

بررسی اثر ریزگردها بر کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز ذرت (*Zea mays*) در کرمانشاهایرج نصرتی<sup>\*</sup>، محسن سعیدی<sup>۱</sup>، هدی بر بستگان<sup>۲</sup>، سعید جلالی هنرمند<sup>۱</sup> و مختار قبادی<sup>۱</sup>

۱- عضو هیات علمی دانشگاه رازی کرمانشاه، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

۲- کارشناس ارشد، دانشگاه رازی کرمانشاه، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

\* مسوول مکاتبه: [irajnosratti@gmail.com](mailto:irajnosratti@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱/۳۱

## چکیده

این آزمایش در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه با هدف مشخص کردن اثر ریزگردها بر کارایی مهمترین علف‌کش‌های مورد مصرف در ذرت و یافتن راه حل‌های ممکن جهت رفع اثرات احتمالی کاهنده ناشی از ریزگردها انجام گرفت. تیمارهای مورد بررسی شامل کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون، فورام-سولفورون و مخلوط علف‌کشی توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ، مصرف مواد افزودنی شامل سولفات آمونیوم، سولفات آمونیوم + Maisoil و شستشو و عدم شستشوی سطح شاخساره علف‌های هرز بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به اجرا درآمد. نتایج این مطالعه نشان داد که حضور ریزگردها روی سطوح علف‌های هرز سبب کاهش کارایی علف‌کش‌های نیکوسولفورون، فورام‌سولفورون و نیز مخلوط علف‌کشی توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ در کنترل علف‌های هرز مزرعه ذرت می‌شود. همچنین، حضور ریزگردها سبب کاهش عملکرد ذرت نیز شد. افزودن سولفات آمونیوم به محلول سمپاشی و نیز شستن سطح علف‌های هرز درست قبل از کاربرد تیمارها سبب بهبود کارایی علف‌کش‌ها گردید. بر اساس نتیجه این مطالعه افزایش pH حاصل از حضور گرد و خاک روی سطح شاخساره علف‌های هرز و نیز جذب سطحی علف‌کش به ذرات گرد و خاک از مکانیزم‌های احتمالی کاهش کارایی علف‌کش توسط ریزگردها است.

**واژه‌های کلیدی:** فورام‌سولفورون، نیکوسولفورون، سولفات آمونیوم، سولفونیل اوره، علف‌کش‌های فنوکسی، مواد افزودنی

## مقدمه

شاخساره‌ای علف‌کش‌های پس رویشی داشته باشد (آلن و هاجک، ۱۹۸۲؛ مکراید، ۱۹۸۹). تاکنون در زمینه تاثیر ریزگردها بر کارایی علف‌کش‌ها تحقیقات زیادی صورت نگرفته است. از جمله این موارد محدود می‌توان به مطالعات انجام گرفته توسط ژو و همکاران (۲۰۰۶) و متیاسن و کودسک (۱۹۹۹) اشاره کرد که در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که حضور گرد و خاک روی شاخساره علف‌های هرز می‌تواند منجر به کاهش کارایی علف‌کش شود. تعیین اثرات گرد و غبار بر کارایی علف‌کش‌ها و یافتن

ورود ریزگردها از غرب به کشور ایران یکی از معضلات مهم زیست محیطی است که علاوه بر منابع طبیعی بر رشد و تولید محصولات کشاورزی نیز تاثیرات منفی دارد. ریزگردها با قرار گرفتن در سطح علف‌های هرز می‌توانند تاثیرات بسیار زیادی بر کارایی علف‌کش‌های پس رویشی داشته باشند. ذرات گرد و غبار در درجه اول شامل رس و مواد آلی هستند که این خصوصیات ریزگردها با توجه به بالا بودن جذب سطحی می‌تواند اثرات منفی زیادی بر جذب

شدن ذرت اول خرداد ماه بود و سمپاشی ۷ تیر ماه صورت گرفت) بود که در بدترین وضعیت، دید افقی به کمتر از ۸۰۰ متر کاهش یافت. آزمایش به صورت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار به اجرا درآمد. کرت‌های آزمایش مشتمل بر چهار خط کشت به طول ۱۰ متر و فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر بود. کشت به صورت مکانیزه با تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار انجام شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش سینگل کراس ۷۰۴ بود. به منظور تعیین عناصر و محتوای روی شاخساره مهم‌ترین علف‌های هر مزرعه و گیاه ذرت، برگ علف‌های هرز و ذرت در آب مقطر شسته شد و شیشه‌های حاوی ذرات گرد و غبار در آزمایشگاه مورد تجزیه قرار گرفتند که نتایج حاصل در جدول ۳ آمده است. چهار هفته پس از سم‌پاشی یک کوادرات به ابعاد ۷۵ در ۵۰ سانتی‌متر در هر کرت پرتاب و کلیه علف‌های هرز موجود در کوادرات به تفکیک گونه برداشت و توزین شدند. پس از قطع ریشه علف‌های هرز با قرار دادن نمونه‌ها در آون ۷۰ درجه به مدت ۷۲ ساعت، وزن خشک علف‌های هرز توزین شد. علاوه بر برداشت عملکرد دانه ذرت، نمونه‌گیری دوم در زمان برداشت ذرت به روش فوق صورت گرفت. تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹.۲) و میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال یک درصد با استفاده از نرم افزار MSTAT-C با هم مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

### علف‌های هرز باریک برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات علف‌کش  $(P \leq 0.05)$ ، علف‌کش×ماده افزودنی  $(P \leq 0.05)$ ، علف‌کش×سطوح شستشو  $(P \leq 0.01)$  و نیز اثر متقابل سه گانه علف‌کش×سطوح شستشو×ماده افزودنی  $(P \leq 0.01)$  بر کنترل علف هرز سوروف چهار هفته پس از سمپاشی

راهکارهای کاهش عوارض ناشی از آن به کمک روش‌های مختلف از جمله اضافه کردن مواد افزودنی می‌تواند در بهبود کارایی علف‌کش‌ها و کنترل شیمیایی علف‌های هرز نقش به سزایی داشته باشد. بنابراین، با توجه به بالا بودن غلظت ریزگردها طی فصل رشد ذرت در منطقه کرمانشاه این تحقیق با هدف مشخص کردن اثر ریزگردها بر کارایی مهم‌ترین علف‌کش‌های مورد مصرف در ذرت و یافتن راه حل‌های ممکن جهت رفع اثرات احتمالی کاهنده ناشی از ریزگردها انجام گرفت.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه (طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۴۱۰ متر از سطح دریا) اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل موارد زیر بودند: (۱) تیمار علف‌کش شامل کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون (۲ لیتر در هکتار از ماده تجاری کروزی)، علف‌کش فورامسولفورون (۱/۵ لیتر در هکتار از ماده تجاری اکوئپ) و مخلوط علف‌کش توفور-دی+ام‌سی‌پی‌آ (۲ لیتر در هکتار از مخلوط تجاری فرموله شده دو علف‌کش)، (۲) مصرف مواد افزودنی شامل سولفات آمونیوم، سولفات آمونیوم + *Maisoil* (روغن گیاهی متیله شده) و بدون افزودنی (۳) شستشو (شستشوی کامل شاخساره علف‌های هرز درست یک روز قبل از اعمال تیمارهای علف‌کش به منظور حذف ذرات گرد و خاک روی سطح شاخساره) و عدم شستشوی سطح شاخساره علف‌های هرز. همچنین، تیمار شاهد به تیمارهای فوق اضافه شد که در نهایت آزمایش شامل ۱۹ کرت در هر بلوک بود. تیمارهای آزمایشی در مرحله سه تا چهار برگی ذرت اعمال شدند. تعداد روزهای دارای گرد و خاک در منطقه بر طبق آمار اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه ۱۸ روز (زمان سبز

جدول ۱- میانگین مربعات درصد کاهش وزن خشک قیاق و سوروف در پاسخ به تیمارهای مختلف کنترل علف‌هرز در ذرت

منابع تغییر		درجه آزادی		سوروف		قیاق	
		در زمان	۴ هفته بعد	در زمان	۴ هفته بعد	در زمان	۴ هفته بعد
		از تیمار	از تیمار	برداشت	از تیمار	برداشت	از تیمار
علف‌کش	۱	۲۵۶/۷۸*	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۶۳۶/۱۵**	۸/۳۷		
ماده افزودنی	۲	۱۴/۰۱ <sup>ns</sup>	۳۰/۳۷ <sup>ns</sup>	۱۲۳/۳۷*	۴۲/۸۶		
علف‌کش×ماده افزودنی	۳	۲۲۸/۶۰*	۴/۰۸ <sup>ns</sup>	۱۵/۹۳	۷/۵۸		
شستشو	۱	۱/۴۲ <sup>ns</sup>	۲۱/۸۷ <sup>ns</sup>	۵۷/۲۹	۳۲/۵۶		
علف‌کش×شستشو	۱	۵۹۳/۵۰**	۶۸/۴۵	۳۸/۴۵	۳۲/۴۲		
ماده افزودنی×شستشو	۲	۱۲۳/۸۱ <sup>ns</sup>	۱/۱۹	۱۶۴/۲۰*	۸/۲۲		
علف‌کش×ماده افزودنی×شستشو	۲	۴۷۳/۴۲**	۰/۸۵	۲/۶۶	۴۳/۴۰		
خطا	۳۶	۲۵/۴۱	۱۸/۰۷	۴۱/۶۱	۳۵/۲۶		
ضریب تغییر (CV)	-	۲۲/۹۶	۴/۸۰	۱۲/۷۶	۶/۴۹		

\*\* و \* به ترتیب به معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵

شستشوی درست قبل از مصرف علف‌کش) و عدم وجود گرد و خاک (عدم شستشو) کاهش یافت (به طور متوسط به میزان هفت درصد) (شکل ۱). همچنین، پاسخ هر دو علف-کش مورد استفاده به گرد و خاک با هم مشابه بود که این امر به این دلیل است که دو علف‌کش مذکور متعلق به یک خانواده شیمیایی هستند که به طور طبیعی پاسخی مشابه خواهند داشت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱) تفاوت معنی‌داری بین مواد افزودنی مورد استفاده به صورت کلی وجود نداشت. هر چند پاسخ علف‌کش‌های استفاده شده به مواد افزودنی تا حدودی با هم فرق داشت، ولی گروه‌های آماری زیادی وجود نداشت. (شکل ۱). افزودن سولفات آمونیوم به علف‌کش نیکوسولفورون کمترین تاثیر را بر افزایش کارایی داشت، در حالی که این ماده افزودنی بیشترین تاثیر را بر افزایش کارایی فورام سولفورون داشت گرد و خاک روی کارایی علف‌کش‌های نیکوسولفورون و فورام سولفورون بود، به طوری که ماده افزودنی سولفات آمونیوم، سولفات آمونیوم + روغن maisoil سبب افزایش کارایی علف‌کش نیکوسولفورون به ترتیب به میزان صفر و

معنی‌دار بودند (جدول ۱). در مورد قیاق، چهار هفته بعد از کاربرد تیمار، اثر علف‌کش ( $P \leq 0.01$ )، ماده افزودنی ( $P \leq 0.05$ ) و سطوح شستشو×ماده افزودنی ( $P \leq 0.05$ ) معنی‌دار بودند. در زمان برداشت ذرت هیچ کدام از تیمارهای مورد استفاده تاثیر معنی‌داری بر کنترل سوروف و قیاق نداشتند (جدول ۱).

#### سوروف

نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱) نشان داد که علف‌کش‌های نیکوسولفورون و فورام سولفورون از لحاظ توانایی کنترل سوروف با هم متفاوت بودند و علف‌کش فورام سولفورون موثرتر از نیکوسولفورون بود (۵۰/۸۸ در برابر ۴۶/۲۶ درصد کاهش وزن خشک سوروف). این نتیجه با دستاوردهای قبلی مبنی بر موثرتر بودن این علف‌کش روی باریک برگ‌ها نسبت به نیکوسولفورون مطابقت ندارد (هوبلر و همکاران، ۲۰۰۱) که این عدم هماهنگی شاید به دلیل حضور گرد و خاک در منطقه مورد آزمایش است. در مجموع کارایی علف‌کش‌های نیکوسولفورون و فورام سولفورون در پاسخ به حضور گرد و خاک روی شاخساره سوروف (عدم

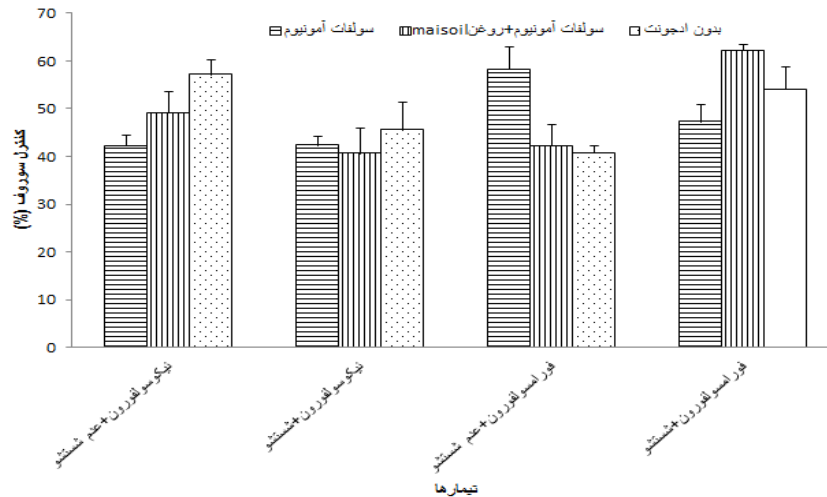
سبب بهبود کارایی علف‌کش شد. بنابراین، می‌توان به این نتیجه رسید که افزودن سولفات آمونیوم با غلبه بر اثرات آنتاگونیستی (کاهندگی) گرد و خاک سبب بهبود کارایی علف‌کش فورام‌سولفورن می‌شود. از این رو، در صورت وجود گرد و خاک افزودن سولفات آمونیوم به محلول سمپاشی ضروری است. توانایی سولفات آمونیوم در افزایش کارایی علف‌کش‌های پس‌رویشی در مطالعات متعددی اثبات رسیده است (دونالد، ۱۹۸۸؛ ریچرز و همکاران، ۱۹۹۵؛ وانامارتا و همکاران، ۱۹۹۳؛ سالیسبوری و همکاران، ۱۹۹۱).

#### قیاق

قیاق مهم‌ترین علف‌هرز مزرعه بود که به صورت ریزومی و بذری وجود داشت. تاثیر گرد و خاک روی کارایی علف‌کش‌ها در کنترل قیاق معنی‌دار نبود. همچنین، نتایج مقایسه میانگین نشان داد که علف‌کش فورام‌سولفورن در مقایسه با نیکوسولفورن از کارایی بالاتری برخوردار بود (۷/۲۹ درصد) (جدول ۲). مشابه با سوروف، فورام‌سولفورن در کنترل قیاق قوی‌تر از نیکوسولفورن بود که با نتایج تحقیقات مربوط به علف‌هرز سوروف مطابقت دارد.

مقایسه میانگین سطح شستشو در ماده افزودنی نشان داد که به طور کلی، افزودن ماده افزودنی سبب بهبود کارایی علف‌کش شد. کمترین میزان کنترل علف‌هرز قیاق زمانی به دست آمد که گرد و خاک روی علف‌هرز وجود داشت و هیچ‌ماه افزودنی به محلول علف‌کش اضافه نشد (جدول ۲). با توجه به نتایج تجزیه آب (جدول ۳) تاثیر سوء گرد و

(تفاوت بین دو علف‌کش ۱۰/۴۶ درصد بود). اضافه کردن مواد افزودنی به محلول سمپاشی قادر به رفع اثرات کاهنده ۸/۵۳ درصد شد. در عدم استفاده از ماده افزودنی تفاوت بین شستشو و عدم شستشو ۱۱/۵۸ درصد بود. این اعداد در مورد علف‌کش فورام‌سولفورن به ترتیب صفر، ۱۹/۸۵ و ۱۳/۲۰ درصد بود. با توجه به این نکته که عدم شستشو و انجام شستشو دارای تاثیر بر کارایی علف‌کش‌های مورد استفاده بود و حضور گرد و خاک موجب کاهش کارایی هر دو علف‌کش گردید و افزودن مواد افزودنی سبب افزایش بیشتر کارایی علف‌کش‌های مورد استفاده گردید، بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزودن این مواد افزودنی با تاثیرگذاری بر سازوکارهای عمل علف‌کش صرف نظر از حضور و عدم حضور گرد و خاک سبب بهبود کارایی علف‌کش‌ها گردیده است که مطالعات قبلی نیز تایید کننده این موضوع هستند (نالواجا و ماتیسباک، ۲۰۰۱). افزودن روغن متیله شده سبب بهبود بیشتر کارایی علف‌کش‌ها گردید که این مساله را می‌توان با مقایسه دو ماده افزودنی سولفات آمونیوم و سولفات آمونیوم+ Maisoil به دست آورد (بانینگ و همکاران، ۲۰۰۴). اضافه کردن ماده افزودنی به علف‌کش نیکوسولفورن مصرف شده روی شاخساره دارای گرد و خاک، نه تنها تاثیر مثبتی بر افزایش کارایی علف‌کش نداشت، بلکه سبب کاهش کارایی آن شد. این قاعده در مورد حالت شستشو نیز درست است (شکل ۱). در مورد علف‌کش فورام‌سولفورن در حالت عدم وجود گرد و خاک همواره افزودن ماده افزودنی سبب بهبود کارایی علف‌کش شد، در حالی که در حالت بدون گرد و خاک فقط استفاده از ماده افزودنی سولفات آمونیوم به علاوه روغن



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطح شستشو و مواد افزودنی بر درصد کاهش وزن خشک سوروف توسط نیکوسولفورون و فورامسولفورون ۴ هفته بعد از اعمال تیمار. خطوط عمودی نشانگر خطای استاندارد می‌باشند.

افزودنی ( $P \leq 0.01$ ) ۴ هفته بعد از اعمال تیمار و نیز تاثیر سطوح شستشو× ماده افزودنی ( $P \leq 0.05$ ) در زمان برداشت ذرت معنی‌دار بودند (جدول ۴). ۴ هفته بعد از اعمال تیمار و در زمان برداشت ذرت تاثیر تیمارهای علف‌کش ( $P \leq 0.01$ )، ماده افزودنی، علف‌کش× ماده افزودنی و سطوح شستشو ( $P \leq 0.01$ ) بر کنترل خرفه معنی‌دار بودند.

#### تاج خروس ریشه قرمز

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که استفاده از علف‌کش فورامسولفورون کمترین تاثیر را بر کنترل تاج خروس ریشه قرمز داشت (شکل ۲). کارایی مخلوط علف‌کش توفور-دی+هم‌سی‌پی‌آ با نیکوسولفوران در کنترل این علف هرز با هم به لحاظ آماری متفاوت نبود، هر چند به لحاظ عددی نیکوسولفورن بالاتر بود.

همانگونه که شکل ۲ نشان می‌دهد تاثیر مواد افزودنی بر افزایش کارایی علف‌کش‌ها با توجه به نوع علف‌کش و نیز وجود یا عدم وجود گرد و خاک روی شاخساره تاج خروس ریشه قرمز متفاوت بود. اضافه کردن ماده افزودنی به مخلوط علف‌کش توفوردی+هم‌سی‌پی‌آ تاثیر مثبتی بر

خاک بر کارایی این علف‌کش‌ها شاید به دلیل جذب سطحی علف‌کش به ذرات خاک است که این مساله در مورد گلايفوسیت به اثبات رسیده است (ژو و همکاران، ۲۰۰۶). استفاده از ماده افزودنی سولفات آمونیوم قادر به رفع اثرات کاهنده ریزگردها روی علف‌های هرز باریک برگ بود که دلیل این بهبود کارایی مربوط به بهبود pH محلول سمپاشی و نیز چسبیدن سولفات دارای بار مثبت به ذرت رس و مواد آلی و رس موجود در ریزگردهاست که در نتیجه ذرات گرد و خاک رسوب کرده و قادر به اتصال به مولکول علف‌کش نیستند.

#### علف‌های هرز پهن برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات علف‌کش ( $P \leq 0.01$ )، ماده افزودنی ( $P \leq 0.01$ )، سطح شستشو ( $P \leq 0.01$ ) و نیز اثر متقابل سه‌گانه علف‌کش×سطوح شستشو× ماده افزودنی ( $P \leq 0.01$ ) بر کنترل تاج خروس ریشه قرمز ۴ هفته پس از سمپاشی معنی‌دار بودند (جدول ۴). در مورد پیچک تاثیر تیمارهای علف‌کش ( $P \leq 0.01$ )، علف‌کش× ماده افزودنی ( $P \leq 0.01$ ) و سطوح شستشو× ماده

جدول ۲- مقایسه میانگین تاثیر علف‌کش‌های نیکوسولفورون و فورام‌سولفورون و نیز اثر متقابل ماده افزودنی × سطوح شستشو بر کنترل قیاق در ذرت.

تیما	کنترل قیاق (%)
نیکوسولفورون	۴۶/۹۰b
فورام سولفورون	۵۴/۱۹a
سولفات آمونیوم+عدم شستشو	۵۰/۶۲a
سولفات آمونیوم+شستشو	۵۰/۶۸a
عدم شستشو+maisoil سولفات آمونیوم+روغن	۵۴/۷۱a
شستشو+maisoil سولفات آمونیوم+روغن	۵۱/۸۲a
کنترل (عدم شستشو)	۴۳/۰۲b
کنترل (عدم شستشو)	۵۲/۴۱a

میانگین‌های هر ستون و دارای حرف مشترک بر اساس روش LSD در سطح پنج درصد با هم تفاوت ندارند

جدول ۳- تجزیه غلظت یون‌ها در آب سمپاشی، آب مورد استفاده جهت شستشو و نیز سطوح ذرت علف‌های هرز قیاق، تاج خروس ریشه قرمز و سوروف.

نمونه آب	pH	یون‌های موجود در آب (بر حسب ppm)					
		مجموع کاتیون‌ها	سدیم (Na)	کلسیم+منیزیم	سولفات (SO <sub>4</sub> )	کلر (Cl)	بیکربنات (CO <sub>3</sub> H)
آب سمپاشی	۷/۳	۱۰/۳۴	۰/۵۴	۹/۸	۴/۷۴	۲/۵	۳/۱
آب مزرعه (آب چاه)	۷	۱۲/۱۲	۰/۵۴	۱۱/۶	۴/۰۲	۲/۶	۶/۵
آب جمع آوری شده از روی شاخساره ذرت	۶/۷	۳/۴۴	۰/۰۴	۳/۴	۱/۳۴	۰/۵	۱/۶
آب جمع آوری شده از روی شاخساره قیاق	۶/۴	۳/۱۶	۰/۲	۳/۲	۱/۰۵	۰/۴	۱/۵
آب جمع آوری شده از روی شاخساره تاج خروس	۶/۲	۲/۹۷	۰/۰۵	۲/۶	۰/۸۴	۰/۳	۱/۷
آب جمع آوری شده از روی شاخساره سوروف	۶/۲	۲/۳۵	۰/۰۵	۲/۳	۰/۵۵	۰/۳	۱/۵

علف‌کش روی تاج خروس نداشت. این قاعده در مورد علف‌کش نیکوسولفورون نیز درست بود. ولی، در مورد علف‌کش فورام‌سولفورون، وجود گرد و خاک سبب کاهش کارایی این علف‌کش به میزان ۹/۱۳ درصد شد. کاربرد ماده افزودنی سولفات آمونیوم با مخلوط علف‌کش توفور-دی+هم‌سی‌پی آ زمانی که گرد و خاک روی شاخساره علف هرز وجود داشت، حداکثر کارایی را داشت (شکل ۲). در ارتباط با علف‌کش فورام‌سولفورون این قاعده صادق بود. ولی، در مورد نیکوسولفورون تفاوتی بین مواد افزودنی در شرایط مختلف وجود نداشت و همواره سولفات آمونیوم ماده افزودنی موثرتری برای افزایش کارایی این علف‌کش بود (شکل ۲).

بهبود کارایی این مخلوط علف‌کش نداشت. مشابه با علف-کش قبلی اضافه کردن ماده افزودنی به علف‌کش‌های نیکوسولفورون و فورام‌سولفورون در مقایسه با عدم مصرف ماده افزودنی تاثیری بر افزایش کارایی علف‌کش نداشت، ولی بین دو ماده افزودنی سولفات آمونیوم و سولفات آمونیوم + maisoil تفاوت وجود داشت و همواره افزودن روغن سبب افزایش کارایی علف‌کش‌های مورد استفاده شد. وجود گرد و خاک، به طور کلی سبب کاهش کنترل تاج خروس توسط علف‌کش‌های مورد استفاده به میزان ۶/۲ درصد گردید (شکل ۲). پاسخ علف‌کش‌ها به وجود گرد و خاک با هم متفاوت بود. در مخلوط علف‌کش توفوردی+م-سی‌پی آ وجود یا عدم وجود گرد و خاک تاثیر بر کارایی این

جدول ۴- میانگین مربعات درصد کاهش وزن خشک تاج خروس ریشه قرمز، پیچک و خرفه در پاسخ به تیمارهای مختلف کنترل علف هرز در ذرت.

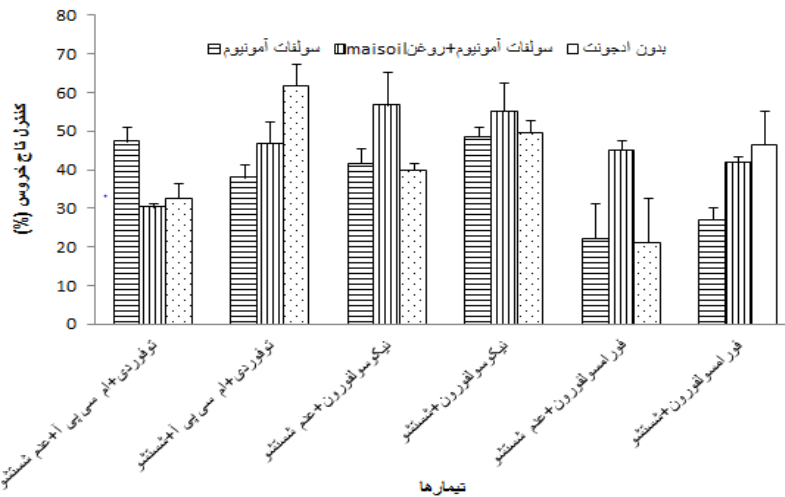
منابع تغییر	درجه آزادی	تاج خروس ریشه قرمز		پیچک صحرایی		خرفه	
		۴ هفته بعد از برداشت	در زمان برداشت	۴ هفته بعد از برداشت	در زمان برداشت	۴ هفته بعد از برداشت	در زمان برداشت
علف‌کش	۲	۱۲۹۵/۱۱*	۲۲/۳۱	۵۰۸/۲۵**	۱۵/۹۳	۲۶۷/۳۲	۹۹/۴۲
ماده افزودنی	۲	۱۲۲۵/۱۱	۱۴/۹۲	۱۷۵/۹۱*	۱۴/۱۷	۱۵۸/۱۷	۵۱/۸۰
علف‌کش×ماده افزودنی	۴	۱۲۱/۵۰*	۹/۲۵	۱۶۳۸/۳۴	۸۲/۴۶	۱۱۷/۶۱	۴۲/۲۶
شستشو	۱	۶۸۰/۲۴	۱۲۸/۲۲	۲۱۸/۶۵	۲/۳۲	۴۳۳/۸۹	۲۸۲/۴۲
علف‌کش×شستشو	۲	۱۴۹/۷۶**	۱۲/۷۰	۲۳۸/۶۴	۸/۱۴	۵۳/۵۹	۱۵/۵۱
ماده افزودنی×شستشو	۲	۹/۲۳	۴/۷۳	۱۹۵۵/۹۵*	۲/۸۷	۵/۳۴	۱۹/۱۹
علف‌کش×ماده افزودنی×شستشو	۴	۴۷۶۷/۴۹**	۲/۱۲	۱۷۹/۶۸	۲۴/۷۹	۲۶/۹۶	۱۲/۷۷
خطا	۵۴	۱۲۷/۴۲	۱۲/۶۹	۱۵۴/۸۰	۲۷/۶۹	۲۷/۰۲	۱۲/۲۲
ضریب تغییر (CV)	-	۲۶/۹۵	۳/۹۰	۲۴/۷۱	۵/۹۵	۲۰/۲۶	۲۴/۳۱

\* و \*\* به ترتیب به معنی دار در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵

### پیچک و خرفه

حضور یا عدم حضور گرد و خاک تأثیری بر کارایی علف-کش‌ها در کنترل پیچک نداشت (داده‌ها آورده نشده‌اند). افزودن ماده افزودنی سولفات آمونیوم به دو علف‌کش نیکوسولفورون و مخلوط علف‌کش توفوردی+هم‌سی‌پی‌آ بیشترین تأثیر را بر افزایش کارایی این دو علف‌کش نشان

از آنجایی که در غیاب گرد و خاک توانایی مواد افزودنی در افزایش کارایی علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و مخلوط علف‌کش توفوردی+هم‌سی‌پی‌آ پایین‌تر از عدم مصرف ماده افزودنی بود، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این بهبود کارایی علف‌کش‌های مذکور در حضور گرد و خاک مربوط به رفع اثرات کاهنده گرد و خاک روی کارایی علف‌کش است



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطح شستشو و مواد افزودنی بر درصد کاهش وزن خشک تاج خروس ریشه قرمز توسط نیکوسولفورون و فورام‌سولفورون ۴ هفته بعد از اعمال تیمار. خطوط عمودی نشانگر خطای استاندارد می‌باشند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل مواد افزودنی و علف کش بر کنترل خرفه و پیچک ۴ هفته بعد از اعمال تیمار

کنترل (%)		تیمار	
پیچک صحرائی	خرفه	ماده افزودنی	علف کش
۵۳/۱۱a	۳۴/۹۴a	سولفات آمونیوم	توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ
۳۵/۳۵b	۲۵/۶۰bc	سولفات آمونیوم+روغن maisoil	
۵۳/۱۸a	۲۷/۹۷b	بدون ماده افزودنی	
۶۰/۸۹a	۲۱/۶۱cd	سولفات آمونیوم	نیکوسولفورون
۵۷/۴۲a	۲۴/۵۰bcd	سولفات آمونیوم+روغن maisoil	
۴۸/۵۶a	۲۴/۶۶bcd	بدون ماده افزودنی	
۲۸/۶۸b	۲۹/۲۸b	سولفات آمونیوم	فورامسولفورون
۵۸/۶۹a	۲۱/۹۳cd	سولفات آمونیوم+روغن maisoil	
۵۷/۱۷a	۲۰/۳۷d	بدون ماده افزودنی	

میانگین‌های هر ستون و دارای حرف مشترک بر اساس روش LSD در سطح پنج درصد با هم تفاوت ندارند

ترکیب علف‌های هرز موجود در مزرعه و دامنه علف‌های هرز مورد کنترل علف‌کش‌های مورد استفاده بر می‌گردد.

جدول ۶- میانگین مربعات عملکرد دانه ذرت در پاسخ به تیمارهای مختلف.

میانگین	درجه	منابع تغییر
مربعات	آزادی	
۲۳۶/۱۱**	۳	علف‌کش
۵/۱۹**	۲	ماده افزودنی
۱/۱۲	۶	علف‌کش×ماده افزودنی
۳/۷۷*	۱	شستشو
۰/۳۰	۳	علف‌کش×شستشو
۰/۰۹	۲	ماده افزودنی×شستشو
۰/۱۵	۶	علف‌کش×ماده افزودنی×شستشو
۰/۶۶	۷۲	خطا
۷/۱		ضریب تغییر (CV)

\*\* و \* به ترتیب به معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در مجموع افزودن ماده افزودنی به محلول سمپاشی در مقایسه با عدم مصرف ماده افزودنی سبب بهبود عملکرد دانه ذرت شد (جدول ۷). افزودن روغن متیله شده سبب بهبود کارایی علف‌کش‌ها و در نتیجه افزایش عملکرد ذرت نشد. حضور گرد و خاک روی شاخساره ذرت سبب کاهش عملکرد دانه ذرت شد که

داد. این در حالی بود که اضافه کردن روغن به این ماده افزودنی سبب کاهش کارایی این دو علف‌کش و به ویژه مخلوط علف‌کش توفوردی+هم‌سی‌پی‌آ شد (جدول ۵). افزودن روغن به سولفات آمونیوم سبب بهبود کارایی علف‌کش شد.

بهترین ماده افزودنی در بهبود کارایی مخلوط علف‌کش تو-فوردی+ام‌سی‌پی‌آ و فورامسولفورون در کنترل خرفه سولفات آمونیوم بود (جدول ۵). به طور کلی، مخلوط علف‌کش توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ بهترین علف‌کش در کنترل خرفه بود که به دلیل حساسیت بالای این علف هرز به این مخلوط علف‌کش است. در مجموع بهترین درصد کنترل خرفه با استفاده از علف‌کش‌های مختلف زمانی به دست آمد که گرد و خاک روی شاخساره علف‌های هرز وجود نداشت (۲۸/۱۱ در برابر ۲۳/۲ درصد).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که استفاده از علف‌کش در مقایسه با شاهد بدون اعمال کنترل سبب افزایش عملکرد دانه ذرت شد. بهترین علف‌کش جهت به دست آوردن حداکثر عملکرد ذرت فورامسولفورون بود و بعد از آن علف-کش نیکوسولفورون قرار داشت (جدول ۷) که این مساله به



دلیل این امر به حضور نسبت بالاتر مولکول‌های موجود در خاک و نیز کاهش کارایی علف‌کش‌های مورد استفاده در کنترل علف‌های در مزرعه برمی‌گردد.

در مجموع همان‌طور که از جدول ۳ مشخص است، نمونه‌های آب مورد استفاده و جمع‌آوری شده از روی سطح گیاهان دارای کاتیون‌های محلول ناچیزی هستند، زیرا برای داشتن تاثیر کاهنده بر کارایی علف‌کش‌ها باید بالای ۲۵۰ پی‌پی‌ام از این عناصر روی بافت گیاهان حضور داشته باشد (پرات و همکاران، ۲۰۰۳؛ نالواجا و ماتیسایک، ۱۹۹۱؛ ساندربرگ و همکاران، ۱۹۷۸؛ هال و همکاران، ۲۰۰۰).

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل مواد افزودنی و علف‌کش بر کنترل خرفه و پیچک ۴ هفته بعد از اعمال تیمار.

تیمار	عملکرد دانه ذرت (کیلوگرم در هکتار)
علف‌کش	
فورام سولفورون	۱۳/۴۰a
نیکوسولفورون	۱۲/۳۳b
توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ	۸/۴۸c
شاهد (بدون علف‌کش)	۶/۷۷d
ماده افزودنی	
سولفات آمونیوم	۱۰/۷۱a
سولفات آمونیوم+روغن	۱۰/۷۱b
maisoil	
بدون ماده افزودنی	۹/۹۷b
شتشو	
شتشو	۱۰/۴۴b
بدون شتشو	۱۰/۰۵b

میانگین‌های هر ستون و دارای حرف مشترک بر اساس روش LSD در سطح پنج درصد با هم تفاوت ندارند.

از طرف دیگر pH این نمونه‌های آب در حدود خنثی است که مناسب مصرف علف‌کش‌های سولفونیل اوره است، ولی برای مصرف علف‌کش‌های فنوکسی بهینه نیست. به عنوان یک اصل کلی، جذب علف‌کش‌های دارای خاصیت اسیدی ضعیف بوسیله بافت‌های گیاهی در pH پایین بیشتر است.

دلیل این امر به حضور نسبت بالاتر مولکول‌های موجود در یک فرم تجزیه نشده است. علف‌کش‌های خانواده‌های سولفونیل اوره‌ها و توفوردی و گلیفوسیت جزو علف‌کش‌های دارای خاصیت اسیدی ضعیف هستند. تاثیر pH بر علف‌کش‌های سولفونیل اوره متفاوت از دیگر علف‌کش‌ها است. حلالیت این علف‌کش‌ها در آب به طور مستقیم بستگی به pH محلول سمپاشی و pKa اتم هیدروژن روی پل اوره دارد. زمانی که pH زیر pKa است، حلالیت علف‌کش پایین است و علف‌کش یونیزه نمی‌شود. زمانی که pH بالای PKa باشد، علف‌کش یونی است و حلالیت بیشتری در آب دارد (لیو و همکاران، ۱۹۹۲). علف‌کش‌های سولفونیل اوره دارای جذب سطحی خیلی کم تا کم به ذرات خاک هستند که البته این امر به pH بستگی دارد (بایلی و وایت، ۱۹۷۰). بنابراین pH بالاتر از pKa فورام‌سولفورون (دارای pKa برابر با ۴/۶) (آرنز، ۱۹۹۴) و نیکوسولفورون (دارای pKa برابر با ۴/۳) (گرین و همکاران، ۲۰۰۳) است و مناسب برای جذب این علف‌کش‌ها به درون بافت‌های گیاهی است و اثر کاهنده گرد و خاک به علت حضور فیزیکی این ذرات و چسبیدن این علف‌کش‌ها به این ذرات است که در pH بالاتر نیز این اتفاق بیشتر می‌افتد (تیسدال و همکاران، ۱۹۸۵).

بنابراین، حضور ذرات گرد و خاک روی شاخساره علف‌های هرز سبب کاهش کارایی علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون می‌شود. فنوکسی‌ها (توفوردی و ام‌سی‌پی‌آ) دارای قدرت جذب سطحی خیلی کم تا کم به ذرات خاک هستند (بایلی و وایت، ۱۹۷۰). بنابراین، مخلوط علف‌کش که جزو فنوکسی‌ها هستند نباید برای جذب به درون بافت‌های گیاهی در حضور گرد و خاک مشکل داشته باشند. نتایج این مطالعه نیز تأیید کننده این موضوع هستند، زیرا حضور گرد و خاک تأثیری کاهنده بر کارایی این علف‌کش‌ها روی علف‌های هرز پهن برگ نداشت و اگر تأثیری کاهنده شاهد بودیم شاید به دلیل pH بالا باشد.

جذب سطحی علفکش‌های نیکوسولفورون و فورام-سولفورون و نیز افزایش pH و در نتیجه کاهش کارایی مخلوط علفکش سبب کاهش کارایی علفکش‌های بکار رفته شد. افزودن سولفات آمونیوم به محلول سمپاشی از طریق تاثیر مستقیم بر بهبود کارایی علفکش و نیز کاهش اثرات کاهنده ناشی از حضور گرد و خاک (کاهش pH و کاهش اتصال علفکش به ذرات خاک) روی شاخساره علف‌های هرز سبب بهبود کارایی علفکش‌های مورد استفاده شد. پیشنهاد می‌شود که تاثیر سایر مواد افزودنی در رفع اثرات کاهنده ناشی از حضور گرد و خاک نیز بررسی گردد.

همان گونه که بیان شد pH پایین برای جذب علفکش‌های شاخ و برگ مصرف به درون بافت‌های گیاهی مناسب‌تر است. البته تعیین دقیق‌تر این موضوع به مطالعات بیشتر بویژه با دستورزی و تغییر pH نیازمند است. با توجه ریزش باران‌های اسیدی در طول فصل رشد انتظار می‌رود سطح گیاهان و علف‌های هرز باید اسیدی باشد، اما حضور گرد و خاک با توجه به داشتن کاتیون‌ها سبب قلیائی شدن و افزایش pH می‌شود.

#### نتیجه‌گیری کلی

حضور گرد و خاک روی شاخساره علف‌های هرز به علت

#### منابع مورد استفاده:

- Ahrens, W.H. 1994. *Herbicide Handbook*. 7th ed. Weed Science Society of America, Champaign, IL, USA.
- Allen, B.L., Hajek, B.F. 1982. Mineral occurrence in soil environments. In J.B. Dixon and S.B. Weed, eds. *Minerals in Soil Environments*. 2nd ed. Madison, WI: Soil Science Society of America, pp. 199-278.
- Bailey, G. W., White, J.L. 1970. Factors influencing the adsorption and desorption, and movement of pesticides in soil. *Residue Rev.* 32: 29-92.
- Bunting, J.A., Sprague, C.L., Riechers, D.E. 2004. Absorption and activity of foramsulfuron in giant foxtail (*Setaria faberi*) and woolly cupgrass (*Eriochloa villosa*) with various adjuvants. *Weed Sci.* 52: 513-517.
- Donald, W.W. 1988. Established foxtail barley (*Hordeum jubatum*) control with glyphosate plus ammonium sulfate. *Weed Tech.* 2: 364-368.
- Green, J.M., Cahill, W.R. 2003. Enhancing the Biological Activity of Nicosulfuron with pH Adjusters. *Weed Tech.* 17:338-345 .
- Hall, G.J., Hart, C.A., Jones, C.A. 2000. Plants as sources of cations antagonistic to glyphosate activity. *Pest Manag Sci.* 56: 351-358.
- Hoobler, M.A., Allen, J.R., Effertz, C.J. 2001. Foramsulfuron (AEF130360) herbicide performance in postemergent weed control programs. *Proc. N. Cent. Weed Sci Soc.* 56: 221.
- Liu, S.H., Hsiao, A.I., Quick, W.A. 1992. Effects of sodium bisulfate, acidic buffers and ammonium sulphate on imazamethabenz phytotoxicity to wild oats. *Crop Protec.* 11: 335-340.
- Mathiassen, S. K., Kudsk, P. 1999. Effects of simulated dust deposits on herbicide performance. Page 205 in *Proceedings of the 11th European Weed Research Society Symposium*, Doorwerth, The Netherlands: European Weed Research Society.

- McBride, M. B. 1989. Surface chemistry of soil minerals. In J. B. Dixon and S. B. Weed, eds. Minerals in Soil Environments. 2nd ed. Madison, WI: Soil Science Society of America, pp. 35-88.
- Nalewaja, J.D., Matysiak, R. 1991. Salt antagonism of glyphosate. *Weed Sci.* 39: 622-628.
- Nalewaja, J.D., Matysiak, R. 2001. Nicosulfuron response to adjuvants, salts, and spray volume: ISAA 2001 Foundation. In: Ruiter, H. (Ed.), Sixth International Symposium on Adjuvant for Agrochemicals, Amsterdam, pp. 304-314.
- Pratt, D., Kells, J.J., Penner, D. 2003. Substitutes for ammonium sulfate as additives with glyphosate and glufosinate. *Weed Tech.* 17: 576-581.
- Riechers, D.E., Wax, L.M., Liebl, R.A., Bullock, D.G. 1995. Surfactant effects on glyphosate efficacy. *Weed Tech.* 9: 281-285.
- Salisbury, C.D., Chandler, J.M., Merkle, M.G. 1991. Ammonium sulfate enhancement of glyphosate and SC-0224 control of johnsongrass (*Sorghum halepense*). *Weed Tech.* 5: 18-21.
- Sandberg, C.L., Meggett, W.F., Penner, D. 1978. Effect of solvent volume and calcium on glyphosate phytotoxicity. *Weed Sci.* 26: 476-479.
- Tisdale, S.L., Werner, S.L., Beaton, J.D. 1985. Basic soil-plant relationships. Pages 95-111 in *Soil Fertility and Fertilizers*, 4th edition: Macmillan Publishing Co., New York, NY.
- Wanamarta, G., Kells, J.J., Penner, D. 1993. Overcoming antagonistic effects of Na-bentazon on sethoxydim absorption. *Weed Tech.* 7: 322-325.
- Zhou, J., Tao, B., Messersmith, C.G. 2006. Soil dust reduces glyphosate efficacy. *Weed Sci.* 54:1132-1136.



## Effect of Airborne Particles on Herbicides Efficiency for Control of Corn (*Zea mays*) Weeds in Kermanshah Region

Iraj Nosratti<sup>\*1</sup>, Mohsen Saeidi<sup>1</sup>, Hoda Barbastegan<sup>2</sup>, Saeid Jalali Honarmand<sup>1</sup>, Mokhtar Ghobadi<sup>1</sup>

1- Staff member of Razi University, Kermanshah, Iran

2- M.Sc., Razi university, Kermanshah, Iran

<sup>\*</sup>For Correspondence: [irajnosratti@gmail.com](mailto:irajnosratti@gmail.com)

---

Received: 26.11.15

Accepted: 20.04.16

---

### Abstract

To evaluate the effect of airborne dust on the efficacy of the most important herbicides of corn and finding the possible solution ways to overcoming the negative effects of dust, an experiment was conducted at Research farm of Razi University, Kermanshah in 2012. The evaluated treatments were using herbicide foramsulfuron, nicosulfuron and herbicidal mixture of 2,4-D+MCPA in combination with and without adjuvants ammonium sulfate (AMS) and AMS+maisoil on weeds with washed and unwashed shoots. The experimental design was a randomized complete block in which treatments were arranged as factorial with four replications. Results of this study revealed that the presence of airborne dust on weed surfaces reduced the efficacy of foramsulfuron, nicosulfuron and herbicidal mixture of 2,4-D+MCPA on treated weeds species. The soil dust diminished the grain yield of corn as well. Addition of AMS to the spray solution and washing the weed shoots just before the application of treatments enhanced the activity of used herbicides. According the results of this study it would be concluded that the increasing of pH of weed surface due to the presences of dust and adsorption of herbicides to soil particles are the possible mechanisms of reduction of herbicide efficacy.

**Keywords:** foramsulfuron, nicosulfuron, herbicidal mixture of 2,4-D+MCPA, ammonium sulfate (AMS)