معرفی یک سامانه مکانیزه برای تولید نشا ریشه لخت در خزانه هوای آزاد

اردشیر اسدی،[۱] اورنگ تاکی[۲]

[۱]استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، asadiardshair@yahoo.com
[۲]دانشیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، orangtaki@yahoo.com

چکیده

به علت خشکسالی‌های اخیر زراعت چغندرقند با نشای ریشه لخت، مورد توجه قرارگرفته‌است. در این راستا ارئه یک سامانه مکانیزه برای تولید نشا در خزانه اهمیت می‌یابد. برای انتخاب الگوی مناسب کاشت در مرحله اول، در یک آزمایش اسپلیت‌پلات بر پایه طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی دو الگوی پخشی و خطی کاشت بذر (فاکتور اصلی) و استفاده و استفاده نکردن از پوشش شن (فاکتور فرعی) از نظر تاثیر بر شاخص‌های سبز محصول و تعداد نشاهای قابل استحصال (نشاهای قابل کاشت در زمین اصلی) مورد ارزیابی قرارگرفتند. پس از طی دوره 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 تاثیر بر صدمات مکانیکی و نیروی کارگری صرف‌شده برای جمع‌آوری نشاها در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی مورد مقایسه قرارگرفتند. نتایج نشان‌داد الگوی پخشی بذر با برقراری توزیع افقی یکنواخت‌تر بوته‌ها نسبت به روش خطی، نشاهای قابل کاشت بیشتری را تولید کرده‌است. همچنین استفاده از پوشش شن با بهبود ۳۰ درصدی سبزشدن بذرها در هر دو الگوی کاشت تعداد نشاهای قابل کاشت را به‌طور معنی‌داری افزایش داده‌است. مقایسه تیمارهای برداشت نشان‌داد در زیربری تنها می‌توان نیمی از نشاها را از خاک بیرون کشید و استفاده از بیل برای خارج نمودن غده‌ها اجتناب‌ناپذیراست. ماشین غربال‌دار به تنهایی و در ترکیب با ماشین زیربر منجر به صدمات کمی بالا در هر حالت مناسب کندن نشا تشخیص داده نشد.

۱- کلمات کلیدی: کشت نشایی چغندر قند، خزانه هوای آزاد، نشای ریشه لخت

Devising a mechanized system for production of bare-root sugar beet seedlings in the open-air nursery

Ardeshir Asadi, Orang Taki,
Associate Professor, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Iran.
asadiardshair@yahoo.com.

ABSTRACT

Using bare-root seedlings for sugar beet farming has been given special attention as a result of recent droughts and introducing a mechanized system for production of seedlings in the nursery is important. To determine an appropriate sowing pattern, an split plot experiment based on the complete randomized blocks design was arranged to evaluate the impact of two seed distribution patterns including drilling and broadcasting (main plots) and applying of sand mulch (sub plots) on emergence indexes and number of applicable seedlings. To determine the most appropriate 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 (for picking the seedlings) in one of the subplots of the planting experiment. The results showed that broadcasting pattern having more uniform horizontal distribution compared to drilling, produced a higher number of applicable seedlings. Applying sand mulch also caused a significant increase in the number of applicable seedlings due to a 30% increase in seed emergence. Evaluation of digging treatments revealed that undercutting only loosened less than half of the total seedlings and using a hand shovel for the rest is inevitable. Employing of the chain digger either by its own or in combination with blade digger caused a high percentage of quantitative losses and was not suggested for such seedlings.

Keywords: Sugar beet transplanting, Open-air nursery, Bare-root seedling

۲- مقدمه

در سال‌های اخیر در راستای سیاست‌های وزارت جهاد کشاورزی تولید چغندرقند از طریق نشاکاری مورد توجه قرارگرفته است. خشکسالی‌های اخیر و ضرورت تولید قند در کشور از عوامل اصلی این رویکرد است. نتایج تحقیقات در مناطق مختلف نشان می‌دهدکه زراعت چغندرقند از طریق نشاکاری با داشتن مزایایی نظیر کاهش مصرف آب و نهاده‌های کشاورزی، استقرار بهتر، حذف عملیات تنک، سهولت عملیات مکانیکی وجین، امکان کاشت در مناطق با شوری بیشتر از آستانه سبز شدن بذر، افزایش عملکرد محصول و افزایش طول دوره رشد در مناطق سرد، می‌تواند جایگزین مناسبی برای کاشت مستقیم بذر باشد.(یوسفزاده۱۳۹۳; Kandil ; Heath & Cleal, 1992 Khaembah & Nelson, 2016; Melander2000,; *et al.*, 1990)

نشاکاری چغندرقند می‌تواند با استفاده از نشاهای مقطع‌دار و یا ریشه لخت انجام شود. نشا مقطع‌دار چغندرقند نخستین بار در کشور ژاپن در سال ۱۹۶۰ در گلدان‌های کاغذی[1] تولید شد. در این روش بذر چغندرقند درخاکی مخصوص درداخل گلدانهایی، از جنس کاغذ (سلولز و فیبرهای دیگر) به قطر و طول به ترتیب ۲۰ و ۱۳۰ میلی‌متر که بصورت لانه زنبور به هم چسبیده‌اند به مدت ۴۵ روز پرورش می‌یابد و سپس به زمین اصلی منتقل می‌شود (Robb et al., 1994). در این خصوص در ابتدای دهه ۱۳۷۰ خورشیدی اقداماتی در جهت استفاده از این روش با همکاری کارشناسان ژاپنی در کشور ایران انجام‌شد. لیکن به علت فراهم نبودن بسترهای لازم مورد استقبال کشاورزان قرارنگرفت. نشاکاری با گلدان‌های کاغذی به علت در پی‌داشتن هزینه‌های پرورش، انتقال و کاشت نشا در خیلی از موارد مقرون به صرفه نمی‌باشد. به عنوان مثال شالز و همکاران (Scholz *et al.*,1985) اظهار داشتند که 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 آنان استفاده از نشای ریشه لخت را برای کاهش هزینه‌ها پیشنهاد کردند و عملکرد آن را با گلدان‌های کاغذی و کاشت مستقیم بذر مقایسه نمودند. در سالهای اخیر با توجه به کمبود آب، نشاکاری چغندرقند مجددا در ایران مورد توجه قرار گرفته‌است. در این راستا موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند تولید این محصول با استفاده از نشای ریشه لخت رابه علت ارزان‌تر بودن نسبت به روش گلدانی پیشنهاد کرده‌است. برای تولید نشا ریشه لخت، بذر چغندرقند در تراکم بالا در مزرعه کاشته شده (خزانه معمولا در مناطق گرمتر) و پس از طی ۶۰-۵۰ روز، ریشه‌چه تولید شده با قطر ۱ تا ۳/۵ سانتی‌متر و طول حدود ۲۰-۱۵ سانتی‌متر پس از برگ‌زنی و کنده شدن به زمین اصلی منتقل می‌شود. قطع اندام هوایی گیاه (برگ‌زنی) برای جلوگیری از مصرف ذخیره رطوبت ریشه قبل از استقرار انجام می‌شود (یوسف‌آبادی، ۱۳۹۳;Karbalaei, *et al.*, 2012). در این روش حداکثر بهره‌وری از زمین خزانه زمانی اتفاق می‌افتد که بیشترین تعداد نشاهای با قطر و طول مناسب و یکنواخت در واحد سطح تولید شود. در این جهت تلاشهایی با حمایت وزارت جهاد کشاورزی با اختصاص یارانه برای تولید نشا در خزانه هوای آزاد در کشور انجام شده است. در استان اصفهان در سال ۱۳۹۴ خزانه‌ای به مساحت ۵ هکتار با تراکم ۲ میلیون بذر در هکتار با الگوی کاشت ۱۰×۵ به روش دقیق‌کاری تهیه شد. برای این منظور از یک دقیق‌کار ۹ واحدی که هر واحد آن دو ردیف کاشت با فاصله ۱۰ سانتی‌متر را پوشش می‌داد، استفاده‌شد. نتایج ارزیابی این ماشین نشان داد، تعداد نشا استحصال شده از خزانه حداکثر سطحی معادل سه تا پنج برابر آن در زمین اصلی را پوشش می‌دهد که اقتصادی بودن این روش تولید نشا را به چالش می‌کشد. پایین بودن تعداد نشاهای قابل کاشت در این ماشین به درصد سبز پایین بذر (حدود ۳۰ درصد)، فواصل نکاشت رها شده برای عبور چرخ‌های تراکتور در مرحله برداشت و غیر یکنواختی اندازه نشاها نسبت داده شد (فرهمند، ۱۳۹۴). پایین بودن درصد سبز و غیر یکنواختی در ابعاد نشاهای تولیدی را می‌توان به عواملی نظیر شرایط فیزیکی محیط بذر (تهویه، رطوبت، درجه حرارت و مقاومت برشی خاک اطراف بذر)، انرژی کم بذر و همچنین عمق‌کاشت نسبت داد (Hemmat, 1996; Romaneckas *et al.*, 2009). به‌طور مثال تبخیر سریع 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 تامین رطوبت مناسب جوانه‌زنی و سبزشدن بذر نیز خطر آب‌ماندگی و خفگی بذر در اثر کمبود اکسیژن را به‌همراه دارد (Robert, 1981). برای افزایش نشاهای قابل استحصال در خزانه عمق کاشت مناسب نیز اهمیت دارد، به‌طوری که گزارش شده است غیر یکنواختی در عمق کاشت سبب تاخیر چند روزه در سبزشدن خواهدشد (Romanecka, et al., 2009). نتایج یک آزمایش نشان می‌دهد کاهش عمق کاشت از ۲/۵ سانتی‌متر به۲-۱/۵ سانتی‌متر سبب افزایش جوانه‌زنی از ۷۱ به ۷۹ درصد در مزرعه شده‌است (Giles, 1993). علاوه بر توزیع عمودی بذر، توزیع آن در صفحات افقی نیز نقش مهمی در استفاده بهینه هر بوته از مواد غذای خاک، آب، نور خورشید و رقابت با علف‌های هرز ایفا می‌کند. بر این اساس در یک مقدار مساوی توزیع بذر به روش‌های مختلف، هرچه میانگین فاصله بین بذور 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 برای افزایش درصدسبز بذور ریزدانه مورد توجه محققین بوده است. نتایج یک مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از مالچ پلاستیکی در شکل‌های مختلف بستر کاشت (پشته‌ای و مسطح) سبب افزایش استقرار گیاهی به میزان قابل توجهی و همچنین بهبود خواص فیزیکی خاک شده

[1] Paper pot

است (Dong, *et al.*, 2008). مکانیزه کردن عملیات کندن نشا هم می‌تواند موجب کاهش قیمت نشا تولیدی، افزایش سرعت و سهولت این عملیات شود. مشابه بودن شکل ظاهری نشا چغندرقند به هویج استفاده از ماشین‌های هویج‌کن برای عملیات کندن نشا را متصور می‌کرد. در این خصوص معمولا دو گروه ماشین برای هویج‌کنی متداول است. در گروه اول هویج و یا محصولات غده‌ایی دیگر (با استقامت کافی در برگ‌ها) پس از شل‌شدن و ریشه‌زنی توسط یک تیغه در زیر ناحیه ریشه، قسمت سبزینه آن توسط دو تسمه بالابر که در جهت مخالف هم می‌گردند چنگ[1]زده‌شده و به بالا کشیده[2]می‌شود در حین حرکت به بالا و وارد شدن تکان‌های مختلف، غده ها از خاک تمیز شده و سپس به قسمت سرزنی می‌رسند (Srivastava, et al., 1993). ماشین‌های این گروه معمولا در الگوی کاشت پشته‌ایی خاک‌های سبک و کشورها با درجه مکانیزاسیون بالا کاربرد بیشتری دارند (Shirwal, et al., 2015). ماشین‌ها گروه دوم شباهت زیادی به ماشین‌های سیب‌زمینی‌کن و پیازکن دارند، بدین شکل که معمولا پس از عملیات برگ‌زنی محصول زیربری شده و به همراه خاک ناحیه ریشه به واحد جداکننده خاک از محصول منتقل و غده از خاک جدا می‌شود. ماشین‌های مجهز به نقاله جداکننده (Balls, 1985) و غده‌کن‌های تیغه‌ای بدون غربال جداکننده خاک برای عمل ریشه‌بری و کندن محصولات غده‌ای (سیب‌زمینی و پیاز) متداول می‌باشد (Sukhwinder, 2006). ماشین‌های سیب‌زمینی‌کن به علت سراسری نبودن تیغه زیربری برای برداشت نشا در الگوی کاشت مسطح مناسب نیست. اسدی و تاکی (۱۳۹۵) ماشین‌های مجهز به سیستم غربال‌کنندگی (زنجیرنقاله‌ای) و نوع بدون غربال کننده (میله‌ای و تیغه‌ای) را برای کندن پیاز با الگوی کاشت مسطح در منطقه فریدن اصفهان مورد ارزیابی قرار داده و گزارش کردند اختلاف نوع غربال‌دار و تیغه‌ای از نظر صدمات کمی معنی‌دار نبوده‌است. این تحقیق با هدف ارائه یک سامانه مکانیزه برای تولید نشا ریشه لخت چغندرقند در مرحله کاشت و برداشت انجام شد. در این راستا برای انتخاب ماشین مناسب کاشت به بررسی اثر الگوی توزیع بذر (پخشی و خطی) بر تعداد نشاهای قابل کاشت (در دو حالت پوشش خاک با شن و بدون شن) پرداخته شده‌است. همچنین در مرحله برداشت ماشین‌های منتخب (بر اساس تکنولوژی موجود) از نظر صدمات مکانیکی بر نشاها و نیروی کارگری مورد نیاز برای کندن و جمع‌آوری آن‌ها مورد مقایسه قرارگرفتند.

۳- مواد و روش‌ها

در مرحله کاشت با توجه به امکان تاثیر پوشش شن بر بهبود سبزشدن بذر، یک آزمایش اسپلیت‌پلات بر پایه طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار درنظر گرفته‌شد که در آن دو تیمار الگوی توزیع بذر شامل پخشی و خطی در کرت‌های اصلی اعمال شدند. تیمارهای اعمال شده در کرت‌های فرعی در دو سطح شامل پوشش خاک با شن و بدون پوشش خاک بودند. طول هر کرت اصلی آزمایش ۶۰ متر و عرض آن ۱۶ متر بود که به دو کرت فرعی ۸ متری شامل ۴ نوار یک و نیم متری (معادل عرض‌کار ماشین برداشت) و ۴ مرز نیم متری آبیاری تقسیم شد. در این حالت بعد از عملیات خاک‌ورزی مرسوم (در رطوبت ۸ درصد بر پایه خشک) مرزهای آبیاری به فواصل ۲ متری ایجاد و عرض ۱/۵ متری بدست آمده در کف هر کرت با استفاده از یک ماشین خطی‌کار با عرض ۲/۵ متر (نوردستن[3]دانمارکی با شیار بازکن‌های دیسکی با فواصل ردیف ۱۱/۸ سانتی متر) که با حذف ۴ کارنده از طرفین عرض‌کار آن به ۱/۵ متر تقلیل یافته بود، کاشته شد. در استفاده از این ماشین چرخ‌های حامل آن مطابق شکل ۱ در دو طرف مرزهای آبیاری (بیرون از کرت) قرار می‌گرفت. 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 شده و بذرها پس از عبور از موزع از ارتفاع ۷۰ سانتی‌متری روی سطح زمین ریخته می‌شدند. در این حالت برای اطمینان از تماس بین بذر و خاک از یک تردد ماله عقب‌سو (پشت زنبر) استفاده شد. کاشت تیمارها با استفاده از بذر ایرانی (رقم آریا، منوژرم، با قدرت جوانه‌زنی ۹۶ درصد و وزن هزار دانه ۱۱ گرم) با تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع انجام شد.

[1] Grap
[2] Pulling
[3] Nordestone

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران

Figure 1- Grain drill running on both sides of the plot

شکل۱: قرار گرفتن چرخ‌های ماشین کاشت در دو طرف کرت آزمایش

بعد از عملیات کاشت درکرت‌های فرعی مربوط به تیمار اعمال شن، سطح خاک به ارتفاع تقریبی نیم سانتی‌متر با شن پوشش یافت (عملیات شن‌پاشی با کارگر) . اولین آبیاری یک روز بعد از کاشت و نوبت‌های بعدی به فاصله یک هفته تا زمان برداشت (۵۰ روز پس از کاشت) انجام‌شد. عملیات زراعی شامل کودهی با مصرف ۹۶ کیلوگرم ازت خالص در هکتار (۳۰ روز بعد ازکاشت) و مبارزه شیمیایی با آفات برگ‌خوار به‌طور یکسان برای تیمارها اعمال شد. به منظور تعیین نحوه سبزشدن بذور، شاخص‌های درصد سبزنهایی، تعداد روزهای سپری شده تا رسیدن به ۸۰ درصد سبزشدن، عمق‌کاشت و فواصل بین بوته‌ای در تیمارهای کاشت تعیین شد. در این خصوص قاب‌هایی به طول و عرض۵۰۰ میلی‌متر و به تعداد سه تکرار در هر نوار کاشت قرار داده‌شد و از شروع سبزشدن تا پایان آن در ساعت مشخصی در روز، بوته‌های سبزشده شمارش‌شدند.

در هر شمارش بوته‌های سبز شده حذف شدند. در تیمار کاشت خطی، قاب‌ها چهار خط کاشت را پوشش می‌دادند. درصد سبزنهایی بر اساس میزان بذر کاشته شده، قوه نامیه و تعداد بوته‌های سبز شده تعیین شد (همت، ۱۳۷۵). زمان رسیدن به ۸۰ درصد سبزشدن (Foti *et al*,. 2002) از رابطه $EET = \sum_{F}^{L} \frac{T_i N_i}{S}$ تعیین‌شد که در آن T_i تعداد روزهای سپری شده از شروع آزمایش، N_i تعداد بوته‌های سبزشده در روزiام، S مجموع تعداد بوته‌های سبز شده در روز آخر شمارش (سبز کامل) هستند. میانگین فواصل بین بوته‌ایی به عنوان معیاری از چگونگی توزیع افقی بذر در هر دو الگوی کشت با اندازه‌گیری فاصله هر بوته تا نزدیکترین بوته مجاور بر اساس روش انجام شده توسط هگ (Heege, 1993) در کادرهایی به ضلع ۰/۵ متر (سه تکرار) انجام شد. 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 تا سطح خاک برای ۵۰ بوته در هر نوار کاشت اندازه‌گیری شد. بعد از آبیاری نهایی در مستطیل‌هایی به طول۱ متر و عرض‌کل نوار کاشت، در سه تکرار نشاها از خاک بیرون کشیده شده و قطر طوقه (بزرگترین قطر)، اندازه‌گیری شد. بر این اساس نشاها در سه گروه بر اساس قطر طوقه شمارش و فراوانی نسبی هر گروه تعیین شد. این گروهها شامل نشاهای با قطر کمتر از ۱۰ میلی‌متر، با قطر ۱۰ تا ۳۵ میلی‌متر و بزرگتر از ۳۵ میلی‌متر بودند که از این بین نشاها با قطر طوقه ۳۵-۱۰ میلی‌متر به عنوان نشاهای قابل کاشت در نظر گرفته‌شد. در بخش دوم تحقیق برای انتخاب ماشین مناسب برای عملیات کندن نشا، چهار تیمار برداشت در یکی از کرت‌های فرعی که شامل ۴ نوار کاشت می‌باشد اعمال شدند. عملیات کندن نشا ۵۰ روز بعد ازکاشت در رطوبت ۱۲٪ خاک (بر پایه خشک) انجام شد. قبل از اعمال تیمارهای برداشت، عملیات برگ‌زنی از ارتفاع ۳-۵ سانتی‌متر، بالاتر از طوقه با یک سرزن وارداتی[1]پیاز به عرض ۱/۵ متر با تیغه‌های افقی که قابلیت مکش بوته‌ها به سمت بالا را داراست، انجام شد. تیمارهای برداشت عبارت بودند از: ۱- عملیات زیربری نشاها با غده‌کن تیغه‌ای و بیرون کشیدن دستی (نشا از خاک) و جمع‌آوری نشاها (زیربری) ۲- عملیات کندن و غربال‌کردن با ماشین پیازکن زنجیر نقاله‌ای و جمع‌آوری دستی، (کندن و غربال کردن)۳ - عملیات زیربری و غربال کردن در ترکیب غده‌کن تیغه‌ای+ پیازکن غربال‌دار (زیربری و غربال کردن) و عملیات جمع آوری با دست ۴-عملیات کندن با بیل دستی توسط کارگر و عملیات جمع‌آوری با دست (کنترل). این تیمارها در قالب طرح تحقیقاتی بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار با هم مورد مقایسه قرارگرفتند. در تیمار زیربرکردن از یک تیغه زیربر ثابت سراسری برای کندن نشا استفاده شد. در این ماشین تیغه توسط سه بازوی حامل در خاک نفوذ و با حرکت از زیر عمق توسعه غده‌ها، عمل زیربر کردن ریشه‌ها را انجام می‌دهد (شکل ۲ الف). عرض تیغه ۸ سانتی‌متر و طول آن ۲۰۰ سانتی‌متر است و زاویه ۱۰-۱۵ درجه با افق می‌سازد. در تیمار کندن و غربال‌کردن از یک ماشین پیازکن غربال‌دار استفاده شد (شکل ۲ ج)که تیغه‌های آن قابلیت کندن یک نوار سراسری به عرض ۱/۵ متر و غربال کردن غده‌ها بر روی زنجیر نقاله را دارا بود (استفاده از سیب‌زمینی‌کن‌ها مجهز به تیغه‌های مثلثی که برای برداشت پشته‌های سیب‌زمینی استفاده می‌شود با توجه به کاشت مسطح خزانه امکانپذیر نبود). برای برداشت در تیمار سوم (زیربری و غربال‌کردن) ترکیب دو ماشین فوق در کندن نشا مورد بررسی قرارگرفت. یعنی ابتدا غده‌ها با غده‌کن تیغه‌ایی زیربری شده و سپس توسط پیازکن

1- Samano

غربال‌دار کنده و غربال شدند. این ترکیب برای نفوذ بهتر تیغه سراسری پیازکن تا عمق مورد نظر پیشنهاد شد. عمق‌کار مطلوب ماشین‌های برداشت با توجه به اندازه‌گیری طول غده‌ها، ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته‌شد. همچنین سرعت پیشروی تراکتور برای به حداقل رساندن صدمات مکانیکی در مزرعه ۰/۵ متر در ثانیه تنظیم گردید. ماشین‌های برداشت بوسیله یک تراکتور مسی فرگوسن مدل ۳۹۹ که چرخ‌های باریک آن بر روی مرزهای آبیاری قرار می‌گرفت به حرکت درآمدند.

الف (a) ب (b) ج (c)

Figure 3: Machine treatments a) Blade digger b) blade digger in working status c) Chain sieve digger.

شکل۲– ماشین غده‌کن استفاده شده در آزمایش: الف) نوع تیغه‌ای ب) تیغه‌ای در حین کندن نشا ج) نوع غربال‌دار

به منظور ارزیابی تیمارهای مربوط به عملیات کندن میزان افت کمی وارد بر غده‌ها و نیروی کارگری مورد نیاز برای عملیات کندن و جمع‌آوری نشاها تعیین شد. در این خصوص در سه نقطه هر کرت در کادری به طول ۳ متر در عرض‌کار ماشین غده‌ها جمع‌آوری، شمارش و مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این مساحت تعداد نشاهای که براحتی با دست از سطح خاک بیرون کشیده می‌شدند برای هر تیمار شمارش شد. بقیه نشاها در دو گروه شامل نشاهای قابل بازیابی و غیر قابل بازیابی نیز شمارش شدند. نشاهای غیر قابل بازیابی یا افت کمی شامل مجموع غده‌های بریده شده می‌باشد. 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. نشاهای قابل بازیابی شامل نشاهای کنده نشده و مدفون شده می‌باشند. غده‌های کنده نشده به غده‌هایی اطلاق می‌شود که علیرغم زیربری، بالا کشیدن آنها از خاک با استفاده از قسمت ته برگ به آسانی انجام نمی‌شود و نیاز به استفاده از بیل یا بیلچه اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. غده‌های مدفون شده در اثر ریختن خاک کنده شده بر روی غده‌ها مخصوصا در حین عملیات غربال‌کردن اتفاق می‌افتد و با زیر و رو کردن خاک تا عمق‌کار تیغه قابل دستیابی هستند. همانطور که اشاره شد غده‌های کنده نشده و مدفون قابل بازیابی بوده و تنها نیروی کارگری مورد نیاز برای جمع‌آوری غده‌ها را افزایش می‌دهند. بنابراین نیروی کارگری مورد نیاز برای جمع‌آوری نشاها در هر کرت تعیین‌شد. در روش دستی غده‌ها با استفاده از بیل کنده شده و از خاک بیرون آورده و جمع‌آوری شدند. شاخص‌های اندازه‌گیری شده در نهایت از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

۴-نتایج و بحث

۴-۱ - مقایسه تیمارهای کاشت

نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های سبز محصول در جدول ۱ که میزان سبز شدن و زمان رسیدن به ۸۰ درصد سبزشدن بذرها تحت تاثیر استفاده از خاکپوش شن قرار دارد. اما اثر الگوی توزیع بذر (خطی و پخشی) و اثرات متقابل بین الگوی کاشت و خاک‌پوش بر شاخص‌های اشاره شده معنی‌دار نبوده است. استفاده از خاکپوش شن باعث افزایش حدود ۳۰ درصدی تعداد بذرهای سبزشده در هر دو الگوی‌های کاشت نسبت به استفاده نکردن از شن شد. علاوه بر افزایش درصدسبز، خاکپوش‌دهی تعداد روزهای سپری شده تا رسیدن به ۸۰ درصد سبزشدن را نسبت به روش بدون خاکپوش حدود ۸ روز کاهش‌داد. این در حالی است که عمق قرارگیری بذر در خاکپوش‌دهی از ۲۲/۷۶ به ۲۳/۳۲میلی‌متر افزایش یافته‌است این نشان می‌دهد که افزایش عمق ناشی از لایه شن تاثیر منفی بر شاخص‌های سبز شدن نداشته‌است. جدول ۱همچنین نشان می‌دهد که الگوی کاشت تاثیر معنی‌داری بر عمق کاشت نداشته‌است. به نظر می‌رسد با زیر خاک‌کردن بذر با یک وسیله عقب‌سو (در الگوی کاشت پخشی) می‌توان به عمقی مشابه خطی‌کاری دست‌یافت. ازآنجائیکه سرعت و درصد سبز شدن بذر تابع عواملی همچون درجه حرارت خاک، عمق‌کاشت و شرایط فیزیکی بستر بذر می‌باشد (همت، ۱۳۷۵;Foti *et al.*, 2002) به نظر می‌رسد اعمال شن شرایط فیزیکی و حرارتی بستر بذر را بهبود داده‌است. متوسط فاصله هر بوته تا نزدیکترین بوته مجاور نشان می‌دهد (جدول ۱ و شکل ۳) که این شاخص تحت تاثیر الگوی‌کاشت و خاکپوش شن قرار داشته‌است ولی اثر متقابل بین الگوی کاشت و خاکپوش‌دهی بر این شاخص معنی‌دار نیست. در الگوی کاشت پخشی میانگین فواصل بذور ۴/۹ سانتی‌متر و در خطی‌کاری ۳/۷۴ سانتی‌متر است که نشان‌دهنده یکنواختی بیشتر توزیع بذر در الگوی کاشت پخشی نسبت به خطی‌کاری است. کخاکپوش‌دهی میانگین فواصل بین بوته‌ای در دو الگوی کاشت را به طور مشابهی کاهش داده‌است که به علت تراکم بیشتر بوته‌ها در روش استفاده از خاکپوش بوده است. مروری بر جدول ۱ نشان می‌دهد که تعداد نشا قابل کاشت نیز تحت‌تاثیر اثر الگوی کاشت و خاکپوش‌دهی قرار گرفته است. ولی اثر متقابل الگوی کاشت

جدول ۱- مقایسه میانگین شاخص‌های سبز محصول تحت تاثیر الگوی توزیع بذر و خاکپوش

Table 1: Means of emergence parameters as affected by seed distribution pattern and sand mulch

عوامل آزمایش		متوسط عمق کاشت (میلی‌متر)	متوسط فواصل بوته‌ها (میلی‌متر)	تعداد بوته در مترمربع	زمان برای ۸۰ ٪ سبز شدن (روز)	تعداد نشا قابل کاشت از هر متر مربع خزانه
الگوی کاشت	خطی	23/26 a *	3/74 b*	118/50 a*	۱۷a*	67b*
	پخشی	22/82 a	4/91 a	115/39 a	۱۸a	۸۱a
خاکپوش	بدون شن	22/76 a*	4/65 a*	80/21 b**	۲۱/۷a**	۵۵b**
	شن	23/33 b	4/00 b	153/68 a	۱۴b	۹۳a

* اعداد با حروف مشترک در هر گروه مربوط به هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ایی دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

** اعداد با حروف غیر مشترک در هر گروه مربوط به هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد دارند.

و خاکپوش‌دهی تاثیر معنی‌دار بر این شاخص نداشته‌است (شکل ۴). هر چند تعداد بوته‌های سبزشده در دو الگوی کاشت خطی و پخشی یکسان است ولی در الگوی کاشت پخشی بیشتر بودن میانگین فواصل بین بوته‌ای نسبت به روش کاشت خطی سبب افزایش تعداد نشاهای قابل کاشت به میزان حدود ۲۱ درصد شده است. گروه‌بندی نشاها در جدول ۲ نشان می‌دهد که درصد نشاهای کوچک (کوچکتر از ۱۰ میلی‌متر) در الگوی خطی در هر دو حالت استفاده و عدم استفاده از شن به میزان قابل ملاحضه‌ای بیشتر از الگوی پخشی بوده‌است. بنابراین اگرچه تعداد نشاهای تولید شده در تیمار کاشت پخشی و خطی یکسان بود ولی افزایش ۱۳ درصدی تعداد نشاهای کوچک در خطی‌کاری، کاهش معنی‌دار نشاهای قابل کاشت را نسبت به تیمار کاشت پخشی به دنبال داشت. تعداد نشاهای قابل کاشت در جدول ۳ نشان می‌دهد که با اعمال خاکپوش شن در دو روش پخشی و خطی به ترتیب ۱۰۲۰۰۰۰ و ۸۴۰۰۰۰ نشا به ازای یک هکتار خزانه تولید می‌شود که با احتساب تعداد مورد نیاز نشا در زمین اصلی(۱۰۰ هزار بوته در هکتار) تیمار کاشت پخشی ۱۰/۲برابر و تیمار کاشت خطی ۸/۴ برابر زمین خزانه را پوشش می‌دهند. نسبت پوشش زمین اصلی توسط نشاهای تولید شده در دو الگوی کاشت خطی و پخشی بدون خاکپوش‌دهی به ترتیب 5/1 و ۶ برابر سطح خزانه است.

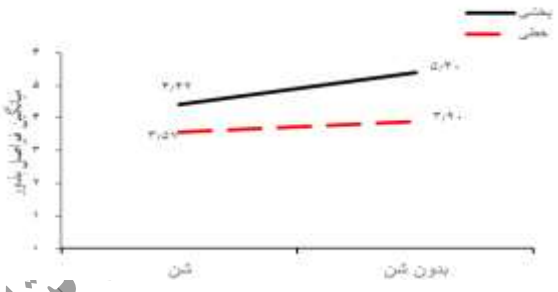


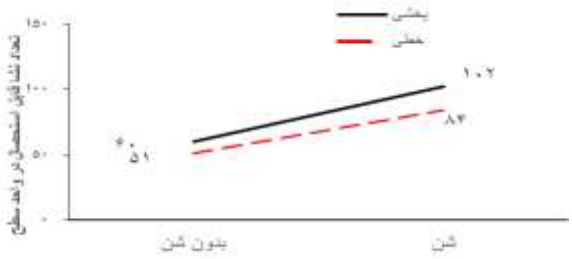
Figure 3:Intraction of sowing pattern and mulching factors on plant spacing

شکل۳- اثرات متقابل الگوی کاشت و خاکپوش بر فواصل بین بوته‌ای

جدول ۲- تعداد و فراوانی نسبی نشاهای تولید شده در گروه‌های مختلف قطر طوقه

Table 2: Number and relative frequency of seedlings grouped by their crown diameter

تیمار های آزمایش		قطر طوقه ≤۱۰ (میلی‌متر) تعداد	فروانی نسبی (درصد)	۱۰-۳۵ میلی‌متر تعداد	فروانی نسبی (درصد)	≥۳۵ (میلی‌متر) تعداد	فروانی نسبی (درصد)	تعداد نشا در واحد سطح (مترمربع)	تعداد نشا قابل کاشت (متر مربع)
کاشت خطی	بدون شن	۲۵	۳۱	۵۱	۶۳	۳	۶	۸۱	51
	شن	۶۸	۴۳	۸۴	۵۴	۲	۳	۱۵۶	84
کاشت پخشی	بدون شن	۱۴	۸1	۶۰	5۷	۴	۷	۸۰	۶۰
	شن	۴۶	۳۰	۱۰۲	7۶	۲	3	۱۵۱	102



شکل۴ : اثرات متقابل روش‌های کاشت و خاکپوش بر تعداد نشا قابل کاشت در واحد سطح

Figure 4: Intraction of sowing pattern and mulching factors on the number of applicable seedlings in m^2

۴-۲- مقایسه تیمارهای برداشت از نظر صدمات کمی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشاهای کنده‌نشده، مدفون، بریده‌شده و نیروی کارگری مورد نیاز برای جمع‌آوری نشاها در جدول ۴ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین درصد نشاهای بریده شده مربوط به ماشین غده‌کن غربال‌دار است. با توجه به سنگین بودن خاک مزرعه، تیغه سراسری ماشین قابلیت نفوذ به عمق ۲۵ سانتی‌متری (عمق توسعه غده نشاها) خاک را نداشت و در نتیجه به بریده شدن ۳۳ درصد نشاها منجر می‌شد. درصد نشاهای کنده‌نشده و مدفون در این ماشین به ترتیب حدود ۲/۴ و ۴۵/۷ درصد بود. هرچند بازیابی نشاهای کنده نشده و مدفون شده با نیروی کارگری انجام شد. ولی با توجه به مقدار افت کمی (نشاهای بریده شده) و همچنین نیروی کارگری مورد نیاز برای بازیابی نشاهای مدفون شده، می‌توان گفت این ماشین مزیتی در کندن نشا نسبت به روش دستی نداشته است. در غده‌کن تیغه‌ای شکل و زاویه مناسب تیغه سراسری و بازوهای جانبی و عبور بدون مانع خاک از روی تیغه حرکت تیغه در عمق مطلوب را تضمین و عمل زیربری ریشه به خوبی انجام می‌شد. بدین‌لحاظ درصد نشاهای بریده شده در این ماشین تفاوت معنی‌داری با روش دستی که کارگر غده‌ها را با بیل از زمین می‌کَنند نداشته است. با این حال، حرکت عمودی کم خاک در عملیات زیربری به جدا شدن کامل نشاها از خاک منجر نشده و و بیرون کشیدن حدود ۴۰ درصد نشاها با بالا کشیدن ته برگ‌ها عملی نبود (جدول 3). در این حالت بالا کشیدن نشاها باعث کنده شدن دمبرگ‌ها شده و نیاز به کندن مجدد بوسیله بیل را اجتناب‌ناپذیر می‌کرد. مقایسه نیروی کارگری مورد نیاز برای کندن و جمع‌آوری نشاها نشان می‌دهد (جدول3) عملیات 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 این امر درصد غده‌های بریده شده را به میزان یک سوم نسبت به استفاده از این ماشین به تنهایی کاهش داده‌است. با این حال درصد غده‌های بریده شده هنوز سهم زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین مشاهده می‌شود که درصد غده‌های مدفون شده تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار غده‌کن غربال‌دار (به تنهایی) ندارد. این بدین معنی است که ماشین غده‌کن زنجیر نقاله‌ای در هر حالت مناسب کندن نشاها از زمین مسطح نیست. نیروی کارگری مورد نیاز برای جمع‌آوری نشاها نشان می‌دهد که عملیات زیربری می‌تواند تا ۳۰ درصد نیروی کارگری را نسبت به برداشت کاملا دستی کاهش‌دهد.

جدول 3- مقایسه میانگین درصد افت کمی و نیروی کارگری مورد نیاز در تیمارهای برداشت نشا

Table 3: Means of quantitative losses and labour forces required for digging treatments

تیمارهای آزمایش	بریده شده (درصد)	کنده نشده (درصد)	مدفون (درصد)	کارگر مورد نیاز برای جمع‌آوری نشاها (کارگر-روز در هکتار)
غده‌کن تیغه‌ای	۷/۵c	۴۰/۰a	۷/۲b	۴۵
غده‌کن غربال‌دار	33/2a	-	۴5/7 a	38
غده‌کن تیغه‌ای+غربال‌دار	۲۳/۵b	-	49/1 a	41
روش دستی	۱۲/۷c	۲/۰b	2/5 c	۶۵

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

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

۵- نتیجه‌گیری

به طور کلی از مقایسه دو الگوی کاشت پخشی و خطی در کاشت خزانه چغندر قند می‌توان دریافت که در الگوی پخشی (با یک سراسری‌پاش که همان خطی‌کار است با این تفاوت که شیاربازکن‌های و لوله‌های سقوط خطی‌کار، غیرفعال شده و بذرها پس از عبور از موزع از ارتفاع ۷۰ سانتی متری روی سطح زمین ریخته می‌شوند) فاصله بیشتر بوته‌ها از یکدیگر می‌تواند به بهبود یکنواختی اندازه نشاها (قطر طوقه) و کاهش تعداد نشاهای ریز منجر شود. تعداد نشاهای قابل کاشت در هر متر مربع خزانه (الگوی پخشی) در صورت دستیابی به درصد سبز مطلوب تا حدود ۱۰ برابر بوته مورد نیاز زمین اصلی می‌رسد که در دامنه مشابه این نسبت برای محصولات نشایی دیگر است. اعمال خاکپوش شن نقش به سزایی در افزایش سرعت و درصد سبز محصول دارد و می‌تواند در خاک‌های سنگین به طور معنی‌داری تعداد نشاهای قابل کاشت را افزایش دهد.

در مقایسه روشهای برداشت مشخص گردید که با زیربری تنها امکان بیرون کشیدن بیش از نیمی از نشاها از خاک وجود ندارد و استفاده از بیل برای خارج نمودن غده‌ها اجتناب ناپذیر است. بدین ترتیب عملیات زیربری می‌تواند تنها تا ۳۰ درصد نیروی کارگری را نسبت به برداشت کاملا دستی کاهش دهد. ماشین غده‌کن غربال‌دار به تنهایی و یا در ترکیب با غده‌کن تیغه‌ایی به علت صدمات مکانیکی بالا (غده‌های بریده‌شده) و مدفون کردن درصد زیادی از غده‌ها جهت کندن تشا چغندرقند از روی زمین مسطح مناسب تشخیص داده نشد.

۶- مراجع

Asadi, A. and Taki, O. 2017. Technical and economical comparison of onion diggers with and without sifting mechanism. Journal of Agriculture Mechzation. 3(2):43-52. ((in farsi).

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

Blikman, L. E., de Geus, C., Hoeh, D., and Hooghiemstra, d. 1984. *Growing bulb onion from seed*, teelthandleiding no ۲, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in Vollegrond, Lelystadt, Netherlands, March.

Chalke. L. S. 2007. Impact of Mulches on Landscape Plants and the environment. A. Review. *J. Environ. Hort.* 25(4):239–249.

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

Farhmand, S. 2015. Evaluation report on planting and scalap removed of sugar beet seedling. Isfahan Jihad Agriculture Organization. Sugar beet seedling meeting. (in farsi)

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

Heath, M. C. and Cleal, R. A. 1992. Transplanting date and pot length for sugar beet. transplanting in UK. *Aspectsof Applied Biology*. No.32.135-140.

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 and Tillange Research*, 70(3): 153-162.

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

Kandil, A. A., Lieth, H. and Masoom, A. A. 1990**.** Respons of sugar beet varieties to potassic fertilizer under salinity condition toward the rational use of high salinity tolerant plant. *Alain. United Arab Emarates*. 2: 199-207.

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

Khaembah, E. N. and Nelson, W. R. 2016. Transplanting as a means to enhance crop security of fodder bee *http://dx.doi.org/10.1101/056408*.

Licht, F. O. 1999. *World sugar and sweetener Yearbook* 1999/2000. F. O. Licht Gmbh, Tunbridge Wells. 114 pp.

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

Pringas, C. and Marlander, B. 2004. Effect of conservation tillage on yield, quality, rentability and cercospora infestation on sugar beet-Results from 9 years of on-farm research *Pflanzenbauwissenschaften*. 8(2):82-90.

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 Scienc. University of Edinburgh. England.

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

Singh Brar, N., Singh Dhilloni, B.; Saini, K. S. and Sharma, P. K. 2015. Agronomy of sugarbeet cultivation-A review. *Agricultural Reviews*, 36 (3) 2015 : 184-197.

Srivastava, A., Goering, C. and 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 J*. 33(3- 4):

Yoosefabadi, V., 2014. Sugar beet transplanting by plug and bare-root seedlings. Sugar beet seed institute, Sugar-beet transplanting instrauction, 18 pages (in farsi).