مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۹، شماره ۱، ۱۳۹۶
صفحات ۱۵-۱

برهمکنش غلظت و زمان کاربرد نیکوسولفورون بر شاخص‌های رقابتی جانسون گراس (*Sorghum halepense*) و ذرت (*Zea mays*)

Interaction between Nicosulfuron dose and timing on Johnson grass and maize competition indices

فاطمه عین‌الهی[۱]، مصطفی اویسی[۲*] و حمید رحیمیان مشهدی[۳]

چکیده

مدیریت شیمیائی علف‌های هرز جزء مهمی از برنامه‌های مدیریتی تولید محصولات زراعی است. زمان کاربرد علف‌کش در افزایش کارائی علف‌کش بسیار حائز اهمیت است. آزمایشی مزرعه‌ائی به‌منظور بررسی اثر زمان و غلظت‌های نیکوسولفورون بر رقابت ذرت و جانسون‌گراس انجام شد. آزمایش به‌صورت اسپیلت پلات و در سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل غلظت‌های ۰، ٤٠، ٦٠، ٨٠ و ١٠٠ گرم ماده مؤثره در هکتار و کرت‌های فرعی شامل سه زمان کاربرد علف‌کش ٤-٢ برگی، ٦-٤ برگی و ٨-٦ برگی ذرت بود. پارامترهای رشدی ذرت شامل ارتفاع، سطح برگ و زیست توده اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد، بیش‌ترین ارتفاع، سطح برگ و زیست توده ذرت با کاربرد غلظت٦٠ گرم ماده مؤثره در هکتار از علف‌کش و در مرحله ٤-٢ برگی ذرت بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با غلظت توصیه شده علف‌کش و غلظت بالاتر از آن نداشت. با تأخیر در کاربرد علف‌کش ارتفاع و زیست توده جانسون‌گراس افزایش پیدا کرد و رقابت بین ذرت و جانسون‌گراس بوجود آمد. مطالعه حاضر اثر اصلی غلظت علف‌کش را در تغییر برهم‌کنش علف هرز- گیاه زراعی را نشان می‌دهد. مدیریت موفق، رقابت را با استفاده از غلظت‌های پائین علف‌کش به نفع گیاه زراعی جهت دستیابی به اهداف اقتصادی و زیست محیطی در تولید پایدار محصولات زراعی تغییر می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تراکم، شاخص‌های رشدی ذرت، عملکرد ذرت، غلظت کاهش یافته.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۱۳

۱- کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، دانشگاه تهران
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳- گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
*- نویسنده مسئول E- mail: moveisi@ut.ac.ir

مقدمه

علف‌های هرز با گیاه زراعی بر سر منابع مختلفی از قبیل نور، آب و عناصر غذایی به رقابت می‌پردازند و از عوامل اصلی کاهش‌دهنده عملکرد محصول محسوب می‌شوند. بروز رقابت بین دو گونه (اعم از زراعی و علف هرز) خصوصیات رشدی هر دو گونه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و افزایش طول دوره رقابت علف هرز منجر به کاهش بیشتر عملکرد محصول می‌شود. هر چه تراکم علف هرز بیشتر شود کاهش عملکرد بیشتری دیده می‌شود، به‌طوری‌که اگر در مزرعه ذرت تراکم جانسون‌گراس از ۴ به ۱۲ بوته در ۹ متر مربع ردیف برسد کاهش عملکرد از ۴۶/۶ به ۸۵ درصد را به‌دنبال خواهد داشت (Gosheh *et al*., 1996). از آنجا که اثرات رقابتی علف هرز جانسون‌گراس با ذرت در ابتدای فصل بیشتر است لذا مهار علف‌های هرز در ذرت در مراحل ابتدایی رشد به سبب برتری طبیعی علف هرز بر ذرت اهمیت ویژه‌ای دارد. با توجه به محاسن و تأثیر فوق‌العاده علف‌کش‌ها در دستیابی به حداکثر عملکرد، نادیده گرفتن آن از برنامه‌های مدیریتی عملی نیست. بنابراین سوق دادن تحقیقات در جهت استفاده از زمان مناسب کاربرد علف‌کش‌ها و نیز استفاده از توان رقابتی محصول در برابر علف هرز به‌منظور کاهش اثرات منفی آن بر محیط زیست و کاهش هزینه‌ها به‌عنوان رهیافتی در جهت کاهش کاربرد علف‌کش‌ها مطرح شده است. ورود علف‌کش‌ها به‌عنوان یک عامل بیرونی در محیط رقابت باعث تغییر شاخص‌های رشدی به نفع گیاه زراعی می‌شود، به‌نحوی که اگر شاخص‌های رشدی گیاه زراعی را قبل و بعد از پاشش علف‌کش‌ها مورد مقایسه قرار دهیم تغییرات زیادی در میزان این شاخص‌ها به چشم می‌خورد. به‌طور مثال استفاده از غلظت‌های کاهش یافته علف‌کش نیکوسولفورون توانست از توان رقابتی توق (*Xantium stramarium*) (Oveisi, 2009) و جانسون‌گراس (*Sorghum halepense*) (Dashti, 2013) به نفع ذرت بکاهد و منجر به افزایش عملکرد ذرت شود. کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون زمانی که جانسون‌گراس ارتفاعی کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر داشته باشد موجب کنترل ۷۵ تا ۹۴ درصدی آن می‌شود (Dennis *et al*., 2013). طبق گزارش دشتی (Dashti, 2013) کاربرد غلظت کاهش یافته ۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار از علف‌کش نیکوسولفورون توانست جانسون‌گراس را در مراحل اولیه رشد به‌خوبی کنترل کند. وجود نتایج در مورد زمان مناسب کاربرد علف‌کش، لزوم بررسی‌های بیش‌تر در مورد شناخت زمان مناسب کاربرد علف‌کش و کاربرد غلظت مناسب با تغییر زمان کاربرد را ضروری می‌سازد.

هر چند تلاش‌های زیادی برای شناخت تأثیر غلظت علف‌کش‌ها بر رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی (Salonen, 1992; Kim *et al*., 2002; Brain *et al*., 1999) و نیز اثرات زمان کاربرد بر رقابت علف هرز با گیاه زراعی صورت گرفته است (Dennis *et al*., 2013; Bill *et al*., 2000; Christie *et al*., 2009; Fontem Lum *et al*., 2005)، اما مطالعات اندکی برهم‌کنش زمان کاربرد و غلظت علف‌کش بر رقابت علف هرز- گیاه زراعی را مورد بررسی قرار داده است. لذا شناخت این برهم‌کنش و تأثیر آن بر رقابت جهت کاهش مصرف علف‌کش‌ها ضروری بنظر می‌رسد. مطالعه حاضر برهم‌کنش زمان کاربرد و غلظت علف‌کش دو منظوره نیکوسولفورون را برای بهبود کنترل جانسون‌گراس در ذرت مورد بررسی قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل اجرای آزمایش: این آزمایش در بهار سال۱۳۹۴ در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج (شهرستان کرج در عرض جغرافیائی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی قرار داشته و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶۱متر می‌باشد که متوسط بارندگی سالانه آن ۲۴۱ میلی‌متر است) انجام شد. آزمایش به‌صورت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل ۵ غلظت مختلف (۰، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار معادل ۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار) و کرت‌های فرعی شامل سه زمان کاربرد (۴-۲

برگی، ۶-۴ برگی و ۸-۶ برگی ذرت) علف‌کش نیکوسولفورون (SC4%، مقدار توصیه شده ۲ کیلوگرم در هکتار) بود. بافت خاک، لومی‌رسی (شن ۲۸/۶ درصد، سیلت ۴۰ درصد، رسی ۳۱/۴ درصد)، PH برابر ۷/۵، هدایت الکتریکی خاک (میلی‌موس) برابر ۰/۳۸، درصد نیتروژن خاک برابر۰/۰۷، فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب برابر ۲۱/۲۳ و ۱۳۲ پی‌پی‌ام بوده است. عملیات کاشت ذرت در ۲۲ خرداد با فواصل ردیف ۰/۷۵ متر در ۵ ردیف در کرت‌های ۱۰*۳/۵ متر انجام شد. رقم ذرت سینگل کراس ۷۰۳ برای کاشت انتخاب شد. کاشت بذرها با ردیف‌کار به فاصله ۹ سانتی‌متر انجام شد، آن‌گاه پس از اطمینان از استقرار گیاهچه‌های ذرت تراکم مورد نظر (۸ بوته در متر مربع) اعمال گردید. آبیاری به‌صورت بارانی و به فواصل هر ۷ روز یکبار انجام شد. اعمال تیمارها در سه مرحله ۴-۲ برگی، ۶-۴ برگی و ۸-۶ برگی ذرت انجام گرفت. آزمایش در زمینی اجرا شد که در سال‌های قبل با آلودگی بالای جانسون‌گراس همراه بود، و بر اساس بررسی میانگین تراکم جانسون‌گراس در آن ۹ بوته در متر مربع بود. در طول اجرای آزمایش سایر علف‌های هرز وجین شدند. از سمپاش پشتی لانس‌دار، مدل ماتابی (Matabi) با نازل شره‌ای به شماره ۸۰۰۲ و فشار۲/۴ بار و حجم محلول مصرفی برابر ۲۵۰ لیتر در هکتار برای پاشش علف‌کش استفاده گردید.

نمونه برداری و اندازه‌گیری: به‌منظور تعیین وزن خشک جانسون‌گراس و ذرت قبل از اعمال هر مرحله سمپاشی و ۳ هفته بعد از آن طی ۴ مرحله (۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ روز پس از کاشت ذرت مصادف با مراحل ۴-۲ برگی، ۶-۴ برگی و ۸-۶ برگی ذرت) نمونه برداری تخریبی از دو کوادرات ۰/۵*۰/۵ متر از سه ردیف میانی انجام شد. در هر مرحله نمونه برداری از همان کوادرات سه بوته ذرت از سطح خاک قطع و ارتفاع آن اندازه گیری شد. سپس بوته های ذرت به آزمایشگاه منتقل گردید و با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ، سطح برگ نمونه ها تعیین گردید.

اندازه‌گیری عملکرد دانه: برداشت نهایی پس از قطع آخرین آبیاری و رسیدگی فیزیولوژیک ذرت انجام شد. جهت تعیین عملکرد دانه برداشت از سه ردیف میانی و سطحی معادل دو متر مربع انجام شد و سپس نمونه‌ها در آون به مدت سه روز با دمای ۷۳ درجه قرار گرفتند و در نهایت وزن دانه‌های خشک شده اندازه‌گیری شد.

محاسبات آماری: تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد و با توجه به نرمال بودن داده‌ها تبدیل داده‌ها صورت نگرفت.

برای تعیین روند تجمع وزن خشک جانسون‌گراس و پاسخ آن به غلظت‌های مختلف علف‌کش در طی فصل رشد از رگرسیون غیر خطی استفاده شد.

برای محاسبه روند شاخص‌های رشدی ارتفاع بوته و وزن خشک ذرت در طول فصل از معادله لجستیک ۳ پارامتره استفاده گردید. این معادله به‌صورت زیر می‌باشد:

$$Y_{H,D}=\frac{a_{H,D}}{1+(\frac{X}{X0_{H,D}})^{b_{H,D}}}$$

معادله (۱)

$a_{H,D}$= حداکثر میزان ارتفاع و وزن خشک ذرت در طی فصل رشد

$X_{0H,D}$= زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ارتفاع و وزن خشک ذرت در طی فصل رشد.

X= غلظت‌های مختلف علف‌کش.

$b_{H,D}$= شیب منحنی در فاصله افزایش خطی

برای توصیف رابطه بین پارامترهای محاسبه شده a_H و میزان X_{0H} ارتفاع و غلظت‌های مختلف علف‌کش (معادله ۲) و نیز رابطه بین پارامترهای a_D و b_D وزن خشک ذرت و غلظت‌های مختلف علف‌کش (معادله ۳) از معادله سیگموئید ۳ پارامتره استفاده شد. این معادله برای توصیف این دو رابطه به‌صورت زیر می باشد:

$$Y = \frac{a_H}{1 + e^{-(\frac{x - x_{0H}}{b})}}$$ معادله (۲)

a_H= حداکثر میزان ارتفاع و وزن خشک ذرت در غلظت بالای علف‌کش

x_{0H}= غلظتی که ذرت به نصف حداکثر ارتفاع و وزن خشک خود می‌رسد.

X= غلظت های مختلف علف‌کش

b= شیب منحنی در ناحیه X_0

$$Y = \frac{a_D}{1 + e^{-(\frac{x - x_0}{b_D})}}$$ معادله (۳)

a_D= حداکثر میزان وزن خشک ذرت در غلظت بالای علف‌کش

b_D= شیب منحنی در فاصله افزایش خطی

x_{0H}= غلظتی که ذرت به نصف حداکثر وزن خشک خود می‌رسد.

X= غلظت‌های مختلف علف‌کش

برای محاسبه روند شاخص سطح برگ در طول فصل از معادله‌ی Gaussian سه پارامتره استفاده شد. معادله بصورت زیر می‌باشد:

$$Y = a\, e^{[-0.5(\frac{x - x0l}{b})^2]}$$ معادله (۴)

a= حداکثر میزان سطح برگ در طی فصل رشد.

X_{0L}= روزی که در آن حداکثر سطح برگ اتفاق می‌افتد.

b_L= شیب منحنی در ناحیه X_0

برای توصیف رابطه بین پارامتر a_L و X_{0L} سطح برگ و غلظت‌های مختلف علف‌کش نیز از معادله سیگموئید سه پارامتره استفاده شد (مانند معادله ۲و ۳).

a_L= حداکثر سطح برگ ذرت در غلظت‌های بالای علف-کش

X_{0L}= غلظتی که ذرت به ۵۰ درصد حداکثر سطح برگ خود می‌رسد.

b= شیب منحنی

برای محاسبه عملکرد دانه از معادله سیگموئید سه پارامتره استفاده گردید. معادله به‌صورت زیر است:

$$Y_g = \frac{a_g}{1 + e^{-(\frac{x - x0_g}{b})}}$$ معادله (۵)

a_g= حداکثر میزان عملکرد دانه در غلظت بالای علف‌کش

x_{0g}= زمان مورد نیاز برای رسیدن به نصف حداکثر عملکرد دانه

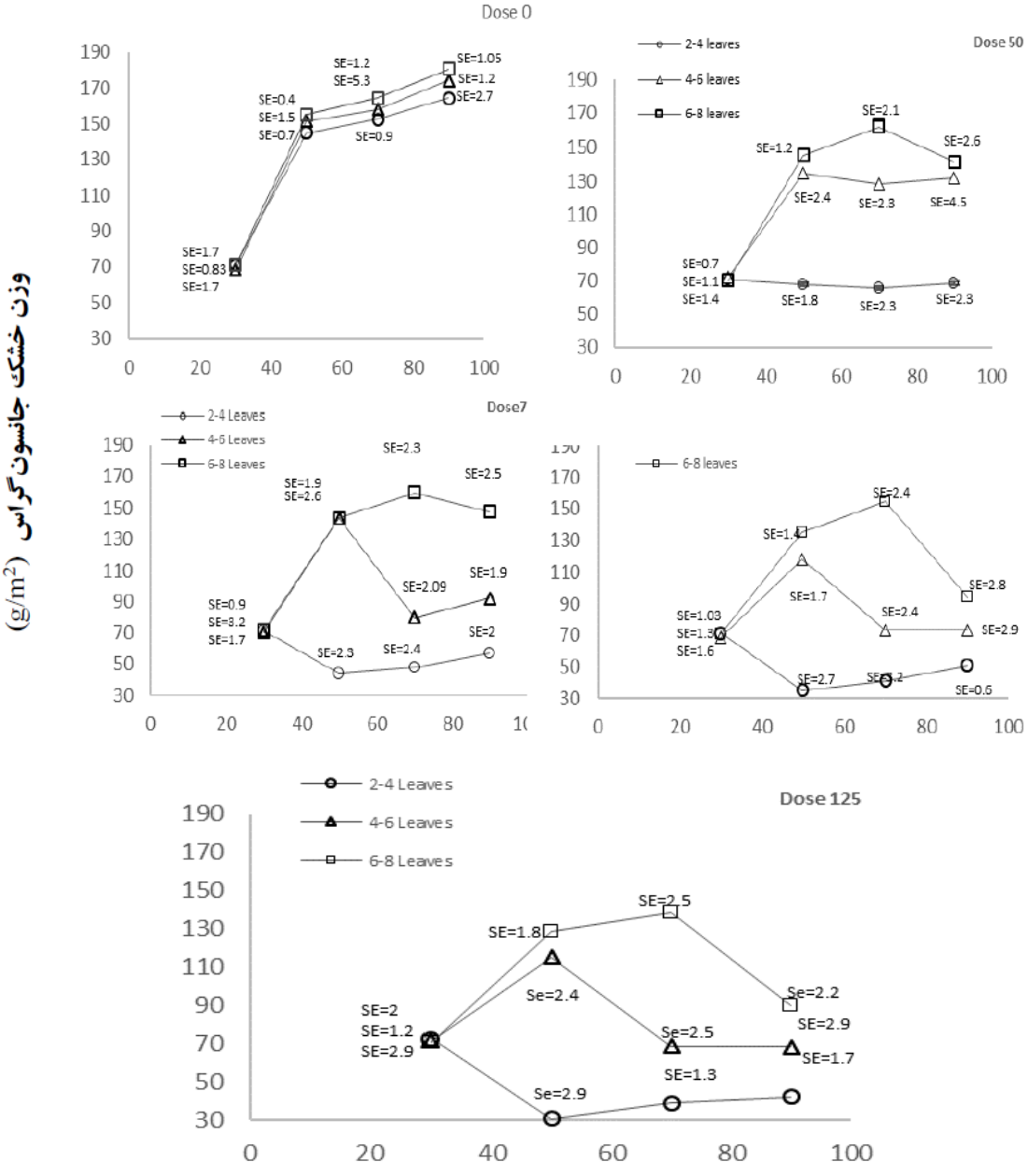
b_g= شیب منحنی

نتایج

روند تجمع وزن خشک جانسون‌گراس درغلظت‌های مختلف کاربرد علف‌کش در طی فصل رشد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش، حاکی از تأثیر معنی‌دار اثر غلظت و زمان کاربرد علف‌کش و اثر متقابل آن‌ها بر وزن خشک جانسون‌گراس بود. در مرحله اول کاربرد با افزایش غلظت علف‌کش جانسون‌گراس در ابتدای فصل سرکوب شد و تا آخر فصل اجازه رشد چندانی پیدا نکرد، به‌طوری‌که با غلظت ۲ و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار (معادل ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد غلظت توصیه شده علف‌کش) از علف‌کش کم‌ترین میزان وزن خشک جانسون‌گراس معادل ۳۰ گرم در متر مربع بدست آمد. با توجه به شکل یک مشاهده می‌شود که در مرحله اول غلظت کاهش یافته ۱/۵ کیلوگرم در هکتار نیز توانست در سطح قابل قبولی جانسون‌گراس را کنترل کند. با توجه به اینکه کم‌ترین میزان وزن خشک در مرحله اول کاربرد بدست آمد، مشخص گردید که کاربرد زود هنگام علف‌کش تأثیر کنترلی بهتری بر جانسون‌گراس دارد. با تأخیر در سمپاشی تا مرحله ۶-۴ برگی ذرت باز هم با افزایش غلظت امکان

کنترل مناسب جانسون‌گراس فراهم شد و هر چه غلظت علف‌کش بالاتری استفاده شد، وزن خشک جانسون‌گراس کاهش بیش‌تری پیدا کرد اما این کاهش به اندازه‌ی کاهش وزن خشک جانسون‌گراس در مرحله اول کاربرد علف‌کش نبود. با کاربرد علف‌کش در مرحله ۸-۶ برگی، به علف هرز فرصت بیش‌تری برای رشد داده شد و این امر باعث شد جانسون‌گراس وزن خشک و تراکم خود را افزایش دهد و مدت رقابت افزایش یابد. در این شرایط، کاربرد علف‌کش فقط با غلظت‌های ۲ و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار توانست وزن خشک جانسون‌گراس را کاهش دهد.

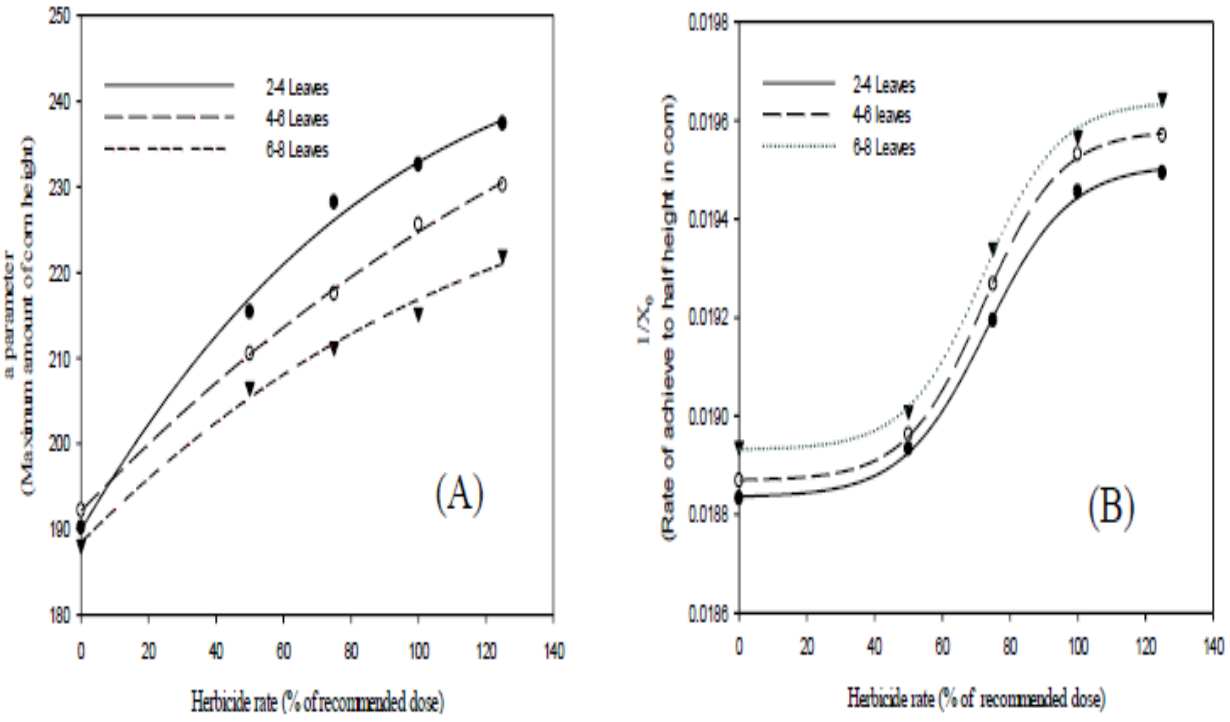


شکل ۱- پاسخ جانسون‌گراس به غلظت‌های مختلف کاربرد علف‌کش در طی فصل رشد (اعداد بر روی نقاط میانگین نشان‌دهنده خطای استاندارد (SE) می‌باشد).

Figure1-Johnson grass response to different herbicide doses in growth season (SE on average points stands for standard error).

رابطه بین پارامترهای محاسبه شده ارتفاع بوته ذرت در غلظت‌ها و زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش

بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر غلظت و زمان کاربرد علف‌کش و اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع ذرت معنی‌دار گردید. مطابق پارامترهای جدول یک با هر مرحله تأخیر در کاربرد علف‌کش مقدار پارامتر a_H کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که در مرحله اول کاربرد با افزایش علف‌کش به غلظت‌های بالا میزان این پارامتر نسبت به مراحل بعدی کاربرد بیش‌تر است (شکل ۲ A). این امر نشان می‌دهد باکنترل جانسون‌گراس در مراحل ابتدائی رشد، ذرت توانسته ارتفاع بیش‌تری نسبت به جانسون‌گراس پیدا کند و در رقابت، برتری جوید. از طرفی تأخیر در سمپاشی باعث افزایش نرخ X_{0H} می‌شود (شکل B۲)، بدین معنی که مدت زمان رسیدن به نصف حداکثر ارتفاع حاصل شده، در هر مرحله تأخیر در سمپاشی کم‌تر می‌شود. زیرا گیاه از ابتدای فصل مدت زمان بیش‌تری در معرض رقابت قرار گرفته و ارتفاع آن با توجه به رشد بیش‌تر علف‌های هرز در مدت زمان کم‌تری پس از کاشت به نصف حداکثر می‌رسد. همچنین با تأخیر در سمپاشی شیب منحنی نیز کاهش پیدا می‌کند (جدول ۱). این پارامتر افزایش کارایی غلظت‌های بالای علف‌کش را در افزایش ارتفاع نشان می‌دهد که با تأخیر در زمان کاربرد این نسبت به‌دلیل کاهش کارایی علف‌کش کاهش می‌یابد.



شکل ۲- رابطه بین حداکثر ارتفاع ذرت (a_H) و غلظت‌های مختلف کاربرد علف‌کش (شکل A) و رابطه بین میزان رسیدن به ۵۰ درصد ارتفاع ذرت (نرخ X0) و غلظت‌های مختلف کاربرد علف‌کش (شکل B)

Figure 2- (A) The relationship between the maximum height of corn (a_H) and different herbicide doses and (B) relationship between rate of achieve to 50% corn height (rate of X_0) and different herbicide doses.

جدول۱- پارامترهای مربوط به ارزیابی غلظت‌های مختلف علف‌کش برارتفاع ذرت با استفاده از معادله لجستیک سه پارامتره

Table 1- Parameters to evaluate different doses of herbicide on corn height using the 3 parameter logstic equation.

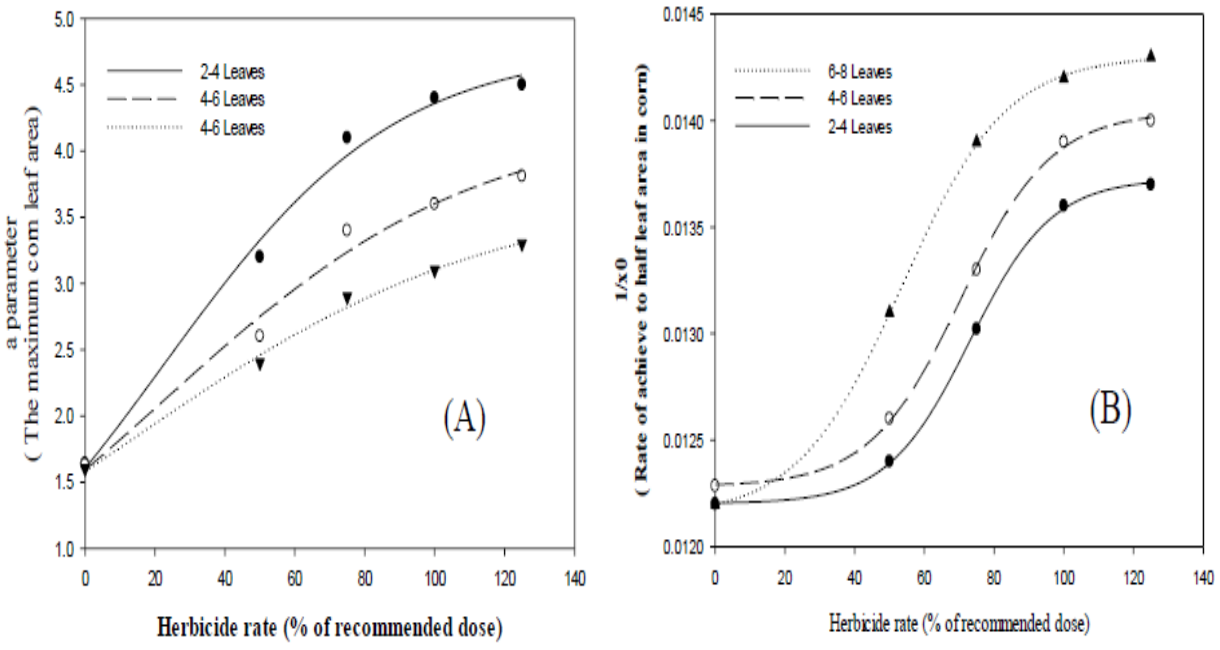
غلظت علفکش Dose of herbicide (g/ha)	زمان کاربرد علف‌کش Time application herbicide	a_H (حداکثر افزایش ارتفاع در غلظت بالا) (The maximum height at high dose)	b_H (شیب منحنی) (Curve slope)	$X0_H$ (زمان رسیدن به نصف حداکثر ارتفاع) (The time required to achieve to half maximum height)	R_2^{adj}
0	۲-۴ برگی 2-4 Leaves	195.7 (32.9)	4.5(2.4)	53.1	0.99
	۴-۶ برگی 4-6 Leaves	192.2(34.1)	4.2(3.1)	53.8	0.99
	۶-۸ برگی 6-8 Leaves	188.2(34.8)	4.1(3.01)	53.9	0.95
40	۲-۴ برگی 2-4 Leaves	209.7(32.3)	4.6(2.2)	53.3	0.96
	۴-۶ برگی 4-6 Leaves	200.5(31.2)	4.3(3.1)	53.5	0.99
	۶-۸ برگی 6-8 Leaves	192.5(30.8)	4.2(2.9)	54	0.99
60	۲-۴ برگی 2-4 Leaves	228.2(25.3)	5.6(2.6)	52.2	0.99
	۴-۶ برگی 4-6 Leaves	217.5(23.3)	5.4(3.3)	52.8	0.98
	۶-۸ برگی 6-8 Leaves	211.3(27.1)	5.1(3.8)	53	0.99
80	۲-۴ برگی 2-4 Leaves	232.6(25.4)	6.6(4.1)	51.4	0.99
	۴-۶ برگی 4-6 Leaf	225.6(23.3)	6.4(3.8)	52.1	0.98
	۶-۸ برگی 6-8 Leaves	215.3(29.5)	6.2(2.6)	52.5	0.99
100	۲-۴ برگی 2-4 Leaves	237.4(30.3)	5.4(2.2)	51	0.86
	۴-۶ برگی 4-6 Leaves	230.2(29.7)	5.2(2.7)	51.4	0.99
	۶-۸ برگی 6-8 Leaves	221.1(36.2)	5(1.8)	51.8	0.99

*اعداد درون پرانتز نشانگر خطای استاندارد است. *The numbers in the brackets indicate standard error.

رابطه بین پارامترهای محاسبه شده سطح برگ ذرت در غلظت‌ها و زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که روند افزایش شاخص سطح برگ در طول فصل، تحت تأثیر غلظت و زمان مختلف کاربرد علف‌کش قرار گرفت با افزایش غلظت علف‌کش در مرحله اول میزان پارامتر a_L (حداکثر سطح برگ ذرت در طول فصل) افزایش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان این پارامتر با غلظت‌های ۲ و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (شکل ۳ A). همچنین میزان سطح برگ بدست آمده با غلظت کاهش یافته ۱/۵ کیلوگرم در هکتار در مرحله اول تفاوت زیادی با سطح برگ بدست آمده در غلظت‌های ۲ و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار معادل ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد غلظت توصیه شده علف‌کش نداشت (جدول ۲).

هر چه زمان کاربرد علف‌کش دیرتر انتخاب شد میزان پارامتر a_L در غلظت‌های بالای علف‌کش از حدود ۴/۵ در مرحله اول به حدود ۳ در مرحله سوم کاهش یافت و بنابراین شاخص سطح برگ کم‌تری بدست آمد. از سوی دیگر تأخیر در کاربرد علف‌کش باعث افزایش نرخ X_{0L} شد. این امر حاکی از آن است که گیاه زراعی در هر مرحله تأخیر در انتخاب زمان سمپاشی به مدت زمان کم‌تری برای حصول نصف حداکثر سطح برگ خود نیاز دارد (شکل ۳ B). همچنین به تعویق انداختن زمان سمپاشی منجر به کاهش شیب منحنی گردید که نشان می‌دهد به ازای هر مرحله تأخیر در کاربرد علف‌کش افزایش در میزان کارایی علف‌کش در غلظت‌های بالا با شیب کم‌تری صورت می‌گیرد (جدول ۲).



شکل۳- رابطه بین حداکثر سطح برگ ذرت (a_L) و غلظت‌های مختلف کاربرد علف‌کش شکل (A) و رابطه بین میزان رسیدن به ۵۰ درصد سطح برگ ذرت (نرخ X0) و غلظت‌های مختلف کاربرد علف‌کش شکل (B).

Figure 3- The relationship between maximum corn leaf area (a_L) figure (A) and rate of achieve to 50% corn leaf area (rate of X_0) figure (B) in different dose herbicide.

جدول۲- پارامترهای مربوط به ارزیابی غلظت‌های مختلف علف‌کش برسطح برگ ذرت با استفاده از معادله گوسین سه پارامتره

Table 2- Parameters to evaluate different doses herbicide on corn leaf area using 3-parameter Gussian equation.

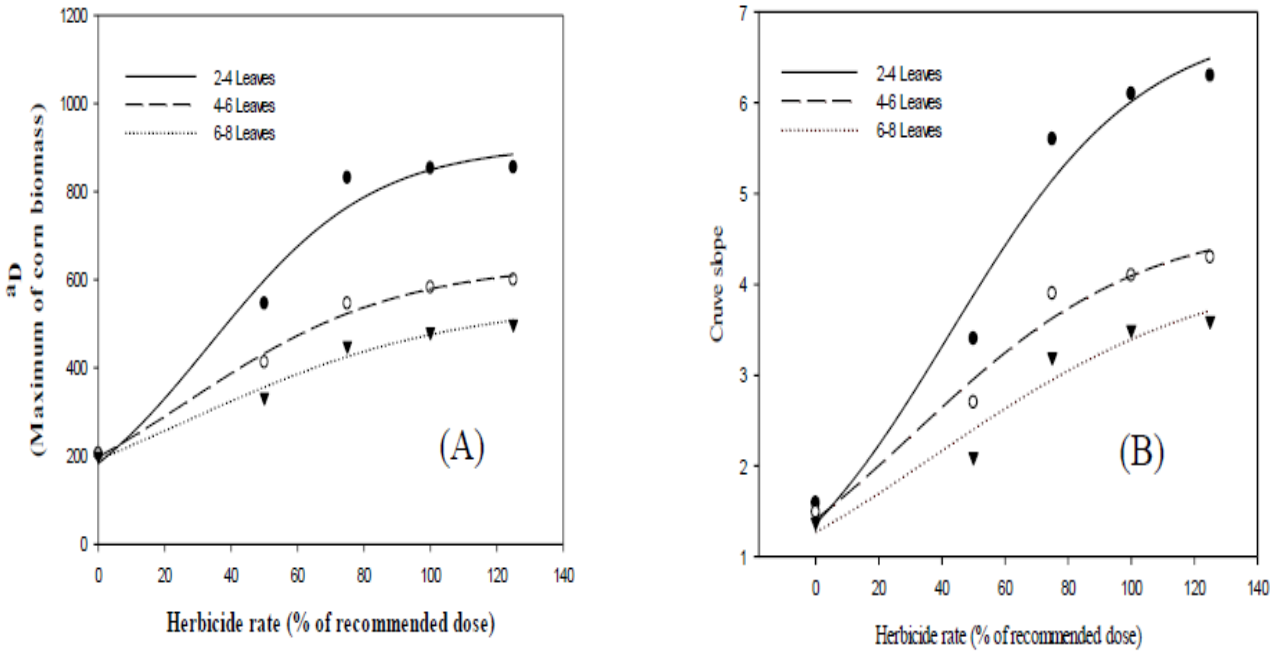
غلظت علفکش Dose of herbicide (g/ha)	زمان کاربرد علفکش Time application herbicide	a_L (حداکثر افزایش سطح برگ در غلظت بالا) (The maximum leaf area index at high dose)	b_L (شیب منحنی) (curve slope)	$X0_L$ (روزی که حداکثر برگ در آن اتفاق می‌افتد) The day that the maximum leaf area happen.	R_2^{adj}
0	۲-۴ برگی 2-4 leaves	1.64 (0.01)	79.1 (10.8)	82.41	0.88
	۴-۶ برگی 4-6 leaves	1.63 (0.01)	74.1 (9.5)	82.5	0.89
	۶-۸ برگی 6-8 leaves	1.61 (0.03)	77.3 (10.6)	82.6	0.89
40	۲-۴ برگی 2-4 leaves	3.2 (0.03)	44.6 (1.2)	78.13	0.98
	۴-۶ برگی 4-6 leaves	2.1 (0.01)	33.9 (3.2)	75.05	0.86
	۶-۸ برگی 6-8 leaves	1.5 (0.06)	35.1 (4.8)	73.2	0.96
60	۲-۴ برگی 2-4 leaves	4.1 (0.01)	44.8 (2.7)	76.8	0.99
	۴-۶ برگی 4-6 leaves	3.2 (0.08)	33.6 (3.3)	74.8	0.93
	۶-۸ برگی 6-8 leaves	2.5 (0.02)	31 (3.3)	72.8	0.93
80	۲-۴ برگی 2-4 leaves	4.4 (0.02)	45.8 (4.5)	75.49	0.99
	۴-۶ برگی 4-6 leaves	3.5 (0.12)	33.3 (0.3)	74.3	0.91
	۶-۸ برگی 6-8 leaves	2.8 (0.01)	29.4 (2.7)	72.5	0.95
100	۲-۴ برگی 2-4 leaves	4.5 (0.05)	46.1 (4.6)	75.3	0.98
	۴-۶ برگی 4-6 leaves	3.8 (0.17)	32.8 (3.6)	73.8	0.87
	۶-۸ برگی 6-8 leaves	3 (0.05)	29.1 (3.1)	72.1	0.87

* The numbers in the brackets indicate the standard error. * اعداد درون پرانتز نشانگر خطای استاندارد است.

رابطه بین پارامترهای محاسبه شده وزن خشک ذرت در غلظت‌ها و زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش

جدول تجزیه واریانس، حاکی از تأثیر معنی‌دار تیمارهای غلظت و زمان کاربرد و اثر متقابل آن‌ها بر زیست توده ذرت بود. با توجه به شکل ۴ A مشاهده می‌شود که با بالا بردن غلظت علف‌کش میزان پارامتر a_D افزایش می‌یابد. بیش‌ترین میزان این پارامتر در مرحله اول به‌همراه غلظت ۲ و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار (معادل ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد غلظت توصیه شده) بدست آمد (شکل ۴ A). همچنین غلظت کاهش یافته ۱/۵ کیلوگرم در هکتار (۷۵ درصد غلظت توصیه شده) در مرحله اول کاربرد در افزایش وزن خشک ذرت توانست با غلظت‌های ۲ و۲/۵ کیلوگرم در هکتار برابری کند (شکل ۴ A).

چنانچه انتخاب زمان سمپاشی با تأخیر انجام گردد به ازای هر مرحله تأخیر مقدار پارامتر a_D کاهش بیش‌تری می‌یابد و در هر مرحله تأخیر ذرت وزن خشک کم‌تری کسب می‌کند. از طرفی به تعویق انداختن سمپاشی منجر به کاهش شیب منحنی گردید (شکل ۴ B). این امر نشان می‌دهد با هر مرحله تأخیر در سمپاشی با وجود بالاتر بردن غلظت علف‌کش افزایش تجمع وزن خشک ذرت با شیب کندتری صورت می‌گیرد و بنابراین در مرحله دوم و سوم سمپاشی ذرت وزن خشک کم‌تری بدست می‌آورد. همچنین در صورتی که زمان کاربرد علف‌کش با تأخیر انتخاب گردد، میزان پارامتر X_{0D} نیز با کاهش رو به رو می‌شود که نشان می‌دهد ذرت در هر مرحله تأخیر طی مدت زمان کم‌تری نصف حداکثر وزن خشک خود را کسب می‌کند.



شکل۴- رابطه بین حداکثر وزن خشک ذرت (a_D) و غلظت‌های مختلف کاربرد علف‌کش شکل (A). رابطه بین شیب منحنی (b_D) وزن خشک ذرت و غلظت‌های مختلف کاربرد علف‌کش شکل (B).

Figure 4- (A) The relationship between maximum of corn dry matter (a_P) and different herbicide doses and (B) The relationship between curve slope (b_P) corn dry matter and different herbicide doses.

جدول۳- پارامترهای مربوط به ارزیابی غلظت‌های مختلف علف‌کش بر وزن خشک ذرت با استفاده از معادله لجستیک سه پارامتره

Table 3- Parameters to evaluate different doses herbicide on corn dry matter using 3- parameter logstic equation.

غلظت علفکش Dose herbicide (g/ha)	زمان کاربرد علف‌کش (time application herbicide)	a_D (حداکثر افزایش وزن خشک در غلظت بالا)	b_D (شیب منحنی)	$X0_D$ (زمان رسیدن به نصف وزن خشک ذرت)	R_2^{adj}
0	۲-۴ برگی 2-4 leaves	205.83 (11.6)	1.5 (0.2)	29	0.88
	۴-۶ برگی 4-6 leaves	204.01 (10.02)	1.4 (0.18)	28.2	0.89
	۶-۸ برگی 6-8 leaves	200.6 (25.6)	1.3 (0.41)	27.8	0.89
40	۲-۴ برگی 2-4 leaves	546.3 (22.6)	3.4 (0.38)	44.81	0.98
	۴-۶ برگی 4-6 leaves	412.2 (17.19)	2.7 (0.19)	44.3	0.86
	۶-۸ برگی 6-8 leaves	333.6 (16.2)	1.4 (0.09)	43.5	0.96
60	۲-۴ برگی 2-4 leaves	831.32 (4)	5.6 (0.1)	43.5	0.99
	۴-۶ برگی 4-6 leaves	546.25 (14.5)	3.9(0.35)	41.2	0.93
	۶-۸ برگی 6-8 leaves	450.2 (11.2)	2.9(0.18)	40.2	0.93
80	۲-۴ برگی 2-4 leaves	852.87 (5.23)	6.1 (0.15)	43.1	0.99
	۴-۶ برگی 4-6 leaves	582.6 (19.7)	4.1 (0.38)	40.9	0.91
	۶-۸ برگی 6-8 leaves	481.3 (3.84)	3.06 (0.07)	40.3	0.95
100	۲-۴ برگی 2-4 leaves	855.01 (4.56)	6.3 (1.33)	43.1	0.98
	۴-۶ برگی 4-6 leaves	600.02 (3.68)	4.3 (0.13)	40.2	0.87
	۶-۸ برگی 6-8 leaves	499.3 (8.4)	3.3 (0.19)	39	0.87

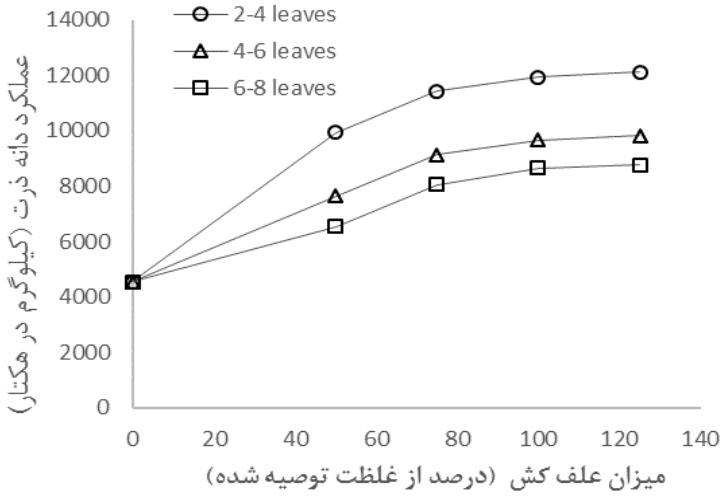
* The numbers in brackets indicate the standard error. *اعداد درون پرانتز نشانگر خطای استاندارد است.

رابطه بین عملکرد دانه ذرت در غلظت‌ها و زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش

اثر تیمار زمان کاربرد و غلظت‌های مختلف علف‌کش و نیز برهم‌کنش آن‌ها بر عملکرد دانه ذرت در سطح احتمال

یک درصد معنی‌دار گردید. مطابق شکل ۵، بیش‌ترین عملکرد دانه در مرحله اول کاربرد علف‌کش با غلظت‌های ۲و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار به میزان حدود ۱۲ تن در هکتار بدست آمد. همچنین میزان عملکرد دانه بدست آمده در غلظت کاهش یافته ۱/۵ کیلوگرم در هکتار در مرحله اول تفاوت چندانی با عملکرد دانه بدست آمده در غلظت ۲ و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار در مرحله اول کاربرد نداشت (شکل ۵).

چنانچه زمان کاربرد علف‌کش با تأخیر انتخاب گردد عملکرد دانه ذرت کاهش می‌یابد. با هر مرحله تأخیر در سمپاشی علیرغم بالا بردن غلظت علف‌کش به‌دلیل کاهش کارایی علف‌کش عملکرد دانه ذرت با افت مواجه می‌شود و در هر مرحله عملکرد دانه کم‌تری بدست می آید. تأخیر در کاربرد علف‌کش با افزایش غلظت ممکن است بتواند موفق به کنترل جانسون‌گراس شود ولی به‌دلیل رقابت طولانی مدت با ذرت عملکرد دانه را کاهش می‌دهد.



شکل۵- رابطه بین غلظت علف‌کش و عملکرد دانه ذرت در زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش

Figure 5- The relationship between herbicide dose and corn grain yield in different times of application.

بحث

همجواری علف هرز با ذرت رشد و نمو گیاه زراعی را درطول فصل تحت تأثیر قرار می‌دهد و عمدتاً از طریق کاهش شاخص سطح برگ و وزن خشک، موجبات افت عملکرد ذرت را فراهم می‌کند (Hall *et al.*, 1992). مطالعه اخیر نشان می‌دهد کاربرد علف‌کش در ابتدای فصل سطوح بالاتری از کنترل جانسون‌گراس فراهم می‌کند و باعث افزایش شاخص‌های رشدی ذرت می‌شود.

کاربرد علف‌کش در مرحله ۴-۲ برگی به‌همراه غلظت‌های بالا با شیب تندتری باعث افزایش در میزان پارامتر a مربوط به ارتفاع، سطح برگ و وزن خشک ذرت می‌شود؛ به‌طوری‌که در این مرحله قدرت علف‌کش در مهار علف هرز جانسون‌گراس و افزایش پارامتر a مربوط به وزن خشک ذرت حتی در غلظت کاهش یافته ۶۰ گرم با غلظت‌های ۸۰ و ۱۰۰ گرم ماده مؤثره برابری می‌کند. این امر را می‌توان چنین توجیه کرد که علف هرز در مراحل ابتدایی رشد به‌ویژه زمانی که ارتفاعی کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر داشته باشد (Dennis *et al.*, 2013)، به‌دلیل اندازه کوچک و نازک‌تر بودن کوتیکول (Dexter, 1993) علف‌کش بیش‌تری جذب می‌کند و در نتیجه حساسیت بیش‌تری نسبت به علف‌کش داشته و مهار آن با علف‌کش منجر به افزایش شاخص‌های رشدی ذرت شد. چنانچه

انتخاب زمان کاربرد علف‌کش با تأخیر انجام شود علی‌رغم بالا بردن غلظت علف‌کش میزان پارامتر a برای شاخص‌های ارتفاع، سطح برگ و وزن خشک ذرت با کاهش مواجه می‌گردد. به‌طوری‌که غلظت ۴۰ گرم در مرحله اول با غلظت ۸۰ گرم ماده مؤثره در مرحله سوم به یک اندازه باعث افزایش در میزان پارامتر a مربوط به ارتفاع ذرت شده است. زیرا هر چه کاربرد علف‌کش با تعویق صورت پذیرد تراکم و اندازه علف هرز جانسون‌گراس بیش‌تر شده و این امر موجب کاهش قدرت علف‌کش در کنترل مؤثر جانسون‌گراس در غلظت‌های بالا می‌شود. کاهش در کارایی علف‌کش باعث می‌گردد در هر مرحله تأخیر شیب منحنی رو به کاهش باشد. از طرفی با تأخیر در سمپاشی به‌دلیل طولانی‌تر شدن دوره رقابت، ذرت در مدت زمان کم‌تری ۵۰ درصد ارتفاع خود را در هر مرحله کسب می‌کند و این موضوع باعث افزایش نرخ x_0 ارتفاع در هر مرحله تأخیر شده است.

به تعویق انداختن سمپاشی منجر به هم‌پوشانی سریع بوته‌های بالغ جانسون‌گراس و قرارگرفتن برگ‌های ذرت در سایه انداز آن شده و سطح برگ ذرت در هر مرحله تأخیر به شدت با کاهش روبه رو می‌شود. در این شرایط، سایه اندازی کانوپی جانسون‌گراس باعث کوچک شدن برگ‌های ذرت و کم شدن مقدار سطح برگ شده و این امر سبب کاهش نرخ x_0 می‌شود و ذرت زودتر به نصف حداکثر سطح برگ خود دسترسی پیدا می‌کند. از آنجا که سطح برگ و تجمع وزن خشک همبستگی مثبت دارند (Hall *et al*., 1992) نتیجتاً در هر مرحله تأخیر در سمپاشی از میزان پارامتر a مربوط به وزن خشک ذرت کاسته می‌شود و روند تجمع وزن خشک در حضور غلظت بالای علف‌کش با شیب کم‌تری صورت می‌گیرد. کاهش شیب نشان می‌دهد علف‌کش در هر مرحله تأخیر در کنترل مؤثر جانسون‌گراس ضعیف‌تر عمل می‌کند. به‌طوری‌که غلظت ۴۰ گرم در مرحله اول با حداکثر غلظت در مرحله سوم کاربرد شیب یکسانی دارند. در نتیجه آگاهی از غلظت و زمان مناسب کاربرد علاوه بر افزایش اثر بخشی و کارایی علف‌کش‌ها، جهت تولید بهینه محصول ضروری به‌نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این مطالعه، بهترین زمان کاربرد علف‌کش جهت کنترل جانسون‌گراس و کاهش زیست توده و تراکم آن، ۴-۲ برگی ذرت بود. برهم‌کنش غلظت و زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش بر شاخص‌های رشدی ذرت نشان داد، کاربرد علف‌کش در مرحله ابتدایی رشد ذرت (۴-۲ برگی) با کنترل گونه‌ی رقیب، می‌تواند باعث بالا بردن توان رقابتی ذرت شود و ارتفاع، سطح برگ و زیست توده و در نهایت عملکرد ذرت را افزایش دهد، همچنین استفاده از غلظت کاهش یافته ۱/۵ کیلوگرم در هکتار در مرحله ۴-۲ برگی ذرت می‌تواند منجر به افزایش شاخص‌های رشدی ذرت شده و عملکرد قابل قبولی را حاصل کند.

با تأخیر در سمپاشی استفاده از غلظت کاهش یافته نمی‌تواند کنترل مناسبی از علف هرز در آلودگی‌های بالای مزرعه داشته باشد و به‌دلیل سایه اندازی علف هرز و محدودیت نور در افزایش توان رقابتی ذرت و بسته شدن سریع کانوپی آن ضعیف عمل می‌کند. نهایتاً با کاربرد دیرهنگام در ۸-۶ برگی ذرت غلظت‌های ۲ و ۲/۵ کیلوگرم در هکتار به‌طور یکسان باعث کنترل قیاق می‌شوند و در اثر رقابت اول فصل و طولانی شدن مدت رقابت بالاتر بردن غلظت علف‌کش نمی‌تواند تأثیری بر افزایش شاخص‌های رشدی و تجمع زیست توده و عملکرد دانه ذرت داشته باشد.

References **فهرست منابع**

Bill, J. W., and G. Harvey. 2000. Effect of Nicosulfuron timing on Wild-proso millet (*Panicum miliaceum*) control in Sweet corn (*Zea mays*). Weed Technology. (14) 377-382.

Brain, P., B. J. Wilson., K. J. Wright., G. P. S. Eavers., and J. C. Caseley. 1999. Modelling the effect of crop and weed on herbicide efficacy in Wheat. Weed Research. (39) 21 –35.

Christie, L. S. T., E. Robert., P. Nurse., and H. Sikkema. 2009. Time of day impacts emergence weed control in Corn. Weed Science. (23) 346-355.

Dashti, H., H. Rahimian., and M. Oveisi. 2013. Effect of cropping type, land covered with Wheat residue and without residue on emergence pattern of seedling and rhizome sprouting shoot of *Sorghum halepense* L. in Karaj Region. Iranian society of weed science. (10) 192-200.

Dennis, B. J., and J. K. Norsworthy. 2013. Johnson grass (*Sorghum halepense*) management as influenced by herbicide selection and application timing. Weed Technology. (28) 142-150.

Dexter, A. G. 1993. Herbicides spray drift. North Dakota Press. (3) 1-13.

Fontem Lum, A., D. Chikoye., and S. O. Adeiyan. 2005. Effects of Nicosulfuron dosage and timing on the postemergence control of Cogongrass (*Impereta cylindrical*) in corn. Crop Protection. (24) 41-47.

Ghosheh, H. Z., D. L. Holshouser., and J. M. Chandler. 1996. Influence of density on Johnson grass (*Sorghum halepense*) interference in field corn *Zea mays*. Weed Science. (44) 879–883.

Hall, M. R., C. J. Swanton., and G. W. Anderson. 1992. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). Weed Science. (40) 441–447.

Kim, D.S., P. Brain., E. J. P. Marshall., and J. C. Caseley. 2002. Modelling herbicide dose and weed density effects on crop: weed competition. Weed Research. (42) 1 –13.

Oveisi, M., H. Rahimian., and H. Alizadeh. 2009. Modelling herbicide dose effect and multiple weed species interference in corn. Ph.D thesis. University of Tehran.

Salonen, J. 1992. Yield responses of spring cereals to reduced herbicide doses. Weed Research. (32) 493-499.

Interaction between Nicosulfuron rate and time of application on Johnson grass and maize competition indices

F. Einallahi[1], M. Ovisi *, H. Rahimian Mashhadi

Abstract

Chemical weed control is a main component of management programs in crop productions. Herbicide application time significantly increases herbicide efficiency. A field experiment was conducted to study the effect of Nicosulfuron time of application and dose on *S. halepense* competition with maize. Experiment was designed as split-plot in three replications. Main plots were herbicide dose of 0, 40, 60, 80, 100 g a. i. /ha and sub plots were herbicide application time as of 2-4 , 4-6 , 6-8 leaf stage of maize growth. Growth parameters of maize including height, leaf area (LA) and total biomass (TB) were measured. Results showed that, the highest height, LA and TB were obtained from Nicosulfuron application at 60 g a. i. /ha in 2-4 leaf stage of maize and no significant difference was shown with herbicide recommended dose or higher. Delaying in herbicide application led to increase the height and TB of Johnson grass and higher competition with maize. It caused decrease in maize growth indices. Current study showed that herbicide dose has main effect on changing weed-crop interactions. Successful management would change competition in advantage to crops using lower herbicide doses to achieve both economic and environmental purposes in sustainable crop protection.

Keyword: Corn growth indices, Corn yield, Density, Reduced dose.

Received date: 4 Feb 2017 Accepted date: 3 June 2017

1- M. Sc. weed science, University of Tehran
2- University of Tehran
3- University of Tehran
*- Corresponding author E-mail: moveisi@ut.ac.ir