# بررسی تأثیر کودهای آلی و زیستی در ذرت (*Zea mays*) و کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس در بهینه‌سازی مصرف علف‌کش نیکوسولفورون

ابراهیم ممنوعی[۱]، ابراهیم ایزدی دربندی[۲*]، مهدی راستگو[۲]، محمدعلی باغستانی[۳] و محمد حسن‌زاده خیاط[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۱۷)

## چکیده

**به‌منظور بهینه‌سازی مصرف علف‌کش نیکوسولفورون با استفاده از مواد افزودنی در کنترل علف‌های هرز و کاربرد کودهای آلی و زیستی در ذرت، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل کاربرد کودهای آلی (گاوی، ورمی‌کمپوست) و زیستی (کود بیولوژیک میکوریزا) به‌همراه شاهد بدون کاربرد کود، مقادیر کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در دو سطح ۸۰ و ۴۰ گرم ماده مؤثر در هکتار و کاربرد و عدم کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس بود. براساس نتایج آزمایش، علف‌های‌هرز غالب مزرعه مورد آزمایش شامل خرفه، تاج‌ریزی، تاج‌خروس ریشه قرمز بودند، بیشترین تراکم نسبی در فواصل نمونه‌برداری ۲۰ و ۴۵ روز پس از روز سم‌پاشی، به‌ترتیب مربوط به تاج‌ریزی و خرفه بود. نتایج نشان داد با کاربرد ماده افزودنی کارایی نیکوسولفورون افزایش یافت. به‌طوری‌که تیمار کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس همراه با ۵۰ درصد مقدار توصیه شده علف‌کش نیکوسولفورون توانست وزن خشک خرفه، تاج‌ریزی و تاج‌خروس ریشه قرمز در ۲۰ و ۴۵ روز پس از سم‌پاشی به‌ترتیب ۸۴، ۷۱، ۸۶ و ۷۱، ۷۹، ۱۰۰ درصد کاهش دهد. از سوی دیگر، کاربرد کود گاوی با ۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در حضور هیدرومکس توانست عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت را به‌ترتیب ۴۹ و ۶۰ درصد افزایش دهد.**

**واژه‌های کلیدی: کود گاوی، ورمی‌کمپوست، علف هرز، علف‌کش، ماده افزودنی، دز کاهش یافته**

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی دکتری علوم علف‌های هرز و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳. استاد پژوهش، بخش تحقیقات علف‌های هرز، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، تهران
۴. استاد، گروه شیمی دارویی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: e-izadi@um.ac.ir

**مقدمه**

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی است که نقش مهمی در تأمین علوفه و منابع غذایی دارد، مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید این محصول در دنیا علف‌های هرز می‌باشند، که می‌توانند عملکرد این محصول را ۳۰ (۲۶) تا ۹۰ درصد (۳۸) کاهش دهند. از مهم‌ترین علف‌های هرز مزارع ذرت می‌توان به تاج‌خروس ریشه قرمز(*Amaranthus retroflexus* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، تاج‌ریزی (*Solanum nigrum* L.)، خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، گاوپنبه (*Abutilon theophrasti Medik*)، گونه‌های ارزن وحشی (*Setaria spp.*) اشاره کرد (۳۶). همچنین از مهم‌ترین روش‌های که امروزه در کنترل علف‌های هرز در محصولات زراعی استفاده می‌شود می‌توان به کاربرد علفکش‌ها اشاره نمود (۵ و ۴۷)، از این جهت علف‌کش‌هایی که در کشورمان برای ذرت ثبت شده می توان به آلاکلر، استاکلر، ای‌پی‌تی‌سی + دی‌کلرامید، ریم‌سولفورون، نیکوسولفورون، فورام‌سولفورون، آترازین، سیانازین، لینورون، لوماکس (مزوتریون + اس متالاکلر + تربوتیلازین) و ماستر (فورام‌سولفورون + یدوسولفورون) اشاره کرد (۵۷). با این وجود، مصرف غیر اصولی این ترکیبات شیمیایی همواره ضمن ایجاد پیامدهای سوء زیست‌محیطی سبب تغییر فلور علف‌های هرز، مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها، تهدید سلامت بشر و تحمیل هزینه‌های اضافی جهت خرید نهاده‌ها را به‌دنبال دارد که کاربرد علف‌کش‌ها را به چالش می‌کشد (۱۸ و ۲۳). از این جهت کاهش مصرف علف‌کش با استفاده از مقادیر کاهش یافته علف‌کش، به‌عنوان راه‌کاری است که امروزه جهت مرتفع نمودن این مشکل مورد توجه قرار گرفته است (۴۹ و ۵۸). در همین راستا، سرابی و همکاران (۴۹) اظهار نمودند که کاربرد ۵۰ درصد مقدار توصیه علف‌کش نیکوسولفورون قادر است علف‌های هرز تاج‌خروس ریشه قرمز، تاج‌ریزی، خرفه به‌ترتیب ۷۷، ۶۲ و ۶۴ درصد کنترل کند. لطیف‌بیات و همکاران (۳۵) نیز گزارش کردند که کاربرد ۵۰ درصد مقدار توصیه شده علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ قادر است ضمن کنترل مطلوب تاج‌خروس ریشه قرمز عملکرد دانه ذرت را به‌طور رضایت بخشی افزایش دهد.

از آنجا که استفاده از مقادیر کاهش یافته علف‌کش در مواردی با کاهش کارایی علف‌کش همراه است (۴۱). بنابراین استفاده از مقادیر کاهش یافته علفکش نیاز به بهره‌گیری از روش‌های است که کارایی علف‌کش‌ها را افزایش دهد. از این جهت استفاده از مواد افزودنی با مقادیر کاهش یافته علف‌کش، به‌عنوان راه‌کاری است که در بهینه‌سازی مصرف و افزایش کارایی علف‌کش‌ها مطرح می‌شود (۲۱ و ۲۵). عقیده بر این است که مواد افزودنی قادرند بدون اینکه نقصانی در کارایی علف‌کش ایجاد کنند مصرف علف‌کش را ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش دهند (۳۱). مواد افزودنی با تأثیر بر کشش سطحی قطرک‌های سم، نهشت (Retention) علف‌کش (۵۵)، تغییر الگوی پاشش (۵۰)، نفوذ بیشتر ماده مؤثره از کوتیکول (۵۵)، جذب و انتقال علف‌کش (۵۰) می‌توانند کارایی علف‌کش را افزایش دهد (۲، ۱۰ و ۱۲). در همین راستا، ایزدی و همکاران (۲۴) با ارزیابی نه ماده افزودنی روغن گیاهی کرچک (*Ricinus communis* L.)، زیتون (*Olea europaea* L.)، کانولا (*Brassica napus* L.)، سویا (*Glycine max* L.)، پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)، کنجد (*Sesamum indicum* L.)، بادام تلخ (*Prunus amygdalus Batsch*)، بادام شیرین (*Prunus nana* L.) و کلزا (*Brassica napus* L) در کاربرد با علف‌کش‌های ایمازامتابنزمتیل، ستوکسیدم و سولفوسولفورون برای کنترل یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) اظهار کردند که با کاربرد این مواد افزودنی کارایی کنترل یولاف را به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در مطالعه دیگری ایزدی و علی‌وردی (۲۵) گزارش کردند با کاربرد مواد افزودنی روغن کرچک، زیتون، کانولا، سویا، پنبه، کنجد، برزک (*Linum usitatissimum* L.)، کلزا، بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.)، آفتاب‌گردان (*Helianthus annus* L)، ذرت، گلرنگ (*Carthamus lanatus* L.)، ناگیل (*Cocos nucifera* L.) با علف‌کش‌های آپیروس

(سولفوسولفورون) و توتال (سولفوسولفورون + متسولفورون متیل) می‌توان کارایی علف‌کش در کنترل جودره (*Hordeum spontaneum Koch.*) افزایش داد. همچنین مؤثرترین ماده افزودنی در بهبود کارایی علف‌کش‌های مذکور، روغن پنبه دانه و ناگیل معرفی کردند.

کوددهی و تقویت خاک زراعی در تولید محصولات زراعی اهمیت به‌سزایی دارد (۴۲). کودهای شیمیایی به‌عنوان مهم‌ترین منبع تأمین کننده عناصر غذایی در خاک بوده که به خاطر اثرات زیست‌محیطی، بالا بودن انرژی و هزینه تولید در آنها، امروزه از منابع جایگزین نظیر کودهای دامی، کمپوست‌ها و سایر کودهای آلی و زیستی استفاده می‌شود (۴۲). از آنجایی که، علف‌های هرز گیاهان فرصت طلبی هستند که با سرعت رشد زیاد و توان جذب بالای عناصر غذایی (۴۵) قادرند با خارج کردن عناصر ضروری از دسترس گیاه زراعی، با آنها رقابت کنند و عملکرد گیاه زراعی را کاهش دهند (۵۶). بنابراین استفاده از منابع کودی به‌عنوان ابزاری برای ایجاد توازن بین روابط بین گیاه زراعی و علف هرز در کشاورزی پایدار (۱) و مدیریت کنترل تلفیق علف‌های هرز از دیرباز مورد توجه بوده است (۹). کودهای آلی و زیستی با تأثیر بر خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک (۴۰) از طریق افزایش فعالیت و جمعیت زیستی خاک (۲۷) سبب افزایش حاصلخیزی خاک زارعی و بهبود ساختمان خاک (۷ و ۱۴) و افزایش تولید ریشه در گیاه زراعی (۵۱) و افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک (۱۴) می‌گردد و بدین صورت بر جوانه‌زنی، بقاء، رشد علف هرز (۴۰) و توان رقابت گیاه زارعی تأثیر می گذارد (۱۴ و ۴۶). همچنین کودهای آلی از طریق تأمین عناصر غذایی بر ترکیب کوتیکول، طول کرک و مقدار موم اپی کوتیکولی برگ‌ها، بر نهشت، نفوذ، جذب برگی و انتقال علف‌کش (۳۰) تأثیر می‌گذارد و حساسیت علف هرز به علف‌کش را بیشتر می‌کند (۴) با توجه به اینکه موفقیت در مدیریت پایدار علف‌های هرز مستلزم پرهیز از کاربرد روش‌های یک جانبه کنترل علف‌های هرز و استفاده از سایر سیستم‌های مدیریتی است که بتواند توان رقابت گیاه زراعی را افزایش دهد (۱). بنابراین با توجه به موارد اشاره شده، این آزمایش با هدف بررسی بهینه‌سازی مصرف علف‌کش نیکوسولفورون با استفاده از ماده افزودنی هیدرومکس تحت تأثیر منابع کودهای آلی و زیستی در تغذیه ذرت انجام شد.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور بهینه‌سازی مصرف علف‌کش نیکوسولفورون با استفاده از ماده افزودنی هیدرومکس تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی در ذرت، آزمایشی در طی سال‌های زراعی ۹۴ – ۹۳ اجرا شد. این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (طول جغرافیایی ۵۹° و ´۲۸ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶° و ´۱۵ درجه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۹۸۵ متر) انجام شد. برای این منظور پس از انتخاب قطعه زمینی که بیش از چهار سال سابقه هیچ‌گونه کاربرد کود آلی نداشت، نسبت به آماده‌سازی و کشت اقدام شد. بافت خاک محل آزمایش سیلتی لوم با ۰/۶۸ درصد ماده آلی و اسیدیته ۷/۸ (pH)، مقدار فسفر ۲۵ میلی‌گرم در هر کیلوگرم، مقدار پتاسیم ۱۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود.

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل (۲ × ۲ × ۴) در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش به‌ترتیب شامل کاربرد کود آلی و زیستی در چهار سطح کود گاوی (چهار کیلوگرم در مترمربع)، کود ورمی‌کمپوست (یک کیلوگرم در مترمربع)، کود بیولوژیک میکوریزا (۲۵۰ گرم در هر مترمربع)، به‌همراه شاهد بدون کاربرد کود آلی)، مقادیر کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون (کروز ۴٪ SC) در دو سطح ۱۰۰ و ۵۰ درصد مقدار توصیه شده (به‌ترتیب دو و یک لیتر در هکتار از ماده تجاری) معادل ۸۰ و ۴۰ گرم ماده مؤثر در هکتار و کاربرد و عدم کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس (۹۰ درصد عصاره یوکا، دو درصد هیومیک اسید و پنج درصد سورفاکتانت) به مقدار پنج درصد حجمی بودند، براساس نتایج آزمایش گلخانه‌ای که نتایج آن

منتشر نشده است، هیدرومکس به‌عنوان مطلوب‌ترین ماده افزودنی در این آزمایش انتخاب شد.

این آزمایش در کرت‌هایی به ابعاد ۳ × ۸ متر اجرا شد و کرت‌های آزمایش توسط با یک خط نکاشت از یکدیگر جدا شدند. هر کرت آزمایش دارای چهار ردیف کشت ذرت (رقم ۷۰۴) به فواصل ۷۰ × ۲۰ سانتی‌متر بود. جهت افزایش دقت آزمایش از شاهد متناظر (هر کرت به‌طور عرضی به دو نیمه تقسیم، نیمه اول به‌عنوان شاهد بدون سم‌پاشی و نیمه دوم به‌عنوان تیمار سم‌پاشی) استفاده شد (۶). همچنین براساس آزمون خاک مقدار ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار در زمان آماده‌سازی بستر کاشت به‌صورت یکنواخت به خاک اضافه شد. پس از آماده‌سازی بستر کاشت، کودهای آلی و زیستی به‌صورت یکنواخت در هر دو نیمه کرت آزمایشی پخش و با سطح خاک مخلوط شدند. سم‌پاشی در مرحله سه تا چهار برگی علف‌های هرز با استفاده از سم‌پاش پشتی لانس‌دار فشار ثابت، مجهز به نازل شره‌ای با فشار ثابت ۲۰۰ کیلو پاسکال انجام شد. آبیاری به‌صورت تحت فشار و به‌صورت نشتی بود.

صفات مورد اندازه‌گیری شامل تعیین تراکم و زیست‌توده اندام‌های هوایی علف‌های‌هرز ۲۰ و ۴۵ روز بعد از سم‌پاشی، تعیین درصد کاهش تراکم و زیست‌توده اندام هوایی نسبت به نیمه شاهد بدون کاربرد علف‌کش، همچنین تعیین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک ذرت، درصد کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت نسبت به نیمه شاهد بدون کاربرد علف‌کش بود. جهت تعیین درصد کاهش تراکم و زیست‌توده اندام علف‌های‌هرز نسبت به شاهد متناظر بدون سم‌پاشی از معادله یک استفاده شد (۶). در معادله یک مقدار ٪Y، درصد کنترل، و Ycotrol و Ytreated به‌ترتیب تراکم یا زیست توده علف هرز در نیمه کرت سم‌پاشی نشده و سم‌پاشی شده است. همچنین جهت تعیین درصد افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک ذرت از معادله دو استفاده شد. در معادله دو٪Y درصد افزایش عملکرد دانه یا زیست توده ذرت و Ycotrol و Ytreated شامل عملکرد دانه یا زیست توده اندام هوایی ذرت در نیم کرت سم‌پاشی نشده و شده است و قبل از انجام تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد، مقایسه میانگین با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد صورت گرفت. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزارهای Excel 2007، MSTATC و SAS 9.1 انجام شد.

$$\%Y = 100 \times (\frac{Y_{control} - Y_{treated}}{Y_{control}}) \quad \text{معادله (۱)}$$

$$\%Y = 100 \times (\frac{Y_{treated}}{Y_{control}}) \quad \text{معادله (۲)}$$

## نتایج و بحث

براساس نتایج آزمایش، علف‌های‌هرز غالب مزرعه مورد آزمایش خرفه، تاج‌ریزی و تاخ خروس ریشه قرمز بودند. بیشترین تراکم نسبی در ۲۰ و ۴۵ روز پس از روز سم‌پاشی به‌ترتیب مربوط به تاج‌ریزی و خرفه بود و بیشترین وزن خشک نسبی در ۲۰ و ۴۵ روز پس از سم‌پاشی مربوز به خرفه بود (جدول ۱).

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازگیری شده در علف‌های هرز نشان می‌دهد که مقدار کاربرد علف‌کش و ماده افزودنی هیدرومکس اثر معنی‌داری بر تراکم، وزن خشک و درصد کنترل خرفه، تاج ریزی و تاج خروس ریشه قرمز ۲۰ و ۴۵ روز پس از سم‌پاشی داد (جدول ۲ و ۳)، همچنین مقدار علف‌کش، ماده افزودنی و کاربرد کودهای آلی و زیستی نیز اثر معنی‌دار بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد تغییرات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک دارد (جدول ۴)، از سوی دیگر، اثر کنش متقابل مقدار کاربرد علف‌کش و ماده افزودنی نیز بر کلیه صفات موارد معنی‌دار بود (جدول ۲، ۳ و ۴).

براساس نتایج حاصل از اثرات اصلی مقدار علف‌کش نیکوسولفورون بر صفات اندازه‌گیری شده مشخص شد که کاربرد ۵۰ درصد مقدار توصیه شده علف‌کش (۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) سبب افزایش تراکم علف هرز و کاهش کارایی

**جدول ۱. میانگین تراکم، وزن خشک، تراکم نسبی و وزن خشک نسبی علف‌های هرزموجود در آزمایش**

| نام علف هرز | تراکم ($m^2$) | | وزن خشک ($g\ m^{-2}$) | | تراکم نسبی (%) | | وزن خشک نسبی (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۲۰ † | ۴۵ † | ۲۰ | ۴۵ | ۲۰ | ۴۵ | ۲۰ | ۴۵ |
| خرفه | ۱۶ | ۲۱ | ۷۷ | ۱۲۰ | ۳۵ | ۴۲ | ۵۲ | ۶۱ |
| تاج ریزی | ۱۷/۵ | ۴۰/۷ | ۵۵ | ۶۰ | ۳۸ | ۴۰ | ۳۷ | ۳۰ |
| تاج خروس ریشه قرمز | ۱۱/۷ | ۹ | ۱۴ | ۱۵ | ۲۵ | ۱۷ | ۱۰ | ۸ |

† به‌ترتیب ۲۰ و ۴۵ روز پس از سم‌پاشی

علف‌کش در کنترل آنها شد (جدول ۵ و ۶). با این وجود با کاربرد ۴۰ گرم ماده مؤثره علف‌کش نیکوسولفورون در هکتار، تراکم علف‌های‌هرز خرفه، تاج‌ریزی و تاج‌خروس ریشه قرمز ۲۰ و ۴۵ روز پس از سم‌پاشی به‌ترتیب ۵۱، ۴۵، ۴۵ و ۴۶، ۴۰، ۸۹ درصد نسبت به نیمه شاهد بدون کاربرد علف‌کش کاهش یافت، وزن خشک آنها نیر به‌ترتیب ۶۲، ۵۵، ۵۵ و ۵۷، ۶۳ و ۸۶ درصد کاهش یافت. درحالی‌که با کاربرد ۸۰ گرم ماده مؤثره علف‌کش نیکوسولفورون (مقدار توصیه شده)، وزن خشک خرفه، تاج‌ریزی سیاه، تاج‌خروس ریشه قرمز ۲۰ و ۴۵ روز بعد از سم‌پاشی به‌ترتیب بیش از ۸۹، ۸۸، ۸۸ و ۷۹، ۸۹، ۱۰۰ درصد کاهش بافت (جدول ۵ و ۶). در همین راستا، باغستانی و همکاران (۵) اظهار نمودند که کاربرد علف‌کش مایسترادی (فورام‌سولفورون + یدوسولفورون + ایزوگزادیفن) در ذرت به مقدار ۱/۷۵ لیتر در هکتار توانست وزن خشک علف‌های هرز خرفه، تاج‌خروس ریشه قرمز، تاتوره (*Datura stramonium* L.)، دم‌روباهی سبز (*Setaria viridis (L.) P. Beauv*) را به‌ترتیب ۸۴، ۱۰۰، ۱۰۰ و ۸۲ درصد کاهش داد. باغستانی و همکاران (۶) در مطالعه دیگری نشان دادند که کاربرد ۸۰ گرم ماد مؤثره نیکوسولفورون در هکتار قادر است خرفه، و تاج‌خروس ریشه‌قرمز را به‌ترتیب ۶۸ و ۹۶ درصد کنترل کند. زند و همکاران (۵۸) نیز گزارش نمودند که کاربرد ۶۰ گرم ماده مؤثره نیکوسولفورون توانست وزن خشک تاج‌ریزی سیاه و تاج‌خروس ریشه قرمز را ۹۸ درصد کاهش دهد. داگن و همکاران (۱۳) نشان دادند که کاربرد نیکوسولفورون به مقدار ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار قادر است خرفه را خوبی کنترل کند. در مقابل، بانتینگ و همکاران (۱۱) اشاره کردند که علف‌کش نیکوسولفورون کارایی ضعیفی در کنترل سلمه‌تره و تاج‌خروس دارد. در آزمایشی با کاربرد علف‌کش دی‌متانامید (*Dimethenamid*) به‌مقدار ۱/۱ کیلوگرم در هکتار توانست تراکم و وزن خشک تاج‌خروس ریشه قرمز را لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به‌طور معنی‌داری کاهش دهد (۳). گزارشات مشابه‌ای از موفقیت کاربرد دزهای کاهش یافته علف‌کش‌های مختلف مانند ترالکوکسیدیم (۸) کلودینافوپ (۵۳) مزوتریون (۴۴) آترازین (۵۴) نیکوسولفورون (۶) و علفکش مخلوط یدو + مزوسولفورون (۲۹) وجود دارد.

نتایج حاصل از اثرات اصلی کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس نیز نشان داد که کاربرد ماده افزودنی همراه با علف‌کش نیکوسولفورون، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز مذکور را کاهش و درصد کنترل آنها را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. به‌طوری‌که وزن خشک خرفه، تاج‌ریزی و تاج‌خروس ریشه قرمز با کاربرد هیدرومکس همراه با علف‌کش نیکوسولفورون ۲۰ و ۴۵ روز پس از سم‌پاشی به‌ترتیب ۸۸، ۸۲، ۸۱ و ۷۷، ۸۶، ۱۰۰ درصد کاهش یافت (جدول ۵ و ۶). نالواجا و همکاران (۴۳) نیز گزارش کردند که کاربرد روغن معدنی و روغن‌های گیاهی به‌ویژه روغن‌های متیله شده گیاهی قادر است

**جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تأثیر منابع کودی، مقدار علف‌کش و ماده افزودنی بر تراکم بوته و درصد کنترل تراکم نسبت به شاهد و وزن خشک علف‌های هرز و درصد کنترل وزن خشک نسبت به شاهد در خرفه، تاج‌ریزی و تاج خروس ریشه قرمز ۲۰ روز پس از سم‌پاشی**

| منابع | df | میانگین مربعات | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | خرفه | | | | تاج ریزی | | | | تاج خروس | | | |
| | | تراکم بوته | | وزن خشک بوته | | تراکم بوته | | وزن خشک بوته | | تراکم بوته | | وزن خشک بوته | |
| | | تعداد بوته | درصد کنترل | در مترمربع | درصد کنترل | تعداد بوته | درصد کنترل | در مترمربع | درصد کنترل | تعداد بوته | درصد کنترل | در مترمربع | درصد کنترل |
| R† | ۲ | ۶/۵۸ | ۱۱۰ | ۴۵ | ۵۵ | ۲/۷ | ۱۸۱ | ۴۶ | ۲۵۶ | ۲/۶ | ۱۸۱ | ۴۶ | ۲۵۶ |
| F | ۳ | ۱۸/۹۱ | ۳۵۲ | ۱۹۰ * | ۲۹۱ | ۷/۳ | ۱۶۴ | ۱۲۱* | ۲۵۶ | ۷/۳ | ۱۶۴ | ۱۲۱* | ۲۵۶ |
| H | ۱ | ۱۸۰ ** | ۹۶۲۴** | ۱۰۹۸** | ۸۸۳۴** | ۱۹۶** | ۱۵۵۷۰** | ۲۵۵۰** | ۱۳۱۷۵** | ۱۹۶** | ۱۵۵۷۰** | ۲۵۵۰** | ۱۳۱۷۵** |
| A | ۱ | ۱۳۰ ** | ۴۸۷۲** | ۷۵۵** | ۷۱۲۴** | ۴۶** | ۶۳۲۶** | ۱۳۲۴** | ۵۰۱۳** | ۴۶** | ۶۳۲۶** | ۱۳۲۴** | ۲۰۱۳** |
| F × H | ۳ | ۰/۴۷ | ۴۱ | ۷ | ۱۲۱ | ۱/۹ | ۹/۷ | ۷۳ | ۲۳ | ۱/۹ | ۹/۷ | ۷۳ | ۲۳ |
| F × A | ۳ | ۰/۵۲ | ۲/۳ | ۱۷ | ۴۷ | ۱/۷ | ۳/۸ | ۳۰ | ۱۹ | ۱/۷ | ۳/۸ | ۳۰ | ۱۹ |
| H × A | ۱ | ۵۰ ** | ۷۳۷* | ۴۲۳** | ۴۵۰۵** | ۲/۵ | ۱۸۲۶** | ۸۰۴** | ۱۸۷۴** | ۲/۵ | ۱۸۲۶** | ۸۰۴** | ۱۸۷۴** |
| F × H × A | ۳ | ۰/۰۸ | ۷۴ | ۱۶ | ۳۵ | ۱/۶ | ۸/۹ | ۳۴ | ۸۱ | ۲/۶ | ۹ | ۳۴ | ۸۱ |
| E | ۳۰ | ۶/۹۴ | ۱۸۴ | ۵۷ | ۱۲۳ | ۲/۷ | ۱۳۲ | ۲۹ | ۱۵۳ | ۲/۷ | ۱۳۲ | ۲۹/۹ | ۱۵۳ |

†تکرار (R)، کود (F)، مقدار علف‌کش (H)، ماده افزودنی (A)، خطاء (E)، درجه آزادی (df). *، ** بیانگر معنی‌دار در سطح نیم و یک درصد می‌باشد.

**جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس تأثیر منابع کودی، مقدار علف‌کش و ماده افزودنی بر تراکم بوته و درصد کنترل تراکم نسبت به شاهد، وزن خشک علف‌های هرز و درصد کنترل وزن خشک نسبت به شاهد در خرفه، تاج‌ریزی و تاج خروس ریشه قرمز ۴۵ روز پس از سم‌پاشی**

| منابع | df | میانگین مربعات | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | خرفه | | | | تاج ریزی | | | | تاج خروس | |
| | | تراکم بوته | | وزن خشک بوته | | تراکم بوته | | وزن خشک بوته | | تراکم بوته | وزن خشک بوته |
| | | تعداد بوته | درصد کنترل | در مترمربع | درصد کنترل | تعداد بوته | درصد کنترل | در مترمربع | درصد کنترل | تعداد بوته | در مترمربع | درصد کنترل |
| R† | ۲ | ۲/۵ | ۵۹ | ۲۰۴ | ۱۳۶۳$^{**}$ | ۱۳/۳ | ۳۷۳$^{*}$ | ۳۷ | ۳۱۰$^{*}$ | ۰/۰۸ | ۰/۰۵ | ۶/۵ |
| F | ۳ | ۴۰/۷$^{*}$ | ۷۳۹$^{**}$ | ۵۸۰$^{*}$ | ۴۴۰ | ۱۹$^{*}$ | ۴۱۵$^{*}$ | ۱۹۲$^{**}$ | ۳۷۴$^{**}$ | ۰/۹۵ | ۳ | ۲۸/۷ |
| H | ۱ | ۲۱۶$^{**}$ | ۴۱۳۷$^{**}$ | ۳۸۵۹$^{**}$ | ۶۰۳۹$^{**}$ | ۲۲۱$^{**}$ | ۹۶۳۴$^{**}$ | ۱۷۵۲$^{**}$ | ۸۳۷۸$^{**}$ | ۱۰$^{**}$ | ۴۳$^{**}$ | ۲۷۷۸$^{**}$ |
| A | ۱ | ۱۶۸$^{**}$ | ۴۵۲۰$^{**}$ | ۲۶۰۹$^{**}$ | ۳۳۹۱$^{**}$ | ۱۶۵$^{**}$ | ۴۸۷۹$^{**}$ | ۹۶۶$^{**}$ | ۵۰۵۹$^{**}$ | ۳$^{*}$ | ۴۳$^{**}$ | ۲۷۷۸$^{**}$ |
| F × H | ۳ | ۰/۰۸ | ۱۳/۵ | ۲۷۶ | ۲۴ | ۱/۲ | ۶۹ | ۳۴ | ۷۴ | ۰/۲۸ | ۳ | ۲۹ |
| F × A | ۳ | ۱/۶۴ | ۴۷ | ۲۹۲ | ۹ | ۱/۵ | ۵۳ | ۳۶ | ۷۹ | ۰/۰۶ | ۳ | ۲۹ |
| H × A | ۱ | ۶۵$^{*}$ | ۷۳۷$^{*}$ | ۱۶۴۱$^{*}$ | ۱۸۳۵$^{**}$ | ۳۵$^{*}$ | ۵۴۹$^{*}$ | ۴۳۰$^{**}$ | ۱۷۲۰$^{**}$ | ۲/۱$^{*}$ | ۴۳$^{**}$ | ۲۷۷۸$^{**}$ |
| F × H × A | ۳ | ۱/۱۲ | ۴۴ | ۳۴۸ | ۳/۷ | ۱/۷ | ۱۶ | ۲۵ | ۲۹ | ۰/۰۳ | ۳ | ۲۸ |
| E | ۳۰ | ۱۳/۸ | ۱۲۰ | ۲۳۹ | ۱۶۱ | ۶/۴۱ | ۱۰۷ | ۲۴ | ۶۹ | ۰/۵۰ | ۷/۵ | ۳۵ |

†تکرار (R)، کود (F)، مقدار علف‌کش (H)، ماده افزودنی (A)، خطاء (E)، درجه آزادی (df). *، ** بیانگر معنی‌دار در سطح نیم و یک درصد می‌باشد.

**جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس تأثیر منابع کودی، مقدار علف‌کش و ماده افزودنی بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک**

| منابع | df | میانگین مربعات | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد دانه | | عملکرد بیولوژیک | |
| | | وزن در واحد سطح | درصد نسبت به شاهد | وزن در واحد سطح | درصد نسبت به شاهد |
| | | ۰/۰۲* | ۱۸۴ | ۰/۱۲ | ۳۶ |
| F | ۳ | ۰/۰۸** | ۱۳۴۶* | ۰/۵۶** | ۲۲۹۷** |
| H | ۱ | ۰/۵۲** | ۹۹۴۰** | ۲/۶۳** | ۵۶۱۹** |
| A | ۱ | ۰/۳۷** | ۳۹۶۷** | ۱/۴۴** | ۳۷۷۸** |
| F × H | ۳ | ۰/۰۰۳ | ۳۲ | ۰/۰۲ | ۶۱ |
| F × A | ۳ | ۰/۰۰۲ | ۶۷ | ۰/۰۱ | ۹۵ |
| H × A | ۱ | ۰/۰۸** | ۱۸۸۷* | ۰/۶۲* | ۱۸۵۷* |
| F × H × A | ۳ | ۰/۰۰۱ | ۱۴۱ | ۰/۰۳ | ۵۹ |
| E | ۳۰ | ۰/۲۲۶ | ۴۲۰ | ۰/۱۰ | ۳۹۱ |

†تکرار (R)، کود (F)، مقدار علف‌کش (H)، ماده افزودنی (A)، خطاء (E)، درجه آزادی (df). *، ** بیانگر معنی‌دار در سطح نیم و یک درصد می‌باشد.

**جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل مقدار کاربرد علف‌کش و ماده افزودنی بر علف‌های هرز ۲۰ روز پس از سم‌پاشی**

| تیمار | تاج خروس | | تاج‌ریزی | | خرفه | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | وزن خشک (گرم در بوته) | تراکم (بوته در مترمربع) | وزن خشک (گرم در بوته) | تراکم (بوته در مترمربع) | وزن خشک (گرم در بوته) | تراکم (بوته در مترمربع) |
| ۴۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۲۰$^{a}$ (۵۵†) | ۷$^{a}$ (۴۵) | ۲۱$^{a}$ (۵۵) | ۸$^{a}$ (۴۵) | ۱۸$^{a}$ (۶۲) | ۷$^{a}$ (۵۱) |
| ۸۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۶$^{b}$ (۸۸) | ۳$^{b}$ (۸۱) | ۶$^{b}$(۸۸) | ۴$^{b}$ (۸۱) | ۹$^{b}$(۸۹) | ۳$^{b}$(۸۰) |
| LSD (α= ۰/۰۵) | ۷ (۹) | ۰/۹۶ (۶/۸) | ۳/۲ (۷/۳) | ۰/۹۶ (۶/۸) | ۴/۵ (۶/۶) | ۱/۶ (۸) |
| بدون ماده افزودنی | ۱۸$^{a}$ (۶۱) | ۶$^{a}$ (۵۱) | ۱۹$^{a}$(۶۱) | ۷$^{a}$ (۵۲) | ۱۸$^{a}$ (۶۴) | ۷$^{a}$ (۵۵) |
| با ماده افزودنی | ۸$^{b}$ (۸۱) | ۴$^{b}$ (۷۴) | ۸$^{b}$(۸۲) | ۵$^{b}$(۷۴) | ۱۰$^{b}$ (۸۸) | ۴$^{b}$ (۷۵) |
| LSD (α= ۰/۰۵) | ۳/۲ (۷) | ۰/۹۷ (۶/۸) | ۳/۲ (۷/۳) | ۰/۸۹ (۶/۸) | ۴/۵ (۶/۶) | ۱/۵ (۸) |
| ۴۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۲۹$^{a}$ (۳۸) | ۸$^{a}$(۲۷) | ۳۰$^{a}$ (۳۹) | ۹$^{a}$ (۲۸) | ۲۵$^{a}$ (۴۰) | ۱۰$^{a}$ (۳۷) |
| ۴۰ گرم × افزودنی | ۱۱$^{b}$(۷۱) | ۶$^{b}$(۶۲) | ۱۱$^{b}$ (۷۱) | ۶$^{b}$ (۶۳) | ۱۲$^{b}$ (۸۴) | ۵$^{b}$ (۶۵) |
| ۸۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۷$^{bc}$(۸۴) | ۴$^{b}$ (۷۵) | ۷$^{bc}$ (۸۴) | ۴$^{c}$ (۷۶) | ۱۰$^{b}$ (۸۷) | ۴ $^{b}$ (۷۳) |
| ۸۰ گرم × افزودنی | ۴$^{c}$(۹۲) | ۲$^{d}$(۸۶) | ۵$^{c}$ (۹۲) | ۳$^{d}$ (۸۷) | ۸$^{b}$ (۹۲) | ۳$^{b}$ (۸۶) |
| LSD (α= ۰/۰۵) | ۴/۵۶ (۱۰/۳۱) | ۱/۳۷ (۹/۵۶) | ۴/۶ (۱۰/۳) | ۱/۴ (۹/۶) | ۶/۳ (۹/۲) | ۲/۲ (۱۱/۳) |

حروف مشابه در داخل هر منبع تغییر بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) می‌باشد. گرم ماده مؤثره در هکتار (g a.i ha$^{-1}$)، † (اعداد داخل پرانتز نشان دهنده درصد کاهش نسبت به نیمه بدون علف‌کش).

فعالیت علف‌کش‌های سولفونیل اوره‌ها را افزایش دهند. حاج محمدنیا و همکاران (۲۰) بیان نمودند که کاربرد ادجوانت کنتاکت (سورفاکتانت غیر یونی)، رنول (روغن گیاهی) با نیکوسولفورون توانست کارایی علف‌کش در کنترل سوروف (*Echinochloa crus- galli (L.) P.Beauv.*) و گاو پنبه (*Abutilon theophrasti Mediucus*) به‌طور معنی‌دار افزایش دهد. در تحقیقات دیگری مشاهده شد که با کاربرد ادجوانت (سورفاکتانت آنیونی FA) کارایی علف‌کش یودوسولفورون در کنترل چچم (*Lolium prenne* L.) افزایش می‌یابد (۳۴).

نتایج به‌دست آمده از اثرات متقابل کاربرد مقدار کاربرد علف‌کش و ماده افزودنی بیانگر از آن است که کاربرد هیدرومکس با مقدار کاهش یافته علف‌کش (۵۰ درصد مقدار توصیه شده) می‌تواند تراکم و زیست توده علف‌های هرز مذکور را به‌طور معنی‌دار کاهش و کارایی کنترل آنها را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. به‌طوری‌که تیمار کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس با ۵۰ درصد مقدار توصیه شده علف‌کش نیکوسولفورون (۴۰ گرم ماده مؤثره)، توانست تراکم علف‌های هرز خرفه، تاج‌ریزی و تاج‌خروس ریشه قرمز را ۲۰ و ۴۵ روز پس از سم‌پاشی به‌ترتیب با ۵، ۶، ۲ و ۸/۷، ۸/۳، ۰/۵۸ بوته در مترمربع را ۶۵، ۶۳، ۶۲ و ۵۹، ۵۵، ۹۴ درصد نسبت به نیمه شاهد بدون کاربرد علف‌کش کاهش دهد. همچنین با کاربرد این تیمار وزن خشک علف‌های‌هرز مذکور به‌ترتیب ۱۲، ۱۱، ۱۱ و ۲۹، ۱۱ و صفر گرم در مترمربع را ۸۴، ۷۱، ۸۶ و ۷۱، ۷۹ و ۱۰۰ درصد نسبت به نیمه شاهد بدون کاربرد علف‌کش کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که بین تیمار کاربرد ۴۰ گرم ماده مؤثره علف‌کش نیکوسولفورن به‌همراه ماده افزودنی هیدرومکس با تیمار ۱۰۰ درصد کاربرد علف‌کش (۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) بدون ماده افزودنی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما با تیمار کاهش یافته علف‌کش (۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) بدون ماده افزودنی اختلاف معنی‌دار($p \leq 0.05$) است. (جدول ۵ و ۶). کوچاراسکی و سادوویسکی (۳۳) در آزمایشی بیان کردند که کاربرد مقدار کاهش یافته علف‌کش‌های فن‌مدیفام، دس‌مدیفام و اتوفمسات (۲۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) با ماده افزودنی آتپلوس (Atplus 60 EC) (روغن پارافین)، آدپروس (Adpros 85 SL) (اسید چرب تصفیه شده) و ترند (Trend 90 EC) (سورفاکتانت) قادر است کارایی علفکش‌ها در کنترل علف‌های هرز چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)، به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. در گزارش دیگری کوچارسکی (۳۲) عنوان کرد که کاربرد مقدار کاهش یافته علف‌کش‌های فن‌مدیفام، دس‌مدیفام و اتوفومیسیت با افزودنی‌ها مواد افزودنی المیکس (Olemix 84 EC) (روغن معدنی)، آکتیروب (Actirob 842 EC) (روغن گیاهی) و بریک‌ترو (Break Thru S-240) (سورفاکتانت) کارایی آنها را افزایش داد. مهدی‌زاده و همکاران (۳۷) اظهار کردند که کاربرد مواد افزودنی روغن کلزا، روغن کرچک و سیتوگیت با مقادیر کاهش یافته علف‌کش توتال (متسولفورون متیل + سولفوسولفورون) باعث افزایش کنترل فالاریس (*Phalaris minor* L.) گردید. کارگر و همکاران (۲۸) نیز گزارش کردند که کارایی مقادیر کاهش یافته علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل علف هرز فالاریس با استفاده از مویان سیتوگیت و روغن کرچک افزایش می‌یابد. در آزمایشی فرخنده و همکاران (۱۶) نیز مشاهده شد که کارایی علف‌کش مت‌سولفورون‌متیل + سولفوسولفورون (توتال) در کنترل یولاف وحشی با کاربرد سیتوگیت، فریگیت، دی اکتیل، ولک، پروپل و آدیگور افزایش یافت، نامبردگان اظهار نمودند که بیشترین و کمترین کارایی علف‌کش به‌ترتیب از کاربرد آدیگور و فریگیت بود. در بررسی حمامی و همکاران (۲۲) نیز اظهار شده که افزودن آدیگور (افزودنی پینوکسادن) به علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ‌آرمتیل‌استر و ایمازتاپیر به‌ترتیب موجب بهبود قابل توجهی در کنترل علف‌های هرز قیاق و گاو پنبه گردید. حمامی (۲۱) در گزارش دیگری اظهار نمود که کاربرد مواد افزودنی آدیگور و پروپل (افزودنی علف‌کش ترالکوکسیدیم) با علف‌کش‌های کلودینافوپ، هالوکسی‌فوپ‌پی و دایفنزوکوات متیل سولفات کارایی این علف‌کش‌ها در کنترل یولاف وحشی افزایش

**جدول ۶. مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل مقدار کاربرد علف‌کش و ماده افزودنی بر علف‌های هرز ۴۵ روز پس از سم‌پاشی**

| تیمار | تاج خروس | | تاج‌ریزی | | خرفه | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | وزن خشک (گرم در بوته) | تراکم (بوته در مترمربع) | وزن خشک (گرم در بوته) | تراکم (بوته در مترمربع) | وزن خشک (گرم در بوته) | تراکم (بوته در مترمربع) |
| ۴۰ گرم ($g\ a.i\ ha^{-1}$) | ۱/۹$^{a}$ (۸۶)† | ۱$^{a}$(۸۹) | ۱۹$^{a}$ (۶۳) | ۱۱$^{a}$ (۴۰) | ۴۲$^{a}$ (۵۷) | ۱۱$^{a}$ (۴۶) |
| ۸۰ گرم ($g\ a.i\ ha^{-1}$) | ۰$^{b}$ (۱۰۰) | ۰/۱۲$^{b}$(۹۹) | ۶/۳$^{b}$ (۸۹) | ۶/۷ $^{b}$(۶۹) | ۲۴$^{b}$ (۷۹) | ۷/۵ $^{b}$(۶۴) |
| LSD (α= ۰/۰۵) | ۰/۶۷ (۳/۵) | ۰/۴۲ (۴/۸) | ۲/۹ (۴/۱۸) | ۱/۵ (۶/۲) | ۹/۱۳ (۷/۵۱) | ۲/۲ (۶/۵) |
| بدون ماده افزودنی | ۱/۸ $^{b}$(۸۶) | ۰/۸۴$^{b}$ (۹۰) | ۱۴/۴$^{a}$ (۶۶) | ۱۰/۷ $^{a}$ (۴۴) | ۴۰$^{a}$ (۵۹) | ۱۱/۵$^{a}$ (۴۵) |
| با ماده افزودنی | ۰$^{a}$(۱۰۰) | ۰/۳۴$^{a}$(۹۷) | ۷/۹$^{b}$ (۸۶) | ۷$^{b}$ (۶۵) | ۲۵$^{b}$ (۷۷) | ۷/۸$^{a}$ (۶۴) |
| LSD (α= ۰/۰۵) | ۰/۶۷ (۳/۵) | ۰/۴۱ (۴/۸۴) | ۲/۹ (۴/۱۸) | ۱/۵ (۶/۲) | ۹ (۷/۵۱) | ۲/۲ (۶/۵) |
| ۴۰ گرم ($g\ a.i\ ha^{-1}$) | ۳/۸$^{a}$(۷۰) | ۱/۵$^{a}$ (۸۱) | ۲۷$^{a}$ (۴۶) | ۱۳/۷$^{a}$ (۲۷) | ۵۵$^{a}$ (۴۲) | ۱۴/۸$^{a}$ (۳۲) |
| ۴۰ گرم × افزودنی | ۰$^{b}$ (۱۰۰) | ۰/۵۸$^{b}$ (۹۴) | ۱۱$^{b}$ (۷۹) | ۸/۳$^{b}$ (۵۵) | ۲۹$^{b}$ (۷۱) | ۸/۷$^{b}$ (۵۹) |
| ۸۰ گرم ($g\ a.i\ ha^{-1}$) | ۰$^{b}$(۱۰۰) | ۰/۱۷$^{b}$ (۹۸) | ۷/۸ $^{bc}$(۸۵) | ۷/۷$^{c}$ (۶۲) | ۲۵$^{b}$ (۷۷) | ۸/۲$^{b}$ (۵۹) |
| ۸۰ گرم × افزودنی | ۰$^{b}$ (۱۰۰) | ۰/۰۸$^{b}$ (۹۹) | ۴/۸ $^{c}$(۹۳) | ۵/۷$^{d}$ (۷۶) | ۲۲$^{b}$ (۸۲) | ۶/۸ $^{b}$(۷۰) |
| LSD (α= ۰/۰۵) | ۰/۹۵ (۴/۹) | ۰/۵۸ (۶/۸۵) | ۴/۲ (۵/۹) | ۰/۵۹ (۶/۸) | ۱۲/۹ (۱۰/۶) | ۳/۰۹ (۹/۱۳) |

حروف مشابه در داخل هر منبع تغییر بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) می‌باشد. گرم ماده مؤثره در هکتار ($g\ a.i\ ha^{-1}$)، † (اعداد داخل پرانتز نشان دهنده درصد کاهش نسبت به نیمه بدون علف‌کش).

می‌دهد. در آزمایشی دیگری مشاهده شد که کاربرد ماده افزودنی سیتوگیت با علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون قادر است تراکم جودره را ۸۰ درصد کاهش دهد (۱۵). غفوری و همکاران (۱۷)نیز اظهار نمودند که کاربرد ماده افزودنی ستوگیت، گیاه گیت و دی‌اکتیل قادر است با بهبود کارایی علف‌کش نیکوسولفورون، مصرف آن را تا ۲۰ درصد کاهش دهد.

نتایج حاصل از اثرات اصلی کاربرد مقدار علف‌کش بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بیانگر آن است که با کاربرد مقادیر کاهش یافته علف‌کش نیکوسولفورون (۴۰ گرم مؤثره در هکتار) این صفات به‌طور معنی دار کاهش یافت، به‌طوری‌که با کاربرد ۵۰ در مقدار توصیه شده علف‌کش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب با ۰/۶۹ و ۱/۵۵ کیلو گرم در مترمربع بود، با این وجود مقدار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت نسبت به نیمه شاهد بدون کابرد علف‌کش به‌ترتیب ۲۹ و ۳۷ درصدی افزایش داشت. از سوی دیگر، کاربرد مقدار توصیه شد علف‌کش نیکوسولفورون (۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) توانست عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت به‌طور معنی‌دار (به‌ترتیب ۵۸ و ۵۸ درصد) افزایش دهد (جدول ۷). براساس نتایج مطالعات قبل با کاربرد علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و آترازین + آلاکلر (۵۹) و نیکوسولفورون (۳۶) می‌توان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت افزایش داد (۳۶ و ۵۹). از سوی دیگر، نتایج به‌دست آمده از اثرات اصلی ماده افزودنی بر عملکرد دانه نیز بیانگر آن است که کاربرد هیدرومکس با علف‌کش نیز قادر است عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت (نسبت به نیمه شاهد بدون کاربرد علف‌کش) را به‌ترتیب ۵۳ و ۵۶ درصد افزایش دهد. همچنین نتایج حاصل از کنش متقابل کاربرد مقدار علف‌کش و ماده افزودنی در صفات مذکور نیز نشان داد با کاربرد مقادیر کاهش یافته علف‌کش نیکوسولفورون و ماده افزودنی، عملکرد دانه و

**جدول ۷. مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد کود آلی، مقدار کاربرد علف‌کش و ماده افزودنی برعملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت**

| تیمار | عملکرد بیولوژیک | | عملکرد دانه | |
|---|---|---|---|---|
| | درصد تغییرات نسبت به شاهد | (کیلوگرم در مترمربع) | درصد تغییرات نسبت به شاهد | (کیلوگرم در مترمربع) |
| کود گاوی | ۱۵۹$^{a}$ | ۲/۰۳$^{a}$ | ۱۵۵$^{a}$ | ۰/۸۸$^{a}$ |
| ورمی‌کمپوست | ۱۵۴$^{a}$ | ۱/۸۶$^{ab}$ | ۱۴۹$^{a}$ | ۰/۸۲$^{ab}$ |
| میکوریزا | ۱۴۷$^{a}$ | ۱/۷۱ $^{bc}$ | ۱۴۴$^{ab}$ | ۰/۷۷$^{b}$ |
| شاهد بدون کود | ۱۲۷$^{b}$ | ۱/۵۲$^{c}$ | ۱۳۱$^{b}$ | ۰/۶۹$^{d}$ |
| LSD (α= ۰/۰۵) | ۱۶/۴۸ | ۰/۲۶ | ۱۷/۱۰ | ۰/۰۶۶ |
| ۴۰ گرم ($g\ a.i\ ha^{-1}$) | ۱۳۷$^{b}$ | ۱/۵۵ $^{b}$ | ۱۲۹$^{b}$ | ۰/۶۹$^{b}$ |
| ۸۰ گرم ($g\ a.i\ ha^{-1}$) | ۱۵۸$^{a}$ | ۲/۰۲$^{a}$ | ۱۵۸$^{a}$ | ۰/۸۴$^{a}$ |
| LSD (α= ۰/۰۵) | ۱۱/۶۶ | ۰/۱۸ | ۱۲/۰۹ | ۰/۰۴۶ |
| بدون ماده افزودنی | ۱۳۸$^{b}$ | ۱/۶۱$^{b}$ | ۱۳۴$^{b}$ | ۰/۷۰$^{b}$ |
| با ماده افزودنی | ۱۵۶$^{a}$ | ۱/۹۵$^{a}$ | ۱۵۳$^{a}$ | ۰/۸۸$^{a}$ |
| LSD (α= ۰/۰۵) | ۱۱/۶۶ | ۰/۱۸ | ۱۲/۰۹ | ۰/۰۴۶ |

حروف مشابه در داخل هر منبع تغییر بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) می‌باشد. گرم ماده مؤثره در هکتار ($g\ a.i\ ha^{-1}$).

بیولوژیک ذرت به‌طور معنی‌دار افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که با کاربرد ۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در حضور هیدرومکس، عملکرد دانه و بیولوژیک گیاه زراعی به‌ترتیب ۴۴ و ۵۱ درصد (نسبت به نیمه شاهد) افزایش داشت و با تیمارهای کاربرد مقدار توصیه شده علف‌کش با و بدون ماده افزودنی اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۸). این نتیجه بیانگر آن است که کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس سبب بهبود کارایی علف‌کش نیکوسولفورون می‌گردد. سایر مطالعات نیز نشان می‌دهند که مواد افزودنی قادر است با افزایش کارایی علف‌کش در کنترل علف‌های هرز، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گیاه زراعی را افزایش دهند (۱۱ و ۴۸). نتایج گزارشات متعددی حاکی از آن است که کاربرد مواد افزودنی سبب افزایش کارایی علف‌کش‌های نیکوسولفورون (۲۰)، یودوسولفورون (۳۴)، فن‌مدیفام، دس‌مدیفام و اتوفمسات (۳۲)، توتال (متسولفورون‌متیل + سولفوسولفورون) (۱۷ و ۳۷)، کلودینافوپ پروپارژیل (۲۸)، هالوکسی‌فوپ‌آر متیل استر و ایمازتاپیر (۲۲) می‌گردید.

اثرات اصلی کاربرد کودهای آلی بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت نیز بیانگر آن است که کاربرد کودهای آلی نیز اثر معنی‌دار بر این صفات دارد. به‌طوری‌که کاربرد کودهای آلی (گاوی، ورمی‌کمپوست) و زیستی میکوریزا سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت شدند. بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت از کاربرد کودهای گاوی به‌دست آمد، به طوری که با کاربرد کود گاوی، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت (نسبت به نیمه شاهد بدون کاربرد علف‌کش) به ترتیب ۵۵ و ۵۹ درصد افزایش یافت (جدول ۷). به نظر می‌رسد کودهای آلی و زیستی با تامین عناصر غذایی گیاه زراعی می توانند در افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نقش مهمی داشته باشند. آهنگرانی و همکاران (۱) اظهار نمود که با بهینه‌سازی کاربرد کود نیتروژن

**جدول ۸. مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد مقدار علف‌کش، ماده افزودنی و کودهای آلی، بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت**

| تیمار | عملکرد بیولوژیک | | عملکرد دانه | |
|---|---|---|---|---|
| | درصد تغییرات نسبت به شاهد | (کیلوگرم در مترمربع) | درصد تغییرات نسبت به شاهد | (کیلوگرم در مترمربع) |
| ۴۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۱۲۱$^{b}$ | ۱/۲۵$^{b}$ | ۱۱۴$^{b}$ | ۰/۵۶$^{c}$ |
| ۴۰ گرم × افزودنی | ۱۵۱$^{a}$ | ۱/۸۳$^{a}$ | ۱۴۴$^{a}$ | ۰/۸۲$^{b}$ |
| ۸۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۱۵۵$^{a}$ | ۱/۹۴$^{a}$ | ۱۵۵$^{a}$ | ۰/۸۵$^{b}$ |
| ۸۰ گرم × افزودنی | ۱۶۰$^{a}$ | ۲/۰۷$^{a}$ | ۱۶۱$^{a}$ | ۰/۹۴$^{a}$ |
| LSD (α= ۰/۰۵) | ۱۶/۴۹ | ۰/۲۶ | ۱۷/۱۰ | ۰/۰۶۵ |
| گاوی × ۴۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۱۲۶$^{e-g}$ | ۱/۵۷$^{c-f}$ | ۱۲۱$^{d-e}$ | ۰/۶۰$^{g}$ |
| گاوی × ۴۰ گرم × افزودنی | ۱۶۶$^{ab}$ | ۱/۱۱$^{ab}$ | ۱۶۲$^{a}$ | ۰/۹۲$^{a-d}$ |
| گاوی × ۸۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۱۶۸$^{ab}$ | ۲/۱۶$^{ab}$ | ۱۶۴$^{a}$ | ۰/۹۴$^{a-c}$ |
| گاوی × ۸۰ گرم × افزودنی | ۱۷۳$^{a}$ | ۲/۲۶$^{a}$ | ۱۷۲$^{a}$ | ۱/۰۵$^{a}$ |
| ورمی‌کمپوست × ۴۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۱۲۵$^{gh}$ | ۱/۲۷$^{ef}$ | ۱۱۸$^{d-e}$ | ۰/۶۰$^{g}$ |
| ورمی‌کمپوست × ۴۰ گرم × افزودنی | ۱۶۰$^{a-d}$ | ۱/۹۳$^{a-d}$ | ۱۵۳$^{a-c}$ | ۰/۸۶$^{b-e}$ |
| ورمی‌کمپوست × ۸۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۱۶۳$^{a-c}$ | ۲/۰۷$^{a-c}$ | ۱۶۱$^{a}$ | ۰/۸۷$^{b-e}$ |
| ورمی‌کمپوست × ۸۰ گرم × افزودنی | ۱۷۰$^{a}$ | ۲/۱۸$^{ab}$ | ۱۶۲$^{a}$ | ۰/۹۸$^{ab}$ |
| میکوریزا × ۴۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۱۲۲$^{gh}$ | ۱۱۱$^{f}$ | ۱۰۹$^{e}$ | ۰/۵۸$^{g}$ |
| میکوریزا × ۴۰ گرم × افزودنی | ۱۵۰$^{a-e}$ | ۱/۸$^{a-d}$ | ۱۴۰$^{d-f}$ | ۰/۷۹$^{ef}$ |
| میکوریزا × ۸۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۱۵۷$^{a-e}$ | ۱/۹۰$^{a-d}$ | ۱۵۶$^{ab}$ | ۰/۸۰$^{d-f}$ |
| میکوریزا × ۸۰ گرم × افزودنی | ۱۶۱$^{a-d}$ | ۱/۹۷$^{a-c}$ | ۱۵۸$^{a}$ | ۰/۸۹$^{b-e}$ |
| شاهد × ۴۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۱۱۱$^{h}$ | ۱/۰۸$^{f}$ | ۱۰۷$^{e}$ | ۰/۴۴$^{h}$ |
| شاهد × ۴۰ گرم × افزودنی | ۱۲۹$^{d-g}$ | ۱/۴۳$^{d-f}$ | ۱۲۳$^{b-e}$ | ۰/۷۰$^{fg}$ |
| شاهد × ۸۰ گرم (g a.i ha$^{-1}$) | ۱۳۳$^{c-g}$ | ۱/۶۸$^{b-e}$ | ۱۴۰$^{a-e}$ | ۰/۷۷$^{e-f}$ |
| شاهد × ۸۰ گرم × افزودنی | ۱۳۷$^{b-g}$ | ۱/۸۷$^{a-d}$ | ۱۵۲$^{a-d}$ | ۰/۸۴$^{c-e}$ |
| LSD (α= ۰/۰۵) | ۳۲/۹۷ | ۰/۵۲ | ۳۴/۲ | ۰/۱۳ |

حروف مشابه در داخل هر منبع تغییر بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) می‌باشد. گرم ماده مؤثره در هکتار (g a.i ha$^{-1}$).

می‌تواند عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت را به‌طور مطلوبی افزایش داد. با این وجود، بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از کاربرد مقدار توصیه شده علف‌کش (۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) در حضور ماده افزودنی هیدرومکس و کود گاوی به‌دست آمد. به‌طوری‌که این تیمار توانست عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را ۷۲ و ۷۳ درصد افزایش

داد، همچنین نتایج نشان داد که این تیمار با تیمارهای کاربرد ۴۰ گرم علف‌کش در حضور ماده افزودنی و کودهای گاوی و ورمی‌کمپوست در یک گروه آماری قرار دارند. در مقابل، کمترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از تیمار کاربرد مقدار کاهش یافته علف‌کش در غیاب ماده افزودنی هیدرومکس و کودهای به‌دست آمد. با این وجود با کاربرد این تیمار (۴۰ گرم ماده مؤثره تنها) عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (نسبت به نیمه شاهد بدون کاربرد علف‌کش) را ۷ و ۱۱ درصد افزایش داد (جدول ۸). این نتایج مؤید این مطلب است، با کاربرد مقادیر کاهش یافته علف‌کش نیکوسولفورون و ماده افزودنی هیدرومکس می‌تواند علاوه بر کنترل مطلوب علف‌های‌هرز به عملکرد قابل قبولی دست یافت. از سوی دیگر کودهای آلی با تأمین نیاز غذایی گیاه زراعی و افزایش حاصلخیزی خاک، سبب بهبود توان رقابت گیاه زراعی می‌شود و عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. در همین راستا، آهنگرانی و همکاران (۱) اظهار نمود که با بهینه‌سازی کاربرد کود نیتروژن و مقدار کاهش یافته علف‌کش فورام‌سولفورون می‌توان عملکرد ذرت را به‌طور مطلوبی افزایش داد، نامبردگان بیان کردند که کاربرد ۲۳۰ کیلو گرم نیتروژن با ۷۵ درصد مقدار توصیه علف‌کش (۳۳۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) قادر است ضمن کنترل مطلوب علف‌های هرز ذرت عملکرد دانه را به‌طور معنی‌دار افزایش یابد. آزاد و همکاران (۴) نیز اظهار داشتند که با افزایش نیتروژن خاک کارایی علفکش گلیفوسیت در کنترل تاج‌خروس ریشه قرمز و سلمه‌تره افزایش می‌یابد و ED50 گلیفوسیت برای کنترل این دو علف هرز به‌طور معنی‌دار کاهش می‌یابد. همچنین افزایش کارایی علفکش‌های گلیفوسیت (۴، ۱۲ و ۱۹) و گلیفوسینات (۵۲)در کنترل علف هرز گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* L.) (۱۲ و ۵۲) و سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) (۱۹)، با استفاده از منابع کودی گزارش شده است. میتیلا و همکاران (۳۹) بیان کردند که با کاهش مقدار نیتروژن در خاک کارایی گلیفوسیت در کنترل سلمه‌تره کاهش می‌یابد، علت آن را کاهش انتقال گلیفوسیت در گیاه گزارش نمود، نامبردگان اظهار داشتند که نیتروژن پایین خاک باعث کاهش تثبیت کربن در گیاهان شده و در نتیجه کاهش انتقال قند و علف‌کش را به‌دنبال دارد.

## نتیجه‌گیری

براساس نتایج آزمایش، با کاربرد مواد افزودنی هیدرومکس می‌توان مصرف علف‌کش نیکوسولفورون بدون اینکه نقصانی در کارایی کنترل علف های هرز ایجاد شود تا ۵۰ درصد کاهش داد، این مطلب از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی حائز اهمیت است (۲۵)، همچنین به‌نظر می‌رسد که کودهای آلی به‌ویژه کود گاوی با تأمین نیاز غذایی و افزایش حاصلخیزی خاک قادر است توان رقابت گیاه زارعی را افزایش دهد (۱۴) و حساسیت علف‌های هرز خرفه، تاج‌ریزی و تاج‌خروس ریشه قرمز به نیکوسولفورون بیشتر کند (۳۹). بنابراین افزایش کارایی علف‌کش‌ها با استفاده از ماده افزودنی هیدروکس توأم و بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک با استفاده از کودهای آلی می‌تواند راه‌کار مناسب برای دست‌یابی به عملکرد مطلوب در مدیریت پایدار علف‌های هرز باشد.

## منابع مورد استفاده


1. Ahangarani, F. F., A. Ghanbari, M. Rastgoo and E. Izadi Darbandi. 2014. Effect of reduced doses of foramsulfuron (Equip) and different nitrogen rates on weed control in corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Protection* 27: 502-508. (In Farsi)
2. Aliverdi, A., M. H. Rashed-Mohassel, E. Zand and M. Nassiri-Mahallati. 2009. Increased foliar activity of clodinafop propargyl and or tribenuron-methyl by surfactants and their synergistic action on wild oat (*Avena ludoviciana*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Weed Biology and Management* 9: 292-299.
3. Amador-Ramirez, M. D., R. G. Wilson and A. R. Martin. 2001. Weed control and dry bean (*Phaseolus vulgaris*) response to in-row cultivation, rotary hoeing, and herbicides. *Weed Technology* 15: 429–436. (In Farsi)

4. Azad, M., E. Izadi Darbandi, M. H. Rashed Mohassel and M. Nassiri Mahallati. 2014. Investigation the possibility of glyphosyte efficacy improvement in weeds control at hard water using soil fertility management. *Journal of Plant Protection* 28 (1): 106-114. (In Farsi)
5. Baghestani, M. A., E. Mamnoie, F. Ghezeli, E. Zand and F. Lotfi Mavi. 2014. Evaluating the efficacy of MaisTer 3.1% OD (foramsulfuron + iodosulfuron + isoxadifen-ethyl) in the control of different weeds in corn fields of Karaj, Jiroft and Fars regions. *Journal of Plant Protection* 28: 313-324. (In Farsi)
6. Baghestani, M. A., E. Zand, S. Soufizadeh, A. Eskandari, R. Pourazar, M. Veysi and N. Nassirrzadeh. 2007. Efficacy evaluation of some dual purpose herbicide to control weeds in maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection.* 26:936-942.
7. Baitilwake, M. A., S. D. Bolle, J. Salomez, J. P. Mrema and S. D. Neve. 2011. Effects of manure nitrogen on vegetables yield and nitrogen efficiency in Tanzania. *International Journal of Agronomy and Plant Production* 5: 417-430.
8. Belles, D. S., D. C. Thill and B. Shafii. 2000. PP-604 rate and *Avena fatua* density effects on seed production and viability in *Hordeum vulgare*. *Weed Science* 48:378-384.
9. Blackshaw, R. E., L. J. Molnar and F. J. Larney. 2005. Fertilizer, manure and compost effects on weed growth and competition in western Canada. *Crop Protection* 24: 971-980.
10. Bunting, J., C. L. Sprague and D. E. Riechers. 2005. Incorporating Foramsulfuron into annual weed control systems for corn. *Weed Technology* 19: 160– 167.
11. Bunting, J. A., C. L. Sprague and D. E. Riechers. 2004. Proper adjuvant selection for foramsulfuron activity. *Crop Protection* 23: 361–366.
12. Cathcart, R. J., K. Chandler and C. J. Swanton. 2004. Fertilizer nitrogen rate and the response of weeds to herbicides. *Weed Science* 52:291–296.
13. Dogan, M. N., O. Boz and A. Unay. 2005. Efficacies of reduced herbicide rates for weed control in maize (*Zea mays* L.) during critical period. *Journal of Agronomy* 4: 44-48.
14. Efthimiadou, A., R. J. Froud-Williams, I. Eleftherohorinos, A. Karkanis and D. J. Bilalis. 2012. Effects of organic and inorganic amendments on weed management in sweet maize. *International Journal of Plant Production* 6: 291-307.
15. Eghrari Gharahlar, S., M. A. Baghestani and D. Habibi. 2013. Investigating the effects of adjuvants on increasing efficacy of two herbicides met-sulfuronmetyle + sulfosulfuron (Total) and sulfosulfuron (Apyros) on wild barley (Hordeum spontaneum). In: Proceedings of the 5th Iranian Weed Science Congress. Weeds and Herbicide Management, Karaj, Iran. 24-26 August 2013. Volume 3, pp. 1003-1009. (In Farsi).
16. Farkhondeh, S., L. Alimoradi, K. Kelarestaghi and M. Bazubandi. 2013. Optimization of the efficiency of metsulfuron methyl + sulfosulfuron (Total®) on controlling wild oat *(Avena ludoviciana* L.*)* with adjuvants. In: Proceedings of the 5th Iranian Weed Science Congress. Weeds and Herbicide Management, Karaj, Iran. 24-26 August 2013. Volume 1, pp. 700-704. (In Farsi).
17. Ghafouri, A. R., M. A. Baghestani and E. Znand. 2013. Effects of adjuvants on nicosulforun efficacy in corn. In: Proceedings of the 5th Iranian Weed Science Congress. Weeds and Herbicide Management, Karaj, Iran. 24-26 August 2013. Volume 1, pp. 900-903. (In Farsi).
18. Ghanizadeh, H., S. Lorzadeh and N. Aryannia. 2011. Evaluating weeds competitive ability in a corn field in southern west of Iran. *Asian Journal of Crop Science* 3: 179-187.
19. Gonzales, T. F., H. Cruz-hipolito, F. Bastlida, N. Mullerder, R. J. Smeda and R. D. Prado. 2010. Differential susceptibility to glyphosate among conyza weed species, in Spain. *Journal of Agriculture Food Chemistry* 58: 4361-4366.
20. Hajmohammadnia-Ghalibaf, K., S. Mathiassen, P. Kudsk and S. A. Hosseini. 2013. Effective of adjuvants on nicosulfuron performance in presence of ions in the spray solution. In: Proceedings of the 5th Iranian Weed Science Congress, Karaj, Iran. 24- 26 August 2013. Volume 1, pp. 608-611 (In Farsi)
21. Hammami, H., A. Aliverdi and M. Parsa. 2014. Effectiveness of clodinafop-propargyl, haloxy fop-p-methyl and difenzoquat-methyl-sulfate plus adigor® and propel™ adjuvants in controlling *Avena ludoviciana* Durieu. *Journal Agriculture Science and Technology* 16: 291-299. (In Farsi)
22. Hammami, H., A. Aliverdi and M. Parsa. 2013. Performance of Adigor adjuvant on haloxyfop-R-methyl ester and imazethapyr efficiency in controlling Johnson grass and velvetleaf. In: Proceedings of the 5th Iranian Weed Science Congress. Weeds and Herbicide Management, Karaj, Iran. 24-26 August 2013. Volume 1, pp. 724-727. (In Farsi).
23. Hormati, H., B. Mirshekari and A. Bybordi. 2015. Effect of MaisTer and Altima herbicides application beside different sources of nitrogen on weed populations of two maize cultivars. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences* 5: 187-195.
24. Izadi-Darbandi, E., A. Aliverdi and H. Hammami. 2013. Behavior of vegetable oils in relation to their influence on herbicides effectiveness. *Industrial Crops and Products* 44: 712– 717.

25. Izadi-Darbandi, E. and A. Aliverdi. 2015. Optimizing sulfosulfuron and sulfosulfuron plus Metsulfuronmethyl activity when tank-mixed with vegetable oil to control wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch.). *Journal of Agriculture Science and Technology* 17: 1769-1780. (In Farsi).
26. James, T. K., A. Rahaman and J. Mellsop. 2000. Weed competition in maize crop under different timings for weed control. *New Zealand Plant Protection* 53: 269-272.
27. Kanissery, R. G. and G. K. Sims. 2011. Biostimulation for the enhanced degradation of herbicides in soil. *Applied and Environmental Soil Science*, Article ID 843450, 10 pages, DOI:10.1155/2011/843450. Available online at: http://dx.doi.org/10.1155/2011/843450. Accessed: 28 Jun 2011.
28. Kargar, M., M. H. Rashed Mohassel, M. Nezami and E. Izedi Darbandi. 2012. Optimizing the performance of clodinafop-propargil by citogate surfactant and castor oil on control little seed canary grass (*Phalaris minor* Retz.). In: Proceedings of the 4th Iranian Weed Science Congress. Weeds and Herbicide Management, Ahvaz, Iran. 6-9 February 2012. Volume 1, pp. 826- 829. (In Farsi).
29. Khaliq, A., A. Matloob, A. Tanveer, A. Areeb, F. Aslam and N. Abbas. 2011. Reduced doses of a sulfonylurea herbicide for weed management in wheat fields of Punjab, Pakistan. *Chilean Journal of Agricultural Research* 71: 424-429.
30. Kim, D. S., E. J. P. Marshall, J. C. Caseley and P. Brain. 2006. Modelling interactions between herbicide and nitrogen fertilizer in terms of weed response. *Weed Research* 46: 480–491.
31. Kucharski, M. 2003. Influence of herbicide and adjuvant application on residues in soil and plant of sugar beet. *Journal of Plant Protection Research* 43: 225–232.
32. Kucharski, M. 2007. Impact of adjuvants on: phenmedipham, desmedipham and ethofumesate residues in soil and plant. *Pestycydy* 3-4: 53-59.
33. Kucharski, M. and J. Sadowski. 2006. Effect of adjuvants on herbicide residues level in soil and plant. *Journal of Plant Diseases and Protect* 20: 971-975
34. Kudsk, P. and S. K. Mathiassen. 2007. Analysis of effects and their interactions with variable application parameters. *Crop Protection* 26:328-334.
35. Latif Bayai, M., M. Nasiri Mahalati, P. Rezvani Moghdam and M. H. Rashed Mohasel. 2009. Effects of plant density and reduced rates of herbicides 2, 4-D + MCPA on controlling redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) in maize (Zea mays L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 7: 11-22. (In Farsi)
36. Mamnoie, E. and M. A. Baghestsni. 2015. Investigating the efficacy of some new herbicides on corn weeds in Jiroft region. *Journal of Plant Protection* 28: 508-516. (In Farsi)
37. Mehdizadeh, M., E. Izadi Darbandi and H. Sabet Zangeneh. 2013. Evaluating the effect of different surfactants in efficacy of metsulfuron methyl+ sulfosulfuron (Total) on controlling of little seed canary grass (*Phalaris minor* Retz.). In: Proceedings of the 5th Iranian Weed Science Congress. Weeds and Herbicide Management, Karaj, Iran. 24-26 August 2013. Volume 1, pp. 640- 643. (In Farsi).
38. Mickelson, J. A. and R. G. Harvry. 1999. Effect of *Eriochloa villosa* density and time of emergence on growth and seed production in Zea mays. *Weed Sciences* 47: 687-692.
39. Mithila, J., C. J. Swanton, R. E. Blackshaw, R. J. Cathcart and J. C. Hall. 2008. Physiological basis for reduced glyphosate efficacy on weeds grown under low soil nitrogen. *Weed Science* 56:12–17.
40. Mohler, C. L. 1990. Ecological bases for the cultural control of annual weeds. *Journal of Production Agriculture* 9:468-474.
41. Moradi Tallavat, M. R., S. A. A. Siadat, G. A. Fati, A. Zand and S. K. Alemi. 2009. Effect of Nitrogen and herbicides on wheat and wild oat competition. *Iranian Journal of Field Crops Research* 12: 364-376. (In Farsi)
42. Najafi, H., M. Hasanzadeh, M. H. Rashed Mohasel, E. Zand and M. A. Baghestani. 2006. Ecological Management of Agricultural Weeds. The Ministry of Agriculture Jihad. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Plant Pests and Diseases Research Institute, Tehran 559. pp. (In Farsi).
43. Nalewaja, J. D., T. Praczyk and R. Matysiak. 1995. Surfactants and oil adjuvants with nicosulfuron. *Weed Technology* 9: 689-695.
44. Pannacci, E. and G. Covarelli. 2009. Efficacy of mesotrione used at reduced doses for post-emergence weed control in maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection* 28: 57-61.
45. Patel, V. J., P. N. Upadhyay, J. B. Patel and B. D. Patel. 2006. Evaluation of herbicide mixtures for weed control in maize (*Zea mays* L.) under Middle Gujarta Conditions. *The Journal of Agricultural Science* 2: 81-86.
46. Piorr, H. P. 2003. Environmental policy, agri-environmental indicators and landscape indicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 17-33.
47. Rajcan, I. and C. J. Swanton. 2001. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crops Research* 71: 139-150.

48. Salarzai, M. 2001. Effect of different herbicides on weed population and yield of maize (*Zea mays* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 38:75-77.
49. Sarabia, V., A. Ghanbaria, M. H. Rashed Mohassela, M. Nassiri Mahallatia and M. Rastgoo. 2014. Evaluation of broadleaf weeds control with some post emergence herbicides in maize (*Zea mays* L.) in Iran. *International Journal of Plant Production* 8: 19-32
50. Sharma, S. D., R. C. Kirkwood and T. I. Whateley. 1996. Effect of non-ionic nonylphenol surfactants on surface physicochemical properties, uptake and distribution of asulam and diflufenican. *Weed Research* 36: 227-239.
51. Suthar, S. 2009. Impact of vermicompost and composted farmyard manure on growth and yield of garlic (*Allium stivum* L.) field crop. *International Journal of Plant Production* 3: 27-38.
52. Vermey, D. J. 2008. Interactions between nitrogen and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) densities on glufosinate and glyphosate efficacy. MSc. Thesis, the Faculty of Graduate Studies of the University of Guelph.
53. Walker, S. R., R. W. Medd, G. R. Robinsonand and B. R. Cullis. 2002. Improved management of *(Avena fatua)* and *(Phalaris paradoxa)* with more densely sown wheat and less herbicide. *Weed Research* 42:257-270.
54. Williams, M. M., R. A. Boydston, R. E. Peachey and D. Robinson. 2011. Performance consistency of reduced atrazine use in sweet corn. *Field Crops Research* 121: 96-104.
55. Young, B. G. and S. E. Hart. 1998. Optimizing foliar activity of isoxaflutole on giant foxtail with various adjuvants. *Weed Science* 46:397-402.
56. Zafar, M. I., R. Anwar and A. R. Saleemi. 1981. Effectiveness of chemical weed control in maize production. 1981. *Pakistan Journal of Agriculture Research* 2: 21-23.
57. Zand, E., M. A Baghestani, R. Pour Azar, P. Sabeti, F. Ghezeli, M. M. Khayami, F. Ghezeli and A. Rzazy. 2009. Efficacy of new herbicide Lomax (m*esotrione +S* -metolachlor *+terbuthylazine) Altima (nicosulfuron* +rimsulfuron) and Dynamic (amicarbazone) in compared with conventional herbicides in corn fields in Iran. *Journal of Plant Protection* 23: 42-55. (In Farsi)
58. Zand, E., M. A. Baghestani, S. Soufizadeh, A. Eskandari, R. Deihimfard, R. Pourazar, F. Ghezeli, P. Sabeti, H. Esfandiari, A. Mousavinik and F. Etemadi. 2006. Comparing the efficacy of amicarbazone, a triazolinone, with sulfonylureas for weed control in maize (*Zea mays*). *Iranian Journal of Weed Science* 2: 59-83. (In Farsi)
59. Zaremohazabieh, S. and H. Ghadiri. 2011. Effects of rimsulfuron, foramsulfuron and conventional herbicides on weed control and maize yield at three planting dates. *Journal of Biology and Environment Science* 5: 47-56.

**Journal of Crop Production and Processing**
**Vol. 7, No. 1, Spring 2017, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.**

# The Effect of Organic and Bio Fertilizers on Maize (*Zea mays*) and HydroMax Adjuvants Application on Optimizing of Nicosulfuron Herbicide Efficacy

**E. Mamnoie[1], E. Izadi-Darbandi[2*], M. Rastgoo[2], M. A. Baghestani[3] and M. Hasanzade[4]**

(Received: May 30-2016; Accepted: September 7-2016)

## Abstract

In order to study the effect of adjuvant on improvement of nicosulfuron herbicide efficacy in maize weed control under organic fertilizers application, a field study was conducted during 2013- 2014 at Research Field of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Experiment was arranged in completely randomized design with factorial arrangement of treatments with 16 treatments and three replications. Factors were application of organic fertilizers (cow manure and vermicompost) and bio fertilizer mycorrhiza, and fertilizer free control, nicosulfuron (at two doses of 40, and 80 g a.i $ha^{-1}$ (Cruz®, 4% SC) with and without the adjuvant of HydroMax™. Common purslane (*Portulaca oleracea*), black nightshade (*Solanum nigrum* L.), and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) were the dominant weeds in the experimental field. Black nightshade and common purslane had the highest relative density at 20 and 45 days after spraying (DAS). Application of hydromax adjuvant increased herbicide efficiency, significantly. However dry weight of common purslane, black nightshade and redroot pigweed decreased by 84, 71, 86 and 71, 79, 100%, when nicosulfuron applied at the reduced dose (40 g a.i. $ha^{-1}$) with adjuvant 20 and 45 DAS, respectively. On the other hand, seed yield and dry weight of maize were increased by 49 and 60% respectively, when nicosulfuron applied at 40 g a.i. $ha^{-1}$ with Hydromax puls cow manure.

**Keywords:** Adjuvants, Cow manure, Herbicide, Reduced dose, Vermicompost, Weed

1, 2. Ph.D Student of Weed Science and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.
3. Research Professor, Weed Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran.
4. Professor, Faculty of Pharmacy, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.
*. Corresponding Author, Email: e-izadi@um.ac.ir