

## بهینه‌سازی کارایی علف‌کش‌های بنتازون + اسیفلورفن و ایمازتاپیر در کنترل سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) با استفاده از مواد افزودنی

سمیرا ابوعلی<sup>۱</sup> - سهراب محمودی<sup>۲</sup> - حسین حمای<sup>۳\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۰

### چکیده

بهینه‌سازی مصرف علف‌کش‌ها به وسیله کاربرد مواد افزودنی یکی از رهیافت‌های نوین برای کاهش عوارض زیست‌محیطی ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها است. به منظور ارزیابی تأثیر مواد افزودنی در بهینه‌سازی کارایی علف‌کش‌های بنتازون + اسیفلورفن و ایمازتاپیر در کنترل سلمه‌تره، دو آزمایش گلخانه‌ای در پاسخ مجزا در سال ۱۳۹۵ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی بیرجند، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارها در هر آزمایش شامل غلظت‌های علف‌کش در هفت سطح (۰، ۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه شده) و نوع ماده افزودنی در سه سطح (روغن منداب، سیتوگیت و بدون روغن) بود. نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد مواد افزودنی بخصوص روغن گیاهی منداب موجب افزایش کارایی علف‌کش‌های بنتازون + اسیفلورفن و ایمازتاپیر در کنترل سلمه‌تره شد. روغن منداب و سیتوگیت باعث افزایش کارایی علف‌کش بنتازون + اسیفلورفن در کاهش زیست‌توده تولیدی اندام‌های هوایی سلمه‌تره به ترتیب به میزان ۱/۲۹، ۱/۲۸، ۱/۲۸ برابر و علف‌کش ایمازتاپیر ۲/۱۳ و ۱/۳۰ برابر شد. در حالی که این مقادیر برای کاهش زیست‌توده ریشه سلمه‌تره به ترتیب ۲/۷۹، ۱/۹۸، ۲/۳۵ و ۱/۶۶ برابر بود. با توجه به واکنش شدیدتر ریشه به تیمارهای اعمال شده، نتایج نشان داد که ریشه سلمه‌تره حساسیت بیشتری به کاربرد مواد افزودنی و علف‌کش‌های بنتازون + اسیفلورفن و ایمازتاپیر در مقایسه با اندام‌های هوایی داشت. بطور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد روغن منداب و سیتوگیت باعث افزایش کارایی کنترل سلمه‌تره بوسیله بنتازون + اسیفلورفن و ایمازتاپیر می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پهن‌برگ، توانایی نسبی، دز مؤثر، گلخانه، مویان

### مقدمه

کنندگان مواد شیمیایی ناگزیر به تولید و مصرف مواد شیمیایی با تبعات زیست‌محیطی کمتر هستند (۳۲). با توجه به ممنوع شدن کاربرد بسیاری از مواد شیمیایی و همچنین ثابت شدن اثرات منفی ناشی از کاربرد بسیاری از کودها و سموم شیمیایی امروزه تلاش بسیاری در جهت افزایش کارایی مواد شیمیایی می‌شود. مقدار بسیار زیادی از آفت‌کش‌های شیمیایی مصرفی در کشاورزی نه تنها به محل هدف نرسیده بلکه به محیط‌ها و موجودات غیرهدف می‌رسند و باعث آسیب مستقیم و غیرمستقیم به موجودات غیر هدف مانند انسان‌ها، پرنده‌ها، جانوران و گیاهان آبی، زنبور عسل، شکارگرهای طبیعی آفات و غیره می‌شوند (۷، ۱۸ و ۲۰). علف‌کش‌ها بخش عمده‌ای از مواد شیمیایی مصرفی در کشاورزی را در دنیا به خود اختصاص داده‌اند و با توجه به اینکه مدیریت علف‌های هرز بیشتر معطوف به کاربرد علف‌کش‌ها است اخیراً تحقیقات زیادی در مورد علف‌کش‌ها انجام می‌شود (۲۴). یکی از مهم‌ترین راهبردها

یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید در بخش کشاورزی علف‌های هرز هستند که به دلیل رقابت برای فضا، آب، مواد غذایی و نور با گیاهان زراعی و باغی، منجر به کاهش تولید محصولات کشاورزی می‌شوند و جزء عوامل اصلی محدودکننده تولید محصولات زراعی می‌باشند (۳۰). رشد سریع جمعیت جهان نیاز به تولید مواد غذایی و در نهایت کشاورزی فشرده، تولیدکنندگان را وادار به استفاده از مواد شیمیایی کرده است. از طرفی دیگر با توجه به اثرات منفی زیست‌محیطی ناشی از کاربرد مواد شیمیایی، تولیدکنندگان و مصرف

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، دانشیار و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

\*- نویسنده مسئول: (Email: Hhamami@birjand.ac.ir)

DOI: 10.22067/jpp.v33i1.71439

علف کش مخلوط بنتازون+سیفلورفن (استورم<sup>۱</sup>) برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ معرفی شده است (۳۴). کارایی علف‌کش‌های پس‌رویشی به‌وسیله کاربرد مواد افزودنی افزایش می‌یابد بنابراین، امکان کاهش خطر عوارض جانبی و هزینه کاربرد علف‌کش‌ها فراهم می‌شود (۱). اثر علف‌کش‌های پس‌رویشی اغلب با کاربرد مواد افزودنی افزایش می‌یابد که سبب افزایش نگهداری و جذب علف‌کش‌ها روی سطح برگ می‌شود و این احتمالاً می‌تواند در بهینه‌کردن کنترل علف‌هرز تأثیر داشته باشد (۹). علف‌کش ایمازتاپیر<sup>۲</sup> از علف‌کش‌های بازدارنده استولکنات سینتاز بوده و خاصیت انتخابی دارد که برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ بکار می‌رود (۱۹ و ۳۴). گیاهان زراعی از طریق متابولیسم کردن ایمازتاپیر باعث ایجاد خاصیت انتخابی می‌شوند (۲۸).

سلمه‌تره علف هرزی متعلق به خانواده اسفناجیان<sup>۳</sup> و یکی از سمج‌ترین و مشکل‌سازترین علف‌های هرز جهان است (۱۱) و جوانه‌زنی آن نسبت به دیگر علف‌های هرز در دماهای پایین انجام می‌گیرد، از این رو به خاطر سبز شدن زود هنگام قبل از محصول زراعی دارای برتری رقابتی در شروع فصل است (۳۳). سلمه‌تره موجب کاهش عملکرد در بیش از ۴۰٪ محصول زراعی می‌گردد (۶). از این رو این آزمایش با هدف ارزیابی بهینه‌سازی کارایی علف‌کش بنتازون+سیفلورفن و ایمازتاپیر در نتیجه بهره‌گیری از مواد افزودنی در کنترل علف‌هرز سلمه‌تره در شرایط گلخانه‌ای، به‌منظور کاهش خطرات زیست‌محیطی و کاهش مصرف علف‌کش‌های بنتازون+سیفلورفن و ایمازتاپیر انجام شد.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کاربرد مواد افزودنی بر کارایی علف‌کش‌های بنتازون+سیفلورفن و ایمازتاپیر در کنترل سلمه‌تره دو آزمایش در پاسخ مجزا بصورت فاکتوریل بر اساس طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در پاییز سال ۱۳۹۵ اجرا شد. تیمار بکار رفته برای هر آزمایش شامل غلظت علف‌کش در هفت سطح (۰، ۲۵/۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه شده) و ماده افزودنی در سه سطح (روغن منداب، سیتوگیت و بدون روغن) بودند. به‌منظور توزیع مناسب روغن منداب در محلول پاشش علف‌کش و عدم تشکیل میسل، از امولسیون‌کننده سیتوگیت به مقدار ۵٪ حجمی استفاده شد. مواد افزودنی مورد استفاده به مقدار ۱۰ سی‌سی در لیتر (۱٪ حجم به حجم) به محلول علف‌کش‌ها قبل از پاشش افزوده شدند. به منظور استخراج روغن منداب از بذر

در جهت کاهش مصرف علف‌کش‌ها، بهینه‌سازی مصرف آن‌ها است که در این زمینه، مؤثرترین و زودبازده‌ترین روش‌ها برای بهینه‌سازی و کاهش مصرف علف‌کش‌ها، افزایش سطح دانش و آگاهی بهره‌برداران درباره علف‌کش‌ها و روش صحیح کاربرد آن‌هاست (۳۶). امروزه کاهش مصرف آفت‌کش‌ها و بویژه علف‌کش‌ها در برخی از کشورهای مانند سوئد، هلند و دانمارک توسط دولت به‌صورت اجباری اجرا می‌شود. بهبود کارایی علف‌کش‌ها با هدف کاهش اثرات زیست‌محیطی آن‌ها یا کاهش هزینه‌ها انجام می‌شود (۲).

اولین گام در تصمیم‌گیری برای مصرف بهینه علف‌کش‌ها، توجه به اقدامات پیشگیرانه از قبیل تناوب زراعی و کاشت ارقام دارای قدرت رقابتی بالا به‌منظور کاهش تلفات بالقوه ناشی از تداخل علف‌های هرز است. مرحله دوم ارزیابی ضرورت سم‌پاشی و تعیین مقدار علف‌کش مورد نیاز برای کنترل مطلوب علف‌های هرز است (۱۶). مقدار توصیه شده علف‌کش‌ها توسط کارخانه سازنده مقداری است که بتواند در طیف گسترده‌ای از شرایط محیطی، مرحله رشدی و طیف علف‌های هرز مختلف کارایی مناسب داشته باشد در نتیجه معمولاً شرکت سازنده به دلایل ذکر شده و همچنین سود بیشتر، گرایش به توصیه مصرف بیشترین مقادیر ممکن دارند. ولی کاربرد علف‌کش‌ها در مقدار توصیه شده، افزایش هزینه‌های تولید محصولات زراعی و آسیب به محیط‌زیست را در پی خواهد داشت. کاربرد علف‌کش‌ها در غلظت‌های مناسب، احتمال رسیدن آن‌ها به محل خارج از هدف را کاهش می‌دهد. عمده‌تأ کارایی هر علف‌کش به غلظت استفاده شده وابسته است و در بسیاری از موارد همین امر دلیل انتخابی بودن آن‌ها است. غلظت‌های ثبت شده برای کاربرد علف‌کش‌ها، اصولاً برای کنترل آن‌ها در شرایط متغیر محیطی و رشدی و تراکم‌های مختلف توصیه می‌شود و این مقدار ممکن است در شرایط محیطی باثبات (محیط دارای تنش کمتر)، شادابی علف‌های هرز و تراکم‌های پایین بیش از مقدار مورد نیاز لازم برای کنترل علف‌های هرز باشد (۳).

عوامل بسیاری بر کارایی علف‌کش‌ها تأثیر می‌گذارند که تحت کنترل کاربر نمی‌باشند و بخش عمده این عوامل مربوط به شرایط محیطی است که از این عوامل می‌توان گرمای، سرما، نور شدید، باد و غیره را نام برد. از این رو انتخاب ماده افزودنی و فرمولاسیون مناسب در این شرایط اهمیت ویژه‌ای دارد (۱۷). مواد افزودنی جهت بهبود نفوذ سموم با تغییر خصوصیات محلول علف‌کش و یا تغییر نفوذپذیری کوتیکول باعث افزایش کارایی علف‌کش‌ها می‌شوند (۳۶). با توجه به اثرات مخرب زیست‌محیطی و انسانی علف‌کش‌ها کاربرد مواد افزودنی از مهم‌ترین راهکارهای افزایش کارایی و کاهش مقدار کاربرد علف‌کش‌هاست.

- 1- Storm
- 2- Imazethapyr
- 3- Chenopodiaceae

مذکور استفاده شد

$$F(x, b, d, e, f) = c + \frac{d}{1 + \exp(b(\log(x) - \log(e)))} \quad (2)$$

به منظور مقایسه اثر اختلاف جابجاشدگی افقی (جابجا شدگی افقی، بیانگر نسبت بین مقادیر علف‌کشی است که منتهی به پاسخ یکسانی می‌شوند) منحنی‌های پاسخ به دز از توانایی نسبی که از رابطه زیر محاسبه می‌شود استفاده شد.

$$R = \frac{ED50_a}{ED50_b} \quad (3)$$

ED50a نشان‌دهنده دز مؤثر ۵۰ درصد برای تیمار علف‌کش بدون ماده افزودنی و ED50b نشان‌دهنده دز مؤثر ۵۰ درصد برای تیمار علف‌کش بعلاوه ماده افزودنی است. اگر R برابر ۱ باشد، علف‌کش با و بدون ماده افزودنی دارای توانایی نسبی یکسانی خواهند بود. اگر R بزرگ‌تر از ۱ باشد، استفاده از مواد افزودنی توصیه می‌شود چون کارایی افزایش می‌یابد و اگر کمتر از یک باشد کارایی علف‌کش در حضور ماده افزودنی کاهش می‌یابد (۱۲، ۲۶، ۲۷ و ۲۸).

## نتایج و بحث

### اثر مواد افزودنی بر کارایی بنتازون+اسیفلورفن در کنترل سلمه‌تره

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون آزمایش، وزن خشک اندام‌های هوایی سلمه‌تره به معادله سیگموئیدی چهار پارامتره مشاهده شد که در حضور روغن گیاهی منداب و میان معدنی سیتوگیت مقادیر پارامترهای ED50 به ترتیب ۵۳/۴۷۸ و ۵۳/۰۶۱ و ED90 به ترتیب ۶۰/۴۴۹ و ۱۰۷/۳۶۹ گرم ماده مؤثر در هکتار و در کاربرد علف‌کش بنتازون+اسیفلورفن به تنهایی، ED50 و ED90 به ترتیب برابر ۶۸/۹۱۴ و ۱۶۱/۷۶۰ بود. با توجه به داده‌های جدول ۱ مشاهده می‌شود که مقادیر بنتازون+اسیفلورفن مورد نیاز برای ایجاد اثر مشابه در شرایطی که مواد افزودنی بکار می‌رود کمتر از مقادیر علف‌کش بنتازون+اسیفلورفن مورد نیاز به تنهایی است. بنابراین این نتایج نشان‌دهنده افزایش کارایی علف‌کش بنتازون+اسیفلورفن در کنترل سلمه‌تره در حضور مواد افزودنی است. مقادیر کمی این افزایش کارایی را می‌توان در مقادیر بیان شده برای توانایی نسبی مشاهده کرد. از آنجایی که افزایش توانایی نسبی به بیش از یک نشان‌دهنده افزایش فعالیت علف‌کشی است بنابراین نتایج این آزمایش افزایش کارایی بنتازون+اسیفلورفن را در کنترل سلمه‌تره در حضور روغن منداب و سیتوگیت نشان می‌دهد. نتایج توانایی نسبی نشان داد که روغن منداب و سیتوگیت بر حسب وزن خشک اندام‌های هوایی کارایی علف‌کش بنتازون+اسیفلورفن را به ترتیب به اندازه ۱/۲۹ و ۱/۲۸ برابر بهبود داده است، به عبارتی دیگر یک کیلوگرم در هکتار علف‌کش بنتازون+اسیفلورفن به همراه روغن منداب و سیتوگیت به ترتیب

گیاه منداب به روش روغن‌گیری تحت فشار استفاده شد. ۴ هفته پس از اعمال تیمار، گیاهان از سطح خاک بریده شده و سپس به مدت ۷۲ ساعت در داخل آون با دمای ۷۵ درجه خشک شده و توزین شدند. ریشه‌ها نیز به وسیله شستشوی خاک گلدان‌ها به دقت جمع‌آوری شده و پس از ۷۲ ساعت قرار دادن در آون دارای دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد توزین شدند.

بذور سلمه‌تره به منظور کاهش آلودگی به صورت سطحی با هیپوکلریت سدیم ۵٪ تیمار شدند. به منظور خواب‌شکنی از تیمار اسیدسولفوریک (به مدت ۱ دقیقه) استفاده شد. سپس بذور به مدت ۱۰ دقیقه با آب شیر شسته شدند. پس از تیمار بذرها با اسید سولفوریک غلیظ، به منظور دستیابی به درصد سبز شدن بالا و یکنواختی رشد گیاهچه‌های علف هرز، بذرها ابتدا در سینی‌های کشتی حاوی پیت کشت شدند و به صورت روزانه آبیاری شدند. ۱۰ روز پس از سبز شدن سینی‌های کشت، گیاهچه‌های سبز شده به گلدان‌های ۲ لیتری حاوی خاک و خاک‌برگ منتقل شدند. ۱ هفته پس از انتقال گیاهچه‌ها گیاهان هر گلدان تا رسیدن به ۴ بوته در گلدان تنک شدند (۳۰ و ۳۲). گیاهان در مرحله ۳ تا ۴ برگی کامل با استفاده از سمپاش کتابی مدل ماتابی پلاس با نازل تی جت شماره ۸۰۰۲ تحت تیمار قرار گرفتند. سم‌پاش با حجم ۲۵۰ لیتر آب در هکتار و فشار ۲ بار کالیبره شد. دمای گلخانه به صورت دمای روزانه ۲۵±۳ و دمای شبانه ۱۵±۳ و رطوبت نسبی نیز ۴۵±۵ تنظیم شده بود.

### تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

از تکنیک وایزی غیرخطی با استفاده از بسته نرم‌افزاری drc در نرم‌افزار R (ver 2.13) برای تجزیه و تحلیل استفاده شده و از برازش معادله سیگموئیدی چهار پارامتری (معادله ۱) به زیست توده اندام‌های هوایی و ریشه استفاده شد و غلظت‌های علف‌کش برای ۵۰ و ۹۰ درصد بازدارندگی زیست توده (ED50 و ED90) محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش بکار گرفته شد (۲۵، ۲۶، ۲۷ و ۲۸).

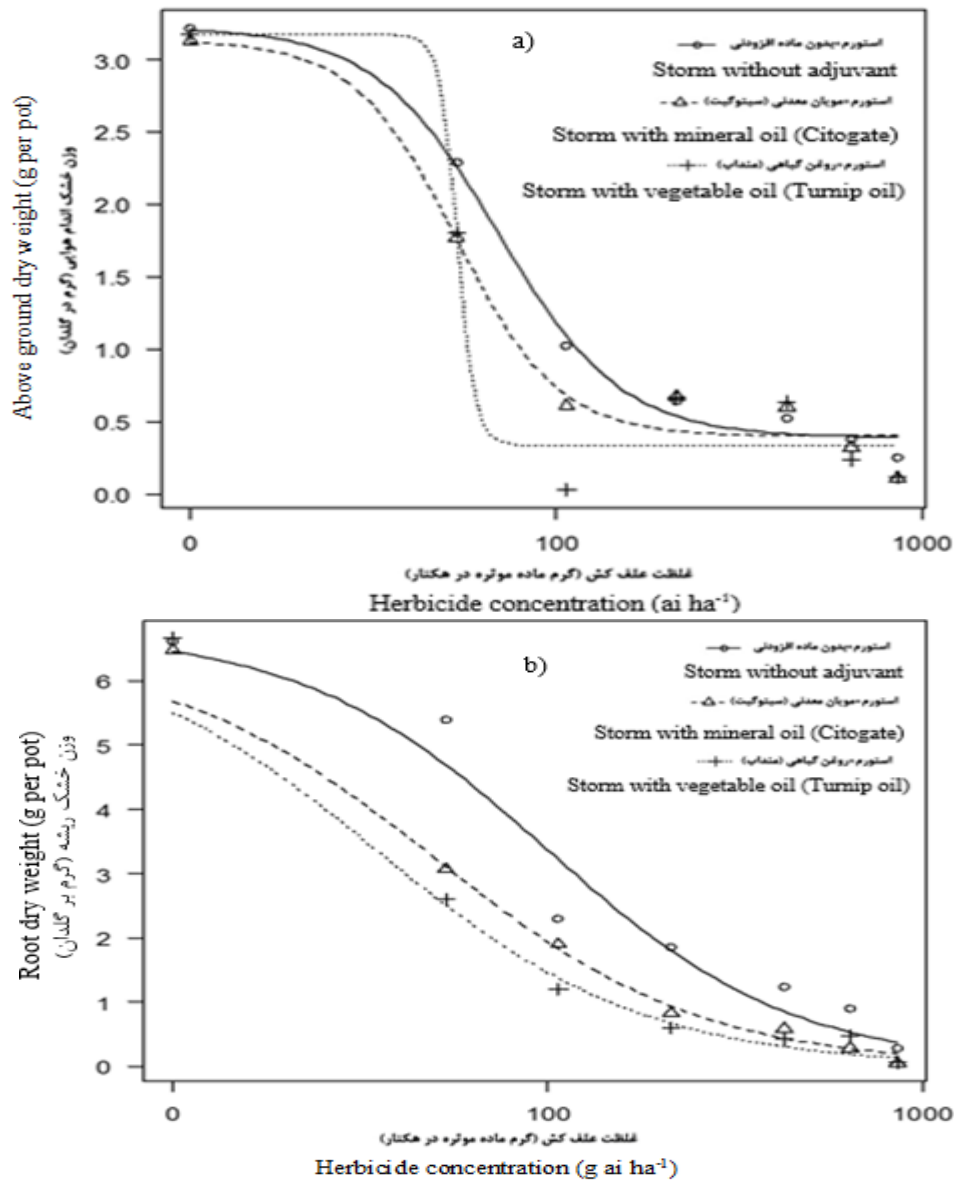
$$F(x, b, c, d, e) = c + \frac{d - c}{1 + \exp(b(\log(x) - \log(e)))} \quad (1)$$

در این معادله، b، شیب منحنی در نقطه e، c حد پایین منحنی تلفات ماده خشک (تلفات زیست توده وقتی که مقدار کاربرد علف‌کش حداکثر است)، e غلظتی از علف‌کش که باعث ۵۰ درصد بازدارندگی رشد می‌شود و d، حد بالای منحنی (زیست توده زمانی که مقدار کاربرد علف‌کش صفر است)، هستند. در مواردی که در معادله چهار پارامتری اثر پارامتر c از نظر آماری معنی‌دار نشد آنرا حذف و از معادله سه پارامتری لجستیک (معادله ۲) برای ارزیابی پاسخ زیست توده گیاه

1- Effective dose for inhibition of 50 % of plant growth

کنترل علف قناری توسط علف کش های کلودینافوپ پروپارژیل به مقدار ۱/۴۱، ۱/۴۰ برابر، سیکلوکسیدیم به مقدار ۱/۵۳، ۱/۳۸ برابر و دیکلوفوپ متیل به مقدار ۱/۴۴، ۱/۳۲ شد. نتایج این آزمایش همچنین نشان دهنده افزایش بیشتر کارایی علف کش های فوق در صورت کاربرد روغن های گیاهی زیتون و کرچک در مقایسه با مویان معدنی فریگیت بود (۲۶).

دارای کارایی برابر ۱/۲۹ و ۱/۲۸ کیلوگرم در هکتار از همین علف کش به تنهایی برای کنترل سلمه تره است. افزایش کارایی بنتازون+اسیفلورفن در کنترل سلمه تره در شکل ۱ (a) نیز با توجه به جابجایی افقی منحنی ها مشاهده می شود. نرم شدن، افزایش نفوذپذیری و همچنین حل شدن کوتیکول در نتیجه کاربرد روغن های گیاهی و مویان های معدنی منجر به افزایش نفوذ علف کش به داخل گیاه شده و در نتیجه باعث افزایش کارایی علف کش ها می شود (۱۰). کاربرد روغن های گیاهی زیتون و کرچک منجر به افزایش کارایی



شکل ۱- پاسخ وزن خشک اندام های هوایی (a) و ریشه (b) سلمه تره به کاربرد علف کش بنتازون+اسیفلورفن با و بدون مواد افزودنی

Figure 1- Above ground and Root dry weight response of *C. album* to applied Bentazon+Acifluorfen herbicide with and without adjuvants

جدول ۱- پارامترهای حاصل از برازش مدل‌های سه و چهار پارامتری سیگموئیدی بر داده‌های وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه سلمه‌تره و توانایی نسبی علف‌کش بنتازون+اسیفلورفن  
 Table 1- Parameters derived from fitting data by three and four parameters sigmoid models on above ground and root dry weight of *C. album* and relative potency of herbicide Bentazon+Acifluorfen

تیمارها Treatment	b	c	d	ED <sub>50</sub> Effect Dose <sub>50</sub>	ED <sub>90</sub> Effect Dose <sub>90</sub>	توانایی نسبی Relative potency
وزن خشک اندام‌های هوایی سلمه‌تره Above ground dry weight of <i>C. album</i>						
بنتازون+اسیفلورفن بدون ماده افزودنی Bentazon+Acifluorfen without adjuvant	2.575 (1.050)*	0.389 (0.158)	3.219 (0.253)	68.914 (10.571)	161.760 (62.335)	1
بنتازون+اسیفلورفن + روغن منداب Bentazon+Acifluorfen with turnip oil	17.928 (13.614)	0.336 (0.114)	3.168 (0.255)	53.478 (2.783)	60.449 (33.201)	1.29
بنتازون+اسیفلورفن + سیتوگیت Bentazon+Acifluorfen with Citogate	3.117 (2.307)	0.399 (0.151)	3.130 (0.254)	53.061 (7.288)	107.369 (54.271)	1.28
وزن خشک ریشه سلمه‌تره Root dry weight of <i>C. album</i>						
بنتازون+اسیفلورفن بدون ماده افزودنی Bentazon+Acifluorfen without adjuvant	1.323 (0.212)		6.761 (0.379)	98.568 (13.946)	518.739 (139.321)	1
بنتازون+اسیفلورفن + روغن منداب Bentazon+Acifluorfen with turnip oil	1.228 (0.380)		6.666 (0.393)	35.248 (10.628)	210.780 (3.602)	2.79
بنتازون+اسیفلورفن + سیتوگیت Bentazon+Acifluorfen with Citogate	1.227 (0.273)		6.472 (0.394)	49.655 (10.569)	297.227 (90.927)	1.98

\* اعداد داخل پرانتز نشان می‌دهد.  
 Data in parenthesis show standard error at 5% significance level.

علف کش ایمازتاپیر به تنهایی بود (جدول ۲) که نشان از افزایش کارایی علف کش ایمازتاپیر در شرایط کاربرد به همراه مواد افزودنی در کنترل علف هرز سلمه تره است. از سوی دیگر، توانایی نسبی حاصل از کاربرد علف کش ایمازتاپیر در حضور موپان های مذکور افزایش قابل ملاحظه ای یافت و با توجه به اینکه مقادیر توانایی نسبی در این آزمایش بیشتر از یک شده است نشان می دهد که این مواد افزودنی در افزایش کارایی علف کش ایمازتاپیر اثر مثبت دارد. یعنی نتایج توانایی نسبی نشان داد که روغن گیاهی منداب بر حسب وزن خشک اندام های هوایی کارایی علف کش ایمازتاپیر را به اندازه ۲/۱۳ برابر بهبود داده است، به عبارتی دیگر یک کیلوگرم در هکتار علف کش ایمازتاپیر به همراه روغن گیاهی منداب دارای یک کارایی برابر ۲/۱۳ کیلوگرم در هکتار از همین علف کش به تنهایی برای کاهش وزن خشک اندام های هوایی علف هرز سلمه تره است. شکل ۲ (a) منحنی های دز پاسخ را در حضور و عدم حضور مواد افزودنی نشان می دهد. جابه جاشدگی منحنی های تیمارهایی که در آن ها مواد افزودنی به کار برده شده نسبت به تیمارهای عدم کاربرد مواد افزودنی به سمت چپ به وسیله مواد افزودنی نشان دهنده افزایش کارایی ایمازتاپیر در کاهش زیست توده تولیدی توسط اندام های هوایی سلمه تره است. مشابه این نتایج توسط ایزدی دربندی و همکاران (۱۲) در مورد اثر کاربرد روغن های گیاهی بر افزایش کارایی علف کش های ایمازتابنمیتیل<sup>۱</sup> و سولفوسولفورون<sup>۲</sup> در کنترل یولاف وحشی گزارش شده است.

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون وزن خشک ریشه سلمه تره به معادله سیگموئیدی<sup>۳</sup> پارامتره نشان داد شد که در حضور روغن گیاهی منداب و موپان معدنی سیتوگیت مقادیر پارامترهای ED<sub>50</sub> به ترتیب ۴/۲۱۴ و ۵/۹۵۴ و ED<sub>90</sub> به ترتیب ۲۸/۷۱۲ و ۲۹/۷۹۶ گرم ماده مؤثر در هکتار در مقایسه با کاربرد علف کش ایمازتاپیر مقادیر ED<sub>50</sub> و ED<sub>90</sub> به ترتیب برابر ۹/۹۲۸ و ۳۳/۷۴۲ گرم ماده مؤثره در هکتار برای وزن خشک ریشه سلمه تره به طور قابل توجهی کمتر از کاربرد علف کش ایمازتاپیر به تنهایی بود (جدول ۲) که نشان از افزایش کارایی علف کش ایمازتاپیر در کنترل علف هرز سلمه تره است. از سوی دیگر، توانایی نسبی حاصل از کاربرد علف کش ایمازتاپیر در حضور موپان های مذکور افزایش قابل ملاحظه ای یافته است که نشان دهنده افزایش فعالیت ایمازتاپیر در کنترل سلمه تره است. نتایج توانایی نسبی نشان داد که روغن گیاهی منداب بر حسب وزن خشک ریشه کارایی علف کش ایمازتاپیر را تقریباً به اندازه ۲/۳۵ بهبود داده است. جابه جاشدگی منحنی های تیمارهایی که در آن ها مواد

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون آزمایش، وزن خشک ریشه سلمه تره به معادله سیگموئیدی سه پارامتره مشاهده شد که در حضور روغن گیاهی منداب و موپان معدنی سیتوگیت مقادیر پارامترهای ED<sub>50</sub> به ترتیب ۳۵/۲۴۸ و ۴۹/۶۵۵ و ED<sub>90</sub> به ترتیب ۲۱۰/۷۸۰ و ۲۹۷/۲۲۷ گرم ماده مؤثر در هکتار بود. در حالی که در کاربرد علف کش بنتازون+اسیفلورفن به تنهایی مقادیر ED<sub>50</sub> و ED<sub>90</sub> به ترتیب برابر ۹۸/۵۶۸ و ۵۱۸/۷۳۹ بود (جدول ۱) که نشان از افزایش کارایی علف کش بنتازون+اسیفلورفن در کنترل زیست توده تولیدی توسط ریشه سلمه تره است. نتایج توانایی نسبی نشان داد که روغن گیاهی منداب بر حسب وزن خشک ریشه کارایی علف کش بنتازون+اسیفلورفن را تقریباً به اندازه ۲/۷۹ برابر بهبود داده است، به عبارتی دیگر یک کیلوگرم در هکتار علف کش بنتازون+اسیفلورفن به همراه روغن گیاهی منداب دارای کارایی برابر ۲/۷۹ کیلوگرم در هکتار از همین علف کش به تنهایی برای کاهش وزن خشک ریشه سلمه تره است. جابه جایی افقی منحنی های پاسخ به غلظت در تیمارهای حاوی مواد افزودنی به سمت چپ نشان داده شده است (شکل ۱ (b)). سیتوگیت نیز منجر به افزایش ۱/۹۸ برابری کاهش وزن خشک تولیدی بوسیله ریشه سلمه تره در مقایسه با کاربرد بنتازون+اسیفلورفن به تنهایی شد. این نتایج می تواند بر حساسیت بیشتر ریشه سلمه تره در مقایسه با اندام های هوایی نسبت به کاربرد علف کش ها باشد.

از آنجا که علف کش بنتازون+اسیفلورفن تماسی و برگ مصرف است، انتقال آن از اندام های هوایی به ریشه بسیار کم بوده است. بنابراین مقادیر مورد نیاز برای کاهش زیست توده تولیدی توسط اندام های هوایی در سلمه تره در مقایسه با ریشه کمتر است. با این وجود مقادیر توانایی نسبی نشان از حساسیت زیاد ریشه به کاربرد مواد افزودنی با بنتازون+اسیفلورفن دارد به طوری که کاربرد مواد افزودنی باعث افزایش کارایی بیشتر در کاهش زیست توده تولیدی بوسیله ریشه در مقایسه با اندام های هوایی شده است. حساسیت بیشتر ریشه گیاهان به علف کش های مختلف گزارش شده است.

#### اثر مواد افزودنی بر کارایی ایمازتاپیر در کنترل سلمه تره

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون آزمایش، وزن خشک اندام های هوایی سلمه تره به معادله سیگموئیدی<sup>۳</sup> پارامتره مشاهده شد که در حضور روغن گیاهی منداب و موپان معدنی سیتوگیت مقادیر پارامترهای به ترتیب ED<sub>50</sub> به ترتیب ۸/۳۲۳ و ۱۳/۶۱۵ و ED<sub>90</sub> به ترتیب ۷/۴۵۸ و ۶۰/۶۵۷ گرم ماده مؤثر در هکتار بود در حالی که در کاربرد علف کش ایمازتاپیر به تنهایی مقادیر ED<sub>50</sub> و ED<sub>90</sub> به ترتیب برابر ۱۷/۷۹۸ و ۷۲/۵۴۶ بود. غلظت های ذکر شده در شرایط کاربرد مواد افزودنی به طور قابل توجهی کمتر از کاربرد

1- Imazamethabenz Methyl

2- Sulfosulfuron

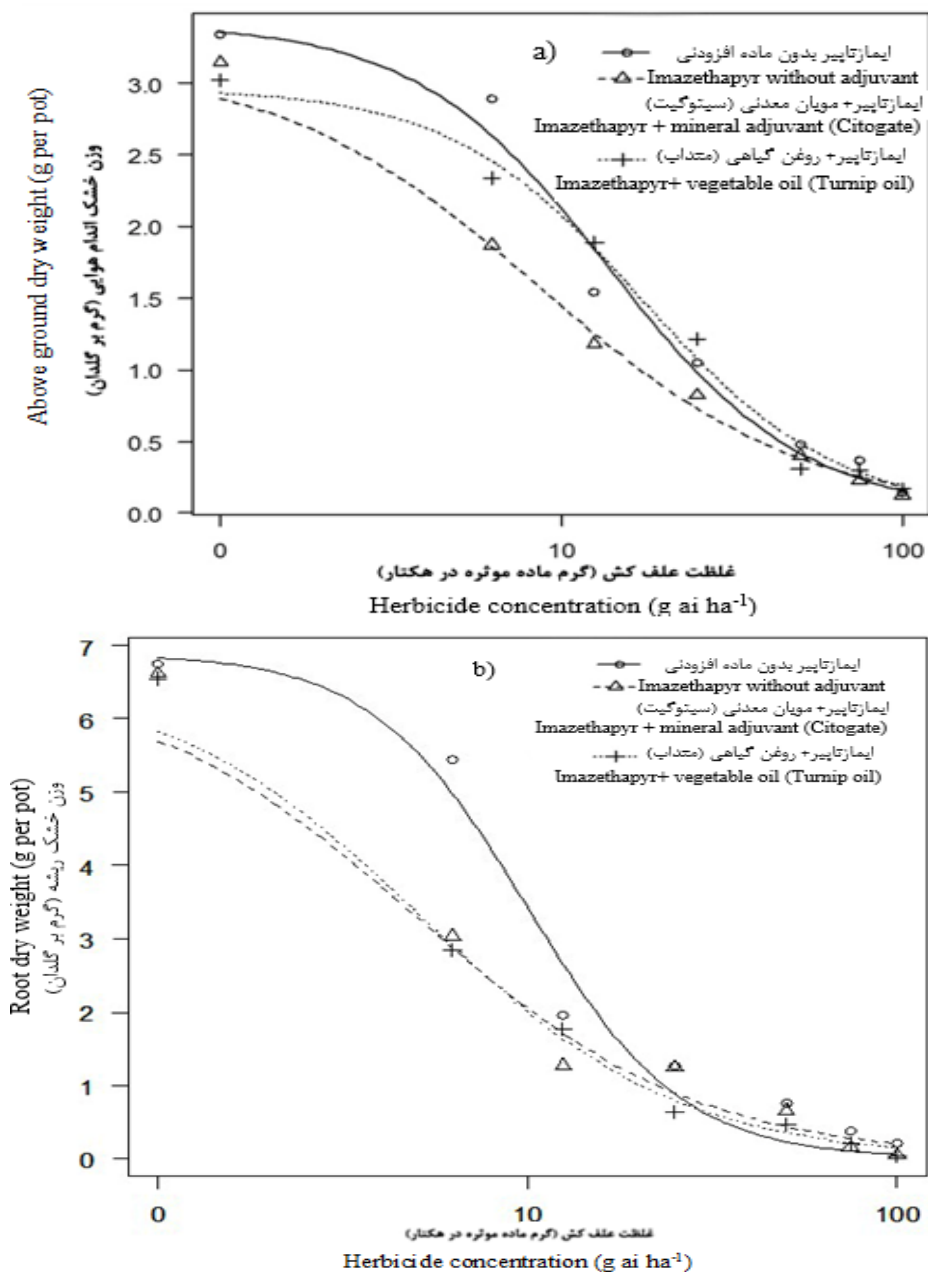
جدول ۲- پارامترهای حاصل از برازش داده‌ها مدل سه پارامتری لگاریتمی sigmoid وزن خشک اندام‌های هوایی سلمه‌تره و توانایی نسبی در تیمارهای مختلف علف‌کش ایمازتاپیر  
Table 2- Parameters derived from fitting data by three parameter sigmoid models on above ground and root dry weight of *C. album* and relative potency of herbicide Imazetapyr

تیمارها Treatment	b	d	ED <sub>50</sub> Effect Dose 50	ED <sub>90</sub> Effect Dose 90	توانایی نسبی Relative potency
وزن خشک اندام‌های هوایی سلمه‌تره Above ground dry weight of <i>C. album</i>					
ایمازتاپیر بدون ماده افزودنی Imazethapyr without adjuvant	1.528 (0.172)*	3.413 (0.142)	17.798 (1.344)	72.546 (12.285)	1
ایمازتاپیر + روغن منداب Imazethapyr with turnip oil	1.534 (0.204)*	2.965 (0.149)	8.323 (2.149)	7.458 (3.602)	2.13
ایمازتاپیر + سیتوگیت Imazethapyr with Citogate	1.125 (0.154)*	3.145 (0.149)	13.615 (1.284)	60.657 (13.936)	1.30
وزن خشک ریشه سلمه‌تره Root dry weight of <i>C. album</i>					
ایمازتاپیر بدون ماده افزودنی Imazethapyr without adjuvant	2.067 (0.463)	6.893 (0.361)	9.928 (0.953)	33.742 (7.260)	1
ایمازتاپیر + روغن منداب Imazethapyr with turnip oil	1.262 (0.289)	6.550 (0.377)	4.214 (1.126)	28.712 (8.659)	2.35
ایمازتاپیر + سیتوگیت Imazethapyr with Citogate	1.144 (0.264)	6.617 (0.376)	5.954 (1.174)	29.796 (10.755)	1.66

\* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد را نشان می‌دهد.  
Data in parenthesis show standard error at 5% significance level.

افزودنی به کار برده شده نسبت به تیمارهای عدم کاربرد مواد افزودنی به سمت چپ به‌وسیله مواد افزودنی نیز نشان می‌دهد که افزودن مواد افزودنی سبب افزایش کارایی علف‌کش شده است (شکل (b)). بر اساس مطالعات انجام شده بر روی روغن‌ها معلوم شده که در اثر حل کردن کوتیکول و نفوذپذیرتر کردن کوتیکول می‌توانند در جذب علف‌کش نقش مهمی داشته باشند، روغن گیاهی منداب نیز احتمالاً از این طریق توانسته در افزایش کارایی علف‌کش مورد مطالعه تأثیرگذار باشند. در مطالعات قبلی نیز عنوان شده است که مواد افزودنی (روغن‌های گیاهی) موجب کاهش کشش سطحی می‌شوند (۱۳). کاهش کشش سطحی قطره‌های پاشش موجب تولید قطره‌های کوچک‌تری می‌شود و به دلیل اینکه انرژی قطره‌های کوچک‌تر کمتر است، موجب نشست بیشتر پاشش و در نتیجه نشست بیشتر قطره‌های برخورد کرده با سطح برگ و کاهش زاویه تماس قطره با سطح هدف موجب افزایش کارایی فرمولاسیون می‌شود (۲۱). راشد محصل و همکاران (۲۷) در مورد اثر روغن‌های گیاهی بیان کردند که تخریب کوتیکول و یا حل شدن کوتیکول علف‌قناری به‌وسیله روغن‌های گیاهی در مقایسه با عمل کاهش دهنده کشش سطحی آن‌ها در بهبود کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل<sup>۱</sup> مؤثرتر می‌باشد. در بسیاری از مطالعات روغن‌های گیاهی را در گروه عوامل نفوذدهنده طبقه‌بندی کرده و دلیل اصلی افزایش کارایی علف‌کش‌ها در حضور روغن‌های گیاهی را مربوط به افزایش نفوذ از طریق افزایش ایجاد حالت نرمی، قابلیت ارتجاع و یا حل شدن موم کوتیکولی دانسته‌اند (۲۳ و ۳۰). پژوهش‌های انجام شده توسط راستگو و همکاران (۲۲) بر روی علف‌کش هالوکسی فوپ آر متیل برای کنترل خونی واش و همچنین شریعتمداری تهرانی و همکاران (۲۸) بر روی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل برای کنترل خونی واش نیز مشابه این نتایج را گزارش کردند و نشان دادند که کارایی علف‌کش‌های فوق توسط تمام روغن‌های بکار رفته در مقایسه با تیمار علف‌کش بدون روغن افزایش می‌یابد. کودسک (۱۵) نیز بیان کرد که به‌طور کلی کارایی علف‌کش‌ها با کاربرد روغن‌های گیاهی افزایش می‌یابد. بانتینگ و همکاران (۵) و گرین و بستمن (۸) بیان داشتند که روغن‌های گیاهی موجب کاهش تبخیر قطره می‌شوند و این امکان را برای قطره علف‌کش فراهم می‌کنند که در فاصله بین نازل و هدف، تبخیر کمتر رخ دهد. این عمل احتمالاً باعث کاهش فرار علف‌کش نیز می‌شود و قطره‌های بیشتری بر روی شاخساره گیاه نشست پیدا خواهند کرد. بنابراین دلایل مختلفی برای افزایش کارایی علف‌کش‌های مختلف در نتیجه کاربرد روغن‌های گیاهی بیان شده است که هر کدام می‌توانند دلیلی بر افزایش کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز در شرایط کاربرد آنها به همراه روغن‌های گیاهی باشد.

1- Clodinafop Propargyl



شکل ۲- پاسخ وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه سلمه‌تره به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با و بدون مواد افزودنی  
 Figure 2- Above ground and Root dry weight response of *C. album* to apply Imazethapyr herbicide with and without adjuvants



زیست‌محیطی ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها منجر به ضرورت بهبودسازی کاربرد می‌شود. نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد مواد افزودنی سیتوگیت و روغن منداب می‌تواند باعث افزایش کارایی کنترلی علف‌کش‌های بنتازون + اسیفلورفن و ایمازتاپیر در کنترل سلمه‌تره شود. این نتایج همچنین نشان داد که میزان واکنش و حساسیت زیست توده تولیدی ریشه در مقایسه با اندام‌های هوایی در انتهای دوره آزمایش بیشتر است. روغن منداب کارایی بیشتری را در کاهش زیست توده سلمه‌تره نسبت به کاربرد سیتوگیت داشت. به‌طور کلی می‌توان بیان داشت که کاربرد مواد افزودنی سیتوگیت و روغن منداب می‌تواند باعث کنترل مطلوب سلمه‌تره با استفاده کمتر از علف‌کش‌های بنتازون + اسیفلورفن و ایمازتاپیر گردد. البته با توجه به اینکه کارایی علف‌کش‌های بنتازون + اسیفلورفن و ایمازتاپیر در نتیجه حضور روغن منداب بیشتر از سیتوگیت بود و از طرفی دیگر روغن منداب از منابع تجدیدشونده و بدون عوارض زیست‌محیطی است توصیه به کاربرد این نوع روغن به‌عنوان ماده افزودنی می‌شود.

نتایج کارگر و همکاران (۱۴) نشان داد که کاربرد روغن‌های گیاهی منداب و کرچک با غلظت ۲٪ می‌تواند کارایی کنترلی علف‌کناری را به ۱/۵۵ و ۱/۶۸ برابر افزایش دهد. در آزمایشی دیگر کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل علف هرز یولاف و خردل وحشی توسط کاربرد روغن‌های معدنی<sup>۱</sup> افزایش یافت (۱). نتایج برخی پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که میزان تأثیر روغن‌های گیاهی به مرحله رشدی علف‌های هرز وابسته است. کاربرد بنتازون به همراه روغن‌های گیاهی در مرحله ۲ تا ۴ برگی منجر به بهبود کارایی در مقایسه با کاربرد در مرحله ۴ تا ۶ برگی می‌شود (۴). افزایش جذب و انتقال علف‌کش‌ها در نتیجه کاربرد مویان‌ها گزارش شده است. مویان‌های غیریونی، روغن بذری اصلاح شده و روغن گیاهی غلیظ می‌تواند باعث افزایش کارایی علف‌کش ایزوکسافلوتول از طریق افزایش جذب با حل کردن موم کوتیکولی و افزایش نفوذپذیری و انتقال با افزایش میزان علف‌کش منتقل شده به مسیرهای انتقال در گیاه شود (۳۵).

## نتیجه‌گیری

افزایش نیاز به تولید مواد غذایی از یک‌سو و عوارض

## منابع

- Aliverdi A., Rashed Mohassel M.H., Zand E., and Nassiri Mahallati M. 2009. Increased foliar activity of clodinafop propargyl and/or tribenuron-methyl by surfactants and their synergistic action on wild oat (*Avena ludoviciana*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Weed Biology and Management* 9: 292-299.
- Barros J.F.C., Basch G., and Carvalho M. 2007. Effect of reduced doses of a post-emergence herbicide to control grass and broad-leaved weeds in no-till wheat under Mediterranean conditions. *Crop Protection* 26: 1538-1545.
- Barroso J., Ruiz D.C., Escribano L., and Fernandez-Quintanilla C. 2009. Comparison of three chemical control strategies for *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*. *Crop Protection* 28: 393-400.
- Bellinder R.R., Arsenovic M., Shah D.A., and Rauch B.J. 2003. Effect of weed growth stage and adjuvant on the efficacy of fomesafen and bentazon. *Weed Science* 51: 1016-1021.
- Bunting J.A., Sprague C.L., and D.E. Riechers. 2004. Proper adjuvant selection for foramsulfuron activity. *Crop Protection* 23: 361-366.
- Crook T.M., and Renner K.A. 1990. Common lambsquarter (*Chenopodium album*) competition and time of removal in soybean. *Weed Science* 38: 358-364.
- Frotan Y. 1993. Safety and hygiene in the production and consumption of agricultural pesticides. Motarjem Press.
- Green J.M., and Beestman G.B. 2007. Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. *Crop Protection* 26: 320-327.
- Hatzios K.K., and Penner D. 1985. Interaction of herbicides with other agrochemical in higher plants. *Review of Weed Science* 1: 1-63.
- Hazen J.L. 2000. Adjuvants terminology, classification, and chemistry. *Weed Technology* 14: 773-784.
- Holm L.G., Pluknett D.L., Pancho J.V., and Herberger J.P. 1977. *The World's Worst Weeds*. Honolulu, HI: The University Press of Hawaii, 609pp.
- Izadi-Darbandi E., Aliverdi A., and Hammami H. 2013. Behavior of vegetable oils in relation to their influence on herbicides' effectiveness. *Industrial Crops and Products* 44: 712-717.
- Jinxia S. 1996. Characterization of organosilicone surfactants and their on sulfonylurea herbicide activity. Approved: Foy CLC, Grayson RL, Hatzios KK, Hess JL and Orect DM. Blacksburg. Virginia.

- 14- Kargar M., Rashed-Mohassel M.H., Nezami A., and Izedi Darbandi E. 2011. Optimizing efficacy of Clodinafoppropargyl and Mesosulfuron-Iodosulfuron by adjuvants on littleseed canary grass (*Phalaris minor* Retz.). MSc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English abstract)
- 15- Kudsk P. 1992. The effect of adjuvants on the rainfastness of thifensulfuron and tribenuron. In: Adjuvants for Agrichemicals (ed. CL Foy), 441±8. CRC Press, Boca Raton, FL, USA
- 16- Kudsk P. 2008. Optimising herbicide dose: a straightforward approach to reduce the risk of side effects of herbicides. *Environmentalist* 28: 49–55.
- 17- Kudsk P., and Mathiassen S.K. 2007. Analysis of adjuvant effects and their interactions with variable application parameters. *Crop Protecion* 26: 328-334.
- 18- Kudsk P., and Streibig J.C. 2003. Herbicides – a two-edged sword. *European Weed Research Society Weed Research* 43: 90–102.
- 19- Morteza Pour H., Ovissi M., Wazan S., and Zand A. 2009. Modeling on interactions of imazetapyr herbicide and planting density on soybean yield. *Iranian Journal of Weed Knowledge* 6(2): 1-11.
- 20- Monaco T.J., Weller S.C., and Ashton F.M. 2002. *Weed Science: Principles and Practices*. 4th ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- 21- Penner D. 2000. Activator adjuvant. *Weed Technology* 14: 785-791.
- 22- Rastgoo M., Kargar M., and Asadollahi H. 2015. Investigating the possibility of decreasing the use of haloxyfop-R-methyl ester herbicides using vegetable oils in Canary grass control (*Phalaris minor* Retz). *Agriculture Journal* 106: 161-153.
- 23- Ramsey R.J.L., Stephenson G.R., and Hall J.C. 2005. A review of the effects of humidity, humectants, and surfactant composition on the absorption and efficacy of highly water-soluble herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 82: 162–175.
- 24- Rashed Mohassel M.H., and Husseini S.A. 2008. Expanding the context of weed management. Ferdowsi University of Mashhad Press.
- 25- Rashed- Mohassel M.H., Rastgo M., Mousavi S.K., Valiollahpour R., and Haghighi A. 2006. Principles of weed science (translation). Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian)
- 26- Rashed-Mohassel M.H., Aliverdi A., Hamami H., and Zand E. 2010. Optimizing the performance of diclofopmethyl, cycloxydim, and clodinafop-propargyl on littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) and wild oat (*Avenaludoviciana*) control with adjuvants. *Weed Biology and Management* 10: 57–63.
- 27- Rashed-Mohassel M.H., Aliverdi A. and Rahimi S. 2011. Optimizing dosage of sethoxydim and fenoxaprop-ethyl with adjuvants to control wild oat. *Industrial Crops and Products* 34: 1583-1587.
- 28- Saremi H., and Zand E. 2003. Fungi and biological control pests, pathogens, herbs. Zanzan University Publication, 142.
- 29- Shariatmadari Tehrani M., Nabavi Kalat S.M., Bazobindi M.F., Hammami H., and Ali Verdi A. 1393. Optimization of clodinafop efficiency in control of canary grass (*Phalaris minor* Retz) by vegetable oils. *Journal of Plant Protection (Science and Technology of Agriculture)* 28: 183-171.
- 30- Sharma S.D., and Singh M. 2000. Optimizing foliar activity of glyphosate on *Bidens frondosa* and *Panicum maximum* with different adjuvant types. *Weed Research* 40: 523-533.
- 31- Steinbauer G.P., and Grigsby B. 1959. Methods of obtaining field and laboratory germination of seeds of bindweeds, lady's thumb, and velvetleaf. *Weeds Science* 7: 41-46.
- 32- Stenersen J. 2004. Chemical pesticides: mode of action and toxicology. CRC Press. [www.crcpress.com](http://www.crcpress.com).
- 33- Weaver S.E., Tan C.S., and Brain P. 1988. Effect of temperature and soil moisture on time of emergence oftomatoes and four weed species. *Canadian Journal of Plant Science* 68: 877–886.
- 34- WSSA Herbicide Handbook, 7<sup>th</sup> ed. 1994. Champaign, IL: Weed Science Society of America. 313p.
- 35- Young B.G., and Hart S.E. 1998. Optimizing foliar activity of isoxaflutole on giant foxtill (*Setaria faberi*) with various adjuvants. *Weed Science* 46: 397-402.
- 36- Zand E., Mousavi S.K., and Heidari A. 2008. Herbicides and their application methods with optimization approach and reduce consumption. Jihad, Mashhad University Press. (In Persian)

## Optimizing the Performance of Bentazon+Acifluorfen and Imazethapyr on *Chenopodium album* L. (Common Lambsquarter) Control by Adjuvants

S. Abu-ali<sup>1</sup> - S. Mahmoodi<sup>2</sup> - H. Hammami<sup>3\*</sup>

Received: 29-04-2018

Accepted: 30-01-2019

**Introduction:** Weed management is one of the most important aspects of successful crop production for supplying food for the rising population. *Chenopodium album* L. (common lambsquarter) is among the most noxious weeds in the world due to its superior biology and tremendous ecological adaptations. It causes substantial yield losses in different field crops including potato, tomato, soybean, alfalfa, watermelon, sugar beet, and so on. Therefore, management of *C. album* L. is crucial for optimum crop production. Chemical management is a very relevant method for controlling *C. album*. For decreasing costs of production, adverse and edge effects of the herbicide, optimizing herbicides performance is very essential. It seems that the use of adjuvants is the best solution method to achieve optimizing herbicides performance. Using a proper adjuvant may be affected the performance and fate of herbicide in the environment and finally may be restrict introduced to the food chain. Therefore, using proper adjuvants known as a key point in adjuvants applying technology. This study was conducted for evaluating adjuvants effects on *C. album* control by Bentazon+Acifluorfen and Imazethapyr herbicides.

**Materials and Methods:** In order to study the effects of adjuvants on the performance of Bentazon+Acifluorfen and Imazethapyr on *C. album* control two separated experiments as factorial based on completely randomized design were conducted in the research greenhouse of Faculty of Agriculture, University of Birjand in 2016. Treatments included herbicide concentration at seven levels (0, 6.25, 12.5, 25, 50, 75 and 100 % of recommended dose) and adjuvant at three levels (turnip oil, citogate and without adjuvants) with four replications. For increasing seed germination and breaking seed dormancy of *C. album*, the seeds treated by sulfuric acid for 1 min, and then seeds washed with tap water for 10 min. Then the seeds were sown in potting trays (3 cm × 3 cm × 5 cm) filled with moistened peat. One week after sowing, at the one-leaf seedlings stages, they were transplanted to 2-L plastic pots filled with a mixture of sand, clay loam soil, and peat (1:1:1; v/v/v). The pots were sub-irrigated every two days. The seedlings were thinned to four per pot at the two-leaf stage. The spray was done at the four-leaf stage (Four weeks after sowing) by using a chargeable sprayer equipped with an 8002 flat fan nozzle tip delivering 250 L ha<sup>-1</sup> at 2 bar spray pressure. Four weeks after spraying, the above ground tissue and roots of plant were harvested, oven dried and weighted.

**Results and Discussion:** The results of these experiments showed that the use of additives, especially turnip oil, increased the efficacy of Bentazon+Acifluorfen and Imazethapyr herbicides in control of *C. album*. Turnip oil and citogate increased the efficiency of Bentazon+Acifluorfen and Imazethapyr in reducing the production of by *C. album* above ground tissue 1.29, 1.28, 2.13, and 1.30 times, respectively. However, these values were equal to 2.79, 1.98, 2.35, and 1.66 times for reducing the root biomass of *C. album*. The results of this study also showed that the root was more susceptible to herbicides in the presence of adjuvants. Increasing Bentazon+Acifluorfen and Imazethapyr herbicides concentrations led to decreased dry biomass produced by *C. album*. Turnip oil compared to citogate showed high efficiency for improving Bentazon+Acifluorfen and Imazethapyr performance. The results of this study showed a similar trend with other scientific reports including Rashed mohassel et al (26) that reported the high efficiency of herbicides for controlling canary grass (*Phalaris minor* Retz.) in the presence of vegetable oils compared with mineral oils.

**Conclusion:** The result of this study showed different response of Bentazon+Acifluorfen and Imazethapyr to turnip oil and Citogate adjuvants. Therefore, applied proper herbicide adjuvant is a key factor in chemical weed management because this factor reduces herbicide rates for similar weed response. Using proper adjuvants may

1, 2 and 3- Former M.Sc. Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran, Respectively  
(\*- Corresponding Author Email: Hhammami@birjand.ac.ir)

be increased herbicide performance more than other adjuvants. Moreover, results of these experiments revealed that root response was more than above ground tissue response to Bentazon+Acifluorfen and Imazethapyr herbicides in the presence of adjuvants.

**Keywords:** Adjuvants, Broadleaf, Effective dose, Greenhouse, Relative potency