نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص. ۳۵۴-۳۴۵

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 3, Fall 2019, P. 345-354

ارزیابی تأثیر روغن‌های گیاهی بر بهبود کنترل قیاق (*Sorghum halepense* L.) توسط ستوکسیدیم

حسین حمامی[1*]- سید سجاد محمودی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۴

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر کاربرد روغن‌های گیاهی بر کارایی ستوکسیدیم در کنترل قیاق آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۶ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. تیمارها شامل غلظت ستوکسیدیم در شش سطح (۰، ۴۶/۸۷۵، ۹۳/۷۵، ۱۸۷/۵ ، ۲۸۱/۲۵ و ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) و نوع ماده افزودنی گیاهی در ۸ سطح شاهد (بدون روغن گیاهی) و روغن‌های گیاهی ذرت، زیتون، هسته انگور، زیره، سیاه‌دانه، نعناع و آفتابگردان بودند. نتایج حاصل از برازش داده‌های اندازه‌گیری شده به مدل سه پارامتری لجستیک نشان داد که غلظت مؤثر ۵۰ درصد برای تمام صفات اندازه‌گیری شده در حضور روغن‌های گیاهی در مقایسه با کاربرد ستوکسیدیم بدون روغن گیاهی کاهش یافت که نشان‌دهنده بهبود کارایی ستوکسیدیم در کنترل قیاق است. توانایی نسبی محاسبه‌شده در حضور روغن‌های گیاهی ذرت، زیتون، هسته انگور، زیره، سیاه‌دانه، نعناع و آفتابگردان برای ارتفاع گیاه به ترتیب ۱/۳۰، ۱/۵۷، ۱/۱۸، ۱/۲۳، ۱/۲۷، ۱/۲۴ و ۱/۰۷ برابر، وزن تازه اندام هوایی به ترتیب ۳/۷۵، ۱/۴۹، ۱/۵۷، ۳/۵۲، ۲/۹۳، ۱/۸۱، و ۱/۵۸ برابر، وزن خشک اندام هوایی به ترتیب ۲/۶۳، ۱/۳۰، ۱/۳۵، ۲/۵۷، ۱/۹۹، ۱/۴۸ و ۱/۸۶ برابر، وزن خشک اندام‌های زیرزمینی به ترتیب ۲/۲۱، ۱/۲۷، ۱/۴۸، ۲/۰۹، ۱/۶۷، ۱/۸۲ و ۱/۷۱ برابر، و حجم اندام‌های زیرزمینی به ترتیب ۱/۷۴، ۱/۵۶، ۱/۵۵، ۲/۱۳، ۱/۵۸، ۱/۳۸ و ۱/۴۱ برابر بود. بنابراین کاربرد روغن‌های گیاهی به همراه ستوکسیدیم باعث بهبود کارایی شده و می‌تواند منجر به کاهش ورود این علف‌کش به محیط زیست و همچنین کاهش خطر انتقال به محل غیر هدف گردد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، توانایی نسبی، حجم اندام‌های زیرزمینی، علف‌کش، ماده افزودنی

مقدمه

نیاز روزافزون به مواد غذایی را می‌توان تا حدودی با مدیریت عوامل کاهنده تولید محصولات کشاورزی نظیر علف‌های هرز تأمین نمود (۸). افزایش جمعیت در کشورهای جهان سوم و در حال توسعه بیشتر از کشورهای توسعه یافته است در حالی‌که میزان کاهش عملکرد محصولات کشاورزی در کشورهای توسعه‌یافته حدود ۱۰ درصد و در کشورهای جهان سوم و در حال توسعه حدود ۲۵ درصد است (۱۸). در میان عوامل کاهش‌دهنده عملکرد علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها به ترتیب ۳۴، ۱۸ و ۱۶ درصد سهم دارند (۱۴). بنابراین با توجه به اهمیت اثرات منفی علف‌های هرز بر تولید محصولات کشاورزی، مدیریت مناسب و مطلوب علف‌های هرز راهکار مناسبی برای تامین غذای مورد نیاز جمعیت در حال افزایش به ویژه در کشورهای جهان سوم و در حال توسعه است (۸).

قیاق (*Sorghum halepense*) گیاهی چندساله، دارای ریزوم و متعلق به خانواده غلات است که به دلیل توانایی بالا در تکثیر بوسیله بذر و اندام‌های رویشی تکثیر شونده (ریزوم) به عنوان گیاه هرز بسیار سمج و مشکل‌ساز شناخته شده است (۱۲). قیاق در ابتدا به عنوان علوفه در اوایل قرن نوزدهم میلادی در آمریکا مورد کشت و کار قرار گرفت ولی این گیاه از کنترل خارج شده و به صورت علف هرز سمج و بسیار مشکل‌ساز مطرح شد (۱۲). قیاق به دلایلی همچون توانایی تولید و پراکنش بذر و ریزوم، سرعت رشد زیاد (گیاه چهار کربنه)، خواب بذر و طول عمر زیاد بذر، قدرت رقابت بالا برای آب، نور و مواد غذایی، و دگرآسیبی باعث ایجاد اختلال در تولید محصولات مختلف کشاورزی می‌شود (۱۲ و ۱۵). بطوری‌که اکنون به عنوان یکی از ۱۰ گونه علف‌هرز سمج و مشکل‌ساز دنیا شناخته شده است (۱۲). قیاق در بیش از ۳۰ محصول زراعی مختلف مانند آفتابگردان (۱۶)، برنج (۲۵)،

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و دانش آموخته کارشناسی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: Hhammami@birjand.ac.ir)
DOI: 10.22067/jpp.v33i3.81660

جو (۶)، گندم (۷)، سورگوم (۱۷)، ذرت (۳) و غیره در بیش از ۵۳ کشور دنیا به عنوان علف‌هرز بسیار سمج و مشکل‌ساز که باعث کاهش شدید تولید محصول می‌گردد شناخته شده است (۱۲). قیاق در تولید محصولات کشاورزی اختلال ایجاد می‌کند بطوری‌که می‌تواند باعث نابودی کامل مزرعه و خسارت ۱۰۰ درصدی به عملکرد گیاه زراعی گردد (۳). علاوه بر همه این موارد قیاق به عنوان گیاهی پرخطر از نظر بروز مقاومت به علف‌کش‌ها شناخته شده است که باعث بروز مشکلاتی همچون افزایش مصرف و کاهش کارآیی علف‌کش‌ها، افزایش هزینه مدیریت علف‌های هرز و همچنین افزایش خطر آلودگی اکوسیستم‌ها می‌گردد (۱۲). بنابراین با توجه به مشکلاتی که توسط قیاق برای تولید محصولات مختلف ایجاد می‌شود، مدیریت مناسب این گیاه بسیار ضروری است.

روش‌های بسیار متنوعی نظیر مدیریت زراعی، مکانیکی و فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی به منظور مدیریت علف‌های هرز مورد استفاده قرار می‌گیرند که یکی از مهم‌ترین روش‌ها، مدیریت شیمیایی است (۲۱ و ۳۰). با توجه به مشکلات مختلف ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها و همچنین نتایج برخی تحقیقات که حاکی از این است که کمتر از ۰/۱ درصد از علف‌کش‌های مورد استفاده به جایگاه عمل واقعی می‌رسند و در واقع سهم بسیار زیادی از این مواد به محل‌های غیر هدف می‌رسند بنابراین بهینه‌سازی کاربرد علف‌کش‌ها بسیار ضروری است (۲۱ و ۳۰).

از جمله علف‌کش‌هایی که به منظور کنترل قیاق در چغندر قند، آفتابگردان و پنبه می‌توان به ستوکسیدیم[1]، هالوکسی فوپ[2]، فلوآزیفوپ پی[3] و در سویا به هالوکسی فوپ، کویزالوفوپ[4]، فلوآزیفوپ پی و کلوپیروکسیدیم[5] و غیره اشاره کرد (۵ و ۱۰). اگر چه استفاده از مدیریت شیمیایی برای قیاق در کنار سایر روش‌های مدیریت بسیار ضروری است اما ضروری‌تر، انتخاب علف‌کش مناسب، تناوب در کاربرد علف‌کش‌ها، استفاده از غلظت‌های مناسب، کاربرد لکه‌ای و بهینه‌سازی کاربرد است. یکی از ساده‌ترین و راحت‌ترین روش‌ها برای افزایش کارآیی کاربرد علف‌کش‌ها استفاده از مواد افزودنی مناسب است (۱۳). روغن‌های گیاهی به عنوان ترکیبات طبیعی با سمیت کم که در محیط سریع تجزیه می‌شوند کاربرد گسترده‌ای به عنوان ماده افزودنی، برای بهبود کارآیی علف‌کش‌ها دارند (۱۳). نتایج آزمایش‌های بسیاری نشان داده است که کارآیی کنترلی علف‌های هرز بوسیله علف‌کش‌ها در حضور روغن‌های گیاهی بهبود می‌یابد (۹، ۱۱، ۱۳، ۲۰، ۲۳ و ۲۴). با توجه به اهمیت کنترل قیاق در محصولات مختلف بویژه سویا و همچنین ضرورت افزایش کارآیی کنترلی توسط علف‌کش‌ها، این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر کاربرد روغن‌های گیاهی بر کارآیی ستوکسیدیم در کنترل قیاق انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۶ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل غلظت علف‌کش ستوکسیدیم (نابو اس، امولسیون ۱۲/۵ درصد، شرکت سازنده بسف آلمان[6]) در شش سطح (۰، ۴۶/۸۷۵، ۹۳/۷۵، ۱۸۷/۵ ، ۲۸۱/۲۵و ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به ترتیب معادل ۰، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه‌شده) و نوع ماده افزودنی گیاهی در ۸ سطح شاهد (بدون روغن گیاهی) و روغن‌های گیاهی ذرت، زیتون، هسته انگور، زیره، سیاه‌دانه، نعناع و آفتابگردان بودند.

به منظور جلوگیری از حمله عوامل بیماریزای گیاهی، ضد عفونی سطحی بذور توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد و به مدت ۵ دقیقه صورت گرفت. به منظور ارزیابی زنده بودن و یا مرده بودن بذرها، تست تترازولیوم بر روی ۱۰۰ عدد از بذرها انجام شد که نتیجه آن زنده بودن ۹۸ درصد بذرها بود. سپس برای تعیین وجود یا عدم وجود خواب بذر قیاق آزمایشی در پتری دیش انجام شد و پس از مشاهده درصد جوانه‌زنی حدود ۸ درصد، تیمار خواب شکنی انجام شد. به منظور خواب شکنی بذور، بذور قیاق را به مدت ۳/۵ دقیقه در اسید سولفوریک قرار داده و سپس با آب مقطر به مدت ۱۰ دقیقه شسته و سپس در سایه خشک شدند (۲). با این روش جوانه زنی بذرها به حدود ۸۵ درصد رسید. بذور تیمار شده درون سینی‌های کشت حاوی پیت کاشته شدند. سپس سینی‌های کشت به گلخانه با دمای ۳۰ درجه روز و ۱۵ درجه شب منتقل شدند. آبیاری سینی‌های کشت به‌صورت مداوم و هر ۲ روز یک‌بار انجام شد. پس از ۲ هفته گیاهچه‌های رشد یافته به درون گلدان‌های ۲ لیتری حاوی خاک (دارای بافت لومی شنی) و خاک‌برگ با نسبت ۱:۱ منتقل شدند. آبیاری بر اساس نیاز گیاه و هر ۲ روز یک‌بار با آب شیر انجام شد. گیاهچه‌های هر گلدان طی دو مرحله (یک و دو هفته پس از انتقال گیاهچه‌ها) تنک شده و به چهار گیاه در هر گلدان کاهش داده شدند.

در مرحله چهار برگی کامل سمپاشی به کمک سمپاش پشتی شارژی ماتابی مجهز به نازل بادبزنی یکنواخت ۸۰۰۲ که دارای خروجی ۲۵۰ لیتر در هکتار در فشار ۲ بار بود انجام شد. دما و رطوبت نسبی گلخانه در طول آزمایش ۴ ± ۳۰ درجه سانتی‌گراد و ۴ ± ۴۰ درصد و در زمان سمپاشی به ترتیب ۲۶ درجه و ۳۸ درصد بودند. به

1- Sethoxydim
2- Haloxyfop
3- Fluazifop-P
4- Quizalofop
5- Cloproxydim
6- Nabo-S 12.5% EC, BASF, Germany

منظور بهبود تعلیق روغن‌ها در محلول آبی بویژه در تیمارهای بدون علف‌کش (شاهد دارای روغن) به هر کدام از روغن‌های گیاهی ۱۰ درصد امولسیون‌کننده سیتوگیت (شرکت پارس زرنگاران، ایران) اضافه شد. چهار هفته پس از سمپاشی ارتفاع گیاهان در هر گلدان اندازه‌گیری شد و سپس گیاهان از سطح خاک برداشت‌شده و بلافاصله وزن تازه آن‌ها به‌وسیله ترازوی ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها به آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل شده و سپس مجدداً توزین شدند. اندام‌های زیرزمینی (ریشه‌ها و ریزوم‌ها) به دقت با شستشو از خاک از هر گلدان جداشده و سپس حجم اندام‌های زیرزمینی (به‌وسیله غوطه‌وری در استوانه مدرج حاوی آب و تعیین اختلاف حجم آب قبل و بعد از غوطه‌وری) (۱) اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری حجم اندام‌های زیرزمینی، در سایه آب ناشی از اندازه‌گیری حجم اندام‌های زیرزمینی خارج شده و به صورت سطحی خشک شدند. سپس نمونه‌های حاوی اندام‌های زیرزمینی به آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل شده و سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد.

از داده‌های کل وزن تازه و خشک اندام هوایی و اندام‌های زیرزمینی قیاق در هر گلدان برای برازش منحنی‌های دز پاسخ استفاده شد. پاسخ وزن تازه و خشک اندام هوایی و اندام‌های زیرزمینی بوسیله روش وایازی غیرخطی و با استفاده از نرم‌افزار R آنالیز شده و پارامترهای معادله برازش شده ارائه شدند. تمامی داده‌های هر کدام از صفات به‌طور همزمان با مدل سه پارامتری لجستیک زیر (معادله ۱) برازش داده شدند.

$$U_{ij} = \frac{D}{1+\exp\left[b_i\left(\log(x)-\log(ED_{50})\right)\right]} \qquad (۱)$$

در این معادله، U_{ij} بیانگر ارتفاع، وزن تازه یا خشک اندام هوایی و اندام‌های زیرزمینی و حجم اندام‌های زیرزمینی، D حد مجانب بالا ارتفاع، وزن تازه و خشک اندام هوایی و اندام‌های زیرزمینی و حجم اندام‌های زیرزمینی در مقادیر صفر علف‌کش، b_i شیب منحنی در محدوده ED_{50}، x غلظت‌های علف‌کش ستوکسیدیم در مقیاس لگاریتمی و ED_{50} غلظتی از علف‌کش ستوکسیدیم است که منجر به کاهش ۵۰ درصد ارتفاع، وزن تازه و خشک اندام هوایی و اندام‌های زیرزمینی و همچنین حجم اندام‌های زیرزمینی علف‌هرز قیاق می‌شود، می‌باشند (۲۶).

سپس مقادیری از ستوکسیدیم بدون روغن و به همراه روغن گیاهی که موجب پاسخ یکسانی شده بودند با استفاده از معادله ۲، که توانایی نسبی نامیده می‌شود، مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفتند (۹، ۱۱، ۱۳، ۲۲ و ۲۶).

$$R = ED_{50S} / ED_{50s+v}\,;\, R \le 1 \le R \qquad (۲)$$

در این معادله، ED_{50s} و ED_{50s+v} به ترتیب نشانگر مقداری از علف‌کش ستوکسیدیم خالص و به همراه هر یک از روغن‌های گیاهی لازم برای کاهش ۵۰ درصد در صفت‌های اندازه‌گیری شده قیاق بین حد بالا (D) و بخش پایین منحنی (صفر) است. اگر توانایی نسبی کوچک‌تر و یا بزرگ‌تر از یک باشد، افزودن روغن گیاهی موجب کاهش و یا افزایش کارایی علف‌کش شده است (۹، ۱۱، ۱۳، ۲۲ و ۲۶).

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج حاصل از برازش داده‌های ارتفاع قیاق در واکنش به کاربرد ستوکسیدیم و روغن‌های گیاهی به مدل سه‌پارامتری لجستیک در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کاربرد روغن‌های گیاهی به همراه علف‌کش ستوکسیدیم موجب کاهش غلظت مورد نیاز علف‌کش ستوکسیدیم برای کاهش ارتفاع قیاق می‌گردد. افزایش توانایی نسبی برای کاهش ارتفاع قیاق در حضور روغن‌های گیاهی نشان‌دهنده افزایش اثرگذاری ستوکسیدیم است. کاربرد مواد افزودنی به همراه علف‌کش‌ها می‌تواند با اختلال بیشتر و سریع‌تر در رشد گیاه منجر به کاهش رشد گیاه و در نتیجه کاهش ارتفاع گردد به عنوان مثال نتایج بابایی و همکاران (۲۰۱۴) (۴) نشان داد که کاربرد سولفات آمونیوم به همراه علف‌کش سولفوریک منجر به کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه جو دره (*Hordeum spontaneum*) به میزان ۳۲ درصد در مقایسه با شاهد شد و کارایی آن نسبت به روغن ولک در کاهش ارتفاع بیشتر بود. جذب سریع‌تر و بیشتر علف‌کش‌ها در شرایط کاربرد به همراه روغن‌های گیاهی منجر به رسیدن سریع‌تر و بیشتر ماده مؤثره به محل هدف در گیاه می‌گردد بنابراین اثرات آن بر رشد گیاه سریع‌تر بروز می‌یابد (۲۶). کاهش ارتفاع گیاه سوروف در نتیجه کاربرد ایمازاتاپیر به همراه روغن‌های گیاهی گزارش شده است (۱۰).

وزن تازه اندام هوایی

نتایج حاصل از برازش داده‌های وزن تازه اندام هوایی قیاق به مدل سه پارامتری لجستیک در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج توانایی نسبی، کاربرد روغن‌های گیاهی به همراه علف‌کش ستوکسیدیم موجب کاهش غلظت مورد نیاز علف‌کش ستوکسیدیم برای کاهش وزن تازه اندام هوایی قیاق شده است. افزایش مقدار توانایی نسبی برای کاهش وزن تازه اندام هوایی قیاق در حضور روغن‌های گیاهی نشان‌دهنده افزایش کارآیی ستوکسیدیم در کنترل قیاق است. کاربرد مواد افزودنی به همراه علف‌کش های کلودینافوپ پروپارژیل، هالوکسی فوپ و دایفنزوکوات متیل سولفات منجر به کاهش وزن تازه اندام هوایی یولاف وحشی شد (۹).

جدول ۱- پارامترهای حاصل از برازش داده‌های ارتفاع قیاق (*Sorghum halepense*) به مدل سه پارامتری سیگموئیدی و توانایی نسبی علف‌کش ستوکسیدیم در کاهش ارتفاع

Table 1- Parameters derived from fitting data by three parameters sigmoid models on height of *S. halepense* and relative potency of sethoxydim herbicide in height reduction.

تیمارها Treatment	شیب b (slope)	حد بالا Upper limit	دز موثر ۵۰ ٪ Effect Dose 50	دز موثر ۹۰ ٪ Effect Dose 90	توانایی نسبی Relative potency
	ارتفاع قیاق Height of *S. halepense*				
ستوکسیدیم بدون روغن گیاهی Sethoxydim without vegetable oil	2.062 (0.18)*	121.15 (1.76)	77.159 (3.47)	223.97 (27.79)	1
ستوکسیدیم + روغن ذرت Sethoxydim + Corn oil	2.902 (0.22)	115.98 (1.79)	59.56 (1.73)	126.99 (8.19)	1.30
ستوکسیدیم + روغن زیتون Sethoxydim + Olive oil	3.556 (0.35)	120.30 (1.14)	49.049 (1.05)	90.98 (5.97)	1.57
ستوکسیدیم + روغن هسته انگور Sethoxydim + Grape seed oil	6.356 (0.47)	115.98 (1.79)	65.28 (1.78)	92.237 (3.36)	1.18
ستوکسیدیم + روغن زیره Sethoxydim + Cumin oil	6.282 (0.46)	119.92 (1.79)	62.65 (1.60)	88.89 (3.61)	1.23
ستوکسیدیم + سیاه دانه Sethoxydim + Fennel flower oil	5.250 (0.35)	116.88 (1.79)	60.90 (1.39)	92.55 (3.78)	1.27
ستوکسیدیم + نعناع Sethoxydim + Mint oil	5.365 (0.34)	120.67 (1.79)	62.41 (1.41)	94.00 (3.52)	1.24
ستوکسیدیم + آفتابگردان Sethoxydim + Sunflower oil	5.722 (0.45)	120.24 (1.79)	71.93 (1.76)	105.59 (2.75)	1.58

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد را نشان می‌دهد.

Data in parenthesis show the standard error.

کاربرد روغن متیله شده بذری (آدیگور) به عنوان ماده افزودنی به همراه علف‌کش های هالوکسی فوپ متیل و ایمازاتاپیر به ترتیب باعث کاهش وزن تازه اندام هوایی قیاق و گاوپنبه گردید (۲۰). کاهش وزن تازه اندام هوایی سوروف بوسیله کاربرد روغن‌های گیاهی نارگیل، بادام زمینی، منداب، بادام تلخ و کرچک به ترتیب به میزان ۲/۱۴، ۲/۵۰، ۲/۷۸، ۳/۵۱ و ۳/۹۰ برابر نسبت به عدم کاربرد روغن‌های گیاهی بود (۱۰). افزایش حلالیت و انعطاف پذیری کوتیکول بوسیله روغن های گیاهی باعث کاهش توان گیاه در ممانعت از دست دادن آب از کوتیکول و همچنین اختلال در جذب آب بوسیله آسیب سریع تر به سیستم های آوندی می گردد بنابراین در این شرایط میزان آب موجود در گیاه کاهش می‌یابد (۱۰ و ۲۶).

وزن خشک اندام هوایی

نتایج حاصل از برازش داده‌های وزن خشک اندام هوایی قیاق به مدل سه پارامتری لجستیک در جدول ۳ نشان داده شده است. کاهش وزن خشک اندام هوایی سوروف در کاربرد روغن‌های گیاهی بیشتر از عدم کاربرد روغن ها است. تمامی روغن های گیاهی منجر به کاهش بیشتر وزن خشک اندام هوایی و یا در واقع افزایش کارایی ستوکسیدیم در کنترل قیاق شدند. با توجه به نتایج توانایی نسبی، کاربرد روغن‌های گیاهی به همراه علف‌کش ستوکسیدیم موجب افزایش کارایی کنترلی قیاق و کاهش زیست توده تولید شده توسط اندام‌های هوایی توسط ستوکسیدیم شد. بیشترین میزان افزایش کارآیی ستوکسیدیم در کاهش وزن خشک اندام هوایی قیاق به ترتیب در روغن ذرت (۲/۶۳ برابر) و زیره (۲/۵۷ برابر) و کمترین میزان افزایش کارآیی در تیمارهای روغن زیتون (۱/۳۰ برابر) و هسته انگور (۱/۳۵ برابر) مشاهده شد. کاربرد مواد افزودنی به همراه علف‌کش های مزوتریون (۱۹)، دیکلوفوپ متیل، سیکلوکسیدیم، کلودینافوپ پروپارژیل (۲۲)، ستوکسیدیم و فنوکساپروپ (۲۳)، سولفوسولفورون و سولفوسولفورون+مت‌سولفورون متیل (۱۱)، کلودینافوپ پروپارژیل، هالوکسی فوپ و دایفنزوکوات متیل سولفات (۹) منجر به کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی علف‌های هرز شد. ایزدی و همکاران (۲۰۱۳) (۱۳) نشان دادند که کارآیی کنترل یولاف وحشی با افزایش غلظت علف‌کش افزایش یافته و همچنین روغن‌های گیاهی کلزا، سویا، منداب، زیتون، کنجد، کرچک، بادام شیرین و بادام تلخ در غلظت ۰/۵ ٪ حجمی در مقایسه با شاهد (آب) سمیت نداشتند.

جدول ۲- پارامترهای حاصل از برازش داده‌های وزن تازه اندام هوایی قیاق (*Sorghum halepense*) به مدل سه پارامتری سیگموئیدی و توانایی نسبی علف‌کش ستوکسیدیم در کاهش وزن تازه اندام هوایی

Table 2- Parameters derived from fitting data by three parameters sigmoid models on shoot fresh weight of *S. halepense* and relative potency of sethoxydim herbicide in shoot fresh weight reduction

تیمارها Treatment	شیب b (slope)	حد بالا Upper limit	دز موثر ۵۰ ٪ Effect Dose 50	دز موثر ۹۰ ٪ Effect Dose 90	توانایی نسبی Relative potency
	وزن تازه اندام هوایی قیاق Shoot fresh weight of *S. halepense*				
ستوکسیدیم بدون روغن گیاهی Sethoxydim without vegetable oil	6.94 (1.35)*	16.29 (0.48)	217.41 (7.20)	298.43 (21.13)	1
ستوکسیدیم + روغن ذرت Sethoxydim + Corn oil	1.89 (0.27)	18.34 (0.82)	58.04 (5.40)	185.59 (27.86)	3.75
ستوکسیدیم + روغن زیتون Sethoxydim + Olive oil	7.63 (2.88)	15.95 (0.85)	145.93 (13.72)	194.60 (13.08)	1.49
ستوکسیدیم + روغن هسته انگور Sethoxydim + Grape seed oil	6.13 (1.40)	15.95 (0.59)	137.04 (9.47)	196.16 (16.39)	1.59
ستوکسیدیم + روغن زیره Sethoxydim + Cumin oil	1.92 (0.26)	18.22 (0.82)	61.82 (5.66)	193.60 (27.89)	3.52
ستوکسیدیم + سیاه دانه Sethoxydim + Fennel flower oil	1.88 (0.23)	18.31 (0.85)	74.22 (7.39)	239.57 (30.26)	2.93
ستوکسیدیم + نعناع Sethoxydim + Mint oil	4.78 (1.19)	16.02 (0.65)	120.02 (6.90)	190.12 (23.65)	1.81
ستوکسیدیم + آفتابگردان Sethoxydim + Sunflower oil	2.13 (0.31)	18.02 (0.91)	84.37 (8.76)	236.67 (26.78)	2.58

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد را نشان می‌دهد.

Data in parenthesis show the standard error.

کارایی کنترل خونی واش (*Phalaris minor* Retz.) نیز در اثر افزایش غلظت کلودینافوپ پروپارژیل و کاربرد روغن‌های گیاهی افزایش یافت (۲۸). حمامی و همکاران (۲۰۱۴) (۹) و راشد محصل و همکاران (۲۰۱۱) (۲۲) نیز نشان دادند که کاربرد روغن متیله شده بذری کلزا (آدیگور) به تنهایی اثر معنی‌داری بر وزن خشک اندام هوایی تولید شده توسط یولاف وحشی نداشت. تورسکی (۲۹) نشان داد که از میان ۲۵ روغن گیاهی مورد مطالعه بر روی برگ‌های گل قاصد (*Taraxacum officinale* Weber in Wiggers) در شرایط آزمایشگاهی، روغن‌های آویشن قرمز، دارچین و میخک منجر به افزایش نشت الکترولیت‌ها و آسیب به غشائ سلولی می‌شوند که نشان‌دهنده اثرات سمی آنها است. کاهش زیست توده یولاف وحشی در نتیجه کاربرد روغن پنبه‌دانه نیز گزارش شده است (۱۳).

وزن خشک اندام‌های زیرزمینی

نتایج حاصل از برازش داده‌های وزن خشک اندام‌های زیر زمینی قیاق به مدل سه پارامتری لجستیک در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به نتایج توانایی نسبی، کاربرد روغن‌های گیاهی به همراه علف‌کش ستوکسیدیم موجب کاهش وزن خشک اندام‌های زیرزمینی شده است. بیشترین میزان افزایش کارآیی ستوکسیدیم در کاهش وزن خشک اندام‌های زیرزمینی قیاق به ترتیب در روغن ذرت (۲/۲۱ برابر) و زیره (۲/۰۹ برابر) و کمترین میزان افزایش کارآیی در تیمار روغن زیتون (۱/۲۷ برابر) مشاهده شد. کاربرد روغن‌های گیاهی می‌تواند باعث افزایش کارآیی علف‌کش‌ها شود به عنوان مثال کاهش وزن خشک تولیدی ریشه سلمه‌تره بوسیله کاربرد روغن منداب به همراه علف‌کش های ایمازاتاپیر و بنتازون+ اسی فلورفن به ترتیب به مقادیر ۲/۳۵ و ۲/۷۹ برابر گزارش شده است (۱).

حجم اندام‌های زیرزمینی

نتایج حاصل از برازش داده‌های حجم اندام‌های زیر زمینی قیاق به مدل سه پارامتری لجستیک در جدول ۵ نشان داده شده است. کاهش مقادیر دز مؤثر ۵۰ درصد و در نتیجه افزایش توانایی نسبی نشان می‌دهد که کاربرد روغن‌های گیاهی به همراه ستوکسیدیم باعث کاهش حجم اندام‌های زیر زمینی شده است.

جدول ۳- پارامترهای حاصل از برازش داده‌های وزن خشک اندام هوایی قیاق (*Sorghum halepense*) به مدل سه پارامتری سیگموئیدی و توانایی نسبی علف‌کش ستوکسیدیم در کاهش وزن خشک اندام هوایی

Table 3- Parameters derived from fitting data by three parameters sigmoid models on shoot dry weight of *S. halepense* and relative potency of sethoxydim herbicide in shoot dry weight reduction

تیمارها Treatment	شیب b (slope)	حد بالا Upper limit	دز موثر ۵۰ ٪ Effect Dose 50	دز موثر ۹۰ ٪ Effect Dose 90	توانایی نسبی Relative potency
	وزن خشک اندام هوایی قیاق shoot dry weight of *S. halepense*				
ستوکسیدیم بدون روغن گیاهی Sethoxydim without vegetable oil	25.56 (8.27)*	11.91(0.38)	113.83 (6.82)	298.52 (25.66)	1
ستوکسیدیم + روغن ذرت Sethoxydim + Corn oil	1.82 (0.34)	11.30 (0.50)	43.30 (4.07)	144.59 (21.50)	2.63
ستوکسیدیم + روغن زیتون Sethoxydim + Olive oil	1.97 (0.27)	11.24 (0.54)	87.88 (7.29)	268.67 (27.05)	1.30
ستوکسیدیم + روغن هسته انگور Sethoxydim + Grape seed oil	1.91 (0.26)	11.14 (0.54)	84.58 (7.25)	266.50 (27.42)	1.35
ستوکسیدیم + روغن زیره Sethoxydim + Cumin oil	1.84 (0.34)	11.47 (0.50)	44.26 (3.98)	146.21 (21.44)	2.57
ستوکسیدیم + سیاه دانه Sethoxydim + Fennel flower oil	1.62 (0.21)	11.28 (0.51)	57.32 (5.23)	221.87 (27.71)	1.99
ستوکسیدیم + نعناع Sethoxydim + Mint oil	1.92 (0.21)	11.10 (0.53)	76.82 (6.44)	240.82 (24.85)	1.48
ستوکسیدیم + آفتابگردان Sethoxydim + Sunflower oil	1.64 (0.20)	11.45 (0.51)	61.34 (5.48)	234.52 (27.59)	1.86

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد را نشان می‌دهد.

Data in parenthesis show standard error at 5% significance level.

جدول ٤- پارامترهای حاصل از برازش داده‌های وزن خشک اندام‌های زیر زمینی قیاق (*Sorghum halepense*) به مدل سه پارامتری سیگموئیدی و توانایی نسبی علف‌کش ستوکسیدیم در کاهش وزن خشک اندام‌های زیر زمینی

Table 4- Parameters derived from fitting data by three parameters sigmoid models on underground organs dry weight of *S. halepense* and relative potency of sethoxydim herbicide in underground organs dry weight reduction

تیمارها Treatment	شیب b (slope)	حد بالا Upper limit	دز موثر ۵۰ ٪ Effect Dose 50	دز موثر ۹۰ ٪ Effect Dose 90	توانایی نسبی Relative potency
	وزن خشک اندام‌های زیر زمینی قیاق Underground dry weight of *S. halepense*				
ستوکسیدیم بدون روغن گیاهی Sethoxydim without vegetable oil	2.10 (0.19)*	12.09 (0.38)	96.26 (5.78)	273.65 (26.22)	1
ستوکسیدیم + روغن ذرت Sethoxydim + Corn oil	2.07 (0.34)	11.52 (0.41)	43.59 (3.53)	126.17 (17.98)	2.21
ستوکسیدیم + روغن زیتون Sethoxydim + Olive oil	1.60 (0.16)	11.31 (0.42)	75.53 (6.81)	298.21 (34.20)	1.27
ستوکسیدیم + روغن هسته انگور Sethoxydim + Grape seed oil	1.60 (0.16)	11.30 (0.41)	65.60 (5.83)	258.73 (30.75)	1.47
ستوکسیدیم + روغن زیره Sethoxydim + Cumin oil	2.24 (0.41)	11.50 (0.40)	46.07 (3.32)	123.12 (18.91)	2.09
ستوکسیدیم + سیاه دانه Sethoxydim + Fennel flower oil	1.56 (0.16)	11.23 (0.41)	57.77 (5.39)	235.75 (29.33)	1.67
ستوکسیدیم + نعناع Sethoxydim + Mint oil	1.44 (0.16)	11.29 (0.41)	53.03 (5.43)	244.37 (32.78)	1.82
ستوکسیدیم + آفتابگردان Sethoxydim + Sunflower oil	1.49 (0.16)	11.40 (0.41)	56.43 (5.47)	245.81 (31.10)	1.71

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد را نشان می‌دهد.

Data in parenthesis show standard error at 5% significance level.

جدول ۵- پارامترهای حاصل از برازش داده‌های حجم اندام‌های زیر زمینی قیاق (*Sorghum halepense*) به مدل سه پارامتری سیگموئیدی و توانایی نسبی علف‌کش ستوکسیدیم در کاهش حجم اندام‌های زیرزمینی

Table 5. Parameters derived from fitting data by three parameters sigmoid models on root volume of *S. halepense* and relative potency of sethoxydim herbicide in underground organs volume reduction

تیمارها Treatment	شیب b (slope)	حد بالا Upper limit	دز موثر ۵۰ ٪ Effect Dose $_{50}$	دز موثر ۹۰ ٪ Effect Dose $_{90}$	توانایی نسبی Relative potency
	حجم اندام‌های زیرزمینی قیاق Underground organs volume of *S. halepense*				
ستوکسیدیم بدون روغن گیاهی Sethoxydim without vegetable oil	1.68 (0.17)*	49.38 (1.78)	110.00 (8.49)	352.24 (54.06)	1
ستوکسیدیم + روغن ذرت Sethoxydim + Corn oil	1.25 (0.14)	53.67 (1.89)	63.29 (6.24)	368.29 (63.97)	1.74
ستوکسیدیم + روغن زیتون Sethoxydim + Olive oil	1.83 (0.22)	55.46 (1.85)	70.65 (4.65)	233.99 (33.98)	1.56
ستوکسیدیم + روغن هسته انگور Sethoxydim + Grape seed oil	1.99 (0.24)	55.27 (1.85)	70.92 (4.46)	213.40 (28.58)	1.55
ستوکسیدیم + روغن زیره Sethoxydim + Cumin oil	1.68 (0.27)	51.54 (1.89)	51.70 (4.55)	191.54 (34.36)	2.13
ستوکسیدیم + سیاه دانه Sethoxydim + Fennel flower oil	1.58 (0.17)	53.26 (1.89)	69.84 (5.65)	279.73 (39.28)	1.58
ستوکسیدیم + نعناع Sethoxydim + Mint oil	1.86 (0.19)	54.38 (1.87)	79.80 (5.50)	259.66 (30.95)	1.38
ستوکسیدیم + آفتابگردان Sethoxydim + Sunflower oil	1.50 (0.16)	54.09 (1.87)	77.79 (6.21)	334.59 (47.79)	1.41

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد را نشان می‌دهد.

Data in parenthesis show standard error at 5% significance level.

بیشترین میزان افزایش کارآیی ستوکسیدیم در کاهش حجم اندام‌های زیر زمینی قیاق به ترتیب در روغن زیره (۲/۱۳ برابر) و ذرت (۱/۷۴ برابر) و کمترین میزان افزایش کارآیی در تیمار روغن نعناع (۱/۳۸ برابر) مشاهده شد. کاهش حجم ریشه سوروف در نتیجه کاربرد روغن‌های گیاهی نارگیل، بادام زمینی، منداب، بادام تلخ و کرچک به همراه ایمازتاپیر مشاهده شده است (۱۰).

نتیجه‌گیری

ضرورت استفاده از علف‌کش‌ها به منظور افزایش تولید محصولات کشاورزی، خطر انتقال علف‌کش‌ها به محل غیر هدف، و اثرات زیست محیطی کاربرد علف‌کش‌ها، ضرورت بهبود کارایی روش‌های مدیریت شیمیایی را به روشنی نشان می‌دهد. توانایی نسبی ستوکسیدیم در حضور روغن‌های گیاهی برای کاهش خصوصیات رشدی قیاق افزایش یافت. روغن‌های ذرت و زیره بیشترین تأثیر را در افزایش کارایی کنترلی قیاق بوسیله ستوکسیدیم داشتند. از آنجا که انتقال ستوکسیدیم به محل‌های غیر هدف منجر به خسارت به گیاهان زراعی باریک‌برگ نظیر گندم، جو، ارزن، سورگوم و ذرت می‌شود بنابراین با استفاده از روغن‌های گیاهی می‌توان از طریق کاهش مقدار مصرف ستوکسیدیم بدون کاهش کارایی کنترلی، خطر انتقال ستوکسیدیم به محل غیر هدف را کاهش داد.

منابع

1- Abu-ali S., Mahmoodi S., and Hammami H. 2019. Optimizing the Performance of Bentazon + Acifluorfen and Imazethapyr on *Chenopodium album* L. (Common Lambsquarter) Control by Adjuvants. Journal of Plant Protection 33: 99-110.

2- Andersen R.N. 1968. Germination and establishment of weeds for experimental purposes. In: *Weed Science Society of America Handbook* (ed. by Andersen R.N.).Weed Science Society of America, Urbana, IL, 26-27.

3- Andújar D., Ribeiro A., Fernández-Quintanilla C., and Dorado J. 2013. Herbicide savings and economic benefits of several strategies to control *Sorghum halepense* in maize crops. Crop protection 50: 17-23.

4- Babaei S., Alizadeh H., Baghestani M.A., and Naqhavi M.R. 2014. Effect of Some Adjuvants on Sulfosulfuron Efficacy in *Hordeum spontaneum* Control in Wheat Fields. Weed Science Journal 10: 121-132.

5- Barrentine W.L., and Mcwhorter C.G. 1988. Johnsongrass (*Sorghum halepense*) Control by Herbicides in Oil

Diluents. Weed Science 36: 102-110.
6- Bertholdsson N.O. 2004. Variation in allelopathic activity over 100 years of barley selection and breeding. Weed Research 44: 78-86.
7- Bertholdsson N.O., Andersson S.C., and Merker A. 2012. Allelopathic potential of Triticum spp., Secale spp. and Triticosecale spp. and use of chromosome substitutions and translocations to improve weed suppression ability in winter wheat. Plant Breeding 131: 75-80.
8- Carvalho F.P. 2006. Agriculture, pesticides, food security, and food safety. Environmental Science and Policy 9: 685-692.
9- Hammami H., Aliverdi A., and Parsa M. 2014. Effectiveness of Clodinafop-Propargyl, Haloxyfop-pmethyl and Difenzoquat-methyl-sulfate Plus Adigor ® and Propel™ Adjuvants in Controlling *Avena ludoviciana* Durieu. Journal of Agriculture Science and Technology 16: 291-299.
10- Hammami H., and Mahmoodi S.S. 2019. Optimizing the Performance of Imazethapyr in Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* Beauv) Control by Vegetable Oils Adjuvants. Journal of Crop Production and Processing 9:187-199.
11- Hammami H., Parsa M., and Aliverdi A. 2014. Optimizing the efficacy of sulfosulfuron and sulfosulfuron + mesosulfuron-methyl to control wild barley and their border security for wheat with adjuvants. Journal of Plant Protection 29: 211-219.
12- Holm L.G., Plunknett D.L., Pancho J.V., and Herberger J.P. 1991. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, p. 609.
13- 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.
14- Jabran K., Mahajan G., Sardana V., and Chauhan B.S. 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. Crop Protection 72: 57-65.
15- Kaur R., and Soodan A.S. 2017. Reproductive biology of *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae; Panicoideae; Andropogoneae) in relation to invasibility. Flora 229: 32-49.
16- Khaliq A., Matloob A., Tanveer A., Abbas R.N., and Khan M.B. 2012. Bio-herbicidal properties of sorghum and sunflower aqueous extracts against germination and seedling growth of dragon spurge (*Euphorbia dracunculoides* Lam.). Pakistan Journal of Weed Science Research 18: 137–148.
17- Khan E.A., Khakwani A.A., Munir M., and Ghazanfarullah A. 2015. Effects of allelopathic chemicals extracted from various plant leaves on weed control and wheat crop productivity. Pakistan Journal of Botany 47: 735–740.
18- Kropff M.J., and Lotz L.A.P. 1992. Systems approaches quantify crop-weed interactions and their application in weed management agricultural systems. Weed Science 40: 265-282.
19- Pannacci E., and Covarelli G. 2009. Efficacy of mesotrione used at reduced doses for post-emergence weed control in maize (*Zea mays* L.). Crop Protection 28: 57-61.
20- Parsa M., Aliverdi A., and Hammami H. 2013. Effect of the recommended and optimized doses of haloxyfop-P-methyl or imazethapyr on soybean-Bradyrhizobium japonicum symbiosis. Industrial Crops and Products 50: 197-202.
21- Rashed Mohassel M.H., Rastgoo M., Mosavi K., valiallahpoor R., and Haghighi A. 2006. Publish by Ferdowsi university of Mashhad.
22- Rashed-Mohassel M.H., Aliverdi A., Hammami H., and Zand E. 2010. Optimizing theperformance of diclofop-methyl, cycloxydim, and clodinafop-propargyl on littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) and wild oat (*Avena ludoviciana*) control with adjuvants. Weed Biology and Management 10: 57-63.
23- Rashed-Mohassel M.H., Aliverdi A., and Rahimi S. 2011. Optimizing dosage of sethoxydim and fenoxaprop-p-ethyl with adjuvants to control wild oat. Industrial Crops and Products 34: 1583-1587.
24- Rastgoo M., Kargar M., and Asadollahi H. 2015. Evaluation the possibility of reducing Haloxyfop-R-methyl ester (Gallant super®) dose by some vegetable oils in little seed canary grass (*Phalaris minor* Retz.). Agronomy Journal (Research and development) 104: 153-161.
25- Rehman A., Cheema Z.A., Khaliq A., Arshad M., and Mohsan S. 2010. Application of sorghum, sunflower and rice water extract combinations helps in reducing herbicide dose for weed management in rice.
26- Ritz C., Kniss A.R., and Streibig J.C. 2015. Research methods in weed science: statistics. Weed Science 63: 166-187.
27- Senseman S.A., and Handbook H. 2007. Ed. Weed Science Society of America: Lawrence, KS, USA.
28- Shariatmadari M., Nabavy Kalat S.M., Bazobandi M., Hammami H., and Aliverdi A. 2014. Optimizing the efficacy of clodinafop-propargyl to control littleseed canarygrass (*Phalaris minor* Retz.) with the vegetable oils. Journal of Plant Protection 28: 171-183.
29- Tworkoski T. 2002. Herbicide effects of essential oils. Weed Science 50: 425-431.
30- Zand A., Mosavi K., and Heidari A. 2015. Herbicides and their application. Published by Jahad Daneshgahi of Mashhad.

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 3, Fall 2019, P. 345-354

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص. ۳۵۴-۳۴۵

Evaluation of Vegetable Oils Effects on Johnsongrass (*Sorghum halepense* L.) Control by Sethoxydim

H. Hammami[*1]- S.S. Mahmoodi[2]

Received: 31-07-2019
Accepted: 05-11-2019

Introduction: Weed management is one of the most important aspects of successful crop production for supplying food needed for the rising population. Johnsongrass (*Sorghum halepense* L.) is among the most noxious weeds in the world due to its superior biology and tremendous ecological adaptations. It causes substantial yield loss in different field crops including corn, soybean, wheat, and sorghum. Therefore, management of Johnsongrass is crucial for optimum crop production. Prevention by clean cultivation, cultural management by using weed-competitive, mechanical management by hand hoeing, biological management by applying pathogens, and eventually applying herbicide as chemical management can be used for controlling Johnsongrass. Chemical management is an effective method to control Johnsongrass. For decreasing adverse effects of herbicide and costs of production, optimizing herbicides performance is very essential. It appears that the use of adjuvants seems to be a best solution to achieve optimized herbicides performance. In spite of these advantages, some synthetic adjuvants have shown side effects on living organs. Therefore, using environmentally safe adjuvants is a key point for applying this technology. This study was conducted for evaluating vegetable oil effects on Johnsongrass control by sethoxydim herbicide.

Materials and Methods: To study the effects of vegetable oils on the performance of sethoxydim on Johnsongrass (*Sorghum halepense* L.) control, a factorial experiment based on completely randomized design including sethoxydim concentration at six levels (0, 46.875, 93.75, 187.5, 281.25 and 375 g ai ha^{-1}) and vegetable oils at 8 levels (with and without corn, olive, grape seed, cumin, fennel flower, mint and sunflower oils) with four replications was conducted in the research greenhouse of college of agriculture Birjand university in 2017. For increasing seed germination and breaking seed dormancy of Johnsongrass, the seeds were treated by sulfuric acid for 3 min and then washed by tap water for 30 minutes. The seeds were then 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 plastic pots with 2 liter volume and 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. Spraying was done at the four-leaf stage by using a chargeable sprayer equipped with an 8002 flat fan nozzle tip delivering 250 L ha^{-1} at 2 bar spray pressure. Four weeks after spraying, height of plant was measured and then the shoots and roots of plant were harvested and weighed immediately after the root volume was measured. The plant parts were oven-dried and reweighed.

Results and Discussion: When emulsified vegetable oils alone were sprayed against Johnsongrass, none of vegetable oils had phytotoxic effects on plant height, fresh and dry weight of shoot and root, root volume and root length of Johnsongrass (Table 2). This finding was similar to the results of Tworkoski (2002) (42) and Izadi darbandi et al (2013) (17). The ED_{50} parameter was estimated by dose response model based on Johnsongrass plant height, shoot and root dry and fresh weight, and root volume. All emulsifiable vegetable oils improved significantly the effectiveness of sethoxydim on Johnsongrass. Relative potency in the presence of corn, olive, grape seed, cumin, fennel flower, mint and sunflower oils was 1.30, 1.57, 1.18, 1.23, 1.27, 1.24, and 1.07 times for plant height, 3.75, 1.49, 1.59, 3.52, 2.93, 1.81, and 2.58 times for shoot fresh weight, 2.63, 1.30, 1.35, 2.57, 1.99, 1.48, and 1.86 times for shoot dry weight, 2.21, 1.27, 1.47, 2.09, 1.67, 1.82, and 1.71 times for root dry weight, and 1.74, 1.56, 1.55, 2.13, 1.58, 1.38, and 1.41 times for root volume, respectively, as compared to the condition without vegetable oils. Among emulsifiable vegetable oils, the highest effect on shoot and root dry weight was observed in corn and cumin oils while olive oil showed the lowest effect.

Conclusion: Our result showed that vegetable oil including corn, olive, grape seed, cumin, fennel flower,

1 and 2- Assistant Professor and Undergraduate Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: Hhammami@birjand.ac.ir)

mint and sunflower oils had not only the phytotoxic effects on produced biomass by Johnsongrass, but also improved the performance of Sethoxydim for Johnsongrass control. Therefore, using vegetable oils mixed with sethoxydim can decrease the adverse impacts of this herbicide on the environment.

Keywords: Adjuvant, Herbicide, Plant height, Relative potential, Root volume