



تأثیر علف‌کش‌های رییم سولفورون، ایمازاپیک و ایمازاماکس بر گل جالیز مصری (*Lycopersicon esculentum*) در گوجه‌فرنگی (*Orobanche aegyptiaca*)

ابراهیم کازرونی منفرد^۱، سمیه تکاسی^{۲*}، محمد بنائیان اول^۳، علی قنبری^۳، حمید رحیمیان مشهدی^۴ و پرنیلسن کودسک^۵

چکیده

به‌منظور بررسی کارایی علف‌کش‌های رییم‌سولفورون، ایمازاپیک و ایمازاماکس در کنترل گل‌جالیز مصری (*Orobanche aegyptiaca*) آزمایش‌های گلخانه‌ای و آزمایشگاهی در دانشگاه آرهوس دانمارک انجام شد. ابتدا غلظت‌های ۰/۰۵، ۰/۲۵، ۱/۲۵، ۶/۲۵ و ۳۱/۲۵ میکرومول سه علف‌کش بر روی بذور گل‌جالیز مصری بدون حضور گیاه میزبان، با کاربرد ماده محرک جوانه‌زنی GR₂₄ در ظروف پتری مورد بررسی قرار گرفتند. سپس کاربرد شاخساره‌ای سه علف‌کش در کنترل گل‌جالیز و رشد گوجه‌فرنگی در دو رقم هیبرید پتوپراید ۲ و ویوا در گلخانه بررسی شدند. تیمارها شامل ۴ غلظت رییم‌سولفورون (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار)، ۴ غلظت ایمازاپیک (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) و ۴ غلظت ایمازاماکس (۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ گرم ماده مؤثره در هکتار) بودند. هر غلظت ۱، ۲ و ۳ بار در زمان‌های ۱۵، ۲۹ و ۴۳ روز بعد از انتقال نشای گوجه‌فرنگی اعمال شدند. نتایج آزمایش پتری‌دیش نشان داد که دو علف‌کش رییم‌سولفورون و ایمازاپیک موجب کاهش معنی‌داری در طول ریشه‌چه بذور گل‌جالیز نسبت به شاهد گردیدند. نتایج آزمایش‌گلدانی هم نشان داد که پاسخ دو رقم گوجه‌فرنگی به تیمارهای علف‌کشی متفاوت بودند. رقم ویوا از رقم هیبرید پتوپراید ۲ برتر بود و زیست‌توده بالاتری تولید کرد. علف‌کش رییم‌سولفورون علف‌کش مناسبی جهت کنترل گل‌جالیز در گوجه‌فرنگی ارزیابی شد. تیمارهای سه بار کاربرد غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ و ۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار علف‌کش رییم‌سولفورون، خصوصاً در رقم ویوا بهترین تیمارهای علف‌کش از نظر تولید ماده خشک گوجه‌فرنگی بودند. تیمارهای دو بار کاربرد غلظت ۵ گرم ماده مؤثره در هکتار و یک بار کاربرد غلظت ۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار علف‌کش ایمازاپیک نیز در رقم ویوا تیمارهای نسبتاً خوبی بودند ولی تیمارهای علف‌کش ایمازاماکس در این آزمایش در کنترل گل‌جالیز تیمارهای مناسب نبودند.

واژگان کلیدی: ایمیدازولینون، رقم، سولفونیل‌اوره، علف‌هرز انگلی، کنترل شیمیایی.

۱- استادیار دانشگاه جامع علمی- کاربردی گیلان، رشت، ایران.

۲- دکتری علوم علف‌های هرز (*نگارنده‌ی مسئول)

۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۴- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۵- هیات علمی دانشگاه آرهوس دانمارک

مقدمه

گل جالیز مصری (*Orobanche aegyptiaca*) علف‌هرز انگل اجباری ریشه می‌باشد که به طور گسترده در مناطق مدیترانه‌ای، آسیا و اروپای جنوبی و شرقی پراکنده است و گیاهان زراعی دولپه بسیاری را آلوده می‌کند (Hershenhorn *et al.*, 2009). رویالس و همکاران (Rubiales *et al.*, 2003) بیان کردند که آلودگی یک مزرعه به گل جالیز باعث کاهش محصول آن مزرعه برای یک دوره طولانی مدت می‌شود. گوجه فرنگی از گیاهان میزبان حساس به گل جالیز می‌باشد و دامنه کاهش عملکرد آن در حضور گل جالیز بین ۵ تا ۱۰۰ درصد بیان شده که بستگی به درصد تحمل گیاه میزبان، سطح آلودگی مزرعه و عوامل محیطی دارد (Hershenhorn *et al.*, 2009). کنترل گل جالیز به دلیل تولید بذر فراوان، زنده ماندن طولانی مدت بذور در خاک، مکانیسم پیچیده پراکنش بذور، فقدان جوانه‌زنی بذور در غیاب ترشحات شیمیایی ریشه میزبان، عادت رشدی قوی بعد از رویش و اتصال مستقیم به گیاه میزبان بسیار مشکل می‌باشد، همچنین زمانی که گیاه انگل شروع به اتصال با ریشه گیاه میزبان کرده و ارتباط فیزیولوژیکی با میزبان برقرار می‌کند در زیر سطح خاک قرار دارد و موقعی که در بالای سطح خاک ظاهر می‌شود، بیشترین دوره زندگی خود را سپری کرده است (Goldwasser *et al.*, 2002).

هرشن‌هورن و همکاران (Hershenhorn *et al.*, 1998) و پلاخین و همکاران (Plakhine *et al.*, 2001) در یک سری آزمایش‌ها، تأثیر گروهی از علفکش‌های سولفونیل اوره را به منظور بررسی کارایی آنها در کاربرد مستقیم علفکش بر بذر گل جالیز در مرحله آماده‌سازی یا جوانه‌زنی بذر در محیط پتری‌دیش مورد آزمایش قرار دادند، نتایج کار آنها نشان داد که علفکش‌های مورد بررسی به طور

معنی‌داری جوانه‌زنی و طویل شدن ریشه‌چه گل جالیز مصری را کاهش دادند. کاربرد علفکش‌های سولفونیل اوره و ایمیدازولینونی بر روی شاخساره گیاه میزبان برای کنترل گل جالیز به طور فراوان گزارش شده است که علفکش از طریق آوند آبکش گیاه میزبان به گل جالیز متصل به ریشه میزبان که به عنوان یک مخزن قوی عمل می‌کند انتقال پیدا کرده و آن را کنترل می‌کند (Eizenberg *et al.*, 2008). فروزش و همکاران (Ferozesh *et al.*, 2008) کاربرد علفکش ریم سولفورون در گوجه‌فرنگی را در کنترل گل جالیز مؤثر گزارش کردند. کلیفیلد و همکاران (Kleifeld *et al.*, 1994) بیان کردند که ۳ بار کاربرد شاخساره‌ای ریم سولفورون به میزان ۱۲/۵ یا ۲۵ گرم در هکتار بدون آسیب به گوجه‌فرنگی قادر است گل جالیز را به خوبی کنترل کند. حیدر و همکاران (Haidar *et al.*, 2005) حساسیت گل جالیز و تحمل ۶ رقم سیب‌زمینی را در کاربرد ریم سولفورون بررسی کردند. در سال اول آزمایش ریم سولفورون در مقادیر ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و در سال دوم تنها یک غلظت ۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار آزمایش شد. هر غلظت برای یک، ۲ و ۳ بار در زمان‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز بعد از سبز شدن سیب زمینی بررسی شد. نتایج کار آنها نشان داد که کاربردهای منفرد و متوالی ریم سولفورون بین ۲۰ و ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار توانست به طور معنی‌داری تعداد اندام‌های هوایی و وزن خشک گل جالیز را در مقایسه با شاهد کاهش دهد ولی کاربرد متوالی در ۳ زمان مؤثرترین تیمار برای کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی گل جالیز در بین ارقام آزمایش شده در مقایسه با سایر تیمارها بود. با توجه به نتایج پلاخین و همکاران (Plakhine *et al.*, 2001) و اچداری و همکاران (Achdari *et al.*, 2009) کاربرد

مطالعه آزمایشگاهی

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار، در شرایط پتری‌دیش بدون حضور گیاه میزبان انجام شد. سه علف‌کش ریم‌سولفورون، ایمازاپیک و ایمازاماکس در غلظت‌های ۰/۰۵، ۰/۲۵، ۱/۲۵، ۶/۲۵ و ۳۱/۲۵ میکرومول بر بذور گل‌جالیز در مرحله جوانه‌زنی اعمال شدند. برای هر تیمار ۲۵ عدد بذر انتخاب و روی کاغذ صافی واتمن در پتری‌دیش ۹ سانتی‌متری قرار گرفته شدند. برای مرطوب کردن کاغذ صافی‌ها در دوره آماده‌سازی بذور از آب مقطر استفاده شد. تمام پتری‌دیش‌ها درون سینی که کف آن حاوی دستمال کاغذی مرطوب بود چیده شده و در داخل کیسه‌های پلاستیکی سیاه قرار داده شدند تا تبخیر آب از آنها کاهش یافته و شرایط تاریکی برای بذور فراهم شود، سپس به مدت ۶ روز در انکوباتور با دمای ۲۱ درجه سلسیوس گذاشته شدند.

پس از گذراندن دوره آماده‌سازی، به هر پتری‌دیش ۱۰۰ میکرولیتر ماده محرک جوانه‌زنی GR₂₄ ۱۰ پی‌پی‌ام اضافه شد. ۳۶ ساعت بعد بذور خشک شده، به پتری‌دیش‌های جدید انتقال داده شدند و بسته به تیمار علف‌کش، ۳ سی‌سی محلول سم به هر پتری‌دیش اضافه شد. در تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد. درب پتری‌دیش‌ها با پارافیلیم مسدود و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به صورت اریب و در شرایط تاریکی قرار داده شدند. ۷ روز بعد از اعمال علف‌کش درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه اندازه‌گیری شد. درصد کاهش جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه بذور نسبت به شاهد بدون تیمار علف‌کش محاسبه شد.

برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار SAS ver.9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

غلظت‌های ۱۰ تا ۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار ایمازاپیک و غلظت ۰/۸ گرم ماده مؤثره در هکتار ایمازاماکس در گوجه‌فرنگی را برای کنترل گل‌جالیز مصری توصیه کردند. ایزنبرگ و همکاران (Eizenberg *et al.*, 2006)، کولوون و همکاران (Colquhoun *et al.*, 2006) و الی و همکاران (Aly *et al.*, 2001) نیز کنترل موفقیت آمیز گل‌جالیز توسط علف‌کش ایمازاماکس و ایمازاپیک را گزارش کردند. گلدواسر و همکاران (Goldwasser *et al.*, 2002) گزارش کردند که علف‌کش ایمازاپیک می‌تواند گل‌جالیز را به خوبی کنترل کند.

در ایران از کاربرد دو علف‌کش ایمازاپیک و ایمازاماکس و همچنین تأثیر همزمان رقم گیاه میزبان و کاربرد این علف‌کش‌ها برای کنترل گل‌جالیز گزارشی نشده است. این تحقیق جهت بررسی جوانه‌زنی و رشد اولیه بذور گل‌جالیز در حضور سه علف‌کش ریم‌سولفورون، ایمازاپیک و ایمازاماکس و دستیابی به بهترین غلظت و زمان کاربرد این علف‌کش‌ها برای کنترل گل‌جالیز در گوجه‌فرنگی و تأثیر رقم گوجه‌فرنگی در پاسخ به علف‌کش طراحی شد.

مواد و روش‌ها

بذور گل‌جالیز، در تابستان ۱۳۸۹ از مزرعه گوجه‌فرنگی آلوده به گل‌جالیز جمع‌آوری شد. بذور گوجه‌فرنگی با قوه نامیه بالای ۹۵ درصد نیز از شرکت سهامی فلات ایران تهیه شدند. این تحقیق در پاییز سال ۱۳۹۰ در آزمایشگاه و گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آرهوس دانمارک جهت بررسی کنترل گل‌جالیز توسط سه علف‌کش ریم‌سولفورون، ایمازاپیک و ایمازاماکس در گوجه‌فرنگی به اجرا درآمد.

مطالعه گلخانه‌ای

طی سه آزمایش جداگانه اثر تیمارهای مختلف علف‌کش‌های ریم سولفورون، ایمازاپیک و ایمازاماکس بر روی دو رقم گوجه‌فرنگی هیبرید پتوپراید ۲ و ویوا بررسی شد. در هر آزمایش یک علف‌کش بر روی دو رقم گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل غلظت‌های مختلف علف‌کش بود که برای علف‌کش ریم سولفورون شامل، شاهد (بدون کاربرد علف‌کش)، ۲۵ g ai/ha، یک‌بار کاربرد، ۲۵ g ai/ha، دو‌بار کاربرد، ۵۰ g ai/ha، سه‌بار کاربرد، ۵۰ g ai/ha، یک‌بار کاربرد، ۷۵ g ai/ha، دو‌بار کاربرد، ۷۵ g ai/ha، سه‌بار کاربرد، ۱۰۰ g ai/ha، یک‌بار و ۱۰۰ g ai/ha، دو‌بار کاربرد، برای علف‌کش ایمازاپیک شامل، شاهد (بدون کاربرد علف‌کش)، ۵ g ai/ha، یک‌بار کاربرد، ۵ g ai/ha، دو‌بار کاربرد، ۱۰ g ai/ha، یک‌بار کاربرد، ۱۰ g ai/ha، دو‌بار کاربرد، ۱۵ g ai/ha، یک‌بار کاربرد، ۱۵ g ai/ha، دو‌بار کاربرد، ۲۰ g ai/ha، یک‌بار کاربرد و ۲۰ g ai/ha، دو‌بار کاربرد برای علف‌کش ایمازاماکس شامل، شاهد (بدون کاربرد علف‌کش)، ۰/۴ g ai/ha، یک‌بار کاربرد، ۰/۴ g ai/ha، دو‌بار کاربرد، ۰/۸ g ai/ha، یک‌بار کاربرد، ۰/۸ g ai/ha، دو‌بار کاربرد، ۱/۲ g ai/ha، یک‌بار کاربرد، ۱/۲ g ai/ha، دو‌بار کاربرد، ۱/۶ g ai/ha، یک‌بار و ۱/۶ g ai/ha، دو‌بار کاربرد بود. فاکتور دوم در هر سه آزمایش شامل دو رقم گوجه‌فرنگی ویوا و هیبرید پتوپراید ۲ بود. خاک مصرفی به صورت ۱:۱ شن:خاک مزرعه، آماده و به مقدار ۲ کیلوگرم در گلدان‌های پلاستیکی ۲ لیتری ریخته

شد. مقدار ۲۰ میلی گرم بذر گل جالیز با خاک گلدان‌ها مخلوط و به منظور آماده‌سازی بذور گل جالیز جهت جوانه‌زنی، گلدان‌ها به مدت ۱۰ روز در شرایط گرم و مرطوب نگهداری شدند. سپس یک نشاء گوجه‌فرنگی دارای ۸ برگ حقیقی به هر گلدان انتقال داده شد. در طول آزمایش سیستم آبیاری از زیر گلدان‌ها به صورت کاملاً یکسان برای همه گلدان‌ها انجام می‌گرفت. هر غلظت برای یک، ۲ و ۳ بار در زمان‌های ۱۵، ۲۹ و ۴۳ روز بعد از انتقال نشاء گوجه‌فرنگی اعمال شد. ۴ ساعت بعد از کاربرد علف‌کش‌ها، گلدان‌ها مورد آبیاری بارانی قرار گرفتند. یک ماه بعد از آخرین تیمار، بوته‌های گوجه‌فرنگی گل جالیزهایی که بالای سطح خاک ظاهر شده بودند، از سطح خاک قطع شدند. خاک گلدان‌ها ابتدا به مدت یک ساعت خیس و سپس به آرامی با آب روان شسته شدند و ریشه گوجه‌فرنگی و توبرکول گل جالیز متصل به ریشه جدا شدند. اندام‌های هوایی و زیرزمینی گوجه‌فرنگی و گل جالیز به مدت ۴۸ ساعت در آن ۸۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند، سپس وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. تجزیه داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

مطالعه آزمایشگاهی

با کاربرد علف‌کش‌های ریم سولفورون و ایمازاپیک بر روی بذور گل جالیز، تفاوت تیمارها از نظر درصد جوانه‌زنی، معنی‌دار نبود ولی از نظر طول ریشه‌چه، معنی‌دار بود ($P < 0/05$) (جدول ۱ و ۲). با کاربرد علف‌کش ایمازاماکس نیز تفاوت تیمارها از نظر هر دو صفت درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه معنی‌دار نبود (جدول ۳). هرشن هرون و همکاران (Hershenhorn et al., 1998) نیز با کاربرد چند علف‌کش سولفونیل‌اوره بر روی بذور گل جالیز مشاهده

گردند که اثر بازدارندگی علفکش‌ها بر روی طول ریشه‌چه بیشتر از درصد جوانه‌زنی بذور بود. نامبرندگان بیان کردند که در غلظت‌های پایین اثر علفکش‌های مورد آزمایش بر روی جوانه‌زنی بذر کم یا کاملاً بی‌اثر بود. در این بررسی نیز دو علفکش ریم‌سولفورون و ایمازاپیک تنها طول ریشه‌چه بذور گل‌جالیز را نسبت به شاهد بدون کاربرد علفکش کاهش دادند. غلظت‌های به‌کار برده شده (۰/۰۵ تا ۳۱/۲۵ میکرومول) علفکش ریم‌سولفورون موجب ۷۷ تا ۸۵ درصد و علفکش ایمازاپیک موجب ۸۰ تا ۸۵ درصد کاهش طول ریشه‌چه نسبت به شاهد شدند (جدول ۱ و ۲). در واقع با افزایش غلظت هر دو علفکش، اثر بازدارندگی بر رشد ریشه‌چه بذور گل‌جالیز بیشتر شد. بیشترین کاهش طول ریشه‌چه در بالاترین غلظت یعنی ۳۱/۲۵ میکرومول مشاهده شد. با تأثیر دو علفکش بر طول ریشه‌چه بذور گل‌جالیز، می‌توان نتیجه گرفت که ریشه‌چه گل‌جالیز حساسیت بالایی به غلظت‌های بسیار کم این دو علفکش دارد. در واقع حضور علفکش‌های مذکور حتی در غلظت‌های خیلی کم در خاک در مراحل اولیه جوانه‌زنی بذور گل‌جالیز می‌تواند توسعه و طویل شدن ریشه‌چه آنها را کاهش داده، در نتیجه باعث مرگ گیاهچه‌های گل‌جالیز شوند. بذور گل‌جالیز به دلیل اندازه بسیار کوچک خود دارای مواد ذخیره‌ای بسیار اندکی می‌باشند و در صورتی که به محض جوانه‌زنی، نتوانند به ریشه گیاه میزبان بچسبند و ارتباط آوندی با آن برقرار کنند نمی‌توانند زنده بمانند و خیلی زود از بین می‌روند (Hershenhorn *et al.*, 2009).

مطالعه گلخانه‌ای

علفکش ریم‌سولفورون

اثر تیمارهای علفکش ریم‌سولفورون، رقم گوجه‌فرنگی و برهمکنش آنها برصفت‌های مورد مطالعه

گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود ($p < 0.05$) (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر رقم بر وزن خشک شاخساره و ریشه گوجه‌فرنگی نشان داد که رقم ویوا برتر از رقم هیبرید پتوپراید ۲ بود و زیست‌توده بالاتری تولید کرد (داده‌ها نشان داده نشد). مقایسه میانگین اثر تیمارهای علفکشی نشان داد که تیمارهای سه بار کاربرد غلظت‌های ۷۵ و ۵۰ g ai/ha بالاترین زیست‌توده شاخساره گوجه‌فرنگی و تیمارهای سه بار کاربرد غلظت‌های ۷۵ و ۲۵ g ai/ha بالاترین تولید زیست‌توده ریشه گوجه‌فرنگی را داشتند. تیمار دو بار کاربرد غلظت ۱۰۰ g ai/ha نیز کمترین تولید زیست‌توده شاخساره و ریشه گوجه‌فرنگی را به خود اختصاص داده بود (داده‌ها نشان داده نشد). اثرات برهمکنش ریم‌سولفورون و رقم گوجه‌فرنگی بر وزن خشک گوجه‌فرنگی و گل‌جالیز نشان داد که به‌جز تیمار دوبار کاربرد غلظت ۱۰۰ g ai/ha در هر دو رقم که وزن خشک شاخساره و ریشه گوجه‌فرنگی کمتری نسبت به شاهدشان داشتند در بقیه تیمارها افزایش وزن خشک نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول ۷). با افزایش تعداد دفعات کاربرد غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ g ai/ha وزن خشک شاخساره و ریشه گوجه‌فرنگی بیشتر شد. تیمارهای سه بار کاربرد غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ g ai/ha در رقم ویوا به‌ترتیب با ۱۰۲/۸۸، ۱۰۱/۵۵ و ۱۰۰/۹۹ گرم بالاترین وزن خشک شاخساره گوجه‌فرنگی را داشتند. تیمارهای سه بار کاربرد غلظت‌های ۷۵ و ۲۵ g ai/ha و دوبار کاربرد غلظت ۷۵ g ai/ha در رقم ویوا به‌ترتیب با ۷۵/۱۴، ۷۳/۲ و ۷۰/۶۳ گرم بیشترین وزن خشک ریشه گوجه‌فرنگی را داشتند. تیمار دو بار کاربرد ۱۰۰ g ai/ha که نامناسب‌ترین تیمار بود در هر دو رقم کمترین وزن خشک شاخساره گوجه‌فرنگی را داشت. همچنین، تیمارهای دوبار کاربرد غلظت ۱۰۰ g ai/ha، شاهد و یک بار کاربرد غلظت ۲۵ g ai/ha در رقم

جالیز در همه ارقام به کار برده شده سبب زمینی در مقایسه با شاهد آنها بوده است. همچنین، آنها بیان داشتند که بین ارقام سبب‌زمینی، اختلاف در پاسخ به علفکش ریم‌سولفورون در حضور گل جالیز مصری مشاهده شد، برخی ارقام حساسیت بیشتری به گل جالیز از خود نشان دادند. آنها تفاوت در حساسیت ارقام سبب‌زمینی به گل جالیز را دلیل اختلاف به پاسخ‌های متفاوت ارقام به کاربرد علفکش بیان داشتند. هرنش هرون و همکاران (Hershenhorn *et al.*, 2009) به نقل از ایزنبرگ و همکاران (Eizenberg *et al.*, 2008) ۳ بار کاربرد غلظت‌های ۳۷/۵ تا ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار ریم سولفورون را برای کنترل موفقیت آمیز گل‌جالیز و بدون ایجاد صدمه به گوجه‌فرنگی توصیه کردند. فروزش و همکاران (Forozesh *et al.*, 2008) در بررسی‌های خود علفکش ریم‌سولفورون را علفکش مناسبی برای کنترل گل‌جالیز در گوجه‌فرنگی گزارش کردند. آنها کاربرد ۱۲۰ گرم در هکتار ریم‌سولفورون را در گوجه‌فرنگی مناسب‌ترین تیمار برای افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی توصیه کردند. اروجی و همکاران (Orooji *et al.*, 2013) گزارش کردند کاربرد علفکش ریم‌سولفورون در گوجه‌فرنگی موجب کاهش خسارت گل‌جالیز به میزان ۶۰ تا ۸۰ درصد شده است. نامبردگان بهترین تیمار را کاربرد ۱۵۰ گرم در هکتار ریم‌سولفورون به صورت خرد شده بیان کردند که تنها با تولید ۱/۱۱ گرم زیست‌توده در گل‌جالیز منجر به کاهش خسارت گل‌جالیز در حدود ۸۰ درصد نسبت به شاهد گردید.

علفکش‌های ایمازاپیک و ایمازاماکس

اثر تیمارهای علفکش ایمازاپیک، رقم گوجه‌فرنگی و برهمکنش آنها برصفت‌های مورد مطالعه گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود (p < ۰/۰۵) (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر رقم نشان داد که رقم ویوا در

هیبرید پتوپراید ۲ کمترین وزن خشک ریشه گوجه‌فرنگی را داشتند.

اثر تیمارهای علفکش ریم‌سولفورون، رقم گوجه‌فرنگی و برهمکنش آنها بر وزن خشک توپرکول گل‌جالیز معنی‌دار بود (p < ۰/۰۵) (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر رقم نشان داد که وزن خشک توپرکول گل‌جالیز در رقم هیبرید پتوپراید ۲ بیشتر از رقم ویوا بود (داده‌ها نشان داده نشده است). مقایسه میانگین اثر تیمارهای علفکش نشان داد که تیمارهای یک‌بار کاربرد غلظت ۲۵ g ai/ha و شاهد بالاترین وزن خشک توپرکول گل‌جالیز را داشته و تیمارهای یک‌بار کاربرد غلظت ۱۰۰ g ai/h و سه بار کاربرد غلظت‌های ۲۵ و ۷۵ g ai/ha با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند کمترین وزن خشک توپرکول گل‌جالیز را داشتند (داده‌ها نشان داده نشده است). اثر برهمکنش تیمارهای ریم‌سولفورون و رقم گوجه‌فرنگی (جدول ۷) نشان داد که با کاربرد علفکش ریم‌سولفورون وزن خشک توپرکول گل‌جالیز نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت. تیمارهای یک‌بار کاربرد غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ g ai/ha رقم هیبرید پتوپراید ۲ به ترتیب با ۲۷/۵۸، ۱۸/۷ و ۱۵/۸۳ گرم بیشترین وزن خشک توپرکول گل‌جالیز را داشتند. اثر تیمارهای ریم‌سولفورون بر وزن خشک شاخساره گل‌جالیز معنی‌دار بود ولی اثر رقم گوجه‌فرنگی و برهمکنش رقم و تیمارهای علفکشی بر آن معنی‌دار نبود (p < ۰/۰۵) (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر تیمارهای علفکش نشان داد که شاهد بالاترین وزن خشک شاخساره گل‌جالیز را داشت. با افزایش غلظت علفکش و افزایش تعداد دفعات کاربرد علفکش، وزن خشک شاخساره گل‌جالیز کمتر شد. حیدر و همکاران (Haidar *et al.*, 2005) نیز گزارش کردند که سه‌بار کاربرد علفکش ریم‌سولفورون مؤثرترین تیمار در کاهش وزن خشک شاخساره گل

تیمارهای رقم هیبرید پتوپراید ۲ پیشنهاد می شود که با انجام یکسری آزمایشها به بررسی تیمارها در زمانهای دیرتر پرداخته شود تا شاید بتوان به نتایج بهتری دست یافت.

اثر تیمارهای علفکش ایمازاماکس، رقم گوجهفرنگی و برهمکنش آنها برصفت مورد مطالعه گوجهفرنگی معنی دار بود ($p < 0.05$) (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر رقم نشان داد که رقم ویوا در مورد صفات گوجهفرنگی برتر از رقم هیبرید پتوپراید ۲ بود و زیست توده بالاتری تولید کرد (داده‌ها نشان داده نشد). برهمکنش تیمارهای ایمازاماکس و رقم گوجهفرنگی در جدول ۹ نشان داده شده است. وزن خشک شاخساره و ریشه گوجهفرنگی در شاهد بالاتر از همه تیمارها بود. در واقع کاربرد این علفکش باعث ایجاد صدمه به گیاه گوجهفرنگی شد. همچنین، به دلیل خسارت شدید ایمازاماکس به ریشه گوجهفرنگی مشاهده شد که وزن خشک توبرکول گل‌جالیز در تیمارهای کاربرد علفکش در هر دو رقم بیشتر از شاهد بود. با توجه به نتایج پلاکین و همکاران (Plakhine *et al.*, 2001) و اچداری و همکاران (Achdari *et al.*, 2009) کاربرد غلظت‌های ۱۰ تا ۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار ایمازاپیک و غلظت ۰/۸ گرم ماده مؤثره در هکتار ایمازاماکس در گوجهفرنگی را برای کنترل گل‌جالیز مصری توصیه کردند. همچنین ایزنبرگ و همکاران (Eizenberg *et al.*, 2006)، کولوهن و همکاران (Colquhoun *et al.*, 2006) و الی و همکاران (Aly *et al.*, 2001) نیز کنترل موفقیت آمیز گل‌جالیز توسط علفکش ایمازاماکس و ایمازاپیک را گزارش کردند. با توجه به گزارش‌های هرشن‌هورن و همکاران (Hershenhorn *et al.*, 2009) که بیان کردند کاربرد علفکش بایستی در مراحل اولیه توسعه گل‌جالیز یعنی زمان جوانه‌زنی بذور گل‌جالیز و در آغاز اتصال توبرکول‌های

مورد صفات گوجهفرنگی برتر از رقم هیبرید پتوپراید ۲ بود و زیست توده بالاتری تولید کرد (داده‌ها نشان داده نشد). برهمکنش تیمارهای ایمازاپیک و رقم گوجهفرنگی در جدول ۸ نشان داده شده است. تیمار 5 g ai/ha دو بار کاربرد در رقم ویوا با تولید $56/46$ گرم وزن خشک شاخساره و تیمار 20 g ai/ha (یک و دو بار کاربرد) در رقم هیبرید پتوپراید ۲ با تولید $9/7$ گرم وزن خشک شاخساره گوجهفرنگی به ترتیب بهترین و بدترین تیمارها بودند. از نظر تولید زیست توده ریشه گوجهفرنگی، تیمار دو بار کاربرد غلظت 5 g ai/ha در رقم ویوا و تیمار دو بار کاربرد غلظت 20 g ai/ha در رقم هیبرید پتوپراید ۲ به ترتیب با $47/83$ و $3/26$ گرم وزن خشک ریشه بهترین و بدترین تیمارها بودند. همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود در رقم هیبرید پتوپراید ۲ وزن خشک شاخساره و ریشه در کلیه کاربردهای علفکش کمتر از شاهد بود و در رقم ویوا نیز تنها تیمارهای دوبار کاربرد غلظت 5 g ai/ha و یک بار کاربرد غلظت 10 g ai/ha دارای وزن خشک شاخساره و ریشه نسبتاً بالاتری نسبت به شاهد هستند و سایر تیمارها اثر کاهنده بر رشد گوجهفرنگی داشتند و تیمارهای نامناسبی بودند. اثر تیمارهای علفکش ایمازاپیک بر وزن خشک شاخساره و توبرکول گل‌جالیز معنی دار بود (جدول ۸). اثر رقم گوجهفرنگی و برهمکنش رقم و تیمارهای علفکشی بر وزن خشک توبرکول گل‌جالیز معنی دار بود ولی بر وزن خشک شاخساره گل‌جالیز معنی دار نبود ($p < 0.05$) (جدول ۵). مقایسه میانگین تیمارهای علفکش نشان داد که شاهد بالاترین وزن خشک شاخساره و توبرکول گل‌جالیز را داشت و با کاربرد همه تیمارهای علفکش ایمازاپیک گل‌جالیز به خوبی کنترل شد (داده‌ها نشان داده نشد). با توجه به ایجاد خسارت در اکثر تیمارهای این علفکش در رقم ویوا و در همه

علفکش روی شاخساره گوجه‌فرنگی، در زمانی که آخرین میوه نیز تشکیل شده باشد، یعنی ۴۵ روز قبل از برداشت یا دیرتر، کاری کرد که به گوجه‌فرنگی صدمه‌ای نرسد و گل جالیز را نیز به خوبی کنترل کند.

نتیجه‌گیری کلی

در ارزیابی علفکش‌ها بر روی توسعه اولیه بذر گل جالیز، سه علفکش اثر معنی داری بر درصد جوانه زنی بذور گل جالیز نداشتند و تنها علفکش‌های رییم سولفورون و ایمازاپیک توانستند طول ریشه چه بذور گل جالیز را نسبت به شاهد کاهش دهند (جداول ۱، ۲ و ۳). در ارزیابی شاخساره‌ای علفکش‌ها در کنترل گل جالیز در دو رقم گوجه‌فرنگی نتایج نشان داد که دو رقم گوجه‌فرنگی پاسخ‌های کاملاً متفاوتی از خود نشان دادند. رقم ویوا برتر از رقم هیبرید پتوپراید ۲ عمل کرد و توانست زیست توده بالاتری تولید کند.

علفکش رییم سولفورون علفکش ایمن و کاربردی تری نسبت به دو علفکش ایمازاپیک و ایمازاماکس برای کنترل گل جالیز در گوجه‌فرنگی ارزیابی شد. علفکش رییم سولفورون در رقم ویوا در تیمارهای سه بار کاربرد ۲۵، ۵۰ و ۷۵ گرم ماده موثر در هکتار بهترین تیمارهای این علفکش بود.

تیمارهای دو بار کاربرد ۵ گرم ماده موثر در هکتار و یک بار کاربرد ۱۰ گرم ماده موثر در هکتار علفکش ایمازاپیک در رقم ویوا نسبت به سایر تیمارهای این علفکش نسبتاً بهتر عمل کرد. علفکش ایمازاماکس در این بررسی علفکش مناسبی نبوده و باعث بروز خسارت در گوجه‌فرنگی شد.

کوچک گل جالیز به ریشه گیاه میزبان باشد، غلظت و زمان کاربردهای مورد نظر این مطالعه انتخاب شدند. اما با توجه به نتایج این بررسی مشاهده شد که با کاربرد دو علفکش ایمیدازولینونی، ایمازاپیک در برخی تیمارها و ایمازاماکس در کلیه تیمارها به گوجه‌فرنگی خسارت ایجاد کردند که می‌توان گفت احتمالاً کاربرد دو علفکش زود هنگام بوده و نشاءهای جوان گوجه‌فرنگی به این علفکش‌ها حساس بودند و احتمالاً بتوان با کاربرد دیرتر این علفکش‌ها در گوجه‌فرنگی از ایجاد خسارت در آن جلوگیری نمود. گارسیا-تروس و همکاران (Garcia-Torres et al., 1994) بیان کردند که تیمار پیش از سبز شدن علفکش‌های سولفونیل اوره و ایمیدازولینون در مقادیر خیلی کم، تیمارهای مؤثری برای کنترل گل جالیز می‌باشند ولی مؤثر بودن تیمارهای فوق بستگی به مرحله رشد گیاه زراعی، نوع خاک و شرایط محیطی دارد. ایزنبرگ و همکاران (Eizenberg et al., 2008) نیز مدلی ساختند که در آن بر اساس درجه حرارت می‌توان توسعه گل جالیز را پیش‌بینی کرد، لذا زمان دقیق کاربرد علفکش را به‌صورت شاخساره‌ای می‌توان تعیین نمود. مقدار مصرف علفکش در این روش کاربرد برای کنترل گل جالیز، کمتر از حالتی است که این علفکش‌ها برای کنترل سایر علف‌های هرز به کار می‌روند. آنها بیان کردند که با کاربرد علفکش‌های ایمازاپیک و ایمازاماکس مریستم زایشی گوجه‌فرنگی مخصوصاً گل‌ها و جوانه‌های میوه خسارت می‌بینند اما با این مدل می‌توان با کاربرد مقادیر کم این دو

جدول ۱- اثر علف‌کش ریم‌سولفورون بر روی جوانه‌زنی و طول ریشه چه بذور گل جالیز مصری

Table 1- Effect of Rimsulfuron herbicide on germination and radical length of Egyptian broomrape

علف‌کش Herbicide	غلظت Concentration (μM)	جوانه زنی Germination (% of control)	طول ریشه چه Radicle length (% of control)
	0.05	97 ^{ns}	23.02 a
ریم سولفورون Rimsulfuron	0.25	96	20.05 b
	1.25	97	20.52 ab
	6.25	95	19.10 b
	31.25	97	15.05 c

جدول ۲- اثر علف‌کش ایمازاپیک بر روی جوانه زنی و طول ریشه چه بذور گل جالیز مصری

Table 2- Effect of Imazapic herbicide on germination and radical length of Egyptian broomrape

علف‌کش Herbicide	غلظت Concentration (μM)	جوانه زنی Germination (% of control)	طول ریشه چه Radicle length (% of control)
	0.05	92 ^{ns}	21.82 a
ایمازاپیک Imazapic	0.25	94	19.77 a
	1.25	98	17.32 ab
	6.25	96	14.97 b
	31.25	97	14.97 b

جدول ۳- اثر علف‌کش ایمازاماکس بر روی جوانه زنی و طول ریشه چه بذور گل جالیز مصری

Table 3: Effect of Imazamox herbicide on germination and radical length of Egyptian broomrape

علف‌کش Herbicide	غلظت Concentration (μM)	جوانه زنی Germination (% of control)	طول ریشه چه Radicle length (% of control)
	0.05	95 ^{ns}	26.57 ^{ns}
ایمازاماکس Imazamox	0.25	94	21.22
	1.25	96	25.47
	6.25	93	20.15
	31.25	97	19.9

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۰/۰۵ با آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.^{ns} عدم معنی‌داری
^aMeans within a column followed by the same letter do not differ significantly at $P < 0.05$ according to Duncan's new multiple range test. ns : Not significant

جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف علف کش ریم سولفورون بر صفات دو رقم گوجه فرنگی و گل جالیز (اعداد میانگین مربعات می باشند)
Table 4- Analysis of variance effects of different treatments of Rimsulfuron herbicide on the characteristics of two varieties of tomato and broomrape (numbers are mean-square)

منابع تغییر Resource change	درجه آزادی df	وزن خشک گوجه فرنگی Dry weight of tomato		وزن خشک گل جالیز Dry weight of broomrape	
		ریشه root	شاخساره shoot	توبرکول tubercle	شاخساره shoot
رقم گوجه فرنگی Tomato variety	1	6691.12 **	7725.87 **	656.72 **	0.03 ns
تیمار علف کش Herbicide treatment	11	625.7 **	1509.72 **	191.08 **	1.6 **
رقم × تیمار علف کش Variety*herbicide treatment	11	34.69 **	193.17 **	136.14 **	0.09 ns
خطا Error	48	13.84	19.9	3.58	0.37

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف علف کش ایمازاپیک بر صفات دو رقم گوجه فرنگی و گل جالیز (اعداد میانگین مربعات می باشند)
Table 5- Analysis of variance effects of different treatments of Imazapic herbicide on the characteristics of two varieties of tomato and broomrape (numbers are mean-square)

منابع تغییر Resource change	درجه آزادی df	وزن خشک گوجه فرنگی Dry weight of tomato		وزن خشک گل جالیز Dry weight of broomrape	
		شاخساره shoot	ریشه root	توبرکول tubercle	شاخساره shoot
رقم گوجه فرنگی Tomato variety	1	15614.4 **	7333.8 **	96.4 **	0.04 ns
تیمار علف کش Herbicide treatment	11	456.7 **	443.9 **	86.15 **	1.87 **
رقم × تیمار علف کش Variety*herbicide treatment	11	144.7 **	114.8 **	41.32 **	0.014 ns
خطا Error	48	13.95	7.12	1.02	0.24

جدول ۶- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف علف کش ایمازاماکس بر صفات دو رقم گوجه فرنگی و گل جالیز (اعداد میانگین مربعات می باشند)
Table 6- Analysis of variance effects of different treatments of Imazamox herbicide on the characteristics of two tomato varieties and broomrape

منابع تغییر Resource change	درجه آزادی df	وزن خشک گوجه فرنگی Dry weight of tomato		وزن خشک گل جالیز Dry weight of broomrape	
		شاخساره shoot	ریشه root	توبرکول tubercles	شاخساره shoot
رقم گوجه فرنگی Tomato variety	1	296.34 **	3044.08 **	36.95 **	0.002 ns
تیمار علف کش Herbicide treatment	11	560.25 **	291.93 **	49.34 **	1.64 **
رقم × تیمار علف کش Variety*herbicide treatment	11	69.46 **	25.93 ns	168.67 **	0.26 ns
خطا error	48	18.60	15.35	6.18	0.62

ns و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد می باشد.

ns and ** are not significant and significant at $p < 0.01$ respectively

جدول ۷- اثر کاربرد علف‌کش ریم‌سولفورون بر روی وزن خشک (گرم) گوجه‌فرنگی و گل‌جالیز (میانگین و خطای استاندارد)
Table 7- The effect of Rimsulfuron herbicide application on the dry weight (g) of tomato and broomrape (mean and standard error)

رقم گوجه فرنگی Tomato variety	رقم گوجه فرنگی Herbicide treatments*	شاخساره گوجه فرنگی Tomato shoot	ریشه گوجه فرنگی Tomato root	توبرکول گل جالیز <i>Orobanche</i> tubercles	شاخساره گل جالیز <i>Orobanche</i> shoot
ویوا Viva	0	51.38 ± 2.47	41.67 ± 1.25	4.08 ± 0.99	1.67 ± 0.79
	1	70.8 ± 1.72	49.48 ± 2.04	2.37 ± 0.52	1 ± 0.36
	2	80.46 ± 2.13	52.34 ± 2.9	1.93 ± 0.23	0.32 ± 0.29
	3	102.88 ± 3.68	73.2 ± 2.19	0.1 ± 0.1	0.03 ± 0.02
	4	83.45 ± 1.97	50.62 ± 2.19	2.09 ± 0.56	0.57 ± 0.35
	5	90.35 ± 1.5	56.51 ± 1.49	1.37 ± 0.45	0.31 ± 0.16
	6	101.55 ± 1.96	60.28 ± 1.14	0.38 ± 0.27	0.05 ± 0.05
	7	89.16 ± 1.08	61.00 ± 2.19	1.4 ± 0.32	0.4 ± 0.4
	8	92.36 ± 2.18	70.63 ± 1.95	0.53 ± 0.3	0.27 ± 0.18
	9	100.99 ± 2.43	75.14 ± 1.95	0.12 ± 0.12	0.05 ± 0.03
	10	82.77 ± 1.71	53.4 ± 2.19	1.95 ± 0.58	0.17 ± 0.17
هیبرید پتوپراید ۲ Hyb. Petopride II	0	45.79 ± 3.75	26.38 ± 2.14	21.7 ± 2.02	1.58 ± 0.68
	1	49.04 ± 2.82	27.55 ± 2.36	27.58 ± 3.83	1.4 ± 0.62
	2	52.18 ± 1.92	32.9 ± 1.97	0.08 ± 0.08	0
	3	63.02 ± 4.38	47.15 ± 1.51	0.06 ± 0.06	0
	4	51.2 ± 3.43	32.71 ± 1.6	18.7 ± 2.34	0.99 ± 0.88
	5	68.09 ± 3.43	38.25 ± 1.74	0.32 ± 0.21	0.11 ± 0.1
	6	76.32 ± 3	44.92 ± 0.92	0.73 ± 0.55	0.08 ± 0.08
	7	58.51 ± 2.12	37.27 ± 2.69	15.83 ± 0.91	0.62 ± 0.12
	8	80.06 ± 2.11	44.88 ± 2.78	0.49 ± 0.32	0
	9	87.22 ± 2.6	52.39 ± 2.35	0.25 ± 0.19	0
	10	68 ± 1.46	41.55 ± 4.02	3.19 ± 0.78	0.45 ± 0.25
11	41.81 ± 2.16	24.56 ± 2.04	0	0	

* (شاهد: بدون کاربرد علف‌کش، ۱: کاربرد دوز ۲۵ (gr ai/ha) در ۱۵ روز پس از انتقال نشاء گوجه فرنگی، ۲: ۲۵ (gr ai/ha) در ۱۵ و ۲۹ روز پس از انتقال نشاء، ۳: ۲۵ (gr ai/ha) در ۱۵، ۲۹ و ۴۳ روز پس از انتقال نشاء، ۴: ۵۰ (gr ai/ha) در ۱۵ روز پس از انتقال نشاء، ۵: ۵۰ (gr ai/ha) در ۱۵ و ۲۹ روز پس از انتقال نشاء، ۶: ۵۰ (gr ai/ha) در ۱۵، ۲۹ و ۴۳ روز پس از انتقال نشاء، ۷: ۷۵ (gr ai/ha) در ۱۵ روز پس از انتقال نشاء، ۸: ۷۵ (gr ai/ha) در ۱۵ و ۲۹ روز پس از انتقال نشاء، ۹: ۷۵ (gr ai/ha) در ۱۵، ۲۹ و ۴۳ روز پس از انتقال نشاء، ۱۰: ۱۰۰ (gr ai/ha) در ۱۵ روز پس از انتقال نشاء، ۱۱: ۱۰۰ (gr ai/ha) در ۱۵ و ۲۹ روز پس از انتقال نشاء)

(Control: no herbicide application, 1: 25 (gr ai/ha) was applied 15 days after tomato transplanting (DATT), 2: 25 (gr ai/ha) at 15 and 29 (DATT), 3: 25 (gr ai/ha) at 15, 29 and 43 (DATT), 4: 50 (gr ai/ha) at 15 (DATT), 5: 50 (gr ai/ha) at 15 and 29 (DATT), 6: 50 (gr ai/ha) at 15, 29 and 43 (DATT), 7: 75 (gr ai/ha) at 15 (DATT), 8: 75 (gr ai/ha) at 15 and 29 (DATT), 9: 75 (gr ai/ha) at 15, 29 and 43 (DATT), 10: 100 (gr ai/ha) at 15 (DATT), 11: 100 (gr ai/ha) at 15 and 29 (DATT).

جدول ۸- اثر کاربرد علف‌کش ایمازاپیک بر روی وزن خشک (گرم) گوجه‌فرنگی و گل جالیز (میانگین و خطای استاندارد)
Table 8- The effect of Imazapic herbicide application on the dry weight (g) of tomato and broomrape (mean and standard error)

رقم گوجه فرنگی Tomato variety	رقم گوجه فرنگی Herbicide treatments*	شاخساره گوجه فرنگی Tomato shoot	ریشه گوجه فرنگی Tomato root	توبرکول گل جالیز <i>Orobanche</i> tubercles	شاخساره گل جالیز <i>Orobanche</i> shoot
ویوا Viva	0	51.38 ± 2.47	41.67 ± 1.25	4.08 ± 0.99	1.6 ± 0.79
	1	53.52 ± 1.66	41.3 ± 2.14	3.98 ± 0.48	1.4 ± 0.47
	2	56.46 ± 0.84	47.83 ± 1.84	0.75 ± 0.39	0
	3	55.43 ± 2.34	23.97 ± 2.07	0.2 ± 0.12	0
	4	54.67 ± 2.25	45.77 ± 2.08	1.2 ± 0.67	0.27 ± 0.21
	5	53.8 ± 1.29	27.57 ± 2.22	0.48 ± 0.2	0
	6	51.6 ± 2.11	18.69 ± 1.33	0.03 ± 0.03	0
	7	46.18 ± 2.66	26.31 ± 2.27	1.46 ± 0.8	0.03 ± 0.03
	8	42.27 ± 1.68	21.74 ± 2.12	0.57 ± 0.31	0
	9	31.97 ± 1.78	9.97 ± 0.9	0	0
	10	41.26 ± 3.24	29.67 ± 0.94	0.93 ± 0.35	0
هیبرید پتوپراید ۲ Hyb. Petopride II	11	40.32 ± 2.67	19.9 ± 2.21	0.35 ± 0.33	0
	0	45.79 ± 3.75	26.38 ± 2.14	21.7 ± 2.02	1.58 ± 0.68
	1	29.97 ± 2.26	13.89 ± 1.45	8.6 ± 0.78	1.16 ± 0.53
	2	27.63 ± 1.78	13.22 ± 1.32	5.53 ± 0.41	0
	3	22.3 ± 2.16	7.99 ± 0.65	3.32 ± 0.43	0
	4	17.46 ± 1.45	11.45 ± 1.88	0.12 ± 0.12	0
	5	19.81 ± 1.66	9.96 ± 1.05	0.22 ± 0.22	0
	6	22.57 ± 1.72	7.29 ± 0.54	0.06 ± 0.04	0
	7	10.69 ± 1.1	6.28 ± 1.08	2.2 ± 0.44	0
	8	14.51 ± 1.74	4.81 ± 0.82	0	0
	9	10.66 ± 1.44	3.91 ± 0.24	0.06 ± 0.06	0
10	9.74 ± 1.45	3.71 ± 0.41	0	0	
11	9.75 ± 0.93	3.26 ± 0.33	0	0	

* (شاهد: بدون کاربرد علف‌کش، ۱: کاربرد دوز (gr ai/ha) ۲۵ در ۱۵ روز پس از انتقال نشاء گوجه فرنگی، ۲: (gr ai/ha) ۲۵ در ۱۵ و ۲۹ روز پس از انتقال نشاء، ۳: (gr ai/ha) ۲۵ در ۱۵، ۲۹ و ۴۳ روز پس از انتقال نشاء، ۴: (gr ai/ha) ۵۰ در ۱۵ روز پس از انتقال نشاء، ۵: (gr ai/ha) ۵۰ در ۱۵ و ۲۹ روز پس از انتقال نشاء، ۶: (gr ai/ha) ۵۰ در ۱۵، ۲۹ و ۴۳ روز پس از انتقال نشاء، ۷: (gr ai/ha) ۷۵ در ۱۵ روز پس از انتقال نشاء، ۸: (gr ai/ha) ۷۵ در ۱۵ و ۲۹ روز پس از انتقال نشاء، ۹: (gr ai/ha) ۷۵ در ۱۵، ۲۹ و ۴۳ روز پس از انتقال نشاء، ۱۰: (gr ai/ha) ۱۰۰ در ۱۵ روز پس از انتقال نشاء، ۱۱: (gr ai/ha) ۱۰۰ در ۱۵ و ۲۹ روز پس از انتقال نشاء)

(Control: no herbicide application, 1: 25 (gr ai/ha) was applied 15 days after tomato transplanting (DATT), 2: 25 (gr ai/ha) at 15 and 29 (DATT), 3: 25 (gr ai/ha) at 15, 29 and 43 (DATT), 4: 50 (gr ai/ha) at 15 (DATT), 5: 50 (gr ai/ha) at 15 and 29 (DATT), 6: 50 (gr ai/ha) at 15, 29 and 43 (DATT), 7: 75 (gr ai/ha) at 15 (DATT), 8: 75 (gr ai/ha) at 15 and 29 (DATT), 9: 75 (gr ai/ha) at 15, 29 and 43 (DATT), 10: 100 (gr ai/ha) at 15 (DATT), 11: 100 (gr ai/ha) at 15 and 29 (DATT).

جدول ۹- اثر کاربرد علف‌کش ایمازاپیک بر روی وزن خشک (گرم) گوجه‌فرنگی و گل‌جالیز (میانگین و خطای استاندارد)
Table 9- The effect of Imazamox herbicide application on the dry weight (g) of tomato and broomrape (mean and standard error)

رقم گوجه فرنگی Tomato variety	رقم گوجه فرنگی Herbicide treatments*	شاخساره گوجه فرنگی Tomato shoot	ریشه گوجه فرنگی Tomato root	توبرکول گل جالیز <i>Orobanche</i> tubercles	شاخساره گل جالیز <i>Orobanche</i> shoot
ویوا Viva	0	51.38 ± 2.47	41.67 ± 1.25	4.08 ± 0.99	1.6 ± 0.79
	1	49.15 ± 1.41	36.28 ± 2.36	5.36 ± 0.48	1.53 ± 0.73
	2	47.77 ± 1.49	35.12 ± 2.14	6.88 ± 0.93	1.38 ± 0.53
	3	43.27 ± 4.03	32.16 ± 1.13	7.75 ± 1.14	0.92 ± 0.34
	4	40.39 ± 5.83	33.21 ± 1.8	11.44 ± 1.26	0.94 ± 0.43
	5	34.06 ± 2.40	30.96 ± 2.6	14.12 ± 0.97	0.62 ± 0.46
	6	29.05 ± 1.83	25.6 ± 1.43	12.37 ± 0.96	0.15 ± 0.15
	7	28.89 ± 1.68	22.48 ± 0.46	14.35 ± 1.84	1.18 ± 0.14
	8	23.21 ± 1.69	18.25 ± 1.53	14.21 ± 0.81	0.71 ± 0.51
	9	21.41 ± 2.51	19.59 ± 1.98	13.85 ± 0.76	0
	10	20.22 ± 1.31	20.43 ± 2.23	12.58 ± 0.58	0.2 ± 0.2
هیبرید پتوپراید ۲ Hyb. Petopride II	0	45.7 ± 3.14	23.05 ± 4.32	21.7 ± 2.02	1.58 ± 0.68
	1	38.36 ± 2.74	25.14 ± 3.86	20.8 ± 1.9	1.22 ± 0.66
	2	34.32 ± 1.35	19.41 ± 3.29	18.91 ± 1.67	0.61 ± 0.31
	3	30.63 ± 1.06	18.64 ± 2.05	17.28 ± 2.39	0.69 ± 0.35
	4	32.55 ± 2.34	15.96 ± 3.47	19.47 ± 1.54	1.66 ± 0.43
	5	25.98 ± 2.71	12.45 ± 1.21	7.37 ± 1.04	1.09 ± 0.41
	6	24.65 ± 1.18	10.15 ± 3.48	1.41 ± 1.41	0.08 ± 0.08
	7	30.64 ± 1.12	11.55 ± 1.03	14.11 ± 2.25	0.86 ± 0.86
	8	23.42 ± 0.14	10.38 ± 1.69	12.31 ± 1.19	0.43 ± 0.43
	9	22.16 ± 1.83	8.49 ± 0.45	9.43 ± 1.94	0.5 ± 0.32
	10	25.12 ± 4	10.42 ± 2.37	2.32 ± 2.32	0.37 ± 0.37
11	21.57 ± 2.21	8.54 ± 1.17	1.73 ± 0.63	0	

* (شاهد: بدون کاربرد علف‌کش، ۱: کاربرد دوز ۲۵ (gr ai/ha) در ۱۵ روز پس از انتقال نشاء گوجه فرنگی، ۲: ۲۵ (gr ai/ha) در ۱۵ و ۲۹ روز پس از انتقال نشاء، ۳: ۲۵ (gr ai/ha) در ۱۵، ۲۹ و ۴۳ روز پس از انتقال نشاء، ۴: ۵۰ (gr ai/ha) در ۱۵ روز پس از انتقال نشاء، ۵: ۵۰ (gr ai/ha) در ۱۵ و ۲۹ روز پس از انتقال نشاء، ۶: ۵۰ (gr ai/ha) در ۱۵، ۲۹ و ۴۳ روز پس از انتقال نشاء، ۷: ۷۵ (gr ai/ha) در ۱۵ روز پس از انتقال نشاء، ۸: ۷۵ (gr ai/ha) در ۱۵ و ۲۹ روز پس از انتقال نشاء، ۹: ۷۵ (gr ai/ha) در ۱۵، ۲۹ و ۴۳ روز پس از انتقال نشاء، ۱۰: ۱۰۰ (gr ai/ha) در ۱۵ روز پس از انتقال نشاء، ۱۱: ۱۰۰ (gr ai/ha) در ۱۵ و ۲۹ روز پس از انتقال نشاء)

(Control: no herbicide application, 1: 25 (gr ai/ha) was applied 15 days after tomato transplanting (DATT), 2: 25 (gr ai/ha) at 15 and 29 (DATT), 3: 25 (gr ai/ha) at 15, 29 and 43 (DATT), 4: 50 (gr ai/ha) at 15 (DATT), 5: 50 (gr ai/ha) at 15 and 29 (DATT), 6: 50 (gr ai/ha) at 15, 29 and 43 (DATT), 7: 75 (gr ai/ha) at 15 (DATT), 8: 75 (gr ai/ha) at 15 and 29 (DATT), 9: 75 (gr ai/ha) at 15, 29 and 43 (DATT), 10: 100 (gr ai/ha) at 15 (DATT), 11: 100 (gr ai/ha) at 15 and 29 (DATT).

References

منابع مورد استفاده

- Achdari, G., T. Lande, E. Smirnov, J. Hershenhorn, and H. Eizenberg. 2009. Evaluation of PICKIT- a decision support system of rational control of *Phelipanche aegyptiaca* in tomato-results from 2009 validation experiments. *The 2nd International Conference on Novel and Sustainable Weed Management in Arid and Semi-Arid Agro-Ecosystems*. 7-10 September 2009. Santorini P. 36.
- Aly, R., Y. Goldwasser, H. Eizenberg, J. Hershenhorn, S. Golan, and Y. Kleifeld. 2001. Broomrape (*Orobanche cumana*) control in sunflower (*Helianthus annuus*) in fields. *Weed Technology*. 15: 306–309.
- Colquhoun, J.B., H. Eizenberg, and C.A. Mallory-Smith. 2006. Herbicide placementsite affects small broomrape (*Orobanche minor*) control in red clover (*Trifolium pratense*). *Weed Technology*. 20: 356–360.
- Eizenberg, H., and J.B. Colquhoun. 2006. Imazamox application timing for small broomrape (*Orobanche minor*) control in red clover. *Weed Science*. 54:923–927.
- Eizenberg, H., J. Ephrath, T. Lande, G. Achdari, E. Smirnov, and J. Hershenhorn. 2008. Developing a decision support system (DSS) for *Orobanche aegyptiaca* control in tomato. In: (ed K Hurle), *5th International Weed Science Congress*, June 2008, Vancouver, Canada. p. 230-231.
- Forozesh, S., M.A. Baghestani, H. Mohammad Alizadeh, H. Rahimian, and M. Minbashi. 2008. Evaluating the possibility of chemical control of broomrape (*Orobanche aegyptiaca* L.) in tomato crop. *The proceedings of 2th Iranian Weed Science Congress*. Pp. 65-68. (In Persian).
- Garcia-Torres, L., F. Lopez-Granados, and M. Castejon-Munoz. 1994. Preemergence herbicides for the control of broomrape (*Orobanche cernua* Loef.) in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Weed Research*. 34:395–402.
- Goldwasser, Y., H. Eizenberg, S. Golan, and Y. Kleifeld. 2002. Control of *Orobanche crenata* and *Orobanche aegyptiaca* in parsley. *Crop Protection*. 22:295–305.
- Haidar, M.A., N. Iskandarani, M.M. Sidahmed, and R. Darwish. 2005. Susceptibility of *Orobanche ramosa* and potato tolerance to rimsulfuron. *Crop Protection*. 24:7–13.
- Hershenhorn, J., D. Plakhine, Y. Goldwasser, J.H. Westwood, C.L. Foy, and Y. Kleifeld. 1998a. Effect of sulfonylurea herbicides on early development of Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Weed Technology*. 12:108–114.
- Hershenhorn, J., H. Eizenberg, E. Dor, Y. Kapulnik, and Y. Goldwasser. 2009. *Phelipanche aegyptiaca* management in tomato. *Weed Research*. 49:34–47.
- Hershenhorn, J., Y. Goldwasser, D. Plakhine, L. Lavan, G. Herzlinger, S. Golan, T. Chilf, and Y. Kleifeld. 1998b. Effect of sulfonylurea herbicides on Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) in tomato (*Lycopersicon esculentum*) under greenhouse conditions. *Weed Technology*. 12:115–122.

- Kleifeld, Y., Y. Goldwasser, G. Herzlinger, S. Golan, T. Blumenfeld, and H. Buxbaum. 1994. Selective control of broomrape in tomatoes with rimsulfuron. In: Proceedings of the *Third Workshop on Orobanche and related Striga Research*. Royal Tropical Institute, Amsterdam, p. 561–571.
- Orooji, K., M.H. Rashed Mohassel, P. Rezvani Moghaddam, M. Nassiri Mahallati, and Z. Avarsaji. 2013. Evaluating the effect of rimsulfuron and chlorosulfuron herbicides on Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca*). *5th Congress of Weed Science*, Karaj, 2-4 August, p: 907-910. (In Persian).
- Plakhine, D., H. Eizenberg, J. Hershenhorn, Y. Goldwasser, and Y. Kleifeld. 2001. Control of *Orobanche aegyptiaca* with sulfonylurea herbicides in tomato-polyethylene bag studies. In: *International Parasitic Weed Symposium*. June 2001, University of Nantes, Nantes, France, p. 294–295.
- Rubiales, D., C. Alca ntara, A. Perez-de-Luque, and J.C. Sillero. 2003. Characterization of the resistance to *Orobanche crenata* in chickpea. *Weed Science*. 51:702–707.

Effect of Rimsulfuron, Imazapic and Imazamox Herbicides on Broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) in Tomato (*Lycopersicum esculentum*)

Kazerooni Monfared, E.¹, S. Tokasi^{2*}, M. Banayan Aval³, A. Ghanbari³, H. Rahimiyan Mashhadi⁴, and P.N. Kudsk⁵

Received: September 2014, Accepted: 11 November 2015

Abstract

Experiments, in Petri dish and greenhouse, were carried out to investigate the efficiency of three herbicides (rimsulfuron, imazapic and imazamox) in controlling broomrape. In Petri dish study, herbicides were applied at 0.05, 0.25, 1.25, 6.25 and 31.25 micro-mole doses to broomrape seeds at germination stage without a host plant and adding GR24 as stimulator. In the greenhouse experiments, the efficiency of these herbicides to control broomrape in two varieties of tomato (Viva and Hyb.Petopride II) was investigated. Treatments were four doses of rimsulfuron (25, 50, 75 and 100 g ai/ha), imazapic (5, 10, 15 and 20 g ai/ha) and imazamox (0.4, 0.8, 1.2 and 1.6 g ai/ha) at one, two and three applications. Results of Petri-dish experiments showed that rimsulfuron and imazapic significantly reduced radicle elongation of seedlings as compared to the control, while, imazamox did not have any effect on broomrape seed. Each dose was applied for one, two and three times with in 15, 29 and 43 days after within transplanting tomato seedlings. Results of pot experiments indicated that the responses of two tomato varieties herbicides were different. Viva was responsive to herbicidal effect and produced higher biomass than Hyb.Petopride II. Rimsulfuron was a suitable herbicide in tomato to control broomrape. Rimsulfuron at doses of 25, 50 and 75 g ai/ha (three times of application) were the best doses, specially in viva were the best treatments for broomrape control and producing tomato biomass. Imazapic also, at 5 g ai/ha (two times of application) and 10 g ai/ha (single application) was an effective treatments in variety of viva. Imazamox treatments did not appear to be suitable herbicides in this study.

Key words: Sulfonylureas, Imidazolinones, Parasitic Weed, Variety, Chemical Control.

1- Assistant Prof. University of Apply and Technology, Rasht, Iran.

2- Ph.D. of Weed Science, Iran.

3- Associate Prof. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

4- Prof. of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran.

5- Staff member, Aarhus University, Denmark

* **Corresponding Author:** stokasi@yahoo.com