نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 4، زمستان 1394، ص. 489-481

Journal of Plant Protection
Vol. 29, No. 4, Winter 2016, P. 481-489

ارزیابی اثر برخی روغن‌های گیاهی بر کارایی علف‌کش پینوکسادن (آکسیال) در کنترل علف‌قناری (*Phalaris minor* Retz.)

مهدی راستگو[1*]- مسعود کارگر[2]- حمزه اسداللهی[3]

تاریخ دریافت:1392/4/1
تاریخ پذیرش:1394/8/12

چکیده

کاربرد مواد افزودنی از مهم‌ترین راهکارهای افزایش کارایی و کاهش مقدار کاربرد علف‌کش‌ها، برای کم کردن اثرات مخرب زیست محیطی آن‌هاست. به این منظور آزمایشی گلخانه‌ای، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با 12 تکرار برای کنترل علف قناری در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی در سال 1390 انجام شد که عوامل مورد بررسی در آن شامل مقدار علف‌کش پینوکسادن در 6 سطح (0، 2/81، 5/62، 11/25، 22/5 و 45 گرم ماده موثره در هکتار) و ماده افزودنی در 4 سطح (بدون ماده افزودنی، کاربرد روغن‌های گیاهی نارگیل، کنجد و بادام به میزان 0/5 درصد حجمی (v/v %)) بودند. نتایج حاصل از آنالیز رگرسیون و مقایسه میانگین ($P\leq0/05$) نشان داد که، تمامی روغن‌های گیاهی کارایی علف‌کش پینوکسادن را افزایش دادند به‌طوریکه مقدار ED_{50} در اثر روغن‌های گیاهی کاهش و توانایی نسبی علف‌کش پینوکسادن (R) افزایش یافت. تحلیل داده‌ها نشان داد که روغن نارگیل بیشتر از سایر مواد افزودنی کارایی علف‌کش پینوکسادن را افزایش داد. ترتیب بقیه تیمارها نیز به صورت روغن کنجد> روغن بادام > علف‌کش بدون ماده افزودنی بود. ED_{50} حاصل از کاربرد مواد افزودنی برای روغن نارگیل، کنجد، بادام و پینوکسادن به تنهایی به ترتیب 29/98، 35/62، 45/93 و 57/80 گرم ماده موثره و میانگین زیست توده در هر گلدان به ترتیب برای پینوکسادن، روغن بادام، کنجد، نارگیل و به ترتیب 1/65، 1/48، 1/41 و 1/21 گرم بود. احتمالا دلیل افزایش کارایی توسط روغن نارگیل نسبت به سایر مواد افزودنی، به دلیل بالا بودن نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پاسخ به مقدار، توانایی نسبی، مواد افزودنی

مقدمه

کاربرد عوامل حفظ نباتات از قبیل سموم و کودها به شدت مورد توجه قرار دارند. کاربرد آفت‌کش‌ها تصور بدی را ایجاد کرده‌اند، بنابراین باید تلاش کرد تا کاربرد درستی از آن‌ها ارائه داد (16). در بیشتر کشورها توجه زیادی به اثرات مضر آفت‌کش‌ها در سلامت انسان و محیط زیست به وجود آمده است (18). با این وجود، توافق‌های عمومی وجود دارد که آفت‌کش‌ها یک عنصر جامع در کشاورزی مدرن هستند و اگر کشاورز به آفت‌کش دسترسی نداشته باشد، درآمد کل صنعت کشاورزی کاهش خواهد یافت (13).

یکی از مهم‌ترین راهبردهای کاهش مصرف علف‌کش‌ها، بهینه‌سازی مصرف آن‌هاست که در این زمینه، موثرترین و زودبازده‌ترین روش‌ها برای بهینه‌سازی و کاهش مصرف علف‌کش‌ها، افزایش سطح دانش و آگاهی بهره‌برداران درباره علف‌کش‌ها و روش صحیح کاربرد آن‌هاست (28).

کارایی علف‌کش‌ها اغلب به وسیله پارامترهای مختلفی فراتر از توان کنترل کاربر تحت تاثیر قرار می‌گیرد. این عوامل ناخواسته مثل خشک شدن قطره در اثر هوای گرم و تجزیه نوری می‌باشند که مواد افزودنی می‌توانند ابزاری کارا برای کشاورزان در کنترل این نوع عوامل ناخواسته باشند. بنابراین انتخاب ماده افزودنی و فرمولاسیون علف‌کش حایز اهمیت ویژه می‌باشد (14). یکی از شناخته‌شده‌ترین اثر مویان‌ها تاثیر آن‌ها در کاهش کشش سطحی محلول پاشش می‌باشد. کاهش کشش سطحی محلول پاشش به معنای آن است که قطره‌ها بیشتر از حالت اولیه‌شان پخش می‌شوند که این امر باعث افزایش پوشش علف‌کش شده و سطح جذب علف‌کش را افزایش می‌دهد (22). استفاده از مواد افزودنی، خواص فیزیکی و شیمیایی محلول پاشش، شامل گرانروی و کشش سطحی را به میزان زیادی تحت تاثیر قرار می‌دهد. این خصوصیات در ذره پاششی نیز نقش مهمی دارند. به‌طورکلی، کمتر بودن کشش سطحی و گرانروی سبب

1، 2 و3- به ترتیب دانشیار، دانشجوی دکتری و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول : Email: m.rastgoo@ferdowsi.um.ac.ir)

تولید ذرات ریزتری می‌شود (4 و 16). مواد افزودنی ممکن است به نحوی کارایی علف‌کش را بهبود بخشند که دز یا کل مقدار علف‌کش مورد نیاز برای حصول سطح تاثیر معینی کاهش یابد. استفاده از مواد افزودنی مناسب در برخی موارد سبب کاهش مقدار مصرف علف‌کش و هزینه‌های کاربرد به میزان 5 تا 10 برابر می‌شود (28).

در این ارتباط، عوامل نفوذ دهنده (روغن‌ها) متنوع‌ترین گروه مواد افزودنی فعال‌کننده هستند. نفوذ دهنده‌ها به‌منظور بهبود انتقال ماده موثره از سطح هدف به بافت‌های درونی‌تر استفاده می‌شوند. به طورکلی عقیده بر این است که افزایش نفوذ ناشی از این نوع مواد افزودنی می‌تواند به‌دلیل نرمی، قابلیت ارتجاع، یا حل شدن کوتیکول مومی باشد. بدین ترتیب امکان انتشار علف‌کش به سمت لایه زیرین که دارای خواص آب دوستی بیشتری است، فراهم می‌شود (8). مزایای استفاده از نفوذدهنده‌ها برای افزایش فعالیت آفت‌کش‌ها به‌خوبی در تعداد زیادی از مقالات مستند شده است (2، 15، 19 و 25).

از آنجایی که کاربرد نوع و میزان مویان همراه علف‌کش‌ها برای مصرف کنندگان مشخص نمی‌باشد (26). بنابراین جستجو پیرامون مواد افزودنی که سبب بهبود فعالیت و قدرت انتقالی علف‌کش‌های موجود به منظور گسترش استفاده از آن‌ها ضروری است (18).

با توجه به اینکه علف‌قناری (*Phalaris minor* Retz.) یکی از علف‌های هرز مهم مزارع گندم می‌باشد و در بعضی مناطق ایران خسارت زیادی را در اثر رقابت با گندم به‌وجود می‌آورد (1) و علف‌کش پینوکسادن برای کنترل آن به‌کار می‌رود (27). بنابراین پژوهشی با هدف بررسی افزایش کارایی علف‌کش پینوکسادن با روغن‌های گیاهی کنجد، بادام و نارگیل در کنترل علف قناری در شرایط گلخانه‌ای و به منظور کاهش خطرات زیست محیطی و کاهش مصرف علف‌کش ذکر شده انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی امکان افزایش کارایی علف‌کش پینوکسادن (اکسیال) در اثر مواد افزودنی در کنترل علف قناری در سال 1390 در گلخانه دانشگاه فردوسی مشهد و در شرایط کنترل شده انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل ماده افزودنی در 4 سطح (بدون ماده افزودنی، کاربرد روغن‌های گیاهی نارگیل، کنجد و بادام به میزان 0/5 درصد حجمی (v/v %) و مقدار کاربرد علف‌کش پینوکسادن در 6 سطح (0، 2/81، 5/62، 11/25، 22/5 و 45 گرم ماده موثره در هکتار) بودند. این طرح به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با 12 تکرار انجام شد.

بذرهای علف‌قناری در اردیبهشت ماه سال 1389 از منطقه مشهد محل پردیس دانشگاه با طول جغرافیایی 36°18′24″N و عرض جغرافیایی 59°31′38″E و ارتفاع 980 متر از سطح دریا جمع‌آوری شدند. بذرها پس از 6 دقیقه تیمار در اسیدسولفوریک 98% در درون سینی‌های که با پیت‌ماس پر شده بودند کشت شدند و هر روز یک‌بار به آرامی آبیاری شدند. برای حفظ رطوبت و جلوگیری از خشک شدن بذرها بر روی سینی‌های کشت نایلون شفافی کشیده شد. پس از سبز شدن گیاهچه‌ها، تعداد 6 گیاهچه با اندازه‌های تقریبا یکسان به همراه پیت‌ماس محیط ریشه در هر گلدان حاوی خاک، خاک‌برگ و ماسه بادی با نسبت حجمی مساوی با قطر دهانه 12 سانتی‌متر نشاء شدند. نشاء کردن به صورتی بود که ریشه گیاهچه‌ها به طور کامل در عمق حدود 7 سانتی‌متر خاک قرار گرفتند و در طی زمان رویش آبیاری هر روز انجام شد. قبل از سمپاشی نیز گلدان‌ها به 4 بوته تنک شدند.

گیاهان 3 هفته بعد از نشاء، با استفاده از سمپاش متحرک ریلی مجهز به نازل بادبزنی معمولی با خروجی 200 لیتر در هکتار با فشار پاشش 200 کیلو پاسکال (kPa) تحت تیمار قرار گرفتند.

جدول 1- مواد افزودنی به کار برده شده و ترکیب مواد موجود در آن‌ها (4، 21، 24)

Table 1- Adjuvants used and their ingredients (4, 21, 24)

روغن‌های گیاهی Vegetable oils	درصد اسید چرب اشباع Saturated fatty acids (%)	درصد اسید چرب غیر اشباع Unsaturated fatty acid (%)	اسید چرب اشباع /غیر اشباع saturated fatty acids/ unsaturated fatty acid
روغن نارگیل 46% ([12:0[OH]) Coconut oil	86.5	7.6	11.38
روغن کنجد 41% ([18:1[OH]) Sesame oil	13.7	81.3	0.160
روغن بادام 59% ([18:1[OH]) Almond oil	8.2	87.4	0.09

* مجموع درصد روغن‌های اشباع و غیر اشباع به 100 نمی‌رسد به این علت که سایر مواد تشکیل دهنده لیست نشده‌اند.

The sum of percentage of saturated and unsaturated oils doesn't reach to 100 because the other ingredients are not listed.

همچنین برای حل کردن روغن‌های گیاهی در آب از امولسیفایر Tween 80 استفاده شد نسبت کاربرد امولسیفایر به روغن گیاهی 95:5 درصد بود. جهت تحلیل نتایج آزمایش اندام‌های هوایی گیاهان شاهد و تیمار شده 4 هفته پس از اعمال تیمارها از سطح گلدان برداشت شدند و در آونی به دمای 70 درجه به مدت 72 ساعت خشک شدند سپس زیست توده آن‌ها با ترازوی 0/001 اندازه‌گیری شد و از کل ماده خشک در هر گلدان برای برازش منحنی‌های پاسخ به دز استفاده شد.

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری زیست توده علف‌قناری با استفاده از نرم افزار Minitab 16 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون توکی در سطح ($P\leq 0/05$) انجام گرفت. همچنین برای رسم نمودار از نرم افزار Excel استفاده گردید. پاسخ زیست توده علف قناری به مقدار کاربرد علف‌کش در حضور ماده افزودنی نیز با روش رگرسیون غیرخطی با استفاده از نرم افزار R آنالیز شد. تمامی داده‌ها ابتدا با مدل 4 پارامتر لجستیک (معادله 1) و به علت معنی دار نشدن پارامتر C با مدل لجستیک 3 پارامتره (معادله 2) برازش داده شدند و دز علف‌کش لازم برای 50 و 90 درصد کاهش زیست توده علف‌هرز محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش به کار گرفته شدند (15).

$$U_{ij} = \frac{D-C}{1+exp\left[bi(log(z_{ij})-log(ED50_{(i)}))\right]}+C \qquad (1)$$

$$U_{ij} = \frac{D}{1+exp\left[bi(log(z_{ij})-log(ED50_{(i)}))\right]} \qquad (2)$$

که در این معادله U_{ij} بیان‌گر زیست توده و درصد jام که موجب پاسخ در دز jام علف‌کش (z_{ij}) می‌شود. D و C حد بالا و پایین زیست توده در مقادیر صفر و بی نهایت علف‌کش ، $ED_{50(i)}$ مقدار علف‌کش، i، لازم برای 50 درصد زیست توده علف هرز به ترتیب بین حدود بالا و پایین D و C ، b_i متناسب با شیب منحنی در محدوده $ED_{50(i)}$ می‌باشد (15). توانایی نسبی هر یک از تیمارهای آزمایش با معادله 3 محاسبه شد.

$$R = \frac{Z_a}{Z_b} \qquad (3)$$

که در این معادله R توانایی نسبی و Z_a، ED_{50} برای علف‌کش بدون ماده افزودنی و Z_b، ED_{50} برای علف‌کش به همراه روغن گیاهی می‌باشد. اگر R برابر 1 باشد، دو فرمولاسیون دارای توانایی نسبی یکسانی خواهند بود. اگر R بزرگتر از 1 باشد، فرمولاسیون مورد آزمون دارای فعالیت شاخ وبرگی بیشتری از فرمولاسیون استاندارد خواهد بود و اگر R کوچکتر از 1 باشد، فرمولاسیون استاندارد قویتر از فرمولاسیون مورد آزمایش خواهد بود. به عبارتی دیگر، اگر توانایی نسبی کوچکتر و یا بزرگتر از 1 باشد، استفاده از مویان موجب کاهش و یا افزایش کارایی یا فعالیت شاخ و برگی علف‌کش شده است (26).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که زیست توده علف‌قناری بطور کاملا معنی‌داری تحت تاثیر ماده افزودنی و دز علف‌کش و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول 2).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین مقدار کاربرد علف‌کش بر زیست توده علف قناری نشان داد که با افزایش دز علف‌کش، زیست توده علف قناری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

جدول 2- تجزیه واریانس مربوط به زیست توده علف قناری در اثر کاربرد روغن‌های گیاهی و مقدار کاربرد علف‌کش پینوکسادن

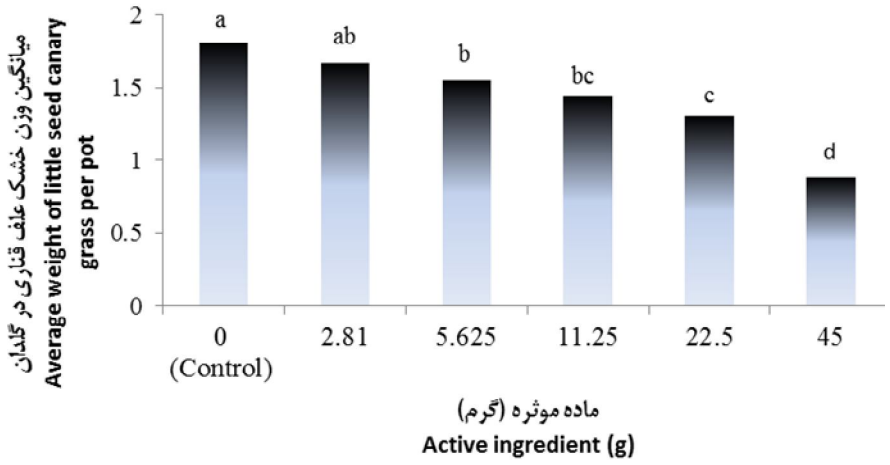
Table 2- Analysis of variance of canary grass biomass was treated with vegetable oils and the dose of pinoxaden herbicide

منابع تغییرات Source	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات زیست توده (Mean squares of biomass)
ماده افزودنی Adjuvant	3	2.3822**
دز علف‌کش Herbicide Dose	5	5.0336**
ماده افزودنی x دز علف‌کش Herbicide Dose x Adjuvant	15	0.2651**
خطا Error	264	0.1021
کل Total	287	0.2203

** معنی‌داری در سطح 1 درصد

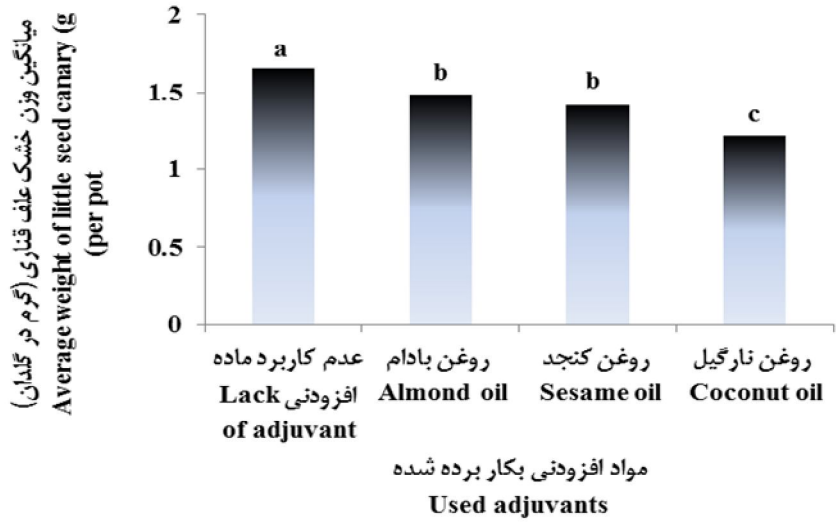
Significant at 1%

از آنجایی که افزایش مقدار کاربرد علف‌کش به علت افزایش شیب غلظت می‌تواند در نفوذ بیشتر علف‌کش به درون گیاه موثر باشد از این رو به نظر می‌رسد افزایش مقدار کاربرد از این طریق منجر به افزایش اثرات علف‌کشی پینوکسادن در گیاه علف قناری شده باشد. در این ارتباط دوندرا (6) در بررسی اثرات مقدار کاربرد علف‌کش گلایفوسیت و گلیفوسینات آمونیوم بر کنترل گاوپنبه (*Abutilon theophrati*) دریافتند که با افزایش مقدار کاربرد علف‌کش از 0/14 به 0/28 کیلوگرم در هکتار، گیاه مذکور به طور معنی‌داری کنترل شد (6).



شکل 1- میانگین زیست توده علف قناری در مقادیر مختلف کاربرد علف‌کش پینوکسادن. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح 5 درصد فاقد اختلاف معنی دار هستند.

Figure 1- Average biomass of little seed canary grass was treated with pinoxaden herbicide in different amounts. Columns with at least one joint statement by tukey test at 5% level doesn't has significant difference.



شکل 2- میانگین زیست توده علف قناری در اثر کاربرد مواد افزودنی. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح 5 درصد فاقد اختلاف معنی دار هستند.

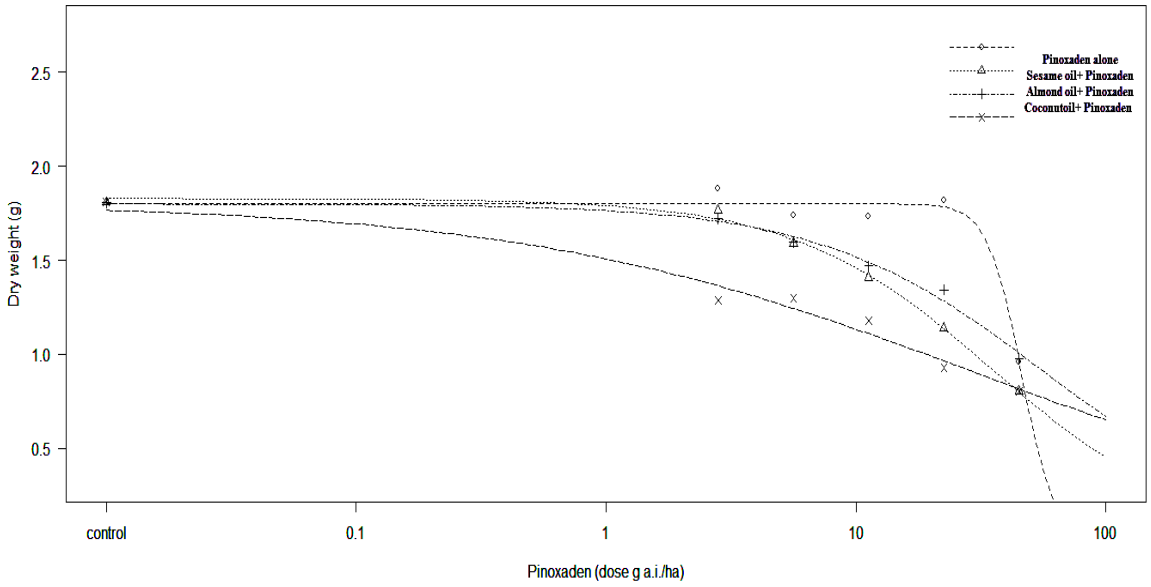
Figure 2- Average biomass little seed canary grass as a result of the use of Adjuvants. Columns with at least one joint letter by tukey test at 5% level doesn't has significant difference.

همچنین نتایج اثرات اصلی مواد افزودنی نشان داد که کاربرد روغن‌های گیاهی تاثیر مثبت و معنی‌داری در بروز اثرات علف‌کش پینوکسادن داشت. به‌طوریکه در حضور هر یک از مواد افزودنی مشخص شد که روغن نارگیل، کنجد و بادام به ترتیب دارای بهترین عملکرد در افزایش کارایی علف‌کش پینوکسادن در مقایسه با شاهد بدون کاربرد مواد افزودنی بودند. مقدار میانگین زیست توده برای روغن نارگیل، کنجد، بادام و شاهد بدون کاربرد ماده افزودنی به ترتیب 1/21، 1/41 ، 1/48 و 1/65 گرم بود.

بررسی اثرات متقابل بین روغن‌های گیاهی و مقدار کاربرد علف-کش نیز نشان داد که بهترین تیمار در کاهش وزن علف قناری کاربرد علف‌کش به مقدار 45 گرم ماده موثره با روغن نارگیل و ضعیف‌ترین تیمار کاربرد علف‌کش پینوکسادن بدون ماده افزودنی در مقدارهای 2/81 و 22/5 گرم ماده موثره بود این نتایج نشان می‌دهد که کاربرد پینوکسادن حتی در مقدار 50 درصد دز توصیه شده هم کارایی لازم را ندارد و زمانی که روغن‌های گیاهی به آن اضافه می‌شود. کارایی آن به خوبی افزایش می‌یابد (جدول 3).

بر اساس نتایج حاصل از برازش تمامی داده‌های زیست توده علف قناری به معادله سیگموییدی 3 پارامتره مشاهده شد که در حضور روغن‌های گیاهی نارگیل، کنجد و بادام مقدار پارامترهای ED_{50} کمتر از کاربرد علف‌کش پینوکسادن به تنهایی بود که نشان از افزایش کارایی علف‌کش در کنترل علف قناری است (جدول 4). همین طور نمودار دز پاسخ روغن‌های گیاهی که در سمت چپ منحنی علف‌کش بدون ماده افزودنی قرار گرفته است (شکل 3) نشان دهنده افزایش کارایی علف‌کش پینوکسادن در اثر کاربرد روغن‌های گیاهیست. از سوی دیگر، توانایی نسبی حاصل از کاربرد علف‌کش پینوکسادن در حضور مویان‌های مذکور افزایش یافت (جدول 4). از آنجایی که افزایش توانایی نسبی به بیش از 1 نشان‌دهنده افزایش فعالیت یا مثبت بودن اثر مویان و مقدار مساوی 1 نشان از بی اثر بودن و کمتر از 1 نشان از اثر منفی مواد افزودنی دارد و با توجه به اینکه مقادیر پتانسیل نسبی در این آزمایش بیشتر از 1 شده است نشان می‌دهد که این مواد افزودنی در افزایش کارایی علف‌کش پینوکسادن اثر مثبت داشته و فعالیت شاخساره‌ای این علف‌کش را افزایش داده‌اند.

بر اساس نتایج حاصل از آنالیز رگرسیون داده‌های آزمایش، مشاهده شد که با کاربرد روغن‌های نارگیل، کنجد و بادام با غلظت 0/5، درصد مقادیر ED_{50} به ترتیب 29/98، 35/62 و 45/93 گرم ماده موثره در هکتار در مقایسه با کاربرد علف‌کش پینوکسادن به تنهایی ED_{50}=58/80 گرم ماده موثره در هکتار کاهش پیدا کرد.



شکل 3- پاسخ زیست توده علف‌قناری به دزهای مختلف علف‌کش پینوکسادن با و بدون مواد افزودنی. نقاط داده‌های مشاهده شده و خطوط حاصل از برازش معادله سیگموئیدی 3 پارامتره هستند.

Figure 3. The little seed canary grass biomass response to different doses of pinoxaden herbicide with and without adjuvants. Points are the observed data and lines obtained from 3 parameters sigmoidal equation.

جدول3- اثرات متقابل بین مقدار کاربرد علف‌کش پینوکسادن و روغن‌های گیاهی

Table 3- The interaction between pinoxaden herbicide and vegetable oils

مقدار علف‌کش (گرم ماده موثره در هکتار) The amount of herbicide (g ai. ha^{-1})	ماده افزودنی Adjuvant	زیست توده (گرم در گلدان) Biomass (g per pot)
0	بدون ماده افزودنی Without adjuvant	1.8^{abc}
0	روغن بادام Almond oil	1.7^{abc}
0	روغن نارگیل Coconut oil	1.73^{abc}
0	روغن کنجد Sesame oil	1.8^{abc}
2.81	بدون ماده افزودنی Without adjuvant	1.88^{a}
2.81	روغن بادام Almond oil	1.72^{abc}
2.81	روغن نارگیل Coconut oil	1.28^{cdefg}
2.81	روغن کنجد Sesame oil	1.76^{abc}
5.62	بدون ماده افزودنی Without adjuvant	1.73^{abc}
5.62	روغن بادام Almond oil	1.59^{abcd}
5.62	روغن نارگیل Coconut oil	1.29^{bcdefg}
5.62	روغن کنجد Sesame oil	1.58^{abcd}
11.25	بدون ماده افزودنی Without adjuvant	1.73^{abc}
11.25	روغن بادام Almond oil	1.46^{abcde}
11.25	روغن نارگیل Coconut oil	1.17^{defg}
11.25	روغن کنجد Sesame oil	1.4^{abcdef}
22.5	بدون ماده افزودنی Without adjuvant	1.82^{ab}
22.5	روغن بادام Almond oil	1.34^{bcdef}
22.5	روغن نارگیل Coconut oil	0.92^{fg}
22.5	روغن کنجد Sesame oil	1.13^{defg}
45	بدون ماده افزودنی Without adjuvant	0.95^{efg}
45	روغن بادام Almond oil	0.97^{efg}
45	روغن نارگیل Coconut oil	0.8^{g}
45	روغن کنجد Sesame oil	0.8^{g}

* اعداد با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح 5 درصد فاقد اختلاف معنی دار هستند.

*Numbers at least one letter joint with tukey test at 5% level doesn't has significant difference.

جدول 4- پارامترهای حاصل از برازش معادله سیگموئیدی 3 پارامتره به داده‌های زیست توده علف قناری و پتانسیل نسبی در تیمارهای مختلف آزمایش

Table 4- Parameters of 3 parameters sigmoidal equation fitted to the data of canary grass biomass and the relative potency of different treatments tested

تیمار Treatment	ED_{50} (g a.i. ha^{-1}) ±SE	ED_{90} (g a.i. ha^{-1}) ±SE	شیب منحنی‌ها Slope ±SE	پتانسیل نسبی (R)* relative potency
پینوکسادن Pinoxaden	57/80±13/57	64/31±16/55	6/52±4/66	1
پینوکسادن+0/5% روغن گیاهی نارگیل Pinoxaden+ 0.5%coconut oil	29/98±10/12	3002/55±3739/38	1/08±0/22	1/92
پینوکسادن+0/5% روغن گیاهی کنجد Pinoxaden+ 0.5% sesame oil	35/62±5/61	271/35±123/05	0/96±0/28	1/62
پینوکسادن+0/5% روغن گیاهی بادام Pinoxaden+ 0.5%almond oil	1/62±45/93	568/5±465/04	0/47±0/11	1/25

* پتانسیل نسبی مواد افزودنی به کار رفته به تنهایی نسبت به کاربرد علف‌کش همراه با مواد افزودنی

* The relative potential of adjuvants alone toward herbicide with adjuvant

ولی در موارد ED_{90} روغن‌های گیاهی نارگیل، کنجد و بادام به ترتیب 3002/55، 271/35 و 568/5 در مقایسه با کاربرد علف‌کش پینوکسادن به تنهایی ED_{90}=64/31 گرم ماده موثره در هکتار افزایش یافت که دلیل این امر با توجه به شیب منحنی‌های پاسخ به مقدار و همچنین توجه به خطای استاندارد بالای ED_{90} روغن‌های گیاهی قابل توجیه است (جدول 4 و نمودار 3) بنابر این تاکید ما بیشتر ED_{50} خواهد بود. از سوی دیگر مقادیر توانایی نسبی یا فعالیت شاخ و برگی علف‌کش پینوکسادن افزایش یافت. برای مثال در روغن نارگیل 1/92 بود که بیشتر از 1 شده است که در کل این نتایج نشان می‌دهد با اضافه کردن مواد افزودنی به محلول پینوکسادن؛ افزایش قابل توجهی در کارایی علف‌کش پینوکسادن ایجاد می‌شود (جدول 4).

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها و آنالیز رگرسیون و بر اساس پارامترهای ED_{50} روغن نارگیل در مقایسه با سایر مواد افزودنی موجب کاهش بیشتر در پارامترهای ED_{50} علف‌قناری به همراه علف‌کش مورد استفاده شد و همین طور توانایی نسبی را نیز نسبت به سایر مواد افزودنی بیشتر افزایش داد. بعد از آن روغن کنجد قرار داشت که ED_{50} را در نیز کاهش داد (شکل 2 و جدول 4).

پژوهش‌های قبلی در این رابطه بیان‌گر تایید نتایج فوق هستند. کاربرد روغن‌های گیاهی با علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل نیز باعث افزایش کارایی این علف‌کش شد (12). همچنین راشد محصل و همکاران (20) گزارش کردند که کارایی علف‌کش دیکلوفوپ متیل و سیکلوکسیدیم با کاربرد روغن‌های گیاهی زیتون و کرچک در کنترل علف‌های هرز یولاف و علف قناری افزایش یافت. بر اساس گزارش نامبردگان روغن‌ها در کنترل این دو گونه متفاوت عمل کردند. بطوریکه روغن زیتون در کنترل علف قناری کاراتر و روغن کرچک نیز در کنترل یولاف از زیتون موثرتر بود (20). شارما و سین (21) نیز طی آزمایشی بیان داشتند که استفاده از مویان ارگانوسیلیکونی و روغن گیاهی غلیظ کارایی علف‌کش گلایفوسیت را در کنترل دودندان (*Bidens frondosa*) و ارزن وحشی (*Panicum maxicum*) بهبود بخشید (21). در آزمایشی دیگر کاربرد روغن‌های گیاهی و معدنی در کنترل علف‌هرز یولاف و چچم توانستند کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل را افزایش دهند (24). کودسک (13) بیان کرد کارایی علف‌کش‌های بازدارنده آنزیم ACCase با کاربرد روغن‌های گیاهی افزایش می‌یابد (13).

با توجه به اینکه بر اساس مطالعات انجام شده بر روی روغن‌ها معلوم شده که در اثر حل کردن کوتیکول و نفوذ پذیرتر کردن کوتیکول این مواد می‌توانند در جذب علف‌کش نقش مهمی داشته باشند، روغن‌های مورد استفاده نیز احتمالا از این طریق توانسته‌اند در افزایش کارایی علف‌کش پینوکسادن تاثیرگذار باشند. چنانکه در پژوهش‌های قبلی نیز این امر بیان شده که بر اساس مطالعات انجام شده موم کوتیکول می‌تواند در اثر کاربرد روغن‌های گیاهی نرم و حل شود و اجازه دهد تا ماده موثره بیشتری در طی کوتیکول انتشار یابد (11). همچنین روغن‌های گیاهی با علف‌کش‌های چربی دوست بهتر در کوتیکول نفوذ می‌کنند (3).

با توجه به نتایج به دست آمده و با توجه به ساختار شیمیایی روغن‌های به‌کاربرده شده به‌نظر می‌رسد که یک رابطه مثبت بین نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع و افزایش کارایی علف‌کش پینوکسادن وجود داشته باشد. روغن گیاهی نارگیل با داشتن مقدار بسیار بالایی از اسیدهای چرب اشباع و بویژه با زنجیره هیدروکربنی کوتاه بهتر توانسته است کارایی این علف‌کش را افزایش دهد.

همچنین گزارش شده که تعداد پیوندهای غیر اشباع و طول زنجیره هیدروکربنی بر کشش سطحی تاثیر گذار است (8). بنابراین

وجود اسیدهای چرب اشباع بیشتر با طول زنجیره کوتاه‌تر در روغن نارگیل و کنجد ممکن است باعث شده باشد که کشش سطحی محلول پاشش نسبت به روغن بادام و عدم استفاده از مواد افزودنی کاهش یابد. کاهش کشش سطحی در محلول پاشش در ریزسازی و تولید قطره‌های ریزتر (7) و کاهش سطح انرژی موجود در قطرات ریزتر (19) و بهبود در قرارگیری قطرات در سطح برگ موثر است و نهایتا این پیامدها باعث قرارگیری بیشتر علف‌کش بر روی برگ و در نتیجه بهبود کارایی علف‌کش می‌شود.

بر اساس نتایج حاصل کارایی علف‌کش پینوکسادن در اثر کاربرد مواد افزودنی افزایش یافت. نتایج نشان دهنده آن است که توانایی نسبی در اثر کاربرد روغن نارگیل به میزان زیادتری افزایش یافته است. با توجه به نتایج این آزمایش تمام مواد افزودنی به کار برده شده در افزایش کارایی این علف‌کش موثر بودند و توصیه می‌شود که پس از انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای در صورت مثبت بودن اثرات این مواد از آن‌ها در افزایش کارایی این علف‌کش استفاده شود.

منابع

1- Baghestani M.A., Zand E., Soufizadeh S., Beheshtian M., Haghighi A., Barjasteh A., Birgani D.G. and Deihimfard R. 2008. Study on the efficacy of weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) with tank mixtures of grass herbicides with broadleaved herbicides. Crop Protection, 27: 104-111.

2- Bunting J.A., Sprague C.L. and Riechers D.E. 2004. Proper adjuvant selection for foramsulfuron activity. Crop Protection. 23: 361-366.

3- Cabanne F., Gaudry J., and Streibig J.C. 1999. Influence of alkyl oleates on efficacy of phenmedipham applied as an acetone:water solution on *Galium aparine*. Weed Research. 39: 57-67.

4- Chowdhury K., Banu L.A., Khan S. and Latif A. 2007. Studies on the Fatty Acid Composition of Edible Oil. Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research. 42: 311-316.

5- DeRuiter H., Holterman H.J., Kempenaar C., Mol H.G.J., DeVliger J.J., and DeZade J.C.V. 2003. Influence of adjuvants and formulations on the emission of pesticides to the atmosphere. Wageningen, Plant Research International B.V., P 42.

6- Devendra R., Umamahesh V., Prasad T.V.R., Asha S.T. and Shok A. 2004. Influnce of surfactant of efficacy on different herbicides in control of *Cyperus rotundus* and *Oxalis latifolia*. Current science. 86:1148-1151.

7- Ejim C.E., Fleck B.A., Amirfazli A. 2007. Analytical study for atomization of biodiesels and their blends in a typical injector: surface tension and viscosity effects. Fuel 86: 1534–1544.

8- Freitas S.V.D., Oliveira M.B. and Queimada A.J. 2011. Measurement and prediction of biodiesel surface tensions. Energy Fuels 25: 4811–4817.

9- Gherekhloo J., Rashed Mohassel M.H., Nassiri Mahallati M., Zand E., Ghanbari A. and De Prado R. 2008. Greenhouse assay to investigate resistance of little seed canary grass (*Phalaris minor*) to aryloxyphenoxy propionate herbicides. Iranian Journal of Field Crops Research, 6: 353–361. (In Persian with English Summary).

10- Hall F.R., Chapple A.C., Downer R.A., Kirchner L.M., and Thacker J.R.M. 1993. Pesticide application as affected by spray modifiers. Pesticide Science. 38: 123-133.

11- Hazen J.L. 2000. Adjuvants terminology, classification and chemistry. Weed Technology. 14: 773-784.

12- Kargar M., Rashed-Mohassel M.H., Nezami A. and Izedi Darbandi E. 2011. Optimizing efficacy of Clodinafop-propargyl and Mesosulfuron-Iodosulfuron by adjuvants on littleseed canary grass (*Phalaris minor* Retz.). MSc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary).

13- 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.

14- Kudsk P. 2008. Optimising herbicide dose: a straightforward approach to reduce the risk of side effects of herbicides. Environmentalist. 28: 49–55.

15- Kudsk P., and Mathiassen S.K. 2007. Analysis of adjuvant effects and their interactions with variable application parameters. Crop Protectoin. 26: 328-334.

16- Mosavi S.K., Zand E. and Saremi H. 2005. Physiological function and application of herbicides. Zanjan University Press. (In Persian)

17- 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.

18- Rashed- Mohassel M.H., Rastgo M., Mousavi S.K., Valiolahpour R. and Haghighi A. 2006. Principles of weed science (translation). Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian).

19- Rashed-Mohassel M.H., Aliverdi A., Ghorbani R. 2009. Effects of a magnetic field and adjuvant in the efficacy of cycloxydim and clodinafop propargyl on the control of wild oat (*Avena fatua*). Weed Biology and Management. 9: 300–306.

20- Rashed-Mohassel M.H., Aliverdi A., Hamami H., and Zand E. 2010. Optimizing the performance 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.
21- 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.
22- Soler L., Caiiellas J. and Saura-Calixto F. 1988. Oil content and fatty acid composition of developing almond seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 36: 695–697.
23- Sondhia S., and Varshney J.G. 2010. Herbicides. SSPH. New Dehli.
24- Stagnari F., and Onofri A. 2006. Influence of vegetable and mineral oils on the efficacy of some post-emergence herbicides for grass weed control in wheat. Pesticide Science Society of Japan. 31: 339–343.
25- Were B.A., Onkware A.O., Gudu S., Welander M. and Carlsson A.S. 2006. Seed oil content and fatty acid composition in east African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years. Field Crop Research. 97: 254–260.
26- 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.
27- Zand E., Baghestani M., Nezamabadi N. and Shimi P. 2010. Iran's important herbicide and weed. Press center of academic publishing. (In Persian).
28- 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).
29- Zhiqian L. 2004. Effects of surfactants on foliar uptake of herbicides - a complex scenario. Colloids and Surfaces Biointerfaces. 35: 149-153.