مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۱۰، شماره ۲، ۱۳۹۷
صفحات ۵۹-۴۹

بهینه‌سازی کارایی علف‌کش تریفلورالین با بهره‌گیری از فرمولاسیون میکروکپسول در کنترل علف‌های هرز توتون (*Nicotiana tobacum*)

Improving the efficiency of trifluralin herbicide by microcapsule formulation in weed control of tobacco (*Nicotiana tobacum*)

احمد رهبری[۱]، ابراهیم ایزدی دربندی[۲*]، محمد حسن راشد محصل[۳]، غلامحسین ظهوری[۴] و اسکندر زند[۵]

چکیده

به‌منظور بررسی کارایی فرمولاسیون میکرو کپسول علف‌کش تریفلورالین در کنار فرمولاسیون امولسیون (ترفلان ۴۸ درصد) با مقادیر ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مادهٔ مؤثره توصیه‌شده (۰/۶، ۰/۹ و ۱/۲ کیلوگرم مادهٔ مؤثره در هکتار) و روش‌های کاربرد، اختلاط و عدم اختلاط با خاک، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال زراعی ۱۳۹۳ در مرکز تحقیقات تیرتاش انجام شد. طی مراحل اجرا تراکم و وزن خشک علف‌های هرز ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری و عملکرد گیاه توتون در چهار مرحله برداشت مورد سنجش قرار گرفت. علف‌های هرز غالب مزرعه شامل دم‌روباهی سبز و تاج‌خروس ریشه قرمز بودند. بر طبق نتایج فرمولاسیون میکرو کپسول موجب افزایش معنی‌دار کارایی هر یک از مقادیر مصرفی نسبت به فرمولاسیون امولسیون گردید. کاربرد ۵۰ درصد دُز توصیه‌شده فرمولاسیون میکرو کپسول اثر کنترل‌کنندگی مشابه کاربرد ۷۵ درصد فرمولاسیون امولسیون داشت؛ به‌طوری‌که کنترل علف‌های هرز دم‌روباهی سبز و تاج‌خروس در ۵۰ درصد دُز توصیه‌شده میکرو کپسول به ترتیب حدود ۷۲ و ۶۹ درصد و در ۷۵ درصد امولسیون حدود ۷۹ و ۶۵ درصد گردید. همچنین کاربرد ۵۰ درصد دُز توصیه‌شده فرمولاسیون میکرو کپسول موجب افزایش عملکردی هم‌سطح کاربرد ۱۰۰ درصد فرمولاسیون امولسیون به ترتیب با عملکرد ۴/۲۶ و ۴/۳۰ تن در هکتار شد. اختلاط علف‌کش با خاک جهت افزایش کارایی ضروری است.

کلمات کلیدی: توتون، دُز کاهش‌یافته، رهاسازی‌کنترل‌شده، علف هرز.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۰۴

۱ - کارشناسی‌ارشد علف‌های‌هرز، گروه اگروتکنولوژی دانشکده‌کشاورزی دانشگاه‌فردوسی‌مشهد
۲ - دانشیار، گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳ - استاد، گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۴ - استاد، گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد
۵ - استاد، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
* نویسنده مسئول E-mail: e-izadi@um.ac.ir

مقدمه

وضع قوانین جدید توسط سازمان‌های حفظ محیط‌زیست، مراحل ثبت آفت‌کش‌ها را کند و هزینه‌بر و تعداد و مصرف آن‌ها را محدود نموده است (Ruegg *et al.*, 2007). بدین سبب توجه به فرمولاسیون آفت‌کش‌ها به‌عنوان راهکاری برای برون‌رفت در نظر گرفته شده است. از سوی دیگر موفقیت استفاده از علف‌کش‌ها در مبارزه با علف‌های هرز تنها به مادهٔ مؤثره و سمیت آن‌ها بستگی ندارد، بلکه عوامل دیگری نیز وجود دارند که به‌طور مستقیم بر کارکرد علف‌کش‌ها تأثیرگذارند. دراین‌ارتباط یکی از مهم‌ترین عوامل، طراحی مناسب سیستم رسانش آفت‌کش (Pesticide Delivery System) جهت دریافت کارایی بیولوژیکی لازم و کاهش مضرات ناخواسته است. برای نیل به این هدف همواره لازم است ارتقاء تکنولوژی‌های کاربرد جزء اولویت‌های تحقیقاتی لحاظ گردد. فرمولاسیون میکروکپسول یکی از بهترین ابزار رسانش آفت‌کش است (Tsuji, 2001; Zand, 2008). امروزه محققان با استفاده از فرمولاسیون و ایزومرهایی از علف‌کش‌ها که کارایی بیشتری دارند، مقدار مصرف سموم را کاهش داده‌اند (Mousavi, 2001). بدین لحاظ پژوهش‌ها بر روی فرمولاسیون‌هایی با رهاسازی کنترل‌شده افزایش یافته است (Li *et al.*, 2016; Ueji and Inao, 2001; Meredith *et al.*, 2016; Zand, 2008; Wilson, 2003; Wilkins, 2003).

فرمولاسیون‌های با رهاسازی کنترل‌شده ترکیبی از مادهٔ مؤثره و مواد همراه هستند که با توجه به مقدار لازم برای کنترل آفات، مادهٔ مؤثره را در یک دوره زمانی مشخص در محیط آزاد می‌کند. به‌عبارت‌دیگر متمایزکننده اصلی آن از دیگر فرمولاسیون‌ها همچون امولسیون، پودر وتابل، مایع قابل حل در آب، گرانول قابل پخش در آب و غیره فرآیند آزادسازی تدریجی است و به عبارتی می‌توان گفت فرمولاسیون‌های با رهاسازی کنترل‌شده دارای راندمان انتقال و رسانش بیشتری به محل عمل هستند. درحالی‌که در فرمولاسیون‌های متداول، ماده مؤثره در یک‌زمان و به‌طور کامل در محیط قرار می‌گیرد (Wilkins, 2003; Sopeña, 2009) و مقدار کاربرد آن‌ها بیش از آستانه حداقل غلظت برای کنترل آفات است. این امر به دلیل تلفات ناشی از جذب، تبخیر، تجزیه نوری، تجزیه میکروبی، تجزیه شیمیایی و آبشویی سموم مصرفی در محیط است (Rashed Mohassel and Mousavi, 2007; Schreiber *et al.*, 1978). در این نوع فرمولاسیون مادهٔ مؤثره علف‌کش با روکشی از موادی همچون رزین محلول در آب، موم، لیپید، ژلاتین، آلبومین، نشاسته و ماتریکس پلی‌اوره – پلی‌آمید پوشیده شده (Williams, 1984) و هنگام اختلاط با حامل‌ها در مخزن سم‌پاش ایجاد سوسپانسیون می‌کند (Zand, 2008). آزادسازی آفت‌کش‌ها از فرمولاسیون میکروکپسول به روش‌های مختلفی از قبیل متلاشی شدن مواد ساختمانی، آماس و ترکیدن، خشک شدن و ترک‌خوردن یا انتشار در محیط انجام می‌شود. تغییر در مورفولوژی میکروکپسول همچون جمع شدن یا ترک‌خوردگی ممکن است در اثر شرایط محیطی رخ دهد. در مجموع رهاسازی علف‌کش به مواد ساختمانی میکروکپسول، محیط اطراف آن و خصوصیات علف‌کش وابسته است (Petersen and Shea, 1989).

درحالی‌که تعدادی از مصرف‌کنندگان به فقدان دوام و پایداری برخی از علف‌کش‌های خانواده دی‌نیتروآنیلین با فرمولاسیون رایج امولسیون اشاره داشته‌اند (Kennedy and Talbert, 1977; Parochetti and Dec. 1978; Savage, 1978)؛ نتایج مطالعات نشان داده است که میکروکپسول تریفلورالین موجب کنترل طولانی‌تر علف‌های هرز گرامینه یک‌ساله شده و تبخیر کمتری نسبت به فرمولاسیون امولسیون داشته است (Doub *et al.*, 1988). کاربرد ۲/۲ کیلوگرم در هکتار از فرمولاسیون میکروکپسول تریفلورالین در مقایسه با فرمولاسیون امولسیون با مقدار ۴/۴ کیلوگرم در هکتار دارای کارایی علف‌کشی مشابهی در کنترل علف هرز چچم (*Lolium* spp.) از هفته چهارم تا سیزدهم پس از کاربرد بوده است. این محققین در بررسی‌های خود بر روی علف‌کش‌های پروفام (Propham) و کلروپروفام (Chlorpropham) به نتایج مشابه‌ای دست یافتند (Coffman and Gentner. 1980; Coffman and Gentner. 1984). فرمولاسیون میکروکپسول علف‌کش پیش‌رویشی فلوروکلریدون (Flurochloridone) در آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) درصد گیاه‌سوزی را نسبت به

فرمولاسیون امولسیون به مقدار زیادی (۳۷ درصد) کاهش داد (Wilson, 2003). همچنین بررسی‌ها نشان داد که برنج (*Oryza sativa* L.) تحمل نسبتاً خوبی به فرمولاسیون میکروکپسول کلومازون در دُز کنترل‌کننده علف هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) داشت (Bollich *et al.*, 2000). فرمولاسیون میکروکپسول کلومازون موجب خسارت کمتر در دو نوع فلفل (Banana pepper and Bell pepper) در مقایسه با فرمولاسیون امولسیون شد (Galloway, *et al.*, 2000). کاهون و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقات خود اعلام داشتند که فرمولاسیون میکروکپسول استوکلر می‌تواند در برنامه مدیریت علف‌های هرز پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) به‌طور ایمن و مؤثر بکار برده شود (Cahoon, *et al.*, 2015).

علف‌کش تریفلورالین برای اولین بار در ایران طی فرآیندهای تخصصی با قرار دادن پوشش یا ماتریکس حفاظتی پلیمری، به ذرات کروی و یا در مواردی نامنظم با قطر حدوداً ۱۵ تا ۵۰ میکرومتر تبدیل گردید. فرمولاسیون میکروکپسول ساخته شده دارای پوشش یا ماتریکس حفاظتی از جنس متیل متااکریلات بوده و با توجه به تصاویر میکروسکوپ الکترونی، ذرات میکروکپسول به‌صورت تک و یا چندهسته‌ای دیده شدند. نتایج بررسی‌های گلدانی گویای آن است که فرمولاسیون میکروکپسول علف‌کش تریفلورالین موجب افزایش کارایی و کاهش دُز مصرفی گردید (نتایج منتشر نشده است).

این پژوهش با هدف بررسی اثرات فرمولاسیون میکروکپسول ساخته شده در مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد بر کارایی علف‌کش تریفلورالین در کنترل علف‌های هرز و همچنین صفات زراعی گیاه توتون در شرایط مزرعه اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش در سال زراعی ۱۳۹۳ اجرا گردید. عوامل مورد بررسی عبارت بودند از: نوع فرمولاسیون در دو سطح، فرمولاسیون امولسیون (علف‌کش تجاری ترفلان با خلوص ۴۸ درصد) و فرمولاسیون میکروکپسول، مقدار کاربرد علف‌کش در سه سطح، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مادهٔ مؤثره توصیه‌شده (۰/۶، ۰/۹ و ۱/۲ کیلوگرم مادهٔ مؤثره در هکتار) و روش کاربرد علف‌کش در دو سطح، اختلاط و عدم اختلاط با خاک به همراه دو تیمار شاهد عدم کاربرد علف‌کش (وجین و عدم کنترل علف های هرز). پس از محلول‌پاشی با استفاده از سمپاش پشتی کتابی شارژی با نازل تی‌جت با حجم آب مصرفی ۴۰۰ لیتر در هکتار و فشار ۲ بار، بسته به تیمارها اختلاط سم با خاک با رتیواتور متصل به تراکتور کوچک باغی صورت گرفت.

کرت های آزمایش ۲۰ مترمربعی (۴ × ۵ متر) و با فاصله دو متر از هم در نظر گرفته شد. جهت افزایش دقت آزمایش از شاهد متناظر (کرت شاهد عدم کنترل علف های هرز طی فصل رشد در مجاورت کرت تیمار سمپاشی) استفاده شد. روانآب سطحی ناشی از بارندگی با حفر جوی سرتاسری کنترل گردید. نشاء توتون رقم کاکا ۳۲۶ تهیه شده یک روز پس از اعمال تیمار به صورت دستی با فواصل بین ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر (تراکم ۲۰ هزار بوته در هکتار) در زمین اصلی نشاکاری گردید. تراکم علف های هرز در هر کرت به تفکیک گونه در سطح ۰/۵ مترمربع در ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری و همچنین وزن تر و خشک علف های هرز ۶۰ روز پس از نشاکاری تعیین شد.

جهت محاسبه کارایی تیمار های علف‌کشی از نسبت علف‌های هرز کنترل شده نسبت به شاهد متناظر عدم کنترل علف‌های هرز (رابطه ۱) استفاده شد (۱).

رابطه [۱]

در این رابطه مقدار Y% درصد کنترل، $Y_{control}$ و $Y_{treated}$ به ترتیب تراکم یا وزن خشک علف هرز در شاهد و تیمار است.

از سوی دیگر عملکرد توتون در هکتار تعیین گردید. در صد تغییرات عملکرد توتون نیز با استفاده از رابطهٔ (۲) محاسبه گردید.

رابطه [۲]

در این رابطهٔ $Y'\%$ درصد افزایش عملکرد و $Y'_{treated}$ و $Y'_{control}$ به ترتیب عملکرد در کرت تیمار شده و شاهد متناظر عدم کنترل علف‌های هرز است. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، اقدام به آنالیز واریانس و مقایسه میانگین ها با آزمون توکی در سطح پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار Minitab 18 گردید.

نتایج و بحث

تأثیر تیمارها بر کنترل علف‌های هرز

علف‌های هرز شناسایی شده در کرت های آزمایش عبارت بودند از آفتاب‌پرست (*Heliotropium europaeum* L.)، آکالیفا (*Acalypha* sp.)، اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.)، علف‌خرچنگ (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.)، پیچک‌صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.)، تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum* L.)، دم‌روباهی سبز (*Setaria viridis* L.)، خارخسک (*Tribulus terrestris* L.)، خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، قیاق (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) و گوش‌بره (*Chrozophora tinctoria* (L.) A. Juss.). علف های هرز دم‌روباهی سبز و تاج‌خروس به دلیل فراوانی بالا در زمین آزمایشی به‌عنوان گونه‌های غالب در نظر گرفته شدند (جدول ۱).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، نوع فرمولاسیون، مقدار کاربرد علف‌کش و همچنین روش کاربرد آن بر درصد کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز غالب طی ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری تأثیر معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۱$) داشت. اثر متقابل نوع فرمولاسیون و دُز مصرفی بر تراکم و وزن خشک دم‌روباهی سبز ۶۰ روز پس از نشاکاری و اثر متقابل نوع فرمولاسیون و روش کاربرد بر تراکم و وزن خشک دم‌روباهی سبز ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری از نظر آماری معنی‌دار شد. با توجه به جدول ۲، فرمولاسیون میکروکپسول بیشترین مقدار کنترل علف‌های هرز غالب دم‌روباهی سبز و تاج‌خروس ریشه قرمز را موجب گردید.

با توجه به داده‌های مربوط به تراکم و وزن خشک علف هرز دم‌روباهی سبز ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری و همچنین تراکم علف هرز تاج‌خروس ریشه قرمز ۴۰ روز پس از نشاکاری، مقدار کارایی فرمولاسیون میکروکپسول علف‌کش تریفلورالین در ابتدا متأثر از روش کاربرد نبوده و تیمارهای اختلاط و یا عدم اختلاط از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند ولیکن با سپری شدن زمان، عدم اختلاط فرمولاسیون میکروکپسول موجب تقلیل کارایی این علف‌کش در کنترل علف هرز تاج‌خروس ریشه قرمز گردیده است (جدول ۳). در توجیه این مطلب می توان به رفتار متفاوت علف‌های هرز در مقابل مقادیر علف‌کش اشاره نمود به‌طوری‌که احتمالاً تغییرات دمایی و رطوبتی سطح خاک به‌مرور با تأثیر بر دوام علف‌کش (Buelk *et al.*, 2005)، مقدار علف‌کش را به پایین‌تر از سطح آستانه حداقل دُز کنترل‌کنندگی (Cobb and Reade, 2010) کاهش داده است. همچنین بهتر است تفاوت‌های رفتاری دو علف هرز، همچون پراکنش بذور علف های هرز در لایه‌های خاک و خصوصیات رویشی دانهال های علف هرز (Ghorbani *et al.*, 1999; Mandumbu *et al.*, 2012; Nichols, *et al.*, 2015) مورد توجه قرار گیرد. مطالعات نشان داده است که ریزش نزولات جوی طی فصل زراعی و پس از اعمال علف‌کش تریفلورالین احتمالاً عامل افزایش تلفات در مقایسه با شرایط خشک بوده است، این مسئله به‌ویژه در شرایط کاهش اختلاط علف‌کش با خاک مشهودتر است؛ بنابراین اختلاط با خاک موجب کاهش تبخیر و تجزیه نوری علف‌کش های دی‌نیتروآنیلین می شود (Chauhan *et al.*, 2006). افزایش محتوای رطوبت خاک موجب تلفات سریع‌تر علف‌کش های خانواده دی‌نیتروآنیلین ها شده است (Jacques and Harvey, 1979). افزایش دما و محتوای رطوبت خاک موجب کاهش نیمه‌عمر علف‌کش های تریفلورالین، پندیمتالین، آلاکلر و متالاکلر گردیده است (Langhans *et al.*, 2009; Yang and Holmen, 2007). در مجموع به نظر می‌رسد جهت افزایش کنترل علف های هرز مزرعه، اختلاط علف‌کش بلافاصله پس از مصرف ضروری است هر چند که در برخی از منابع به نتایج مثبت عدم اختلاط و یا اختلاط با تأخیر فرمولاسیون میکروکپسول علف‌کش هایی

همچون ای‌پی‌تی سی و ورنولیت اشاره شده است (Wilson, 2003).

با توجه به نمودارهای مقایسه میانگین اثر کاربرد مقادیر هر یک از فرمولاسیون‌ها بر درصد کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز دم‌روباهی سبز و تاج‌خروس ریشه قرمز ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری (شکل‌های ۱ و ۲)، استفاده از فرمولاسیون میکروکپسول تریفلورالین موجب افزایش کارایی هر یک از مقادیر مصرفی علف‌کش نسبت به فرمولاسیون رایج امولسیون گردید. از نظر آماری کاربرد ۵۰ درصد دُز توصیه شده از فرمولاسیون میکروکپسول به‌تنهایی موجب کاهش تراکم دم‌روباهی سبز در سطحی معادل ۷۵ درصد دُز توصیه شده از فرمولاسیون امولسیون گردیده است. این مسئله در مورد تراکم تاج‌خروس ریشه قرمز و همچنین وزن خشک دم‌روباهی سبز و تاج‌خروس ریشه قرمز بارزتر بوده و حتی معادل ۱۰۰ درصد دُز توصیه‌شده برآورد شد.

جدول ۱- تراکم و وفور نسبی علف‌های هرز غالب موجود در مزرعه آزمایشی

The density and abundance of the dominate weeds in the experimental field

نام Name	نام علمی Scientific name	تیره Family	تراکم (بوته در مترمربع) Density (plant per m-2)		وفور نسبی (درصد) Abundance (percent)	
			40†	60†	40	60
دم‌روباهی سبز Green Foxtail	Setaria viridis L.	Poaceae	36	17	28	31
تاج‌خروس ریشه قرمز Redroot Pigweed	Amaranthus retroflexus L.	Amaranthaceae	26	14	20	25

† روز پس از نشاکاری Day after transplanting†

جدول ۲- میانگین اثر اصلی نوع فرمولاسیون علف‌کش تریفلورالین بر درصد کنترل تراکم و وزن خشک علف‌های هرز دم‌روباهی سبز و تاج‌خروس ریشه قرمز طی ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری

Table 2- Mean of the main effect of the formulation of trifluralin on the density and dry weight losses of Green foxtail and Redroot pigweed compare to weed infest control at 40 and 60 days after tobacco transplanting

فرمولاسیون Formulation	درصد کنترل Control percent					
	دم‌روباهی سبز Green foxtail			تاج‌خروس ریشه قرمز Redroot pigweed		
	†40	†60		40	60	
	تراکم Density	تراکم Density	وزن خشک Dry weight	تراکم Density	تراکم Density	وزن خشک Dry weight
امولسیون EC	71.81	68.06	67.89	65.51	64.04	63.29
میکروکپسول MC	87.73	90.11	90.83	83.58	82.00	81.46

† روز پس از نشاکاری Day after transplanting†

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل نوع فرمولاسیون و روش کاربرد علف‌کش تریفلورالین بر درصد کنترل تراکم و وزن خشک علف‌های هرز غالب دم‌روباهی سبز و تاج‌خروس ریشه قرمز ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری

Table 3- Mean comparison of the interaction effect of formulation and application methods of trifluralin on the density and dry weight losses of Green foxtail and Redroot pigweed compare to weed infest control at 40 and 60 days after tobacco transplanting

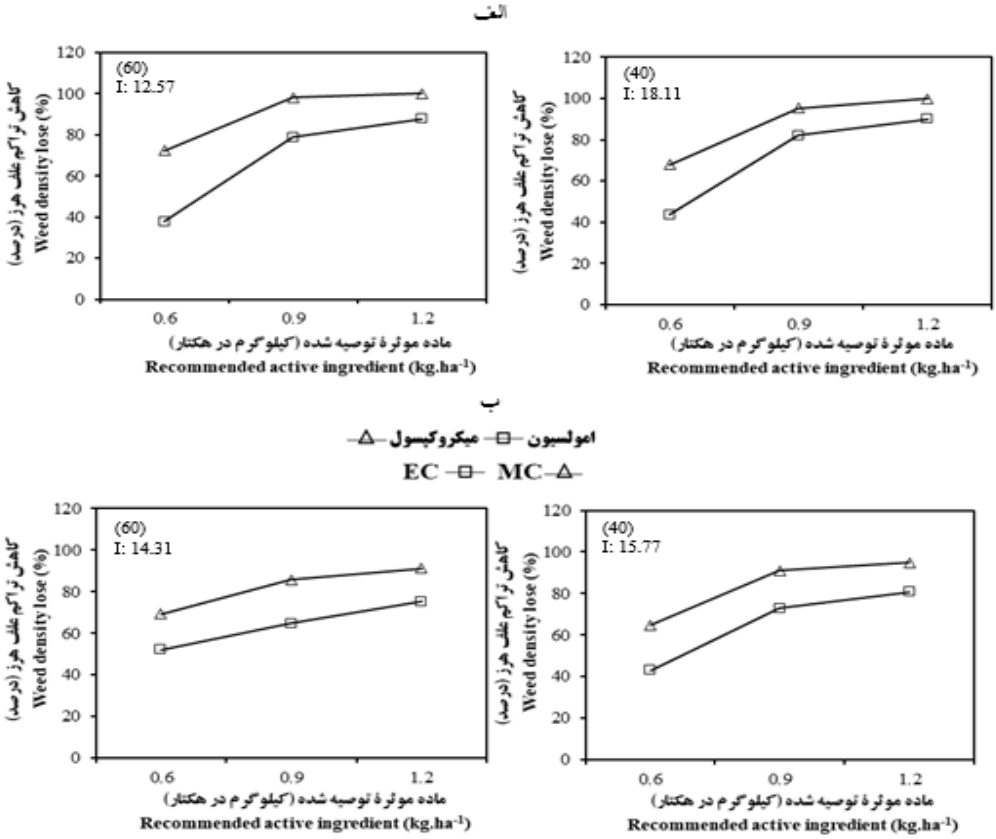
فرمولاسیون Formulation	روش کاربرد Application method	درصد کنترل Control percent					
		دم‌روباهی سبز Green foxtail			تاج‌خروس ریشه قرمز Redroot pigweed		
		40†	60†		40	60	
		تراکم Density	تراکم Density	وزن خشک Dry weight	تراکم Density	تراکم Density	وزن خشک Dry weight
امولسیون EC	+	83.85a	82.33b	85.22a	75.78b	77.07b	72.70b
	-	59.78b	53.78c	50.55b	55.25c	51.00c	53.89c
میکروکپسول MC	+	92.81a	94.67a	95.11a	88.76a	91.44a	89.89a
	-	82.64a	85.56ab	86.56a	78.41ab	72.56b	73.04b

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح آماری پنج درصد با آزمون توکی است.

† روز پس از نشاکاری، + و – به ترتیب اختلاط و عدم اختلاط علف‌کش با خاک.

Mean within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Tukey test

† Day after transplanting, + and – soil incorporation and non-incorporation of herbicide, respectively.

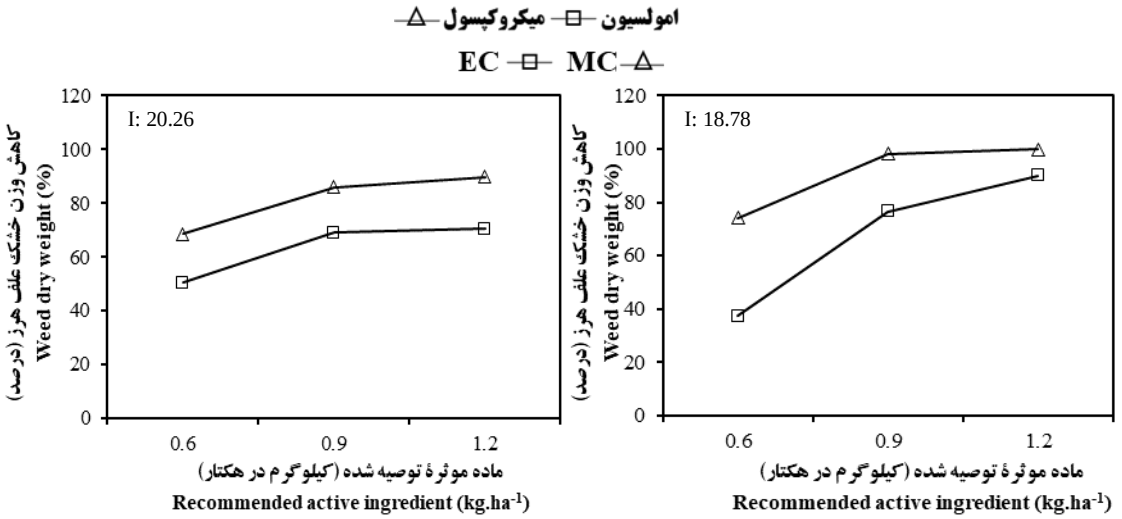


شکل ۱- اثرات متقابل تیمارهای فرمولاسیون و مقادیر علف‌کش تریفلورالین بر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز دم‌روباهی سبز (الف) و تاج‌خروس ریشه قرمز (ب) نسبت به شاهد عدم کنترل در ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری

I: حداقل اختلاف معنی‌دار

Figure 1- The interaction effect of formulation and trifluralin doses on the density losses of Green foxtail (a) and Redroot pigweed (b) compare to weed infest control at 40 and 60 days after tobacco transplanting

I: Honestly significant difference (HSD)



شکل ۲- اثرات متقابل تیمارهای فرمولاسیون و مقدار کاربرد علف‌کش تریفلورالین بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز دم‌روباهی سبز (سمت راست) و تاج‌خروس ریشه قرمز (سمت چپ) نسبت به شاهد عدم کنترل در ۶۰ روز پس از نشاکاری

I: حداقل اختلاف معنی‌دار

Figure 2- The interaction effect of formulation and trifluralin doses on the dry weight of Green foxtail (right) and Redroot pigweed (left) compare to weed infest control at 40 and 60 days after tobacco transplanting

I: Honestly significant difference (HSD)

تأثیر تیمارها بر عملکرد توتون

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، نوع فرمولاسیون، مقدار و روش کاربرد علف‌کش تریفلورالین تأثیرات معنی‌داری بر درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد عدم کنترل داشتند. تمامی تیمارها سبب بهبود عملکرد نسبت به شاهد آلوده به علف‌های هرز (۲/۹۳ تن در هکتار) شدند. بیشترین عملکرد در تیمار کاربرد ۱۰۰ درصد دُز توصیه‌شده به‌صورت اختلاط با خاک از فرمولاسیون میکروکپسول با مقدار ۴/۵۸ تن در هکتار حاصل گردید. اثر اصلی نوع فرمولاسیون تریفلورالین بر درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد عدم کنترل علف های هرز نشان داد که کاربرد فرمولاسیون میکروکپسول با کاهش تداخل علف‌های هرز نسبت به فرمولاسیون امولسیون افزایش عملکرد بیشتری را موجب گردید (به ترتیب حدوداً ۱۵۳ و ۱۳۳ درصد). با توجه به نتایج اثر متقابل نوع فرمولاسیون در مقادیر مصرفی، کاربرد ۵۰ درصد مادهٔ مؤثره توصیه‌شده از فرمولاسیون میکروکپسول افزایش عملکردی همچون کاربرد ۱۰۰ درصد فرمولاسیون امولسیون داشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۳). این افزایش عملکرد در روش اختلاط علف‌کش با خاک نمود بیشتری داشت به‌طوری‌که درصد افزایش عملکرد در روش اختلاط و عدم اختلاط به ترتیب حدوداً ۱۶۰ و ۱۴۶ درصد گردید (جدول ۴).

نتایج مطالعات محققان نشان داده است که فرمولاسیون‌های سازی کنترل شده علف‌کش تریفلورالین دارای فعالیت علف‌کشی هم‌تراز و یا بیشتر از مصرف دو برابر فرمولاسیون امولسیون بوده است. به‌طور مثال کاربرد فرمولاسیون‌های میکروکپسول تریفلورالین در مقادیر ۱/۱ و ۲/۲ کیلوگرم در هکتار در هفته دوم پس از کاربرد دارای فعالیت مساوی یا بیشتر از فرمولاسیون امولسیون به ترتیب در مقادیر ۲/۲ و ۴/۴ کیلوگرم در هکتار بوده است (Coffman and Gentner, 1980).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج آزمایش، فرمولاسیون میکروکپسول تریفلورالین قادر است با آزادسازی تدریجی علف‌کش در محیط، هدررفت سم را کاهش داده و موجب افزایش کنترل علف های هرز و عملکرد محصول توتون گردد. با کاربرد فرمولاسیون میکروکپسول می‌توان دُز مصرفی را به نصف کاهش داد. هر چند که در مواردی فرمولاسیون میکروکپسول متأثر از روش کاربرد نبود، ولیکن بسته به شرایط آب و هوایی و فلور علف‌های هرز منطقه می‌تواند اختلاط علف‌کش با خاک جهت افزایش کارایی ضرورت پیدا نماید.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل نوع فرمولاسیون و روش کاربرد علف‌کش تریفلورالین بر درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد عدم کنترل

Table 6- Mean comparison of the interaction effect of formulation and application methods of trifluralin on the increasing percent of tobacco yield compare to weed infested control

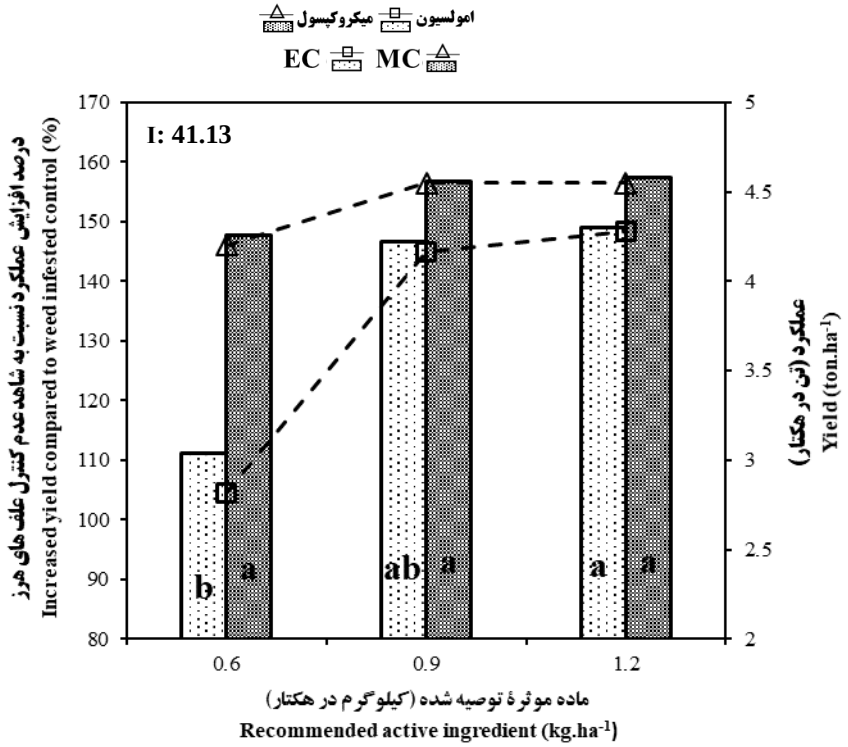
فرمولاسیون Formulation	روش کاربرد Application method	افزایش عملکرد (٪) Increased yield (%)
امولسیون	+	141.48[ab]
EC	–	123.76[b]
میکروکپسول	+	160.24[a]
MC	–	145.81[ab]

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح آماری پنج درصد با آزمون توکی است.

+ و – به ترتیب اختلاط و عدم اختلاط علف‌کش با خاک

Mean within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Tukey test

+ and – soil incorporation and non-incorporation of herbicide, respectively.



شکل ۳- اثرات متقابل فرمولاسیون و مقدار کاربرد تریفلورالین بر عملکرد (نمودار ستونی) و درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد عدم کنترل (نمودار خطی)

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح آماری پنج درصد با آزمون توکی است.

I: حداقل اختلاف معنی‌دار

Figure 3- The interaction effect of formulation and trifluralin doses on the tobacco yield (bar chart) and the percentage of increased tobacco yield compare to infested control (line chart)

I: Honestly significant difference (HSD)

References فهرست منابع

Bollich, P. K., D. L. Jordan, D. M. Walker, and A. B. Burns. 2000. Rice (*Oryza sativa*) response to the microencapsulated formulation of clomazone. Weed Technology, 14: 89-93.

Buelk, S., W. B. Vendy, D. B. Colin, M. Mattew and W. Allan. 2005. Evaluation of simplifying assumption on pesticide degradation in soil. Journal of Environmental Quality, 34: 1933-1943.

Cahoon, C. W., A. C. York, D. L. Jordan, W. J. Everman, R. W. Seagroves, L. R. Braswell and K. M. Jennings. 2015. Weed control in Cotton by combinations of microencapsulated acetochlor and various residual herbicides applied preemergence. Weed Technology, 29 (4): 740-750.

Chauhan, B. S., G. Gill and C. Preston. 2006. Tillage systems affect trifluralin bioavailability in soil. Weed Science, 54 (5): 941-947.

Cobb, A. and J. P. H. Reade. 2010. Herbicides and plant physiology. Blackwell Pub. Ames, Iowa. Pp. 253.

Coffman, C. B. and W. A. Gentner. 1980. Persistence of several controlled release formulations of trifluralin in greenhouse and field. Weed Science, 28 (1): 21-23.

Coffman, C. B. and W. A. Gentner. 1984. Herbicidal activity of controlled release formulations of trifluralin. Indian Journal of Agricultural Science, 54 (2): 117-122.

Doub, J. P., H. P. Wilson and K. K. Hatzios. 1988. Comparative efficacy of two formulations of alachlor and metolachlor. Weed Science, 36: 221-226.

Galloway, B. A., D. W. Monks and J. R. Schultheis. 2000. Effect of herbicides on pepper (*Capsicum annuum*) stand establishment and yield from transplants produced using various irrigation systems. Weed Technology, 14: 241-245.

Ghorbani, R., W. Seel and C. Leifert. 1999. Effects of environmental factors on germination and emergence of *Amaranthus retroflexus*. Weed Science, 47: 505-510.

Jacques, G. L. and R. G. Harvey. 1979. Persistence of dinitroaniline herbicides in soil. Weed Science, 27: 660-665.

Kennedy, J. M. and R. E. Talbert. 1977. Comparative persistence of dinitroaniline type herbicides on the soil surface. Weed Science, 25: 373-381.

Langhans, M., S. Niemes, P. Pimpl and D. G. Robinson. 2009. Oryzalin bodies: In addition to its anti-microtubule properties, the dinitroaniline herbicide oryzalin causes nodulation of the endoplasmic reticulum. Protoplasma, 236 (1-4): 73-84.

Li, D., B. Liu, F. Yang, X. Wang, H. Shen and D. Wu. 2016. Preparation of uniform starch microcapsules by premix membrane emulsion for controlled release of avermectin. Carbohydrate Polymers, 136: 341–349.

Mandumbu, R., S. J. Twomlow, P. Jowah, N. Mashingaidze, L. Hove and C. Karavina. 2012. Weed seed bank response to tillage and residue management in semi-arid Zimbabwe. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 1: 1-12.

Meredith, A.N., B. Harper and S. L. Harper. 2016. The influence of size on the toxicity of an encapsulated pesticide: a comparison of micron- and nano-sized capsules. Environment International, 86: 68–74.

Mousavi, M. R. 2001. Integrated weed management (principles and methods). Tehran Miaad Press. (In Farsi). Pp. 470.

Nichols, V., N. Verhulst, R. Cox and B. Govaerts. 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. Field Crops Research, 183: 56-68.

Parochetti, J. V. and G. W. Dec. 1978. Photodecomposition of eleven dinitroaniline herbicides. Weed Science, 26: 153-156.

Petersen, B. B. and P. J. Shea. 1989. Microencapsulated alachlor and its behavior on Wheat (*Triticum aestivum*) straw. Weed Science, 37 (5): 719-723.

Rashed Mohassel M. H. and S. K. Mousavi. 2007. Weed management principles. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Farsi). Pp. 545.

Ruegg, W. T., M. Quadranti and A. Zoschke. 2007. Herbicide research and development: Challenges and opportunities. Weed Research, 47: 271-275.

Savage, K. E. 1978. Persistence of several dinitroaniline herbicides as affected by soil moisture. Weed Science, 26: 465-471.

Schreiber, M. M., B. S. Shasha, M. A. Ross, P. L. Orwick and D. W. Edgecomb. 1978. Efficacy and rate of release of EPTC and butylate from starch encapsulated formulations under greenhouse conditions. Weed Science, 26: 679-686.

Sopeña, F., C. Maqueda, and E. Morillo. 2009. Controlled release formulations of herbicides based on micro-encapsulation. Ciencia e Investigacion Agraria, 35 (1): 27-42.

Tsuji, K. 2001. Microencapsulation of pesticides and their improved handling safety. Journal of Microencapsulation, 18 (2): 137–147.

Ueji, M. and K. Inao. 2001. Rice paddy field herbicides and their effects on the environment and ecosystems. Weed Biology and Management, 1: 71-79.

Wilkins, R. 2003. Controlled release formulations of pesticides. PP. 386-398, In: J. R. Plimmer, D. W. Gammon and N. N. Ragsdale (eds.), Encyclopedia of agrochemicals. Wiley-Interscience Publication, Hoboken.

Williams, A. 1984. The controlled release of bioactive agents. Chemical in Britain, 221-224.

Wilson, M. 2003. Optimising pesticide use. John Wiley & Sons Ltd, Hoboken. Pp. 229.

Yang, W. and B. A. Holmen. 2007. Effects of relative humidity on chloroacetanilide and dinitroaniline herbicide desorption from agricultural $PM_{2.5}$ on quartz fiber filters. Environmental Science and Technology, 41 (11): 3843-3849.

Zand E., M. A. Baghestani, S. K. Mousavi, M. Oveisi, M. Ebrahimi, M. Rastgoo and M. R. Labafi Hosseinabadi. 2008. Weed management guide. Jahad Daneshgahi of Mashhad Press. (In Farsi). Pp. 480.

Improving the Efficiency of Trifluralin Herbicide by Microcapsule Formulation in Weed Control of Tobacco (*Nicotiana tobacum*)

A. Rahbari[1], E. Izadi Darbandi[2*], M. H. Rashed Mohassel[3], Gh. H. Zohuri[4] and E. Zand[5]

Abstract

Reduce pesticides usage and improve efficiency of them can be achieved by the technology of controlled release formulations. This experiment conducted to investigate the efficiency of synthesized microcapsule formulation of trifluralin in Tirtash Research and Education Center (located in Mazandaran province, the north of Iran) during the 2014 growing season. The experiment design was three-way factorial arrangement on a CRD with three replications. The treatments consisted of the microcapsule and emulsifiable concentrate (Treflan® 48%) formulation in different doses, 50, 75 and 100 percent of recommended dose (0.6, 0.9 and 1.2 kg a.i./ha) and application methods, soil-incorporated pre-planting and pre-planting. Weeding and weed infest were prepared as control plots. Density and dry weight of weed at 40 and 60 days after tobacco transplanting and tobacco yield were measured during the growth season. Based on the relative abundance of weeds, *Setaria viridis* L. and *Amaranthus retroflexus* L. were dominant species. The experimental results show there were significant difference between formulation type, dose and method of application on density and dry weight of weed and tobacco yield. The effectiveness of MC formulation in each applied dose were higher than EC formulation. The 50% recommended dose of MC formulation had the same weed control effectiveness as 75% recommended dose of the EC formulation. The green foxtail and redroot pigweed control were about 72 and 69% in 50% recommended dose of MC formulation and about 79 and 65% in 75% recommended dose of EC formulation, respectively. Also 50% of MC formulation could increase yield as same as the 100% of EC formulation, 4.26 and 4.30 ton.ha^{-1}, respectively. Soil incorporation of trifluralin was very necessary to achieve best efficiency.

Keywords: Controlled release, Reduced dose, Tobacco, Weed.

Received date: 24 August 2017 Accepted date: 25 November 2017

1-M. Sc. Weed Science Student, Department of Agrotechnology-Faculty of Agriculture-Ferdowsi University of Mashhad

2- Associate Professor, Department of Agrotechnology-Faculty of Agriculture-Ferdowsi University of Mashhad

3- Professor, Department of Agrotechnology-Faculty of Agriculture-Ferdowsi University of Mashhad

4- Professor, Department of Chemistry-Faculty of Sciences-Ferdowsi University of Mashhad

5- Professor, Department of Weed Research - Iranian Research Institute of Plant Protection

*- Corresponding author. E-mail: e-izadi@um.ac.ir