Archive of SID

Iranian Journal of Weed Science
Vol 15, No 2, 2019 (29-41)
DOI: 10.22092/IJWS.2019.1502.03

مجله دانش علف‌های‌هرز ایران
دورهٔ ۱۵، شمارهٔ ۲، ۱۳۹۸ (ص ۴۱-۲۹)

اثر زمان کاربرد بر کارایی دز علف‌کش در کنترل علف‌های‌هرز ذرت (*Zea mays*)

بهناز پورمراد کلیبر[۱]، حسن علیزاده[۲*]، مصطفی اویسی[۳]

۱- دانشجوی دکترای رشته علوم علف‌های‌هرز دانشگاه تهران، ۲ و ۳- به ترتیب استاد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۱)

چکیده

به منظور ارزیابی کارایی مقادیر مختلف مخلوط علف‌کش نیکوسولفورون و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌ای در زمان‌های مختلف کاربرد در کنترل علف‌های‌هرز ذرت (***Zea mays***) در سال ۱۳۹۶ در منطقه کرج، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل چهار زمان کاربرد (مراحل رشدی مختلف ذرت: دو تا سه، سه تا چهار، چهار تا شش و شش تا هشت برگی) و کرت‌های فرعی شامل دزهای ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد دز توصیه شده مخلوط علف‌کش بودند. ارتباط بین دز علف‌کش و وزن خشک علف‌های‌هرز در زمان‌های مختلف کاربرد، با استفاده از مدل دز–پاسخ توصیف شد. برآورد پارامترها نشان داد که پارامتر **ED_{50}** (دز علف‌کش مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد وزن خشک علف‌های‌هرز)، تحت تأثیر زمان کاربرد مخلوط علف‌کش قرار گرفت و با به تأخیر انداختن آن، میزان آن از شش به ۵۴ درصد دز توصیه شده افزایش یافت. به طورکلی، برآوردهای به دست آمده از برازش مدل دز–پاسخ به گونه‌های علف‌هرز غالب مزرعه نشان داد که علف‌هرز سلمه‌تره در مقایسه با دو گونه تاج‌ریزی و تاج‌خروس خوابیده، نسبت به مخلوط علف‌کش نیکوسولفورون و بروموکسینیل+ ام‌سی‌پی‌ای حساس‌تر بود. برای بررسی ارتباط بین عملکرد و یا وزن خشک ذرت با دز علف‌کش‌ها در زمان‌های مختلف کاربرد، از مدل خطی استفاده شد. نرخ افزایش عملکرد و وزن خشک کل ذرت، به ازای هر درصد افزایش در میزان علف‌کش‌های مصرفی (پارامتر **b_1**)، با تاخیر در کاربرد آن‌ها، کاهش یافت. به عنوان مثال در مورد عملکرد علوفه ذرت، از ۰/۴۵ در زمان کاربرد دو تا سه برگی ذرت، به ۰/۱۵ در زمان شش تا هشت برگی رسید. در مجموع، با به تاخیر انداختن زمان کاربرد مخلوط علف‌کش تا مرحله شش تا هشت برگی ذرت، کارایی آن‌ها در کنترل علف‌های‌هرز کاهش یافت و برای رسیدن به عملکرد مطلوب، به مقادیر بیشتری از علف‌کش نیاز بود.

واژه های کلیدی: بروموکسینیل+ ام‌سی‌پی‌ای، دز–پاسخ، عملکرد دانه، نیکوسولفورون، وزن خشک.

Effect of herbicide application time on dose efficacy for weed control in maize (*Zea mays*)

Behnaz Pourmorad Kaleibar[*1], Hassan Alizadeh[2] and Mostafa Oveisi[3]

1. Ph.D. student of Weed Science, University of Tehran, 2,3. Professor and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Tehran.

(Received: Oct. 24, 2018- Accepted: April 21, 2019)

ABSTRACT

A split-plot experiment was conducted during 2016 with 3 replications to determine the optimum time and dose of tank mixture of Nicosulfuron and Bromoxynil+MCPA for weed control in maize (*Zea mays*) in Karaj. Main plots were four application times (different maize growth stages: 2-3, 3-4, 4-6, and 6-8 leaves) and subplots were five doses of herbicide mixture (0, 25, 50, 75, and 100 % of the recommended dose). Doses of herbicides and weed biomass relations were described with the standard dose-response model at each application time. Parameter estimates suggested that delaying in herbicides application increased ED_{50} parameter (herbicide dose required for 50 percent reduction in weed biomass) from 6 to 54. In general, parameter estimates showed that *Chenopodium album* was more sensitive to herbicide mixture compared to *Solanum nigrum* and *Amaranthus blitoides*. Relationship between the doses of herbicide mixture and maize yield and total dry matter were described with a linear model. Delaying in herbicides application decreased the effect of each percent of the recommended dose of herbicide mixture on increasing maize yield and total dry matter (parameter b_1). For example, in the case of maize forage yield, it was 0.45 at first application time and reached 0.15 at the last application time. In general delaying herbicide mixture application time to 6-8 leaf stage of maize reduced herbicide efficacy for weed control and there was a need for higher doses to achieve an acceptable yield.

Keywords: Biomass, bromoxynil+MCPA, dose-response, grain yield, nicosulfuron.

*** Corresponding author E-mail: malizade@ut.ac.ir**

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کارایی علف‌کش‌ها تحت تاثیر عواملی مانند فلور و مرحله رشدی علف‌های‌هرز، شرایط محیطی، توانایی رقابتی گیاه زراعی، تکنولوژی کاربرد، فرمولاسیون علف‌کش و ترکیب علف‌کش با سایر علف‌کش‌ها یا آفت‌کش‌ها قرار می‌گیرد (**Kudsk, 2008, Jensen & Kudsk, 1988; Stougaard *et al.*, 1997**). با توجه به این‌که دزهای توصیه شده علف‌کش‌ها، اغلب جهت اطمینان از کنترل علف‌های‌هرز در طیف وسیعی از شرایط محیطی، تراکم، ترکیب گونه‌ای و مراحل رشدی علف‌های‌هرز می‌باشند، بنابراین در بسیاری از موارد می‌شود با انتخاب بهینه شرایط کاربرد علف‌کش آن را در مقادیر کمتر از دز توصیه شده استفاده نمود، بدون آنکه از کارایی علف‌کش کاسته شود (**Kudsk, 2008**). نتایج آزمایش ژانگ و همکاران (**Zhang *et al.*, 2013**) نشان داد که کاهش مقدار علف‌کش به کمتر از دز توصیه شده، بستگی به فلور و ترکیب گونه‌ای علف‌های‌هرز مزرعه دارد. آن‌ها گزارش کردند که به منظور کنترل مطلوب علف‌های‌هرز با دزهای کاهش یافته علف‌کش نیکوسولفورون، به ۳۳ درصد دز توصیه شده برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ و ۶۷ درصد دز توصیه شده برای کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ نیاز بود.

یکی از موثرترین اقدامات برای کاهش مصرف علف‌کش‌ها در راستای اهداف مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز، توجه به زمان کاربرد علف‌کش است به طوری که برای رسیدن به سطح قابل قبول کنترل علف‌های‌هرز، زمان کاربرد باید به نحوی انتخاب شود که همزمان با رویش حداکثری گیاهچه‌های علف‌هرز و مراحل رشدی حساس آن‌ها به علف‌کش‌ها باشد (**Gower *et al.*, 2002**). بسیاری از تحقیقات نشان داده‌اند که با بزرگ‌تر شدن علف‌های‌هرز، از حساسیت آن‌ها به علف‌کش‌ها کاسته می‌شود و برای کنترل علف‌های‌هرز در مراحل انتهایی رشد، به دز بیشتری از علف‌کش نیاز است (**Dalley *et al.*, 2004; Hager *et al.*, 2003; Sarani *et al.*, 2016**).

توانایی گیاهان زراعی در رقابت با علف‌های‌هرز با یکدیگر متفاوت است. ذرت (***Zea mays* L.**) از جمله گیاهان زراعی است که از توانایی رقابتی بالایی با علف‌های‌هرز برخوردار است اما ممکن است بسته به شدت آلودگی و ترکیب گونه‌ای علف‌های‌هرز موجود، عملکرد این محصول، تحت تاثیر رقابت کاهش یابد (**Najafi & Tollenaar, 2005; Teasdale, 1995**).

استفاده از علف‌کش‌ها، رایج‌ترین روش کنترل علف‌های‌هرز در ذرت است. نیکوسولفورون، علف کشی پس‌رویشی است که به منظور کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در مزارع ذرت استفاده می‌شود. این علف‌کش دومنظوره، اگرچه کنترل مناسبی بر گیاهچه‌ها و ریزوم‌های قیاق و بسیاری از علف‌های‌هرز یک‌ساله باریک‌برگ دارد اما در کنترل برخی از گونه‌های پهن‌برگ مانند گاوپنبه (***Abutilon theophrasti* Medicus**) و توق (***Xanthium strumarium* L.**) ضعیف عمل می‌کند (**Lueschen *et al.*,1992**).

یکی از راهکارهای افزایش طیف تأثیر علف‌کش نیکوسولفورون در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ، اختلاط آن با سایر پهن‌برگ‌کش‌ها می‌باشد (**Dobbels & Kapusta, 1993; Baghestani, *et al.*, 2013**). در اختلاط علف‌کش‌ها این پیش‌فرض وجود دارد که هر یک از آن‌ها به طور مستقل عمل می‌کنند و بین آن‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

برهمکنشی وجود ندارد؛ اگرچه مطالعات نشان داده‌اند که ممکن است قبل و یا بعد از ورود علف‌کش‌ها به داخل گیاه، بین آن‌ها اثرات افزایشی[۱]، هم‌افزایی[۲] و یا هم‌کاهی[۳] وجود داشته باشد (**Hatzios & Penner 1985; Olson & Nalewaja 1981**).

علف‌کش برومایسید ام‌ای ترکیبی از دو علف‌کش بروموکسینیل و ام‌سی‌پی‌ای است که نحوه عمل متفاوتی نسبت به نیکوسولفورون دارد و در کنترل طیف وسیعی از علف‌های‌هرز پهن‌برگ موفق عمل می‌کند. به نظر می‌رسد که اختلاط این دو علف‌کش با یکدیگر، نه تنها در افزایش طیف علف‌کشی آن‌ها مؤثر باشد (**Bahari *et al*., 2011; Dobbels & Kapusta, 1993; Mamnoei & Baghestani, 2014**) بلکه حتی ممکن است دز مورد نیاز برای رسیدن به سطح مطلوب کنترل را نسبت به دز توصیه شده برای هریک از آن‌ها به تنهایی، کاهش دهد. گزارش شده است که اختلاط علف‌کش‌ها با مکانیسم عمل متفاوت، یکی از راهکارهای کاهش مقدار مصرف علف‌کش‌ها، بدون کاهش کارایی آن‌ها در کنترل علف‌های‌هرز است (**Jhala *et al*., 2013**). به علاوه، اختلاط علف‌کش‌هایی با نحوه عمل متفاوت می‌تواند در کاهش خطر بروز مقاومت علف‌های‌هرز نسبت به علف‌کش‌ها نیز مؤثر باشد.

با توجه به مطالب بیان شده، به نظر می‌رسد که اختلاط علف‌کش‌های نیکوسولفورون و برومایسید ام‌ای و انتخاب زمان مناسب کاربرد، می‌تواند طیف وسیعی از علف‌های‌هرز ذرت را حتی با دزهای کمتر از دز توصیه شده به شیوه مؤثری کنترل کند و از کاهش عملکرد ذرت در اثر رقابت با علف‌های‌هرز جلوگیری نماید. بنابراین، این تحقیق، با هدف بررسی تاثیر زمان کاربرد بر کارایی دز مصرفی مخلوط دو علف‌کش نیکوسولفورون و برومایسید ام‌ای در کنترل علف‌های‌هرز و عملکرد ذرت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۶، در مزرعه آموزشی-پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، واقع در کرج (طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی، با ارتفاع ۱۳۶۱ متر از سطح دریا)، به صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد.

کرت‌های اصلی، چهار زمان مختلف کاربرد مخلوط دو علف‌کش نیکوسولفورون (فرمولاسیون **SC 4%** با دز توصیه شده دو لیتر در هکتار) و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌ای (برومایسید ام‌ای، فرمولاسیون **EC 40%** با دز توصیه شده ۱/۵ لیتر در هکتار)، شامل بازه مراحل فنولوژیک دو تا سه، سه تا چهار، چهار تا شش و شش تا هشت برگی ذرت و کرت‌های فرعی، پنج دز مختلف شامل دزهای ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد دز توصیه شده مخلوط دو علف‌کش نیکوسولفورون و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌ای بودند. در هر تکرار، یک کرت به عنوان شاهد بدون علف‌هرز در نظر گرفته شد و تمام علف‌های‌هرز آن وجین شدند.

بافت خاک منطقه لومی-رسی و دارای اسیدیته ۷/۱ بود. عملیات آماده‌سازی زمین شامل یک شخم عمیق در پاییز و دیسک و کولتیواتور در بهار بود. هیبرید ذرت مورد استفاده، سینگل‌کراس ۷۰۴ بود که در اوایل تیرماه، به صورت دستی و با تراکم ۷۴ هزار بوته در هکتار کشت شد. ابعاد هر کرت فرعی، ۴/۵ در ۴/۵ متر بود و هر کرت شامل پنج ردیف ذرت

[۱] **Additive**
[2] **Synergism**
[3] **Antagonism**

www.SID.ir

Archive of SID

بود. در مرحله هفت تا هشت برگی ذرت، از کود اوره به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. آبیاری به شکل قطره‌ای و در صورت نیاز انجام گرفت. در این تحقیق، اثر تیمارها بر فلور طبیعی علف‌های‌هرز مزرعه بررسی شد. به منظور بررسی یکنواختی توزیع علف‌های‌هرز در سطح مزرعه، قبل از کاربرد علف‌کش، تراکم و ترکیب گونه‌ای علف‌های‌هرز درون هرکرت ارزیابی شد. برای این منظور، کوادراتی با ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر، به طور تصادفی در داخل هرکرت قرار داده شد و علف‌های‌هرز داخل کوادرات، به تفکیک گونه شمارش شدند. برای سم‌پاشی، از سم‌پاش پشتی لانس‌دار مدل ماتابی (**MATABI**) مجهز به نازل بادبزنی تخت[1] ۸۰۰۴ استفاده شد. فشار سمپاش، ۲۱۰ کیلوپاسکال و حجم پاشش، ۲۵۰ لیتر در هکتار بود. چهار هفته بعد از کاربرد مخلوط علف‌کش، اندام‌های هوایی علف‌های‌هرز هر کرت، از درون دو کوادرات به ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر که به صورت تصادفی در داخل کرت‌ها قرار می‌گرفتند، از سطح خاک برداشت شدند و بعد از قرار دادن در داخل پاکت‌های کاغذی، به آزمایشگاه منتقل شدند. علف‌های‌هرز داخل هر پاکت به تفکیک گونه شمارش شدند و سپس برای تعیین وزن خشک، به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. لازم به ذکر است که از میانگین داده‌های دو کوادرات درون هر کرت، برای تجزیه و بررسی داده‌ها استفاده شد. از آن‌جا که شرایط آب و هوایی این امکان را فراهم آورد که محصول در آبان ماه و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک برداشت شود، علاوه بر عملکرد علوفه، عملکرد دانه و وزن خشک کل ذرت نیز تعیین شد. برای تعیین عملکرد علوفه و دانه ذرت به ترتیب در مراحل خمیری و رسیدگی ذرت، نمونه‌برداری از سه ردیف میانی هر کرت و از سطحی معادل دو متر مربع انجام شد.

تجزیه‌های آماری و برازش مدل‌ها

به منظور بررسی چگونگی توزیع علف‌های‌هرز در مزرعه و همچنین اثر تیمارهای آزمایش بر صفات مورد مطالعه، آزمون تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار **R-Studio** و دسته‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون **Protected LSD** و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای نشان دادن اثرات متقابل معنی‌دار، از روش رگرسیون خطی و غیرخطی با نرم افزار **SigmaPlot** نسخه **14** استفاده شد.

مدل دز-پاسخ (**Streibig, 1980**؛ معادله ۱) به داده‌های وزن خشک گونه‌های غالب علف‌های‌هرز، کل علف‌های‌هرز (**W**) و دز علف‌کش‌ها (**D**) در زمان‌های مختلف کاربرد، برازش داده شد و به این ترتیب، پاسخ علف‌های‌هرز نسبت به تیمارهای آزمایش ارزیابی شد:

$$W = \frac{W_0}{1+\left(\frac{D}{ED_{50}}\right)^b}$$ معادله (۱)

که در این معادله، W_0: حد بالای منحنی و نشان دهنده وزن خشک علف‌های‌هرز در شرایط عدم کاربرد علف‌کش، ED_{50}: دز علف‌کش مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد وزن خشک علف‌های‌هرز و **b**: شیب منحنی در قسمت خطی می‌باشد.

جهت بررسی ارتباط بین دز علف‌کش‌ها (**D**) و عملکرد و یا وزن خشک کل ذرت (**Y**) در زمان‌های مختلف کاربرد، بعد از برازش مدل‌های مختلف مشخص شد که بهترین نتیجه از مدل خطی به دست می‌آید:

$$Y=b_0+b_1\times D$$ معادله (۲)

که در این معادله، b_0: عرض از مبدا و نشان دهنده مقدار عملکرد و یا وزن خشک ذرت در شرایط

[1] **Even flat fan nozzle**

www.SID.ir

Archive of SID

عدم کاربرد علف‌کش و b_1: شیب منحنی و بیانگر نرخ افزایش عملکرد و یا وزن خشک ذرت به ازای هر درصد افزایش در میزان علف‌کش‌های مصرفی است.

نتایج و بحث

وزن خشک علف‌های‌هرز

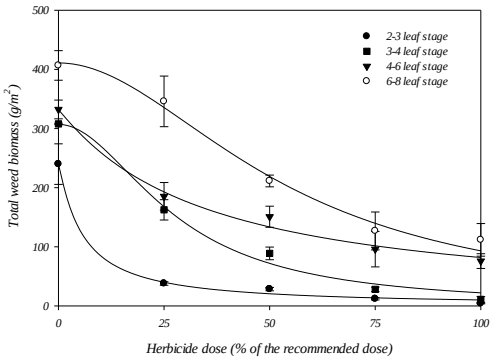
میانگین تراکم کل و گونه‌های علف‌هرز غالب مزرعه شامل تاج‌ریزی سیاه (***Solanum nigrum* L.**)، تاج‌خروس خوابیده (***Amaranthus blitoides* S. Watson**) و سلمه‌تره (***Chenopodium album* L.**) در کرت‌های بدون کاربرد علف‌کش، در مرحله بسته شدن کانوپی ذرت، در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- تراکم کل و گونه‌های غالب علف‌های‌هرز مزرعه ذرت در کرت‌های بدون کاربرد علف‌کش در مرحله بسته شدن کانوپی ذرت. اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد هستند.

Table 1. Total and dominant weed species density in plots without herbicide application in the maize field at canopy closure of maize. The numbers in the parenthesis are the standard errors.

Weed species	Density of plants (m^2)
***Solanum nigrum* L.**	**128 (23.86)**
***Amaranthus retroflexus* L.**	**21 ((2.80)**
***Amaranthus blitoides* S. Watson**	**30 (5.06)**
***Chenopodium album* L.**	**27 (9.01)**
Other weed species	**29 (7.20)**
Total weeds	**235 (7.77)**

مقایسه نتایج به دست آمده از نمونه‌برداری قبل از کاربرد علف‌کش نشان داد که تراکم گونه‌های غالب درون کرت‌های آزمایشی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند و در نتیجه توزیع علف‌های‌هرز در مزرعه، به صورت یکنواخت بود (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). با برازش مدل دز-پاسخ به اثرات متقابل معنی‌دار وزن خشک علف‌های‌هرز و دز علف‌کش‌ها، پارامترهای W_0 ، ED_{50} و **b** در هر زمان کاربرد برآورد شدند. بر اساس این مدل، پارامتر **b**، هم در مورد وزن خشک کل علف‌های‌هرز و هم در مورد تک گونه‌های غالب علف‌های‌هرز، تحت تاثیر زمان کاربرد مخلوط علف‌کش قرار نگرفت اما پارامترهای ED_{50} و W_0 تحت تاثیر زمان کاربرد مخلوط علف‌کش قرار گرفتند و با به تعویق انداختن زمان کاربرد، افزایش یافتند (جدول ۲، شکل‌های ۱ و ۲) به طوری که در مورد وزن خشک کل علف‌های‌هرز، پارامتر W_0 برای مراحل دو تا سه، سه تا چهار، چهار تا شش و شش تا هشت برگی ذرت، به ترتیب ۲۳۹، ۳۰۶، ۳۳۱ و ۴۱۱ گرم در متر مربع بود. مقدار پارامتر ED_{50} نیز با گذشت زمان افزایش یافت و برای همان زمان‌های کاربرد، به ترتیب شش، ۲۸، ۳۵ و ۵۴ درصد دز توصیه شده مخلوط علف‌کش بود (شکل ۱، جدول ۲).



شکل ۱- رابطه بین وزن خشک کل علف‌های‌هرز و دزهای مخلوط علف‌کش در زمان‌های مختلف کاربرد در چهار هفته پس از تیمار با علف‌کش. پارامترها در جدول ۲ نشان داده شده‌اند.

Figure 1. Relationship between the total weed biomass and doses of herbicide mixture applied at different timings at four weeks after treatment. The parameters are shown in table 2.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- پارامترهای برآورد شده رابطه بین وزن خشک علف‌های‌هرز (کل و تک گونه‌های غالب) و دزهای مخلوط علف‌کش در زمان‌های مختلف کاربرد در چهار هفته پس از کاربرد (معادله ۱ برازش داده شده است).

Table 2. Parameter estimates for fitting equation 1 to weed biomass (total and dominant weed species) treated with herbicide mixture at different application timings. four weeks after treatment.

Weed species	Herbicides application time (according to maize growth stage)	Parameter estimates			R^2_{adj}	RMSE
		W_0	ED_{50}	b		
Total weeds	2-3 leaves	239.87 (7.2) [c]	6 (3.68) [c]	1.09 (0.37)	0.99	7.25
	3-4 leaves	306.14 (16.1) [b]	28 (3.00) [b]	1.9 (0.35)	0.98	16.11
	4-6 leaves	331.76 (14.7) [b]	35 (5.07) [b]	1.04 (0.19)	0.97	14.71
	6-8 leaves	411.01 (18.52) [a]	54 (4.39) [a]	1.96 (0.29)	0.97	18.91
Solanum nigrum L.	2-3 leaves	49.13 (0.04) [d]	13 (0.21) [c]	2.97 (0.07)	0.99	0.04
	3-4 leaves	63.65 (4.02) [c]	18 (5.18) [c]	1.29 (0.40)	0.97	0.02
	4-6 leaves	77.26 (1.19) [b]	36 (0.89) [b]	2.61 (0.11)	0.99	1.20
	6-8 leaves	89.40 (5.70) [a]	63.07 (6.75) [a]	2.15 (0.51)	0.95	5.99
Chenopodium album L.	2-3 leaves	10.22 (0.22) [d]	10.50 (3.19) [a]	1.97 (0.60)	0.99	0.22
	3-4 leaves	29.66 (0.27) [c]	11 (1.31) [b]	2.06 (0.26)	0.99	0.27
	4-6 leaves	38.29 (3.29) [b]	17 (6.52) [a]	1.57 (0.74)	0.95	3.29
	6-8 leaves	48.80 (4.57) [a]	17 (7.57) [a]	1.36 (0.67)	0.94	4.57
Amaranthus blitoides L.	2-3 leaves	14.40 (0.04) [c]	2 (2.06) [c]	1.65 (0.65)	0.99	0.04
	3-4 leaves	24.71 (0.35) [b]	36 (0.71) [b]	4.35 (0.20)	0.99	0.35
	4-6 leaves	26.71 (2.74) [b]	61 (8.68) [a]	3.18 (1.31)	0.90	3.22
	6-8 leaves	68.32 (4.70) [a]	63 (4.51) [a]	6.11 (1.86)	0.94	6.53

W_0،وزن خشک علف‌های‌هرز بدون کاربرد علف‌کش‌ها (گرم در متر مربع)، **ED_{50}**: دز مخلوط علف‌کش مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد وزن خشک علف‌های‌هرز (درصد دز توصیه شده مخلوط علف‌کش)، **b**: شیب منحنی (اثر هر درصد از دز توصیه شده علف‌کش بر کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز). اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می‌باشند. حروف مختلف در هر ستون جداگانه مربوط به کل علف‌های‌هرز و تک گونه‌ها، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند.

تعداد داده‌های استفاده شده در برازش مدل دز-پاسخ برای هر زمان کاربرد ۱۵ = **n** است.

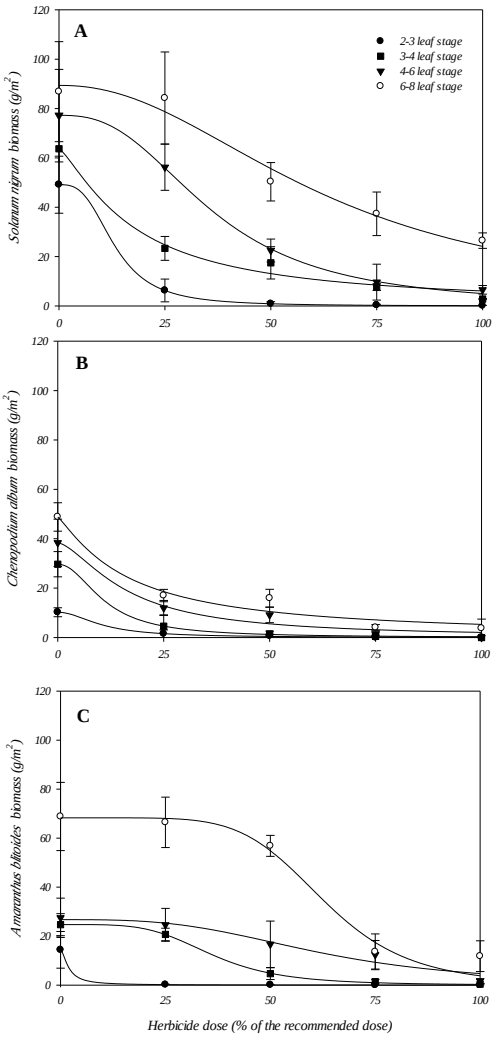
W_0, weed biomass without herbicide application (g/m^2); ED_{50}, required dose to decrease W_0 by 50% (% of the recommended dose); b, slope of the curve at linear part (Effect of each percent of recommended dose on weed biomass reduction). Different letters within a column for total weed and each species indicate significant differences at the 5% probability level. The standard error of parameters is shown in parenthesis.
The number of data in the dose-response model in each application timing: (n)=15.

این نتایج نشان دهنده آن است که با به تاخیر انداختن زمان کاربرد، دز علف‌کش مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد وزن خشک علف‌های‌هرز افزایش یافته است. نتایج آزمایش ریمنز و همکاران (**Riemens, *et al*., 2008**) نیز نشان داد که پارامتر **ED_{50}**، هنگامی که علف‌کش چهار هفته بعد از رویش علف‌های‌هرز به کار برده شد، به طور معنی‌داری بیشتر از زمانی بود که علف‌کش دو هفته بعد از رویش علف‌های‌هرز به کار برده شده بود. علت این موضوع می‌تواند بزرگ‌تر شدن و در نتیجه حساسیت کمتر علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها در مراحل انتهایی رشد، در مقایسه با مراحل ابتدایی باشد (**Hager *et al*., 2003; Riemens, *et al*., 2008**). لوکس و همکاران (**Loux *et al*., 2011**) گزارش دادند که با تاخیر در کاربرد علف‌کش، کنترل تاج‌خروس ریشه قرمز (***Amaranthus retroflexus* L.**) به دلیل کاهش حساسیت آن به علف‌کش، از ۷۹ درصد به ۶۶ درصد کاهش یافت. اختلاف بین گیاهان بزرگ‌تر و گیاهچه‌های علف‌هرز در حساسیت به علف‌کش‌ها می‌تواند به خاطر تفاوت در کوتیکول آن‌ها باشد. بر اساس شرایط محیطی و سن گیاه، کوتیکول گیاهان مختلف از نظر ضخامت، ترکیبات شیمیایی و ساختار، با یکدیگر تفاوت دارند که این خصوصیات، نفوذ علف‌کش به داخل کوتیکول را تحت تاثیر قرار می‌دهند (**Riemens *et al*., 2008**). نتایج آزمایش ویوگس و همکاران (**Viougeas *et al*., 1995**) نشان داد که با افزایش سن علف‌هرز عشقه (***Hedera helix* L.**)، به علت افزایش حجم و ضخامت کوتیکول و همچنین

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش مقدار موم موجود در کوتیکول، نفوذ علف‌کش گلایفوسیت به داخل این علف‌هرز کمتر شد و در نتیجه تاثیر پذیری آن از علف‌کش کاهش یافت.



شکل ۲- رابطه بین وزن خشک تاج‌ریزی (A)، سلمه‌تره (B) و تاج‌خروس خوابیده (C) با دزهای مخلوط علف‌کش در زمان‌های مختلف کاربرد در چهار هفته پس از تیمار با علف‌کش. پارامترها در جدول ۲ نشان داده شده‌اند.

Figure 2. Relationship between *Solanum nigrum* (A), *Chenopodium album* (B) and *Amaranthus blitoides* (C) biomass and doses of herbicide mixture applied at different timings at four weeks after treatment. The parameters are shown in table 2.

نتایج نشان داد که گونه‌های مختلف علف‌هرز، واکنش‌های دز-پاسخ متفاوتی به مخلوط علف‌کش نشان دادند و این پاسخ‌های متفاوت، منجر به برآورد پارامترهای ED_{50} و W_0 متفاوتی شد که به لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲). با مصرف علف‌کش‌ها در مرحله دو تا سه برگی ذرت، مقدار پارامتر ED_{50} برای علف‌های‌هرز تاج ریزی، سلمه‌تره و تاج‌خروس خوابیده، به ترتیب برابر با ۱۳، ۱۰/۵ و دو درصد دز توصیه شده مخلوط علف‌کش بود که بین دو گونه تاج‌ریزی و سلمه‌تره، اختلاف معنی داری وجود نداشت. با به تاخیر انداختن زمان کاربرد تا مرحله سه تا چهار برگی ذرت، مقدار این پارامتر برای علف‌های‌هرز تاج‌ریزی، سلمه‌تره و تاج‌خروس خوابیده به ترتیب به ۱۳، ۱۱ و ۳۶ درصد دز توصیه شده مخلوط علف‌کش افزایش یافت که در این زمان کاربرد نیز بین دو گونه

www.SID.ir

Archive of SID

تاج‌ریزی و سلمه‌تره اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در زمان کاربرد چهار تا شش برگی ذرت، پارامتر ED_{50} برای تاج‌ریزی ۳۶، سلمه‌تره ۱۷ و تاج‌خروس خوابیده ۶۱ درصد دز توصیه شده مخلوط علف‌کش بود که اختلاف بین آن‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار بود. هنگام کاربرد علف‌کش در زمان شش تا هشت برگی ذرت، این پارامتر برای دو گونه تاج‌ریزی و تاج‌خروس خوابیده، ۶۳ درصد دز توصیه شده و برای علف‌هرز سلمه‌تره، ۱۷ درصد دز توصیه شده مخلوط علف‌کش بود (جدول ۲، شکل ۲). نتایج به دست آمده از برازش مدل دز-پاسخ به گونه‌های علف‌هرز غالب مزرعه نشان داد که سلمه‌تره در مقایسه با دو گونه تاج‌ریزی و تاج‌خروس خوابیده، نسبت به مخلوط علف‌کش نیکوسولفورون و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌ای حساس‌تر بود. مقایسه مقادیر پارامتر ED_{50} گونه‌های غالب در زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش نشان داد که حساسیت سلمه‌تره به مخلوط علف‌کش، تحت تاثیر زمان کاربرد قرار نگرفت اما در مورد دو گونه تاج‌ریزی و تاج‌خروس خوابیده، با به تاخیر انداختن زمان کاربرد علف‌کش، از حساسیت آن‌ها کاسته شد (جدول ۲). با توجه به تفاوت‌هایی که بین گونه‌های مختلف علف‌های‌هرز از نظر توانایی رقابتی، خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی وجود دارد، پاسخ گونه-های مختلف به افزایش و یا کاهش دز علف‌کش‌ها متفاوت است (**Riemens *et al.*, 2008**)؛ برای مثال، ریمنز و همکاران (**Riemens *et al.*, 2008**) گزارش کردند که رسیدن به نتیجه مطلوب در کنترل علف-های‌هرز، کاملا بستگی به ترکیب گونه‌ای آن‌ها در مزرعه دارد و علف‌کش گلوفوسینت آمونیوم، علف-های‌هرز دولپه را بیشتر از علف‌های‌هرز باریک‌برگ کنترل کرد.

نتایج آزمایش کیم و همکاران (**Kim *et al.*, 2006**) نیز نشان داد که دو بی‌تی‌راخ (***Galium aparine* L.**) و بابونه گاوی (***Matricaria perforata* L.**)، پاسخ‌های متفاوتی به مخلوط علف‌کش مت-سولفورون‌متیل و فلوروکسی‌پیر نشان دادند به‌طوری‌که دز مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد توانایی رقابتی علف‌هرز، در بی‌تی‌راخ بیشتر بود. داده‌های آزمایش نشان داد که کارایی علف‌کش‌ها در کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز، هنگام استفاده از مقادیر کاهش یافته، بیشتر تحت تأثیر زمان کاربرد قرار گرفت. برای مثال، وزن خشک کل علف‌های‌هرز هنگام کاربرد ۲۵ درصد دز توصیه شده مخلوط علف‌کش در مرحله کاربرد چهار تا شش برگی ذرت، ۱۸۵ گرم در متر مربع بود اما با به تاخیر انداختن کاربرد تا مرحله شش تا هشت برگی ذرت، به ۳۴۵ گرم در متر مربع رسید. در مقابل، وزن خشک کل علف‌های‌هرز، هنگام کاربرد دز توصیه شده علف‌کش‌ها، در زمان کاربرد چهار تا شش برگی ذرت، ۷۶ گرم در متر مربع و در زمان کاربرد شش تا هشت برگی ذرت ۱۱۰ گرم درمتربع بود که اختلاف آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۱).

به طورکلی، مخلوط دو علف‌کش نیکوسولفورون و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌ای، تاثیر بسیار محسوسی بر کنترل علف‌های‌هرز داشت. این مسأله می‌تواند به این دلیل باشد که در حالت اختلاط این دو علف‌کش با یکدیگر، مقدار کل علف‌کش به کار رفته در واحد سطح، نسبت به کاربرد هر یک از آن‌ها به تنهایی به مراتب بیشتر بوده است. به علاوه گزارش شده است که اختلاط دو علف‌کش بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌ای و نیکوسولفورون در مزارع ذرت، موجب افزایش طیف علف‌کشی آن‌ها و کنترل مناسب علف‌های‌هرز غالب مزرعه، شامل پهن‌برگ و باریک‌برگ شده است (**Bahari *et al.*, 2011; Dobbels & Kapusta, 1993**). دابلز و کاپوستا (**Dobbels & Kapusta,**

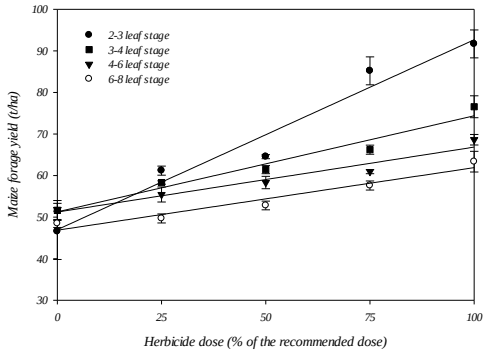
www.SID.ir

Archive of SID

1993) گزارش کردند که هنگام ترکیب دو علف‌کش نیکوسولفورون و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌ای در مقادیر کمتر از ۵۰ درصد دز توصیه شده، علف‌های‌هرز سلمه‌تره و تاج‌خروس به طور کامل از بین رفتند و ۱۰۰ درصد کنترل شدند.

عملکرد و وزن خشک ذرت

با برازش مدل خطی به عملکرد علوفه (شکل ۳، جدول ۳) ، عملکرد دانه (شکل ۴، جدول ۴) و وزن خشک کل ذرت (شکل ۵، جدول ۵) در مقادیر مختلف علف‌کش‌ها، پارامترهای b_1 و b_0 در هر زمان کاربرد برآورد شدند. پارامتر b_0، تقریبا برای زمان‌های مختلف کاربرد ثابت بود اما پارامتر b_1 در زمان‌های مختلف متفاوت بود و با به تعویق افتادن کاربرد علف‌کش‌ها، به خصوص در مورد عملکرد علوفه و وزن خشک کل ذرت، روند کاهشی داشت.



شکل ۳- رابطه بین عملکرد علوفه ذرت و دزهای مخلوط علف‌کش در زمان‌های مختلف کاربرد. پارامترها در جدول ۳ نشان داده شده‌اند.

Figure 3. Relationship between the maize forage yield and doses of herbicide mixture applied at different timings. The parameters are shown in table 3.

جدول ۳- پارامترهای برآورد شده رابطه بین عملکرد علوفه ذرت و دزهای مخلوط علف‌کش در زمان‌های مختلف کاربرد (معادله ۲ برازش داده شده است).

Table 3. Parameter estimates for fitting equation 2 to the maize forage yield treated with herbicide mixture at different application timings.

Herbicides application time (according to maize growth stage)	Parameter estimates		R^2_{adj}	RMSE
	b_0	b_1		
2-3 leaves	46.99 (3.23)	0.45 (0.05) [a]	0.94	4.17
3-4 leaves	51.26 (1.67)	0.23 (0.02) [b]	0.94	2.15
4-6 leaves	51.21 (1.27)	0.15 (0.02) [c]	0.93	1.64
6-8 leaves	46.84 (1.29)	0.15 (0.02) [c]	0.92	1.67

b_0، عرض از مبدا (عملکرد علوفه ذرت بدون کاربرد علف‌کش، تن در هکتار) و b_1، شیب منحنی (اثر هر درصد از دز توصیه شده مخلوط علف‌کش بر افزایش عملکرد علوفه ذرت). اعداد داخل پرانتز، خطای استاندارد می‌باشند. حروف مختلف در یک ستون، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند.

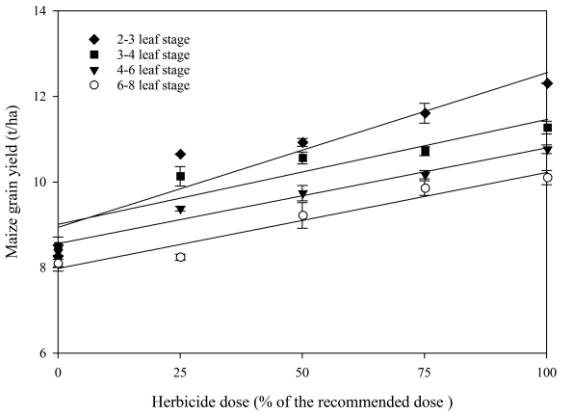
b_0, intercept parameters (maize forage yield without herbicides application, t/ha) and b_1, slope of the curve (Effect of each percent of recommended dose on increasing maize forage yield). The standard error of parameters is shown in parenthesis. Different letters in the same column indicate significant differences at the 5% probability level.

طبق نتایج حاصل از برازش مدل خطی، حداکثر عملکرد علوفه ذرت، ۸۸ تن در هکتار بود که هنگام کاربرد دز توصیه شده مخلوط علف‌کش در مرحله دو تا سه برگی ذرت به دست آمد (شکل ۳). از آن‌جا که اکثر گیاهان زراعی و از جمله ذرت، در مراحل اولیه رشد خود نسبت به رقابت با علف‌های‌هرز از

www.SID.ir

Archive of SID

حساسیت بیشتری برخوردار هستند و حضور علف‌های‌هرز در مرحله گیاهچه‌ای محصول موجب کاهش کیفیت و افت عملکرد می‌شود (**Evans *et al.*, 2003**)، کنترل علف‌های‌هرز در مرحله دو تا سه برگی ذرت توانست تاثیر بسیار محسوسی بر افزایش عملکرد علوفه ذرت، در مقایسه با سایر زمان‌های کاربرد علف‌کش داشته باشد.



شکل ۴- رابطه بین عملکرد دانه ذرت و دزهای مخلوط علف‌کش در زمان‌های مختلف کاربرد. پارامترها در جدول ۴ نشان داده شده‌اند.

Figure 4. relationship between the maize grain yield and doses of herbicide mixture applied at different timings. The parameters are shown in table 4.

جدول ۴- پارامترهای برآورد شده رابطه بین عملکرد دانه ذرت و دزهای مخلوط علف‌کش در زمان‌های مختلف کاربرد (معادله ۲ برازش داده شده است).

Table 4. Parameter estimates for fitting equation 2 to the maize grain yield treated with herbicide mixture at different application timings.

Herbicides application time (according to maize growth stage)	Parameter estimates		R^2_{adj}	RMSE
	b_0	b_1		
2-3 leaves	8.92(0.25)	0.03 (0.00) [a]	0.83	0.57
3-4 leaves	9.01(0.20)	0.02 (0.00) [b]	0.80	0.45
4-6 leaves	8.56 (0.10)	0.02 (0.00) [b]	0.92	0.22
6-8 leaves	7.98 (0.14)	0.02 (0.00) [b]	0.87	0.33

b_0. عرض از مبدا (عملکرد دانه ذرت بدون کاربرد علف‌کش، تن در هکتار) و **b_1**. شیب منحنی (اثر هر درصد از دز توصیه شده مخلوط علف‌کش بر افزایش عملکرد دانه ذرت)**.** اعداد داخل پرانتز، خطای استاندارد می‌باشند. حروف مختلف در یک ستون، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند.

b_0, intercept parameters (maize grain yield without herbicides application, t/ha) and b_1, slope of the curve (Effect of each percent of recommended dose on increasing maize grain yield). The standard error of parameters is shown in parenthesis. Different letters in the same column indicate significant differences at the 5% probability level.

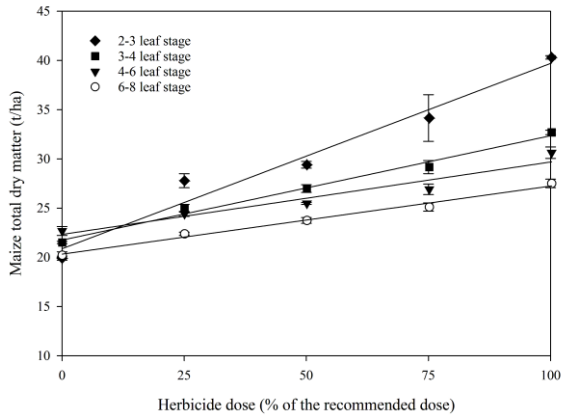
کاربرد علف‌کش‌ها اثر محسوسی بر عملکرد دانه ذرت داشت و در صورت عدم کاربرد، مقدار عملکرد به طور میانگین ۸/۵ تن در هکتار بود که این مقدار در مقایسه با شاهد وجین، ۳۵ درصد کمتر بود (شکل ۴). بررسی تاثیر علف‌کش‌ها بر جلوگیری از افت عملکرد دانه ذرت نیز نشان داد که تاخیر در کاربرد علف‌کش‌ها می‌تواند کارایی مقادیر کاهش یافته علف‌کش‌ها را کاهش دهد. کاربرد ۲۵ درصد دز توصیه شده مخلوط علف‌کش در مرحله سه تا چهار برگی ذرت، عملکردی برابر با کاربرد ۷۵ درصد دز توصیه شده در مرحله چهار تا شش برگی و دز توصیه شده در مرحله شش تا هشت برگی ذرت تولید کرد که نسبت به شاهد وجین، ۱۶ درصد افت عملکرد داشتند (شکل ۴). بیشترین عملکرد دانه ذرت (۱۳ تن در

www.SID.ir

Archive of SID

هکتار) با کاربرد دز توصیه شده مخلوط علف‌کش در مرحله دو تا سه برگی ذرت به دست آمد (شکل ۴).

نرخ افزایش وزن خشک کل ذرت به ازای هر درصد افزایش در میزان علف‌کش‌های مصرفی (پارامتر b_1) برای زمان‌های کاربرد دو تا سه، سه تا چهار، چهار تا شش و شش تا هشت برگی ذرت به ترتیب ۰/۱۸، ۰/۱۰، ۰/۰۷ و ۰/۰۶ بود (جدول ۵). این مسأله نشان دهنده کنترل نامطلوب علف‌های‌هرز و در نتیجه کاهش عملکرد و وزن خشک کل ذرت در این شرایط بود. همانند عملکرد علوفه و عملکرد دانه ذرت نیز بیشترین وزن خشک ذرت (۴۰ تن در هکتار) در شرایط کاربرد دز توصیه شده مخلوط علف‌کش در مرحله دو تا سه برگی ذرت مشاهده شد (شکل ۵). کاهش وزن خشک کل ذرت در اثر رقابت با علف‌های هرز، به علت کاهش سرعت رشد و در نتیجه کمتر شدن جذب نور توسط کانوپی گیاه زراعی، در آزمایش‌های زیادی گزارش شده است (**Ghanizadeh *et al.*, 2014; Sheibany *et al*, 2009**). کرودو و همکاران (**Cerrudo *et al.*, 2012**) گزارش کردند که در سه سال متوالی انجام آزمایش، با به تعویق انداختن زمان کاربرد علف‌کش از مرحله ۱۰ برگی به مرحله ۱۲ برگی ذرت، به ترتیب وزن خشک ذرت، ۴۸، ۷۸ و ۳۲ درصد و عملکرد دانه ذرت ۱۶، ۳۳ و ۶/۶ درصد کاهش یافت.



شکل ۵- رابطه بین وزن خشک کل ذرت و دزهای مخلوط علف‌کش در زمان‌های مختلف کاربرد. پارامترها در جدول ۵ نشان داده شده‌اند.

Figure 5. Relationship between the maize total dry matter and doses of herbicide mixture applied at different timings. The parameters are shown in table 5.

جدول ۵- پارامترهای برآورد شده رابطه بین وزن خشک کل ذرت و دزهای مخلوط علف‌کش در زمان‌های مختلف کاربرد (معادله ۲ برازش داده شده است).

Table 5. Parameter estimates for fitting equation 2 to the maize total dry matter treated with herbicide mixture at different application timings.

Herbicides application time (according to maize growth stage)	Parameter estimates		R^2_{adj}	RMSE
	b_0	b_1		
2-3 leaves	20.92 (1.01)	0.18 (0.01) [a]	0.90	2.23
3-4 leaves	21.75 (0.33)	0.10 (0.00) [b]	0.96	0.74
4-6 leaves	22.33 (0.40)	0.07 (0.00) [c]	0.90	0.91
6-8 leaves	20.32 (0.24)	0.06 (0.00) [d]	0.95	0.55

b_0. عرض از مبدا (وزن خشک کل ذرت بدون کاربرد علف‌کش، تن در هکتار) و **b_1**. شیب منحنی (اثر هر درصد از دز توصیه شده مخلوط علف‌کش بر افزایش وزن خشک کل ذرت)**.** اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می‌باشند. حروف مختلف در یک ستون، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند.

b_0, intercept parameters (maize total dry matter without herbicides application, t/ha) and b_1, slope of the curve (Effect of each percent of recommended dose on increasing maize total dry matter). The standard error of parameters is shown in parenthesis. Different letters in the same column indicate significant differences at the 5% probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

کاربرد زودهنگام علف‌کش‌ها به دلیل کنترل مطلوب گیاهچه‌های علف‌هرز و جلوگیری از تداخل ابتدای فصل آن‌ها با گیاه زراعی، افت عملکرد ناشی از رقابت در محصول را کاهش می‌دهد (**Johnson *et al*., 2002; Loux *et al*., 2011**). نتایج آزمایش تاپیا و همکاران (**Tapia *et al*., 1997**) نشان داد که در صورت کنترل علف‌هرز دم‌روباهی کشیده (***Setaria faberi* L.**) در مراحل ابتدایی رشد (پنج تا ۱۰ سانتی‌متری)، این علف‌هرز هیچ اثر سوئی بر عملکرد ذرت نداشت اما به تاخیر انداختن کاربرد علف‌کش تا مرحله رشدی ۱۵ تا ۲۵ سانتی‌متری علف‌هرز، عملکرد ذرت را به طور معنی‌داری کاهش داد.

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج این تحقیق نشان داد که در شرایط منطقه آزمایشی در کرج و با توجه به اینکه گونه‌های غالب مزرعه یک‌ساله پهن‌برگ بودند، اختلاط دو علف‌کش نیکوسولفورون و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌ای کارایی بسیار بالایی در کنترل علف‌های‌هرز داشت. کاربرد مخلوط این دو علف‌کش در مراحل ابتدائی رشد، به دلیل حساسیت بیشتر گیاهچه‌های علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها، اثر بازدارندگی بیشتری بر تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز داشت. در چنین شرایطی، به دلیل جلوگیری از تداخل ابتدای فصل علف‌های‌هرز با ذرت، اثر رقابتی ناشی از آن‌ها بر محصول، به حداقل رسید و کاربرد مقادیری از علف‌کش، حتی پائین‌تر از دز توصیه شده نیز توانست نتایج بسیار مثبتی در افزایش عملکرد محصول به دنبال داشته باشد. اما با به تاخیر انداختن زمان کاربرد علف‌کش تا مرحله شش تا هشت برگی ذرت، کارایی آن‌ها در کنترل علف‌های‌هرز کاهش یافت و برای رسیدن به عملکرد مطلوب، به مقادیر بیشتری از علف‌کش نیاز بود.

منابع

Baghestani, M.A., Zand, E., Lotfi Mavi, F., Mamnoie, E. and Sharifi Zive, S. 2013. Study of the possibility of tank mix application of Nicosulfuron+Rimsulfuron (Ultima) with Bromoxynil+MCPA (Bromicide MA) for weed control in corn. Iranian J. Crop Sci. 15: 166-180. (In Persian).

Bahari, L., Baghestani, M.A., Zand, E. and Mirhadi, M.J. 2011. Investigating the possibility of mixing Nicosulfuron (Cruz®) and MCPA + Bromoxynil (Bromicide M.A) to improve weed management in cornfields. J. Weed Ecol. 2: 57-69. (in Persian).

Cerrudo, D., Page, E.R., Tollenaar, M., Stewart, G. and Swanton, C.J. 2012. Mechanisms of yield loss in maize caused by weed competition. Weed Sci. 60: 225-232.

Dalley, C.D., Kells, J.J. and Renner, K.A. 2004. Effect of glyphosate application timing and row spacing on corn (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*) yields. Weed Technol. 18: 165–176.

Dobbels, A.F. and Kapusta, G. 1993. Post-emergence weed control in corn with nicosulfuron combinations. Weed Technol. 7: 844-850.

Evans, S.P., Knezevic, S.Z., Lindquist, J.L., Shapiro, C.A. and Blankenship, E.E. 2003. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. Weed Sci. 51:408–417.

Ghanizadeh, H., Lorzadeh, S.H. and Aryannia, N. 2014. Effect of weed interference on *Zea mays*: Growth analysis. Weed Biol. Manag. 14: 133–137.

Gower, S.A., Loux, M.M., Cardina, J. and Harrison, S.K. 2002. Effect of planting date, residual herbicide, and post-

www.SID.ir

Archive of SID

emergence application timing on weed control and grain yield in glyphosate-tolerant Corn (*Zea mays*). Weed Technol. 16: 488–494.

Hager, A.G., Wax, L.M., Bollero, G.A. and Stoller, E.W. 2003. Influence of diphenylether herbicide application rate and timing on common waterhemp (*Amaranthus rudis*) control in soybean (*Glycine max*). Weed Technol. 17: 14–20.

Hatzios, K.K. and Penner, D. 1985. Interactions of herbicides with other agrochemicals in higher plants. Rev. Weed Sci. 1: 1–63.

Jensen, P.K. and Kudsk, P. 1988. Prediction of herbicide activity. Weed Res. 28: 473-478.

Jhala, A.J., Ramirez, A.H.M. and Singh, M. 2013. Tank mixing saflufenacil, glufosinate, and indaziflam improved burndown and residual weed control. Weed Technol. 27: 422–429.

Johnson, B.C., Young, B.G. and Matthews, J. 2002. Effect of post emergence application rate and timing of Mesotrione on Corn (*Zea mays*) response and weed control. Weed Technol. 16: 414–420.

Kim, D.S., Marshall, E.J.P., Caseley, J.C. and Brain, P. 2006. Modelling interactions between herbicide dose and multiple weed species interference in crop–weed competition. Weed Res. 46:175–184.

Kudsk, P. 2008. Optimizing herbicide dose: a straightforward approach to reduce the risk of side effects of herbicides. Environmentalist. 28: 49–55.

Loux, M.M., Dobbels, A.F., Johnson, W.G. and Young, B.G. 2011. Effect of residual herbicide and post-emergence application timing on weed control and yield in glyphosate-resistant Corn. Weed Technol. 25: 19–24.

Lueschen, W.E., Hoverstad, T.R. and Gonsolus, J.L. 1992. Wild proso millet control in corn in 1992. Weed Sci. 49:122-123

Mamnoei, E. and Baghestani, M.A. 2014. Evaluating effect of mixing Nicosulfuron (cruz) and Bromoxynil + MCPA herbicide (Bromicide MA) to weeds control in Corn fields of Jiroft. J. Plant Prot. 28: 211-219. (In Persian).

Najafi, H. and Tollenaar, T. 2005. Response of corn at different leaf stages to shading by redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). Iranian J. Weed Sci. 1: 127–140.

Olson, W.A. and Nalewaja, J.D. 1981. Antagonistic effects of MCPA on wild oat (*Avena fatua*) control with diclofop. Weed Sci. 29: 566–571.

Riemens, M.M., Duec, T. and Kempenaar, C. 2008. Predicting sub-lethal effects of herbicides on terrestrial non-crop plant species in the field from greenhouse data. Environ. Pollut. 155: 141-149.

Sarani, M., Oveisi, M., Rahimian Mashhadi, H. and Alizadeh, H. 2016. Modelling interactive effects of herbicide application timing and dose for the control of *Bromus japonicus* in wheat in an arid environment. Weed Res. 56: 50–58.

Sheibany, K., Baghestani, M.A. and Atri, A. 2009. Competitive effects of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) on growth indices and yield of corn. Weed Biol. Manag. 9: 152–159.

Stougaard, R.N., Maxwell, B.D. and Harris, J.D. 1997. Influence of Application Timing on the Efficacy of Reduced Rate Postemergence Herbicides for Wild Oat (*Avena fatua*) Control in Spring Barley (*Hordeum vulgare*). Weed Technol. 11:283-289.

Streibig, J.C. 1980. Models for curve-fitting herbicide dose response data. Acta Agriculturae Scandinavica. 30: 59–64.

Tapia, L.S., Bauman, T.T., Harvey, R.G., Kells, J.J., Kapusta, G., Loux, M.M., Lueschen, W.E., Owen, M.D., Hageman, L.H. and Strachan, S.D. 1997. Postemergence herbicide application timing effects on annual grass control and corn (*Zea mays*) grain yield. Weed Sci. 45:138–143.

Teasdale, J.R. 1995. Influence of narrow row/high population corn (*Zea mays*) on weed control and light transmittance. Weed Technol. 9: 113–118.

Viougeas, M.A., Rohr, R. and Chamel, A. 1995. Structural changes and permeability of ivy (*Hedera helix* L.) leaf cuticles in relation to leaf development and after selective chemical treatments. New Phytol. 130: 337-348.

Zhang, J., Zheng, L., Jäck, O., Yan, D., Zhang, Z. and Gerhards, R. 2013. Efficacy of four post-emergence herbicides applied at reduced doses on weeds in summer corn (*Zea mays* L.) fields in North China Plain. Crop Prot. 52: 26-32.

www.SID.ir