

منضم نمودن یک ردیف کار خلائی به پیش‌بر دیسکی جهت کاشت

ذرت در سامانه بی‌خاک‌ورزی

اورنگ تاکی*، اردشیر اسدی و ارژنگ جوادی**

* نگارنده مسئول، نشانی: اصفهان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ص. پ: ۱۹۹-۸۱۷۸۵، تلفن: ۰۶۱(۷۷۶۰۰۶۱)۰۳۱۱.

پیام‌نگار: orangtaki@yahoo.com

** به ترتیب استادیار؛ پژوهشگر بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان؛ و دانشیار پژوهش

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کرج

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۶

چکیده

بهای اولیه ردیف‌کارهای مخصوص در سامانه بی‌خاک‌ورزی، که بالاست، در توسعه این روش محدودیت ایجاد می‌کند. از این رو نصب پیش‌بر در جلو واحدهای کاشت ردیف‌کارهای مرسوم می‌تواند راه حلی برای استفاده از امکانات موجود جهت کشت محصولات ردیفی در این روش باشد. در این تحقیق، دو نوع پیش‌بر دیسکی، لبه صاف و لبه موج، برای نصب روی یک نوع ردیف‌کار خلائی مجهز به شیار بازکن کفشکی رایج در ایران در نظر گرفته شد. در ارزیابی اولیه، عملکرد این دو نوع پیش‌بر تحت بارهای عمودی مختلف، در سرعت‌های پیشروی متفاوت، و در شرایط متفاوت رطوبتی خاک مقایسه شدند. نتایج اولیه نشان داد که پیش‌بر لبه‌صاف اگر چه بقایا را به نحو مطلوب برش می‌دهد اما نمی‌تواند نواری از خاک نرم را برای آسان کردن نفوذ شیار بازکن‌های کفشکی ماشین کاشت در خاک ایجاد کند. در عوض، پیش‌بر لبه موج ضمن برش مطلوب بقایا، می‌تواند شیاری از خاک نرم را به با عرض ۳۴-۲۵ و به عمق ۴۰-۲۴ میلی‌متر در خاک خشک به وجود آورد. این ارزیابی نشان داد که با اعمال وزنی معادل یک‌چهارم وزن قسمت جلو ردیف‌کارهای خلائی مرسوم روی پیش‌بر لبه موج و در صورتی که سرعت پیشروی از ۱/۳۵ متر بر ثانیه تجاوز نکند، می‌توان نواری از خاک نرم به عرض ۳۱ و عمق ۳۵ میلی‌متر را در خاک خشک به دست آورد. با نصب چهار پیش‌بر دیسکی لبه موج در جلو واحدهای کاشت ردیف‌کار، مشخص شد که توزیع وزن ماشین روی پیش‌برها و چرخ‌های محرک موزع‌ها به گونه‌ای است که با حفظ درگیری کامل چرخ‌ها با زمین، بذرها به نحو مطلوب ریزش می‌کند و حرکت شیار بازکن‌ها در نوار خاک نرم حاصل از کار پیش‌برها می‌تواند بذرها را در عمق مناسب به صورت یکنواختی قرار دهد. با حفظ سرعت پیشروی تا حدود ۱/۳۵ متر بر ثانیه، پوشش دادن بذرها به میزان ۹۵ درصد عملی می‌شود و می‌توان به درصد سبزی تا ۸۳ درصد نیز دست یافت. استفاده از این پیش‌بر در رطوبت‌های بالای خاک، به دلیل پرتاب شدن خاک کنده شده به اطراف، توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی

بی‌خاک‌ورزی، پیش‌بر دیسکی، دیسک لبه صاف، دیسک لبه موج، ردیف‌کار

مقدمه

گسترده، وجود بیش از ۴۰۰۰ نوع ماشین ردیف‌کار مخصوص سامانه بی‌خاک‌ورزی در بازار است که از ترکیب انواع مختلف پیش‌برها، شیار بازکن‌ها، و پوشاننده‌ها تولید شده‌اند (Anon, 1983bc). به رغم این تنوع گسترده، بیشتر اشکالات مرتبط با سامانه بی‌خاک‌ورزی را به

اولین ماشین تجاری مخصوص بی‌خاک‌ورزی، در ابتدای دهه ۶۰ میلادی ساخته شد (Anon, 1983a) و از آن تاریخ تاکنون انواع گوناگون ماشین‌ها و اجزای مختلف آن طراحی و ساخته شده است. شاهد این پیشرفت

ماشین‌های آن نسبت می‌دهند. در مطالعه‌ای در امریکا، سه دلیل عمده برای مخالفت کشاورزان با سامانه حفاظتی اعلام شد: کنترل نشدن علف‌های هرز، هزینه بالای استفاده از کودها و سموم شیمیایی، و به خصوص نبود تجهیزات مناسب (Anon, 1983a). در یک تحقیق دیگر برای ارزیابی دیدگاه‌های بیش از ۵۰۰ کشاورز در ارتباط با مزایا و معایب تکنیک بی‌خاک‌ورزی، مشخص شد که بسیاری از معایب اشاره شده در این سامانه به طور مستقیم یا غیر مستقیم به تجهیزات مورد استفاده مربوط می‌شود (Leuthold & Hart, 1984).

اساس کار ماشین کاشت مخصوص سامانه بی‌خاک‌ورزی، آماده‌سازی محل قرارگیری بذر در خاک شخم نخورده و قرار دادن بذر در آن محل برای برخورداری از استقرار تعداد کافی گیاه با الگویی قابل قبول است. این ماشین‌ها معمولاً ساختمانی محکم دارند و اجزا و ملحقاتشان، نسبت به ماشین‌های مرسوم، تماس بیشتری با خاک دارند. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که قیمت آنها ۱۵ تا ۲۵ درصد گران‌تر از ماشین‌های مرسوم باشد (Mowitz, 1985). در این ماشین‌ها، آماده‌سازی بستر بذر در خاک شخم نخورده وظیفه ابزارخاک‌ورز است. این ابزار خاک‌ورز باید لایه سطحی بقایا را ببرد و بدون فشار دادن بخشی از آن به درون خاک، شیاری جهت قرارگیری بذر با خاک نرم ایجاد کند. این خاک‌ورز می‌تواند به شکل‌های مختلف مانند پیش‌برهای دیسکی (فعال یا غیرفعال)، تیغه‌های دوار، و بازوهای ثابت یا تلفیقی از اینها به کار گرفته شود. در این بین، ماشین‌های مجهز به پیش‌برهای فعال به دلیل سبک‌تر بودن و وزنشان به نیروی کششی کمتری نیاز دارند، ولی استهلاک ماشین و هزینه نگهداری آن به میزان چشمگیری بیشتر است (Taki & Asadi, 2009). خاک‌ورزهای جلو سو مانند انواع بیلچه‌ای و اسکنه‌ای نیز به هنگام کار در سطوح پوشیده از بقایا با مشکل جمع‌شدن کلس در برابر خود مواجه می‌باشند

(Hemmat & Taki, 2001). در صورت خرد بودن بقایا، مشکل‌گیرکردن آنها در جلو این نوع شیار بازکن‌ها کمتر می‌شود ولی حتی در این حالت نیز شیار بازکن‌ها نمی‌توانند شیاری با خاک نرم جهت تماس بذر با خاک به ویژه در خاک خشک ایجاد کنند (Asadi & Hemmat, 2004).

از بین انواع پیش‌برهای موجود، نوع دیسکی غیرفعال در انواع صاف، مضرس، کنگره‌دار، و موج به طور گسترده‌ای به کار گرفته شده است. پیش‌برهای دیسکی باید به طور یکنواخت تا عمقی پایین‌تر از محل مطلوب قرارگیری بذر فرو روند. در شرایطی که خاک بسیار سخت و خشک باشد، فرو رفتن تا چنین عمقی به اعمال وزنی حدود ۱۸۰ تا ۲۳۰ کیلوگرم روی هر واحد کاشت نیاز دارد (Tompkins, 2005). افزایش عمق برش پیش‌برهای دیسکی با توجه به عقب سو بودن آنها، نیاز به اعمال وزن اضافی را به شکل قابل توجه افزایش می‌دهد. در نتیجه، نیروی کششی لازم متناسب با وزن دستگاه نیز برای کشیدن پیش‌بر در عمق بیشتر افزایش چشمگیری خواهد داشت (Desbiolles, 2004). در بین انواع پیش‌برهای دیسکی، نوع صاف آنها نیاز به نیروی کمتری برای بریدن بقایای با حجم زیاد دارد. همچنین، نفوذ آنها در خاک‌های سخت نسبت به انواع دیگر مانند، نوع مضرس و موج، به نیروی کمتری نیاز دارد. با این همه، شیاری که توسط پیش‌بر لبه صاف ایجاد می‌کند بسیار باریک است و امکان لازم را ورود شیاربازکن‌های واحد کارنده با پهناهای بیشتر (مانند نوع کفشکی) فراهم نمی‌سازد (Erbach & Choi, 1983). پیش‌برهای موج و مضرس نوار پهن‌تری از خاک را به هم می‌زنند ولی ضمن نیاز به اعمال نیروی فشاری بیشتر (نسبت به نوع صاف) عملکرد آنها تحت تأثیر سرعت پیشروی قرار می‌گیرد. در سرعت پیشروی بالا و در خاک مرطوب، پیش‌برهای پهن‌تر تمایل به پرتاب خاک به خارج از شیار ایجاد شده را دارند. این جابه‌جایی خاک، دست‌کم

ماشین‌های آن نسبت می‌دهند. در مطالعه‌ای در امریکا، سه دلیل عمده برای مخالفت کشاورزان با سامانه حفاظتی اعلام شد: کنترل نشدن علف‌های هرز، هزینه بالای استفاده از کودها و سموم شیمیایی، و به خصوص نبود تجهیزات مناسب (Anon, 1983a). در یک تحقیق دیگر برای ارزیابی دیدگاه‌های بیش از ۵۰۰ کشاورز در ارتباط با مزایا و معایب تکنیک بی‌خاک‌ورزی، مشخص شد که بسیاری از معایب اشاره شده در این سامانه به طور مستقیم یا غیر مستقیم به تجهیزات مورد استفاده مربوط می‌شود (Leuthold & Hart, 1984).

اساس کار ماشین کاشت مخصوص سامانه بی‌خاک‌ورزی، آماده‌سازی محل قرارگیری بذر در خاک شخم نخورده و قرار دادن بذر در آن محل برای برخورداری از استقرار تعداد کافی گیاه با الگویی قابل قبول است. این ماشین‌ها معمولاً ساختمانی محکم دارند و اجزا و ملحقاتشان، نسبت به ماشین‌های مرسوم، تماس بیشتری با خاک دارند. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که قیمت آنها ۱۵ تا ۲۵ درصد گران‌تر از ماشین‌های مرسوم باشد (Mowitz, 1985). در این ماشین‌ها، آماده‌سازی بستر بذر در خاک شخم نخورده وظیفه ابزارخاک‌ورز است. این ابزار خاک‌ورز باید لایه سطحی بقایا را ببرد و بدون فشار دادن بخشی از آن به درون خاک، شیاری جهت قرارگیری بذر با خاک نرم ایجاد کند. این خاک‌ورز می‌تواند به شکل‌های مختلف مانند پیش‌برهای دیسکی (فعال یا غیرفعال)، تیغه‌های دوار، و بازوهای ثابت یا تلفیقی از اینها به کار گرفته شود. در این بین، ماشین‌های مجهز به پیش‌برهای فعال به دلیل سبک‌تر بودن و وزنشان به نیروی کششی کمتری نیاز دارند، ولی استهلاک ماشین و هزینه نگهداری آن به میزان چشمگیری بیشتر است (Taki & Asadi, 2009). خاک‌ورزهای جلو سو مانند انواع بیلچه‌ای و اسکنه‌ای نیز به هنگام کار در سطوح پوشیده از بقایا با مشکل جمع‌شدن کلس در برابر خود مواجه می‌باشند

منضم نمودن یک ردیف‌کار خلانی به پیش بر...

برای کنار زدن بقایا از روی خطوط کاشت، عملکرد مطلوب ندارند زیرا تمیز کننده‌ها قادر به کنار زدن ساقه‌هایی نخواهند بود که یک سر آن در زمین مستقر است (بقایای ایستاده). از طرف دیگر، سخت بودن خاک و پایین بودن رطوبت بقایا می‌تواند امکان تأمین مقاومت کافی را برای بریدن بقایا در زیر پیش‌برهای دیسکی فراهم آورد. از آنجا که هزینه اولیه ردیف‌کارهای مخصوص سامانه بی‌خاک‌ورزی، که هزینه ای است بالا، محدودیتی در توسعه این روش، به نظر می‌رسید با نصب پیش‌برهای دیسکی در جلو واحدهای کاشت ردیف‌کارهای مرسوم بتوان از امکانات موجود جهت کشت محصولات ردیفی در روش بی‌خاک‌ورزی نیز استفاده کرد در این شرایط از این ردیف‌کار در صورت باز کردن پیش‌بر می‌توان در کشت مرسوم نیز بهره برد. هدف از این تحقیق، بررسی امکان استفاده از دو نوع پیش‌بر دیسکی روی یک ردیف‌کار خلانی مرسوم جهت تبدیل آن به یک ماشین کشت مستقیم است.

مواد و روش‌ها

در سال‌های اخیر ردیف‌کارهای خلانی (جهت دقیق کاری) به تدریج جایگزین انواع مکانیکی شده‌اند؛ تعداد این نوع ردیفه کار در ایران قابل توجه‌ای است. این ردیف‌کارها توزیع بذر از دقت نسبتاً بالایی دارند. به خاطر وزن نسبتاً سنگین آنها که ناشی از ضمامی نظیر سامانه انتقال بذر خلانی و مجموعه متعلقات کودکاری است، دارای دیرک افزار و شاسی قوی هستند. سنگینی ماشین و نیاز به دور بالا برای به حرکت در آوردن پروانه مکنده، استفاده از تراکتورهای با قدرت بالاتر از ۹۰ اسب بخار را اجتناب ناپذیر می‌سازد. با توجه به وزن نسبتاً سنگین و شاسی و دیرک افزار قوی این ردیف‌کارها و نیز وجود نیروی محرکه کافی، به نظر می‌رسید با اضافه کردن پیش‌برهای مناسب

به دو دلیل نمی‌تواند مطلوب باشد: ۱- خاک مورد نیاز برای پوشش بذر از دسترس خارج می‌شود و ۲- خاک خارج شده از شیار باعث به هم خوردن یکنواختی عمق کاشت بذر می‌شود (Anon, 1983bc). عملکرد این پیش‌برها همچنین مستقیماً تحت تأثیر اثر متقابل شرایط رطوبتی بقایا و خاک است. با افزایش رطوبت خاک، هر چند مقاومت خاک در برابر برش کاهش می‌یابد ولی مقاومت کافی برای برش بقایا روی خاک تأمین نمی‌شود. در این حالت بقایا همچنان نبریده باقی می‌مانند و یا در خاک فرو می‌روند (Morison Jr & Allen, 1988).

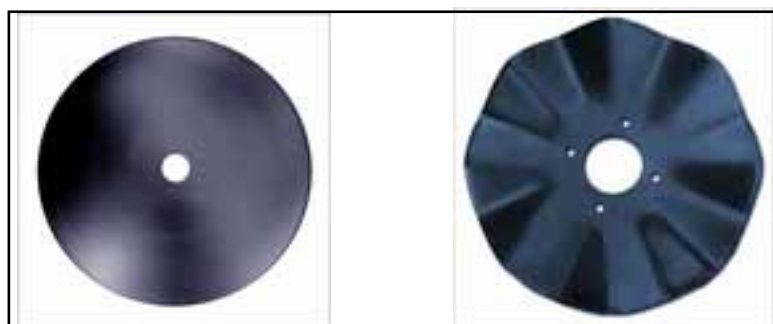
با افزایش رطوبت، مقاومت بقایا به برش نیز افزایش می‌یابد. البته بقایای ایستاده در مقایسه با بقایای خوابیده کمتر تحت تأثیر رطوبت خاک قرار می‌گیرند و این امر می‌تواند عملکرد ماشین‌های کاشت مخصوص بی‌خاک‌ورزی را تحت تأثیر قرار دهد (Choi & Erbach, 1983; Allen, 1986). مطالعات نشان می‌دهد که وجود بقایا در داخل شیار از تماس لازم بذر با خاک جلوگیری و جوانه زنی بذر را مختل می‌کند (Sanford, 1982). در این خصوص ضمامی برای تمیز کردن بقایا از روی خطوط کاشت در جلو شیاربازکن ماشین کاشت ارائه شده و نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که این امر باعث افزایش جوانه زنی می‌شود (Mangold, 1985). ضمام طراحی شده برای این منظور به طور گسترده عرضه شده‌اند ولی عملکرد آنها در تمیز کردن بستر بذر در روش کم‌خاک‌ورزی، در مقایسه با روش بی‌خاک‌ورزی، تأثیر بیشتری دارد.

در اکثر مناطق خشک ایران محصولات ردیفی معمولاً پس از برداشت غلات و بیرون بردن ساقه‌های خارج شده از کمباین در فصول گرم و خشک سال کشت می‌شوند. پایین بودن رطوبت خاک و بقایا و به تبع آن سخت بودن خاک از ویژگی‌های این شرایط آب و هوایی می‌باشد. در این شرایط در روش بی‌خاک‌ورزی ضمام به کار گرفته شده

رایج‌ترین نوع پیش‌بر در ماشین‌های کشت مستقیم هستند، قطر هر دو نوع دیسک ۴۰۰ میلی‌متر و ضخامت آنها حدود ۵ میلی‌متر بود. دیسک‌های لبه موج انتخابی، هشت انحنا (موج) در محیط خود دارند که اثر چرخش آنها روی زمین غیر قابل نفوذ به شکل یک منحنی سینوسی روی نواری به عرض ۵۰ میلی‌متر است.

توان از این ردیف‌کارها در کشت بی‌خاک‌ورزی محصولات بهره‌گرفت.

از آنجا که خاک‌ورزهای جلوسو به علت جمع شدن بقایا در جلو آنها مناسب به نظر نرسیدند، برای ارزیابی اولیه دو نوع پیش‌بر دیسکی شامل دیسک لبه صاف و دیسک لبه موج (شکل ۱) در نظر گرفته شدند که



شکل ۱- پیش‌بر دیسکی لبه موج (سمت راست) و لبه صاف (سمت چپ)

(چرخ فلزی) و تغییر ارتفاع چرخ دیگر تا برقراری تراز افقی ماشین وزن اعمال شده روی قسمت جلوی ماشین به دست آمد. این اندازه‌گیری نشان داد که عملکرد این پیش‌برها باید تحت اعمال بار عمودی در حدود ۱۵۵ کیلوگرم بررسی شود. به همین منظور سه نیروی عمودی ۱۰۵، ۱۵۵ و ۲۰۵ کیلوگرم (۳۰ درصد کمتر و بیشتر از مقدار اندازه‌گیری شده) برای اعمال روی هر پیش‌بر در نظر گرفته شد.

در ارزیابی اولیه، یک واحد از هر نوع پیش‌بر به تنهایی به وسیله یک بازوی ثابت روی یک دیرک افزار (موجود) نصب شد. دو نوع پیش‌بر در شرایط مختلف خاک از نظر رطوبت، تحت اعمال مقادیر مختلف بارهای عمودی و سرعت‌های مختلف پیشروی در قطعه زمینی شخم نخورده و پوشیده از بقایای ایستاده جو (۵/۵ تن در هکتار) مقایسه شدند. با افزودن وزنه‌های اضافی روی دیرک افزار بارهای مختلف عمودی روی پیش‌برها (۱۰۵، ۱۵۵، و ۲۰۵

برای بررسی کارایی پیش‌برها در سامانه بی‌خاک‌ورزی در شرایط منطقه مورد آزمایش، باید عملکرد آنها تحت اعمال بارهای عمودی مختلف، که در دامنه وزن قسمت جلو ماشین‌های ردیف‌کار مرسوم در کشور می‌بود، بررسی می‌شد. برای این منظور، یک دستگاه ردیف‌کار رایج منطقه که برای نصب پیش‌برها در جلو آن مناسب تشخیص داده شد انتخاب گردید. این ماشین دارای ۴ واحد کاشت، مجهز به سیستم توزیع بذر خلای و ضامم کودکاری بود و وزن کل آن به ۹۴۰ کیلوگرم (مخزن خالی) می‌رسید. از این عدد، سهم اعمال شده روی جلو دستگاه و در حالتی که چرخ‌های حامل ماشین و واحدهای کارنده روی زمین قرار می‌گیرند، برابر ۶۲۰ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. این قسمت از وزن ماشین در حالت استقرار بر زمین را دو چرخ فلزی تحمل می‌کنند که در زیر دیرک افزار در طرفین ماشین نصب می‌شوند. با قرار دادن یک بارسنج فشاری در زیر یکی از چرخ‌های جلو

منضم نمودن یک ردیف‌کار خلائی به پیش بر...

ضخامت شیار ایجاد شده با این پیش بر معادل ضخامت دیسک (۵ میلی‌متر) است که امکان بازکردن شیار از طریق شیار بازکن واحد کارنده ماشین (نوع کفشکی) را فراهم نمی‌سازد. این نوع شیار بازکن به نواری از خاک نرم به عرض حداقل ۳۰ میلی‌متر و عمق ۳۵ میلی‌متر (برای قراردعی بذر در عمق مناسب) نیاز دارد. در نتیجه، گزینه پیش‌بر لبه صاف برای ایجاد شیار مطلوب در جلو واحد کاشت در بررسی مقدماتی مناسب تشخیص داده نشد.

بنابراین، چهار پیش‌بر دیسکی مواج برای نصب در جلوی واحدهای ردیف‌کار مورد نظر انتخاب گردید. هر پیش‌بر در جلو واحدهای کاشت به تملک یک بازوی الکلنگی نصب شد که تحت کشش دو فنر مارپیچی قرار داشت (شکل ۲).

کیلوگرم) تأمین شد. عملکرد هر یک از پیش‌برها تحت اثر هر یک از بارهای عمودی در سه سرعت مختلف پیشروی شامل ۱، ۱/۳۵، و ۱/۷ متر بر ثانیه مقایسه شدند. سرعت‌های پیشروی در محدوده پیشنهادی شرکت سازنده برای عملکرد بهینه ماشین‌های ردیف‌کار انتخاب شد. عملکرد پیش‌برها در دو مرحله به فاصله ۹ روز در زمانی ارزیابی شد که رطوبت خاک در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری برابر ۱۶/۷ و ۸/۳ درصد بود. در این ارزیابی، عمق و عرض شیار به هم خورده و میزان پخش شدن خاک به اطراف مشخص و کیفیت برش بقایا و اندازه قطعات خاک موجود در شیار نیز بررسی شد.

در این ارزیابی مشخص گردید که پیش‌بر نوع لبه صاف تنها قادر به بریدن خاک و بقایاست و در هیچ یک از شرایط قادر به سست کردن نوار باریکی از خاک نیست.



شکل ۲- ردیف‌کار مجهز به پیش‌بر مواج جهت کاشت مستقیم در بقایای ایستاده

پیش‌برها از روی ماشین باز شدند و وزن قسمت جلو ماشین (۶۲۰ کیلوگرم) روی چهار پیش بر اعمال می‌شد. در مرحله بعد به منظور بررسی عملکرد ماشین منضم به پیش‌برهای دیسکی مواج در کاشت بذر محصولات ردیفی و ارزیابی کیفیت سبز شدن گیاه، این ماشین در زمین شخم نخورده پوشیده از بقایای ایستاده گندم در رطوبت

نیروی کششی فنرها به گونه‌ای انتخاب شد که پیش‌برها با اعمال نیروی عمودی بیش از ۱۵۰ کیلوگرم به حداکثر تغییر مکان خود برسند و به این طریق ضمن حرکت در عمق مطلوب، ناهمواری‌های زمین را دنبال و تراز افقی ماشین را نیز حفظ کنند. یادآوری می‌شود که چرخ‌های فلزی طرفین دیرک افزار در هنگام نصب

در زمان اجرای آزمایش، پیشروی ردیف‌کار به ازای ۱۰ دور چرخ محرک آن در حالت کاشت و در حالت حمل و نقل اندازه‌گیری و میزان سرش چرخ‌های ردیف‌کار برای هر تیمار آزمایش تعیین شد. در این مرحله، درصد بذره‌های پوشیده نشده با خاک (قابل مشاهده روی خاک) نیز در طول ۱۰ متر پس از کنار زدن بقایای گیاهی از روی ردیف کاشت شمارش و محاسبه شد. با شروع سبز شدن بذرها، گیاهچه‌ها هر روز در هر کرت در دو طول ۱۵ متری از دو خط کاشت که از قبل مشخص شده بود شمرده می‌شدند.

پس از سبز شدن کامل مزرعه، میانگین فواصل بین بوته‌ای، انحراف معیار فواصل بین بوته‌ای، درصد سبز، متوسط زمان سبز شدن، عمق کاشت، و یکنواختی آن در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد. برای تعیین میانگین و انحراف معیار فواصل بین بوته‌ای پس از سبز کامل مزرعه (دو هفته بعد از آبیاری دوم) در دو طول ۱۵ متری از دو خط کاشت فواصل بین بوته‌ای اندازه‌گیری شد و از آن میانگین و انحراف معیار فواصل بین بوته‌ای به دست آمد. همچنین، تعداد بوته‌های سبز شده (Z) در این طول شمرده و درصد بوته‌های سبز شده (E) از رابطه ۱ تعیین شد (Karayel, 2009).

$$E = \frac{Z}{P \times G \times (1 - M)} \times 100 \quad (1)$$

که در آن، P = تعداد بذره‌های کاشته شده بر اساس فاصله نظری کاشت؛ G = قوه نامیه بذر بر حسب اعشار؛ و M = درصد نکاشت بذر (نینداختن بذر از موزع) است. درصد نکاشت بذر در سرعت‌های مختلف در تیمارهای خاک‌ورزی شده‌ای تعیین شد که در آنها پوشش بذرها و سرش چرخ‌های محرک در حد قابل قبول است و برابر درصد فواصل بین بوته‌ای بیشتر از ۱/۵ برابر فاصله نظری

مرسوم منطقه با روش مرسوم ردیف‌کاری در منطقه (استفاده از همین ماشین بدون نصب پیش‌برها در زمین شخم خورده بدون بقایا) در کشت ذرت علوفه‌ای (سینگل کراس^۱ ۷۰۴ با قوه نامیه ۹۷ درصد) مورد مقایسه قرار گرفت. از آنجا که وزن ماشین برای تأمین عمق مناسب کافی ارزیابی شده بود، عملکرد آن تحت اعمال وزن ماشین به تنهایی (بدون اعمال وزن اضافی) در سه سرعت ۱، ۱/۳۵، و ۱/۷ متر بر ثانیه ارزیابی شد.

این تحقیق در قالب یک آزمایش کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در مجموع ۶ تیمار و در سه تکرار به مدت یک سال اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی در آزمایش شامل روش‌های خاک‌ورزی و سرعت پیشروی ماشین کاشت بودند. نوع خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی مرسوم (بدون پوشش بقایا) و بی‌خاک‌ورزی به عنوان فاکتور اصلی و سرعت‌های مختلف پیشروی به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح در نظر گرفته شد. این تحقیق در منطقه برآآن اصفهان (۳۰ کیلومتری جنوب شرقی اصفهان) در تابستان ۸۸ اجرا شد؛ بافت خاک این منطقه لومرسی است. مساحت اختصاص یافته برای هر کرت اصلی ۱۸۰۰ و برای هر کرت فرعی ۶۰۰ مترمربع (۲ تردد ماشین به طول ۱۰۰ متر) بود. فواصل خطوط کاشت، فواصل بذرها روی خط و عمق کاشت به ترتیب ۷۵۰ و ۱۲۰، و ۳۵ میلی‌متر در نظر گرفته شد. در این تحقیق، تیمارهای آزمایش بعد از برداشت گندم با کمباین در بقایای ایستاده (۶/۵ تن در هکتار) اعمال شدند. در روش مرسوم خاک‌ورزی پس از سوزاندن بقایای ایستاده، برای شخم اولیه از گاواهن برگردان‌دار به عمق ۲۵ سانتی‌متر و برای خاک‌ورزی ثانویه از تردد دیسک (۳ بار) استفاده شد. ذرت در تمام تیمارها روی زمین مسطح (بدون جوی و پشته) کاشته شد. دو آبیاری اول و دوم به فاصله ۶ روز جهت سبز شدن یکنواخت بذرها انجام گرفت.

صورت فرورفتن تا عمق زياد، منجر به ايجاد نواری از خاک نرم نمی‌انجامد و موجب سهولت نفوذ شياربازکن‌هایی نخواهد شد که در آنها تمایل به نفوذ در خاک وجود ندارد (نوع کفشکی و مشابه). در این حالت بذر در عمق مطلوب قرار نگرفته و همچنین خاک نرم برای پوشش‌دهی بذر وجود نخواهد داشت. به نظر می‌رسد با توجه به کارایی مطلوب این پيش‌بر در برش بقایا و ايجاد شکاف عمودی، نصب آن در جلو شيار بازکن‌های دیسکی یا اسکنه‌ای می‌تواند عملکرد آنها را آسان و از تجمع بقایا در جلو انواع جلوسو جلوگیری نماید. البته باید توجه داشت که در صورت نصب این ابزار روی ماشین‌های ردیف‌کار نسبتاً سنگین که وزنی معادل ۲۲۰-۱۵۰ کیلوگرم روی هر پيش‌بر اعمال می‌کنند، متوسط عمق نفوذ این شيار بازکن به حدود ۷۵ میلی‌متر می‌رسد که بیش از عمق مورد نیاز برای کاشت محصولات زراعی است. همچنین، ضریب تغییرات عمق نفوذ (جدول ۱) این پيش‌بر نشان دهنده غیر یکنواختی زیاد در عمق کار آن است. برای رفع مشکل نفوذ بیش از حد و غیر یکنواختی عمق، استفاده از ضمام محدود کننده عمق ضروری خواهد بود.

بررسی شاخص‌های اندازه‌گیری شده در خاک مرطوب (جدول ۲) نیز نشان دهنده افزایش بیش از حد عمق نفوذ پيش‌بر لبه صاف و غیر یکنواختی بیشتر آن به علت مقاومت کمتر خاک است. نتایج اندازه‌گیری عرض و عمق شيار ايجاد شده با پيش‌بر لبه مواج نشان می‌دهد که این پيش‌بر می‌تواند در خاک خشک شياری از خاک نرم به عرض ۳۴-۲۵ و به عمق ۴۰-۲۴ میلی‌متر ايجاد کند. در کاشت محصولات ردیفی آبی (مانند ذرت، آفتابگردان، و سویا) و در روش بی‌خاک‌ورزی، عمق بهینه قرارگیری بذر حدود ۳۵ میلی‌متر است و نواری به عرض حداقل ۳۰ میلی‌متر خاک نرم برای عبور شيار بازکن‌های کفشکی مورد نیاز است، از این رو عملکرد مطلوب پيش‌بر بر مبنای ايجاد شياری به عرض حداقل ۳۰ و عمق ۳۵ میلی‌متر

است (مقادیر تعیین شده در روش خاک‌ورزی شده برای روش بی‌خاک‌ورزی نیز لحاظ گردید). در این رابطه Z تعداد بوته‌های سبز شده‌ای است که فاصله آنها تا بوته مجاور از ۰/۵ برابر فاصله نظری کمتر نباشد فاصله نظری قرار می‌گیرند (یعنی بوته‌هایی که به صورت چند تایی کاشته شده‌اند یکی حساب می‌شوند).

برای تعیین عمق کاشت در هر تیمار، ۵۰ بوته به طور تصادفی از خاک خارج و از محل تغییر رنگ ساقه تا محل قرارگیری بذر، به عنوان عمق موثر کاشت اندازه‌گیری شد. برای تعیین متوسط زمان سبز شدن در تیمارهای مختلف از رابطه ۲ استفاده می‌شود:

$$MET = \frac{N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_n T_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} \quad (2)$$

که در آن، N_1, \dots, N_n = تعداد گیاهچه‌های سبز شده از زمان قبلی شمارش؛ T_1, \dots, T_n = تعداد روزهای بعد از کاشت؛ و MET = متوسط زمان سبز شدن است (Karayel, 2009).

نتایج و بحث

در جدول ۱، نتایج اندازه‌گیری عرض و عمق نوار به هم خورده خاک در اثر عبور دو نوع پيش‌بر در رطوبت ۸/۳ درصد در سه سرعت پیشروی و تحت اعمال بارهای عمودی مختلف نشان داده شده است از این جدول می‌توان دریافت که پيش‌بر لبه صاف حتی با اعمال کمترین نیروی عمودی (۱۰۵ کیلوگرم) در تمامی سرعت‌ها می‌تواند خاک خشک را تا عمق حداقل ۵۰ میلی‌متری ببرد و بقایا را برش دهد بی‌آنکه آنها را در شيار بفشارد. با این همه، لیکن عرض شيار ايجاد شده با این پيش‌بر در همه حالات برابر با ضخامت دیسک است. ايجاد چنین شياری با عرض کم (۵ میلی‌متر) حتی در

خورشید و جریان هوا از دست می‌دهند و کمتر تحت تأثیر رطوبت خاک قرار می‌گیرند. بنابراین، حتی در زمانی که رطوبت خاک بالاست بقایا مانند یک جسم ترد شکنندگی خود را حفظ می‌کنند و گسیختگی کامل در اثر عبور پیش‌بر اتفاق می‌افتد.

در بررسی عملکرد پیش‌بر لبه موج در خاک خشک مشاهدات مزرعه نشان داد که خاک تا حد مطلوب برای پوشش دادن بذر خرد می‌شود و به خارج از شیار نیز پرتاب نمی‌شود. اما در خاک مرطوب ضمن آنکه اندازه قطعات خاک بزرگتر خواهد شد میزان پرتاب قطعات به خارج از شیار نیز افزایش می‌یابد به طوری که متوسط عرض نوار خاک پخش شده در سرعت‌های بالا به ۱۸۲ میلی‌متر نیز می‌رسد (جدول ۲). در حالت مرطوب، قطعات خاک بریده شده توسط هر موج پیش‌بر به داخل قسمت مقعر آن می‌چسبند و در اثر چرخش دیسک به اطراف پرتاب می‌شود. پرتاب این قطعات معمولاً خرد نشده به خارج از نواری به عرض ۱۰۰ میلی‌متر امکان انتقال آن به داخل شیار کننده شده توسط پوشاننده‌های معمول را فراهم نمی‌سازد. این پدیده به ویژه با افزایش سرعت پیشروی مشهودتر است. با توجه به جدول ۲، در صورت استفاده از این پیش‌بر در خاک مرطوب برای جلوگیری از پخش شدن بیش از حد خاک باید سرعت پیشروی را در حد ۱ متر بر ثانیه پایین نگه داشت. مطالعه جدول ۱ نشان می‌دهد که در خاک خشک به علت نچسبیدن خاک به دیسک حتی در بیشترین سرعت (۱/۷ متر بر ثانیه) این اشکال نیز ایجاد نمی‌شود.

در نظر گرفته شد. با مطالعه ابعاد شیار ایجاد شده در شرایط مختلف در خاک خشک می‌توان دریافت که برای رسیدن به عمق ۳۵ میلی‌متر به نیروی عمودی حداقل ۱۵۵ کیلوگرم در سرعت پیشروی حداکثر ۱/۳۵ متر بر ثانیه نیاز خواهد بود. با افزایش سرعت پیشروی به ۱/۷۰ متر بر ثانیه، دستیابی به این عمق حتی با اعمال نیروی عمودی ۲۰۵ کیلوگرم نیز امکان‌پذیر نیست. در سرعت‌های بالا عمق نفوذ دیسک به دلیل کوتاه‌تر بودن اعمال فشار عمودی روی دیسک کاهش می‌یابد. بررسی شاخص‌های عمق نفوذ و ضریب تغییرات آن در نوع لبه موج نشان می‌دهد که نوسانات عمق در این پیش‌بر، بر خلاف نوع لبه صاف، کمتر تحت تأثیر بارهای عمودی و سرعت‌های پیشروی قرار می‌گیرد. برای مثال، با افزایش بار عمودی از ۱۰۵ به ۲۰۵ کیلوگرم در سرعت ۱/۳۵ متر بر ثانیه، متوسط عمق نفوذ پیش‌بر لبه موج در خاک خشک تنها ۷ میلی‌متر افزایش داشته است، در حالی که در پیش‌بر لبه صاف این افزایش ۲۳ میلی‌متر بوده است. بنابراین، نیاز به ضوابط محدود کننده عمق در نوع لبه موج مرتفع می‌شود.

مشاهدات مزرعه‌ای در بررسی برش بقایا مشخص ساخت که هر دو نوع پیش‌بر در هر دو سطح رطوبتی خاک، بقایا را به طور کامل قطع می‌کنند و در محل عبور آنها یک گسستگی کامل در توده بقایا ایجاد می‌شود و به منحنی دیگر پدیده فرو بردن بقایا به داخل شیار (سنجاقی شدن) بر اثر استفاده از این پیش‌برها حتی در رطوبت بالا دیده نشد. به نظر می‌رسد بقایای رها شده در سطح خاک در مناطق خشک به سرعت رطوبت خود را در اثر نور

منضم نمودن یک ردیف کار خلائی به پیش بر...

جدول ۱- میانگین عمق و عرض شیار ایجاد شده با دو نوع پیش بر تحت تأثیر بارهای عمودی مختلف در رطوبت ۸/۳ درصد خاک

نوع پیش بر	سرعت پیشروی (متر بر ثانیه)	وزن اعمالی روی پیش بر (کیلوگرم)	میانگین عمق شیار به هم خورده (میلی متر)	ضریب تغییرات عمق شیار به هم خورده (درصد)	میانگین عرض شیار بهم خورده (میلی متر)	متوسط عرض نوار خاک پخش شده (میلی متر)
		۱۰۵	۵۲	۲۲	۵	*
	۱/۰۰	۱۵۵	۶۴	۱۹	۵	-
		۲۰۵	۷۷	۱۴	۵	-
		۱۰۵	۵۰	۲۵	۵	-
لبه صاف	۱/۳۵	۱۵۵	۶۲	۲۰	۵	-
		۲۰۵	۷۳	۱۹	۵	-
		۱۰۵	۴۹	۲۶	۵	-
	۱/۷۰	۱۵۵	۵۷	۲۴	۵	-
		۲۰۵	۶۶	۲۵	۵	-
		۱۰۵	۳۲	۲۱	۲۸	۳۵
	۱/۰۰	۱۵۵	۳۶	۱۹	۳۲	۳۶
		۲۰۵	۴۰	۲۰	۳۴	۳۶
		۱۰۵	۳۲	۱۹	۲۸	۳۸
لبه موج	۱/۳۵	۱۵۵	۳۵	۱۶	۳۱	۴۲
		۲۰۵	۳۹	۱۵	۳۴	۴۴
		۱۰۵	۲۴	۲۸	۲۵	۴۲
	۱/۷۰	۱۵۵	۲۷	۲۷	۲۹	۴۵
		۲۰۵	۳۲	۲۵	۲۹	۴۸

* پخش شدن خاک در زمان استفاده از پیش بر لبه صاف اتفاق نمی افتد.

بقایای غلات را به طور مطلوب ببرد و نواری از خاک سست و نرم را جهت کار شیار بازکن ایجاد کند. پیش بر لبه صاف در این رطوبت تنها قادر به برش بقایا و ایجاد شکافی باریک در خاک بوده تست و نمی تواند نوار خاک نرم را جهت کار شیار بازکن ایجاد کند.

از مقایسه نتایج به دست آمده از عملکرد این دو نوع پیش بر می توان به طور کلی نتیجه گرفت که اکثر مناطق ایران که خاک های زراعی بعد از برداشت غلات و به هنگام کاشت محصولات ردیفی رطوبت زیادی ندارد پیش بر لبه موج، در صورت اعمال وزن کافی روی آن، می تواند

جدول ۲- میانگین عمق و عرض شیار ایجاد شده با دو نوع پیش بر تحت تأثیر بارهای عمودی مختلف در رطوبت ۱۶/۷ درصد خاک

نوع پیش بر	سرعت پیشروی (متر بر ثانیه)	وزن اعمالی روی پیش بر (کیلوگرم)	میانگین عمق شیار به هم خورده (میلی متر)	ضریب تغییرات عمق شیار به هم خورده (درصد)	میانگین عرض شیار به هم خورده (میلی متر)	متوسط عرض نوار خاک پخش شده (میلی متر)
		۱۰۵	۶۹	۱۹	۵	*
	۱/۰۰	۱۵۵	۸۴	۱۶	۵	-
		۲۰۵	۹۸	۱۲	۵	-
		۱۰۵	۶۶	۲۰	۵	-
لبه صاف	۱/۳۵	۱۵۵	۸۴	۱۸	۵	-
		۲۰۵	۹۷	۱۶	۵	-
		۱۰۵	۶۴	۲۲	۵	-
	۱/۷۰	۱۵۵	۷۸	۲۱	۵	-
		۲۰۵	۹۳	۲۰	۵	-
		۱۰۵	۴۵	۱۷	۳۶	۷۵
	۱/۰۰	۱۵۵	۵۴	۱۵	۳۶	۸۵
		۲۰۵	۶۵	۱۴	۳۷	۹۵
		۱۰۵	۴۳	۱۷	۳۷	۱۳۵
لبه موج	۱/۳۵	۱۵۵	۵۴	۱۴	۳۸	۱۴۴
		۲۰۵	۶۲	۱۲	۳۶	۱۵۲
		۱۰۵	۴۳	۲۲	۳۷	۱۴۰
	۱/۷۰	۱۵۵	۵۴	۲۱	۳۵	۱۶۵
		۲۰۵	۶۰	۲۰	۳۳	۱۸۲

* پخش شدن خاک در زمان استفاده از پیش بر لبه صاف اتفاق نمی افتد.

نصب پیش بر لبه موج در جلو واحد های کاشت ردیف کار خلائی

مقایسه میانگین شاخص های مؤثر بر سبز شدن گیاهچه ها شامل: عمق کاشت و یکنواختی آن (شاخص تعیین کننده زمان سبز شدن و یکنواختی رشد) و درصد بذره های پوشیده نشده با خاک (عامل تعیین کننده تماس بذر با خاک) در تیمارهای آزمایش در جدول ۳ آورده شده است. مطالعه شاخص عمق قرارگیری بذر نشان می دهد که بین دو روش خاک ورزی مرسوم و بی خاک ورزی، از نظر عمق قرارگیری بذرها در سرعت های ۱ و ۱/۳۵ متر بر ثانیه اختلاف معنی داری وجود ندارد و به معنی دیگر، پیش بر در

این دو سرعت در روش بی خاک ورزی توانسته است خاک را به اندازه کافی برای نفوذ شیار بازکن ها سست کند. اما با افزایش سرعت به ۱/۷ متر بر ثانیه، عمق کاشت به طور معنی داری کاهش می یابد و بیشترین غیر یکنواختی در عمق کاشت مشاهده می شود. با مطالعه جدول ۱ می توان دریافت که بخشی از این کاهش عمق به علت کم عمق بودن شیار ایجاد شده توسط پیش بر و بخشی دیگر به علت نوسانات عمق کار شیار بازکن (به علت سرعت پیشروی بالا) است. همین عوامل باعث شده است که در سرعت ۱/۷ متر بر ثانیه در شرایط بی خاک ورزی، درصد بذره های پوشیده نشده با خاک، بیشتر بوده است. به طور کلی درصد بذره های

منضم نمودن یک ردیف کار خلائی به پیش بر...

نوع آج های آن، درگیری چرخ را با خاک حتی با وجود لایه‌ای از بقایا تأمین می‌کند و توقف‌های لحظه‌ای چرخ محرک که موجب قطع ریزش بذر خواهد شد مشاهده نمی‌گردد. با توجه به این امر می‌توان شاخص‌های مربوط به عملکرد موزع شامل درصد نکاشت و درصد کاشت چندتایی را که در روش خاک‌ورزی مرسوم اندازه‌گیری شده است به روش بی‌خاک‌ورزی در سرعت‌های مشابه تعمیم داد. درصد‌های نکاشت بذر (حداکثر ۳ درصد در تیمارهای مختلف) نشان دهنده عملکرد مطلوب سیستم توزیع بذر بوده است.

پوشیده نشده با خاک در بقیه تیمارهای بی‌خاک‌ورزی نیز نسبت به سرعت‌های مشابه در خاک‌ورزی مرسوم بیشتر است که می‌توان دلیل آن را بالا آمدن شیار بازکن‌ها در برخورد با ناهمواری‌های کف شیار دانست.

بررسی درصد سرش چرخ‌های محرک ماشین نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌دار در سرعت‌های مشابه در دو روش خاک‌ورزی وجود ندارد و نیز نشان می‌دهد که وجود بقایای گیاهی در سطح خاک، بر خلاف تصور، سبب افزایش میزان سرش چرخ‌های محرک ردیف‌کار نشده است. وزن مناسب اعمال شده روی چرخ محرک ماشین و

جدول ۳- متوسط عمق کاشت، ضریب تغییرات آن، درصد بذره‌های پوشیده نشده با خاک در تیمارهای آزمایش

روش خاک‌ورزی	سرعت پیشروی (متر بر ثانیه)	متوسط عمق کاشت (میلی‌متر)	ضریب تغییرات عمق کاشت (درصد)	بذره‌های پوشیده نشده با خاک	درصد سرش	درصد کاشت چندتایی
بی‌خاک‌ورزی	۱/۰۰	۳۱a	۷/۷	۵b	۳/۱b	۲a
(پوشیده از بقایا)	۱/۳۵	۲۸a	۸/۳	۵b	۲/۴bc	۳a
	۱/۷۰	۱۸b	۱۲/۸	۱۴a	۰/۵c	۳a
خاک‌ورزی	۱/۰۰	۳۲a	۴/۳	۱c	۴/۱a	۲a
مرسوم	۱/۳۵	۳۲a	۴/۰	۱c	۲/۷bc	۳a
(بدون بقایا)	۱/۷۰	۲۸a	۵/۱	۲c	۱/۲c	۳a

برای هر متغیر، میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

سرعت پیشروی به ۱/۷ متر بر ثانیه به ۷۳ درصد رسیده است که نسبت به سرعت‌های دیگر در روش بی‌خاک‌ورزی به طور معنی‌دار کاهش نشان می‌دهد. همچنین، میانگین و انحراف معیار فواصل بین بوته‌ای در این سرعت پیشروی، نسبت به سایر تیمارها، به طور معنی‌دار افزایش نشان می‌دهد. بنابراین، رعایت سرعت بهینه مخصوصاً در روش بی‌خاک‌ورزی در جلوگیری از کاهش درصد سبز محصول اهمیت ویژه‌ای می‌یابد.

جدول ۴ نشان می‌دهد، میانگین زمان سبز شدن بذر ذرت در روش‌های بی‌خاک‌ورزی و مرسوم به ترتیب حدود

درصد‌های سبز محصول نشان دهنده پایین بودن این شاخص در تیمار بی‌خاک‌ورزی در سرعت‌های مشابه نسبت به روش مرسوم است (جدول ۴). با توجه به ناچیز بودن درصد نکاشت، پایین بودن درصد سبز در روش بی‌خاک‌ورزی را می‌توان به بالا بودن درصد بذره‌های پوشیده نشده با خاک و نیز به کمتر بودن عمق کاشت بخشی از بذرها نسبت داد. قرار گرفتن بذر در عمق کم در مجاورت بقایا، تماس کافی بذر را با خاک تأمین نمی‌کند و سبب خشک شدن و در نتیجه سبز نشدن آن می‌شود. درصد سبز در روش بی‌خاک‌ورزی با افزایش

۷/۲ و ۷/۹ روز است. زودتر سبز شدن بذر در روش بی خاک‌ورزی به نظر می‌رسد به دلیل حضور بقایای گیاهی و نیز به این دلیل باشد که عمق واقعی کاشت در این روش کمتر است. سرعت بیشتر در سبز شدن بذرها در سرعت پیشروی ۱/۷ متر بر ثانیه کارنده را می‌توان با قرارگیری درصد بیشتری از بذرها در عمق کمتر مرتبط دانست.

جدول ۴- درصد سرشش، میانگین و انحراف معیار فواصل بین بوته‌ای در تیمارهای آزمایش

متوسط زمان سبز شدن (روز)	درصد سبز	انحراف معیار فواصل بین بوته‌ای (میلی متر)	میانگین فواصل (میلی متر)	سرعت پیشروی (متر بر ثانیه)	روش خاک‌ورزی
۷/۵b	۸۴b	۱۹	۱۳۰b	۱	بی خاک‌ورزی
۷/۳ bc	۸۳ b	۱۹	۱۳۲b	۱/۳۵	
۶/۷c	۷۲c	۲۳	۱۴۷a	۱/۷	
۸/۲a	۹۲a	۱۵	۱۲۶ b	۱	خاک‌ورزی
۸/۱a	۹۰a	۱۴	۱۲۶ b	۱/۳۵	
۷/۳bc	۸۸ab	۱۲	۱۳۰ b	۱/۷	مرسوم

برای هر متغیر، میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌گیری

سرعت‌های زیاد، به دلیل پرتاب شدن بیش از حد خاک به اطراف، رضایت‌بخش و قابل توصیه نیست. وقتی خاک مرطوب باشد، قطاع‌هایی از آن بریده می‌شود و بر اثر هر موج پیش‌بر به داخل قسمت مقعر آن می‌چسبد و با چرخش دیسک به اطراف پرتاب می‌شود. پیش‌بر لبه صاف نیز در شرایط رطوبتی مختلف برش بقایا را به نحو مطلوب برش می‌دهد ولی شکافی که ایجاد می‌کند بسیار باریک است و نوار خاک نرم را جهت کار شیار بازکن‌های کفشی فراهم نمی‌سازد. استفاده از پیش‌بر نوع لبه صاف، در شرایطی که شیار بازکن دستگاه قادر به نفوذ در خاک سخت باشد، می‌تواند مشکل جمع شدن بقایا در جلو آن را برطرف کند.

از ارزیابی عملکرد دو نوع پیش‌بر دیسکی در این تحقیق، می‌توان دریافت که با توجه به پایین بودن رطوبت خاک در زمان کشت محصولات ردیفی در اکثر مناطق ایران، با نصب پیش‌برهای لبه موج در جلو واحدهای کارنده ردیف‌کارهای موجود (به وزن حدود ۹۰۰ کیلوگرم و بالاتر)، می‌توان بقایای غلات را به شکل مطلوب برید و نواری از خاک را جهت کار شیار بازکن سست و نرم کرد. در این شرایط، ماشین می‌تواند در صورت حرکت با سرعت پیشروی تا حدود ۱/۳۵ متر بر ثانیه، عمق مناسب بذر و یکنواختی آن را به نحو مطلوب تامین کند. عملکرد این نوع پیش‌بر در رطوبت بالای خاک و مخصوصاً در

مراجع

Anon. 1983a. Tillage for the time. *Agrichmical Age*. 27(6):30.

Anon. 1983b. Control vegetation for successful no-till corn. *Conservation Tillage Guide. Successful Farming*. P.14.

Anon. 1983c. Here's what no-till planters must do right. *Conservation Tillage Guide. Successful Farming*. P.27.

- Allen, R. R. 1986. Conservation wheat seeders in residue. Paper No. 86-1512. ASAE. St. Joseph. MI 49085.
- Asadi, A. and Hemmat, A. 2004. Effect of conservation and conventional tillage system on yield of forage corn in rotation with barley. *J. Res. Agric. Sci.* 3: 14-25 (in Farsi)
- Choi, C. H. and Erbach, D. C. 1983. Rolling coulter performance under a no-till system. Paper No. 83-1544. ASAE. St. Joseph. MI 49085.
- Desbiolles, J. 2004. Mechanics and features of coulter openers in zero tillage application. <http://www.unisa.edu.au/>
- Erbach, D. C. and Choi C. H. 1983. Shearing of plant residue by a rolling coulter. Paper No. 83-1020. ASAE. St. Joseph. MI 49085.
- Hemmat, A. and Taki, O. 2001. Grain yield of irrigated winter wheat as affected by stubble-tillage management and seeding rates in central Iran. *Soil Till. Res.* 63, 57-64.
- Karayel, D. 2009. Performance of a modified precision vacuum seeder for no-till sowing of maize and soybean. *Soil Till. Res.* 104, 121-125.
- Leuthold, F. O. and Hart, C. G. 1984. Views of no-till planting by West Tennessee Farmers. *Tennessee Farm and Home Science.* No. 132, 2-5.
- Mangold, G. 1985. Improve your planter's performance. *Soybean Digest.* 45(4): 45-46.
- Morison Jr. J. E. and Allen R. R. 1988. Planter and drill requirements for soils with surface residues. In: Hons, F. M (Ed) *Consevation Tillage in Texas.* Agricultural Experiment Station. Texas A & M Univ. System. 53-67.
- Mowitz, D. 1985. Reduced tillage planter. *Successful Farming.* 83(2): 19-25.
- Sanford, J. O. 1982. Straw and tillage management practices in soybean-wheat double-cropping. *Agron. J.* 74(6): 1032-1035.
- Taki, O. and Asadi, A. 2009. Development of a direct drill with active openers for using in no-tillage system. *J. Agric. Eng. Res.* 10(1): 69-80. (in Farsi).
- Tompkins, F. D. 1985. Equipment for no-tillage crop production. Agricultural Engineering Department, University of Tennessee, Knoxville, TN. <http://www.ag.auburn.edu/aux/nsdl/sctcsa/Proceedings/1985/Tompkins>.

Equipping a Conventional Vacuum Row Planter with Disk Coulters for a No-Till System

O. Taki*, A. Asadi and A. Javadi

* Corresponding Author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Agriculture and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 81785-199, Isfahan, Iran. Email: orantaki@yahoo.com

The high cost of direct planters is a limitation in the development of no-till planting for row crops. Attaching appropriate coulters to conventional row crop planters can adapt existing tilled soil planters for a no-till system. In this study, two types of commonly-used disk coulters for no-till planters (plain and fluted (waved) were tested for installation at the front of a common vacuum planter with runner openers. The performance of the coulters was first compared under different vertical loads and forward speeds and for two soil moisture contents (dry and moist). The results showed that the plain coulters cut the residues, but could not produce a strip of fine soil wide enough for the runner openers at an appropriate depth. However, the fluted coulters in dry soil cut the residues properly as well as loosening a strip of soil 25-34 mm wide to a depth of 24-40 mm. Thus, in dry soil at a forward speed of less than 1.35 m/s, applying a vertical load equal to one-fourth the weight of a conventional vacuum row planter on a fluted coulters created a 31 mm wide strip of fine soil to a depth of 35 mm. The installation of four fluted coulters on the tool bar of a four row vacuum planter (in front of each planting unit) sufficiently distributed the machine weight on the drive wheels and coulters to create the vertical load required for both soil-wheel contact and penetration of the coulters into hard soil. This allowed adequate uniform placement of seeds at the desired depth. Maintaining a forward speed of 1.35 m/s guaranteed 95% soil coverage for an emergence rate of 83%. In moist soil, the fluted soil threw the soil outside the planting strip and, thus, is not recommended.

Key Words: Disk Coulters, Flat Disk, Fluted Coulters, No-Tillage, Row Crop Planter