نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 30، شماره 3، پاییز 1395، ص. 440-426

Journal of Plant Protection
Vol. 30, No. 3, Fall 2016, P. 426-440

بررسی کارایی علف‌کش اگزادیارژیل در کنترل علف‌های هرز سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در مراحل مختلف رشدی

الهام صمدی کلخوران[1]- محمد تقی آل ابراهیم[2*]

تاریخ دریافت: 1393/11/05
تاریخ پذیرش: 1394/07/04

چکیده

به منظور بررسی تأثیر علف‌کش اگزادیارژیل (Top star 30% EC) به‌صورت پس‌رویشی در کنترل علف‌های‌هرز مزارع سیب‌زمینی، آزمایشی مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آلاروق اردبیل در سال 1392 انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل با تیمار شاهد 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 علف‌کش اگزادیارژیل در شش سطح 0/05، 0/1، 0/2، 0/4، 0/6 و 0/8 لیتر ماده مؤثره در هکتار و فاکتور دوم، زمان‌های مصرف علف‌کش در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی که در سه مرحله سبزشدن سیب‌زمینی، استولون‌زایی و حجیم شدن غده انجام شد؛ همچنین دو تیمار بدون وجین (با علف‌هرز) و وجین کامل (بدون علف‌هرز)، به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. تجزیه‌های آماری نشان داد که دزهای اگزادیارژیل و زمان مصرف آن تأثیر معنی‌داری بر زیست توده تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، تاج‌خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides* S. Watson.)، کل علف‌های‌هرز و عملکرد کل غده داشت ولی اثرات متقابل آن معنی‌دار نشد. نتایج نشان داد که کاربرد دز 0/8 لیتر ماده مؤثره در هکتار، زیست توده تاج‌خروس ریشه قرمز، تاج‌خروس خوابیده و کل علف‌های‌هرز را توانست به ترتیب 80/58، 81/74 و 66/16 درصد نسبت به شاهد با علف‌هرز کاهش دهد. اثرات متقابل دزهای اگزادیارژیل و زمان مصرف آن نشان داد که بالاترین درصد کاهش زیست توده سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) در دز 0/8 لیتر ماده مؤثره در هکتار مرحله سبز شدن سیب‌زمینی می‌باشد. در بین زمان‌های مصرف اگزادیارژیل در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی، مرحله سبز شدن سیب‌زمینی، زیست توده تاج‌خروس ریشه قرمز و کل علف‌های هرز را به ترتیب 60/01، 44/51 درصد کاهش داد ولی زیست توده تاج‌خروس خوابیده در مرحله حجیم شدن غده، بالاترین درصد کاهش (67/49 درصد) را حاصل کرد. کاربرد اگزادیارژیل به میزان 0/8 لیتر ماده مؤثره در هکتار در مرحله سبز شدن سیب‌زمینی، بالاترین عملکرد کل غده در هکتار را ایجاد کرد.

واژه‌های کلیدی: دز– پاسخ، زیست توده علف‌های‌هرز، عملکرد غده سیب‌زمینی، کنترل علف‌های‌هرز

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از مهمترین محصولات غده‌ای در جهان می‌باشد که سالانه نزدیک 190000 هکتار در ایران کشت می‌شود (2). سیب‌زمینی از نظر سطح زیر کشت پس از ذرت، برنج و گندم در رتبه چهارم و از نظر تأمین غذای مردم جهان پس از گندم و برنج در رتبه‌ی سوم بین محصولات زراعی قرار دارد (10). از آنجائی که علف‌های‌هرز یکی از عوامل تنش‌زای زنده می‌باشند و با رقابت با محصولات زراعی و باغی موجب کاهش عملکرد و کیفیت محصول می‌گردند (40، 12 و 34)، لذا با توجه به کشت ردیفی سیب‌زمینی، فضای کافی برای هجوم علف‌های‌هرز فراهم بوده است که اگر در مزارع کنترل نشوند عملکرد گیاهان را بسته به توان رقابتی خود بین 10 تا 100 درصد کاهش می‌دهند (6). به طور کلی روش‌های مدیریتی کنترل علف‌های‌هرز شامل بهداشت مزرعه، اقدامات زراعی، مدیریت مکانیکی، مدیریت بیولوژیکی و مدیریت شیمیایی می‌باشند (27، 30 و 15). مدیریت شیمیایی علف‌های‌هرز روشی است ضروری که کارایی آن در کنترل علف‌های-هرز به اثبات رسیده است (21). در اکثر ممالک جهان با استفاده از تلفیقی از روش‌های کنترل زراعی، مکانیکی و شیمیایی با علف‌های-

1 و 2- دانشجوی دکتری و دانشیار علوم علف‌های‌هرز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
(*- نویسنده مسئول: Email: m_ebrahim@uma.ac.ir)

هرز مزارع سیب‌زمینی مبارزه می‌شود. از سویی بنا به گزارش هلمز (17)، روش شیمیایی مبارزه با علف‌های‌هرز در بین روش‌های مدیریتی علف‌هرز از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. دونالد و همکاران (13) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های‌هرز با داشتن مزایایی هم‌چون کنترل سریع، یکنواخت و راحت‌تر علف‌های‌هرز دارای مشکلاتی هم می‌باشند.

با توجه به دوره زمانی نسبتاً وسیع رویش علف‌های‌هرز مزارع سیب‌زمینی و عدم مؤثر بودن روش‌های موجود در کنترل علف‌های‌هرز، لازم است عملیات کنترل علف‌های‌هرز طوری برنامه-ریزی شود که بتواند در طول دوره رشد، آن‌ها را کنترل نماید. در ایران و بویژه در منطقه اردبیل، روش مرسوم در کنترل علف‌های‌هرز سیب زمینی استفاده از علف‌کش‌های متری‌بیوزین و پاراکوات، وجین دستی و کولتیواتور است که در اوایل فصل رشد انجام می‌شود و علف‌های هرز تابستانه با این روش‌ها به خوبی کنترل نشده و عملکرد محصول را شدیداً کاهش می‌دهد (1)؛ همچنین علف‌کش‌های مذکور از نظر تعداد و تنوع محل عمل بسیار محدود می‌باشند و هر دو علف‌کش دو منظوره و دارای محل عمل فتوسیستمی (متری‌بیوزین بازدارنده فتوسیستم دو و پاراکوات بازدارنده فتوسیستم یک) می‌باشند (3). متری‌بیوزین به‌علت پایداری کمی که در خاک دارد نمی‌تواند علف‌های‌هرز را در طول فصل زراعی کنترل کند و بعضی از ارقام سیب‌زمینی تحمل کمی به متری‌بیوزین دارند که کاربرد آن را محدود می‌کند (14، 9 و 36). ایوانی (20) گزارش کرد که کاربرد متری‌بیوزین در بالاترین میزان کاربرد (420 گرم در هکتار) نسبت به علف‌کش ثبت نشده ریم سولفورون باعث کاهش عملکرد قابل فروش به میزان 27/44 درصد شد و علت آن را عدم کنترل علف‌هرز چندساله مرغ[1] توسط این علف‌کش دانست. علاوه بر این علف‌های هرز خانواده Solanaceae به ویژه تاج ریزی سیاه[2] با این علف‌کش به خوبی کنترل نمی‌شوند (18).

اگزادیارژیل علف‌کشی از خانواده اکسیدازول‌ها و بازدارنده سنتز پروتوپورفیرینوژن اکسیداز است (32 و 2). این علف‌کش در ابتدا برای کنترل علف‌های‌هرز در برنج[3] و نیشکر[4] معرفی گردید (11). اگزادیارژیل برای کنترل علف‌های‌هرز برنج (16 و 37)، سیب‌زمینی (43، 7، 2 و 3)، آفتابگردان (39 و 41)، پیاز (29 و 22)، کلم (35)، نخود (31)، اسفناج و کاهو (33) و اسطوخودوس (4) نیز استفاده می‌شود.

استفاده از علف‌کش اگزدایارژیل در مزرعه سیب‌زمینی به طور جدی گزارش نشده است و کاربرد آن در جزیره موریتیوس در شرق ماداگاسکار در کنترل علف‌های‌هرزی از جمله *Ageratum conyzoides*، *Amatanthus viridis*، مرغ خوشه سرخ[5]، ترشک شبدری[6]، *Panicum subalbidum* و تاج ریزی سیاه موفقیت آمیز بود و گزارش شده است که در این منطقه نسبت به متری‌بیوزین در کنترل *Panicum subalbidum* و تاج‌ریزی سیاه موفق‌تر بوده است (7). اوروبانویچسز و همکاران (43) گزارش کردند که کاربرد 0/5 و 0/75 کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار اگزادیارژیل، توانست علف‌های‌هرز سیب‌زمینی را به ترتیب 82/4 و 95/5 درصد کنترل کند و عملکرد سیب‌زمینی را به ترتیب 19 و 47 درصد افزایش داد. کاربرد اگزادیارژیل به میزان 0/3 کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار برابر کاربرد استاندارد متری‌بیوزین به میزان یک کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار بود. این علف‌کش در کنترل تاج‌ریزی سیاه و گونه‌ای ارزن (*Panicum subalbidum*) کارا بود. لازم به ذکر است که در استفاده از این علف‌کش رشد و عملکرد سیب‌زمینی تحت تأثیر قرار نگرفت. این علف‌کش در تناوب با متری‌بیوزین در میزان‌های 0/4-0/35 کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار برای سیب‌زمینی توصیه شده است (7). آل ابراهیم و همکاران (3) در بررسی گلخانه‌ای، گزارش کردند که کاربرد اگزادیارژیل در پایین‌ترین دز کاربردی (0/1 لیتر ماده مؤثره در هکتار) سلمه‌تره و تاج‌خروس ریشه قرمز را به ترتیب به میزان 70/17 و 65/92 درصد کنترل کرد و در دز 0/6 لیتر ماده مؤثره در هکتار کنترل کامل ایجاد نمود؛ همچنین اگزادیارژیل بعد از علف‌کش متری‌بیوزین کنترل مؤثرتری در سلمه‌تره و تاج‌خروس ریشه قرمز داشت و پتانسیل بالایی برای کاربرد در سیب‌زمینی داشت.

زمان استفاده از علف‌کش نیز 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، بطوری 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 اینرو 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 این‌رو بر گیاه زراعی تأثیر منفی داشته باشد. مهمترین دلیل ایجاد اثرات منفی علف‌کش‌ها بر گیاه زراعی، وقوع تغییرات در فیزیولوژی گیاه زراعی است که به طور عمده در مراحل

1- *Elytrigia repens* L.
2- *Solanum nigrum* L.
3- *Oryza sativa* L.
4- *Saccharum Officinarum* L.
5- *Elusine indica* L.
6- *Oxalis corniculata* L.

تغییر فاز رویشی به زایشی رخ می‌دهد. به طور کلی گیاهان زراعی در این مراحل نسبت به علف‌کش‌ها حساسیت بیشتری یافته که می‌تواند منجر به کاهش عملکرد آن گردد (28). موسلی و هاتزویس (26) گزارش کردند که 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.

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 و به علت اینکه تنها دو علف‌کش دو منظوره متری‌بیوزین و پاراکوات با محل عمل فتوسیستمی برای سیب‌زمینی در ایران به ثبت رسیده و هیچگونه باریک‌برگ‌کشی برای زراعت سیب‌زمینی ارائه نشده است و همچنین علف‌های‌هرز تابستانه نیز با این علف‌کش‌ها به خوبی کنترل نمی‌شوند، لذا ضرورت دارد که میزان کنترل علف‌های‌هرز توسط علف‌کش اگزادیارژیل با تعیین زمان مناسب مصرف آن در مزارع سیب‌زمینی مورد بررسی بیشتری قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی 1392 در محل ایستگاه تحقیقاتی آلاروق اردبیل انجام شد و اندازه‌گیری‌های لازم در آزمایشگاه علف‌های‌هرز دانشگاه محقق اردبیلی انجام گردید. ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل در 12 کیلومتری جاده اردبیل به خلخال با ارتفاع 1350 متر از سطح دریا و طول جغرافیایی 48 درجه و 20 دقیقه و عرض جغرافیایی 38 درجه و 15 دقیقه با اقلیم نیمه خشک و سرد با متوسط بارندگی 296/1 میلی‌متر در 30 سال گذشته و متوسط حداقل و حداکثر دمای مطلق به ترتیب 33/8- و 39/8 درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل و حداکثر دمای سالانه به ترتیب 3 و 15/1 واقع شده است (5). جهت آماده‌سازی بستر شخم عمیق پاییزه در سال 1391 با گاوآهن برگردان‌دار به عمق 30 سانتی‌متر انجام شد. عملیات شخم ثانویه شامل دیسک‌زنی و تهیه جوی و پشته‌ها در اولین فرصت بعد از مساعد شدن شرایط محیطی در بهار 1392 انجام شد و فاصله بین ردیف‌های کاشت 75 سانتی‌متری در نظر گرفته شد. خاک مزرعه دارای بافت رس لوم، PH 7/76 و EC 2/04 دسی زیمنس بر متر بود. آزمایش به صورت فاکتوریل با تیمار شاهد در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در زمینی به مساحت تقریبی 650 متر مربع اجرا شد. در هر کرت سه ردیف سیب‌زمینی رقم آگریا طبق عرف منطقه به فاصله بوته 25 سانتی‌متر روی ردیف و فاصله ردیف‌های کاشت 75 سانتی‌متر، به طور دستی و در عمق 10 سانتی‌متر در اول خرداد 1392 کشت گردیدند. طول و عرض هر کرت به ترتیب 3/5 و 2/25 متر بود. تیمارهای مورد مطالعه عبارت بودند از: فاکتور اول، دزهای علف‌کش اگزادیارژیل در شش سطح 0/05، 0/1، 0/2، 0/4، 0/6 و 0/8 لیتر ماده مؤثره در هکتار و فاکتور دوم، زمان‌های مصرف علف‌کش در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی که در سه مرحله سبزشدن سیب‌زمینی، استولون‌زایی و حجیم شدن غده انجام شد؛ همچنین دو تیمار بدون وجین (با علف‌هرز)[1] و وجین کامل (بدون علف‌هرز)[2] در طول فصل به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. در آنالیز داده‌های مربوط به علف‌های‌هرز، از داده‌های مربوط به تیمار وجین کامل صرف نظر شد زیرا در طول دوره‌ی آزمایش به دلیل وجین کامل علف‌های‌هرز در کرت‌های مربوط به آن، علف‌هرزی وجود نداشت (42)؛ همچنین در آنالیز داده‌های مربوط به عملکرد وجین کامل علف‌های‌هرز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. در طول فصل رشد کرت‌های مربوط به وجین کامل (کنترل کامل علف‌های‌هرز) مرتباً وجین شدند و با مشاهده سوسک کلرادو، مزرعه با سم کونفیدور[3] علیه این آفت سم‌پاشی شد. علف‌کش اگزادیارژیل توسط سم‌پاش پشتی مدل Inter با نازل بادبزنی 8001 بکار برده شد. سرعت و فشار سم‌پاشی در تمام تیمارها تقریباً ثابت و میزان پاشش برای 250 لیتر آب در هکتار کالیبره شدند. سه هفته بعد از هر مرحله سم‌پاشی، نمونه‌برداری علف‌های هرز توسط واحدهای نمونه‌برداری (کوادرات 0/75×0/50 متر مربع) انجام شد و نمونه‌های برداشت شده به تفکیک درون پاکت‌های نمونه‌برداری قرار گرفتند. نمونه‌های برداشت شده به طور کامل از مزرعه به آزمایشگاه منتقل شدند و بعد از شمارش تعداد بوته‌ها بر اساس گونه‌ها، اندام‌های هوایی مربوط به هر گونه به طور مجزا در پاکت‌های مخصوص ریخته شده و داخل آون با دمای 75 درجه سانتی گراد به مدت 48 ساعت قرار داده شدند پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها، محتویات داخل هر پاکت جداگانه با ترازوی دیجیتالی با دقت 0/01 گرم توزین شده و زیست توده آنها ثبت گردید. به منظور تعیین عملکرد سیب‌زمینی و اجزای آن، بعد از اتمام دوره رشد و رسیدگی کامل غده‌های سیب‌زمینی، محصول بوته‌های یک ردیف میانی از وسط هر کرت به طور دستی و به طور کامل برداشت شد. غده‌های برداشتی درون پاکت‌های مقوایی ریخته شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه پس از زدودن گل و مواد زائد غده‌ها نسبت به شمارش و توزین آن ها با ترازوی دیجیتالی به ظرفیت 2000 گرم و با دقت 0/01 گرم اقدام شد و به هکتار تعمیم داده شد.

کارایی علف‌کش (HE%) بر اساس فرمول تغییر یافته آبوت، که

1- Weedy
2- Weed free
3- Confidour

معمولاً برای ارزیابی حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، محاسبه گردید (38).

$$HE(\%)= (X - Y)/ X \times 100$$

در این معادله HE، کارایی علف‌کش؛ X، زیست توده علف‌های‌هرز در کرت‌های شاهد و Y، زیست توده علف‌های‌هرز در کرت‌های تیمارشده می‌باشد.

در تجزیه آماری از آنالیز واریانس در قالب طرح آماری آزمایش فاکتوریل با تیمار شاهد، برای مقایسه بین اثر دزهای مختلف استفاده شد و همچنین برای مقایسه بین روند دز- پاسخ علف‌های هرز از آنالیز رگرسیون استفاده شد. توابع مورد استفاده عبارت بودند از:

تابع لجستیک سه پارامتره $(y = \frac{a}{1+(x \div x_0)^b})$

تابع سیگموییدی سه پارامتره $(y = \frac{a}{1+e^{\frac{-(x-x_0)}{b}}})$

پارامترهای موجود در توابع لجستیک و سیگموییدی به شرح زیر است (40):

a: حداکثر زیست توده علف‌های‌هرز و حداکثر عملکرد کل غده، b: شیب خط و $X_0(ED_{50})$ = دز علف‌کش لازم برای کاهش زیست توده علف‌های‌هرز به میزان 50 درصد.

برای رسم گراف و محاسبه معادلات رگرسیون از نرم افزار EXCEL 2013 و Sigmaplot 11 و جهت تجزیه داده‌ها و مقایسه اورتوگونال از نرم افزارهای SAS 9.1 و MSTATC استفاده گردید؛ همچنین مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

گونه‌های علف‌هرز مشاهده شده در طول مطالعه شامل تلخه (*Acroptilon repens* L.)، تاج‌خروس رونده یا خوابیده (*Amaranthus blitoides* S.Watson.)، تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، کنگر وحشی یا خارلته (*Cirsium arvensis* L. Scop.)، پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.)، گاوزبان بدل یا ایتالیایی (*Echium italicum* L.) و شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabara* L.) بود. تجزیه آماری زیست توده علف‌های‌هرز غالب که شامل سلمه‌تره، تاج‌خروس ریشه قرمز و تاج‌خروس خوابیده بودند همچنین مجموع کل علف‌های هرز به صورت جداگانه انجام گرفت.

زیست توده سلمه‌تره

در تحقیقی، لوتمان و همکاران (24) گزارش کردند که زیست توده علف‌های‌هرز در مقایسه با تراکم آن‌ها معیار مناسب‌تری جهت ارزیابی توانایی رقابتی آن‌ها با گیاهان زراعی می‌باشد. نتایج این بررسی نشان داد که اثرات متقابل دزهای علف‌کش اگزادیارژیل و زمان مصرف آن تأثیر معنی‌داری را در سطح احتمال پنج درصد بر درصد کاهش زیست توده سلمه‌تره نسبت به شاهد بدون علف‌کش ایجاد کرد (جدول 1). با افزایش دز علف‌کش اگزادیارژیل، درصد کاهش زیست توده سلمه‌تره سیر صعودی را طی نمود و این روند در تیمارهایی که در مرحله‌ی سبز شدن بکار برده شده بود بیشتر دیده شد. مقایسه اثرات متقابل دزهای اگزادیارژیل و زمان مصرف آن نشان می‌دهد که بالاترین درصد کاهش زیست توده سلمه تره در دز 0/8 لیتر ماده مؤثره در هکتار مرحله سبز شدن حاصل شد که با دز 0/6 لیتر ماده مؤثره در هکتار مرحله سبز شدن سیب‌زمینی اختلاف معنی‌داری نداشت و پایین ترین درصد کاهش زیست توده سلمه‌تره در دز 0/05 لیتر ماده مؤثره در هکتار مرحله‌ی حجیم شدن غده بود. درصد کاهش زیست توده سلمه‌تره هنگام کاربرد دز 0/6 لیتر ماده مؤثره در هکتار اگزادیارژیل در مرحله‌ی سبز شدن سیب‌زمینی با دز 0/6 در مرحله‌ی استولون‌زایی و دز 0/8 لیتر ماده مؤثره در هکتار در مرحله‌ی حجیم شدن غده سیب‌زمینی در یک کلاس آماری قرار دارند بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بجای کاربرد علف‌کش اگزادیارژیل در مرحله‌ی حجیم شدن غده سیب‌زمینی و با دز بالاتر می‌توان از دز کمتری در مرحله‌ی سبز شدن استفاده نمود؛ همچنین می‌توان بجای استفاده از دز 0/4 لیتر ماده مؤثره در هکتار اگزادیارژیل در مرحله‌ی حجیم شدن غده از دز 0/2 لیتر ماده مؤثره در هکتار اگزادیارژیل در مرحله‌ی سبز شدن سیب‌زمینی استفاده نمود (جدول 2). تأخیر در زمان مصرف علف‌کش اگزادیارژیل نیاز به افزایش دز علف‌کش را داشته است. نایس و همکاران (28) گزارش کردند که زمان کاربرد مناسب کنترل علف‌های‌هرز می‌تواند به 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. همچنین موسلی و هاتزویس (26) گزارش کردند که مصرف علف‌کش‌ها در زمان نامناسب باعث ایجاد تنش در گیاه می‌شود و تحمل آن به علف‌کش را کاهش می‌دهد. پاسخ به دزهای اگزادیارژیل در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی از تابع سیگموئیدی سه پارامتره تبعیت نمود. با توجه به شکل 1 و جدول 3 مشاهده می‌شود که ED_{50} اگزادیارژیل برای زیست توده سلمه‌تره در مرحله‌ی سبز شدن، استولون‌زایی و حجیم شدن غده سیب‌زمینی به ترتیب 0/228، 0/261 و 0/480 لیتر ماده مؤثره در هکتار و ضریب تبیین آن به ترتیب 0/83، 0/96 و 0/99 می‌باشد. مقایسه ED_{50} اگزادیارژیل در زمان‌های مختلف مصرف نشان می‌دهد که برای کاهش 50 درصدی زیست توده سلمه‌تره در مرحله‌ی سبز شدن نسبت به مراحل دیگر به دز پایین‌تر اگزادیارژیل نیاز است.

جدول 1- تجزیه‌های آماری تأثیر فاکتورهای مورد مطالعه بر درصد کاهش زیست توده سلمه‌تره، تاج خروس ریشه قرمز، تاج خروس خوابیده و کل علف‌های‌هرز

Table 1- Statistical analysis of studied factors effect on reduction percent of Common lambsqurter, Redroot pigweed, prostrate pigweed and total weed biomass

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات MS			
Source of variation	DF	سلمه تره Common lambsqurter	تـاج خروس ریشه قرمز Redroot pigweed	تاج خروس خوابیده Prostrate pigweed	کل علف‌های-هرز Total weed
تکرار Replication	2	1499.123**	605.986*	2341.489**	63.540^{ns}
شاهد بدون وجین Weedy	1	4103.074**	6776.212**	10491.070**	4312.85**
دز علف‌کش Herbicide dose	5	6041.358**	4181.129**	3052.217**	4973.550**
زمان مصرف Application time	2	395.599^{ns}	1735.774**	2388.121**	1157.497*
دز علف‌کش* زمان مصرف Herbicide dose * Application time	10	472.144*	170.305^{ns}	77.91^{ns}	42.220^{ns}
خطا Error	36	203.734	167.699	336.751	77.92
ضریب تغییرات (%) C.V. (%)	-	37.74	27.14	30.76	23.29

ns، ** و * غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح 1 و 5 درصد ns, ** and *: Not-significant, Significant at the 1 and 5% probability levels, respectively

نتایج پژوهشگران دیگر نیز بیـانگر مـؤثر بـودن اگزادیارژیـل در کاهش زیست توده سلمه‌تره مـی‌باشـد بـه طـوری‌کـه آل ابـراهیم و همکاران (2) گزارش کردند که کاربرد پـیش‌رویشـی و پـس‌رویشـی اگزادیارژیل بـه میـزان 160 گـرم در هکتـار توانسـت، زیسـت تـوده سلمه‌تره را به ترتیب به میزان 78 و 87 درصد کاهش دهد و کـاربرد پیش‌رویشی و پس‌رویشی اگزادیارژیل به میزان 200 گرم در هکتـار، به ترتیب 84 و 93 درصد، سلمه‌تره را کنترل کرد؛ همچنـین کـاربرد پیش‌رویشی و پس‌رویشی آن به میزان 240 گرم در هکتار، به ترتیب 87 و 94 درصد، سلمه‌تره را کنترل کرد. در آزمایشی دیگر که توسط آل ابراهیم و همکاران (1) صورت گرفـت، گـزارش شـده اسـت کـه کاربرد اگزادیارژیل به‌صورت پس‌رویشی به میـزان‌هـای 0/4، 0/5 و 0/6 لیتر ماده مؤثره در هکتار، توانست زیست توده سـلمه‌تـره را بـه ترتیب 87/75، 93/25 و 94/75 درصد کـاهش دهـد. آل ابـراهیم و همکاران (3) گزارش کردند که کاربرد گلخانه‌ای اگزادیارژیل به‌طـور معنی‌داری باعث کنترل سلمه‌تره شد، به طوری‌که در پـایین‌تـرین دز کاربردی (0/1 لیتر مـاده مـؤثره در هکتـار) توانسـت، زیسـت تـوده سلمه‌تره را به میزان 70/17 درصد کاهش دهد و در دز 0/6 لیتر ماده مؤثره در هکتار کنترل کامل را ایجاد نمود.

کاهش زیست توده سلمه‌تره در اثر کاربرد اگزادیارژیل را می‌توان به اثر بازدارندگی رشـد اگزادیارژیـل نسـبت داد. اگزادیارژیـل باعـث بازدارندگی رشـد، ایجـاد لکـه‌هـای نکروتیـک، کـاهش کارتنوئیـد و کلروفیل می‌شود و غشا سلولی را متلاشی می‌کنـد (25). بازدارنـدگی رشد در شاخه‌های حساس بیشتر از ریشه‌هـا اسـت و بـا افـزایش دز مصرفی علف‌کش، افزایش می‌یابد همچنین این بازدارندگی نسبت به بازدارنده پروتوپورفیرینوژن‌های دیگر مثـل اگزادیـازون بیشـتر اسـت (19). همانند بسیاری از علف‌کش‌ها، میزان خسـارت در بافـت‌هـای جوان بیشتر بوده و متناسب با مقدار کاربرد است.

زیست توده تاج‌خروس ریشه قرمز

نتایج نشان داد که دزهای مختلف اگزادیارژیل و زمان مصرف آن در مراحل مختلف رشـدی سـیب‌زمینـی تـأثیر معنـی‌داری در سـطح احتمال یک درصد بر زیست توده تاج خروس ریشه قرمز ایجاد کـرد ولی اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار نشـد (جـدول 1). مقایسـه میـانگین داده‌ها نشان داد که بالاترین درصد کاهش زیست توده تـاج‌خـروس ریشه قرمز (80/58 درصد) در دز 0/8 لیتر مـاده مـؤثره در هکتـار و پایین‌ترین درصد کاهش (24/22 درصـد) آن در دز 0/05 لیتـر مـاده مؤثره در هکتار حاصل شد که با دزهای 0/1 و 0/2 لیتر ماده مؤثره در هکتار اگزادیارژیل در یـک کـلاس آمـاری قـرار داشـت (جـدول 4). واکنش دز- پاسخ علف‌کـش اگزادیارژیـل از تـابع سـیگموئیدی سـه پارامتره تبعیت نمود. با توجه به شکل 2 و جدول 5 مشاهده می‌شـود

که ED_{50} اگزادیارژیل برای کاهش زیست توده تاج‌خروس ریشه قرمز برابر 0/287 و ضریب تبیین آن 0/96 است.

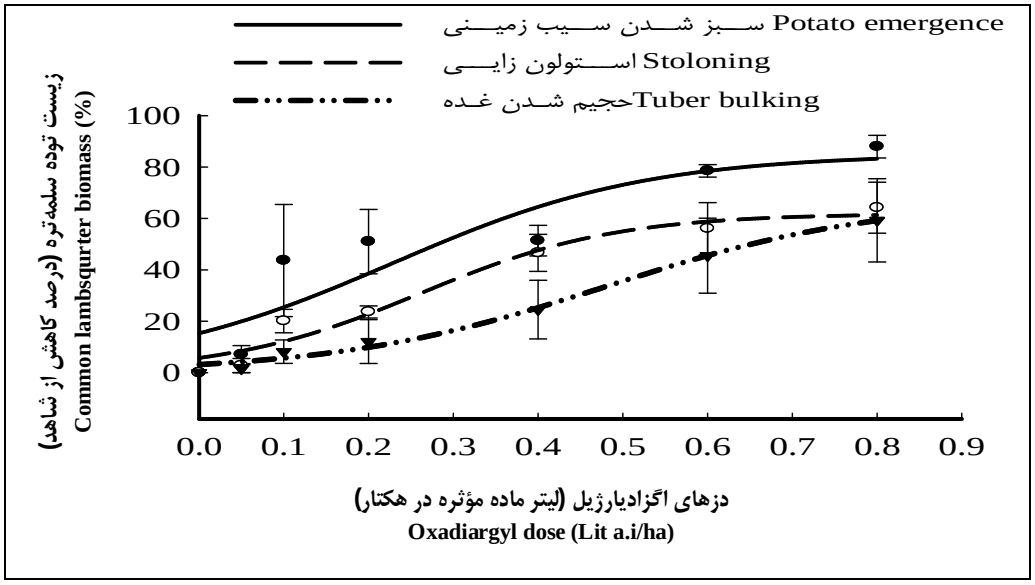
جدول 2- اثرات متقابل دز علف‌کش و زمان مصرف اگزادیارژیل بر درصد کاهش زیست توده سلمه‌تره

Table 2- Interaction of herbicide dose and application time of Oxadiargyl on reduction percent of Common lambsquarter biomass

تیمارها Treatments		زیست توده سلمه‌تره (درصد کاهش از شاهد) Common lambsquarter biomass (%)
0/05 لیتر ماده مؤثره در هکتار 0.05 Lit a.i/ ha	سبز شدن Potato emergence	7.03^{f} (3.51)
	استولون زایی Stoloning	2.75^{f} (2.74)
	حجیم شدن Tuber bulking	1.54^{f} (1.54)
0/1 لیتر ماده مؤثره در هکتار 0.1 Lit a.i/ ha	سبز شدن Potato emergence	43.64^{cde} (21.82)
	استولون زایی Stoloning	20.08^{ef} (4.57)
	حجیم شدن Tuber bulking	8.19^{f} (4.55)
0/2 لیتر ماده مؤثره در هکتار 0.2 Lit a.i/ ha	سبز شدن Potato emergence	50.98^{cd} (12.53)
	استولون زایی Stoloning	23.63^{ef} (2.37)
	حجیم شدن Tuber bulking	12.10^{f} (8.53)
0/4 لیتر ماده مؤثره در هکتار 0.4 Lit a.i/ ha	سبز شدن Potato emergence	51.36^{cd} (5.95)
	استولون زایی Stoloning	46.60^{cde} (7.21)
	حجیم شدن Tuber bulking	24.55^{def} (11.39)
0/6 لیتر ماده مؤثره در هکتار 0.6 Lit a.i/ ha	سبز شدن Potato emergence	78.51^{ab} (2.41)
	استولون زایی Stoloning	56.05^{bc} (10.13)
	حجیم شدن Tuber bulking	45.50^{cde} (14.60)
0/8 لیتر ماده مؤثره در هکتار 0.8 Lit a.i/ ha	سبز شدن Potato emergence	87.94^{a} (4.41)
	استولون زایی Stoloning	64.19^{abc} (9.94)
	حجیم شدن Tuber bulking	59.27^{bc}(16.18)

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند. مقادیر داخل پرانتز نشانگر خطای استاندارد می‌باشند

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



شکل 1- روند پاسخ زیست توده سلمه‌تره در دزهای مختلف علف‌کش اگزادیارژیل (بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشند)

Figure 1- The dose – response of Common lambsqurter biomass at different doses Oxadiargyl (Bars show Standard Error)

جدول 3- برآورد پارامترهای بدست آمده از تابع سیگموئیدی برای علف‌کش اگزادیارژیل

Table 3- Estimated Sigmoidal parameters for Oxadiargyl herbicide

زمان مصرف اگزادیارژیل Oxadiargyl application time	A	b	$(ED_{50})\ x_0$	R^2
سبز شدن سیب زمینی Potato emergence	85.066 (18.162)	0.150 (0.095)	0.228 (0.120)	0.83
استولون زایی Stoloning	61.883 (5.514)	0.114 (0.032)	0.261 (0.047)	0.96
حجیم شدن غده Tuber bulking	67.186 (6.483)	0.159 (0.023)	0.480 (0.046)	0.99

شاخص ED_{50} غلظتی از علف‌کش است که زیست توده علف‌های هرز را به میزان 50 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

جدول 4- مقایسه میانگین تغییرات درصد کاهش زیست توده تاج خروس ریشه قرمز و خوابیده در دزهای مختلف اگزادیارژیل

Table 4- Mean Comparison of reduction percent of Redroot pigweed and prostrate pigweed biomass at different doses of Oxadiargyl

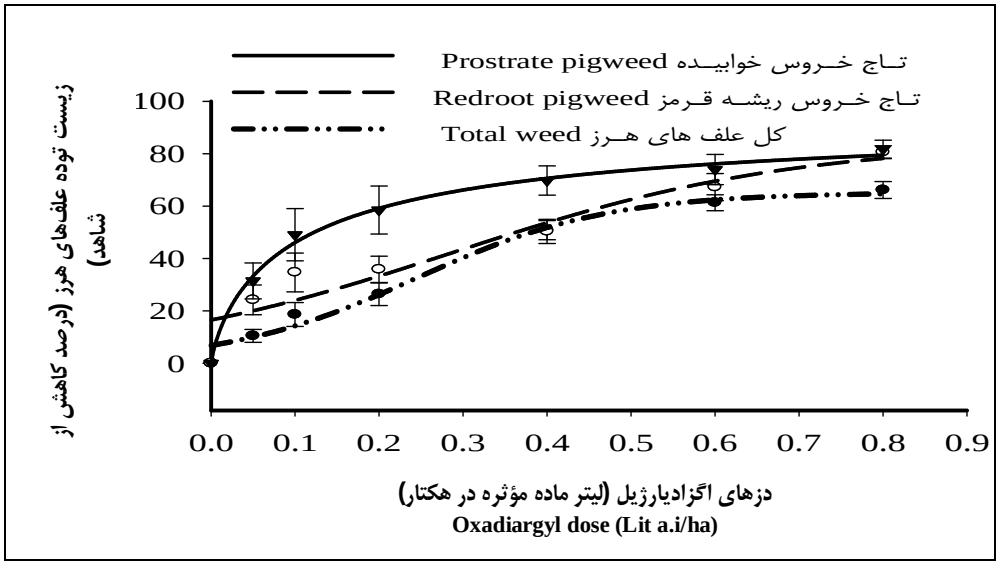
دز (لیتر ماده مؤثره در هکتار) Dose (Lit a.i/ha)	زیست توده تاج خروس ریشه قرمز (درصد کاهش از شاهد) Redroot pigweed biomass(%)	زیست توده تاج خروس خوابیده (درصد کاهش از شاهد) Prostrate pigweed biomass (%)
0.05	24.22^{d} (5.69)	31.46^{d}(6.86)
0.1	34.69^{d} (7.41)	49.08^{cd}(9.97)
0.2	35.86^{d} (5.04)	58.50^{bc}(9.81)
0.4	50.35^{c} (4.60)	69.77^{ab}(5.58)
0.6	67.24^{b} (5.18)	73.95^{ab} (3.03)
0.8	80.58^{a} (2.46)	81.74^{a}(3.41)

ستون‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال 5 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 DMRT. The values in parentheses are standard errors

آل ابراهیم و همکاران (2) گزارش کردند که کاربرد پیش‌رویشی و پس‌رویشی اگزادیارژیل به میزان 160 گرم ماده مؤثره در هکتار تاج

خروس ریشه قرمز را به ترتیب 76 و 82 درصد کاهش داد و کاربرد پیش‌رویشی و پس‌رویشی اگزادیارژیل به میزان 200 گرم در هکتار تاج‌خروس ریشه قرمز را به ترتیب 79 و 90 درصد کاهش داد؛ همچنین کاربرد 240 گرم ماده مؤثره در هکتار به‌صورت پیش‌رویشی و پس‌رویشی توانست، زیست توده تاج‌خروس ریشه قرمز را به ترتیب 85 و 95 درصد کاهش دهد. آل ابراهیم و همکاران (1) گزارش کردند که کاربرد 0/4، 0/5 و 0/6 لیتر ماده مؤثره در هکتار و به‌صورت پس‌رویشی توانست زیست توده تاج‌خروس ریشه قرمز را به ترتیب 82/75، 90/75 و 95 درصد را کاهش دهد. آل ابراهیم و همکاران (3) گزارش کردند که کاربرد گلخانه‌ای اگزادیارژیل به طور معنی‌داری باعث کنترل تاج‌خروس ریشه قرمز شد به‌طوری که در پایین‌ترین دز کاربردی (0/1 ماده مؤثره در هکتار)، تاج‌خروس را به میزان 65/92 درصد کنترل کرد و در دز 0/6 لیتر ماده مؤثره کنترل کامل را ایجاد نمود.



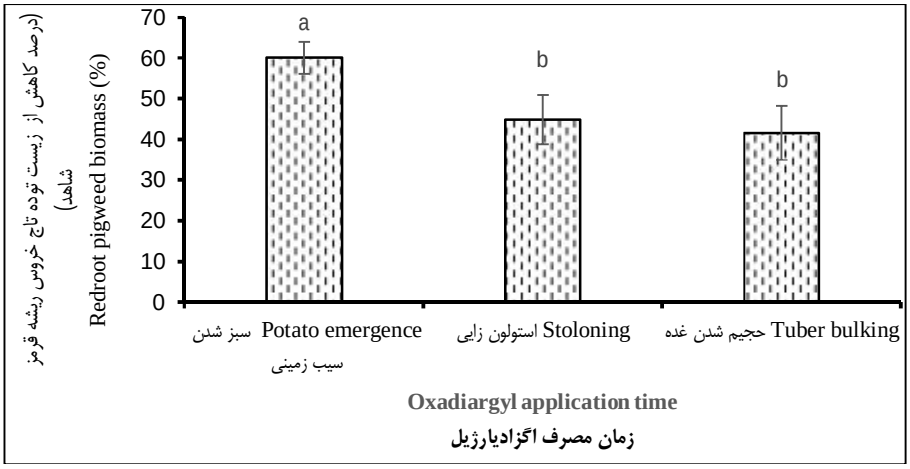
شکل 2- روند پاسخ درصد کاهش زیست توده علف‌های‌هرز در دزهای مختلف علف‌کش اگزادیارژیل (بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشند)
Figure 2- The dose – response of reduction percent of weed biomass at different dosges Oxadiargyl (Bars show Standard Error)

جدول 5- برآورد پارامترهای بدست آمده از تابع سیگموئیدی و لجستیک برای علف‌کش اگزادیارژیل
Table 5- Estimated Sigmoidal and Logistic parameters for Oxadiargyl herbicide

Variable صفت	A	b	$(ED_{50})\ x_0$	R^2
Redroot pigweed تاج خروس ریشه قرمز	84.491(19.530)	0.203(0.097)	0.287(0.142)	0.90
Prostrate pigweed تاج خروس خوابیده	95.416(11.722)	-0.803(0.185)	0.108(0.03)	0.99
Total weed کل علف‌های هرز	65.162 (3.716)	0.114 (0.021)	0.245(0.30)	0.98

شاخص ED_{50} غلظتی از علف‌کش است که زیست توده علف‌های‌هرز را به میزان 50 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

همانطوری‌که در شکل 3 ملاحظه می‌گردد درصورتی‌که علف‌کش اگزادیارژیل در مرحله‌ی سبز شدن مورد استفاده قرار گیرد از کارایی بیشتری نسبت به سایر مراحل برخوردار بوده و به عبارت دیگر تأخیر در مصرف علف‌کش اگزادیارژیل سبب کاهش کارایی آن می‌گردد بنابراین کاربرد اگزادیارژیل در مرحله‌ی سبز شدن سیب‌زمینی کاهش 60/01 درصد زیست توده تاج‌خروس ریشه قرمز را به دنبال خواهند داشت. درصد کاهش زیست توده تاج‌خروس ریشه قرمز در مرحله حجیم شدن پایین‌ترین بود که با مرحله استولون‌زایی در یک کلاس آماری قرار داشت.

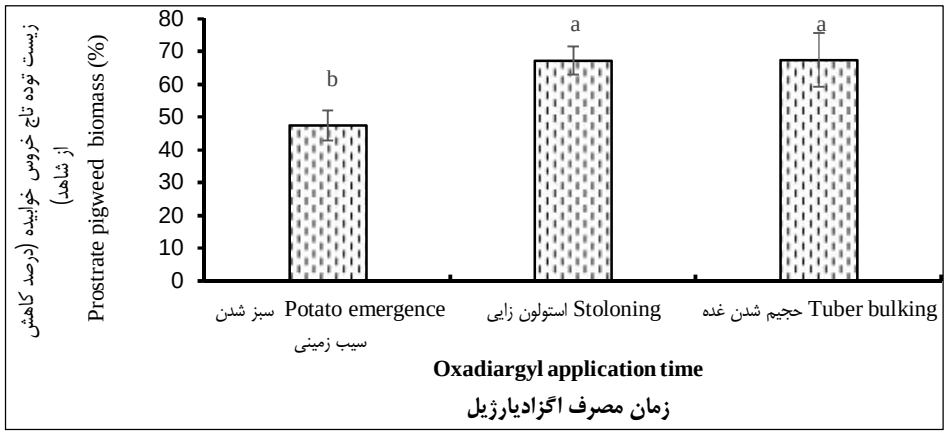


شکل 3- تأثیر زمان مصرف اگزادیارژیل در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بر درصد کاهش زیست توده تاج خروس ریشه قرمز (بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشند)

Figure 3- Effect Oxadiargyl application time at different growth stages on reduction percent of Redroot pigweed biomass (Bars show Standard Error)

زیست توده تاج‌خروس خوابیده

نتایج نشان داد که دزهای مختلف اگزادیارژیل و زمان مصرف آن در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر زیست توده تاج‌خروس خوابیده داشت ولی اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول 1). کاربرد اگزادیارژیل به طور معنی‌داری باعث کاهش زیست توده تاج‌خروس خوابیده شد، به طوری‌که در دزهای 0/4، 0/6 و 0/8 لیتر ماده مؤثره در هکتار باعث کاهش 69/77، 73/95، 81/74 درصدی زیست توده تاج‌خروس خوابیده گردید (جدول 4). روند دز- پاسخ علف‌کش اگزادیارژیل از تابع لجستیک سه پارامتره تبعیت نمود. با توجه به شکل 2 و جدول 5 مشاهده می‌شود که ED_{50} اگزادیارژیل برای زیست توده تاج‌خروس خوابیده برابر 0/108 و ضریب تبیین آن 0/99 است. در بین زمان‌های مصرف اگزادیارژیل در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی، بالاترین درصد زیست توده تاج‌خروس خوابیده در مرحله‌ی حجیم شدن غده سیب‌زمینی حاصل شد و پایین ترین آن در مرحله‌ی سبز شدن سیب‌زمینی بود (شکل 4).



شکل 4- تأثیر زمان مصرف اگزادیارژیل در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بر درصد کاهش زیست توده تاج خروس خوابیده (بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشند).

Figure 4- Effect Oxadiargyl application time at different growth stages on reduction percent of Postrate pigweed biomass (Bars show Standard Error)

در مرحله‌ی حجیم شدن غده سیب‌زمینی و استولون‌زایی بدلیل تأثیر کم علف‌کش اگزادیارژیل بر علف‌های‌هرز سلمه‌تره و تاج‌خروس ریشه قرمز که از علف‌های‌هرز غالب مزرعه بودند، از زیست توده بالایی برخوردار شدند. علف‌های‌هرز مذکور از طریق سرکوب فیزیکی و سایه اندازی بیشتر بر تاج‌خروس خوابیده که حالت خوابیده و قدرت رقابتی کمتری برای دریافت نور دارد باعث کاهش بیشتر زیست توده تاج‌خروس خوابیده در مرحله حجیم شدن و استولون‌زایی گردیدند.

زیست توده کل علف‌های هرز

نتایج نشان داد که دزهای علف‌کش اگزادیارژیل تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر زیست توده کل علف‌های‌هرز داشت؛ همچنین زمان مصرف اگزادیارژیل در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی نیز تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر زیست توده کل علف‌های‌هرز ایجاد کرد ولی اثرات متقابل آنها معنی‌دار نشد (جدول 1). کاربرد اگزادیارژیل به میزان 0/2 لیتر ماده مؤثره در هکتار باعث کاهش زیست توده کل علف‌های‌هرز به میزان 26/36 درصد در مقایسه با شاهد بدون علف‌کش شد و در دز 0/8 لیتر ماده مؤثره در هکتار این میزان به 66/16 درصد رسید (جدول 6). بارب و همکاران (7) گزارش کردند که کاربرد اگزادیارژیل در دزهای 0/25، 0/30، 0/35، 0/40، 0/45 و 0/50 کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار، توانست زیست توده علف‌های‌هرز سیب‌زمینی را پنج هفته بعد از سمپاشی به ترتیب 73، 77، 77، 82، 82 و 86 درصد و در هشت هفته بعد از سمپاشی به ترتیب 74، 73، 80، 80، 83 و 84 درصد کاهش دهد.

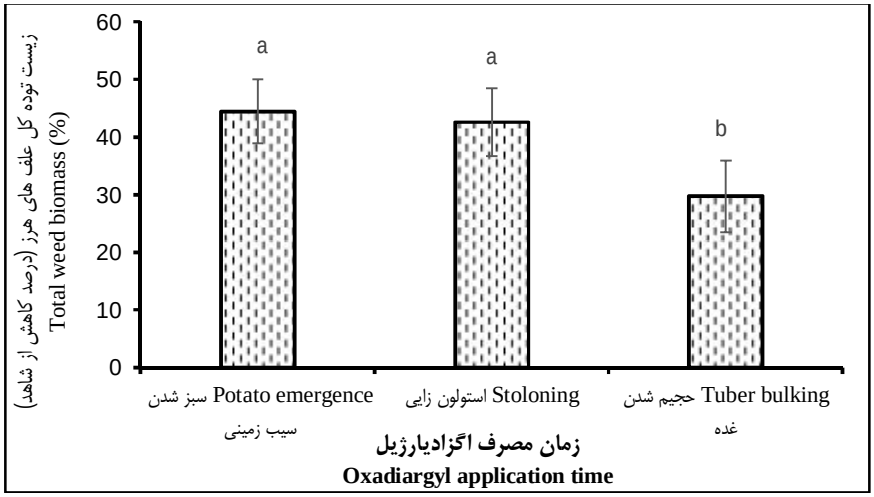
جدول 6- مقایسه میانگین تغییرات درصد کاهش زیست توده کل علف‌های هرز در دزهای مختلف اگزادیارژیل

Table 6- Mean Comparison of reduction percent of total weed biomass at different doses of Oxadiargyl

دز (لیتر ماده مؤثره در هکتار) Dose (Lit a.i/ha)	زیست توده کل علف‌های‌هرز (درصد کاهش از شاهد) Total weed biomass (%)
0.05	10.46^{d} (2.46)
0.1	18.63^{cd} (4.58)
0.2	26.36^{c} (4.31)
0.4	50.81^{b} (3.65)
0.6	61.29^{a} (3.03)
0.8	66.16^{a} (3.22)

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند. مقادیر داخل پرانتز نشانگر خطای استاندارد می‌باشند

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



شکل 5- تأثیر زمان مصرف اگزادیارژیل در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بر درصد کاهش زیست توده کل علف‌های‌هرز (بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشند)

Figure 5- Effect Oxadiargyl application time at different growth stages on reduction percent total weed biomass (bars show Standard Error)

واکنش دز- پاسخ علف‌کش اگزادیارژیل از تابع سیگموئیدی سه پارامتره تبعیت نمود. با توجه به شکل 2 و جدول 5 مشاهده می‌شود که ED_{50} اگزادیارژیل برای زیست توده کل علف‌های‌هرز 0/245 و ضریب تبیین آن 0/99 بوده است. در بین زمان‌های مصرف اگزادیارژیل در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی، کاربرد علف‌کش اگزادیارژیل در مرحله‌ی سبز شدن سیب‌زمینی توانست بالاترین درصد (44/51 درصد) کاهش زیست توده کل علف‌های‌هرز را ایجاد کند (شکل 5). پایین بودن درصد کاهش زیست توده کل علف‌های‌هرز در مرحله‌ی حجیم شدن غده نسبت به مرحله‌ی سبز شدن، می‌تواند نتیجه کم مؤثر بودن اگزادیارژیل در این مرحله باشد.

عملکرد کل غده

نتایج مقایسات اورتوگونال نشان داد که تیمار وجین کامل نسبت به تیمارهایی که علف‌کش استفاده شده است به طور میانگین توانست 34/71 درصد، عملکرد کل را افزایش دهد (شکل 6). نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌های مربوط به این صفت نشان داد که دزهای مختلف اگزادیاژیل و زمان مصرف آن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد کل غده داشتند ولی اثرات متقابل آن معنی‌دار نشد (جدول 7).

جدول 7- تجزیه‌های آماری تأثیر فاکتورهای مورد مطالعه بر روی عملکرد کل غده

Table 7- Statistical analysis of studied factors effect on total tuber yield

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات MS
Source of variation	DF	عملکرد کل غده Total tuber yield
تکرار Replication	2	2.802^{ns}
وجین کامل Weed free	1	184.591^{**}
دز علف‌کش Herbicide dose	6	116.650^{**}
زمان مصرف Application time	2	17.236^{**}
دز علف‌کش* زمان مصرف Herbicide dose * Application time	12	0.88^{ns}
خطا Error	42	1.423
ضریب تغییرات (%) C.V. (%)	-	9.14

ns، ** و *غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح 1 درصد ns, ** and *: Not-significant, Significant at the 1 probability levels, respectively

جدول 8 نشان می‌دهد که در بین دزهای مختلف اگزادیارژیل بالاترین عملکرد غده در دز 0/8 لیتر ماده مؤثره در هکتار و پایین‌ترین آن در تیمار شاهد (با علف‌هرز) بدست آمد که با دز 0/05 لیتر ماده مؤثره در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. دز 0/8، 0/6، 0/4، 0/2، 0/1 و 0/05 لیتر ماده مؤثره در هکتار نسبت به عدم کنترل به ترتیب باعث افزایش 51/59، 45/87، 34/92، 30/79، 19/29 و 4/75 درصدی عملکرد کل گردید. این روند به شکل محسوس‌تری در شکل 7 رسم شده است و با تابع سیگموئیدی سه پارامتره برازش داده شده است (جدول 9). آزمایش‌های زیادی نشان داده‌اند که حضور علف‌های‌هرز در مزرعه سیب‌زمینی عملکرد غده آن را کاهش داد (44 و 8). بارب و همکاران (7) گزارش کردند که عملکرد غده سیب‌زمینی هنگام کاربرد اگزادیارژیل به میزان‌های 0/25، 0/30، 0/35، 0/40، 0/45 و 0/50 کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار به ترتیب 21/6، 23/9، 23/5، 20/7، 22/2، 22/3، 22/7 تن در هکتار بود. آل ابراهیم و همکاران (1) گزارش کردند که میزان عملکرد سیب‌زمینی هنگام کاربرد پیش‌رویشی اگزادیارژیل به میزان‌های 0/4، 0/5 و 6/ لیتر ماده مؤثره در هکتار به ترتیب 27/6، 32/30 و 35/3 تن در هکتار بود و هنگام کاربرد پس‌رویشی اگزادیارژیل در دزهای ذکر شده به ترتیب 33/17، 35/93 و 36/85 تن در هکتار بود. در بین زمان‌های مصرف اگزادیارژیل در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بالاترین عملکرد کل در مرحله‌ی سبز شدن سیب‌زمینی و پایین‌ترین آن در مرحله‌ی حجیم شدن غده سیب‌زمینی بود که با مرحله‌ی استولون‌زایی تفاوت

معنـی‌داری نداشـت. کـاربرد اگزادیارژیـل در مرحلـه‌ی سـبز شـدن سیب‌زمینی نسبت به مرحله‌ی حجیم شدن غده، توانست عملکرد کل غده سیب‌زمینی را 12/86 درصد افزایش دهد (شکل 8).

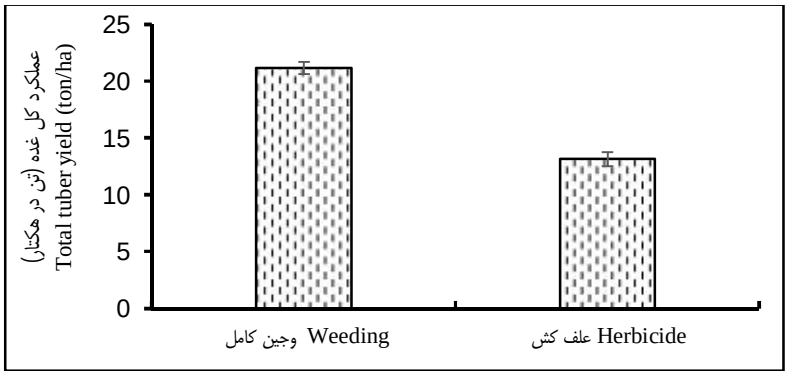
جدول 8- مقایسه میانگین تغییرات عملکرد کل غده در دزهای مختلف اگزادیارژیل

Table 8- Mean Comparison of Total yuber yield at different doses of Oxadiargyl

دز (لیتر ماده مؤثره در هکتار) Dose (Lit a.i/ha)	عملکرد کل غده (تن در هکتار) Total tuber yield (ton/ ha)
0 (weedy)	9.04^{e} (0.27)
0.05	9.49^{e} (0.29)
0.1	11.20^{d} (0.25)
0.2	13.06^{c} (0.51)
0.4	13.89^{c} (0.31)
0.6	16.70^{b} (0.61)
0.8	18.67^{a} (0.72)

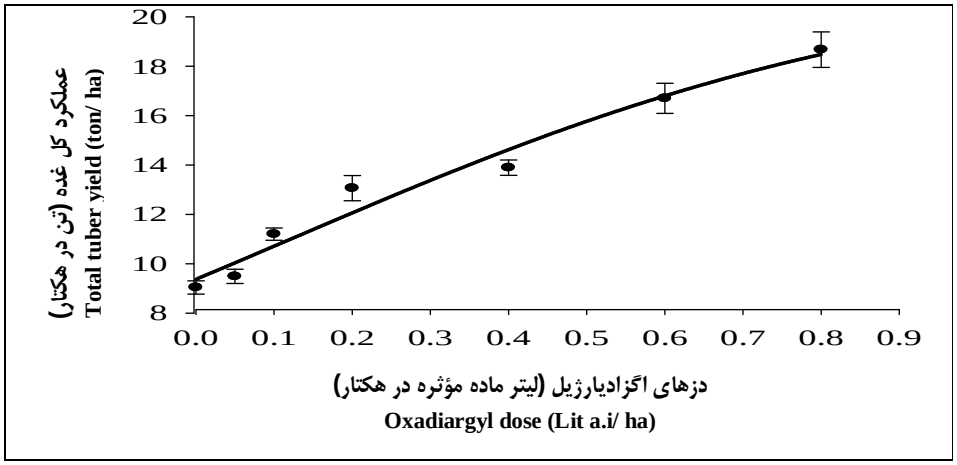
میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند. مقادیر داخل پرانتز نشانگر خطای استاندارد می‌باشند

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



شکل 6- تأثیر وجین کامل در مقایسه با تیمارهای کاربرد علف‌کش بر میانگین عملکرد کل غده سیب‌زمینی (بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشند)

Figure 6- Effect of weeding comparing herbicide application on total average of total tuber yield (Bars show Standard Error)



شکل 7- میانگین عملکرد کل غده در پاسخ به دزهای مختلف اگزادیارژیل (بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشند)

Figure 7- The Mean of total tuber yield response at different doses of Oxadiargyl (Bars show Standard Error)

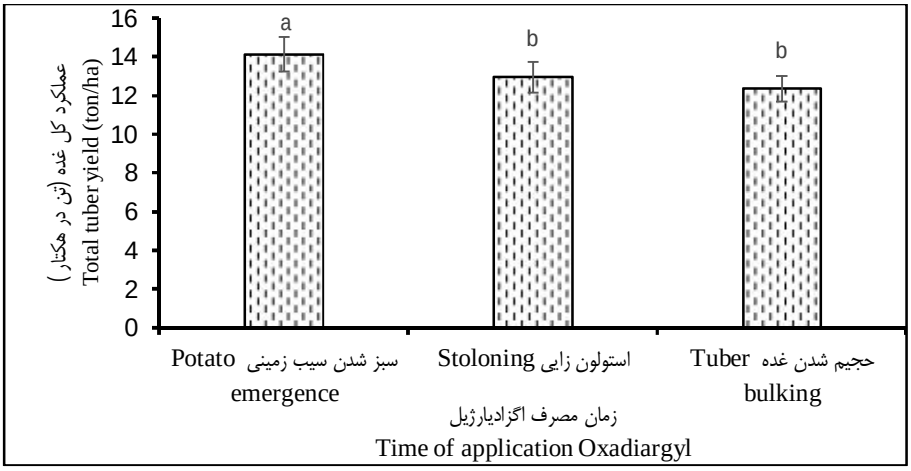
جدول 9- برآورد پارامترهای بدست آمده از تابع سیگموئیدی برای اگزادیارژیل

Table 9- Estimated Sigmoidal and Sigmoidal parameters for Oxadiargyl herbicide

صفت Variable	A	b	R^2
عملکرد کل غده Total tuber yield	21.90 (3.962)	0.404 (0.151)	0.97

مقادیر داخل پرانتز نشانگر خطای استاندارد است

The values in parentheses are standard errors



شکل 8- تأثیر زمان مصرف علف‌کش اگزادیارژیل در مراحل مختلف رشدی سیب‌زمینی بر عملکرد کل غده سیب‌زمینی (بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشند)

Figure 8- Effect of Oxadiargyl application time at different growth stages on total tuber yield (Bars show Standard Error)

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش، می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد علف‌کش ثبت نشده اگزادیارژیل در کنترل علف‌های‌هرز سیب‌زمینی مؤثر بود. کاربرد دز 0/8 لیتر ماده مؤثره در هکتار بالاترین درصد کاهش زیست توده علف‌های هرز را ایجاد نمود. کاربرد علف‌کش اگزادیارژیل در مرحله‌ی سبز شدن سیب‌زمینی باعث کاهش زیست توده علف‌های‌هرز سلمه‌تره، تاج‌خروس ریشه قرمز، مجموع علف‌های‌هرز و افزایش عملکرد محصول شد. بنابراین کاربرد اگزادیارژیل در زمان سبز شدن سیب‌زمینی، کنترل مناسب علف‌های‌هرز را بدنبال داشت و لیکن انجام آزمایشات طی چندین سال، بررسی تحمل ارقام مختلف سیب‌زمینی نسبت به اگزادیارژیل، بررسی کارایی علف‌کش‌ها بصورت تلفیق با اگزادیارژیل برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود.

منابع

1- Alebrahim M.T., Rashed Mohassel M.H., Wilkakson S., Baghestani M.A., and Ghorbani R. 2011. Evaluatin of 6 unregistered herbicides efficacy in Iran potato fields and herbicide relation to cytochromes P450 mono- oxygenase enzyme. Ph.D. thesis Ferdowsi, University of Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract).

2- 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 Protection, 42: 345- 350.

3- Alebrahim M.T., Rashed Mohassel M.H., Wilkakson S., Baghestani M.A., Ghorbani R., and Serajchi M. 2013. Evaluating of some herbicides for common lambsquarter and postrate pigweed control in potato fields. Electronic Journal of Crop Production, 6(1): 19-37.

4- Angelova D., and Lambev H. 2011. Research effect of application of herbicides raft 400 SC for growing of lavender. Agricultural Science and Technology, 3(3): 235-236.

5- Anynomuse. 2013. Meteorological organization Ardabil. Available at www. Ardebilmet.ir.

6- Auskarniene O., Psibisauskiene G., Auskalnis A., and Kadzys A.K. 2010. Cultivar and plant density influence on weediness in spring barely crops. Zemdirbyste Agriculture, 97: 53- 60.
7- Barbe C., Seeruttun S., and Gaungoo A. 2001. Oxadiargyl: A New preemergence herbicide recommended in potato in Mauritius. Food and agricultural research council, Reduit, Mauritius, 135-138.
8- Baziramakenga R., and Leroux G.D. 1994. Critical period of quackgrass (*Elitrigia repens*) removal in potato (*Solanum tuberosum* L.). Weed Science, 42:528-533.
9- Callihan R.C., and Eberlein C.V. 1991. Metribuzin for weed control in potatoes. Moscow, ID: university of Idaho cooperative extension system, Current information series (CIS), 291: 4.
10- Camire M.E., Kubow S., and Donnelly D.J. 2009. Potatoes and human health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 49: 823-840.
11- Dickmann R., Melgarejo J., Loubire P., and Montagnon M. 1997. Oxadiargyl: a novel herbicide for rice and sugar cane. Brighton Crop Protection Conference: Weeds, 1: 51-57.
12- Dofolice M. 2000. Critical period weed interference in corn and proper timing of herbicide programs. Division of agriculture and natural resources, university of California, 9 Pp.
13- Doland W.W., Kitchen N.R., and Sudduth K.A. 2001. Between- row moving+ banded herbicide to control annual weeds and reduced herbicide use in no- till soybean (*Glycin max*) and corn (*Zea mays*). Weed Technology, 15: 576-584.
14- Friesen G.H., and Wall D.A. 1984. Response of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars to metribuzin. Weed Science, 32: 442-444.
15- Ghadiri H. 2004. Weed science, principles and methods. Shiraz university press. 700 Pp.
16- Hasanuzzaman M., Ali M.H., Alam M.M., Mujahid A., and Kazi Fakhrul A. 2009. Evaluation of Preemergence herbicide and hand Weeding on the Weed Control efficiency and performance of transplanted *Aus* Rice. American - Eurasian Journal of Agronomy, 2 (3): 138-143.
17- Holms L.G., Placknett D.L., Panco J.V., and Herberger J.P. 1997. Chenopodium album L. chenopodiaceae, goosefoor family. Page 84- 91 in the world weeds: distribution and ecology Honolulu, Madison, 71- 92 pp.
18- Hutchinson P.J.S., and Eberlein C.V. 2003. Weed management. In J. C. Stark and S. L. Love, eds. Potato production systems.Moscow, ID: University of Idaho Agricultural communications, Pp: 240-283.
19- Hwang I.T., Hong K.S., Choi J.S., Kim H.R. Jeon D.J., and Cho K.Y. 2004. Protoporphyrinogen IX-oxidizing activities involved in the mode of action of a new compoundN- [4- chloro- 2- fluoro- 5- {3- (2fluorophenyl)- 5- methyl -4, 5 ihydroisoxazol -5- yl- methoxy}- phenyl]- 3,4,5,6 tetrahydrophthalimide. Pesticide Biochemistry and Physiology, 80: 123–130.
20- Ivany J.A. 2002. Control of quackgrass (*Elytrigia repens*) and broadleaf weeds and response of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars to Rimsulfuron. Weed Technology, 16: 261-266.
21- 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 Journal Agriculture and Forestry, 34: 467-474.
22- Kathiresan R.M., Gnanavel L., Jayakanth U.V., Arulchezlian M.P., Anbhazhagon R., and Pandamapriya S.P. 2004. Bioefficiency and phytotoxicity of oxadiargyl in onion (*Allium cepa* var. *aggregatum*). Indian Journal of Weed Science, 36 (3&4): 236-238.
23- Lesnik M. 2003. The impact of maize stand density on herbicide efficiency. Plant Soil Environment, 49: 29–35.
24- Lutman P.J.W., Bowerman P., Palmer G.M., and Whytock G.P. 2000. Predication of competition between oilseed rape and *Stellaria media*. Weed Research, 40: 255-269.
25- Mehdinezhadeh K., Mehdinezhadeh M., and Shariafi Feyzabadi F. 2011. The evaluation of toxic effects of Oxadiargyl (Top star) different doses rice fields in the green alga Scendesmus water resource. Journal of biology science. 5(2): 95-105. (in Persian with English abstract).
26- Moseley C., and Hatzios K. 1993. Uptake, Translocation and metabolism of Clorimuron in Corn (*Zea mayz*) and Morningglory (*Ipomea* spp). Weed Technology, 7: 343-348.
27- Musavi M.R. 2001. Integrated weed management. Miad press. 468 Pp.
28- Nice G., Johnson B., and Bauman T. 2003. Herbicide application timing for Corn, Soybean and Wheat. www.btny.Purdue.edu/weedscience.
29- Nikolova V., and Baevag G. 2000. Effect of oxodiorgyl on the weeds of *(Allium cepa* L.) and soil biological activity. Bulgarian Journal of Agricultural Sciences, 6 (5): 533-537.
30- Nojavan M. 2001. Principles of control weed. Orumieh university press. 432 Pp.
31- Patel B.D., Patel V.J., Patel J.B., and Patel R.B. 2006. Effect of fertilizers and weed management practices on weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under middle Gujarat conditions. Indian Journal Crop Science, 1(1-2): 180-183.
32- Phillip R.F., and Hingston L.T. 2011. Evaluation of oxadiargyl herbicide in various Astralian horticultural crops.14th Australian Weeds Conference, 6-9 september. 2004. Australia, 230- 231.
33- Rahnemaie R., Mahmoudi M., Soufizadeh S., Malakouti M.J., and Eshaghi A. 2011. Residual Effect of

Thiobencarb and Oxadiargyl on Spinach and Lettuce in Rotation with Rice. Journal Agriculture Science Technology, 13: 785-794.
34- Rajcan I., and Swanton C.J. 2001. Understanding maize –weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. Field Crop Research, 71: 139-150.
35- Ripparini G., Paci F., and Marchi F. 2000. The weeding of cabbage. Informatore Agraria, 50 : 69-74.
36- Robinson D.k., Monks D.W., and Monaco T.J. 1996. Potato (*Solanum tuberosum* L.*)* tolerans and susceptibility of eight weeds to Rimsulfuron with and without metribuzin. Weed Technology, 10: 29-34.
37- Roychodhury S., Brahmachari K., Deb R., and Mandal S.S. 2011. An integrated approach to manage weeds in groundnut- upland rice-potato cropping sequence. Journal of Crop and Weed, 7(1): 120-123.
38- Seefldet S.S., Jensen J.E., and Fuerft E.P. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dese- response relationship. Weed Technology, 9: 218-225.
39- Siva Sankar K., and Subramanyam D. 2011. Weed flora and yield of Sunflower (*Helianthus annuu*s L.) as influenced by pre- and post- emergence application of herbicide. Indian Journal of Weed Science, 43(1-2):105-109.
40- Tollenaar M., Missanka S.P., Aguilera A., Weise S.F., Weisw F., and Swanton C.J. 1999. Effect of weed interference and soil nitrogen on four maize hybrids. Agronomy Journal, 86:569-601.
41- Tracchi G., Loubiere P., and Montagnon M. 1997. Oxadiargyl a novel herbicide for sunflower and vegetables. Brighton crop protection conference: weeds, 2: 885-889.
42- Uchino H., Iwama K., Jitsuyama Y., Ichiyama K., Sugiura E.R.I., Yudate T., Nakamura S., and Gopal J.A.I. 2012. Effect of interseeding cover crops and fertilization on weed suppression under an organic and rotational cropping system Stability of weed suppression over years and main crops of potato, maize and soybean. Field Crops Research. 127: 9–16.
43- Urbanowiczu J., Earli chowsk T., and Powirska M. 1998. Influence of some environmental factors on efficiency of new herbicides in growing of potato. Progress in Plant Protection. 38 (2): 688-691.
44- Wall D.A., and Friesen G.H. 1990. Green foxtail (*Setaria viridis*) competition in potato (*Solanum tuberosum* L.). Weed Science, 38: 396-400.