



## اثرات روش کاشت بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقد در نظام‌های خرده مالکی

### Effect of planting method on quantitative and qualitative yield of sugar beet in smallholder systems

ولی‌اله یوسف‌آبادی<sup>\*۱</sup> و محمدعلی جواهری<sup>\*۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۲

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2022.358252.1301

و.ا. یوسف‌آبادی و م.ع. جواهری. ۱۴۰۰. اثرات روش کاشت بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقد در نظام‌های خرده مالکی. چغندرقد، ۳۷(۲): ۲۲۲-۲۰۷

#### چکیده

به‌منظور بررسی اثرات روش‌های مختلف کشت بر خصوصیات کمی و کیفی محصول چغندرقد در قطعات کوچک (نظام‌های خرده مالکی)، تحقیقی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات چغندرقد مهندس مطهری واقع در کرج و مرکز تحقیقات کشاورزی استان کرمان طی سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل کشت سنتی (درهمپاشی)، کشت با بذرکار جان‌دیر با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر، کشت با بذرکار نیوماتیک با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر، کشت با بذرکار دستی تک ردیفه با فواصل ردیف ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر در زمین صاف و بدون ایجاد جویچه و پشته (فارو) و کشت با بذرکار دستی تک ردیفه با فواصل ردیف ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر بر روی پشته بود. لازم به ذکر است که در حال حاضر فاصله خطوط کشت در مزارع بزرگ که از بذرکارهای چند ردیفه استفاده می‌شود، ۵۰ سانتی‌متر است. نتایج نشان داد که تیمارهای مورد بررسی و روش‌های مختلف کشت بر روی صفات کمی محصول از جمله تراکم بوته در واحد سطح، عملکرد ریشه، عملکرد شکر و شکرسفيد تأثیر معنی‌دار ولی بر صفات کیفی و ناخالصی‌های ریشه تأثیر معنی‌دار نداشت. در هر دو منطقه کمترین عملکرد ریشه و قند با کشت سنتی (شاهد آزمایش) تولید شد. در کرج کشت با بذرکار دستی یک ردیفه با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر و در کرمان کشت با بذرکار دستی یک ردیفه با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر بیشترین عملکرد ریشه و شکرسفيد را نشان داد. تأثیر مکان بر بیشتر صفات کمی و کیفی معنی‌دار، ولی بر ناخالصی‌های ریشه تأثیر معنی‌دار نداشت. با توجه به تحلیل داده‌های به‌دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در نظام‌های خرده مالکی و قطعات کوچک، می‌توان با ایجاد فاصله خطوط کمتر کشت نسبت به اراضی بزرگ و متعاقباً با ایجاد تراکم بوته بیشتر و سطح پوشش یکنواخت‌تر با استفاده از دستگاه‌های کوچک، کارائی مصرف نهاده‌ها را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: بذرکار تک ردیفه، چغندرقد، کشت سنتی، کشت مکانیزه، مزارع کوچک



۱- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقد سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

\*- نویسنده مسئول v.yousefabadi@areeo.ac.ir

۲- استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران. \* - نویسنده

مسئول javaheri310@yahoo.com

## مقدمه

بیش از ۴۰ درصد کشاورزی دنیا در مزارع کوچک و خرده‌مالکی با هزینه تولید بالا و بهره‌وری کم است (Fallahinejad *et al.* 2021). یکی از مهم‌ترین موانع توسعه و پیشرفت کشاورزی ایران وجود معضل بسیار مهم خرده‌مالکی و پراکندگی قطعات اراضی تحت تملک بهره‌برداران است. وجود خرده‌مالکی، تولید کشاورزی را از حالت اقتصادی خارج و به حالت معیشتی درآورده و موانع بسیار زیادی در راه توسعه‌ی کشاورزی ایران ایجاد کرده است. اگرچه، جایگزین کردن مزارع سنتی با مزارع مکانیزه در چند سال اخیر مورد توجه دولت‌ها قرار گرفته است، اما هنوز بخش زیادی از کشت در اراضی زراعی ایران به دلیل نظام خرده‌مالکی در اراضی با مساحت کم انجام می‌شود. در این اراضی عملیات کاشت به‌صورت سنتی و بر اساس نیروی کار خانواده انجام می‌شود. با افزایش جمعیت و بالا رفتن تقاضا برای مواد غذایی و همچنین جذب نیروی کار از سوی سایر بخش‌های اقتصادی و در نتیجه مهاجرت این نیرو از بخش کشاورزی، استفاده از نیروی ماشین به‌منظور انجام بسیاری از فعالیت‌های طاقت‌فرسای بخش کشاورزی رواج پیدا کرده است (Fallahinejad *et al.* 2021). کاربرد ماشین‌آلات در مراحل مختلف تولید محصولات کشاورزی، به‌منظور افزایش سرعت عمل، کاهش هزینه‌ها، کاهش زمان تولید، تسهیل عملیات، استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی و افزایش تولید انجام می‌شود (Kohansal and Mansoori 2013).

پایین بودن جوانه‌زنی، سرعت و قدرت جوانه‌زنی بذر یکی از علل عملکرد پایین در چغندر قند است (Novikov *et al.* 2021). علاوه بر خصوصیات بذر در این گیاه که سبب کاهش جوانه‌زنی می‌شود، نوع کارنده چغندر قند نیز از جمله عوامل مؤثر بر کاهش استقرار بوته در مزرعه چغندر قند می‌باشد. وظیفه اصلی کارنده چغندر قند، قرار دادن بهینه بذر در عمق مناسب خاک با حداقل آسیب به بذر چغندر قند است (Findura *et al.* 2008). در ارزیابی کارنده‌های چغندر قند گزارش شده است، از نظر

یکنواختی فاصله بین بوته‌ها و یکنواختی غده‌ها کارنده مونسوم از سایر کارنده‌ها بهتر است و مناسب‌ترین سرعت حرکت ماشین سه مایل بر ساعت برای تولید بهترین یکنواختی در فاصله بذرها است. در تحقیقی که در دانشگاه میشیگان در ارزیابی کارنده‌های چغندر قند (بذرکار مکانیکی آکورد، بذرکار نیوماتیکی جان‌دیر، بذرکار نیوماتیکی مونسوم و بذرکار نیوماتیکی استانه‌وی) بالاترین درصد سبز چغندر قند مربوط به استفاده از بذرکار نیوماتیکی جان‌دیر و کمترین آن مربوط به بذرکار مکانیکی آکورد بود (Rybař 2005). در بررسی سرعت حرکت کارنده پنوماتیک چغندر قند بر تعداد بوته‌های سبز شده گزارش شده است که در سرعت‌های پیشروی کمتر، تعداد بوته‌های سبز شده بیشتر خواهد بود (Zarifneshat *et al.* 2009). در ارزیابی پارامترهای عملکردی کارنده نیوماتیکی مدل مونسوم و مدل‌سازی یکنواختی کاشت با کمک پردازش تصویر، مناسب‌ترین میزان مکش برای بذرهای ذرت، کرچک، سورگوم و چغندر قند در سرعت ۳ تا ۴/۵ کیلومتر بر ساعت و مکش چهار کیلوپاسکال، برای بذر هندوانه و خیار مکش ۴/۵ کیلوپاسکال و به‌ترتیب در سرعت ۶ تا ۸/۵ و ۳ تا ۴/۵ کیلومتر بر ساعت گزارش شده است (Zare *et al.* 2018). استفاده از کارنده پنوماتیک حفره‌ساز در کشت مخلوط آفتابگردان و چغندر قند، سبب افزایش ۹/۶۹ درصد عملکرد چغندر قند و ۱۲/۴۵ درصد عملکرد آفتابگردان شده است (Maleki *et al.* 2020).

در بذرکارهای صنعتی چغندر قند، امکان تنظیم مناسب عمق و فاصله ردیف کاشت به‌راحتی فراهم می‌شود (Liu *et al.* 2018)، اما در کشت سنتی به‌دلیل عدم یکنواختی در میزان استفاده از بذر و در کشت‌های خرده‌مالکی به‌دلیل عدم امکان استفاده از بذرکارهای رایج در مزارع بزرگ، استفاده از بذر کاردستی در مقایسه با کشت سنتی می‌تواند مفیدتر باشد (Chen *et al.* 2021). جمعیت گیاهی بهینه که در آن حداکثر استفاده از منابع محیطی مانند نور فراهم می‌شود با تنظیم مناسب فاصله ردیف و فواصل بین بوته‌ها انجام می‌شود (Walsh *et al.*

سطح (حدود چهار برابر بذر مورد نیاز در کشت ردیفی) تراکم بوته و یکنواختی سطح سبز به دلیل تشکیل سله حاصل از آبیاری غرقابی و عدم یکنواختی در عمق کشت بذر، بسیار پایین است، از طرفی هزینه‌های تنک، وجین و دیگر عملیات داشت و برداشت در کشت سنتی نسبت به کشت ردیفی بسیار بالاتر و عملکرد محصول نیز پایین‌تر از کشت ردیفی است، بنابراین کشت چغندرقد به روش سنتی در اراضی کوچک از بعد اقتصادی مقرون به صرفه نیست، لذا تلاش در جهت مکانیزه کردن کشت و کاهش هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت تنها راه تداوم کشت محصولات زراعی به‌ویژه محصولات وجینی از جمله چغندرقد در این گونه اراضی است. با توجه به نبود بذرکار مناسب در اراضی کوچک، این بررسی به منظور مقایسه بذرکار دستی تک ردیفی قابل استفاده در اراضی خرده‌مالکی و مقایسه آن با روش کشت سنتی و مکانیزه در دو شرایط کرج و کرمان انجام شد.

### مواد و روش

تحقیق حاضر در ایستگاه تحقیقات چغندرقد مهندس مطهری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقد واقع در کمالشهر کرج و ایستگاه تحقیقات کشاورزی کرمان واقع در شهرستان بردسیر با هشت ترکیب تیماری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی سال‌های زراعی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ اجرا شد.

ایستگاه تحقیقات مهندس مطهری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقد در کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۶ دقیقه شرقی، با متوسط بارندگی درازمدت ۳۰ ساله ۲۴۸ میلی‌متر و ایستگاه تحقیقات کشاورزی کرمان در شهرستان بردسیر با عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۳۴ دقیقه شرقی، با متوسط بارندگی درازمدت ۳۰ ساله ۱۱۰ میلی‌متر واقع شده‌اند.

(al. 2018) از طرف دیگر در شرایط کشت در ردیف‌های مناسب، امکان استفاده از ادوات مکانیکی مانند وجین کن یا سمپاش برای کنترل علف‌های هرز و آفات در مزارع چغندرقد فراهم می‌شود (Machleb et al. 2021). گزارش شده است رشد چغندرقد (میانگین سطح برگ، قطر ریشه و وزن ریشه) و کیفیت آن (درصد قند، درصد بریکس، درصد خلوص و عملکرد قند) تحت تأثیر روش‌های کاشت قرار می‌گیرد (Ahmad et al. 2010). قطر ریشه چغندرقد در بسترهای دو ردیفه در مقایسه با کشت مسطح یا کشت بر روی پشته بیشتر بود. درصد قند و درصد خلوص چغندرقد در بسترهای دو ردیفه به ترتیب ۱/۱ و ۲/۷ درصد نسبت به چغندرقد‌های کاشته شده در فاصله پشته معمولی افزایش یافت (Ahmad et al. 2010). در تحقیقی مشابه کاشت با فاصله‌ی ردیف‌های ۵۰ سانتی‌متری و ۱۰ بوته در مترمربع بهترین عملکرد کمی و کیفی چغندرقد را به همراه داشت (Soleymani and Shahrajabian 2017).

نظام خرده‌مالکی حاکم بر بخش‌هایی از حوزه‌های چغندرکاری کشور، کشت سنتی چغندرقد را باعث گردیده است. از طرفی در کشت سنتی چغندرقد میزان بهره‌وری از نهاده‌ها و کارایی مصرف انرژی، کاهش و فرصت زمانی برای انجام عملیات زراعی و خاک‌ورزی محدود می‌گردد. تعداد روزهای کاری در خاک با بافت سنگین نسبت به خاک با بافت سبک جهت انجام عملیات خاک‌ورزی و کاشت مکانیزه کمتر است (Heidari and Borghei 2013). در چند سال اخیر توسعه کشت مکانیزه چغندرقد در کشور روند مناسب و روبه‌رشدی داشته است، به طوری که در بعضی از استان‌ها و مناطق چغندرکاری مانند آذربایجان غربی و مغان صد درصد سطح زیرکشت این محصول به‌روش کاملاً مکانیزه صورت می‌گیرد، ولی در بعضی دیگر از مناطق چغندرکاری کشور، به‌ویژه مناطق کوهپایه‌ای که نظام خرده‌مالکی بر آنها حاکم است، سطح قابل‌توجهی از کشت چغندرقد به روش سنتی و در قطعات کوچک انجام می‌گیرد. در سیستم کشت سنتی علی‌رغم مصرف بسیار زیاد بذر در واحد

نظر گرفته شد. در این آزمایش به دلیل وجود تیمار کشت سنتی و درهمپاش از بذر IC که یک رقم مولتی ژرم چغندرقدند است، استفاده شد. مقدار بذر مصرفی تیمارهای مختلف در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲ مقدار بذر مصرفی در تیمارهای مختلف مورد بررسی

روش‌های مختلف کاشت بذر و آبیاری (T*)								تیمار	
T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	مقدار بذر	مصرفی
۱۰	۱۰	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۶/۶	۸	۹	۲۵	بذر	(کیلوگرم در هکتار)
۴۰	۴۰	۵۰	۵۰	۶۶/۴	۳۲	۳۶	۱۰۰	درصد بذر	مصرفی نسبت به شاهد

\* T1: کشت سنتی (شاهد)، T2: کارنده جاندر، T3: کارنده نیوماتیک، T4، T5، T7: به ترتیب بذر کار دستی با فواصل ردیف ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متری در سطح صاف (بدون ایجاد پشته)، T6، T8: بذر کار دستی با فواصل ردیف ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متری بر روی پشته.

در تیمار کشت سنتی پس از آماده‌سازی زمین، بذر به مقدار رایج و به صورت دستپاش پخش و توسط شن کش در زیر خاک قرار گرفت (با خاک لایه سطحی مخلوط شد). آبیاری این تیمار تا پایان دوره رشد محصول مطابق عرف کشت‌های سنتی به صورت غرقاب و در کرت‌های بسته انجام و کلیه عملیات داشت و برداشت محصول نیز مطابق عرف معمول در اراضی خرد و کوچک توسط نیروی کارگر انجام شد. در تیمارهای کشت مکانیزه با فواصل ردیف ۵۰ سانتی‌متر، تمام عملیات کاشت و داشت به جز عملیات تنک و وجین روی ردیف‌های کاشت با ادوات ماشینی و به صورت مکانیزه انجام شد. در تیمارهای چهار، پنج و هفت، پس از آماده‌سازی زمین، بذر بر روی زمین مسطح و بدون درآوردن فارو، توسط بذر کار دستی تک ردیفه کاشته شد. در تیمارهای شش و هشت، پس از ایجاد جوی و پشته (فاروکشی) بذر با بذر کار دستی تک ردیفه بر روی پشته‌های ایجاد شده کاشته شد. آبیاری کرت‌های آزمایشی تا پایان دوره رشد به طور جداگانه و در کرت‌های بسته انجام شد. پس از کاشت بذر اولین و دومین آبیاری جهت سبز مناسب و ایجاد پوشش

تیمارهای آزمایش در هر دو منطقه مورد بررسی یکسان و در جدول ۱ شرح داده شده است.

جدول ۱ تیمارهای مورد بررسی در آزمایش

تیمار (T)	عنوان
T1*	کشت سنتی یا کشت معمول در نظام‌های خرده‌مالکی (شاهد)
T2	کشت با بذر کار جاندر با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر، آبیاری نشتی
T3	کشت با بذر کار نیوماتیک با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر، آبیاری نشتی
T4	کشت با بذر کار دستی با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر (بدون ایجاد پشته)، آبیاری کرتی
T5	کشت با بذر کار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر (بدون ایجاد پشته)، آبیاری کرتی
T6	کشت با بذر کار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر (کشت بذر بر روی پشته)، آبیاری کرتی
T7	کشت با بذر کار دستی با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر (بدون ایجاد پشته)، آبیاری کرتی
T8	کشت با بذر کار دستی با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر (کشت بذر بر روی پشته)، آبیاری کرتی

\* کشتی است که در آن بذرها بدون رعایت فاصله منظمی از یکدیگر کشت شده و آبیاری مزرعه به صورت غرقابی انجام می‌شود.

شکل ظاهری بذر کار دستی مورد استفاده در این آزمایش

در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱ نمای ظاهری و نحوه استفاده از بذر کار دستی Plant jounier

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم عمیق، دیسک و تسطیح در پائیز انجام و پس از رفع خطر سرما و مساعد شدن شرایط رطوبتی خاک (نیمه دوم فروردین) عملیات کاشت با اجرای تیمارهای مورد نظر انجام گرفت. هر کرت آزمایشی به طول هشت متر و عرض شش متر و به مساحت ۴۸ مترمربع در

تهیه و نسبت به اندازه‌گیری عناصر غذایی و تعیین بافت خاک اقدام گردید (جدول ۳). کمبود عناصر غذایی بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه‌های آزمایشگاه خاکشناسی در هر منطقه تأمین گردید.

یکنواخت، با فاصله زمانی کم و پس از آن دور آبیاری بر اساس عرف معمول تنظیم و انجام شد. فاصله بین کرت‌های آزمایشی و تکرارها به ترتیب برابر یک و هشت متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت از قطعه زمین محل اجرای آزمایش نمونه مرکب خاک

جدول ۳ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر

مکان	سال آزمایش	سیلت	رس	شن	نیتروژن میلی‌گرم بر کیلوگرم	پتاسیم میلی‌گرم بر کیلوگرم	فسفر	اسیدپته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)
کرج	۱۳۸۸	۴۶/۶	۴۳/۸	۹/۶	۱۶/۵	۴۷۵	۷/۷	۸	۰/۴۲
	۱۳۸۹	۴۲/۸	۴۲	۱۵/۲	۳۶/۵	۵۷۱	۱۴	۷/۸	۱/۰۵
کرمان	۱۳۸۸	۴	۱۱	۸۵	۱۱	۱۵۰	۴	۸	۲/۹
	۱۳۸۹	۱۶	۱۲	۷۱	۱۲	۲۲۵	۵	۸/۱	۳/۱

دوره رشد و در پایان فصل رشد، با استفاده از کوآدراتی به ابعاد یک متر (مساحت یک مترمربع) اقدام به نمونه‌برداری شد. در نیمه دوم مهرماه از محصول هر کرت آزمایشی به صورت تصادفی، پنج نمونه برداشت و پس از شمارش تعداد بوته‌های موجود در هر نمونه، اندام هوایی از ریشه‌ها جدا و به تفکیک توزین و عملکرد ریشه در هکتار، بر اساس میانگین پنج نمونه محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری خصوصیات کیفی، ریشه‌ها ابتدا به‌طور کامل شسته شد و پس از توزین، از آنها خمیر ریشه تهیه و در ظروف مخصوص تحت شرایط انجماد نگه‌داری شد. برای تجزیه کیفی هر نمونه از خمیر تهیه شده، آن را در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از خارج شدن از حالت انجماد، از هر نمونه، ۲۶ گرم خمیر ریشه با ۱۷۷ میلی‌لیتر سواستات سرب در همزن ریخته و به مدت ۳ دقیقه مخلوط گردید. پس از انتقال مخلوط به قیف صافی، شربت زلالی حاصل شد که برای اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی مورد استفاده قرار گرفت. در شربت حاصله، درصد قند به روش پلاریمتری و توسط دستگاه ساکاریمتر (مدل RHB-32ATC ساخت کشور چین)، سدیم و پتاسیم به روش فیلم فتومتری (مدل M410 ساخت کشور انگلستان) و نیتروژن مضره به روش عدد آبی و با استفاده از

برای محاسبه درصد سبز بذر، دو هفته پس از کشت بذر، تعداد بوته‌های سبز شده در واحد سطح با استفاده از کوآدرات مربعی (یک مترمربع) در پنج نقطه از هر کرت آزمایشی شمارش گردید و بر اساس میزان بذر مصرفی در واحد سطح و همچنین وزن هزار دانه بذر کشت شده و درصد جوانه‌زنی بذر در شرایط استاندارد (درون ژرمیناتور)، درصد سبز بذور در هر کرت آزمایشی محاسبه شد (رابطه ۱).

(۱)

$$*100 = \frac{\text{تعداد بذرهای سبز شده در واحد سطح}}{\text{تعداد بذر کشت شده در واحد سطح}} = \text{درصد سبز}$$

برای تعیین درصد استقرار بوته نیز از شمارش مجدد تعداد بوته‌ها حدود ۶۰ روز پس از کشت در همان سطح مذکور و تفاوت تعداد بوته شمارش شده در دو نوبت استفاده و درصد بوته‌های استقرار یافته به دست آمد؛ به عبارت دیگر با این عمل درصد بوته‌های از بین رفته در اثر نوع تیمار (در اثر اختلاف در روش آبیاری و سیستم کشت) محاسبه شد.

با توجه به اینکه تیمار کشت سنتی یا شاهد آزمایش (T1)، به صورت دستپاش کشت شده بود و در این تیمار امکان تهیه نمونه بر اساس طول خط کشت وجود نداشت، بنابراین جهت تهیه نمونه و انجام محاسبات عملکردی لازم، در طول

مقایسات میانگین به روش دانکن انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شد.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال بر عملکرد ریشه، درصد قندناخالص، پتاسیم، نیتروژن مضره، قندملاس و تراکم بوته معنی دار و بر عملکرد قند و سدیم معنی دار نبود. تأثیر مکان بر عملکرد ریشه، درصد قندناخالص، درصد قندخالص، قند ملاس، سدیم، عملکرد شکر و عملکرد شکر سفید در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. اثر مکان بر تراکم بوته، پتاسیم و نیتروژن مضره معنی دار نبود. اثر متقابل مکان و سال عملکرد شکر، عملکرد شکر سفید، درصد قندناخالص و درصد قندخالص را تحت تأثیر قرار داد و بر سایر خصوصیات اثر معنی دار نداشت. تیمارهای آزمایش اثر معنی دار بر عملکرد ریشه، عملکرد شکر، عملکرد شکر سفید، ضریب استحصال و تراکم بوته داشت. ناخالصی‌های ریشه تحت تأثیر تیمارهای روش کاشت قرار نگرفت. هیچ کدام از صفات کمی و کیفی مورد بررسی تحت تأثیر اثر متقابل تیمار و سال قرار نگرفت. اثر متقابل تیمار در مکان بر عملکرد ریشه با اطمینان ۹۹ درصد معنی دار شد (جدول ۴).

دستگاه بتالایزر (مدل D-3016 ساخت کشور انگلستان) اندازه‌گیری شد. مقدار قند ملاس، بر اساس مقدار پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره توسط رابطه ۲ به دست آمد.

(۲)

$$(MS) = 0.343(K+Na) + 0.094(\alpha - \text{amino-N}) - 0.29$$

دیگر صفات کمی و کیفی مورد بررسی شامل: درصد قند

خالص، عملکرد شکر، عملکرد شکر سفید و ضریب استحصال شکر نیز به ترتیب بر اساس روابط ۳ الی ۶ محاسبه شد (Abdollahian noghahi et al. 2005).

$$(۳) \quad \text{قندملاس} - \text{درصد قندناخالص} = \text{درصد قندخالص}$$

$$(۴) \quad \text{درصد قندناخالص} \times \text{عملکرد ریشه} = \text{عملکرد شکر}$$

$$(۵) \quad \text{درصد قند خالص} \times \text{عملکرد ریشه} = \text{عملکرد شکر سفید}$$

$$(۶) \quad \text{درصد قندناخالص} / \text{درصد قندخالص} = \text{ضریب استحصال شکر}$$

پس از جمع‌آوری کلیه داده‌ها، ابتدا آزمون بارتلت انجام

و با توجه به معنی دار نبودن آزمون بارتلت، نتایج آزمایش در دو سال و دو مکان بر اساس تجزیه مرکب انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (Ver 9.1) و

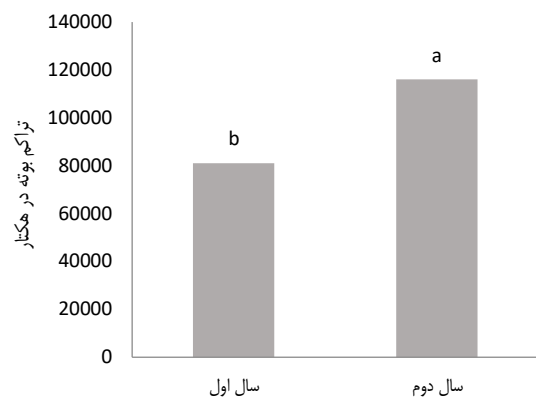
جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد کمی و کیفی چغندر قند تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی در دو مکان و دو سال

منابع تغییر	درجه آزادی	تراکم بوته	عملکرد ریشه	درصد قند ناخالص	درصد قند خالص	قند ملاس	نیتروژن مضره	پتاسیم ریشه	سدیم ریشه	ضریب استحصال	عملکرد شکر	عملکرد شکر سفید
سال	۱	۱۵۵**	۵۳۷/۷**	۳۰/۷۲**	۵/۵۷ <sup>NS</sup>	۱۰/۱**	۱۲/۳**	۵۶/۴**	۰/۶۶ <sup>NS</sup>	۱۷۲/۸**	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۱/۸۲ <sup>NS</sup>
مکان	۱	۴/۴ <sup>NS</sup>	۴۶۹۲۳**	۶۰۵/۰۴**	۸۵۵**	۲۱/۷۲**	۰/۴۷ <sup>NS</sup>	۱/۴۳ <sup>NS</sup>	۲۱۳/۴**	۲۴۸۵**	۶۵۷/۷**	۷۲۲**
سال*مکان	۱	۹/۵۹ <sup>NS</sup>	۰/۱ <sup>NS</sup>	۳۱/۷۱**	۳۰/۴**	۰/۰۲ <sup>NS</sup>	۲/۲۲ <sup>NS</sup>	۰/۳۷ <sup>NS</sup>	۰/۳۳ <sup>NS</sup>	۲/۵ <sup>NS</sup>	۲۳/۵**	۱۷/۶**
تکرار (سال در مکان)	۱۲	۳/۱۶	۷۱/۲	۱/۵۴	۲/۲۱	۰/۲۰	۰/۳۲	۱/۵۳	۰/۳۳	۳۰/۳	۲/۸۹	۲/۲۹
تیمار	۷	۳۳/۱**	۷۳۳**	۱/۴۱ <sup>NS</sup>	۱/۹۲ <sup>NS</sup>	۰/۱۳ <sup>NS</sup>	۰/۴۹ <sup>NS</sup>	۰/۴۰۳ <sup>NS</sup>	۰/۲۱ <sup>NS</sup>	۱۹/۵**	۲۴/۰۳**	۱۷/۱**
سال*تیمار	۷	۵/۸۸ <sup>NS</sup>	۲/۴ <sup>NS</sup>	۰/۸۸ <sup>NS</sup>	۱/۰۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۸ <sup>NS</sup>	۰/۳۴ <sup>NS</sup>	۰/۱۳ <sup>NS</sup>	۰/۲۰ <sup>NS</sup>	۱/۱۵ <sup>NS</sup>	۰/۴۹ <sup>NS</sup>	۰/۲۰ <sup>NS</sup>
تیمار*مکان	۷	۱/۳۶ <sup>NS</sup>	۱۶۴**	۰/۹۹ <sup>NS</sup>	۱/۲۲ <sup>NS</sup>	۰/۰۴ <sup>NS</sup>	۰/۲۰ <sup>NS</sup>	۰/۱۰ <sup>NS</sup>	۰/۲۰ <sup>NS</sup>	۲/۰۱ <sup>NS</sup>	۲/۸۲ <sup>NS</sup>	۲۵/۶**
سال*مکان*تیمار	۷	۴/۴۹ <sup>NS</sup>	۲/۷۴ <sup>NS</sup>	۱/۱۸ <sup>NS</sup>	۱/۴۹ <sup>NS</sup>	۰/۱۳ <sup>NS</sup>	۰/۳۲ <sup>NS</sup>	۰/۴۴ <sup>NS</sup>	۰/۱۸ <sup>NS</sup>	۱/۳ <sup>NS</sup>	۰/۹۳ <sup>NS</sup>	۰/۶۴ <sup>NS</sup>
خطا	۸۴	۴۰/۷	۴۹/۴۳	۰/۹۸	۱/۳۷	۰/۱۲۶	۰/۳	۰/۳۰۲	۰/۴۲۳	۱۷/۷۶	۲/۲۳	۱/۷۸
ضریب تغییرات	۲۵	۱۲	۱۲	۵/۳	۷/۵	۱۵	۳۰	۱۰/۵	۲۳	۵	۱۴	۱۵/۵

NS، \*\* و \* به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

## تراکم بوته

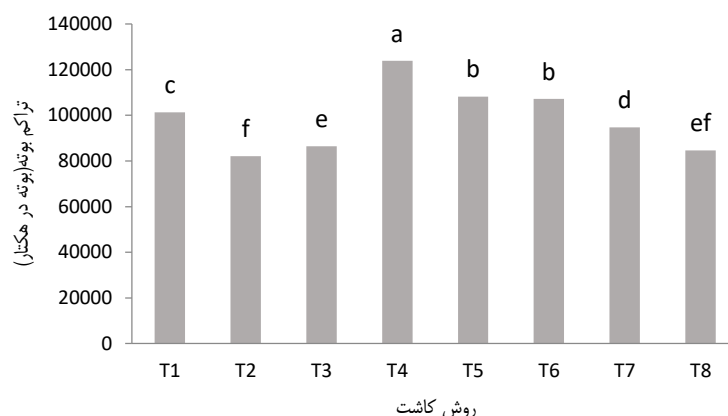
اثر سال بر تراکم بوته با احتمال یک درصد و با اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود (شکل ۱). در سال دوم از اجرای آزمایش علاوه بر آبیاری انجام شده پس از عملیات کاشت بذر، بارندگی - های مطلوب صورت گرفته‌ی پس از کاشت در اوایل فصل شرایط مناسب‌تری برای استقرار بوته فراهم نمود، که همین امر موجب تراکم بالاتر بوته در واحد سطح شد.



شکل ۱ اثر سال بر میانگین تراکم بوته چغندرقد در دو منطقه کرج و کرمان

روش کاشت بر تراکم بوته با احتمال یک درصد و با اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد، استفاده از بذرکار دستی با فواصل ردیف ۳۰ سانتی‌متری (T4) با ۱۲۴ هزار بوته در هکتار، بیشترین تراکم بوته در واحد سطح را داشت. تراکم بوته در بذرکار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر بدون ایجاد پشته (T5) و بذرکار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر بر روی پشته (T6) از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل ۲). کمترین تراکم بوته نیز در تیمارهای کشت با فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر با بذرکار نیوماتیک (T2) و بذرکار جان‌دیر (T3) به ترتیب با ۸۲ و ۸۶ هزار بوته در هکتار به دست آمد. تراکم بوته زیاد در تیمار بذرکار دستی با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر در ارتباط با کم بودن فاصله ردیف‌های کشت این تیمار در مقایسه با سایر تیمارها است، به‌نحوی که با در نظر گرفتن

فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متری بر روی رویف‌ها، در همه روش‌های کشت و سبزشدن یکنواخت، تراکم بوته در فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متری در حدود ۱۷ بوته در مترمربع خواهد بود، درحالی‌که در فواصل ردیف‌های ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متری تراکم بوته به ترتیب ۱۲/۵ و ۱۰ بوته در مترمربع می‌باشد. در روش کشت سنتی به دلیل عدم یکنواختی سطح سبز نمی‌توان تراکم دقیقی را تعیین کرد. در این روش توزیع مناسبی از بوته‌ها در واحد سطح وجود نداشته و در بعضی از نقاط زمین ممکن است تراکم کمتر از حد مطلوب و در بعضی از مناطق بیشتر از تراکم توصیه‌شده چغندرقد باشد. در تحقیقی که در دانشگاه نبراسکا بر روی تأثیر نوع و مدل کارنده بر جوانه‌زنی چغندرقد انجام شد، مشخص شد که جوانه‌زنی چغندرقد تحت تأثیر نوع و مدل کارنده قرار گرفته و بذرکار نیوماتیک جوانه‌زنی بذر را ۱۱/۵ درصد افزایش داده است (Smith et al. 1992). در بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته روی مؤلفه‌های دریافت تشعشع خورشیدی در چغندرقد با افزایش تراکم از شش بوته در مترمربع به ۷/۵، ۹ و ۱۰/۵ بوته در مترمربع، کارایی مصرف تشعشع بر عملکرد ریشه از ۳/۸۰ گرم بر مگاژول به ترتیب به ۳/۹۶، ۴/۲۸ و ۴/۷۶ گرم بر مگاژول افزایش یافت (Sadeghzadeh Hemayti et al. 2009). در بررسی اثر روش کاشت چغندرقد (کشت دو ردیفه با فواصل ردیف ۳۵ سانتی‌متری روی پشته و فاصله ۸۰ سانتی‌متری بین دو ردیف، کشت سه ردیفه با فواصل ردیف ۳۵ سانتی‌متری روی پشته و فاصله ۱۲۰ سانتی‌متری بین دو ردیف، کشت دو ردیفه با فواصل ردیف ۳۵ سانتی‌متری خطی و فاصله ۵۰ سانتی‌متری بین دو ردیف، کشت سه ردیفه با فواصل ردیف ۳۵ سانتی‌متری خطی و فاصله ۵۰ سانتی‌متری بین دو ردیف) گزارش شده است روش کاشت تأثیر معنی‌داری بر تعداد بذر سبز شده در واحد سطح ندارد، گرچه کاشت در زمین مسطح در مقایسه با سیستم کاشت روی پشته، نسبتاً ارزان، آسان و به کار کمتری نیاز دارد و با حداقل عملیات خاک‌ورزی قابل انجام است (Ahmad et al. 2010).



شکل ۲ اثر روش کاشت بر میانگین تراکم بوته چغندر قند در دو منطقه کرج و کرمان

(T1): کشت سنتی، T2: کارنده جان‌دیر، T3: کارنده نیوماتیک، T4، T5، T7: به ترتیب بذرکار دستی با فواصل ردیف ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متری در سطح صاف (بدون ایجاد پشته)، T6، T8: بذرکار دستی با فواصل ردیف ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متری بر روی پشته)

### عملکرد ریشه

سطح شد. همین امر موجب افزایش هفت درصدی و معنی‌دار عملکرد ریشه در سال دوم اجرای آزمایش نسبت به سال اول گردید و از ۵۶/۴ تن به ۶۰/۵ تن در هکتار افزایش یافت (جدول ۴). از طرفی با توجه به رابطه معکوس بین عملکرد ریشه در واحد سطح و عیار قند، با افزایش عملکرد ریشه در سال دوم، قند ناخالص نیز به‌طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول ۵).

اثر سال بر عملکرد ریشه در هکتار با اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). در سال دوم از اجرای آزمایش، علاوه بر اینکه پس از کاشت برای سبزشدن بذور آبیاری انجام شده بود، بارندگی‌های مطلوب صورت گرفته نیز در اوایل فصل، شرایط مناسب‌تری را برای جوانه‌زنی بهتر بذور کاشته شده و استقرار مناسب بوته‌ها فراهم نمود و موجب تراکم بالاتر بوته در واحد

جدول ۵ تأثیر سال بر میانگین صفات مورد بررسی چغندر قند در دو منطقه کرج و کرمان

سال	تراکم بوته در هکتار	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	نیترژن مضره میلی‌اکی‌والان/یکصد گرم ریشه	پتاسیم ریشه	قند ناخالص	قند ملاس (درصد)	ضریب استحصال
۱۳۸۸	۸۰۷۶۸ <sup>b</sup>	۵۶/۴ <sup>b</sup>	۲/۱ <sup>a</sup>	۶ <sup>a</sup>	۱۹ <sup>a</sup>	۲/۶ <sup>a</sup>	۸۲/ <sup>b</sup>
۱۳۸۹	۱۱۶۳۳۳ <sup>a</sup>	۶۰/۵ <sup>a</sup>	۱/۵ <sup>b</sup>	۴/۷ <sup>b</sup>	۱۸ <sup>b</sup>	۲/۱ <sup>b</sup>	۸۴/۴ <sup>a</sup>

صاف (T4) بالاترین عملکرد ریشه را به‌خود اختصاص داد (شکل ۳). در منطقه کرمان به دلیل بافت خاک بسیار سبک و شنی بودن خاک (جدول ۳) اندام‌هوایی گیاه توسعه کمتری داشت بنابراین رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌های چغندر قند در تراکم‌های بیشتر بوته در واحد سطح، کمتر از منطقه کرج بود. به همین دلیل در منطقه کرمان تیمار (T4) که با کمترین فاصله ردیف کشت

اثر متقابل تیمار (روش کاشت) در مکان بر عملکرد ریشه با احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). در منطقه کرج تیمار استفاده از بذرکار دستی با فاصله ردیف‌های ۴۰ سانتی‌متری بدون پشته (T5) با متوسط ۶۷/۹ تن در هکتار بالاترین عملکرد ریشه را تولید کرد در حالی که در منطقه کرمان استفاده از بذرکار دستی با فاصله ردیف‌های ۳۰ سانتی‌متری در سطح



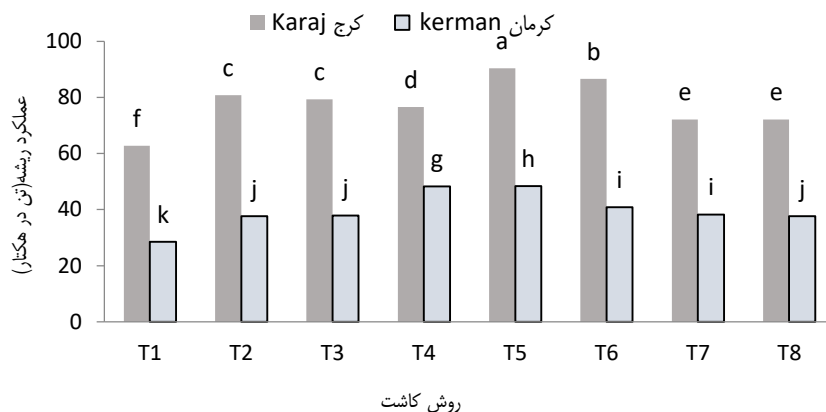
شده بود و بیشترین تراکم بوته را داشت (شکل ۲) بالاترین عملکرد ریشه را تولید نمود. در مقایسه روش‌های کشت در دو منطقه کرج و کرمان مشاهده شد که در منطقه کرج روش‌های کاشت سنتی، کاشت با بذرکار جان‌دیر، کاشت با بذرکار نیوماتیک، کاشت بذرکار دستی با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر، کاشت با بذرکار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر در سطح صاف بدون پشته، کاشت بذرکار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر بر روی پشته، کاشت با بذرکار دستی با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر در سطح صاف، کاشت با بذرکار دستی با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بر روی پشته نسبت به منطقه کرمان به ترتیب ۱۱۷، ۱۱۴، ۱۰۹، ۵۸/۹، ۹۹/۱، ۱۱۲، ۸۸/۷ و ۹۱/۲ درصد عملکرد ریشه بیشتری را تولید کرد (شکل ۳).

بافت خاک بسیار سبک‌تر، اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک بالاتر و پتاسیم و فسفر کمتر خاک در منطقه کرمان (جدول ۳) دلیل اصلی پایین بودن عملکرد ریشه در همه تیمارهای کاشت در این منطقه نسبت به کرج بود. از طرفی با توجه به اینکه در کاشت سنتی و درهم‌پاش بذر، فواصل بین بوته‌ها از هیچ نظم مشخصی تبعیت نمی‌کند، لذا تراکم و توزیع بوته در نقاط مختلف کرت آزمایشی این تیمار بسیار متغیر بود و سطح پوشش نایکنواختی در سطح کرت‌های این تیمار ایجاد شد. همین امر باعث گردید که در نقاط با تراکم کم، ریشه‌ها دارای رشد مناسب ولی در نقاط با تراکم نامطلوب و زیاد، به دلیل رقابت شدید بوته‌ها با همدیگر ریشه‌های تولیدشده ریز و عملکرد محصول نسبت به میانگین کل آزمایش در هر دو منطقه کاهش یابد (شکل ۳). در تحقیقی که با هدف بررسی تأثیر اندازه مزرعه بر عملکرد چغندر قند در واحد سطح انجام شد، عملکرد ریشه در کشت سنتی (مزارع کمتر از یک هکتار)، نیمه‌مکانیزه (مزارع بین یک تا پنج هکتار) و مکانیزه (مزارع بیشتر از ۱۰ هکتار)، به ترتیب ۵۶، ۹۰ و ۱۰۰ مگاگرم در هکتار گزارش شد و بالاتر بودن عملکرد در واحد سطح در کشت مکانیزه را به عوامل متعددی مانند استفاده از ارقام اصلاح‌شده جدید و مقاوم به بیماری‌های رایج در منطقه

(مانند ریزوکتونیا)، تاریخ کشت مناسب که با طولانی‌تر کردند دوره رشد محصول سبب استفاده حداکثر از عوامل محیطی شده است، دانش فنی بالای تولیدکنندگان در این سیستم کاشت و استفاده مناسب‌تر از عملیات به‌زراعی مانند وجین در زمان مناسب، آبیاری مناسب و تلفات کمتر در هنگام برداشت نسبت دادند (Fallahinejad et al. 2022). علاوه بر این استطاعت مالی در تهیه سموم و کودهای شیمیایی، در بالاتر بودن عملکرد در واحد سطح مؤثر دانسته شده است (Fallahinejad et al. 2022). بیشتر بودن عملکرد در فاصله ردیف‌های کمتر را نیز می‌توان به بسته شدن زودتر کانوپی، کاهش رقابت علف‌های هرز و افزایش کارایی استفاده از منابع خصوصاً نور نسبت داد. گزارش شده است در سیستم کشت با فواصل ردیف خیلی کم، بسته شدن تاج پوشش در حدود ۱۸ تا ۳۶ روز زودتر از فاصله ردیف رایج صورت می‌گیرد. در نتیجه‌ی بسته شدن زودتر تاج پوشش، جذب تشعشع توسط گیاه و به دنبال آن کارایی مصرف نور نیز افزایش می‌یابد، همچنین در این سیستم تبخیر از سطح خاک کاهش یافته و در نتیجه سهم بیشتری از آب موجود در خاک در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (Bagherabadi et al. 2019; Nawaz et al. 2021; Raefizadeh et al. 2019; Soleymani and Shahrabian. 2017). در بررسی روش‌های مختلف کشت چغندر قند، گزارش شده است کشت با فواصل ۵۰ سانتی‌متری تک ردیفه بر روی پشته در مقایسه با سایر روش‌های کاشت (کشت تک ردیفه با فواصل ردیف ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متری روی پشته، کشت دو ردیفه با فواصل ردیف ۳۵ سانتی‌متری روی پشته و فاصله ۸۰ سانتی‌متری بین دو ردیف، کشت سه ردیفه با فواصل ردیف ۳۵ سانتی‌متری روی پشته و فاصله ۱۲۰ سانتی‌متری بین دو ردیف، کشت دو ردیفه با فواصل ردیف ۳۵ سانتی‌متری خطی و فاصله ۵۰ سانتی‌متری بین دو ردیف، کشت سه ردیفه با فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متری خطی و فاصله ۵۰ سانتی‌متری بین دو ردیف) عملکرد ریشه چغندر قند بیشتر بوده است (Ahmad et al. 2010). اعتقاد بر

هزار (Khozaei *et al.* 2020; Khozaei *et al.* 2021) تا ۱۰۴ هزار بوته در هکتار (Haghverdi *et al.* 2017) گزارش کرده‌اند.

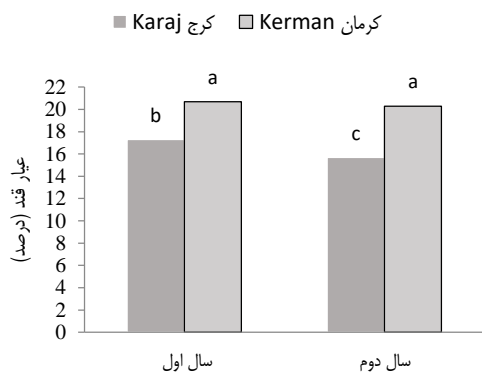
این است که در تراکم مطلوب گیاهی، مقدار کافی مواد غذایی، آب و نور برای بهبود کارایی فتوسنتز فراهم می‌شود که به افزایش سرعت تعرق و در نتیجه بهبود ماده خشک ریشه و عملکرد ریشه در واحد سطح کمک می‌کند. تراکم مطلوب چغندر قند را بین ۹۰



شکل ۳ اثر متقابل روش کاشت- مکان بر عملکرد ریشه

(T1: کشت سنتی، T2: کارنده جان‌دیر، T3: کارنده نیوماتیک، T4, T5, T7: به ترتیب بذکار دستی در فواصل ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی متری در سطح صاف (بدون ایجاد پشته)، T6, T8: بذکار دستی در فواصل ۴۰ و ۵۰ سانتی متری در روی پشته)

## درصد قند



شکل ۴ اثر متقابل سال- مکان بر تغییرات میانگین درصد قند ریشه

اگرچه از نظر آماری روش کاشت اثر معنی‌داری بر درصد قند خالص و ناخالص (عیار قند) نداشت (جدول ۴) اما مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن نشان داد که بین تیمارها از نظر درصد قند خالص و ناخالص اختلاف وجود دارد و میانگین‌ها در دو گروه آماری قرار گرفت (جدول ۶).

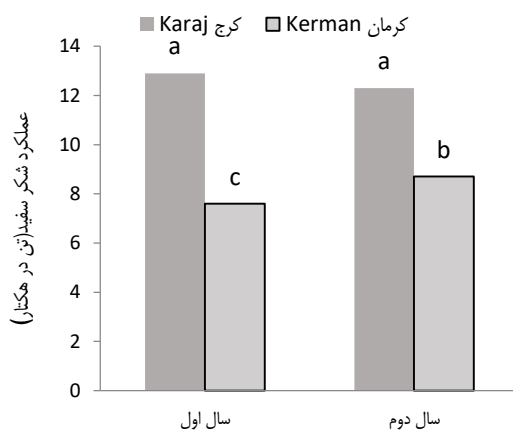
اثر متقابل سال- مکان بر درصد قند ناخالص (عیار) با اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). در منطقه کرج به دلیل شرایط مطلوب‌تر محل اجرای آزمایش (جدول ۳)، عملکرد ریشه بیشتر از کرمان بود (شکل ۳). با توجه به وجود رابطه معکوس بین عملکرد ریشه و عیار قند، افزایش قابل توجه عملکرد ریشه در کرج موجب کاهش عیار قند در این منطقه شده است. در سال دوم اجرای آزمایش به دلیل افزایش حدود چهار تنی میانگین عملکرد ریشه نسبت به سال اول اجرای آزمایش، میانگین عیار قند نسبت به سال اول اجرای آزمایش نیز یک واحد کاهش یافته و از ۱۹ درصد در سال اول به ۱۸ درصد رسیده است (جدول ۵). بیشترین درصد قند با ۲۰/۷ درصد در سال اول و در منطقه کرمان به دست آمد که با درصد قند این منطقه در سال دوم اختلاف معنی‌دار نداشت. کمترین عیار قند نیز با ۱۵/۷ درصد در سال دوم اجرای آزمایش و در منطقه کرج به دست آمد (شکل ۴).

جدول ۶ اثر تیمار بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند

تیمارهای آزمایش	قند ناخالص	قند خالص	عملکرد شکر	عملکرد شکر سفید
	درصد		(تن در هکتار)	
T1	۱۸/۷ab	۱۵/۸ab	۸/۱d	۶/۸d
T2	۱۸/۵ab	۱۵/۵ab	۱۰/۵bc	۸/۶bc
T3	۱۸/۳ab	۱۵/۳ab	۱۰/۳bc	۸/۴bc
T4	۱۸/۳ab	۱۵/۳ab	۱۱/۲b	۹/۳b
T5	۱۹a	۱۶/۱a	۱۲/۴a	۱۰/۴a
T6	۱۸b	۱۵b	۱۰/۹bc	۸/۹bc
T7	۱۸/۷ab	۱۵/۷ab	۹/۹c	۸/۲c
T8	۱۸/۶ab	۱۵/۶ab	۹/۹c	۸/۲c

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح پنج درصد ندارند. T1: کشت سنتی، T2: کارنده جان‌دیر، T3: کارنده نیوماتیک، T4، T5، T7: به ترتیب بذکار دستی در فواصل ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متری در سطح صاف (بدون ایجاد پشته)، T6، T8: بذکار دستی در فواصل ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متری در روی پشته.

در سال دوم، عملکرد شکر در سال دوم اجرای آزمایش به‌طور معنی‌دار افزایش و از ۷/۷ تن در هکتار به ۸/۶ تن در هکتار رسید (شکل ۵).



شکل ۵ اثر متقابل سال - مکان بر تغییرات میانگین عملکرد شکر سفید

تأثیر تیمار (روش‌های مختلف کشت) بر عملکرد شکر و شکر سفید با اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود و میانگین‌ها در گروه‌های آماری مختلف قرار گرفت. بیشترین عملکرد شکر با میانگین ۱۲/۴ تن در هکتار با تیمار بذکار دستی با کشت بذر در سطح صاف (بدون ایجاد پشته) و با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متری (T5) به‌دست آمد (جدول ۶). همچنین تأثیر متقابل تیمار در مکان نیز در سطح یک درصد بر عملکرد شکر سفید معنی‌دار شد. با توجه به اینکه در محصول چغندر قند عملکرد شکر

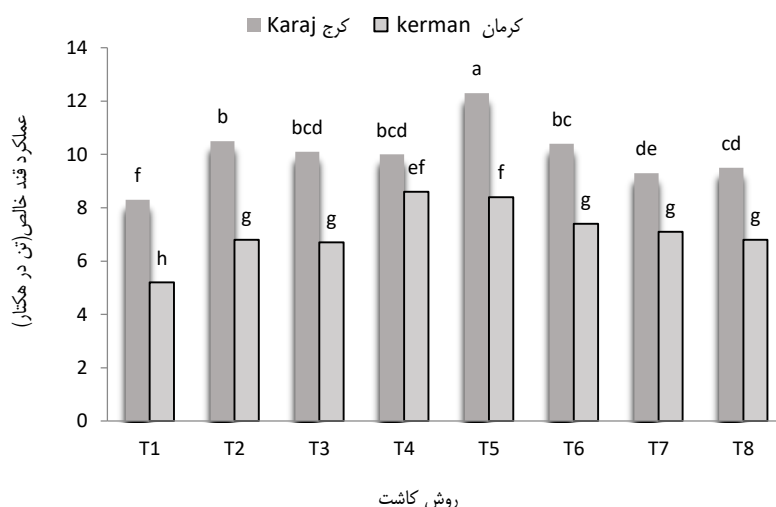
در بین تیمارها، استفاده از بذکار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متری بدون پشته (T5)، به‌ترتیب با ۱۶/۱ و ۱۹ درصد بیشترین درصد قند خالص و ناخالص را داشت و تیمار کاشت بذر با استفاده از بذکار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متری بر روی پشته، کمترین درصد قند را تولید کرد (جدول ۶). بالاترین درصد قند ناخالص در کشت دو ردیفه با فواصل ردیف ۳۵ سانتی‌متری روی پشته و فاصله ۸۰ سانتی‌متری بین دو ردیف گزارش شده است و کاهش فاصله بین ردیف‌ها با افزایش درصد قند همراه بوده است (Ahmad et al. 2010).

### عملکرد قند

اثر متقابل سال در مکان بر عملکرد شکر با اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). با توجه به نتایج مندرج در جدول ۵، ملاحظه می‌شود که اگر چه عملکرد ریشه در سال دوم اجرای آزمایش بیشتر از سال اول آن بوده، ولی در اثر افزایش عملکرد ریشه، عیار قند در منطقه کرج در سال دوم اجرای آزمایش به‌طور قابل توجهی کاهش یافته و از ۱۷/۳ درصد در سال اول به ۱۵/۳ درصد رسیده است (شکل ۴). بنابر این علی‌رغم اینکه در کرج عملکرد ریشه در سال دوم افزایش یافته بود ولی در عملکرد شکر این منطقه تفاوت معنی‌داری نسبت به سال اول اجرای آزمایش مشاهده نشد (شکل ۵). از طرفی در منطقه کرمان با توجه به عدم تغییر درصد قند در دو سال (شکل ۴) و افزایش عملکرد ریشه

عملکرد شکر سفید با ۱۲/۳ تن در هکتار نیز با تیمار استفاده از بذرکار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی متری و کشت در سطح صاف بدون پشته (T5) در منطقه کرج به دست آمد (شکل ۶). در منطقه کرمان استفاده از بذرکار دستی با فاصله ردیف ۳۰ سانتی متری بدون پشته (T4) با ۸/۶ تن در هکتار بیشترین عملکرد شکر سفید را به خود اختصاص داد گرچه با تیمار (T5) اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۶).

از حاصل ضرب عملکرد ریشه و درصد قند به دست می آید (روابط ۴ و ۵) و از طرفی عملکرد ریشه همه تیمارها در منطقه کرج بیشتر از منطقه کرمان بود، لذا روند تغییرات عملکرد شکر هم با اختلافات اندکی از همان روند تغییرات عملکرد ریشه در این مناطق تبعیت می کند (شکل ۶). تفاوت اندک روند تغییرات عملکرد شکر سفید با عملکرد ریشه در مناطق در اثر تفاوت در عیار قند و ناخالصی های دو منطقه با همدیگر می باشد. لذا بیشترین



شکل ۶ اثر متقابل روش کاشت- مکان بر عملکرد قند خالص

(T1): کشت سنتی، T2: کارنده جان دیر، T3: کارنده نیوماتیک، T4، T5، T7: به ترتیب بذرکار دستی با فواصل ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی متری بدون ایجاد پشته، T6، T8: بذرکار دستی در فواصل ۴۰ و ۵۰ سانتی متری در روی پشته.)

کمر است. گرچه عیار چغندر قند از نظر آماری تحت تأثیر روش کاشت قرار نگرفته است، اما از آنجا که عملکرد قند حاصل ضرب عملکرد ریشه در درصد قند است، لذا بیشتر بودن درصد قند خالص و ناخالص در منطقه کرمان تا حدودی جبران کمتر بودن عملکرد ریشه را سبب شده و همین امر سبب کاهش اختلاف عملکرد قند در دو منطقه مورد بررسی نسبت تغییرات عملکرد ریشه شده است. آریتا و همکاران (Arita et al. 1999) گزارش دادند که عملکرد ریشه در فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر (با فواصل بوته ۲۴ سانتی متر) ۳-۸ درصد و عملکرد قند ۳-۱۰ درصد بیشتر از فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر در فاصله بوته ۱۸ سانتی متر بود.

در مقایسه تأثیر روش های کشت بر عملکرد شکر سفید در دو منطقه مشاهده می شود که در کرج روش های کشت سنتی، کشت با بذرکار جان دیر، کشت با بذرکار نیوماتیک، بذرکار دستی با فاصله ردیف ۳۰، بذرکار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر به صورت خطی، بذرکار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر بر روی پشته، بذرکار دستی با فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر به صورت خطی، بذرکار دستی با فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر بر روی پشته به ترتیب موجب افزایش ۵۹، ۵۵، ۵۲، ۱۷، ۴۵، ۳۹، ۳۲ و ۴۰ درصد عملکرد شکر سفید بیشتری نسبت به کرمان شده است (شکل ۶). همچنان که در شکل ۶ مشاهده می شود، در منطقه کرمان درصد تغییرات عملکرد شکر سفید در مقایسه با عملکرد ریشه، از کرج

## نتیجه گیری

نتایج این بررسی نشان داد که صفات کیفی چغندر قند مانند درصد قند خالص و ناخالص، قند ملاس و ناخالصی‌های ریشه، کمتر تحت تأثیر روش کاشت قرار می‌گیرد. ولی صفات کمی محصول مانند عملکرد ریشه، عملکرد شکر، عملکرد شکر سفید و تراکم بوته در واحد سطح به روش کاشت واکنش بیشتری نشان می‌دهد. واکنش صفات کمی به نوع کارنده، به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز وابستگی دارد. در شرایط کرج که بافت خاک برای رشد و نمو چغندر قند مناسب‌تر بود، میانگین عملکرد ریشه و عملکرد قند به دست آمده بالاتر از منطقه کرمان بود که بافت خاک مناسبی برای کاشت چغندر قند نداشت. در نظام‌های خرده‌مالکی و اراضی کوچک استفاده از بذرکار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متری، کاشت خطی و بدون ایجاد پشته بیشترین عملکرد ریشه و قند را تولید کرد. با توجه به اینکه در اراضی کوچک و نظام‌های خرده‌مالکی استفاده از ماشین‌آلات مکانیزه به راحتی ممکن نیست و در غالب موارد کاشت بذر به صورت سنتی انجام شده و متعاقباً عملیات داشت و برداشت محصول با نیروی کارگری و تحمل هزینه خیلی بیشتر انجام می‌شود، با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق توصیه می‌شود از کاشت بذر به روش سنتی در این اراضی پرهیز و برای کاشت بذر به صورت ردیفی و کاهش هزینه‌های تولید، از بذرکار دستی تک ردیفه با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر استفاده شود. در این حالت با توجه به کاهش فواصل خطوط کاشت نسبت به کاشت مکانیزه در اراضی بزرگ (فواصل خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر) تراکم و توزیع بوته در واحد سطح شرایط مناسب‌تری خواهد داشت و با توجه به مطلوب بودن شرایط، عملکرد در واحد سطح (۹۷ تن در هکتار) از کمیت بسیار مناسبی در اراضی کوچک برخوردار خواهد بود.

بررسی نتایج به دست آمده به طور کلی نشان داد که تیمار T5 (کشت با بذرکار دستی با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر بدون ایجاد پشته) بیشترین مقدار قند خالص را در هر دو منطقه کرج و کرمان تولید نموده است. علت این امر را می‌توان به ایجاد تراکم بوته مناسب (حدود ۱۰۸ هزار بوته در هکتار) و توزیع یکنواخت‌تر بوته‌ها در سطح مزرعه و متعاقباً ایجاد پوشش گیاهی زود هنگام و یکنواخت در سطح مزرعه و افزایش بهره‌وری از نور خورشید و دیگر نهاده‌ها ارتباط داد. ضمناً در فاصله ردیف کشت ۴۰ سانتی‌متری اجرای عملیات داشت و برداشت مناسب‌تر از فواصل خطوط کمتر خواهد بود.

## ناخالصی‌های ریشه

جدول ۴ عدم تأثیرپذیری ناخالصی‌های عمده ریشه (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) و همچنین قند ملاس را از روش کاشت نشان می‌دهد. در سایر مطالعات نیز نشان داده شده است که واکنش ناخالصی‌های ریشه به نوع عملیات کشاورزی متفاوت است (Dastorani and Armin 2019; Lotfi Keyvanlo and Armin 2017; Mehrandesh *et al.* 2021; Soleymani and Shahrajabian 2017; Yousefabadi *et al.* 2017). گزارش شده است کشت مستقیم در مقایسه با روش کشت نشایی از نظر درصد قند ناخالص، میزان پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره و قند ملاس مناسب‌تر از کشت نشایی است (Lotfi Keyvanlo and Armin 2017). اکثر مطالعات در این زمینه به واکنش ناخالصی‌های ریشه به مصرف کودهای شیمیایی بوده است به عنوان مثال مهراندیش و همکاران (Mehrandesh *etal.* 2021) گزارش کردند تیمارهای کودشیمیایی موجب افزایش ناخالصی‌های ریشه می‌گردد. زیاد بودن مقدار ناخالصی سبب کاهش درصد قند ریشه و افزایش درصد قند ملاس می‌گردد.

**References:****منابع مورد استفاده:**

- Abdollahian noghabi M, Sheikholeslami R, Babaie. B. Terms and definitions of quantity and technological quality of sugar beet. *Journal of Sugar Beet*. 2005; 21(2): 197-198. (in Persian, abstract in English)
- Ahmad Z, Shah P, Kakar KM, El-Sharkawi H, Gama PB, Khan EA, Honna T, Yamamoto S. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) response to different planting methods and row geometries ii: Effect on plant growth and quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 2010; 8(2): 785-791.
- Arita T, Kajiyama T, Tezuka M. Effect of increased plant population by narrow row width (50 cm) on directly sown sugar beet. *Bull. Hokkaido Prefectural Agric.* 1999. *Exp. Stat*, 77: 23-26.
- Bagherabadi H, Armin M, Filekesh E. The effect of sowing date on yield and yield components of cotton planted in ultranarrow rows and conventional rows. *Iranian Journal of Cotton Researches*. 2019; 7(1): 1-14. (in Persian, abstract in English)
- Heidari M, BORGhei AM. Determination of the number of working days of Mechanized planting and semi – mechanized harvesting of sugar beet in Nahavand region. *Journal of Sugar Beet*. 2013. 29(1): 85-98.
- Chen Y, Cheng Y, Chen J, Zheng Z, Hu C, Cao J. Design and experiment of the buckwheat hill-drop planter hole forming device. *Agriculture*. 2021; 11(11): 1085-1092.
- Dastorani A, Armin M. Effect of the nitrogen rate and weed control treatments on the quantitative and qualitative yield of sugar beet. *Russian Agricultural Sciences*. 2019; 45(5): 423-429.
- Fallahinejad S, Armin M, Asgharipour MR. A survey on the ecological sustainability of introducing new crops in the cropping pattern using energy approach. *Current Research in Environmental Sustainability*. 2021. 3: 100083. (in Persian, abstract in English)
- Findura P, Nozdrovický L, Tóth P, Mrázová E. Evaluation of the work quality of the sugar beet planter in relation to the sugar beet seed parameters. *Research in Agricultural Engineering*. 2008; 54(3): 148-154.
- Haghverdi A, Yonts CD, Reichert DL, Irmak S. Impact of irrigation, surface residue covers and plant population on sugar beet growth and yield, irrigation water use efficiency and soil water dynamics. *Agricultural Water Management*. 2017; 180: 1-12.
- Khozaei M, Haghghi AAK, Parsa SZ, Sepaskhah AR, Razzaghi F, Yousefabadi VA, Emam Y. Evaluation of direct seeding and transplanting in sugar beet for water productivity, yield and quality under different irrigation regimes and planting densities. *Agricultural Water Management*. 2020; 238: 106230. (in Persian, abstract in English)
- Khozaei M, Kamgar Haghghi AA, Zand Parsa S, Sepaskhah AR, Razzaghi F, Yousefabadi V, Emam Y. Effects of plant densities and irrigation regimes on yield, physiological parameters and gas exchange of sugarbeet under transplanting and direct seeding methods. *International Journal of Plant Production*. 2021; 15(4): 635-653. (in Persian, abstract in English)
- Kohansal M, Mansoori H. Socio-economic factors affecting agricultural machines ownership by farmers in Khorasan-razavi province in Iran. *Journal of Agricultural Mechanization*. 2013; 1(1): 53-59. (in Persian, abstract in English)

- Liu Q, Cui T, Zhang D, Yang L, Wang Y, He X, Wang M. Design and experimental study of seed precise delivery mechanism for high-speed maize planter. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 2018; 11(4): 81-87.
- Lotfi Keyvanlo A, Armin M. The effect of seedlings age and date of transfer on quantitative and qualitative characteristics of sugar beet. *Iranian Journal of Field Crop Science*. 2017; 48(1): 301-319. (in Persian, abstract in English)
- Machleb J, Peteinatos GG, Sökefeld M, Gerhards R. Sensor-based in trarow mechanical weed control in sugar beets with motorized finger weeders. 2021; 11(8): 1517.
- Maleki M, Hosein Minekhati H, Zareei S. Design, development and evaluation of a pneumatic planter for sunflower and sugar beet intercropping. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*. 2020; 51(2): 273-283. (in Persian, abstract in English)
- Mehrandesh M, Galavi M, Ramroudi M, Armin M. Effect of different nutrient system on quantitative and qualitative traits of sugar beet in different cultivation methods. *Journal of Crops Improvement*. 2021; 23(1): 59-72. (in Persian, abstract in English)
- Nawaz H, Hussain N, Rehmani MIA, Yasmeen A, Arif M. Comparative performance of cotton cultivars under conventional and ultra-narrow row (unr) spacing. *Pure and Applied Biology*. 2021; 5(1): 15-25.
- Novikov A, Bartenev I, Podvigina O, Nechaeva O, Gavrin D, Zelikov V, Novikova T, Ivetic V. The effect of low-intensive coherent seed irradiation on germinant growth of scots pine and sugar beet. *Journal of Forest Science*. 2021; 67(9): 427-435.
- Raefizadeh A, Armin M, Jamaimoeini M. The critical period of weed control in cotton in conventional and ultra-narrow row spacing condition. *Journal of Crops Improvement*. 2019; 21(3): 247-258. (in Persian, abstract in English)
- Rybář R. Analysis of the factors effecting the work quality indicators of the seeders for establishing of the row crop stand with regard to the sugar beet. Mendel agricultural and forestry university in Brno, Brno. 2005.
- Sadeghzadeh Hemayati S, Taleghani D, Kashani A, Siadat SA, Normohamadi G. Effect of sowing date, planting density and cultivar on solar radiation interception indices in sugar beet. *Journal of Sugar Beet*. 2009; 25(1): 53 – 70. (in Persian, abstract in English)
- Smith J, Wilson R, Yonts C, Palm K. Sugar beet plant emergence as influenced by planter model. In: *American Society of Agricultural Engineers. Meeting (USA)*. 1992.
- Soleymani A, Shahrajabian MH. Effects of planting dates and row distance on sugar content, root yield and solar radiation absorption in sugar beet at different plant densities. *Romanian Agricultural Research*. 2017; 34: 145-155.
- Walsh OS, Liang X, Thornton M, Rogers CW. Uniform plant stand is key to crop yield and quality. *Idaho Crop Improvement Association (ICIA). Extension University Idaho bulletin*. 2018; 951: 11pp.
- Yousefabadi V, Alebrahim MT, Tuobe A, Zand E, Abdollahian- Noghabi M. Effect of seedling transplantation and use of herbicides on control of field dodder (*cuscuta campestris*) in sugar beet. *Romanian Agricultural Resaerch*. 2017; 34: 377-384 . (in Persian, abstract in English)

Zare ZA, Asudar MA, Kazemi N, Rahnama M, Mehdizadeh SA. Monitoring of operational parameters of unisem pneumatic planter and modeling of planting uniformity by image processing. *Agricultural Mechanization and Systems Research*. 2018; 18(69): 31-46. (in Persian with English Summary)

Zarifneshat S, Javadi A, Ahmadi M, Khalili A, Ghaffari H, Behfar H. Technical evaluation of three pneumatical and mechanical planters commonly used for sugar beet sowing in Khorasan area. *Agricultural Science and Sustainable Production*. 2009; 19(2): 45-53. (in Persian, abstract in English)