت تخریبی بوده و همه گونه‌های علف‌های هرز در سطح موردنظر، کف‌بر شده و پس از ثبت تراکم به تفکیک گونه و پس از قرارگیری به مدت ۷۲ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد، زیست‌توده آن‌ها نیز با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، توزین شد. در انتهای فصل، یک هفته قبل از برداشت، نیز یک نمونه‌برداری دیگری از علف‌های هرز به عمل آمد. برای تعیین میزان عملکرد غده‌های سیب‌زمینی، با حذف اثر حاشیه‌ای از سطحی معادل دو متر مربع، کار برداشت سیب‌زمینی انجام شد. در نهایت تجزیه‌وتحلیل داده‌های آزمایش به کمک نرم‌افزارهای آماری مختلف از جمله SAS 9.1 و Minitab 16 و Excel 2007 انجام و جداول و نمودارهای مربوطه، رسم گردیدند. مقایسات میانگین داده‌ها نیز بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

فلور 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 علف‌هرز، اویارسلام زرد، پیچک و شیرتیغی، چندساله و سایر گونه‌ها نیز یک‌ساله بودند. بیشتر گونه‌های یک‌ساله، پهن‌برگ بهاره بودند و فقط چند گونه شامل: اویارسلام زرد، سوروف، دم روباهی سبز و علف‌انگشتی از نوع باریک‌برگ بودند (جدول ۲).

علف‌های هرز غالب سیب‌زمینی در ابتدای فصل رشد شامل پیچک، اویارسلام زرد، سوروف، تاج‌خروس ریشه قرمز، تاتوره، توق، خرفه و قوزک بودند (جدول ۳). در اواسط فصل نیز گونه‌های تاج‌ریزی به علف‌های هرز اوایل فصل اضافه گردید. اما در انتهای فصل علف‌هرز خرفه در اثر تیمارهای کنترلی و عدم رقابت با سایر گونه‌ها حذف، و قوزک نیز از تراکم خیلی پایینی برخوردار بود. علف‌انگشتی و دم روباهی سبز در برخی از کرت‌ها، علف‌هرز غالب بودند، ولی در سایر کرت‌ها مشاهده نشدند. گونه‌های سلمه‌تره، علف هفت‌بند، دم‌روباهی زرد و شیرتیغی به طور پراکنده و محدود در بعضی از کرت‌ها وجود داشتند، و گونه خارخسک نیز فقط در حاشیه چند کرت مشاهده شد.

تراکم کل علف‌های هرز

بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، اثر کاربرد کولتیواتور در تمام مراحل نمونه‌برداری در سطح یک درصد کاملاً معنی‌دار شد، اما اثر استفاده از تیمارهای مختلف علف‌کش فقط در ۱۵ روز پس از اعمال آخرین تیمار، معنی‌دار شد و در سایر مراحل نمونه‌برداری، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. اثر متقابل کاربرد کولتیواتور و تیمارهای مختلف علف‌کش نیز در هیچ مرحله‌ای از نمونه‌برداری معنی‌دار نشد (جدول ۴).

1- Metribuzin
2- Tebuchonazol

جدول ۲- فهرست و برخی خصوصیات علف‌های هرز زمین محل انجام آزمایش

Table 2- List and some characteristics of weeds in experimental field

نام فارسی Farsi name	نام انگلیسی English name	نام علمی Scientific name	خانواده Family	چرخه زندگی Life cycle
اویارسلام زرد	Yellow nutsedage	*Cyperus esculentus* L.	Cypraceae	perennial
تاج‌خروس‌سبز	Green pigweed	*Amaranthus viridis* L.	Amaranthaceae	annual
تاج‌خروس‌ریشه قرمز	Redroot pigweed	*Amaranthus retroflexus* L.	Amaranthaceae	annual
تاتوره	Jimson weed	*Datura stramonium* L.	Solanaceae	annual
تاج‌ریزی سیاه	Black nightshade	*Solanum nigrum* L.	Solanaceae	annual
توق	Common cock	*Xanthium stramarium* L.	Astraceae	annual
علف انگشتی	Crab grass	*Digitaria sanguinalis* L.	Poaceae	annual
پیچک	Field binweed	*Convolvulus arvensis* L.	Convolvulaceae	perennial
سلمه‌تره	Common lambsquarter	*Chenopodium album* L.	Chenopodiaceae	annual
سوروف	Barnyard grass	*Echinochloa crus-galli* L.	Poaceae	annual
شیرتیغی	Perennial sowthistle	*Sonchus arvensis* L.	Astraceae	perennial
خارخسک	Puncturevine	*Tribulus terrestris* L.	Zygophylaceae	annual
خرفه	Common purslane	*Portulaca oleracea* L.	Portulacaceae	annual
دم‌روباهی‌زرد	Yellow foxtail	*Setaria glauca* L.	Poaceae	annual
دم‌روباهی‌سبز	Green foxtail	*Setaria viridis* L.	Poaceae	annual
کنف‌وحشی (قوزک)	Venice mallow	*Hibiscus trionum* L.	Malvaceae	annual
علف هفت‌بند	Knot weed	*Polygonum aviculare* L.	Polygonaceae	annual

جدول ۳- تراکم (بوته در متر مربع) گونه‌های مختلف علف‌های هرز غالب مزرعه سیب‌زمینی در محل انجام آزمایش در تیمار عدم کنترل در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Table 3- Density (Plant.m^{-2}) of dominance weed species of potato in experimental field at weedy check treatment at different sampling stages

Species گونه	Time of sampling (days after treatment) زمان نمونه‌برداری (روز پس از تیمار)			
	15	**30**	**45**	**90**
Cyperus esculentus	160	100	60	25.8
Echinochloa crus-galli	60	4	6	3.5
Amaranthus retroflexus	80	80	85	30.5
Solanum nigrum	0	1	2	2.0
Datura strumonium	12	4	60	7.0
Xanthium strumarium	0	9	4	3.0
Convolvulus arvensis	15	4	4	2.0
Portulaca oleracea	40	20	12	0.0

مقایسات میانگین اثر کاربرد کولتیواتور بر تراکم کل علف‌های هرز نشان داد که کاربرد یک‌بار کولتیواتور نسبت به حالت عدم کاربرد آن، اثر معنی‌داری بر تراکم کل علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری داشت (جدول ۴). به این صورت که یک‌بار استفاده از کولتیواتور توانست تراکم کل علف‌های هرز را در طول فصل رویش، نسبت به حالت عدم کاربرد آن، در حدود ۵۰ درصد کاهش دهد (جدول ۵).

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، تراکم کل علف‌های هرز در کاربرد یک‌بار کولتیواتور نسبت به حالت عدم کاربرد آن در تمام مراحل نمونه‌برداری کاهش داشته است. در هر دو شرایط عدم کاربرد کولتیواتور و یک‌بار کاربرد کولتیواتور نیز از ابتدای فصل رویش تا ۳۰ روز پس از اعمال آخرین تیمار تراکم کل علف‌های هرز حالت افزایشی داشته است، به‌طوری‌که بیشترین تراکم کل (۱۵۸/۵ بوته در متر مربع) در ۳۰ روز پس از اعمال آخرین تیمار و بدون استفاده از کولتیواتور مشاهده شد، ولی از این مرحله به بعد روند نزولی را طی نموده و در انتهای فصل نیز کمترین تراکم کل علف‌های هرز (۳۷/۱ بوته در متر مربع) در کاربرد یک‌بارکولتیواتور دیده شد.

جدول ۴- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر کاربرد کولتیواتور و علف‌کش بر تراکم و زیست‌توده کل علف‌های هرز و عملکرد غده و زیست‌توده سیب زمینی

Table 4- Analysis of variance (Mean squares) of the effect of cultivator and herbicide on total weed density, total weed biomass, tuber yield and biomass yield of potato

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	زمان نمونه‌برداری (روز پس از تیمار) Time of sampling (Days after treatment)								عملکرد غده Tuber yield	عملکرد زیست توده Biomass yield
		15		30		45		90			
		تراکم کل Total density	زیست توده کل Total biomass	تراکم کل Total density	زیست توده کل Total biomass	تراکم کل Total density	زیست توده کل Total biomass	تراکم کل Total density	زیست توده کل Total biomass		
بلوک Block	3	0.088ns	44215.9 **	0.133 ns	9605.6 ns	0.100 ns	22945.0**	0.418**	67800.8*	1439548.1**	2418.42*
کولتیواتور Cultivator	1	2.121**	5778.7 ns	1.748**	1985.4 ns	1.190**	19411.7 ns	1.150**	44669.6 ns	139405.89 ns	1641.30 ns
علف کش Herbicide	5	0.264**	202758.8**	0.038**	612993.8**	0.038 ns	1005486.0**	0.129 ns	758183.2**	8310113.62**	17741.00**
کولتیواتور × علف کش Cultivator × Herbicide	5	0.063 ns	10729.8 ns	0.065 ns	18912.9 ns	0.047 ns	58767.3**	0.048 ns	18051.9 ns	393604.87 ns	1078.70 ns
خطا Error	33	0.070	5831.1	0.055	7743.3	0.058	5123.5	0.059	17916.1	177427.72	556.60
ضریب تغییرات (درصد) C.V.(%)		13.44	35.4	11.69	24.5	12.29	14.28	14.02	23.7	16.16	11.82

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

ns,* and ** represents not significant, significant at 5 and 1 % probability, respectively.

به نظر می‌رسد در ابتدای فصل رویش به دلیل فراهم بودن منابع، رقابت برای اشغال فضا کم‌تر بوده و هر گونه‌ی گیاهی، سعی در افزایش جمعیت خود و افزایش تراکم دارد اما از مرحله‌ای به بعد و با محدود شدن منابع، رقابت شدیدتر شده؛ گونه‌های مختلف گیاهی سعی می‌کنند حجم بخش‌های رویش یافته هوایی و زیرزمینی خود را گسترش دهند تا بتوانند در گرفتن آب، منابع غذایی و نور از سایر رقبا پیشی بگیرند. نتیجه تحقیقات و بررسی‌ها نیز نشان می‌دهد که در بهترین شرایط، کولتیواتور می‌توانند ۸۰-۶۰ درصد علف‌های هرز را کنترل کنند و کولتیواتور زمانی می‌تواند مؤثر باشد که فشار علف‌های هرز و بانک بذر کم باشد (۵). همچنین انجام کولتیواتور به‌تنهایی و در پنج نوبت، سبب کاهش ۹۰ درصدی کنترل علف‌های هرز شده است (۳).

جدول ۵- مقایسات میانگین اثر کاربرد کولتیواتور بر تراکم کل علف‌های هرز (بوته در متر مربع) سیب‌زمینی در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Table 5- Mean comparison of the cultivator effect on total weed density (plant. m^{-2}) of potato at different sampling stages

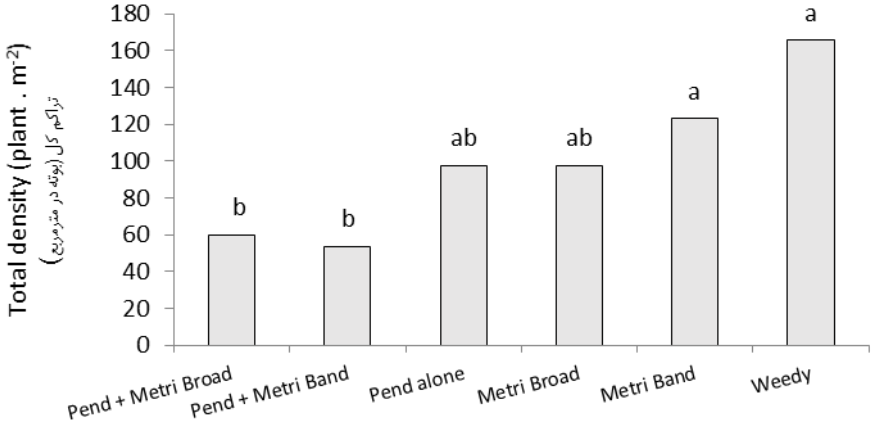
Cultivator کولتیواتور	Time of sampling (Days after treatment) زمان نمونه‌برداری (روز پس از تیمار)			
	15	30	45	90
No cultivator بدون کولتیواتور	151.3[a]	158.5[a]	128.8[a]	75.8[a]
One cultivator یک‌بار کولتیواتور	57.5[b]	66.0[b]	61.6[b]	37.1[b]

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to LSD ($p \leq 0.05$).

نتایج حاصل از آزمایش همچنین نشان داد که اثر تیمارهای علف‌کش بر تراکم کل علف‌های هرز، فقط در ۱۵ روز پس از اعمال آخرین تیمار معنی‌دار شده و در سایر مراحل نمونه‌برداری معنی‌دار نبود (جدول ۴). در ابتدای فصل رشد به دلیل این‌که علف‌های هرز تحمل کمتری نسبت به علف‌کش‌ها دارند، بیشتر تحت تأثیر کاربرد علف‌کش قرار گرفته و تراکم‌شان کاهش پیدا کرد، اما با گذشت زمان و رویش گیاهچه‌های جدید علف‌های هرز حاصل از فرار از کاربرد کولتیواتور و علف‌کش، تراکم علف‌های هرز افزایش یافت. همچنین در ابتدای

فصل رویش (۱۵ روز پس از اعمال آخرین تیمار) استفاده از علف‌کش روی گونه‌های علف‌هرز به دلیل غالب بودن پهن‌برگ‌های یک‌ساله همانند تاج‌خروس و خرفه که به علف‌کش پس‌رویشی متری‌بیوزین حساس هستند، باعث کاهش تراکم کل علف‌های هرز گردید. در ۱۵ روز پس از اعمال آخرین تیمار، بیشترین تراکم کل علف‌های هرز مربوط به تیمار کاربرد متری‌بیوزین نواری با ۱۲۳ بوته در متر مربع بود که با تیمار شاهد (بدون علف‌کش) اختلاف معنی‌داری را از لحاظ آماری نشان نداد و کمترین تراکم نیز (۵۳/۷ بوته در متر مربع) به تیمار کاربرد علف‌کش پندیمتالین + متری‌بیوزین نواری تعلق داشت که توانست ۶۸ درصد تراکم کل علف‌های هرز را در مقایسه با شاهد بدون علف‌کش کاهش دهد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف علف‌کش بر تراکم کل علف‌های هرز سیب‌زمینی در ۱۵ روز پس از اعمال آخرین تیمار

ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Figure 1- Effect of different herbicide treatments on total weed density at 15 days after last treatment

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to LSD, ($p \leq 0.05$).Pend = Pendimethalin, Metri = Metribuzin, Broad = Broadcast and Band = Band application

استفاده از تیمارهای پیش‌رویشی پندیمتالین و پس‌رویشی متری‌بیوزین نتایج متفاوتی به همراه داشت، اما به‌طور کلی کاربرد تیمارهای علف‌کش سبب کاهش تراکم برخی گونه‌ها (گونه‌های پهن‌برگ یک‌ساله) و افزایش تراکم گونه‌های دیگر (گونه‌های چندساله) گردید. در تحقیقی که توسط موسوی (۱۴) در محصول نخود (*Cicer arietinum* L.) انجام گرفت، نشان داده شد که تراکم علف‌های هرز یک‌ساله در تیمار پیش‌رویشی پندیمتالین به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار از ماده تجاری، ۸۱ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. آئین و ممنوعی (۱) نیز عنوان کردند که تراکم علف‌های هرز در کاربرد پندیمتالین به میزان ۴/۵ لیتر در هکتار از ماده تجاری در محصول پیاز (*Allium cepa* L.)، نسبت به سایر تیمارها، شامل کمترین تراکم علف‌های هرز بود. همچنین مرادی و همکاران (۱۳) اظهار داشته‌اند که کاربرد پندیمتالین به‌صورت پیش‌کاشت و به میزان ۳ لیتر در هکتار از ماده تجاری، بیشترین راندمان را در کاهش تراکم علف‌های هرز سیب‌زمینی داشته است.

زیست‌توده کل علف‌های هرز

بر اساس نتایج حاصله، اثر کاربرد کولتیواتور بر زیست‌توده کل علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری، معنی‌دار نشد ولی اثر استفاده از تیمارهای علف‌کش بر زیست‌توده کل علف‌های هرز، در سطح یک درصد در تمام مراحل مختلف فصل رشد، معنی‌دار گردید و اثر متقابل تیمارها نیز فقط در یک مرحله (۴۵ روز پس از اعمال آخرین تیمار) معنی‌دار شد (جدول ۴). چون بیشترین تراکم علف‌های هرز به گونه اویارسلام زرد تعلق داشته است و این علف‌هرز ازلحاظ رویش بخش‌های هوایی نسبت به سایر علف‌های هرز در موقعیت ضعیف‌تری قرار دارد، بنابراین تراکم بالای این علف‌هرز تأثیر زیادی بر زیست‌توده کل نداشته است و درنتیجه کاربرد یک‌بار کولتیواتور نیز بر زیست‌توده کل مؤثر نبوده است. اما تیمارهای مختلف علف‌کش بر زیست‌توده کل علف‌های هرز تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. مقایسات میانگین زیست‌توده کل علف‌های هرز نیز نشان داد که در تمام مراحل نمونه‌برداری، کمترین زیست‌توده کل علف‌های هرز به تیمارهای کاربرد پندیمتالین + متری‌بیوزین سراسری و نواری تعلق داشت و بیشترین زیست‌توده نیز در تیمار کاربرد پندیمتالین به‌تنهایی و بدون علف‌کش (شاهد) مشاهده شد (جدول ۶). تغییرات زیست‌توده کل علف‌های هرز با استفاده از تیمارهای مختلف علف‌کش در مراحل مختلف نمونه‌برداری، کاملاً معنی‌دار بود.

به‌طوری‌که کمترین زیست‌توده کل علف‌های هرز (۵۳ گرم بر متر مربع) ۱۵ روز پس از اعمال آخرین تیمار و در کاربرد پندیمتالین + متری‌بیوزین نواری مشاهده گردید و بیشترین زیست‌توده کل نیز (۱۰۴۳/۴ گرم بر متر مربع) ۴۵ روز پس از اعمال آخرین تیمار و در کاربرد علف‌کش پندیمتالین به‌تنهایی بود.

جدول ۶- مقایسات میانگین اثر استفاده از تیمارهای مختلف علف‌کش بر زیست‌توده کل علف‌های هرز (گرم در متر مربع) سیب‌زمینی در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Table 6- Means comparison of the different herbicide treatments effect on total weed biomass (g. m^{-2}) of potato at different sampling stages

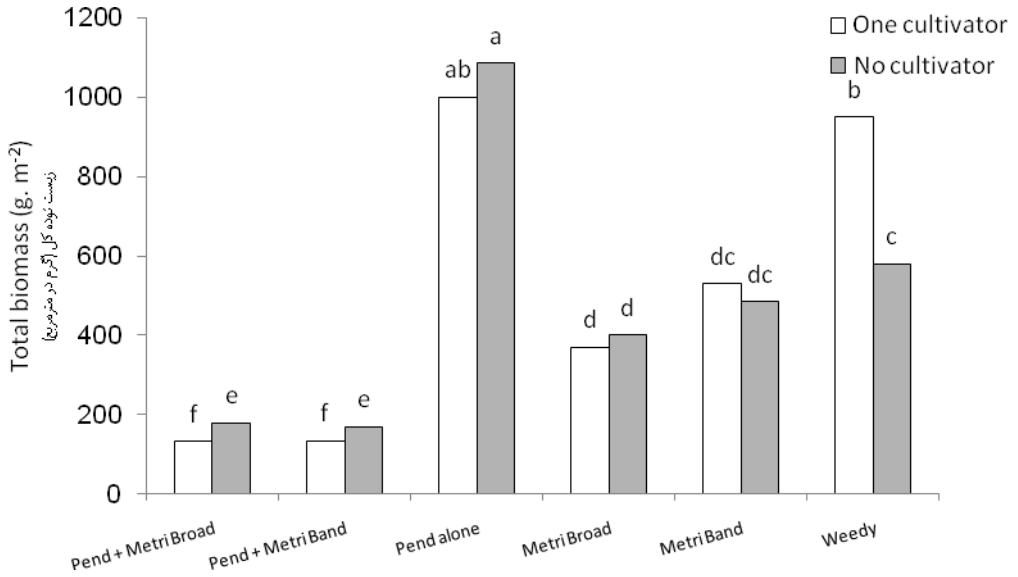
تیمار Treatment	زمان نمونه‌برداری (روز پس از تیمار) Time of sampling (Days after treatment)			
	15	30	45	90
Pend + metri broad* پندیمتالین + کاربرد سراسری متری بیوزین	86.0^{c}	112.5^{d}	155.0^{e}	250.2^{c}
Pend + metri band* پندیمتالین + کاربرد نواری متری بیوزین	53.0^{c}	103.5^{d}	146.5^{e}	212.6^{c}
Pend alone کاربرد پندیمتالین به‌تنهایی	254.0^{b}	512.8^{b}	1043.4^{a}	933.9^{a}
Metri broad کاربرد متری بیوزین به‌تنهایی به‌صورت سراسری	192.5^{b}	325.0^{c}	387.3^{d}	519.4^{b}
Metri band کاربرد متری بیوزین به‌تنهایی به‌صورت نواری	206.2^{b}	264.7^{c}	497.6^{c}	571.7^{b}
Weedy check شاهد آلوده به علف هرز	500.9^{a}	831.6^{a}	776.5^{b}	900.1^{a}

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to LSD ($p\leq0.05$) *Pend = Pendimethalin, metri broad = Metribuzin broadcast, metri band = Metribuzin banded.

با توجه به مقایسات میانگین تیمارهای علف‌کش می‌توان گفت که استفاده ترکیبی از علف‌کش‌های پیش‌رویشی پندیمتالین و پس‌رویشی متری‌بیوزین، کنترل بیشتری از علف‌های هرز را موجب گردیده است. اما در استفاده از تیمارهای پیش‌رویشی تنها و همچنین پس‌رویشی به‌تنهایی، کنترل مؤثری از علف‌های هرز حاصل نشد، هرچند که کاربرد پس‌رویشی متری‌بیوزین به‌تنهایی نسبت به کاربرد پندیمتالین به‌تنهایی در کاهش زیست‌توده کل علف‌های هرز، مؤثرتر بوده است. در بین کاربرد تیمارهای پس‌رویشی متری‌بیوزین نیز استفاده از تیمار سراسری نتیجه بهتری را به همراه داشته است که احتمالاً به دلیل پوشش سطح بیشتری از کرت و درنتیجه پوشش بیشتری از علف‌های هرز بوده است (جدول ۶). راشد محصل و همکاران (۱۶) در تحقیقی نشان دادند که کاربرد ۱۲۰۰ گرم از ماده تجاری علف‌کش متری‌بیوزین در هکتار، کمترین زیست‌توده کل علف‌های هرز را به خود اختصاص داده است. در تحقیق مذکور، زیست توده علف‌های هرز بعد از شاهد آلوده تمام فصل در تیمار کولتیواسیون تنها بیش از سایر تیمارها بود. تیمار علف‌کش نواری در رتبه بعدی، و تیمارهای مدیریت تلفیقی و علف‌کش سراسری بدون اختلاف معنی‌دار کمترین زیست توده علف‌های هرز را ایجاد کردند.

اثر متقابل کاربرد کولتیواتور و تیمارهای علف‌کش بر زیست‌توده کل علف‌های هرز در ۴۵ روز پس از اعمال آخرین تیمار در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴) به‌طوری‌که در تیمار کاربرد پندیمتالین + متری‌بیوزین سراسری و نواری همراه با یک‌بار کولتیواتور، کمترین زیست‌توده کل علف‌های هرز به ترتیب (۱۳۴ و ۱۳۵ گرم بر متر مربع) بود و تیمار کاربرد پندیمتالین تنها و بدون کولتیواتور نیز، بیشترین زیست‌توده کل علف‌های هرز (۱۰۸۶/۷۷ گرم بر متر مربع) را داشت (شکل ۲). ازآنجایی‌که علف‌کش‌های گروه دی‌نیتروآنیلین‌ها کمتر روی علف‌های هرز پهن‌برگی مانند تاج‌ریزی و توق تأثیرگذار هستند و علف‌های هرز باریک‌برگ مانند سوروف را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهند، بنابراین بیشترین زیست‌توده کل علف‌های هرز متعلق به علف‌های هرز پهن‌برگ می‌باشد که کاربرد پندیمتالین به‌تنهایی تأثیری بر کنترل آن‌ها نداشته است. بررسی‌ها و تحقیقات دیگر محققین نیز نشان می‌دهد که کاربرد تلفیقی علف‌کش و کولتیواتور اثرات مختلفی را بر کنترل علف‌های هرز داشته است. کاهش زیست‌توده علف‌های هرز در کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین و یک‌بار کولتیواتور روی زیست‌توده علف‌های هرز در سیب‌زمینی که با افزایش دفعات کولتیواتور، کاهش زیست‌توده علف‌های هرز نیز بیشتر شده است (۱۵). بختیاری و آژنگ (۲) گزارش کردند که کاربرد نواری علف‌کش متری‌بیوزین و کولتیواتور، کمترین زیست‌توده علف‌های هرز (۳۵٪) و بیشترین کنترل علف‌هرز را در پی داشته است. در مطالعه‌ای دیگر عنوان شد که کاربرد علف‌کش و کولتیواتور، از آلودگی مزارع سیب‌زمینی به علف‌های هرز به میزان ۴۰ تا ۹۹ درصد، کاست (۱۸). کنترل علف‌های هرز با کولتیواتور و علف‌کش، توانست سلمه‌تره را تا ۱۰۰ درصد و تاج‌خروس را از ۹۶ تا ۱۰۰ درصد کنترل کند (۸). کاربرد کولتیواتور و علف‌کش به‌صورت نواری باعث کنترل ۹۰ درصدی یا بیشتر علف‌های هرز گردید (۳).



شکل ۲- اثر متقابل کاربرد کولتیواتور و تیمارهای مختلف علف‌کش بر زیست‌توده کل علف‌های هرز در ۴۵ روز پس از اعمال آخرین تیمار

ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Figure 2- Interaction effect of cultivator and different herbicide treatments on total weed biomass at 45 days after last treatment

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to LSD, ($p \leq 0.05$)

عملکرد سیب‌زمینی

نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش نشان داد که فقط اثر استفاده از تیمارهای مختلف علف‌کش در سطح یک درصد بر عملکرد سیب‌زمینی معنی‌دار شد و اثر کاربرد کولتیواتور و اثر متقابل کاربرد یک‌بارکولتیواتور و تیمارهای مختلف علف‌کش، بر عملکرد سیب‌زمینی معنی‌دار نشد (جدول ۴).

جدول ۷- مقایسات میانگین اثر کاربرد تیمارهای مختلف علف‌کش بر عملکرد سیب‌زمینی

Table 7- Mean Comparison of the different herbicide treatments effect on potato yield

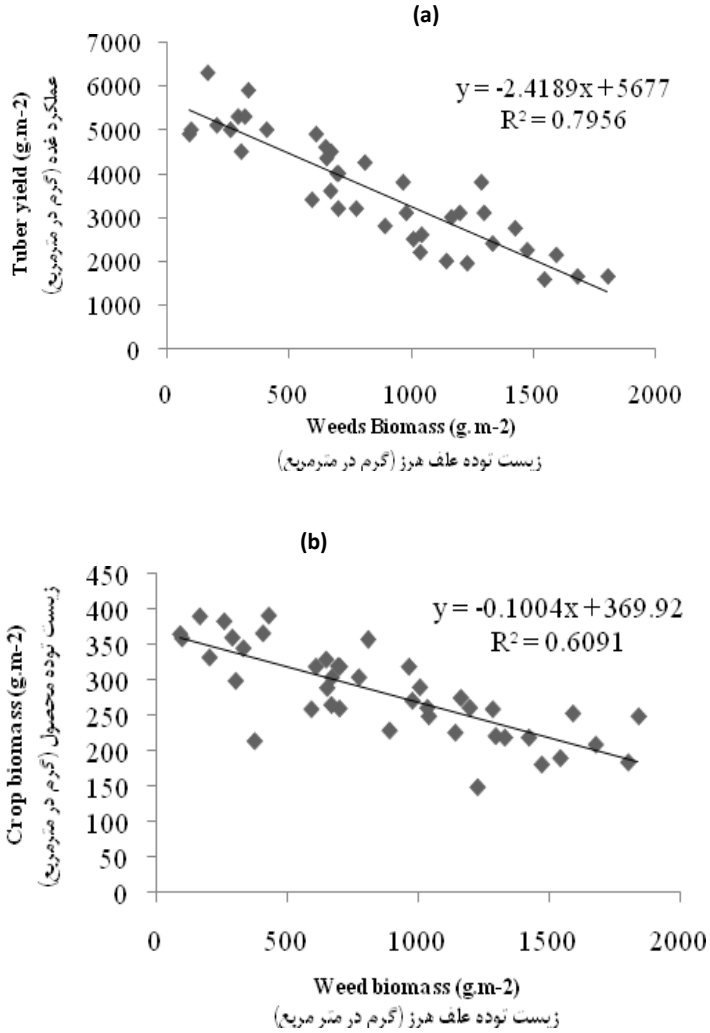
تیمار Treatments	عملکرد سیب‌زمینی Potato Yield	
	غده (تن در هکتار) Tuber (ton.ha^{-1})	زیست‌توده (گرم در متر مربع) Biomass (g.m^{-2})
Pend + metri broad* پندیمتالین + کاربرد سراسری متری بیوزین	41.15^{a}	262.70^{a}
Pend + metri band* پندیمتالین + کاربرد نواری متری بیوزین	36.16^{b}	249.90^{a}
Pend alone کاربرد پندیمتالین به‌تنهایی	18.75^{d}	161.30^{c}
Metri broad کاربرد متری بیوزین به‌تنهایی به‌صورت سراسری	24.08^{c}	199.80^{b}
Metri band کاربرد متری بیوزین به‌تنهایی به‌صورت نواری	19.71^{d}	172.50^{c}
Weedy check شاهد آلوده به علف هرز	16.48^{d}	150.90^{c}
Weed free شاهد عاری از علف هرز	45.56^{a}	263.81^{a}

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to LSD ($p \leq 0.05$).

مقایسات میانگین اثر استفاده از تیمارهای مختلف علف‌کش بر عملکرد سیب‌زمینی نشان داد که بیشترین عملکرد غده‌های سیب‌زمینی (۴۱/۱۵ تن در هکتار) در تیمار کاربرد پندیمتالین + متری‌بیوزین سراسری به‌دست‌آمده است که نسبت به شاهد (وجین کامل) اختلاف معنی‌داری نداشت، و کمترین عملکرد غده‌ها نیز در تیمار بدون کاربرد علف‌کش (۱۶/۴۸ تن در هکتار) حاصل شد که در

مقایسه با شاهد، حدود ۶۴ درصد کاهش عملکرد را نشان داد، که با تیمارهای کاربرد متری‌بیوزین نواری و علف‌کش پیش‌رویشی پندیمتالین تنها، اختلاف معنی‌داری ازلحاظ آماری نداشتند. کاربرد پندیمتالین به‌صورت پیش‌رویشی بعلاوه متری‌بیوزین در کاربرد پس‌رویشی به‌صورت ترکیبی، کارایی مؤثرتری بر عملکرد سیب‌زمینی، نسبت به کاربرد تنهای علف‌کش‌ها داشته است. در بین این دو علف‌کش نیز کاربرد پس‌رویشی متری‌بیوزین عملکرد بهتری نسبت به کاربرد پندیمتالین داشته است. در بین تیمارهای پس‌رویشی متری‌بیوزین، کاربرد تیمار پس‌رویشی متری‌بیوزین به‌صورت سراسری، عملکرد بیشتری نسبت به تیمار نواری داشته است. (جدول ۷).



شکل ۳- رابطه بین زیست‌توده علف‌های هرز و عملکرد غده سیب‌زمینی (a) رابطه بین زیست‌توده علف‌های هرز و زیست‌توده سیب‌زمینی (b)
Figure 3- Relationship between weed biomass and tuber yield (a) relationship between weeds biomass and crop biomass (b)

نتایج مطالعات محققین 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 هرکدام از علف‌کش‌هاست (۵).

بر اساس نتایج آزمایش بین عملکرد سیب‌زمینی و زیست‌توده کل علف‌های هرز رابطه خطی معکوس معنی‌داری وجود داشت، به این صورت که با افزایش زیست‌توده کل علف‌های هرز، از عملکرد سیب‌زمینی کاسته شد. همان‌طوری که شکل ۳ نشان می‌دهد، بر این اساس بیشترین عملکرد سیب‌زمینی در شرایطی که زیست‌توده کل علف‌های هرز به سمت صفر میل کند (شرایط عاری از علف هرز) ۵۶۷۷ گرم در متر مربع و بیشترین عملکرد زیست‌توده بخش هوایی سیب‌زمینی نیز ۳۶۹ گرم در متر مربع برآورد شد (شکل ۳ a, b).

همچنین بر این اساس هر کیلوگرم زیست‌توده کل علف‌های هرز در متر مربع منجر به کاهش ۲۴۱۸ گرم عملکرد غده در متر مربع شده و زیست‌توده بخش هوایی سیب‌زمینی را نیز به میزان ۱۰۰ گرم در متر مربع کاهش خواهد داد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی بر اساس نتایج این پژوهش در شرایط مشهد کاربرد یک‌بار کولتیواتور نمی‌تواند در کنترل علف‌های هرز سیب‌زمینی رقم آگریا مؤثر باشد و نیاز به تکرار و یا تلفیق با سایر روش‌های کنترل علف‌های هرز دارد. در این شرایط فقط تراکم کل علف‌های هرز به‌صورت موقت کاهش خواهد یافت و این کاهش تراکم در شرایط عدم کاربرد علف‌کش و یا عدم استفاده مجدد از کولتیواتور به‌عنوان اقدام مدیریتی تکمیلی، می‌تواند در ادامه منجر به رویش موج‌های جدید علف‌های هرز و نیز افزایش زیست‌توده علف‌های هرز باقی‌مانده شده و درنتیجه اثرگذاری بر زیست‌توده کل علف‌های هرز که مهم‌ترین شاخص فشار رقابتی علف‌های هرز است، به حداقل برسد. همچنین استفاده تنها از یک نوع علف‌کش نیز تأثیر خیلی زیادی بر کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد نداشته و کاربرد دو و یا چند نوع علف‌کش با محل اثرهای مختلف، می‌تواند در کاهش علف‌های هرز و افزایش عملکرد سیب‌زمینی خیلی مؤثر باشد. در کاربرد تنها از یک نوع علف‌کش نیز، متری‌بیوزین به‌تنهایی نسبت به پندیمتالین به‌تنهایی، عملکرد بهتری داشته است. سرانجام اینکه کاربرد نواری سموم موردبررسی در تلفیق با کولتیواتور، ضمن صرفه‌جویی اقتصادی در میزان مصرف سم، از بعد سلامت بوم نظام زراعی نیز بسیار حائز اهمیت خواهد بود که به همین دلیل اهمیت این نوع مدیریت تلفیقی را دوچندان خواهد کرد.

منابع

1- Aien A., and Mamnoei A. 2014. Chemical control weeds in onion field's seedling in South Kerman, Iran. Journal of Weed Ecology 2: 358-367. (In Persian with English abstract)
2- Bakhtiari M., and Jahedy A. 2013. Evolution possible integrated chemical and mechanical approaches to control weeds potato, 8th National Congress Agriculture Machinery and Mechanization, Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract)
3- Bellinder R.R., Kirkland J.J.; Wallace R.W., and Colquhoun J.B. 2000. Weed control and potato yield with banded herbicide and cultivation. Weed Technology 14: 30-35.
4- Boydston R.A. 2007. Potato and response to post emergence-applied halosulfuron, rimsulfuron and EPTC. Weed Technology 21: 465-469.
5- Boydston R.A. 2010. Management weeds in potato rotation without herbicides. Potato Association of America 84: 420-427.
6- Carlos. 2012. Differentiation of potato cultivars experimentally cultivated based on their chemical composition and applying discriminate analysis. Elsevier. Food Chemistry, 133 Pp.
7- Dallyn S.L. 1970. Weed control methods in potatoes. News and reviews. American Potato Journal, 623 Pp.
8- Felix J., George J., Kigode O., and Duohan D. 2009. Timing potato cultivation using the weed cost model. Weed Science 55: 87-93.
9- Harris P. 1992. The Potato Crop, 373-393.
10- Hussain Z., Fazel M., Khan Bahador M., Kawsar A., Riaz A., and Shahida B. 2013. Studies on efficacy of different herbicide against weeds in potato in Peshavar Pakistan. Journal Botanical 45: 487-491.
11- Jahedi A. 2005. Integrated weeds management in potato. Sepehreh Danesh Publisher, Iran.
12- Khajehpour M.R. 2005. Industrial Plants. Jehade Daneshgahi Isfahan University. 530 Pp.
13- Moradi A., Rashed Mohhasel M.H., and Parsa M. 2009. Evaluation efficiency of Imaztethapyr, Oxyflorofen, Trifluralin, Pendimethalin and hand weeding on crop yield of Chickpea verity ILC 482 in Mashhad. The 3th Iranian Weed Science Congress, February 2010, 459-460. (In Persian with English abstract)
14- Mousavi S.K. 2009. Evaluation of some herbicides for weeds control in Chickpea and their residual effects on wheat in the following season. Journal Agronomy Researches 1: 229-238. (In Persian with English abstract)
15- Nelson D., and Giles J. 1989. Weed Management in two Potato (*Solanum tuberosum*) cultivars using tillage and pendimethalin. Weed Science 37: 228-232.
16- Rashed Mohassel M.H., Haj Mohammadnia Ghalibaf K., and Hossaini S.A. 2011. Evaluation effect some methods chemical and mechanical management weeds for reduce application herbicides in potato. Journal Plant Protection 3: 227-236. (In Persian with English abstract)
17- Zand E., Baghestani M.A., Shimi P., Nezamabadi N., Mousavi S.M., and Mousavi S.K. 2013. Chemical weed control guideline for major crops of Iran. Jehade Daneshgahi Mashhad Press. 4: 176 Pp.
18- Zarzecka K., Gugala M., and Baranowska A. 2014. Elements by weeds in potato to cultivation under different conditions of soil tillage and weed control methods. Journal of Ecological Engineering 15: 131-136.

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No.4, Winter 2019, P. 453-464

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۴۶۴-۴۵۳

Integrating Mechanical and Chemical Methods for Weed Control in the Potato Fields

M. Taghipour[1]- A. Ghanbari[2]– M. Rastgoo[3*]

Received: 17-09-2018
Accepted: 24-04-2019

Introduction: The presence of weeds seriously reduces potato yield by particularly where crop competition is reduced because of poor growing conditions or disease or in cultivars where development rate is slow. Weeds can also have a serious effect on harvesting the crop, entangling equipment and slowing operations. They can also encourage some pests and diseases such as slugs, free living nematodes, wireworm and *Rhizoctonia*. The potato crop, once the haulm meets in the rows, is usually effective in reducing late weed emergence through shading. However, weeds emerging before row closure can grow above the crop canopy. Noxious weeds such as field bindweed and knotgrass can grow through the crop, and tall weeds, such as fat-hen, sow thistles, and grasses, can grow above the crop, shading and competing strongly for resources. Weed control needs to start whilst the weeds are accessible to treatment, that is, pre-emergence of the crop to before the crop shades emerged weeds. The treatment needs to be able to maintain weed control for up to 6-8 weeks after crop emergence to allow the crop canopy to close and shade further weed emergence. In less vigorous and less competitive varieties, canopy closure may take longer, or remain incomplete. In conventional farming systems, treatments are based on herbicide treatment. This may be before weeds and crop emergence with a residual soil-acting herbicide which gives a number of weeks of control, depending on dose, soil type and weather conditions. Some residual herbicides have some foliar as well as root activity and can be used as the weeds and crop emerge. Mixtures with a contact herbicide are often used at this timing. This timing, slightly later than purely pre-emergence of the crop, allows the residual effect of soil-acting herbicides to persist for longer into the season. This is particularly useful for slow growing varieties or in slow growing conditions. The objective of this study was to evaluate the effect of integrated weed management, using chemical and mechanical methods, on weed density and biomass of potato C.V. Agria.

Material and Methods: To evaluate the effect of cultivator and herbicide application on yield and weed community of potato, an experiment was conducted using factorial arrangement based on randomized complete block design with four replications at the Research Field of Ferdowsi University of Mashhad in 2015**.** Factors included cultivator at two levels (no and once cultivator) and herbicide application at six levels (pre-planting application of pendimethalin+broadcast application of metribuzine as post-emergence, pre-planting application of pendimethalin+band application of metribuzine as post-emergence, pre-planting application of pendimethalin alone, broadcast application of metribuzine as post-emergence alone, band application of metribuzine post-emergence alone, and no herbicide treatment). In addition to these treatments, a weed free treatment as a control considered in each block. Weed flora, total weed density and total weed biomass recorded at 15, 30, 45 and 90 days after treatment using a 0.35×0.75 m^{-2} quadrates. At the harvest time, tuber yield and potato biomass recorded in 2 m^2 area. Data analysis; including ANOVA and mean differences at the 5 %significant level was done using SAS 9.1 and figures created using Excel 2007.

Results and Discussion: The results showed that cultivator just had significant effect on total weed density and had no significant effect on total weed biomass and potato yield. Application of pendimethalin+metribuzine using broadcast or band application method reduced total weeds density and total weed biomass and increased tuber yield, and biomass of potato. The lowest weed biomass (250.2 and 212.2 $g.m^{-2}$) and highest tuber yield observed in application pendimethalin+metribuzine broadcast and band application method, 41.158 and 36.168 $ton.ha^{-1}$,respectively and highest weed biomass (900.1 and 933.9 $g.m^{-2}$) and lowest tuber's yield observed in no herbicides and pendimethalin alone, 16.482 and 18.752 $ton.ha^{-1}$, respectively.

Conclusion: It was concluded that one cultivator alone not only could not help to weed control program, but

1, 2 and 3- Ph.D. Student and Associate Professors, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.
(*- Corresponding Author Email: m.rastgoo@um.ac.ir)

also excite weed emergence. Then repeating the cultivator operation or application of pre-planting or post-emergence herbicide is necessary to achieve a good weed control in potato. In addition, integration band application of post emergence metribuzine and cultivation between rows reduced significantly herbicide application in potato.

Keywords: Band application, Biomass, Pre–emergence, Pre-planting