

ساخت و آزمون آزمایشگاهی ماشین کاشت مخلوط ذرت و لوبیا

علیرضا مندنی^۱، سید حسین کارپورفرد^۲

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲. دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۵/۱۰)

چکیده

یکی از مشکلات عمده کشت مخلوط استفاده از ماشین‌های کشاورزی برای انجام عملیات کاشت دو یا چند گیاه به صورت همزمان می‌باشد. در پژوهش حاضر در راستای رفع مشکلات استفاده از ماشین‌های کشاورزی در انجام عملیات کاشت ذرت و لوبیا به صورت همزمان، کارنده‌ای طراحی و ساخته شد تا بتواند با به کارگیری از اصول صحیح در فرایند کشت مخلوط، به طور مستقیم دو نوع بذر با شکل و اندازه مختلف را با نسبت دقیق و الگوهای کاشت مختلف بکارد. جهت آزمون ماشین کشت مخلوط در پنج سطح مختلف فاصله بین بذور (۵/۵، ۸/۵، ۱۱، ۱۳ و ۱۶ سانتی‌متری) برای واحد کارنده ذرت و پنج سطح مختلف فاصله بین بذور (۱۰، ۱۲، ۱۵، ۱۸/۵ و ۲۱/۵ سانتی‌متری) برای واحد کارنده لوبیا و با سرعت ثابت ۴ کیلومتر بر ساعت، طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار استفاده شد. در این پژوهش شاخص‌های چندتابی، نکاشت، دقت و کیفیت تغذیه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج ارزیابی آزمایشگاهی واحدهای کارنده ذرت و لوبیا نشان دادند که افزایش فاصله بین بذرها روی خطوط کشت باعث کاهش شاخص‌های چندتابی، نکاشت، دقت و افزایش شاخص کیفیت تغذیه می‌شود. این شرایط برای واحد کارنده ذرت در ارزیابی آزمایشگاهی مربوط به فاصله ۱۶ سانتی‌متری بین بذرها و برای واحد کارنده لوبیا در فاصله ۲۱/۵ سانتی‌متری بین بذرها به وجود آمد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، شاخص کیفیت تغذیه، شاخص دقت، کارنده، لوبیا

مقدمه

در مناطقی که زمین، آب و سرمایه جز منابع محدود کننده کشاورزی هستند و در مناطقی که کارگر فراوان است، به کارگیری روش کشت مخلوط اقتصادی می‌باشد. ایران کشوری با آب و هوای خشک و نیمه خشک و شدت تشعشع بالا می‌باشد. در این شرایط کشت مخلوط می‌تواند به عنوان یک راهکار به منظور حداکثر استفاده از تشعشع بالای خورشیدی و منابع محدود آب به کار رود (Koocheki et al., 1995). اکثر منابع موجود به گونه‌ای در طبیعت محدود هستند و از طرفی تفکر پایداری در کشاورزی اجازه استفاده ترکیبی از افزایش دریافت نور، آب و عناصر غذایی و بهره‌گیری بهتر از آن‌ها را به هر میزان و هر طریقی نمی‌دهد. لذا این منابع باید به گونه‌ای مصرف شوند که نه تنها نیازهای غذایی امروزه بشر تأمین شود، بلکه برای آیندگان نیز قابل دسترسی و استفاده باشد. لازمه این مهم، لزوم تجدید نظر در ارتباط با مصرف منابع فوق الذکر است. یکی از بهترین راهکارها در راستای اهداف توسعه پایدار کشاورزی با هدف مصرف درست و معقولانه منابع، کشت مخلوط دو یا چند

گیاه می‌باشد (Tsubo et al., 2001). کشت مخلوط به کاشت دو یا تعداد بیشتری گیاه با یکدیگر در یک قطعه زمین و در یک زمان گفته می‌شود (Tsubo and Walker, 2002)؛ Xin and Tong, 1986) که در واقع، نظامی با ویژگی‌هایی همچون تنوع زیاد گونه‌ها، چرخه تقریباً بسته عناصر غذایی، شیوع کمتر آفات، کنترل بهتر فرسایش خاک، عملکرد کم ولی با ثبات و استفاده کارآمدتر و بهتر از منابع می‌باشد (Vandermeer, 1989). معمول‌ترین دلیل پذیرش کشت مخلوط برتری عملکرد توسط تسخیر بیشتر منابع توسط گیاهان نسبت به تک کشتی است، به ویژه هنگامی که غلات و بقولات با هم کشت شوند (2005 Poggio). در بین سیستم‌های کشت مخلوط، ترکیب گیاهان غلات و بقولات از جمله معمول‌ترین و قدیمی‌ترین این سیستم‌ها در نقاط مختلف دنیا به ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (Ofori and Stern, 1987). از ذرت و لوبیا می‌توان به عنوان ترکیبی مناسبی نام برد چرا که از جمله گیاهانی هستند که سطح زیر کشت بالایی در کشور داشته و در اکثر مناطق به صورت تک کشتی تولید می‌شوند. تحقیقات نشان می‌دهد که کشت مخلوط دو گیاه فوق که از دو خانواده بقولات و غلات هستند، باعث افزایش تولید و افزایش بهره‌وری

نسبت دقیق و الگوهای کاشت مختلف به صورت همزمان سنجیده شود. در راستای رفع مشکلات استفاده از ماشین‌های کشاورزی در انجام عملیات کاشت ذرت و لوبیا به صورت همزمان، کارنده‌ای طراحی و ساخته شد تا بتواند با بکارگیری از اصول صحیح در فرایند کشت مخلوط، به طور مستقیم دو نوع بذر با شکل و اندازه مختلف را با نسبت دقیق و الگوهای کاشت مختلف بکارد.

مواد و روش‌ها

ساختمان دستگاه

به طور کلی اجزای تشکیل دهنده ماشین کشت مخلوط شامل قطعات زیر می‌باشند که به صورت جداگانه توضیح داده خواهند شد.

تیرک افزار

جهت ساخت تیرک افزار^۲ از یک قوطی ۸×۸ به ضخامت ۱۰ میلی‌متر و طول ۱۵۰ سانتی‌متر استفاده شد. دو عدد نبشی به ضخامت ۵ میلی‌متر و طول ۱۴۰ میلی‌متر با فاصله ۳۱۰ میلی‌متر از یکدیگر جهت قرار گرفتن جعبه دنده بر روی تیرک افزار جوش داده شد. شاسی جعبه دنده نیز با استفاده از پیچ و مهره بر روی تیرک افزار متصل گردید.

شاسی اتصال سه نقطه

جهت اتصال ماشین کشت مخلوط به اتصال سه نقطه تراکتور از یک شاسی اتصال سه نقطه استفاده شد. شاسی مورد استفاده در این تحقیق در طبقه بندی نوع دوم، جهت تراکتورهای با توان ۴۰ تا ۱۰۰ اسب بخار قرار داشت. (FMO)

شاسی قابل تنظیم

یکی از تنظیمات مهم در کارنده‌ها تنظیم فواصل بین خطوط کشت می‌باشد. در کارنده‌های متداول جهت انجام این تنظیم ابتدا باید کرپی‌های اتصال واحدهای کارنده بر روی تیرک افزار را شل کرده و سپس موقعیت واحدهای کارنده را بر روی تیرک افزار تغییر داد و در پایان کرپی‌های اتصال را محکم نمود. بدیهی است که انجام تنظیم فاصله بین خطوط کشت به این صورت کار بسیار مشکلی است. به منظور رفع این مشکل در نقطه اتصال تیرک افزار به واحدهای کارنده، یک شاسی قابل تنظیم طراحی و ساخته شد. شاسی قابل تنظیم به گونه‌ای طراحی شد که واحدهای کارنده به طور مستقل از یکدیگر در جهت افقی به منظور تنظیم فواصل بین خطوط کشت حرکت

سیستم کشت شده، ثبات عملکرد را بهبود بخشیده و منجر به افزایش کارایی مصرف منابع شده و در نتیجه مصرف نهاده‌های خارجی از جمله نیازهای غذایی، سموم شیمیایی و غیره کاهش می‌یابد. در سیستم‌های تولید محصولات زراعی را به همراه خواهد داشت (Chen et al., 2004; Keating and Carberry, 1993). همچنین یکی از عوامل مؤثر بر میزان تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط گیاهان خانواده بقولات، میزان فراهم بودن نیتروژن در خاک است که هر چه میزان نیتروژن در خاک بیشتر باشد، میزان تثبیت بیولوژیکی نیتروژن کمتر خواهد شد. مشاهده شده است که در سیستم‌های کشت مخلوط ذرت و لوبیا، مصرف نیتروژن توسط ذرت به علت تهی شدن نیتروژن خاک، منجر به تحریک فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن شده و در نتیجه میزان تثبیت نیتروژن توسط لوبیا در سیستم‌های کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص افزایش می‌یابد (Gao et al., 2009).

(Koocheki et al., 2009) کشت مخلوط ذرت و لوبیا را به منظور بررسی عملکرد دانه و ماده خشک مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که با افزایش تراکم ذرت در کشت مخلوط بر عملکرد دانه، ماده خشک، شاخص برداشت، تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه ذرت افزوده شد. به علاوه، افزایش تراکم لوبیا در کشت مخلوط، عملکرد دانه، ماده خشک، تعداد غلاف در بوته و شاخص برداشت لوبیا را نیز افزایش داد.

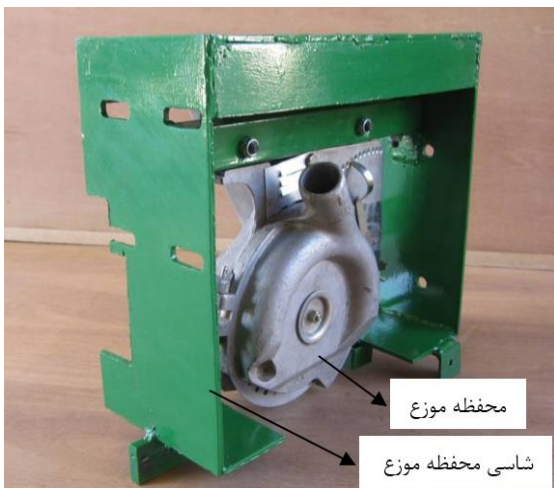
(Dahmardeh et al., 2010) به منظور بررسی اثر نسبت‌های مختلف کاشت و زمان‌های مختلف برداشت بر کیفیت ذرت، کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی را انجام دادند. نتایج نشان داد کیفیت علوفه در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی نسبت به کشت خالص ذرت بالاتر بود.

یکی از مشکلات عمده کشت مخلوط استفاده از ماشین‌های کشاورزی برای انجام عملیات کاشت دو یا چند گیاه به صورت همزمان می‌باشد (Mazaheri, 1994). بررسی و پژوهش در زمینه سیستم کشت مخلوط باید همانند سیستم کشت خالص به اجرا درآید، تا در آینده شرایطی فراهم شود که ماشین‌های کاشت، برای ارقام گیاهی ویژه کشت مخلوط فراهم گردد. آنگاه طولی نخواهد کشید که این سیستم جایگاه حقیقی و مناسب خود را در تولیدات کشاورزی، مشابه سیستم کشت خالص به دست خواهد آورد (Koocheki et al., 1995).

در این پژوهش با بهره‌گیری از مطالعات انجام شده در زمینه کشت مخلوط، کارنده ساخته شده مورد آزمون قرار گرفت تا امکان کشت مخلوط دو نوع بذر با شکل و اندازه مختلف و با

شاسی محافظه موزع

یکی از قطعات حساس و بسیار دقیق در ماشین کشت مخلوط محافظه موزع می‌باشد. به دلیل ساخته شدن این محافظه از جنس آلومینیم، در مقابل ضربه بسیار شکننده است، بدین منظور یک شاسی جهت قرار گرفتن محافظه موزع در فضایی ایمن، طراحی و ساخته شد. شاسی محافظه موزع به عنوان یک قطعه مرکزی محسوب می‌شود. این شاسی از قسمت بالا به مخزن بذر، از قسمت پایین به شیاربازکن و پوشاننده‌ها، از قسمت جلو به شاسی مفصلی، از قسمت عقب به شاسی چرخ تنظیم عمق و از مرکز به محافظه موزع متصل می‌شود. ابعاد این شاسی به ترتیب ۱۸، ۳۶ و ۴۲ سانتی‌متر بود (شکل ۲).



شکل ۲- شاسی محافظه موزع

محفظه موزع

محفظه موزع مورد استفاده در این پژوهش از نوع صفحه‌ای نیوماتیکی بود. با تعویض صفحه‌های موزع می‌توان عملیات کاشت انواع بذرها با شکل و اندازه‌های مختلف را توسط ماشین کشت مخلوط انجام داد. مشخصات صفحه موزع‌های مورد استفاده مطابق جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- مشخصات صفحات موزع مورد استفاده

لوبیا	ذرت	
قطر سوراخ‌های صفحه ۵/۵ میلی‌متر	۴/۵ میلی‌متر	قطر سوراخ‌های صفحه
۳۶	۳۶	تعداد سوراخ‌های صفحه
استیل	استیل	جنس صفحه

لوله سقوط بذر

بذرها زمانی که از صفحه موزع جدا می‌شوند بسته به شکل، اندازه و وزن خود درست در یک نقطه فرود نمی‌آیند. این امر باعث کاهش دقت کارنده درحین انجام عملیات کاشت می‌شود. جهت افزایش دقت کاشت یک لوله سقوط که به صورت قیفی

کنند. واحدهای کارنده به طور مستقل از یکدیگر در جهت افقی به اندازه ۵۵ سانتی‌متر قابلیت حرکت و تنظیم را داشتند. طول این شاسی ۱۳۰ سانتی‌متر بود.

شاسی مفصلی

یکی از فاکتورهای مهم در عملکرد کارنده‌ها عمق کاشت یکنواخت است. به منظور خنثی نمودن تأثیر پستی و بلندی‌های سطح مزرعه بر روی عمق کاشت، برای هر یک از واحدهای کارنده یک شاسی مفصلی در نقطه اتصال شاسی محافظه موزع به شاسی قابل تنظیم طراحی و ساخته شد (شکل ۱).

شاسی مفصلی از یک فک در قسمت جلو شاسی و یک فک در قسمت عقب شاسی تشکیل شده است. فک جلویی توسط کرپی به شاسی متحرک متصل می‌شود. اتصال فک عقبی به شاسی محافظه موزع از طریق پیچ و مهره بود. جهت ساخت هر کدام از این فک‌ها ۴ قطعه ورق آهنی به ضخامت یک سانتی‌متر و با ابعاد مشخص به یکدیگر جوش داده شدند. نحوه اتصال این دو فک به یکدیگر از طریق یک ناودانی و دو عدد بازو بود. ناودانی در قسمت بالا قرار گرفته و توسط پیچ و مهره به فک‌ها متصل می‌شود. بر روی هر یک از پیچ‌ها یک بوش وجود داشت تا امکان حرکت عمودی فک‌ها را ایجاد کند و پیچ‌های تنظیم موقعیت نیز بر روی ناودانی قرار گرفته بودند. جهت ساخت ناودانی از یک ورق آهنی به طول ۴۰ سانتی‌متر و عرض ۲۴ سانتی‌متر و با ضخامت ۰/۶ سانتی‌متر استفاده گردید. ورق آهنی در جهت طولی با فاصله عرضی ۷ سانتی‌متر از هر طرف با استفاده از ورق خم کن خم شد تا به ناودانی تبدیل شود. در زیر ناودانی دو عدد بازو وجود داشت. این بازوها از ورق آهنی به طول ۴۰ سانتی‌متر و عرض ۵ سانتی‌متر و با ضخامت یک سانتی‌متر ساخته و توسط پیچ و مهره که بر روی هر یک از آن‌ها یک بوش وجود داشت، به فک‌ها متصل می‌شود. با اتصال قطعات بر روی یکدیگر یک ساختار مفصلی ایجاد شده که باعث می‌گردد تا واحدهای کارنده پستی و بلندی‌های زمین را پیموده و عملیات کاشت را با عمق یکنواخت انجام دهند.



شکل ۱- نمایی از شاسی مفصلی

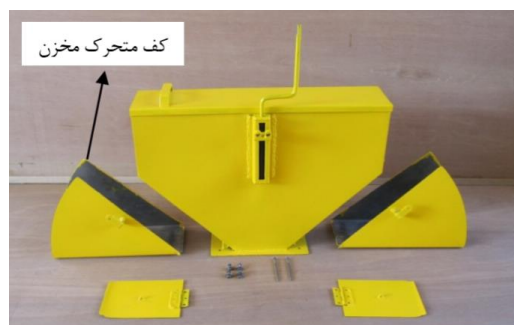
زاویه شیب کف مخزن با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Stepanoff, 1969).

$$\alpha > 45 + \phi/2 \quad (\text{رابطه ۱})$$

در این رابطه:

α : زاویه شیب کف مخزن

ϕ : زاویه استقرار مواد بر روی یکدیگر



شکل ۳- قطعات تشکیل دهنده مخزن شیب متحرک

چرخ تنظیم عمق و فشاردهنده

یکی از عوامل مهم و مؤثر در جوانه زنی بذر و بیرون آمدن یکنواخت بذر از خاک، عمق کاشت یکنواخت و مناسب بذر است. به منظور تنظیم عمق کاشت، فشرده کردن خاک روی بذر، کمک به حمل انتهای واحدهای کارنده و خنثی نمودن ارتعاشات طولی، مکانیزم چرخ تنظیم عمق و فشار دهنده طراحی و ساخته شد (شکل ۴). چرخ‌های فشار دهنده مورد استفاده در این پژوهش از نوع لاستیکی با آج مقعر بودند.

برای نگهداری چرخ فشار دهنده در یک موقعیت مناسب بعد از پوشاننده یک شاسی ساخته شد. چرخ فشاردهنده توسط دو بازوی کناری به شاسی متصل می‌شد. جهت ساخت هر یک از این بازوها از یک ورق آهنی به طول ۴۰ سانتی‌متر، عرض ۴ سانتی‌متر و با ضخامت یک سانتی‌متر استفاده شد. در نقطه اتصال بازوها به شاسی دو عدد بوش وجود داشت تا امکان حرکت عمودی چرخ را فراهم سازد. در فاصله یک سوم از طول بازوها یک اتصال مفصلی قرار گرفته و یک پیچ تنظیم موقعیت، اتصال مفصلی را به قسمت بالای شاسی وصل می‌کرد. در نقطه اتصال این پیچ به قسمت بالای شاسی یک بوش جهت چرخش بهتر پیچ وجود داشت. چرخاندن پیچ تنظیم موقعیت باعث می‌شد که فاصله بین اتصال مفصلی و قسمت بالای شاسی تغییر کند. با تغییر این فاصله حرکت عمودی چرخ فشاردهنده و در نتیجه تنظیم عمق کاشت میسر می‌شد. جهت نمایش عمق کاشت، یک شاخص طولی در موقعیت مناسبی بر روی شاسی نصب گردید.

شکل طراحی شده است بعد از خروجی محفظه موزع و در ابتدای باله شیاربازکن قرار داده شد تا بذرهای جدا شده از صفحه موزع را درست در نقطه ابتدایی شیار باز شده توسط شیاربازکن انتقال دهد. قطر بزرگ این لوله ۱۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد. قطر انتهایی آن نیز باید به اندازه‌ای باشد که بذر با هر سرعت ریزش باعث مسدود شدن آن نشوند. با انجام آزمایش‌های متعدد جهت یافتن قطر مناسب، قطر انتهایی ۲۵ میلی‌متر برای ذرت و ۳۰ میلی‌متر برای لوبیا انتخاب شد. فاصله انتهایی لوله سقوط از کف شیار نیز ۳۰ میلی‌متر بود.

شیاربازکن

وظیفه اصلی شیاربازکن ایجاد شکاف مشخصی در خاک است تا بذر در عمقی مناسب در شکاف قرار داده شود. شیاربازکن به طریقی شیار را شکل می‌دهد که بذر در تماس نزدیک با خاک قرار گیرد. این امر باعث می‌شود که اکثر بذر جوانه زده و سر از خاک درآوردند (Mansouri-Rad, 2007). شیاربازکن ماشین کشت مخلوط از نوع کفشی بود.

لبه جلویی این شیاربازکن ۷ شکل بوده و تا قسمت عقب کفش ادامه داشت. این لبه، خاک زیر بذر را می‌فشارد. در حالی که شکل گوه مانند کفش، خاک دو طرف را فشرده و موجب اطمینان از تماس بین بذر و خاک سفت شده، می‌گردد. شیاربازکن ذکر شده توسط پیچ و مهره به قسمت پایین شاسی محفظه موزع متصل شده بود.

پوشاننده

تماس خوب بذر با خاک برای جوانه زدن و بیرون آمدن جوانه از خاک عاملی ضروری است. برای این که از تماس بذر با خاک اطمینان حاصل شود و بذر در فضاهای خالی خاک قرار نگیرد، بستر بذر باید خوب تهیه شده باشد. به علاوه باید از ذرات نرم خاک برای پوشاندن روی بذر استفاده شود (Mansouri-Rad, 2007). در ماشین کشت مخلوط شیار ایجاد شده توسط شیاربازکن‌ها به وسیله پوشاننده‌های کاردی بسته می‌شد.

مخزن شیب متحرک

از آنجا که ماشین کشت مخلوط فقط برای کاشت یک نوع بذر طراحی نشده است، مخزن‌های بذر آن به گونه‌ای طراحی و ساخته شده‌اند تا بتوانند تمامی بذر با شکل و اندازه مختلف را در داخل خود جای دهند و خروج این بذر از کف مخزن بدون هیچ مشکلی و با حداکثر سرعت و دقت انجام شود. مخزن‌های ماشین کشت مخلوط به صورت شیب متحرک طراحی و ساخته شده تا با توجه به زاویه استقرار مواد بر روی یکدیگر، شیب کف این مخزن‌ها قابل تنظیم باشند (شکل ۳).

عمودی بود تا در زمانی که چرخ زنجیرها تعویض می‌شدند، با تغییر موقعیت این محور، طول زنجیر به اندازه مناسب خود برسد. چرخ زنجیر اول که تعداد دندانه‌های آن ۱۸ عدد بود روی محور چرخ زمین گرد سوار و چرخ زنجیر دوم با ۱۸ عدد دندانه روی یک محور قابل تنظیم سوار شد. در نتیجه در این حالت نسبت دندانه‌های چرخ زنجیر خروجی به ورودی یک می‌باشد (شکل ۵).



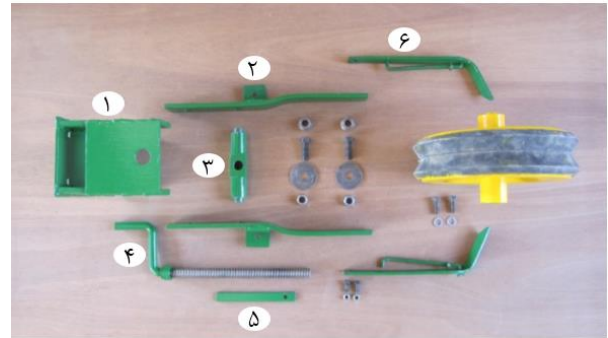
شکل ۵- نمایی از مکانیزم چرخ زنجیر

جعبه‌دنده مکانیکی زنجیری

در مسیر انتقال نیرو به موزع علاوه بر مکانیزم چرخ زنجیر، یک جعبه‌دنده مکانیکی زنجیری نیز جهت تغییر فواصل بین بذرهای کاشته شده روی خطوط کشت طراحی و ساخته شد (شکل ۶). این جعبه‌دنده دارای یک محور ورودی و دو محور خروجی مستقل از یکدیگر بود. هر یک از محورهای خروجی توانایی ایجاد ۴۳ سرعت نزدیک به هم را داشتند. این جعبه‌دنده بین قابلیت را به هر یک از واحدهای کارنده می‌داد تا فواصل بین بذرهای کاشته شده روی خطوط کشت را در یک محدوده نزدیک به هم تغییر دهند. دو مجموعه چرخ زنجیر متصل به هم بر روی محور ورودی سوار بودند. هر مجموعه از چرخ زنجیرها شامل ۷ چرخ زنجیر بود. تعداد دندانه‌های این چرخ زنجیرها به ترتیب ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۲، ۲۴ و ۲۸ انتخاب شد. این چرخ زنجیرها توسط یک بوش به یکدیگر متصل و روی محور ورودی قرار می‌گرفتند. این بوش دو پیچ تثبیت موقعیت داشت تا موقعیت چرخ زنجیرها را روی محور ورودی که توسط دو عدد یاتاقان بر روی شاسی جعبه دنده سوار می‌شد، حفظ کند. این جعبه دنده دو محور خروجی داشت. شافت محورهای خروجی از نوع چهار گوش بود.

جعبه‌دنده ۹۰ درجه ای

برای انتقال نیروی خروجی‌های جعبه‌دنده به موزع‌ها، باید جهت چرخش ۹۰ درجه تغییر می‌کرد. جهت انجام این کار، برای هر یک از خروجی‌های جعبه‌دنده اصلی یک جعبه‌دنده ۹۰ درجه



شکل ۴- قطعات تشکیل دهنده مکانیزم چرخ تنظیم عمق و فشاردهنده
۱- شاسی ۲- بازوی کناری ۳- مفصل ۴- پیچ تنظیم موقعیت ۵- شاخص
۶- پوشاننده

فن مکشی

مکش یا خلاء مورد نیاز برای چسبیدن بذرها به سوراخ‌های صفحه موزع از طریق یک فن مکشی تأمین می‌شود. این فن بر روی شاسی اتصال سه نقطه سوار و نیروی محرکه آن از طریق اتصال به محور تواندهی P.T.O تراکتور به وسیله میل گاردان تأمین گردید. برای اتصال لوله مکش فن به محفظه موزع از لوله خرطومی استفاده شد. فشار مکشی آن بر اساس توصیه کارخانه سازنده محفظه موزع، بین ۴۰ تا ۵۵ میلی بار تنظیم گردید.

سیستم انتقال نیرو به موزع

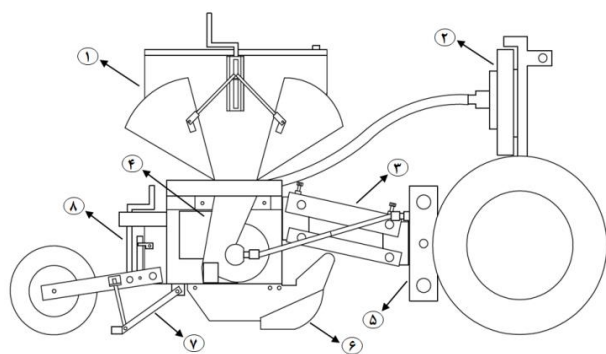
این سیستم نیز شامل قطعاتی است که به شرح ذیل می‌باشد.

چرخ زمین گرد (محرک)

برای به دست آوردن فواصل صحیح بین بذرهای کاشته شده روی خطوط کشت در سرعت‌های مختلف پیشروی کارنده، در شرایط مختلف خاک و پستی و بلندی‌های زمین، سیستم انتقال نیرو به موزع باید با سرعت پیشروی کارنده هماهنگ شود. بدین منظور از چرخ زمین گرد برای تأمین نیروی اولیه سیستم انتقال نیرو به موزع استفاده شد.

چرخ زنجیر

نیروی تولید شده توسط چرخ زمین گرد (محرک) با استفاده از مکانیزم چرخ زنجیر به ورودی جعبه دنده انتقال می‌یابد. یکی از تنظیمات ماشینی کشت مخلوط، تعویض چرخ زنجیر در این قسمت جهت تغییر فواصل بین بذرهای کاشته شده روی خطوط کشت می‌باشد. با انتخاب چرخ زنجیر مناسب و تعویض آن در این قسمت می‌توان به راحتی فواصل بین بذرهای کاشته شده روی خطوط کشت را تغییر داد. زمانی که تعداد دندانه‌های چرخ زنجیرها تغییر می‌کند قطر آن‌ها نیز تغییر می‌کند این امر باعث می‌شود در زمان تعویض چرخ زنجیرها، طول زنجیر مناسب نباشد. برای رفع این مشکل، شاسی محور چرخ زنجیر دوم، به صورت قابل تنظیم طراحی گردید. این شاسی دارای حرکت



شکل ۷- نمایی از ماشین کشت مخلوط

- ۱- مخزن شیب متحرک ۲- فن مکشی ۳- شاسی مفصلی ۴- موزع
 ۵- شاسی قابل تنظیم ۶- شیاربازکن ۷- پوشاننده ۸- مکانیزم چرخ تنظیم
 عمق و فشار دهنده

روش اجرای آزمون

جهت آزمون آزمایشگاهی ماشین کشت مخلوط، آزمون صفحه گلی اجرا شد. برای ایجاد شرایط نزدیک به مزرعه جهت حرکت چرخ محرک، یک بستر از خاک به طول ۱۰ متر و عرض ۵۰ سانتی‌متر و ضخامت تقریبی ۱۰ سانتی‌متر آماده شد. زمانی که بذرها از صفحه موزع جدا شده و روی سطح زمین فرود می‌آیند امکان جابجایی آن‌ها پس از برخورد با سطح زمین وجود دارد که این امر منجر به تغییر فواصل بین بذرها خواهد شد. بدین منظور یک بستر گل جهت فرود بذرها روی آن ساخته شد. این بستر دارای طول ۱۰ متر، عرض ۱۲۰ سانتی‌متر و ضخامت تقریبی ۳ سانتی‌متر از گل بود. زمانی که بذرها از صفحه موزع جدا می‌شدند روی این بستر چسبیده و موقعیت خود را حفظ می‌کردند (شکل ۸).

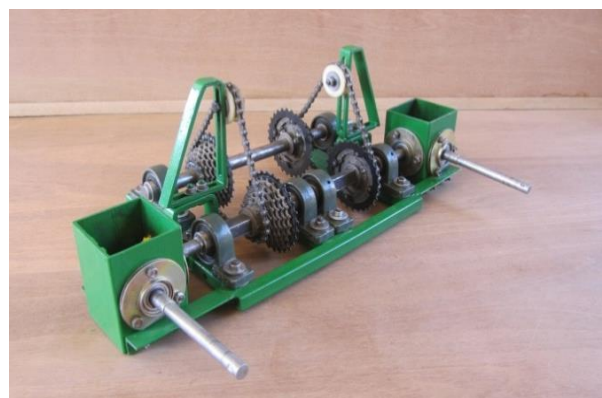


شکل ۸- تراکتور و ماشین کشت مخلوط در حال انجام تست صفحه گلی

مراحل انجام آزمون صفحه گلی

فاصله بین خطوط کشت توسط شاسی قابل تنظیم به گونه‌ای تنظیم شد که خطوط بذرها ذرت و لوبیا در یک موقعیت مناسب روی بستر گلی ریخته شوند. با توجه به فاصله بین بذرها انتخاب شده در جدول ۲، سرعت چرخش صفحه موزع توسط جعبه دنده تنظیم شد. برای جلوگیری از تخریب بستر گل توسط چرخ فشاردهنده و پوشاننده‌ها، باید آن‌ها در موقعیتی

ای طراحی و ساخته شد. این جعبه‌دنده از یک محفظه تشکیل شده که داخل آن دو چرخ‌دنده مخروطی از جنس تفلون فشرده قرار گرفته بود. برای ساخت محفظه از یک قوطی ۱۰×۱۰ به ضخامت ۰/۴ سانتی‌متر و طول ۱۲ سانتی‌متر استفاده شد. در مرکز دو دیواره این قوطی سوراخ هم مرکزی به قطر ۴/۶ سانتی‌متر ایجاد و بر روی هر یک از سوراخ‌ها یک بلبرینگ سوار گردید. محور خروجی جعبه دنده از داخل یکی از این بلبرینگ‌ها عبور می‌کرد و به یکی از چرخ‌دنده مخروطی متصل می‌شد. چرخ‌دنده مخروطی دیگر بر روی محور خروجی جعبه دنده ۹۰ درجه سوار شده بود. با اتصال این دو چرخ‌دنده مخروطی به یکدیگر، جهت چرخش به اندازه ۹۰ درجه تغییر می‌کرد. محفظه جعبه دنده ۹۰ درجه توسط پیچ و مهره به شاسی جعبه دنده متصل می‌شد.



شکل ۶- نمایی از جعبه‌دنده مکانیکی زنجیری

چرخ‌های حمل‌کننده

به منظور کنترل بهتر کارنده، زمانی که در سطح مزرعه کار می‌کند، از دو عدد چرخ حمل‌کننده جهت تحمل وزن جلو کارنده استفاده شد. برای اتصال محور هر یک از چرخ‌ها به تیرک افزار یک توپی و بازو طراحی گردید. توپی از یک استوانه آهنی به قطر ۷/۵ سانتی‌متر و طول ۱۰/۵ سانتی‌متر ساخته شد. در داخل توپی دو عدد بلبرینگ جهت دوران محور چرخ قرار داشت. توپی در یک موقعیت مشخص به بازو جوش داده شد. بازوها از قوطی ۶×۶ سانتی‌متری ساخته شده بودند تا به صورت کشویی در داخل قوطی تیرک افزار سوار شوند. زمانی که توسط شاسی قابل تنظیم، فواصل بین خطوط کشت تنظیم شود، برای جلوگیری از صدمه رساندن چرخ‌های حمل‌کننده به خطوط کشت قبلی باید موقعیت این چرخ‌ها در جهت افقی تغییر نماید. بدین منظور اتصال بازوی چرخ‌ها به تیرک افزار به صورت کشویی در نظر گرفته شد. ماشین کشت مخلوط در شکل ۷ نشان داده شده است.

چندتایی^۲، شاخص نکاشت^۴، شاخص کیفیت تغذیه^۵ و شاخص دقت^۶ بر پایه فاصله تئوری بین بذرهای (Smith, 1995) و (Kachman and).

شاخص چندتایی

شاخص چندتایی نشان دهنده این است که چند درصد از فواصل بین بذرهای کاشته شده در محدوده صفر تا ۰/۵ برابر فاصله تئوری قرار گرفته‌اند، به عبارت دیگر، چند درصد از بذرهای به صورت چندتایی کاشته شده‌اند.

$$D = \frac{n_1}{N} \times 100 \quad (\text{رابطه ۲})$$

در این رابطه:

D: شاخص چندتایی (%)

n_1 : تعداد فواصل کاشتی که در محدوده صفر تا ۰/۵ برابر فاصله تئوری قرار دارند.

N: تعداد کل فواصل اندازه‌گیری شده

شاخص نکاشت

شاخص نکاشت عبارتست از درصد فواصل بزرگ‌تر از ۱/۵ برابر فاصله تئوری که در آن n_j (j=3,4,5) فواصل در ناحیه زام و N تعداد کل فواصل است.

$$M = \frac{n_3+n_4+n_5}{N} \times 100 \quad (\text{رابطه ۳})$$

در این رابطه:

M: شاخص نکاشت (%)

n_3, n_4, n_5 : تعداد فواصل کاشتی است که به ترتیب $[X_{ref} ۲/۵ تا ۱/۵]$ ، $[X_{ref} ۳/۵ تا ۲/۵]$ و $[X_{ref} ۴/۵ تا ۳/۵]$ نواحی سوم تا پنجم نام‌گذاری می‌شوند.

N: تعداد کل فواصل اندازه‌گیری شده

شاخص کیفیت تغذیه

شاخص کیفیت تغذیه نشان می‌دهد که چند درصد از فواصل کاشت در محدوده ۰/۵ تا ۱/۵ برابر فاصله تئوری قرار دارند. بذرهای موجود در محدوده ۰/۵ تا ۱/۵ برابر فاصله تئوری به عنوان بذرهایی شناخته می‌شوند که در فاصله مناسب از یکدیگر کشت شده‌اند.

$$A = \frac{n_2}{N} \times 100 \quad (\text{رابطه ۴})$$

در این رابطه:

A: شاخص کیفیت تغذیه (%)

n_2 : تعداد فواصل کاشتی که در محدوده $[X_{ref} ۱/۵ تا$

قرار داده می‌شدند که هیچ نوع تماسی با بستر گل نداشته باشند. جهت حذف تأثیرات ارتفاع بر روی فاصله بین بذرهای ریخته شده روی بستر گل، شیاربازکن از روی شاسی محفظه موزع باز شد. پیچ تنظیم موقعیت شاسی مفصلی به گونه‌ای تنظیم شد که فاصله لوله سقوط از سطح بستر گل تقریباً ۳۰ میلی‌متر باشد. بعد از انجام تنظیمات فوق جهت حرکت از روی بستر گل دور موتور تراکتور روی ۱۹۰۰ دور در دقیقه ثابت نگه داشته شد. تراکتور با سرعت ثابت ۴ کیلومتر بر ساعت از روی بستر گل حرکت داده شد. بعد از پیمودن مسیر، فاصله ۵ متر میانی بستر گل علامت‌گذاری شد. تمام بذرهای ریخته شده در محدوده علامت‌گذاری شده شمارش و توسط کولیس فواصل بین بذرهای ریخته شده در این محدوده اندازه‌گیری شد (شکل ۹).



شکل ۹- خطوط بذرهای ذرت و لوبیا ریخته شده روی بستر گل

جدول ۲- فاصله بین بذرهای ذرت و لوبیا جهت انجام آزمون آزمایشگاهی

الگوهای کاشت	فاصله بین بذرهای ذرت (سانتی‌متر)	فاصله بین بذرهای لوبیا (سانتی‌متر)
الگوی کاشت اول	۵/۵	۲۱/۵
الگوی کاشت دوم	۸/۵	۱۸/۵
الگوی کاشت سوم	۱۱	۱۵
الگوی کاشت چهارم	۱۳	۱۲
الگوی کاشت پنجم	۱۶	۱۰

مشخصات بذرهای مورد استفاده

در این پژوهش از بذر ذرت، رقم هیبرید SC-704 با قوه نامیه ۸۸ درصد و درجه خلوص ۹۸ درصد و بذر لوبیا قرمز، رقم درخشان با قوه نامیه ۹۳ درصد و درجه خلوص ۹۷ درصد استفاده شد.

اندازه‌گیری متغیرهای آزمایشی

متغیرهای مورد بررسی در این پژوهش شامل شاخص

1. Multiple index
2. Miss index
3. Quality of feed index
4. Precision index

۰/۵) قرار دارند.

N: تعداد کل فواصل اندازه‌گیری شده

شاخص دقت

شاخص دقت نشان می‌دهد که فواصل کاشت بذرهایی که در محدوده ۰/۵ تا ۱/۵ برابر فاصله تئوری قرار دارند تا چه حد به فاصله کاشت تئوری نزدیک بوده است.

$$C = \frac{S_2}{X_{ref}} \times 100 \quad (\text{رابطه ۵})$$

در این رابطه:

C: شاخص دقت (%)

S₂: انحراف معیار فواصلی که در محدوده ۰/۵ تا ۱/۵ برابر

فاصله تئوری قرار دارند.

X_{ref}: فاصله کاشت تئوری

به منظور ارزیابی آزمایشگاهی ماشین کشت مخلوط بر روی صفحه گلی در پنج سطح مختلف فاصله بین بذر برای واحد کارنده ذرت و پنج سطح مختلف فاصله بین بذر برای واحد کارنده لوبیا، آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفتند. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم افزارهای SAS 9.1 و Excel 2007 انجام شد. جهت انجام آزمون مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمون آزمایشگاهی واحد کارنده لوبیا

شاخص چندتایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص چندتایی در جدول ۳ نشان داد که سطوح مختلف فاصله بین بذره‌های لوبیا روی خطوط کشت اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر روی شاخص چندتایی دارند. نتایج مقایسه میانگین‌ها در شکل ۱۰ نشان دهنده آن است که شاخص چندتایی در سطوح مختلف فاصله بین بذره‌های لوبیا روی خطوط کشت دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. بیشترین مقدار شاخص چندتایی مربوط به فاصله ۱۰۰ میلی‌متری بین بذرها و کمترین مقدار این شاخص با کاهش معنی‌دار ۷۷/۲٪ مربوط به فاصله ۲۱۵ میلی‌متری بین بذرها می‌باشد. نتایج نشان داد که با کاهش فاصله بین بذره‌های لوبیا روی خطوط کشت شاخص چندتایی افزایش یافته است.

شاخص نکاشت

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص نکاشت در جدول ۳ نشان دهنده این بود که سطوح مختلف فاصله بین بذره‌های لوبیا روی خطوط کشت دارای اثر معنی‌داری در سطح

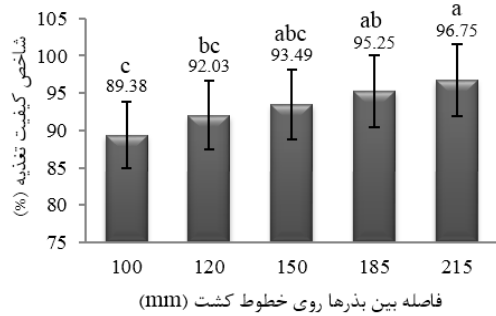
۱٪ بر روی شاخص نکاشت هستند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های شاخص نکاشت در سطوح مختلف فاصله بذره‌های لوبیا روی خطوط کشت در شکل ۱۱ نشان می‌دهد که فواصل بین بذره‌های ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متری دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نیستند ولی بین سایر فواصل بین بذرها اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نتایج کلی حاکی از این بود که شاخص نکاشت با افزایش فاصله بین بذره‌های لوبیا روی خطوط کشت کاهش پیدا کرده است. جهت افزایش فاصله بین بذرها روی خطوط کشت، سرعت چرخش صفحه موزع توسط جعبه دنده کاهش می‌یابد، در نتیجه با کاهش سرعت چرخش صفحه موزع، بذرها فرصت بیشتری پیدا می‌کنند که به سوراخ‌های صفحه موزع بچسبند و درصد سوراخ‌های بدون بذر صفحه موزع را کاهش دهند این موضوع می‌تواند یکی از دلایل احتمالی کاهش شاخص نکاشت در فاصله ۲۱۵ میلی‌متری بین بذرها باشد.

شاخص کیفیت تغذیه

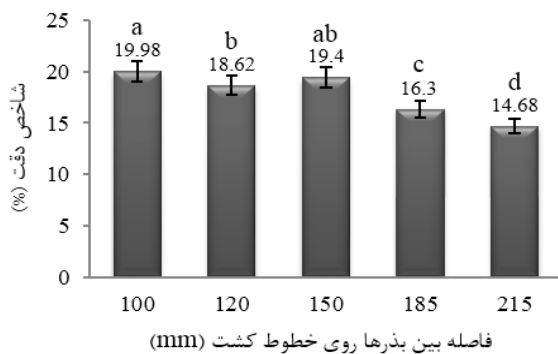
نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص کیفیت تغذیه بیانگر این بود که سطوح مختلف فاصله بین بذره‌های لوبیا روی خطوط کشت دارای اثر معنی‌داری در سطح ۵٪ بر روی شاخص کیفیت تغذیه می‌باشد (جدول ۳). همان‌طور که در شکل ۱۲ مشاهده می‌شود بیشترین مقدار شاخص کیفیت تغذیه مربوط به فاصله ۲۱۵ میلی‌متری بین بذرها می‌باشد. شاخص کیفیت تغذیه با کاهش فاصله بین بذرها کاهش می‌یابد به طوری که در فاصله ۱۲۰ میلی‌متری بین بذرها این شاخص نسبت به فاصله ۲۱۵ میلی‌متری کاهش معنی‌دار ۴/۸٪ دارد. در فاصله ۱۰۰ میلی‌متری بین بذرها شاخص کیفیت تغذیه با افت ۷/۶٪ روبه‌رو شده و به کمترین مقدار خود نسبت به سایر فواصل رسیده است. شاخص‌های چندتایی و نکاشت از جمله عوامل تأثیرگذار بر روی شاخص کیفیت تغذیه هستند، نتایج نشان داد که کاهش فواصل بین بذره‌های لوبیا روی خطوط کشت باعث افزایش شاخص‌های چندتایی و نکاشت می‌شود در نتیجه یکی از دلایل کاهش یافتن شاخص کیفیت تغذیه در اثر کاهش پیدا کردن فواصل بین بذره‌های لوبیا روی خطوط کشت، افزایش شاخص‌های چندتایی و نکاشت می‌باشد.

شاخص دقت

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص دقت در جدول ۳ حاکی از این بود که سطوح مختلف فاصله بین بذره‌های لوبیا روی خطوط کشت اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر روی شاخص دقت دارند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها در شکل ۱۳ نشان



شکل ۱۲- تأثیر فاصله بین بذرهای لوبیا بر شاخص کیفیت تغذیه



شکل ۱۳- تأثیر فاصله بین بذرهای لوبیا بر شاخص دقت

نتایج ارزیابی آزمایشگاهی واحد کارنده ذرت

شاخص چندتایی

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص چندتایی در جدول ۴ نشان می‌دهد که سطوح مختلف فاصله بین بذرهای ذرت روی خطوط کشت اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر روی شاخص چندتایی دارند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های شاخص چندتایی در شکل ۱۴ نشان دهنده این بود که کاهش فاصله بین بذرهای از ۱۶۰ میلی‌متری تا ۸۵ میلی‌متری موجب افزایش تدریجی شاخص چندتایی می‌شود اما در فاصله ۵۵ میلی‌متری بین بذرهای این شاخص با رشد چشمگیر ۵۶٪ نسبت به فاصله ۸۵ میلی‌متری بین بذرهای روبرو شده است.

شاخص نکاشت

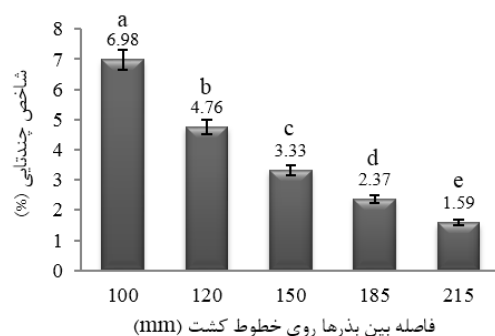
نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص نکاشت در جدول ۴ نشان داد که سطوح مختلف فاصله بین بذرهای ذرت روی خطوط کشت دارای اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر روی شاخص نکاشت هستند. شکل ۱۵ نمایانگر نتایج مقایسه میانگین‌های شاخص نکاشت در سطوح مختلف فاصله بین بذرهای ذرت روی خطوط کشت می‌باشد. نتایج کلی نشان می‌دهد، با کاهش یافتن فاصله بین بذرهای ذرت روی خطوط کشت شاخص نکاشت افزایش می‌یابد اما در فاصله ۸۵ میلی-

می‌دهد که شاخص دقت با افزایش فاصله بین بذرهای لوبیا روی خطوط کشت کاهش پیدا می‌کند. کاهش سرعت چرخش صفحه موزع باعث می‌شود، بذرهای زمانی که به نقطه جدا شدن از صفحه موزع می‌رسند به طور منظم‌تری از صفحه موزع جدا شوند و یک نقطه فرود یکنواخت‌تری داشته باشند. این امر موجب توزیع افقی بذرهای ریخته شده بر روی بستر گلی با یکنواختی بیشتر شده و در نهایت اختلاف کمتر فاصله بین بذرهای را نسبت به فاصله تئوری ایجاد می‌کند. نزدیک بود فاصله بین بذرهای به فاصله تئوری باعث می‌شود که انحراف معیار بذرهایی که در محدوده ۰/۵ تا ۱/۵ برابر فاصله تئوری قرار دارند کمتر شده در نتیجه شاخص دقت کاهش پیدا کند. از آنجا که در فاصله ۲۱۵ میلی‌متری بین بذرهای سرعت چرخش صفحه موزع نسبت به سایر فاصله‌ها کمتر است این موضوع را می‌توان به عنوان دلیل احتمالی کاهش شاخص دقت در این فاصله بین بذرهای مطرح کرد.

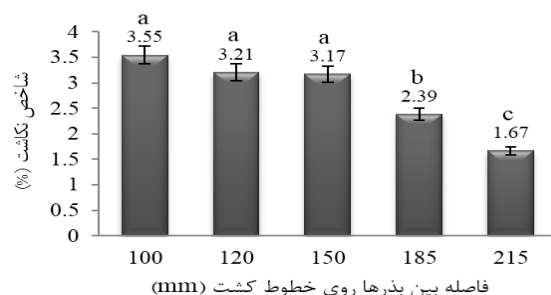
جدول ۳- چکیده تجزیه واریانس متغیرهای اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف فاصله بین بذرهای لوبیا روی خطوط کشت

منابع تغییر آزادی	درجه	شاخص چندتایی شاخص نکاشت	شاخص کیفیت تغذیه (%)	شاخص دقت (%)
تیمار	۴	۱۳/۶۴۴۷**	۱/۷۴۱۴**	۰/۳۹**
خطا	۱۰	۰/۰۶۱۵	۰/۰۸۸۵	۱۴/۹۷۵۷
ضریب تغییرات (%)		۶/۵۱۷	۱۰/۶۹۳	۳/۵۰۸۹

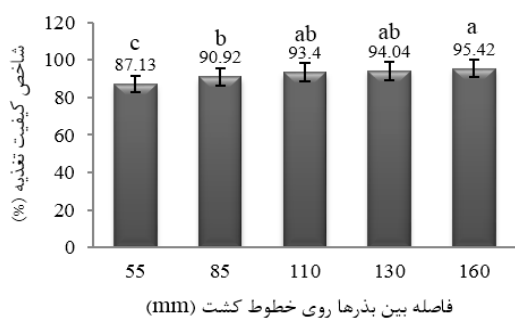
** و * به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪



شکل ۱۰- تأثیر فاصله بین بذرهای لوبیا بر شاخص چندتایی



شکل ۱۱- تأثیر فاصله بین بذرهای لوبیا بر شاخص نکاشت



شکل ۱۶- تأثیر فاصله بین بذرهای ذرت بر شاخص کیفیت تغذیه

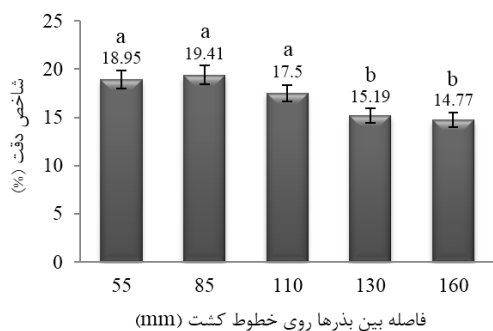
جدول ۴- چکیده تجزیه واریانس متغیرهای اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف فاصله بین بذرهای ذرت روی خطوط کشت

میانگین مربعات				
منابع تغییر آزادی	درجه شاخص چندتایی (%)	شاخص نکاشت (%)	شاخص کیفیت تغذیه (%)	شاخص دقت (%)
تیمار ۴	۱۸/۳۶۲۳*	۴/۶۷۰۳*	۳۱/۹۲۸۷*	۱۳/۴۸۹۸**
خطا ۱۰	۰/۰۴۲۴	۰/۰۶۶۳	۳/۵۲۱۶	۱/۱۷۹۳
ضریب تغییرات (%)	۵/۳۴۱۸	۶/۶۵۱۹	۲/۰۳۵۷	۶/۳۲۵۵

** وجود اختلاف معنی دار در سطح ۱٪

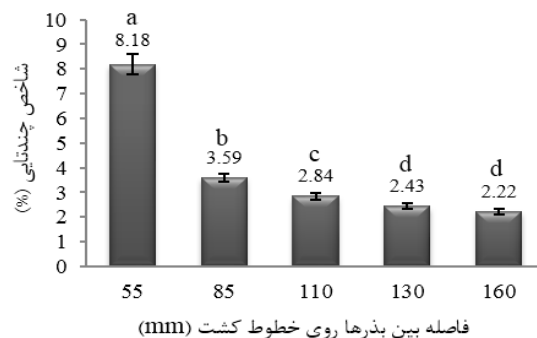
شاخص دقت

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص دقت در جدول ۴ نشان دهنده این بود که سطوح مختلف فاصله بین بذرهای ذرت روی خطوط کشت دارای اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر روی شاخص دقت هستند. شکل ۱۷ نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری میان سطوح مختلف فاصله ۵۵، ۸۵ و ۱۱۰ میلی‌متری بین بذرهای و همچنین فواصل ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌متری وجود ندارد، اما شاخص دقت با کاهش فاصله بین بذرهای ذرت افزایش می‌یابد. برخورد بذرهای به دیواره‌ی لوله سقوط بذر موجب ایجاد نوسان در سرعت فرود آنها می‌شود، همچنین شکل و اندازه و وزن بذرهای نیز روی سرعت فرود آنها تأثیر مستقیم می‌گذارد. نوساناتی که در سرعت فرود بذرهای وجود دارد باعث کاهش یکنواختی توزیع بذرهای روی خطوط کشت شده و در نتیجه موجب افزایش شاخص دقت می‌شود.

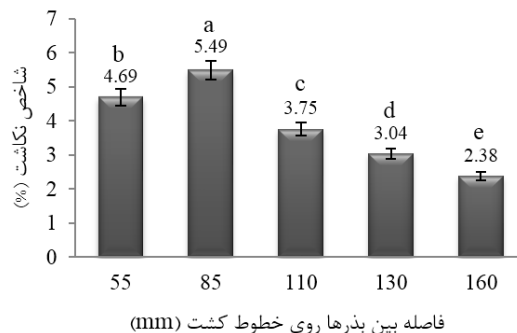


شکل ۱۷- تأثیر فاصله بین بذرهای ذرت بر شاخص دقت

متری بین بذرهای مقدار این شاخص نسبت به فاصله ۵۵ میلی - متری بین بذرهای بیشتر می‌باشد و در نتیجه بیشترین مقدار شاخص نکاشت در فاصله ۸۵ میلی‌متری بین بذرهای وجود دارد که احتمالاً به خاطر نوسانات سیستم انتقال نیرو است.



شکل ۱۴- تأثیر فاصله بین بذرهای ذرت بر شاخص چندتایی



شکل ۱۵- تأثیر فاصله بین بذرهای ذرت بر شاخص نکاشت

شاخص کیفیت تغذیه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص کیفیت تغذیه در جدول ۴ بیانگر آن است که سطوح مختلف فاصله بین بذرهای ذرت روی خطوط کشت اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر روی شاخص کیفیت تغذیه دارند. نتایج مقایسه میانگین‌های شاخص کیفیت تغذیه در سطوح مختلف فاصله بین بذرهای ذرت روی خطوط کشت نشان می‌دهد که در فاصله ۵۵ میلی‌متری بین بذرهای شاخص کیفیت تغذیه دارای کمترین مقدار خود، برابر با ۸۷/۱۳٪ می‌باشد (شکل ۱۶). کاهش شاخص کیفیت تغذیه در فاصله ۵۵ میلی‌متری بین بذرهای نشان دهنده این است که درصد تعداد بذرهای ریخته شده در محدوده ۰/۵ تا ۱/۵ برابر فاصله تئوری در این فاصله نسبت به سایر فواصل بین بذرهای کاهش پیدا کرده است که مطلوب نمی‌باشد. نتایج نشان می‌دهد، در فاصله ۱۶۰ میلی‌متری بین بذرهای شاخص کیفیت تغذیه رشد معنی‌دار ۸/۶٪ داشته است و مقدار آن به ۹۵/۴۲٪ رسیده است.

روی تست صفحه گلی در آزمایشگاه باعث شد تا واحدهای کارنده در شرایط تقریباً واقعی و نزدیک به سطح مزرعه عملیات کاشت را انجام دهد و تمام عواملی که موجب کاهش عملکرد واحدهای کارنده در این مرحله نسبت به حالت تئوری می‌شوند، تأثیرات خود را قبل از ارزیابی مزرعه‌ای نشان دهند، این عوامل شامل نوسانات وارده به واحدهای کارنده از طریق تراکتور، نوسانات سیستم انتقال نیرو به صفحه موزع و نوسانات موجود در سیستم موزع هستند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های به دست آمده از ارزیابی واحدهای کارنده ذرت و لوبیا در آزمایشگاه نشان دادند که افزایش فاصله بین بذرهای روی خطوط کشت باعث کاهش شاخص‌های چندتایی، نکاشت، دقت و افزایش شاخص کیفیت تغذیه می‌شود. این شرایط برای واحد کارنده ذرت در ارزیابی آزمایشگاهی مربوط به فاصله ۱۶۰ میلی-متری بین بذرهای واحد کارنده لوبیا در فاصله ۲۱۵ میلی-متری بین بذرهای واحد وجود آمد. ارزیابی ماشینی کشت مخلوط بر

REFERENCES

- Chen, C., Westcott, M., Neill, K., Wichman, D. & Knox, M. (2004). Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. *Agronomy. Journal*. 96, 1730-1738.
- Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Siahars, B. & Ramroudi, M. (2010). Effect of Planting Ratio and Harvest Time on Forage Quality of Maize in Maize-Cowpea Intercropping. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 41(3), 633-644. (In Farsi)
- FMO. (1976). Fundamentals of machine operation. Tractors. John Deere service publications. Deere & Company, Moline, Illinois.
- Gao, Y., Duan, A., Sun, J., Li, F., Liu, Z., Liu, H. & Liu, Z. (2009). Crop coefficient and water-use efficiency of winter wheat/spring maize strip intercropping. *Field. Crops. Res.* 111, 65-73.
- Kachman, S. D. & Smith J. A. (1995). Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. *Transaction of the ASAE*. 38(2):379-387.
- Keating, B. A. & Carberry, P. S. (1993). Resource capture and use in intercropping: solar radiation. *Field. Crops. Res.* 34, 273-301
- Koocheki, A., Hooseini, M. & Hashemi Dezfouli, A. (1995). *Sustainable agriculture systems*. Jahade Daneshgahi Mashhad press. (In Farsi)
- Koocheki, A., Lalehgani, B. & Najibnia, S. (2009). Evaluation of productivity in bean and corn intercropping. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 7(2), 605-614. (In Farsi)
- Mansouri-Rad, D. (2007). *Farm machinery and tractors*. Bu- Ali Sina University press. Voll. (In Farsi)
- Mazaheri, d. (1994). *Mixed agronomy*. Tehran university press. (In Farsi)
- Ofori, F. & Stern, W. R. (1987). Cereal-legume intercropping systems. *Adv. Agron.* 41: 41-90.
- Poggio, S. L. (2005). Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agric. Ecos. Environ.* 109: 48-58.
- Stepanoff, A. J. (1969). *Gravity Flow of Bulk Solids and Transportation of Solids in Suspension*, John Wiley & Sons Inc.
- Tsubo, M. & Walker, S. (2002). A model of radiation interception and use by a maize-bean intercrop canopy. *Agric. For. Meteorol.* 110, 203-215.
- Tsubo, M., Walker, S. & Mukhala, E. (2001). Comparisons of radiation use efficiency of mono-/inter-cropping systems with different row orientations. *Field Crops Res.* 71, 17-29.
- Vandermeer, J. H. (1989). *The Ecology of Intercropping*, Cambridge University Press. pp: 297.
- Xin, N. Q. & Tong, P. Y. (1986). Multiple cropping system and its development orientation in China (a review). *Sci. Agric. Sinica.* 4, 88-92.