نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۱۸۳-۱۷۱

Journal of Plant Protection
Vol. 28, No. 2, Summer 2014, P. 171-183

بهینه‌سازی کارایی کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل علف قناری (*Phalaris minor* Retz.) به وسیله روغن‌های گیاهی

ملیحه شریعتمداری تهرانی[۱]- سید محسن نبوی کلات[۲]- محمد بازوبندی[۳]- حسین حمامی[۴*]- اکبر علی‌وردی[۵]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱۲/۱۳
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۲/۴

چکیده

به منظور مقایسه نمود روغن‌های گیاهی در بهینه‌سازی کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل، آزمایش گلخانه‌ای دز-پاسخی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل غلظت‌های صفر، ۸، ۱۶، ۳۲، ۴۸ و ۶۴ گرم در هکتار ماده موثره علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در یازده سطح بدون روغن گیاهی و با روغن‌های گیاهی آفتابگردان، سویا، کلزا، منداب، پنبه، کنجد، بادام تلخ، بادام شیرین، کرچک و زیتون بر روی علف قناری در ۴ تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد تمامی روغن‌های گیاهی بطور معنی‌داری موجب کاهش کشش محلول علف‌کش و در نتیجه بهبود کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل علف قناری شدند. میزان تاثیر روغن‌های گیاهی را برای وزن خشک به صورت زیر آفتابگردان > منداب > سویا > پنبه > زیتون > کلزا > بادام تلخ > کنجد > کرچک > بادام شیرین و برای وزن تازه به صورت زیر منداب > آفتابگردان > سویا > پنبه > بادام تلخ > زیتون > کلز ا> کنجد > کرچک > بادام شیرین بود. نتایج کلی نشان داد که با افزایش محتوی اسیدهای چرب اشباع روغن‌های گیاهی قدرت کاهندگی کشش سطحی کاهش می‌یابد ولی کارایی کنترلی علف‌کش افزایش می‌یابد. بر همین اساس می‌توان فاکتور تخریب کوتیکول و یا حل کردن کوتیکول به وسیله روغن‌های گیاهی را در مقایسه با فاکتور کشش سطحی در بهبود کارآیی علف‌کش موثر دانست.

واژه‌های کلیدی: روغن‌های گیاهی، علف‌کش، علف قناری، کشش سطحی

مقدمه

از زمان آغاز کشاورزی در حدود ۱۰۰۰۰ سال قبل از میلاد، علف‌های هرز به دلیل رقابت مستقیم با محصولات زراعی برای فضا، آب، مواد غذایی و نور جزء عوامل اصلی محدود کننده تولید محصولات زراعی بوده‌اند (۳۰). در اراضی قابل کشت، بیشترین انرژی مورد نیاز توسط انسان‌ها صرف استراتژی‌های مکانیکی با هدف حذف علف‌های هرز و ایجاد شرایط مناسب برای رشد گیاه زراعی می‌شود. به خصوص، در قرن اخیر که به دلیل افزایش سریع جمعیت و نیاز به تلاش بیشتر برای تولید کافی منابع مواد غذایی، بشر به طور اجتناب‌ناپذیری نیازمند ستیز و نبرد کارآمد با علف‌های هرز در محصولات زراعی با صرف انرژی بیشتر از طریق استراتژی مبارزه شیمیایی می‌باشد (۱۴). بنا به این دلیل، با معرفی علف‌کش‌های فنوکسی در دهه ۱۹۴۰، کاربرد علف‌کش‌ها برای کمک به کشاورزی جهان (۲۰) به دلیل داشتن تاثیر بسیار مثبت در تولید بخش کشاورزی در سراسر جهان شروع شد (۲۳). برای مثال، دیهیم فرد و همکاران (۱۰) گزارش کردند که در طول سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۴ در ایران، با افزایش استفاده از علف‌کش‌ها از ۲۱۰۰ به ۳۷۰۰ تن در سال در طول این دوره، میانگین عملکرد گندم آبی و دیم به ترتیب از ۳۱۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به ۳۸۰۰ و ۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است. با این وجود، علف‌کش‌ها دارای اثرات منفی بر محیط زیست و سلامت انسان هستند (۲۸). برای مثال، همیلتون و همکاران (۱۵) گزارش کردند که کاربرد آترازین منجر به کاهش تعداد گونه‌هایی از فیتوپلانکتون‌ها، آمیب ها و خرچنگ‌ها می‌شود. علاوه بر این، تکامل و پویایی مقاومت به علف‌کش‌ها در جمعیت علف‌های هرز به عنوان یک پیامد بیولوژیکی ممکن است اتفاق بیافتد (۱۲).

کارآیی علف‌کش‌های پس رویشی بوسیله کاربرد مواد افزودنی، به عنوان یک ابزار برای کاهش مقدار کاربرد علف‌کش‌ها، افزایش می‌یابد. بنابراین، امکان کاهش خطر عوارض جانبی و هزینه کاربرد

۱، ۲ و۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی‌ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز و استادیاران دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد
۴ و ۵ - دانشجویان دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: homamihossein@gmail.com)

علف‌کش‌ها فراهم می‌شود (۲). با توجه به گزارشات قبلی به نظر می‌رسد که استفاده از مواد افزودنی بهترین راه حل برای رسیدن به هدف افزایش کارآیی علف‌کش‌ها است. استفاده از مواد افزودنی برای افزایش فعالیت علف‌کشی موضوع جدیدی نیست به طوری که پیشینه استفاده از این مواد به قبل از قرن ۱۷ بر می‌گردد که کشاورزان از گلوکز و ملاس برای بهبود خصوصیت چسبندگی گیاه کش‌های غیر آلی استفاده می‌کردند (۱۳). با وجود مزایای گفته شده برای مواد افزودنی، برخی از مواد افزودنی مصنوعی، همانند برخی از مواد شیمیایی دیگر، عوارض جانبی را بر حیات وحش تحمیل می‌کنند (۲۷). برای مثال گزارشات قبلی نشان داده است که مواد افزودنی دارای پلی اکسی اتیلن آلکیل اتر می‌توانند موجب کاهش فشار خون و کم کاری قلب به صورت سمیت حاد دهانی در انسان‌ها گردند (۸). همچنین مواد افزودنی دارای تالوآمین‌های پلی اتوکسیله با غلظت ۲/۰۱ میلی‌گرم در لیتر برای گونه‌ای میگو (*Thamnocephalus platyurus*) (۵) و برای لارو گونه‌ای پشه (*Chironomus plumosus*) با غلظت ۱۳ میلی‌گرم در لیتر بسیار سمی هستند (۳). به هر حال، کاربرد روغن‌های گیاهی به عنوان مواد افزودنی از دو جنبه که خطرات کمتر برای کاربرها و سازگاری با محیط زیست مفید می‌باشند. روغن‌های گیاهی سمیت ذاتی نداشته و در محیط به سرعت تجزیه می‌شوند (۶). البته روغن‌های گیاهی جزء منابع تجدید شونده بوده و استفاده از آنها فرصت جدیدی را برای جایگزینی سوخت‌های فسیلی فراهم می‌سازد (۲۵).

کوتیکول گیاهی اولین مانع در مقابل نفوذ ماده موثره به داخل برگ است (۱۶). اعتقاد بر این است که روغن‌های گیاهی نفوذ ماده فعال را از طریق حل کردن یا تخریب موم کوتیکولی افزایش می‌دهند. مطالعات قبلی نشان داده است که افزایش نفوذ ماده فعال بوسیله روغن‌های گیاهی با نازک تر شدن یا تخریب موم کوتیکولی عامل موثرتری نسبت به کاهش کشش سطحی قطرات اسپری شده می‌باشد (۲۹ و ۳۰). علاوه بر این، روغن‌های گیاهی موجب تاخیر در کریستالیزه شدن (۴)، کاهش تبخیر (۲۶) و تجزیه نوری (۳۱) ماده فعال علف‌کش بر روی سطح برگ شدند.

با توجه به اینکه مواد افزودنی بسیار کمی در ایران به منظور کاربرد با علف‌کش‌ها به ثبت رسیده است، اهداف این مطالعه عبارتند از ۱) بررسی اثر افزودن روغن‌های گیاهی مختلف بر کارآیی مصرف علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل در کنترل علف قناری، ۲) با توجه به اینکه تکنولوژی کاربرد مواد افزودنی به سمت استفاده هر چه بیشتر از مواد تجدید شونده پیش می‌رود و همچنین با توجه به بررسی راشد محصل و همکاران (۲۹) که در آن آدیگور که یک روغن غیر سمی تصفیه شده بذر کلزا می‌باشد و دارای اثرات مطلوبی بر کارآیی علف‌کش ستوکسیدیم نشان داده است، سایر روغن‌های گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مواد و روش ها

بذرهای علف قناری از مزارع آستان قدس رضوی واقع در مشهد جمع آوری شده و تا قبل از استفاده در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. به منظور مقایسه اثر ده روغن گیاهی به عنوان مواد افزودنی در بهینه‌سازی کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل (تاپیک)، آزمایش دز- پاسخی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی بر روی علف قناری در شرایط گلخانه در دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. به منظور یکنواختی در جوانه زنی و سبز شدن گیاهچه‌های علف‌هرز علف قناری، ابتدا بذور از سنبله‌ها جدا شدند و ضد عفونی سطحی بذور توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد و به مدت ۵ دقیقه صورت گرفت و سپس بذور با آب مقطر شستشو شدند. بذرها درون پتری‌دیش هایی با قطر ۱۱ سانتیمتر که حاوی یک لایه کاغذ صافی بودند، قرار داده شدند. سپس ده میلی لیتر از محلول ۲ گرم در لیتر نیترات پتاسیم به هر یک از پتری‌دیش‌ها، به منظور شکسته شدن خواب بذرها، اضافه شد. پتری دیش های حاوی بذر به مدت ۹ شبانه روز در دمای ۴ تا ۵ درجه سانتیگراد در تاریکی در درون یخچال نگهداری شدند (۲۱). پس از اعمال تیمار سرمادهی، بذور درون سینی‌های کشت حاوی پیت کشت شدند. سپس سینی‌های کشت به درون ژرمیناتور با ۱۶ ساعت تاریکی با دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و ۸ ساعت تاریکی با دمای ۱۰ درجه سانتیگراد، به ترتیب با رطوبت نسبی ۴۵ و ۶۵ درصد، منتقل و جوانه‌دار شدند (۲۸). با این روش درصد بالایی از گیاهچه‌های علف قناری در درون هر یک از سینی‌های کشت سبز شدند. سپس گیاهچه‌ها در گلدان‌های ۲ لیتری حاوی خاک، خاکبرگ و ماسه بادی با نسبت ۱:۱:۱ کاشته شدند. گلدان‌ها بر حسب نیاز آبی گیاهان هر دو روز یکبار از زیر آبیاری شدند. در مرحله یک برگی کامل گیاهچه‌ها، گیاهچه‌ها به پنج عدد در هر گلدان تنک شدند. دمای گلخانه در مدت رشد، بین ۲۷ تا ۳۲ درجه سانتیگراد در طول روز و ۱۸ تا ۲۴ درجه سانتیگراد در طول شب متغییر بود. گیاهان در مرحله پنج برگی کامل با استفاده از سمپاش متحرک ریلی مجهز به نازل بادبزنی معمولی با خروجی ۲۰۰ لیتر در هکتار و با فشار پاشش دو بار تحت تیمار قرار گرفتند.

تیمارهای آزمایش شامل غلظت‌های صفر، ۸، ۱۶، ۳۲، ۴۸ و ۶۴ گرم در هکتار ماده موثره علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در یازده سطح ۱) علف‌کش بدون روغن و به همراه روغن‌های گیاهی: ۲) پنبه دانه ۳) بادام تلخ، ۴) بادام شیرین، ۵) منداب، ۶) کلزا، ۷) کنجد، ۸) زیتون، ۹) کرچک، ۱۰) سویا و ۱۱) آفتابگردان، در چهار تکرار بودند. به منظور آماده‌سازی هر یک از مواد افزودنی بالا، میزان پنج درصد از مویان سیتوگیت[1] به عنوان امولسیون کننده روغن‌های گیاهی در محلول سم به حجم روغن های گیاهی اضافه شد. هر یک از روغن‌های گیاهی به میزان پنج درصد حجمی (پنج در هزار) مورد

1- Citogate, alkylarylpolyglycol ether

استفاده قرار گرفتند. اندام های هوایی گیاهان شاهد و تیمار شده چهار هفته پس از تیمار از روی سطح گلدان برداشت شدند و وزن تر و خشک آنها مورد اندازه گیری قرار گرفت و از میانگین وزن خشک یا تر در هر گلدان برای برازش منحنی‌های واکنش به دز استفاده شد. پاسخ وزن خشک علف قناری به مقدار علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل با تکنیک رگرسیون غیر خطی و با استفاده از نرم افزارهای SAS آنالیز شده و برای رسم منحنی‌های واکنش به مقدار از نرم افزار SLIDEWRITE استفاده شد. تمامی داده‌ها به طور همزمان با مدل چهار پارامتری لجستیک (معادله ۱) برازش داده شدند (۳۲):

$$U_{ij} = \frac{D - C}{1 + \exp[\, b_i(\log(\, z_{ij}) - \log(\, ED_{50(i)}))]} + C \quad (۱)$$

که در آن U_{ij} بیانگر وزن خشک j ام که موجب پاسخ در دز i ام علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل (z_{ij}) می شود، D و C حد بالا و پایین مجانب وزن خشک در مقادیر صفر و توصیه شده علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل، $ED_{50(i)}$ مقدار علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل، i، لازم برای نصف کردن وزن خشک علف قناری بین حدود بالا و پایین D و C، و b_i شیب منحنی در محدوده $ED_{50(i)}$ می‌باشد. در معادله ۱، این امکان وجود دارد که هر مقادیری از ED را در دامنه بین صفر تا صد قرار داد و مورد ارزیابی قرار داد. در این تحقیق، مقادیر ED_{10} و ED_{90} مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. مقادیر ED_{10} و ED_{90} به ترتیب بیانگر مقدار علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل لازم برای کاهش ۱۰ و ۹۰ درصد وزن خشک علف قناری بین حدود بالا و پایین D و C می‌باشد. اچ سیاو و همکاران (۱۷) بیان کردند که بر اساس مدل لجستیک (معادله ۱) می‌توان جابه‌جا شدگی افقی منحنی‌هایی با D ، C و b مشابه را نسبت به منحنی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به تنهایی را با استفاده از پارامتر پتانسیل نسبی (R) که نشان‌دهنده فعالیت شاخ و برگی است، تعیین کرد (۳۲):

$$R = ED_{50A} / ED_{50B} \quad (۲)$$

در این معادله، ED_{50A} نشان‌دهنده مقدار علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل لازم برای نصف کردن وزن خشک و تر علف قناری بین حدود بالا و پایین و ED_{50B} نشان دهنده مقدار علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل لازم برای نصف کردن وزن خشک و تر علف قناری بین حدود بالا و پایین به همراه هر یک از روغن‌های گیاهی می‌باشد. در این صورت اگر پتانسیل نسبی مساوی یک باشد نشان‌دهنده این است که هر یک از روغن‌های گیاهی به کار برده شده، هیچ اثری بر روی فعالیت شاخ و برگی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل ندارد. ولی اگر پتانسیل نسبی بزرگتر و یا کوچکتر از یک باشد، استفاده از آنها موجب افزایش و یا کاهش کارایی یا فعالیت شاخ و برگی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل شده است.

به منظور اندازه‌گیری اثر امولسیون کننده، علف‌کش و روغن‌های گیاهی بر کشش سطحی آب (آب مقطر) طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی ترتیب داده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) آب مقطر، ۲) محلول آبی محتوی ۶۴ گرم ماده موثره علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در لیتر آب مقطر، ۳) محلول‌های علف‌کشی به همراه امولسیون کننده سیتوگیت در غلظت ۰/۰۱ درصد حجمی، ۴) محلول‌های علف‌کشی به همراه غلظت‌های ۱۰ در هزار هر یک از روغن‌های گیاهی در چهار تکرار بودند. برای آنالیز آماری از نرم افزار SAS استفاده و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

به منظور اندازه‌گیری کشش سطحی محلول‌ها از روش خاصیت مویینگی و بر اساس فرمول زیر استفاده شد (۳۲):

$$\gamma = \frac{1}{2}\rho.g.r(h + \frac{r}{3}) \quad (۳)$$

که در آن γ نشان دهنده کشش سطحی بر حسب نیوتن بر متر، ρ چگالی مایع بر حسب کیلوگرم در متر مکعب، g شتاب گرانش زمین[1] برابر با ۹/۸ متر بر مجذور ثانیه، r شعاع مقطع لوله مویین بر حسب متر و h ارتفاع ستون مایع در لوله مویین از سطح محلول بر حسب متر می‌باشد (۳۲). به منظور اندازه‌گیری چگالی مایع، بورت مدرج را از نمونه پر کرده و مقدار ۵۰ میلی‌لیتر از نمونه را در داخل بشر ریخته و با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید و بر اساس معادله ۴ چگالی محاسبه گردید:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (۴)$$

که در آن ρ نشان‌دهنده چگالی مایع (جرم حجمی) بر حسب گرم در سانتی‌متر مکعب، m جرم (وزن) مایع بر حسب گرم و v حجم مایع بر حسب سانتی متر مکعب است.

واحد نیوتن بر متر واحد بسیار بزرگی است و برای اینکه اختلافات به درستی در آنالیزهای آماری مشخص شود از واحد کوچکتری مانند میلی نیوتن بر متر استفاده می‌شود. در آزمایش اندازه‌گیری کشش سطحی از لوله مویین شیشه‌ای با قطر دهانه داخلی یک میلی‌متر استفاده شد. دمای محیط آزمایشگاه حین اندازه‌گیری ها ۱±۲۶ درجه سانتیگراد بود. از آنجایی که دما با کشش سطحی رابطه مستقیم دارد و با افزایش دما کشش سطحی مایعات کاهش می‌یابد به طوری که با افزایش هر درجه سانتیگراد دما ۰/۱۴ میلی نیوتن بر متر از کشش سطحی آب کاسته می‌شود (۹)، حتی الامکان در حین اجرای آزمایش در دماهای خارج از این محدوده، از اندازه‌گیری ها خودداری شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تمامی تیمارها به طور معنی‌داری ($P<0/01$) موجب کاهش کشش سطحی آب شدند (جدول

1- Acceleration due to gravity

۱). در این آزمایش کشش سطحی آب مقطر ۷۲/۱۰ میلی‌نیوتن بر متر اندازه‌گیری شد و همان طور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به تنهایی موجب کاهش معنی‌دار کشش سطحی آب مقطر شد و کشش سطحی محلول علف‌کشی به تنهایی برابر ۵۶/۷۱ میلی نیوتن بر متر بود. علی وردی و همکاران (۲) و گاوریت و لامرانی (۱۱) نیز به ترتیب کشش سطحی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل را برابر ۵۷/۳۹ و ۵۲/۸۲ میلی نیوتن بر متر گزارش کرده اند. اضافه کردن امولسیون کننده سیتوگیت در میزان ۰/۰۱ درصد حجمی تاثیر معنی داری بر کشش سطحی محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل نداشت (شکل ۱). با توجه به گزارش راشد محصل و همکاران (۲۸) می‌توان نتیجه گرفت که این مقدار کاهش کشش سطحی به وسیله سیتوگیت هیچ گونه تاثیری بر کارایی علف‌کش در کنترل علف قناری نخواهد داشت.

نتایج حاکی از کاهش معنی‌دار ($P<0/01$) و قابل توجه کشش سطحی محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به وسیله تمامی روغن‌های گیاهی مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۱). به طوری که روغن‌های گیاهی کرچک و سویا (به ترتیب ۱۲/۸۰ و ۱۴/۰۱ میلی‌نیوتن بر متر) موجب بیشترین کاهش در کشش سطحی محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل شدند. در بین روغن‌های گیاهی، روغن منداب (۳۴/۷۰ میلی‌نیوتن بر متر) دارای کمترین قدرت کاهندگی در کشش سطحی محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل بود. از این رو، می‌توان روغن‌های گیاهی را بر اساس قدرت کاهندگی در کشش سطحی محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به صورت زیر رتبه‌بندی کرد:

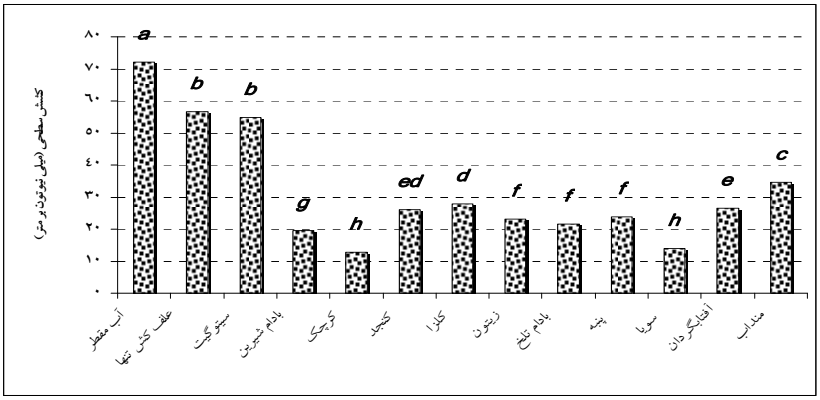
منداب < کلزا = کنجد < آفتابگردان < زیتون = پنبه = بادام تلخ < بادام شیرین < سویا = کرچک

نتایج حاصل از گسترش قطره های نشست کرده بر روی کاغذهای حساس نشان داد که محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپرژیل وقتی به تنهایی به کار برده شد تنها ۳۱/۱۶ درصد سطح کاغذ حساس را پوشش داد و همان طور که از شکل۳ ملاحظه می‌شود در غیاب روغن‌های گیاهی قطره‌های نشست کرده ظاهراً دارای اندازه‌های بزرگتری می‌باشند. با اضافه کردن روغن‌های گیاهی به محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپرژیل سطح خیس شده افزایش یافت تا آنجایی که کاربرد روغن کرچک موجب پوشش کامل کاغذ حساس به رطوبت شد. نتایج رگرسیونی بین درصد خیس شدگی کاغذهای حساس و کشش سطحی ناشی از تیمارهای آزمایشی نشان داد که میزان خیس شدگی کاغذهای حساس با قدرت کاهندگی کشش سطحی روغن‌های گیاهی همبستگی مثبتی ($R^2=0/6$) وجود دارد (شکل ۲).

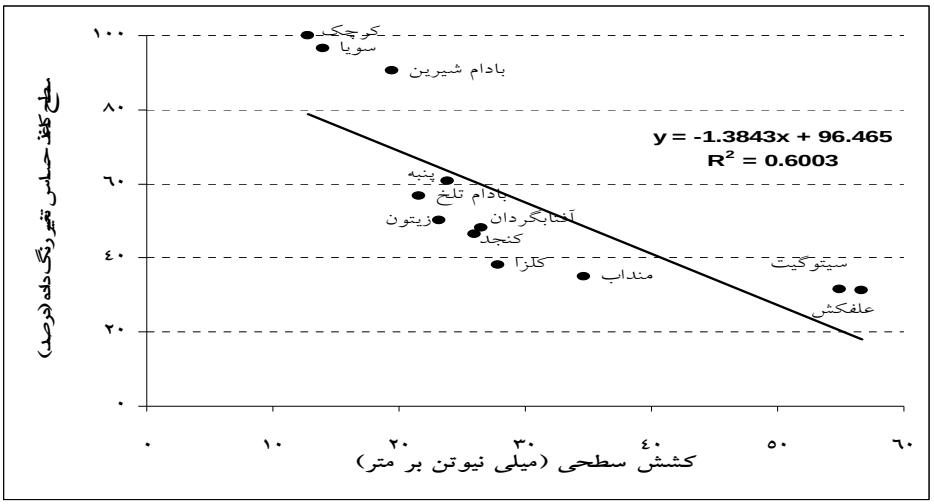
جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر علف‌کش، سیتوگیت و روغن های گیاهی بر کشش سطحی آب

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۱۲	۱۳۳۳/۲۵ **
خطا	۳۹	۱/۴۴
ضریب تغییرات (درصد)	--	۳/۷۹

**- معنی‌داری در سطح احتمال $P<0/01$ می باشد. حداقل تفاوت معناداری (LSD) برابر ۱/۷۲ می‌باشد.



شکل ۱- تاثیر روغن‌های گیاهی بر کشش سطحی محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل و تاثیر علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل بر کشش سطحی آب مقطر



شکل ۲- همبستگی بین میزان خیس شدگی کاغذهای حساس به رطوبت با قدرت کاهندگی کشش سطحی روغن‌های گیاهی

در مطالعات قبلی نیز عنوان شده است که مواد افزودنی (روغن‌های گیاهی) موجب کاهش کشش سطحی می‌شوند (۱۸). کاهش کشش سطحی قطره های پاشش موجب تولید قطره‌های کوچکتری می‌شود و به دلیل اینکه انرژی قطره های کوچکتر کمتر می‌باشد، موجب نشست بیشتر پاشش می‌شود (۲۵). علاوه بر این، کشش سطحی پایین موجب گسترش بیشتر قطره نشست کرده می‌شود (۲۹). به همین دلیل روغن‌های گیاهی با کاهش کشش سطحی محلول پاشش موجب شده‌اند که سطح بیشتری از کاغذ حساس به وسیله پاشش پوشیده شود.

نتایج تجزیه واریانس وزن خشک و وزن تازه نشان داد که در سطح احتمال یک درصد غلظت‌های مختلف علف‌کش و نوع روغن‌های گیاهی مورد استفاده دارای اثرات معنی داری در بهبود کارایی کنترل علف قناری داشته است (جدول ۲). در صفت وزن تازه، بین غلظت‌های مختلف علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل اختلافات معنی‌داری وجود داشت در صورتیکه در مورد صفت وزن خشک تک تک غلظت‌ها دارای اثرات معنی‌دار با بقیه غلظت‌ها به جز دو غلظت ۴۸ و ۶۴ گرم ماده موثره در هکتار کلودینافوپ پروپارژیل بودند (جدول ۳). وجود اختلافات معنی‌دار در بین غلظت‌های علف‌کشی در تحقیقات مختلف قبلی (۷، ۱۹، ۲۲، ۲۴ و ۲۵) نیز مشاهده شده است. این قاعده کلی را پاراسلوس در ۴۰۰ سال پیش عنوان کرده بود. به طوری که وی بیان داشت که دز به اندازه کافی پایین گیاه‌کش، برای گیاه سمی نیست، در حالی که دز به اندازه کافی بالا، هر گیاهی را از بین می‌برد (۱).

نتایج نشان داد که کاربرد تمامی روغن‌های گیاهی موجب افزایش معنی‌دار کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در کاهش وزن خشک و وزن تازه علف قناری شده است (جدول ۳). به طوری که وقتی روغن‌های گیاهی به محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل اضافه شدند وزن خشک و وزن تازه علف قناری را بطور قابل توجهی کاهش دادند. بطوری که بر اساس هر دو صفت وزن خشک و وزن تازه، بهترین و بدترین روغن گیاهی به ترتیب آفتابگردان و بادام شیرین بوده‌اند (جدول ۳). البته، بر اساس صفت وزن خشک بین روغن‌های گیاهی آفتابگردان و منداب تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین، بر اساس صفت وزن تازه بین روغن گیاهی آفتابگردان با منداب، سویا و پنبه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد اندازه گیری

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک	وزن تازه
غلظت علف‌کش	۵	۸۱/۶۶ **	۱۷/۲۴ **
نوع روغن گیاهی	۱۰	۳/۶۹ **	۰/۸۶ **
خطا	۱۹۸	۰/۰۱	۰/۰۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۶/۴۶	۲۱/۵۲

**- معنی داری در سطح احتمال یک درصد می باشد.

یکی از این دلایل مهم این است که روغن‌های گیاهی با داشتن خاصی چربی دوستی بالا موجب تخریب کوتیکول (۱) و یا حل کردن کوتیکول (۲۶) می شوند. این عمل موجب می شود که مولکول علف‌کش به راحتی از کوتیکول برگ عبور کند و عبور راحت تر مولکول علف کش موجب افزایش جذب علف‌کش به درون گیاه شده و این عمل موجب می شود که محل های عمل علف‌کش بیشتری از درون گیاه باز داشته شود و در نتیجه کارآیی علف‌کش در کنترل علف هرز بالاتر رود (۴، ۲۸، ۲۹، ۳۰ و ۳۴).

شکل۳- شبیه سازی میزان نشست و گسترش قطره های پاشش، ۱- علفکش کلودینافوپ پروپارژیل به تنهایی، ۲- علفکش به همراه امولسیون کننده سیتوگیت، و علفکش کلودیناقوپ پروپارژیل به همراه امولسیون کننده سیتوگیت و روغن های گیاهی ۳- منداب، ٤- کلزا، ٥- کنجد، ٦- آفتابگردان، ۷- زیتون، ۸- بادام تلخ، ۹- پنبه، ۱۰- بادام شیرین، ۱۱- سویا و ۱۲- کرچک. کاغذهای زرد رنگ در اثر برخورد رطوبت به رنگ آبی تغییر رنگ داده اند. کاربرد روغن های گیاهی باعث ریزتر شدن قطره ها و گسترش بیشتر قطره بر روی کاغذ حساس به رطوبت شده اند.

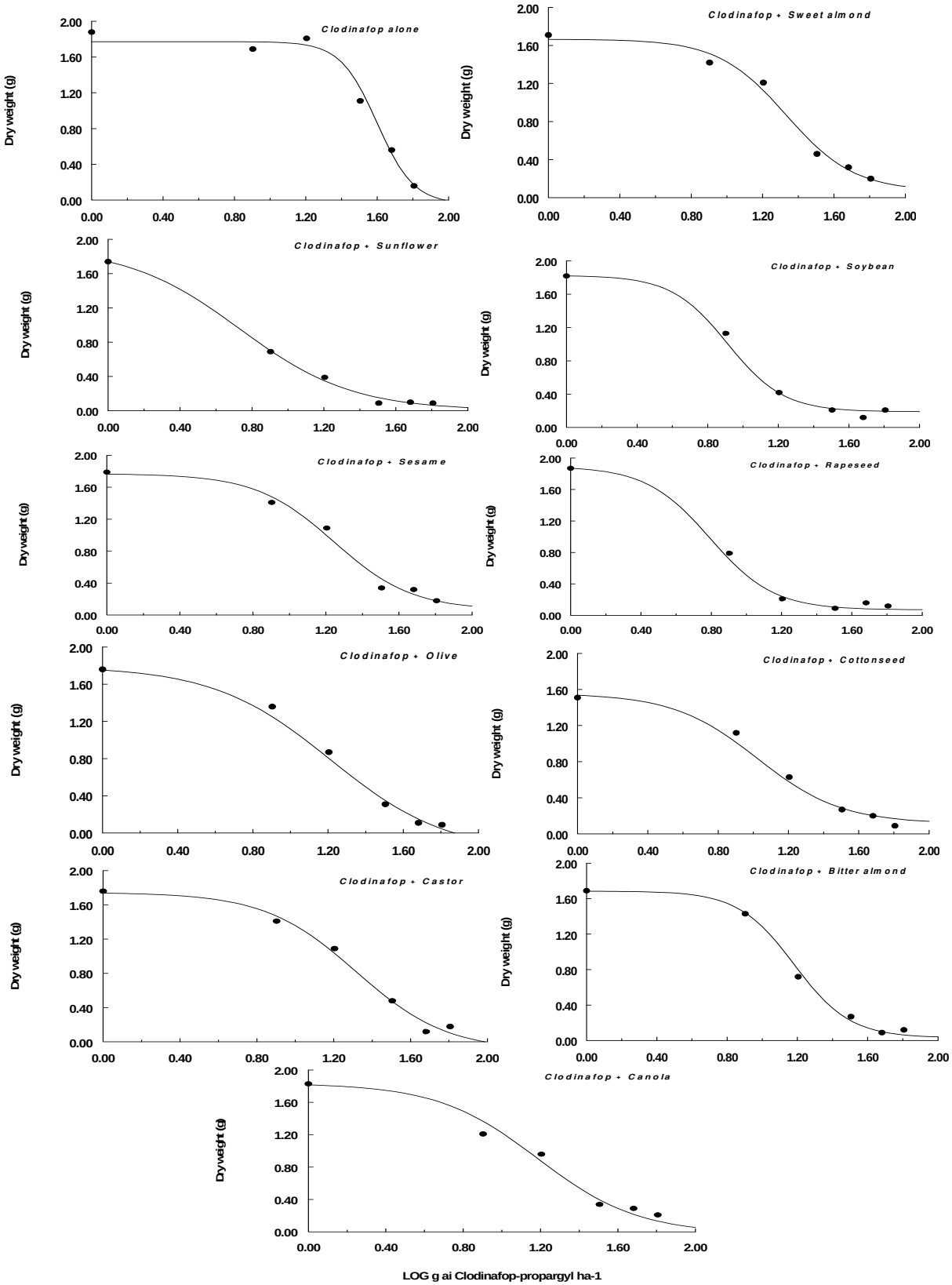
جدول ۳- مقایسه میانگین های بین تاثیر غلظت های مختلف علف‌کش (گرم ماده موثره در هکتار) و نوع روغن گیاهی بر وزن خشک و تازه علف قناری

تیمار ها	میانگین مربعات	
غلظت علف‌کش	وزن خشک	وزن تازه
صفر	۱/۷۳ a	۳/۸۱a
۸	۱/۲۲ b	۲/۴۸ b
۱۶	۰/۸۶ c	۱/۳۱ c
۳۲	۰/۳۶ d	۰/۷۹ d
۴۸	۰/۲۲ e	۰/۴۱ e
۶۴	۰/۱۸ e	۰/۳۶ f
نوع روغن‌های گیاهی		
بدون روغن	۱/۲۰ a	۲/۵۲ a
بادام شیرین	۰/۸۹ b	۱/۷۸ b
کرچک	۰/۸۵ bc	۱/۶۸ c
کنجد	۰/۸۴ bc	۱/۵۸ cd
کلزا	۰/۸۱ bcd	۱/۴۱ d
زیتون	۰/۷۵ cd	۱/۵۲ d
بادام تلخ	۰/۷۲ d	۱/۵۳ e
پنبه	۰/۶۳ e	۱/۲۰ f
سویا	۰/۶۵ e	۱/۲۲ f
منداب	۰/۵۴ f	۱/۱۷ f
آفتابگردان	۰/۵۲ f	۱/۱۶ f

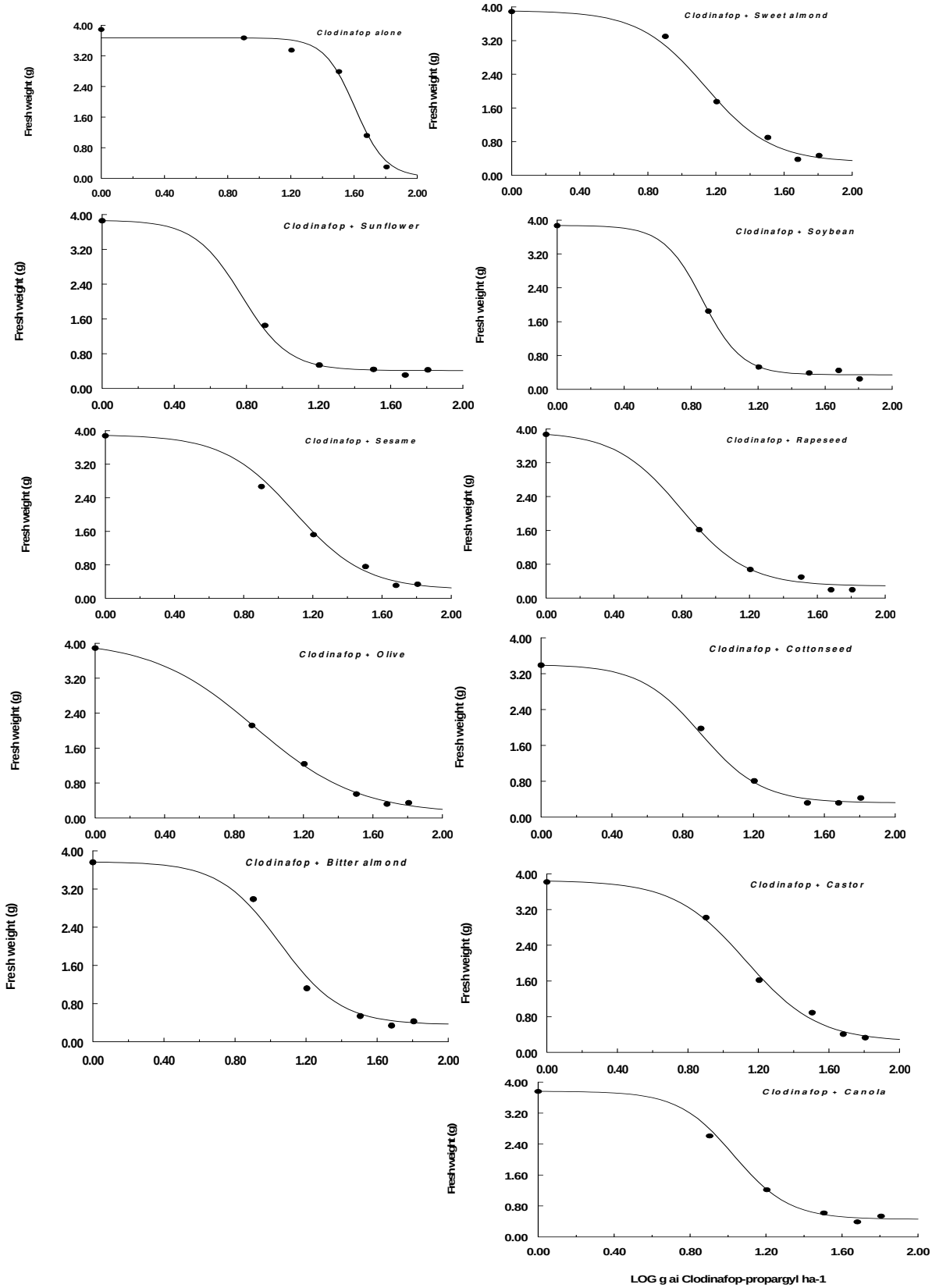
در هر ستون، وجود یک حرف مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

دلیل مهم دیگری که روغن‌های گیاهی مورد استفاده در این آزمایش موجب افزایش کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل علف‌قناری شده‌اند را می‌توان به کاهش کشش سطحی محلول علف‌کش به وسیله این روغن‌های گیاهی دانست (شکل ۱). با این وجود، راشد محصل و همکاران (۲۹) فاکتور تخریب کوتیکول و یا حل کردن کوتیکول را در مقایسه با فاکتور کشش سطحی در بهبود کارایی علف‌کش‌ها موثر دانستند. به طوری که آنها قدرت کاهندگی کشش سطحی محلول علف‌کش‌های ستوکسیدیم و فنوکساپروپ پی اتیل به وسیله روغن گیاهی کلزا را کمتر از قدرت کاهندگی کشش سطحی مویان سیتوگیت گزارش کرده‌اند. با این وجود، کارایی این علف‌کش ها در کنترل یولاف وحشی به وسیله روغن گیاهی کلزا را بالاتر گزارش کرده اند. بونتینگ و همکاران (۴) و گرین و بستمن (۱۳) بیان داشتند که روغن های 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 احتمالا باعث کاهش فرار علف‌کش نیز می‌شود و قطره‌های بیشتری بر روی شاخساره گیاه نشست پیدا خواهند کرد.

جداول ۴ و ۵ نشان دهنده خلاصه ای از آنالیز رگرسیون غیرخطی اثر اضافه کردن روغن های گیاهی مختلف بر کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل بر روی علف هرز علف قناری می باشد و شکل‌های ۵ و۶ نیز منحنی های واکنش به مقدار علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل را برای وزن های خشک و تازه علف هرز علف قناری به صورت تفکیک شده برای هر یک از روغن‌های گیاهی را نشان می‌دهد. نتایج این آنالیز رگرسیونی نشان می‌دهد که در این تحقیق ED_{10} ، ED_{50} و ED_{90} علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل برای صفت وزن خشک علف قناری به ترتیب ۲۲/۳۰، ۳۷/۵۰ و ۵۵/۰۶ گرم ماده موثره در هکتار و برای صفت وزن تازه به ترتیب ۱۹/۰۳، ۳۷/۱۸ و ۵۳/۹۵ گرم ماده موثره در هکتار به دست آمد. این نتایج مشابه نتایج تحقیقات راشد محصل و همکاران (۲۷) می باشد. نتایج آنالیز دز پاسخ نشان داد که در حضور روغن های گیاهی مقادیر ED_{10} ، ED_{50} و ED_{90} برای وزن خشک (جدول ۴) و وزن تازه (جدول ۵) علف قناری بطور قابل توجهی از ED_{10} ، ED_{50} و ED_{90} علفکش کلودینافوپ پروپارژیل به تنهایی کمتر می‌باشد که نشان دهنده افزایش کارآیی این علف‌کش در کنترل علف قناری است.



شکل ٤- منحنی های واکنش به مقدار کلودینافوپ پروپارژیل به تنهایی و به همراه روغن های گیاهی بر روی وزن خشک علف قناری



شکل ۵- منحنی های واکنش به مقدار کلودینافوپ پروپارژیل به تنهایی و به همراه روغن های گیاهی بر روی وزن تر علف قناری

با مقایسه بین کارآیی هر یک از روغن های گیاهی بر اساس کاهش وزن خشک علف قناری ملاحظه شد که روغن گیاهی آفتابگردان ED_{10} ، ED_{50} و ED_{90} کلودینافوپ پروپارژیل را نسبت به سایر روغن‌های گیاهی بیشتر کاهش داده است که نشان دهنده موثرتر بودن این روغن گیاهی نسبت به سایر روغن‌های گیاهی می‌باشد. این درحالی بود که بر اساس کاهش وزن تازه علف قناری روغن گیاهی منداب ED_{10} ، ED_{50} و ED_{90} کلودینافوپ- پروپارژیل را نسبت به سایر روغن‌های گیاهی بیشتر کاهش داد. همچنین این نتایج نشان داد که روغن گیاهی بادام شیرین نسبت به سایر روغن های گیاهی دارای اثر کمتری در کاهش مقادیر ED_{10} ، ED_{50} و ED_{90} کلودینافوپ پروپارژیل می‌باشد. بطوری که ED_{50} و ED_{90} علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل به همراه روغن گیاهی بادام شیرین بر روی وزن خشک علف قناری به ترتیب برابر ۶/۷۶، ۱۹/۵۴ و ۴۲/۴۰ گرم ماده موثره در هکتار بود. این مقادیر برای وزن تازه علف قناری به ترتیب برابر ۵/۲۲، ۱۳/۵۵ و ۳۳/۸۵ گرم ماده موثره در هکتار بود. در کل روند چگونگی تاثیر بقیه روغن‌های گیاهی در کاهش ED_{50} و ED_{90} بر روی وزن خشک مانند وزن تازه می‌باشد.

جدول ٤- ضرایب رگرسیون غیرخطی اثر روغن های گیاهی بر کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل روی وزن خشک علف قناری

تیمار ها	ED_{10}	ED_{50}	ED_{90}
	(g a.i. ha^{-1})		
کلودینافوپ پروپارژیل به تنهایی	۲۲/۳۰	۳۷/۵۰	۵۵/۰۶
کلودینافوپ پروپارژیل + آفتابگردان	۱/۷۶	۵/۷۳	۲۱/۲۳
کلودینافوپ پروپارژیل + منداب	۲/۶۲	۶/۳۲	۱۶/۴۰
کلودینافوپ پروپارژیل + سویا	۳/۶۹	۸/۱۲	۱۷/۸۲
کلودینافوپ پروپارژیل + پنبه دانه	۳/۳۳	۱۰/۰۱	۲۷/۲۵
کلودینافوپ پروپارژیل + بادام تلخ	۶/۶۴	۱۴/۸۳	۳۰/۸۰
کلودینافوپ پروپارژیل + کلزا	۳/۹۲	۱۳/۷۴	۳۷/۴۰
کلودینافوپ پروپارژیل + کنجد	۵/۳۴	۱۶/۷۰	۳۹/۳۰
کلودینافوپ پروپارژیل + زیتون	۳/۳۶	۱۳/۴۲	۳۷/۱۸
کلودینافوپ پروپارژیل + کرچک	۵/۴۶	۱۷/۹۷	۴۳/۲۶
کلودینافوپ پروپارژیل + بادام شیرین	۶/۷۶	۱۹/۵۴	۴۲/۴۰

هر یک از مواد افزودنی به مقدار ۵ در هزار استفاده شد که ده درصد مقدار مواد افزودنی را مویان سیتوگیت به عنوان امولسیون کننده تشکیل داده بود.

جدول ۵- ضرایب رگرسیون غیرخطی اثر روغن های گیاهی بر کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل روی وزن تازه علف قناری

تیمار ها	ED10	ED50	ED90
	(g a.i. ha-1)		
کلودینافوپ پروپارژیل به تنهایی	۱۹/۰۳	۳۷/۱۸	۵۳/۹۵
کلودینافوپ پروپارژیل + منداب	۳/۱۰	۵/۹۶	۱۱/۷۰
کلودینافوپ پروپارژیل + آفتابگردان	۲/۵۱	۶/۳۳	۱۶/۵۳
کلودینافوپ پروپارژیل + سویا	۴/۱۰	۷/۴۲	۱۳/۶۲
کلودینافوپ پروپارژیل + پنبه دانه	۳/۴۱	۸/۰۱	۱۹/۰۸
کلودینافوپ پروپارژیل + بادام تلخ	۲/۳۱	۸/۱۸	۲۷/۷۷
کلودینافوپ پروپارژیل + کلزا	۴/۸۶	۱۱/۴۶	۲۸/۵۱
کلودینافوپ پروپارژیل + کنجد	۴/۴۸	۱۲/۱۴	۳۰/۶۱
کلودینافوپ پروپارژیل + زیتون	۵/۱۹	۱۰/۸۷	۲۴/۱۲
کلودینافوپ پروپارژیل + کرچک	۴/۹۶	۱۳/۳۰	۳۴/۱۳
کلودینافوپ پروپارژیل + بادام شیرین	۵/۲۲	۱۳/۵۵	۳۳/۸۵

هر یک مواد افزودنی به مقدار ۵ در هزار بکار برده شده است که ده درصد این مواد افزودنی را مویان سیتوگیت به عنوان امولسیون کننده تشکیل داده بود.

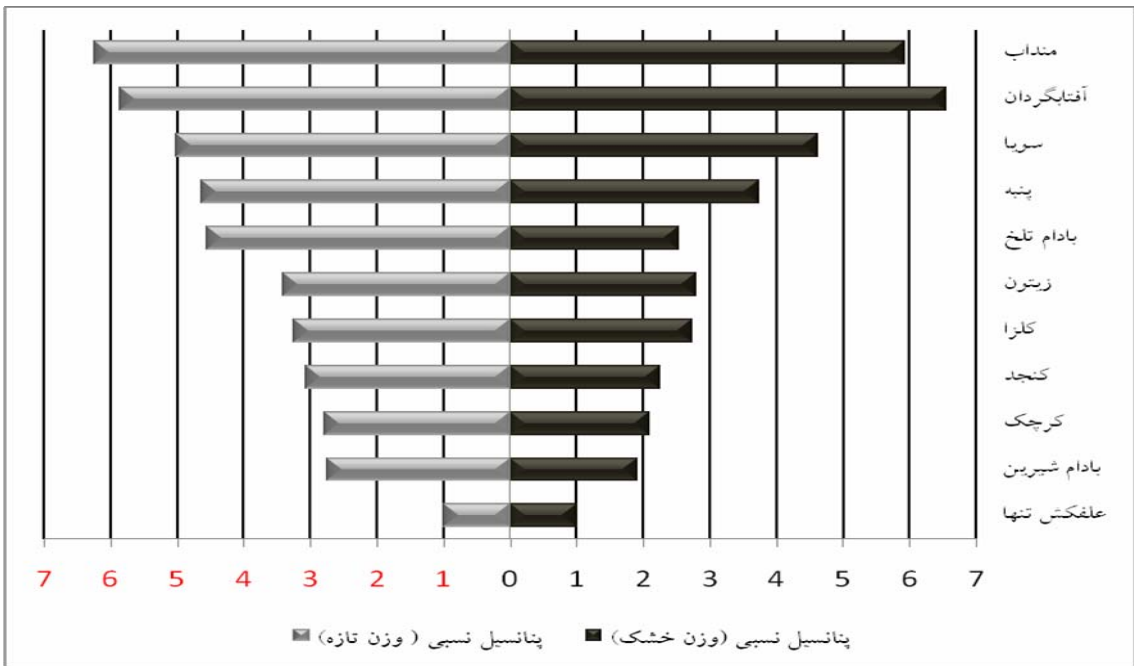
با تقسیم کردن ED_{50} کلودینافوپ پروپارژیل به تنهایی بر ED_{50} کلودینافوپ- پروپارژیل به همراه هر یک از روغن های گیاهی، پتانسیل نسبی حاصل می‌شود (شکل ۷) که نشان دهنده میزان جابه جایی افقی به سمت چپ منحنی دز-پاسخ کلودینافوپ- پروپارژیل به تنهایی به وسیله روغن‌های گیاهی می‌باشد. نتایج پتانسیل های نسبی نشان داد که روغن گیاهی منداب برحسب وزن تازه کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل را تقریبا به اندازه ۶/۲۴ برابر بهبود داده است ولی برحسب وزن خشک روغن گیاهی آفتابگردان کارایی کلودینافوپ- پروپارژیل را تقریبا به اندازه ۶/۵۴ برابر بهبود داده است. به عبارتی دیگر یک کیلوگرم در هکتار علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل به همراه روغن گیاهی منداب دارای یک کارایی برابر ۶/۲۴ کیلوگرم در هکتار از همین علف‌کش به تنهایی برای کاهش وزن تازه علف قناری می‌باشد. ولی یک کیلوگرم در هکتار علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به همراه روغن گیاهی آفتابگردان دارای یک کارایی برابر ۶/۵۴ کیلوگرم در هکتار از همین علف‌کش به تنهایی برای کاهش وزن خشک علف قناری می‌باشد. بر همین اساس روغن گیاهی بادام شیرین که در بین روغن‌های گیاهی کمترین نمود را داشته است، توانسته است کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل را به ترتیب در کاهش وزن تازه و خشک علف قناری به میزان ۲/۷۴ و ۱/۹۲ برابر افزایش دهد. اگر میزان تاثیر روغن‌های گیاهی را بتوانیم رتبه‌بندی کنیم این رتبه بندی برای وزن خشک و وزن تر به صورت زیر (شکل ۶) می‌باشد:

آفتابگردان>منداب> سویا> نبه>زیتون> کلزا>بادام تلخ> کنجد>کرچک>بادام شیرین

منداب>آفتابگردان> سویا>پنبه>بادام تلخ>زیتون> کلزا> کنجد>کرچک>بادام شیرین

جمع بندی

نتایج حاصل از کشش سطحی نشان داد که روغن‌های گیاهی کرچک و بادام شیرین دارای قدرت بالایی در کاهش کشش سطحی محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل دارا بودند و متعاقباً موجب نشست و خیس شدگی بیشتر کاغذ حساس به رطوبت شدند. با این وجود، این دو روغن گیاهی دارای کمترین تاثیر در بهبود کارایی علف‌کش را داشتند. این نتیجه به طور عکس در مورد روغن گیاهی منداب مشاهده می‌شود. به طوری که روغن گیاهی منداب با کمترین قدرت کاهندگی در کشش سطحی محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل دارای بیشترین تاثیر در بهبود کارایی این علف‌کش داشت است. به نظر می‌رسد همانند نتایج راشد محصل و همکاران (۲۹) تخریب کوتیکول و یا حل شدن کوتیکول علف قناری به وسیله روغن‌های گیاهی در مقایسه با عمل کاهش دهندگی کشش سطحی آنها در بهبود کارآیی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل موثرتر باشد.



شکل ٦- پتانسیل نسبی کاربرد روغن های گیاهی به همراه علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل وزن تازه و وزن خشک علف قناری

منابع

۱- راشد محصل م.ح.، راستگو م.، موسوی ک.، ولی اله پور ر. و حقیقی ع. ۱۳۸۵. مبانی علم علفهای هرز. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

2- 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.

3- Buhl K.J. and Faerber N.L. 1989. Acute toxicity of selected herbicides and surfactants to larvae of the midge (*Chironomus riparius*). Archives Environmental Contaimination and Toxicology. 18:530-536 (1989).

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

5- Brausch J.M. and Smith P.N. 2007. Toxicity of three polyethoxylated tallowamine surfactant formulations to laboratory and field collected fairy shrimp (*Thamnocephalus platyurus*). Environmental Contamination Toxicology. 52:217-221.

6- 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.

7- Cedregreen N. 2008. Herbicides can stimulate plant growth. Weed Research. 48: 429–438.

8- Chan Y.C., Chang S.C., Hsuan S.L., Chien M.S., Lee W.C., and Kand J.J. 2007. Cardiovascular effects of herbicides and formulated adjuvants on isolated rat aorta and heart. Toxicology in Vitro. 21:595-603.

9- 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.

10- Deihimfard R., Zand E., Damghani A.M. and Soufizade S. 2007. Herbicide risk assessment during the wheat selfsufficiency project in Iran. Pest Management Science. 63: 1036-1045.

11- Gauvrirt C. and Lamrani T. 2007. Influence of application volume on the efficacy of clodinafop-propargyl and fenoxaprop-P-ethyl on oats. Weed Research, 48: 78–84.

12- Gressel J. 2011. Global advances in weed management. Journal of Agricultural Science 149: 47-53.

13- Green J.M. and Beestman G.B. 2007. Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. Crop Protection. 26: 320-327.

14- Hay J.R. 1974. Gains to the grower from weed science. Weed Science. 22: 439-442.

15- Hamilton P.B., Jackson G.S., Kaushik N.K., Solomon K.R. and Stephenson G.L. 1988. The impact of two applications of atrazine on the plankton communities of in situ enclosure. Aquatic Toxicology. 13: 123-140.

16- Hess F.D., Bayer D.E., and Falk R.H. 1974. Herbicide dispersal patterns. 1. As a function of leaf surface. Weed Science. 22: 394–401.

17- Hsiao A.I., Liu S.H., and Quick W.A. 1996. Effect of ammonium sulfate on the phytotoxicity, foliar uptake, and translocation of Imazamethabenz in wild oat. Plant Growth Regulation. 15: 115-120.

18- Jinxia S. 1996. Characterization of organosilicone surfactants and their on sulfonylurea herbicide activity. (Eds: Foy, C. L. C., R. L. Grayson, K. K. Hatzios, J. L. Hess, and D. M. Orectt) Blacksburg, Virginia.

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

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

21- Matus-Cadiz M.A. and Hucl P. 2005. Rapid and effective germination methods for overcoming seed dormancy in annual canarygrass. Crop Science. 45: 1696–1703.

22- Nielsen O.K., Ritz C.H., and Streibig J.C. 2004. Nonlinear Mixed Model Regression to Analyze Herbicide Dose–Response Relationships. Weed Technology. 18:30–37.

23- Pacanoski Z. 2007. Herbicide use: Benefits for society as a whole-a review. Weed Science Research. 13:135-147.

24- 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.

25- Penner D. 2000. Activator adjuvants. Weed Technology. 14: 785-791.

26- 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.

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

28- 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.
29- Rashed-Mohassel M.H., Aliverdi A. and S. Rahimi. 2011. Optimizing dosage of sethoxydim and fenoxaprop-p-ethyl with adjuvants to control wild oat. Industrial Crops and Products. 34: 1583-1587.
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- Si Y., Zhou J., Chen H., Zhou D., and Yue Y. 2004. Effects of humic substances on photodegradation of bensulfuron-methyl on dry soil surfaces. Chemosphere. 56: 967–972.
32- Streibig J.C., Rudemo M., and Jensen J.E. 1993. Dose-response models. In: Streibig, J.C., and P. Kudsk. (Eds.), Herbicide Bioassay. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 29-55.
33- Vanhanen J., Hyvarinen A.P., Anttila T., Viisanen Y., and Lihavainen H. 2008. Ternary solution of sodium chloride,succinic acid and water - surface tension and its influence on cloud droplet activation. Atmosphere Chemistry Physics Discuss. 8: 7189-7216.
34- 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.
35- Zhang M.W., McGiffen M.E., Becker J.R., Ohr J.O., Sims H.D., and Kallenbach R.L. 1997. Dose response of weeds to methyl iodide and methyl bromide. Weed research. 37:181-189.