

بررسی اثر افزودن دو بشقاب جانبی به شیاربازکن دودیسکی مورد استفاده در سیستم بی خاکورزی بر خصوصیات فیزیکی بستر بذر

اسماعیل صیدی^{1*}، شمس‌اله عبدالله‌پور²، ارژنگ جوادی³ و محمد مقدم⁴

تاریخ دریافت: 88/11/11 تاریخ پذیرش: 89/12/17

- 1- استادیار گروه علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
- 2- استادیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
- 3- استادیار گروه ماشین‌های کشاورزی مرکز تحقیقات مهندسی جهاد کشاورزی، کرج
- 4- استاد گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: E-mail: esmaeilseidy@yahoo.com

چکیده

با توجه به اهمیت نقش شیاربازکن‌ها در تعیین خصوصیات فیزیکی شیار بذر به ویژه در بذرکارهای مورد استفاده در سیستم بی‌خاکورزی یک مطالعه موردی جهت بهبود عملکرد شیاربازکن دودیسکی با افزودن دو بشقاب جانبی به آن انجام پذیرفت. هدف برطرف کردن نقایصی مانند عدم جداسازی موثر بذر و کود، فشردن بقایای گیاهی به درون شیار بذر و عدم توانایی در کاهش تراکم خاک در ناحیه قرارگیری بذر بود. در این راستا شیاربازکن نوین ساخته شد و عملکرد آن با نوع دودیسکی رایج مقایسه گردید. آزمایشات در یک سویل‌بین در سه سطح از سرعت پیشروی (سه، شش و هشت کیلومتر بر ساعت) و دو سطح تراکم از خاک (1/4 و 1/1 مگاگرم بر مترمکعب) و دو سطح از تراکم بقایای گیاهی (یک و دو تن در هکتار) در قالب یک طرح فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی و با سه تکرار برای هر تیمار انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که شیاربازکن نوین بذر و کود را به شکل موثری از یکدیگر جدا می‌کند، تراکم خاک را در ناحیه قرارگیری بذر بیش از نوع دودیسکی کاهش می‌دهد و از ورود بقایا به منطقه قرارگیری بذر جلوگیری می‌کند. لیکن مقدار برهم خوردن خاک در شیار به جا مانده از شیاربازکن نوین بیشتر است. البته این شیاربازکن دو ردیف بذر را به طور همزمان در فاصله 4/5 سانتی‌متری در طرفین و پنج سانتی‌متر بالاتر از محل قرارگیری کود قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بستر بذر، بی‌خاکورزی، شیاربازکن دودیسکی

Effects of Adding two Horizontal Disks to Double-Disk Furrow Opener Used in No-Tillage on Physical Properties of Seedbed

E Seidi^{1*}, SH Abdollahpour², A Javadi³ and A Moghaddam⁴

Received: 31 January 2010 Accepted: 09 March 2011

¹Asist Prof, Dept of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran

²Asist Prof, Dept Of Agricultural Machinery Engineering, Tabriz University, Tabriz Iran

³Asist Prof, Institute of Agricultural Engineering Research of Iran, Karaj, Iran

⁴Prof, Dept Of Plant Breeding and Biotechnology, Tabriz University, Tabriz Iran

*Corresponding author: E-mail: esmaeilseidy@yahoo.com

Abstract

Due to important role of furrow opener to criticize properties of seed slot especially in no-tillage driller, a case study about double disk opener was conducted. The main objectives of the project were to improve performance of the opener to separate seed and fertilizer, to reduce hair-pinning and increase loosening of soil in the slot. In this way, a new double-disk opener developed which had two additional horizontal disks. To consider performance of novel opener an indoor comparison test between new and common opener was performed in soil bin. The experiment was conducted with three working speeds (3, 6 and 8 km h⁻¹), two bulk densities of soil (1.1 and 1.4 Mg/m³) and two levels of residues (1 and 2 ton/ha). The experimental design consisted in a (3×2×2) complete randomized factorial with three replicates for each test. Results showed the separation of seed and fertilizer was done by new opener efficiently. Cone Index was lower in the slot created by new opener and Hair-pinning not observed. Although, amount of soil disturbance was higher by new opener, but it should be noted that this opener put two rows of seeds and enough amount of fertilizer simultaneously. The vertical and horizontal separation of seed and fertilizer were 5 and 4.5 cm, respectively.

Keywords: Double-disk opener, No-tillage, Seedbed

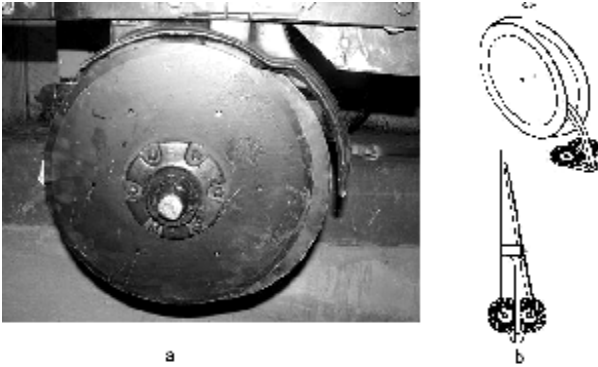
مقدمه

شیار ایجاد شده توسط شیاربازکن است. شیاربازکن‌های مورد استفاده در بذرکارهای سیستم بی‌خاک‌ورزی نیز مانند بذرکارهای معمول می‌بایست:

- بذر را در عمق مناسب قرار دهد.
- روی بذر می‌بایست با لایه نازکی از خاک مرطوب و سست پوشانده شود تا بذر را از تابش مستقیم

بی‌خاک‌ورزی رویکردی نوین است که هدف آن افزایش بهره‌وری نهاده‌های تولید با حفظ منابع تولید است. در استفاده از این سیستم خاک‌ورزی بذرکارها به خصوص شیاربازکن‌های آن‌ها نقش کلیدی را در میزان موفقیت فرآیند تولید ایفا می‌کنند. زیرا درصد جوانه‌زنی بذر و استقرار سریع گیاه تابع خصوصیات فیزیکی

شیاربازکن دودیسیکی مورد استفاده که در شکل 1 سمت چپ نشان داده شده است از دو دیسک آفست ساخته شد که قطر هر کدام 390 میلی‌متر بود.



شکل 1- شیاربازکن دودیسیکی رایج (سمت چپ) و شیاربازکن نوین (سمت راست)

یکی از بشقاب‌ها 32 میلی‌متر جلوتر از دیگری قرار گرفته بود و در واقع نقش پیش‌بر را داشت. بشقاب پیش‌بر به نحوی مونتاژ شده بود که هم‌راستا با مسیر حرکت قرار می‌گرفت. بشقاب دیگر به نحوی قرار داشت که زاویه 10° بین آن‌ها بوجود می‌آمد. این امر باعث به وجود آمدن فضایی در مابین دو بشقاب می‌شد تا محل قرارگیری لوله‌های سقوط بذر و کود باشد. اما در ساختار شیاربازکن نوین که بر پایه نوع دو دیسیکی ساخته شد بشقاب‌های اصلی شیار میانی را برای قراردادی کود فراهم می‌آوردند (شکل 1. سمت راست). دو بشقاب کوچک دیگر نیز به گونه‌ای به آن‌ها افزوده شدند که دو شیار افقی را برای قراردادن بذر در طرفین شیار میانی و پنج سانتی‌متر بالاتر از کف شیار میانی فراهم آورد. قطر این بشقاب‌های کوچک 100 میلی‌متر بود.

این بشقاب‌ها با زاویه حمله‌ای در حدود 30° نصب شدند چرا که دامورا و پاندی (1995) گزارش کردند نیروی مقاوم به کشش یک شیاربازکن هنگامی به حداقل خود می‌رسد که زاویه حمله آن کمتر از 40° درجه باشد. همچنین گادوین (2007) نوشت بهترین تمایل به نفوذ یک ابزار در زاویه حمله 23 درجه اتفاق می‌افتد آزمایشات در یک سویل‌بین در سه سطح از سرعت (سه، شش و هشت کیلومتر بر ساعت) و دو سطح تراکم

آفتاب حفظ کرده و مقداری رطوبت را که برای جوانه‌زنی بذر لازم است در داخل شیار بذر در دسترس آن قرار دهد (چودھاری و همکاران 1985).

- جداسازی مناسب بذر و کود را به شکل موثری انجام دهد. برای اغلب حالات بهتر است که کود در دو سانتی‌متر پایین‌تر و با فاصله افقی سه سانتی‌متر از بذر قرار گیرد (چودھاری و همکاران 1985، بیکر و افضل 1986).

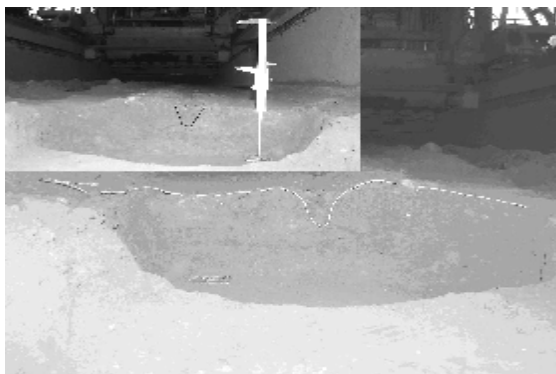
- پراکندگی بذر را از ردیف قرارگیری می‌بایست به حداقل برسد.

مهم‌ترین مشکل شیاربازکن‌های دودیسیکی که از رایج‌ترین انواع در سیستم بی‌خاک‌ورزی هستند همان مورد سوم یعنی جداسازی بذر و کود از یکدیگر است (تسییر و همکاران 1991 a). البته این شیاربازکن‌ها مشکلات دیگری نیز دارند نظیر فشردن بقایا به بستر بذر (وامرالی و همکاران 2006) که باعث کاهش تماس میان بذر و خاک و در نتیجه کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود. همچنین افزایش مقاومت به نفوذ خاک در لایه زیرین محل قرارگیری بذر نفوذ ریشه‌چه را در آن سخت می‌کند (رحمان و چن 2001). البته این شیاربازکن مزایایی نیز بر سایرین دارد که عملکرد بهتر در شرایط سله بستن خاک (همت و خشویی 2003) و حداقل برهم‌زدن خاک (تسییر و همکاران 1991 b) از آن جمله است. مطالعات ذکر شده در راستای مقایسه عملکرد شیاربازکن‌های مختلف انجام پذیرفته است.

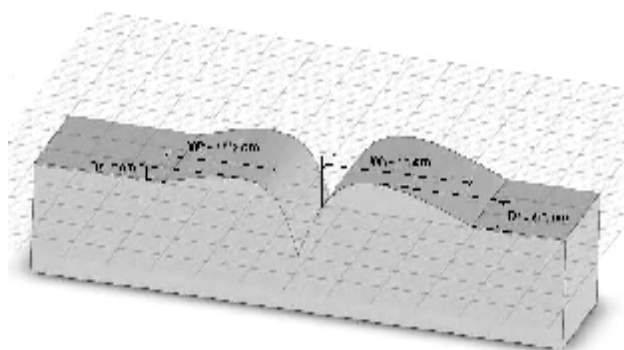
مواد و روش‌ها

در این پروژه بر اساس اطلاعات موجود در مورد انواع شیاربازکن‌ها و خصوصیات فیزیکی خاک‌های تحت عمل آن‌ها، یک الگوی نوین جهت قراردادی همزمان بذر و کود در شیار کاشت تعریف گردیده و با تاکید بر شیاربازکن‌های دودیسیکی رایج، شیاربازکن نوینی ساخته و آزمون گردید. جهت بررسی تاثیرگذاری طرح جدید یک مطالعه مقایسه‌ای میان شیاربازکن دودیسیکی معمولی و نیز نوع جدید که ساختار آن تغییر یافته بود انجام پذیرفت.

عکسبرداری مجدد با استفاده از برنامه SolidWorks عکس‌ها با دقت یک میلی‌متر تحلیل شدند (شکل 3).



شکل 2- میزان برهم‌خوردن خاک در شیار به‌جا مانده از شیاربازکن دودیسی.



شکل 3- تصویر شماتیک مقدار برهم‌خوردگی خاک در شیاربازکن دودیسی

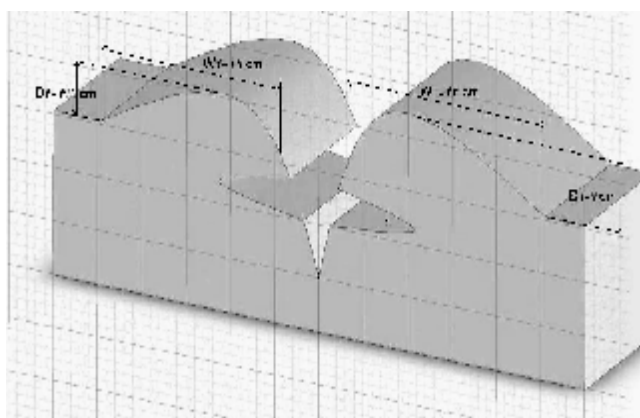
شکل 3 نشان می‌دهد که خاک در سمت راست شیار تا فاصله 16 سانتی‌متری جابه‌جا شده است در حالیکه این فاصله در سمت چپ 12/5 سانتی‌متر است. همچنین ارتفاع قله توده خاک در سمت راست شیار 1/6 سانتی‌متر از سمت چپ آن بیشتر است. دلیل این موضوع آفست بودن دیسک‌های شیاربازکن است. همانطور که ذکر شد بشقاب سمت راست شیاربازکن با زاویه‌ای حدود 10 درجه نسبت به جهت حرکت نصب شده است. این امر باعث می‌شود تا در حین پیشروی مقداری از خاک در مقابل این بشقاب توده شده و ارتفاع لایه خاک در مقابل آن افزایش یابد. لذا حجم بیشتری از خاک تحت تنش قرار گرفته و حرکت داده می‌شود. در نتیجه فاصله خاک بهم‌خورده از مرکز شیار در سمت راست افزایش پیدا می‌کند. اما

از خاک (1/1 و 1/4 مگاگرم بر مترمکعب) و دو سطح از تراکم بقایای گیاهی (یک و دو تن در هکتار) در قالب یک طرح فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی و با سه تکرار برای هر تیمار انجام پذیرفت. قبل از آزمایش‌ها در چند اندازه‌گیری معلوم شد که در یک دنده ثابت با چه دور موتوری از تراکتور هرکدام از سطوح سرعت تامین می‌شود. جهت اندازه‌گیری مقدار تراکم خاک از شاخص مخروط آن استفاده شد که به وسیله یک نفودسنج قابل حمل با مارک Eijkelkamp انجام شد. این دستگاه به یک مخروط فولادی با زاویه نوک 30 درجه و مساحت قاعده یک سانتی‌متر مربع مجهز بود. جهت مقایسه شیاربازکن‌ها مقدار برهم‌زدن خاک در آن‌ها، شاخص مخروط در بستر بذر، وجود بقایا در شیار بذر و جداسازی کود و بذر در آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. آزمایشات در یک سویل‌بین انجام شد که طول آن 25 متر، عرض آن 180 سانتی‌متر و عمق آن حدود 100 سانتی‌متر است. خاکی که در آن ریخته شده است خاکی لومی است (35 درصد شن و 20 درصد رس و 45 درصد سیلت). به منظور آشکارسازی بهتر تفاوت شیاربازکن‌ها در مقدار حرکت دادن خاک، آزمایشات در سرعت هشت کیلومتر بر ساعت انجام شد. زیرا در این سرعت مقدار برهم‌خوردن خاک برای هر دو شیاربازکن بیشتر بود. جهت بررسی مقدار برهم‌خوردن خاک از روش تحلیل عکس‌های گرفته شده از شیار استفاده شد (وامرالی و همکاران 2006).

نتایج و بحث

میزان برهم‌زدن خاک¹: پس از آماده شدن پروفیل خاک با استفاده از یک خطکش مقدار برهم‌خوردن خاک تا حدی معین بود. به عنوان مثال در شیار به‌جا مانده از شیاربازکن دودیسی در سرعت هشت کیلومتر بر ساعت که در شکل 2 نشان داده شده است شکل شیار ایجاد شده در دو طرف متقارن نبود. جهت انجام تحلیل‌ها با قرار دادن خطکش در شیار و گرفتن عکس ابعاد آن ثبت گردید. سپس خطکش برداشته شد و یک نخ سفید در لبه‌های بهم‌خورده قرار داده شد. پس از

¹Soil Disturbance



شکل 4- تصویر شماتیک الگوی برهم خوردن خاک در شیاربازکن نوین

استقرار بذر و کود: نتایج مشاهده شده در پروفیل‌های خاک نشان داد بذر و کود تغذیه شده در شیاربازکن دودیسیکی بسیار نزدیک به یکدیگر در خاک قرار داده شده بودند. علت آن قرار گرفتن لوله‌های بذر و کود به شکل متوالی در فضای میان دو دیسک است. ابتدا کود در قسمت جلویی بر روی خاک ریخته می‌شود این در حالی است که دیسک‌ها اجازه برگشت مقدار قابل توجهی از خاک به درون شیار ایجاد شده را نمی‌دهند لذا کودهای ریخته شده در خاک تقریباً بدون پوشش باقی می‌مانند. از آنجا که برگشت خاک به شیار پس از عبور ابزار اتفاق می‌افتد و همچنین لوله سقوط بذر در فضای میان دو دیسک قرار دارد لذا قبل از برگشت خاک به شیار بذر کود نیز به خاک اضافه می‌شود. لذا مقدار کافی از خاک ما بین کود و بذر قرار نمی‌گیرد هرچند این لایه نازک خاک می‌تواند بذر را از مسمومیت ایجاد شده توسط کود حفظ کرده و جوانه‌زنی آن را تضمین کند، اما موقعیت قرارگیری آن برای مراحل بعدی رشد گیاه مناسب نیست (بیکر و افضل، 1986). اما در شیاربازکن نوین بذر و کود می‌بایست در شیارهایی جداگانه قرار بگیرند که باعث می‌شود جداسازی افقی و عمودی بذر و کود به شکل مناسبی انجام پذیرد. البته در این شیاربازکن دو ردیف بذر به صورت همزمان در طرفین شیار میانی که محل ریخته شدن کود است، قرار داده می‌شود. در پروفیل‌های گرفته شده از عملکرد این شیاربازکن که یکی از آن‌ها

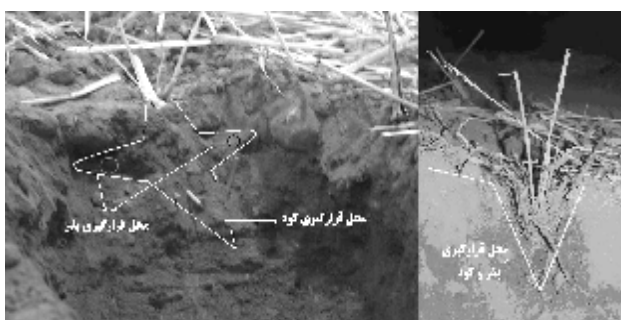
در مورد شیاربازکن نوین مقدار خاک جابه‌جا شده به صورت قابل توجهی بیشتر بود. این امر دو دلیل دارد. اولاً به علت افزودن بشقاب‌های جانبی عرض کار شیاربازکن افزایش پیدا کرده است. ثانیاً زاویه حمله بشقاب‌های جانبی 25 درجه بود. مطابق آنچه گادوین (2007) ذکر کرده است در شرایطی که زاویه حمله یک ابزار خاک‌ورز کمتر از 90 درجه باشد مقدار برهم‌زدن خاک در آن بیشتر از ابزاری است که زاویه حمله آن بیش از 90 درجه باشد (مانند بشقاب‌های شیاربازکن دودیسیکی). پس از تحلیل عکس‌های مربوط به شیاربازکن نوین دهانه شیار میانی 9 سانتی‌متر، عمق شیار میانی 10/5 سانتی‌متر از سطح اولیه خاک، دامنه برهم‌خوردن خاک در سمت راست 23 و در سمت چپ 19 سانتی‌متر مشاهده شد (شکل 4). افزودن بر این ارتفاع قله توده خاک در سمت راست شیار هفت سانتی‌متر بود که 2/1 سانتی‌متر از سمت چپ آن بیشتر بود. عدم تقارن در الگوی برهم‌خوردن خاک در این حالت نیز از نامتقارن بودن آرایش دیسک‌های بزرگ ناشی می‌شود. اما موضوع جالب توجه انباشته شدن لایه نسبتاً ضخیمی از خاک در قسمتی است که بذر در شیارهای افقی در زیر آن قرار می‌گیرد. این امر باعث می‌شود تا عمق واقعی کاشت بذر در برخی نقاط تا حدود 9 سانتی‌متر افزایش یابد. افزایش عمق کاشت می‌تواند باعث به تعویق افتادن سبز شدن گردد. از طرفی به علت عدم تقارن در ارتفاع خاک‌های توده شده عمق کاشت بذور در دو ردیف مجاور نابرابر شده و در نتیجه یکنواختی سبز شدن بذور ممکن است تحت تاثیر قرار گیرد. این موارد می‌تواند چالش‌های بزرگی برای شیاربازکن نوین باشد که البته اصلاح آن‌ها در ساختارهای بعدی ممکن به نظر می‌رسد.

شیار بازکن‌های بشقابی در شرایط سنگین بودن بقایا هیچوقت عملکرد خوبی نداشته‌اند (تسییر و همکاران 1991 و چادوری 2001). در این تراکم از بقایا (دو تن در هکتار) عدم توانایی بشقاب‌ها در انجام عمل برش، باعث فشردگی شدن بقایا به کف شیار بذر گردید (شکل 7). این موضوع نه تنها باعث کم شدن تماس بذر با خاک و برهم‌خوردگی بیشتر شیار می‌شود بلکه ممکن است در شرایط مرطوب بودن خاک باعث مسمومیت بذر و گیاهچه ناشی از پوسیدگی بقایا شود (بیکر و همکاران 1996). اما در تراکم کم بقایا (یک تن در هکتار) شرایط متفاوتی در فشردگی‌های متفاوت خاک دیده شد. در خاک متراکم‌تر (1/4 مگاگرم بر متر مکعب) بقایا بریده شده و به کناره‌ها حرکت داده شدند. لذا بستر بذر تقریباً عاری از بقایا بود و تماس خوبی بین بذر و خاک وجود داشت. لیکن در خاک با تراکم کمتر (1/1 مگاگرم بر متر مکعب) ضعف دیسک‌ها در برش بقایا باعث فشردگی شدن آن‌ها به کف شیار شد (شکل 7). در این شرایط به همراه بقایا مقداری خاک نیز به داخل شیار

در شکل 5 نشان داده شده است، جداسازی موثر کود و بذر مشاهده گردید. در اندازه‌گیری‌های انجام شده فاصله تقریبی بذر تا شیار میانی 4/5 سانتی‌متر و فاصله عمودی آن‌ها با کود حدود پنج سانتی‌متر بود. لذا جداسازی قطری میان آن‌ها تقریباً 6/7 سانتی‌متر است. این نتایج همخوانی خوبی با فاصله 2 اینچ عمودی و 3 اینچ افقی دارد که توسط کلپر و همکاران (1983) برای قرار دادن بهینه بذر و کود در سیستم بی‌خاک‌ورزی پیشنهاد گردید. طرح شماتیک پیشنهادی آن‌ها در شکل 6 نشان داده شده است.

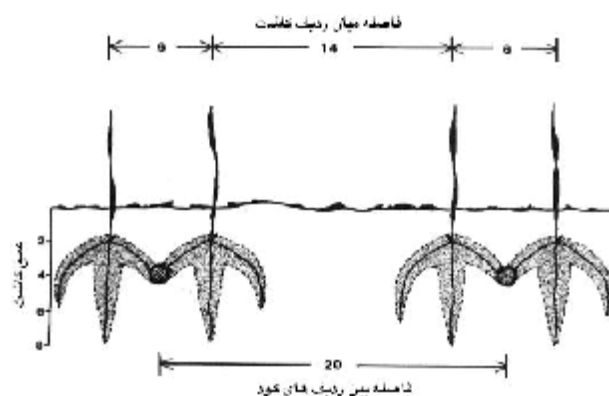


شکل 5- جداسازی بذر و کود در شیار بازکن نوین



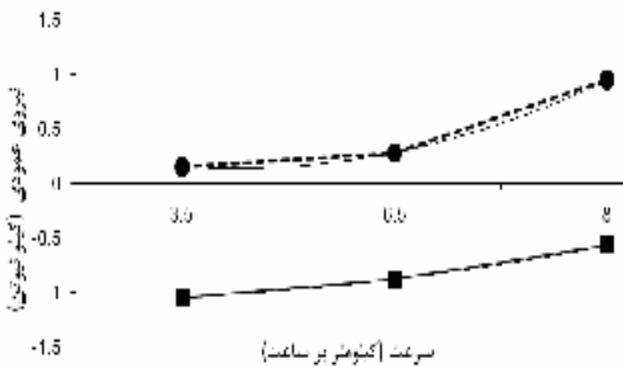
شکل 7- وجود بقایا در بستر بذر ایجاد شده به وسیله شیار بازکن دودیسی (سمت راست) و عدم وجود بقایا در شیار بذر به جا مانده از شیار بازکن نوین (سمت چپ)

آورده شد و قسمتی از شیار را پر کرده بود. اگرچه این موضوع در شرایط این آزمایش‌ها چندان مهم نبود لیکن در شرایط مزرعه‌ای از آنجا که سطح خاک نسبت به لایه‌های پایینی بسیار خشک‌تر است هر گونه حرکت رو به پایین خاک می‌تواند عملکرد شیار بازکن را تحت تاثیر قرار دهد. دلیل وقوع این موضوع را می‌توان در ماهیت عمل برش به وسیله بشقاب دانست. یک شیار بازکن



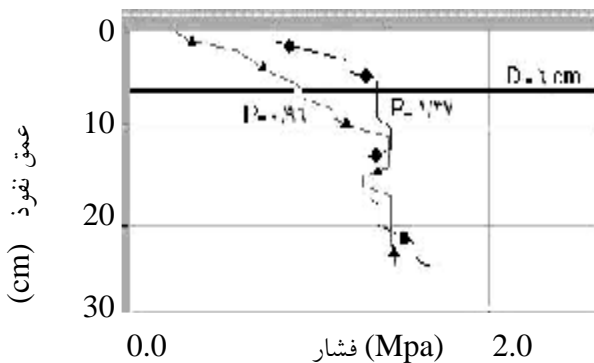
شکل 6- نحوه قراردعی بهینه بذر و کود از نظر کلپر و همکاران (1983)

در شیار بازکن دودیسی قراردعی بذر در تراکم دو تن بر هکتار بقایا به خوبی انجام نشد. البته



شکل شماره 8. ارتباط میان سرعت پیشروی و نیروی عمودی وارد بر ابزار

شاخص مخروط: از گذشته‌های دور تا به امروز اصلی‌ترین هدف عملیات خاک‌ورزی کم کردن تراکم و پیوستگی خام و در نتیجه تسهیل نفوذ ریشه، آب و هوا در آن بوده است. اما از آنجا که در سیستم بی‌خاک‌ورزی تمرکز اصلی بر خصوصیات محل قرارگیری بذر است لذا بررسی تراکم خاک در آنجا مورد نظر این تحقیق بود. در شکل 9 فشار لازم برای وارد کردن یک مخروط استاندارد (شاخص مخروط) در لایه‌های خاک پس از عبور دو شیاربازکن نشان داده شده است. همه داده‌ها در نمونه‌هایی از خاک جمع‌آوری شدند که چگالی ظاهری آن‌ها 1/4 مگاگرم بر مترمکعب بود. خط پهن افقی نشان دهنده عمق قرارگیری بذر است. برای هر دو شیاربازکن در عمق‌های بالاتر از محل قرارگیری بذر شاخص



شکل 9- تغییرات شاخص مخروط نسبت به عمق در بستر بذر به‌جا مانده از شیاربازکن دودیسیکی (●) و شیاربازکن نوین (▲)

بشقابی بقایا را بر اساس عمل قیچی می‌برد. لبه تیز بشقاب فک متحرک این قیچی و سطح خاک فک ثابت آن است. در شرایط سست بودن خاک در واقع فک دوم قیچی وظیفه خود را که همان نگهداری بقایا در مقابل لبه تیز بشقاب است به خوبی انجام نمی‌دهد لذا بشقاب سعی بر پاره کردن و فشردن بقایا را دارد. مناسب بودن بستر بذر در شرایط بقایای کم و تراکم بالای خاک نیز موید همین واقعیت است. اما در شیاربازکن نوین اگرچه در تراکم بالای بقایا مقداری از آن‌ها در شیار میانی دیده شد لیکن بستر بذر تقریباً عاری از بقایا بود. دلیل آن را می‌توان افقی بودن محل قرارگیری بذور دانست که تقریباً ارتباط مسقیم با سطح خاک ندارند. از طرفی چون در شیار میانی تنها کود قرار داده می‌شود، وجود بقایا در آن نمی‌تواند مشکلی برای کاشت بذر ایجاد کند. همچنین در شیارهای افقی محل قرارگیری بذر برش قسمت‌های زیرزمینی بقایا به خوبی صورت پذیرفت. دلیل این امر را می‌توان درگیر بودن دوسر بقایای برش یافته در خاک دانست.

اثر سرعت پیشروی بر نیروی عمودی وارد بر ابزار: طبق گزارش گادوین (2007) در ابزارهایی که زاویه حمله آن‌ها بزرگ‌تر از 70 درجه باشد، نیروی عمودی وارد بر ابزار مقادیری منفی به خود می‌گیرد. البته علامت منفی قراردادی بوده و بیانگر آن است که جهت این نیروها به سمت بالا است. لذا در مقابل ورود ابزار به خاک مقاومت نموده و تمایل دارند تا ابزار وارد شده به خاک را به بیرون از آن هدایت کنند. در آزمایش‌های انجام شده در این پژوهش نیروی عمودی منفی (رو به بالا) وارد بر هر دو شیاربازکن با افزایش سرعت کاهش یافت (شکل 8) چنانکه در شکل نشان داده شده است در شیاربازکن دودیسیکی نیروهای عمودی وارد بر ابزار منفی بوده و تمایل دارد تا ابزار را از خاک بیرون براند. لیکن در شیاربازکن نوین نیروهای وارد بر ابزار مقادیر مثبت دارند. این بدان معنی است که نیروهایی قائم و رو به پایین بر ابزار وارد می‌شود. لذا این شیاربازکن برای ورود به خاک به نیروی اضافی نیاز ندارد.

است که مقدار عددی آن با شاخص مخروط نمونه اولیه خاک همخوانی دارد. کمتر بودن شاخص مخروط در عمق 10-6 سانتی‌متری در شیاربازکن نوین می‌تواند فرصتی را برای رشد سریع‌تر و بهتر ریشه‌چه‌های خارج شده از بذر فراهم آورد که در استقرار سریع‌تر گیاه تاثیر مثبت خواهد داشت.

در نهایت می‌توان این گونه نتیجه‌گیری کرد که با افزودن این دو بشقاب جانبی به شیاربازکن دودیسی رایج برخی از مشکلات مرتبط با آن نظیر مکش منفی، فشردن بقایا به بستر بذر و اختلاط بذر با کود حل می‌شود. همچنین شیاربازکن نوین سست کردن لایه خاک پوشاننده بذر را به شکل موثرتری انجام می‌دهد.

مخروط خاک کاهش یافت. یعنی خاک پوشاننده بذر در هر دو حالت سست شده بود. لیکن مقدار عددی شاخص مخروط برای شیاربازکن نوین کمتر بود. در شیاربازکن دودیسی با نزدیک شدن به محل بذر شاخص مخروط افزایش پیدا کرد و در نزدیکی شش سانتی‌متر به مقدار حداکثر خود رسید که البته در پایین‌تر از این عمق نیز مقدار آن تقریباً ثابت بود. این موضوع نشان می‌دهد که اگرچه بشقاب‌های آفست می‌توانند خاک مقابل خود را نرم کنند لیکن خاک را به سمت کف شیار فشرده و تا حدی باعث فشردگی آن می‌شوند. اما در شیاربازکن نوین سست کردن خاک تا عمق بیش از 10 سانتی‌متری تداوم می‌یابد و در پایین‌تر از آن شاخص مخروط هر دو شیاربازکن تقریباً برابر

منابع مورد استفاده

- Baker CJ and Afzal CM, 1986. Dry fertilizer placement in conservation tillage: Seed damage in direct drilling no tillage. *Soil and Tillage Research* 7: 241-250.
- Chaudhary D, 2001. Performance Evaluation of Various Types of Furrow Openers on Seed Drills. *Journal of Agricultural Engineering Research* 79: (2) 125-137.
- Choudhary MA, Yu, GP, and Baker CJ, 1985. Seed placement effects on seedling establishment in direct drilled fields. *Soil and Tillage Research* 6: 79-93.
- Damora DP and Pandey KP, 1995. Evaluation of performance of furrow openers of combined seed and fertilizer drills. *Soil and Tillage Research* 34: 127-139.
- Godwin RJ, 2007. A review of the effect of implements geometry on soil failure and implement forces. *Soil and Tillage Research* 97: 331-340.
- Hemmat A and Khashoei AA, 2003. Emergence of irrigated cotton in flat land planting in relation to furrow opener type and crust-breaking treatments for cambisols in central Iran. *Soil and Tillage Research* 70: 153-162.
- Klepper B, Rasmussen PE and Rickman RW, 1983. Fertilizer placement for cereal root access. *Journal of Soil and Water Conservation*. 38: 250-252.
- Rahman S and Chen Y, 2001. Laboratory investigation of cutting forces and soil disturbance resulting from different manure incorporation tools in a loamy sand soil. *Soil and Tillage Research*. 58: 19-29.
- Tessier S, Hyde GM, Papendick RI and Saxton KE, 1991a. No-till seeders effects on seed zone properties and wheat emergence. *Till. ASAE*. 34: 733-739.

- Tessier S, Saxton KE, Papendick RI and Hyde GM, 1991b. Zero-tillage furrow opener effects on seed environment and wheat emergence. *Soil and Tillage Research*. 21: 347-360.
- Vamerali T, Bertocco M and Sartori L, 2006. Effects of a new wide-sweep opener for no-till planter on seed zone properties and root establishment in maize (*Zea mays* L.). A comparison with double-disk opener. *Soil and Tillage Research* 89: 196-209.