ساخت و ارزیابی دستگاه کاشت مستقیم غلات در سیستم بی خاک ورزی مجهز به شیار بازکن فعال (٤٥٥)

اورنگ تاکی[1] ، اردشیر اسدی[2]

چکیده

سیستم بی خاک ورزی می تواند در کاهش هزینه های تولید، افزایش مواد آلی خاک، بهبود ساختمان خاک و حذف اثرات نامطلوب زیست محیطی نقش مهمی را ایفا نمایند. لیکن بدلیل عدم وجود ماشین مناسب جهت کاشت مستقیم در اراضی شخم نخورده این روش به علت عدم تأمین تماس کافی بذر با خاک، در بسیاری از موارد موفق نبوده است. معرفی دستگاهی که بتواند در زمینهای سخت (شخم نخورده) و با وجود کلش محصول قبلی در زمین، بذر و کود را در داخل شیاری در دو عمق مختلف قرار دهد، اولین قدم در راه پیاده نمودن طرحهای پایلوت بی خاک ورزی و در نهایت ترویج آن در مناطق مستعد این روش کاشت می باشد. در این تحقیق استفاده از شیار بازکن دیسکی فعّال که به مانند یک ارّه دوّار می تواند شیاری از خاک را ببرد در زمینی شخم نخورده و پوشیده از بقایای گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفت. درآزمایشات مقدماتی صفحه برش (شیاربازکن فعال) در سرعت های دورانی مختلف در شرایطی که هم جهت یا خلاف جهت چرخهای تراکتور به حرکت در می آمد بکار گرفته شد. نتایج این ازمایشات نشان داد که چرخش صفحه برش در جهت خلاف چرخهای تراکتور نه تنها باعث برش عمیق تر خاک نسبت به حالت هم جهت با چرخ های تراکتور می گردد، بلکه شیاری نسبتاً خالی از خاک پس از عبور به جا می گذارد. واحد برش ساخته شده بر این مبنا می تواند شیاری به عمق متوسط ۵/۵ سانتیمتر و به عرض متوسط ۱/۵ سانتیمتر بریده و خاک آن را به سمت جلو و بالا پرتاب کند. این در حالی است که چرخش صفحه برش در جهت چرخ های تراکتور نه تنها عمق نفوذ آن به داخل خاک را کاهش می دهد بلکه منجر به پر شدن مجدد شیار ایجاد شده نیز می گردید. برای جلوگیری از پرتاب خاک به سمت جلو و بالا دراین ترکیب یک گلگیر محافظ نیز تعبیه گردید. این محافظ باعث می گردید که مقداری از خاک به سمت عقب واحد برش منحرف گردیده و از انتهای واحد برش مجدداً به داخل شیار ریخته و حدود یک چهارم عمق آن را پر کند. ازاین مقدار خاک برای ایجاد لایه ای از خاک بین کودوبذر استفاده گردید. برای این منظورلوله سقوط کود به فاصله نزدیکی در پشت صفحه برش (در ارتفاع ۵ سانتی متری سطح زمین) قرار داده شد تا جایگذاری کود در کف شیار را قبل از پر شدن بخشی از شیارانجام دهد. با نصب لوله های سقوط بذر در امتداد شیار ایجاد شده با فاصله ای از صفحه برش دربالای سطح خاک عمل جایگذاری بذر در داخل شیار نیمه پر انجام و خاک نرم باقیمانده در طرفین شیار در نهایت توسط پوشاننده های انتهایی بر روی بذر ریخته می شود. نتایج ارزیابی نهائی ماشین کاشت مجهز به چنین واحدهای کاشتی نشان میدهد که در صورت رعایت نسبت بهینه سرعت دورانی شیار بازکن به سرعت پیشروی، این ماشین قادر می باشد دز زمین شخم نخورده پوشیده از بقایای گندم با به هم زدن کمتر از ۱۰٪ سطح خاک کود را در عمقی حدود ۲ سانتیمتر پائین تراز عمق مطلوب بذر قرار داده و همچنین تماس کافی بذر با خاک را تأمین نماید.

کلیدواژه: بی خاک ورزی، کاشت مستقیم، شیار بازکن فعال

۱- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی، منابع طبیعی اصفهان، پست الکترونیک: orangtaki@yahoo.com

۲- پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی، منابع طبیعی اصفهان

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک ایران تبخیر سطحی زیاد در فاصله زمانی بین برداشت محصول و کاشت محصول بعدی و عدم وجود مواد آلی در لایه سطحی خاک باعث می گردد که خاکهای بی ساختمان این مناطق به حدی سفت شوند که در صورت عدم انجام عملیات شخم شیاربازکن دستگاههای غلات کار و حتی بازوهای قوی دستگاههای عمیق کار نتوانند در آنها نفوذ کنند. این مر باعث شده که در بسیاری از طرحهای تحقیقاتی که بر روی سیستم های بی خاک ورزی مطالعه شده است از دستگاههای غلات کاری استفاده گردیده که یا با مشکل نفوذ شیاربازکن مواجه بوده و یا اعمال نیروی زیاد بر روی بازوهای دستگاه باعث ایجاد یک لایه سطحی شخم خورده گردیده است بدین جهت نتایج متناقضی از این مجموعه تحقیقات بدست آمده که امکان یک نتیجه گیری واحد را دشوار می سازد. عدم کارایی ماشین کاشت می تواند به عنوان یک محدودیت در سازگار کردن سیستم های کاشت مستقیم در روشهای کم خاک ورزی وبی خاک ورزی مطرح گردد[۱۰]. ماشینهای کاشت مستقیم در سیستم بی خاک ورزی باید قادر به بریدن خاک شخم نخورده و عبور بقایا از بین ساقه های شیاربازکنها و ایجاد تماس مناسب بین بذر باخاک باشد [۴].

همچنین نوع بقایا، مقدار آنها در واحد سطح و میزان خرد شدن آنها از فاکتورهای مهم در طراحی شیاربازکن دستگاه کاشت مستقیم به شمار می آید. تحقیقات نشان می دهد که بهترین حالت برای عبور دادن بقایا از زیر ماشین کاشت حالتی است که آنها بصورت ایستاده در زمین باقی مانده باشند. بقایا خرد شده ممکن است در جلو بازوهای ماشین تجمع کرده و از طرف دیگر تماس بذر با خاک را مختل سازند[۱] و [۵].

در بین انواع شیاربازکنها، نوع بیلچه ای بیشترین نفوذ را در خاکهای سخت و خشک تأمین می کند ولی باعث برهم زدن لایه سطحی خاک و مخلوط کردن بقایا با این لایه می گردد [۶]. با افزایش تقاضا برای استفاده از سیستم بی خاک ورزی در دنیا شیاربازکنهای دیسکی به علت بهم زدن حجم کم خاک مورد توجه بسیار واقع شده است. این خصوصیت باعث به حداقل رسیدن جوانه زنی بذر علفهای هرز، کاهش مخلوط شدن بقایا با لایه سطحی خاک و حفظ رطوبت در خاک می گردد. تناسب آنها با سرعت های بالای کاشت (به عنوان مثال پاشش کم خاک به طرفین) و توانائی عبور از روی بقایا بدون مشکل جمع شدن بقایا در جلو ساقه ها از خصوصیات دیگر این نوع شیاربازکنها می باشد که باعث مورد توجه قرار گرفتن بیشتر آنها شده است. شیاربازکنهای بشقابی در اشکال گوناگونی ساخته و مورد استفاده قرار می گیرند. هر یک از این اشکال قابلیت کار در شرایط خاصی را دارد. انتخاب شکل، طرز قرار گرفتن و ترکیب آنها با توجه به شرایط خاک و الگوی کاشت مهمترین مسئله در طراحی یک ماشین کاشت مستقیم با شیاربازکن بشقابی به شمار می آید[۸]. شیاربازکنهای بشقابی با اشکال صاف، مضرس [۱] مواج[2] و کنگره دار[۳] جهت انجام وظایف مختلف در ماشینهای کاشت مستقیم بطور وسیعی مورد استفاده قرار می گیرند. نوع صاف این شیاربازکن زمانی که با زاویه ای نسبت به جهت حرکت تراکتور قرار می گیرند قابلیت فرورفتن در خاک و بازکردن یک شیار نسبتاً پهن را دارد. شیاربازکن بشقابی مضرس حتی بدون داشتن زاویه ای نسبت به جهت حرکت به راحتی در خاک نفوذ کرده و اطراف شیار را بصورت دست نخورده باقی می گذارد. لبه دندانه اره ای آن براحتی بقایا را بریده و خاصیت خود تیزشوندگی دارد. شیاربازکن بشقابی نوع مواج می تواند در سرعت های بالا مورد استفاده قرار گیرد و بدون بهم زدن خاک، شیار سست و پهن تری را ایجاد کند. نوع کنگره دار آن همراه با یک تیغه کاردی شکل که در پهلوی آن واقع می شود برای قرار دادن کودهای خشک و مایع مورد استفاده قرار می گیرد. کنگره های آن براحتی بقایا را بریده و یک شیار بسیار باریک با حداقل بهم خوردگی در خاک ایجاد می کند[۷]. سرعت پیشروی نیز عامل مهم دیگری در عملکرد شیاربازکن ها به شمار می رود. بطور کلی هرچه شیاربازکنهای دیسکی عریض تر باشند عملکرد آنها بیشتر تحت تاثیر سرعت پیشروی قرار می گیرد[۳].

مقدارفشاراعمال شده بر روی هر شیار بازکن از دیگر عوامل مهم در طراحی ماشین کاشت مستقیم باشیاربازکن بشقابی است. شاید اولین اختلاف بین یک ماشین کاشت مورد استفاده در سیستم خاک ورزی مرسوم و بی خاک ورزی در وزن آنها باشد. از آنجایی که شیاربازکنهای مورد استفاده در سیستم های خاک ورزی حفاظتی بایستی در خاک شخم نخورده فرو روند و بقایا را برش دهند، فشار بیشتری را جهت فرو رفتن در خاک طلب می کنندواین امر مخصوصاًدر خاک های سخت و بقایای خشبی عامل افزایش بیش از حد وزن ماشین می گردد[۷].

---

[1] Ripple blade
[2] Wave blade
[3] Notched blade

از راهکارهای جلوگیری از افزایش وزن دستگاه استفاده از شیاربازکنهای فعال است که حرکت چرخشی آنها عمل برش را تسهیل می نماید.

در این راستا دیسکهای چرخ نی توسط دو محقق[1] در سال ۱۹۸۴ طراحی گردید که در خلاف جهت پیشروی ماشین دوران می کردند و از آنها به عنوان شیار بازکنهای ماشین کاشت مستقیم استفاده شد. در این طراحی خاک توسط دیسکهای دندانه دار بالا آمده و به دو جریان جداگانه تقسیم و سپس هر دو جریان به داخل شیار ایجاد شده ریخته می شد. نتایج بدست آمده ازارزیابی نمونه اولیه ماشین نشان داد که کود و بذر درزیر دو لایه خاک با فاصله ۱۸ میلیمتر قرار می گیرد.شیاربازکن ها در زمین سخت به راحتی نفوذ می کردند و برش بقایای سطحی را با کمترین مشکل انجام می دادند. این شیاربازکن می توانست با مصرف ۲/۶ کیلو وات زمانی که در سرعت دورانی ۵۴۰ r pm با سرعت ۵/۲ km/h حرکت می کند شیاری به عمق ۵۰ میلی متر در زمینی که توسط چرخ کمباین کوبیده شده بود ایجاد نماید[۹].

شیاربازکن های فعال توسط شرکت جان دیر نیز در ماشین های کاشت مستقیم مورد استفاده در مراتع[2] بکار گرفته شده است.این ماشین که برای بذرکاری ترمیمی در مراتع استفاده می شود مجهز به شیاربازکنهایی است که در جهت پیشروی دوران می کنند و برش باریکی در بین بوته های موجود ایجاد می کنند. گزارش ارزیابی این دستگاه که توسط همکاری های مشترک بین مرکز تحقیقات ماشینهای کشاورزی آلبرتاو انستیتو ماشینهای کشاورزی پرایر[3] انجام پذیرفته است حاکی از عملکرد مطلوب دستگاه در شرایطی است که ارتفاع گیاهان تا حد امکان کوتاه باشد. در این گزارش آمده است در صورت بلند بودن ارتفاع بوته ها ساقه های آن به دور دیسک ها چرخیده و گیر کردن دستگاه را باعث می گردد. این دستگاه کاشت با عرض کار ۲۴۰سانتی متر توانی معادل ۹۰hp نیاز دارد[۲].

بنا براین به نظر می رسد استفاده از شیار بازکنهای فعال جهت برش همزمان خاک و بقایا در خاکهای سخت ایران ممکن است به ایجاد شیار لازم و تماس مطلوب بذر با خاک کمک نماید. به همین منظور در تحقیق حاضر نسبت به طراحی و ساخت ماشین کاشت باشیاربازکن بشقابی فعال اقدام شده و کارایی آن در سیستم بی خاک ورزی مورد بررسی قرار گرفت.

موادو روشها

طراحی واحد کاشت

در طراحی ماشین اولین قدم انتخاب یک خاک ورز فعال به عنوان شیار بازکن برای برش خاک های شخم نخورده پوشیده از بقایای گیاهی می باشد. با الگو بردا ری از ماشینهای برش آسفالت که جهت ایجاد یک شیار باریک در عملیات حفاری استفاده میشود مبادرت به ساخت یک صفحه مدور دندانه دار مطابق آن چه در شکل ۱ نشان داده شده است گردید. این صفحه مدور شباهت زیادی به شیار بازکنهای دستگاه مشابه ساخت شرکت جان دیر که در مقدمه ذکر گردید، دارد. این صفحه بایستی قادر به بازکردن شیاری جهت قراردادن کود و بذر در عمق مناسب باشد. در روش بی‌خاک‌ورزی از آنجائی که خاک زیرورو نمی شود پخش سطحی کودهای فسفره و پتاسه در عمق مناسب باتوجه به قابلیت انحلال و سرعت انتشار کم آنها موثر نبوده و توزیع آنها بایستی به روش جایگذاری با ماشین انجام گردد. دراین روش معمولاً کود بایستی در عمقی پایین تراز محل قرارگیری بذر قرارداده شود تا تجمع املاح در مجاورت آنهادر جوانه‌زنی و سبزشدن بذر اختلالی ایجاد نکند.

با در نظر گرفتن عمق ۳ تا ۴ سانتیمتر برای کاشت بذور غلات و لزوم قرار دادن کود به میزان ۳ تا ۴ سانتیمتر پایین تر از بذر، شیار بازکن بایستی قادر به بازکردن شیاری به عمق ۶ تا ۸ سانتیمتر باشد. به لحاظ آنکه صفحه برش مورد استفاده حداکثر تا یک چهارم قطر خود بایستی قادر به فرو رفتن در خاک باشد. حداقل قطر صفحه برش در این ماشین چهار برابر عمق کاشت یعنی ۳۶ سانتی متر در نظر گرفته شد. بنابراین یک صفحه مدور به قطر ۳۶ سانتی متر و به ضخامت ۸ میلی متر جهت ایجاد دندانه‌هایی در محیط آنها انتخاب گردید. بر روی محیط این صفحه تعداد ۲۱ دندانه به گونه‌ای که زاویه هر دندانه عمود به محیط دایره باشد مطابق شکل ۱ ایجاد گردید. سپس قطعاتی از جنس مقاوم به سایش (الماس صنعتی) به ابعاد ۱۲×۱۲ میلی متر بر نوک دندانه‌ها که در معرض اصطکاک شدید با خاک می‌باشند جوش داده شد. این تعداد دندانه امکان به کارگرفتن هم زمان چهار دندانه جهت انجام عمل برش در عمق حداکثر را فراهم می‌آورد تا بتوان ضربات و نوسانات گشتاور را در زمان برش به حداقل رساند. افزایش تعداد دندانه‌ها که منجر به

---

[1] Townsend and Bethge
[2] Powr-Till Seeder John Deere 1500
[3] Prairie Agricultural Machinery Institute

کاهش فاصله بین آنها می‌گردید احتمال پرشدن آنها در خاکهای مرطوب را افزایش می‌داد. این تعداد (۲۱ دندانه) به عنوان یک فرض اولیه تجربی در این طراحی در نظر گرفته شد و به کارگیری آن در آزمایش اولیه بعدی نیز با بروز اشکالاتی از نظر پرشدن باخاک مرطوب و یا ایجاد ضربه در حین برش مواجه نگردید.

در مرحله بعد با قرار دادن دو صفحه برش بر روی یک محور به فاصله ۱۸ سانتی متر و نصب آن بر روی دو بازوی نگهدارنده در طرفین محور، شش واحد دوبل (دو تایی) که هر کدام وظیفه برش دو شیار مجاور را بر عهده دارند ساخته شد (شکل۱الف). این شش واحد سپس بر روی دیرک افزار یک غلات کار مجهز به مخازن مجزای کود و بذر توسط اتصالات لولایی در کنار یکدیگر نصب گردیدند. برای انتقال نیرو به صفحات برش از یک محور محرک سراسری که به موازات شاسی دستگاه و در بالای بازوهای حامل واحدهای کارنده بر روی چهار یاتاقان نصب گردیداستفاده شد. برای انتقال نیرو از محور سراسری محرک به صفحات برش بهترین گزینه استفاده از تسمه و پولی در نظر گرفته شد تا ضمن عدم نیاز به روغنکاری به عنوان یک کلاچ ایمنی نیز در موارد بیش باری بتواند از آسیب رسیدن به قطعات متحرک ماشین جلوگیری کند. با تعویض چرخ زنجیرهای انتقال نیرو از محور بالایی به پایین نیز قابلیت تغییر در دور صفحه برش عملی می‌گردید (شکل ۱ ب). در این حالت نیرو توسط دو تسمه از طرفین محور واحد برش که صفحات برش روی آن قرار گرفته‌اند انتقال می‌یابد و هر دو صفحه برش به مثابه یک واحد ناهمواریهای زمین را دنبال می‌کند.

عمق کار صفحات برش توسط دو اسکی که در طرفین واحدهای برش تعبیه شده قایل تنظیم می باشد. این اسکی‌هاکه می‌تواند عمق‌های متفاوتی را برای صفحات برش انتخاب نماید در نزدیکی صفحه برش و کمی جلوتر از آن نصب می‌گردد تا ضمن محافظت از برخورد صفحات برش با موانع، تأخیر در تنظیم ارتفاع صفحه برش در هنگام عبور از روی ناهمواریها را به حداقل برساند. شکل این اسکی‌ها به گونه‌ای طراحی گردید که فاصله آنها تا صفحه برش بسیار ناچیز بوده، تا ضمن جلوگیری از ورود کلش به فاصله بین صفحه برش و شاسی، کلش‌های بالاآورده شده توسط دندانه‌های صفحه برش را نیز در هنگام برخورد با آن بریده و یا به بیرون هدایت کند. وزن هر یک از واحدهای کاشت دوبل به طور متوسط ۳۸ کیلوگرم اندازه گیری شد. فاصله بین شیارهای ایجاد شده در این حالت با تغییر محل قرارگیری صفحات برش بر روی محور هر واحد در دامنه ۱۵ تا ۱۸ سانتی متر قابل تغییر است. یک محافظ (گلگیر) فلزی به همراه قسمتهای لاستیکی نیز جهت جلوگیری از پرتاب خاک برای هر واحد تعبیه گردید. این محافظ بایستی به گونه‌ای طراحی می گردید که از پرتاب ذرات خاک و کلش به سمت جلو و بالا جلوگیری کندوهمچنین از برخورد ذرات خاک با قطعات متحرک انتقال نیرو به واحد برش شامل محور سراسری، تسمه‌ها و ولی‌های طرفین واحدها ممانعت به عمل آورد. برای جایگذاری کود در کف شیار ایجاد شده لوله‌های سقوط کود به گونه‌ای که در شکل ۱الف نشان داده شده است بر روی دنباله‌هایی که به شاسی واحد متصل می باشند، سوار گردیدند. در این طراحی چنین فرض شده است که با قراردادن لوله سقوط کود در نزدیکی واحد برش بتوان از خاک پرتاب شده از عقب واحد برش برای پوشش دادن کود استفاده نمود. قراردادن لوله سقوط کود در کنار واحد برش این امکان را فراهم می سازدکه بتوان خروجی آن رابه صفحه برش نزدیک کرده وکودرا قبل ازریخته شدن خاک به داخل شیاردرکف شیارقرارداد. تمهیداتی برای تغییر مکان افقی و عمودی لوله‌ها بر روی دنباله شاسی در نظر گرفته شد.

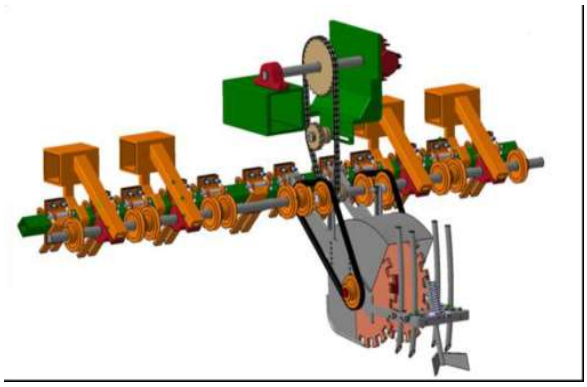
برای نصب لوله های سقو ط بذر و پو شاننده های نهایی یک دیرک افزار اضافی درانتهای دستگاه تعبیه گردیده است(شکل۲الف).

برای پوشاندن بذر از یک پوشاننده میله ای (شاخکی) عقب سو متصل به یک بازوی فنری که در انتها وظیفه ریختن خاک به داخل شیارها را بر عهده دارد(مطابق شکل۲ب) استفاده گردید.

آزمون عملکرد واحد برش

برای انتخاب جهت گردش صفحه برش و تعیین سرعت نسبی بهینه آن نسبت به سرعت پیشروی ماشین، عملکرد واحدهای برش دستگاه درحالت های مختلف ارزیابی گردید. با انتخاب یک سرعت پیشروی ثابت معادل ۰/۶ متر بر ثانیه که معادل کمترین سرعت پیشروی ممکن بایک تراکتور MF-۲۸۵ در دور مشخصه موتور(معادل ۵۴۰ دور PTO) می باشد، عملکرد واحد برش در سه سرعت دورانی ۴۸۰، ۵۸۰ و ۷۰۰ دور در دقیقه و در دو جهت مختلف دوران شیار بازکن یعنی هم جهت و خلاف جهت پیشروی(جمعاً ۶ تیمار) مورد ارزیابی قرار گرفت.

(الف)



(ب)

شکل ۱: (الف) یک واحد برش دوتائی مجهز به دو شیار بازکن فعال هم محور (ب)شماتیک مسیر انتقال نیرو به واحد برش

شکل ۲: (الف) نصب یک دیرک افزار در انتهای ماشین جهت نصب لوله های سقو ط بذر و پو شاننده ها ی اخکی (ب) لوله های سقوط بذر متصل به بازوهای فنری نصب شده بر روی دیرک افزار عقب

سرعتهای دورانی انتخاب شده در این سرعت پیشروی، در محدوده ۲۰٪ بالاتر و پایین تر از سرعت تئوری محاسبه شده برای کندن ذرات خاک کوچکتر از ۳ میلی متر توسط صفحه برش که برای پوشش بذر مطلوب گزارش شده است قرار می گیرد.

از نظر تئوری تعداد دوران مورد نیاز یک صفحه برش ۲۱ دندانه ای برای بریدن یک متر طول خاک (۱۰۰۰میلی متر) به گونه‌ای که هر دندانه a میلی متر ازخاک را جدا کند برابر است با :

$$\frac{1000}{a} \mid 21 = \frac{1000}{21a}$$ (تعداد دوران به ازای یک مترطول)

اگر سرعت پیشروی تراکتور V متر بر ثانیه در نظر گرفته شود تعداد دوران صفحه برش در واحد زمان (برحسب دور در ثانیه) رابر خواهد بود با :

$$N = \frac{1000\ V}{21a}$$

بنابراین از نظر تئوری سرعت دورانی صفحه برش برای ایجاد قطعات کوچکتر از ۳ میلی متر، در سرعت پیشروی ۰/۶ متر بر ثانیه ۵۷۱ دور در دقیقه محاسبه گردید و مبنای انتخاب دامنه مورد آزمایش سرعت دورانی صفحه برش قرار گرفت.

تغییر در سرعت دورانی صفحه برش با تغییر چرخ زنجیرهای انتقال نیرو بین محور بالایی (خروجی جعبه دنده) و محور سراسری پایین انجام پذیرفت. این آزمایش در هر سه سرعت دورانی برای حالتی که صفحه برش هم جهت و مخالف باجهت حرکت چرخهای تراکتور دوران می‌کرد انجام پذیرفت. از آنجایی که فرم دندانه‌ها و قطعات مقاوم به سایش در صفحات برش به گونه‌ای است که تنهادر یک جهت می‌توانند عمل برش را انجام دهند، برای تغییر جهت دوران صفحه برش قبل از تغییر جهت نسبت به پشت و رو کردن آنها اقدام می‌گردید.

برای تغییر جهت دوران صفحه برش از چرخش پوسته جعبه دنده به اندازه ۱۸۰° استفاده گردید. در این حالت محور خروجی جعبه دنده با تغییر جهت ۱۸۰° به جای انتقال نیرو به سمت راست ماشین، نیرو را به سمت چپ ماشین انتقال داده و قادر به ایجاد چرخش معکوس در محور سراسری می‌گردید.

آزمون مزرعه ای واحدهای برش در یک زمین شخم نخورده پوشیده از بقایای ایستاده گندم (بقایای خارج شده از کمباین از زمین خارج شده بود) و با رطوبت متوسط ۶٪ در عمق ۱۰-۰ سانتی متری انجام پذیرفت. متوسط عمق نفوذ شیار بازکن، میزان پر شدن مجدد شیار با خاک کنده شده و درصد وزنی ذرات بزرگتر از ۳ میلی متر برای ارزیابی واحدهااز نظر دستیابی به یک شیار نسبتاً خ لی از خاک با عمق یکنواخت اندازه گیری گردید.

ارزیابی کلی عملکرد واحد کاشت

پس از انتخاب جهت و سرعت صفحه برش، عملکرد واحدکاشت ازنظرعمق برش خاک، یکنواختی عمق قرارگیری کود وبذر، عمق خاک بین کودوبذرومیزان پوشش یافتن بذرباخاک در مناسبترین سرعت صفحه برش مورد ارزیابی قرارگرفت.

این ارزیابی در دو زمین با مقادیر مختلف رطوبت خاک شامل ۷و ۱۴/۵ درصد، درطول ۱۰متر با بررسی خاک تاعمق برش در ۴۰ نقطه برای دوردیف کاشته شده درداخل بقایا انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد واحد های برش

مقادیر شاخص های اندازه گیری شده برای ارزیابی عملکرد واحد برش در جدول ۱ خلاصه شده است. در حالتی که صفحه برش هم جهت با چرخهای تراکتور دوران می‌کند بروز دو مشکل عملکرد مطلوب واحد برش را مختل می سازد.. اول عدم نفوذ صفحه برش به عمق کار در نظر گرفته شده (۸ سانتی متر) که علل آنرا می‌توان مقاومت بیشتر خاک در برابر کنده شدن به سمت پایین نسبت به بالا و همچنین عبور خاک کنده شده از زیر صفحه برش که به بالا راندن آن کمک می‌کرد دانست.

دوم پر شدن شیار ایجاد شده توسط خاک پرتاب شده به سمت عقب که قبل از قرار دادن بذر و کود در شیار اتفاق می‌افتد و نیاز به تخلیه مجدد شیار توسط ابزاری دیگر را ضروری می سازد.

متوسط عمق نفوذ تیغه در این حالت ۴/۷ سانتی متر برای دور۷۰۰ و ۲/۴سانتی متر برای دور ۴۸۰ اندازه گیری شده است. همچنین پر شدن شیار توسط خاک پرتاب شده از عقب صفحه برش حتی در دور بالا که خاک با سرعت زیاد به سمت عقب پخش می‌گردد به میزان قابل توجهی اتفاق افتاده است. علت این امر پرتاب دقیقاً خاک در راستای شیار ایجاد شده می‌باشد. در این حالت افزایش سرعت دورانی صفحه برش پرتاب بیشتر ذرات خاک در جهات مختلف را سبب گردیده و میزان پرشدن شیار را کاهش داده است. لیکن در نهایت ریزش مجدد خاک به داخل شیار از ۶۵٪ عمق شیار کمتر نبوده است.

تغییر جهت حرکت صفحه برش نسبت به چرخهای تراکتور امکان ایجاد یک شیار نسبتا تمیز و خالی از خاک را فراهم می‌سازد (شکل ۳) که می‌توان با قرار دادن لوله‌های سقوط کود و بذر نسبت به جایگذاری این دو اقدام نمود. مقایسه سرعت‌های مختلف چرخشی صفحه برش نشان داد که در هر دو دور ۵۸۰ و ۷۰۰واحد برش می‌تواند به راحتی خاک را بریده و به سمت بالا پرتاب نماید و شیار نسبتا تمیزی از خود بجای گذارد. این در حالی است که متوسط عمق نفوذ صفحه برش در ۵۸۰ دور ۶/۲ و در ۷۰۰ دور به ۶/۸ سانتی‌متر رسیده است. مزیت ایجاد شیار با عمق بیشتر در حالتی که قرار گرفتن کود در عمقی پایین تر از محل قرارگیری بذر مطلوب باشد حائز اهمیت زیادی می‌باشد. به کارگیری صفحه برش در دور ۴۸۰ منجر به کاهش عمق و ایجاد شیاری به عمق متوسط ۳/۵ سانتی متر گردیده است.

جدول ۱- شاخص های اندازه گیری شده در آزمون واحد برش

متوسط عمق نفوذ صفحه برش (cm)	درصد ذرات بزرگتر از ۳ میلی متر	میزان پرشدن شیار با خاک کنده شده (٪)	سرعت دورانی صفحه برش(rpm)	جهت چرخش صفحه برش
۲/۴	۱۴/۵	۸۰	۴۸۰	هم جهت با چرخهای تراکتور
۳/۵	۷/۸	۷۵	۵۸۰	
۴/۷	۵/۱	۶۵	۷۰۰	
۳/۵	۲۳	۱۴	۴۸۰	مخالف باجهت چرخهای تراکتور
۶/۲	۲۱	۱۸	۵۸۰	
۶/۸	۱۷	۲۰	۷۰۰	

شکل۳: شیار ایجاد شده توسط شیار باز کن دو تایی در حالتی که چرخش صفحه برش در خلاف جهت چرخ های تراکتور باشد

پرشدن مجدد شیار در حالتی که جهت صفحه برش خلاف جهت چرخهای تراکتور می‌باشد، به علت جریان خاکی است کـه در اثـر برخورد ذرات پرتاب شده به سمت بالا به گلگیر و تغییر مسیر آن به سمت عقب واحد برش ایجاد می گردد. بررسی مقدار این شـاخص درجدول ۱ نشان می‌دهد که افزایش دور صفحه برش میزان پرشدن مجدد شیار را افزایش داده است ولـی ایـن مقـدار در ایـن جهـت چرخش حداکثر از ۲۰٪ فراتر نرفته است. افزایش سرعت دورانی صفحه برش باعث می‌گردد که خاک مسیر طولانی‌تری را بـه دنبـال صفحه برش طی کرده و در نتیجه درصد ذراتی که به سمت بالا پاشیده می‌شدند بیشتر شود. این شاخص می‌تواند تابع مقدار چسبندگی ذرات خاک به دندانه‌ها نیز باشد. مشاهدات مزرعه‌ای نشان داد که با افزایش رطوبت خاک جریان خاک پرتاب شده از عقب گلگیر نیـز افزایش می‌یابد. شکل و اندازه گلگیر نیز می‌تواند نقش مهمی در حجم خاک پرتاب شده از عقب آن داشته باشد.

در جدول ۱ همچنین درصد ذرات ایجاد شده بزرگتر از ۳ میلی متر در حالتهای مختلف آورده شده است. ذرات درشت ایجاد شده در اثر کار صفحه برش می‌تواند اختلالاتی در تماس بذر با خاک ایجاد نماید. از آنجائیکه محاسبه سـرعت دورانـی تئـوری صـفحه بـرش (۵۷۱rpm) بر مبنای ایجاد ذرات ۳ میلی متری انجام گردیده است وجود ذرات بزرگتر از آن در دورهای ۵۸۰ و ۷۰۰ ا می‌توان مربوط به کنده‌شدن ذرات درشت تر در زمان خروج صفحه برش از شیار دانست. این مقادیر مخصوصاً در زمانی کـه صـفحه بـرش در خـلاف جهت چرخهای تراکتور دوران می‌کند قابل ملاحظه می‌باشد. در این حالت دندانه‌های صفحه بـرش کـه از پـایین بـه بـالا در حرکـت می‌باشند در زمان خروج از خاک قطعات خاک در لبه های شیار که هیچ گونه نیروی عمودی بر آنها وجود ندارد را کنده و به بالا پرتاب می‌کنند. این امر در زمانی که حرکت صفحه برش در جهت حرکت چرخهای تراکتور می‌باشد بعلت حرکت از بالا به پایین دندانـه‌هـا و وجود نیروهای مقاومت برشی منجر به برش قطعات به جای کنده‌شدن آنها می‌شود و کاهش قابل ملاحظه‌ای را در این شاخص باعث گردیده است.

مشاهدات مزرعه همچنین نشان دادکه چرخش صفحه برش در خلاف جهت پیشروی به بریدن بهتـر بقایاکمـک مـی نمایـد. قـرار گرفتن اسکی های کنترل عمق در نزدیکی صفحه برش (به فاصله ۲ میلی متر از آن) نه تنها از ورود بقایا به فاصله بین شیار بازکن و بازوهای حامل جانبی جلوگیری می کند، بلکه به مانندیک چاقوی ثابت دربرابرصفحه برش به بریدن بقایایی که صفحه برش آنها رابـه سمت بالا هدایت می کندکمک می کند.

به طور کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که واحد برش طراحی شده در صورتی که در دور حـدود۵۸۰ تـا۷۰۰ دور در دقیقـه در خلاف جهت چرخهای تراکتور چرخش نماید قادر به ایجاد شیاری باعمق مطلوب در زمین سـخت و شـخم نخـورده و در حـضور بقایـا می‌باشد.

ارزیابی عملکرد کارنده در جایگذاری کود و بذر

در جدول ۲ پارامترهای عملکردی واحد کاشت خلاصه گردیده است. با ملاحظه محدوده عمق برش در این جدول می توان دریافت که قرار گرفتن اسکی ها با فاصله کمی (یک میلی متر) درطرفین صفحات برش نـه تنهـا از ورود بقایـا وگیرکـردن آن دربـین شاسـی وصفحه برش ممانعت کرده است، محدود کردن عمق پایین رفتن صفحه برش را نیز به خوبی انجام داده است بـه طـوری کـه عمـق پایین رفتن صفحه برش رادرمحدوده ۴/۵ تا ۶/۵ سانتی متردرهردو رطوبت خاک حفظ کرده اسـت. تغییـرات ۲سـانتی متـری عمـق را می توان دراثرناهمواریهای سطح خاک ونوسانات عمودی صفحه برش دراثرعبورازروی سطح غیریکنواخت دانست.

جدول ۲: مقادیر مربوط به پارامترهای عملکردی واحد کاشت

درصدبذرهای پوشیده نشده با خاک	عمق لایه خاک بین کود وبذر (سانتی متر)	دامنه عمق قرارگیری بذر (سانتی متر)	دامنه عمق قرارگیری کود (سانتی متر)	متوسط عمق برش (سانتی متر)	محدوده عمق برش (سانتی تر)	رطوبت خاک (٪)
٪۹۷	۰/۵-۱/۵	۲/۵-۴/۵	۴ – ۶	۵/۸	۴/۵-۶/۵	۷
٪۹۶	۰/۵-۲/۵	۲-۴/۵	۳/۵-۶	۵/۹	۴/۵-۶/۵	۱۴/۵

قرارگرفتن لوله های سقوط درکنارصفحات برش، عبور بقایا از انتهای واحد برش را امکان پذیر ساخته و جایگـذاری کـود در عمـق مطلوب را به خوبی انجام داده است. پرتاب خاک ازعقب صفحه برش وریزش خاک اطراف شیار توانسته است پـس ازجایگـذاری کـود، یک لایه خاک به ضخامت ۰/۵ تا۱/۵سانتی متردرحالت خشک و ۰/۵تا ۲/۵ سانتی متردرحالت مرطوب بین کودو بذرقراردهدواز تماس کود بابذرممانعت به عمل آورد. با مقایسه این اعداد می توان دریافت که خاک مرطوب به علت چسبندگی بیشتربه دندانه هـای صـفحه برش به مقدار بیشتری به عقب پرتاب شدو ضخامت لایه بین کودوبذررابه نحومطلوب تری تأمین می نماید.

مشاهدات مزرعه ای نشان داد که قرار گرفتن لوله های سقوط بذر (که درحدود۵سانتی متراز زمین بالاترقرارمی گیرند) وپوشاننده ها با فاصله ای حدود۲۰سانتی متردر پشت آنها (برروی یک دیرک افزار) اختلالی درعبوربقایا ازبین آنها ایجاد نکرده است.

نوع پوشاننده ها بطور کلی جهت عبور ازروی بقایامناسب ارزیابی گردید لیکن در هر دو رطوبت مورد ازمایش، هنوز درصدی از بذور(هر چند ناچیز) به صورت پوشیده نشده باقی مانده اند. علت این امر بنا به مشاهدات مزرعه ای عدم تماس کامل شاخک های پوشاننده ها با خاک در اثر ناهمواریهای جزئی سطح می باشد.

نتیجه گیری

به طورکلی دستگاه کشت مستقیم طراحی شده که از ترکیب شش واحددو گانه کاشت (۱۲ردیف بافواصل ۱۷سانتی متر) مجهز به شیار باز کن های فعال تشکیل شده است می تواند به عنوان یک روش جدید درکشت بدون خاک ورزی درمناطق خشک معرفی گردد. دراستفاده ازاین ماشین سطح به هم خورده خاک تنها ۰/۱کل سطح زمین می باشدواین امرنه تنها انرژی مصرفی برای تهیه بستر را تقلیل می دهد، تحریک بذرعلفهای هرزوقرارگرفتن آنها درعمق مطلوب سبزشدن را به حداقل می رساند. این ماشین به نحومطلوبی کودوبذررا در دو عمق مختلف جایگذاری نموده وپوشش یکنواختی ازخاک نرم وبقایا برروی ردیفهای کاشت باقی می گذاردکه به ترتیب در تماس مطلوب بذرباخاک وحفظ رطوبت خاک نقش به سزایی دارند. میزان گردوخاک ایجادشده درزمان کارباتوجه به فعال بودن شیاربازکنها، درخاک خشک قابل ملاحظه می باشدولی درمقایسه با کمبینات غلات کمترتخمین زده می شود. میزان پرتاب خاک وسنگ به سمت جلوی ماشین بسیارناچیزبوده و خاک پرتاب شده ازعقب صفحات برش نیز تا فاصله حداکثر۵۰سانتی متری ازماشین به زمین ریخته می شود. بدین ترتیب ایمنی راننده وافراد نزدیک ماشین ازنظربرخوردسنگ وخاک به آنها تأمین می باشد. از معایب دیگر قابل ذکر محدودیت در سرعت پیشروی ماشین و استهلاک زیاد قطعات واحد برش می باشد.

منابع

1- Anonymous. The leading Edge, A publication dedicated to maximizing yield potential. Yetter Manufacturing Inc. www. yetterco.com

2- Anonymous. Evaluation Report of John Deere 1500 Powr-Till Seeder. A co-operation program between Alberta Farm Machinery Research Centre and Praire Agricultural Machinery Institute. www.agric.gov.ab.ca

3- Desbiolles, J. Mechanics and features of disc openers in zero-till application. Agricultural Machinery Research and Design Center. University of South Australia.

4- Graham, J.P., and F.B. Ellis (1980). The merits of precision drilling and broadcasting for the establishment of cereal crops in Britain. ADAS Quarterly Review, No.38, 160-169

5- 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.

6- Hofman, V., C. Fanning, and E. Deibert. 1988. Reduced tillage seeding equipment for small grains. North Dakota State Univ. Ext. Serv. Bull. AE-826.

7- Simmons, F.W. No-Tillage. Illinois Agronomy Handbook. iah.aces.vivc.edu

8- Stephens, L.E. and Johnson, R.R., 1993. Soil strength in the seed zone of several planting systems. Soil Sci. Soc. Am. J. 57, 481-484

9-Townsend, J.S. and J.M. Bethge, 1984. Furrow opener for proper seed and fertilizer placement in no-till. Proceeding of American Society of Agricultural Engineering conference. 84:1511-1518

10-Van Doren, D.M., Triplet, J.R and J. E. Henry. 1976. Influence of long term tillage, crop rotation and soil type combinations on corn yield. Soil Sci. Soc. Am. J. 40:100-105