تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۲۲/ شماره ۷۷/بهار ۱۴۰۰/ص ۸۴-۶۹
https://www.amsr.areeo.ac.ir

مقاله پژوهشی

ارزیابی شاخص‌های فنی کاشت در کارنده کم‌خاک‌ورز اصلاح شده در زراعت سویا

حمیدرضا صادق‌نژاد[1*]، مریم برزنونی[2]، حسینعلی شمس‌آبادی[3] و محمدهاشم رحمتی[4]

۱- مربی پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان، ایران
۲، ۳ و ۴- به ترتیب: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد؛ استادیار؛ و دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۲۳

چکیده

پیش‌برهای ادوات بی‌خاک‌ورزی بهترین وسیله برای عبور از بین بقایای گیاهی هستند که به همراه شیاربازکن‌ها، خاک را برای استقرار بذرآماده می‌کنند. به همین منظور چهار نوع خاک‌ورز شاخه‌ای در جلوی ردیف‌کار مکانیکی سویا نصب و آزمایشی بر پایه طرح کرت‌های خرد شده نواری انجام شد. چهار عامل اصلی شامل خاک‌ورز (پنجه‌غازی، ناخن‌دار، قلمی و T وارونه) و سه عامل فرعی سرعت پیش‌روی تراکتور (۴/۸، ۷/۲ و ۹/۴ کیلومتر بر ساعت) بودند و ردیف‌کار روی فواصل ردیف ۵۰ سانتی‌متر تنظیم شد. خاک‌ورز پنجه غازی نسبت به دیگر خاک‌ورزهای مورد بررسی دارای بیش‌ترین عرض و عمق خاک‌ورزی به مقدار ۲۴/۴ و ۷/۳ سانتی‌متر بود. نتایج نشان داد خاک‌ورز T وارونه در عمق ۵۱/۵ میلی‌متری کاشت با کمترین میزان پراکندگی، اگرچه اختلاف معنی‌داری نداشته ولی بیشترین بازده یکنواختی توزیع بذر روی ردیف به میزان ۸۰/۴ ٪ را داشت و افزایش سرعت تغییری در عمق کاشت بذرها ایجاد نکرد اما فاصله طولی بین دو بذر را افزایش داد. همچنین بیشترین شاخص کیفیت دقت کاشت با ۴۲/۷ ٪ و کمترین شاخص چندتایی کاشت با ۴۶/۸ ٪ مربوط به این تیمار بوده و درصد نکاشت آن نیز به مقدار ۱۰/۵ درصد در حدود سایر خاک‌ورزها بوده است. هرچند خاک‌ورز T وارونه بهتر بوده و در سرعت ۴/۸ کیلومتر بر ساعت کارایی بیشتری را از نظر شاخص‌های فنی کاشت داشته است اما خاک‌ورز ناخن‌دار عملکرد محصول بیشتری را باعث شده و ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر است و از بین بقایای گیاهی راحت‌تر عبور می‌کند.

واژه های کلیدی

دقت کاشت، ردیف‌کار، سرعت پیش‌روی، کم‌خاک‌ورزی

مقدمه

در روش بی‌خاک‌ورزی، خاک دست خورده فقط شکاف‌های باریکی است که به وسیله شیاربازکن‌ها یا عامل‌های خاک‌ورز ایجاد می‌شود و بذرها روی خاک خاک‌ورزی نشده در عمق کافی که استقرار و پوشش مناسبی را به همراه دارد قرار می‌گیرند. ردیف‌کاری یا خطی‌کاری در بسترهای بذر کم‌عرض که به وسیله پیش‌برها، تمیزکن‌ها و شیاربازکن‌های بشقابی ایجاد می‌شود انجام می‌گردند. در بی‌خاک‌ورزی بذرها می‌توانند تحت شرایط بقایای گیاهی موجود در مزرعه در خاک استقرار یافته و به وسیله منضمات پوشاننده با خاک و بقایا پوشیده

* نگارنده مسئول: Email: hsadeghi1347@yahoo.com
http://doi: 10.22092/erams.2020.341635.1339

شوند. شیاربازکن‌ها در کاشت بذر در عمق و فواصل روی ردیف معین برای جوانه‌زنی و تراکم مناسب مؤثر هستند و یکنواختی عمق کاشت، یکنواختی پراکنش طولی و عرضی بذرها و درصد جوانه‌زنی به عملکرد شیاربازکن‌ها بستگی دارد.

پیش‌برها بهترین وسیله برای عبور از بین بقایای گیاهی هستند که به همراه شیاربازکن‌ها، خاک را برای پوشش و تماس با بذر آماده می‌کنند. این وسایل که در جلوی کارنده قرار می‌گیرند ممکن است بقایا یا خاک سست شده را به بیرون از ردیف هدایت کنند تا شرایط مناسب برای کیفیت و دقت آماده کردن مسیر کاشت روی ردیف، باز کردن شیار کاشت و پوشش و تثبیت بذر افزایش یابد. یک عامل خاک‌ورز بشقابی عمودی موازی با جهت پیش‌روی عموماً به عنوان قطعه برنده خاک و بقایا روی ماشین‌های کاشت سوار می‌شود. کارایی اصلی پیش‌برهای بشقابی که برای برش خاک و بقایا استفاده می‌شود برای این است که:

۱- بقایای گیاهی و علف‌های هرز را که مستقیماً روی ردیف قرار گرفته برش داده و به کنار منتقل کند به نحوی‌که عملکرد ماشین را در بقایا بهبود بخشد.

۲- لایه‌های سخت روی سطح خاک را برای ایجاد شکاف و تأمین عمق شیار برش داده و با به هم خوردگی اضافی عملیات پوشش و تثبیت بذر و خاک را بهبود بخشد.

۳- ریشه‌های سطحی گیاه در داخل خاک را برای کاهش به هم خوردگی برش دهد.

عمل درآوردن بقایا در روی ردیف در جایی مفید است که بقایا به طرفین مسیر کاشت جابه‌جا می‌شود. در مزارعی که طول بقایا بلند بوده و مقدار آن زیاد باشد استفاده از شیاربازکن‌های بیلچه‌ای و کندن بقایا سبب پیچیدن بقایا به همدیگر شده و تجمع آن را در مقابل قطعات درگیر در خاک زیاد می‌کند. در زمین‌هایی که شیاربازکن نتواند به هم خوردگی کافی برای استقرار بذر در خاک را ایجاد کند همانند شیابازکن‌های با شیب منفی مثل کفشکی و دوبشقابی و برگشت خاک به داخل شیار و پوشیده شدن روی بذر به سختی انجام شود، عمل به هم زدن خاک در جلوی شیاربازکن مفید واقع می‌شود. خاک‌ورزهای قلمی یا شاخه‌ای، با به هم زدن خاک، کار شیاربازکن‌های با شیب منفی را آسان می‌کند. انواع مختلفی از ابزارهای درگیر با خاک از این نوع قابل دسترس هستند اما معمولاً دو نوع کاردی و پنجه‌غازی بیشتر استفاده می‌شوند. نوع کاردی برای نسبت‌های عرض به عمق کم و تأمین عمق در شرایط خاک سفت کارایی داشته و پنجه غازی برای کنترل علف‌های هرز و جابه‌جایی خاک به کار می‌رود (Murray *et al.*, 2006).

شیاربازکن‌های شاخه‌ای متداول معمولاً نسبت به شیاربازکن‌های باریک به هم خوردگی بیشتری را ایجاد می‌کنند و شیاربازکن‌های بال‌دار سبب خرد شدن خاک زیر سطح کاشت شده و تأثیر بقایا را در محل قرارگیری بذر کاهش می‌دهند. مقعر بودن لبه برنده در بعضی از شیاربازکن‌های شاخه‌ای برای کنار زدن بقایا از مسیر کاشت تأثیر بهتری دارد (Aikins *et al.*, 2018). شیاربازکن‌های بشقابی نسبت به شیاربازکن‌های شاخه‌ای و یا نوع چیزلی، به هم خوردگی کمتری را باعث می‌شوند به همین دلیل شیار باریک‌تری ایجاد می‌کنند (Janelle *et al.*, 1993). زاویه حمله نوک تیغه اثر معنی‌داری روی سطح مقطع شیار ایجاد شده توسط شیاربازکن و وزن مخصوص ظاهری خاک و به‌هم خوردگی کاه در مسیر شیاربازکن دارد. ضخامت لبه برش و انحنای

آن نیز بر سطح مقطع شیار و به هم خوردگی خاک تأثیر دارد بنابراین لبه برش پارامتر کلیدی و مهم بر به هم خوردگی خاک و کاه است (Xiangcai *et al.*, 2016). وقتی‌که برش عرضی یک شیاربازکن بشقابی باریک‌تر است وزن کارنده اثر فشاری بیشتری روی کف شیار نسبت به کناره شیار وارد می‌کند. کوشواها و همکاران (Kushwaha *et al.*, 1986) بیان کردند که نیروی عمودی لازم برای فشار دادن پیش‌بر بشقابی در خاک وقتی‌که کاه داخل خاک فشار داده می‌شود به طور معنی‌داری با عمق افزایش پیدا می‌کند. بخشی از کاه روی خاک به وسیله شیاربازکن‌ها و منضمات پوششی کشیده می‌شود. آنها در هنگام حرکت یا در جلوی کارنده جمع می‌شوند یا به بیرون از عرض شیار هل داده می‌شوند. این شرایط بسته به نوع شیاربازکن و منضمات پوششی تغییر می‌کند.

عدم برش کاه مانع کار کارنده می‌شود زیرا باعث گرفتگی اجزای درگیر با خاک شده و کاه را زیر بذر قرار می‌دهد. به منظور ممانعت از بروز چنین مشکلی یا باید کاه ابتدا از مسیر کاشت به کنار رفته و ردیف کاشت تمیز شود یا یک واحد برش در جلوی شیاربازکن قرار گرفته و قبل از رسیدن به شیار آن را برش دهد (Guérif *et al.*, 2001). طبق نظر بهرانی و همکاران (Bahrani *et al.*, 2007) بهتر است که بقایای ذرت و آفتابگردان بر ردیف کاشت تمیز شود تا عملکرد کارنده بی‌خاک‌ورز افزایش پیدا کند. کاه باقیمانده روی خاک اگر در هنگام حرکت شیاربازکن داخل شیار قرار گیرد، باعث می‌شود بذرها نزدیک به سطح خاک قرار گرفته و تماس کمتری با خاک اتفاق افتد (Payton *et al.*, 1985) در حقیقت شیاربازکن‌ها باید قادر باشند بذرها را در یک فاصله روی ردیف و در عمق یکسان بکارند که در یکنواختی رشد گیاه و کاهش تلفات برداشت مؤثر باشد. اگرچه افزایش در عمق کاشت اجازه می‌دهد که بذرها به حداکثر رطوبت دسترسی پیدا کنند اما کاشت عمیق باعث کاهش دسترسی به اکسیژن می‌شود و انرژی بذر در طی کاشت عمیق ممکن است برای جوانه‌زنی کافی نباشد (Doan *et al.*, 2005). در آزمایش سلیک و التیکات (Çelik, & Altikat, 2012) شیاربازکن‌های بشقابی تغییرات عمق کاشت را کاهش دادند و یکنواختی بهتری در توزیع بذر روی ردیف و بین ردیف ایجاد کردند. کوتاه‌ترین زمان جوانه‌زنی و بیشترین درصد سبز نیز مربوط به این مدل بود ضمن اینکه به دلیل وزن بیشتر شیاربازکن، خاک را فشرده‌تر و کاه را در عمق بیشتری فرو بردند. شیاربازکن‌های نوع چیزلی بدترین توزیع کاه و عملکرد کاشت و درصد سبز را داشتند. در این شیاربازکن سرعت بیشتر پیشروی سبب عمق سطحی‌تر کاشت گردیده و خاک به طور کامل نتوانسته بود روی بذر را پوشش داده و رطوبت کافی برای جوانه‌زنی را فراهم سازد.

خطی‌کار بی‌خاک‌ورز با باز کردن شکافی در مسیر کاشت توسط پیش‌برها و شیاربازکن‌های بشقابی، محل افتادن بذرها را در مسیر مستقیم قرار داده و پراکندگی کمتری را سبب می‌گردد که در نتیجه توزیع یکنواختی آن در جهت ردیف کاشت نزدیک به مقدار به دست آمده در روش کم‌خاک‌ورزی است. پراکندگی کمتر روی ردیف بوته‌ها نسبت به میانگین فاصله دو بذر کشت شده نشان‌دهنده دقت کارنده در هنگام کاشت و تابع نحوه طراحی دستگاه و یا کوچک‌تر و یکنواخت‌تر بودن کلوخ‌های سطحی خاک است (Sharifi *et al.*, 2016).

هر کدام از این سیستم‌های خاک‌ورزی معمولا درصد مختلفی از خاک مزرعه را به هم می‌زنند و مقداری از بقایای محصول قبلی را در زیر خاک قرار می‌دهند. اجزای مختلفی از ترکیب شیاربازکن‌ها، پیش‌برها، استقراردهنده‌های کود و بذر، عامل‌های خاک‌ورز، فاصله‌اندازهای ردیف، ردیف تمیزکن‌ها و چرخ‌های فشاردر این سیستم‌های کاشت استفاده می‌شوند که محدود کردن هر کدام از آنها بستگی به طراحی سازنده برای دستیابی به بهترین مجموعه کاشت بسته به شرایط دارد (Gohlke *et al.*, 2000). اگرچه دقیق‌کارهای ساخته شده در کشورهای توسعه‌یافته، مدرن و پیشرفته هستند. استفاده آنها در مناطق مختلف به خاطر اختلاف در سیستم زراعی، شرایط محیطی و جغرافیایی محدود می‌شود و در نتیجه هر منطقه‌ای مطابق با شرایط بومی خود کارنده را توسعه داده است (Li *et al.*, 2016).

استفاده از منضمات مختلف در کارنده‌ها مانند شیاربازکن‌ها، پیش‌برها و عامل‌های خاک‌ورز و نتایج اندازه‌گیری پارامترهای فنی دقت کاشت در آزمایشات محققین حاکی از آن است که به کارگیری این منضمات باید با بررسی و دقت نظر در نحوه عملکرد و استقرار مناسب بذر در خاک باشد. بدین منظور این تحقیق برای استقرار بذر در بقایا با هدف اصلاح کارنده برای عملکرد بهتر کاشت در شرایط کم‌خاک‌ورزی با نصب چند مدل خاک‌ورز در جلوی شیاربازکن اجرا گردید.

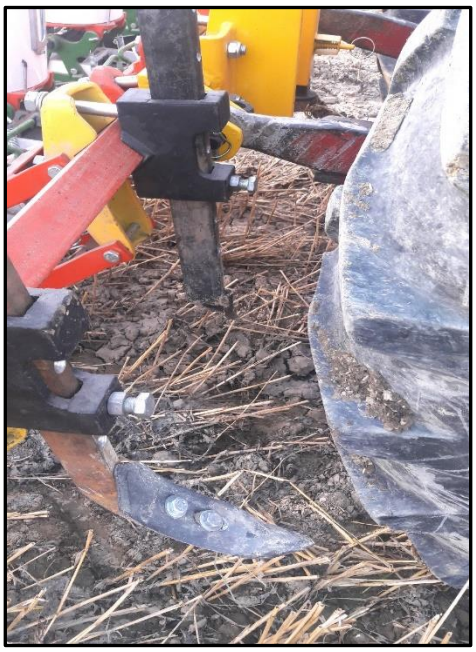
مواد و روش‌ها

به منظور استفاده ترکیبی از منافع بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی نواری، با منضم کردن چهار مدل عامل خاک‌ورز قابل دسترس و موجود در جلوی شیاربازکن‌های یک ردیف‌کار مکانیکی محصولات ردیفی، پژوهشی در سال ۹۶ در استان گلستان انجام گردید. محل آزمون واقع در ۱۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان گرگان با موقعیت جغرافیایی '۲۰ °۵۴ طول شرقی و ' ۳۶ °۵۵ عرض شمالی و متوسط بارندگی ۴۵۰ میلی‌متر در سال در وسعتی به مساحت نیم هکتار که در اقلیم معتدل واقع شده انتخاب گردید. تحقیقات با استفاده از آزمایش کرت‌های یک‌بار خرد شده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. چهار کرت اصلی شامل خاک‌ورز (پنجه‌غازی، ناخن‌دار، قلمی و T وارونه) و کرت‌های فرعی مقادیر مختلف سرعت پیش‌روی تراکتور (۴/۸، ۷/۲ و ۹/۴ کیلومتر بر ساعت) بودند. خاک مزرعه دارای بافت لوم رسی سیلتی با وزن مخصوص ظاهری ۱/۳۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب با بقایای کاه گندم به ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر و تراکم ۷۰۸ ساقه در متر مربع بود. عملیات کاشت سویا رقم کتول روی بقایای گندم با یک دستگاه کارنده اصلاح شده با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و تراکم ۱۵ بوته در متر مربع به میزان ۶۵ کیلوگرم در هکتار در کرت‌هایی به ابعاد ۶ × ۲۰ متر انجام شد. ۵۰ کیلوگرم کود ازته نیز به صورت سرک بعد از کاشت و قبل از اولین آبیاری بارانی در زمین توزیع شد.

ماشین‌های مورد استفاده یک ردیف‌کار پنج ردیفه ساخت کارگاه بومی منطقه بود. کارنده دارای مخازن سطلی فلزی با موزع صفحه‌ای سلول‌دار و شیاربازکن‌های دو بشقابی است. دستگاه شامل دو خاک جمع‌کن قاشقکی بعد از شیاربازکن و یک چرخ فشار لاستیکی پهن است که وظیفه تثبیت بذر را بر عهده دارد. هر واحد کارنده به میل‌افزار متصل است و در جلوی مسیر هر واحد یک عامل خاک‌ورز توسط ساقه به میل‌افزار متصل شد (شکل ۱).

خاک‌ورزهای ناخن‌دار و تی وارونه با جوش به ساقه متصل و خاک‌ورزهای قلمی و پنجه غازی با پیچ و مهره به ساقه وصل شدند (شکل ۲).

زاویه حمله تیغه در خاک‌ورزها برای پنجه‌غازی، ناخن‌دار، قلمی و تی وارونه به ترتیب ۲۳/۸، ۴۹/۶، ۱۸ و ۶۰ درجه بودند و عرض تیغه‌ها نیز به ترتیب ۲۳۵، ۶۹، ۵۵ و ۴۸ میلی‌متر بودند.



شکل ۱- خاک‌ورزهای نصب شده در جلوی واحدهای ردیف‌کار

Fig. 1. Tillers installed in front of planter units

شکل ۲- چهار مدل عامل خاک‌ورز شاخه‌ای قابل نصب در جلوی کارنده به ترتیب از راست به چپ قلمی، T وارونه، ناخن‌دار و پنجه غازی

Fig. 2. Four types of tine tillers that could be installed in front of planter units, from right to left: Narrow, T inverted, Nail and Sweep types

پارامترهایی که مورد بررسی قرار گرفتند شامل:

عرض و عمق خاک‌ورزی عامل‌های خاک‌ورز

در ۱۰ نقطه از هر کرت و در مسیر کاشت، خاک سست شده توسط عامل‌های خاک‌ورز را کنار زده و عرض و عمق سطح مقطع شیار اندازه گرفته شد.

میانگین فاصله بذرها و بازده یکنواختی توزیع افقی بذر روی ردیف

در سه طول یک متری از هر کرت که به طور تصادفی انتخاب شد، تعداد گیاه سبز شده شمارش و بر اساس رابطه ۱، بازده یکنواختی توزیع بذر روی ردیف محاسبه شد (Senapati *et al.*, 1988).

$$S_e = 100\left(1 - \frac{Y}{D}\right) \qquad (۱)$$

که در آن،

Se= بازده توزیع بذر روی ردیف؛ Y= میانگین انحراف تعداد گیاه در هر متر از میانگین کل تعداد گیاه در متر؛ و D= میانگین کل تعداد گیاه در هر متر.

عمق کاشت و پراکندگی آن

پس از کاشت و سبز شدن تمام بذرهای کاشته شده، ۱۰ بوته از هر کرت را به طور تصادفی بیرون آورده و عمق کاشت را از محل قرارگیری بذر تا آن قسمت از ساقه که در اثر فقدان نور سبز نگردیده است اندازه‌گیری و سپس میانگین و انحراف معیار آن محاسبه شد.

معیارهای عملکردی ماشین از نظر فاصله کاشت با تعیین شاخص‌های چندتایی یعنی کاشت بسیار نزدیک به هم، شاخص کیفیت کاشت دقیق و کاشت نزدیک به فاصله نظری، شاخص نکاشت بذر مربوط به نکاشتن بذر، و شاخص دقت کاشت با تعیین ضریب تغییرات کاشت در فاصله نظری محاسبه شد (Kachman & Smith, 1995).

در سه فاصله طولی یک متری از هر کرت، فاصله دو بوته متوالی روی ردیف اندازه‌گیری شده و بعد از محاسبه میانگین فاصله طولی بذر، سه دامنه مختلف فاصله میان بوته‌ای بر اساس فاصله نظری (تا کمتر از ۰/۵ برابر فاصله نظری- ۰/۵ تا ۱/۵ برابر فاصله نظری – بزرگ‌تر از ۱/۵ برابر فاصله نظری) مربوط به شاخص‌های بالا تعیین شد. فاصله نظری یا همان فاصله تنظیم شده ردیف‌کار برای کاشت روی ردیف ۱۳/۲ سانتی‌متر تنظیم شد.

$$D = \frac{n1}{N} \times 100 \qquad (۲)$$

که در آن،

D=شاخص چندتایی (درصد)؛ n_1= تعداد فواصل کاشت تا کمتر از نیم برابر فاصله نظری؛ و N= تعداد کل فواصل مورد بررسی.

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

که در آن،

A= شاخص کیفیت کاشت دقیق (درصد)؛ n_2= تعداد فواصل کاشت در محدوده بین نیم تا یک و نیم برابر فاصله نظری.

$$M = \frac{n3}{N} \times 100 \qquad (۴)$$

که در آن،

M= شاخص نکاشت (درصد)؛ و n_3= تعداد فواصل کاشت در محدوده بیشتر از یک و نیم برابر فاصله نظری.

$$C = \frac{S2}{\bar{I}ref} \qquad (۵)$$

که در آن،

C= شاخص دقت یا ضریب تغییرات فواصلی که به صورت تک بذری در فاصله بین نیم تا یک و نیم برابر فاصله تنظیمی طبقه‌بندی شدند؛ S_2= انحراف

معیار فواصل کاشت بین نیم تا یک و نیم برابر فاصله نظری؛ و $\bar{I}_{ref}$ فاصله نظری یا فاصله تنظیم شده کارنده برای کاشت.

- ارتفاع گیاه،
- تراکم بوته قبل از برداشت
- عملکرد

در هر کرت، سه نمونه یک متر مربعی برداشته شد و تعداد بوته شمارش و ارتفاع آنها اندازه گیری و سپس با استفاده از خرمن‌کوب، دانه‌ها جدا شد و مقدار آن توزین شد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها از کرت‌های مورد نظر، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ به دلیل اشکال مختلف اجزای خاک‌ورز و عرض کار متفاوت آنها، پارامتر عرض خاک‌ورزی دارای اختلاف معنی‌دار بوده اما تغییرات معنی‌داری در پارامتر عمق خاک‌ورزی ایجاد نشده است. تغییرات سرعت پیش‌روی نیز تأثیر معنی‌داری نداشته و افزایش سرعت، میزان جابه‌جایی خاک را تغییر چندانی نداده است (جدول ۲). مدل خاک‌ورز به کار رفته از نوع پنجه غازی (شکل ۲) دارای بیش‌ترین عرض نسبت به سایر عامل‌های خاک‌ورزست و سطح بیشتری را در خاک تحت تاثیر قرار داده و عرض زیادتری را خاک‌ورزی کرده است. مودولو و همکاران (Modolo *et al.*, 2012) نیز سطح به هم خوردگی بیشتری را با استفاده از مدل شیاربازکن چیزلی به دست آوردند. زاویه حمله و عرض کار تیغه خاک‌ورز تاثیر زیادی روی سطح مقطع شیار ایجاد شده در خاک دارد و ضخامت لبه تیغه پارامتر کلیدی مهم و موثر در به هم خوردگی خاک و کاه است.

جدول ۱- مقایسه میانگین تیمارهای پیش‌بر برای شاخص‌های عمقی و عرضی کاشت و خاک‌ورزی

Table 1. Mean comparison of coulterstreatments for depth and width indices and disturbed soil

خاک‌ورز	عمق کاشت	انحراف معیار عمق کاشت	فاصله دو بوته مجاور	بازده یکنواختی توزیع بذر روی ردیف	عمق خاک‌ورزی	عرض خاک‌ورزی
Tillers	Seeding depth (mm)	Seeding depth standard deviation	Distance between two bushes (mm)	Uniformity of seed distribution (%)	Disturbed depth (cm)	Disturbed width (cm)
Sweep	50.8 a	9.8 a	92.6 a	76.3 a	7.3 a	24.4 a*
Nail	49.1 a	9.0 a	102.6 a	75.0 a	6.6 a	22.7 ab
Narrow	50.4 a	9.1 a	104.1 a	80.2 a	6.5 a	21.4 b
T inverted	51.5 a	7.7 a	97.8 a	80.4 a	6.8 a	21.1 b

در هر ستون، میانگین های دارای یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Different letters in the same column indicate significant differences among treatments

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارهای سرعت کاشت برای شاخص های عمقی و عرضی کاشت و خاک‌ورزی

Table 2. Mean comparison of speedtreatments for depth and width indices and disturbed soil

عرض خاک‌ورزی	عمق خاک‌ورزی	بازده یکنواختی توزیع بذر روی ردیف	فاصله دو بوته مجاور	انحراف معیار عمق کاشت	عمق کاشت	سرعت
Disturbed width (cm)	Disturbed depth (cm)	Uniformity of seed distribution (%)	Distance between two bushes (mm)	Seeding depth standard deviation	Seeding depth (mm)	Speed (kmh^{-1})
22.4 a*	6.8 a	78.4 a	93.1 a	7.2 a	50.2 a	4.8
22.3 a	6.6 a	80.1 a	98.9 a	10.4 a	50.4 a	7.2
22.5 a	7.0 a	75.3 a	105.8 a	9.1 a	50.7 a	9.4

در هر ستون، میانگین های دارای یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Different letters in the same column indicate significant differences among treatments

نفوذ و حرکت یک ابزار در خاک، عملی است که به وسیله رفتار ترکیبی بیان می‌شود و خاک معمولاً به وسیله چند ترکیب قطع کردن، برش، فشردگی و جریان حرکتی در اثر اعمال نیروی وسیله در خاک به هم می‌خورد (Portella, 1983). در سه نوع از خاک‌ورزهای به کار رفته که دارای عرض تقریباً یکسان اما با زوایای حمله متفاوت هستند نحوه به هم خوردگی خاک در بین بقایای گیاهی باعث شد که تغییرات عرض و عمق خاک‌ورزی مشابه باشد. حجم زیاد کاه و کلش جلوی خاک‌ورزها، برش خاک و جریان حرکت نیروهای وارده به طرفین و بالای خاک را تحت تأثیر قرار داده و سبب گردید که این سه نوع، مقدار عرض و عمق خاک‌ورزی تقریباً یک اندازه‌ای داشته باشند. انتظار می‌رفت که طرح پنجه غازی به دلیل عرض کار بیشتر آن، سطح به هم خوردگی بیشتری را سبب گردد اما زاویه حمله کم آن باعث عدم نفوذ بیشتر در خاک شده و فقط میزان کاه و کلش بیشتری را از مسیر کاشت جابه‌جا کرده است.

استفاده از خاک‌ورزها در جلوی شیاربازکن‌ها به تنهایی قادر به سست کردن خاک و تمیز کردن مسیر کاشت نبوده و باعث تجمع کاه و کلش در جلوی کارنده گردید. با شروع حرکت کارنده، بقایا توسط خاک‌ورزها از خاک جدا شده و بعد از مدتی به دلیل پایین بودن میل‌افزار در جلوی واحدهای ردیف کشیده شده و به تدریج انباشته گردید که باعث توقف تراکتور و نیاز به کنار زدن بقایا از جلوی ردیف‌کار شد. عرض تیغه و فرم طراحی جلوی تیغه، عامل‌هایی بودند که در عبور تیغه خاک‌ورز و کنار زدن بقایا از مقابل شیاربازکن واحدهای ردیف‌کار تأثیر داشتند و مدل‌های تی وارونه با عرض تیغه کمتر و ناخن‌دار با فرمی که جلوی تیغه داشت بهتر از تیغه‌های دیگر از میان بقایا عبور کرده و انباشتگی کاه کمتری داشتند. به کارگیری منضماتی مانند ردیف تمیزکن‌ها که بتواند قبل از انجام خاک‌ورزی در جلوی شیاربازکن، بقایا را به کنار منتقل کرده و از مسیر کاشت تمیز کند باعث می‌شود اجزای خاک‌ورز به جای قرارگیری روی بقایا، روی خاک حرکت کرده و در آن نفوذ کند و در نتیجه بستر بهتری را برای استقرار بذر توسط شیاربازکن فراهم کند. در این شرایط تغییرات سرعت پیش‌روی ممکن است تغییراتی را در سطح مقطع خاک سست شده

توسط تیغه‌های خاک‌ورز ایجاد کند که متاسفانه به دلیل عدم امکان نصب چنین منضماتی و کمبود فضای کافی در جلوی این مدل ردیف‌کار، تیغه‌ها روی بقایا حرکت کرده و کمتر در خاک نفوذ کرده و انباشتگی کاه را ایجاد کرد و تغییرات سرعت تأثیر معنی‌داری بر عرض و عمق خاک‌ورزی نداشت.

از آنجائی‌که عملیات کاشت یکی از مهم‌ترین عملیات زراعی در تولید محصول است. اطمینان به داشتن زراعت خوب به همراه افزایش در عملکرد و درآمد محصول همه بستگی به یکنواختی و استقرار به موقع و تراکم مناسب کاشت دارد. استقرار مناسب بذر فاکتوری است که باید برای موفقیت در روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی در حد بهینه باشد. عمق و فاصله طولی قرارگیری بذر و توزیع یکنواختی آن به نحوه عملکرد اجزای خاک‌ورز و پوشش‌دهنده‌های آن مرتبط است.

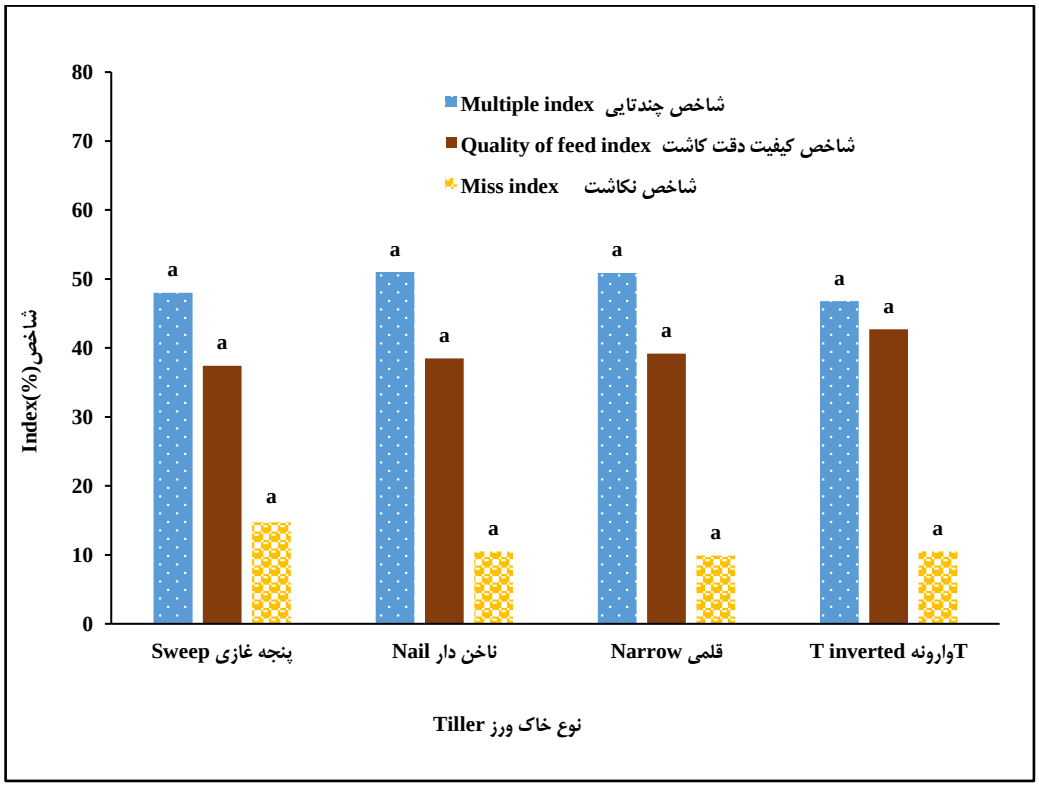
معنی‌دار نبودن این پارامترها (جدول ۱) نشان از مشابه بودن این توزیع‌ها دارد. در میان خاک‌ورزهای آزمایش شده، زاویه نفوذ و شکل خاک‌ورز T وارونه اگرچه مساحت به هم خوردگی تقریباً یک اندازه‌ای را نسبت به خاک‌ورزهای دیگر ایجاد کرد اما در عمق کاشت، میزان پراکندگی کمتری داشته و بازده توزیع بهتری را هرچند غیرمعنی‌دار بین فاصله دو بوته مجاور داشت.

مدل‌های خاک‌ورز ناخن‌دار و پنجه‌غازی با اختلاف جزئی در عرض و عمق خاک‌ورزی، توزیع یکنواختی مشابهی را در فواصل عرضی کاشت ایجاد نموده است. افزایش سرعت نیز تغییری در عمق کاشت ایجاد نکرد اما فاصله طولی بین دو بذر را افزایش داد (جدول ۲). در حقیقت اجزای خاک‌ورز مرتبط با استقرار بذر مثل تیغه‌های خاک‌ورز و شیاربازکن‌ها باید به نحوی در یکنواختی کاشت تاثیر گذارند که در رشد گیاه و کاهش تلفات برداشت موثر باشد. افزایش در عمق کاشت اجازه می‌دهد که بذرها به حداکثر رطوبت دسترسی پیدا کنند. البته به این نکته نیز باید توجه داشت که کاشت عمیق باعث کاهش دسترسی به اکسیژن می شود و اینکه انرژی بذر در طی کاشت عمیق ممکن است برای جوانه زنی کافی نباشد (Çelik & Altikat, 2012).

کاه و کلش جلوی پیش‌برها ممکن است به دلیل تجمع بقایا، بر عملکرد کارنده و استقرار بذر اثر گذاشته و باعث ممانعت از بازشدن خاک و بسته شدن شیار گردد (Çelik, 2009) و تغییرات زیادی را در توزیع یکنواختی افقی و عمودی قرارگیری بذر ایجاد کند. تجمع کاه در جلوی شیاربازکن مانع کار کارنده می‌شود زیرا باعث گرفتگی اجزای درگیر با خاک شده و کاه را در جائی‌که بذر می‌خواهد بریزد قرار می‌دهد، به منظور ممانعت از بروز چنین مشکلی یا باید کاه قبلاً از مسیر کاشت کنار رفته و مسیر کاشت تمیز شود یا یک واحد برش در جلوی شیاربازکن قرار گرفته و قبل از رسیدن به شیار آن را برش دهد (Guérif *et al.*, 2001). در آزمایش انجام شده در اغلب موارد حرکت خاک‌ورزهای شاخه‌ای و درآوردن کاه‌بن‌ها در اثر عبور آنها در مسیر کاشت سبب انباشتگی بقایای کاه در جلوی اجزای خاک‌ورز شده و مانع حرکت کارنده می‌گردید و در نتیجه در مسیر طولانی‌تر، کارایی خاک‌ورزها و کاشت را تحت تأثیر قرار می‌داد. در این میان خاک‌ورز ناخن‌دار به سبب فرم جلوی تیغه به نسبت سایر خاک‌ورزها، عملکرد بهتری داشت و بهتر از بقیه از میان کاه‌های ایستاده عبور می‌کرد.

یکنواختی فاصله کاشت و سرعت جوانه‌زنی مهم‌ترین خصوصیاتی است که عملکرد کارنده را ارزیابی می‌کند. شاخص کیفیت دقت کاشت که

تعیین‌کننده درصد دقت کارنده بر مبنای فاصله تنظیم شده کارنده برای کاشت است و تعداد دفعاتی که دو یا چند بذر نزدیک هم کاشته شده و یا فاصله آنها از یک و نیم برابر فاصله تنظیمی بیشتر می‌شود تابعی از سرعت کارنده، نوع موزع، پوشش‌دهنده‌های بذر و شرایط بستر کاشت است. خاک‌ورزهای نصب شده در جلوی واحدهای ردیف‌کار به دلیل تجمع بقایا و انباشتگی کاه و کلش، به خوبی نتوانستند بستر سست و باریکی را در مسیر کاشت ایجاد کنند و نتایج غیرمعنی‌دار بودن شاخص‌های کاشت بذر را نشان داد. اما طراحی شکل خاک‌ورز T وارونه با داشتن بازده یکنواختی کمی بهتر برای توزیع بذر روی ردیف و پراکندگی کمتر عمق کاشت سبب شد که دقت کاشت برای استقرار بذرها در فاصله تنظیم شده را بهبود بخشیده و شاخص کاشت چند بذر و نزدیکی بذرها به یکدیگر را کاهش و درصد نکاشت را نیز در حدود سایر خاک‌ورزها نگه دارد (شکل ۳). از آنجائی‌که منضمات موزع بذر و شیاربازکن در همه تیمارها یکسان بوده و عملکرد ردیف‌کار بیشتر تحت تاثیر این دو قرار می‌گیرد، در شرایط کم‌خاک‌ورزی و یا بدون خاک‌ورزی و وجود بقایا در جلوی کارنده، تمیز کردن مسیرکاشت و سست کردن خاک جلوی شیاربازکن تابع اجزای خاک‌ورز بوده و بعد از آن به دو عامل فوق مرتبط می‌گردد.



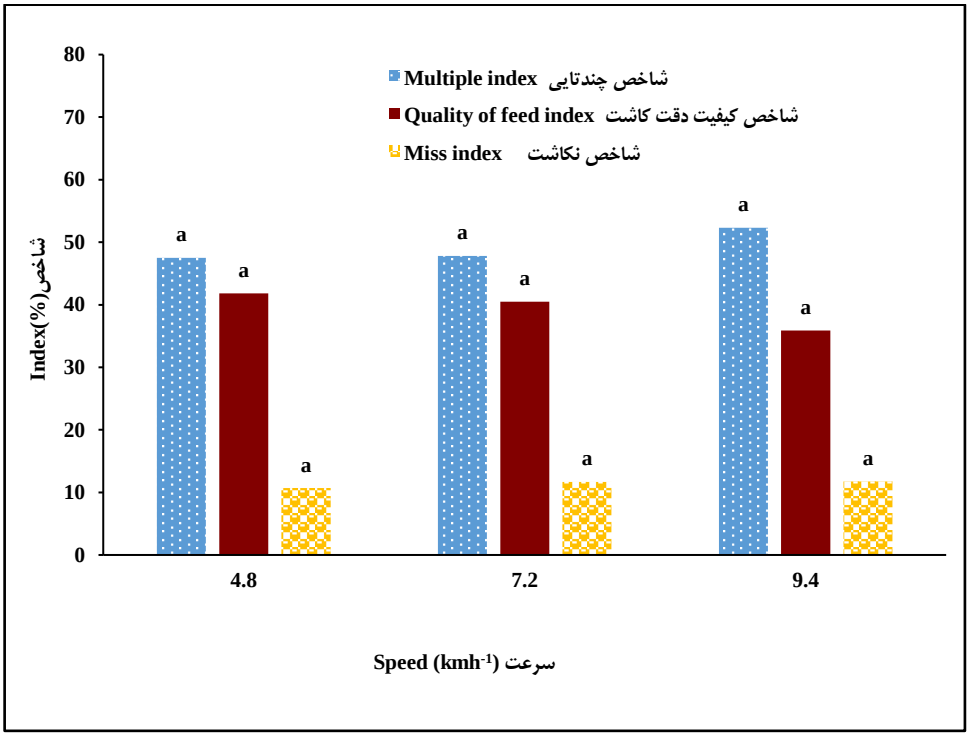
شکل ۳-تغییرات شاخص‌های کاشت تحت اثر خاک‌ورزهای مختلف

Fig. 3. Changes in planting indices with different tillers

شاخص دقت یا ضریب تغییرات کاشت نیز تابعی از انحراف معیار فاصله تنظیمی کاشت است و انتظار داریم با افزایش سرعت تغییر کند. اما با افزایش سرعت مقدار بازده توزیع یکنواختی بذر،

کمی کاهش پیدا کرده و در نتیجه شاخص دقت کمتر شده بود البته این کاهش در حد معنی‌دار نبود (جدول ۴). شاخص کیفیت دقت کاشت با تغییر سرعت و افزایش آن به تدریج کمتر شده و و درصد شاخص‌های چندتایی و نکاشت افزایش یافت (شکل ۴).

استاگنبورگ و همکاران (Staggenborg *et al.*, 2004) نیز نشان دادند که افزایش سرعت کارنده، عملکرد موزع را کاهش می‌دهد و اولین مشکل در سرعت‌های بالا، کاهش تراکم و استقرار نهایی بوته‌ها است و پیشنهاد دادند که برای تمرکز بر دقت عملکرد کارنده بهتر است به نسبت تراکم مناسب و استقرار گیاه توجه شود و کمتر به فاصله کاشت پرداخته شود زیرا افزایش سرعت پیشروی باعث افزایش سرعت حرکت موزع و افزایش ارتجاعیت ردیف‌کار گردیده و یکنواختی کاشت را کاهش می‌دهد. بقایای سطحی بیشتر روی مسیر کاشت مانع حرکت چرخ فشار شده و عملکرد نامطلوب ردیف‌کار را نتیجه می‌دهد. طراحی و اصلاح عامل‌های خاک‌ورزی که بتواند بقایای گیاهی را از جلوی کارنده کنار زده و مسیر تمیزتری را ایجاد کند باعث افزایش دقت کاشت خواهد شد. برندلرو و همکاران (Brandelero *et al.*, 2015) بهترین عملکرد خطی‌کار بی‌خاک‌ورز از نظر عمق کاشت، جابجایی خاک، سرعت سبز شدن، بذرهای روی زمین ریخته، توزیع طولی بذرها وعملکرد و اجزای عملکرد سویا را در سرعت ۳/۴ کیلومتر بر ساعت به دست آوردند.



شکل ٤-تغییرات شاخص‌های کاشت تحت اثر سرعت‌های پیش‌روی

Fig. 4. Changes in planting indices with forward speeds

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارهای پیش‌بر برای شاخص دقت کاشت، ارتفاع و استقرار بوته و عملکرد

Table 3. Mean comparison of coulterstreatments for precision index, plant height, plant establishment and grain yield

عامل خاک‌ورز	عملکرد دانه	استقرار بوته	ارتفاع گیاه	شاخص دقت کاشت
Tillers	**Grain yield kgh^{-1}**	**Plant establishment per m^2**	**Plant height cm**	**Precision index**
Sweep	3759.9 a*	18 a	71.4 a	0.23 c
Nail	3960.5 a	18 a	75.4 a	0.27 b
Narrow	3341.8 a	21 a	71.9 a	0.23 c
T inverted	3539.9 a	20 a	69.8 a	0.31 a

در هر ستون، میانگین های دارای یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Different letters in the same column indicate significant differences among treatments

جدول ٤- مقایسه میانگین تیمارهای سرعت کاشت برای شاخص‌دقت کاشت، ارتفاع و استقرار بوته و عملکرد

Table 4. Mean comparison of speed treatments for precision index, plant height, plant establishment and grain yield

عملکرد دانه	استقراربوته	ارتفاع گیاه	شاخص دقت کاشت	سرعت
Grain yield, kgh^{-1}	**Plant establishment per m^2**	**Plant height, cm**	**Precision index**	**Speed kmh^{-1}**
3499.5 a*	20.3 a	63.3 b	0.27 a	4.8
3891.5 a	19.0 a	77.8 a	0.26 a	7.2
3560.7 a	19.2 a	75.3 a	0.25 a	9.4

در هر ستون، میانگین های دارای یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Different letters in the same column indicate significant differences among treatments

کشاورزی حاصل از کم‌خاک‌ورزی یا بی‌خاک‌ورزی، نمایانگر سیستم مدیریتی وسیعی است که فاکتورهای متعددی را دربرمی‌گیرد لذا تأثیر آن بر عملکرد محصول متغیر است و پارامترهای محدودکننده در آن باید کاملاً شناسایی شوند. درصد سبز و تراکم مناسب، استقرار نهایی بوته‌ها برای رسیدن به حداکثر تولید را به دنبال دارد و در نهایت رسیدن به پتانسیل عملکرد هدف نهایی است. در این آزمون نتایج به کارگیری تیمارهای مختلف پیش‌بر در جلوی کارنده نشان داد که اگرچه تفاوت عملکردها معنی‌دار نبوده اما بیشترین عملکرد با مدل ناخن‌دار به دست آمد و کمترین آن مربوط به قلمی بوده است، در حالی‌که تراکم و استقرار بوته‌ها در ناخن‌دار کمتر و در قلمی بیشتر بوده است (جدول ۳). در واقع الگوی کاشت و تراکم مناسب استقرار نهایی بوته‌ها در شرایط بی‌خاک‌ورزی ممکن است متفاوت از روش مرسوم باشد.

مطالعه در ایالت آیوا برای چند تناوب مختلف ذرت و سویا و با استفاده از سه مدل منضمه ردیف تمیزکن موجدار، دندانه‌ای و بشقابی دوار افقی برای آماده‌سازی مسیر کاشت، نشان داد که در سال‌هایی که تراکم عامل محدودکننده است، بقایای گیاهی سطحی، استقرار ضعیف گیاه را افزایش می‌دهد و منضمات ردیف تمیزکن می‌تواند این خطر را کاهش

دهد (Kaspar & Erbach, 1998). هر مدل عامل خاک‌ورزی که بتواند مسیر کاشت را برای قرارگیری و پوشش بذر آماده کند شرایط بهتری را برای استقرار بوته فراهم کرده و احتمال رسیدن به عملکرد مطلوب را افزایش می‌دهد. عامل خاک‌ورز ناخن‌دار با طرح خاص آن و قراردادن بقایا در بالای خاک و اطراف بوته، شرایط مساعدتری را برای رشد گیاه و استفاده از رطوبت و عناصر غذایی فراهم کرده و عملکرد بالاتری را به دست آورد.

هرچند که تأثیر این عوامل بر عملکرد پایدار نبوده و تحقیقات مختلف نتایج متفاوتی را بر عملکردهای بی‌خاک‌ورزی به دست آورده است. پیتلکو و همکاران (Pittelkow *et al.*, 2015) با انجام فراتحلیل روی تأثیر تغییرات محصولی و محیطی در عملکرد بی‌خاک‌ورزی و با استفاده از داده‌های منتشر شده در ۶۷۸ مطالعه با ۶۰۰۵ مشاهده از ۵۰ محصول و ۶۳ کشور، طبقه‌بندی محصول را مؤثرترین فاکتور در واکنش عملکردی بی‌خاک‌ورزی شناسایی کردند که به دنبال آن شاخص خشکی، مدیریت بقایا، مدت بی‌خاک‌ورزی و نسبت نیتروژن قرار داشت. در واقع این عوامل تأثیرگذارتر از سایر عوامل بوده و پارامترهای دیگری که در عملکرد مؤثر هستند به طور دائم و همیشگی در افزایش عملکرد دخالت ندارند.

نتیجه‌گیری

بعضی از انواع خاک‌ورزها می‌توانند برای عبور از بین بقایای گیاهی در شرایط کم‌خاک‌ورزی و یا بی‌خاک‌ورزی، به کارنده‌های موجود متصل گردند. در بین عامل خاک‌ورزهای شاخه‌ای، مدل‌های باریک‌تر انباشتگی کمتری از بقایا را در جلوی کارنده ایجاد کرده و استقرار بهتر بذر را باعث می‌شوند. اگرچه نتایج معنی‌دار نبوده اما عامل خاک‌ورز T وارونه کارایی بهتری را از نظر شاخص‌های کاشت داشته و پیش‌بر ناخن‌دار ضمن سادگی طرح و عبور بهتر از بین کاه های موجود در مزرعه و نگهداری بقایای بیشتر در کنار بوته‌ها، عملکرد محصول بیشتری را سبب شده است.

در نهایت سرعت پیشروی ۴/۸ کیلومتر بر ساعت برای کاهش پراکندگی عمقی کاشت بذر و کیفیت کاشت بهتر، مناسب‌تر بوده و انتخاب عامل خاک‌ورز T وارونه با این سرعت پیش‌روی از نظر مجموع شاخص های فنی کاشت توصیه می‌گردد. پیش‌بینی می‌گردد استفاده از ردیف تمیزکن در جلوی پیش‌برها بتواند تأثیر زیادی در جابه‌جایی و انتقال بقایا به خارج از مسیر کاشت داشته باشد.

مراجع

Aikins, K. A., Antille, D. L., Jensen, T. A., Barr, J. B., Ucgul, M., & Desbiolles, J. M. A. (2018). No-tillage tine furrow opener performance: Soil-tool-residue interactions, tool geometry and settings. *ASABE Paper No.: 1800251*. St. Joseph, MI.: ASABE. Doi: 10.13031/aim.201800251.

Brandelero, E. M., Adami, P. F., Modolo, A. J., Baesso, M. M., & Fabian, A. J. (2015). Seeder performance under different speeds and its relation to soybean cultivators yield. *Journal of Agronomy, 14*(3), 139-145.

Bahrani, M., Raufat, M., & Ghadiri, H. (2007). Influence of wheat residue management on irrigated corn grain production in a reduced tillage system. *Soil and Tillage Research, 94*, 305-309.

Çelik, A. (2009). The factors affecting performance of direct seeding machines. Z*iraat Fakültesi Dergisi, Atatürk Üniversitesi, 40*, 101-108.

Çelik, A., & Altikat, S. (2012). Peformances of various furrow openers, covering components, and forward speeds of no-till seeders for sowing of winter wheat. *Journal of Agricultural Sciences, 18*, 226-238.

Doan, V., Chen, Y., & Irvine, B. (2005). Effect of oat stubble height on the performance of no-till seeder openers. *Canadian Biosystems Engineering, 47*, 37-44.

Gohlke, T., Ingersoll, T., Roe, R. D., Oregon, N., & Pullman, W. (2000). Soil disturbance in no-till and direct seed planting systems. Natural Resources Conservation Service. *Agronomy Technical Note, 39*, 1-6.

Guérif, J., Richard, G., Dürr, C., Machet, J., Recous, S., & Roger-Estrade, J. (2001). A review of tillage effects on crop residue management, seedbed conditions and seedling establishment. *Soil and Tillage Research, 61*, 13-32.

Janelle, L., Tessier, S., & Lague, C. (1993). Seeding tool design for no-tillage conditions in the north-east. American Society of Agricultural Engineers. *Meeting* (USA).

Kachman, S., & Smith, J. (1995). Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 38*, 379-387.

Kaspar, T., & Erbach, D. (1998). Improving stand establishment in no-till with residue-clearing planter attachments. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 41*, 301-306.

Kushwaha, R., Vaishnav, A., & Zoerb, G. (1986). Soil bin evaluation of disc coulters under no-till crop residue conditions. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 29*, 40-44.

Li, Yang., Bingxin, Y., Tao, C., Yiming, Y., Xiantao, H., Quanwei, L., Zhijie, L., Xiaowei, Y., & Dongxing, Zh. (2016). Global overview of research progress and development of precision maize planters. I*nternational Journal of Agricultural and Biological Engineering, 9*(1), 9-26.

Modolo, A. J., Trogello, E., Stefani Pagliosa, E., Dallacort, R., Kolling, E. M., & Sgarbossa, M. (2012). Seeding quality and soybean yields from using different furrowers and operation speeds. *Semina: Ciências Agrárias, 33*(1): 3009-3016.

Murray, J., Tullberg, J. N., & Basnet, B. (2006). Planters and their components: types, attributes, functional requirements, classification and description. *ACIAR Monograph No. 121*.

Payton, D., Hyde, G., & Simpson, J. (1985). Equipment and methods for no-tillage wheat planting. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 28*, 1419-1424.

Pittelkow, C. M., Linquist, B. A., Lundy, M. E., Liang, X., van Groenigen, K. J., Lee, J., van Gestel, N., Six, J., Venterea, R. T., & van Kessel, C. (2015). When does no-till yield more? A global meta-analysis. *Field Crops Research, 183*, 156-168.

Portella, J. A. (1983). Um estudo preliminar das forças atuantes em elementos rompedores de semeadeiras diretas comerciais (Dissertação (mestrado)), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agricola, Campinas, SP. Disponí.

Senapati, P., Mohapatra, P., & Satpathy, D. (1988). Field performance of seeding devices in rain fed situation in Orissa, India. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin America, 19*, 35-38.

Sharifi, A., Sadeghnezhad, H. R., & Faraji, A. (2016). Comparison of effects of machine performance parameters and energy indices of soybean production in conservation and conventional tillage systems. *Journal of Agricultural Machinery, 6*(2), 510-523. (in Persian)

Staggenborg, S. A., Taylor, R., & Maddux, L. D. (2004). Effect of planter speed and seed firmers on corn stand establishment. *Applied Engineering in Agriculture, 20*, 573-580.

Xiangcai, Zh., Hongwen, L., Ruicheng, D., Shaochun, M., Jin, H., Qingjie, W., Wanzhi, C., Zhiqi, Zh., & Zhiqiang, Zh. (2016). Effects of key design parameters of tine furrow opener on soil seed bed properties. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 9*(3), 67-80.

Agricultural Mechanization and Systems Research/Vol.22/No.77/Spring2021/P:69-84

Research Paper

Evaluation of Planting Technical Indices in Modified Till Planter in Soybean

H. R. Sadeghnezhad*, M. Barzanooni, H. A. Shamsabadi and M. H. Rahmati

*Corresponding Author: Academic Member, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran. Email: hsadeghi1347@yahoo.com
Received: 21 January 2020, Accepted: 13 July 2020

Abstract

In no-tillage operation, the coulters are the best means to cross the plant residues, which, along with the furrow openers, prepare the soil for seed placement. In this study, four available tiller models were installed in front of mechanical row crop planters and a two factor randomized complete block design test was performed using strip plots with four types of coulters (sweep, nail, narrow chisel and T inverted) as factor A and the three factors speed of tractor (4.8, 7.2 and 9.4 $km.h^{-1}$) as factor B. The planter units were adjusted on 50 cm distance between rows. The sweep model with 24.4 and 7.3 cm had the highest width and depth, respectively, of disturbed soil. T inverted tiller at the specified depth with the least amount of standard deviation got the highest (80.4%) uniformity of seed distribution on the row and did not change depth of seeding with increasing in speed but increased the distance between two seeds. Also, the highest quality of feed index (42.7%) and the lowest multiple index (46.8%) were found in this treatment and its miss index (10.5%) has been almost the same with other tillers. Although T inverted tiller in the forward speed of 4.8 km h^{-1} showed better performance in terms of planting indices, but the nail tiller, passing more easily through plant residues, was more suitable because of simplicity and performance as well as its low cost, compared to other tested tillers.

Keywords: Precision Index, Reduce Tillage, Row Crop Planter, Speed

© 2021 Agricultural Mehanization and Systems Research, Karaj, Iran.

This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license)