Archive of SID

مجله مهندسی بیوسیستم ایران (۴۰) ۱، ۱۳۸۸ (۴۴-۳۵)

ارزیابی مزرعه‌ای دقیق کار سمبه‌ای با موزع صفحه‌ای مجهز به واحد کودکار جهت کشت ذرت

احمد امیدی[۱] و سید حسین کارپرور فرد*[۲]

۱، ۲، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار بخش مکانیک ماشین‌های کشاورزی،
دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۸۵/۴/۲۹- تاریخ تصویب: ۸۷/۸/۱)

چکیده

امروزه خاک‌ورزی حفاظتی به عنوان راه حلی مناسب جهت جلوگیری از فرسایش خاک از طریق حفظ بقایای محصول قبلی در سطح خاک مطرح می‌باشد. یک ایده جدید به منظور کشت دقیق بذر در سیستم خاک‌ورزی حفاظتی استفاده از کارنده‌های سمبه‌ای است که به راحتی در زمین‌های با بقایای انبوه کار می‌کنند. در این تحقیق از آزمایش فاکتوریل ۳×۲ در قالب بلوکهای کامل تصادفی شامل دو نوع کارنده (دقیق کار مرسوم با موزع صفحه‌ای و دقیق کار سمبه‌ای مجهز به واحد کودکار جهت کاشت همزمان کود و بذر در سیستم بی‌خاک‌ورزی) و سه سطح سرعت پیشروی (۳، ۵ و ۷ کیلومتر بر ساعت) به منظور تعیین اثرات نوع کارنده و سرعت پیشروی بر شاخص نکاشت، شاخص چندتایی، شاخص کیفیت تغذیه، میانگین عمق کاشت، سرعت سبزشدن، درصد جوانه زنی، ضریب تغییر فواصل، شاخص یکنواختی توزیع افقی بذر و شاخص دقت کاشت ذرت استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده نشان داد که برای هر دو کارنده افزایش سرعت پیشروی باعث افزایش شاخص نکاشت، شاخص دقت، ضریب تغییر فواصل و کاهش شاخص چندتایی و شاخص یکنواختی توزیع افقی بذر شد. همچنین اثر سرعت پیشروی بر درصد سبز شدن، سرعت سبزشدن و عمق کاشت معنی دار نبود($P<۰/۰۵$). هر دو کارنده در سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت بیشترین مقدار شاخص کیفیت تغذیه را داشتند. نتایج به دست آمده نشان داد که دقیق کار سمبه‌ای در سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت دارای بهترین عملکرد بوده است

واژه‌های کلیدی: دقیق کار سمبه ای، موزع صفحه‌ای، کاشت ذرت.

مقدمه

خاک ورزی و آماده سازی بستر بذر بخش عمده ای از هزینه، زمان و نیروی انسانی مورد نیاز برای کاشت محصولات کشاورزی را به خود اختصاص می‌دهد و بعضا عملیاتی که پس از شخم و قبل از کاشت با تردد ماشین‌های کشاورزی روی خاک انجام می‌شود باعث فشردگی دوباره خاک شده و اثر خاک‌ورزی اولیه را خنثی می‌کند. رایج‌ترین سیستم‌های خاک ورزی مورد استفاده در شرایط مختلف را می‌توان خاک‌ورزی مرسوم[۱] و خاک ورزی حفاظتی[۲] (شامل روشهای کم‌خاک‌ورزی[۳] بی‌خاک‌ورزی[۴]، خاک‌ورزی مالچی[۵] و خاک‌ورزی پشته‌ای[۶]) نام برد (Shafiee, 1995). از آنجایی که در روش خاک‌ورزی حفاظتی عملیات مکانیکی که روی خاک انجام می‌گیرد به ایجاد حفره‌ها و یا نوارهای باریکی برای قرارگیری بذرها منجر می‌شود، بنابراین به ماشین‌ها و تجهیزات کمتری نسبت به خاک‌ورزی مرسوم احتیاج است اما برای کاشت بذر به کارنده‌های ویژه‌ای نیاز می‌باشد.

امروزه استفاده از کارنده‌های سمبه‌ای به دلیل اینکه توانایی کاشت دقیق بذر را در زمین‌های با بقایای گیاهی دارند، به طور ویژه‌ای مورد توجه قرار دارد (Adekoya, and Buchele, 1987). طرز کار این نوع کارنده به این صورت است که ابتدا حفره‌هایی با فاصله و عمق یکسان در زمین ایجاد کرده و بذرها (همزمان با ایجاد حفره) به صورت تکی در این حفره‌ها قرار گرفته و با خاک پوشانده می‌شوند و به این ترتیب محیط مناسبی شامل تماس مناسب بذر با خاک، خاک فشرده زیر بذر و مهم‌تر از همه، فاصله و عمق یکسان بذرها تامین می‌گردد. بکار بردن چنین روشی برای بذرکاری در زمین‌های خاک‌ورزی نشده و شیبدار به دلیل آنکه هیچگونه شیاری در خاک به وجود نیامده و کمترین میزان جا به جایی خاک صورت گرفته، موجب جلوگیری از فرسایش خاک می‌گردد. استفاده از چنین کارنده‌ای برای کاشت محصولاتی که به فاصله دقیق کاشت حساس هستند مناسب می‌باشد (Srivastava, & Anibal, 1981). Jafari & Fornstrom

* نویسنده مسئول E-mail: Karparvar@shirazu.ac.ir

1. Conventional tillage
2. Conservation tillage
3. Minimum tillage
4. No-tillage
5. Mulch tillage
6. Ridge tillage

www.SID.ir

Archive of SID

(۲۹۷۲) دستگاه کارنده حفره‌ساز بیلچه‌ای برای کاشت چغندرقند طراحی کردند. کارکرد این ماشین به این صورت بود که ابتدا حفره‌هایی توسط ۶ عدد برآمدگی مخروطی که بر روی یک چرخ به قطر ۲۰ اینچ نصب شده بودند ایجاد می‌شد و سپس موزع که به طور مستقیم از چرخ حفره‌ساز نیرو می‌گرفت بذر را با سرعت مساوی ولی در خلاف جهت پیشروی دستگاه پرتاب می‌کرد. نتایج نشان داد که در سرعت‌های ۳، ۴ و ۵ مایل در ساعت(۴/۸، ۶/۴ و ۸ کیلومتر در ساعت) به ترتیب ۹۷/۶، ۹۶/۳ و ۹۴ درصد بذور در حفره‌ها قرار گرفتند و سیستم موزع به طور رضایت‌بخشی در سرعت ۵ مایل در ساعت کار کرد.

Pinter et al. (۱۹۷۸) تراکم بوته ذرت و یکنواختی فواصل قرارگیری آنها را اندازه‌گیری کرده و رابطه آن را با عملکرد دانه مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که بالاترین مقدار عملکرد در حالتی به دست می‌آید که بهترین یکنواختی در فواصل قرارگیری بوته‌ها وجود داشته باشد.

Khan et al. (۱۹۹۲) اثر سرعت پیشروی بر یکنواختی فاصله بذرها را مورد بررسی قرار دادند. سرعت‌هایی که برای این آزمایش در نظر گرفته شد عبارت بودند از ۵، ۷ و۹ کیلومتر بر ساعت. نتایج نشان داد که در سرعت پیشروی ۵ کیلومتر بر ساعت، بهترین یکنواختی از نظر فاصله بذرها به دست می‌آید. یعنی در این سرعت، ضریب تغییرات حداقل بوده است.

Dowlati, & Karparvarfard (۲۰۰۶) اقدام به ساخت و ارزیابی یک دستگاه کارنده حفره‌ساز با موزع نیوماتیکی جهت کشت ذرت نمودند. با توجه به نتایج به دست آمده از ارزیابی آزمایشگاهی و مزرعه‌ای مشخص شد که افزایش سرعت پیشروی باعث کاهش شاخص کیفیت تغذیه و افزایش شاخص دقت، شاخص نکاشت، انحراف استاندارد فاصله افقی بذرها، ضریب تغییر فاصله افقی بذرها، فاصله بذرها از مرکز حفره‌ها و همچنین کاهش درصد قرارگیری بذرها در درون حفره‌ها و تا حدودی کاهش میانگین عمق کاشت گردید.

Sabouri Germi (۲۰۰۲) یک دستگاه دقیق کار حفره‌ساز با موزع صفحه‌ای را برای کشت ذرت طراحی و ارزیابی نمود. نتایج به دست آمده نشان داد که در مورد شاخص چندتایی بین سرعت‌های مختلف در شرایط آزمایشگاهی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در مزرعه نوع خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر این شاخص نداشته است ولی اثر سرعت پیشروی معنی‌دار بوده است. اثر سرعت پیشروی بر شاخص نکاشت و شاخص کیفیت تغذیه در مزرعه و آزمایشگاه معنی‌دار بود. همچنین میانگین‌های عمق کاشت در سطوح مختلف سرعت دارای اختلاف معنی‌داری بود. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید که این کارنده برای کار در زمین‌های کلشی و کاشت بی‌خاک‌ورزی مناسب است.

توانایی قرار دادن بذرها در فاصله مورد نظر به صورت مجزا و ردیفی، یک فاکتور مهم در ارزیابی کارکرد کارنده محسوب می‌شود. فاصله بین بوته‌ها روی ردیف تحت تأثیر تعدادی از عوامل مانند: چند بذر سقوط داده شده در یک زمان، عدم سقوط بذر در زمان مورد نظر و عدم سبز شدن بذر می‌باشد. در شرایط مزرعه، اغلب اندازه گیری مستقیم فاصله افقی قرارگیری بذور اگر غیرممکن نباشد، بسیار مشکل است. یک راهکار، اندازه‌گیری فواصل قرارگیری بین بوته‌ها (بعد از اطمینان از سبز شدن بذرها) است. مکانیزم سنجش بذر (موزع) ممکن است در یک لحظه عمل انتخاب یا سقوط دادن بذر را به درستی انجام ندهد و در نتیجه فواصل بزرگی بین بذرها ایجاد شود. طرح لوله سقوط بذر، شامل طول، سطح مقطع و وضعیت سطح داخلی لوله، در تعیین مکان نهایی قرارگیری بذر موثر است. همچنین ممکن است بذر نتواند جوانه بزند و یا جوانه نتواند از خاک بیرون آید که نتیجه آن ایجاد پرش (جای خالی) بین بوته‌ها است. بنابراین هنگامیکه همه بذرها نتوانند سبز شوند توزیع فواصل قرارگیری بوته‌ها با توزیع قرار گیری بذرها متفاوت خواهد بود (Kachman, & Smith, 1995).

بنابراین در این تحقیق با توجه به اهمیت فاصله بین بوته‌ها، مکانیزم سنجش بذر، طرح لوله سقوط، عدم جوانه زنی بذر و لزوم قرار گرفتن کود به صورت نواری، ارزیابی مزرعه‌ای دقیق کار سمبه‌ای با موزع صفحه‌ای مجهز به واحد کودکار از طریق شاخص‌های نکاشت، چندتایی، کیفیت تغذیه، عمق کاشت، سرعت سبز شدن، درصد سبز شدن، ضریب تغییر فواصل، شاخص یکنواختی توزیع افقی بذر و دقت در مقایسه با دقیق کار مرسوم کاشت ذرت با موزع صفحه‌ای، واحد کودکار و فاروئرهای مشابه مورد توجه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پس از تهیه نقشه کلی و الحاق یک واحد کودکار، اقدام به ساخت یک واحد دقیق کار سمبه‌ای در کارگاه فنی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز گردید (شکل۱).

اجزای دقیق کار حفره ساز

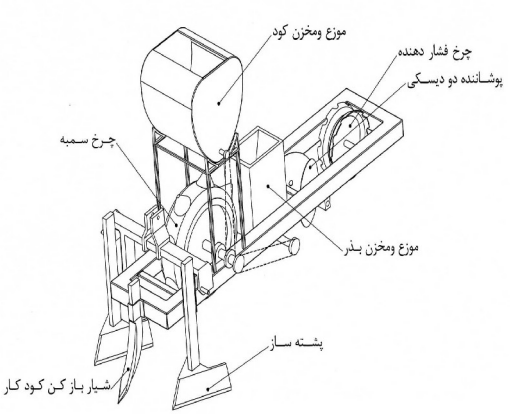
قسمت‌های مختلف دقیق کار عبارتند از:

۱. شاسی ۲. چرخ حفره‌ساز ۳. موزع بذر ۴. بشقابهای پوشاننده بذر ۵. چرخ فشار دهنده ۶. سیستم انتقال نیرو ۷.شیاربازکن‌ها ۸. واحد کودکار. در شکل (۲) نمایی از دقیق کار سمبه‌ای در حال کاشت نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

شاسی: با توجه به وزنی که شاسی باید متحمل شود و در نظر گرفتن ضریب اطمینان بالا، برای ساخت شاسی از پروفیل فلزی ۸×۴ سانتی‌متر استفاده شد. عرض شاسی ۳۵ سانتی‌متر و طول آن ۱۹۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.



شکل ۱ـ نمای سه بعدی دستگاه حفره‌ساز سمبه‌ای

چرخ حفره‌ساز: واحد حفره‌ساز(چرخ حفره‌ساز) متشکل از ۸ عدد مخروطی است که بر روی استوانه فلزی به قطر ۵۰ سانتی‌متر قرار گرفته‌اند (شکل۳). با حرکت چرخ پانچ روی خاک حفره‌هایی با عمق و فاصله یکسان به وجود خواهد آمد. با توجه به تحقیقات انجام شده زاویه رأس مخرطی ها ۹۰ درجه در نظر گرفته شدند. زیرا مخروطی با زاویه کمتر از ۹۰ درجه، هنگام خروج از زمین،به هم خوردگی خاک و در نتیجه پر شدن حفره‌های ایجاد شده را به همراه خواهد داشت. از طرفی مخروطی‌هایی با زاویه بیش از ۹۰ درجه، حفره‌هایی با دهانه خیلی باز ایجاد می‌کنند لذا بهترین زاویه رأس برای مخروطی‌ها ۹۰ درجه می‌باشد (Kachman, & Smith, 1995). ارتفاع مخروطی‌ها ۶ سانتی‌متر و شعاع آنها ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

شکل ۲ـ نمایی از کارنده حفره‌ساز در حال کاشت

شکل ۳ـ نمایی از چرخ حفره‌ساز

موزع بذر: موزع بذر از نوع صفحه‌ای با ۱۶ عدد حفره بذر می‌باشد که در کف مخزن قرار گرفته است. در این تحقیق از صفحه بذر ذرت و با حفره‌های متناسب با اندازه بذرها استفاده گردید.

بشقاب‌های پوشاننده: به منظور سهولت کار کارنده در زمین‌های کلشی از پوشاننده‌های بشقابی استفاده شد که به راحتی قادر به برش بقایای گیاهی بوده و در خاکهای سخت نفوذ می‌کنند. پوشاننده‌ای که برای کارنده مورد نظر استفاده شد، شامل دو بشقاب به ضخامت ۵ و قطر ۳۴۰ میلی‌متر با لبه‌های صاف بود. زاویه بشقاب‌ها نسبت به هم ۲۵ درجه و فاصله بین لبه بشقاب‌ها در جلو ۲۲۰ میلی متر و در انتها ۱۱ میلی‌متر در نظر گرفته شد.

چرخ فشار دهنده: از چرخ فشار دهنده فلزی به منظور تماس مناسب بذر با خاک استفاده گردید. این چرخ توسط یک محور و دو یاتاقان به شاسی وصل می‌شد.

سیستم انتقال نیرو: نیروی مورد نیاز موزع بوسیله چرخ زنجیر و از طریق چرخ حفره‌ساز تامین می‌گردید. چرخ دنده‌های مخروطی موزع دارای نسبت سرعت ۱ به ۲ می‌باشد، لذا نسبت سرعت چرخ زنجیر متصل به چرخ حفره‌ساز به چرخ زنجیر متصل به موزع یک به یک در نظر گرفته شد. بنابراین با یک دور گردش چرخ حفره‌ساز، صفحه بذر ۱۸۰ درجه چرخیده و در نتیجه در هر حفره یک بذر قرار گرفت.

فاروئرها (پشته سازها): به منظور ایجاد جوی و پشته جهت آبیاری مزرعه از یک جفت فاروئر که به فاصله ۷۵ سانتی‌متر بر روی شاسی کارنده نصب شده بود استفاده شد.

واحد کودکار

به دلیل آنکه قرار دادن کود و بذر در کنار هم و در حفره‌های ایجاد شده توسط چرخ حفره‌ساز بر جوانه‌زنی بذر اثر نا مطلوب می‌گذارد و به طور کلی توصیه نمی‌شود و نیز ایجاد حفره‌های جداگانه برای قرارگیری کود توسط چرخ حفره‌ساز مجزا باعث پیچیدگی کارنده می‌شد و از طرف دیگر با توجه به مزایای قرار دادن کود به صورت نواری در ناحیه زیر و یا کنار بذر، استفاده از این روش در این تحقیق مدنظر قرار گرفت (۱۴). لذا به منظور تکمیل ساختاری دقیق کار سمبه ای، اقدام به الحاق یک واحد کودکار با شیار بازکن کود به کارنده گردید..

قسمتهای مختلف واحد کودکار عبارتند از:

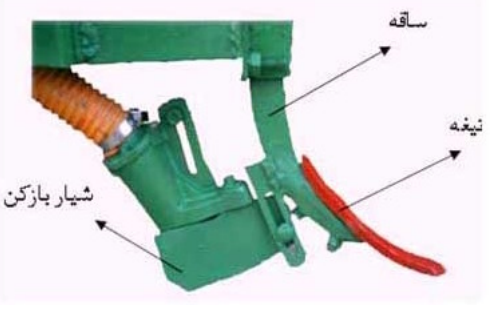
۱. شاسی ۲. شیار بازکن کود ۳. موزع ۴. مخزن کود ۵.سیستم انتقال نیرو ۶. لوله سقوط.

www.SID.ir

Archive of SID

شاسی: در ساخت شاسی کودکار از پروفیل فلزی ۲×۲ سانتی متر استفاده شد. شاسی کودکار به شاسی اصلی کارنده به نحوی وصل می‌شد که علاوه بر امکان تامین نیرو از چرخ حفره ساز کمترین فاصله بین خروجی موزع و شیار بازکن به وجود آید.

شیار بازکن کود: واحد کودکار بنحوی بود که با استفاده از یک تیغه باریک و یک شیار بازکن که بلافاصله پس از تیغه قرار می‌گرفت، امکان استقرار کود در هر موقعیت دلخواه نسبت به بذر مهیا شد. سست شدن خاک ناشی از عمل شیاربازکن و به وجود آمدن محیط مناسبی برای رشد ریشه و قرارگیری کود و بذر در این ناحیه از مزایای بکارگیری شیار بازکن می‌باشد. کود به صورت نواری، و حدود ۵ سانتی‌متر در ناحیه زیر و کنار بذر قرار می‌گرفت. همان طوری که در شکل (۴) مشاهد می‌شود شیار بازکن شامل یک ساقه نازک با سطح مقطع به ابعاد ۲×۴/۵ سانتی‌متر، یک تیغه چیزل با طول ۲۵ سانتی‌متر و عرض ۵ سانتی‌متر می‌باشد. شیاربازکن به نحوی مستقر شده که در حین کار تیغه، قبل از آنکه خاک پشت تیغه را پر کند کود به صورت نواری در عمق مورد نظر قرار می‌گرفت. شیاربازکن به نحوی به تیغه وصل شده که بتوان عمق شیار را تغییر داد، بدون آنکه موقعیت عمودی نوار کود نسبت به بذر تغییر کند. بعلاوه موقعیت افقی نوار کود نیز قابل تغییر می‌باشد. نحوه قرارگیری کود و بذر نسبت به هم در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل ۴ـ نمایی از شیارباز کن کود

شکل ۵ـ موقعیت قرارگیری نسبت به بذر

سیستم انتقال نیرو: نیروی مورد نیاز موزع کودکار از طریق چرخ زنجیر و از چرخ حفره ساز تامین شد. به منظور تامین قابلیت تنظیم کودکار برای مقادیر مختلف کود در هکتار با تعویض چرخ زنجیر استفاده گردید.

موزع: موزع کودکار از نوع مارپیچی بود که در کف مخزن نصب می‌شد. به منظور تنظیم مقدار کود در واحد سطح، لوله سقوط کود از محل شیار بازکن کود جدا کرده و برای هر نسبت چرخ زنجیر(نسبت تعداد دندانه چرخ زنجیر محرک به متحرک)، چرخ حفره ساز ده دور گردانیده شد و کود خارج شده از لوله سقوط وزن گردید. این کمیت بر حاصل ضرب مسافت طی شده در عرض کار تقسیم گردیده و به واحد کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. با ترکیب چرخ زنجیرهای های مختلف امکان مصرف ۶۲/۵ تا ۶۴۴ کیلوگرم کود در هکتار مهیا بود.

طرز کار دقیق کار سمبه‌ای

طرز کار این دستگاه به این صورت است که ابتدا چرخ حفره‌ساز (متشکل از هشت عدد مخروطی که بر روی استوانه‌ای به قطر ۵۰ سانتی‌متر نصب شده‌اند) حفره‌هایی به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و عمق ۶ سانتی‌متر در زمین ایجاد می‌کرد (شکل۶). سپس موزع بذرها را انتخاب کرده و از طریق لوله سقوط و به صورت هماهنگ به حفره های ایجاد شده منتقل می‌کرد. پس از قرار گرفتن بذرها در حفره‌ها پوشاننده دو بشقابی روی بذرها را با خاک می‌پوشاند و سپس چرخ فشار دهنده باعث فشردن بذر به خاک می‌شد. با توجه به ساختار کارنده، هماهنگی بین موزع و چرخ پانچ از اهمیت به سزایی برخوردار بود، لذا پس از ایجاد حفره، موزع می‌بایستی به صورت هماهنگ بذر را در داخل حفره‌های ایجاد شده می‌انداخت. بنابراین قبل از کار کارنده می‌بایست هماهنگی بین موزع و چرخ حفره ساز بررسی می‌شد. این کار با تغییر زاویه چرخشی چرخ حفره ساز نسبت به صفحه موزع صورت می‌گرفت.

شکل ۶ـ نحوه ایجاد حفره‌ها در خاک

www.SID.ir

Archive of SID

فاصله نوار کود و بذر: برای ارزیابی دقت قرارگیری نوار کود در موقعیت مورد نظر در ردیف‌های کاشت و در کرتهای مختلف اندازه‌گیری متغیرها، فاصله عمودی و افقی نوار کود و بذر و کمترین فاصله بذر و نوار کود مد نظر قرار گرفت. به منظور اندازه گیری فاصله افقی و عمودی نوار کود و بذر، پس از کاشت بذر و قبل از آبیاری فواصلی در هر کرت به صورت تصادفی انتخاب شده، بر روی ردیف و عمود بر جهت کاشت گودال هایی حفر گردید و همان طوری که در شکل (۵) نشان داده شده این فواصل اندازه گیری شدند.

ارزیابی مزرعه‌ای

برای ارزیابی مزرعه‌ای از طرح آزمایش فاکتوریل ۳×۲ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، شامل ۲ تیمار (کارنده سمبه‌ای، کارنده مرسوم) و ۳ سرعت پیشروی (سرعت‌های پیشروی ۳، ۵ و ۷ کیلومتر بر ساعت) و ۴ تکرار (در مجموع ۲۴ کرت) استفاده گردید. کارنده مرسوم (ردیف کار مرسوم) دارای موزع صفحه‌ای، فاروئر (پشته‌ساز) و مجهز به کودکاری مشابه باکارنده سمبه‌ای بوده و نیروی محرکه آن از چرخ فشار دهنده فلزی تامین می‌گردید. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ که متداول‌ترین روش علمی‌جهت مقایسه میانگین‌ها است، انجام گرفت.

آزمایش‌ها در قطعه زمینی (به مساحت ۰/۳ هکتار) واقع در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در ۱۵ کیلومتری شمال غربی شیراز در منطقه باجگاه انجام گردید. بافت خاک زمین مورد استفاده رسی شنی (شن۳۳٪ سیلت درشت ۳۲٪، سیلت ریز ۷٪ و رس ۲۸٪) بود. زمین مورد نظر قبلاً زیر کشت گندم رفته و بقایا تقریبا به صورت یکنواخت در سطح آن پخش شده بود. بقایای سطحی قبل از انجام آزمایشها اندازه گیری شد و مقدار آن ۲/۸۵ تن در هکتار به دست آمد. در این تحقیق طول هر کرت ۱۵ متر و عرض آن ۳ متر در نظر گرفته شد. در طول ۱۰ متر از هر کرت شاخص‌های مورد نظر اندازه‌گیری شدند. قبل از عملیات کاشت تنظیمات اولیه روی هر دو کارنده صورت گرفت و موقعیت تیمارها به طور تصادفی در هر کرت مشخص شد (شکل۷).

از آنجا که کارنده مرسوم باید در زمین خاک‌ورزی شده کشت می‌نمود و کارنده سمبه‌ای در زمین کم خاک‌ورزی، بنابراین پس از انتخاب زمین و انجام کرت‌بندی ابتدا قسمت‌هایی از زمین که می‌بایست توسط کارنده مرسوم کشت شود شخم خورده و سپس بوسیله دیسک نرم شده و به کمک تیغه تسطیح مسطح گردید. به منظور سهولت ایجاد جوی و پشته در زمین شخم نخورده قبل از کاشت، زمین یک بار دیسک زده شد. پس از انجام کاشت که بواسطه نصب فاروئر برروی هر دو دستگاه، به صورت جوی و پشته‌ای صورت گرفت کرت‌ها آبیاری شدند. چند روز پس از آبیاری تعداد بذرهای سبز شده در مکان‌های مشخص شده در هر کرت به صورت روزانه برای محاسبه سرعت سبز شدن ثبت گردید. آبیاری تا حصول اطمینان از سبز شدن همه بذرها انجام می‌شد.

در این آزمایش تعداد بذرهای سبزشده در هر روز برای محاسبه سرعت سبز شدن، فاصله هر بوته تا نزدیک ترین بوته مجاور آن برای محاسبه ضریب تغییر فواصل بین بوته ها، شاخص یکنواختی توزیع افقی بذر، شاخص چندتائی، شاخص نکاشت، شاخص کیفیت تغذیه، دقت (که بر اساس فاصله تئوری بنا شده اند بعنوان معیاری برای بیان چگونگی توزیع افقی بذور در خاک و ارزیابی ماشین کاشت)، تعداد بوته در واحد طول، درصد کل سبزشدن، و عمق قرارگیری بذور برای محاسبه میانگین عمق کشت جهت به دست آوردن یکنواختی عمق کاشت اندازه گیری شدند.

اندازه گیری متغیرهای آزمایشی

سازمان استاندارد جهانی برخی اندازه‌گیری‌ها را بر اساس فاصله تئوری برای کارنده‌ها تعریف کرده است که شامل شاخص چندتایی، شاخص نکاشت، شاخص کیفیت تغذیه و دقت می‌باشد. فاصله تئوری عبارت است از فاصله بین بوته‌ها با فرض اینکه هیچگونه پرش، بذرهای کنار هم (چندتایی) و یا تغییر پذیری در فواصل وجود نداشته باشد و کارنده بر اساس ویژگی‌های کارخانه سازنده کار کند. برای محاسبه شاخص چندتایی، شاخص نکاشت، کیفیت تغذیه و دقت، فاصله‌های اندازه‌گیری شده به پنج ناحیه زیر تقسیم‌بندی شدند:

$[۰، ۰/۵ X_{ref}]$

$[۰/۵ X_{ref}، ۱/۵ X_{ref}]$

$[۱/۵ X_{ref}، ۲/۵ X_{ref}]$

$[۲/۵ X_{ref}، ۳/۵ X_{ref}]$

$[۳/۵ X_{ref}، \infty]$

برای اندازه‌گیری شاخص چند تایی، کیفیت تغذیه، نکاشت، دقت و ضریب تغییر فواصل، طول ۱۰ متر از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب گردید. فواصل بین تمام بوته‌ها اندازه‌گیری شده و تعداد بوته‌ها در نواحی پنجگانه فوق‌الذکر ($n_1,n_2,..n_5$) مشخص شدند.

شاخص چندتایی: شاخص چندتایی (D)، عبارت است از درصد فواصل کمتر یا مساوی نصف فاصله تئوری، که در آن n_1 تعداد فواصل در این ناحیه، و N تعداد کل فواصل است.

$$D = \frac{n_1}{N} \times 100 \qquad (۱$$

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص نکاشت: شاخص نکاشت (M) عبارت است از در صد فواصل بزرگتر از ۱/۵ برابر فاصله تئوری (نواحی n_3، n_4 و n_5)که در آن N تعداد کل فواصل است.

$$M=\frac{n_3+n_4+n_5}{N}\times 100 \qquad (۲$$

شاخص کیفیت تغذیه: شاخص کیفیت تغذیه (A) عبارت است از درصدی از فواصل که بیشتر از نصف و کمتر از ۱/۵ برابر فاصله تئوری باشند. n_2 تعداد فواصل در ناحیه دوم و N تعداد کل فواصل است.

$$A=\frac{n2}{N}\times 100 \qquad (۳$$

شاخص دقت: دقت (C) عبارتست از ضریب تغییر فواصلی که به صورت تکی طبقه‌بندی شده‌اند و از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$C=\frac{S_2}{\overline{X}_{ref}} \qquad (۴$$

که در آن S_2 انحراف استاندارد نمونه‌های ناحیه ۲ و $\overline{X}_{ref}$ فاصله تئوری می‌باشد.

شاخص یکنواختی توزیع افقی بذر

برای به دست آوردن شاخص یکنواختی توزیع بذر در سطوح افقی (s_e) از معادله زیر استفاده گردید (معادله سناپاتی):

$$s_e=\left(1-\frac{y}{D}\right)\times 100 \qquad (۵$$

که در آن:

y: میانگین قدر مطلق تفاضل فاصله بذرها از متوسط فاصله آنها

D: متوسط فاصله بذرها از یکدیگر

درصد کل سبز شدن: تعداد بذرهای سبزشده در ۱۰ متر از هر یک از ردیف‌های کاشته شده که به طور تصادفی انتخاب شده و یا میخ‌های چوبی مشخص گردیده بود، در کلیه کرت‌ها به طور روزانه شمارش گردیده تا تعداد بوته‌های سبز شده در تمام کرت‌ها به وضعیت ثابتی رسیده و افزایش پیدا نکند. عدد به دست آمده بعنوان تعداد بوته در ۱۰ متر در نظر گرفته شد و تعداد بوته سبز شده در واحد طول محاسبه گردید. برای تعیین درصد بذرهای سبزشده، تعداد بذرهای سبز شده در واحد طول که برای هر تیمار به دست آمده بود در رابطه زیر قرار داده شده و درصد کل سبز شدن (M) محاسبه گردید:

$$M=\left[\frac{A}{(B)\times(P)\times(G)}\right]\times 100 \qquad (۶$$

که در آن:

A: تعداد بوته سبز شده در واحد طول

B: تعداد بذر کاشته شده در واحد طول

P: درصد خلوص بذر

G: قوه نامیه بذر است.

سرعت سبز شدن: پس از عملیات تهیه زمین، کاشت و آبیاری، ۱۰ متر از طول ردیف‌های کاشته شده در هر کرت به طور تصادفی برای نمونه‌برداری و در نتیجه محاسبه سرعت سبزشدن، بوسیله دو میخ چوبی مشخص شد. میزان تراکم نهائی گیاه در هر روز با توجه به شمارش تعداد گیاهانی که در این طول معین از ردیف کاشت و در یک روز مشخص از خاک خارج شده بودند، محاسبه گردید و شاخص سرعت سبز شدن با استفاده از فرمول زیر به دست آمد:

$$ERI=\sum_{n=1}^{X}\frac{EMG_n-EMG_{n-1}}{DAP_n} \qquad (۷$$

که در آن:

EMG_n درصد بذرهای سبز شده در مشاهده n ام، EMG_{n-1} درصد بذرهای سبز شده در مشاهده n-1ام و DAP_n تعداد روزهای گذشته بعد از کاشت که n امین قرائت صورت گرفته است.

متوسط عمق قرارگیری بذر: یک روش مناسب برای اندازه‌گیری عمق کاشت بذر، اندازه‌گیری پس از سبز شدن است. بدین منظور پس از سبز شدن و استقرار بوته ها، ۱۰ متر از طول هر کرت به صورت تصادفی در نظر گرفته شده و کلیه بوته های واقع در این محدوده مشخص از ریشه بیرون آورده شده و بوسیله خط کش فاصله محل بذر تا انتهای قسمتی که زیر خاک بوده است اندازه‌گیری شد.

ضریب تغییر فواصل بوته‌ها: ضریب تغییر برای مقایسه دو نمونه یا دو صفت همانند و یا مختلف با یکدیگر به صورت فرمول زیر بیان می‌شود.

$$CV=\frac{100S}{\overline{X}} \qquad (۸$$

که در آن:

S: انحراف معیار فواصل بین بوته‌ها

$\overline{X}$: میانگین فواصل بین بوته‌ها می‌باشد.

نتایج و بحث

جدول‌های ۱ و ۲ به ترتیب تجزیه واریانس مربوط به تاثیر سرعت پیشروی و نوع کارنده بر پارامترهای اندازه‌گیری شده نشان می‌دهند. اثر سرعت پیشروی بر شاخص نکاشت، چندتایی، کیفیت تغذیه، ضریب تغییر فواصل و دقت معنی‌دار، و بر میانگین عمق کاشت، سرعت سبز شدن و درصد سبز شدن معنی‌دار نمی‌باشد. اثر نوع کارنده بر شاخص نکاشت، کیفیت تغذیه، میانگین عمق کاشت، سرعت سبز شدن و درصد سبز شدن، معنی‌دار و بر شاخص چندتایی، ضریب تغییر فواصل و دقت معنی‌دار نمی‌باشد. جدول‌های ۳ و ۴ به ترتیب مقایسه

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین‌های پارامترهای مورد نظر در سطوح مختلف سرعت پیشروی مربوط به دقیق کار سمبه‌ای و دقیق کار مرسوم را نشان می‌دهند.

جدول۱- تجزیه واریانس مربوط به تاثیر سرعت پیشروی بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده هر دو کارنده

پارامتر اندازه گیری شده	میانگین مربعات
شاخص نکاشت	۲۲۴/۳۳ **
شاخص چندتایی	۸۱/۳۳ **
شاخص کیفیت تغذیه	۶۲/۴۲ **
میانگین عمق کاشت	۰/۲۵۱ ns
میانگین سرعت سبز شدن	۰/۴۳۲ ns
درصد سبز شدن	۸/۶۵۶ ns
ضریب تغییر فواصل	۷۸/۵۰۸ *
شاخص دقت	۰/۰۱۲ **
شاخص یکنواختی توزیع افقی بذر	۳۰/۴۶۳ *

* و ** وجود اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد ۳۰/۴۶۳*

جدول۲- تجزیه واریانس مربوط به تاثیر نوع کارنده بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده

پارامتر اندازه گیری شده	میانگین مربعات
شاخص نکاشت	۳۹/۱۵۱ **
شاخص چندتایی	۱/۳۵ ns
شاخص کیفیت تغذیه	۳۷/۷۶ *
میانگین عمق کاشت	۱/۷۵۵ **
میانگین سرعت سبز شدن	۲/۸۸۴**
درصد سبز شدن	۲۱۳/۰۱ **
ضریب تغییر فواصل	۵۲/۸۲۷ ns
شاخص دقت	۰/۰۰۶ ns
شاخص یکنواختی توزیع افقی بذر	۸/۵۵ns

* و ** وجود اختلاف معنی دار به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- میانگین مربوط به اثر سطوح مختلف سرعت پیشروی بر شاخص‌های مورد نظر در مزرعه برای دقیق کار سمبه‌ای

شاخص	سطوح مختلف سرعت پیشروی (کیلومتر در ساعت)		
	۳	۵	۷
شاخص نکاشت (٪)	۱۴/۵۲cd	۱۷/۳۳ c	۲۵/۶۶ a
شاخص چندتایی (٪)	۱۷a	۱۳/۳۳b	۱۰/۳۳b
شاخص کیفیت تغذیه (٪)	۶۸/۳۹ab	۷۰/۰۱ a	۶۴/۰۸ b
میانگین عمق کاشت (سانتی‌متر)	۵/۲۵a	۴/۹۲ ab	۴/۶۲ b
میانگین سرعت سبز شدن	۷/۸۷b	۸/۲۵ ab	۸/۶۷۵ a
درصد سبز شدن (٪)	۸۱/۵bc	۷۷/۷۵ c	۷۸/۷۵ c
ضریب تغییر فواصل (٪)	۵۶/۵۶bc	۵۹/۸۶ abc	۶۳/۸۲ a
شاخص دقت (٪)	۰/۲۴۵bc	۰/۲۴۷bc	۰/۲۹۵ ab
شاخص یکنواختی توزیع افقی بذر	۵۷/۷۶a	۵۸/۱a	۵۴/۱۳ab

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ردیف، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

جدول ۴- میانگین مربوط به اثر سطوح مختلف سرعت پیشروی بر شاخص های مورد نظر در مزرعه برای دقیق کار مرسوم

شاخص	سطوح مختلف سرعت پیشروی (کیلومتر در ساعت)		
	۳	۵	۷
شاخص نکاشت (٪)	۱۲/۹۲d	۱۴/۸۹ cd	۲۲/۰۴ b
شاخص چندتایی (٪)	۱۶/۶۶a	۱۲/۸۹b	۱۰/۶۷ b
شاخص کیفیت تغذیه (٪)	۷۰/۴a	۷۲/۲۲ a	۶۷/۲۹ ab
میانگین عمق کاشت(سانتی‌متر)	۵/۴۸a	۵/۵۲a	۵/۴ a
میانگین سرعت سبز شدن	۷/۴b	۷/۶۲ b	۷/۶۹ b
درصد سبز شدن (٪)	۸۵/۵ab	۸۶ a	۸۴/۳۷ ab
ضریب تغییر فواصل (٪)	۵۷/۰۱bc	۵۳/۷۳c	۶۰/۶۲ ab
شاخص دقت (٪)	۰/۲۱۷a	۰/۲۷۷ ab	۰/۳۲۲ a
شاخص یکنواختی توزیع افقی بذر	۵۵/۷۵ ab	۵۷ a	۵۳/۳۳ b

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ردیف، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند.

شاخص نکاشت: افزایش سرعت پیشروی باعث افزایش شاخص نکاشت در هر دو کارنده شد و دقیق کار دارای شاخص نکاشت بیشتری نسبت به ردیفکار مرسوم بود. هر دو کارنده دارای کمترین شاخص نکاشت در سرعت ۳ کیلو متر بر ساعت بودند و در این سرعت اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. افزایش سرعت پیشروی باعث افزایش سرعت دورانی صفحه بذر و سرعت خطی سلولهای بذر می‌گردد که این خود باعث می‌گردد که زمان برای قرار گرفتن بذر در داخل سلولها (و یا قرار گیری صحیح بذر در سلول) محدود شده و تعداد سلولهای خالی از بذر و به تبع آن شاخص نکاشت افزایش یافت. از طرفی در مورد دقیق کار سمبه‌ای افزایش سرعت پیشروی احتمال قرارگیری بذرها در داخل حفره‌ها را کاهش می‌داد که با نتایج تحقیقات پیشین منطبق می‌باشد (Dowlati, & Karparvarfard, 2006; Sabouri Germi, 2002; Molin et al. 1998; Molin et al., 1998).

شاخص چندتایی: افزایش سرعت پیشروی باعث کاهش شاخص چندتایی برای هر دو کارنده شد و شاخص چندتایی دو کارنده اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. کمترین مقدار شاخص چندتایی برای کارنده مرسوم و دقیق کار به ترتیب در سرعت ۵ و ۷ کیلو متر بر ساعت بود. به طور کلی با افزایش سرعت پیشروی شاخص چندتایی کاهش می‌یافت، دلیل این امر بواسطه این حقیقت بود که در سرعت‌های کم پیشروی و به تبع آن سرعت خطی پایین صحفه بذر، احتمال قرارگیری دو یا چند بذر در یک سلول بیشتر می‌شد بنابراین با افزایش سرعت امکان سقوط بذر به صورت چند تایی کاهش می‌یافت که نتایج حاصل با نتایج تحقیقات پیشین در این زمینه نیز منطبق می‌باشد (Dowlati, & Karparvarfard, 2006; Sabouri Germi, 2002; Molin, et al., 1998).

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص کیفیت تغذیه: کارنده مرسوم دارای شاخص کیفیت تغذیه بالاتری نسبت به دقیق کار سمبه‌ای بود. هر دو کارنده در سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت دارای شاخص کیفیت بالاتری نسبت به سایر سطوح سرعت بودند و در این سرعت شاخص کیفیت تغذیه دارای اختلاف معنی‌داری نبود. لازم به ذکر است که نتایج به دست آمده در این زمینه با نتایج تحقیقات پیشین منطبق می‌باشد (Sabouri Germi, 2002; Molin et al., 1998).

عمق کاشت: میانگین عمق کاشت دو کارنده دارای اختلاف معنی‌داری بوده و میانگین عمق کاشت دقیق کار کمتر از ردیفکار مرسوم بود. در سرعت‌های مختلف تفاوتی بین میانگین عمق کاشت دقیق کار وجود داشت به نحوی که با افزایش سرعت پیشروی، میانگین عمق کاشت دقیق کار کاهش می‌یافت. علت این امر می‌تواند ناشی از آن باشد که با افزایش سرعت پیشروی احتمال قرارگیری بذر در مرکز حفره‌های ایجاد شده که به صورت مخروطی می‌باشند کاهش یافته و در نتیجه عمق کاشت بذری که با فاصله از مرکز در حاشیه حفره مستقر می‌شد کاهش می‌یابد بنابراین لزوم تعیین بهترین سرعت پیشروی بیشتر احساس می‌شود نتایج به دست آمده در این زمینه با نتایج تحقیقات پیشین منطبق می‌باشد (Dowlati, & Karparvarfard, 2006; Sabouri Germi, 2002; Adekoya & Buchele, 1987).

سرعت سبز شدن: اختلاف بین میانگین سرعت سبز شدن دو کارنده معنی‌دار نبود.نتایج به دست آمده دراین‌زمینه با نتایج تحقیقات پیشین منطبق می‌باشد (Debicki, & Shaw, 1996; Molin et al. 1998; Pinter et al, 1978).

درصد سبز شدن: میانگین درصد سبز شدن دو کارنده دارای اختلاف معنی داری نبود. برای هر دو کارنده سرعت پیشروی اثر معنی داری بر درصد سبز شدن نداشت. نتایج به دست آمده در این زمینه با نتایج تحقیقات پیشین منطبق می‌باشد (Jafari, and Fornstrom, 1972; Molin et al., 1998; Pinter et al. 1978).

ضریب تغییر فواصل: بین ضریب تغییر فواصل دو کارنده اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی با افزایش سرعت ضریب تغییر فواصل افزایش یافت. لازم به ذکر است که نتایج به دست آمده در این زمینه با نتایج تحقیقات پیشین منطبق می‌باشد (Dowlati, & Karparvarfard, 2006; Kachman, & Smith, 1995; Khan, et al. 992).

شاخص‌دقت:شاخص دقت دو کارنده اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. با افزایش سرعت پیشروی شاخص دقت نیز افزایش یافت و نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایجی که سایر محققین به دست آوردند منطبق می‌باشد (Dowlati, & Karparvarfard, 2006; Kachman & Smith, 1995).

شاخص یکنواختی توزیع افقی بذر: ضریب یکنواختی توزیع افقی بذر دو کارنده دارای اختلاف معنی‌داری با هم نبودند ولی اثر سرعت پیشروی بر این پارامتر معنی‌دار بوده و در مورد هر دو کارنده بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب در سرعت ۵ و ۷ کیلومتر در ساعت به دست آمد (Senapati, et al. 1981).

بهترین سرعت برای دقیق کار سمبه‌ای ۵ کیلومتر در ساعت پیشنهاد می‌گردد. با مقایسه داده‌ها در خصوص شاخص کیفیت تغذیه، شاخص نکاشت، شاخص چندتایی و میانگین عمق کاشت چنین بنظر می‌رسدکه در سرعت فوق‌الذکر استفاده از دقیق کار سمبه‌ای کاملا رضایت‌بخش می‌باشد. لازم به ذکر است که سرعت سبز شدن بذور کاشته شده با دقیق کار سمبه‌ای در مقایسه با دقیق کار مرسوم که هر دو مجهز به واحد کود کاری بودند قابل ملاحظه تر است. به طور کلی با ارزیابی دقیق کار سمبه‌ای در شرایط کم خاک وزری و دقیق کار معمولی که می‌توان با اطمینان از دقیق کار سمبه‌ای جهت کشت کم خاک ورزی ذرت استفاده کرد.

ارزیابی حاصله از جداول ۵ و ۶ در مورد کودکار به شرح ذیل می‌باشد.

جدول ۵- تجزیه واریانس مربوط به تاثیر سرعت پیشروی بر شاخص‌های اندازه گیری شده برای کودکار

پارامتر اندازه گیری شده	میانگین مربعات
فاصله افقی	۰،۰۹ ns
فاصله عمودی	۰،۰۲۳ **
کمترین فاصله	۰،۰۷۳ ns

* و ** وجود اختلاف معنی دار به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۶- میانگین مربوط به اثر سطوح مختلف سرعت پیشروی بر شاخص‌های مورد نظر برای کودکار

شاخص	سطوح مختلف سرعت پیشروی (کیلومتر در ساعت)		
	۳	۵	۷
فاصله افقی نوار کود و بذر	۴/۷۲۵	۴/۷۷۳	۴/۸۳۵
فاصله عمودی نوار کود و بذر	۴/۹۵	۵/۰۱۳	۵/۱۹۳
کمترین فاصله نوار کود و بذر	۶/۸۴۵	۶/۹۷۵	۷/۰۷

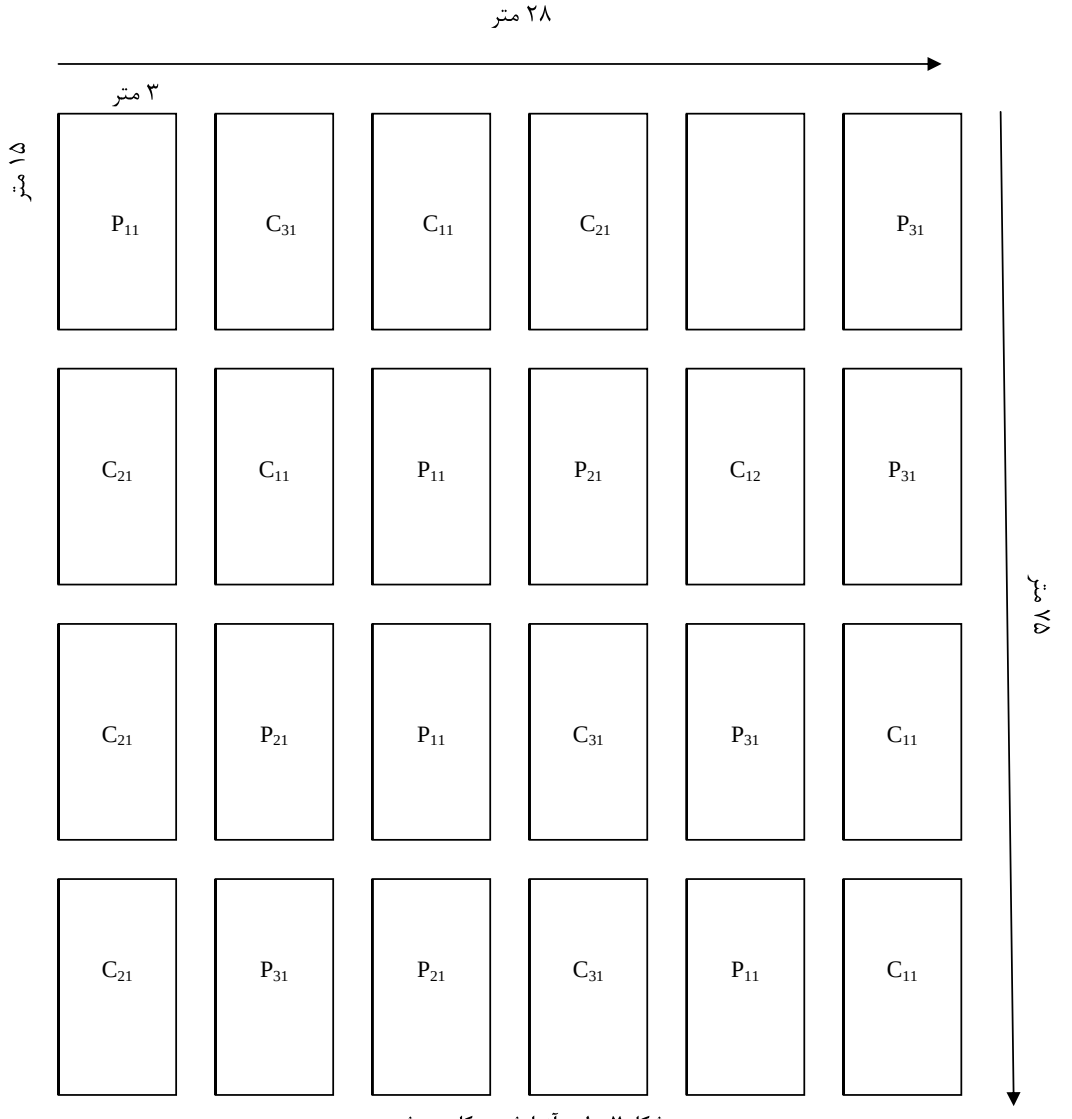
فاصله افقی نوار کود و بذر: با توجه به نتایج به دست آمده اثر سرعت پیشروی بر فاصله افقی قرارگیری کود و بذر نسبت به هم معنی دار نبوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

فاصله عمودی نوار کود و بذر: با توجه به نتایج به دست آمده اثر سرعت پیشروی بر فاصله عمودی قرارگیری کود و بذر نسبت به هم معنی‌دار بوده است. همان طوری که در شکل ۷ ملاحظه می‌شود با افزایش سرعت پیشروی این فاصله افزایش پیدا می‌کند. با توجه به اینکه فاصله ۵ سانتی‌متر برای این متغیر مد نظر بوده که سرعت مطلوب برای این متغیر ۵ کیلومتر در ساعت می‌باشد.

کمترین فاصله نوار کود و بذر: با توجه به نتایج به دست آمده ملاحظه می‌گردد که اثر سرعت پیشروی بر این شاخص معنی‌دار نبوده و کمترین و بیشترین مقدار این شاخص به ترتیب در سرعت‌های ۳ و۷ کیلومتر در ساعت محاسبه شده است.



شکل ۷- طرح آزمایشی به کاربرده شده در مزرعه

دقیق کار مرسوم =C دقیق کار سمبه‌ای =P

عدد اول اندیس بیانگر سطح سرعت (اعداد ۱، ۲ و ۳ به ترتیب سرعت‌های ۳، ۵ و ۷ کیلومتر بر ساعت) وعدد دوم تکرار می‌باشد.

REFERENCES

Adekoya, L. O., & Buchele, W. F. (1987). A precision punch planter for use in tilled soil. *J. Agric. Eng. Res*. 37, 171-178.

Debicki, I. W. & Shaw, L. N. (1996). Spade punch planter for precision planting. *Transactions of the ASAE*.39(4),1259-1267.

Dowlati .M., & S. H. Karparvarfard. 2006. Development and evaluation of a pneumatic

www.SID.ir

Archive of SID

punch planter. *Iranian journal of agricultural sciences*. 37(2), 2006

Jafari, J. & K. J. Fornstrom. (1972). A precision punch planter for sugar beet. *Transactions of the ASAE*.15(3),569-571.

Kachman. D. S., & Smith, J. A. (1995). Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. *Transactions of the ASAE*. 38(2),379-387.

Khan, A. S., Tabassum, M. A. & Farooq, M. (1992). Effect to mechanize seeding and planting operation in Pakistan. *AMA*. 23(3),15-20.

Molin, J. P. & Bashford, L. L., Von. Bargen, K., & Levitcus, L. I. (1998). Design and evaluation of a punch planter for no-till systems. *Transactions of the ASAE*. 41(2),307-314.

Molin, J. P., L. L. Bashford, R. D., & Jones, A. J. (1998). Population rate changes and other evaluation parameters for punch planter prototype. *Transactions of the ASAE*. 41(5),1265-1270.

Pinter, L., Nemeth, J. & M. Szirbik. (1978). Trend of grain yield in maize (*Zea mays* L.)Hybrids as a function of plant number per unit area and sowing uniformity. *Acta. Agronomica Hungaricae*. 27, 389-404.

Sabouri germi. Y. (2002). *Design, Construction and evaluation of a precision punch planter to corn planting in conservation tillage*. Thesis of MSc. Shiraz university , collage of agricultural.

Senapati , P.C., Mohapatra, P .K. & Dikshit, U. N. (1992). Filed evaluation of Seeding devices for Finger millet .*AMA* .23(3),21-24

SHafiee. S. A. (1995) *Machine of tillage*. ISBN:964-01-0757-3 First edu.216 (p).

Srivastava, A. K., & Anibal, M. E. (1981). A punch planter for conservation tillage. *ASAE* Paper No. 81-1020. St. Joseph, Mich: ASAE.

www.SID.ir