مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۹/ شماره ٤/سال ۱۳۸۷/ص ۷۰-۵۷

ایجاد ترک‌های طولی در محل خطوط کاشت با تغییرات در یک ردیف‌کار جهت بهبود سبز شدن بذر پنبه

اردشیر اسدی*، اورنگ تاکی، مختار میران‌زاده و حمیدرضا قزوینی**

* نگارنده مسئول، نشانی: اصفهان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ص. پ. ۱۹۹-۸۱۷۸۵، تلفن: ۷۷۵۷۳۲۸ (۰۳۱۱)، پیام‌نگار: asadiardshair@yahoo.com

** به‌ترتیب اعضای هیئت علمی؛ و کارشناسان بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۱۲/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۹/۹

چکیده

پایین بودن درصد سبز شدن محصولات حساس به سله خاک یکی از مشکلات اساسی کشاورزان در سبز کردن بذر محصولاتی نظیر پنبه، چغندرقند، و پیاز در مناطق خشک است. سله‌شکنی به روش مکانیکی، حفظ رطوبت خاک، و استفاده از مواد اصلاح‌کنندهٔ شیمیایی از راه‌های مبارزه با این مشکل است. با توجه به محدودیت منابع آب، نیاز به مهارت در عملیات سله‌شکنی و اقتصادی نبودن استفاده از مواد اصلاح‌کننده شیمیایی، این روش‌ها در همه شرایط موفق نمی‌باشند. سله عاملی محدودکننده و سبب رواج کشت دستپاش شده است که در آن مصرف بذر بیشتر است و سله‌شکنی و گاهی تنک‌کاری و واکاری ضرورت می‌یابد. پدیدهٔ ترک‌های طبیعی و انقباضی خاک و خارج شدن اتفاقی بذرهای جوانه‌زده از درون این ترک‌ها بدون هیچ‌گونه مانع سبب شد امکان هدایت این ترک‌ها به محل خطوط کاشت به عنوان روشی برای شکستن سله و بهبود سبز شدن بذرهای حساس مورد بررسی قرارگیرد. اثرهای مکانیکی روی خاک در مرحلهٔ کاشت با ایجاد شیاری باریک (گودی) در محل خطوط کاشت یکی از روش‌های پیشنهاد شده برای ایجاد ترک است. به همین منظور، تغییرات لازم در ردیف‌کار اعمال و اثر آن در ایجاد ترک‌های طولی در محل خطوط کاشت و سبز شدن بذر پنبه در شرایط مزرعه‌ای (بهینه) ارزیابی شد. نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای نشان داد که استفاده از عامل جویچه‌ساز کوچک در جلو شیاربازکن ماشین کاشت جهت ایجاد یک شیار کم‌عمق (۵۰ میلی‌متر) و کاشت بذر در کف این شیار و تثبیت آن با یک چرخ فشار مخروطی سبب ظهور ترک‌های طولی در ۹۶ درصد طول خطوط کاشت و سبز شدن بذر پنبه به میزان ۷۲ درصد شد. به منظور بررسی کارایی این روش در شرایط مدیریت زراعی زارع بر ایجاد ترک‌های طولی در محل خطوط کاشت و سبز شدن بذر پنبه، ماشین کاشت مجهز به عامل جویچه‌ساز و چرخ فشار مخروطی در دو منطقه با بافت خاک رسی سیلتی و سیلتی شنی در پلات‌های بزرگ (۲۰۰۰ مترمربع) با روش مرسوم از نظر میزان سبز شدن و شاخص‌های دیگر سبز شدن محصول پنبه مقایسه شد. نتایج نشان داد با مصرف بذر به تعدادی که حداکثر ۲ برابر بوتهٔ مورد نیاز را به‌دست دهد می‌توان بدون نیاز به سله‌شکنی و تنک‌کردن به تراکم مطلوب و توزیع یکنواخت‌تر بوته‌ها، نسبت به روش مرسوم، دست‌یافت. سود اقتصادی حاصل از کاشت به روش ایجاد ترک طولی نسبت به روش مرسوم به علت کاهش مصرف بذر به میزان ۹۰ درصد و حذف عملیات سله‌شکنی مکانیکی و تنک‌دستی، حدود ۲۱۰۰۰۰۰ ریال به ازای یک هکتار برای کشاورز در شرایط فعلی خواهد بود.

واژه‌های کلیدی

ترک خاک، سبز شدن بذر پنبه، سله

مقدمه

تشکیل سله یا سخت‌شدن کل لایهٔ سطحی خاک[1] پس از نخستین آبیاری یکی از مشکلات اساسی کشاورزان در سبز کردن بذرهای حساس به شرایط سطحی خاک نظیر پنبه، پیاز، و کلزا در خاک‌های فقیر از لحاظ مواد آلی و بدون ساختمان در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (Bilbro & Wanjura, 1982; Awadhwa & Thierstein1, 1983). این لایهٔ سطحی سخت، در مقابل سبز شدن گیاهچه‌های جوانه‌زده در زیر سلهٔ خاک مقاومت مکانیکی ایجاد می‌کند (Richards, 1953; Gerard, 1980). اگر مقاومت این لایه شکسته یا تضعیف نشود گیاهچه‌های جوانه‌زده در برخورد با آن خم می‌شوند

1- Hardsetting

© 2011,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

و از میان می‌روند (Wolf & Hards, 1984). به‌طورکلی در مواجهه با این مشکل، محققان راه‌هایی چند پیشنهاد کرده‌اند مانند شکستن سله به روش مکانیکی، حفظ رطوبت خاک با آبیاری مکرر، یا اصولاً جلوگیری از تشکیل آن با استفاده از افزودن مواد اصلاح‌کنندهٔ شیمیایی یا بالا بردن میزان مواد آلی خاک (Guidi *et al*., 1988; Chu *et al*., 1991). سله‌شکنی مکانیکی گاهی باعث آسیب رساندن به گیاهچه‌های محبوس در زیر سله خاک می‌شود و موفقیت در سله‌شکنی در گرو انتخاب زمان مناسب برای این کار، مهارت‌کاربر، نوع وسیلهٔ سله‌شکنی، و رعایت عمق مناسب جهت شکستن لایهٔ سطحی خاک است بدون تخریب لایه‌ای که گیاهچه‌ها در زیر آن قرار دارند (Awadhwa & Thierstein1, 1983; Taki, 2004). در بسیاری از مناطق که محدودیت منابع آب وجود دارد، حفظ رطوبت خاک با کاهش دور آبیاری به منظور جلوگیری از سله‌بستن خاک قابل اجرا نیست (Gerard, 1980; Goyal, 1982). جهت جلوگیری از سله بستن خاک، مواد اصلاح‌کنندهٔ معدنی مانند گچ و آهک و اصلاح‌کننده‌های آلی به منظور بهبود دانه‌بندی خاک نیز به‌کار گرفته شده است (Robertson *et al*., 1991) با این همه، این روش‌ها در بسیاری موارد به دلیل هزینهٔ بالا مقرون به صرفه نبوده است (Miller & Gifford, 1970).

در تحقیقی، گایدی و همکاران (Guidi *et al*., 1998) با اضافه‌کردن کود آلی و کمپوست با منشاء لجن فاضلاب و پس‌مانده‌های شهری برای افزایش ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تفاوت معنی‌داری در پایداری ذرات خاک مشاهده نکردند.

بالابردن مواد آلی خاک به منظور افزایش پایداری ذرات خاک و کاهش شدت سخت‌شدن لایهٔ سطحی آن نیز به عنوان روشی پایدار همواره مورد توجه بوده است. رابرتسون و همکاران (Robertson *et al*., 1991) بهبود قابل توجهی در پایداری ذرات خاک در مقابل متلاشی شدن[1] در اثر آبیاری در خاک‌های با پوشش گیاهی در مقایسه با خاک‌های لخت مشاهده کردند. با این حال در مناطق خشک، افزایش مواد آلی در خاک فرایندی کند و زمان‌بر است که مدیریت منطقه‌ای دراز مدت را می‌طلبد. مشاهدات مزرعه‌ای، پدیدهٔ ترک در خاک بعد از آبیاری و سبز شدن تصادفی بذر از لابه لای این ترک‌ها مورد توجه نگارندگان این مقاله قرار گرفته است. ترک در خاک‌های انقباضی[2] طی چرخهٔ تر و خشک‌شدن و در اثر ایجاد صفحات کشش و فشار اتفاق می‌افتد که به تضعیف یا جداشدن سطوح پیوسته خاک کمک می‌کند (Fox, 1964; Karalis, 2003).

همت و خشویی (Hemmat & Khashoei, 1997) در اصفهان با آزمایش به منظور بررسی تأثیر انواع ماشین‌های کاشت و سله‌شکن بر سبز شدن بذر پنبه گزارش دادند که ماشین کاشت مجهز به شیار بازکن بشقابی در حالت بدون سله‌شکنی بیشترین درصد سبز را به خود اختصاص داده است. این محققان تشکیل ترک‌های طولی در محل خطوط کاشت در اثر حرکت شیار بازکن را دلیل برتری این ماشین می‌دانند.

تاکی و گادوین (Taki & Godwin, 2006) علل ایجاد ترک در خاک و امکان هدایت آن در یک امتداد با روش‌های مکانیکی را بررسی کردند. نتایج نشان‌داد که فشردن خاک در نواری بسیار باریک به عرض ۱۵-۷ میلی‌متر و ایجاد شیارهای باریک و کم عمق (۵۰ میلی‌متر) از روش‌های ممکن برای ایجاد ترک‌های طولی در امتدادی مشخص است. در روش فشردن خاک در نواری باریک، این محققان وجود یک رطوبت حداقل را برای فشرده شدن خاک ضروری دانستند و از این رو روش ایجاد شیارهای کم عمق راهی عملی‌تر برای مناطق خشک پیشنهاد شد. این محققان، علل ایجاد ترک را در خاک به حرکت آب و ذرات خاک از نقاط با مکش رطوبتی کمتر

1- Slaking
2- Shrinking Soil

(مرطوب‌تر) به نقاطی با مکش رطوبتی بیشتر (خشک‌تر) نسبت داده‌اند.

هدف از این تحقیق بررسی امکان اعمال روش ایجاد ترک در محل خطوط کاشت برای بهبود فرایند سبز شدن بذر پنبه در مناطق خشک بوده است. در حال حاضر بذر پنبه در مناطق اصلی پنبه‌کاری استان اصفهان به علت حساسیت آن به هنگام سبز شدن به شرایط سطحی خاک به صورت دستپاش با مصرف زیاد بذر همراه با عملیات سله‌شکنی مکانیکی کشت می‌شود. به دنبال سله‌شکنی مکانیکی، کشاورزان گاهی مزرعه را تنک یا واکاری نیز می‌کنند. در این تحقیق، ایجاد ترک‌های طولی در محل خطوط کاشت به عنوان روشی جایگزین با اعمال تغییرات در ردیف‌کار به منظور کاهش مصرف بذر و حذف عملیات سله‌شکنی مکانیکی بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور ایجاد ترک های طولی در محل خطوط کاشت، دو روش ایجاد شیارها (گودی‌هایی) به عمق ۵۰ میلی‌متر و فشردن لایه‌ای باریک از خاک پیشنهاد شده است (Taki *et al.*, 2006). با توجه به محدودیت‌های رطوبتی در مناطق خشک که در روش دوم یعنی فشردن لایهٔ خاک به آن نیاز است، روش اول یعنی ایجاد شیار در محل خطوط کاشت جهت ایجاد ترک در خاک‌های منطقه پنبه‌کاری اصفهان به‌کار گرفته شد.

استفاده از چرخ‌های فشار مخروطی، نخستین ایدهٔ متصور جهت ایجاد گودی در محل خطوط کاشت بود. به همین منظور یک ردیف‌کار چهار ردیفه منضم به چرخ‌های فشار صاف (تنظیم عمق)، شیار بازکن کفشکی، و موزع پنوماتیکی انتخاب شد. حرکت موزع‌های این دستگاه از یکی از دو چرخ حامل آن تامین می‌شود (چرخ‌های آج‌دار به قطر ۶۰ سانتی‌متر که بین واحدهای کاشت قرار گرفته‌اند). حرکت چرخ حامل از طریق زنجیر و چرخ زنجیر به جعبه دنده و از آنجا به گاردان واحدهای کارنده و در نهایت به موزع می‌رسد. شکل ۱، نمایی از ردیف‌کار استفاده شده را نشان می‌دهد.

چرخ‌های فشار مخروطی، با لایه‌برداری از چرخ‌های لاستیکی توپر موجود در بازار ساخته شد (شکل ۲). قطر مؤثر چرخ‌های مخروطی با قطر چرخ‌های فشار ماشین یکسان در نظر گرفته شد تا قابلیت تنظیم عمق کاشت در ردیف‌کار به‌هم نخورد. زاویهٔ راس چرخ‌های مخروطی ۷۵ درجه بود. تاکی و گادوین (Taki & Godwin, 2006) در روش ایجاد ترک با شیارهای کم عمق، زوایای راس مختلف را آزمایش کردند و گزارش دادند که شیارهای ایجاد شده با زاویهٔ راس تا ۱۵۰ درجه منجر به ظهور ترک می‌شود.

ردیف‌کار مجهز به چرخ فشار مخروطی (ماشین A) در خاکی با بستر نرم و از نظر: ایجاد شیار (گودی) در محل خطوط کاشت، درصد طول ترک‌های ظاهر شدهٔ منطبق بر خطوط کاشت، و اثر آن بر سبز شدن بذر پنبه مورد آزمون مزرعه‌ای قرار گرفت.

شکل ۱- نمایی از ردیف‌کار استفاده شده در آزمایش

(ب) (الف)

شکل۲- الف) چرخ فشار صاف آج‌دار اولیه، ب) چرخ فشار تغییر یافتهٔ مخروطی

عملیات خاک‌ورزی اولیه با گاوآهن برگردان‌دار در رطوبت ۱۲ درصد (بر پایهٔ خشک) و خاک‌ورزی ثانویه با روتیواتر انجام‌گرفت. بافت خاک مزرعه، لوم‌رسی‌سیلتی و میانگین قطر وزنی کلوخه‌ها ۱/۲ سانتی‌متر در عمق ۵-۰ سانتی‌متری خاک بود. سه کرت به ابعاد ۲۰×۳ متر ایجاد و داخل کرت‌ها با لولر جهت آبیاری یکنواخت تسطیح شد. در هر کرت، ۴ ردیف بذر پنبه به طول ۲۰ متر با فواصل ردیف ۶۰ سانتی‌متر روی بستر مسطح (روش غالب منطقه) کشت شد. عمق و فواصل بذرها روی خطوط کاشت به‌ترتیب۴ و ۷ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به‌کارگیری چرخ‌های فشار مخروطی به‌جای چرخ‌های صاف در ماشین کاشت، شیارهایی به عمق ۵۰ میلی‌متر (با تنظیم طول بازوی وسط تراکتور) در محل خطوط کاشت ایجاد کرد (شکل۳). از آنجا که سرعت بالای آبیاری می‌توانست باعث شستشوی ذرات خاک و ته‌نشین شدن آنها در کف جویچه‌ها و در نهایت تغییر شکل جویچه‌ها شود، در دهانهٔ ورودی هر کرت جویچه‌هایی عرضی به مثابه حوضچهٔ آرامش با مرزکش بشقابی ایجاد شد تا سرعت آب آبیاری قبل از حرکت به داخل کرت کاهش یابد (شکل ۴). بعد از آبیاری، وضعیت ظهور ترک و استقرار بوته‌ها در دو خط میانی کاشت مطالعه شد. تعیین درصد ترک‌های ظاهر شده روی خطوط کاشت (نسبت طول ترک‌های منطبق بر خطوط کاشت به کل طول کاشت) نشانگر انطباق ۹۶ درصد از ترک‌های طولی با خطوط کاشت بود. پانزده روز پس از آبیاری اول، اندازه‌گیری‌ها نشان داد که تعداد بوته‌های استقرار یافته در تکرارهای مختلف از ۳۰ درصد بذرهای کاشته شده تجاوز نکرده است مطالعه نیمرخ (پروفیل) عمود برخطوط کاشت مشخص کرد که بسیاری از بذرها از محور خطوط کاشت به طرف دیوارهای کناری و به سمت بالا منحرف شده‌اند.

شکل‌دهی خاک با چرخ‌های فشار مخروطی، اگرچه گودی‌های مورد نظر را در محل خطوط کاشت ایجاد کرد ولی سبب جابه‌جایی خاکی شد که در آن بذر پنبه کشت شده بود. جابه‌جایی بذر به سمت کنار و بالای خطوط کاشت (ترک‌های طولی ایجاد شده) امکان حرکت گیاهچه به سمت ترک‌ها و خروج آن را فراهم نمی‌ساخت. از این‌رو، استفاده از یک عامل جویچه‌ساز قبل از شیار بازکن که قادر به شکل‌دهی اولیه خاک باشد مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۵). در این حالت، چرخ‌های فشار مخروطی تنها وظیفه تثبیت شیارهای ایجاد شده و نه شکل‌دهی خاک را بر عهده داشتند. به منظور ایجاد شیارهایی به عمق حداکثر ۵ سانتی‌متر محل قرارگیری عامل جویچه‌ساز نسبت به شیاربازکن ماشین کاشت با آزمون‌های مزرعه‌ای تعیین شد. ردیف‌کار مجهز به عامل جویچه‌ساز و چرخ فشار مخروطی (ماشین B) در سه کرت به ابعاد ۲۰×۳ متر با همان مشخصات خاک و مدیریت کاشت و آبیاری مورد آزمون مجدد قرارگرفت. استفاده از این عامل جویچه‌ساز و چرخ‌های فشار مخروطی منجر به ایجاد شیارهایی با زاویهٔ راس حدود ۸۵ درجه شد. ظهور ترک بعد از آبیاری اول در این حالت نیز نشانگر انطباق ۹۶ درصد طول خطوط کاشت با ترک‌های طولی بود (شکل ۶). درصد سبز شدن بذر پنبه در این حالت نشان از افزایش چشمگیر و معنی‌دار این شاخص تا ۷۲ درصد را داشت (شکل ۸). فواصل بین بوته‌ای در حدود ۹۵ درصد از طول خطوط کاشت کمتر از ۵۰ سانتی‌متر بود (شکل ۷). فواصل بین بوته‌ای بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر به عنوان معیار بد سبز شدن (Koochaki, 1994) تنها در ۵ درصد طول خطوط کاشت مشاهده شد.

شکل ۳- ایجاد شیار در محل خطوط کاشت در ردیف‌کار مجهز به چرخ‌های فشار مخروطی

شکل ٤ - جویچه‌های آرامش آب جهت آبیاری

شکل ٥- استفاده از عامل جویچه‌ساز قبل از شیار بازکن ماشین کاشت جهت ایجاد شیار

شکل ٦- ایجاد ترک در ۹٦ درصد طول خطوط کاشت

شکل ۷- سبز شدن گیاهچه‌ها از ترک‌های طولی ایجاد شده در تیمار B در منطقهٔ ورزنه

بـه منظـور بررسـی امکـان اسـتفاده از روش ایجـاد ترک‌های طولی در شرایط کشاورزان، ردیف‌کار اصلاح‌شـده در شرایط خـاک‌ورزی و آبیـاری مرسـوم منطقـه بـا روش کشت دستپاش مقایسه شد. بـه همـین منظـور دو قطعـه زمین در دو منطقهٔ ورزنه و مورچه‌خورت اصفهان هـر یـک به مساحت ۲۰۰۰ مترمربع انتخاب و عملیات آمـاده‌سـازی بستر بذر (شخم با گاوآهن برگردان‌دار +۲ تردد دیـسک) و آبیاری (غرقابی) تحت مدیریت و امکانات کشاورز اجرا شد. میـانگین قطـر متوسـط وزنـی کلوخـه‌هـا[1] در عمـق ۵-۰ سانتی‌متری در دو منطقهٔ ورزنه و مورچه‌خورت بـه‌ترتیـب ۲/۱ و ۱/۹۵ سانتی‌متر بود. کاشت با ردیف‌کـار و هماننـد روش مرسـوم منطقـه، روی بـستر مـسطح اجـرا شـد (در منطقه ورزنه به دلیل شور بـودن آب و خـاک و در منطقـه مورچه‌خورت به دلیـل شـدت بـالای تبخیـر، کـشت اکثـر محصولات زراعی روی زمین مسطح است). فاصلهٔ خطـوط کشت، عمق کاشت، و فاصلهٔ بـذرها بـه‌ترتیـب ۶۰، ۵، و ۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذر پنبـهٔ مـورد اسـتفاده در هر دو روش کاشت (دستپاش و ماشینی) کرک‌زدایی شـده انتخـاب بـود. مقـدار بـذر در روش دسـتپاش و ماشـینی به‌ترتیب ۲۵۰ (میزان مرسوم) و ۲۵ کیلوگرم در هکتار بود. سله‌شکنی مکانیکی در روش مرسوم کشاورزان حـدود ۱۰ روز بعد از آبیاری اول، با هـرس دندانـه میخـی و تراکتـور سبک اجرا شد ولی در کاشت با ماشین، سله‌شکنی صورت نگرفت. به منظور مقایسهٔ دو روش کاشت در سـبز شـدن بذر پنبه، تعداد بذر کاشته شده، تعداد بوته‌های سبز شده، و شاخص بد سبز شدن یک مـاه بعـد از آبیـاری اول در ده قسمت مزرعه برای هـر روش تعیـین شـد. مراقبـت‌هـای زراعی در هر دو روش شـامل آبیـاری دوم (۴۰ روز بعـد از آبیـــاری اول)، تنـــک کـــردن (۵ روز پـــس آبیـــاری دوم)، کوددهی، و سمپاشی در هـر دو روش یکـسان اجـرا شد.

درصد بد سبز شدن در روش کاشت با ماشین (کاشت خطی) از نـسبت جمـع فواصـل بـین بوتـه‌ای بـالاتر از ۵۰ سانتی‌متر روی خطوط کاشت به طول کـل محاسـبه شـد. در روش مرسوم، برای محاسبهٔ بد سبز شدن از روش هـیج (Heege, 1993) استفاد شد. در این روش از مرکز هر بوته دایره‌ای رسم شد که نزدیک‌تـرین بوتـه، همـسایه آن روی محیط این دایره واقع است و شـعاع هـر دایـره بـه عنـوان فاصله بوته موردنظر تا نزدیک‌ترین بوته مجاور آن به‌حساب می‌آید. مجموع مساحت دایره‌هایی که شـعاع آن بـالاتر از ۵۰ سانتی‌متر بود به مساحت اندازه‌گیری شـده میـزان بـد سبز شدن را در روش پخشی (مرسوم) مشخص کرد. ایـن شاخص در عرض هر کرت و به طـول ۴ متـر تعیـین شـد. درصد سبز شدن محصول با شمارش بوته‌های سبز شده در

1- Mean Weight Diameter (MWD)

مقایسه با تعداد بذر کاشته شده در همین ناحیه محاسبه شد.

شاخص‌های سبز شدن محصول برای دو روش کاشت مرسوم و کاشت با روش ایجاد ترک در محل خطوط کاشت (کاشت با ماشین B) از طریق آزمون t استیودنت با هم مقایسه شدند.

هزینه و سود

عملیات آماده‌سازی بستر بذر شامل خاک‌ورزی اولیه و ثانویه و مدیریت‌های زراعی در روش کاشت مرسوم و کاشت با روش ایجاد ترک در محل خطوط کاشت (کاشت با ماشین) یکسان بود و از این رو تفاوت تیمارهای آزمایش فقط در بذر مصرفی، عملیات سله‌شکنی، و هزینهٔ کارگر در تنک‌کردن بود که این هزینه‌ها برای هر روش کاشت بر اساس قیمت محلی تعیین و از لحاظ اقتصادی مقایسه شدند.

نتایج و بحث

اندازه‌گیری گودی در محل خطوط کاشت در دو منطقه ورزنه و مورچه‌خورت از نظر عمق (به‌طور متوسط ۵۰ میلی‌متر) نشان از کارایی مطلوب ماشین داشت. آماده‌سازی بستر بذر در شرایط مرسوم (شخم با گاوآهن برگردان‌دار در رطوبت ۵/۵ درصد + دیسک) هرچند نسبت به شرایط بهینهٔ ایستگاهی (آبیاری + شخم با گاوآهن برگردان‌دار در رطوبت مناسب ۱۲/۵ درصد + روتیواتور) کلوخه‌هایی بزرگ‌تر به وجود آورد (جدول۱) ولی در کارایی ماشین جهت ایجاد شیارهایی به عمق ۵۰ میلی‌متر محدودیتی ایجاد نکرد. جویچه‌ساز قبل از شیاربازکن ماشین کاشت، کلوخه‌ها را به کناره‌ها برد و گودی‌های مورد نظر را ایجاد کرد.

ترک‌های طولی ایجاد شده بر خطالقعر گودی‌ها بر ۸۵ درصد طول خطوط کاشت در منطقهٔ ورزنه و حدود ۷۰ درصد در منطقهٔ مورچه‌خورت منطبق بود (جدول ۱). ظهور ترک در محل خطوط کاشت، بلافاصله بعد از فرونشستن آب آبیاری در هر دو منطقهٔ مورد آزمایش آغاز شد و گسترش عرض و عمق ترک‌ها تا یک هفته بعد از آبیاری ادامه داشت. متفاوت بودن درصد موفقیت ایجاد ترک در محل خطوط کاشت در شرایط مرسوم کشاورزان (۸۵ و ۷۰ درصد) با شرایط بهینهٔ ایستگاهی (۹۶درصد) ناشی از سرعت آبیاری و وضعیت تسطیح زمین بود. هموار نبودن زمین در عرض بعضی از کرت‌ها سبب حرکت عرضی آب با سرعت نسبتاً بالا و در نتیجه تخریب شیارها در بعضی از نقاط شد. علاوه بر این، سرعت بالای آبیاری می‌تواند حرکت ذرات خاک و ته‌نشین شدن آنها را در کف گودی‌ها به دنبال داشته باشد. این امر در بعضی از نقاط خطوط کاشت سبب تغییر شکل شیارها می‌شود و در برخی نقاط دیگر خطالقعر شیار را به محلی غیر از خط کاشت منتقل می‌کند. در این نقاط، ترک لزوماً در محل خطوط کاشت ایجاد نمی‌شود. تاکی و همکاران (Taki *et al.*, 2006) نیز در گزارش‌های خود اشاره می‌کنند که تغییر شکل گودی‌های ایجاد شده در اثر آب‌بردگی یا ته‌نشین شدن ذرات شستشو شده درون گودی‌ها به میزانی که تقعر گودی‌ها را از حدی کمتر نماید عامل انحراف ترک از خطالقعر شیار است.

اقدام‌هایی نظیر تسطیح زمین، ایجاد بستر نرم، آبیاری با سرعت کم، و ایجاد جویچه‌های آرامش در عرض هر کرت (شکل ۴) در آزمایش‌های ایستگاهی عواملی بودند که شرایط مساعدتری را برای هدایت ترک‌ها (۹۶ درصد) بر خطوط کاشت، در مقایسه با شرایط مرسوم یعنی ۸۵ و ۷۰ درصد فراهم ساخته‌اند (جدول ۱). نتایج اندازه‌گیری درصد سبز شدن در روش مرسوم و تکنیک ایجاد ترک‌های طولی نشان از سبز شدن محصول به میزان ۲۵ و ۲۰ درصد در روش پخشی و ۶۲ و ۵۰ درصد در کاشت با ردیف‌کار به‌ترتیب در ورزنه و مورچه‌خورت بود (شکل ۹). تکنیک ایجاد ترک‌های طولی در محل خطوط کاشت بدون انجام

عملیات سله‌شکنی باعث افزایش درصد سبز به میزان متوسط ۳۶ درصد نسبت به روش مرسوم در شرایط کشاورزان در هر منطقه مورد آزمایش شد (شکل ۹).

با این درصد سبز شدن، تراکم بوته در منطقهٔ ورزنه و مورچه‌خورت در کاشت با ماشین B به‌ترتیب ۱۵ و ۱۲ عدد در متر مربع و تعدادی کافی برای دستیابی به عملکرد مطلوب بدون نیاز به تنک کردن بود (جدول ۱). اشاره شده است که گیاه پنبه قادر است از طریق افزایش یا کاهش شاخه‌های گل‌دهنده، خود را با دامنه‌ای وسیع از تراکم گیاهی تطابق دهد بدین معنی که در تراکم‌های ۲/۵ تا ۱۵ گیاه در مترمربع، هیچ‌گونه رابطه معنی‌داری بین عملکرد و تراکم گیاهی وجود نداشته است (Koochaki, 1994). تعداد بوته در واحد سطح در روش کاشت دستپاش برای دو منطقه مورچه‌خورت و ورزنه به‌ترتیب ۶۰ و ۴۸ بود (جدول ۱) که نیاز به عملیات تنک را ضروری می‌سازد. علاوه بر آن، مطالعهٔ شاخص درصد بد سبز شدن در این دو روش در جدول ۱ نشان‌دهنده توزیع یکنواخت‌تر بوته‌های استقرار یافته در روش کاشت با تکنیک ایجاد ترک است. بررسی این شاخص نشان می‌دهد که بد سبز شدن در هر دو منطقه به میزان معنی‌دار و قابل توجهی در روش دستپاش افزایش یافته است.

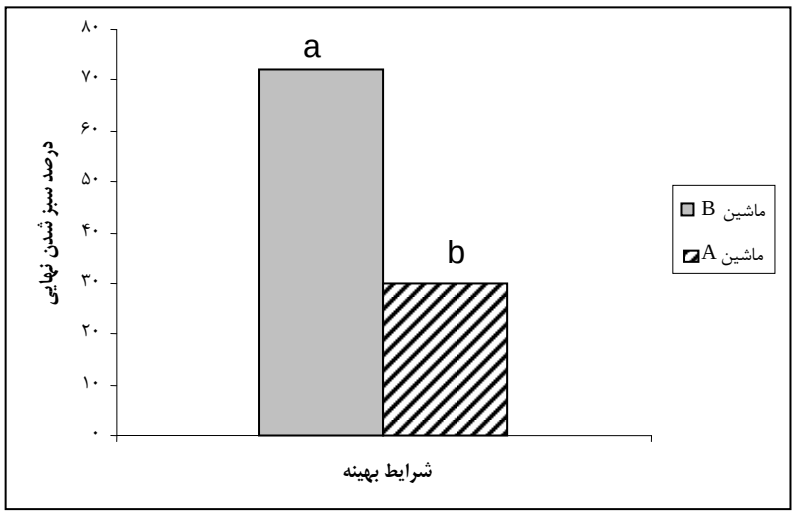
ایجاد ترک در محل خطوط کاشت در روش کاشت با ماشین با بهبود درصد سبز شدن، به کاهش مصرف بذر تا میزان ۹۰ درصد و حذف عملیات سله‌شکنی مکانیکی و تنک منجر شد. آماده‌سازی بستری نرم‌تر و مسطح‌تر می‌تواند مانند آنچه در شرایط آزمایشی بهینه به‌دست آمد (سبز شدن به میزان ۷۲ درصد) حتی به کاهش بیشتر مصرف بذر بینجامد.

پایین بودن درصد سبز شدن در منطقهٔ مورچه‌خورت با بافت سبک (سیلتی‌شنی) نسبت به منطقهٔ ورزنه (جدول ۱) را می‌توان به دو عامل مربوط دانست، یکی پایین‌تر بودن درصد ترک‌های منطبق بر خطوط کاشت که آن هم در اثر سبک‌تر بودن خاک و خاصیت انقباضی کمتر این خاک‌هاست و دیگری طولانی‌بودن فاصلهٔ بین آبیاری اول و دوم. فاصلهٔ کمتر بین آبیاری اول و دوم در منطقهٔ مورچه‌خورت می‌توانست به بهبود سبز شدن در روش کاشت با ماشین کمک کند. طولانی‌بودن فاصلهٔ بین آبیاری اول و دوم (حدود ۴۰ روز) که به علت محدودیت منابع آب یا شور بودن آن ضرورت می‌یابد، حفظ رطوبت خاک در روش مرسوم با تخریب لوله‌های مویین به‌وسیله سله‌شکنی و کاهش تبخیر سطحی ممکن می‌گردد. این در حالی است که در تکنیک جدید با حذف عملیات سله‌شکنی، طولانی‌بودن دور آبیاری منجر به عدم دسترسی گیاهچه به رطوبت کافی می‌شود. در بررسی‌های مزرعه‌ای در منطقه مورچه‌خورت خشک‌شدن بعضی از جوانه‌ها قبل از سبز شدن در زیر ترک مشاهده شد. بنابراین، پایین بودن درصد سبز در این منطقه را می‌توان با توجه به پایین بودن ظرفیت آب نگهداری این بافت خاک به طولانی بودن دور آبیاری و خشک‌شدن بیش از حد خاک در اثر نوع بافت خاک نسبت داد. این امر در خاک‌های لوم‌رسی منطقهٔ ورزنه با ظرفیت آب نگهداری بیشتر تأثیر منفی بر سبز شدن بذرهای جوانه‌زده با دور آبیاری مشابه نگذاشت.

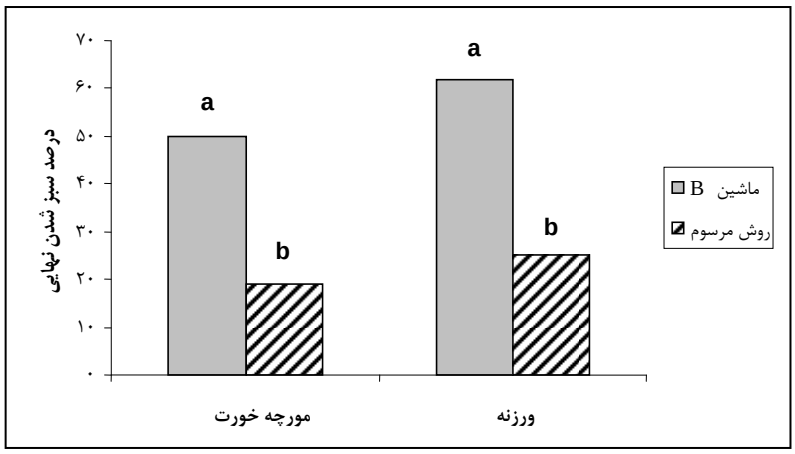
جدول ۱- میانگین شاخص‌های مورد اندازه‌گیری تحت مدیریت کاشت با روش ایجاد ترک در محل خطوط کاشت و روش مرسوم در شرایط گوناگون

شرایط آزمایش	شاخص‌های مورد اندازه‌گیری					
	بافت خاک	قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها عمق ۵-۰ (سانتی‌متر)	بذر مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	درصد ترک‌های منطبق بر خطوط کاشت	تعداد بوته در متر مربع	بد سبز شدن (درصد)
بهینه- ماشین A	لومرسی‌سیلتی	۱/۲	۲۵	۹۶	۷a	۴۲b
بهینه- ماشین B	لوم‌رسی‌سیلتی	۱/۲	۲۵	۹۶	۱۷b	۵a
زارع- ماشین B در منطقه ورزنه	رسی‌سیلتی	۲/۱	۲۵	۸۵	۱۵a	۱۰a
زارع- روش مرسوم در منطقه ورزنه	رسی‌سیلتی	۲/۱	۲۵۰	-	۶۰b	۲۰b
زارع- ماشین B در منطقه مورچه‌خورت	سیلتی‌شنی	۱/۹۵	۲۵	۷۰	۱۲a	۲۴a
زارع- روش مرسوم در منطقه مورچه‌خورت	سیلتی‌شنی	۱/۹۵	۲۵۰	-	۴۶b	۳۸b

در هر دو ردیف متوالی میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۸- تأثیر ماشین کاشت در حالت A و B در شرایط بهینه بر درصد سبز شدن نهایی محصول



شکل ۹- مقایسهٔ میانگین درصد سبز شدن نهایی در حالت B و روش مرسوم در شرایط کشاورز در منطقهٔ مورچه‌خورت و ورزنه

تحلیل هزینه و سود

در تیمـار مرسـوم، نـسبت بـه روش ماشـینی، در هـر هکتار هزینه‌هایی به شرح زیر اضافه می‌شود:

مقـدار ۲۲۵ کیلـوگرم بـذر بیـشتر در هکتـار معـادل ۱۲۳۷۵۰۰ ریال (از قرار هر کیلو بذر ۵۵۰۰ ریال)، پانـصد هزار ریال برای عملیات سله‌شـکنی مکـانیکی، و ۳۶ هـزار ریـال هزینـهٔ سـه کـارگر بـرای تنـک‌کـردن (هـر کـارگر ۱۲۰۰۰۰ ریال). مجموع این مقـادیر تقریبـاً معـادل ۲۱۰ هزار تومان صرفه‌جویی به ازای یک هکتار تـا مرحلـهٔ سـبز شدن است. هزینهٔ مورد نیاز برای تغییر در ماشین کاشـت (استفاده از عامل جویچه‌ساز و چـرخ فـشار مخروطـی) بـا توجه به عمومی بودن ردیف‌کـار و عـدم نیـاز بـه جـوی و

پشته، با هزینهٔ کاشت دستپاش یکسان است. کاشت ردیفی پنبه با استفاده از روش ایجاد ترک در محل خطوط کاشت با توجه به درصد سبز شدن بیشتر و تولید بوتهٔ کافی، و بد سبز شدن کمتر نسبت به تیمار شاهد، عملکرد یکسان یا بیشتری را نسبت به تیمار شاهد ایجاب می‌کند (عملکرد وش در هر دو روش حدود ۳/۵ تن در هکتار بود). بنابراین، سود اقتصادی حاصل از کاشت با ماشین با استفاده از روش ایجاد ترک‌های طولی در محل خطوط کاشت حدود ۲۱۰۰۰۰۰ ریال به ازای یک هکتار برای کشاورز در شرایط فعلی خواهد بود. علاوه بر آن، استفاده از کولتیواتور محصولات ردیفی برای وجین و سمپاشی تراکتوری جهت مبارزه با آفات و بیماری‌ها و امکان برداشت مکانیزه در روش کاشت ماشینی که تنها با ایجاد ترک در محل خطوط کاشت امکان‌پذیر است چشم‌انداز کاهش بیشتر هزینه‌های تولید را روشن‌تر خواهد کرد.

نتیجه‌گیری

با اعمال تغییراتی اندک در ردیف‌کار و با استفاده از روش ایجاد ترک‌های طولی در محل خطوط کاشت می‌توان به درصد بالای سبز شدن (حدود ۶۲ درصد) در شرایط تهیه بستر به روش کشاورز و ۷۲ درصد در شرایط مطلوب دست یافت. در این تکنیک با مصرف مقداری بذر که حداکثر ۲ برابر بوتهٔ مورد نیاز در واحد سطح را تامین کند می‌توان بدون نیاز به تنک کردن و یا واکاری، به تراکم مطلوب و توزیع یکنواخت‌تر بوته‌ها، در مقایسه با روش مرسوم، دست یافت. سود اقتصادی حاصل از کاشت با این ماشین به علت کاهش ۹۰ درصدی مصرف بذر و حذف عملیات سله‌شکنی مکانیکی و تنک کردن دستی، حدود ۲۱۰۰۰۰۰ ریال به ازای یک هکتار برای کشاورز در شرایط فعلی خواهد بود.

مراجع

Awadhwal, N. K. and Thierstein, G. E. 1983. Development of rolling type soil crust breaker. AMA. 14(4): 31-33.

Bilbro, J. D. and Wanjura, D. F. 1982. Soil crusts and cotton emergence relationships. Trans. ASAE. 25(6): 1484-1494.

Chu, Y. N., Coble, C. G. and Jordan, W. R. 1991. Cotton emergence force as affected by soil temperature, moisture, and compression. Crop Sci. 31, 405-409.

Fox, W. E. 1964. Cracking characteristics and field capacity in a swelling soil. J. Soil Sci. 98, 413.

Gerard, C. J. 1980. Emergence force by cotton seedling. Agron. J. 72:473-476.

Goyal, M. R. 1982. Soil crusts seedling emergence. Review AMA. 13, 62-78.

Guidi, G., Pera, A., Giovannetti, M., Poggio, G. and Bertoldi, M. 1988. Variations of soil structure and microbial population in a compost amended soil. Plant Soil. 106, 113-119.

Heege, H. J. 1993. Seedling methods performance for cereals rap and beans. Trans. ASAE. 36, 653-661.

Hemmat, A. and Khashoei, A. A. 2003. Emergence of irrigated cotton in flatland planting in relation to furrow opener type and crust breaking treatments for Cambisols in centeral Iran. Soil & Till. Res. 70, 153-162.

Karalis, T. K. 2003. Integrated effects on the shrinkage stresses from the water loos in the soft cohesive soil. Inte. J. Eng. Sci. 41, 371-385.

Koochaki, A. 1994. Cultivation in arid regions. Jihad- Daneshgahi Pub. Mashad. Iran. (in Farsi)

Miller, D. E. and Gifford, R. O. 1970. Modification of soil crusts for plant growth. In "Soil Crust". Tech. Bull. 214. Agric Expt. Sta. Univ. Arizona.

Richards, L. A. 1953. Modulus of rupture as an index of crusting of soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 217, 321-323.

Robertson, E. B., Sarig, S. and Fireston, M. K. 1991. Cover crop management of polysaccharide-mediated aggregation in an orchard soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 55, 734-739.

Taki, O. 2004. The improvement of seedling emergence by crack development in crusting soils. PhD Thesis. Cranfield University at Silsoe. Bedfordshire. UK.

Taki, O. and Godwin, R. J. 2006. The creation of longitudinal cracks in shrinking soil to enhance seedling emergence. Part II. The effect of surface micro-relief. Soil Use Manage. 22, 305-314.

Taki, O., Godwin, R. J. and Leeds-Harrison, P. B. 2006. The creation of longitudinal cracks in shrinking soil to enhance seedling emergence. Part I: The effect of soil structure. Soil Use Manage. 22, 1-10.

Wolf, D. and Hards A. 1984. Soil compaction effects on cotton emergence Trans. ASAE. 30, 655-659.

Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.9/No.4/2009/P: 57-70

Creation of Longitudinal Cracks in Planting Rows to Enhance Seedling Emergence Using a Modified Row Crop Planter

A. Asadi*, O. Taki, M. Miranzadeh and H. R. Ghazvini

* Corresponding Author: Academic Member, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 81785-199, Esfahan, Iran. E-mail: asadiardshair@yahoo.com

Stand establishment in crusting soil is one of the main concerns in the production of crops with delicate seedlings such as cotton, onions and rape seed. Crust breaking, maintaining soil moisture and adding chemical and organic amendments to soil are different methods to weaken soil strength and allow the shoots to emerge. These methods are not always successful because they depend on factors such as the skill and timing required for crust breaking, shortage of water in arid regions and slow increase of soil organic content. The development of natural desiccation cracks along the planting lines is a new technique that can create a route by which seedlings can emerge. In this study, a pneumatic row crop planter was modified to provide physical conditions conducive to the development of longitudinal cracks along planting lines. The modifications included a v-shaped pre-opener attached to the front of the main opener and a conical wheel that replaced the original flat wheel of the machine, causing machine to leave a shallow furrow on the planting lines. This allowed the formation of longitudinal cracks over 96% of the planting line, which brought about an emergence rate of 72% for cotton seedlings in well-prepared soil. This technique in row planting was then compared the emergence of cotton seedlings using the conventional method (seed broadcasting and crust breaking) on large plots in the Isfahan region. Results revealed that, by using 1/10 the seed used currently in the broadcasting method, a desirable stand establishment can be achieved without crust breaking or further thinning. This results in a more uniform stand distribution and 2,100,000 rials per hectare saving for growers in planting stage alone.

Key Words: Cracking, Crust, Cotton Emergence, Stand Establishment