

## اثر برخی روش‌های آماده‌سازی بستر کاشت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و عملکرد کمی و کیفی چغندر قند

### Effects of some Seedbed Preparation Methods on the Soil Physical Properties and Sugar Beet Yield and Quality

رحیم محمدیان<sup>۱</sup>، محمد یونسی الموتی<sup>۲</sup>، عباس نوروزی<sup>۳</sup>، سعید عباسی<sup>۴</sup>  
و حمید نوشاد<sup>۴</sup>

۱ و ۴- به ترتیب دانشیار و مربی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، کرج

۲- استادیار، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج

۳- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۲۲

#### چکیده

محمدیان، ر.، یونسی الموتی، م.، نوروزی، ع.، عباسی، س. و نوشاد، ح. ۱۳۹۳. اثر برخی روش‌های آماده‌سازی بستر کاشت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و عملکرد کمی و کیفی چغندر قند. مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۰ (۳): ۲۹۵-۲۷۷.

به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف آماده‌سازی بستر کاشت بر عملکرد چغندر قند، این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی مهندس مطهری مؤسسه تحقیقات چغندر قند در کرج و ایستگاه اکباتان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان در دو سال زراعی (۱۳۸۸-۱۳۸۶) اجرا شد. آزمایش در هر منطقه با هفت تیمار آماده‌سازی بستر کاشت و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آماده‌سازی کامل بستر کاشت در پاییز، آماده‌سازی کامل بستر کاشت در بهار و پنج تیمار متفاوت آماده‌سازی بستر کاشت در دو مرحله پاییز و بهار بودند. در فصل رشد، وزن مخصوص ظاهری و شاخص مخروطی خاک اندازه‌گیری شد. در زمان برداشت، تعداد و وزن ریشه، طول طوقه و ریشه ذخیره‌ای و ارتفاع آن از سطح خاک اندازه‌گیری شد. با تهیه خمیر از ریشه به صورت نمونه از هر کرت خصوصیات کیفی آن نظیر درصد قند و ناخالصی‌ها در آزمایشگاه تعیین شد. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف آماده‌سازی بستر کاشت از نظر وزن مخصوص ظاهری خاک و شاخص مخروطی خاک با یک دیگر تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک در فصل رشد و همچنین با افزایش عمق از ۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک، افزایش یافت. در مراحل مختلف رشد با افزایش عمق شاخص مخروط خاک نیز با روندهای متفاوت افزایش یافته و مقادیر آن از اواسط فصل رشد روند تندتری نسبت به اوایل فصل رشد داشت. در تیمارهای مختلف آماده‌سازی بستر کاشت، بالاترین عملکرد قند سفید (۱۰/۲۳ تن در هکتار) در تیمار عملیات پاییزه شخم عمیق، دیسک، لولر و کولتیواتور پنجه‌غازی و عملیات بهاره دیسک و در آوردن ردیف‌های کاشت با پشته‌ساز به دست آمد. با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان این تیمار را به عنوان تیمار برتر معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، بستر کاشت، شاخص مخروط خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک.

## مقدمه

مهم تاخیر در کاشت چغندر قند، عدم امکان آماده‌سازی بستر کاشت در زمان‌های مناسب است (Mohammadian *et al.*, 2010).

با توجه به اطلاعات موجود در کشور ایران، ۳۶/۸ درصد از علل عدم رسیدن به حد بالای تولید عملکرد شکر مرتبط با مدیریت مزارع از مرحله خاک‌ورزی تا برداشت اعلام شده است (Taleghani *et al.*, 2010). همچنین ۲۱/۹ درصد از سهم کل مدیریت مزرعه مربوط به مشکلات مدیریت خاک‌ورزی مزرعه نسبت داده شده است. نامناسب بودن بافت خاک، پایین بودن ماده آلی خاک، فشردگی خاک مزرعه و نامناسب بودن زمان خاک‌ورزی از علل مهم ذکر شده در رابطه با مشکلات خاک‌ورزی است (Taleghani *et al.*, 2010).

ثابت شده است که به طور کلی عدم توجه به کاربرد صحیح ادوات و همچنین انتخاب نامناسب روش و یا زمان آماده‌سازی بستر کاشت، می‌تواند باعث ایجاد مشکلاتی در امر تهیه بستر کاشت نظیر افزایش تراکم خاک سطحی و عمقی شود. تراکم خاک باعث کاهش تهویه خاک شده که این عامل باعث کاهش اکسیژن قابل دسترس گیاه و افزایش دی‌اکسید کربن خاک و صدمه رساندن به گیاه می‌شود. تراکم خاک در محصولات ریشه‌ای (غده‌ای) باعث بد شکل شدن و کاهش قیمت خرید آن‌ها می‌شود. افزایش عمق شخم نفوذپذیری آب در خاک را افزایش داده و ظرفیت نگهداری رطوبت خاک را افزایش می‌دهد. در خاک‌هایی که تراکم هستند، با انجام عملیات زیرشکن طول ریشه و عملکرد محصول افزایش می‌یابد

استفاده از ادوات و روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر اساس نیاز با اهداف متفاوت انجام می‌شود. این اهداف معمولاً شامل مواردی از قبیل از بین بردن علف‌های هرز قبل از کاشت، مخلوط کردن بقایای گیاهی، کود دامی، عناصر غذایی و علف‌کش‌ها به خاک، کاهش فشردگی خاک، کاشت یک گیاه پوششی و یا به هم زدن سطح خاک جهت فرسایش خاک، ایجاد شرایط بهینه جهت کاشت بذر در عمق و با فاصله مناسب، حفظ رطوبت خاک، ایجاد دانه‌بندی مناسب خاک به منظور تسهیل در حرکت رطوبت خاک به سمت بذر، به حداقل رساندن کلوخه‌های خاک در عمق کاشت بذر جهت افزایش سطح تماس خاک با بذر و ایجاد تعدادی کلوخه در سطح خاک به منظور کاهش فرسایش و سله خاک است (Smith, 2013).

از طرف دیگر در چغندر قند معلوم شده است که رابطه نزدیکی بین نورخورشید جذب شده به وسیله چغندر قند و عملکرد شکر وجود دارد و یک تولید خوب در صورت کشت زود هنگام چغندر قند امکان‌پذیر است (Hull and Webb, 1970). در ایران نیز با وجود آن که نتایج آزمایش‌های متعدد حاکی از این واقعیت است که در بسیاری از مناطق کشور، حد فاصل ۱۵ اسفند تا ۱۵ فروردین زمان مناسب جهت کاشت بهاره چغندر قند است، اما آمار کشت چغندر قند بین سال‌های ۱۳۷۹ لغایت ۱۳۸۵، نشان می‌دهد که تنها ۱۵ درصد سطح زیر کاشت چغندر قند تا ۱۵ فروردین ماه به زیر کشت می‌رود (Mohammadian *et al.*, 2010). یکی از علل

است که کشاورزان معمولاً برای کاشت چغندر قند استفاده می‌کنند. در این دو روش خصوصاً در سال‌های پر باران معمولاً به علت تاخیر در کاهش رطوبت خاک امکان کاشت زود هنگام چغندر قند فراهم نمی‌شود. در صورت تعجیل نیز در این دو روش، اگر رطوبت خاک بیش از حد گاورو باشد باعث فشردگی خاک خواهد شد. اگرچه که در صورت مناسب بودن رطوبت خاک (حد گاورو) ممکن است بستر مناسبی نیز جهت رشد چغندر قند فراهم شود. تیمارهای شماره ۲ تا ۵ به گونه‌ای طراحی شدند که عمده عملیات خاک‌ورزی (عملیات سنگین) در پاییز در زمانی که رطوبت خاک مناسب است انجام شود و در بهار با استفاده ادوات متفاوت جهت خاک‌ورزی ثانویه، ضمن کنترل علف‌های هرز، بستر مناسب نیز جهت جوانه‌زنی بذر نیز فراهم شود. استفاده از جو در تیمار شماره ۵ به دلایل استفاده از یک گیاه پوششی جهت کاهش فرسایش خاک در طول فصل پاییز و زمستان و همچنین به عنوان یک گیاه کود سبز بود. به علاوه پیش‌بینی می‌شد در صورت بارش زیاد در پاییز و زمستان، کشت یک گیاه در مقایسه با عدم کشت، به دلیل کاهش رطوبت خاک از طریق تعرق برگها (علاوه بر تبخیر از سطح خاک)، باعث شود رطوبت خاک در بهار زودتر به حد گاورو جهت ادامه عملیات خاک‌ورزی برسد. اما از آنجا که به علت کمبود آب نمی‌توان آبیاری بعد از کشت جو را توصیه کرد، لذا جهت کاربردی کردن این تیمار، جوانه‌زنی و سبز شدن بذرها براساس وجود بارندگی‌های طراحی و اجرا شد. هدف از بنابراین تیمار شماره ۱ نیز با توجه به انجام کلیه

(Soane and Van Quwerkerk, 1994)؛ (Varsa et al., 1997؛ Ngunjiri and Siemens, 1995)؛ لئورتی و پیری (Laureti and Pieri, 2007) برای گیاهان با ریشه سطحی، خاک ورزی سطحی و برای گیاهان با ریشه عمیق‌تر مانند چغندر قند و هویج، خاک ورزی عمیق را توصیه کرده‌اند. این تحقیق به منظور بررسی اثر چند روش آماده‌سازی بستر کاشت بر خصوصیات فیزیکی خاک و مورفولوژی، کمیت و کیفیت ریشه چغندر قند و همچنین بررسی امکان کاشت زود هنگام چغندر قند انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو مکان و دو سال شامل کرج (ایستگاه تحقیقاتی مهندس مطهری موسسه تحقیقات چغندر قند در کرج واقع در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و ارتفاع حدود ۱۳۰۰ متر از سطح دریا)، طی سال‌های زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۷ و ۱۳۸۷-۱۳۸۸ و همدان (ایستگاه اکباتان در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان واقع در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه و ۳۹ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه و ۳۹ ثانیه شرقی و ارتفاع ۱۷۵۷ متر از سطح دریا) طی سال‌های زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۷ و ۱۳۸۸-۱۳۸۹ اجرا شد.

آزمایش با هفت تیمار روش‌های مختلف آماده‌سازی بستر کاشت (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای شماره ۶ و ۷ الگو گرفته از روش‌هایی

جدول ۱- تیمارهای آماده‌سازی بستر کاشت چغندر قند به کار گرفته شده در آزمایش‌های کرج و همدان  
Table 1. Treatments of sugar beet seedbed preparation operated in experiments of Karaj and Hamedan

شماره تیمار Treatment No.	Fall practices	عملیات پاییزه	Spring practices	عملیات بهار
1	Deep ploughing (25-30 cm) with Moldboard plow, disk, leveler and drive of seed rows with stacker	شخم عمیق (حدود ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر) با گاو آهن برگردان دار، دیسک، لولر و ایجاد ردیف‌های کشت با پشته‌ساز		
2	Deep ploughing (25-30 cm) with Moldboard plow, disk, leveler and cultivator tiller blade	شخم عمیق (حدود ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر) با گاو آهن برگردان دار، دیسک، لولر و کولتیواتور پنجه‌غازی	Rotavator and drive of seed rows with stacker	رتیواتور و ایجاد ردیف‌های کشت با پشته‌ساز
3	Deep ploughing (25-30 cm) with Moldboard plow, disk, leveler and cultivator tiller blade	شخم عمیق (حدود ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر) با گاو آهن برگردان دار، دیسک، لولر و کولتیواتور پنجه‌غازی	Chisel cultivator and drive of seed rows with stacker	کولتیواتور قلمی و ایجاد ردیف‌های کشت با پشته‌ساز
4	Deep ploughing (25-30 cm) with Moldboard plow, disk, leveler and drive of seed rows with stacker	شخم عمیق (حدود ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر) با گاو آهن برگردان دار، دیسک، لولر و کولتیواتور پنجه‌غازی	Disk and drive of seed rows with stacker	دیسک و ایجاد ردیف‌های کشت با پشته‌ساز
5	Deep ploughing (25-30 cm) with Moldboard plow, disk, leveler, barly seeding and disk	شخم عمیق (حدود ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر) با گاو آهن برگردان دار، دیسک، لولر، کشت جو، دیسک	Disk and drive of seed rows with stacker	دیسک و ایجاد ردیف‌های کشت با پشته‌ساز
6	Deep ploughing (25-30 cm) with Moldboard plow	شخم عمیق (حدود ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر) با گاو آهن برگردان دار	Disk, leveler and drive of seed rows with stacker	دیسک، لولر و ایجاد ردیف‌های کشت با پشته‌ساز
7			Deep ploughing (25-30 cm) with Moldboard plow, disk, leveler and drive of seed rows with stacker	شخم عمیق (حدود ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر) با گاو آهن برگردان دار، دیسک، لولر و ایجاد ردیف‌های کشت با پشته‌ساز

تیمارها در شرایطی انجام شود که رطوبت خاک در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری در حدود گاورو باشد تا باعث فشردگی و تخریب خاک نشود.

از آن‌جا که ویژگی‌های خاک نیز می‌تواند در روش آماده‌سازی بستر کاشت مؤثر باشد، بنابراین بافت، میزان ماده آلی خاک به همراه برخی ویژگی‌های شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۲). همان‌گونه که مشاهده می‌شود خاک دو مکان آزمایش با یک دیگر تفاوت‌هایی خصوصاً از

عملیات خاک‌ورزی در پاییز، عدم نیاز به هرگونه خاک‌ورزی در بهار و در نتیجه کشت زودتر چغندر قند بود.

تعداد خط در هر کرت شامل ۱۲ خط به طول ۲۰ متر و فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش رقم تجارتي زرقان بود.

آزمایش‌ها در زمینی اجرا شد که کشت قبلی آن گندم بود. سعی شد عملیات خاک‌ورزی در همه

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک مکان‌های آزمایش‌ها

Table 2. Physical and chemical properties of soil in the location of experiments

محل	سال	عمق	واکنش خاک	هدایت الکتریکی	فسفر	پتاسیم	کربن آلی	رس	سیلت	شن	بافت خاک
Location	Year	Depth (cm)	Soil reaction (pH)	ds.m <sup>-1</sup>	P (ppm)	K (ppm)	Organic carbon (%)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Soil texture
کرج Karaj	2008	0-30	7.72	1.31	10.50	590.00	1.17	34.0	55.5	10.5	Silty Clay loam
		30-60	7.90	0.85	10.25	617.50	0.84	40.0	46.5	13.5	Silty Clay
همدان Hamedan	2009	0-30	7.95	1.07	9.86	657.53	1.21	43.4	42.0	14.6	Silty Clay
		30-60	7.99	0.94	8.33	680.76	1.15	32.4	52.0	15.6	Silty Clay loam
همدان Hamedan	2008	0-30	8.40	0.45	14.60	394.00	0.41	21.7	33.7	44.6	Loam
		0-30	7.79	0.73	17.80	576.00	0.45	23.6	34.5	41.9	Loam

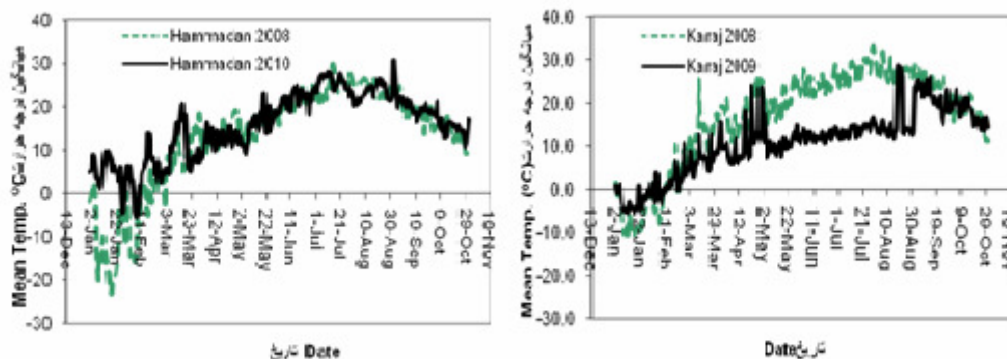
تاریخ کاشت آزمایش‌ها با توجه به اعمال تیمار آزمایش‌ها در اولین فرصت ممکن انجام شد. در کرج در دو سال آزمایش، کاشت و اولین آبیاری تیمار آماده سازی کامل زمین در پاییز (تیمار ۱)، در دهه سوم اسفند ماه انجام شد. امکان کشت سایر تیمارها نیز در سال اول و دوم به ترتیب در دهه سوم و دوم فروردین ماه سال اجرای آزمایش‌ها فراهم شد و پس از کاشت، اولین آبیاری نیز انجام شد. در همدان در هر دو سال آزمایش کاشت کلیه تیمارها در نیمه دوم فروردین ماه به تدریج و با توجه به شرایط رطوبتی خاک انجام شد. در این مکان نیز کاشت تیمار اول زودتر از سایر تیمارها (حدود ۱۰ روز) امکان پذیر شد.

برای بررسی اثر تیمارهای مورد بررسی بر خصوصیات فیزیکی خاک، وزن مخصوص ظاهری آن به روش پارافین (Anonymous, 2009) و میزان نفوذ خاک (شاخص مخروطی خاک) با استفاده از پنترومتر (مدل Penetrologer ساخت شرکت Eijkelkamp)، در کرت‌های آزمایشی اندازه گیری شد. برای یکسان سازی تقریبی رطوبت خاک در زمان اندازه گیری شاخص‌های ذکر شده، این اندازه گیری‌های حدود سه روز بعد از آبیاری

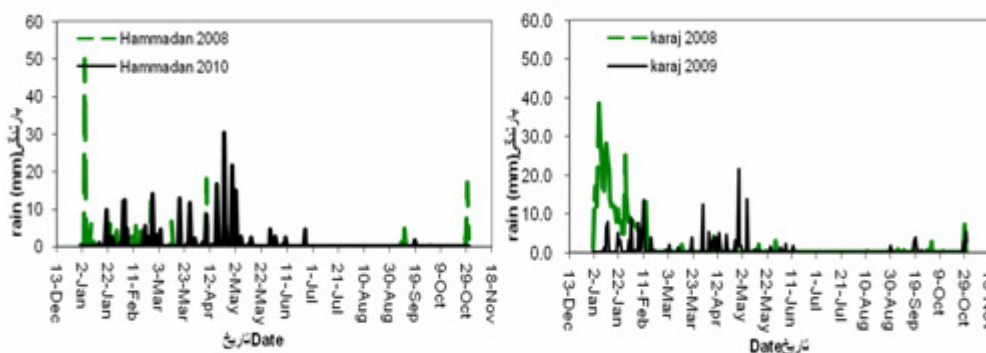
جهت بافت خاک و مقدار ماده آلی داشتند. خاک مزرعه در کرج به علت داشتن ذرات سیلت بالا در محدوده سیلتی و خاک همدان در محدوده لوم بود. مقدار ماده آلی خاک نیز در کرج بیش از همدان بود.

میانگین درجه حرارت در دو سال آزمایش و همچنین نزولات جوی به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در دو سال آزمایش، در همدان در فصل رشد درجه حرارت تقریباً مشابه بود در حالیکه در کرج، سال دوم آزمایش سردتر از سال اول بود. لازم به ذکر است در هیچ یک از سال‌های آزمایش در هر دو منطقه، سطح سبز جو در تیمار شماره ۵ که در عملیات پاییزه، کشت آن در نظر گرفته شده بود به علت کمی بارندگی در پاییز و زمستان عملاً از تراکم مطلوبی برخوردار نبود.

مبارزه با آفات و بیماری‌ها به روش شیمیایی در زمان مناسب انجام شد. در طول فصل رشد در زمان‌های لازم و در شرایط مطلوب از نظر رطوبت خاک عملیات کولتیواسیون و مبارزه با علف‌های هرز انجام شد. آبیاری در کرج به صورت نشتی و در همدان به صورت آبیاری بارانی بود.



شکل ۱- میانگین دما در دو سال آزمایش در کرج و همدان  
 Fig. 1. Mean temperature during two years of experiment in Karaj and Hamedan



شکل ۲- مقادیر بارندگی در دو سال آزمایش در کرج و همدان  
 Fig. 2. Mean rainfall during two years of experiment in Karaj and Hamedan

انجام شد. آزمایش، پس از سبز کردن بذرها، در چهار مرحله از کلیه کرت‌ها (در هر کرت سه تکرار) برای تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک از سه عمق ۰ تا ۲۰، ۲۰ تا ۴۰ و ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک نمونه خاک دست نخورده تهیه و وزن مخصوص آن‌ها اندازه‌گیری شد.

برداشت محصول در آبان ماه انجام شد. در زمان برداشت، وزن و تعداد بوته در هر سطح برداشت و وزن آن تعیین شد. همچنین طول طوقه (حداصل بین پایین‌ترین قسمت اتصال دم‌برگ زنده و سبز تا پایین‌ترین قسمتی که علایم و آثار دم‌برگ‌های

در کرج در دو سال آزمایش بعد از سبز کردن بذرها در سه مرحله اوایل، اواسط و اواخر فصل رشد میزان نفوذ خاک اندازه‌گیری شد. پس از تنظیم پنترومتر در کلیه کرت‌ها (وسط کرت و از جویچه ۵ تا جویچه ۱۰) و در روی یک خط تا عمق حدود ۴۵ سانتی‌متری خاک اندازه‌گیری انجام شد. در همدان، وزن مخصوص ظاهری خاک در اواسط فصل رشد طی دو سال آزمایش در دو عمق ۰ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک در کلیه کرت‌ها اندازه‌گیری شد. در کرج در سال دوم

منطقه مورد بررسی پس از اطمینان از همگنی واریانس خطای آزمایش‌ها با استفاده از آزمون  $K_{max}$  (Frey, 2010) انجام شد. مقایسات میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد آماری انجام شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹٫۱٫۳ انجام شد.

## نتایج و بحث

### ویژگی‌های فیزیکی خاک (وزن مخصوص ظاهری

#### خاک و شاخص مخروطی خاک)

در جدول ۳ مقادیر وزن مخصوص ظاهری خاک برای تیمارهای مختلف مورد بررسی خاک ورزی، برای همدان (در اواسط فصل رشد و میانگین عمق‌های ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری) و کرج (در فصل رشد و میانگین عمق ۰ تا ۶۰ سانتی‌متری) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تیمارهای مورد بررسی در هیچ یک از مناطق ذکر شده، از نظر وزن مخصوص ظاهری خاک با یک‌دیگر تفاوت معنی‌داری نشان ندادند ( $P > 0.05$ ). همانند صفت وزن مخصوص ظاهری خاک، تیمارهای مورد بررسی از نظر شاخص مخروط خاک نیز با یک‌دیگر تفاوت معنی‌داری ( $P > 0.05$ ) نداشتند (جدول ۳). به عبارت دیگر اختلاف اثر تیمارهای مورد بررسی در حدی نبود که باعث اختلاف در ویژگی‌های فیزیکی مورد بررسی در خاک، شود. در ارتباط با اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک گزارش‌های متفاوتی وجود دارد. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد خاک‌ورزی عمیق باعث افزایش نفوذپذیری در خاک، بهبود تهویه خاک و کاهش

اولیه در آن دیده می‌شود، طول ریشه ذخیره‌ای (قسمت مخروطی شکل وحد فاصل بین طوقه تا محلی که قطر ریشه به حدود ۲ سانتی‌متری رسیده و حالت قابل انعطاف دارد) و طول ریشه‌ای که از سطح خاک بالاتر بود، با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. همچنین با تهیه خمیر از ریشه به صورت نمونه از هر کرت خصوصیات کیفی آن نظیر درصد قند و ناخالصی‌ها در آزمایشگاه تعیین شد (Abdolahian Noghbi and Babai, 2013).

با توجه به داده‌های موجود، برای بررسی وزن مخصوص ظاهری خاک در اواسط فصل رشد تجزیه واریانس مرکب برای دو سال آزمایش در همدان (اواسط فصل رشد) در قالب یک آزمایش فاکتوریل (عمق و روش آماده‌سازی بستر کاشت) با طرح پایه بلوک کامل تصادفی انجام شد. همچنین جهت تعیین اثر روش آماده‌سازی بستر کاشت، عمق و زمان نمونه‌برداری (اوایل، اواسط و اواخر فصل رشد) بر وزن مخصوص ظاهری آزمونی با استفاده از آزمایش اسپلیت پلات در مکان و زمان، با داده‌های به دست آمده در کرج در سال دوم آزمایش انجام شد. برای تعیین اثر سال، روش آماده‌سازی بستر کاشت، عمق و زمان نمونه‌برداری (اوایل، اواسط و اواخر فصل رشد) بر شاخص مخروطی خاک، آزمون F با تجزیه واریانس مرکب داده‌های دو ساله کرج در قالب آزمایش اسپلیت پلات در مکان و زمان انجام شد.

برای تعیین اثر تیمارهای مختلف روش‌های آماده‌سازی بستر کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی ریشه و همچنین برخی خصوصیات ظاهری ریشه تجزیه واریانس مرکب برای دو سال و دو

جدول ۳- میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک در همدان (میانگین دو سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ و عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری) و کرچ (۱۳۸۸ و عمق ۰ تا ۶۰ سانتی متری) و میانگین شاخص مخروطی خاک برای تیمارهای مختلف آماده‌سازی بستر کاشت در کرچ (میانگین دو سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ و عمق ۰ تا ۴۰ سانتی متری)

Table 3. Mean of soil bulk density in Hamedan (mean of two years, 2008 and 2010, and depth of 0-30 cm) and Karaj (2009, and depth of 0-60 cm) and soil hardness for different seed bed preparation in Karaj (mean of two years, 2008 and 2009, and depth of 0-40 cm)

شماره تیمارهای آماده‌سازی بستر کاشت Treatment No. of seedbed preparation	وزن مخصوص ظاهری خاک Bulk density (gm <sup>-3</sup> )		شاخص مخروط خاک Soil hardness (Mpasalcm <sup>-1</sup> )	
	همدان (اواسط فصل رشد)		کرچ (طی فصل رشد)	
	Hamedan (mid growing season)		Karaj (during of growing season)	
1	1.36	1.68	2.14	
2	1.41	1.68	2.22	
3	1.35	1.65	2.32	
4	1.41	1.66	2.10	
5	1.44	1.65	2.09	
6	1.41	1.63	2.20	
7	1.41	1.68	2.03	

توضیحات تیمارهای آماده‌سازی بستر کاشت در جدول ۱ نشان داده شده است.

Details of seedbed preparation have been presented in Table 1.

زیرشکنی خاک تا عمق ۳۰ تا ۳۵ سانتی متری و سپس شخم با گاو آهن برگردان‌دار، شاخص مخروط و جرم مخصوص ظاهری خاک را به ترتیب ۱۲/۸ و ۴/۱ درصد کاهش و نفوذ آب در خاک ۲/۴ برابر افزایش یافت. بر اساس این تحقیقات، علت تاثیر عملیات خاک‌ورزی بر وزن مخصوص ظاهری خاک می‌تواند به دلایلی نظیر عمق و زمان عملیات خاک‌ورزی، رطوبت خاک در حین عملیات و وجود و یا عدم وجود بقایا گیاهی باشد. در این تحقیق احتمالاً به دلیل کمبود اختلاف موارد ذکر شده در تیمارهای خاک‌ورزی، روش‌های مختلف آماده‌سازی بستر کاشت اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های فیزیکی مورد بررسی خاک نداشتند.

همان گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود با افزایش عمق، در هر دو مکان مورد بررسی مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک به طور معنی‌داری

جرم مخصوص ظاهری خاک و توسعه بیشتر ریشه چغندر قند می‌شود و در نتیجه مواد غذایی و آب بیشتری از خاک جذب شده و عملکرد افزایش می‌یابد (Minaei *et al.*, 2006؛ Winter, 1983؛ Slowinska-Jurkiewicz, 1994). برخی از محققین نظیر زیمینی (Zimny, 1988)، گایریزا و همکاران (Gyuricza *et al.*, 1999)، کورداس و زیمینی (Kordas and Zimny, 2002) و به آیین و همکاران (Behaen *et al.*, 2012) به تغییر در خصوصیات فیزیکی خاک، نظیر جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی اشاره کرده‌اند، در حالی که برخی دیگر نظیر هائو و همکاران (Hao *et al.*, 2000) اختلافی بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی از جهت اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر وزن مخصوص ظاهری خاک مشاهده نکردند. صلح جو و همکاران (Solhjou *et al.*, 2001) گزارش کردند که در اثر



جدول ۴- مقایسه میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک در اعماق مختلف (میانگین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی) در همدان (۱۳۸۷ و ۱۳۸۹) و کرج (۱۳۸۸)

Table 4. Mean comparison of soil bulk density in different depths (mean of seedbed preparation treatments) in Hamedan (mean of two years, 2008 and 2010) and Karaj (2009)

عمق Depth (cm)	وزن مخصوص Bulk density (gcm <sup>-3</sup> )	
	کرج (طی فصل رشد) Karaj (during of the growing season)	همدان (اواسط فصل رشد) Hamedan (mid growing season)
0-15	1.38b	
15-30	1.42a	
0-20		1.61b
20-40		1.68a
40-60		1.70a

میانگین با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.  
Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% of probability level, according to Duncan's multiple range test.

مخروط خاک نیز در مراحل مختلف رشد با افزایش عمق روند افزایشی داشت، هر چند که شیب افزایشی آن در اواسط و اواخر فصل رشد نسبت به اوایل فصل رشد بیشتر است. کلیه عملیات زراعی در فشردگی سطحی و عمقی خاک مؤثرند. در اثر عبور چرخ‌های تراکتور در ضمن اجرای عملیات زراعی جرم مخصوص ظاهری افزایش و در نتیجه حرکت آب و جریان هوا در اطراف ریشه و احتمالاً تولید محصول کاهش می‌یابد (Cassel and Edwards, 1985; McKyes *et al.*, 1979; Raghavan *et al.*, 1978). عزیزی آق قله (Azizi Agh-ghalah, 2001) نیز گزارش داد که با افزایش تراکم خاک، گنجایش رطوبتی خاک کاهش می‌یابد. مینائی و همکاران (Minaei *et al.*, 2006) اعلام کردند که وجود لایه‌های فشرده در خاک، رشد و نفوذ ریشه چغندر قند، تهویه خاک و حرکت آب در خاک را مشکل می‌سازد. همچنین، افزایش وزن حجمی خاک موجب کند شدن رشد ریشه، اندام هوایی، کاهش طول ریشه و

افزایش یافت ( $P > 0.05$ ). در کرج با افزایش عمق از ۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک، مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک افزایش یافت. اگر چه که اختلاف وزن مخصوص ظاهری خاک در اعماق ۲۰ تا ۴۰ و ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متری با یکدیگر معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ )، اما وزن مخصوص ظاهری خاک در عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری خاک به طور معنی‌داری کمتر از دو عمق دیگر مورد بررسی بود. از آنجا که بیشتر ماشین‌های آماده‌سازی زمین قبل از کاشت و همچنین اجرای عملیات تهویه خاک با استفاده از کولتیواتور در فصل رشد در لایه‌های بالای خاک انجام می‌شود، انتظار می‌رود مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک در لایه‌های بالای خاک کمتر از لایه‌های پایین‌تر باشد. از طرف دیگر همان‌گونه که از نتایج حاصل از کرج (جدول ۵) مشاهده می‌شود مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک طی فصل رشد افزایش نشان داد. مقدار این افزایش از اواسط مرداد به بعد چشمگیر بود و در مرحله نزدیک به برداشت به حداکثر مقدار خود رسید. همان‌گونه که در شکل ۳ نیز مشاهده می‌شود، مقادیر شاخص

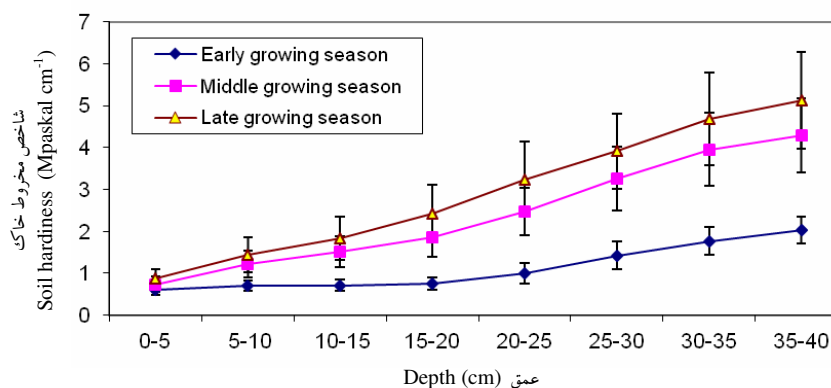
جدول ۵- مقایسه میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک (میانگین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی) در فصل رشد در کرج در سال ۱۳۸۸

Table 5. Mean comparison of soil bulk density (mean of seedbed preparation treatments) during of the growing season in Karaj in 2009

زمان نمونه برداری Sampling date	وزن مخصوص ظاهری Bulk density (gcm <sup>-3</sup> )
18 May	1.60b
22 July	1.65b
9 August	1.66ab
5 September	1.74a

میانگین با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

Means with similar letters are not significantly different at 5% of probability level, according to Duncan's multiple range test.



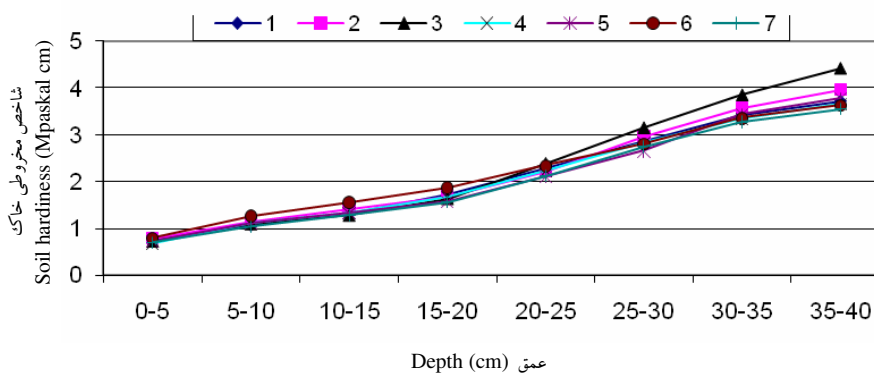
شکل ۳- میانگین دوسال آزمایش برای روند تغییرات شاخص مخروطی خاک در اعماق مختلف خاک در سه مرحله از فصل رشد با شاخص خطا به دست آمده از خطای استاندارد هر میانگین در کرج

Fig. 3. Mean of two years experiment for trend of soil hardness in different soil depths during three stages of growing season, with error bars representing the standar error of the mean in Karaj

معضل فشردگی خاک‌های سنگین، استفاده از خاک‌ورزهای عمیق مانند زیرشکن توصیه شده است. زیرشکنی خاک باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شود (Solhjou *et al.*, 2006).

در شکل ۴ روند تغییرات شاخص مخروطی خاک در اعماق مختلف خاک برای تیمارهای مختلف خاک‌ورزی نشان داده شده است.

ریشه‌های موئین چغندر قند می‌شود. لذا به طور کلی به دلیل مکانیزه شدن کشاورزی و افزایش وزن ماشین‌های کشاورزی، تراکم خاک به صورت یک مشکل چند بعدی شناخته شده است (Soane and Van Quwerkerk, 1994). تردد مداوم ماشین‌ها و ادوات سنگین و استفاده پی در پی از ادوات خاک‌ورزی برگردان‌دار نیز باعث فشردگی خاک می‌شود و برای برطرف کردن



شکل ۴- روند تغییرات شاخص مخروطی خاک برای تیمارهای مختلف خاک ورزی و اعماق مختلف خاک (کرج، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸). شماره‌های ۱ تا ۷ نشان‌دهنده تیمارهای مختلف خاک‌ورزی مطابق جدول ۱ هستند.

Fig. 4. Trend of soil hardness for different seedbed preparation treatments in different soil depths (Karaj, 2008 and 2009. 1-7 denote number of seedbed preparation treatments presented in Table 1).

بررسی در سطح احتمال خطای پنج درصد، معنی‌دار نشان نداد.

در جدول ۷ مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن برای صفات کمی و کیفی ریشه نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تفاوت معنی‌داری در تیمارهای مختلف آماده‌سازی بستر کاشت برای ضریب قلیائیت و همچنین صفت مهم عملکرد قند سفید مشاهده شد. بیشترین کمترین ضریب قلیائیت به ترتیب در تیمارهای شماره ۲ و ۳ مشاهده شد. بالاترین عملکرد قند سفید در تیمار شماره ۴ آماده‌سازی بستر کاشت با میزان ۱۰/۲۳ تن در هکتار مشاهده شد. کمترین مقدار عملکرد قند سفید در تیمارهای شماره ۲ و ۳ به ترتیب با مقادیر ۸/۹۸ و ۹/۰۲ تن در هکتار مشاهده شد. تیمارهای شماره ۱، ۵، ۶ و ۷ از نظر این صفت در گروه حدواسط دو گروه ذکر شده قرار داشتند. در ارتباط با تاثیر روش‌های مختلف آماده‌سازی بستر کاشت بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند گزارش‌های متفاوتی وجود دارد.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود در کلیه تیمارهای خاک‌ورزی با افزایش عمق خاک، مقدار شاخص مخروطی خاک افزایش یافت. اگرچه که در تیمار شماره ۳ این مقدار در عمق بیش از ۲۵ سانتی‌متری بیش از سایر تیمارهای دیگر بود. تیمار شماره ۳ شامل شخم عمیق (حدود ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر) با گاو آهن برگردان‌دار، دیسک، لولر و کولتیواتور پنجه‌غازی در پاییز و کولتیواتور قلمی و ایجاد ردیف‌های کشت با پشته‌ساز در بهار بود. این موضوع نیاز به بررسی بیشتر دارد.

#### صفات کمی و کیفی چغندر قند

در جدول ۶ خلاصه تجزیه واریانس مرکب صفات کمی و کیفی چغندر قند در تیمارهای مختلف آماده‌سازی بستر کاشت در دو سال و دو منطقه (کرج و همدان) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود آزمون F، اثر ساده تیمارهای خاک‌ورزی و همچنین اثر متقابل آن‌ها را با سال یا مکان را بر صفات کمی و کیفی مورد

جدول ۶- تجزیه واریانس مرکب خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند در تیمارهای مختلف آماده‌سازی بستر کاشت

Table 6. Combined analysis of variance of quantitative and qualitative traits of sugar beet in different seedbed preparation treatments

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean squares									
			عملکرد ریشه Root yield	تعداد ریشه Number of roots	درصد قند ناخالص Sugar content	سدیم Na	پتاسیم K	نیترژن مضره α-Amino nitrate	ضریب قلیائیت Alkalinity	درصد قند خالص White sugar content	عملکرد قند سفید White sugar yield	ضریب استحصال Extraction coefficient
Location (L)	مکان	1	27367.82	8004393756	24.69	179.54	7.91	11.45	550.29*	68.66	815.18	815.18
Year (Y)	سال	1	25.81	1130507911	100.65**	0.00	23.37**	0.27	11.48	69.66**	47.84**	4.59
L × Y	مکان × سال	1	5866.28**	3571923262**	3.89	11.47*	24.76**	1.20	0.25	0.99	144.73**	202.87**
L × Y (Rep.)	مکان × سال (تکرار)	12	147.07	369822627**	1.94	1.23	0.80	0.66	29.31	2.30	4.38	9.98
Treatment (T)	تیمار	6	61.70	121768428	1.11	0.81	0.22	0.38	4.88	1.61	2.91	12.31
L × T	مکان × تیمار	6	29.31	59777969	1.33	0.20	0.06	0.36	9.34	1.50	1.43	4.56
Y × T	سال × تیمار	6	66.13	105138140	1.35	0.72	0.30	0.43	2.56	1.82	1.41	13.83
L × Y × T	مکان × سال × تیمار	6	55.51	232459636	1.96	1.76	0.36	0.16	4.23	3.42	4.33	23.72
Error	خطا	72	157.79	147723081	1.84	0.95	0.21	0.34	8.93	2.51	4.28	14.11
CV%	درصد ضریب تغییرات		17.97	10.97	8.21	34.12	8.66	35.70	47.71	11.94	21.93	4.69

\* and \*\*: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

جدول ۷- مقایسه میانگین برخی صفات کمی، کیفی و مورفولوژیکی ریشه چغندر قند در تیمارهای مختلف آماده‌سازی بستر کاشت در دو سال آزمایش در دو منطقه کرج و همدان

Table 7. Mean comparison of some qualitative, quantitative and morphological traits of sugar beet root in different seedbed preparation treatments during two years in Karaj and Hamedan

شماره تیمارهای آماده‌سازی بستر کاشت Treatment No. of seed bed preparation	عملکرد قند سفید White sugar yield (tha <sup>-1</sup> )	ضریب قلیائیت Alkalinity	طول ریشه بالای خاک Root length above soil surface (cm)	طول ریشه ذخیره‌ای Length of storage root (cm)
1	9.43ab	6.26ab	2.72a	21.05abc
2	8.98b	7.18a	2.49bc	20.86abc
3	9.02b	5.70b	2.41c	20.65bc
4	10.23a	5.88ab	2.51bc	21.12a
5	9.58ab	6.01ab	2.55abc	20.52c
6	9.21ab	5.94ab	2.40c	21.06ab
7	9.56ab	6.86ab	2.67ab	21.09a

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% of probability level, according to Duncan's multiple range test.

توضیحات تیمارهای آماده‌سازی بستر کاشت در جدول ۱ نشان داده شده است.

Details of seedbed preparation treatments have been presented in Table 1.

تیمار خاک‌ورزی بر کیفیت محصول چغندر قند تاثیر دارد اما اثر معنی‌دار بر عملکرد محصول ندارد. محققان ذکر شده علت عمده تاثیر روش خاک‌ورزی را بر عملکرد و کیفیت چغندر قند را زمان انجام شخم، عمق شخم و روش شخم (برگردان‌دار و یا غیر برگردان‌دار) اعلام کردند. هریک از این علل ممکن است در شرایط مختلف آب و هوایی و خاک نتایج متفاوتی را در بر داشته باشد.

#### ویژگی‌های ظاهری ریشه

اثر تیمارهای مختلف آماده‌سازی بستر کاشت بر صفت طول ریشه که از سطح خاک بالاتر بود نیز در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار به دست آمد (جدول ۸). با این وجود اثر ساده ویژگی‌های ظاهری مورد بررسی دیگر ریشه و همچنین اثر متقابل سه ویژگی ظاهری ریشه مورد بررسی با اثر سال یا مکان در سطح احتمال پنج درصد، معنی‌دار نبود (جدول ۸). آزمون دانکن، اختلافات معنی‌داری را برای

زمینی (Zimny, 1988)، گوتمنسکی و پیکولیک (Gutmanski and Pikulik, 1994)، میلر و دکستر (Miller and Dexter, 1983)، رینهارد و همکاران (Reinhard *et al.*, 2001) و داتسنکو و همکاران (Dotsenko *et al.*, 2002) گزارش داده‌اند که روش‌های مختلف خاک‌ورزی روی عملکرد و کیفیت چغندر قند تاثير معنی‌داری نداشتند. از طرف دیگر به آیین و همکاران (Behaen *et al.* 2012)، لورتی و پیری (Laureti and Pieri, 2013)، سوبتیک و استاناکف (Subtic and Stanacev, 1982)، صالح‌جـو و محمـدی (Solhjoui and Mohammadi, 2007)، سرولر (Sroller, 1993)، گایریزا و همکاران (Gyuricza *et al.*, 1999)، کوون هوون و همکاران (Kouwenhoven *et al.*, 2002)، و هائو و همکاران (Hao *et al.*, 2000) تاثیر روش خاک‌ورزی را بر عملکرد محصول نشان داده‌اند. زاچ (Zoch, 1979) نیز در تحقیقی نشان داد که

جدول ۸- تجزیه واریانس مرکب برخی صفات مورفولوژیکی ریشه چغندر قند در تیمارهای متفاوت آماده سازی بستر کاشت

Table 8. Combined analysis of variance of some morphological traits of sugar beet root in different seedbed preparation treatments

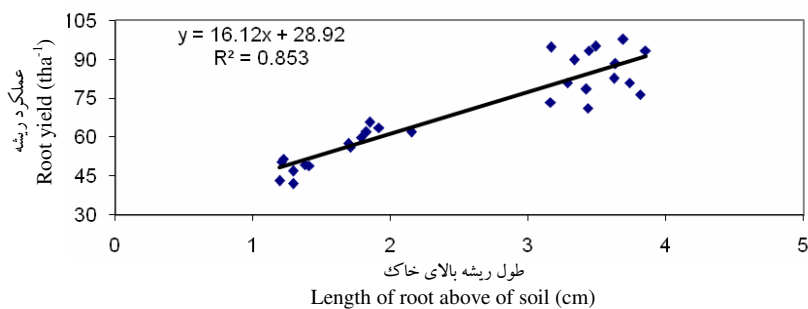
S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean squares		
			طول ریشه بالای خاک Root length above soil surface	طول ریشه ذخیره‌ای Lenght of storage root	طول طوقه Lenght of crown
Location (L)	مکان	1	105.46	22.73	12.07*
Year (Y)	سال	1	2.05*	194.67**	0.07
L × Y	مکان × سال	1	2.35*	640.62**	0.01
L × Y (Rep.)	مکان × سال (تکرار)	12	0.33	12.89	0.18
Treatment (T)	تیمار	6	0.24*	0.91	0.10
L × T	مکان × تیمار	6	0.17	8.34	0.17
Y × T	سال × تیمار	6	0.05	0.22	0.09
L × Y × T	مکان × سال × تیمار	6	0.10	4.24	0.06
Error	خطا	72	0.18	6.24	0.09
CV%	درصد ضریب تغییرات		16.73	11.95	19.14

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

\* and \*\*: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

؛Winter 1983؛Subtic and Stanacev 1982)؛Henriksson and Håkansson, 1993؛Slowinska- Jurkiewicz, 1994؛Minaei *et al.*, 2006). عدم خاک‌ورزی مناسب در زراعت چغندر قند سبب خروج ناهمگن ریشه‌ها و نهایتاً سبب افزایش ضایعات ریشه‌ها هنگام برگ‌زنی و طوقه‌زنی در موقع برداشت می‌شود. از این رو ارائه روش خاک‌ورزی مناسب برای رشد همگن و خروج متناسب ریشه‌های چغندر قند و رفع مشکلات برداشت مکانیزه ضرورت می‌یابد. بررسی رابطه مثبت و معنی دار طول ریشه بالای خاک با عملکرد ریشه در دو سال و دو مکان برای تیمارهای مختلف خاک‌ورزی نشان داد که به طور کلی انتظار بر آن است که با افزایش عملکرد ریشه مقدار طول ریشه‌ای که در بالای خاک است بیشتر باشد (شکل ۵). این امر احتمالاً به دلیل آن است که به علت مقاومت بالای خاک، با بزرگ شدن ریشه‌ها، تمایل به بالا آمدن از سطح خاک بیشتر است. لذا

مقدار طول ریشه بالای خاک و همچنین طول ریشه ذخیره‌ای برای تیمارهای مختلف خاک‌ورزی نشان داد (جدول ۷). بیشترین میانگین طول قسمت ریشه‌ای که از سطح خاک بالاتر بود، در تیمار شماره ۱ و بعد از آن در تیمار شماره ۷ مشاهده شد. سایر تیمارهای دیگر مورد بررسی از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۷). از طرف دیگر طول ریشه ذخیره‌ای در تیمارهای شماره ۴ و ۷ بیشترین و در تیمار شماره ۵ کمترین مقدار بود. گزارش‌های متعدد نشان می‌دهد که مقاومت خاک در شکل ریشه موثر است (Hoffmann and Jungk, 1995)؛Soane and Van Quwerkerk, 1994؛Ngunjiri and Siemens, 1995؛Varsa *et al.*, 1997). گزارش شده است که شخم عمیق سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شده و با سست کردن ساختمان خاک سبب رشد و توسعه بیشتر ریشه چغندر قند می‌شود



شکل ۵- رابطه طول ریشه در بالای سطح خاک با عملکرد ریشه چغندر قند در تیمارهای مختلف خاک ورزی در دو سال آزمایش در کرج و همدان

Fig. 5. Relationship between length of root and sugar beet root yield in different seedbed preparations treatments during two years of experiments in Karaj and Hamedan

شرایط مناسب جهت جوانه‌زنی و رشد جو، امکان داشتن تراکم مناسب در مزرعه فراهم نباشد، لذا تیمار شماره ۴ به نظر می‌رسد قابل توصیه برای همه مناطق نباشد. بدیهی است در مناطقی که این امکان فراهم باشد به دلیل بهبود تاثیر جو بر خصوصیات فیزیکی خاک (در صورت زیر خاک کردن آن قبل از کاشت) و همچنین تسریع در کاشت (به دلیل کاهش سریع تر رطوبت خاک در اوایل بهار به واسطه تعرق بوته‌های جو) می‌توان از این روش نیز استفاده کرد. در شرایط محل آزمایش تنها با کاشت جو هزینه تولید افزایش یافت. تیمارهای شماره ۶ و ۷ نیز علی‌رغم آن که عملکرد قند آن‌ها با تیمار شماره ۴ تفاوت معنی‌داری نداشت اما قابل توصیه نیست، زیرا معمولاً کاشت بعد از این دو روش آماده‌سازی با تاخیر همراه است. معمولاً در اوایل فصل بهار به دلیل رطوبت بالای خاک امکان استفاده از ادوات سنگین فراهم نیست. نتایج تحقیقات انجام شده توسط بسیاری از محققان نشان داده است که تهیه بستر بذر زود هنگام و کاشت زودتر بذر چغندر قند در بهار می‌تواند روی رشد

کم بودن طول ریشه در بالای سطح خاک در تیمارهای شماره ۳ و ۶ با کم بودن عملکرد آن‌ها (جدول ۷) قابل توجیه است. تیمار شماره ۴ با وجود آن که بالاترین عملکرد ریشه را داشت، اما مقدار طول ریشه بالای خاک آن کم بود.

در یک جمع‌بندی نهائی از نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، می‌توان عملیات پاییزه شخم عمیق، دیسک، لولر و کولتیواتور پنجه‌غازی و عملیات بهار دیسک و ایجاد ردیف‌های کاشت با پشته ساز را به عنوان تیمار برتر به دلیل بالاتر بودن عملکرد قند آن معرفی کرد. به نظر می‌رسد استفاده از دیسک در مقایسه با روتیواتور و کولتیواتور قلمی در بهار بستر مناسب‌تری جهت چغندر قند فراهم می‌کند (مقایسه تیمار شماره ۴ با تیمارهای شماره ۲ و ۳ خاک‌ورزی). تیمار شماره ۵ اگرچه اختلاف معنی‌داری با تیمار شماره ۴ از نظر عملکرد قند نداشت، ولی با توجه به این که در برخی سال‌ها و یا مناطق ممکن است به دلیل کمبود بارندگی در پاییز (با در نظر گرفتن آن که هیچ‌گونه آبیاری پس از کشت جو انجام نمی‌شود) و همچنین عدم دیگر

بالاترین عملکرد ریشه را داشت، اما مقدار طول ریشه بالای خاک آن کم بود ممکن است این امر به دلیل آن باشد که این تیمار، بستر مناسب‌تری برای رشد ریشه فراهم می‌کند. این امر می‌تواند باعث کاهش درصد تلفات وزنی خصوصاً در برداشت ماشینی شود. بالاتر بودن طول ریشه ذخیره‌ای در تیمار آماده‌سازی بستر کاشت شامل عملیات پایزه شخم عمیق با گاو آهن برگردان‌دار، دیسک، لولر و کولتیواتور پنجه‌غازی و عملیات بهاره دیسک و ایجاد ردیف‌های کشت با پشته ساز (تیمار شماره ۴) نیز ممکن است به این دلیل قابل توجیه باشد.

#### سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند اجرا شده است. از کلیه همکارانی که در اجرای این تحقیق همکاری داشتند، سپاسگزاری می‌شود.

مطلوب چغندر قند، استفاده بهینه از بارندگی‌های اوایل فصل رشد، افزایش عملکرد محصول و نهایتاً رسیدن و برداشت سریع‌تر محصول اثری معنی‌دار داشته باشد (Mohammadian *et al.*, 2008)؛ اگرچه به دلیل شرایط سال در دو منطقه آزمایش تاریخ کاشت این دو تیمار با تیمار شماره ۴ مشابه شد. اما تیمار شماره ۱ (آماده‌سازی کامل بستر کاشت در پاییز) بعد از تیمار شماره ۴ را می‌توان به عنوان تیمار برتر معرفی کرد. در این روش امکان کشت زود هنگام چغندر قند نیز فراهم است. لازم به ذکر است براساس جدول ۳ تا عمق ۴۰ سانتی‌متری خاک مقادیر شاخص مخروط خاک کمتر از ۴ بود و براساس گزارش ابراهیمی کولایی و همکاران (Ebrahimi-Koulaee *et al.*, 2011) فشرده‌گی بیشتر از چهار مگاپاسکال در عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متری خاک موجب افت عملکرد و کیفیت محصول چغندر قند می‌شود. با این وجود با توجه به این که در تیمار شماره ۴ علی‌رغم آن که

#### References

- Abdolahian Noghabi, M., and Babai, B. 2013.** Sugar beet harvest and storage. pp. 267-287. In: Compilation of Standards for Potential Determination and Damage Assessment, Based on Separate Management and Enforcement Factors, at Different Growth Stages of Sugar Beet. Agricultural Education and Extension Publications, Tehran, Iran (in Persian).
- Anonymous 2009.** Guidelines for Laboratory Analysis of Soil and Water Samples, No. 467. Vice Presidency for Planning and Supervision, Islamic Republic of Iran, Tehran, Iran. 278 pp. (in Persian).
- Azizi Agh-ghalah, B. A. 2001.** Effect of three kinds of soil organic matter on maximum dry bulk density and critical moisture content during soil compaction. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resource 5: 49-63 (in Persian).



- Behaen, M. A., Ashrafmansoori, G. R., and Hamdi, F. 2012.** Effect of different tillage methods in monogerm seedbed preparation on yield and quality of sugar beet. *Journal of Sugar Beet* 28: 123-136 (in Persian).
- Cassel, D. K., and Edwards, E. C. 1985.** Effects of sub soiling and irrigation on corn production. *Soil Science Society of America Journal* 49: 996-1001.
- Dotsenko, I. M., Chmeleva, L. E., and Borodin, A. A. 2002.** Tillage of interrows in sugarbeet cultivation. *Sakharanaya-Svekla* 6: 18-19.
- Ebrahimi-Koulaee, H., Norouzi, A., Hasani, M., Bakhtiari, M.R., Pedram, A., and Noshad, H. 2010.** Effect of compaction on some quantity and quality characters of sugar beet. *Journal of Sugar Beet* 26: 205-214 (in Persian).
- Frey, J. 2010.** Testing for equivalence of variances using Hartley's ratio. *Canadian Journal of Statistics* 38: 647-664.
- Gutmanski, I., and Pikulik, R. 1994.** Possibility of modification of soil cultivation for sugarbeet. *Biuletyn Instytutu Hodowli Aklimatyzacji i Roślin* 190: 83-91.
- Gyuricza, C., Peter, L., Laszlo, P., and Brikas, M. 1999.** Effect of reduce tillage on the physical properties of the soil and on the sugarbeet yield. *Novenytermeles* 48: 631-645.
- Hao, X. Y., Change, C., Larney, F. J., Nitschelm, J., and Regitnig, P. 2000.** Effect of minimum tillage and crop sequence on physical properties of irrigated soil in southern Alberta. *Soil and Tillage Resarch* 57: 53-60.
- Henriksson, L., and Håkansson, I. 1993.** Soil management and crop establishment. pp. 157-177. In: Cooke, D. A., and Scott, R. K. (eds.) *The Sugar Beet Crop: Science into Practice*. Chapman and Hall, London, UK.
- Hoffmann, C., and Jungk, A. 1995.** Growth and phosphorous supply of sugar beet as affected by soil compaction and water tension. *Plant and Soil* 176: 15-25.
- Hull, R., and Webb, D. J. 1970.** The effect of sowing date and harvesting date on the yield of sugar beet. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 75: 223-229.
- Kordas, L., and Zimny, L. 2002.** The effects of long-term using of no-tillage method in sugarbeet production on soil structure indices. *Biuletyn- instytutu- Hodowli-i- Aklimatyzacji- Roslin* 222: 263-270.
- Kouwenhoven, J. K., Perdok, U.D., Boer J., and Oomen G. J. M. 2002.** Soil management by shallow mouldboard ploughing in The Netherlands. *Soil and Tillage Resarch* 65: 125-139.
- Laureti, D., and Pieri, S. 2013.** Tillage reduction in central east Italy. *Helia* 30: 129-134.

- McKyes, E., Nego, S., Douglas, E., Taylor, F., and Raghavan, G. S. U. 1979.** The effect of machinery traffic and tillage on the physical properties of clay and on yield of silage corn. *Journal of Agricultural Engineering Research* 24: 143-148.
- Miller, S. D., and Dexter, A. G. 1983.** No-tillage sugarbeet production. *Sugar Beet Research and Extension Reports* 21: 124-205.
- Minaei, S., Nikandish, P., and Shegh Davode, M. J. 2006.** Assembly and test of a three-wing vibratory subsoiling. *Agricultural Science* 16: 51-60 (in Persian).
- Mohammadian, R., Noshad, H., Bazrafshan, M., and Mirzaei, M. R. 2010.** Sugar beet seed bed preparation. pp. 176-197. In: Taleghani, D. F., Sadeghzadeh, S., and Mesbah, M. (eds.) *Strategic Framework for Sugar Beet Research*. Published by Sugar Beet Seed Institute, Karaj, Iran (in Persian).
- Mohammadian, R., Sadeghian, S.Y., Rahimian, H., and Moghadam, M. 2008.** Reduced water consumption of dormant-seeded sugar beet in a semiarid climate. *Agricultural Water Management* 95: 545- 552.
- Ngunjiri, G. M. N., and Siemens, J. C. 1995.** Wheel traffic effects on corn growth. *Transactions of the ASABE* 38: 691-699.
- Raghavan, G. S. V., Mckyes, E., Gendrom, G., Borghum, B., and Lee, H. H. 1978.** Effect of the soil compaction on the development and yield of corn (maize). *Canadian Journal of Plant Science* 58: 435-443.
- Reinhard, H., Chervet, A., and Sturny, W. G. 2001.** No-tillage in field crops. I. Effect on yields. *Revue-Suisse-d Agriculture* 33: 70-130.
- Scott, R. K., and Jaggard, K. W. 1978.** Theoretical criteria for maximum yield. *Proceedings of the 41<sup>st</sup> IIRB Congress*. pp. 179-198.
- Slowinska-Jurkiewicz, A. 1994.** Changes in structure and physical properties of soil during spring tillage operations. *Soil and Tillage Research* 29: 397-407.
- Smith, J.A. 2013.** Tillage and seedbed preparation, pp. 23-35. In: Wilson, R.G., and J. A. Smith, J. A. (eds.) *Sugar Beet Production Guide*. EC156, University of Nebraska, Cooperative Extension, Nebraska, USA.
- Soane, B. D., and Van Ouwerkerk, C. 1994.** *Soil Compaction in Crop Production*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. 662 pp.
- Solhjou, A. A., Dehghanian, A., Sepaskhah, A., and Niroomand Jahroomi, M. 2006.** Effect of subsoiling and irrigation frequencies on soil physical properties and sugar beet yield. *Journal of Agricultural Engineering Research* 25: 131-144 (in Persian).

- Solhjou, A. A., and Mohammadi, D. 2007.** Technical and economical comparison of subsoiling and conventional irrigation frequency on sugar beet production. *Pajouhesh va Sazandegi* 77: 182-191 (in Persian).
- Sroller, J. 1993.** The influence of cultural practices on the yield and quality of sugarbeet. *Rostlinna - Vyroba* 39: 1137-1140.
- Subtic, B., and Stanacev, S. 1982.** Effect of the depth of basic tillage and additional soil compaction after harvest on the yield, deformations and diseases of sugar beet roots. *Proceedings of the 9th Conference of the Soil Tillage Research Organization*. pp. 243-248.
- Taleghani, D. F., Sadeghzadeh, S., and Mesbah, M. 2010.** Strategic Framework for Sugar Beet Resarch. Published by Sugar Beet Seed Institute, Karaj, Iran. 494pp. (in Persian).
- Varsa, E. C., Chong, S. K., Abolaji, J. O., Farguhar, D. A., and Olsen, F. J. 1997.** Effect of deep tillage on soil physical characteristics and corn (*Zea mays* L.) root growth and production. *Soil and Tillage Resarch* 43: 219-228.
- Winter, S. R. 1983.** Efficient deep tillage for sugarbeet on pullman clay loam. *Journal of American Society of Sugar Beet Technology* 22: 29-33.
- Zimny, L. 1988.** The influence of different autumn tillage treatments on physical properties of soil and yield of sugarbeet. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wroclawiu, Rolnictwo* 47: 45-66.
- Zoch, M. 1979.** Effect of different types of soil tillage on soil properties and yield parameters of wheat and sugarbeet. *Proceedings of the International Soil Tillage Organization, 8<sup>th</sup> Conference* 2: 249-254.

