نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد سیزدهم، شماره ۲(۵۰)، تابستان ۱۳۹۸، صفحه ۳۵۸-۳۴۱

واکنش هیبریدهای ذرت (*Zea mays* L.) با گروه‌های مختلف رسیدگی به مقادیر کاهش یافته علف‌کش نیکوسولفورن

ایرج روکی[۱]، محمد آرمین[۲*]، و متین جامی معینی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۷ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱/۳۱

چکیده

به‌منظور بررسی واکنش ارقام ذرت، با گروه‌های مختلف رسیدگی به مقادیر کاهش یافته علف‌کش نیکوسولفورن (کروز۴ درصد SC)، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه شرکت کشاورزی برکت جوین (سبزوار، استان خراسان رضوی) انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل هیبریدهای مختلف ذرت در سه سطح زودرس (۲۶۰)، میان‌رس (۴۰۰) و دیررس (۷۰۴) به‌عنوان فاکتور اصلی و مقادیر کاهش یافته علف‌کش نیکوسولفورن (کروز) در پنج سطح (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه شده ۲ لیتر در هکتار) به همراه یک کرت شاهد به‌عنوان کرت فرعی بودند. نتایج آزمایش نشان داد هیبرید دیررس از ارتفاع، وزن بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، تعداد دانه بلال، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیکی، تراکم علف‌های هرز و وزن خشک علف‌های هرز بیشتری در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی داشت. افزایش دُزمصرفی علف‌کش سبب افزایش ۰/۶۴٪ ارتفاع بوته، ۳۹/۴۵٪ وزن بلال، ۸/۹۳٪ تعداد ردیف در بلال، ۳۰/۱۵٪ تعداد دانه در ردیف، ۱۰/۶۸٪ وزن هزار دانه، ۴۰/۶۳٪ تعداد دانه بلال، ۴۱/۸۲٪ عملکرد اقتصادی، ۱۴/۹۵٪ عملکرد بیولوژیکی و کاهش ۷۰/۸۸٪ تراکم علف‌های هرز و ۸۲/۱۷٪ وزن خشک علف‌های هرز در مقایسه با تیمار عدم کنترل علف‌های هرز شد. اگرچه مقدار علف‌کش لازم برای کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک علف هرز در هیبرید دیررس از ارقام زودرس و میان‌رس بیشتر بود اما استفاده از دُز ۷۵٪ مقدار توصیه شده در هر سه هیبرید عملکرد مشابه با استفاده از دُز توصیه شده تولید کرد. در هیبرید دیررس کاهش ۵۰٪ دُز توصیه شده نیز توانست عملکرد مشابه با دُز توصیه شده داشته باشد. بر این اساس می‌توان گفت در هیبرید دیررس، امکان کاهش ۵۰ درصدی و در ارقام زودرس و میان‌رس امکان کاهش ۲۵ درصدی دُز علف‌کش بدون کاهش قابل ملاحظه عملکرد وجود دارد.

واژگان کلیدی: تلفات عملکرد، دُز مصرفی علف‌کش، رقم، علف‌هرز.

۱- دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار،دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.
۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.
نگارنده‌ی مسئول Armin@iaus.ac.ir

مقدمه

در مقیاس جهانی، ذرت از نظر سطح زیرکشت و مقدار تولید، مقام سوم بعد از گندم و برنج را دارد (Ranum *et al.*, 2014). بر اساس آمار موجود، سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در ایران ۱۶۶ هزار هکتار می‌باشد که استان خوزستان با سهم ۳۲/۵۸ درصد از کل سطح زیر کشت، بیشترین سطح زیر کشت این محصول را دارد و پس از آن استان‌های فارس، کرمانشاه، جنوب استان کرمان و کرمان در رتبه‌های بعدی قرار دارند. عملکرد ذرت دانه‌ای کشور به‌طور میانگین ۷۰۳۳/۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (Ahmadi *et al.*, 2017). کنترل علف‌های‌هرز به‌عنوان یک اقدام ضروری جهت حصول عملکرد مناسب در گیاهان زراعی است. مطالعات نشان داده است که در حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد علف‌های‌هرز مشکل‌ساز در مزارع ذرت رشد می‌کنند (Evans *et al.*, 2003). آستانه تراکم علف‌های‌هرز پهن‌برگ یک‌ساله در ذرت کمتر از ۵ بوته در مترمربع و برای علف‌های‌هرز باریک برگ یک‌ساله بین ۱۰ تا ۴۰ بوته در مترمربع گزارش شده است (Jha *et al.*, 2017). اثرات رقابتی علف‌های هرز بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی به عوامل متعددی مانند نوع و بیوماس علف‌هرز، تراکم علف‌هرز، زمان جوانه‌زنی علف‌هرز، توزیع علف‌هرز، نوع خاک، سطح حاصل‌خیزی خاک و خصوصیات رقم گیاه زراعی وابسته است (Sardana *et al.*, 2017). شاهی و همکاران (Shahi *et al.*, 2010) گزارش کردند که در شرایط تداخل علف‌های هرز رقم ۵۰۴ ذرت در مقایسه با رقم ۶۰۴ و ۷۰۴ عملکرد دانه بیشتری را تولید کرد و رقم ۶۰۴ در مقایسه با ۷۰۴ از عملکرد دانه کمتری برخوردار بود. این محققان بالاتر بودن تعداد ردیف دانه در بلال و همبستگی این صفت را با عملکرد دلیل اصلی بیشتر بودن عملکرد در رقم ۶۰۴ در مقایسه با ۷۰۴ گزارش کردند. با در نظر گرفتن تحمل ۵ درصد کاهش مجاز عملکرد در رقم دیررس SC704 یک دوره بحرانی ۹-۵ برگی (۳۷-۲۶ روز پس از سبز شدن) برای عملکرد دانه و یک دوره ۱۲-۴ برگی (۴۷-۲۳ روز پس از سبز شدن) برای عملکرد ماده خشک گزارش کردند در حالی‌که در رقم میان‌رس SC-604 دوره بحرانی عملکرد دانه و ماده خشک به‌ترتیب حدود ۹/۵-۳ برگی (۴۱-۲۰ روز پس از سبز شدن) و ۲، ۵ و ۱۰ برگی (۴۲-۱۹ روز پس از سبز شدن) گزارش شده است (Asghari and Cheraghi, 2003).

با وجود اینکه استفاده از علف‌کش اصلی‌ترین روش کنترل علف‌های هرز در سامانه‌های تولید محصولات کشاورزی است اما امروزه به‌دلیل آلوده سازی محیط زیست، آب و خاک (Kudsk, 2008)، اثرات نامطلوب بر سلامت انسان (Blair *et al.*, 2015)، باقی‌ماندن دراز مدت در خاک، ایجاد علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌ها و از بین بردن ثبات و تعادل اکوسیستم‌های زراعی (Powles, 2018) تمایل به استفاده از دزهای کاهش یافته علف‌کش‌ها مورد توجه محققان قرار گرفته است (Doyle and Stypa, 2004). کارآیی استفاده از دزهای کاهش یافته علف‌کش به‌عوامل متعددی بستگی دارد. زارع و همکاران (Zare *et al.*, 2008) گزارش کردند که با افزایش مقدار مصرف نیتروژن جهت کنترل کامل علف‌های هرز در مزارع ذرت از مقادیر بیشتری از علف‌کش نیکوسولفورن باید استفاده کرد. نیتروژن خاک می‌تواند بر کارآیی علف‌کش نیز تأثیر بگذارد و به‌طور مثال مقادیر نیتروژن کم و بالای خاک دُزی بالاتر از علف‌کش نیکوسولفورن، گلایفوسینات،

میزوتریون، گلایفوسیت برای رسیدن به ۵۰ درصد کاهش وزن خشک نیاز بود که این به نظر می‌رسد ناشی از تأثیر نیتروژن خاک بر مراحل فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از قبیل جذب، انتقال و متابولیسم علف‌کش در علف‌هرز باشد. در مطالعه کیم و همکاران (Kim *et al.*, 2006) نشان داده شده است زمانی که تراکم علف‌هرز بالا و میزان نیتروژن نیز زیاد است از کارآیی علف‌کش در شرایط دُزکاهش یافته کاسته می‌شود. برهمکنش معنی‌داری بین علف‌کش و نیتروژن وجود دارد. با افزایش نیتروژن تا یک سطح مشخص بر کارآیی علف‌کش افزوده شده اما با افزایش بیش از حد نیتروژن ED50 (مقدار دُز مؤثر علف‌کش مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد بیوماس علف هرز) افزایش می‌یابد.

محققنژاد و همکاران (Mohagheghnejad *et al.*, 2014) در مورد گندم نشان دادند که با کاربرد به موقع نیتروژن می‌توان تا ۲۵٪ از دُز مصرفی علف‌کش کاست. در این بررسی استفاده از دُز ۷۵٪ توصیه شده علف‌کش دو منظوره ایمازامتابنزمتیل و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به‌صورت ۲۵ درصد هنگام کاشت + ۵۰ درصد پنجه‌زنی + ۲۵ درصد در هنگام ساقه رفتن بالاترین عملکرد اقتصادی را تولید کرد.

ارقام مختلف ذرت از نظر رسیدگی در کشور مورد کشت و کار قرار می‌گیرند که از نظر طول دوره رشد با هم تفاوت دارند. همین تفاوت در طول دوره رشد ممکن است سبب متفاوت بودن قدرت رقابتی با علف‌های هرز موجود شود. از طرف دیگر کلیه مطالعات انجام شده در رقابت ذرت با علف‌هرز تکیه بر یک گونه خاص بوده است اما در زراعت‌های ذرت بیش از یک گونه علف‌هرز به‌صورت همزمان وجود دارد که به‌دلیل متفاوت بودن ساختار گونه‌ای از نظر قدرت رقابتی نیز با هم متفاوت هستند. از آنجا که دُز توصیه شده علف‌کش ممکن است برای ارقام متفاوت یک گونه زراعی متفاوت باشد و در مورد واکنش ارقام مختلف ذرت به دُزمصرفی علف‌کش نیکوسولفورن مطالعه‌ای انجام نشده است این بررسی به‌منظور تعیین مناسب‌ترین دُز مصرفی علف‌کش در ارقام مختلف ذرت با گروهای مختلف رسیدگی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه شرکت کشاورزی برکت جوین (کیلومتر ۶۰ شمال غرب، شهرستان سبزوار، استان خراسان رضوی) با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی، ارتفاع منطقه کشت از سطح دریا ۱۱۱۰ متر و شوری آب (EC): ۶۹۰ میکروموس انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی هیبریدهای مختلف ذرت: زودرس (۲۶۰)، میان‌رس (۴۰۰) و دیررس (۷۰۴) به‌عنوان فاکتور اصلی و مقادیر کاهش یافته علف‌کش نیکوسولفورن (کروز ۴ درصد SC) شامل (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه شده یعنی ۲ لیتر در هکتار) به‌همراه یک کرت شاهد به عنوان کرت فرعی بود.

هیبرید ذرت زودرس (۲۶۰)، هیبرید دومنظوره از گروه زودرس با تعداد ردیف روی بلال ۱۴-۱۶، پتانسیل عملکرد دانه ۱۰ تن و پتانسیل عملکرد علوفه ۷۰ تن در هکتار می‌باشد. هیبرید میان‌رس (۴۰۰)، دومنظوره از گروه میان‌رس با تعداد ردیف روی بلال ۱۴-۱۶، پتانسیل عملکرد دانه ۱۱ تن و پتانسیل عملکرد علوفه ۸۰ تن در هکتار می‌باشد. هیبرید دیررس

(۷۰۴)، هیبرید دومنظوره از گروه دیررس با تعداد ردیف روی بلال ۱۶-۱۸، پتانسیل عملکرد دانه ۱۳ تن و پتانسیل عملکرد علوفه ۹۰ تن در هکتار می‌باشد.

به‌منظور آماده‌سازی زمین ابتدا شخم توسط گاوآهن انجام و سپس با دو بار کولتیواتور کلیه کلوخه‌ها خرد و دو بار دیسک عمود بر هم جهت آماده‌سازی بیشتر زمین انجام شد. قبل از اجرای آزمایش، بر اساس نتایج آزمون خاک آزمایشگاه شرکت برکت جوین، فسفات (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سوپر فسفات تریپل و پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سولفات پتاسیم و نیتروژن از منبع اوره به‌میزان ۳۵۰ کیلوگرم که ۳۰ درصد آن به همراه کودهای فسفات و پتاسیم قبل کشت به زمین داده شد و بقیه کود اوره در سه مرحله به فاصله ۱۵ روز در داخل کرت‌های آزمایشی به‌صورت سرک توزیع شد. جدول ۱ مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش را نشان می‌دهد.

هر کرت آزمایشی شامل ۵ پشته به فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود که کشت در وسط پشته انجام شد. کاشت بذور ضدعفونی شده ذرت با دست و به‌صورت خشکه‌کاری بافواصل ۲۰ سانتی‌متر بر روی ردیف (تراکم تقریبی ۶۶۶۰۰ بوته در هکتار) در اوایل خرداد ماه (زمان رایج کشت این محصول در منطقه مورد بررسی) انجام شد و جهت کاشت، ۱ بذر در عمق ۳ تا۴ سانتی‌متری خاک قرار داده شد و آبیاری به‌صورت قطره‌ای (تیپ) به فاصله هر شش روز به مدت هشت ساعت در هر نوبت انجام شد.

عملیات سم‌پاشی علف‌کش در ۴ تا ۶ برگی ذرت با استفاده از یک سم‌پاش پشتی با فشار ثابت ۲ اتمسفر با نازل تی‌جت و حجم مصرفی ۴۰۰ لیتر در هکتار انجام شد.

در انتهای فصل رشد و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (تشکیل لایه سیاه) نیم متر از بالا و پایین و دو ردیف جانبی به‌عنوان اثر حاشیه‌ای حذف و از مساحت باقی‌مانده برای تعیین عملکرد بیولوژیک و اقتصادی استفاده شد. در پایان فصل رشد، ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و در آن اجزای عملکرد (ارتفاع گیاه، تعداد بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن صد دانه) اندازه‌گیری شد. تراکم و نوع گونه‌های علف‌های هرز قبل از اعمال تیمارها بر اساس نمونه‌برداری تصادفی در دو نقطه از هر کرت با استفاده از یک کوادرات ۰/۵×۰/۵ انجام شد. واکنش به دُز وزن خشک علف‌های هرز به مقادیر مختلف علف‌کش بر اساس معادله چهار پارامتری زیر مورد بررسی قرار گرفت (Santos *et al.*, 2007).

$$Y= C+\frac{D-C}{1+(\frac{X}{ED_{50}})^{B}}$$

که در آن C کمترین حد واکنش، D بالاترین حد واکنش، ED_{50} دُز علف‌کش لازم برای ۵۰٪ کاهش وزن خشک علف‌هرز و B شیب خط رگرسیون می‌باشد.

کلیه تبدیلات لازم با توجه به نوع متغیرهای اندازه‌گیری شده انجام و داده‌های به‌دست آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS آنالیز گردید. مقایسه میانگین در مورد هر صفت در سطح معنی‌دار شده با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. کلیه شکل‌ها و جداول به‌وسیله نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

نتایج و بحث

علف‌های هرز غالب مزرعه سلمه‌تره (*Chenopodium album*)، تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*)، پیچک (*Convolvulus arvensis*)، تاج‌خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides*)، خرفه (*Portulaca oleracea*) و اویارسلام (*Cyperus rotundus*) بودند.

اثر هیبرید بر ارتفاع، وزن بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن دانه، تعداد دانه در بلال، عملکرد اقتصادی و بیولوژیک، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز در سطح یک درصد، اثر دُز علف‌کش بر وزن بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن دانه، تعداد دانه در بلال، عملکرد اقتصادی و بیولوژیک، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز در سطح یک درصد و ارتفاع در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل هیبرید× دُزعلف‌کش بر وزن بلال در سطح احتمال یک درصد و ارتفاع، تعداد ردیف بلال و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

اثر هیبرید

هیبریدهای زودرس و میان‌رس نسبت به هیبرید دیررس از تراکم علف‌های هرز کمتری برخوردار بودند (جدول ۳) که به نظر می‌رسد دلیل آن جوانه‌زنی و رشد رویشی سریع‌تر هیبریدهای زودرس و میان‌رس نسبت به هیبریدهای دیررس باشد. گزارش شده است که رابطه مستقیم بین طول دوره تداخل علف‌های هرز و تراکم آنها وجود دارد. در میان هیبریدهای مورد بررسی، هیبرید ۷۰۴ در مقایسه با سایر هیبریدها از متوسط تراکم علف هرز (۲۱۵ بوته در مترمربع) بیشتری برخوردار بود که با نتایج تحقیق اصغری و چراغی (Asghari and Cheraghi, 2003) همخوانی دارد.

بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در هیبرید دیررس مشاهده شد و اختلاف آماری معنی‌داری بین دو هیبرید زودرس و میان‌رس وجود داشت. هیبرید میان‌رس، از متوسط وزن خشک علف‌های هرز بیشتری در مقایسه با هیبرید زودرس برخوردار بود (جدول ۳). مشاهده می‌شود که هر چه طول دوره رشد بیشتر شده است علف‌های هرز نیز با وجود رقابت ذرت با آنها توانسته‌اند از رشد مناسبی برخوردار باشند. از طرف دیگر با توجه به بالاتر بودن تراکم علف‌های هرز در هیبرید دیررس به نظر می‌رسد که سرعت رشد در اوایل دوره رشد یک عامل بسیار مهم در قدرت رقابتی ذرت با علف‌های هرز است و طولانی‌تر شدن دوره رشد با افزایش طول دوره، رقابت بیشتر به نفع علف‌های هرز بوده است تا گیاه زراعی. برخلاف این نتایج، اصغری و چراغی (Asghari and Cheraghi, 2003) گزارش کردند که برخلاف تراکم بیشتر علف‌های هرز در رقم دیررس ۷۰۴ در مقایسه با رقم میان‌رس ۶۰۴، شیب افزایش ماده خشک علف‌های هرز با افزایش طول دوره تداخل در رقم دیررس نسبت به رقم میان‌رس کمتر بود که گویای قدرت رقابتی بیشتر این رقم می‌باشد.

هیبرید دیررس با میانگین ۳۸/۹۹ دانه در هر ردیف بیشترین و هیبرید زودرس با میانگین ۳۲/۶۳ دانه در هر ردیف کمترین دانه در ردیف را داشتند. اختلاف آماری معنی‌داری بین هیبرید دیررس با زودرس و هیبرید زودرس با میان‌رس از نظر این صفت مشاهده نشد (جدول ۳). به نظر می‌رسد کمتر بودن تعداد دانه در ردیف در هیبرید میان‌رس، مربوط به برخورد گرده‌افشانی در این

هیبرید با شرایط گرم و خشک باشد. از طرف دیگر این صفت رابطه منفی با متوسط تعداد دانه در هر بلال دارد و از آنجا که تعداد دانه در بلال تحت تأثیر رقم قرار نگرفته است، به نظر می‌رسد شرایط محیطی دلایل اصلی کاهش تعداد دانه در ردیف در هیبرید میان‌رس بوده است. ویدیکام و تالن (Widdicombe and Thelen, 2002) گزارش نمودند که ارقام دیررس دارای تعداد دانه در ردیف بیشتری از ارقام متوسط و زودرس می‌باشند. در حقیقت ارقام دیررس چون دارای طول دوره رشد بیشتری هستند گیاه فرصت بیشتری برای تولید ماده خشک خواهد داشت؛ بنابراین شاید یکی از دلایل برتری ارقام دیررس به این موضوع مرتبط باشد. هر گیاهی که بتواند ماده خشک بیشتری تولید نماید می‌تواند تعداد دانه در ردیف بیشتری تولید کند. در حقیقت ایجاد تعادل فیزیولوژیکی مطلوب بین منبع تولید و مخزن ذخیره مواد فتوسنتزی یکی از عوامل مهم در داشتن عملکرد و اجزای عملکرد مثل تعداد دانه در ردیف مناسب باشد. گزارش شده است تفاوت‌های شدید بین ارقام مختلف ذرت از نظر تعداد دانه در بلال به دلیل اثرات مستقیم درجه حرارت بر روی تعداد دانه در بلال است (Laraki *et al.*, 2012).

بیشترین وزن دانه به‌ترتیب مربوط به هیبریدهای دیررس، میان‌رس و کمترین وزن مربوط به هیبرید زودرس بود (جدول ۳). به‌طور کلی، تجمع مواد فتوسنتزی و افزایش وزن هزار دانه بستگی کامل به نوع هیبرید دارد. به‌طوری که آزمایش‌ها نشان داده است که ارقام دیررس به علت فرصت بیشتر برای رشد و تجمع ماده خشک در دانه و همچنین دوام سطح سبز بیشتر، زمان بیشتری برای دریافت مواد فتوسنتزی و همچنین ذخیره‌سازی نسبت به ارقام متوسط رس و زودرس دارند (Afsharmanesh, 2015).

هیبرید دیررس بالاترین عملکرد دانه و هیبرید زودرس پایین‌ترین عملکرد دانه را داشت (جدول ۳). برخلاف نتایج فوق، شاهی و همکاران (Shahi *et al.*, 2010) بالاترین عملکرد دانه را در رقم زودرس ۵۰۴ گزارش کردند. در مطالعه نامبردگان رقم میان‌رس ۶۰۶ عملکرد کمتری را در مقایسه با رقم دیررس ۷۰۴ داشت. بالاتر بودن عملکرد رقم ۵۰۴ را این محققان به کمتر بودن تعداد ردیف دانه در بلال در رقم ۷۰۴ نسبت داده‌اند. اگرچه در رقم ۷۰۴ وزن هزار دانه بیشتر بود اما کمتر بودن ردیف دانه در بلال اثر بیشتری بر کاهش عملکرد دانه داشت. از آنجا که ارقام مختلف ذرت به تغییرات درجه حرارت حساسیت زیادی دارند، لذا ممکن است یک هیبرید زودرس در یک شرایط آب و هوایی عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با یک هیبرید دیررس داشته باشد. با این وجود بین زودرسی و عملکرد دانه همبستگی منفی گزارش شده است. لذا در شرایط انجام این مطالعه به نظر می‌رسد شرایط رشد و نمو برای یک هیبرید دیررس مناسب‌تر از سایر ارقام بوده است در حالی‌که در مطالعه شاهی و همکاران (Shahi *et al.*, 2010) که در شرایط تبریز انجام شده، ممکن است کوتاه بودن طول دوره رشد امکان و فرصت کافی برای رشد رقم دیررس را نداده است و همین امر سبب برتری این رقم در مقایسه با ارقام زودرس و میان‌رس شده است که با نتایج این مطالعه رابطه عکس دارد.

اثر دُز علف‌کش

بالاترین تراکم علف‌های هرز (۱۵/۴ بوته در مترمربع) در تیمار عدم کنترل مشاهده شد. مصرف ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد دُز توصیه شده

علف‌کش در مقایسه با تیمار شاهد سبب کاهش ۱۸/۱، ۲۴/۶، ۳۲/۷ و ۶۹/۹ درصدی علف‌های هرز گردید (جدول ۳). کنترل کامل و دُز توصیه شده علف‌کش نیز اختلاف آماری معنی‌داری با هم داشتند که ممکن است به این دلیل باشد که علف‌کش مورد استفاده این آزمایش به‌خوبی نتوانسته است کلیه علف‌های هرز موجود در آزمایش را کنترل کند. گرچه این علف‌کش به عنوان علف‌کش دومنظوره در ذرت توصیه شده است اما جهت کنترل علف‌های هرز باریک برگ کارآیی لازم را ندارد، به همین دلیل در مزرعه علف‌های هرزی مانند چسبک (*Setaria viridis*) و سوروف (*Echinochloa crus-galli*) به خوبی کنترل نمی‌شوند و در مزرعه باقی می‌مانند. واکنش به دُز در مزارع ذرت به نوع علف‌های هرز نیز بستگی دارد. نرس و همکاران (Nurse *et al.*, 2007) گزارش کردند که ED_{90} (دُز مؤثر برای کنترل ۹۰ درصدی علف‌های هرز) برای دم‌روباهی (*Alopecurus pratensis*) ۱۴۳ گرم ماده مؤثره در هکتار بوده در حالی که این مقدار برای علف‌های هرز خاردار (*Cenchrus longispinus*) ۳۷۱ گرم ماده مؤثره، برای علف خرچنگ (*Digitaria sanguinalis*) ۱۴۱ گرم ماده مؤثره و برای تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*) ۱۵۲ گرم ماده مؤثره و برای گاو پنبه (*Abutilon theophrasti*) ۱۹۵ گرم ماده مؤثره در هکتار بود که با افزایش مقدار ماده آلی در خاک این مقادیر در خاک افزایش پیدا کرد. باروس و همکاران (Barros *et al.*, 2005) نیز گزارش دادند که در کنترل چچم (*Lolium rigidium*) توسط مقادیر کاهش یافته علف‌کش‌های باریک‌برگ‌کش تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

با افزایش دُز مصرفی علف‌کش، وزن خشک علف‌های هرز به‌صورت خطی کاهش پیدا کرد. عدم کنترل علف‌های هرز بالاترین و دُز توصیه شده علف‌کش کمترین وزن خشک علف‌های هرز را داشتند. وجود وزن خشک علف‌های هرز در تیمار دُز توصیه شده علف‌کش به این دلیل است که علف‌های هرزی که بعد از اعمال علف‌کش از رشد بیشتری برخوردار بوده و تحت تأثیر علف‌کش قرار نگرفته‌اند و یا بعد از مصرف علف‌کش سبز شده‌اند، توانسته‌اند رشد کنند و تولید ماده خشک داشته باشند. اگرچه استفاده از دُزهای کاهش یافته علف‌کش در مقایسه با شاهد سبب کاهش وزن خشک علف‌های هرز شد اما در مقایسه با دُز توصیه شده، وزن خشک علف‌های هرز بیشتری داشت که دلیل این امر ممکن است این باشد که طول دوره طولانی رشد، اجازه رشد به علف‌های هرز باقی مانده یا کنترل نشده یا علف‌های هرزی که با دُزهای کاهش یافته ابتدا خسارت دیده اما در ادامه رشد کرده‌اند را می‌دهد.

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است در کلیه دُزهای مصرفی علف‌کش، وزن خشک علف‌های هرز در هیبرید دیررس در مقایسه با هیبریدهای زودرس و میان‌رس بیشتر بود. اختلاف بین هیبریدها در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز در مقایسه با استفاده از دُز کامل علف‌کش بیشتر بود. به نظر می‌رسد بالاتر بودن طول دوره رشد در هیبرید دیررس اجازه تولید بیشتر به علف‌های هرز موجود در مزرعه را داده است که این امر سبب افزایش وزن خشک علف‌های هرز شده است. در هر سه هیبرید مورد بررسی اگرچه استفاده از دُز ۲۵٪ مقدار توصیه شده سبب کاهش وزن خشک علف هرز شد اما اختلاف چندانی با تیمار عدم کنترل نداشت.

برازش تابع سه پارامتری واکنش وزن خشک به مقادیر مصرف علف‌کش نیز نشان داد که مقدار علف‌کش لازم برای کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک علف‌های هرز (ED_{50}) در هیبرید دیررس در مقایسه با هیبرید زودرس و میان‌رس بیشتر بود. اختلاف اندکی بین دو هیبرید زودرس و میان‌رس از نظر ED_{50} مشاهده شد (جدول ۴).

اگرچه افزایش دُز مصرف علف‌کش سبب افزایش تعداد ردیف در بلال شد اما اختلاف آماری بین دزهای مختلف علف‌کش مشاهده نشد. کمترین تعداد ردیف در بلال نیز در تداخل کامل علف‌های هرز مشاهده شد، حتی کاهش ۷۵ درصد دُز مصرف علف‌کش نتیجه مشابه کنترل کامل تولید کرد (جدول ۳). دلیل واکنش کم تعداد ردیف بلال به رقابت با علف‌های هرز نیز می‌تواند به ژنتیکی بودن این صفت ارتباط داشته باشد. برخلاف نتایج این تحقیق، مرادی و همکاران (Moradi *et al.*, 2016) نشان دادند که افزایش ۲۵ درصدی دُز مصرف علف‌کش سبب تولید تعداد ردیف در بلال بالاتری می‌شود. این محققان فراهمی بیشتر آب و مواد غذایی به دلیل کنترل مطلوب علف‌های هرز را دلیل اصلی بالاتر بودن تعداد ردیف در بلال در رقم ذرت گزارش کرده‌اند.

با افزایش دُز مصرفی علف‌کش، تعداد دانه در ردیف به‌صورت خطی افزایش پیدا کرد. کاهش ۵۰ درصد در دُز توصیه شده علف‌کش و ۲۵ درصدی علف‌کش از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با دُز توصیه شده نداشت، اگرچه تعداد دانه در ردیف کمتری تولید کرد (جدول ۳). تعداد تخمک‌هایی که کاکل را توسعه می‌دهند و خارج می‌گردند تعیین کننده تعداد دانه در ردیف در ذرت می‌باشد. عوامل محیطی مانند تنش خشکی، کمبود مواد غذایی و کمبود نور خصوصاً در ۱۴-۱۰ روز قبل از گرده‌افشانی به‌طور بارزی سبب کاهش تعداد دانه در ردیف می‌شود (Noormohammadi *et al.*, 1998). عدم کنترل کامل علف‌های هرز در دزهای کاهش یافته یا در تیمار تداخل کامل، با افزایش فشار رقابتی علف‌های هرز سبب کاهش دسترسی به آب و مواد غذایی می‌شود که کاهش دسترسی به این عوامل سبب کاهش تعداد دانه در ردیف می‌شود. حسینی و همکاران (Hosseini *et al.*, 2009) گزارش کردند که تداخل کامل علف‌های هرز در مقایسه با تیمار شاهد بدون علف‌هرز سبب کاهش ۱۷ درصدی تعداد دانه در ردیف می‌شود که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. مرادی و همکاران (Moradi *et al.*, 2016) افزایش رقابت بین‌گونه‌ای بین علف‌های هرز و گیاه زراعی را که سبب کاهش دسترسی به آب و مواد غذایی می‌شود را عامل کاهش تعداد دانه در ردیف گزارش کردند. این محققان، افزایش ۲۵ درصد در دُز توصیه شده علف‌کش را مناسب‌ترین تیمار برای کنترل علف‌های هرز و تولید تعداد دانه در ردیف مناسب در ذرت گزارش کردند.

بالاترین وزن هزار دانه در دُز توصیه شده علف‌کش مشاهده شد. اختلاف آماری معنی‌داری از نظر این صفت بین دزهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد توصیه شده مشاهده نگردید اما تداخل کامل علف‌های هرز سبب کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه شد (جدول ۳). واکنش کم وزن هزار دانه به تداخل علف‌های هرز در سایر مطالعات نیز گزارش شده است. حسینی و همکاران (Hosseini *et al.*, 2009) گزارش کردند گرچه افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز سبب کاهش وزن صد دانه ذرت شد اما اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. عقیده بر این است که بین

طول دوره تداخل علف‌های هرز و وزن دانه یک همبستگی منفی وجود دارد. کاهش دوام سطح برگ و رقابت برای منابع را دلیل اصلی کاهش وزن دانه در اثر تداخل علف‌های هرز گزارش کردند. مرادی و همکاران (Moradi *et al.*, 2016) افزایش ۲۲/۲۱، ۳۸/۰۷ و ۵۴/۰۱ درصدی وزن دانه را در تیمارهای دُز توصیه شده ۲۵- درصد دُز توصیه شده و دُز توصیه شده ۲۵+ درصد دُز توصیه شده گزارش کردند.

کنترل مناسب‌تر و حذف رقابت بین گیاه زراعی و علف‌هرز با افزایش دُز مصرفی سبب فراهمی بیشتر نور و مواد غذایی برای گیاه شد که این امر سبب افزایش تعداد دانه بلال در تیمار دُز توصیه شده علف‌کش شد. کاهش تعداد دانه در ردیف در شرایط تداخل علف‌هرز به افزایش رقابت بین‌گونه‌ای نسبت داده شده است. در تحقیقات فاتح و همکاران (Fateh *et al.*, 2007) بیشترین تعداد دانه در ردیف ذرت در تیمار شاهد بدون سلمه‌تره و الگوی کاشت تک ردیفه (۵۰/۷) و کمترین تعداد دانه در ردیف در تراکم ۲۰ بوته سلمه‌تره و الگوی کشت دو ردیفه (۳۸/۸) مشاهده شد. به نظر می‌رسد فشار رقابتی علف‌های هرز و افزایش دسترسی منابع محیطی و خصوصاً در زمان گرده‌افشانی و بعد از آن، دلیل افزایش تعداد دانه با افزایش دُز مصرفی علف‌کش باشد. اگرچه پتانسیل ژنتیکی گیاه و فراهمی عناصر غذایی در تبدیل مریستم رویشی به زایشی و کاکل‌دهی تعیین کننده تعداد دانه در بلال می‌باشد. حسینی و همکاران (Hosseini *et al.*, 2009) کاهش ۳۰ درصدی تعداد دانه در بلال در اثر تداخل کامل علف‌های هرز را گزارش کردند. افزایش زمان تداخل علف‌های هرز به‌صورت سیگموییدی منجر به کاهش دانه در بلال می‌گردد.

نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بالاترین عملکرد دانه در تیمار دُز توصیه شده علف‌کش و کمترین عملکرد دانه در تیمار تداخل علف‌های هرز حاصل شد که بیانگر این مطلب است که اگرچه دُز توصیه شده نتوانست عملکرد مناسبی همانند وجین کامل تولید کند اما عملکرد مطلوبی در این تیمار به دلیل کنترل مناسب علف‌های هرز مشاهده شد. ۷۵ درصد دُز توصیه شده نیز اختلاف آماری معنی‌داری با دُز توصیه شده علف‌کش نداشت که نشان می‌دهد بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد می‌توان تا ۲۵ درصد دُز توصیه شده علف‌کش را کاهش داد (جدول ۳). کاهش شدید عملکرد در اثر تداخل علف‌هرز را می‌توان به رقابت برون گونه‌ای و کاهش دسترسی به مواد غذایی و منابع قابل دسترسی توسط علف‌های هرز ارتباط داد. سیدشریفی و همکاران (Sharifi *et al.*, 2009) کاهش بازدهی استفاده از مواد غذایی و منابع قابل دسترس را دلیل کاهش ۵۷ درصدی عملکرد ذرت در اثر تداخل سورگوم گزارش کردند. این محققان معتقدند که تداخل کامل سورگوم با ذرت به‌دلیل سایه‌اندازی در مراحل گل‌دهی ذرت سبب کاهش گرده‌افشانی و درنتیجه تولید گل‌های عقیم می‌گردد که این امر از طریق اثر بر تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال کاهش عملکرد را سبب خواهد شد. گزارش شده است که افزایش دُز مصرفی علف‌کش تا حد ظرفیت زراعی گیاه، سبب افزایش عملکرد خواهد شد و در این گونه موارد اگرچه افزایش دُز مصرفی سبب کنترل کامل‌تر و مناسب‌تر علف‌های هرز می‌شود اما افزایش عملکرد را موجب نخواهد شد (Bakhshi *et al.*, 2013). مرادی و همکاران (Moradi *et al.*, 2016) نیز گزارش کردند که تداخل کامل علف‌های هرز سبب کاهش عملکرد

اقتصادی می‌شود و اختلاف آماری معنی‌داری بین دُز توصیه شده علف‌کش و کاهش ۲۵ درصد دُز توصیه شده وجود ندارد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

برهمکنش دُز کاربردی و هیبرید

در میان هیبریدهای مورد بررسی، هیبرید دیررس اگرچه در سطوح مصرف علف‌کش از ارتفاع بالاتری در مقایسه با سایر هیبریدها دارا بود اما تغییرات ارتفاع در واکنش به دُز مصرف علف‌کش در هیبرید میان‌رس از هیبریدهای دیررس و زودرس کمتر بوده است. اثر متقابل هیبرید و دُز علف‌کش نشان داد که هم در شرایط تداخل و هم در شرایط عدم تداخل علف‌های هرز، کلیه هیبریدهای مورد بررسی ارتفاع بیشتری در مقایسه با دُزهای بالای علف‌کش داشتند (شکل ۲). در شرایط تداخل علف‌های هرز، افزایش رقابت برای کسب نور دلیل اصلی افزایش ارتفاع بوده است و در شرایط عدم تداخل علف‌های هرز مناسب بودن شرایط رشد به‌دلیل حذف رقابت علف‌های هرز افزایش ارتفاع را سبب شده است. از آنجا که با افزایش دُز مصرف علف‌کش، ارتفاع کاهش پیدا کرده است ممکن است علف‌کش اثرات سویی بر روند تقسیم سلولی ذرت داشته است. در سایر مطالعات گزارش شده است که برتری گیاه زراعی و علف‌هرز از نظر ارتفاع به میزان رقابت بستگی کامل دارد و هر چه رقابت شدیدتر باشد ارتفاع گیاه زراعی کاهش بیشتری خواهد داشت. در رقابت بین باقلا و سلمه‌تره گزارش شده است که کمبود تشعشع و در نتیجه کاهش تولید مواد فتوسنتزی سبب می‌شود که سلمه تره نسبت به باقلا ارتفاع کمتری داشته باشد (Röhrig and Stützel, 2001).

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در هر سه هیبرید کمترین عملکرد بیولوژیکی در تیمار تداخل کامل علف‌های هرز و بالاترین عملکرد بیولوژیکی در تیمار کنترل کامل علف‌های هرز مشاهده شد. تغییرات عملکرد بیولوژیکی به ازای افزایش دُز مصرف علف‌کش در هیبرید زودرس در مقایسه با ارقام میان‌رس و دیررس بیشتر بود به نحوی که استفاده از دُز کامل علف‌کش در مقایسه با عدم کنترل علف‌های هرز سبب افزایش ۱۵/۲۷ درصدی عملکرد بیولوژیک شد. در حالی‌که این میزان افزایش برای هیبرید دیررس ۱۳/۱۴ درصد و برای هیبرید میان‌رس ۱۰/۶۷ درصد بود (شکل ۳) به نظر می‌رسد دلیل واکنش بیشتر هیبرید زودرس در مقایسه با سایر هیبرید به افزایش دُز مصرفی علف‌کش به این دلیل باشد که این هیبریدها توانایی رقابتی کمتری در مقایسه با سایر هیبریدها در برابر علف‌های هرز دارند لذا کنترل کامل علف‌های هرز سبب تولید بیوماس بیشتر گیاه در این ارقام شده است، در حالی‌که در هیبرید های دیررس یا میان‌رس گرچه افزایش دُز، افزایش عملکرد بیولوژیک را همراه داشته است اما ممکن است در این هیبریدها به دلیل طولانی‌تر بودن دوره رشد گیاه یا با سایر تنش‌های محیطی مواجه شده است یا اینکه رقابت درون‌گونه‌ای در این هیبریدها اتفاق افتاده است. با این وجود همان‌طور که در شکل ۳ نمایش داده شده است متوسط عملکرد بیولوژیکی چه در شرایط تداخل علف‌های هرز و چه در شرایط عدم تداخل علف‌های هرز در هیبرید دیررس از سایر ارقام بیشتر بوده است. اگرچه با افزایش دُز مصرفی علف‌کش عملکرد نیز افزایش پیدا می‌کند در رقابت بین ذرت و زلف‌شیطان (*Imperata cylindrica*) گزارش کرده‌اند که بین تیمار عدم

کنترل و دزهای مختلف مصرف نیکوسولفورن اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد (Lum *et al.*, 2005). بالاترین بیوماس ذرت نیز در تیمار کنترل کامل (چهار بار وجین علف‌های هرز با فواصل دو هفته‌ای) مشاهده شد. در بررسی این محققان، با افزایش دُز مصرفی نیکوسولفورن تا ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بیوماس ذرت افزایش پیدا کرد اما مصرف ۲۰۰ گرم ماده مؤثره سبب کاهش بیوماس ذرت شد. همبستگی منفی و معنی‌داری بین بیوماس ذرت و بیوماس زلف‌شیطان (شیب کاهش ۱۶/۱ کیلوگرم در هکتار) به ازای هر گرم افزایش بیوماس زلف‌شیطان گزارش شد. مرادی و همکاران (Moradi*et al.*, 2016) افزایش ارتفاع و تعداد دانه در بلال را عامل اصلی افزایش عملکرد بیولوژیکی در اثر مصرف دُزهای توصیه شده علف‌کش گزارش کردند. با کنترل مناسب علف‌های هرز، مواد غذایی و رطوبت بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد لذا مواد فتوسنتزی بیشتری تولید شده که این مواد در سوخت‌وساز گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد و با تولید ارتفاع بالاتر، عملکرد بیولوژیکی را افزایش می‌دهد.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، نتایج این آزمایش نشان داد که در هیبرید دیررس به دلیل بیشتر بودن طول دوره رشد، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در مقایسه با هیبریدزودرس و میان‌رس بیشتر است، لذا مقدار علف‌کش لازم برای کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک علف‌هرز در هیبرید دیررس از ارقام زودرس و میان‌رس بیشتر خواهد بود، اما استفاده از دُز ۷۵٪ مقدار توصیه شده در هر سه هیبرید عملکرد مشابه با استفاده از دُز توصیه شده تولید کرد. در هیبرید دیررس کاهش ۵۰٪ دُز توصیه شده نیز توانست عملکرد مشابه با دُز توصیه شده داشته باشد. بر این اساس می‌توان گفت در هیبرید دیررس امکان کاهش ۵۰ درصدی و در ارقام زودرس و میان‌رس امکان کاهش ۲۵ درصدی دُز علف‌کش بدون کاهش قابل ملاحظه عملکرد وجود دارد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1-Physicochemical properties of soil on experimental site

منگنز	بر	روی	مس	آهن	فسفر	پتاس	نیتروژن	EC	$pH_{(1:5)}$
		($mg\ kg^{-1}$)			PPm		(٪)	($dS\ m^{-1}$)	
8.36	3.6	0.73	0.783	4.32	20	290	0.07	1.66	7.54

جدول ۲- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات صفات مورد بررسی

Table 2- Source of variation, degree of freedom and mean square of traits

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی d.f.	میانگین مربعات Mean square				
		تراکم علف‌های هرز Weed Density	وزن خشک علف‌های هرز Weed Dry Matter	ارتفاع Plant Height	وزن بلال Cob Weight	تعداد ردیف در بلال Row per cob
تکرار Replication	2	0.32^{ns}	32.83^{ns}	616^{ns}	0.24^{ns}	0.25^{ns}
هیبرید Hybrid(A)	2	28.9^{**}	1252^{*}	7045^{**}	10245^{**}	2.36^{ns}
خطای اصلی Ea	4	1.16	111.6	349	470	0.61
دُزعلف‌کش Herbicide dose(B)	5	213^{**}	5632^{**}	276^{*}	3931^{**}	2.23^{*}
A×B	10	1.70^{ns}	179^{ns}	282^{*}	1926^{**}	0.52^{ns}
خطای فرعی Eb	30	1.91	191	96.08	133	0.74
ضریب تغییرات C.V. (%)		15.15	29.86	15.06	6.51	6.44

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

ns: not significant; (*) and (**) represent significant difference over control at P < 0.05 and P < 0.01, respectively

ادامه جدول ۲-

Table 2- Continued

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی d.f.	میانگین مربعات Mean square				
		تعداد دانه در ردیف Seed per row	تعداد دانه بلال Seed per cob	وزن هزار دانه Seed weigh	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield
تکرار Replication	2	2.39^{ns}	2382^{ns}	0.04^{ns}	70.6^{*}	927^{**}
هیبرید Hybrid(A)	2	157^{ns}	22278^{ns}	81.5^{**}	399^{**}	1973^{**}
خطای اصلی Ea	4	29.4	9674	0.51	10.1	25.95
دُزعلف‌کش Herbicide dose(B)	5	106^{**}	31820^{**}	13.55^{**}	240^{**}	1859^{**}
A×B	10	18.1^{ns}	2841^{ns}	5.38^{ns}	23.2^{ns}	193^{*}
خطای فرعی Eb	30	10.71	3626	2.75	17.9	79.1
ضریب تغییرات C.V. (%)		9.18	12.60	5.28	15.65	14.68

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

ns: not significant; (*) and (**) represent significant difference over control at P < 0.05 and P < 0.01, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات مورد مطالعه تحت تأثیر اثرات هیبرید و دُز علف‌کش

Table 3- Mean comparison of studied characteristics under the influence of maturity groups and herbicide dose

تیمار treatment	**تراکم علف‌های هرز** (بوته در مترمربع) Weed Density	**وزن خشک علف‌های هرز** (گرم در مترمربع) Weed Dry Matter	**تعداد ردیف در بلال** Row per cob	**تعداد دانه در ردیف** Seed per row	**تعداد دانه بلال** Seed per cob	**وزن هزار دانه** Seed weight	**عملکرد دانه** Grain yield
گروه رسیدگی Maturity groups							
Early	8.03 b	39.9 b	13.7 a	34.6 ab	477 a	292 c	7.04 c
Intermediate	8.83 b	43.2 b	13.2 a	33.36 b	442 a	312 b	7.42 b
Late	10.5 a	55.7 a	13.1 a	38.9 a	512 a	335 a	9.81 a
دُز علف‌کش (درصد از مقدار توصیه شده (۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار)) Herbicide dose (rate of recommended dose) (50 g. a.i. ha^{-1})							
0.0	15.15 a	84 a	12.6 c	29.2 c	374 c	295.2 c	6.95e
0.25	12.03 b	56.9 b	13.2abc	34.46 b	453 b	306bc	6.89de
0.5	11.06bc	51.2 b	13.01bc	36.5ab	474ab	311abc	7.34cd
0.75	9.88 c	45.5 b	13.5abc	37.3ab	501ab	314ab	7.65bc
1	4.41 d	30.1c	13.7ab	38.01 a	526 a	326 a	7.84ab
Weedy	2.24 e	10.1d	13.99 a	38.4 a	536 a	327 a	8.21a

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند در سطح ۵٪ اختلاف آماری معنی‌دار با هم ندارند.

Values followed by the same letter within the same columns do not differ significantly at p = 5%

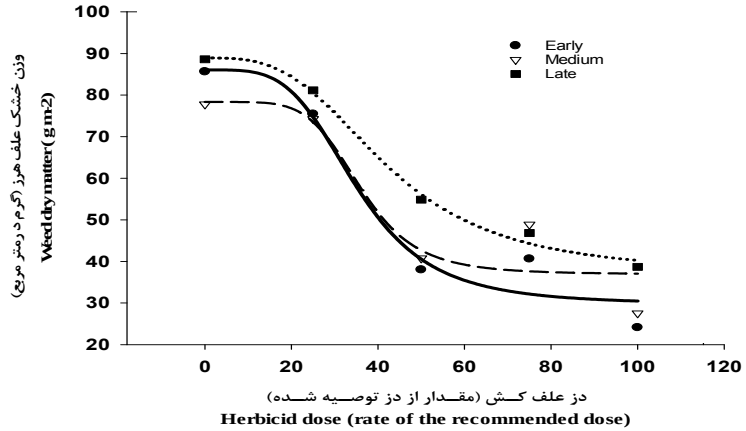
جدول ۴- مقادیر تخمین زده شده (انحراف معیار) برای وزن خشک علف‌های هرز در پاسخ به غلظت‌های علف‌کش بر اساس منحنی دُز پاسخ چهار پارامتره

Table 4- Estimated parameter (Standard error) of weed dry matter to different herbicide does according four parameter log-logistic model

هیبرید Hybrid	c	D	ED50	b	R^2
زودرس Early maturity	29.64 (11.09)	86.05(10.90)	35.13(10.96)	4.04(3.9)	0.95
میان‌رس Medium maturity	36.95(12.21)	78.33(14.88)	36(10.32)	5.55(8.5)	0.88
دیررس Late maturity	37.05(5.80)	88.93(3.30)	42.11(5.39)	3.14(1.07)	0.99

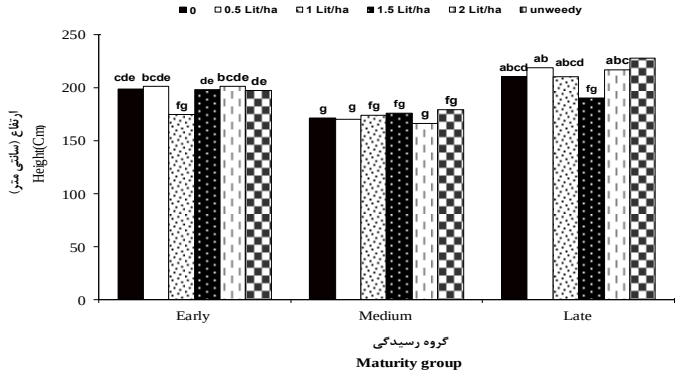
C، d، ED50 و b به ترتیب بالاترین حد واکنش، کمترین حد واکنش، دُزلازم برای کاهش ۵۰٪ وزن خشک علف هرز و شیب خط رگرسیون

C, d, ED50 and b, Lower asymptote, Upper asymptote, the dose eliciting 50% reduction on weed dry matter and slop, respectively



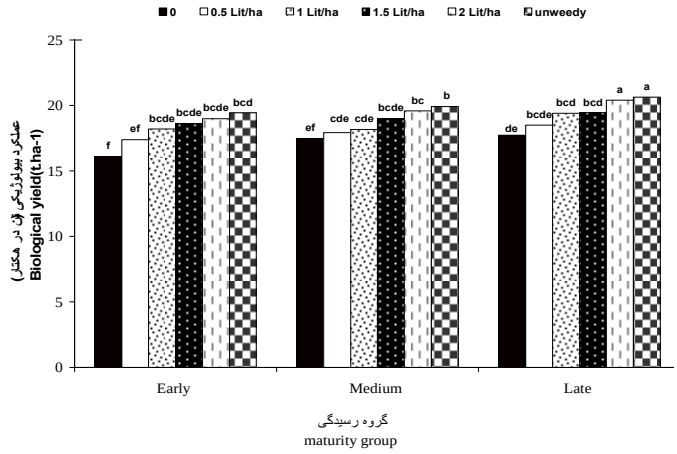
شکل ۱-تابع تغییراتوزن خشک علف‌های در برابر غلظت‌های مختلف نیکوسولفورن در ارقام با گروه‌های رسیدگی مختلف

Figure 1- Weed biomass ($g.m^{-2}$) as a function of Nicosulfuron dose at different maturity groups



شکل ۲- اثر متقابل هیبرید و دُز علف‌کش بر ارتفاع

Figure 2- The interaction of hybrid and herbicide dose on height



شکل ۳- اثر متقابل هیبرید و دُز علف‌کش بر عملکرد بیولوژیکی

Figure 3- The interaction of hybrid and herbicide dose on biological yield

References منابع مورد استفاده

- Afsharmanesh, G. 2015. Effect of planting pattern on grain yield and agronomic traits of corn cultivars in Jiroft, Iran. *Agronomy Journal*. 102: 124-130. (In Persian).
- Ahmadi K., H. Gholizadeh, R. Hadipoor, H. Abdeshah, A. Kazemian, and M. Rafiei. 2017. Agricultural statistics, 2015-2016, Volume one: crops. Deputy of planning and economics. Ministry of Agriculture Jihad. (In Persian).
- Asghari J., and G.R. Cheraghi. 2003. The critical period of weed control in two late and medium maturity grain maize (*Zea mays* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 5: 285-301. (In Persian).
- Bakhshi Z., A. Vahedi, B. Asadi, R. Fakhari, and N. Hasanzadeh. 2013. Studying effect of nicosulfuron herbicide doses and different nitrogen fertilizer levels on some features of weeds and corn grain yield. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 4: 1942-1951.
- Barros, J.F., G. Basch, and M. de Carvalho. 2005. Effect of reduced doses of a post-emergence graminicide mixture to control *Lolium rigidum* G. in winter wheat under direct drilling in Mediterranean environment. *Crop Protection*. 24: 880-887.
- Blair A., B. Ritz, C. Wesseling, and L.B. Freeman. 2015. Pesticides and human health. BMJ Publishing Group Ltd.
- Doyle, P., and M. Stypa. 2004. Reduced herbicide rates - a Canadian perspective. *Weed Technology*. 18: 1157-1165.
- Evans S.P., J.L. Knezevic, C.A. Lindquist, and E.E. Shapiro. 2003. Nitrogen application influence the critical period for weed control in corn. *Weed Science*. 51: 408-417
- Fateh, E., F. Sharifzadeh, D. Mazaheri, and M. Baghestani. 2007. Evaluation of competition ability between corn (*Zea mays*) and lambsquarter (*Chenopodium album*) influencedby planting pattern and their effect on corn yield component. *Agronomy Journal*. 73: 87-95. (In Persian).
- Hosseini S., M.M. Rashed Mohassel, M. Nasiri Mehalati, and K. Hajmohammadnia Ghalibaf. 2009. The influence of nitrogen and weed interference periods on corn (*Zea mays* L.) yield and yield components. *Journal of Plant Protection.* 23: 97-105. (In Persian).
- Jha, P., V. Kumar, R.K. Godara, and B.S. Chauhan. 2017. Weed management using crop competition in the United States: A review. *Crop Protection*. 95: 31-37.
- Kim D., E. Marshall, P. Brain, and J. Caseley. 2006. Modelling the effects of sub-lethal doses of herbicide and nitrogen fertilizer on crop-weed competition. *Weed Research.* 46: 492-502.
- Kudsk, P. 2008. Optimising herbicide dose: a straight forward approach to reduce the risk of side effects of herbicides. *The Environmentalist.* 28: 49-55.
- Laraki, F., N.A. Bakhtiar, and M. Ghomari. 2012. Effect of planting date on yield and yield components of six medium hybrids of maize in Khuzestan. *Crop Physiology Journal*. 4: 59-69. (In Persian).

- Lum, A.F., D. Chikoye, and S. Adesiyan. 2005. Effect of nicosulfuron dosages and timing on the postemergence control of cogongrass (*Imperata cylindrica*) in corn. *Weed Technology*. 19: 122-127.
- Mohagheghnejad, R., M. Armin, and M. Heydari. 2014. The effect of split application of nitrogen and herbicide doses on yield and yield components of wheat in competition with weeds. *Journal of Crop Ecophysiology*. 28: 34-46. (In Persian).
- Moradi, H.R., M. Armin, and H. Marvi. 2016. Effects of nitrogen rate and herbicide doses on yield and yield components of corn under weed competition. *Journal of Weed Ecology*. 4: 11-18. (In Persian).
- Noormohammadi, G., A. Siadat, and A. Kashan. 1998. Cereal crops. Shahid Chamran University. Press. 468 pp.(In Persian).
- Nurse, R.E., A.S. Hamill, C.J. Swanton, F.J. Tardif, and P.H. Sikkema. 2007. Weed control and yield response to foramsulfuron in corn. *Weed Technology*. 21: 453-458.
- Powles, S.B. 2018. Herbicide resistance in plants: Biology and Biochemistry. CRC Press.
- Ranum, P., J.P. Pena-Rosas, and M.N. Garcia-Casal. 2014. Global maize production, utilization, and consumption. *Annuals of the New York Academy of Sciences*. 1312: 105-112.
- Röhrig, M., and H. Stützel. 2001. Dry matter production and partitioning of *Chenopodium album* in contrasting competitive environments. *Weed Research.* 41: 129-142.
- Santos, B.M., J.P. Gilreath, C.E. Esmel, and M.N. Siham. 2007. Effects of sublethal glyphosate rates on fresh market tomato. *Crop Protection*. 26: 89-91.
- Sardana, V., G. Mahajan, K. Jabran, and B.S. Chauhan. 2017. Role of competition in managing weeds: An introduction to the special issue. *Crop Protection.* 95: 1-7.
- Shahi, H., B. Mirshekari, A.R. Valadabdi, and A. Dabbag Mohamadinasab. 2010. The effect of different interference periods of weeds on, leaf area index, yield and yield components of corn hybrid. *Journal of Crop Ecophysiology*. 4: 15-26. (In Persian).
- Sharifi, R., A. Javanshir, M. Shakiba, K. Ghasemi Golezani, A. Mohamadi, and Y. Raei. 2009. The effect of different densities and interferences periods of sorghum on contribution of stem reserves to corn grain yield. *Journal of Water and Soil Science.* 12: 109-116. (In Persian).
- Widdicombe, W.D., and K.D. Thelen. 2002. Row width and plant density effect on corn forage hybrids. *Agronomy Journal.* 94: 326-330.
- Zare, A., H.R. Mashhadi, H. Alizadeh, and M.B. Mesgaran. 2008. The responses of corn weeds to nitrogen fertilizer rates and herbicide dosages. *Iranin Journal of Weed Science*. 4: 21-32. (In Persian).

The Response of Corn *(Zea mays* L.*)* Hybrids with Different Maturity Groups to Low Dose Application of Nicosulfuron Herbicide

Iraj Rooki[1], Mohammad Armin[2*], and Matin Jamimoeini[3]

Received: January 2019 , Revised: 12 March 2019, Accepted: 20 April 2019

Abstract

To investigate the response of corn varieties with different maturity groups to low dose applications of nicosulfuron herbicide, a split plot experiment with a randomized complete block design with three replications was carried out in Barekat Jovain Agricultural Company (Sabzevar, Razavikhorasan province) in 2017. Factors were: corn hybrids (early maturing (single cross hybrid 260, medium maturing (single cross hybrid 400) and late maturing (single cross hybrid 704) varieties as main plot and subplots five herbicide low dose applications (0, 25, 50, 75 and 100% recommended dose (50 $g.ha^{-1}$ a.i. nicosulfuron) and with one weed free treatment. The results showed that, the late maturity hybrid had higher plant height, ear weight, number of rows per cob, number of seeds per row, cob weight, and seed number in cob, economic yield, biological yield, weed density and weed dry weight than other hybrids. Increasing doses of herbicide increased plant height (0.64%), ear weight (39.45%), number of rows per cob (8.93%), number of seeds per row (30.15%), seed weight (10.68%), number of seed per cob (40.63%), economic yield (41.82%), biological yield (14.95%)and decreased weed density (70.88%)and weed dry weight (82.17%) as compared to that of weedy condition. Although use of herbicide to reduce weed dry weight in late maturing hybrids was more than early and medium maturing hybrids but the use of the recommended herbicide dose had the same effects on weed control. 75% of the recommended dose in all three varieties produced the same yield as compared to the recommended dose. But in the late maturity hybrid, 50% reduction in recommended doses could be similar to the recommended dosage. In general, it can be said that increasing the length of the plant growth period allows the use of lower doses of herbicide than the recommended dose.

Key words: Cultivar, Herbicide dose, Weed, Yield loss.

1- MS.c. Graduated Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
**Corresponding Author: Armin@iaus.ac.ir*