

بهبودسازی کارایی علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی در کنترل علف‌های‌هرز توتون با بهره‌گیری از فرمولاسیون میکروکپسول و ماده افزودنی تداوم‌بخش

احمد رهبری؛ ابراهیم ایزدی دربندی؛ محمد حسن راشد محصل؛ غلامحسین ظهوری؛ اسکندر زند

DOI: [10.22067/jpp.2021.32440.0](https://doi.org/10.22067/jpp.2021.32440.0)

چکیده

کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های‌هرز نه تنها به ماده موثره و سمیت آنها بستگی دارد، بلکه به عواملی نظیر نوع فرمولاسیون وابسته است. این پژوهش در ادامه ساخت اولین فرمولاسیون میکروکپسول علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی در ایران، با هدف بررسی کارایی فرمولاسیون میکروکپسول و تأثیر ماده افزودنی تداوم‌بخش تیوسولفات آمونیوم در مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد بر کنترل علف‌های‌هرز و عملکرد توتون اجرا گردید. بدین ترتیب این آزمایش بصورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات تیرتاش (استان مازندران) انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل نوع فرمولاسیون در سه سطح، امولسیون (ارادیکان ۸۲ درصد)، امولسیون همراه ماده تداوم‌بخش و میکروکپسول، مقدار کاربرد در سه سطح، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ماده موثره توصیه شده (به ترتیب ۲/۴۶، ۳/۶۹ و ۴/۹۲ کیلوگرم ماده موثره در هکتار) و روش کاربرد در دو سطح، اختلاط و عدم اختلاط با خاک. تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز در ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری و عملکرد توتون پس از ۴ چین مورد سنجش قرار گرفت. در این آزمایش علف‌های‌هرز دم‌روباهی‌سبز و تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز به ترتیب با فراوانی نسبی ۲۲ و ۳۲ درصد به عنوان گونه‌های غالب تعیین شدند. نتایج نشان داد که کاربرد ۱۰۰ درصد دُز توصیه شده میکروکپسول موجب کاهش تراکم دم‌روباهی‌سبز و تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز به ترتیب ۹۲ و ۷۱ درصد و افزایش عملکرد توتون به میزان ۴/۸۲ تن در هکتار گردید. همچنین با استفاده از فرمولاسیون میکروکپسول می‌توان ضمن حفظ کارایی، دُز مصرفی را ۲۵ درصد کاهش داد. اختلاط علف‌کش با خاک جهت افزایش کارایی ضروری است.

واژه‌های کلیدی: توتون، تیوسولفات آمونیوم، دُز کاهش یافته، رهاسازی کنترل‌شده، علف‌هرز

مقدمه

پیشرفت‌های شگرف فناوری در قرن گذشته شیوه‌های نوینی در ساخت، فرمولاسیون و نحوه کاربرد آفت‌کش‌ها به ارمغان آورده است. به طوری که رویکرد هوشمند و علمی نسبت به دانش فرمولاسیون می‌تواند بهبود قابل توجهی در سودمندی آفت‌کش‌ها پدید آورد. نقش فناوری رهاسازی کنترل شده در بسیاری از این پیشرفت‌ها برجسته است و توانسته است ابزار منحصر به فردی را برای دستکاری آفت‌کش‌ها فراهم کند (۱۸ و ۲۳). بدین لحاظ پژوهش‌ها بر روی فرمولاسیون‌هایی با رهاسازی کنترل شده افزایش یافته است (۲۸، ۳۰، ۳۲ و ۳۳). مهمترین عامل

۱ تمایز فرمولاسیون‌هایی با رهاسازی کنترل شده در مقایسه با دیگر فرمولاسیون‌ها نظیر امولسیون، پودر و تابل، مایع
۲ قابل حل در آب^۱، گرانول قابل پخش در آب^۲ و غیره، فرآیند آزادسازی تدریجی^۳ است و به عبارتی می‌توان گفت
۳ فرمولاسیون‌هایی با رهاسازی کنترل شده دارای راندمان انتقال و رسانش^۴ بیشتری به محل عمل هستند در حالی که
۴ در فرمولاسیون‌های متداول، ماده موثره^۵ در یک زمان و به طور کامل در محیط قرار گرفته (۲۷ و ۳۰) و به دلیل تلفات
۵ ناشی از جذب، تبخیر، تجزیه نوری، میکروبی و شیمیایی و همچنین آبشویی سموم مصرفی در محیط، مقدار کاربرد آنها
۶ بیش از آستانه حداقل غلظت^۵ برای کنترل آفات است (۳، ۶، ۲۲ و ۲۵). مزایای فرمولاسیون میکروکپسول عبارتند از:
۷ رهاسازی کنترل شده ماده موثر، افزایش کارایی سم، کاهش مقدار سم مصرفی، کاهش روند کند شدن فعالیت ماده
۸ موثره، کاهش بروز مقاومت، کاهش تلفات سم، امکان اختلاط آفت‌کش‌ها به خصوص ترکیبات ناسازگار، کاهش
۹ گیاه‌سوزی، کاهش خطرات سم برای سلامتی انسان، شستشوی راحت‌تر سمپاش، کاهش بوی نامطبوع، حذف برخی از
۱۰ حلال‌ها و بهبود حمل و نقل آفت‌کش‌ها (۲، ۴، ۵، ۱۶، ۲۸، ۳۰، ۳۳ و ۳۴).

۱۱ در فرمولاسیون رهاسازی کنترل شده یا میکروکپسول معلقه^۶ یا کپسول سوسپانسیونی^۷ ماده موثره علف‌کش
۱۲ با روکشی^۸ از موادی همچون رزین محلول در آب، موم، لیپید، ژلاتین، آلبومین، نشاسته و ماتریکس پلی‌اوره – پلی‌آمید
۱۳ پوشیده شده (۲۷ و ۳۱) و هنگام اختلاط با حامل‌ها در مخزن سمپاش ایجاد سوسپانسیون می‌کند (۳۳). آزادسازی
۱۴ آفت‌کش‌ها از فرمولاسیون میکروکپسول به روش‌های مختلفی از قبیل متلاشی شدن مواد ساختاری، آماس و ترکیدن،
۱۵ خشک شدن و ترک خوردن یا انتشار در محیط انجام می‌شود. تغییر در ساختار ظاهری میکروکپسول همچون جمع شدن
۱۶ یا ترک خوردگی ممکن است در اثر شرایط محیطی رخ دهد. در مجموع رهاسازی علف‌کش به مواد ساختاری
۱۷ میکروکپسول، محیط اطراف آن و خصوصیات علف‌کش وابسته است (۲۱). به طور مثال در مطالعه تأثیر نوع
۱۸ فرمولاسیون بر میزان جابجایی علف‌کش در خاک نشان داده شد که فرمولاسیون امولسیون نسبت به میکروکپسول
۱۹ علف‌کش‌های آلاکلر و استوکلر جابجایی بیشتری در خاک داشت. در این بررسی مشخص گردید که خصوصیات
۲۰ میکروکپسول و همچنین اسیدتیه خاک بر میزان آزادسازی علف‌کش تأثیرگذار است (۳۰).

۲۱ یکی دیگر از راهکارهای کاهش تلفات علف‌کش در خاک، استفاده از افزودنی‌های تداوم‌بخش^۹ است به طوری
۲۲ که وجود این مواد در خاک باعث می‌شود که میکروارگانوسم‌های خاک به طور ترجیحی ماده جایگزین را متابولیسم
۲۳ کنند و علف‌کش را به حال خود رها سازند. علاوه بر این ماده تداوم‌بخش ممکن است از حرکت علف‌کش به خارج از
۲۴ ناحیه هدف در داخل خاک و همچنین از تجزیه میکروبی علف‌کش در خاک جلوگیری نماید (۳۳). نتایج تحقیقات نشان

1 Soluble liquid

2 Water dispersible granule

3 Kinetics of release

4 Delivery

5 Minimum threshold concentration

6 Microencapsule or Microcapsule

7 Capsule suspension

8 Coat

9 Extender

داده است که ترکیباتی همچون تیوسولفات^۱ با مقدار ۲۵ میلی‌لیتر در هر ۱۰۰ کیلوگرم خاک موجب افزایش دوره کنترل علف‌های هرز به بیش از نه هفته شد (۹). کاربرد دی‌اتولیت^۲ موجب کاهش تجزیه زیستی علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی و افزایش کنترل ارزن^۳ در اول و آخر فصل رشد (به ترتیب به مقدار ۴۲ و ۴۷ درصد) و افزایش عملکرد ذرت به مقدار ۴۰۶ کیلوگرم در هکتار گردید (۱۳). ترکیباتی همچون O,O-دی‌اتیل-O- فنول فسفروتیوات^۴ (۲۰)، ان- متیل کاربامول اوکسی آنیلید^۵ (۱۴)، ایمینوفنیل ان-متیل کاربامات^۶ (۱۵) و اس-اتیل-ان، ان - بیس (۳- کلرآلیل) کارباموتیوات^۷ (۱۱ و ۱۲) از دیگر مواد معرفی شده به عنوان تداوم‌بخش هستند. اگر چه ترکیبات تداوم‌بخش موجب افزایش دوام سم به دلیل کاهش تجزیه آن می‌شود اما بررسی‌ها نشان داده است که کاربرد مکرر تداوم‌بخش‌هایی همچون دی‌اتولیت و فونوفوس^۸ با افزایش سازگاری میکروارگانیسم‌های خاکزی موجب افزایش تجزیه علف‌کش شده است (۱ و ۱۳).

با توجه به موارد اشاره شده این پژوهش با هدف بررسی اثرات فرمولاسیون میکروکپسول ساخته شده و ماده افزودنی تداوم‌بخش تیوسولفات آمونیوم در مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد بر کارایی علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی در کنترل علف‌های هرز و بر صفات زراعی گیاه توتون اجرا شد.

مواد و روش‌ها

پس از طراحی و ساخت چندین نمونه فرمولاسیون میکروکپسول توسط گروه شیمی مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش (مرکز) واقع در استان مازندران- بهشهر و محققین دانشگاه فردوسی مشهد، انتخاب نمونه برتر براساس اطلاعات دریافتی از تصاویر میکروسکوپ الکترونی SEM^۹ و TEM^{۱۰} (به ترتیب با استفاده از میکروسکوپ‌های الکترونی کمبریج^{۱۱} و فیلیپس^{۱۲} مدل CM120)، خصوصیات فیزیکی و آزمون دژ- پاسخ در شرایط گلدانی انجام گرفت. در ادامه کارایی فرمولاسیون میکروکپسول علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی در مزرعه تحقیقاتی مورد سنجش قرار داده شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1- The physical and chemical characteristics of the experimental field soil

عمق	هدایت الکتریکی	اسیدیته	نیترژن	فسفر (قسمت)	پتاسیم	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)
Depth	(دسی زیمنس بر متر)	pH	Nitrogen	Phosphorus	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	Clay	Silt	Sand
(cm)	EC (ds.m ⁻¹)		(percent)	(PPM) s	Potassium (mg.kg ⁻¹)	(percent)	(percent)	(percent)

¹ Ammonium thiosulfate

² Dietholate

³ *Panicum miliaceum*

⁴ O, O-diethyl-O-phenol phosphorothioate

⁵ N-Methylcarbamoyloxyanilides

⁶ Iminophenyl N-methylcarbamates

⁷ S-ethyl-N, N-bis (3-chloroallyl) carbamothioate

⁸ Fonofos

⁹ Scanning Electron Microscopy

¹⁰ Transmission Electron Microscopy

¹¹ Cambridge

¹² Philips

0-30	0.36	7.66	0.09	12.1	242	14	18	68
------	------	------	------	------	-----	----	----	----

- ۱
- ۲ بدین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی
- ۳ ۱۳۹۲-۹۳ در مرکز واقع در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۴ دقیقه
- ۴ شرقی و با ارتفاع ۱۴ متر از سطح دریا انجام گرفت. طبق آمار هواشناسی متوسط بارندگی ۳۰ ساله منطقه ۶۱۷ میلی‌متر
- ۵ است که به طور عمده در پاییز و زمستان اتفاق می‌افتد. خصوصیات خاکشناسی محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده
- ۶ شده است. عوامل مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند از: نوع فرمولاسیون علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی در سه سطح،
- ۷ فرمولاسیون امولسیون (علف‌کش تجاری ارادیکان EC 82% شرکت مشکفام فارس)، فرمولاسیون امولسیون همراه
- ۸ ماده افزودنی تداوم‌بخش تیوسولفات آمونیوم و فرمولاسیون میکروکپسول به عنوان عامل اول، مقدار کاربرد علف‌کش
- ۹ در سه سطح، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ماده مؤثره توصیه شده (به ترتیب ۲/۴۶، ۳/۶۹ و ۴/۹۲ کیلوگرم ماده مؤثره در
- ۱۰ هکتار و یا ۳، ۴/۵ و ۶ لیتر در هکتار از علف‌کش ارادیکان) به عنوان عامل دوم، و عامل سوم نیز روش کاربرد
- ۱۱ علف‌کش در دو سطح، اختلاط و عدم اختلاط با خاک به همراه تیمار شاهد بدون کنترل علف‌های هرز. ماده افزودنی
- ۱۲ تداوم‌بخش تیوسولفات آمونیوم به نسبت ۱۲۱/۵ کیلوگرم به ازای یک هکتار به مخزن سمپاش اضافه و با علف‌کش
- ۱۳ ای‌پی‌تی‌سی مخلوط گردید. براساس نقشه و تیمارهای آزمایش، یک روز پیش از نشاکاری توتون (۹۳/۲/۲۵) اقدام به
- ۱۴ محلول پاشی با استفاده از سمپاش پشتی کتابی شارژی و با نازل تی‌جت با حجم آب مصرفی ۴۰۰ لیتر در هکتار در
- ۱۵ فشار ثابت ۲ بار گردید و در تیمارهای اختلاط علف‌کش با خاک، علف‌کش با رتیواتور متصل به تراکتور کوچک باغی با
- ۱۶ عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک مخلوط شد.
- ۱۷ ابعاد کرت‌های آزمایش ۴ × ۵ متر (۶ ردیف کشت به طول ۴ متر)، فاصله بین کرت‌ها ۲ متر و فاصله بین
- ۱۸ بلوک‌ها ۳/۵ متر لحاظ گردید. جهت افزایش دقت آزمایش از شاهد متناظر به صورتی که هر واحد آزمایش (کرت) به
- ۱۹ دو نیمه تقسیم شده نیمه بالا به عنوان شاهد بدون سمپاشی و نیمه پایین کرت به عنوان تیمار در نظر گرفته شد.
- ۲۰ آبیاری بارانی به فواصل هر ده روز یکبار از تاریخ ۹۳/۳/۲۵ انجام گرفت. به منظور جلوگیری از ورود رواناب سطحی
- ۲۱ ناشی از بارندگی به کرت‌های بلوک بعدی، در بالا و پایین هر بلوک جوی سرتاسری حفر گردید. یک روز پس از اعمال
- ۲۲ تیمار اقدام به ایجاد جوی و پشته و نشاکاری توتون گرمخانه‌ای رقم کا ۳۲۶ به صورت دستی با فواصل بین ردیف ۱۰۰
- ۲۳ سانتی‌متر و روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر (تراکم ۲۰ هزار بوته در هکتار) شد. در شاهد وجین، کرت‌ها تا انتهای فصل رشد
- ۲۴ عاری از علف‌هرز نگه داشته شد. در اوایل اردیبهشت‌ماه پس از آماده‌سازی زمین و کوددهی تمامی تیمارها براساس
- ۲۵ توصیه کودی مرکز به میزان ۱۰۰ کیلوگرم نیترات آمونیوم، ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل و ۳۰۰ کیلوگرم
- ۲۶ سولفات پتاسیم در هکتار صورت گرفت. تراکم علف‌های هرز در هر کرت به تفکیک گونه در سطح ۰/۵ متر مربع در ۴۰
- ۲۷ و ۶۰ روز پس از نشاکاری (به ترتیب در مرحله ۸ برگی و ۲۲ برگی گیاه توتون) و همچنین وزن تر و خشک
- ۲۸ علف‌های هرز ۶۰ روز پس از نشاکاری تعیین شد. به منظور تعیین وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰
- ۲۹ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت.

جهت محاسبه کارایی تیمارهای علف‌کشی از نسبت علف‌های هرز کنترل شده نسبت به شاهد متناظر بدون کنترل علف‌های هرز (معادله یک) استفاده شد (۲۶). در این رابطه مقدار Y درصد کنترل، $Y_{control}$ و $Y_{treated}$ به ترتیب تراکم یا وزن خشک علف‌هرز در شاهد و تیمار است. عملکرد توتون در هکتار پس از ۴ مرحله برداشت برگ‌های رسیده تعیین گردید. درصد تغییرات عملکرد توتون نیز با استفاده از معادله دو محاسبه شد. در این رابطه Y' درصد افزایش عملکرد و $Y'_{treated}$ و $Y'_{control}$ به ترتیب عملکرد در کرت تیمار شده و شاهد متناظر بدون کنترل علف‌های هرز است. آزمون نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد (آزمون توکی) با استفاده از نرم‌افزارهای Excel 2013 و Minitab 18 انجام شد.

معادله [۱]

معادله [۲]

نتایج و بحث

ارزیابی کارایی تیمارها در کنترل علف‌های هرز

علف‌های هرز شناسایی شده در کرت‌های آزمایش عبارت بودند از آفتاب‌پرست^۱، آکالیفا^۲، اویارسلام^۳، پنجه مرغی^۴، پیچک^۵، تاج‌خروس ریشه‌قرمز، تاجریزی^۶، دم‌روپاهی سبز، خارخسک^۷، خرفه^۸، سلمه‌تره^۹، قیاق^{۱۰} و گوش‌بره^{۱۱}. براساس فراوانی نسبی، علف‌های هرز دم‌روپاهی سبز و تاج‌خروس ریشه‌قرمز به عنوان گونه‌های غالب در نظر گرفته شدند (جدول ۲).

جدول ۲- تراکم و وفور نسبی علف‌های هرز غالب موجود در مزرعه آزمایشی

Table 2- The density and abundance of the dominate weeds in the experimental field

نام Name	نام علمی Scientific name	تیره Family	تراکم (بوته در متر مربع) Density (plant per m ⁻²)		وفور نسبی (درصد) Abundance (percent)	
			40†	60†	40	60
دم‌روپاهی سبز Green Foxtail	<i>Setaria viridis</i> L.	Poaceae	25	18	21	24
تاج‌خروس ریشه‌قرمز Redroot Pigweed	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	38	23	33	31

† روز پس از نشاکاری

† Day after transplanting

¹ *Heliotropium europaeum* L.

² *Acalypha* sp.

³ *Cyperus rotundus* L.

⁴ *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.

⁵ *Convolvulus arvensis* L.

⁶ *Solanum nigrum* L.

⁷ *Tribulus terrestris* L.

⁸ *Portulaca oleracea* L.

⁹ *Chenopodium album* L.

¹⁰ *Sorghum halepense* (L.) Pers.

¹¹ *Chrozophora tinctoria* (L.) A. Juss.

۱
 ۲ بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) تأثیر نوع فرمولاسیون، مقدار کاربرد علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی و
 ۳ همچنین روش کاربرد علف‌کش بر درصد کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز دم‌روباهی‌سبز و
 ۴ تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز طی ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود.

۵ جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر فرمولاسیون، مقدار کاربرد و روش کاربرد علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی بر درصد کنترل تراکم و وزن خشک علف‌های هرز دم‌روباهی‌سبز و تاج
 ۶ خروس‌ریشه‌قرمز طی ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری

۷ Table 3- Analysis of variance of the effects of formulation, dose, application methods of EPTC herbicide on density and dry
 ۸ weight of Green foxtail and Redroot pigweed at 40 and 60 days after tobacco transplanting.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares					
		دم‌روباهی‌سبز Green foxtail			تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز Redroot pigweed		
		40 [†]	60 [†]	وزن خشک Dry weight	40	60	وزن خشک Dry weight
		تراکم Density	تراکم Density	تراکم Density	تراکم Density	تراکم Density	تراکم Density
بلوک Block	2	53.37	175.30	78.50	122.70	174.99	136.57
نوع فرمولاسیون (A) Formulation	2	4716.14**	3987.50**	2251.60**	3317.61**	2487.82**	1646.83**
مقدار علف‌کش (B) dose	2	12175.92**	8178.60**	8915.80**	4667.58**	1859.81**	2216.85**
روش کاربرد (C) Application method	1	404811**	3711.40**	8044.00**	851.86**	6526.70**	5812.15**
A×B	4	86.87	143.40	248.70	139.31*	22.56	35.96
A × C	2	305.08*	474.20*	628.60**	44.61	135.40	56.93
B × C	2	548.67**	333.20	8.50	275.16**	76.28	481.63**
A × B×C	4	92.88	109.90	193.50	39.61	2.28	138.18
خطا Error	34	83.34	114.00	102.20	40.50	77.42	82.06
ضریب تغییرات (درصد) Variation coefficient (%)		15	20	18	12	14	18

* و ** به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار است.

† روز پس از نشاکاری

* and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

† Day after transplanting

۹
 ۱۰ اثر متقابل نوع فرمولاسیون و دُز علف‌کش بر تراکم تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز ۴۰ روز پس از نشاکاری ($p \leq 0.05$)
 ۱۱ و همچنین اثر متقابل نوع فرمولاسیون و روش کاربرد بر تراکم و وزن خشک دم‌روباهی‌سبز به ترتیب در سطح آماری
 ۱۲ پنج و یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل دُز و روش کاربرد بر تراکم دم‌روباهی‌سبز و تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز ۴۰
 ۱۳ روز پس از نشاکاری و وزن خشک تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز در سطح آماری یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳).

۱۴
 ۱۵ فرمولاسیون میکروکپسول بیشترین کارایی را در کنترل علف‌های هرز دم‌روباهی‌سبز و تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز
 ۱۶ داشت به طوری که با کاربرد این فرمولاسیون تراکم علف‌هرز دم‌روباهی‌سبز ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری به ترتیب در
 ۱۷ حدود ۸۰ و ۶۹ درصد و تراکم علف‌هرز تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری به ترتیب در حدود ۶۸ و ۶۳

۱ درصد کاهش یافت. همچنین وزن خشک علف‌های هرز دمروباهی سبز و تاج‌خروس ریشه‌قرمز به ترتیب ۶۸ و ۶۰ درصد
 ۲ کاهش نشان داد. با این وجود کاربرد ماده تداوم بخش و فرمولاسیون امولسیون تاثیر بر صفات مذکور نداشتند
 ۳ (جدول ۴).

۴ جدول ۴- مقایسه میانگین اثر اصلی نوع فرمولاسیون علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی بر درصد کنترل تراکم و وزن خشک علف‌های هرز دمروباهی سبز و تاج‌خروس ریشه‌قرمز
 ۵ طی ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری

۶ Table 4- Mean comparison of the main effect of the formulation of EPTC on the density and dry weight losses of Green
 ۷ foxtail and Redroot pigweed compare to weed infest control at 40 and 60 days after tobacco transplanting

فرمولاسیون Formulation	درصد کنترل Control percent					
	دم‌روپاهی سبز Green foxtail			تاج‌خروس ریشه‌قرمز Redroot pigweed		
	40 [†] تراکم Density	60 [†] تراکم Density	وزن خشک Dry weight	40 تراکم Density	60 تراکم Density	وزن خشک Dry weight
امولسیون EC	54.00 ^b	44.63 ^b	49.43 ^b	46.25 ^b	43.54 ^b	45.06 ^b
امولسیون به همراه تیوسولفات آمونیوم EC + Ammonium thiosulfate	50.58 ^b	41.89 ^b	48.72 ^b	42.85 ^b	41.57 ^b	42.84 ^b
میکروکپسول MC	80.17 ^a	68.93 ^a	68.44 ^a	67.88 ^a	62.85 ^a	60.41 ^a
تفاوت حقیقی معنی‌دار Honestly significant difference	7.45	8.72	8.25	5.20	7.18	7.40

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

۹ † روز پس از نشاکاری

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

۱۱ † Day after transplanting

۱۳ بدین لحاظ به نظر می‌رسد فرمولاسیون میکروکپسول با رهاسازی تدریجی ماده موثره در محیط خاک موجب
 ۱۴ کاهش تلفات و افزایش ماندگاری علف‌کش شده است. نتایج مطالعات قبلی نیز مؤید این مطلب است به طوری‌که در
 ۱۵ تحقیق انجام شده فرمولاسیون میکروکپسول علف‌کش آلاکلر نسبت به فرمولاسیون امولسیون کنترل بهتری بر
 ۱۶ علف‌های هرز سوروف^۱، پنجه کلاغی^۲ و ارزن^۳ در گیاهان زراعی ذرت^۴ و سویا^۵ داشته است (۷). هر چند که در این
 ۱۷ تحقیق، افزودن ماده تداوم‌بخش تأثیر معنی‌داری بر کارایی فرمولاسیون امولسیون علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی نداشت، اما
 ۱۸ نتایج تحقیقات نشان داده است که ترکیباتی همچون آمونیوم تیوسولفات با مقدار ۲۵ میلی‌لیتر در هر ۱۰۰ کیلوگرم
 ۱۹ خاک موجب افزایش دوره کنترل علف‌های هرز به بیش از نه هفته شده است (۹). شاید بتوان علت این رفتار متفاوت را
 ۲۰ شرایط اقلیمی و اداکیکی موقعیت اجرای این آزمایش همچون میزان بالای نزولات جوی (۲۱۶ میلی‌متر در فصل
 ۲۱ زراعی) و امکان آبشویی آمونیوم تیوسولفات با توجه به حالیت بالا (۱۷۳ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب) دانست.

۱ *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.

۲ *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.

۳ *Panicum dichotomiflorum* Michx.

۴ *Zea mays* L.

۵ *Glycine max* L.

۱ بسته به نوع فرمولاسیون و نوع علف‌هرز، تأثیر تیمار اختلاط علف‌کش با خاک متفاوت بود به نحوی که اختلاط
 ۲ علف‌کش با خاک تأثیری بر افزایش کارایی فرمولاسیون میکروکپسول در کنترل علف‌هرز دمروباهی‌سبز نداشت. در
 ۳ حالی که در مورد علف‌هرز تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز اختلاط علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی با خاک موجب افزایش کارایی کنترل
 ۴ این علف‌هرز ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری گردید (جدول ۵).

۵ جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل فرمولاسیون و روش کاربرد علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی بر درصد کنترل تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز غالب دمروباهی‌سبز و
 ۶ تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری

۷ Table 5- Mean comparison of the interaction effect of formulation and application methods of EPTC on the density and dry
 ۸ weight losses of Green foxtail and Redroot pigweed compare to weed infest control at 40 and 60 days after tobacco
 ۹ transplanting

فرمولاسیون Formulation	اختلاط	درصد کنترل Control percent					
		دم‌روباهی‌سبز Green foxtail			تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز Redroot pigweed		
		40 [†]	60 [†]	40	60	40	60
		تراکم Density	تراکم Density	وزن خشک Dry weight	تراکم Density	تراکم Density	وزن خشک Dry weight
امولسیون EC	+	66.61 ^{bc}	50.77 ^{bc}	63.83 ^a	58.50 ^b	57.64 ^b	56.40 ^b
EC	-	41.39 ^d	38.49 ^{cd}	35.03 ^b	34.00 ^c	29.44 ^c	33.72 ^c
امولسیون به همراه تیوسولفات آمونیوم EC + Ammonium thiosulfate	+	59.55 ^c	56.04 ^b	65.42 ^a	54.95 ^b	50.48 ^b	51.16 ^b
EC + Ammonium thiosulfate	-	41.60 ^d	27.75 ^d	32.02 ^b	30.76 ^c	32.67 ^c	34.52 ^c
میکروکپسول MC	+	84.56 ^a	73.51 ^a	73.95 ^a	77.33 ^a	72.83 ^a	71.87 ^a
MC	-	75.78 ^{ab}	64.35 ^{ab}	62.93 ^a	58.43 ^b	52.87 ^b	48.94 ^b
تفاوت حقیقی معنی‌دار Honestly significant difference		12.99	15.19	14.38	9.05	12.52	12.89

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

۱۱ † روز پس از نشاکاری

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

۱۳ † Day after transplanting

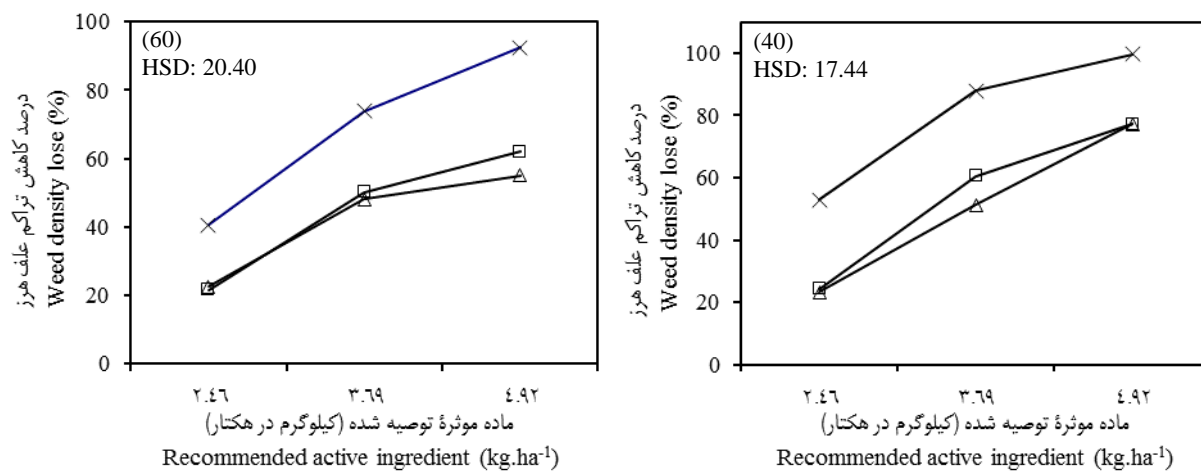
۱۴
 ۱۵ به نظر می‌رسد بروز نتایج متفاوت در علف‌های‌هرز بدلیل تفاوت در اکولوژی و پراکنش بذور علف‌های‌هرز در
 ۱۶ لایه‌های خاک (۸، ۱۷ و ۱۹) و همچنین وابستگی حداقل غلظت مؤثر به نوع علف‌های‌هرز (۴) باشد. اما با عنایت به
 ۱۷ تنوع علف‌های‌هرز و پراکنش بذور در لایه‌های مختلف خاک ضرورت دارد تا نسبت به اختلاط علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی با
 ۱۸ خاک جهت افزایش کارایی اقدام شود.

۱۹ نمودارهای اثر مقادیر کاربرد فرمولاسیون‌ها بر درصد کنترل تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز دمروباهی‌سبز
 ۲۰ و تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری (شکل‌های ۱ و ۲) نشان می‌دهد که کاربرد فرمولاسیون
 ۲۱ میکروکپسول موجب افزایش کارایی در هر یک از سطوح مصرفی علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی گردید. به طوری که مقدار
 ۲۲ کاهش تراکم علف‌هرز دمروباهی‌سبز ۶۰ روز پس از نشاکاری به ازای کاربرد ۲/۴۶، ۳/۶۹ و ۴/۹۲ کیلوگرم ماده مؤثره
 ۲۳ در هکتار به ترتیب در حدود ۴۱، ۷۴ و ۹۲ درصد در فرمولاسیون میکروکپسول و ۲۲، ۵۰ و ۶۲ درصد در فرمولاسیون
 ۲۴ امولسیون بود. همچنین میزان کاهش تراکم علف‌هرز تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز در ۶۰ روز پس از نشاکاری به ازای کاربرد
 ۲۵ ۲/۴۶، ۳/۶۹ و ۴/۹۲ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار به ترتیب در حدود ۵۰، ۶۷ و ۷۱ درصد در فرمولاسیون
 ۲۶ میکروکپسول و ۳۳، ۴۵ و ۵۲ درصد در فرمولاسیون امولسیون تعیین شد. عبارتی کاربرد ۵۰ درصد دُر توصیه شده از

فرمولاسیون میکروکپسول موجب کاهش تراکم این علف‌هز در سطحی معادل ۱۰۰ درصد دُز توصیه شده از فرمولاسیون امولسیون گردید.

(الف)

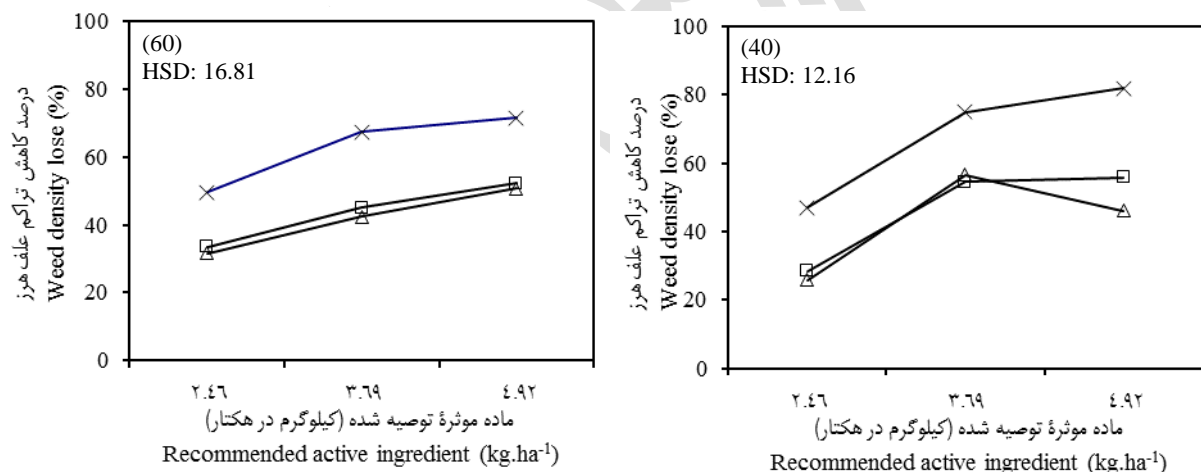
(a)



امولسیون —□— امولسیون + ماده تداوم بخش —△— میکروکپسول —×—
 EC —□— EC + Extender —△— MC —×—

(ب)

(b)



شکل ۱- اثرات متقابل تیمارهای فرمولاسیون و مقادیر علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی بر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز دم‌روپاهی‌سبز (الف) و تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز (ب) نسبت به شاهد عدم کنترل در ۴۰ و ۶۰ روز پس از نشاکاری

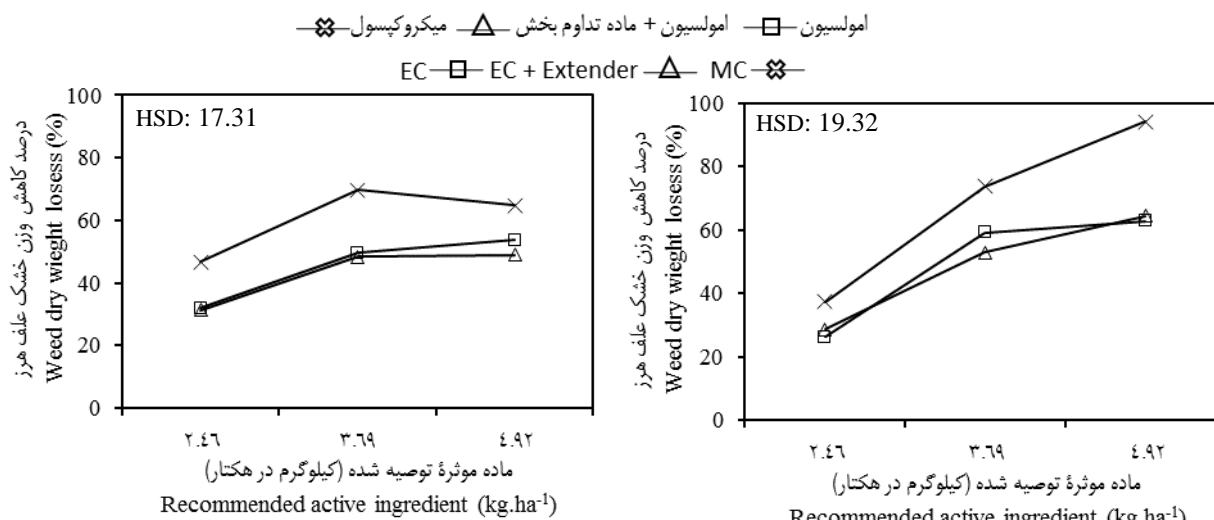
HSD: حداقل اختلاف معنی‌دار

Figure 1- The interaction effect of formulation and EPTC 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

HSD: Honestly significant difference

تحقیقات انجام شده نشان داده است که فرمولاسیون میکروکپسول علف‌کش ای‌پی‌تی‌سی و بوتیلات در مقایسه با فرمولاسیون امولسیون آهسته‌تر در محیط رها شده و فعالیت علف‌کشی طولانی‌تری را داشته است (۲۵). همچنین نتایج مطالعات صورت گرفته بر روی فرمولاسیون‌های متفاوت علف‌کش تریفلورالین نشان داد که کاربرد ۲/۲

۱ کیلوگرم در هکتار از فرمولاسیون میکروکپسول این علفکش در مقایسه با فرمولاسیون امولسیون در مقدار ۴/۴
 ۲ کیلوگرم در هکتار دارای کارایی مشابه در کنترل علف‌هرز چچم^۱ از هفته چهارم تا سیزدهم پس از کاربرد بوده است
 ۳ (۵).



۶ شکل ۲- اثرات متقابل تیمارهای فرمولاسیون و مقدار کاربرد علفکش ای‌پی‌تی‌سی بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز دم‌روباهی‌سبز (سمت راست) و
 ۷ تاج‌خروس‌ریشه‌قرمز (سمت چپ) نسبت به شاهد عدم کنترل در ۶۰ روز پس از نشاکاری
 ۸ HSD: تفاوت حقیقی معنی‌دار

۹ Figure 2- The interaction effect of formulation and EPTC doses on the dry weight of Green foxtail (right) and Redroot
 ۱۰ pigweed (left) compare to weed infest control at 40 and 60 days after tobacco transplanting
 ۱۱ HSD: Honestly significant difference
 ۱۲

۱۳ ارزیابی تأثیر تیمارها بر عملکرد توتون

۱۴ براساس نتایج تجزیه واریانس، نوع فرمولاسیون، مقدار و نحوه کاربرد علفکش ای‌پی‌تی‌سی اثر معنی‌دار
 ۱۵ بر عملکرد و درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد بدون کنترل داشتند (جدول ۶). تمامی تیمارهای
 ۱۶ کاربرد علفکش سبب بهبود عملکرد نسبت به شاهد آلوده به علف‌های هرز (۲/۷۶ تن در هکتار) شدند و هیچ گونه
 ۱۷ علایم گیاهسوزی در تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید. بیشترین مقدار عملکرد در تیمار کاربرد ۱۰۰ درصد دُز توصیه
 ۱۸ شده فرمولاسیون میکروکپسول به صورت اختلاط با خاک با مقدار ۴/۸۲ تن در هکتار حاصل گردید.
 ۱۹ اثر اصلی نوع فرمولاسیون علفکش ای‌پی‌تی‌سی بر درصد افزایش عملکرد توتون نسبت به شاهد عدم کنترل
 ۲۰ علف‌های هرز نشان داد که کاربرد فرمولاسیون میکروکپسول با افزایش حدوداً ۱۴۲ درصد در گروه بالاتری نسبت به
 ۲۱ فرمولاسیون‌های امولسیون و امولسیون همراه ماده افزودنی تیوسولفات آمونیوم به ترتیب با افزایش حدوداً ۱۲۴ و ۱۲۵
 ۲۲ درصد قرار گرفت. همچنین کاربرد مقادیر ۷۵ و ۱۰۰ درصد از ماده موثره توصیه شده تأثیر مشابهی بر افزایش عملکرد
 ۲۳ (به ترتیب ۱۴۱ و ۱۵۵ درصد) داشته و در یک گروه آماری قرار گرفتند. با توجه به مقایسه میانگین اثر اصلی روش
 ۲۴ کاربرد بر درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد عدم کنترل، اختلاط با خاک موجب افزایش بیشتر عملکرد نسبت به
 ۲۵ عدم اختلاط علفکش (به ترتیب حدوداً ۱۴۶ و ۱۱۴ درصد) گردید.

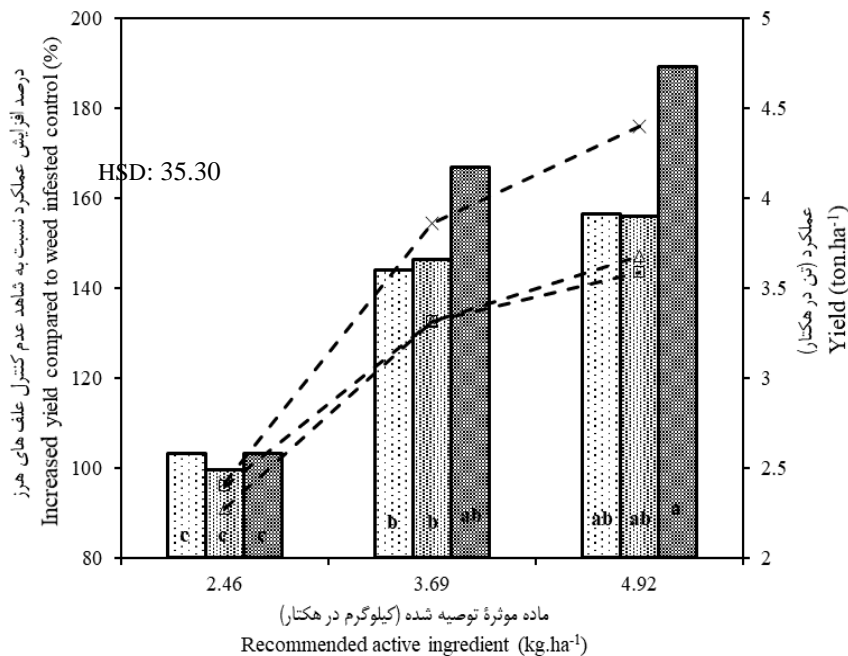
۱ *Lolium* spp.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس تأثیر فرمولاسیون، مقدار و روش کاربرد علف کش ای پی تی سی بر عملکرد و درصد افزایش عملکرد توتون نسبت به شاهد عدم کنترل
 Table 6- Analysis of variance of formulation, dose and application methods of EPTC herbicide on yield and the percentage of increasing yield of tobacco compare to infested control

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares	
		عملکرد Yield	درصد افزایش عملکرد Percentage of increasing yield
بلوک Block	2	0.04	11865.7
نوع فرمولاسیون Formulation (A)	2	1.32**	1911.9**
مقدار علف کش Dose (B)	2	13.12**	18359.6**
روش کاربرد Application method (C)	1	10.13**	13827.5**
A×B	4	0.32	418.3
A × C	2	0.17	308.6
B × C	2	0.49	729.5
A × B×C	4	0.23	268.6
خطا Error	34	0.21	341.3
ضریب تغییرات (درصد) Variation coefficient (percent)		13	14

* و ** به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی دار است.

* and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively.



شکل ۳- اثرات متقابل فرمولاسیون و مقدار کاربرد ای پی تی سی بر عملکرد (نمودار ستونی) و درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد عدم کنترل (نمودار خطی) حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح آماری پنج درصد با آزمون توکی است.

HSD: حداقل اختلاف معنی دار

Figure 3- The interaction effect of formulation and EPTC doses on the tobacco yield (bar chart) and the percentage of increasing tobacco yield compare to infested control (line chart)
 HSD: Honestly significant difference

با توجه به اثر متقابل فرمولاسیون و مقدار کاربرد ای پی تی سی بر درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد عدم کنترل (شکل ۳)، کاربرد فرمولاسیون میکروکپسول با دُز ۷۵ درصد ماده موثره توصیه شده (در حدود ۱۵۴ درصد) افزایش عملکردی همچون کاربرد دُز ۱۰۰ درصد فرمولاسیون امولسیون با و یا بدون ماده افزودنی تداوم بخش (به ترتیب در حدود ۱۴۷ و ۱۴۴ درصد) داشت و در یک گروه آماری قرار گرفت که با نتایج دریافتی از کنترل علف‌های هرز منطبق است.

نتیجه گیری

متأسفانه سالانه مقادیر زیادی از سموم دفع آفات در کشور مصرف می شود که علاوه بر آثار مخرب زیست محیطی، مقادیر قابل توجهی از منابع ارزی کشور را به خود اختصاص می دهد. پر واضح است پژوهش در زمینه افزایش کارایی سموم همچون تکنولوژی رهاسازی تدریجی و بهره برداری از فرمولاسیون میکروکپسول گام بلندی در مدیریت مصرف سموم خواهد بود. در این تحقیق مشخص گردید با کاربرد دو سوم دُز توصیه شده فرمولاسیون میکروکپسول می توان به کارایی مشابه دُز کامل سایر فرمولاسیون ها دست یافت. همچنین اختلاط علف کش ای پی تی سی با خاک در تمامی انواع فرمولاسیون ها موجب افزایش کارایی کنترل علف های هرز گردید. برخلاف نتایج پژوهش های قبلی، مبنی بر تأثیر مثبت مواد افزودنی تداوم بخش همچون تیوسولفات آمونیوم بر افزایش کارایی علف کش ها، در این تحقیق اثرات مشابهی دریافت نگردید که به نظر می رسد شرایط متفاوت اداپیک و اقلیمی محل اجرای آزمایش علت این امر باشد.

منابع

1. Bean B.W., Roeth F.W., Martin A.R. and Wilson R.G. 1990. Rotation and continuous use of dietholate, fonofos and SC-0058 on EPTC persistence in soil. Weed Science, 38: 179-185.
2. Bernardis M.L., Simmons J.T., Guza C.J., Schulz C.R., Penner D. and Kells J.J. 2006. Inbred corn response to acetamide herbicides as affected by safeners and microencapsulation. Weed Technology, 20: 458-465.
3. Buelk S., Vandy W.B., Colin D.B., Matthew M. and Allan W. 2005. Evaluation of simplifying assumption on pesticide degradation in soil. Journal of Environmental Quality, 34: 1933-1943.
4. Cobb A.H. and Reade P.H. 2010. Herbicide and plant physiology. Blackwell Science.
5. Coffman C.B. and Gentner W.A. 1984. Herbicidal activity of controlled release formulations of trifluralin. Indian Journal of Agricultural Science, 54(2): 117-122.
6. Danielson L.L., Gentner W.A. and Jansen L.L. 1961. Persistence of soil-incorporated EPTC and other carbamates. Weeds, 9(3): 463-476.
7. Doub J.P., Wilson H.P. and Hatzios K.K. 1988. Comparative efficacy of two formulations of alachlor and metolachlor. Weed Science, 36: 221-226.
8. Ghorbani R., Seel W. and Leifert C. 1999. Effects of environmental factors on germination and emergence of *Amaranthus retroflexus*. Weed Science, 47: 505-510.
9. Goos R.J. and Ahrens W.H. 1991. Ammonium thiosulfate as herbicide extender. Patent No.: EP0431863.

10. Gray R.A. 1965. A vapor trapping apparatus for determining the loss of EPTC and other herbicides from soils. *Weed Science*, 13(2): 138-141.
11. Harvey R.G. 1990a. Biodegradation of butylate, EPTC and extenders in previously treated soils. *Weed Science*, 38: 237-242.
12. Harvey R.G. 1990b. Systems allowing continued use of carbamothioate herbicides despite enhanced biodegradation. p. 214-221. In K. Racke (ed.) *Enhanced biodegradation of pesticides in the environment*. ACS Symposium Series, American Chemical Society, Washington DC.
13. Harvey R.G., Mcnevin G.R., Albright J.W. and Kozak M.E. 1986. Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) control with thiocarbamate herbicides on previously treated soils. *Weed Science*, 34: 773-780.
14. Hyzak D.L. 1983. N-methylcarbamoyloxy anilides as herbicide extenders. Patent No.: US 4381195A.
15. Hyzak D.L. 1984. Iminophenyl n-methylcarbamates as herbicide extenders. PatentNo.:US 4490166A.
16. Kotoula-Syka E., Matsi T. and Georgoulas L. 1999. Alachlor and acetochlor toxicity to corn and cotton seedlings and residual activity of the herbicides. *Proceedings of the 11th European Weed Research Society Symposium*, 28 June - 1 July 1999. Basel - Switzerland.
17. Mandumbu R., Twomlow S.J., Jowah P., Mashingaidze N., Hove L. and Karavina C. 2012. Weed seed bank response to tillage and residue management in semi-arid Zimbabwe. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 1: 1-12.
18. Matthews G.A. 2000. *Pesticide application methods*. Blackwell Science. Ltd.
19. Nichols V., Verhulst N., Cox R. and Govaerts B. 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. *Field Crops Research*, 183: 56-68.
20. Obrigawitch T., Roeth F.W., Martin A.R. and Wilson R.G. 1982. Addition of R-33865 to EPTC for extended herbicide activity. *Weed Science*, 30(4): 417-422.
21. Petersen B.B. and Shea P.J. 1989. Microencapsulated alachlor and its behavior on wheat (*Triticum aestivum*) straw. *Weed Science*, 37(5): 719-723.
22. Rashed Mohassel M.H. and Mousavi S.K. 2007. *Weed management principles*. Ferdowsi University of Mashhad press. (in Persian)
23. Sabahi G. 2009 *Optimising pesticide use*. University of Tehran press. (in Persian)
24. Schneider M., Endo S. and Goss K.U. 2013. Volatilization of pesticides from the bare soil surface: Evaluation of the humidity effect. *Journal of Environmental Quality*, 42: 844-851.
25. Schreiber M.M., Shasha B.S., Ross M.A., Orwick P.L. and Edgecomb D.W. 1978. Efficacy and rate of release of EPTC and butylate from starch encapsulated formulations under greenhouse conditions. *Weed Science*, 26: 679-686.
26. Somani, L. L. 1992. *Dictionary of weed science*. Agrotech Publishing Academy (India)
27. Sopeña F., Maqueda C. and Morillo E. 2009. Controlled release formulations of herbicides based on micro-encapsulation. *Ciencia eInvestigacion Agraria*, 35(1): 27-42.
28. Ueji M. and Inao K. 2001. Rice paddy field herbicides and their effects on the environment and ecosystems. *weed biology and management*, 1: 71-79.
29. Vasilakoglou I.B., Eleftherohorinos I.G. and Dhima K.B. 2001. Activity, adsorption and mobility of three acetanilide and two new amide herbicides. *Weed Research*, 41, 535-546.
30. Wilkins R. 2003. Controlled release formulations of pesticides. In *Encyclopedia of agrochemicals* Eds Plimmer J.R., Gammon D.W. and Ragsdale N.N., Wiley-Interscience.

- ۱ 31. Williams A. 1984. The controlled release of bioactive agents. *Chemical in Britain*: 221-
۲ 224.
- ۳ 32. Wilson M. 2003. *Optimising pesticide use*. John Wiley & Sons Ltd.
- ۴ 33. Zand E., Baghestani M.A., Mousavi S.K., Oveisi M., Ebrahimi M., Rastgoo M. and
۵ Labafi Hosseinabadi M.R. 2008. *Weed Management Guide*. Jahad Daneshgahi of
۶ Mashhad press. (in Persian)
- ۷ 34. Zhang Y. and Rochefort D. 2012. Characterisation and applications of microcapsules
۸ obtained by interfacial polycondensation. *Journal of Microencapsulation*. 1-14.
- ۹

موسسه انتشارات
پایگاه اطلاع رسانی
گنجینه

Improving the Efficiency of EPTC Herbicide in tobacco weed control by Microcapsule Formulation and Herbicide Extender

Introduction

The effectiveness of herbicides not only depends upon the active ingredients and toxicity but also on the herbicide formulation. Therefore, after synthesizing microcapsule formulation of EPTC for first time in Iran, this investigation was carried out to evaluate the weed control effectiveness of the microcapsule formulation and the effect of the herbicide extender, Ammonium thiosulfate, in different doses and application methods.

Materials and Methods

For this purpose, this experiment was carried out in three-way Factorial arrangement on a CRD with three replications in Tirtash Research and Education Center (Mazandaran province in the north of Iran) during the 2014 growing season. The investigated factors included: The formulation of herbicide in three levels, emulsifiable concentrate formulation (Eradicane® EC 82%), emulsifiable concentrate formulation with Ammonium thiosulfate and microcapsule formulation; herbicide application amount at three levels, 50, 75 and 100% of the recommended active ingredient (2.46, 3.69 and 4.92 kg a.i./ha, respectively) and two methods of application, soil-incorporated pre-planting and pre-planting. Weed infest was prepared as control plot. Density and dry weight of weed and also tobacco yield were measured during the growing season.

Results and Discussion

Based on the relative abundance of weeds, *Setaria viridis* L. and *Amaranthus retroflexus* L. were dominant species. The experimental results show the effects of formulation type, application dose and method of application on density and dry weight of weed and tobacco yield were statistically significant difference. The microcapsule formulation increased weed control efficiency and tobacco yield compared to EC formulation and the highest weed control performance and increased tobacco yield belong to the soil incorporated of microcapsule formulation with recommended dose.

Conclusions

The results showed that by using microcapsule formulation, it is possible to reduce 25% applying dose of EPTC herbicide without losing weed control and tobacco yield. Therefore, there were not significant different between 75% of the recommended dose of microcapsule formulation and 100% of the recommended dose of EC formulation with or without the extender. According to result, to maintain EPTC efficiency, it is necessary to mix the herbicide with the soil immediately after spraying.

Keywords: Ammonium thiosulfate, Controlled release, Reduced dose, Tobacco, Weed