نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۱۶۳-۱۵۵

Journal of Plant Protection
Vol. 28, No. 2, Summer 2014, P. 155-163

بهینه‌سازی کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به وسیله مواد افزودنی در کنترل علف قناری (*Phalaris minor* Retz.)

مسعود کارگر[1*]- محمدحسن راشدمحصل[2]- احمد نظامی[3]- ابراهیم ایزدی دربندی[4]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۷/۲۴
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۸/۲۲

چکیده

بهینه‌سازی مقدار مصرف علف‌کش به وسیله مواد افزودنی یکی از راه‌های پذیرفته شده در جهت افزایش کارایی و کاهش اثرات جانبی علف‌کش‌ها می‌باشد. بر این اساس، آزمایشی گلخانه‌ای برای مقایسه اثرات مویان سیتوگیت، روغن‌های گیاهی کرچک و منداب و مایع ظرفشویی برای یافتن ماده افزودنی مناسب برای افزایش کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل علف‌قناری انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی در ۱۳۸۹ انجام شد که عوامل مورد بررسی در آن شامل مقدار مصرف علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در ۶ سطح (صفر، ۸، ۱۶، ۳۲، ۴۸ و ۶۴ گرم در هکتار ماده موثره) و غلظت مواد افزودنی در ۳ سطح (صفر، ۰/۱ به ۰/۲ درصد حجمی (*%v/v*)) بودند. علاوه بر این در آزمایشی جداگانه تاثیر غلظت‌های هر یک از مواد افزودنی مذکور در ۸ سطح (صفر، ۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲، ۰/۲۵ و ۰/۳) درصد حجمی (*%v/v*) بر کشش سطحی آب در قالب طرح کاملا تصادفی و به صورت فاکتوریل در ۴ تکرار انجام شد. بر اساس نتایج آزمایش کمترین و بیشترین مقدار کشش سطحی آب به ترتیب از محلول‌های سیتوگیت و روغن منداب به دست آمد. تمامی مواد افزودنی کارایی علف‌کش‌کلودینافوپ پروپارژیل را در کاهش وزن خشک و درصد بقا علف‌قناری افزایش دادند بطوریکه مقدار ED_{50} در اثر مواد افزودنی کاهش، و پتانسیل نسبی (R) افزایش یافت. مقدار ED_{50} در اثر مویان سیتوگیت بیشتر از سایر مواد افزودنی کاهش یافت که نشان دهنده افزایش کارایی بیشتر نسبت به سایر مواد افزودنی توسط این مویان می باشد و بعد از سیتوگیت، ED_{50} حاصل از کاربرد روغن کرچک کمترین مقدار بود. در مرتبه بعد روغن منداب و در آخر نیز مایع شوینده قرار داشت. با افزایش غلظت مواد افزودنی از ۰/۱ به ۰/۲ درصد حجمی (*%v/v*) نیز فعالیت شاخساره‌ای علف‌کش (پتانسیل نسبی) افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: روغن‌های گیاهی، کشش سطحی، مایع ظرفشویی، مویان

مقدمه

مصرف بی رویه علف‌کش‌ها و بروز مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد این سموم، باعث شده است تا بشر به دنبال رویکرد جدیدی در استفاده از علف‌کش‌ها باشد. در این رویکرد هنوز علف‌کش‌ها به عنوان یکی از اجزاء مهم مدیریت علف‌های هرز مطرح می‌باشد، ولی آنچه مسلم است از طریق روش‌های جدید، مصرف آن‌ها کاهش خواهد یافت. 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 (۱).

با توجه به مطالب قبلی، 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 (۲۳). 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. بطور کلی، کمتر بودن کشش سطحی و گرانروی سبب تولید ذرات ریزتری می‌شود (۵ و ۱۰). کارایی علف‌کش‌ها اغلب به وسیله پارامترهای مختلفی فراتر از توان کنترل کاربر تحت تاثیر قرار می‌گیرد. این

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری، استادان و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: kargar61@gmail.com)

عوامل ناخواسته مثل خشک شدن قطره در اثر هوای گرم و تجزیه نوری می‌باشند که مواد افزودنی می‌توانند ابزاری موثر برای کشاورزان در کنترل عوامل ناخواسته باشند. بنابراین انتخاب ماده افزودنی و فرمولاسیون علف‌کش حایز اهمیت ویژه می‌باشد (۱۵). برای مثال برای کاهش اثر خشک شدن سریع در اثر هوای گرم جذب کننده‌های رطوبت بکار برده می‌شوند که این مواد به وسیله جذب رطوبت از اتمسفر در برابر خشک شدن حتی پس از خشک شدن محلول آبکی مقاومت می‌کنند. گلیسرین، پروپانیل گلیکول، دی اتیلن گلیکول، پلی‌اتیلن‌گلیکول، اوره و سولفات آمونیوم به عنوان جذب‌کنندگان رطوبت می‌باشند. مواد روغنی، شبیه روغن‌های گیاهی غلیظ شده یا روغن بذری متیل‌شده نیز در برابر خشک شدن مقاومت می‌کنند (۲۳).

مواد افزودنی را می‌توان بر اساس عملشان به دو گروه‌های فعال کننده‌ها[1] و بهبود دهنده‌ها[2] طبقه‌بندی نمود.

مواد افزودنی فعال کننده در جهت افزایش فعالیت بیولوژیکی علف‌کش‌های پس رویشی، اغلب از طریق افزایش میزان جذب علف‌کش به درون بافت‌های گیاه هدف، عمل می‌کنند. نحوه عمل مواد افزودنی فعال کننده شامل کاهش کشش سطحی محلول پاشش به منظور افزایش تماس با سطح هدف (خیس کننده) و حل کردن کوتیکول برگ (نفوذ دهنده)، افزایش نگهداشت پاشش (چسبنده)، افزایش مقاومت در برابر بارانشویی می‌باشد که موجب افزایش جذب علف‌کش از سطح هدف و افزایش کارایی علف‌کش می‌شوند. مواد افزودنی بهبود دهنده که اغلب تعدیل کننده‌های پاشش هم نامیده می‌شوند سبب بهینه‌سازی فرآیند پاشش می‌شوند. این مواد به طور مستقیم فعالیت زیستی علف‌کش را افزایش نمی‌دهند، ولی باز هم به دلیل تسهیل کاربرد و به حداقل رسانی تعاملات و اثرات جانبی ناخواسته در حین کاربرد از ارزش بالایی برخوردارند. به عنوان مثال آن‌ها قابلیت پایداری بر روی سطح گیاهان را نسبت به عوامل محیط افزایش می‌دهند (۱۴).

در این ارتباط عوامل نفوذ دهنده (روغن‌ها) متنوع‌ترین گروه مواد افزودنی فعال کننده هستند. نفوذ دهنده‌ها به منظور بهبود انتقال ماده موثره از سطح هدف به بافت‌های درونی‌تر استفاده می‌شوند. بطور کلی عقیده بر این است که افزایش نفوذ ناشی از این نوع مواد افزودنی می‌تواند به دلیل 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 (۱۳). مزایای استفاده از نفوذ دهنده‌ها برای افزایش فعالیت آفت‌کش‌ها به خوبی در تعداد زیادی از مقالات مستند شده است (۷، ۲۰، ۲۲ و ۲۵). قبل از دهه ۱۹۵۰ مایع‌های ظرفشویی خانگی و روغن‌های مختلف به عنوان مواد افزودنی استفاده می‌شدند. به طور متوسط هر مایع شوینده ۱۰ تا ۲۰ درصد مویان دارد (۲۳).

با توجه به اینکه علف‌قناری یکی از علف‌های‌هرز مهم مزارع گندم می‌باشد و در بعضی مناطق ایران خسارت زیادی را در اثر رقابت با گندم به وجود می‌آورد و علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل برای کنترل آن بکار می‌رود و با توجه به اینکه مقدار مصرف کلودینافوپ - پروپارژیل نیز از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵ از ۳۰/۶ به ۱۰۱۷/۳ تن افزایش یافته است (۹) و این افزایش مقدار مصرف نشان دهنده این است که تحقیقات ما در ارتباط با روش‌های افزایش کارایی و کاهش مصرف این علف‌کش کم بوده است. از این رو این تحقیق با هدف بررسی بهینه‌سازی کارایی علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل با مویان سیتوگیت، روغن‌های گیاهی کرچک و منداب و همچنین مایع ظرفشویی در کنترل علف قناری و به منظور کاهش خطرات زیست محیطی و کاهش مصرف علف‌کش ذکر شده به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به منظور بررسی امکان افزایش کارایی اثر مواد افزودنی بر روی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل علف قناری در سال ۱۳۸۹ در گلخانه دانشگاه فردوسی مشهد و در شرایط کنترل شده انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل کاربرد مواد افزودنی در ۴ سطح (سیتوگیت، روغن کرچک و منداب و مایع ظرفشویی)، غلظت مواد افزودنی در ۳ سطح (صفر، ۰/۱ و ۰/۲ درصد حجمی) و مقدار کاربرد علف‌کش در ۶ سطح (صفر، ۱۲/۵ ، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد حجمی) مقدار توصیه شده علف کش در گندم بودند.

جدول ۱- مواد افزودنی به کار برده شده و ضریب چربی دوستی/ آبدوستی[3] (HLB) آن‌ها

ماده افزودنی	توضیحات	ضریب چربی دوستی/آبدوستی
سیتوگیت	آلکیل آریل پلی گلیکول اتر	۸
روغن کرچک	۹۰٪ روغن کرچک محتوی ۸۸-۹۱٪(C18:1[OH])+ ۱۰٪ امولسیفایر	۸
روغن منداب	۹۰٪ روغن منداب محتوی ۶۱٪(C18:1[OH])+۱۰٪ امولسیفایر	۸
مایع ظرفشویی	دارای ۱۰ تا ۲۰ درصد مویان	۱۳

1- Activator adjutants
2-Utility adjutants

۳- تعادل چربی دوستی- آبدوستی که بین صفر تا ۲۰ متغیر است. بر اساس اثر تیندال، اگر نور از محلول تهیه شده به خوبی عبور کند HLB آن بالا است و برعکس

بعد از جمع‌آوری بذور علف قناری در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۹ از منطقه مشهد محل پردیس دانشگاه با طول جغرافیایی 36°18'24"N و عرض جغرافیایی 59°31'38"Eو ارتفاع ۹۸۰ متر از سطح دریا بذرها درون پتری‌دیش‌هایی با قطر ۹ سانتی‌متر که حاوی یک لایه کاغذ صافی بودند، قرار داده شدند. سپس مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از محلول ۲ گرم در لیتر نیترات پتاسیم به هر یک از پتری‌دیش‌ها اضافه شد. پتری‌دیش‌های حاوی بذر به مدت ۱۰ روز در دمای ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد در تاریکی مطلق در انکوباتور نگهداری شدند. پس از اعمال سرما، پتری‌دیش‌ها به درون ژرمیناتور انتقال یافتند و در یک دمای متناوب ۱۰/۲۰ درجه سانتی گراد به ترتیب به مدت ۱۶ ساعت در روشنایی و ۸ ساعت در تاریکی مطلق و به ترتیب با رطوبت نسبی ۴۵ و ۶۵ درصد، جوانه‌دار شدند (۱۶).

کاشت، عملیات سمپاشی و شرایط محیطی گلخانه

تعداد ۹ گیاهچه علف قناری با اندازه‌های تقریبا یکسان که برگ کولئوپتیل آن‌ها ۵ سانتی متر رشد کرده بود در هر گلدان حاوی خاک، خاک‌برگ و ماسه بادی با نسبت حجمی مساوی با قطر دهانه ۱۲ سانتی‌متر نشاء شدند. نشاءکردن به صورتی بود که ریشه گیاهچه‌ها به طور کامل در عمق حدود ۷ سانتی‌متر خاک قرار گرفتند. در ۴ روز اول بعد از نشاء به دلیل حساس بودن و برای اینکه گیاهچه‌ها سبز باقی بمانند روزی ۳ بار آبیاری شدند و بعد از آن آبیاری به هر دو روز یک بار افزایش یافت. در مرحله دو برگی، گیاهان به ۴ بوته در هر گلدان تنک شدند.

گیاهان در مرحله ۳ تا ۴ برگی کامل با استفاده از سمپاش متحرک ریلی مجهز به نازل بادبزنی معمولی با خروجی ۲۰۰ لیتر در هکتار با فشار پاشش ۲۰۰ کیلو پاسکال (kPa) تحت تیمار قرار گرفتند. شرایط محیطی در هنگام پاشش علف‌کش‌ها یکنواخت بود. بطوریکه دما در حین سمپاشی ۳±۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶±۴۵ درصد بود. علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در غلظت‌های صفر، ۸، ۱۶، ۳۲، ۴۸ و ۶۴ گرم در هکتار ماده موثره برای کنترل علف قناری بکار برده شد و هر یک از غلظت‌های یاد شده علف‌کش به همراه مویان سیتوگیت، روغن‌های کرچک و منداب و مایع ظرفشویی همه در سه سطح (بدون مویان، ۰/۱ و ۰/۲ درصد حجمی) در قالب طرح کاملا تصادفی به صورت فاکتوریل در ۴ تکرار بکار برده شد.

اندازه‌گیری کشش سطحی

به منظور اندازه‌گیری اثر غلظت‌های مختلف مواد افزودنی بر کشش سطحی آب (آب مقطر) آزمایشی به شرح زیر انجام شد. در این آزمایش محلول‌های آبی صفر، ۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲، ۰/۲۵ و ۰/۳ درصد حجمی (v/v %) از مواد افزودنی (جدول ۱) تهیه و آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی در ۱۳۸۹ اجرا شد و به منظور حل کردن آب در روغن از امولسیون کننده سیتوگیت به میزان ۱:۹ استفاده شد (۲۱).

برای اندازه گیری ضریب چربی دوستی / آبدوستی نیز از شفافیت محلول به صورت چشمی استفاده شد. مقدار ضریب چربی دوستی/ آبدوستی بر اساس مشاهده پراکنش پذیری مویان در آب قابل برآورد می‌باشد (بدون پراکنش = ۱ تا ۳، پراکنش ضعیف = ۳ تا ۶، پراکنش ناپایدار شیری۶ تا ۸، پراکنش پایدار شیری = ۸ تا ۱۰، پرکنش شفاف تا نیمه شفاف= ۱۰ تا ۱۳ و محلول شفاف بیش از ۱۳) (۱).

به منظور اندازه‌گیری کشش سطحی محلول‌ها از روش خاصیت مویینگی و بر اساس فرمول زیر استفاده شد (۶):

$$\gamma = \frac{1}{2}\rho.g.r(h+\frac{r}{3}) \qquad (۱)$$

در این معادله γ نشان دهنده کشش سطحی بر حسب نیوتن بر متر، ρ چگالی (جرم حجمی) مایع بر حسب کیلوگرم در مترمکعب، 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 می‌باشند (۶).

به منظور اندازه‌گیری چگالی مایع، بورت مدرج را از محلول مورد نظر آزمایش و مقدار ۵۰ میلی لیتر از آن داخل بشر ریخته شد و با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید و بر اساس فرمول زیر چگالی مایع محاسبه شد (۶):

$$\rho = \frac{m}{v} \qquad (۲)$$

که در آن ρ نشان دهنده چگالی مایع (جرم حجمی) برحسب گرم در سانتی‌متر مکعب، m جرم (وزن) مایع بر حسب گرم و v حجم مایع بر حسب سانتی‌متر مکعب است. در آزمایش‌های اندازه‌گیری کشش سطحی از لوله مویین شیشه‌ای با قطر دهانه داخلی یک میلی‌متر استفاده شد. دمای محیط آزمایشگاه حین اندازه‌گیری‌ها ۱±۲۶ درجه سانتیگراد بود. برای تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه گیری کشش سطحی از نرم افزار MSTAT-C استفاده و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد استفاده شد.

آنالیزها و نرم افزارهای مورد استفاده

جهت تحلیل نتایج آزمایش پس از اندازه‌گیری درصد بقا (معادله ۳) اندام‌های هوایی گیاهان شاهد و تیمار شده ۴ هفته پس از اعمال

1- Acceleration due to gravity

تیمارها از هر سطح گلدان برداشت شدند و وزن خشک آن‌ها با ترازوی ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. و از کل ماده خشک، و درصد بقا در هر گلدان برای برازش منحنی‌های پاسخ به دز استفاده شد.

$$\text{درصد بقا گیاهان تیمار شده} = \frac{\text{تعداد گیاهان زنده پس از ۴ هفته اعمال تیمار}}{\text{تعداد بوته‌ها قبل از اعمال تیمار}} \times ۱۰۰ \quad (۳)$$

پاسخ وزن خشک و درصد بقا علف قناری به مقدار کاربرد علف‌کش در حضور غلظت‌های مختلف ۴ نوع ماده افزودنی با روش رگرسیون غیرخطی و با استفاده از نرم‌افزار R آنالیز شد. تمامی داده‌ها با مدل چهار پارامتر لجستیک (معادله ۴) و در صورت معنی‌دار نبودن پارامتر C با مدل لجستیک سه پارامتره (معادله ۵) برازش داده شدند و غلظت علف‌کش لازم برای ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد کاهش زیست توده علف‌هرز محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش بکار گرفته شدند (۱۵).

$$U_{ij} = \frac{D - C}{1 + \exp\left[bi(\log(z_{ij}) - \log(ED50_{(i)}))\right]} + C \quad (۴)$$

$$U_{ij} = \frac{D}{1 + \exp\left[bi(\log(z_{ij}) - \log(ED50_{(i)}))\right]} \quad (۵)$$

که در این معادله‌ها U_{ij} بیان‌گر وزن خشک و درصد j ام که موجب پاسخ در دز j ام فرمولاسیون (z_{ij}) می‌شود. D و C حد بالا و پایین وزن خشک و درصد بقا در مقادیر صفر و بی نهایت فرمولاسیون، $ED_{50(i)}$ مقدار فرمولاسیون، i، لازم برای ۵۰ درصد وزن خشک علف‌هرز به ترتیب بین حدود بالا و پایین D و C، b_i متناسب با شیب منحنی در محدوده $ED_{50(i)}$ می‌باشد (۱۵). پتانسیل نسبی هر یک از تیمارهای آزمایش با معادله ۶ محاسبه شد.

$$R = \frac{Z_a}{Z_b} \quad (۶)$$

که در این معادله R پتانسیل نسبی و Z_a، ED_{50} برای علف‌کش به تنهایی و Z_b، ED_{50} برای علف‌کش به همراه مواد افزودنی می‌باشد. اگر R برابر یک باشد، دو فرمولاسیون دارای توانایی نسبی یکسانی خواهند بود. اگر R بزرگتر از یک باشد، فرمولاسیون مورد آزمون دارای فعالیت شاخ و برگی بیشتری از فرمولاسیون استاندارد خواهد بود و اگر R کوچکتر از یک باشد، فرمولاسیون استاندارد قویتر از فرمولاسیون مورد آزمایش خواهد بود. به عبارتی دیگر، اگر توانایی نسبی کوچکتر و یا بزرگتر از یک باشد، استفاده از مویان موجب کاهش و یا افزایش کارایی یا فعالیت شاخ و برگی علف‌کش شده است (۱).

نتایج و بحث

تاثیر مواد افزودنی بر کشش سطحی آب مقطر

نتایج نشان داد که کاربرد مویان سیتوگیت، روغن‌های گیاهی کرچک و منداب و مایع ظرفشویی به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) موجب کاهش کشش سطحی آب شدند. بطوریکه با افزایش غلظت آن‌ها تا غلظت ۰/۱۵ درصد حجمی کشش سطحی آب به طور معنی‌داری کاهش یافت. در غلظت‌های بالاتر، علی رغم کاهش کشش سطحی، روندی نسبتا ثابت و پایدار وجود داشت. بطوریکه غلظت‌های بالاتر از آن تاثیر بسیار کمی در کاهش کشش سطحی بر جای گذاشت (شکل ۱). غلظت ۰/۱۵ درصد برای مویان سیتوگیت، روغن کرچک و منداب و مایع ظرفشویی به عنوان غلظت میسل بحرانی (CMC)[1] خوانده می‌شود و در این غلظت برای اولین بار میسل‌ها تشکیل می‌شوند (۲۲). میسل حالتی از آرایش مولکول‌های مویان است که در آن بخش‌های چربی دوست ملکول مویان در قفسی کروی از بخش‌های آب دوست قرار می‌گیرد. در شرایط ایستا، غلظت میسل بحرانی به غلظتی از مویان در آب خالص گفته می‌شود که دارای کمترین کشش سطحی باشد و با افزایش غلظت مویان بالاتر از آن کاهش کشش سطحی معنی‌دار نبوده و به حالت پایداری می‌رسد (۱۳). مقدار کشش سطحی آب در اثر کاربرد مویان سیتوگیت ($۳۴/۸\ mN\ m^{-1}$) نسبت به سایر مواد افزودنی در نقطه غلظت میسل بحرانی کمتر بود سپس مایع ظرفشویی ($۴۰/۰۵\ mN\ m^{-1}$)، روغن کرچک ($۴۴/۸۲\ mN\ m^{-1}$) و منداب (۴۵/۹۳) به ترتیب کمترین و بیشترین تاثیر را بر کشش سطحی آب داشتند. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان از کاهش کشش سطحی آب با افزایش غلظت مویان‌ها داشت که در انطباق با نتایج سایر محققین (۲۰ و ۲۲) نیز می‌باشد. از سوی دیگر بر اساس نتایج حاصل مشخص شد سیتوگیت نسبت به سایر مواد افزودنی تاثیر بیشتری در کاهش کشش سطحی آب دارد.

پاسخ وزن خشک علف‌قناری به کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در اثر مواد افزودنی

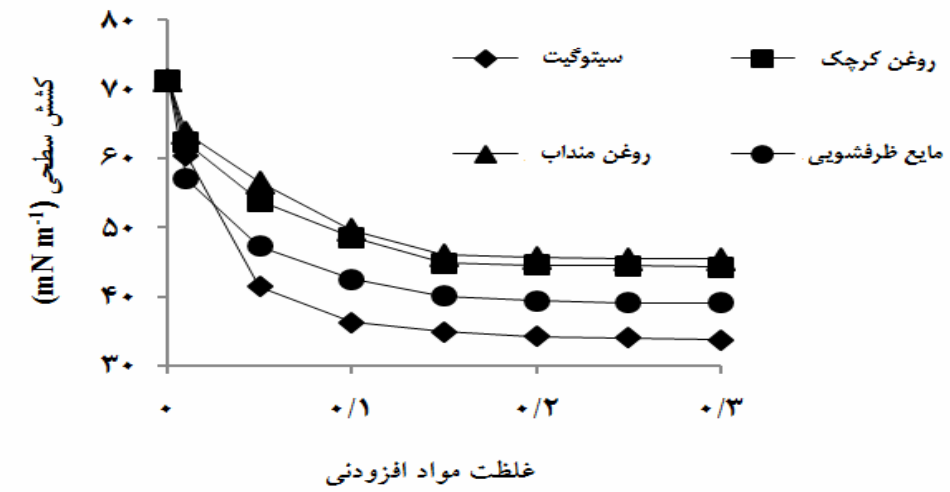
نتایج نشان داد که کاربرد مویان سیتوگیت، روغن‌های گیاهی کرچک و منداب و مایع ظرفشویی بر روی کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل اثرگذار بودند و منجر به کاهش وزن خشک و درصد بقا علف قناری شدند (شکل۲ و ۳).

بر اساس نتایج حاصل از برازش داده‌های وزن خشک و درصد بقا علف‌قناری به معادله سیگموئیدی ۴ پارامتره برای وزن خشک و ۳ پارامتره برای درصد بقا مشاهده شد که در حضور مویان سیتوگیت، روغن‌های کرچک و منداب و مایع ظرفشویی مقادیر پارامترهای ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} بطور قابل توجهی کمتر از کاربرد علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به تنهایی بود (جدول ۲). که نشان از افزایش کارایی علف‌کش در کنترل علف قناری است. از سوی دیگر، پتانسیل

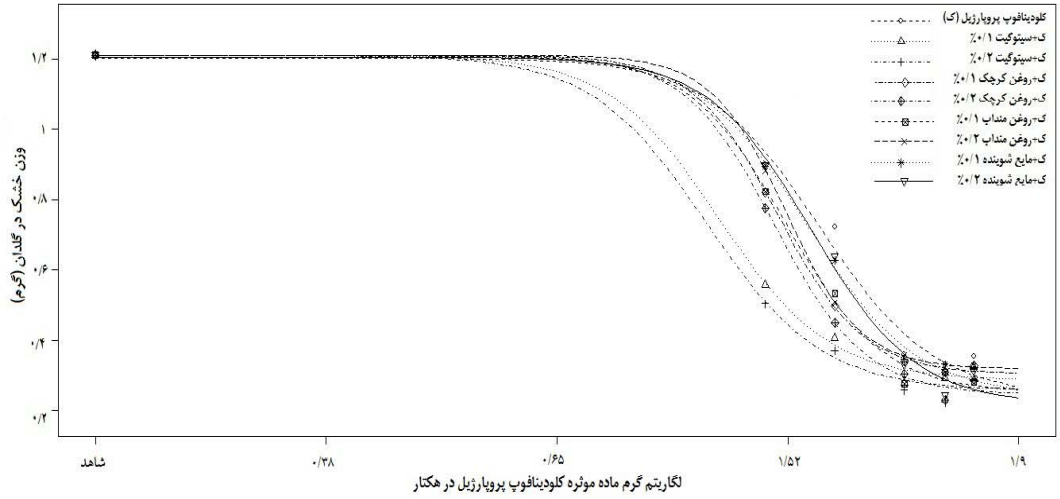
1- Critical Micelle Concentration (CMC)

نسبی حاصل از کاربرد علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در حضور مویان‌های مذکور افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت (جدول ۲). از آنجایی که افزایش پتانسیل نسبی به بیش از یک نشان‌دهنده افزایش فعالیت یا مثبت بودن اثر مویان و مقدار مساوی یک نشان از بی اثر بودن و کمتر از یک نشان از اثر منفی مواد افزودنی دارد و با توجه به اینکه مقادیر پتانسیل نسبی در این آزمایش بیشتر از یک شده است نشان می‌دهد که این مواد افزودنی در افزایش کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل اثر مثبت داشته و فعالیت شاخساره‌ای این علف‌کش را افزایش داده‌اند. از اینرو به نظر می‌رسد با توجه به نتایج حاصل، کاربرد مواد افزودنی ضمن اینکه توانسته است تاثیر زیادی بر روی کشش سطحی آب داشته باشد (شکل ۱) منجر به افزایش قابل توجهی در کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل نیز شده است.

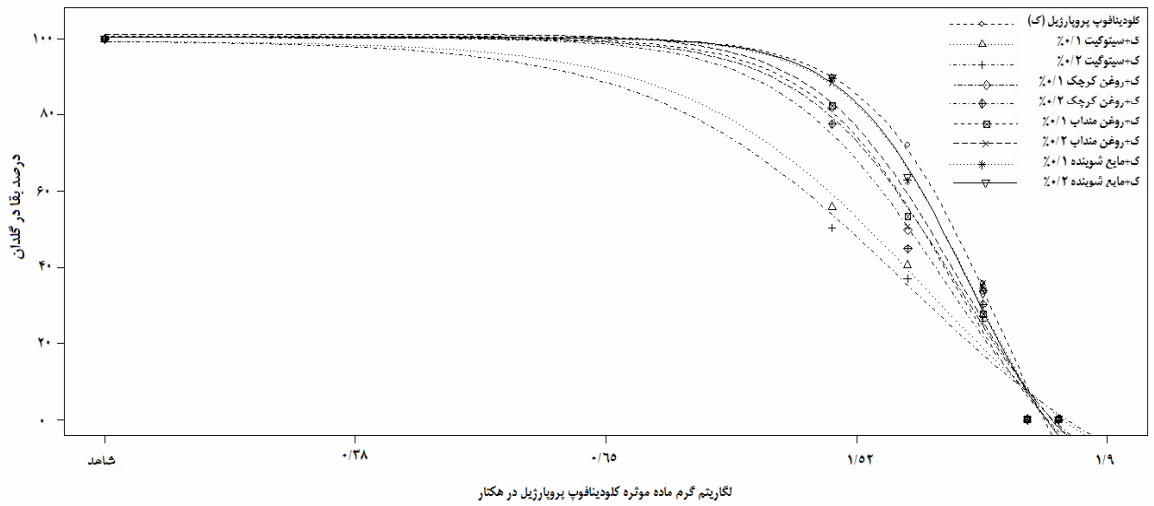
براساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون داده‌های آزمایش مشاهده شد که با کاربرد مویان سیتوگیت، روغن‌های کرچک و منداب و مایع ظرفشویی با غلظت ۰/۱ درصد مقادیر ED_{10} به ترتیب ۱/۴۸، ۳/۷۱، ۴/۰۵ و ۴/۳۱ و ED_{50} به ترتیب ۴/۹۹، ۹/۸، ۱۲/۲ و ۱۲/۶۹ و ED_{90} به ترتیب ۱۶/۸۱، ۲۲/۲۹، ۳۹/۶۳و ۴۶/۲ گرم ماده موثره در هکتار در مقایسه با کاربرد علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به تنهایی ED_{10}=۴/۹، ED_{50}=۱۷/۷۴ و ED_{90}=۴۴/۸۵ گرم ماده موثره در هکتار برای وزن خشک کاهش پیدا کرد. در مورد درصد بقا نیز همین روند مشاهده شد یعنی در اثر مواد افزودنی پارامترهای ED کاهش پیدا کرد.



شکل ۱- تاثیر مواد افزودنی بر کشش سطحی آب



شکل ۲- پاسخ وزن خشک علف قناری به مقدار مصرف علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل با و بدون مواد افزودنی



شکل ۳- پاسخ درصد بقا علف قناری به مقدار مصرف علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل با و بدون مواد افزودنی

جدول ۲- پارامترهای حاصل از برازش داده‌های وزن خشک و درصد بقا علف‌قناری و پتانسیل نسبی در تیمارهای مختلف آزمایش

تیمارها	ED_{10} (g a.i. ha^{-1})		ED_{50} (g a.i. ha^{-1})		ED_{90} (g a.i. ha^{-1})		پتانسیل نسبی $(R)^*$	
	وزن خشک	درصد بقا	وزن خشک	درصد بقا	وزن خشک	درصد بقا	وزن خشک	درصد بقا
کلودینافوپ پروپارژیل	۳/۹	۹/۹	۱۳/۷۷	۳۶/۳۸	۴۸/۰۷	۴۶/۲۹	۱	۱
کلودینافوپ پروپارژیل+سیتوگیت ۰/۱٪	۱/۴۸	۱/۷۹	۴/۹۹	۱۸/۷۴	۱۶/۸۱	۲۱/۳۹	۲/۷۵	۱/۹۴
کلودینافوپ پروپارژیل+سیتوگیت ۰/۲٪	۱/۲۴	۱/۲۱	۴/۴۳	۱۵/۸	۱۵/۷۸	۱۹/۰۸	۳/۱	۲/۳
کلودینافوپ پروپارژیل+ روغن کرچک ۰/۱٪	۳/۷۱	۶/۱۶	۹/۸	۲۵/۱	۲۲/۲۹	۳۸/۴۲	۱/۴	۱/۴۴
کلودینافوپ پروپارژیل+روغن کرچک ۰/۲٪	۳/۲۵	۴/۳۵	۸/۷۶	۲۱/۶۵	۲۳/۱۱	۳۶/۶	۱/۵۷	۱/۶۸
کلودینافوپ پروپارژیل+روغن منداب ۰/۱٪	۴/۰۵	۸/۱	۱۲/۲	۲۷/۶۶	۳۹/۶۳	۴۱/۹	۱/۱۲	۱/۳۱
کلودینافوپ پروپارژیل+روغن منداب ۰/۲٪	۳/۴۱	۵/۳۸	۹/۰۵	۲۳/۴۴	۲۳/۵۹	۳۹/۲۶	۱/۵۱	۱/۵۵
کلودینافوپ پروپارژیل+مایع ظرفشویی ۰/۱٪	۴/۳۱	۸/۲۹	۱۲/۶۹	۲۸/۲۶	۴۰/۰۸	۴۶/۲	۱/۰۸	۱/۲۸
کلودینافوپ پروپارژیل+مایع ظرفشویی ۰/۲٪	۳/۵۴	۵/۷۶	۹/۸۵	۲۴/۷۳	۲۸/۴۶	۴۳/۴	۱/۳۹	۱/۴۷

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

بطوریکه با کاربرد مویان سیتوگیت، روغن‌های کرچک و منداب و مایع ظرفشویی با غلظت ۰/۱ درصد مقادیر ED_{10} به ترتیب۱/۷۹، ۶/۱۶، ۸/۱ و ۸/۲۹ و ED_{50} به ترتیب ۱۸/۷۴، ۲۵/۱، ۲۷/۶۶ و ۲۸/۲۶ و ED_{90} به ترتیب ۲۱/۳۹، ۳۸/۴۲، ۴۱/۹ و ۴۶/۲ گرم ماده موثره در هکتار در مقایسه با کاربرد علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به تنهاییED_{10}=۹/۹، ED_{50}=۳۶/۳۸ وED_{90}=۴۶/۲۹ گرم ماده موثره در هکتار برای درصد بقا کاهش پیدا کرد. از سوی دیگر مقادیر پتانسیل نسبی یا فعالیت شاخ و برگی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل افزایش یافت. برای مثال در سیتوگیت برای وزن خشک و درصد بقا به ترتیب در غلظت ۰/۱ درصد ۲/۷۵ و ۱/۹۴ بود که بیشتر از یک شده است که این روند نیز در تمام مواد افزودنی و پارامترهای اندازه-گیری شده (وزن خشک و درصد بقا) ملموس می‌باشد. در کل این نتایج نشان می‌دهد با اضافه کردن مواد افزودنی به محلول کلودینافوپ پروپارژیل؛ افزایش قابل توجهی در کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل ایجاد می‌شود (جدول۳). کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به وسیله اضافه کردن غلظت از ۰/۱ به ۰/۲ درصد مواد افزودنی افزایش یافت، که این امر نشان‌دهنده رابطه محکم بین کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل درکنترل علف-قناری با افزایش غلظت مواد افزودنی است. بطوریکه ازجابه جا شدگی منحنی‌های نسبت به علف کش تنها به سمت چپ به وسیله مواد افزودنی نیز مشخص می‌شودکه افزایش غلظت مواد افزودنی سبب افزایش کارایی علف‌کش شده است (شکل۲ و ۳).

با توجه به نتایج حاصل و براساس پارامترهای ED و پتانسیل نسبی سیتوگیت در مقایسه با سایر مواد افزودنی موجب کاهش بیشتر

در پارامترهای ED در وزن خشک و درصد بقا علف قناری به همراه علف‌کش مورد استفاده شد و همین طور پتانسیل نسبی را نیز نسبت به سایر مواد افزودنی بیشتر افزایش داد. بعد از آن روغن کرچک قرار داشت که ED را در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۲ درصد حجمی هم در وزن خشک و هم درصد بقا علف قناری بیشتر کاهش داد. روغن منداب نیز بعد از کرچک کارایی علف‌کش را کاهش داد و در آخر نیز مایع ظرفشویی برای غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۲ درصد حجمی به همراه علف‌کش ED را کاهش و پتانسیل نسبی را افزایش داد (جدول ۲).

پژوهش‌های قبلی در این رابطه بیان‌گر تایید نتایج فوق هستند. برای مثال در پژوهشی سیتوگیت موجب افزایش ۶۱ درصدی کارایی مخلوط دو علف‌کش پیرامین و بتانال آ- ام در کنترل علف‌های هرز پهن برگ مزارع چغندرقند و افزایش ۹ درصدی عملکرد ریشه چغندرقند شده است (۴). همچنین سیتوگیت موجب افزایش کارایی علف‌کش‌های توفوردی و گلیفوسیت در کنترل پیچک صحرایی[1] شده است (۳). کاربرد روغن‌های گیاهی نیز باعث افزایش کارایی علف‌کش در پژوهش‌های قبلی شده است در این ارتباط راشد محصل و همکاران (۲۱) گزارش کردند که کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل 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. شارما و سینگ (۲۲) نیز طی آزمایشی بیان داشتند که استفاده از مویان ارگانوسیلیکونی و روغن گیاهی غلیظ کارایی علف‌کش گلیفوسیت را در کنترل دودندان (*Bidens frondosa*) و ارزن وحشی (*Panicum maxicum*) بهبود بخشید. در آزمایشی دیگر کاربرد روغن‌های گیاهی و معدنی در کنترل علف‌هرز یولاف و چچم توانستند کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل را افزایش دهند (۲۴).

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه افزایش کارایی این علف‌کش در حضور مواد افزودنی به کاربرده شده احتمالا در اثر کاهش بیشتر کشش سطحی محلول پاشی نسبت به عدم کاربرد این مویان‌ها باشد. از طرفی 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 می‌توانند در جذب علف‌کش نقش مهمی داشته باشند، روغن‌های مورد استفاده نیز احتمالا از این طریق توانسته‌اند در افزایش کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل تاثیرگذار باشند. چنانکه در پژوهش‌های قبلی نیز این امر بیان شده که مویان سیتوگیت موجب کاهش کشش سطحی آب و محلول پاشش کلودینافوپ پروپارژیل شد. بطوریکه کشش سطحی آب با افزایش غلظت سیتوگیت تا غلظت ۰/۱۵ درصد حجمی به طور معنی‌داری کاهش یافت. در غلظت‌های بالاتر، علی رغم کاهش کشش سطحی، روندی نسبتا ثابت و پایدار وجود داشت. بطوریکه غلظت‌های بالاتر از آن تاثیر بسیار کمی در کاهش کشش سطحی بر جای گذاشت (۲). از آنجا که کشش سطحی کم محلول پاشش حتی با وجود بزرگ بودن قطره‌ها، روی گونه‌های سخت خیس پذیر مانند اغلب باریک برگان سبب نگهداشت مناسب می‌شود (۱۷). لذا احتمالا کاهش کشش سطحی محلول علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به وسیله مواد افزودنی موجب نشست بیشتر قطره‌های پاشش شده و در نتیجه نفوذ بیشتر ماده موثره علف‌کش به برگ علف قناری شده است که این عمل باعث افزایش کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل علف قناری شده است. شارما و سینگ (۲۲) نیز در بررسی اثر کاهش کشش سطحی به وسیله مویان‌های مختلف در کارایی علف‌کش گلیفوسیت به این نتیجه رسیدند که مویان‌های ارگانوسیلیکونی با کاهش بیشتر کشش سطحی محلول، کارایی علف‌کش گلیفوسیت را نسبت به مویان غیر یونی بیشتر افزایش داد. 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 (۱۴). همچنین روغن‌های گیاهی که چربی دوست هستند با علف‌کش‌های چربی دوست در کوتیکول نفوذ می‌کنند (۸). از آنجا که در بین مواد افزودنی بکار برده شده مایع ظرفشویی نیز اثر زیادی را در افزایش کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل علف‌قناری داشته از اینرو احتمالا یکی از مهمترین دلایل افزایش کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در اثر کاربرد آن کاهش سطحی محلول پاشش و متعاقب آن خیس خوردگی، جذب و نفوذ بیشتر ماده موثره علف‌کش به درون گیاه باشد.

علاوه بر این در آزمایش‌های تعیین کشش سطحی، ضریب چربی دوستی/آب دوستی محلول سیتوگیت در آب خالص کمتر از محلول مایع ظرفشویی بود (جدول ۱). درویتر و همکاران (۱۱) و نالواجا و همکاران (۱۸) نشان دادند که مواد افزودنی با ضریب چربی دوستی/آب دوستی بالا برای افزایش کارایی علف‌کش‌هایی با حلالیت زیاد در آب ($Log\ K_{ow} < 1$) مناسب‌تر هستند. نالواجا و همکاران (۱۸) بیان داشت که مویان‌های دارای ضریب چربی دوستی/آب دوستی بالا در نشست قطره‌های علف‌کش گلیفوسیت که محلول در آب می‌باشد موثرتر بود و موجب کارایی بیشتر گلیفوسیت شدند. از طرفی مویان‌های با ضریب چربی دوستی/آب دوستی پایین بیشتر چربی دوست هستند. بنابراین در مقایسه با مویان‌های با ضریب چربی دوستی/آب دوستی بالا که آب دوست هستند برای انتشار در کوتیکول چربی دوست از توانایی بالاتری برخوردارند. کلودینافوپ پروپارژیل در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و در pH=۷ دارای $Log\ K_{ow}$ برابر ۳/۹ می‌باشد (۱۲). با توجه به اینکه علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل

1- *Convolvulus arvensis*

دارای خاصیتی چربی دوست می‌باشد. بنابرین افزایش بیشتر کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به وسیله سیتوگیت نسبت به مایع ظرفشویی علی رغم داشتن کشش سطحی کمتر، داشتن ضریب چربی دوستی/آب دوستی کمتر آن و چربی دوست‌تر بودن این مویان نسبت به مایع ظرفشویی می‌باشد که تایید کننده نتایج قبلی می‌باشد.

در مقایسه کارایی مویان سیتوگیت با روغن‌های گیاهی، مویان سیتوگیت علاوه بر کاهش کشش سطحی بیشتر، ضریب چربی دوستی/آب دوستی معادل این روغن‌ها داشت پس به نظر می‌رسد که مویان سیتوگیت به کمک کاهش کشش سطحی و همچنین ضریب چربی دوستی/آب دوستی پایین توانسته نسبت به دو روغن گیاهی دیگر وزن خشک علف قناری را بیشتر کاهش دهد. علی وردی و همکاران (۲) گزارش کردند که مویان سیتوگیت نسبت به فریگیت کشش سطحی را بیشتر کاهش داد. بنابراین با توجه به پژوهش‌های پیشین می‌توان اظهار داشت که مویان سیتوگیت نسبت به دو روغن ذکر شده از طرفی کشش سطحی را بیشتر کاهش داده و از طرفی نیز کم بودن HLB این مویان باعث شده که کارایی این مویان نسبت به روغن‌ها بیشتر باشد.

به طور کلی بر اساس نتایج حاصل در این آزمایش با توجه به ضریب چربی دوستی/آب دوستی روغن‌ها و چربی دوست بودن آن‌ها در مقایسه با مایع ظرفشویی علی رغم کاهش کشش سطحی بیشتر توسط مایع ظرفشویی، روغن‌ها نسبت به مایع ظرفشویی تاثیر بیشتری در افزایش کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل داشتند که به نظر می‌رسد این مسئله به علت حل و نرم کردن کوتیکول در اثر روغن‌ها باشد.

بر اساس نتایج حاصل کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در اثر کاربرد مواد افزودنی افزایش یافت، زیرا پتانسیل نسبی در اثر کاربرد مواد افزودنی به کاربرده شده بیشتر از یک شده است (جدول ۲). نتایج نشان دهنده آن است که پتانسیل نسبی در اثر کاربرد مویان سیتوگیت به میزان بسیار زیادی افزایش یافته است که مقدار آن نسبت به سایر مواد افزودنی بسیار چشمگیرتر بود و علاوه براین با افزایش غلظت مویان در همه‌ی مواد افزودنی مقدار پتانسیل نسبی افزایش یافته است که در مورد علت آن می‌توان چنین بیان کرد که با افزایش غلظت مواد افزودنی علف‌کش بیشتری در تماس با شاخساره علف قناری قرار گرفته و همچنین در مورد روغن‌های گیاهی موجب انحلال کوتیکول و در نتیجه باعث افزایش کارایی کلودینافوپ پروپارژیل شده است. بنابراین به نظر می‌رسد با توجه به نتایج این آزمایش تمام مواد افزودنی به کار برده شده در افزایش کارایی این علف‌کش موثربودند 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

۱- زند ا.، موسوی ک.، و حیدری ا. ۱۳۸۷. علف‌کش‌ها و روش‌های کاربرد آن‌ها؛ با رویکرد بهینه‌سازی و کاهش مصرف. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۲- علی وردی ا.، راشدمحصل م.ح.، زند ا. و نصیری محلاتی م. ۱۳۸۸. بهینه‌سازی کارایی علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و تری بنورون متیل و اختلاط آن‌ها بوسیله مویان‌های سیتوگیت و فریگیت و مخلوط آن‌ها در کنترل علف‌های هرز یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L.) و خردل وحشی (*Sinapisarvensis*L.). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- فرجی م.ص.، بهشتیان م.، عباسی ر.، نصرتی ا. و علیزاده ح.م. ۱۳۸۴. کنترل شیمیایی پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis*) در سال آیش، بررسی دزهای کاهش یافته و تاثیر مواد افزودنی. مجموعه مقالات اولین همایش علوم علف‌های هرز ایران.۹ و ۱۰ بهمن ماه ۱۳۸۶. ۴۱۷-۴۲۱.

۴-قنبری د.، حسین پور م.، عبدالهیان نوقابی م. و شیمی پ. ۱۳۸۴. آزمایش مخلوط برخی از علف‌کش‌ها با روغن‌های معدنی جهت کارایی بیشتر در زراعت چغندرقند (*Beta vulgaris*). مجموعه مقالات اولین همایش علوم علف‌های هرز ایران. ۹ و ۱۰ بهمن ماه ۱۳۸۶. ۴۱۲-۴۰۹.

۵- موسوی ک.، زند ا. و صارمی ح. ۱۳۸۴. کارکرد فیزیولوژیک و کاربرد علف‌کش‌ها. انتشارات دانشگاه زنجان.

6- Anonymous. 2005. Available at:http:// www.weedresearch.com/ in asp.

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

8- 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 Res. 39: 57-67.

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

10- 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.

11- DeRuiter H., Uffing A.J.M. and Meinen E. 1996. Influence of surfactants and ammonium sulfate on glyphosate phytotoxicity to guackgrass (*Elytrigia repens*). WeedTechnol. 10: 803-808.
12- Environmental Protection Agency (EPA). FAO Specifications and evaluations for agricultural pesticides. Clodinafop-propargyl. www.fao.org. Visited, 2011, 07, 01.
13- 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. PesticideSci. 38: 123-133.
14- Hazen J.L. 2000. Adjuvants terminology, classification and chemistry. WeedTechnol, 14: 773-784.
15- Kudsk P. and Mathiassen S.K. 2007. Analysis of adjuvant effects and their interactions with variable application parameters. CropProt. 26: 328-334.
16- Matus-Cadiz M.A. and Hucl P. 2005. Rapid and effective germination methods for overcoming seed dormancy in annual canarygrass. CropSci. 45, 1696–1703.
17- Monaco T.J., Weller S.C. and Ashton F.M. 2002. Weed Science: Principles and Practices. 4th ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.
18- Nalewaja J.D., Devilliers B. and Matysiak R. 1996. Surfactant and salt affect glyphosate retention and absorption. WeedRes. 36: 241-247.
19- Penner D. 2000. Activator adjuvants. WeedTechnol. 14: 785-791.
20- 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.
21- Rashed-Mohassel M.H., Aliverdi A., Hamami H. and Zand E. 2010. Optimizing the performance of diclofop-methyl, cycloxydim, and clodinafop-propargyl on littleseedcanarygrass (*Phalaris minor*) and wild oat (*Avenaludoviciana*) control with adjuvants. WeedBiologyandManagement, 10: 57-63.
22- Sharma S.D. and Singh M. 2000. Optimizing foliar activity of glyphosate on *Bidensfrondosa* and *Panicum maximum* with different adjuvant types. WeedRes.40: 523-533.
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. PesticideSciSocietyofJap. 31(3): 339–343.
25- Young B.G. and Hart S.E. 1998. Optimizing foliar activity of isoxaflutole on giant foxtill (*Setaria faberi*) with various adjuvants. WeedSci. 46: 397-402.