تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۲۰/ شماره ۷۳/ پاییز و زمستان ۱۳۹۸/ص ۸۲-۶۷
AERI

ارائهٔ سامانه‌ای مکانیزه برای تولید نشای ریشه‌لخت چغندرقند در خزانهٔ هوای آزاد

اردشیر اسدی[1*] و اورنگ تاکی[2]

۱ و ۲- به‌ترتیب: استادیار؛ و دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۱۴

چکیده

با کمبود منابع آب، زراعت چغندرقند با استفاده از نشای ریشه‌لخت مورد توجه قرار گرفته است؛ ارائهٔ سامانه‌ای مکانیزه برای تولید این نوع نشا در خزانه، به توسعهٔ این روش کمک می‌کند. برای انتخاب روش مناسب کاشت در مرحلهٔ اول، در یک آزمایش اسپلیت‌پلات بر پایهٔ طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی دو روش کاشت ارزیابی شد: روش پخشی و روش خطی کاشت بذر (فاکتور اصلی) و استفاده کردن یا استفاده نکردن از پوشش شن (فاکتور فرعی) از نظر تأثیر بر شاخص‌های سبز محصول و تعداد نشاهای قابل استحصال (نشاهای قابل کاشت در زمین اصلی). پس از دورهٔ رشد، برای انتخاب ماشین مناسب برداشت، در کرت‌های یکی از فاکتورهای فرعی چهار تیمار برداشت شامل: استفاده از غده‌کن تیغه‌ای، غده‌کن غربال‌دار، ترکیب ماشین‌های تیغه‌ای و غربال‌دار و روش دستی از نظر تأثیر بر آسیب‌های مکانیکی و نیروی کارگری صرف‌شده برای جمع‌آوری نشاها در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی مقایسه شدند. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد روش پخشی بذر به‌همراه استفاده از پوشش شن، با برقراری توزیع افقی یکنواخت‌تر بوته‌ها، نسبت به روش خطی و بهبود درصد سبز نسبت به بستر بدون شن، می‌تواند مناسب‌ترین روش برای تأمین تعداد نشای لازم برای سطحی معادل ۱۰ برابر زمین خزانه معرفی شود. در مقایسهٔ تیمارهای برداشت نیز مشخص شد که استفاده از ماشین غربال‌دار آسیب‌های مکانیکی را به شکلی چشمگیر افزایش می‌دهد. زیربُر کردن نشاها با غده‌کن تیغه‌ای ضمن دربرداشتن کمترین میزان نشاهای بریده شده و کاهش نیروی کارگری به‌میزان ۳۰ درصد نسبت به روش دستی، مناسب‌ترین روش در میان فناوری‌های موجود قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی

خاکپوش شن، خزانهٔ چغندرقند، کَندن نشا، نشای چغندرقند

مقدمه

در سال‌های اخیر و در راستای سیاست‌های وزارت جهاد کشاورزی، تولید چغندرقند از طریق نشاکاری مورد توجه قرار گرفته است. خشکسالی‌های اخیر و ضرورت تولید قند در کشور از عوامل اصلی این رویکرد است. نتایج تحقیقات در مناطق مختلف نشان می‌دهد زراعت چغندرقند از طریق نشاکاری با داشتن مزایایی مانند کاهش مصرف آب و نهاده‌های کشاورزی، استقرار بهتر، حذف عملیات تنک‌کردن، سهولت وجین‌کردن مکانیکی، امکان کاشت در مناطق با شوری بیشتر از آستانهٔ سبز شدن بذر، افزایش عملکرد محصول و افزایش فصل مؤثر رشد در مناطق سرد (با توجه زمان سپری شده در خزانه) می‌تواند جایگزین مناسبی برای کاشت مستقیم بذر باشد (Theurer & Doney, 1980; Kandil *et al.*, 1990; Heath & Cleal, 1992; Melander, 2000;

*نگارندهٔ مسئول: Email:asadiardshair@yahoo.com
http://doi: 10.22092/erams.2018.122675.1267

Jafarzadeh & Aliasgharzad, 2007; Karbalaei *et al*., 2012; Khaembah & Nelson, 2016; Yousefabadi *et al*., 2017).

چغندرقند می‌تواند با استفاده از نشاهای مقطع‌دار و یا ریشه‌لخت نشاکاری شود. نشای مقطع‌دار چغندرقند نخستین بار در ژاپن در سال ۱۹۶۰ در گلدان‌های کاغذی[1] تولید شد. در این روش بذر چغندرقند در خاکی مخصوص و در گلدان‌هایی از جنس کاغذ (سلولز و فیبرهای دیگر) به‌مدت ۴۵ روز پرورش می‌یابد؛ گلدان‌هایی که با قطر و طول ۲۰ و ۱۳۰ میلی‌متر به‌صورت لانهٔ زنبور به‌هم چسبیده‌اند و برای نشاکاری به زمین اصلی منتقل می‌شوند (Robb *et al*., 1994). در ابتدای دههٔ ۱۳۷۰ خورشیدی برای استفاده از نشا در ایران با همکاری کارشناسان ژاپنی برنامه‌هایی تنظیم شد اما به‌دلیل فراهم نبودن بسترهای لازم، کشاورزان از آن استقبال نکردند. نشاکاری با گلدان‌های کاغذی به‌علت در پی‌داشتن هزینه‌هایی برای پروراندن، انتقال و کاشت نشا، در خیلی از موارد مقرون به‌صرفه نیست. شالز و همکاران (Scholz *et al*., 1985) می‌گویند سود خالص ناشی از افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌های داشت چغندرقند در روش نشاکاری مقطع‌دار پاسخگوی هزینه‌های متحمل برای پرورش و انتقال نشا نمی‌باشد. بدین جهت آنها استفاده از نشای ریشه‌لخت را برای کاهش هزینه‌ها پیشنهاد و عملکرد آن را با شیوهٔ کاشت در گلدان‌های کاغذی و کاشت مستقیم بذر مقایسه کردند. در پی این مقایسه گزارش شده است که در روش استفاده از نشاهای ریشه‌لخت، کاهش هزینه‌های داشت افزایش هزینهٔ نشاکاری را پوشش می‌دهد. در این روش، اگرچه استقرار نشاها کمتر از ۶۰ درصد بوده ولی قند استحصال شده از روش بذرکاری با ۹۶ درصد استقرار بوته‌ها بیشتر بوده است. علت استقرار بوته‌ای کم در روش نشاکاری را به عارضهٔ تشنگی و در نتیجه پژمردگی پس از انتقال نشاها به زمین اصلی و تا قبل از بارندگی نسبت داده شده است. در سال‌های اخیر با توجه به کمبود آب، نشاکاری چغندرقند مجدداً در ایران مورد توجه قرار گرفته است. در این خصوص موسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ بذر چغندرقند تولید این محصول را با استفاده از نشای ریشه‌لخت، به‌علت ارزان‌تر بودن نسبت به روش گلدانی، پیشنهاد کرده است. برای تولید نشای ریشه‌لخت، بذر چغندرقند در تراکم بالا در مزرعه کاشته می‌شود (خزانه معمولاً در مناطق گرم‌تر) و پس از ۶۰-۵۰ روز، ریشه‌چهٔ تولید شده با قطر ۱ تا ۳/۵ سانتی‌متر و طول ۲۰-۱۵ سانتی‌متر پس از برگ‌زنی و کَنده‌شدن، به زمین اصلی منتقل می‌شود. قطع اندام هوایی گیاه برای جلوگیری از مصرف ذخیره رطوبت ریشه قبل از استقرار است (Yousefabadi, 2014; Karbalaei *et al*., 2012).

برای تولید اقتصادی نشا در خزانهٔ هوای آزاد باید حداکثر بهره‌وری از زمین بشود؛ این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که بیشترین تعداد نشا با قطر و طول مناسب و یکنواخت در واحد سطح تولید شود. در این‌باره با حمایت وزارت جهاد کشاورزی و با اختصاص یارانه برای تولید نشا در خزانهٔ هوای آزاد در کشور، تلاش‌هایی شده است. در استان اصفهان در سال ۱۳۹۴ خزانه‌ای به‌مساحت ۵ هکتار با تراکم ۲ میلیون بذر در هکتار با الگوی کاشت ۱۰×۵ سانتی‌متری به روش دقیق‌کاری تهیه شد. برای این منظور از یک دقیق‌کار ۹ واحدی (ساخت کشور ایتالیا، مجهز به دو فن جداگانه برای ایجاد مکش و خلا در انتقال بذر) استفاده شد که هر واحد آن دو ردیف کاشت با فاصله ۱۰ سانتی‌متر را پوشش

1- Paper Pot

می‌داد. نتایج ارزیابی این ماشین نشان داد که تعداد نشاهای استحصال شده از خزانه حداکثر سطحی معادل ۵-۳ برابر آن را در زمین اصلی پوشش می‌دهد که اقتصادی بودن این روش تولید نشا را به چالش می‌کشد. پایین بودن تعداد نشای قابل کاشت در این ماشین، نسبت داده شد به درصد سبز پایین بذر (حدود ۳۰ درصد)، فواصل نکاشت رها شده برای عبور چرخ‌های تراکتور در مرحلهٔ برداشت و غیر یکنواختی اندازهٔ نشاها (Farhmand, 2015).

پایین بودن درصد سبز و غیر یکنواختی در ابعاد نشاهای تولیدی را می‌توان به چند عامل نسبت داد از جمله شرایط فیزیکی محیط بذر (تهویه، رطوبت، دمای خاک و مقاومت برشی خاک اطراف بذر)، انرژی کم بذر چغندرقند و عمق کاشت (Hemmat, 1996; Romaneckas *et al.*, 2009). به‌طور مثال تبخیر سریع آب از سطح خاک در مناطق خشک نیاز رطوبتی بذر کاشته شده در عمق ۳۰-۲۰ میلی‌متری را فراهم نمی‌کند (Hkansson *et al.*, 2006). آبیاری با حجم زیاد برای تأمین رطوبت مناسب جوانه‌زنی و سبزشدن بذر نیز خطر آب‌ماندگی و خفگی بذر در اثر کمبود اکسیژن را به‌همراه دارد (Robert, 1981). برای افزایش تعداد نشای قابل استحصال در خزانه، عمق کاشت مناسب نیز اهمیت دارد. گزارش شده است غیر یکنواختی در عمق کاشت سبب تأخیر چند روزه در سبزشدن می‌شود (Romanecka *et al.*, 2009). محققان آلمانی عمق مناسب کاشت بذر چغندرقند را ۳-۲ سانتی‌متر می‌دانند. افزایش عمق کاشت به ۵ سانتی‌متر سبب کاهش جوانه‌زنی تا ۸ درصد می‌شود (Volmer, 1987). نتایج آزمایش مزرعه‌ای نشان می‌دهد کاهش عمق کاشت از ۲/۵ سانتی‌متر به ۲-۱/۵ سانتی‌متر، سبب افزایش جوانه‌زنی از ۷۱ به ۷۹ درصد شده است (Giles, 1993). علاوه بر توزیع عمودی بذر، توزیع آن در صفحات افقی نیز نقش مهمی در استفادهٔ بهینهٔ هر بوته از مواد غذایی خاک، آب، نور خورشید و رقابت با علف‌های هرز دارد. بر این اساس، در یک مقدار مساوی توزیع بذر به روش‌های مختلف، معلوم شده هرچه میانگین فاصلهٔ بین بذرها بیشتر و انحراف معیار آنها کمتر باشد توزیع افقی بذر مطلوب‌تر خواهد بود (Heege, 1993). علاوه بر موارد اشاره شده، ایجاد بستر مناسب و استفاده از خاکپوش مناسب برای افزایش درصد سبز بذرهای ریزدانه نیز مورد توجه بوده‌است. نتایج یک مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از مالچ پلاستیکی در شکل‌های مختلف بستر کاشت (پشته‌ای و مسطح) سبب افزایش استقرار گیاهی به‌میزانی قابل توجه و بهبود خواص فیزیکی خاک شده است (Dong *et al.*, 2008).

برای ارائهٔ سامانه مکانیزه در تولید نشا در خزانه، برگ‌زنی و کندن نشا نیز اهمیت می‌یابد. برگ‌زنی (حذف دمبرگ‌ها) با هدف حفظ رطوبت ریشه، باید از ارتفاعی باشد که به طوقهٔ گیاه آسیب نرساند. آسیب‌دیدگی طوقه سبب می‌شود نشا قابلیت کاشت در زمین اصلی را ندشته باشد. فرهمند (Farhmand, 2015) در مقایسهٔ ماشین‌های مختلف برای سرزنی نشای چغندرقند، یک ماشین سرزن توصیه کرده که مجهز است به تیغه‌های دوار و سنسور تنظیم ارتفاع برش برگ. این ماشین[1] با ایجاد جریان هوا رو به بالا برگ‌ها را به‌سمت بالا می‌کشد، و پس از قطع شدن با تیغه‌های برش، به‌خارج از نوار برش پرتاپ می‌کند.

نشاکنی مکانیزه می‌تواند موجب کاهش قیمت نشای تولیدی، افزایش سرعت کار و سهولت این عملیات شود. مشابه بودن شکل ظاهری نشای چغندرقند به بوتهٔ هویج، این تصور را به ذهن می‌رساند که می‌توان از ماشین‌های هویج‌کن استفاده

1-Samano

کرد (چه آنها که با زیرکنی بوتهٔ کامل را از خاک بیرون می‌آورند یا آنها که ابتدا سربری می کنند و بعد با زیرکنی محصول را بیرون می‌آورند) (Srivastava, *et al.*, 1993) ولی این ماشین‌ها برای گونه‌های گیاهی با استقامت کافی در محل دمبرگ‌ها و در خاک‌های سبک با الگوی کاشت ردیفی کاربرد دارند (Shirwal *et al.*, 2015). ماشین‌ها گروه دوم شباهت زیادی به ماشین‌های سیب‌زمینی‌کن و پیازکن دارند، بدین شکل که معمولاً پس از عملیات برگ‌زنی، محصول زیربری شده و به‌همراه خاک ناحیهٔ ریشه بر روی غربال منتقل و غده از خاک جدا می‌شود (Srivastava, *et al.*, 1993; Balls, 1985). در ماشین‌های بدون غربال با زیربر کردن نیز امکان جدا شدن غده از خاک و جمع‌آوری آن از سطح خاک فراهم می‌شود (Sukhwinder, 2006).

تحقیق حاضر با هدف ارائهٔ سامانه‌ای مکانیزه برای تولید نشای ریشه‌لخت چغندرقند در مرحلهٔ کاشت و نیز در مرحلهٔ برداشت آن اجرا شده است. برای انتخاب ماشین مناسب کاشت، اثر روش توزیع بذر (پخشی و خطی) بر تعداد نشاهای قابل کاشت (در دو حالت پوشش با شن و بدون شن) بررسی شده است. در مرحلهٔ برداشت نیز ماشین‌های منتخب (بر اساس فناوری‌های موجود) از نظر وارد آمدن آسیب‌های مکانیکی بر نشاها و از لحاظ نیروی کارگری مورد نیاز برای کندن و جمع‌آوری آنها مقایسه شدند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی کبوترآباد اصفهان واقع در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی در فروردین‌ماه ۱۳۹۵ در خاکی دارای بافت لومی- رسی (عمق ۱۰- تا ۲۰ سانتی‌متری) به‌مدت یک‌سال اجرا شد. در مرحلهٔ کاشت، با توجه به امکان تأثیر پوشش شن بر بهبود سبز شدن بذر، یک آزمایش اسپلیت‌پلات بر پایهٔ طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در نظر گرفته شد و در آن دو تیمار توزیع بذر شامل پخشی و خطی در کرت‌های اصلی اعمال گردید.

تیمارهای اعمال شده در کرت‌های فرعی در دو سطح شامل پوشش با شن و بدون پوشش بودند. طول هر کرت اصلی آزمایش ۶۰ متر و عرض آن ۱۶ متر در نظر گرفته شد که به دو کرت فرعی ۸ متری تقسیم شد. هر کرت فرعی شامل ۴ نوار کاشت (۴ نوار ۱/۵ متری) و ۴ مرز آبیاری (هر یک به‌عرض ۰/۵ متر) بود. به این‌منظور بعد از خاک‌ورزی مرسوم (در رطوبت ۸ درصد بر پایه خشک) مرزهای آبیاری به فواصل ۲ متری ایجاد و عرض ۱/۵ متری به‌دست آمده در کف هر کرت با استفاده از یک ماشین خطی‌کار (نوردستن[1] دانمارکی با عرض ۲/۵ متر با شیار بازکن‌های دیسکی با فواصل ردیف ۱۱/۸ سانتی متر) کاشته شد. با توجه به بزرگتر بودن عرض‌کار ماشین نسبت به نوار کاشت، ۴ کارنده از طرفین ماشین حذف و عرض‌کار آن به ۱/۵ متر تقلیل یافت. در استفاده از این ماشین چرخ‌های حامل آن مطابق شکل ۱ در دو طرف مرزهای آبیاری (بیرون از کرت) قرار می‌گیرد. از این ماشین برای کاشت هر دو الگوی خطی و پخشی استفاده شد با این تفاوت که در روش پخشی، شیاربازکن‌ها و لوله‌های سقوط از حالت کار خارج شدند و بذر پس از عبور از موزع از ارتفاع ۷۰ سانتی‌متری روی سطح زمین ریخته و پخش می‌شد. در این حالت، برای اطمینان یافتن از تماس بین بذر و خاک، از ماله عقب‌سو (پشت زنبر) استفاده شد تا یک بار در

1-Nordestone

هر کرت تردد کند. تراکتور مورد استفاده برای به‌حرکت درآوردن ماشین از نوع مسی فرگوسن[1] ۱۳۵ با چرخ‌های باریک بود که فاصلهٔ پشت تا پشت چرخ‌های آن تا ۱۴۵ سانتی‌متر کاهش‌یافت (تا بتواند در دهانهٔ کرت حرکت کند).

شکل ۱- قرار گرفتن چرخ‌های ماشین کاشت در دو طرف کرت آزمایش

Fig. 1- Planting machine wheels on both sides of the experiment plots

کرت‌های آزمایشی با استفاده از بذر ایرانی (رقم آریا، مونوژرم، با قدرت جوانه‌زنی ۹۶ درصد و وزن هزار دانهٔ ۱۱ گرم) با تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع کاشته شدند. بعد از کاشت بذر سطح خاک در کرت‌های فرعی تیمار خاک‌پوش به ارتفاع تقریبی نیم سانتی‌متر با شن به کمک کارگر پوشش داده شد. اولین آبیاری یک روز بعد از کاشت بود و نوبت‌های بعدی به‌فاصلهٔ یک هفته تا زمان برداشت (۵۰ روز پس از کاشت). عملیات زراعی شامل کوددهی با مصرف ۹۶ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (۳۰ روز بعد ازکاشت) و مبارزهٔ شیمیایی با آفات برگ‌خوار به‌طور یکسان برای تیمارها اجرا شد. شاخص‌های درصد سبز نهایی، تعداد روزهای سپری شده تا رسیدن به ۸۰ درصد سبز شدن، عمق کاشت و فواصل بین بوته‌ای در تیمارهای کاشت تعیین شد. در این خصوص قاب‌هایی به‌طول و عرض ۵۰۰ میلی‌متر و با سه تکرار در هر نوار کاشت قرار داده شد و از شروع سبزشدن تا پایان آن در ساعت مشخصی در روز، بوته‌های سبز شده شمارش شدند. در هر بار شمارش، بوته‌های سبز شده حذف شدند. در تیمار کاشت خطی، قاب‌ها چهار خط کاشت را پوشش می‌دادند. درصد سبز نهایی بر اساس میزان بذر کاشته شده، قوهٔ نامیه و تعداد بوته‌های سبز شده تعیین شد (Hemmat, 1996). مدت زمان رسیدن به ۸۰ درصد سبز شدن از رابطهٔ ۱ تعیین شد (Foti *et al.*, 2002).

$$EET = \sum_{F}^{L} \frac{T_i N_i}{S} \qquad (۱)$$

که در آن،

T_i= تعداد روزهای سپری شده از شروع آزمایش؛ N_i= تعداد بوته‌های سبزشده در روزiام؛ و S= مجموع تعداد بوته‌های سبز شده در روز آخر شمارش (سبز کامل). میانگین فاصلهٔ بین بوته‌ای معیاری در نظر گرفته شد از چگونگی توزیع افقی بذر در هر دو روش کشت، این معیار با اندازه‌گیری فاصلهٔ هر بوته

1- Massey Fergusen 135

تا نزدیک‌ترین بوتهٔ مجاور (بر اساس روش هگ (Heege, 1993) در کادرهایی به‌ضلع ۰/۵ متر (سه تکرار) به‌دست آمد. در این روش، فاصلهٔ هر بوته تا نزدیک‌ترین بوته مجاور برابر شعاع دایره‌ای است که به مرکز آن بوته رسم و نزدیک‌ترین بوتهٔ مجاور روی محیط آن واقع شده است. نزدیک‌ترین بوته می‌تواند در هر جهت قرارگیرد و هرچه متوسط این مقدار بیشتر باشد توزیع افقی بذر بهتر است. برای تعیین توزیع عمودی بذر (عمق کاشت واقعی) بعد از سبز کامل و بیرون آوردن بوته‌ها از خاک و اندازه‌گیری طول منشعب شده از بذر (از محل قرارگیری بذرتا شروع ساقه سبز)، در ۵۰ بوته در هر نوار کاشت این اندازه‌گیری عملی شد (Tessier *et al.*, 1991). بعد از آبیاری نهایی، در مستطیل‌هایی به‌طول ۱ متر و عرض کل نوار کاشت، در سه تکرار نشاها از خاک بیرون کشیده شد و قطر طوقه (بزرگ‌ترین قطر) اندازه‌گیری شد. بر این اساس، نشاها در سه گروه بر اساس قطر طوقه شمارش شدند و فراوانی نسبی هر گروه به‌دست آمد. این گروه‌ها شامل نشاهای با قطر کمتر از ۱۰ میلی‌متر، با قطر ۱۰ تا ۳۵ میلی‌متر و با قطر بزرگتر از ۳۵ میلی‌متر بودند (شکل ۲). نشاهای با قطر طوقهٔ ۳۵-۱۰ میلی‌متر نشاهای قابل کاشت در نظر گرفته شدند.

شکل ۲ – نشاهای کنده شده ازخزانه

Fig. 2- Pulled up seedling in nursery

در بخش دوم تحقیق برای انتخاب ماشین مناسب برای کندن نشاها، چهار تیمار برداشت در یکی از کرت‌های فرعی، شامل ۴ نوار کاشت، در نظر گرفته شد. نشاها ۵۰ روز بعد ازکاشت در رطوبت ۱۲ درصد خاک (بر پایه خشک) از خاک بیرون آورده شدند. قبل از برداشت، برای برگ‌زنی از ماشینی استفاده شد که فرهمند (Farhmand, 2015) توصیه کرده است. بوته‌ها از ارتفاع ۵-۳ سانتی‌متر بالاتر از طوقه با سرزن وارداتی پیاز سر زده شدند. این ماشین قابلیت مکش بوته‌ها را به‌سمت بالا دارد و مجهز به سنسور ارتفاع برش است (شکل ۳). تیمارهای برداشت عبارت بودند از: ۱- زیربری نشاها با غده‌کن تیغه‌ای و بیرون کشیدن دستی از خاک و جمع‌آوری دستی نشاها (زیربری)، ۲- کندن و غربال‌کردن با ماشین زنجیر نقاله‌ای و جمع‌آوری دستی (کندن و غربال کردن)، ۳- زیربری و غربال‌کردن در ترکیب غده‌کن‌های تیغه‌ای+ غربال‌دار و جمع آوری با دست (زیربری و غربال کردن) و ۴- کندن با بیل دستی توسط کارگر و جمع‌آوری با دست (شاهد).

این تیمارها در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار با هم مقایسه شدند. در تیمار زیربر کردن، از یک تیغهٔ زیربر ثابت سراسری برای کندن نشاها استفاده شد. در این ماشین، تیغه

با سه بازوی حامل در خاک نفوذ می‌کند و با حرکت از زیر عمق توسعهٔ غده‌ها، ریشه‌ها را زیربر می‌کند (شکل‌های ۴ و ۵). عرض تیغه ۸ سانتی‌متر و طول آن ۲۰۰ سانتی‌متر است و زاویهٔ ۱۰-۱۵ درجه با افق می‌سازد. در تیمار کندن و غربال‌کردن، از یک ماشین غده‌کن غربال‌دار (پیازکن) استفاده شد که تیغه‌های آن قابلیت کندن یک نوار سراسری به‌عرض ۱/۵ متر و غربال کردن غده‌ها را روی زنجیر نقاله دارد (با توجه به مسطح بودن خزانه، سیب‌زمینی‌کن مجهز به تیغهٔ مثلثی مخصوص برداشت پشته‌های سیب‌زمینی قابل استفاده نبود) (شکل ۶). برای برداشت در تیمار سوم (زیربری و غربال‌کردن)

شکل ۳- عملیات برگ‌زنی در خزانه

Fig. 3- Topping opearation in nursery

شکل ۵- غده‌کن تیغه‌ای در حال عملیات کندن نشا

Fig. 5- Blade digger in digging seedling

به‌منظور ارزیابی نتایج تیمارهای کندن، میزان افت کمّی وارد شده به غده‌ها و تعداد نیروی کارگری مورد نیاز برای کندن و جمع‌آوری نشاها تعیین شد. در این خصوص در سه نقطه از هر کرت در کادری به‌طول ۱ متر در عرض کار ماشین، غده‌ها جمع‌آوری و شمارش و ارزیابی شدند. تعداد نشاهایی که به‌راحتی با دست از سطح خاک بیرون کشیده می‌شدند برای هر تیمار شمارش شد. بقیهٔ نشاها در ترکیب دو ماشین فوق در کندن نشا بررسی شد. یعنی ابتدا غده‌ها با غده‌کن تیغه‌ای زیربری و پس از آن با پیازکن غربال‌دار کنده و غربال شدند. این ترکیب برای نفوذ بهتر تیغهٔ سراسری غده‌کن تا عمق مورد نظر پیشنهاد شد. عمق‌کار مطلوب ماشین برداشت با توجه به در ازای غده‌ها، ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. سرعت پیشروی تراکتور، برای به‌حداقل رساندن آسیب‌های مکانیکی به نشاها، ۱/۸ کیلومتر در ساعت در دنده یک تنظیم شد. ماشین‌های برداشت با یک تراکتور مسی فرگوسن مدل ۳۹۹ کشیده می‌شدند که چرخ‌های باریک آن روی مرزهای آبیاری قرار می‌گرفت (شکل ۵).

شکل ۴- غده‌کن تیغه‌ای

Fig. 4- Blade digger

شکل ۶- غده‌کن غربال‌دار

Fig. 6- Chain digger

دو گروه شامل نشاهای قابل بازیابی و غیر قابل بازیابی نیز شمارش شدند. نشاهای غیر قابل بازیابی یا افت کمّی شامل مجموع غده‌های بریده شده و له شده هستند. در غده‌های بریده، قسمتی از مخروط نشا در اثر برخورد با عوامل خاک‌ورز ماشین‌های برداشت قطع شده و غده قابلیت کاشت در زمین اصلی را ندارد. له شدن نشاها ناشی از حرکت چرخ‌های تراکتور روی آنهاست و به‌علت ناچیز بودن

تعداد آنها، در افت کمّی لحاظ نشدند. نشاهای قابل بازیابی شامل نشاهای کنده نشده و مدفون هستند. غده‌های کنده نشده به غده‌هایی اطلاق می‌شود که به‌رغم زیربری، بالا کشیدن آنها از خاک با استفاده از قسمت ته برگ آسان نیست و نیاز به استفاده از بیل یا بیلچه دارد. غده‌های دفن شده آنهایی هستند که خاک کنده شده مخصوصاً در حین غربال کردن روی آنها را می‌پوشاند و با زیر و رو کردن خاک تا عمق‌کار تیغه قابل دستیابی هستند. غده‌های کنده نشده و مدفون قابل بازیابی هستند و فقط نیروی کارگری را برای جمع‌آوری غده‌ها افزایش می‌دهند. نیروی کارگری مورد نیاز برای جمع‌آوری نشاها در هر کرت تعیین شد. در روش دستی نیز غده‌ها پس از کنده شدن و بیرون‌آوردن از خاک جمع‌آوری شدند. شاخص‌های اندازه‌گیری شده با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

مقایسهٔ تیمارهای کاشت

نتایج تجزیهٔ واریانس شاخص‌های سبز محصول در جدول ۱ نشان می‌دهد که میزان سبز شدن و زمان رسیدن به ۸۰ درصد سبز شدن بذرها تحت تأثیر استفاده از خاک‌پوش شن قرار دارد. اما اثر الگوی توزیع بذر (خطی و پخشی) و اثر متقابل روش کاشت و خاک‌پوش بر شاخص‌های اشاره شده معنی‌دار نیست. استفاده از خاک‌پوش شن، نسبت به استفاده نکردن از آن، حدود ۳۰ درصد به تعداد بذرهای سبز شده در هر دو روش کاشت افزوده است (شکل ۷). علاوه بر افزایش درصد سبز، خاکپوش‌دهی تعداد روزها را تا رسیدن به ۸۰ درصد سبز شدن، نسبت به روش بدون خاکپوش حدود ۸ روز کاهش داده است (جدول ۲).

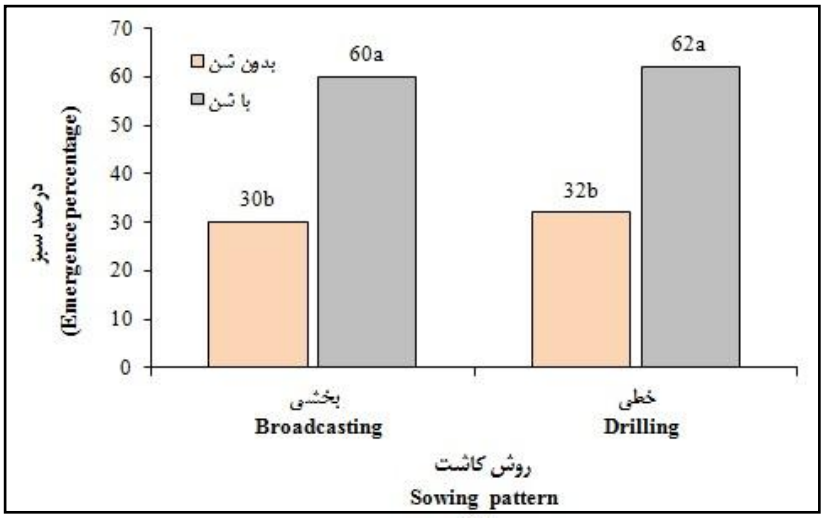
جدول ۱- نتایج تجزیهٔ واریانس میانگین مربعات شاخص‌های استقرار گیاهی

Table 1- Analysis of variance (mean square) for plant establishment indices

منابع تغییرات Source of variations	درجهٔ آزادی Df	عمق کاشت Depth of planting	میانگین فواصل بین بوته‌ای Mean of plant spacing	تعداد بوته در واحد سطح Plants per area unit	تعداد نشاهای قابل کاشت Applicable seedlings	زمان برای ۸۰ درصد سبز شدن Time for emergence percentage 80
تکرار Replication	3	0/65^{ns}	0/01^{ns}	28^{ns}	30/42^{ns}	1/10^{ns}
روش کاشت Sowing Pattrne	1	0/77^{ns}	5/52*	38/76^{ns}	756/25*	0/56^{ns}
خطای اول Main error	3	0/27	0/06*	26/63	23/42	4/40
خاکپوش mulch	1	1/27*	1/69*	21588/72**	5700/25**	126/56**
خاکپوش × روش کاشت Mulch×Sowing Pattern	1	0/16^{ns}	0/42^{ns}	17/27^{ns}	90250^{ns}	1/56^{ns}
خطای دوم Sub error	6	0/86	0/12	7/84	45/92	4/22
ضریب تغییرات (٪) CV		3/32	17/53	32/64	23/28	29/10

ns ، * و ** به‌ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد را نشان می‌دهد.

ns, * and ** Indicate non significant at the 5% and1% levels probability respectively.



شکل ۷- اثر خاکپوش شن بر افزایش درصد سبز

Fig. 7- The effect of sand mulch cover on emergence increase

افزایش عمق قرارگیری بذر در خاکپوش‌دهی از ۲۲/۷۶ به ۲۳/۳۳ میلی‌متر نشان می‌دهد که افزایش عمق ناشی از اضافه شدن لایهٔ شن تأثیر منفی بر شاخص‌های سبز شدن نداشته است. جدول ۱ همچنین نشان می‌دهد که روش کاشت تأثیر معنی‌داری بر عمق کاشت نداشته است. به نظر می‌رسد با زیر خاک کردن بذر با یک وسیله عقب‌سو (در روش کاشت پخشی) می‌توان به عمقی مشابه با عمق خطی‌کاری دست یافت.

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین اثر اصلی الگوی توزیع بذر و خاکپوش بر شاخص‌های سبز محصول

Table 2- Comparison of means main effects of seed sowing pattern and mulch cover on emergence indexes

عوامل آزمایش Experiment factors		متوسط عمق کاشت (میلی‌متر) Sowing depth (mm)	متوسط فواصل بوته‌ها (میلی‌متر) Mean plant spacing (mm)	تعداد بوته در مترمربع Plant per area	زمان برای ۸۰٪ سبز شدن (روز) MGT (day)	تعداد نشای قابل کاشت از هر متر مربع خزانه Applicable seedling (m^2)
روش کاشت Sowing pattern	خطی Drilling	23/26[a]	3/74[b]	118/50[a]	17[a]	67[b]
	پخشی Broad-casting	22/82[a]	4/91[a]	115/39[a]	18[a]	81[a]
خاک‌پوش Mulch	بدون شن Bare- bed	22/76[a]	4/65[a]	80/21[b]	21/7[a]	55[b]
	شن Sand	23/33[b]	4/00[b]	153/68[a]	14[b]	93[a]

در هر ستون اعداد با حروف مشترک، بر اساس آزمون چند دامنه‌ایی دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

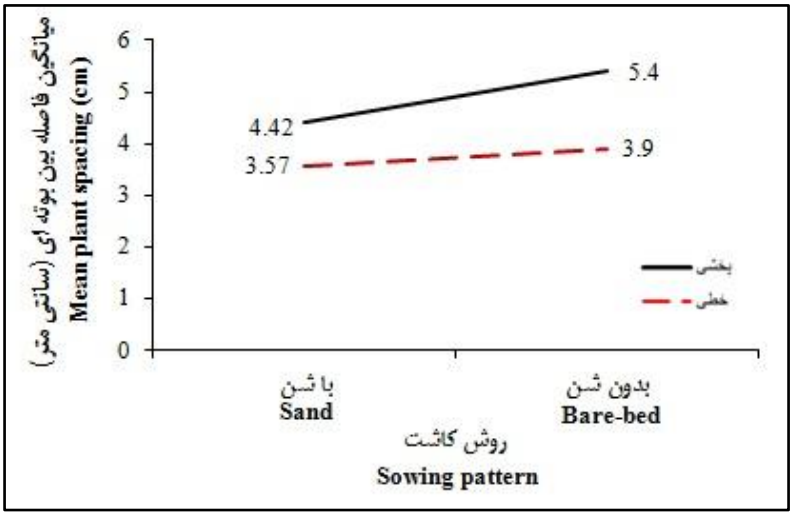
Values in each class followed by the same letters are not significantly different based on Duncans multiple range test at the 5% level of probaaility.

از آنجا که سرعت و درصد سبز شدن بذر تابع عواملی مانند دمای خاک، عمق کاشت و شرایط فیزیکی بستر بذر است (Hemmat, 1996; Foti *et al.*, 2002)، به نظر می‌رسد لایهٔ شن شرایط فیزیکی و حرارتی بستر بذر را بهبود داده است. در نواحی خشک آرژانتین، چین، ایتالیا، پرو، نیوزیلند و آمریکا

هم کشاورزان به‌منظور بهبود شرایط فیزیکی خاک از خاکپوش سنگریزه‌ای استفاده می‌کنند (Yanli, 2003; Chalker, 2007).

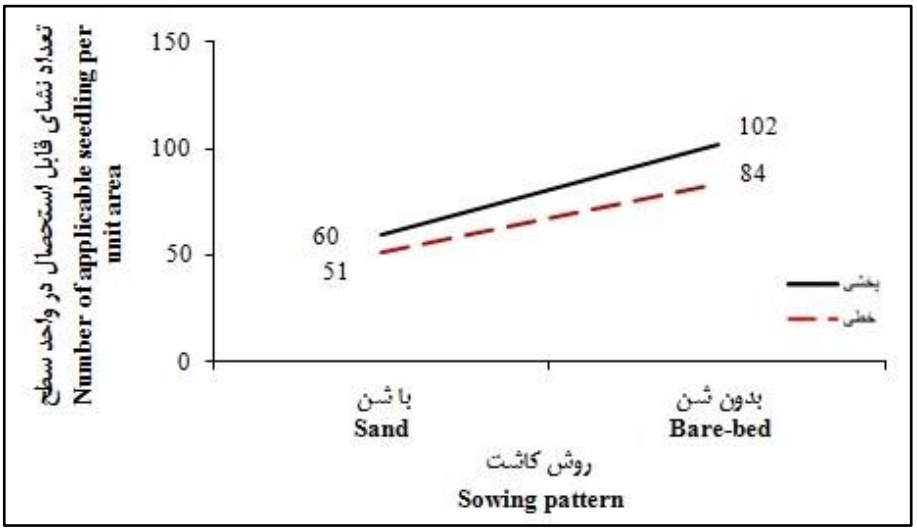
متوسط فاصلهٔ هر بوته تا نزدیک‌ترین بوتهٔ مجاور که معیاری برای بیان چگونگی توزیع افقی بذرها در نظر گرفته شد (جدول ۱) نشان می‌دهد این شاخص تحت تأثیر روش کاشت و خاک‌پوش شن قرار داشته است ولی اثر متقابل بین روش کاشت و خاکپوش‌دهی بر این شاخص معنی‌دار نیست. در روش کاشت پخشی، میانگین فاصلهٔ بذرها ۴/۹ سانتی‌متر و در خطی‌کاری ۳/۷۴ سانتی‌متر است که نشان‌دهندهٔ یکنواختی بیشتر توزیع بذر در روش کاشت پخشی نسبت به روش خطی‌کاری است. در شکل ۸، مشاهده می‌شود خاکپوش‌دهی میانگین فاصلهٔ بین بوته‌ای را در دو روش کاشت به‌طور مشابه کاهش داده است که نشان‌دهندهٔ معنی‌دار نبودن اثر متقابل روش کاشت و خاک‌پوش‌دهی است که به‌علت تراکم بیشتر بوته‌ها در روش استفاده از خاک‌پوش اتفاق افتاده است. مروری دوباره بر جدول ۱ نشان می‌دهد که تعداد نشای قابل کاشت نیز تحت تأثیر روش کاشت و خاک‌پوش‌دهی قرار گرفته است. روش کاشت پخشی، تعداد نشاهای قابل کاشت را نسبت به خطی‌کاری به‌طور معنی‌دار (سطح احتمال ۵ درصد) افزایش داده است (جدول ۲). هرچند تعداد بوته‌های سبز شده در دو روش کاشت خطی و پخشی یکسان است، ولی در روش کاشت پخشی بیشتر بودن میانگین فاصلهٔ بین بوته‌ای نسبت به روش کاشت خطی سبب افزایش تعداد نشاهای قابل کاشت به‌میزان حدود ۲۱ درصد شده است (جدول ۲). همان‌طور که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، خاک‌پوش‌دهی تعداد نشای قابل کاشت را در دو الگوی کاشت خطی و پخشی با یک شیب افزایش داده است که نشان دهندهٔ معنی‌دار نبودن اثر متقابل روش کاشت و خاک‌پوش‌دهی بر تعداد نشای قابل کاشت است.

گروه‌بندی نشاها از نظر قطر طوقه در جدول ۳ نشان می‌دهد که درصد نشاهای کوچک (کوچکتر از ۱۰ میلی‌متر) در الگوی خطی در هر دو حالت استفاده کردن یا استفاده نکردن از شن به‌میزان قابل توجهی بیشتر بوده است تا در الگوی پخشی.



شکل ۸- اثر متقابل الگوی کاشت و خاک‌پوش بر فاصلهٔ بین بوته‌ای

Fig. 8- Interacting effect of sowing pattern and sand mulch cover on mean plant spacing



شکل ۹- اثر متقابل روش کاشت و خاکپوش بر تعداد نشای قابل کاشت از واحد سطح

Fig. 9- Intracting effect of sowing pattern and sand mulch cover on number of applicable seedling per unit area

جدول ۳- تعداد و فراوانی نسبی نشاهای تولید شده در گروه‌های مختلف قطر طوقه و تعداد نشاهای قابل کاشت

Table 3- Number and relative frequency of seedlings classified in diferent sizes of crown and number of applicable seedling in unit area

تیمار های آزمایش Tteatments		طبقه بندی از نظر قطر طوقه Classify by crown diameter						تعداد نشا در واحد سطح (مترمربع) Number of seedling (m^2)	تعداد نشا قابل کاشت (متر مربع) applicable seedling (m^2)
		(میلی‌متر) ۱۰≤ less than 10mm		۱۰-۳۵ میلی‌متر 10-35mm		(میلی‌متر) ۳۵ ≥ more than 35mm			
		تعداد Number	فراوانی نسبی (درصد) Relative frequncy (%)	تعداد Number	فراوانی نسبی (درصد) Relative frequncy (%)	تعداد Number	فراوانی نسبی (درصد) Relative frequncy (%)		
کاشت خطی Drilling	بدون شن Bare-bed	25	31	51	63	3	6	81	51
	شن Sand	68	43	84	54	2	3	156	84
کاشت پخشی Broadcasting	بدون شن Bare-bed	14	18	60	75	4	7	80	60
	شن Sand	46	30	102	67	2	3	151	102

اگرچه تعداد نشاهای تولید شده در روش کاشت پخشی و خطی یکسان است ولی افزایش ۱۳ درصدی به تعداد نشاهای کوچک در خطی‌کاری، کاهش معنی‌دار نشاهای قابل کاشت را نسبت به روش کاشت پخشی به‌دنبال دارد. در جدول ۱ اشاره شد که خاکپوش‌دهی به‌طور معنی‌دار و در سطح احتمال یک درصد بر تعداد نشای قابل کاشت تأثیر گذاشته است. جدول ۲ نیز نشان می‌دهد افزایش معنی‌دار تعداد نشاهای قابل کاشت در حالت شن‌دهی به‌دلیل تعداد بیشتر بوته‌های سبز شده است. مروری بر تعداد نشاهای قابل کاشت در جدول ۳ نشان می‌دهد

که با کاربرد خاکپوش شن در دو روش پخشی و خطی کاشت به‌ترتیب ۱۰۲۰۰۰۰ و ۸۴۰۰۰۰ نشا به‌ازای یک هکتار خزانه تولید می‌شود که با احتساب تعداد مورد نیاز نشا در زمین اصلی (۱۰۰ هزار بوته در هکتار) کاشت پخشی ۱۰/۲ برابر و کاشت خطی ۸/۴ برابر زمین خزانه را پوشش می‌دهد. نسبت پوشش زمین اصلی توسط نشاهای تولید شده در دو روش کاشت خطی و پخشی بدون خاکپوش‌دهی به‌ترتیب ۵/۱ و ۶ برابر سطح خزانه است.

مقایسهٔ تیمارهای برداشت از نظر آسیب‌های کمی

نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین نشاهای کنده نشده، مدفون، بریده شده و نیروی کارگری مورد نیاز برای جمع‌آوری نشاها در جدول ۴ آورده شده است. مشاهده می‌شود که بیشترین درصد نشاهای بریده شده مربوط به تیمار کندن و غربال کردن در ماشین غده‌کن غربال‌دار (پیازکن) است. با توجه به سنگین بودن خاک مزرعه، تیغهٔ سراسری ماشین قابلیت نفوذ به عمق ۲۵ سانتی‌متری خاک (عمق توسعهٔ غده نشاها) را نداشت و در نتیجه به بریده شدن ۳۳ درصد نشاها منجر شد. درصد نشاهای مدفون ناشی از حرکت این ماشین حدود ۴۵/۷ درصد است. هرچند با نیروی کارگری، نشاهای کنده نشده و مدفون بازیابی شد، ولی با توجه به مقدار افت کمی (نشاهای بریده شده) و همچنین نیروی کارگری مورد نیاز برای بازیابی نشاهای مدفون، می‌توان گفت این ماشین مزیتی در کندن نشا نسبت به روش دستی نداشته است. با وجودی‌که ماشین زنجیر نقاله‌ای با تیغهٔ سراسری عملکرد مطلوبی در کندن و غربال کردن پیاز در مناطق مختلف دارد (Asadi & Taki, 2015)، عمق بیشتر نفوذ ریشهٔ چغندرقند سبب ناکارایی این ماشین در کندن نشای چغندرقند می‌شود. در تیمار زیربری که از غده‌کن تیغه‌ای استفاده شد، شکل و زاویهٔ مناسب تیغهٔ سراسری و بازوهای جانبی و عبور بدون مانع خاک از روی تیغه، حرکت تیغه را در عمق مطلوب تضمین می‌کند تا زیربری ریشه به خوبی به‌انجام برسد. بدین لحاظ درصد نشاهای بریده شده در این ماشین تفاوت معنی‌داری با روش دستی ندارد که کارگر غده‌ها را با بیل از زمین می‌کَند. با این حال، حرکت کم عمودی خاک در زیربری، به جدا شدن کامل نشاها از خاک نمی‌انجامد و بیرون کشیدن حدود ۴۰ درصد نشاها با بالا کشیدن ته برگ‌ها عملی نبوده است (جدول ۴). در این حالت، بالا کشیدن نشاها باعث کنده شدن دمبرگ‌ها می‌شود و نیاز به کندن مجدد با بیل را اجتناب‌ناپذیر می‌کُند.

مقایسهٔ مقدار نیروی کارگری مورد نیاز برای کندن و جمع‌آوری نشاها (جدول۴) نشان می‌دهد که زیربری با غده‌کن تیغه‌ای تنها می‌تواند ۳۰ درصد نیروی کارگری را نسبت به برداشت کاملا دستی کاهش دهد. استفاده از غده‌کن غربال‌دار پس از غده‌کن تیغه‌ای (تیمار زیربری و غربال کردن) باعث نفوذ بهتر غده‌کن غربال‌دار شده و درصد غده‌های بریده شده را نیز به‌میزان یک سوم نسبت به استفاده از این ماشین به تنهایی کاهش داده است. با این حال، غده‌های بریده شده هنوز سهم (درصد) زیادی دارند. مشاهده می‌شود که درصد غده‌های دفن شده تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار غده‌کن غربال‌دار (به تنهایی) ندارد. به‌معنای دیگر، ماشین غده‌کن زنجیر نقاله‌ای (در تیمارهای کندن و غربال کردن و زیربری و غربال کردن) در هر حالت مناسب کندن نشاها از زمین مسطح نیست. مروری دوباره بر نیروی کارگری مورد نیاز برای جمع‌آوری نشاها در جدول ۴ نشان می‌دهد که زیربری می‌تواند تا ۳۰ درصد نیروی کارگری را، نسبت به برداشت

کاملاً دستی، کاهش دهد. استفاده از غده‌کن غربال‌دار، چه به تنهایی و چه پس از زیربری، کاهش قابل توجهی در نیروی کارگری ایجاد نکرده و دلیل آن دفن شدن درصد زیادی از نشاها و افزایش مدت زمان لازم برای یازیابی آنهاست.

جدول ۶- مقایسهٔ میانگین درصد افت کمی و نیروی کارگری مورد نیاز در تیمارهای برداشت نشا

Table 3- Means of qualitative losses and number of laboures required for seedling digging

تیمارهای آزمایش Treatments	بریده شده (درصد) Spilted seedling (%)	کنده نشده (درصد) Undug seedling (%)	مدفون (درصد) Buried seedling (%)	کارگر برای جمع‌آوری نشاها (کارگر- روز در هکتار) labor for seedling picking up (No. of labor-day/ha)
زیربر کردن Blade digger	7/5[d]	40/0[a]	7/2[b]	45
کندن و غربال‌کردن Chain digger	33/25[a]	-	45/7[a]	38
زیربری و غربال کردن Blade+ chain digger	23/5[b]	-	49/1[a]	41
روش دستی Manual digging	12/7[c]	2/0[b]	2/5[c]	65

در هر ستون اعداد با حروف مشترک، بر اساس آزمون چند دامنه‌ایی دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Values in each class followed by the same letters are not significantly different based on Duncans multiple range test at the 5% level of probaility.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی از مقایسهٔ دو روش کاشت پخشی و خطی در کاشت خزانهٔ چغندرقند می‌توان دریافت که در روش پخشی (با یک سراسری‌پاش که همان خطی‌کار است منهای شیاربازکن‌ها و لوله‌های سقوط خطی‌کار) فاصلهٔ بیشتر بوته‌ها از یکدیگر می‌تواند به بهبود یکنواختی اندازهٔ نشاها (قطر طوقه) و کاهش تعداد نشاهای ریز منجر شود. تعداد نشاهای قابل کاشت در هر متر مربع خزانه (روش پخشی) در صورت دستیابی به درصد سبز مطلوب تا حدود ۱۰ برابر بوتهٔ مورد نیاز زمین اصلی می‌رسد که در دامنهٔ مشابه این نسبت برای محصولات نشایی دیگر است. خاکپوش شن نقش بسزایی در افزایش سرعت و درصد سبز محصول دارد و می‌تواند در خاک‌های سنگین به‌طور معنی‌داری تعداد نشاهای قابل کاشت را افزایش دهد. بنابراین، کاشت پخشی بذر و استفاده از خاکپوش شن در کاشت بذر در خزانه توصیه می‌شود. در مقایسهٔ روش‌های برداشت مشخص شد ماشین غده‌کن غربال‌دار به تنهایی یا در ترکیب با غده‌کن تیغه‌ای به‌دلیل آسیب‌های مکانیکی بالا (غده‌های بریده شده) و دفن شدن درصد زیادی از غده‌ها، برای کندن نشای چغندرقند از روی زمین مسطح، مناسب تشخیص داده نشد. زیربر کردن نشاها با غده‌کن تیغه‌ای ضمن دربرداشتن کمترین میزان نشاهای بریده شده و کاهش ۳۰ درصد از نیروی کارگری، نسبت به روش دستی، مناسب‌ترین روش در میان فناوری‌های موجود قابل توصیه است.

مراجع

Asadi, A., & Taki, O. (2015). Technical and economical comparison of onion diggers with and without sifting mechanism. Journal *of* Agricultural *Engineering, 3*(2): p. 43-52. (in Persian)

Balls, R. C. (1985). *Horticultural Engineering Technology*. Macmillan Publisher, LTD.

Chalker, L. S. (2007). Impact of mulches on landscape plants and the environment- A review. *Journal of Environmental Horticulture, 25*(4): p. 239-249.

Dong, H., Li, W., Tang, W., & Zhang, D. (2008). Furrow seeding with plastic mulching increases stand establishment and Lint yield of cotton in a saline field. *Agronomy Journal, 100*(6): p. 1640-1646.

Farhmand, S. (2015). Evaluation report on planting and scalap removed of sugar beet seedling. Isfahan Jihad Agriculture Organization. *Sugar Beet Seedling Meeting*. 2 May. Isfahan, Iran. (in Persian)

Foti, S., Cosentino S. L., Patane, C., & Dagosta, G. M. (2002). Effect of osmocohditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum Bicolor* (L) Moench) under low temperatures. *Seed Science and Technology, 30*, p. 521-533.

Giles, J. (1993). Effect of seedbed preparation on sugar beet emergence. *Journal of Sugar Beet Research, 1*(2): p. 94-104.

Heath, M. C., & Cleal, R. A. (1992). Transplanting date and pot length for sugar beet. Transplanting in UK. *Aspects of Applied Biology, 32*, p. 135-140.

Heege, H. J. (1993). Seedling methods performance for cereals rap and beans. *Transaction of ASAE, 36*, p. 653-661.

Hemmat, A. (1996). Effects of seedbed preparation and planting methods on emergence of irrigated winter wheat. *Iranian Journal of Agricultural* Sciences, *27*(4): p. 55-68. (in Persian)

Hkansson, I., Henriksson, L., & Blomquist, L. E. (2006). *Soil Tillage and Crop Establishment. In Philip Draycott. A. (Ed). Sugar Beet*. UK. Blackwell Publishing Ltd.

Jafarzadeh, A. A., & Aliasgharzad, N. (2007). Salinity and salt composition effects on seed germination and root length of four sugar beet cultivars. *Biologia*, *62*(5): p. 562-564.

Kandil, A. A., Lieth, H., & Masoom, A. A. (1990). Response of sugar beet varieties to potassic fertilizer under salinity condition toward the rational use of high salinity tolerant plant. *Al Ain United Arab Emarates. 2*, p. 199-207.

Karbalaei, S., Mehraban, A., Mobasser, H. R., & Bitarafan, Z. (2012). Sowing date and transplant root size effects on transplanted sugar beet in spring planting. *Annals of Biological Research*, 3(7): p. 3474-3478.

Khaembah, E. N., & Nelson, W. R. (2016). Transplanting as a means to enhance crop security of fodder bee. Available at: bioRxiv.org. https://doi.org/10.1101/090738.

Melander, B. O. (2000). *Mechanical weed control in transplanted sugar beet. 4th EWRS Workshop on Physical Weed Control*. March 20-22. Elspeet, the Netherlands.

Robb, J. G., Smith, J. A., Willson, R. G., & Yonts, C. D. (1994). Paperpot transplanting systems overview and potential for vegetable production. *Horticulture Technology, 4*(2): p. 166-171.

Robert, A. R. (1981). Factors affecting the germination and establishment of monogerm sugar beet. in partial fulfilment (B. Sc. Thesis) In Agriculture with Honours in Crop Production Science. School of Agriculture, University of Edinburgh.

Romaneckas, K., Vytautas, P., Sarauskis, E., & Sakalauskas, A. (2009). Effect of sowing depth on emergence and crop establishment of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment, 7*(2): p. 571-575.

Scholz, E. W., Blayne-Doty, R. C., & Boe, A. A. (1985). Transplanting of sugarbeets re-visited using bare-root plants. *Sugarbeet Research and Extension Reports. 16*, p. 214-216.

Shirwal, S., Mani, I., Sirohi, N. P. S., & Kumar, A. (2015). Development and evaluation of carrot harvester. *AMA-Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America. 46*(1): p. 28-34.

Srivastava, A., Goering, C., & Rohrbach, R. (1993). *Engineering Principles of Agricultural Machines*. American Society of Agricultural Engineers. USA.

Sukhwinder, S. (2006). Design, development and field testing of a multi purpose digger. *Potato Journal, 3*(3-4): p. 121-125.

Tessier, S., Saxton, K. E., Papendic, R. L. Hyde, G. M. 1991. Zero tillage furrow opener effects on seed environment and wheat emergence. 1991. *Soil and Tillage Research, 21*(3-4): p. 347-360.

Theurer, J. C., & Doney, D. L. (1980). Transplanted versus direct-seeded sugar beet. *Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists*, 20(5): p. 503-516.

Volmer, F. (1987). So verbessert man den Feldaufgang der Zuckerrüben. *Die Landwtschaftliche Zeitung im –Rheinland, 6*, p. 1-2. (English Abstract).

Yanli, X. (2003). Gravel sand mulch for soil and water conservation in the semiarid loess region of northwest China. *Catena, 52*(2): 85-170.

Yousefabadi, V. (2014). Sugar beet transplanting by plug and bare-root seedling. Sugar beet Seed Institute. *Technical Instraction*. (in Persian)

Yousefabadi, V., Alebrahim, M. T, Tuobe, A., Zand, E., & Noghabi, M. A. (2017). The effect of seedling transplantation and post-emergnce herbicides application on field dodder (Cuscuta Campestris) control in sugar beet. *Journal Romanian Agricultural Research, 34*, p. 1-8.

Agricultural Mechanization and Systems Research/Vol.20/No.73/ Autumn & Winter 2020/P: 67-82

Devising a Mechanized System for Production of Bare-Root Sugar Beet Seedlings in the Open-Air Nursery

A. Asadi[*] and O. Taki

[*] Corresponding Authur: Assistant Professor, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran. Email: asadiardshair@yahoo.com
Received: 17 July 2018, Accepted: 5 December 2018

Abstract

Using bare-root seedlings for sugar beet farming has been given special attention due to recent droughts and introducing a mechanized system for production of seedlings in the nursery is important. To determine an appropriate sowing pattern, a split plot experiment based on the complete randomized blocks design was arranged to evaluate the effect of two seed distribution patterns including drilling and broadcasting (main plots) and applying of sand mulch or without sand (sub plots) on emergence indexes and number of applicable seedlings. To determine the most apropriate digging machine for the seedlings, four digging treatments including: undercutting with a blade digger, digging and sifting with a chain digger, undercutting and digging in two passes with the equipment of first two treatments and digging and picking by labour were compared in terms of quantitative losses and labour requirement in one of the subplots of the planting experiment. The results showed that broadcasting pattern along with applying sand mulch, having more uniform horizontal distribution compared to drilling and higher seed emergence than bare bed, can be introduce as the most appropriate system to host the required number of seedlings for an area equal to 10 times of the nursery. Evaluation of digging treatments revealed that employing the chain digger caused a high percentage of quantitative losses. Undercutting the seedlings by a blade digger, having lowest percentage of damaged seedlings and 30% cut in lobour forces compared to the manual digging, is recommended as the most applicable method among the available technologies.

Keywords: Sand Mulch, Sugar-Beet Nursery, Seedling Digging, Sugar-Beet Seedlig