نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد یازدهم، شماره چهارم، زمستان ۹۷
٤١-٥٤
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2019.14607.2102

تأثیر دُز و زمان مصرف علف‌کش EPTC (ای‌پی‌تی‌سی) بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد غده سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

رفعت حسنی نسب فرزانه[۱]، محمدتقی آل‌ابراهیم[۲*]، مهدی محب الدینی[۳] و الهام صمدی کلخوران[۱]

[۱]دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه محقق اردبیلی،
[۲]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه محقق اردبیلی، [۳]دانشیار گروه باغبانی دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۰

چکیده

هدف و سابقه: با توجه به این‌که علف‌های‌هرز در کاهش عملکرد گیاهان زراعی نقش مؤثری دارند و تأثیر استفاده از علف‌کش در افزایش محصولات کشاورزی ثابت شده است. انتخاب علف‌کشی که بتواند باعث کنترل مناسب علف‌های‌هرز شود، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. چون علف‌کش‌های مورد استفاده در زراعت سیب‌زمینی محدود بوده و از لحاظ تنوع محل عمل نیز مشابه هستند، ایجاد علف‌های‌هرز مقاوم در این زراعت دور از ذهن نمی‌باشد. بنابراین استفاده از علف‌کشی که بتواند علف‌های‌هرز را کنترل کرده و در تناوب با سایر علف‌کش‌ها در مزارع سیب‌زمینی قرار گیرد، ضروری به نظر می‌رسد. همچنین در این تحقیق بهترین مرحله رشدی سیب‌زمینی جهت کاربرد این علف‌کش و همچنین مناسب‌ترین دز مصرفی تعیین می‌شود.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثر دز و زمان مصرف علف‌کش EPTC (ای‌پی‌تی‌سی)، آزمایشی مزرعه‌ای در سال ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آلاروق اردبیل انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، دو فاکتور و با استفاده از رقم سیب‌زمینی مرسوم منطقه (آگریا) انجام شد. فاکتور اول، دزهای مختلف علف‌کش EPTC در شش سطح شامل ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و فاکتور دوم، زمان مصرف علف‌کشEPTC در سه مرحله پیش کاشت، سبزشدن و استولون‌زایی سیب‌زمینی انجام شد. سه هفته بعد از سمپاشی در هر یک از مراحل رشدی سیب‌زمینی، تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز ارزیابی شد. برای تجزیه داده‌ها از نرم افزار SAS 9.1 و برای رسم گراف‌ها از نرم افزارSigma Plot11 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

یافته‌ها: تجزیه‌های آماری نشان داد کاربرد EPTC به‌میزان ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مرحله‌ی پیش کاشت سیب‌زمینی، باعث کاهش۸۴ درصدی تراکم کل علف‌های‌هرز شد. بر اساس نتایج این تحقیق، بیشترین درصد کاهش زیست توده علف‌های هرز نیز در تیمار ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار EPTC و مرحله‌ی پیش کاشت سیب‌زمینی بدست آمد. در بین تیمارهای مختلف علف‌کشی، کاربرد EPTC به میزان‌های ۵۰۰۰ و ۴۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مراحل پیش کاشت و سبز شدن سیب‌زمینی در رتبه‌های بعدی قرار داشت. بیشترین متوسط وزن غده و عملکرد کل غده سیب‌زمینی با کاربرد علف‌کش EPTC به میزان ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مرحله پیش کاشت بدست آمد. استفاده از علف‌کش EPTC در مرحله پیش کاشت نسبت به سبز شدن عملکرد را تا ۳۵/۰۴ درصد افزایش داد.

*مسئول مکاتبه: m_ ebrahim@uma.ac.ir

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بدست آمده، مطلوب‌ترین تیمارها از نظر کاهش تراکم و زیست‌توده کل علف‌های‌هرز کاربرد علف‌کش EPTC به میزان ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مرحله پیش کاشت سیب‌زمینی می‌باشد. با کاربرد این تیمارها، متوسط وزن غده و عملکرد کل غده سیب‌زمینی افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: ارادیکان، پیش کاشت، تراکم علف‌های هرز، زیست توده علف‌های‌هرز

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) چهارمین محصول زراعی مهم از نظر تأمین غذای انسان در دنیا می‌باشد (۱۸). ایران از نظر میزان تولید سیب‌زمینی در میان کشورهای جهان در رتبه ۱۲ و در میان کشورهای آسیایی پس از کشور چین و هند در رتبه سوم قرار دارد (۷). بی‌شک علف‌های‌هرز جزء مهم‌ترین عوامل کاهنده محصولات کشاورزی هستند (۱۳). زیرا برای دستیابی به آب، نور و مواد غذایی با گیاهان زراعی رقابت کرده و باعث کاهش محصولات زراعی می‌شوند، به‌طوری‌که خسارت ناشی از علف‌های‌هرز گاهی به ۷۰-۸۰ درصد می‌رسد (۲۳).

مهمترین علف‌های‌هرز سیب‌زمینی در ایران شامل تاج‌خروس[1]، سلمه‌تره[2]، سس زراعی[3]، خاکشیر معمولی[4]، ناخنک[5]، کنف وحشی-غوزک[6]، گل جالیز[7]، هفت بند[8]، خرفه[9]، خردل وحشی[10]، تاج‌ریزی[11]، سوروف[12]، جوموشی[13]، چچم[14]، چسبک و گاورس[15]، پیچک صحرایی[16]، اویارسلام[17]، مرغ[18]، پنیرک[19] و قیاق[20] را نام برد (۲۴).

از مهمترین روش‌های کنترل علف‌های‌هرز در سیب زمینی در دنیا و ایران کاربرد علف‌کش‌ها می‌باشد. از این رو، مدیریت شیمیایی علف‌های‌هرز روشی است که کارایی آن در کنترل علف‌های‌هرز به اثبات رسیده است (۱۰ و ۱۲). علف‌کش‌های پاراکوات، متری‌بوزین، ریم‌سولفورون، ترفلان، پندی متالین، ارادیکان، اگزاردیارژیل از جمله علف‌کش‌های هستند، که به‌صورت قبل از کاشت، قبل از رویش و یا بعد از رویش برای کنترل علف‌های‌هرز سیب‌زمینی در مناطق مختلف جهان در زراعت سیب‌زمینی استفاده می‌شوند (۱). تاکنون تنها دو علف‌کش متری بوزین و پاراکوات برای سیب‌زمینی در ایران توصیه شده است که از لحاظ تعداد و تنوع محل عمل بسیار محدود می‌باشد و هر دو علف‌کش توصیه شده برای این محصول، محل عمل فتوسیستمی (متری‌بوزین بازدارنده فتوسیستم ۲ و پاراکوات بازدارنده فتوسیستم ۱) می‌باشد که در کنترل علف‌های‌هرز تابستانه بویژه تاج‌خروس و سلمه‌تره چندان تأثیرگذار نیستند (۱). علف‌کش EPTC (ای‌پی‌تی‌سی) با نام تجاری اپتام و ارادیکان از خانواده تیوکاربامات‌ها می‌باشد. خانواده تیوکاربامات‌ها از آنزیمی که در بیوسنتز اسیدهای چرب که باعث طویل شدن آنها برای ساخت موم‌ها و سوبرین می‌شود، جلوگیری می‌کنند. علاوه بر این از طویل شدن و تقسیم سلولی نیز ممانعت می‌کنند (۱۵). نتایج نشان داده است که کاربرد پیش‌رویشی EPTC

1- *Amaranthus spp.*
2- *Chenopodium album L .*
3- *Cuscuta campestris* Yunck.
4- *Descurainia sophia* L.
5- *Goldbachia laevigata* DC.
6- *Hibscus trionum* L.
7- *Orabanche aegyptica* Pers
8- *Polygonum aviculare* L.
9- *Portulaca oleracea* L.
10- *Sinapis arvensis* L.
11- *Solanum nigrum* L.
12- *Echinoclea crus gali*(L.) P. Beauv.
13- *Hordeum leporinum* Link
14- *Lolium* spp.
15- *Setaria* spp.
16- *Convolvulus arvensis* L.
17- *Cyperus* spp.
18- *Cynodon dactylon* L. (Pers).
19- *Malva* spp.
20- *Sorghum halepens* L. (Pers).

به میزان‌های ۲، ۳، ۳/۵، ۴، ۴/۵ و ۵ لیتر در هکتار باعث کاهش زیست توده سلمه‌تره به میزان ۱۹، ۳۲، ۶۰، ۶۵، ۷۴ و ۸۶ درصد شد. همچنین کاربرد پس رویشی EPTC به میزان‌های ذکر شده باعث کاهش ۲۲، ۴۰، ۷۰، ۷۲، ۸۳ و ۹۴ درصدی زیست توده سلمه‌تره شد (۲). کاربرد پیش‌رویشی و پس‌رویشی EPTC به میزان ۵ لیتر در هکتار باعث کاهش ۸۱ و ۹۰ درصدی تاج‌خروس ریشه قرمز گردید و در آزمایشی سه ساله مخلوط علف‌کش‌های تریفلورالین و EPTC و پندی‌متالین و EPTC و هر کدام از مخلوط-ها به همراه متری‌بوزین، تاج‌خروس خوابیده را ۱۰۰ درصد کنترل کرد. تریفلورالین در این آزمایش در اختلاط با متولاکلر یا EPTC تا ۹۵ درصد از جاروها را کنترل نمود. ولی اضافه کردن متری‌بوزین به تریفلورالین و EPTC کنترل را به ۱۰۰ درصد رساند. پندی‌متالین به تنهایی یا در تلفیق با EPTC تا ۷۵ درصد علف‌شور را کنترل کرد. اضافه کردن متری-بوزین به پندی‌متالین کنترل علف‌شور را به ۹۵ درصد رساند (۴).

با توجه به مطالب فوق، بررسی تأثیر کاربرد علف‌کش EPTC در کنترل علف‌های‌هرز سیب‌زمینی ضروری می‌باشد. از طرف دیگر، زمان استفاده از علف‌کش برای مبارزه شیمیایی مناسب با علف‌های‌هرز امری مهم و ضروری تلقی می‌شود. زمان کاربرد مناسب کنترل علف‌های‌هرز می‌تواند از دو دیدگاه تأثیرگذار باشد. دیدگاه اول می‌تواند به عنوان کنترل موفق علف‌های‌هرز توسط علف‌کش مربوط گردد که در زمان مناسب، کنترل مطلوب نیز حاصل خواهد شد و شدت رقابت علف‌هرز را با گیاه زراعی کاهش می‌دهد. دیدگاه دوم مربوط به حساسیت گیاه زراعی به علف‌کش‌ها می‌باشد، چرا که این احتمال وجود دارد که میزان حساسیت گیاه زراعی به علف‌کش بر اساس مراحل فنولوژیک متفاوت باشد. چرا که گیاه زراعی در یک مرحله خاص می‌تواند علف‌کش را به حالت غیر سمی تبدیل و از این رو به صورت انتخابی عمل نماید. در شرایطی که عوامل محیطی مانند رطوبت مهیا نباشد ممکن است میزان تجزیه علف‌کش توسط گیاه زراعی کمتر باشد و از این رو بر گیاه زراعی تاثیر منفی داشته باشد. مهم‌ترین دلیل ایجاد اثرات منفی علف‌کش‌ها بر گیاه زراعی، وقوع تغییرات در فیزیولوژی گیاه زراعی است که به‌طور عمده در مراحل تغییر فاز رویشی به زایشی رخ می‌دهد. به‌طور کلی گیاهان زراعی در این مراحل نسبت به علف‌کش‌ها حساسیت بیشتری یافته که می‌تواند منجر به کاهش عملکرد آن گردد (۱۶). مصرف علف‌کش‌ها در زمان نامناسب باعث ایجاد تنش در گیاه می‌شود و تحمل آن به علف‌کش را کاهش می‌دهد. بنابراین، استفاده به موقع علف‌کش، علاوه بر کنترل مناسب علف‌هرز و عدم خسارت به گیاه زراعی، باعث جلوگیری از اتلاف هزینه و آلودگی محیط زیست می‌شود (۱۴).

با توجه به خسارت هر ساله علف‌های‌هرز به محصول سیب‌زمینی که سبب افت کمی و کیفی آن می‌شود، لزوم مبارزه اصولی با این عامل محدود کننده عملکرد، بسیار دارای اهمیت است. لذا ضرورت دارد که تأثیر علف‌کش EPTC در کنترل علف‌های هرز و بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی؛ همچنین تعیین زمان مناسب مصرف آنها در مزارع سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقاتی آلاروق، واقع در کیلومتر ۱۲ جاده اردبیل-خلخال با مختصات جغرافیایی طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا و اقلیم نیمه

خشک و سرد با متوسط بارندگی ۲۹۶/۱ میلی‌متر در ۳۰ سال گذشته و متوسط حداقل و حداکثر دمای مطلق به‌ترتیب ۳۳/۸- و ۳۹/۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل و حداکثر دمای سالانه به‌ترتیب ۳ و ۱۵/۱ واقع شده است (۳). عملیات آماده‌سازی بستر شامل شخم عمیق پاییزه در سال ۱۳۹۱ با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۳۰ سانتی‌متر و عملیات دیسک‌زنی و تهیه جوی و پشته‌ها در اولین فرصت بعد از مساعد شدن شرایط محیطی در بهار ۱۳۹۲ انجام شد. خاک مزرعه دارای اسیدیته[1] ۷/۷۶ و هدایت الکتریکی[2] ۲/۰۴ دسی زیمنس بر متر[3] بود. آزمایش در کرت‌های به ابعاد ۳/۵ و ۲/۲۵ متر اجرا شد. هر کرت آزمایش دارای سه خط کاشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود فاصله بوته روی خط کشت ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر خط کاشت توسط یک خط نکاشت از یکدیگر جدا شده بودند. رقم انتخابی آگریا با خصوصیات زراعی نیمه زودرس، دارای عملکرد بالای ۳۵ تن در هکتار، رنگ مغز زرد تیره، درصد ماده خشک بالا و خاصیت انبارداری و بازار پسندی خوب می‌باشد. عملیات کاشت با دست در عمق ۱۰ سانتی‌متر در اول خرداد ۱۳۹۲ انجام شد.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در زمینی به مساحت ۶۵۰ متر مربع اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد علف‌کش EPTC (ارادیکان، امولسیون ۸۲٪) در مقادیر ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار معادل ۰/۶۰۹، ۱/۲۱، ۲/۴۳، ۴/۸۷، ۶/۰۹ و ۷/۳۱ لیتر در هکتار از ماده تجاری در سه مرحله‌ی رشدی پیش کاشت، سبزشدن و استولون‌زایی سیب‌زمینی همراه با شاهد بدون کنترل علف‌های‌هرز و شاهد کنترل علف‌های‌هرز در طول فصل زراعی (شاهد بدون علف‌هرز) بود. جهت کنترل سوسک کلرادو[4] با حشره‌کش کونفیدور[5] به مقدار ۲۵۰ میلی لیتر در هکتار علیه لارو سن اول و دوم این آفت و مرحله استولون‌زایی سیب‌زمینی سم‌پاشی شد. اعمال تیمارهای سمپاشی در زمان مقرر با استفاده از سم‌پاش پشتی لانس‌دار مدل اینتر[6] با نازل شره‌ای با فشار ثابت دو بار و حجم ۲۵۰ لیتر آب در هکتار انجام شد.

نمونه‌برداری علف‌های‌هرز توسط واحدهای نمونه‌برداری (کادر ثابت ۰/۷۵×۰/۵۰ متر مربع) در سه هفته بعد از سمپاشی انجام شد و نمونه‌های پس از برداشت و انتقال به آزمایشگاه به تفکیک گونه شمرده شد و تراکم آن‌ها ثبت گردید سپس در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردید. جهت تعیین عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی بعد از حذف اثر حاشیه‌هایی باندازه نیم متر، محصول بوته‌های یک ردیف میانی از وسط هر کرت برداشت و پس از پاک کردن گل و مواد زائد غده‌ها توزین شد و سپس به هکتار تعمیم داده شد. به‌منظور تعیین متوسط وزن تک غده، شش بوته بصورت تصادفی از هر کرت انتخاب و توزین گردید.

کارایی علف‌کش[7] بر اساس فرمول تغییر یافته آبوت (معادله یک) محاسبه گردید (۱۱). در این معادله HE، کارایی علف‌کش؛ X، تراکم و زیست توده علف‌های‌هرز در کرت‌های شاهد و Y، تراکم و زیست توده علف‌های هرز در کرت‌های تیمارشده می‌باشد. برای نشان دادن روند میزان-پاسخ علف-های‌هرز از آنالیز رگرسیون استفاده شد. تابع مورد استفاده، سیگموئیدی سه پارامتره (معادله دو) می‌باشد.

1- pH
2- EC
3- Deci siemens/m

1- *Leptinotarsa decemlineata*
2- Confidour
3- Inter
4- Herbicide Efficacy

پارامترهای موجود در تابع سیگموییدی عبارتند از a حداکثر تراکم و زیست توده علف‌های‌هرز، b شیب خط و X_0 (ED_{50}) میزان علف‌کش لازم برای کاهش تراکم و زیست توده علف‌های‌هرز به میزان ۵۰ درصد (۱۹). برای رسم گراف از نرم‌افزار Sigma Plot 11 و برای تجزیه داده‌ها از نرم افزار SAS 9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. برای نرمال کردن صفات مربوط به علف‌های‌هرز از تبدیل جذری استفاده شد.

۱) $HE\ (\%) = \left(\frac{X-Y}{X}\right) \times 100$

۲) تابع سیگموییدی سه پارامتره

$$y = \frac{a}{1+e^{-\left[\frac{x-x_0}{b}\right]}}$$

نتایج و بحث

درصد کاهش تراکم و زیست توده کل علف‌های هرز: غالب گونه‌های علف‌هرز مشاهده شده در طول مطالعه تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) وسلمه‌تره (*Chenopodium album*) بودند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، مقادیر مختلف علف‌کش EPTC، زمان مصرف علف‌کش و اثرات متقابل مقادیر در زمان مصرف تأثیر معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) بر درصد کاهش تراکم و وزن خشک کل علف‌های‌هرز داشتند (جدول ۱). کاربرد علف‌کش EPTC در مقادیر مختلف ۴۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مرحله‌ی پیش کاشت به ترتیب باعث کاهش ۵۰، ۵۶ و ۸۴ درصدی تراکم کل علف‌های‌هرز شد. کاربرد مقادیر ذکر شده در مرحله‌ی سبز شدن سیب‌زمینی به‌ترتیب کاهش ۳۱/۳۳، ۵۲/۱۷ و ۵۵/۰۰ درصدی را ایجاد کرد. در حالی‌که کاربرد علف‌کش در مرحله‌ی استولون‌زایی در مقادیر مختلف EPTC کاهش صفر درصدی تراکم کل علف‌های هرز را در پی داشت (جدول ۲). روند دز- پاسخ علف‌کش EPTC در مراحل پیش کاشت، سبز شدن سیب‌زمینی و استولون‌زایی از تابع سیگموئیدی سه پارامتره تبعیت نمود. به طوری‌که مقدار لازم علف‌کش EPTC برای کاهش ۵۰ درصد تراکم کل علف‌های‌هرز در مراحل پیش کاشت و سبز شدن سیب‌زمینی به‌ترتیب به میزان‌های ۳۶۷۴/۴۴ و ۳۸۴۰/۸۴ گرم ماده مؤثره در هکتار می‌باشد (شکل ۱ و جدول ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر مقادیر مختلف کاربرد علف‌کش EPTC و زمان مصرف آن در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بر درصد کاهش تراکم و زیست توده کل علف‌های‌هرز.

Table 1. Analysis of variance herbicide doses and application time of EPTC at different growth stages of potato effect on reduction percentage of total weed density and biomass.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS	
		درصد کاهش تراکم کل Reduction percentage of total weed density	درصد کاهش وزن خشک کل Reduction percentage of total weed biomass
تکرار Replication	2	0.026^{ns}	0.022^{ns}
دز علف‌کش Herbicide dose	6	1.865**	1.593**
زمان کاربرد Application time	2	12.646**	10.533**
دز علف‌کش * زمان کاربرد Herbicide dose * Application time	12	0.507^{ns}	0.434**
خطا Error	40	0.072	0.063
C.V. (%) ضریب تغییرات (%)	-	15.73	15.36

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

^{ns}, Not-significant,*and** Significant at the5% and 1% probability levels, respectively

بر اساس نتایج بدست آمده با افزایش مقدار علف‌کش EPTC درصد کاهش زیست توده کل علف‌های‌هرز در دو زمان مصرف پیش کاشت و سبز شدن سیب‌زمینی نسبت به شاهد بدون کنترل علف هرز افزایش یافت. به‌طوری‌که در مراحل پیش کاشت و سبز شدن سیب‌زمینی، بیشترین درصد کاهش زیست توده کل علف‌های هرز از کاربرد EPTC به مقدار ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار حاصل شد. با کاربرد تیمار مذکور، زیست توده علف‌های‌هرز به‌ترتیب به میزان ۶۸ و ۴۴ درصد در مراحل پیش کاشت و سبز شدن سیب‌زمینی کاهش یافت. همچنین تیمار کاربرد EPTC به مقدار ۴۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مرحله‌ی پیش کاشت با تیمار ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مرحله‌ی سبز شدن سیب‌زمینی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). زیست توده کل علف‌های‌هرز در مقادیر مختلف علف‌کش EPTC در مراحل پیش کاشت و سبز شدن سیب‌زمینی از تابع سیگموییدی سه پارامتره تبعیت نمود (شکل ۲). به‌طوری‌که مقدار علف‌کش EPTC لازم برای کاهش ۵۰ درصد زیست توده کل علف‌های‌هرز به‌ترتیب ۳۷۸۴/۴۳ و ۳۸۳۹/۵۱ گرم ماده مؤثره در هکتار در مراحل پیش کاشت و سبز شدن سیب‌زمینی بود (شکل ۲ و جدول ۴). تأخیر در زمان مصرف علف‌کش EPTC نیاز به افزایش دز علف‌کش را داشته است. نایس و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که زمان کاربرد مناسب کنترل علف‌های هرز می‌تواند به کنترل موفق علف‌های‌هرز توسط علف‌کش مربوط گردد که در زمان مناسب، کنترل مطلوب نیز حاصل خواهد شد و شدت رقابت علف هرز را با گیاه زراعی کاهش می‌دهد (۱۶). همچنین موسلی و هاتزویس (۱۹۹۳) گزارش کردند که مصرف علف‌کش‌ها در زمان نامناسب باعث ایجاد تنش در گیاه می‌شود و تحمل آن به علف‌کش را کاهش می‌دهد.

جدول ۲- اثرات متقابل مقادیر مختلف علف‌کش EPTC و زمان‌های مختلف مصرف آن بر درصد تراکم و زیست توده کل علف‌های‌هرز

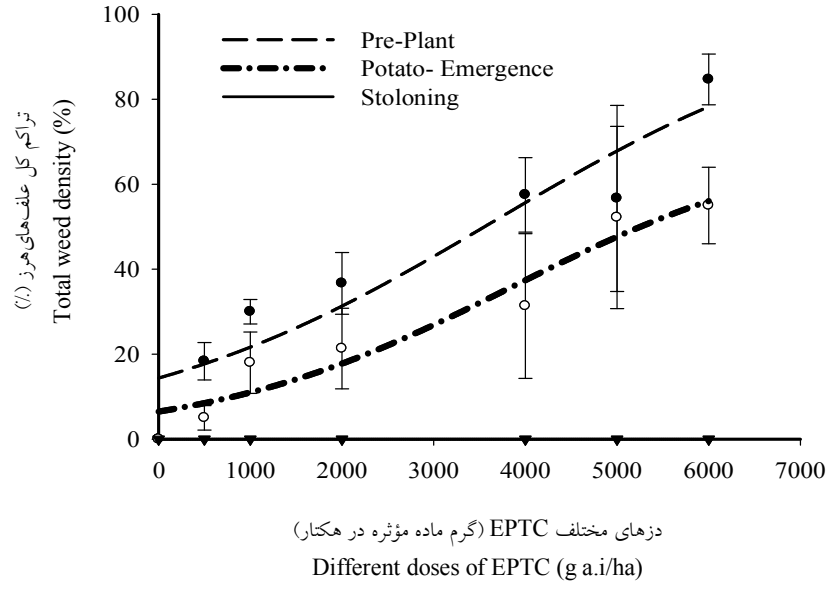
Table 2. Interaction effect of EPTC doses and application time on weed density and biomass

تیمارها Treatments		تراکم کل علف‌های‌هرز (درصد کاهش از شاهد) Total weed density (%)	زیست توده کل علف‌های‌هرز (درصد کاهش از شاهد) Total weed biomass (%)
شاهد با علف‌هرز	پیش کاشت Pre-Plant	0 ^{g} (0)	0 ^{g} (0)
	سبز شدن Potato emergence	0 ^{g} (0)	0 ^{g} (0)
	استولون زایی Stoloning	0 ^{g} (0)	0 ^{g} (0)
۵۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار 500 g a.i/ ha	پیش کاشت Pre-Plant	18.33 ^{efg} (4.40)	14.67 ^{efg} (3.52)
	سبز شدن Potato emergence	5.00 ^{fg} (3.88)	4.00 ^{fg} (3.30)
	استولون زایی Stoloning	0 ^{g} (0)	0 ^{g} (0)
۱۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار 1000 g a.i/ ha	پیش کاشت Pre-Plant	30.00 ^{def} (2.88)	24.00 ^{def} (2.30)
	سبز شدن Potato emergence	18.00 ^{efg} (7.23)	14.40^{efg} (5.78)
	استولونزایی Stoloning	0 ^{g} (0)	0 ^{g} (0)

۲۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار 2000 g a.i/ ha	پیش کاشت Pre-Plant	36.67 ^{bcde} (7.26)	29.33^{bcde} (5.81)
	سبز شدن Potato emergence	21.33 ^{efg} (9.49)	17.07^{efg} (7.59)
	استولونزایی Stoloning	0 ^{g} (0)	0 ^{g} (0)
۴۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار 4000 g a.i/ ha	پیش کاشت Pre-Plant	57.50 ^{b} (8.77)	46.00^{b} (7.02)
	سبز شدن Potato emergence	31.33 ^{cde} (17.03)	25.07^{cde} (13.62)
	استولونزایی Stoloning	0 ^{g} (0)	0 ^{g} (0)
۵۰۰۰ لیتر ماده مؤثره در هکتار 5000 g a.i/ ha	پیش کاشت Pre-Plant	56.67 ^{bc} (21.90)	45.33^{bc} (17.52)
	سبز شدن Potato emergence	52.17 ^{bcd} (21.44)	41.73^{bcd} (17.15)
	استولونزایی Stoloning	0 ^{g} (0)	0 ^{g} (0)
۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار 6000 g a.i/ ha	پیش کاشت Pre-Plant	84.67 ^{a} (5.96)	68.00^{a} (5.03)
	سبز شدن Potato emergence	55.00 ^{bcd} (9.01)	44.00 ^{bcd} (7.21)
	استولونزایی Stoloning	0 ^{g} (0)	0 ^{g} (0)
LSD (α<0.05)		25.95	20.79

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند. مقادیر داخل پرانتز نشانگر خطای استاندارد می‌باشند.

The columns with minimum common letter are not significantly different at 5% level of probability using LSD. The values in parentheses are standard errors.



شکل ۱- روند دز- پاسخ درصد کاهش تراکم کل علف‌های هرز در مقادیر مختلف علف‌کش EPTC در زمان‌های مختلف مصرف علف‌کش

Figure 1.The dose- response of reduction percentage of total weed density at different doses of EPTC and different application time of herbicide.

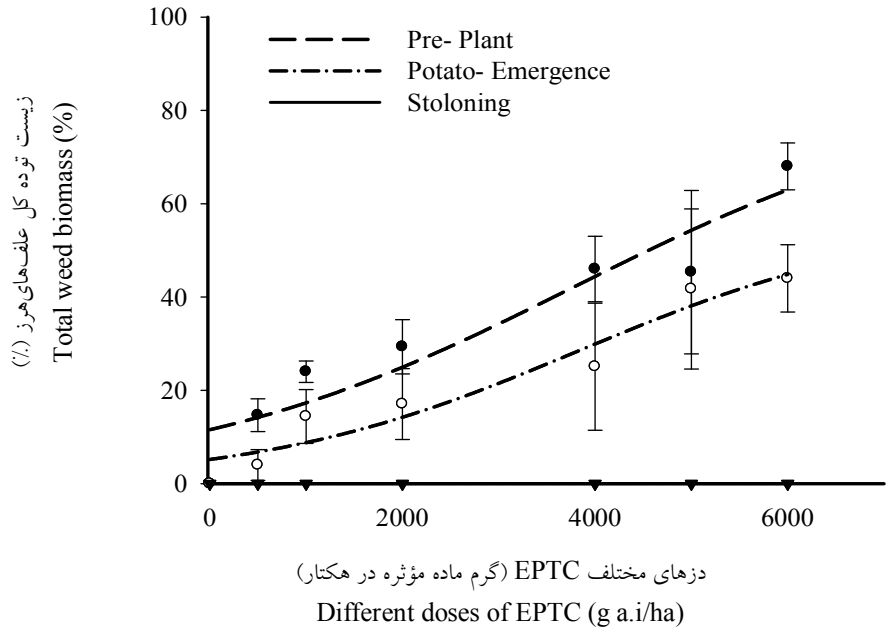
جدول ۳- برآورد پارامترهای به‌دست آمده از تابع سیگموییدی برای علف‌کش EPTC در زمان‌های مختلف مصرف علف‌کش.

Table 3. Estimated sigmoiid parameters for EPTC and different application time of herbicide

زمان مصرف EPTC EPTC application time	a	b	$ED_{50}(x_0)$	R^2
پیش کاشت Pre- Plant	103.01 (61.60)	2019.99 (1223.79)	3674.44 (2943.55)	0.90
سبزشدن سیب‌زمینی Potato emergence	71.38 (29.60)	1666.91 (721.45)	3840.84 (1760.74)	0.93
استولون‌زایی Stoloning	0	1	0	1

شاخص ED_{50} غلظتی از علف‌کش است که تراکم علف‌های هرز را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. مقادیر داخل پرانتز نشانگر خطای استاندارد است

ED_{50} index is the herbicide dose that reduced weed density 50%. The values in parentheses are standard errors



شکل ۲- روند دز- پاسخ درصد کاهش زیست توده کل علف‌های هرز در مقادیر مختلف علف‌کش EPTC در زمان‌های مختلف مصرف علف‌کش.

Figure 2. The dose- response of reduction percentage of total weed biomass at different doses of EPTC and different application time of herbicide.

جدول ٤- برآورد پارامترهای بدست آمده از تابع سیگموییدی برای علف‌کش EPTC در زمان‌های مختلف مصرف علف‌کش.

Table 4. Estimated sigmoiid parameters for EPTC and different application time of herbicide.

زمان مصرف EPTC EPTC application time	a	b	$ED_{50}(x_0)$	R^2
پیش کاشت Pre- Plant	84.37 (53.44)	2019.99 (1223.79)	3784.43 (3125.50)	0.90
سبزشدن سیب زمینی Potato emergence	57.09 (23.65)	1666.74 (721.18)	3839.51 (1759.47)	0.93
استولون زایی Stoloning	0	1	0	1

شاخص ED_{50} غلظتی از علف‌کش است که زیست توده علف‌های‌هرز را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. مقادیر داخل پرانتز نشانگر خطای استاندارد است

ED_{50} index is the herbicide dose that reduced weed biomass 50%. The values in parentheses are standard errors

متوسط وزن غده: با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵)، مقادیر مختلف علف‌کش EPTC و زمان کاربرد EPTC تأثیر معنی‌داری بر متوسط وزن غده و عملکرد کل غده در سطح احتمال یک درصد داشت. تیمار وجین کامل نسبت به کاربرد علف‌کش باعث افزایش ۲۸/۶۱ درصدی متوسط وزن غده شد (شکل ۳). بیشترین متوسط وزن غده و عملکرد کل غده در تیمار ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار حاصل شد (جدول ۶). در بین زمان‌های مختلف مصرف علف‌کش، مرحله پیش کاشت نسبت به دو مرحله سبز شدن و استولون‌زایی، باعث افزایش متوسط وزن غده و عملکرد کل غده شد. کاربرد علف‌کش EPTC در مرحله مذکور به‌ترتیب باعث افزایش ۱۳/۵۵ و ۲۵/۶۴ درصد متوسط وزن غده‌ها شد (شکل ۴). به نظر می‌رسد دلیل برتری این تیمار مربوط به عدم وجود رقابت بین سیب‌زمینی و علف‌های‌هرز باشد در این شرایط گیاه زراعی از آب، نور و مواد غذایی بیشتری برخوردار است و رشد گیاه بهبود خواهد یافت. بنابراین به نظر می‌رسد در چنین شرایطی با بهبود فتوسنتز گیاه، مقدار مواد غذایی تولید شده در گیاه زراعی افزایش یافته و با انتقال آنها به غده‌ها سبب افزایش وزن غده‌ها و عملکرد گیاه گردیده است. کاهش عملکرد گیاهان زراعی به دلیل رقابت علف‌های‌هرز با گیاهان زراعی در گزارش‌های متعدد به اثبات رسیده است. در همین ارتباط، جایسوال (۱۹۹۲) نشان داد که علف‌های‌هرز مزارع سیب‌زمینی از طریق کاهش وزن غده‌ها باعث کاهش کمیت و کیفیت سیب‌زمینی شدند (۹). مطالعات انجام شده در آمریکا نشان داد که عدم کنترل علف‌های‌هرز عملکرد غده سیب زمینی را ۴۰ تا ۷۰ درصد کاهش می‌دهد (۵، ۶ و ۲۰).

جدول ۵- تجزیه‌های آماری تأثیر فاکتورهای مورد مطالعه بر روی متوسط وزن غده و عملکرد کل غده

Table 5. Statistical analysis of studied factors effect on Average tuber weight, and total tuber yield

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS	
		متوسط وزن غده Mean tuber weight	عملکرد کل Total tuber yield
تکرار Replication	2	12.0357^{ns}	3.9519^{ns}
شاهد وجین کامل Weed free	1	8131.8589**	356.1665**
دزعلف‌کش Herbicide dose	6	120.6150**	44.2628**
زمان کاربرد Application time	2	329.2976**	116.3928**
دز علف‌کش * زمان کاربرد Herbicide dose * Application time	12	44.9078^{ns}	12.6067^{ns}
خطا Error	42	23.3973	6.3643
ضریب تغییرات(٪) C.V. (%)	-	14.30	28.45

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

^{ns}, Not-significant,* and** Significant at the5% and 1% probability levels, respectively

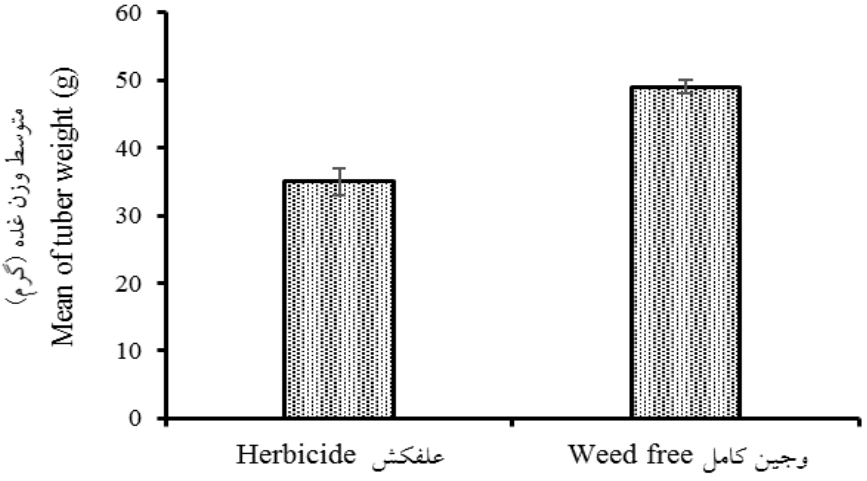
جدول ٦- تأثیر مقادیر مختلف علف‌کش EPTC بر متوسط وزن غده و عملکرد کل غده

Table 6. The effect of different doses of EPTC on mean of tuber weight and total tuber yield

دز (گرم ماده مؤثره در هکتار) Dose (g a.i/ha)	متوسط وزن غده (گرم) Mean tuber weight (g)	عملکرد کل غده (تن در هکتار) Total tuber yield (ton/ha)
0	31.00^{c} (1.16)	6.57^{c} (0.49)
500	31.22 ^{c} (1.90)	6.85 ^{c} (0.96)
1000	32.00 ^{c} (1.25)	8.05 ^{c} (0.55)
2000	33.66 ^{c} (2.22)	8.74 ^{c} (1.39)
4000	34.38 ^{bc} (1.13)	8.97 ^{bc} (0.90)
5000	38.55 ^{ab} (2.09)	11.33 ^{ab} (1.15)
6000	40.33 ^{a} (3.63)	12.55 ^{a} (1.87)
LSD (α=0.05)	4.69	2.44

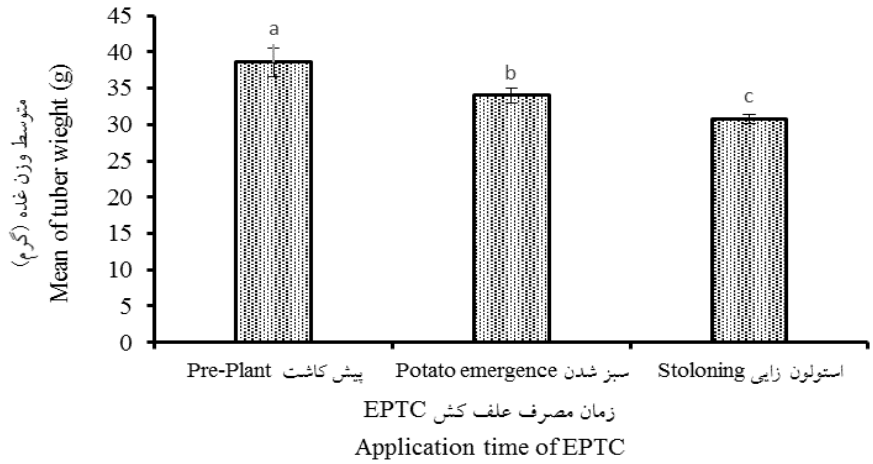
میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند. مقادیر داخل پرانتز نشانگر خطای استاندارد می‌باشند.

The columns with minimum common letter are not significantly different at 5% level of probability using LSD. The values in parentheses are standard errors.



شکل ٣- تأثیر کاربرد علف‌کش در مقایسه با تیمار وجین کامل بر میانگین وزن غده

Figure 3. The effect of weed free comparing herbicide application on mean tuber weight

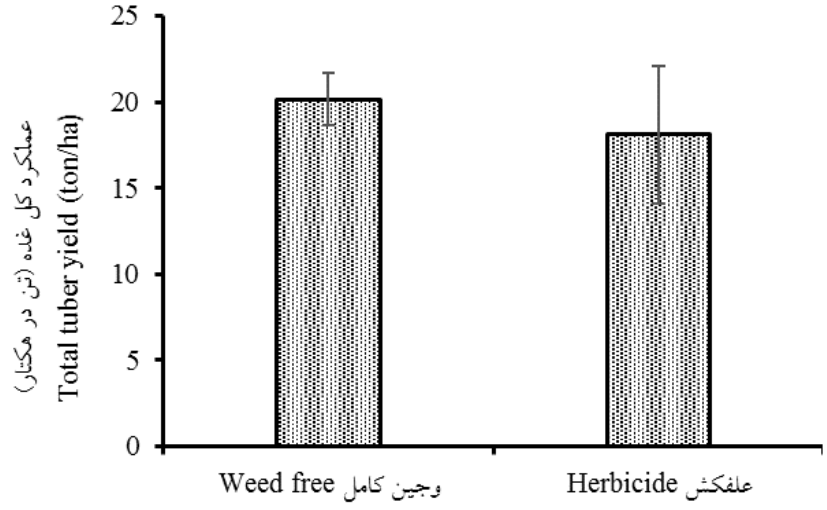


شکل ٤- تأثیر زمان‌های مختلف مصرف در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بر متوسط وزن غده

Figure 4. The effect of application time of EPTC at different growth stages on mean of tuber weight

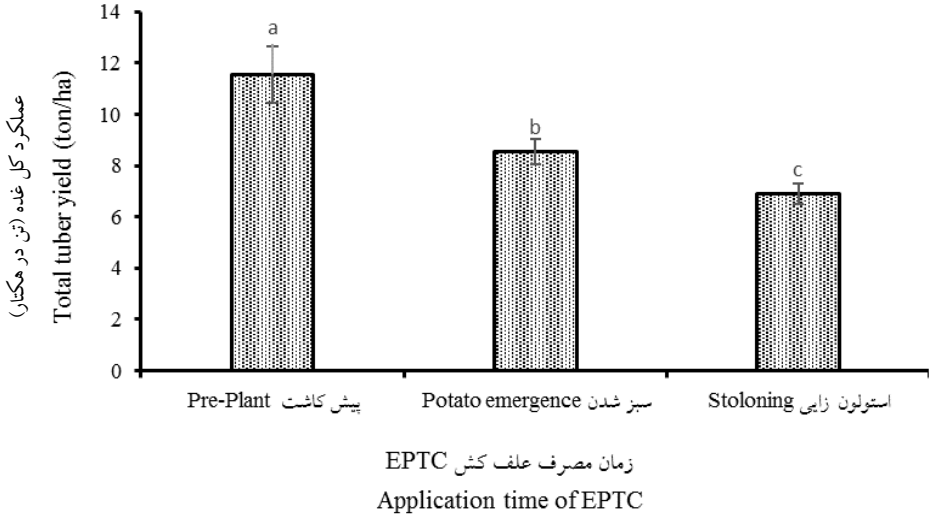
عملکرد کل غده: جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که تأثیر مقادیر مختلف علف‌کش EPTC و زمان کاربرد علف‌کش آن بر عملکرد کل غده، با احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بیشترین مقدار عملکرد کل در تیمار ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به دست آمد که نسبت به تیمار عدم کنترل ۹۱/۰۱ درصد افزایش داشت. با توجه به جدول ۵ مشاهده می‌شود که تیمار شاهد (وجین کامل) در استفاده از EPTC در سطح احتمال یک درصد معنی دار است، میانگین عملکرد کل در تیمار (وجین کامل) نسبت به میانگین عملکرد کل با استفاده از علف‌کش EPTC ۱۱/۲۸ تن در هکتار شد (شکل ۵). تونکز و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که اختلاط EPTC ۳/۴ لیتر ماده موثره در هکتار با پندی‌متالین ۰/۹ لیتر در هکتار باعث افزایش عملکرد به مقدار مطلوبی شد (۲۲). در بین زمان‌های مختلف مصرف علف‌کش، کاربرد علف‌کش در مرحله پیش کاشت بالاترین عملکرد کل غده را ایجاد کرد. استفاده از علف‌کش در مرحله پیش کاشت نسبت به سبز شدن عملکرد را تا ۳۵/۰۴ درصد افزایش داد (شکل ۶). لاو و همکاران (۱۹۹۵) در بررسی خود دریافتند که جوانه‌زنی علف‌هرز قبل از سیب‌زمینی عملکرد آن را تا ۶۸ درصد و جوانه‌زنی پس از سیب‌زمینی عملکرد را ۲۵ درصد کاهش می‌دهد.

تراکم علف‌هرز یکی از عواملی است که اهمیت زیادی در رقابت بین گیاهان داشته و در بسیاری از مدل‌های پیشگویی کاهش عملکرد نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۷). به نظر می‌آید کاربرد علف‌کش EPTC در مرحله پیش کاشت باعث کاهش تراکم و ماده خشک علف‌های هرز شده و گیاه زراعی فرصت کافی برای گسترش کانوپی و افزایش سطح برگ را پیدا کرده و از نور و از عناصر غذایی به نحو شایسته استفاده نموده است؛ این امر منجر به کاهش شدت رقابت علف‌های‌هرز موجود با سیب‌زمینی شده است و گیاه در وضعیت رشد و نمو بهتری قرار گرفته و در نهایت محصول بیشتری تولید کرده است. از اهداف اصلی در مدیریت زراعی به خصوص در شرایط رقابت گیاه زراعی و علف‌هرز، حداکثر بهره برداری از انرژی خورشیدی توسط گیاه زراعی بوده تا عملکرد آن افزایش یابد (۸ و ۱۲).



شکل ۵- تأثیر کاربرد علف‌کش در مقایسه با تیمار وجین کامل بر میانگین عملکرد کل

Figure 5. The effect of weed free comparing herbicide application on average total tuber yield



شکل ٦- تأثیر زمان‌های مختلف مصرف EPTC در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بر عملکرد کل غده سیب‌زمینی

Figure 6. The effect of EPTC application time at different growth stages on total tuber yield

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد EPTC به میزان ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مرحله پیش کاشت بالاترین درصد کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز را حاصل کرد. همچنین بالاترین متوسط وزن غده و عملکرد کل غده نیز در تیمار ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مرحله پیش کاشت سیب‌زمینی ایجاد شد. با توجه به اینکه، تیمارهای ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار علف‌کش EPTC با تیمار ۶۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مرحله‌ی سبز شدن سیب‌زمینی از نظر درصد کاهش تراکم وزیست توده علف‌های‌هرز در یک کلاس آماری قرار داشتند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بجای کاربرد علف‌کش EPTC در مرحله سبز شدن سیب‌زمینی و با دز بالاتر می‌توان از دز کمتری در مرحله پیش کاشت استفاده نمود.

منابع

1. Alebrahim, M.T., Majd, R., Rashed Mohassel, M.H., Wilkakson, S., Baghestani, M.A., Ghorbani, R., and Kudsk. P. 2012 .Evaluating the efficacy of pre and post emergence herbicides for controlling *Amaranthus retroflexus* L. and *Chenopodium album* L. in potato. Crop Prot., 42: 345- 350.
2. Alebrahim, M.T., Rashed Mohassel, M.H., Wilkakson, S., Baghestani, M.A., and Ghorbani, R. 2010. Evaluatin of 6 unregistered herbicides efficacy in Iran potato fields and herbicide relation to cytochromes P450 mono- oxygenase enzyme. Ph.D tesis. Ferdowsi. University of Mashhad.
3. Anonymous. 2013. Meteorological organization Ardabil. Available at www.ardebilmet.ir.
4. Arnold, R.N., Murray, M.W., Gergay, E.J., and Smeal, D. 1997. Weed control in field potatoes. Newmexico State University. Research report 723.
5. Cory, V., and Joey, I. 1998. Weed control and potato variety tolerance to herbicides Annual report of Muibauer Experiment Station, Oregon state University.
6. Dallyn, S.L. 1971. Weed control methods in potatoes. A.M. Potato J. 48: 116-124.
7. FAO. 2013. Agriculture statictics. Retrived on 14 Novamber 2015 from URI: faostat, fao.org/fao/tat.

8. Haverkort, A.J., Uenk, D., Veroude, H., and Vande waart, M. 1991. Relationships between ground cover; intercepted solar radiation leaf area index and in fraed reflectance of potato crop. Potato Res., 34: 113-121.
9. Jaiswal, V.P. 1992. Crop-weed competition studies in potato. J. Indian Potato Assoc., 18: 131-134.
10. Kahramanoglu, I., and Uygur, F.N. 2010. The Effects of reduced herbicide dosages on weed infestation of reduced doses and application timing of Metribuzin on redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and wild mustard (*Sinapis arvensis*). Turkish J. Agri. Forest. 34: 467-474.
11. Lensik, M. 2003. The impacts of maize stand density on herbicide efficiency. P. Soil Environ., 49: 29–35.
12. Love, S.L., Eberleine, C.V., Stark, J.C., Bohle, W.H. 1995. Cultivar and seed piece spacing effects on potato competitiveness with weds. Am. potato J., 73:194-213.
13. Monaco, T.J., Ashton, F.M. 2007. Weed Science (Principles and practices). Translated by: H. Ghadiri. Third edition, Shiraz University Press. p. 700.
14. Moseley, C. and Hatzios K. 1993. Uptake, Translocation and metabolism of Clorimuron in Corn (*Zea mays*) and Morningglory (*Ipomea* spp). Weed Technol., 7: 343-348.
15. Mousavi, S.K., Zand, E., and Saremi, H. 2011. Physiological function and application of herbicides.
16. Nice, G., Johnson, B. and Bauman. T. 2003. Herbicide application timing for Corn, Soybean and Wheat. www.btny.purdue.edu/weedscience.
17. O`Donovan, J.T. 1991. Quack grass (*Elytirigia repens*) interference in canola (*Brassica compestries*) Weed Sci., 39: 397-401.
18. Pelletier, Y. and Dutheil, J. 2006. Behavioral responses of the Colorado potobeehe to trichomes and leaf surface chemicals of *Solanum tarrjense*. Entomolegia Experimentalis et Applicata 120: 125-130.
19. Seefeldet, S.S., Jensen, J.E., Fuerft, E.P. 1995. Log-logestic analysis of herbicide dose-response reletionship. Weed Technol., 9: 218-225.
20. Stall, W.M. 1999. Weed control in potato. Horticultural science department. Cooperative Extention Services. University of Florida pub. 194.
21. Strek, H.J. 2005. The science of dupoint's soil residual herbicides in Canada. Pages 31-44 in R.C. Van Acker, ed. Soil residual herbicides: Science and Management. Topics in Canadian Weed Science, Vol. 3. Sainte Anne-de Bellevue, Quebec.
22. Tonks, D.J., Charlotte,V.E., Guttieri, M.J. 2004. Preemergency weed control in potato (*Solanum tuberosum*) with ethalfuralin. Weed Technol., 14: 287-292.
23. Tqbal, J., and wright, D. 1999. Effect of weed competition on flag leaf photosynthesis thesis and grain yield of spring wheat Agric. Sci. 123: 23-30.
24. Zand, E., Baghestani, M.A., Nezam abadi, N., Shimi, P., Musavi, S.K. 2017. Guidence of Chemical Control of Weed in Iran. 220p.