بررسی کاربرد توام روش‌های کنترل علف‌های هرز و کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن در کنترل علف هرز ذرت سینگل کراس ۴۰۶

The Effect of Combined Application of Herbicides and Nitrogen-Fixing Bio-Fertilizer to Control Weeds in Corn *(Zea Mays* L) K.SC406

شهلا روانگرد[۱]، محمد نصری[۲] و فرشاد صادقی[۳]

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز و اداره جهاد کشاورزی گچساران، یاسوج- ایران.
۲- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا، ورامین- ایران.
۳- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، شیراز- ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات: dr.nasri@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۲

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن و روش‌های کنترل علف‌های هرز، بر خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی رشد ذرت رقم سینگل کراس ۴۰۶، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن در سه سطح: تلقیح بذر با کودزیستی ازوتوباکتر. تلقیح بذر با کودزیستی آزوسپیریلوم. شاهد (عدم مصرف کودزیستی) و کنترل علف‌های هرز با پنج سطح: بدون وجین (شاهد)، وجین کامل، دو لیتر در هکتار علفکش نیکوسولفورون، یک‌ونیم لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون. یک لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون بود. نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه (۱۱۳۱۳/۱ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (۲۸۶۷۳/۴ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۳۹/۵ درصد) از تیمار تلقیح با ازتوباکتر و وجین کامل حاصل شد که با تیمارهای تلقیح با ازتوباکتر و مصرف دولیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون، آزوسپیریلوم و مصرف دو لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون و آزوسپیریلوم و وجین کامل اختلاف معنی‌داری نداشتند و در یک کلاس آماری جای گرفتند. بالاترین میزان وزن هزار دانه (۳۰۰/۹ گرم) از تیمار مصرف آزوسپیریلوم و مصرف دو لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون به‌دست آمد که با تیمارهای تلقیح با ازتوباکتر و مصرف دو لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون، آزوسپیریلوم و وجین کامل و ازتوباکتر و وجین کامل اختلاف معنی‌داری نداشتند و در یک کلاس آماری جای گرفتند. لازم بذکر است که کم‌ترین میزان این صفات از تیمار عدم وجین و عدم کاربرد کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن به‌دست آمد. بالاترین میزان تعداد علف هرز در مترمربع (۱۴/۵ عدد)، وزن تر علف هرز در مترمربع (۲/۱۴۶ کیلـوگرم در متـر مربع) و وزن خشک علـف هرز در مترمربع (۰/۵۵۸ کیلوگرم در مترمربع) را تیمار مصرف آزوسپیریلوم و عدم وجین به‌دست آوردند و مصرف کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و وجین کامل و مصرف دو لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون کم‌ترین میزان را به‌خود تخصیص دادند.

واژگان کلیدی: ذرت، علف هرز، علف‌کش نیکوسولفورون، عملکرد و اجزای عملکرد.

مقدمه

امروزه، افزایش تقاضا برای موادغذایی که در نتیجه رشد بی‌رویه جمعیت در دهه‌های اخیر به وجود آمده، چالش بزرگی را پیش روی محققان و دست اندرکاران بخش کشاورزی قرار داد. از آن‌جا که امکان افزایش سطح قابل کشت در جهان محدود است، نیاز به تولید موادغذایی بیش‌تر، مشکل روز می‌باشد، به‌همین دلیل است که متخصصان کشاورزی به رهیافت‌هایی که منجر به استفاده بیش‌تر و بهتر از منابع زمین و افزایش تولید شوند، توجه زیادی دارند (فشم و تاجبخش، ۱۳۷۸). نیکوسولفورون (Nicosulfuron) یکی از اعضای خانواده علف‌کش‌های سولفونیل اوره است. نحوه عمل این علف‌کش از طریق ممانعت از عمل آنزیم استولاکتاز سینتات بود. علف‌کش نیکوسولفورون به صورت پس از کاشت به‌همراه یک عامل فعال سطحی غیر یونی، در زمانی که علف‌های هرز حدود چهار تا ۱۲ اینچ ارتفاع دارد، استفاده می‌شود. بارندگی دو ساعت پس از کاربرد این علف‌کش تاثیری بر کاهش اثر این علف‌کش ندارد (Thomson, 2003). افزایش فراهمی عناصر غذایی از طریق محلول کردن آنها یکی از مهم‌ترین سازوکارهای فعالیت باکتری‌های افزاینده رشد گیاهان است (Hussain *et al*., 2007). کودهای زیستی، ریزسازواره‌هایی هستند که قادرند عناصر غذایی خاک را در یک فرآیند زیستی تبدیل به‌مواد مغذی همچون ویتامین‌ها و دیگر مواد معدنی کنند و به ریشه گیاه برساند. هدف از مصرف کودهای زیستی، تقویت حاصلخیزی و باروری خاک و تأمین نیازهای غذایی سالم و غنی‌تر، برداشت بیش‌تر محصول به دور از آلوده‌سازی زیست بوم است (Vivanco and Ftores, 2003). مطالعات نشان داد که اگر علف‌های هرز مزارع ذرت کنترل نشوند، بسته به تعداد و نوع علف‌های هرز می‌توانند از ۱۵ تا ۱۰۰ درصد عملکرد را کاهش دهند. از این رو مدیریت علف‌های هرز یکی از عوامل کلیدی در بیش‌تر سیستم‌های زراعی است (Lewis, 2008). به‌همین دلیل، شناخت سازوکارهای رقابت به‌منظور استفاده در بهبود مدیریت علف‌های هرز مورد توجه قرار گرفت (Najafi and Tollenaar, 2006) به‌صورتی که برخی آزمایشات حاکی از پتانسیل بالای ذرت در جریان رقابت درون گونه‌ای و برون گونه‌ای است (Lewis, 2008) تحقیقات باسره و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد اثر علف‌کش بر روی اجزای عملکرد به‌جز تعداد ردیف در بلال دارای اختلاف معنی‌داری بود. بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد کنترل کامل علف هرز با عملکرد ۱۳۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین عملکرد مربوط به تیمار فورام سولفورون با عملکرد ۱۰۱۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. در بین سموم مورد بررسی نیکوسولفورون بیش‌ترین و فورام سولفورون کم‌ترین تاثیر را بر تعداد و وزن خشک علف‌های هرز داشتند.

مهاجرانی و همکاران (۱۳۸۹) تحقیقی بر روش‌های مختلف مکانیکی و شیمیایی و تلفیقی بر کنترل علف هرز ذرت انجام دادند، انجام عملیات ماخار توانست درصد بالایی از علف‌های هرز مزرعه ذرت را کنترل نماید. در بین علف‌کش‌های مورد استفاده علف‌کش‌های نیکوسولفورون و فورام سولفورون به‌ترتیب بیش‌ترین تأثیر را در کنترل علف‌های هرز سوروف، تاج خروس و پیچک دارند. در تیمار گزاپرایم به‌علاوه آلاکلر کم‌ترین تعداد و وزن خشک علف‌های هرز مشاهده شد. هم‌چنین روش‌های غیر شیمیایی (عملیات ماخار -کولتیواتور) باعث افزایش عملکرد دانه ذرت بین ۵۷-۶۰ درصد گردید. در بین علف‌کش‌های مورد استفاده علف‌کش نیکوسولفورون بیش‌ترین تاثیر را در افزایش عملکرد دانه ذرت داشت. پژوهش‌های بسیاری نیز تاثیر افزاینده باکتری‌های افزاینده رشد گیاه و قارچ‌های مایکوریزایی بر جنبه‌های مختلف فیزیولوژیک، رشد و نمو و عملکرد ذرت از جمله بهبود عملکرد را نشان داد (Zahir *et al*., 2004). محققان افزایش ۱۶ درصدی عملکرد دانه ذرت در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های جنس ازوتوباکتر را گزارش کردند (Hussain *et al*., 2007). فولچری و فرانیو (Fulchieri and Frioni, 2004) افزایش تعداد دانه بلال به میزان دو برابر و همچنین افزایش ۵۹ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) را در اثر تلقیح بذرهای ذرت با مایه تلقیح دارای دو سویه باکتری آرزوسپیریلوم گزارش کردند.

بسیاری از این علف‌های هرز توانایی به مراتب بیش‌تری در مقایسه با ذرت برای دستیابی و جذب عناصر غذایی خاک دارند. گزارش گردید که علف‌های هرز مختلف در مقایسه با ذرت در شرایط بدون وجین، از آغاز رشد سریع رویشی تا پایان رشد، سه برابر نیتروژن، ۱/۷ برابر فسفر و ۳/۳ برابر پتاسیم جذب می‌نمایند (Lauer *et al*., 2001)، به همین سبب در بسیاری از موارد در صورت عدم کنترل علف‌های هرز، کاربرد نهاده‌های غذایی همانند نیتروژن و سایر عناصر ضروری بیش از آنکه نقشی در رشد گیاه اصلی ایفا نماید، موجب تقویت علف هرز و غلبه آن بر محصول اصلی می‌گردد (Nieto and Frankenberger, 2004). نقش نیتروژن بر رشد ذرت در شرایط تیمارهای مختلف کنترل و یا عدم کنترل علف‌های هرز مشخص گردید که درصد نیتروژن اندام‌های هوایی ذرت در کرت‌های با وجین کامل علف‌های هرز و کرت‌های بدون وجین به ترتیب ۱/۹و ۳۴/۱ درصد به‌دست آمد. در این آزمایش در شرایط بدون وجین، میزان نیتروژن در علف‌های هرز سلمه تره ۴۴/۲ و پیچک ۱/۹۳و تاج خروس ۱/۵۹درصد بود (Ficino, 2006). به‌طور کلی گیاهان زراعی و علف‌های هرز نیازهای مشابهی به‌عناصر غذایی دارند و به این سبب عملکرد گیاه زراعی در نتیجه رقابت با علف هرز بر سر این نیازهای مشترک کاهش می‌یابد، نتیجه تداخل گیاهان زراعی و علف‌های هرز به‌عوامل متناسب با مکان به‌ویژه میزان عناصر غذایی خاک بستگی دارد، بنابراین مدیریت کودهای مصرفی و به‌ویژه نیتروژن به‌عنوان یک راهکار مناسب برای مدیریت علف‌های هرز شناخته می‌شود (Walker and Schulze, 2006)، از این‌رو با وجود آن‌که عناصر غذایی موجب بهبود رشد گیاه زراعی می‌شوند، مطالعات نشان داد که افزودن کود بیش‌تر به نفع علف‌های هرز بود (Lindquist and Mortensen, 2008) افزایش میزان نیتروژن مصرفی می‌تواند موجب افزایش عملکرد گیاه زراعی شود اما در حضور علف‌های هرز می‌تواند بی‌اثر و یا دارای تاثیر منفی باشد (Thomaso *et al*., 2002). بسیاری از تحقیقات نشان داد که در شرایطی که حاصل‌خیزی خاک با افزودن نیتروژن افزایش یافت توانایی رقابت علف‌های هرز به‌دلیل کارایی جذب بالاتر در بسیاری از گونه‌های آن‌ها زیادتر شد (Krunz *et al*., 2004). از این رو شناخت بیش‌تر در ارتباط با مقادیری از مصرف عناصر غذایی که با توجه به‌میزان مصرف علف‌کش بیش‌تر به نفع گیاه عمل می‌کند، ضروری به‌نظر می‌رسد. تحقیق فوق به‌منظور دستیابی به این هدف صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف کودهای تثبیت کننده نیتروژن و تلفیق روش‌های مکانیکی و شیمیایی کنترل علف‌های هرز بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت هیبرید سینگل کراس ۴۰۶، آزمایشی در قالب کرت‌های خرد شده (اسپیلت پلات) با کمک طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در سه تکرار، در مزرعه‌ای واقع در منطقه امامزاده جعفر(ع) شهرستان گچساران اجرا شد. که در آن کودزیستی نیتروژن به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح: ۱) تلقیح بذر با کودزیستی ازتوباکتر N_1. ۲) تلقیح بذر با کودزیستی آزوسپیریلوم N_2. ۳) شاهد (عدم مصرف کودزیستی) N_3 و کنترل علف‌های هرز با پنج سطح به‌عنوان عامل فرعی: ۱- بدون وجین (شاهد) H_1 ۲- وجین کامل H_2. ۳- دو لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون H_3. ۴- ۱/۵ لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون H_4 ۵- یک لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون H_5 بود. هر تکرار شامل ۱۵ تیمار و هر تیمار شامل هفت خط کاشت به‌طول چهارمتر بود. کود N,P,K بر اساس آزمون خاک که توسط آزمایشگاه خاک‌شناسی از عمق ۶۰-۰ توصیه گردید، مصرف شد. با توجه به نتایج آزمون خاک و کمبود عناصر ریزمغذی، محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف نیز با غلظت شش در هزار از منبع کودی میکرومکس آمریکا، در مرحله رشد سریع استفاده شد. مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم و دیسک در هفته اول بهمن ۹۱ انجام شد. قبل از کاشت در تیمارهای مورد نظر، کودهای مورد نظر با بذور با روش متداول تلقیح بذر Inc inoculation تلقیح شد و در سایه قرار گرفت

و بلافاصله نسبت به کشت بذور اقدام شد. کشت در تاریخ ۲۰ بهمن ۱۳۹۱ صورت گرفت. آبیاری به صورت قطره‌ای انجام شد. وجین دستی علف‌های هرز مزرعه فقط در واحدهای آزمایشی مربوط به تیمار وجین کامل در طی سه مرحله تا مرحله هشت برگی ذرت انجام شد. جهت کنترل شیمیایی علف‌های هرز طبق تیمار کنترل علف‌های هرز در سه سطح دو لیتر در هکتار علفکش نیکوسولفورون، ۱/۵ لیتر در هکتار علفکش نیکوسولفورون، یک لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون در مرحله سه تا چهار برگی ذرت در واحدهای آزمایشی مربوطه انجام شد. به‌منظور محاسبه شاخص فیزیولوژیکی ذرت مورد آزمایش در طی فصل زراعی، شش نوبت نمونه‌برداری تخریبی از سطح مزرعه انجام گرفت. نمونه‌برداری از چهار بوته ذرت و علف‌های هرز اطراف آنها با رها کردن فاصله ۵۰ سانتی‌متر ابتدا و انتهای هر ردیف ۲۹ روز پس از کاشت شروع و با فاصله زمانی هر دو هفته یک‌بار انجام شد. نمونه‌ها به محض برداشت در کیسه‌های نایلونی قرارگرفت (به‌منظور جلوگیری از پلاسیده شدن) و سریعا به آزمایشگاه انتقال یافت. سپس برگ‌ها و بلال در آونی با درجه حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین شدند. وزن خشک برگ، وزن خشک بلال ثبت گردید. ۱۰ روز پس از قطع آبیاری آخر عملیات برداشت و نمونه برداری‌ها انجام شد. در مرحله خمیری شدن برای مشخص شدن دانه در ردیف، در ۱۰ نمونه بلال که به‌طور تصادفی در هر تیمار انتخاب شد، تعداد دانه‌ها در ردیف شمارش گردید سپس میانگین‌گیری انجام شد، تعداد دانه در هر ردیف در بلال مشخص گردید. وزن هزار دانه توسط دستگاه دانه شمار در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. پنج نمونه در هر تیمار جدا شد، سپس توسط دستگاه بذر شمار، ۱۰۰۰ دانه شمارش و با ترازو توزین گردید و میانگین‌گیری گردید. برداشت محصول به‌صورت کف بر از مساحت برداشت انجام شد و پس از رسیدن رطوبت دانه به ۱۴ درصد، میزان عملکرد دانه در هر کرت محاسبه شد. در مساحت یک مترمربع از سطح زمین بوته‌ها کف بر شد و برای تعیین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند. بعد از تفکیک دانه آن‌ها در خشک‌کن الکتریکی قرارگرفتند و درجه حرارت آن روی ۷۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و پس از ۴۸ ساعت از آون خارج شد و توزین گشت، آن گاه با تقسیم عملکرد دانه با رطوبت ۱۴درصد (بر حسب گرم در مترمربع) بر عملکرد بیولوژیکی (گرم در مترمربع) شاخص برداشت تیمارهای آزمایشی به دست آمد و سپس بـه هکتـار تعمیم داده شد (فرشادفر،۱۳۷۷). سرعت رشد محصول CGR: (گرم بر مترمربع در روز): تغییرات وزن خشک به تغییرات زمان $CGR= (w_2-w_1) /(t_2-t_1)$. ارتفاع علف هرز: در انتهای فصل رشد از یقه تا نوک علف هرز با متر اندازه‌گیری شد. لازم بذکر است ارتفاع علف هرز غالب مزرعه اندازه‌گیری گردید. تعداد علف هرز در واحد سطح: ۱۵ و ۲۵ روز پس از کاشت، کادر یک در یک متری به‌طور تصادفی در هر تیمار پرتاب شد و تعداد علف‌های هرز شمارش شد. وزن تر علف هرز: در سه مرحله ۱۵، ۲۵ و ۳۵ روز بعد از کاشت با پرتاب کادر در هر تیمار علف‌های هرز خارج شد و وزن تر آن اندازه‌گیری گردید. وزن خشک علف هرز: پس از اندازه‌گیری وزن تر، علف هرز را به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سیلسیوس در آون قرار گرفت و سپس وزن خشک در سه مرحله اندازه‌گیری شد. در پایان جهت حصـول از اطمینان بیش‌تر، داده‌های اولیه این آزمایش توسط برنامه نرم افزاری Mstat-c مورد تجـزیه و تحلیل قرارگرفت و نتایج آن‌ها با یکدیگر مقایسه شدند. مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح یک درصد و پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول یک) اثرات ساده تیمار سطوح کاربرد کود تثبیت کننده نیتروژن و روش کنترل علف هرز بر صفت تعداد دانه در ردیف در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار شد. تعداد دانه در ردیف تحت تاثیر اثرات متقابل دو عامل مصرف کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن و روش کنترل علف هرز قرار گرفت و مشخص گردید این تغییرات با افزایش مصرف کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن با توجه به این که چه روشی برای کنترل علف‌های هرز

انتخاب گردد، بستگی دارد و برای همه روش‌های کنترل علف هرز این اثر مشابه نیست. اختلافات به وجـود آمده از نـظـر آمـاری در سـطـح یـک درصـد معنی‌دار بود (جدول یک). اختلاف ۵۷/۶ درصدی بین بالاترین تیمار (N_1*H_3) و پایین‌ترین تیمار (N_3*H_1) مشاهده گردید.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تاثیر کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن و روش‌های کنترل علف هرز

Table 1. Analysis of variance row number, 1000seed weight and seed yield, biological yield and harvest index under the influence of nitrogen-fixing bio-fertilizer and control weed methods.

				M.S میانگین مربعات			
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	دانه در ردیف
		df	HI	B.Y	S.Y	W.T.S	Seed per row
(R)	بلوک	2	53.53 ^{ns}	2845221.2 ^{ns}	894445.6 ^{ns}	2.42^{ns}	3800.6^{ns}
(N	کود زیستی نیتروژن	2	176.2 *	6654231.2 *	6285384.2*	6.62*	4180.2*
Error A	خطای کود زیستی نیتروزن	4	49.19	3993005.2	1240483.6	1.25	1201.6
(H)	کنترل علف هرز	4	285.93*	67453006.6**	68454021.2**	118.2**	6849.2*
(N*H)	کنترل علف هرز*کود زیستیN	8	599.8**	39403021.6**	42983016.9**	68.4**	92456.1**
Error B	خطای روش کنترل علف هرز(H)	24	30.1	1122870.9	1300754.3	1.01	803.6
C.V(%)	ضریب تغییرات		15.12	17.98	18.36	11.21	16.11

ns * و **به ترتیب غیر معنی‌دار بودن ومعنی‌دار درسطح احتمال پنج و یک درصد

Ns, * and **: Non-significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

وزن هزار دانه

بر اسـاس جـدول تجـزیه واریانس (جـدول یک)، اثرات ساده تیمـارهای سطـوح مختـلف مصـرف کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن و روش‌های مختلف کنترل علف هرز و همچنین اثر متقابل این دو عامل در سطح آماری پنج و یک درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج جدول دو، بالاترین و پایین‌ترین میزان وزن هزار دانه به‌ترتیب از تیمار مصرف آزوسپیریلوم و مصرف دو لیتر در هکتار نیکوسولفورون (N_2*H_3) با ۳۰۰/۹ گرم و تیمار عدم مصرف کودزیستی و مصرف یک لیتر در هکتار نیکوسولفورون (N_3*H_5) با ۲۰۶/۷ گـرم حاصـل گـردیـد که اختـلاف ۳۱/۳ درصـدی مشاهده گردید که هر دو عامل کودزیستی و روش کنترل علف هرز بر این صفت که بسیار حائز اهمیت است تاثیرگذار بود. در آزمایش اخیر کنترل علف‌های هرز سبب افزایش وزن هزار دانه گردید و اختلاف کلیه تیمارهای کنترل علف هرز با تیمار عدم کنترل، معنی‌دار بود. در آزمایش اخیر دامنه تغییرات وزن هزار دانه در تیمار مصرف کودزیستی افزایش یافت و اختلاف بین کلیه روش‌های کنترل معنی‌دار شد. در واقـع در شرایط عـدم کنتـرل علف هـرز مصـرف نیتروژن هیچ کمکی به افزایش وزن هزار دانه ذرت نکرد. این امر برای بسیاری از اجزای عملکرد دیگر ذرت صادق بود. زیرا علف هرز با سازوکارهای خاص خود میزان بیش‌تر نیتروژن را جذب نمود و کم‌تر به مصرف گیاه ذرت رسید.

عملکرد دانه

عملکرد دانه تا حدود زیادی تحت تاثیر عوامل محیطی موثر بر رشد و نمو گیاه از جمله عناصر معدنی تحت اختیار قراردارد. در این خصوص نقش اجزای عملکرد که عبارتند از تعداد ردیف در بلال، تعـداد دانـه در ردیـف و وزن دانـه (عوامل موثـر بـر آن‌ها) در تعیین میزان عملکرد اقتصادی، چشم‌گیر است. بر اساس جدول تجزیه واریانس اثرات ساده کودزیستی و روش‌های مختلف کنترل علف هرز و اثرات متقـابل آن‌ها بر عملکـرد دانه در سطح پنـج و

یک درصد معنی‌دار شد (جدول یک). عملکرد دانه تحت تاثیر اثرات متقابل کودزیستی و روش‌های مختلف کنترل علف هرز قرارگرفت (جدول دو). بالاترین میزان عملکرد دانه با ۱۱۳۱۳/۱ کیلوگرم در هکتار از تیمار مصرف ازتوباکتر و وجین کامل (N_1*H_2) به دست آمد که نسبت به تیمار عدم مصرف کودزیستی و عدم وجین (N_3*H_1) با ۴۱۴۹/۱ کیلوگرم در هکتار، افزایش قابل توجهی معادل ۶۳/۳ درصدی داشت (جدول دو).

جدول ۲- اثرات متقابل تیمارهای کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن و روش‌های کنترل علف هرز بر صفات بر تعداد دانه در ردیف،وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت.

Table 2. The interaction between nitrogen-fixing bio-fertilizer and control weed methods on traits the number of seed per row, 1000 grain weight, grain yield, biological yield and harvest index.

Treatment	تیمار	شاخص برداشت HI (%)	عملکرد بیولوژیک B.Y (Kg.ha)	عملکرد دانه S.Y (Kg.ha)	وزن هزار دانه W.T.S (gr)	دانه در ردیف Seed per row (N.O)
N_1*H_1	ازتوباکتر*شاهد	32.23 b	22793.6 c	7334.0 bc	235.1 c	23.5 b
N_1*H_2	ازتوباکتر*وجین کامل	39.50 a	28673.4 a	11313.1 a	292.8 a	32.1 a
N_1*H_3	ازتوباکتر*۲ لیتر در هکتار	39.03 a	28205.7 a	10941.4 a	298.6 a	33.9 a
N_1*H_4	ازتوباکتر*۱/۵ لیتر در هکتار	37.40 a	25156.6 b	9380.7 ab	265.0 b	29.3 ab
N_1*H_5	ازتوباکتر*یک لیتر در هکتار	37.01 a	23157.4 c	8571.2 b	232.4 c	27.1 ab
N_2*H_1	آزوسپیریلوم* شاهد	31.99 b	23241.0 c	7419.5 bc	236.6 c	24.3 b
N_2*H_2	آزوسپیریلوم* وجین کامل	39.02 a	28376.5 a	11246.6 a	292.9 a	32.1 a
N_2*H_3	آزوسپیریلوم*۲ لیتر در هکتار	37.41 a	28621.8 a	10701.5 a	300.9 a	33.5 a
N_2*H_4	آزوسپیریلوم*۱/۵ لیتر در هکتار	38.16 a	25191.7 b	9617.9 ab	267.6 b	28.8 ab
N_2*H_5	آزوسپیریلوم* یک لیتر در هکتار	36.30 a	23547.1 c	8541.7 b	232.1 c	27.2 ab
N_3*H_1	شاهد* شاهد	27.10 c	15341.4 e	4149.1 d	206.9 d	14.4 d
N_3*H_2	شاهد* وجین کامل	31.21 b	20590.4 d	6440.6 c	246.7 bc	21.5 bc
N_3*H_3	شاهد*۲ لیتر در هکتار	31.20 b	20932.5 d	6511.9 c	236.2 c	21.7 bc
N_3*H_4	شاهد*۱/۵ لیتر در هکتار	28.14 bc	19196.4 de	5397.3 cd	214.5 cd	18.8 c
N_3*H_5	شاهد* یک لیتر در هکتار	29.61 bc	16980.5 e	5027.5 d	206.7 d	16.3 cd

میانگین‌هایی که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده‌شده‌اندازنظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letter in each column are not significantly different.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک برآیند نهایی توانایی گیاه در جذب آب و عناصر غذایی و استفاده از نهاده‌های مصرفی در تقابل گیاه با محیط است. اثر متقابل مقادیر مختلف مصرف کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن و روش‌های کنترل علف هرز بر عملکرد بیولوژیک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که تاثیر روش‌های مختلف کنترل علف هرز بر عملکرد بیولوژیک به این که در چه سطحی از دسترسی به نیتروژن قرار گیرد، بستگی دارد. که برای هر سه سطح نیتروژن، تیمار عدم کنترل علف هرز موجب کاهش شدید عملکرد بیولوژیک ذرت گردید. از طرفی برای دو تیمار عدم وجین و نیز وجین کامل علف هرز برای دو سطح مصرف کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما در تیمارهای مصرف یک، ۱/۵ و دو لیتر علف‌کش این اختلاف معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک از تیمار مصرف ازتوباکتر و وجین کامل (N_1*H_2) با ۲۸۶۷۳/۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که با تیمارهای مصرف ازتوباکتر و دو لیتر در هکتار نیکوسولفورون (N_1*H_3) و مصرف آزوسپیریلوم و وجین کامل (N_2*H_2) و مصرف آزوسپیریلوم و دو لیتر در هکتار نیکوسولفورون (N_2*H_3) با تیمار مصرف ازتوباکتر و وجین کامل (N_1*H_2) اختلاف

معنـی‌داری نداشت و همگـی در گروه آماری a جای گرفتند (جدول دو). کم‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک را تیمـار عـدم مصـرف کودزیستـی و عدم وجیـن (N_3*H_1) بـا ۱۵۳۴۱/۴ کیلـوگـرم در هکتـار به‌دست آمد که نسبت به تیمار نخست کاهش ۴۶/۵ درصدی داشت. جذب نیتروژن توسط گیاه ذرت ارتباط تنگاتنگی با میزان رقابت بین گیاه با علف هرز دارد و از آنجا که جذب نیتروژن در طی دوره رشد و نه در یک مقطـع زمانی کوتاه انجـام می‌شود، کنترل علف هرز در طی دوره رشد موجب گـردید تا گیاه بتـواند در مراحـل مختلف رشد از نیتروژن موجود که در چند نوبت مصرف شد، استفاده نماید.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده کاربرد کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن و روش‌های مختلف کنترل علف هرز و اثرات متقابل آن‌ها بر شاخص برداشت اثر معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد داشت. نتـایج جـدول مقایسـه میانگین اثرات متقـابل (جـدول دو) نشـان داد کـه اختـلاف معنـی‌داری بیـن تیمـار وجیـن کامل و کاربرد کـود زیستی تثبیت کننده نیتروژن و تیمار عدم کاربرد کـودزیستـی و عدم وجیـن وجـود دارد. به‌طوری که شـاخص برداشت از بهتـرین حـالت (۳۹/۵٪) بـه (۲۷/۱٪) رسید.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات ارتفاع علف هرز، تعداد علف هرز در مترمربع، وزن تر علف هرز در مترمربع و وزن خشک علف هرز در مترمربع تحت تاثیر کود زیستی نیتروژن‌دار و روش‌های کنترل علف هرز

Table 3. Analysis of variance weed height, number of weeds per square meter, fresh weight and dry weight of weeds per square meter under the influence of nitrogen fertilizer and weed control methods

				M.S	میانگین مربعات	
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	ارتفاع علف هرز H.W	علف هرز در مترمربع $W.m^2$	وزن تر علف هرز در مترمربع $Fw\ W.m^2$	وزن خشک علف هرز در مترمربع $DwW.m^2$
(R)	بلوک	2	3.403^{ns}	142.6^{ns}	17.3^{ns}	22.3^{ns}
(N)	کود زیستی تثبیت کننده N	2	3792.4^{*}	222.9^{ns}	945.6^{**}	164.8^{*}
Error A	خطای عامل اول	4	712.3	87.14	21.8	30.01
(H)	روش کنترل علف هرز	4	130045.6^{**}	301.8^{**}	998.3^{**}	1180.4^{**}
(N*H)	روش کنترل علف هرز*کود زیستیN	8	99075.4^{**}	984.6^{**}	1284.2^{**}	745.6^{**}
Error B	خطای عامل دوم	24	1245.6	3.49	34.35	11.18
C.V(%)	ضریب تغییرات		12.4	11.3	15.2	11.5

ns * و **به ترتیب غیر معنی‌دار بودن و معنی‌دار درسطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: Non-significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

ارتفاع علف هرز

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثرات ساده تیمار کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن و روش‌های کنترل علف هرز و اثرات متقابل تیمارها بر ارتفاع علف هرز تاثیرگذار بود و اختلافات حاصله در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شد (جدول سه). ارتفـاع علف هرز تحت تاثیر اثرات متقابل تیمارها قرارگرفت. بالاترین ارتفاع بوته از تیمار مصرف ازتوباکتر و عدم وجین با ۱۰۲/۴ سانتی‌متر به‌دست آمد و به‌غیر از تیمـار وجیـن کامل در هر سـه سطـوح کاربرد کـود زیستی تثبیت کننده نیتروژن، که فاقد علف هرز بود، کم‌ترین ارتفاع علف هرز از تیمار عدم تلقیح کود زیستـی و کاربرد یک لیتـر در هکتـار با ۸۳/۹ سانتی‌متر حاصل شد (جدول چهار).

تعداد علف هرز در مترمربع

تعداد علف هرز در مترمربع تحت تاثیر اثرات ساده روش‌های کنترل علف هرز و اثرات متقابل تلقیـح کـودزیستـی و روش‌هـای کنتـرل علـف هـرز

قرارگرفت و اختلافات به‌وجود آمده در سطح یک درصد معنـی‌دار شد. اما اثرات ساده کـودزیستی تاثیر معنی‌داری بر تعداد علف هرز در مترمربع نداشت و هر سه سطح با اختلاف اندک، در یک کلاس آماری قرار گرفتند (جدول سه). اثرات متقابل کود زیستی و روش‌های کنترل علف هرز باعث تفاوت چشم‌گیری در تعداد علف هرز در مترمربع گردید؛ بیش‌ترین تعداد علف هرز از تیمارهای عدم وجین در سه سطح کودزیستی حاصل شد و کم‌ترین تعداد علـف هـرز از تیمار وجیـن کامل در سطـوح مختلف کودزیستی به دست آمد و استفاده از سطوح مختلف روش‌های شیمیـایی و سطـوح کـودزیستـی باعث کاهش ۸۲ درصدی علف هرز در مترمربع گردید (جدول چهار).

وزن تر علف هرز در مترمربع

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس وزن تر علف هرز در مترمربع، تحت تاثیر اثرات ساده و متقابل تیمار مورد بررسی قرارگرفت و اختلافات به وجود آمده در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول سه). اثرات متقابل کود زیستی و روش کنترل علف هرز باعث تاثیرات معنی‌داری بر وزن تر علف هرز گردید. بالاترین میزان وزن تر علف هرز از تیمار مصرف آزوسپیریلوم و عدم وجین با ۲/۱۴۶ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که با تیمار تلقیح ازتوباکتر و عدم وجین اختلاف معنی‌داری نداشت و هر دو تیمار در رتبه a جای گرفتند و کم‌ترین میزان عملکرد وزن تر علف هـرز از تیمار وجیـن کامل در هر سـه تیمار کودزیستی حاصل گردید (جدول چهار).

جدول ۴- اثرات متقابل تیمارهای کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن و روش‌های کنترل علف هرز بر ارتفاع علف هرز، تعداد علف هرز در مترمربع، وزن تر علف هرز در مترمربع و وزن خشک علف هرز در مترمربع

Table 4. Interaction between nitrogen-fixing bio-fertilizer and control weed methods of weed height, number of weeds per square meter, fresh weight weed and dry weight of weeds per square meter

Treatment	تیمار	ارتفاع علف هرز weed height (Cm)	علف هرز در مترمربع weeds per square meter (N.o)	وزن تر علف هرز در مترمربع Fresh weight of weed. m^2 ($Kg.m^2$)	وزن خشک علف هرز در مترمربع Dry weight of weeds m^2 ($Kg.m^2$)
N_1*H_1	ازتوباکتر*شاهد	102.4 [a]	13.6 [a]	2.019 [a]	0.551 [a]
N_1* H_2	ازتوباکتر*وجین کامل	0[c]	0 [c]	0 [d]	0 [c]
N_1* H_3	ازتوباکتر*۲ لیتر در هکتار	97.5 [ab]	3.4 [b]	0.651 [c]	0.157 [b]
N_1* H_4	ازتوباکتر*۱/۵ لیتر در هکتار	94.3 [ab]	3.7 [b]	0.672 [c]	0.174 [b]
N_1* H_5	ازتوباکتر*یک لیتر در هکتار	92.6 [ab]	4.2 [b]	0.739 [c]	0.19 [b]
N_2* H_1	آزوسپیریلوم* شاهد	100.4 [a]	14.5 [a]	2.146 [a]	0. 558 [a]
N_2* H_2	آزوسپیریلوم* وجین کامل	0[c]	0 [c]	0 [d]	0 [c]
N_2* H_3	آزوسپیریلوم*۲ لیتر در هکتار	95.7 [ab]	3.2 [b]	0. 624 [c]	0.139 [b]
N_2* H_4	آزوسپیریلوم*۱/۵ لیتر در هکتار	94.6 [ab]	3.8 [b]	0.725 [c]	0.189 [b]
N_2* H_5	آزوسپیریلوم* یک لیتر در هکتار	94.3 [bc]	4.3 [b]	0.761 [c]	0.204 [b]
N_3* H_1	شاهد* شاهد	93.6 [ab]	11.8 [a]	1.504 [b]	0.386 [b]
N_3* H_2	شاهد* وجین کامل	0 [c]	0 [c]	0 [d]	0 [c]
N_3* H_3	شاهد*۲ لیتر در هکتار	87.5 [ab]	2.5 [b]	0.554 [c]	0.124 [b]
N_3* H_4	شاهد*۱/۵ لیتر در هکتار	84.5 [ab]	3.0 [b]	0.636 [c]	0.146 [b]
N_3* H_5	شاهد* یک لیتر در هکتار	83.9 [b]	3.9 [b]	0.734 [c]	0.192 [b]

میانگین‌هایی که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده‌شده‌اند از نظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letter in each column are not significantly different.

وزن خشک علف هرز در مترمربع

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده تیمـار کودزیستـی و روش‌های مختلف کنتـرل علف هرز و اثرات متقابل آنها بر عملکرد وزن خشک علف هرز در مترمربع تاثیرگذار بود و اختلاف

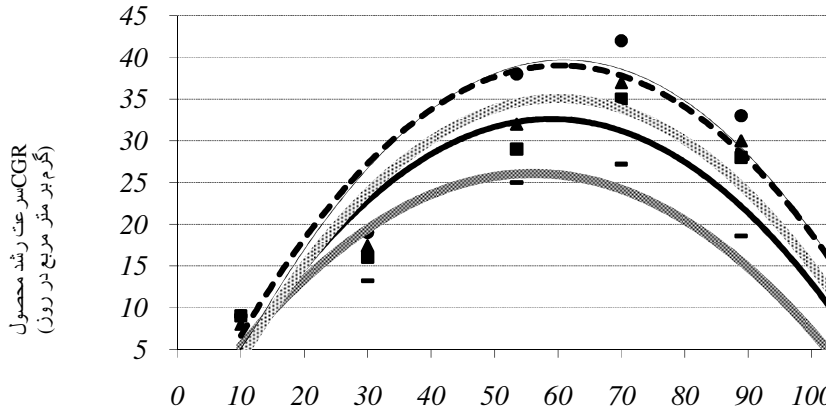
به‌وجود آمده در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شد (جدول سه). میزان وزن خشک علف هرز در مترمربع تحت تاثیر اثرات متقابل کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن و روش کنترل علف هرز قرارگرفت. بالاترین میزان عملکرد وزن خشک علف هرز از تیمار مصرف آزوسپیریلوم و عدم وجین با ۰/۵۵۸ کیلوگرم در متر مربع به‌دست آمد که با تیمار تلقیح ازتوباکتر و عدم وجین اختلاف معنی‌داری نداشت و هر دو در رتبه a جای گرفتند (جدول چهار). اختلاف بین دو تیمار مصرف ازتوباکتر و آزوسپیریلوم معنی‌دار نبود اما برای تیمار عدم تلقیح، میانگین سرعت رشد محصول از ۴۶/۰۲ گرم بر مترمربع در روز در تیمار ازتوباکتر به ۳۸/۱۴ گرم بر مترمربع در روز کاهش یافت و این اختلاف در سطح پنج درصد معنی‌دار بود.

سرعت رشد محصول

اختلاف بین روش مختلف کنترل علف هرز بر سرعت رشد محصول معنی‌دار شد. عدم وجین علف هرز سبب کاهش ۲۷/۶ درصدی سرعت رشد محصول ذرت گردید. مصرف دو لیتر علف‌کش نیکوسولفورون به‌خوبی توانست علف هرز را کنترل نماید، اختلاف این تیمار با تیمار وجین کامل علف هرز از نظر سرعت رشد محصول معنی‌دار نبود.

مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مصرف کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن و روش‌های کنترل علف هرز نشان داد که برای تمامی سطوح مصرف کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن، بیش‌ترین میزان سرعت رشد محصول در شرایط وجین کامل و به دنبال آن مصرف دو لیتر در هکتار علف‌کش به‌دست آمد. روند کلی تغییرات سرعت رشد محصول ذرت، در طول فصل رشد، در تمامی تیمارهای مورد بررسی یکسان بود. سرعت رشد محصول در ابتدای فصل، به‌کندی افزایش یافت و سپس با شتاب بیش‌تری به حداکثر میزان رسید و پس از آن سیر نزولی داشت. چنان‌چه که در شکل مشخص شد با وجود مشابهت روند این شاخص، میزان سرعت رشد محصول در هر مرحله زمانی، به‌ویژه در زمان به حداکثر رسیدن رشد گیاه اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای مختلف مصرف کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن و روش‌های کنترل علف‌های هرز نشان داد. بررسی لیندکوئیست و همکاران (Lindquist *et al.*, 2008) در اثر رقابت علف هرز گاو پنبه بر شاخص‌های رشد ذرت نشان داد که بیش‌ترین سرعت رشد محصول از تیمار شاهد (بدون علف هرز) به‌دست آمد. در این تحقیق سرعت رشد محصول تقریبا در اواسط فصل رشد به حداکثر خود رسید و پس از آن شروع به کاهش نمود. از حدود سه هفته قبل از ظهور سنبله‌ها که نیاز تغذیه‌ای گیاه همزمان با حداکثر رشد، بالا است، در تیمارهای وجین کامل علف‌های هرز و نیز مصرف دو لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون، به حداقل رسیدن رقابت ذرت با علف‌های هرز موجب در دسترس قرار گرفتن آب و عناصر غذایی و به‌ویژه نیتروژن گردید، این امر سبب افزایش توسعه سطح برگ و افزایش فتوسنتز و در نهایت افزایش روند سرعت رشد محصول گردید. از سوی دیگر مساحت و دوام سطح برگ نیز افزایش یافت و ریزش برگ‌ها نیز در زمان دیرتری نسبت به شاهد (عدم وجین علف‌های هرز) شروع شد. نمودار شماره یک روند تغییرات سرعت رشد محصول را در تیمار عدم کاربرد کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن برای هر یک از روش‌های کنترل علف‌های هرز به‌همراه رسم خط رگرسیون آن در طول دوره رشد گیاه ذرت از زمان کاشت نشان داد. برازش معادله و ضرایب رگرسیونی (جدول پنج) نشان داد که روند تغییرات سرعت رشد محصول از یک تابع درجه دوم ($y = a + bx + cx^2$) تبعیت می‌نماید که روند آن برای تمامی تیمارهای مصرف علف‌کش یکسان است اما اختلاف اساسی ناشی از تفاوت در زمان به حداکثر رسیدن سرعت رشد (X max) و نیز میزان حداکثر رشد در این زمان (Y max) است. در تیمار مصرف عدم تلقیح کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن، زمان به حداکثر رسیدن سرعت رشد محصول از تاریخ کاشت (X max)، به ترتیب در روزهای ۶۰، ۶۱/۲، ۵۹/۱، ۶۰/۱ و ۶۰/۳ برای تیمارهای وجین کامل، عدم وجین، مصرف یک لیتر علف‌کش، مصرف ۱/۵ لیتر علف‌کش و مصرف دو لیتر علف‌کش به‌دست آمد و نشان داد که زمان به حداکثر رسیدن سرعت رشد محصول چندان تحت تاثیر روش کنترل علف هرز

قرار نگرفت. مشابه بودن روند شیب خط رگرسیون و نقطه اوج مشابه خط برای روش‌های مختلف کنترل نیز این مطلب را تایید نمود. اما با این حال میزان حداکثر سرعت رشد محصول (Y max) برای این تیمارها متفاوت بود، به طوری‌که بیش‌ترین میزان حداکثر سرعت رشد محصول مربوط به تیمار وجین کامل و پس از آن مصرف دو لیتر علف‌کش به‌ترتیب با ۳۹/۸۶ و ۳۹ گرم بر مترمربع در روز بود در حالی که این شاخص برای عدم وجین کاهش یافت و به ۲۵/۸۶ گرم بر مترمربع در روز رسید (جدول پنج). نمودار دو: روند تغییرات سرعت رشد محصول ذرت و نیز خطوط رگرسیون مربوط به این تغییرات را برای سطوح مختلف کنترل علف هرز در تیمار مصرف آزوسپیریلوم را نشان داد. با مصرف کود زیستی روند تغییرات سرعت رشد محصول در همه روش‌های کنترل علف‌های هرز از یک تابع درجه دوم تبعیت نمود. در این تیمار هم برای تمامی سطوح کنترل علف‌های هرز این شاخص تقریبا در دامنه زمانی مشابهی اتفاق افتاد. با این حال برای همه سطوح کنترل علف‌های هرز، زمان تا به حداکثر رسیدن سرعت رشد محصول (X max) کاهش یافت میزان X max برای تیمارهای وجین کامل، عدم وجین، مصرف یک لیتر، مصرف ۱/۵ لیتر و مصرف دو لیتر علف‌کش نیکوسولفورون به‌ترتیب معادل ۵۴/۷، ۵۹/۵، ۵۸/۲، ۵۹/۳ و ۵۹/۶ روز از زمان کاشت بود.



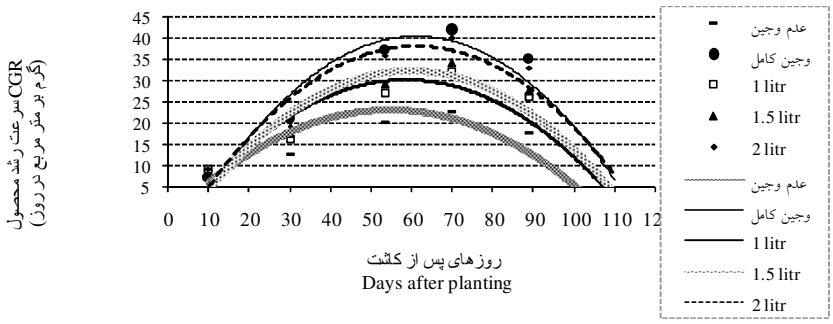
نمودار ۱- خطوط رگرسیونی روند تغییرات سرعت رشد محصول در روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز برای تیمار عدم تلقیح با کود زیستی

Chart 1.The trend of regression lines CGR to different Control Weeds method on Non application of bio- fertilizer

جدول ۵ - معادلات و ضرایب رگرسیون برای سطوح مختلف کنترل علف‌های هرز در تیمار عدم تلقیح با کود زیستی

Table 5. The equations and regression coefficients for different levels of Control Weeds method on non-application of bio- N fertilizer

Control Weeds method	کنترل علف‌های هرز	معادله رگرسیون	*X max (Day after planting)*	*Y max (g∗ g . 15days)*	R^2
No weeding	عدم وجین	$y = -0.0098x^2 + 1.0971x - 4.6763$	*60*	*25.86*	*0.8875*
full Weeding	وجین کامل	$y = -0.0135x^2 + 1.6518x - 10.67$	*61.2*	*39.86*	*0.9066*
1 liter of herbicide	یک لیتر علفکش	$y = -0.0117x^2 + 1.3829x - 8.1661$	*59.1*	*32.7*	*0.8554*
1.5 liters of herbicide	۱/۵ لیتر علفکش	$y = -0.0125x^2 + 1.5019x - 9.9541$	*60.1*	*35.2*	*0.8902*
2 liters of herbicide	۲ لیتر علفکش	$y = -0.0128x^2 + 1.5445x - 7.552$	*60.3*	*38.9*	*0.8972*



نمودار ۲- خطوط رگرسیونی روند تغییرات سرعت رشد محصول در روش‌های کنترل علف‌های هرز در تیمار عدم تلقیح با آزوسپیریلوم

Chart 2. The trend of regression lines CGR to different Control Weeds method on Non application of bio- fertilizer Azospirillum

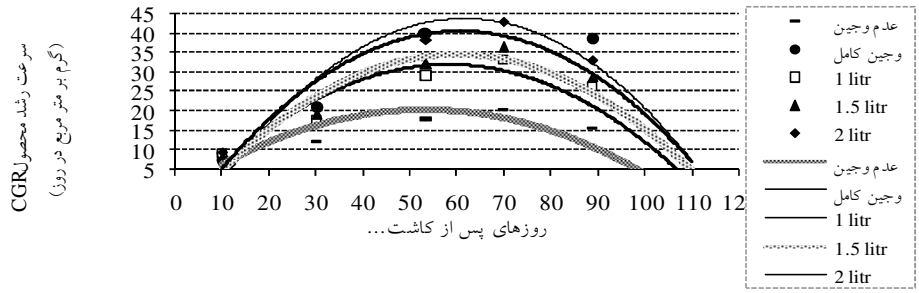
جدول ۶- معادلات و ضرایب رگرسیون برای سطوح مختلف کنترل علف‌های هرز در تیمار تلقیح با آسپریلیوم

Table 6. The equations and regression coefficients for different levels of Control Weeds method on application of bio- N fertilizer Azospirillum

Control Weeds method	تیمار کنترل علف های هرز	معادله رگرسیون	*X max (Day after planting)*	*Y max (g∗ g . 15days)*	R^2
No weeding	عدم وجین	$y = -0.0086x^2 + 0.9413x - 2.7867$	*54.7*	*23*	*0.8631*
full Weeding	وجین کامل	$y = -0.0146x^2 + 1.7392x - 11.733$	*59.5*	*40.1*	*0.9242*
1 liter of herbicide	۱ لیتر علف‌کش	$y = -0.0108x^2 + 1.2573x - 6.374$	*58.2*	*30.2*	*0.8645*
1.5 liters of herbicide	۱/۵ لیتر علف‌کش	$y = -0.0114x^2 + 1.353x - 7.8871$	*59.3*	*32.3*	*0.8964*
2 liters of herbicide	۲ لیتر علف‌کش	$y = -0.0131x^2 + 1.5609x - 11.3749$	*59.6*	*39.1*	*0.9012*

محاسبه حداکثر سرعت رشد محصول برای سطوح مختلف کنترل علف هرز بر اساس معادلات رگرسیونی آن‌ها نشان داد که در تیمار مصرف آزوسپیریلوم، در مقایسه با تیمار شاهد، حداکثر سرعت رشد محصول برای سطوح عدم وجین و نیز مصرف مقادیر کم علف‌کش، کاهش یافت اما برای وجین کامل و مصرف دو لیتر علف‌کش در هکتار میزان این شاخص افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد که تلقیح کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن، در تیمارهای کنترل مناسب علف هرز سبب افزایش توانایی استقرار و رشد اولیه ذرت و نیز افزایش سرعت رشد رویشی گیاه گردید و به گیاه امکان داد تا رشد بیش‌تر و مطلوب‌تری را در طی دوره رشد رویشی داشته باشد و این امر خود زمینه ساز تولید عملکرد بیش‌تر گیاه شد با این حال در تیمارهایی که علف‌های هرز کنترل نشده و یا مبارزه ناقص و نامطلوبی با علف‌های هرز صورت گرفت به‌دلیل توانایی بیش‌تر علف‌های هرز در استفاده از منابع غذایی موجود، گیاه با رقابت شدید علف هرز مواجه شد و در نهایت به‌دلیل فرصت‌طلبی و توان رقابتی بالای علف هرز، کاهش کاملا محسوسی در سرعت و میزان حداکثر رشد گیاه و در نهایت عملکرد ایجاد گردید. وضعیت ذکر شده در بالا، با کاربرد ازتوباکتر نیز همچنان ادامه یافت (نمودار سه). در این تیمار نیز زمان به حداکثر رسیدن سرعت رشد محصول از تاریخ کاشت (X max)، به‌ترتیب در روزهای ۵۳/۴، ۶۱/۸، ۵۸/۴، ۵۹/۸ و ۶۰/۷ برای تیمارهای وجین کامل، عدم وجین، مصرف یک لیتر علف‌کش، مصرف ۱/۵ لیتر علف‌کش و مصرف دو لیتر علف‌کش به دست آمد که اختلاف معنی‌داری نداشت. اما حداکثر سرعت رشد محصول (Y max) برای این تیمارها نیز متفاوت بود. بیش‌ترین حداکثر سرعت رشد محصول

مربوط به تیمار وجین کامل و پس از آن مصرف دو لیتر علف‌کش به‌ترتیب با ۴۳/۹۱ و ۴۰/۷۳ گرم بر مترمربع در روز بود در حالی که این شاخص برای شرایط عدم وجین کاهش یافت و به ۲۰/۲۶ گرم بر مترمربع در روز رسید.



نمودار ۱- خطوط رگرسیونی روند تغییرات سرعت رشد محصول برای روش‌های کنترل علف‌های هرز در تیمار تلقیح با ازتو باکتر
Chart 3. The trend of regression lines CGR to different Control Weeds method on application of bio-fertilizer Azetobacter

سرعت رشد محصول به عوامل متعددی، از جمله دما، میزان تابش خورشید، آب و مواد غذایی موجود، نوع و سن گیاه بستگی دارد. این عوامل خود تحت تاثیر وجود تنش‌های زنده و غیر زنده است. حضور علف‌های هرز در مزرعه از طریق کاهش دسترسی گیاه به این منابع سبب کندشدن سرعت رشد گیاه و نیز افت نقطه حداکثر رشد گیاه گردید. در آزمایش اخیر اگرچه روند رشد ذرت در کلیه تیمارها تقریبا مشابه بود اما با دسترسی بیش‌تر به نیتروژن اختلاف بین تیمارهای کنترل علف‌های هرز، اختلاف معنی‌داری نشان داد. تیمار مصرف دو لیتر در هکتار علف‌کش نیکوسولفورون توانست به‌خوبی علف‌های هرز را کنترل نماید و در مقایسه با تیمار وجین کامل اختلاف معنی‌داری نداشت. برای دو تیمار مصرف یک و ۱/۵ لیتر علف‌کش در هکتار اگرچه روند سرعت رشد محصول و عملکرد دانه در مقایسه با تیمار عدم وجین افزایش معنی‌داری را نشان داد اما در مقایسه با بهترین تیمار کنترل (وجین کامل) کاهش معنی‌داری داشت. سرعت رشد گیاه تا زمانی که شاخص سطح برگ به سه برسد افزایش خطی دارد ولی به موازات افزایش شاخص سطح برگ جهت جذب ۹۹٪ نور، سرعت رشد محصول افزایش بیش‌تری از خود نشان داد (Williams *et al*., 2005). صادقی و بحرانی (۱۳۷۸) در بررسی اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن، بر شاخص‌های فیزیولوژیک ذرت علوفه‌ای گزارش کردند که با افزایش دسترسی بیش‌تر به نیتروژن، همراه با افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول افزایش یافت و سرعت رشد محصول تقریبا در اواسط فصل رشد به حداکثر خود رسید و پس از آن کاهش یافت.

جدول ۷- معادلات و ضرایب رگرسیون برای سطوح مختلف کنترل علف‌های هرز در تیمار کاربرد ازتوباکتر
Table 7. The equations and regression coefficients for different levels of Control Weeds method on application of bio- N fertilizer Azetobacter

Control Weeds method	تیمار کنترل علف های هرز	معادله رگرسیون	*X max (Day after planting)*	*Y max (g* g / 15days)*	R^2
No weeding	عدم وجین	$y = -0.0075x^2 + 0.8017x - 1.1594$	*53.4*	*20.26*	*0.8589*
full Weeding	وجین کامل	$y = -0.0155x^2 + 1.9161x - 15.298$	*61.8*	*43.91*	*0.9085*
1 liter of herbicide	۱ لیتر علفکش	$y = -0.0113x^2 + 1.3211x - 6.6907$	*58.4*	*31.92*	*0.8963*
1.5 liters of herbicide	۱/۵ لیتر علفکش	$y = -0.012x^2 + 1.4366x - 8.4086$	*59.8*	*34.58*	*0.9244*
2 liters of herbicide	۲ لیتر علفکش	$y = -0.0138x^2 + 1.6767x - 10.198$	*60.7*	*40.73*	*0.9247*

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش تیمار مصرف عدم مصرف کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن، شرایط عدم وجین و یا مصرف مقادیر پایین علف‌کش سبب کاهش شدید عملکرد دانه ذرت گردید. این امر ناشی از برتری علف‌های هرز در استفاده از نیتروژن در شرایط عدم کنترل مناسب علف هرز بود. با این حال در شرایطی که مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت مطلوبی انجام شد یعنی در تیمارهای وجین کامل و یا مصرف دو لیتر علف‌کش نیکوسولفورون، به‌دلیل عدم رقابت گیاه اصلی با علف‌های هرز، کاربرد کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گردید. آنچه که در این تحقیق مشهود است افزایش ماده خشک به‌علت تاثیر مفید هورمون‌های محرک رشد گیاه مانند اکسین است، زیرا در بذوری که با کودهای بیولوژیک آغشته شدند تغییراتی در مورفولوژی سیستم ریشه‌ای ایجاد شد، طول ریشه‌های فرعی و تعداد انشعابات آن‌ها و نیز تعداد و طول تارهای کشنده و انشعابات سر آن‌ها افزایش یافت و افزایش سطوح جذب ریشه موجب افزایش جذب آب و عناصر غذائی توسط گیاه گردید و این امر باعث افزایش ارتفاع گیاه شد و به‌دنبال آن افزایش شاخص سطح برگ و رشد رویشی و نهایتا عملکرد علوفه را در پی داشت. در آزمایش اخیر تیمار عدم کنترل علف‌های هرز تاثیر منفی شدیدی بر رشد زایشی و عملکرد دانه ذرت داشت. به‌طوری‌که کاهشی معادل ۶۳/۳ درصد برای عملکرد دانه در تیمار عدم وجین مشاهده شد. اگرچه نتایج این تحقیق موید ضرورت کاربرد کود تثبیت کننده نیتروژن جهت دستیابی به رشد و عملکرد مطلوب گیاه ذرت بود با این حال تقابل دسترسی به نیتروژن و مدیریت علف‌های هرز نشان داد که وجود نیتروژن در شرایط کنترل نامناسب و یا عدم کنترل علف‌های هرز، بیش‌تر از آن‌که کمکی به رشد گیاه اصلی بنماید سبب تسریع رشد علف‌های هرز گردید به طوری‌که امکان غلبه گیاه اصلی را بر علف هرز کاهش داد و این امر موجب سایه‌اندازی و افزایش قدرت رقابتی علف هرز گردید. اما چنانچه عمل کنترل علف‌های هرز به گونه موثری انجام پذیرفت (تیمارهای وجین کامل و نیز مصرف دو لیتر علف‌کش نیکوسولفورون با مصرف کودزیستی تثبیت کننده نیتروژن) گیاه ذرت عکس‌العمل بسیار خوبی نسبت به مصرف نیتروژن نشان داد.

منابع References

باسره، ا.، آریان‌نیا، ن. و لرزاده، ش. ۱۳۸۹. تاثیر تراکم بوته و علف‌کش دو منظوره بر مهار علف هرز، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای رقم KSC704 در شهرستان دهلران. فصلنامه علمی – پژوهشی علوم به زراعی گیاهی. سال دوم. پیش شماره ی ۴. تابستان ۱۳۸۹.

باغستانی میبدی، م. و عطری، ع. ۱۳۸۲. چاودار و گیاه شناسی، اکولوژی، بیولوژی، موارد کاربرد کنترل آن. معاونت ترویج و نظام بهره‌برداری، وزارت جهاد کشاورزی ۳۰ صفحه.

برخی، ع.، راشد محصل، م.ح.، نصیری محلاتی، م.، حسینی، س.م. و موذن، ش. ۱۳۸۸. اثر الگوی کاشت و تراکم بوته بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در شرایط رقابت با علف هرز تاج خروس، مجله علوم زراعی ایران، جلد یازدهم، شماره ۱، بهار ۸۸. صفحه ۶۷.

صادقی، ح. و بحرانی، م.ج. ۱۳۷۸. تاثیر تراکم بوته و مقادیر مختلف کود نیتروژنه بر ویژگی‌های فیزیولوژیک عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای، مجله علوم زراعی ایران، جلد سوم، شماره ۲، صفحه ۱۱-۱.

صادقی، ح. و بحرانی، م.ج. ۱۳۷۹. تاثیر تراکم بوته و مقادیر کود ازته بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه ذرت دانه‌ای، چکیده ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳ تا ۱۶ شهریور ۱۳۷۹، دانشکده کشاورزی شیراز.

قشم، الف. و تاجبخش، م. ۱۳۷۸. تأثیر تراکم کاشت ذرت و سویا و سرزنی ذرت بر عملکرد، اجزای عملکرد، رقابت و اکولوژی تولید در کشت مخلوط. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج ۱۵. ش ۲: ۶۵-۷۲.

مهاجری، ف.، هنرمندیان، م.، پورآذر، ر. و شیرازی، م. ۱۳۸۹. بررسی روش‌های کنترل مکانیکی، شیمیایی و تلفیقی علف‌های هرز ذرت در منطقه رامهرمز. نشریه بوم شناختی علف هرز. جلد ۱، شماره ۱. پاییز ۱۳۸۹. ص ۶۷- ۷۶.

Ditomoso, J.M. 1995. Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. Weed Science. 43: 491-497

Ficino, **M. 2006.** Gardens of Philosophy. 192 pages

Fulchieri, M., Frioni, L. 2004. Azospinillum inoculation on barley: effect on yield in a field experiment in central Argentina.Soil Biology and Biochemistry, 26: 921-923.

Howard, C.L., Mortime, A.M., Gould, D. Putwain, P.D., Cousens, R., and Cussans, G.W. 2001. The dispersal of weeds: seed movement in arable agriculture. Proceedings Brighton Crop Protection Conference-Weeds, pp. 821-828.

Hussain, A., Arshad, M., Hussain, A., and Hussain, F. 2007. Response of corn to *Azotobacter* inoculation under fertilized and unsterilized conditions. Biology and Fertility of Soils, 4:73-77.

Krunz, K., Tommasini, R., and Martinoia, E. 2004. Old enzymes for a new job. Plant Physiol. 111:349-353.

Lauer, G.Y., Coors, J.C., and Flannery, P.J. 2001. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different ears. Crop Science. 4: 1449-1455.

Lewis, J.A. 2008. Formulation and delivery systems of biocontrol agents with emphasis on corn. Ln: The rhizosphere and plant growth, Keister, D., L. and Cregan, P., B., eds.Pp:279-287.Kulwer Academic Publishers, The Netherlands.

Lindquist, J.L., and Mortensen, D.A. 2008. Tolerance and velvetleaf (*Abutilon theopherasti*) suppressive ability of two old and two modern corn (*Zea mays*) hybrids. Weed Sci. 86: 569-574.

Nada, S.S., Swain, K.C., Panda, S.C. 2003. Effect of nitrogen and biofertilizers in fodder rainfed upland conditions of corn. Current Agricultural Research, 8: 45 -47.

Najafi, H., and Tollenaar, T. 2006. Study on corn *(Zea mays* L.) reaction to intra and inter-speclflc competition. The1 st Iranian weed science congress.pp.321-324.

Nieto, K.F., and Frankenberger, W.T.J.R. 2004. Influence of adenine, is openyl alcohol and *Azotobacter chroococcum* on thevegetative growth of *zea mays.* Plant and Soil, 135:213-221.

Thomaso, J.M., Weller, S.C., and Ashton, F.M. 2002. Weed Science. Principles and Practices. 4th ed. United States of America.

Thomson, W.T. 2003. Agricultural Chemicals. Book II: Herbicides. Thomson Publications, Fresno, CA.

Vivanco, J.M., and Ftores, H.E. 2003. Control of root formation by plant growth regulators.In: Plant growth regulators in agriculture and horticulture, Basra, A. S., ed.Pp: l-25.Fod Products Press, New York.

Walker, N.J., and Schulze, R.E. 2006. An assessment of sustainable maize production under different management and climate scenarios for smallholder agro-ecosystems in kwazulu-natal, South Africa. School of Bioresources Engineering and Environmental Hydrology, University of KwaZulu - Natal, Private Bag X01, Scottsville, 3209, South Africa.

Williams, W.A., Loomis, R.S., and Lepley, C.R. 2005. Vegetative growth of corn as affected by population density. II. Components of growth, net assimilation rate and leaf area index. Crop Sci. 5: 215-219.

Zahir, A.Z., Arshad, M., and Khalid, A. 1995. Improving biaize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Pakistan Journal of Soil Science, 15:7-1 I.

Zahir, A.Z., Arshad, M., and Frankenberger, W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy, 81:97-168.