نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد هشتم، شماره اول، بهار ۹۴
۷۹-۹۸
http://ejcp.gau.ac.ir

اثر روش‌های خاک‌ورزی، تراکم بوته و آرایش کاشت بر خصوصیات رشد، اجزای عملکرد و عملکرد ذرت شیرین در شرایط آب و هوایی مالزی

*حسینعلی شمس‌آبادی[۱]، علیرضا طاهری‌راد[۲]، سرور خرم‌دل[۳] و امین نیکخواه[۴]

[۱]استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]دانشجوی کارشناسی‌ارشد مکانیزاسیون، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد،
[۳]استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،
[۴]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۲۶

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی خصوصیات رشد، عملکرد بلال و اجزای عملکرد ذرت شیرین تحت تأثیر روش‌های خاک‌ورزی، تراکم بوته و آرایش کاشت به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پوترا در شهر سلانگور مالزی در سال زراعی ۲۰۰۸-۲۰۰۷ میلادی انجام شد. فاکتورها شامل سه روش خاک‌ورزی (T_1: گاوآهن برگردان‌دار + دیسک، T_2: گاوآهن بشقابی+ دیسک و T_3: روتاری کولتیواتور)، سه تراکم بوته (D_1=۶۳۰۰۰، D_2=۴۱۶۰۰ و D_3=۳۱۵۰۰ بوته در هکتار) و دو آرایش کاشت (P_1: تک‌ردیفه و P_2: دو ردیفه روی یک پشته) بودند. بالاترین عملکرد بلال برای روش خاک‌ورزی T_2 با ۱۲۵۰۳/۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. عملکرد بلال در آرایش کاشت دو ردیفه ۴۱ درصد بالاتر از روش تک‌ردیفه بود. با کاهش تراکم از ۶۳۰۰۰ به ۴۱۶۰۰ و ۳۱۵۰۰ بوته در هکتار، عملکرد بلال ۳۶ و ۷۶ درصد کاهش یافت. بالاترین و پایین‌ترین عملکرد بلال تحت اثر متقابل آرایش کاشت و تراکم بوته به‌ترتیب برای P_2D_1 و P_1D_3 با ۱۷۷۳۷/۷۸ و ۷۲۶۸/۸۹ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. به‌این ترتیب، با توجه به نتایج این آزمایش به‌منظور بهبود تولید ذرت شیرین می‌توان خاک‌ورزی با گاوآهن بشقابی، آرایش کاشت دو ردیفه و با تراکم ۶۳۰۰۰ بوته در هکتار را مدنظر قرار داد.

واژه‌های کلیدی: آرایش کاشت دو ردیفه، دیسک، شخم گاوآهن بشقابی

*مسئول مکاتبه: Shamsabadi.hosein@gmail.com

مقدمه

خاک‌ورزی یکی از عملیات مهم زراعی است که بر بخش مهمی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک (لمپورنس و همکاران، ۲۰۰۱؛ لپن و همکاران، ۲۰۰٤) اثر می‌گذارد. هدف از اعمال خاک‌ورزی ایجاد محیطی مناسب برای بهبود جوانه‌زنی بذر، توسعه سیستم ریشه‌ای، کنترل علف‌های هرز، افزایش تخلخل و نفوذپذیری، بهبود ساختمان و تثبیت خاک به‌منظور تماس کامل بذر با خاک و کاهش مقاومت فیزیکی، دفن بقایای گیاهی، اختلاط کود و سم با خاک و برهم‌زدن لوله‌های موئین در خاک برای کاهش تبخیر به‌ویژه در شرایط محیطی خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (ال‌تیتی، ۲۰۱۰). سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم از طریق شکستن لایه‌های نفوذناپذیر خاک، پاک‌کردن سطح خاک از بقایای گیاهی و قطع چرخه زندگی علف‌های هرز، حشرات و بیماری‌ها بستری مصنوعی مناسبی برای رشد گیاه آماده می‌کند (کاتس وایرو و همکاران، ۲۰۰۲)، اما این سیستم‌ها نه تنها به انرژی زیادی نیاز دارند، بلکه در درازمدت نیز خصوصیات فیزیکی خاک را تخریب و آن را دچار فرسایش می‌کنند (فرای و همکاران، ۲۰۰۳؛ هلم، ۲۰۰۵). از طرف دیگر، سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی کاهش هزینه‌های ناشی از مصرف انرژی، کاهش فرسایش و تخریب خاک را به‌دنبال دارند (کاتس وایرو و همکارن، ۲۰۰۲؛ برزگر و همکاران، ۲۰۰٤). از دیگر مزایای خاک‌ورزی کاهش یافته می‌توان به حفظ رطوبت و تثبیت درجه حرارت خاک (بنگاس، ۱۹۹۸)، بهبود پایداری خاک‌دانه‌ها، افزایش محتوای کربن آلی و ماده آلی (چاوهان و همکاران، ۲۰۰۲؛ حاج عباسی و همت، ۲۰۰۰) و افزایش نفوذپذیری آب در خاک (سینگ و همکاران، ۲۰۱۱؛ تولبرگ، ۲۰۱۰) اشاره کرد. در سال‌های اخیر حدود ۷۰ درصد سطح زیر کشت محصولات مختلف از طریق سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی یا بدون خاک‌ورزی مدیریت می‌شوند (آلوارز و استاینباخ، ۲۰۰۹).

ذرت شیرین یکی از محصولات مهم غذایی است که عمدتاً بـه‌منظور بلال کاشته می‌شود و در میان دسـته‌ای از گیاهان زراعی که به‌عنوان سبزیجات طبقه‌بندی شده‌انـد، قرار گرفته اسـت. تولید این محصول برای مصارف خوراکی به‌صورت تازه و در صنایع غذایی و تبدیلی ارزشمند و حائز اهمیت است. این گیاه منبع غنی از فیبر، مواد معدنی و انواع ویتامین است (اوکتم و همکاران، ۲۰۰٤). نتایج مطالعه اثر تراکم بوته (۷٤۰۰۰ و ۱۱۱۰۰۰ بوته در هکتار) و آرایش کاشت (تک‌ردیفه، دو ردیفه رو به رو و دو ردیفه زیگزاگ) بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت شیرین دانه‌ای در شرایط آب و هوایی اصفهان نشان داد که با افزایش تراکم، عملکرد بلال و بیولوژیکی افزایش و تعداد ردیف دانه، تعداد

دانه و وزن هزار دانه کاهش یافت. تأثیر آرایش کاشت ذرت شیرین نیز بر کلیه صفات به‌جز تعداد ردیف دانه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت معنی‌دار گزارش شد (یدوی و همکاران، ۲۰۰۹). صابری و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت شیرین دانه‌ای رقم سینکراس ۷۰٤ در گرگان اظهار داشتند که بیش‌ترین عملکرد بلال از آرایش کاشت دو ردیفه و تراکم ۷۵۰۰۰ بوته به‌ترتیب با ۷/۲۳ و ۷/۸۷ تن بر هکتار مشاهده شد. نتایج مطالعه روی تأثیر روش‌های تهیه بستر بذر بر عملکرد ذرت شیرین دانه‌ای و برخی خصوصیات خاک در سیستم کاشت دوگانه در کرمان نشان داد که عملکرد بلال در تیمارهای دیسک، گاوآهن برگردان‌دار و حداقل خاک‌ورزی به‌ترتیب ۱۵/۲۹، ۱٤/۸۷ و ۱۲/٤۵ تن در هکتار بود (نجفی‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۵). نتایج مطالعه‌ای در فیلیپین نشان داد که اجرای سیستم خاک‌ورزی مرسوم موجب افزایش ۹ تا ۱۸ درصد عملکرد نسبت به روش بدون خاک‌ورزی شد؛ افزایش میزان بذر نیز ۱۷ تا ۱۹ درصد گزارش شد (چائوهان، ۲۰۱۳). نتایج مطالعه‌ای روی بررسی واکنش ذرت شیرین تحت تأثیر خاک‌ورزی مرسوم و نواری در شرایط آب و هوایی چین نشان داد که سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم و نواری نسبت به روش بدون خاک‌ورزی دارای عملکرد بالاتری بودند (لیو و ویاتراک، ۲۰۱۲). در این راستا برخی محققان بر این باورند که نوع خاک‌ورزی از جمله عوامل مهم مدیریتی مؤثر بر بهبود عملکرد و تولید ذرت شیرین محسوب می‌شود (لیو و ویاتراک، ۲۰۱۲). نتایج مطالعه بالکام (۲۰۱۱) روی بررسی عملکرد ذرت شیرین در واکنش به تراکم بوته و آرایش کاشت یک‌ردیفه و دو ردیفه در آمریکا نشان داد که با کم کردن فاصله بین ردیف‌های کشت در ذرت شیرین عملکرد بهبود یافت. وی دلیل این امر را به افزایش سرعت بسته شدن تاج پوشش گیاهی و افزایش میزان نور جذب شده از طریق افزایش تراکم نسبت داد (بالکام، ۲۰۱۱)؛ با این وجود، بایستی این نکته را مدنظر قرار داد که کاهش فاصله بین ردیف به‌دلیل مکانیزه بودن عملیات زراعی تقریباً غیرممکن است، ولی با به‌کارگیری آرایش کاشت دو ردیفه می‌توان از طریق افزایش تراکم و در نتیجه افزایش سرعت بسته شدن تاج‌پوشش گیاهی، عملکرد را بهبود بخشید. نتایج مطالعه‌ای دیگر روی بررسی اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد سویا و ذرت شیرین در چین نشان داد که عملکرد سویا تحت تأثیر روش بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم افزایش یافت؛ در حالی‌که عملکرد ذرت شیرین کاهش یافت (چن و همکاران، ۲۰۱۱).

با توجه به اهمیت بسزای عملیات زراعی بر خصوصیات رشدی و عملکرد ذرت شیرین به‌عنوان یک گیاه مهم تغذیه‌ای، این مطالعه با هدف بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی، آرایش کاشت و تراکم بوته به‌عنوان فاکتورهای مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین و همچنین ارائه راهکارهایی به‌منظور بهبود عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه ارزشمند زراعی در شرایط آب و هوایی مالزی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پوترا مالزی در شهر سلانگور مالزی (دارای طول جغرافیایی ۱۰۱ درجه و ٤۲/۷۲۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲ درجه و ۵۸/۹۹۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۳۱ متر نسبت به سطح دریا، بر اساس آمار ۲۵ ساله ایستگاه هواشناسی دانشگاه یوپی‌ام مالزی، متوسط بارندگی سالیانه در منطقه ۲۵٤۸/۵ میلی‌متر (٤۵۰۰ میلی‌متر بارندگی در سال اجرای آزمایش) و دارای حداکثر و حداقل دمای متوسط به‌ترتیب برابر با ۳۳/۱ و ۲۳/۰ درجه سانتی‌گراد)، در زمینی با مساحت ۲۲۰۰ مترمربع (۲۲ متر عرض و ۱۰۰ متر طول) در سال زراعی ۲۰۰۸-۲۰۰۷ میلادی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. (قابل ذکر است اگرچه مطالعات خاک‌ورزی عمدتاً به‌صورت کرت‌های خرد شده اجرا می‌شوند، ولی جهت افزایش دقت، با در نظر گرفتن ابعاد زیاد کرت‌ها و فاصله‌های زیاد بین کرت‌ها و بلوک‌ها جهت دور زدن تراکتور این طرح به‌صورت فاکتوریل اجرا شد). قبل از شروع آزمایش نمونه‌برداری از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی انجام شد که نتایج آن در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش.

بافت	(درصد)			هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)	pH	ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol.kg^{-1}$)
	شن	رس	لوم			
لومی، رسی و شنی	٦۰	۳۲	۸	۳۳	۵/۲	۹/۸

فاکتورهای مورد مطالعه شامل سه روش خاک‌ورزی (T_1: شخم با گاوآهن برگردان‌دار با عمق ۲۵ سانتی‌متر و سپس یک نوبت دیسک با عمق ۱۰ سانتی‌متر، T_2: شخم با گاوآهن بشقابی تا عمق ۳۵ سانتی‌متر و یک نوبت دیسک تا عمق ۱۰ سانتی‌متر و T_3: شخم با روتاری کولتیواتور تا عمق ۱۵

سانتی‌متر)، سه تراکم بوته (D_1=۶۳۰۰۰، D_2=۴۱۶۰۰ و D_3=۳۱۵۰۰ بوته در هکتار) و دو آرایش کاشت (P_1: تک‌ردیفه به‌صورت کاشت یک ردیف گیاه روی پشته و P_2: دو ردیفه به‌صورت کاشت دو ردیف گیاه به شیوه زیگزاگ با فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی یک پشته) بودند.

عملیات کاشت دستی بذر ذرت شیرین (رقم زودرس[1] (TSS)) روی چهار ردیف ۱۰ متری با فاصله ردیف ۸۰ سانتی‌متر در عمق ٦ سانتی‌متری خاک در ۱۵ ژوئن انجام شد. گیاهان به‌صورت متراکم کاشته شده و در مرحله ٦-٤ برگی تنک شدند. به‌منظور تسهیل در سبز شدن گیاهچه‌ها بلافاصله پس از کاشت آبیاری به‌صورت بارانی انجام شد و در طول دوره رشد دو نوبت آبیاری با توجه به نیاز آبی گیاه و در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی به‌ترتیب ۵ و ۱۲ روز بعد از کاشت گیاه انجام گرفت. عملیات کوددهی به شیوه دستی طبق روش مرسوم منطقه به‌صورت زیر انجام گرفت: ۲۵ گرم کود N-P-K Green (۱۲ درصد نیتروژن، ۱۲ درصد فسفر و ۱۲ درصد پتاس) به ازای هر بوته همزمان با کاشت، ٤۰ گرم کود N-P-K Blue (۱۲ درصد نیتروژن، ۱۲ درصد فسفر و ۱۲ درصد پتاس) به ازای هر بوته دو هفته پس از کاشت در مرحله ۷-۵ برگی و ٤۰ گرم کود N-P-K Blue به ازای هر بوته در مرحله ٤۰ روز قبل از برداشت در مرحله ظهور گل آذین نر به خاک اضافه شد. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی با استفاده از کج‌بیل در طول فصل رشد و بنا به ضرورت انجام گرفت. لازم به ذکر است گیاه قبلی در تناوب ذرت بود.

جهت تعیین عملکرد بلال بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای بلال‌های سطح ۲/٤ مترمربع در اول سپتامبر برداشت شدند. اجزای عملکرد شامل تعداد ردیف، تعداد دانه و طول ردیف دانه ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی از سطح ۲/٤ مترمربع اندازه‌گیری و ثبت شد. دیگر صفات رویشی و زایشی مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه (قطر دومین میانگره از ابتدای ساقه)، وزن خشک ریشه، ارتفاع بلال از سطح زمین، قطر چوب بلال، قطر بلال با پوست و بدون پوست، وزن بلال با پوست و عمق دانه (از تفاضل قطر بلال از چوب بلال تقسیم بر دو) بودند که از ۱۰ بوته از ردیف وسط هر کرت اندازه‌گیری و ثبت شدند. جهت تعیین وزن خشک ریشه، اندام‌های زیرزمینی ۱۰ بوته از عمق ۳۰ سانتی‌متر خاک به‌طور کامل جمع‌آوری و پس از شستشوی کامل و حذف خاک و مواد اضافی در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت خشک شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌های آماری از

1- Thai Super Sweet

نرم‌افزار JMP4 استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون توکی یا اختلاف معنی‌دار قابل اعتماد در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر روش خاک‌ورزی، تراکم بوته و آرایش کاشت بر خصوصیات رشد، اجزای عملکرد و عملکرد ذرت شیرین به‌ترتیب در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر ساده روش خاک‌ورزی بر خصوصیات رشد و اجزای عملکرد ذرت شیرین.

روش خاک‌ورزی	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	وزن خشک ریشه (گرم)	ارتفاع بلال از زمین (سانتی‌متر)	قطر بلال با پوست (سانتی‌متر)	قطر بلال بدون پوست (سانتی‌متر)	وزن بلال با پوست (گرم)	عمق دانه (سانتی‌متر)	تعداد ردیف دانه در بلال	طول ردیف دانه (سانتی‌متر)
گاوآهن برگردان‌دار + دیسک	۱۵۵/۲۷۸^{b*}	۱۵/۰٤۵^{b}	۲۹/٦۷۸^{a}	٦٦/٦۱۱^{b}	٤/۹۵۳^{a}	٤/۳۷۹^{ab}	۲۲۵/۰٤۹^{a}	۱/۰۵۱^{a}	۱۲/٦۳۱^{a}	۱۳/۱۰٦^{a}
گاوآهن بشقابی+ دیسک	۱۷۳/٤۵۲^{a}	۱٦/۰۷۸^{a}	۲۰/٦۷۸^{b}	۷۹/۲۹٤^{a}	۵/۰۱۲^{a}	٤/٤۵۹^{a}	۲٤۲/۱۲٦^{a}	۱/۰۳۳^{ab}	۱۲/۸۵۲^{a}	۱۳/٦۰۲^{a}
روتاری کولتیواتور	۱٦۱/۸۱٤^{b}	۱٦/۰٤۹^{a}	۲۲/۰٤۱^{b}	۷۰/۱۳۷^{b}	٤/۷۱۸^{b}	٤/۲۵۵^{b}	۱۹۸/۲۰۷^{b}	۰/۹٦۱^{b}	۱۲/۵۵۷^{a}	۱۱/۷٤۷^{b}

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون توکی تفاوت معنی‌دار ندارند ($p\leq$۰/۰۵).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ساده آرایش کاشت و تراکم بوته بر خصوصیات رشد ذرت شیرین.

آرایش کاشت	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن بلال با پوست (گرم)
تک‌ردیفه	۱۹/۷٤٦^{b}	۲۱۳/۹٤٦^{b}
دوردیفه	۲۸/۵۱۹^{a}	۲۲۹/٦٤۲^{a}
تعداد بوته در هکتار		
٦۳۰۰۰	۱۹/٦۳۳^{b}	۲۰۹/۰۷٤^{b}
٤۱٦۰۰	۲۱/۵٦۱^{b}	۲۲۵/۸۳۲^{a}
۳۱۵۰۰	۳۱/۲۰۲^{a}	۲۳۰/٤۷٦^{a}

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر فاکتور براساس آزمون توکی تفاوت معنی‌دار ندارند ($p\leq$۰/۰۵).

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه روش خاک‌ورزی، تراکم بوته و آرایش کاشت بر خصوصیات رشد و اجزای عملکرد ذرت شیرین.

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	وزن خشک ریشه (گرم)	ارتفاع بلال از سطح زمین (سانتی‌متر)	عمق دانه (سانتی‌متر)
			خاک‌ورزی × آرایش کاشت		
$T_1.P_1$	١٥١/٣٣٢^{c}	١٤/٣٦٦^{b}	٢٤/٦٣٤^{b}	٦٤/١١١^{c}	١/٠٣١^{ab}
$T_1.P_2$	١٥٩/٢٢٢^{bc}	١٥/٧٢٤^{ab}	٣٤/٧٢١^{a}	٦٩/١١١^{bc}	١/٠٧٠^{a}
$T_2.P_1$	١٧٨/٣٠٨^{a}	١٦/٢٧٩^{a}	١٧/٣٠٣^{c}	٨٢/٥٧٩^{a}	١/٠٢١^{ab}
$T_2.P_2$	١٦٨/٥٩٧^{ab}	١٥/٨٧٨^{a}	٢٤/٠٥٣^{b}	٧٦/٠١٠^{ab}	١/٠٤٦^{a}
$T_3.P_1$	١٥٥/٢٠٣^{bc}	١٦/٤٢٨^{a}	١٧/٣٠٠^{c}	٦١/٩٧٨^{c}	١/٠١٨^{ab}
$T_3.P_2$	١٦٨/٤٢٦^{ab}	١٥/٦٧٠^{ab}	٢٦/٧٨١^{b}	٧٨/٢٩٧^{ab}	٠/٩٠٣^{b}
			خاک‌ورزی × تراکم بوته		
T_1D_1	١٦٢/٥٠٠^{abcd}	١٥/٥٥٥^{abc}	٢٤/٣٢٥^{bc}	٧٣/٠٠٠^{ab}	١/٠٦٠^{a}
T_1D_2	١٤٤/٨٣٣^{d}	١٤/٠١٢^{c}	٢٥/٣٩١^{b}	٦١/١٦٧^{b}	١/٠٣١^{a}
T_1D_3	١٥٨/٥٠٠^{bcd}	١٥/٥٦٨^{abc}	٣٩/٣١٧^{a}	٦٥/٦٦٧^{b}	١/٠٦٠^{a}
T_2D_1	١٦٦/٩٥٧^{abc}	١٥/٦١٥^{abc}	٢٠/١٣٨^{de}	٧٣/٠٤٨^{ab}	١/٠١٨^{a}
T_2D_2	١٨٠/١٤٠^{a}	١٥/٩٣٧^{abc}	٢١/٧٢٥^{bcd}	٨٣/٧٢٣^{a}	١/٠٧٨^{a}
T_2D_3	١٧٣/٢٦٠^{ab}	١٦/٦٨٣^{ab}	٢٠/١٧١^{cd}	٨١/١١٢^{a}	١/٠٣٣^{a}
T_3D_1	١٦٦/١٣٨^{abc}	١٥/٣٦٥^{bc}	١٤/٤٣٧^{e}	٧٥/٩١٠^{ab}	٠/٩٨٣^{a}
T_3D_2	١٦٧/٦٣٨^{abc}	١٧/٣٦٠^{a}	١٧/٥٦٧^{de}	٧١/٢٧٨^{ab}	٠/٩٤٣^{a}
T_3D_3	١٥١/٦٦٧^{cd}	١٥/٤٢٢^{abc}	٣٤/١١٨^{a}	٦٣/٢٢٣^{b}	٠/٩٥٥^{a}
			آرایش کاشت × تراکم بوته		
P_1D_1	١٦٤/٧٤٩^{a*}	١٥/٥٦٩^{b}	١٥/٤١٦^{c}	٧٣/٧٨٨^{ab}	١/٠٢٩^{a}
P_1D_2	١٥٨/٨٥٤^{a}	١٥/٥٣٢^{b}	١٧/٧٦٦^{c}	٦٦/٤٧٢^{b}	١/٠٢٠^{a}
P_1D_3	١٦١/٢٤١^{a}	١٥/٩٧١^{ab}	٢٦/٠٥٧^{b}	٦٨/٤٠٨^{ab}	١/٠٢١^{a}
P_2D_1	١٦٥/٦٤٨^{a}	١٥/٤٥٤^{ab}	٢٣/٨٥١^{b}	٧٤/١٨٤^{ab}	١/٠١٢^{a}
P_2D_2	١٦٩/٥٥٣^{a}	١٦/٠٠٧^{a}	٢٥/٣٥٧^{b}	٧٧/٦٤٠^{a}	١/٠١٦^{a}
P_2D_3	١٦١/٠٤٣^{a}	١٥/٨١١^{ab}	٣٦/٣٤٨^{a}	٧١/٥٩٣^{ab}	٠/٩٩١^{a}

T_1، T_2 و T_3: به‌ترتیب نشان‌دهنده خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار + دیسک، گاوآهن بشقابی + دیسک و روتاری کولتیواتور، D_1، D_2 و D_3: به‌ترتیب ٦٣٠٠٠، ٤١٦٠٠ و ٣١٥٠٠ بوته در هکتار و P_1 و P_2: به‌ترتیب آرایش کاشت تک‌ردیفه و دو ردیفه می‌باشند.

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر جزء براساس آزمون توکی تفاوت معنی‌دار ندارند ($P\leq$٠/٠٥).

ارتفاع بوته: اثر ساده روش خاک‌ورزی و اثر متقابل دوگانه روش خاک‌ورزی × آرایش کاشت و روش خاک‌ورزی × تراکم بوته بر ارتفاع ساقه اصلی ذرت شیرین معنی‌دار (P≤۰/۰۱) بود. بیش‌ترین ارتفاع ساقه اصلی برای گاوآهن بشقابی + یک نوبت دیسک با ۱۷٤ سانتی‌متر مشاهده شد که نسبت به دو روش شخم با گاوآهن برگردان‌دار و یک نوبت دیسک و روتاری کولتیواتور به‌ترتیب ۱۲ و ۷ درصد بالاتر بود. بالاترین و پایین‌ترین ارتفاع ساقه اصلی به‌ترتیب به T_2P_1 (۱۷۸ سانتی‌متر) و T_1P_1 (۱۵۱ سانتی‌متر) اختصاص داشت. بیش‌ترین ارتفاع ساقه اصلی برای D_2T_2 با ۱۸۰ سانتی‌متر به‌دست آمد و کم‌ترین ارتفاع ساقه اصلی برای D_2T_1 با ۱٤۵ سانتی‌متر حاصل شد (جداول ۲ و ٤). به‌نظر می‌رسد که اجرای خاک‌ورزی با گاوآهن بشقابی از طریق تأثیر بر حفظ محتوای رطوبتی خاک موجب تحریک رشد رویشی و افزایش طول میانگره‌های ساقه شده که این امر افزایش ارتفاع را به‌دنبال داشته است. نتایج مطالعه چن و همکاران (۲۰۱۱) نیز مؤید بهبود محتوای رطوبتی خاک تحت تأثیر اجرای خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشد. همچنین کاشت دو ردیفه و افزایش تراکم با ایجاد تاج‌پوشش گیاهی مناسب بر سطح خاک از طریق افزایش رقابت درون گونه‌ای برای جذب نور موجب افزایش ارتفاع شده است. در همین راستا، ایرلی و همکاران (۲۰۰۱) نیز اظهار داشتند که افزایش تراکم با افزایش سایه‌انداز گیاهی از طریق افزایش رقابت بین بوته‌ها برای جذب نور موجب تحریک رشد رویشی و افزایش ارتفاع گردید.

قطر ساقه: قطر ساقه ذرت شیرین به‌طور معنی‌داری تحت اثر ساده روش خاک‌ورزی و اثر متقابل دوگانه روش خاک‌ورزی × آرایش کاشت و روش خاک‌ورزی × تراکم بوته قرار گرفت (P≤۰/۰۱). بیش‌ترین قطر ساقه مربوط به گاوآهن بشقابی + یک نوبت دیسک با ۱٦ میلی‌متر بود که ۷ درصد بالاتر از شخم با گاوآهن برگردان‌دار و یک نوبت دیسک بود. بالاترین قطر ساقه برای T_3P_1 (۱٦ میلی‌متر) و پایین‌ترین میزان به T_1P_1 (۱٤ میلی‌متر) مشاهده شد. بیش‌ترین و کم‌ترین قطر ساقه برای D_2T_3 با ۱۷ میلی‌متر به‌دست آمد و کم‌ترین ارتفاع ساقه اصلی برای D_2T_1 با ۱٤ میلی‌متر به‌دست آمد (جداول ۲ و ٤). به‌کارگیری خاک‌ورزی با روتاری کولتیواتور احتمالاً از طریق افزایش محتوای نیترات خاک موجب تحریک رشد رویشی و افزایش قطر ساقه شده است (آلوارز و استاینباخ، ۲۰۰۹). علاوه‌بر این، افزایش تراکم تا حد مطلوب باعث افزایش قطر ساقه شده و بعد از آن با افزایش بیش از حد تراکم، قطر ساقه کاهش یافت. دلیل این امر مربوط به توزیع مناسب بوته‌ها، همپوشانی متناسب برگ‌ها

و سایه‌اندازی کم‌تر آن‌ها می‌باشد که در نتیجه بهره‌برداری بهتر از عوامل محیطی در تراکم‌های کم‌تر را موجب شده است (عزیزی و ماهرخ، ۲۰۱۳). همچنین به‌کارگیری آرایش کاشت یک‌ردیفه در مقایسه با آرایش دوردیفه به‌دلیل افزایش نفوذ نور به داخل تاج‌پوشش گیاهی افزایش قطر ساقه را موجب گردید.

وزن خشک ریشه: اثر ساده روش خاک‌ورزی، آرایش کاشت و تراکم بوته (جدول ۳) و اثر متقابل دوگانه روش خاک‌ورزی × تراکم بوته به‌طور معنی‌داری وزن خشک ریشه ذرت شیرین را تحت تأثیر قرار داد ($p\leq$۰/۰۱). اجرای عملیات خاک‌ورزی فشرده با گاوآهن برگردان‌دار از طریق زیر و رو کردن خاک و افزایش خلل و فرج و کاهش وزن مخصوص ظاهری در مقایسه با دیگر خاک‌ورزی‌ها موجب بهبود وزن خشک ریشه شده است. نتایج مطالعه بلندمدت واین و رایمباولت (۱۹۹۳) نیز مؤید این مطلب است که اعمال خاک‌ورزی رایج کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک را در مقایسه با نظام بدون خاک‌ورزی به‌دنبال داشت. خرم‌دل (۲۰۱۱) با بررسی اثر نظام‌های مختلف زراعی (دو نظام کم‌نهاده (۳۰ تن کود دامی یا کمپوست زبالهٔ شهری، بدون خاک‌ورزی+ دو مرتبه وجین دستی)، متوسط نهاده (۱۵ تن در هکتار کمپوست+ ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره+ دو مرتبه خاک‌ورزی+ علفکش توفوردی و یک‌مرتبه وجین دستی) و پرنهاده (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، چهار مرتبه خاک‌ورزی + پاراکوات + توفوردی) بر وزن خشک ریشه ذرت اظهار داشت که با اعمال مدیریت بر مبنای بهره‌گیری از اصول کم‌نهاده، وزن ریشه افزایش یافت، به طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین زیست‌تودهٔ اندام زیرزمینی در نظام کم‌نهاده با مصرف کود دامی و نظام پرنهاده به‌ترتیب با ۰/۳۲ و ۰/۰۹ کیلوگرم در مترمربع به‌دست آمد. به‌کارگیری آرایش دوطرفه از طریق رقابت اندام‌های هوایی برای جذب نور تحت تأثیر سایه‌اندازی بیش‌تر بوته‌ها و نفوذ کم‌تر نور به درون کانوپی، موجب تخصیص مواد فتوسنتزی بیش‌تر به اندام‌های زیرزمینی شامل ریشه‌ها برای بهبود جذب آب و مواد غذایی شده که این امر در نتیجه افزایش وزن خشک ریشه را موجب شده است. کاهش تراکم بوته از طریق افزایش فضای قابل دسترس برای رشد بوته‌ها و کاهش رقابت برای جذب آب و مواد غذایی در نتیجه افزایش وزن خشک ریشه را موجب گردیده است (ویلیام و همکاران، ۱۹۶۵).

ارتفاع بلال از سطح زمین: اثر ساده روش خاک‌ورزی و آرایش کاشت و اثر متقابل دوگانه روش خاک‌ورزی × آرایش کاشت و روش خاک‌ورزی × تراکم بوته بر ارتفاع بلال از سطح زمین معنی‌دار

($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). بالاترین ارتفاع بلال از سطح زمین به خاک‌ورزی گاوآهن بشقابی و یک نوبت دیسک با ۷۹ سانتی‌متر اختصاص داشت که از T_1 و T_3 به‌ترتیب ۱۹ و ۱۳ درصد بالاتر بود. میزان این صفت در آرایش کاشت دو ردیفه ۷ درصد بالاتر از آرایش تک ردیفه بود. بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع بلال از سطح زمین تحت اثر متقابل تراکم بوته در آرایش کاشت به‌ترتیب برای P_2D_2 (۷۸ سانتی‌متر) و P_1D_2 (٦٦ سانتی‌متر) مشاهده شد. بالاترین میزان این صفت تحت اثر متقابل روش خاک‌ورزی × آرایش کاشت برای T_2P_1 (۸۳ سانتی‌متر) به‌دست آمد و کم‌ترین میزان به T_3P_1 (٦۲ سانتی‌متر) مربوط بود (جداول ۲ و ٤). اجرای خاک‌ورزی با گاوآهن بشقابی با تأثیر مطلوب بر تنظیم درجه حرارت خاک و تعدیل آن (واین و ریمبولت، ۱۹۹۳) موجب بهبود شرایط برای رشد بوته‌های ذرت شیرین شده که این امر افزایش ارتفاع بلال از سطح زمین را موجب شده است. انتخاب آرایش کاشت یک‌ردیفه و به‌کارگیری تراکم مناسب با ایجاد شرایط مناسب‌تر برای ایجاد تاج‌پوشش گیاهی و رشد بوته‌ها موجب ایجاد بالاترین ارتفاع بلال از سطح خاک شده است که این موضوع می‌تواند اهمیت بالایی در برداشت مکانیزه این گیاه داشته باشد. نخجوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش نمودند که بیش‌ترین ارتفاع بلال از سطح زمین برای کم‌ترین تراکم حاصل شد.

قطر چوب بلال: با توجه به عدم تأثیر معنی‌دار اثرات ساده و متقابل دوگانه و سه‌گانه روش خاک‌ورزی، آرایش کاشت و تراکم بوته بر قطر چوب بلال، به‌نظر می‌رسد که این صفت متأثر از ژنتیک گیاه می‌باشد و کم‌تر تحت تأثیر مدیریت زراعی می‌باشد. در همین راستا، تتیو- کاگو و گاردنر (۱۹۸۸) نیز دریافتند اگرچه برخی خصوصیات رشد رویشی و زایشی ذرت شیرین را می‌توان با روش‌های مدیریت زراعی بهبود بخشید، ولی برخی صفات این گیاه به‌طور مستقیم وابسته به ژنتیک گیاه می‌باشند.

قطر بلال با پوست و بدون پوست: اثر ساده روش خاک‌ورزی بر قطر بلال با پوست و بدون پوست معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) بود. قطر بلال بدون پوست تحت تأثیر معنی‌دار روش خاک‌ورزی × آرایش کاشت معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) شد. بالاترین قطر بلال با پوست و بدون پوست برای T_2 به‌ترتیب با ۵ و ٤ سانتی‌متر به‌دست آمد. میزان قطر بلال با پوست در روش خاک‌ورزی T_2 برابر با ۱ و ٦ درصد بالاتر از به‌ترتیب T_1 و T_3 بود. میزان این افزایش برای صفت قطر بلال بدون پوست به‌ترتیب برابر با ۲ و ۵ درصد محاسبه شد (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که بهبود محتوای رطوبتی خاک در شرایط بهره‌گیری از

خاک‌ورزی‌های کاهش یافته در مقایسه با خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار (چن و همکاران، ۲۰۱۱) از طریق تحریک رشد رویشی و افزایش تخصیص آسیمیلات‌های فتوسنتزی به دانه‌ها افزایش قطر بلال را به‌دنبال داشته است. انتخاب آرایش کاشت دوطرفه نیز احتمالاً با بهره‌گیری بیش‌تر از تشعشع فعال فتوسنتزی و جذب آن تحت تأثیر توزیع بهتر تاج‌پوشش گیاهی موجب بهبود فتوسنتز شده (خدابنده، ۱۹۹۸) که این امر در نتیجه به‌دلیل افزایش رشد رویشی، موجب بهبود قطر بلال شده است.

وزن بلال با پوست: وزن بلال با پوست ذرت شیرین به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر ساده روش خاک‌ورزی، آرایش کاشت و تراکم بوته قرار گرفت ($p\leq$۰/۰۵). از آن‌جا که ماده آلی خاک منبع و ذخیره‌کننده مواد غذایی موردنیاز برای تحریک فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک‌زی ضروری بوده و تأمین‌کننده رشد مطلوب گیاهان است و نقش کلیدی را در چرخه کربن بازی می‌کند (رنسول و همکاران، ۱۹۹۹)، اجرای خاک‌ورزی بشقابی با افزایش بیش‌تر محتوای ماده آلی خاک در مقایسه با سایر روش‌های خاک‌ورزی، از طریق افزایش فراهمی عناصر غذایی موجب بهبود رشد رویشی و تولید آسیمیلات‌های فتوسنتزی شده که این امر با بهبود سهم تخصیص این مواد به مخزن در نهایت، افزایش وزن بلال را به‌دنبال داشته است. به‌کارگیری آرایش کاشت دو ردیفه در مقایسه با آرایش یک‌ردیفه به‌دلیل توزیع بهتر بوته‌ها بر سطح خاک موجب افزایش بهره‌گیری بوته‌ها از نور شده که در نهایت، به‌دلیل افزایش تولید و در نتیجه توزیع مواد فتوسنتزی به مخازن زایشی افزایش وزن بلال را موجب شده است. برخی از محققان (شباهنگ و همکاران، ۲۰۱۱) نیز بر تأثیر بسزای آرایش کاشت بر وزن اندام زایشی تأکید کرده‌اند. کاهش تراکم بوته از طریق کاهش رقابت اندام‌های مختلف هوایی و زیرزمینی برای جذب نور و سایر عناصر غذایی و در نتیجه افزایش فراهمی عناصر غذایی و نفوذ بیش‌تر نور به درون کانوپی، موجب بهبود رشد بوته‌ها شده که این امر از طریق افزایش تولید مواد فتوسنتزی و به تبع آن تخصیص این مواد به اندام زایشی افزایش وزن بلال را به‌دنبال داشته است (ویلیام و همکاران، ۱۹٦۵).

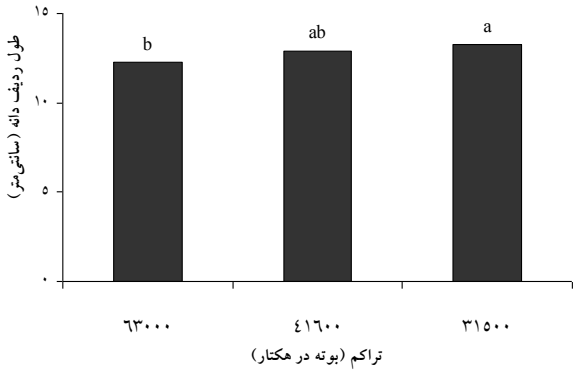
عمق دانه: اثر ساده روش خاک‌ورزی بر عمق دانه ذرت شیرین معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۵). بیش‌ترین عمق دانه برای T_1 (۱/۰۵ سانتی‌متر) مشاهده شد که از روش‌های خاک‌ورزی T_2 و T_3 به‌ترتیب ۲ و ۹ درصد بالاتر بود (جدول ۲). اجرای خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار از طریق زیر و رو کردن بیش‌تر خاک و افزایش تخلخل (آلوارز و استاینباخ، ۲۰۰۹) موجب افزایش خلل و فرج و نفوذپذیری ریشه

شده که این امر تحت تأثیر افزایش جذب آب و مواد غذایی، موجب بهبود رشد دانه و افزایش عمق دانه شده است. همچنین آرایش کاشت دوطرفه با بهره‌گیری مناسب‌تر از تشعشع خورشیدی و نفوذ بیش‌تر نور به داخل کانوپی از طریق بهبود فتوسنتز (خدابنده، ۱۹۹۸) افزایش تولید اسیمیلات‌ها و به تبع آن افزایش قطر بلال را به‌دنبال داشته است.

اجزای عملکرد

تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف: اثر ساده و متقابل دو گانه و سه‌گانه روش خاک‌ورزی، آرایش کاشت و تراکم بوته بر تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف ذرت شیرین معنی‌دار نشد. لذا به‌نظر می‌رسد که جزء اولیه عملکرد بلال شامل تعداد ردیف و تعداد دانه کم‌تر تحت تأثیر عملیات زراعی قرار گرفته و بیش‌تر متأثر از ژنتیک گیاه می‌باشد. بدین ترتیب، به‌منظور دستیابی به بهبود رشد و عملکرد بلال تحت تأثیر عملیات زراعی بهتر است صفاتی مدنظر قرار گیرند که بیش‌تر متأثر از شرایط محیطی و نوع مدیریت زراعی می‌باشند. البته در این راستا توصیه می‌شود ارقام دارای عملکرد بالاتر برای کاشت استفاده شوند. تتیو- کاگو و گاردنر (۱۹۸۸) نیز خاطر نشان ساختند که برخی خصوصیات رویشی و زایشی ذرت شیرین متأثر از ژنتیک می‌باشند و کم‌تر تحت تأثیر شرایط محیطی و عملیات زراعی قرار می‌گیرند.

طول ردیف دانه: طول ردیف دانه ذرت شیرین به‌طور معنی‌داری تحت اثر ساده روش خاک‌ورزی و تراکم بوته قرار گرفت ($P\leq$۰/۰۵). بالاترین طول ردیف دانه برای روش خاک‌ورزی T_2 با ۱۳/٦ به‌دست آمد که این میزان از روش‌های T_1 و T_3 به‌ترتیب ٤ و ١٦ درصد بالاتر بود (جدول ۳). بیش-ترین طول ردیف دانه برای تراکم ۳۱۵۰۰ بوته در هکتار به‌دست آمد. همچنین با کاهش تراکم بوته از ٦۳۰۰۰ و ٤١٦۰۰ به ۳۱۵۰۰ بوته در هکتار میزان این صفت به‌ترتیب ۸ و ۳ درصد افزایش یافت (شکل ۱).



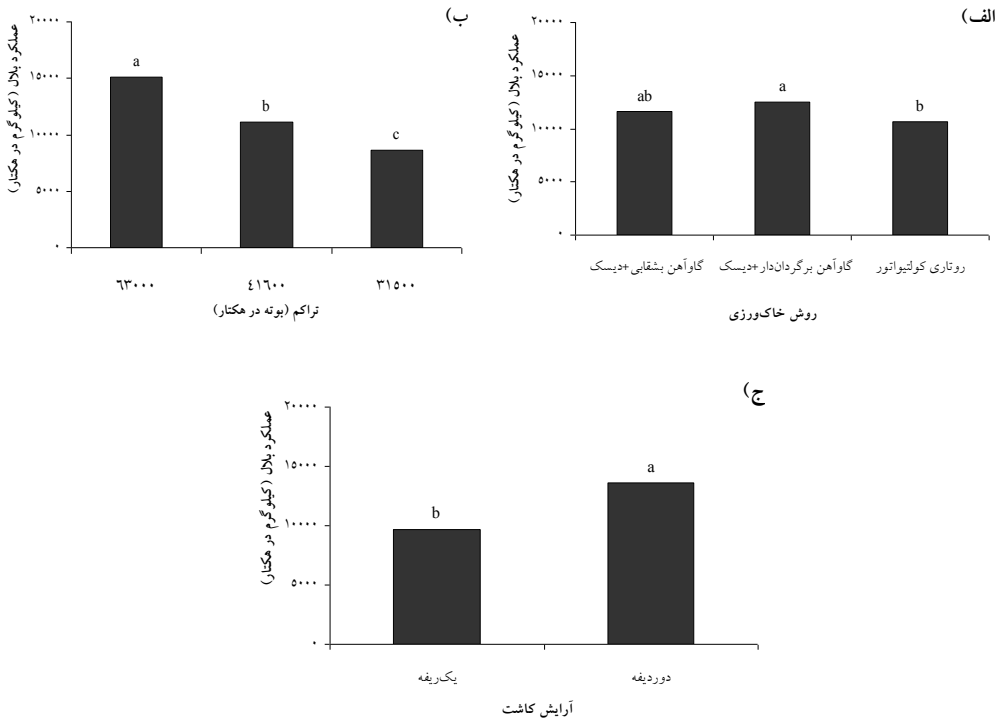
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر ساده تراکم بوته بر طول ردیف دانه ذرت شیرین.

*میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون توکی تفاوت معنی‌دار ندارند ($P\leq ۰/۰۵$).

اجرای خاک‌ورزی با گاوآهن بشقابی از طریق تأثیر مثبت بر محتوای ذخیره رطوبتی خاک و افزایش آن موجب تحریک رشد اندام‌های رویشی ذرت شیرین شده که در نهایت، از طریق افزایش سطح اندام‌های فتوسنتزکننده و افزایش تولید آسیمیلات‌ها، بهبود تعداد ردیف را به‌دنبال داشته است. چن و همکاران (۲۰۱۱) نیز دریافتند که محتوای رطوبتی خاک تحت تأثیر اجرای خاک‌ورزی حفاظتی بهبود یافت. امام (۲۰۰۱) گزارش نمود که طول ردیف از حساس‌ترین اجزای عملکرد است که واکنش زیادی نسبت به عوامل مدیریتی نشان می‌دهد. علاوه‌بر این، کاهش تراکم بوته از طریق کاهش رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌ها برای جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه در مراحل حساس رشد نظیر گلدهی و گرده‌افشانی باعث بهبود این خصوصیت گردید. رید و همکاران (۱۹۹۹) گزارش نمودند که وجود و فراهمی عناصر غذایی، نور و آب و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی در اوایل دوره بعد از گرده‌افشانی یعنی هنگام تقسیم سلول‌های آندوسپرم تأثیر مهمی بر اجزای مهم عملکرد ذرت شیرین نظیر طول ردیف دارد.

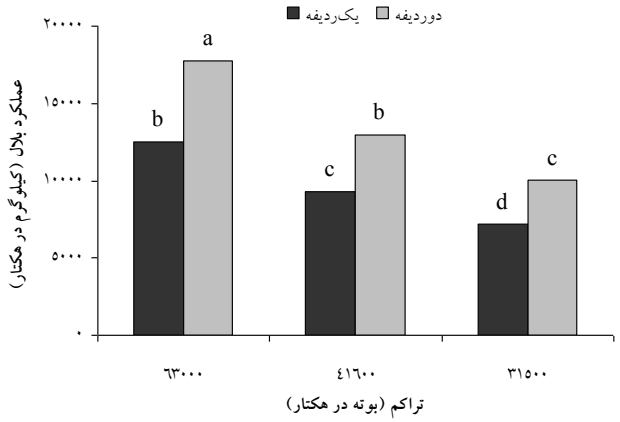
عملکرد بلال: بالاترین عملکرد بلال برای روش خاک‌ورزی T_2 با ۱۲۵۰۳/۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نسبت به روش‌های T_1 و T_3 به‌ترتیب ۷ و ۱۷ درصد بالاتر بود. عملکرد بلال در آرایش کاشت دو ردیفه ۴۱ درصد بالاتر از روش تک‌ردیفه بود. بیش‌ترین عملکرد بلال برای تراکم ۶۳۰۰۰ بوته در هکتار به‌دست آمد و با کاهش تراکم به ۴۱۶۰۰ و ۳۱۵۰۰ بوته در هکتار، عملکرد بلال

۳٦ و ۷٦ درصد کاهش یافت (شکل ۲- الف، ب و ج). بالاترین و پایین‌ترین عملکرد بلال تحت اثر متقابل آرایش کاشت و تراکم بوته به‌ترتیب برای P_2D_1 و P_1D_3 با ۱۷۷۳۷/۷۸ و ۷۲٦۸/۸۹ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شکل ۳).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر ساده (الف) روش خاک‌ورزی، (ب) تراکم بوته و (ج) آرایش کاشت بر عملکرد بلال ذرت شیرین.

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، براساس آزمون توکی تفاوت معنی‌دار ندارند ($p\leq$۰/۰۵).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد بلال ذرت شیرین.

*میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون توکی تفاوت معنی‌دار ندارند ($p\leq ۰/۰۵$).

خاک‌ورزی با گاوآهن بشقابی با عمق کار بیش‌تر باعث بهبود اندازه ذرات خاک برای توسعه سیستم ریشه‌ای شده که این امر از طریق افزایش خصوصیات رشد و اجزای عملکرد، موجب بهبود عملکرد بلال شده است. از طرف دیگر، خاک‌ورزی با روتیواتور با عمق کم‌تر، دانه‌بندی ریزتر و فشردگی بیش‌تر در لایه‌های زیر سطحی خاک موجب کاهش خصوصیات رشد و در نتیجه عملکرد شده است. علاوه‌بر این، بالاتر بودن خصوصیات رشدی و اجزای عملکرد همچون؛ ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن بلال با پوست، طول ردیف دانه و قطر بلال (جدول ۲) موجب بهبود عملکرد بلال گردید. با در نظر گرفتن این مطلب که مقدار کربن آلی خاک شاخص اصلی در بهبود حاصلخیزی و کیفیت خاک می‌باشد (ریوز، ۱۹۹۷)، به‌نظر می‌رسد که اجرای خاک‌ورزی حفاظتی با بهبود محتوای کربن آلی خاک موجب افزایش رشد فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک‌زی شده که در نتیجه به‌دلیل چرخه مناسب‌تر عناصر غذایی و به تبع آن فراهمی آن‌ها تحریک رشد بوته‌ها را سبب شده است. کلاپ و همکاران (۲۰۰۰) نیز با بررسی محتوای کربن آلی خاک تحت تأثیر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی گزارش نمودند که عدم اجرای خاک‌ورزی (به‌عنوان مهم‌ترین عامل مدیریتی مؤثر بر محتوای ذخیره کربن خاک) بهترین تأثیر را بر بهبود محتوای کربن آلی خاک داشتند. بالاتر بودن عملکرد بلال در آرایش کاشت دو ردیفه را می‌توان به انتخاب آرایش مناسب کاشت مربوط دانست که در نتیجه با

افزایش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی، آب و مواد غذایی از طریق بهبود سهم آسیمیلات‌های فتوسنتزی برای تخصیص به مخزن افزایش عملکرد بلال را به‌دنبال داشته است. بدین ترتیب، از آن‌جا که عملکرد بلال ذرت شیرین به‌میزان زیادی متأثر از طول دوره رشد رویشی و زایشی می‌باشد (خدابنده، ۱۹۹۸)، می‌توان از طریق انتخاب آرایش مناسب کاشت این گیاه ارزشمند، رشد رویشی و به تبع آن رشد زایشی را تحت تأثیر قرار داد. در همین راستا، شباهنگ و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش نمودند که آرایش کاشت به‌طور معنی‌داری عملکرد بلال کدوی پوست کاغذی را تحت تأثیر قرار داد. افزایش تراکم بوته از طریق افزایش سایه‌اندازی و جلوگیری از رسیدن نور به داخل کانوپی موجب مختل شدن فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاهی شده (هاول و همکارن، ۱۹۹۵) که این امر در نتیجه کاهش عملکرد بلال را موجب شده است.

نتیجه‌گیری کلی

روش خاک‌ورزی با استفاده از گاوآهن بشقابی با عمق ۳۵ سانتی‌متر و یک‌بار دیسک بیش‌ترین عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات رشد را به غیر از عمق دانه داشت. به‌دلیل این که شخم با گاوآهن بشقابی دارای عمق کار بیش‌تر بوده و موجب بهبود اندازه ذرات خاک برای توسعه ریشه گیاه می‌شود. در نتیجه موجب بهبود رشد رویشی و زایشی گیاه گردید. در حالی‌که روتیواتور با عمق کار کم‌تر، دانه‌بندی ریزتر و فشردگی در لایه‌های زیر سطحی خاک منجربه کاهش خصوصیات رشد و عملکرد گردید. بر این اساس به کشاورزان منطقه توصیه می‌شود، به‌منظور تولید ذرت شیرین از روش خاک‌ورزی با استفاده از گاوآهن بشقابی با عمق ۳۵ سانتی‌متر و یک‌بار دیسک استفاده نمایند. همچنین در مورد انتخاب آرایش کاشت نیز آرایش کاشت دو ردیفه توصیه می‌شود و کشاورزان علاقه‌مند به افزایش عملکرد بلال در واحد سطح می‌توانند از تراکم ٦۳۰۰۰ بوته در هکتار برای کشت ذرت شیرین در منطقه استفاده نمایند.

سپاسگزاری

بدینوسیله نویسندگان مقاله از نظرات و ارائه شده توسط داوران محترم تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

1.Alvarez, R., and Steinbach, H.S. 2009. A review of the effects of tillage systems on some soil physical properties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas. Soil and Till. Res., 104: 1-15.
2.Azizi, F., and Mahrokh, A. 2013. Plant Density Effect in Different Planting Dates on Growth Indices, Yield and Yield Components in sweet corn. Iran. J. Field Crop Res., 10: 764-773.
3.Balkcom, K.S., Satterwhite, J.L., Arriaga, F.J., Price, A.J., and Van Santen, E. 2011. Conventional and glyphosate-resistant maize yields across plant densities in single- and twin-row configurations. Field Crops Res., 120: 330-337.
4.Barzegar, A.R., Hashemi, A.M., Herbert, S.J., and Asoodar, M. 2004. Interactive effects of tillage system and soil water content aggregate size distribution for seedbed preparation in Fluvisols southwest Iran. Soil and Till. Res., 78: 45-52.
5.Benegas, C.P. 1998. Effect of no-tillage systems on chemical and physical characteristics of soil in Paraguay. In: Kokubun, M. (Ed.), No-Tillage Cultivation of Soybean and Future Research Needs in South America. Working Report, vol. 13 JIRCAS, Ministry of Agriculture, Forest and Fishery, Ibaraki Pp: 19-28.
6.Chauhan, B.S. 2013. Effect of tillage systems, seeding rates, and herbicides on weed growth and grain yield in dry-seeded rice systems in the Philippines. Crop Prot., 54: 244-250.
7.Chauhan, B.S., Yadav, A., and Malik, R.K. 2002. Zero tillage and its impact on soil properties: a brief review. In: Malik, R.K., Balyan, R.S., Yadav, A., Pahwa, S.K. (Eds.), Herbicide Resistance Management and Zero Tillage in Rice–Wheat System, March 4–6, 2002. CCSHAU, Hisar, India Pp: 09-114.
8.Chen, Y., Liu, S., Li, H., Li, X.F., Song, C.Y., Cruse, R.M., and Zhang, X.Y. 2011. Effects of conservation tillage on corn and soybean yield in the humid continental climate region of Northeast China. Soil and Till. Res., 115–116: 56-61.
9.Clapp, C.E., Allmarasa, R.R., Layeseb, M.F., Lindena, D.R., and Dowdya, R.H. 2000. Soil organic carbon and 13C abundance as related to tillage, crop residue, and nitrogen fertilization under continuous corn management in Minnesota. Soil and Till. Res., 5: 127-142.
10.Earley, E., Rath, B., Sief, R.D., and Hageman, R.H. 2001. Effects of shade applied at different of plant development on corn production. Crop Sci., 7: 151-159.
11.El Titi, A. 2010. Soil Tillage in Agroecosystems. Taylor and Francis, Nature. 384p.
12.Emam, Y. 2001. Sensitivity of grain yield components to plant population density in non-prolific maize hybrids. Indian J. Agric. Sci., 71: 367-370.

13.Frye, W.W., Blevins, R.L., and Smith, M.A. 2003. Cover crops in conservation tillage: benefits and liabilities. Agron. J., 22: 145-171.
14.Hajabbasi, M.A., and Hemmat, A. 2000. Tillage impacts on aggregate stability and crop productivity in a clayloam soil in central Iran. Soil and Till. Res., 56: 205-212.
15.Helm, V. 2005. Conservation tillage: corn, grain sorghum, and wheat in Dallas County, Texas. Soil and Till. Res., 23: 356-366.
16.Howell, T.A., Yazar, A., Schneider, A.D., Duser, D.A., and Copeland, K.S. 1995. Yield and Water use efficiency of corn in response to lepa irrigation. Trans. ASAE., 38: 1737- 1747.
17.Katsvairo, T., Cox, W.J., and Van, E.H. 2002. Tillage and rotation effects on soil physical characteristics. Agron. J., 94: 299-304.
18.Khodabandeh, N. 1998. Cereals. Tehran University Publications. 537p. (In Persian)
19.Khorramdel, S. 2011. Evaluation of the potential of carbon sequestration and Life Cycle Assessment (LCA) approach in different management systems for corn. PhD Thesis of ferdows: university of mashhad.
20.Lampurlanes, J., Angas, P., and Martines, C. 2001. Root growth soil water content and yield of barely under different tillage systems on two soils in semiarid conditions. Field Crop Res., 69: 27-40.
21.Lapen, D.R., Topp, G.C., Edwards, M.E., Gregorich, E.G., and Cumin, W.E. 2004. Combination cone penetration resistance/ water content instrumentation to evaluated cone penetration- water content relationships in tillage research. Soil and Till. Res., 79: 51-62.
22.Liu, K., and Wiatrak, P. 2012. Corn production response to tillage and nitrogen application in dry-land environment. Soil and Till. Res., 124: 138-143.
23.Najafinezhad, H., Rashidi, N., and Ravari, S.Z. 2005. Effects of seedbed preparation methods on yield of grain maize and some soil properties in double croping system. Seed and Plant Improv. J., 21: 315-330.
24.Nakhjavani Moghaddam, M.M., Farhadi, E., Sadreghaen, S.H., and Najafi, E. 2013. Effects of water and plant density on grain yield and morphological characteristics of new maize hybrid (CN. KSC.500) in Karaj region. Iran. J. Field Crop Res., 11: 13-22.
25.Oktem, A., Eulgun oktem, A., and Coskun, Y. 2004. Determination of sowing dates of sweet corn (*Zea mays* L. Saccharata Sturt.) under Sanliurfa conditions. Turk. J. Agric. For., 28: 83-91.
26.Reed, A.J., Sigletay, G.W., Schussler, J.R., Williamson, D.R., and Christy, A.L. 1999. Shading effects on dry matter nitrogen partitioning kernel number and yield of maize. Crop Sci., 28: 819-825.
27.Reeves, D.W. 1997. The role of organic matter in maintaing soil quality in continuous cropping systems. Soil and Till. Res., 43: 131-167.

28. Rounsevell, M.D.A., Evans, S.P., and Bullock, P. 1999. Climate change and agricultural soils: impacts and adaptation. Clim. Chang., 43: 683-709.
29. Saberi, R., Feyzbakhsh, M.T., Mokhtarpour, H., Mosavat, S.A., and Askar, M. 2010. Effect of plant density and planting pattern on grain yield and yield components in grain maize CV. KSC704. Seed and Plant Prod. J., 26: 123-136.
30. Shabahang, J., Khorramdel, S., Asadi, G.A., Mirabi, E., and Nemati, H. 2011. The effects of intra and inter-row spaces and planting pattern on the yield components, seed and oil yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Iran. J. Agroecol., 2: 417-427.
31. Singh, Y., Singh, V.P., Singh, G., Yadav, D., Sinha, R.K.P., Johnson, D.E., and Mortime, A.M. 2011. The implications of land preparation, crop establishment method and weed management on rice yield variation in the rice–wheat system in the Indo-Gangetic plains. Field Crop Res., 121: 64-74.
32. Tetio-Kagho, F., and Gardener, F.P. 1988. Response of maize to plant density (I) reproduction development yield and yield adjustments. Agron. J., 80:930-935.
33. Tullberg, J. 2010. Tillage, traffic and sustainability-a challenge for ISTRO. Soil and Till. Res., 111: 26-32.
34. Vyn, T.J., and Raimbault, A. 1993. Long-term effect of five tillage systems on corn response and soil structure. Agron. J., 85: 1074-1079.
35. Williams, W.A., Loomis, R.S., and Lepley, C.R. 1965. Vegetative growth of corn as affected by population density. I: productivity in relation to interception of solar radiation. Crop Sci., 5: 211-214.
36. Yadavi, A., Zand, E., Ghalavand, A., and Agha Alikhani, M. 2009. Effect of density and planting pattern on yield and yield components of maize under redroot pigweed (*Amaranthus retoflexus* L.) competition. Iran. J. Field Crop Res., 5: 187-200.

EJCP., Vol. 8(1): 79-98
http://ejcp.gau.ac.ir

The effect of tillage methods, plant density and planting patterns on growth characteristics, yield components and gain yield of sweet corn under Malaysia climatic conditions

***H.A. Shams Abadi[1], A.R. Taherirad[2], S. Khorramdel[3] and A. Nikkhah[4]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Agricultural Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]M.Sc. Student of Agricultural Engineering Dept. of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, [3]Assistant Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agricultural, Ferdowsi University of Mashhad, [4]Young Researchers and Elite Club, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
Received: 03/02/2014 ; Accepted: 11/17/2014

Abstract

In order to evaluate the growth characteristics, yield components and yield of sweet corn affected by different tillage operations, planting densities and planting patterns, a field experiment was conducted as factorial of 2×3×3 treatments based on a randomized complete block design with three replications at university Putra Selangor, Malaysia during growing season of 2007-2008. The factors were three tillage methods including, (moldboard plow and disk harrow (T_1), disk plow and disk harrow (T_2), and rotary cultivator (T_3) only as control), three plant densities (of 63000 (D_1), 41600 (D_2), and 31500 (D_3) plants ha^{-1} only as control) and single row as control (P_1) and double row (P_2) planting patterns. The traits of dry weight of root, plant height, ear corn height, cob corn dia, stem dia, ear dia, kernel depth, fresh weight husked, row length of kernel, number of kernel per row, number of row, fresh weight husked, ear dia dehusked and yield were investigated. The results revealed that the main effect of tillage operation was significant ($p\leq0.01$) on growth characteristics and yield of sweet corn. Interaction effects of plant densities × planting pattern were significant on yield at 5 percent level. The maximum corn yield attributed to the plots plowed with disk plow followed by disk harrow (T_2) with 12503.3 $kg.ha^{-1}$. Corn yield in P_2 was 41% greater than P_1 planting pattern. With decreasing plant densities of 63000 to 41600 and 31500, the average corn yield decreased to 36% and 76%, repectively. Maximum and minimum of corn yield obtained to 1443.87 and 7268.89 kg ha^{-1} from P_1D_2 and P_1D_3, respectively. In overal, in order to improve the production and yield of sweet corn as a valuable cereal under Malaysia climatic conditions, disk plow, two-row planting pattern and density of 63,000 plants ha^{-1} could be recommended.

Keywords: Plow, Disk, Two-Row planting patterns, Disk plow

*Corresponding author: Shamsabadi.hosein@gmail.com