

ارزیابی روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و رشد چغندر قند (*Beta vulgaris L.*)

عبدالله جوانمرد^{۱*}، غلامرضا قهرمانیان^۲، کیوان فتوحی^۳، امیر اسدی دانالو^۳

۱. استادیار دانشگاه مراغه

۲. عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

۳. دانشجوی دکتری دانشگاه مراغه

*مسئول مکاتبه: a.javanmard@maragheh.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱۴

چکیده

به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر همگنی رشد و تسهیل در خروج غده‌های چغندر قند و خصوصیات فیزیکی خاک، آزمایشی سه ساله به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میان‌دوآب در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارها شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۳۰-۲۵ سانتی متر در پاییز + دیسک و ماله در بهار، شخم با گاوآهن چیزل به عمق ۳۰-۲۵ سانتی متر در پاییز + دیسک و ماله در بهار، شخم با گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۲۰-۱۵ سانتی متر در پاییز + دیسک و ماله در بهار (شاهد) بود. متغیرهایی از قبیل شاخص مخروطی خاک، جرم مخصوص ظاهری، طول ریشه، قطر ریشه، تعداد چند ریشه‌ای شدن، عمق نفوذ ریشه و عملکرد ریشه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که روش‌های مختلف خاک‌ورزی تاثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های فیزیکی خاک نداشتند. بیشترین میزان عملکرد ریشه (۴۷/۵۶ تن در هکتار) به شخم با زیرشکن در عمق ۳۵-۴۰ سانتی متر + گاوآهن برگردان‌دار و بعد از آن به شخم با گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۳۰-۲۵ سانتی متر (۴۴/۷۳ تن در هکتار) تعلق داشت. کمترین میزان تلفات برداشت مکانیزه به ترتیب به شخم با زیرشکن + گاوآهن برگردان‌دار (۰/۸۶۶ تن در هکتار) و گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۳۰-۲۵ سانتی متر (۰/۹۵۸ تن در هکتار) مربوط بود. در نتیجه می‌توان بیان کرد که روش مختلف خاک‌ورزی موجب بهبود خصوصیات رشدی چغندر قند شد، ولی اثر اندکی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک گذاشت.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، خاک‌ورزی، شاخص مخروطی، عملکرد ریشه، تلفات برداشت.

مقدمه

این گیاه اختصاص یافت (فائو، ۲۰۱۳). در ایران نیز طی سال گذشته سطح زیر کشت و تولید چغندر قند به ترتیب برابر ۱۷۸ هزار هکتار و ۵/۹ میلیون تن بوده است (فائو، ۲۰۱۳). چغندر قند به بستر مناسب و عاری از علف هرز نیاز دارد. خاک سطحی باید ریز و فاقد پستی و بلندی در بستر بذر باشد تا جوانه‌زنی یکنواخت و سریعی حاصل

چغندر قند یکی از محصولات زراعی عمده اقلیم‌های مختلف دمایی است (عبدالمتقالب و آتیا، ۲۰۰۹؛ کشاورز پور، ۲۰۱۱). اتحادیه اروپا، آمریکا و روسیه سه تولید کننده بزرگ چغندر قند در جهان هستند، به طوری که در سال ۲۰۱۳، حدود ۴۶۷ هزار هکتار از اراضی آمریکا به کشت

سخت و دست نخورده باقی می‌گذارد، بر اثرگذشت زمان و عدم تغییر عمق شخم احتمال ظهور لایه سخت افزایش می‌یابد. وجود این لایه هرچند نازک بر ظهور و تعداد غده با ریشه‌های منشعب و نیز میزان بیرون زدگی غده از خاک موثر است. نتایج تحقیقات در مورد درصد ریشه‌های منشعب و درصد بیرون‌زدگی غده‌های چغندر قند از خاک موید این مساله است (خواججه‌پور، ۲۰۰۴). نتایج تحقیقات ساعتی و سبزه‌ای (۱۹۹۷) در مورد بررسی اثر روش و عمق شخم بر کیفیت و کمیت چغندر قند در خاکی با بافت لومی نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌های منشعب به میزان ۱۵ درصد و حداکثر میزان بیرون زدگی غده‌ها از خاک به میزان ۱۴/۳ درصد به تیمار شخم محلی (گاواهن برگرداندار به عمق ۱۵ سانتی‌متر در پاییز و دیسک و لولر در بهار) مربوط می‌شد، در حالی که تیماری که در آن از زیرشکن استفاده شده بود از لحاظ درصد ریشه‌های منشعب و بیرون‌زدگی غده‌ها از خاک کمترین مقدار را به خود اختصاص می‌داد. ولی، تاثیر روش‌های خاک‌ورزی مورد استفاده برای صفات محصول ریشه، محصول قند، محصول قند قابل استحصال، پتاسیم، سدیم، نیتروژن، درصد قند قابل استحصال، درصد قند و ملاس اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. عمق و شدت شخم خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را تغییر و رشد و عملکرد محصولات را تحت تاثیر قرار می‌دهد (جابرو و همکاران، ۲۰۱۰). نرم کردن خاک با سیستم‌های شخم عمیق، نفوذ آب، زهکشی درونی و تهویه خاک را بهبود می‌بخشد که سبب افزایش عمق و تراکم و نمو ریشه-دوانی می‌شود و همچنین، سبب قرارگیری عمیق‌تر کود می‌گردد (دباز زوریتا، ۲۰۰۰). طی تحقیقی که گوهری (۲۰۰۵) در مورد بررسی اثر زیرشکن بر توسعه ریشه و تغییرات کمی و کیفیت محصول چغندر قند انجام داد به این نتیجه رسید که نوع شخم بر چگالی ظاهری خاک تاثیر گذاشته است، ولی اثر آن معنی‌دار نبود. همچنین، روش‌های مختلف

گردد. پوکی خاک نقش مهمی در فرم ریشه این گیاه دارد. بستر مناسب، رطوبت بهینه، ردیف‌کار دقیق و کنترل علف‌های هرز در کشت بذر منوژرم دارای اهمیت است (خواججه‌پور، ۲۰۰۴). شرایط نامطلوب بستر بذر موجب تاخیر در سبزشدن، کاهش تعداد بوته‌ها و در نهایت کاهش استقرار و افزایش تنش به گیاه می‌شود (کوچکی و سلطانی، ۱۹۹۶).

اهمیت انتخاب خاک مناسب و عملیات تهیه زمین جهت کاشت چغندر قند مهم است و تهیه بستر بذر در خاکی که دارای عمق مناسب باشد، یکی از شرایط اولیه موفقیت در تولید ریشه‌هایی با قند کافی خواهد بود (رشیدی و کشاورزپور، ۲۰۰۸؛ رشیدی و همکاران، ۲۰۰۹؛ آرویدسون، ۲۰۱۴). کاهش منافذ بین خاک‌دانه‌ها تاثیر زیادی در کاهش نفوذپذیری و زهکشی خاک و تبادل گازها دارد. افزایش مقاومت مکانیکی عامل موثر بر نفوذ ریشه گیاه، فعالیت‌های بیولوژیکی در خاک و بروز بیماری‌های ریشه است. دو عامل اصلی ایجاد تراکم خاک نیروهای مکانیکی ناشی از تردد ماشین‌ها و دام و تراکم طبیعی خاک‌ها است (آلماراس، ۱۹۸۸).

عدم خاک‌ورزی مناسب در زراعت چغندر قند سبب خروج ناهمگن غده‌ها و در نهایت سبب افزایش ضایعات غده‌ها هنگام برگ‌زنی و طوقه‌زنی در موقع برداشت مکانیزه می‌شود. روش‌های مختلف خاک‌ورزی مورد استفاده از نظر نوع وسیله خاک‌ورزی، زمان و تعداد دفعات انجام عملیات خاک‌ورزی متفاوت است که هر کدام به دلیل مزایا و معایب خاص خود و همچنین، میزان هزینه‌ای که ایجاد می‌کنند، ممکن است که عملکرد محصول یا درآمد حاصل از آن را تحت تاثیر قرار دهند. از این‌رو رایج روش خاک‌ورزی مناسب جهت رشد همگن و خروج متناسب ریشه‌های چغندر قند و رفع مشکلات برداشت مکانیزه ضرورت می‌یابد. شخم در عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متری خاک زیرین را

چغندر قند به میزان ۲۱ درصد شد. با توجه به این که چغندر قند بیشترین حساسیت را نسبت به تراکم خاک نشان می‌دهد و حداکثر اثر تراکم بر روی نفوذ ریشه در پروفیل خاک و اثر اصلی آن روی رشد است، این آزمایش با هدف بررسی اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بر صفات کمی جهت کاهش تلفات برداشت و در نهایت افزایش عملکرد کمی و کیفی چغندر قند اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میان‌دوآب طی سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۰ انجام گرفت. این ایستگاه در پنج کیلومتری شمال شهرستان میان‌دوآب قرار گرفته است. متوسط دراز مدت سالانه بارندگی، دما و رطوبت نسبی در این ایستگاه به ترتیب ۲۷۵ میلی‌متر، ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد، ۶۱/۴ درصد است. برخی مشخصات خاک محل اجرای طرح در جدول ۱ آورده شده است.

تیمارها عبارت بودند از: شخم با گاوآهن برگرداندار به عمق ۲۰ - ۱۵ سانتیمتر در پاییز + دیسک + ماله در بهار (شاهد)، شخم با گاوآهن برگرداندار به عمق ۳۰ - ۲۵ سانتیمتر در پاییز + دیسک و ماله در بهار، شخم با گاوآهن چپزل به عمق ۳۰ - ۲۵ سانتیمتر در پاییز + دیسک و ماله در بهار، زیرشکن زنی به عمق ۴۰ - ۳۵ سانتیمتر به همراه شخم با گاوآهن برگرداندار در عمق ۲۰ - ۱۵ سانتیمتر در پاییز + دیسک و ماله در بهار. بذر چغندر قند رقم رسول در ۱۲ ردیف ۲۰ متری با فواصل ۶۰ سانتی‌متر کشت شد و فاصله بین بوته‌ها ۱۸ سانتی‌متر لحاظ شد.

شخم تاثیر معنی‌داری بر صفات کمی و کیفی محصول نداشته است. زاچ (۱۹۷۹) طی تحقیقی در مورد تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر خواص فیزیکی خاک و پارامترهای عملکردی گندم و چغندر قند گزارش کرد که در خاک‌های لومی‌شنی، درصد ریشه‌های منشعب در خاک‌ورزی با روتیواتور ۲۰ درصد بود، در حالی که در خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار یا کولتیواتور سنگین مقدار ۱۰ درصد حاصل شد و درصد ریشه‌های منشعب با کاهش عمق خاک‌ورزی اولیه افزایش یافت. سابوتیک و استاناکو (۱۹۸۲) طی آزمایشاتی در مورد تاثیر عمق خاک‌ورزی اولیه بر عملکرد و تغییر شکل ریشه چغندر قند به این نتیجه رسیدند که افزایش عمق خاک‌ورزی اولیه از ۲۵ به ۳۵ و ۴۵ سانتیمتر سبب کاهش ظهور ریشه‌های تغییر شکل یافته و افزایش طول ریشه، عملکرد ریشه و شکر می‌شود. شولدر و وود (۱۹۹۲) گزارش کردند که موقعی که عملکرد بر اثر تراکم کاهش می‌یابد استفاده از زیرشکن لازم است. آن‌ها پیشنهاد کردند که در موقع استفاده از زیرشکن باید به دو نکته اساسی توجه شود: زیرشکن زمانی استفاده شود که خاک به اندازه کافی برای زیرشکن زدن خشک باشد و عمق زیرشکن زنی از لایه فشرده اندکی بیشتر باشد. واندن پوت و همکاران (۲۰۱۰)، وجد (۲۰۱۱) و آرویدسون (۲۰۱۴) نتایج مشابهی را در مورد اثر تراکم بدست آوردند. صلح‌جو و همکاران (۱۳۸۴) نتیجه گرفتند که زیرشکنی خاک موجب کاهش شاخص پارامترهایی مانند شاخص مخروط به میزان ۱۳ درصد و جرم مخصوص ظاهری خاک به میزان ۴ درصد و افزایش پارامترهایی مانند طول ریشه به میزان ۱۵، رطوبت قابل استفاده گیاه در عمق انجام عملیات زیرشکنی (۳۰-۵۰ سانتیمتری از سطح خاک) به میزان ۱۶ درصد، نفوذ پذیری آب در خاک به میزان ۶۰ درصد و عملکرد ریشه

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

درصد اشباع	هدایت الکتریکی (دسی زمینس بر متر)	pH	درصد مواد خنثی شونده	درصد کربن آلی	فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس
۴۵	۰/۸۵	۸/۲	۵/۴	۰/۹۱	۱۶/۵	۳۹۰	۱۹	۵۸	۲۳

استاندارد انجمن مهندسی کشاورزی آمریکا ساخته شده است.

جهت تعیین جرم مخصوص ظاهری خاک از استوانه های نمونه‌گیری استفاده گردید. در هر کرت قبل از انجام عملیات خاک‌ورزی و بعد از اولین آبیاری و در دو نقطه از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتر و در فواصل ۱۰ سانتیمتری از روی پشته‌ها جرم مخصوص ظاهری خاک اندازه گیری شد. نمونه گرفته شده در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت و وزن خشک آن محاسبه گردید. از تقسیم وزن خشک خاک به حجم نمونه برداشت شده، جرم مخصوص ظاهری خاک بدست آمد (اونگر و کاسپار، ۱۹۹۴). سه هفته قبل از برداشت نسبت به قطع آبیاری اقدام و بعد از طی دوره لازم رشد نسبت به برداشت اقدام و برای هر تیمار با انتخاب ۲۰ غده بصورت تصادفی طول غده‌ها، ماکزیمم قطر غده و محیط طوقه توسط متر نواری اندازه گیری شد. حداکثر طول ریشه از طریق حفر پروفیل در هر تیمار برای پنج غده چغندر قند قبل از برداشت اندازه‌گیری شد. جهت تعیین درصد ریشه‌های منشعب از همین ۲۰ غده استفاده شد. ریشه‌های منشعب بصورت تک ریشه و چند ریشه (دو ریشه، سه ریشه، چهار ریشه و بیشتر از آن) شمارش گردید و به منظور محاسبه عملکرد ریشه، به برداشت دو خط میانی به طول ۱۵ متر از هر کرت اقدام شد. برای برداشت نیز از ماشین سرزن با مکانیزم تیغه-شانه برش استفاده گردید. در این ماشین نخست برگ‌زنی توسط مکانیزم ضربه‌ای لاستیکی و سپس، توسط مکانیزم شانه-تیغه برش عمل سر زنی ریشه چغندر قند صورت می‌گیرد. مکانیزم برگ زن از جنس لاستیک و با تنظیم درست ارتفاع

کلیه عملیات زراعی از جمله آبیاری، تنک، وجین، کولتیواتورزنی به منظور کنترل علف‌های هرز، سله شکنی و سم‌پاشی علیه آفات و بیماری‌ها برای تمام تیمارها بطور یکسان انجام شد. بر پایه نتایج تجزیه آزمون خاک، نیتروژن به میزان ۱۱۵ کیلوگرم از منبع اوره (اوره ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار)، فسفر به مقدار ۹۶ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل (۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات در هکتار) و میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در محل آزمایش پخش و توسط دیسک با خاک مخلوط گردید. همچنین، سولفات منگنز، روی، مس، منیزیم، آهن و اسید بوریک به ترتیب به مقدار ۳۰، ۳۰، ۵۰، ۵۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار براساس خصوصیات شیمیایی خاک و نیاز گیاه مصرف شد. پارامترهای همگنی رشد غده‌ها شامل ارتفاع بیرون زدگی غده از سطح خاک، طول غده، محیط نواری، چند ریشه‌ای و عمق نفوذ ریشه، تعداد ریشه‌های بجا مانده در زمین و تعداد ریشه‌های زخمی، عملکرد ریشه و درصد تلفات بودند. درصد بیرون زدگی غده‌ها از سطح خاک در هر تیمار از معادله زیر محاسبه گردید (ابراهیمی کولابی و بختیاری، ۱۳۸۷ و خواجه‌پور، ۲۰۰۴):

$$100 * \frac{\text{ارتفاع قسمت بیرون زده از سطح خاک}}{\text{طول کامل غده}} = \text{درصد بیرون زدگی غده‌ها از سطح خاک}$$

شاخص مخروطی خاک مزرعه بوسیله دستگاه نفوذسنج مخروطی (اندازه‌گیری با دستگاه Penetrologer ساخت شرکت Ejikamp مدل ART.NR.06.15.01) و به تعداد ۱۰ نفوذ در هر پلات اندازه گیری شد. برای اجرای آزمایش با دستگاه نفوذسنج از یک مخروط با زاویه ۳۰ درجه و قطر ۱۲/۸۳ میلیمتر استفاده گردید که برابر

عمق ۲۰ - ۱۵ سانتی‌متر در پاییز و دیسک و ماله در بهار) با میانگین ۶۳/۳ سانتی‌متر، تیمار برتر از نظر عمق نفوذ ریشه بود که با تیمارهای اول و دوم از نظر آماری در یک گروه واقع شد و تیمار سوم کمترین عمق نفوذ ریشه را با ۴۶/۴ سانتی‌متر به خود اختصاص داد (جدول ۲). نرم کردن خاک با سیستم‌های شخم عمیق، نفوذ آب و تهویه خاک را بهبود می‌بخشد و با کاهش جرم مخصوص ظاهری و افزایش تخلخل خاک موجب افزایش عمق نفوذ ریشه می‌گردد (جابرو و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج تحقیقات سابوتیک و استاناکو (۱۹۸۲) مویید افزایش عمق نفوذ ریشه با افزایش عمق عملیات خاک‌ورزی اولیه از ۲۵ به ۳۵ و ۴۵ سانتی‌متر است. اوزپینار و سای (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند که افزایش عمق خاک‌ورزی موجب افزایش رشد ریشه می‌گردد. بناری و همکاران (۱۹۹۵) کاهش عمق نفوذ ریشه و طول ریشه کلزا را بر اثر شخم سطحی گزارش کرده‌اند.

طول غده از نظر گروه‌بندی آماری در سه گروه مختلف قرار گرفت. تیمار چهارم بیشترین طول غده برداشتی را به میزان ۲۵/۶۳ داشت. تاثیر عملیات خاک‌ورزی بر طول غده برداشتی هماهنگ با عمق نفوذ ریشه است، یعنی با افزایش عمق نفوذ ریشه طول غده نیز بیشتر شده است. به نظر می‌رسد که کاهش تراکم خاک موجب افزایش عمق نفوذ ریشه و در نتیجه افزایش طول غده می‌گردد. تیمار شخم عمیق با گاوآهن برگردان‌دار رتبه دوم را به میزان ۲۴/۳۲ سانتی‌متر به خود اختصاص داده است. دو تیمار دیگر کمترین طول غده برداشتی را داشتند. تحقیقات وان‌دن پوت و همکاران (۲۰۱۰) مویید این مطلب است که روش‌های اجرای شخم عمیق‌تر موجب افزایش رشد ریشه و عملکرد محصول می‌شود.

آن فقط برگ زنی ریشه بدون آسیب دیدن آن انجام می‌شود. واحد سرزن با مکانیزم شانه- تیغه برش این دستگاه توسط یک مکانیزم شناور ساز موجب می‌شود که تیغه ناهمواری‌های مزرعه را دنبال و روی ریشه بالا رود و سپس، سرزنی ریشه مطابق با تنظیم قبلی انجام شود. محل سرزنی غده با تنظیم فاصله شانه با تیغه برش انجام می‌شود. مکانیزم شناور ساز و قرارگیری شانه زیر تیغه برش موجب می‌شود تا تلفات محصول بخاطر عدم یکنواختی در بیرون زدگی غده‌ها از خاک بوجود نیاید. میزان تلفات با بدست آوردن ارتفاع قسمت بیرون زده از سطح خاک برای ۲۰ غده بصورت تصادفی در هر تیمار و با جمع‌آوری و توزین قسمتی از غده‌ها که بریده و ضایع شده‌اند و نیز توزیع غده های برداشت شده، از رابطه زیر محاسبه گردید (ابراهیمی کولایی و بختیاری، ۱۳۸۷).

$$100 \times \frac{\text{وزن قسمت‌های بریده شده غده}}{\text{وزن قسمت‌های برداشت شده غده} - \text{وزن غده برداشت شده}} = \text{درصد تلفات}$$

در نهایت محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و رسم نمودارها با استفاده از برنامه Excel انجام گرفت. پس از تست نرمال بودن و یکنواختی واریانس‌ها، تجزیه مرکب سه ساله داده‌های آزمایش با توجه به تصادفی بودن اثر سال و ثابت بودن اثر تیمارها و با لحاظ کردن امید ریاضی میانگین مربعات، انجام گردید و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از روش دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

عمق نفوذ ریشه و طول غده

جدول ۲ بیانگر تفاوت معنی‌دار بین روش‌های خاک‌ورزی از لحاظ عمق توسعه ریشه و طول غده است. با افزایش عمق عملیات خاک‌ورزی، عمق نفوذ ریشه نیز بیشتر شده است، بطوری که تیمار چهارم (زیرشکن زنی به عمق ۴۰ - ۳۵ سانتی‌متر به همراه شخم با گاوآهن برگردان‌دار در

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مربوط به چغندر قند طی ۳ سال آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		میزان بیرون زدگی غده‌ها	محیط نواری	چندریشه‌ای	تلفات برداشت	عمق توسعه ریشه
سال	۲	۰/۰۰۸۹۶	۵۷۰/۴۴	۵/۰۹۶	۰/۰۰۶۸	۱۱/۶۲۴
اشتباه ۱	۹	۰/۰۰۴۰۸	۵/۰۷۷۸	۴/۲۷۹	۰/۰۰۰۴	۶۵/۹۷۵
نوع خاک‌ورزی	۳	۰/۰۷۱۹۷**	۳۳/۰۵۵**	۱۲/۱۶۸*	۰/۰۰۳۸**	۶۸۵/۰۵**
خاک‌ورزی*سال	۶	۰/۰۲۴۵۲	۳/۵۷۳	۳/۷۳۰	۰/۰۰۰۶	۲۸۳/۷۴
اشتباه ۲	۲۷	۰/۰۰۱۷	۲/۱۷۷	۴/۴۶۲	۰/۰۰۰۲	۲۶/۸۳
ضریب تغییر (درصد)		۰/۹۴۹	۵/۲۴۳	۱۱۲/۰۴	۸/۲۷۵	۹/۴۲

* و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در ارتباط با برداشت و همگنی غده‌های چغندر قند در سه سال آزمایش (۹۲-۹۰)

تیمارهای خاک ورزی	عمق توسعه ریشه (سانتیمتر)	طول غده (سانتیمتر)	درصد بیرون زدگی غده‌ها از خاک	محیط نواری (سانتیمتر)	تلفات برداشت (تن بر هکتار)	تعداد چند ریشه‌ای	عملکرد ریشه (تن بر هکتار)
گاوآهن برگرداندار (۳۰-۲۵ سانتی‌متر)	۵۸/۸۲ab	۲۴/۳۲b	۱۲/۹۸b	۲۹/۵۵a	۰/۹۵ac	۱/۳۲b	۴۴/۷۳ab
گاوآهن چیزل (۳۰-۲۵ سانتی‌متر)	۴۶/۴۵b	۲۳/۰۹c	۲۲/۵۲a	۲۶/۱۵c	۱/۸۰۸a	۳/۶۸a	۴۱/۳b
زیرشکنی (۳۰-۲۵)+ گاوآهن برگرداندار (۲۰-۱۵)	۶۳/۳۲a	۲۵/۶۳a	۱۱/۳۶b	۲۹/۴۲a	۰/۸۶۶c	۱/۹۲ab	۴۷/۵۶a

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن است.

درصد بیرون زدگی غده‌ها از خاک و محیط نواری غده‌ها

درصد بیرون زدگی غده‌ها از خاک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). تیمار مربوط به گاوآهن چیزل بیشترین مقدار درصد بیرون زدگی غده‌ها از خاک را به میزان ۲۲/۵۲ درصد داشت که با تیمار شخم سطحی با گاوآهن برگرداندار (تیمار اول) در یک گروه قرار دارد. در حالی که تیمار چهارم (گاوآهن برگرداندار به عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متر با زیرشکن به عمق ۴۰-۳۵) و تیمار دوم کمترین میزان بیرون زدگی غده‌ها از خاک، به ترتیب با مقادیر ۱۱/۳۶ و ۱۲/۹۸ درصد را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۳). کاهش درصد بیرون زدگی غده‌ها از خاک نیز بیانگر همگنی غده‌های چغندر قند است که با افزایش عمق و کیفیت خاک‌ورزی، درصد بیرون زدگی غده‌ها از خاک کاهش می‌یابد. دلیل این امر آن است که چغندر قند محصول غده‌ای است و نیاز به بستر نرم و عمیق دارد و هر چه این

بستر بطور یکنواخت و نرم تا عمق ۳۰-۲۵ سانتی‌متر آماده شود و نفوذپذیری و تهویه خاک بخوبی انجام شود، عمق نفوذ ریشه بیشتر و غده‌ها شکل همگنی خواهند داشت. عملیات خاک‌ورزی سبب کنترل علف‌های هرز، شکستن سله، افزایش سطوح ناهموار و ایجاد بستری مناسب برای بذر جهت جوانه‌زنی و سبز شدن می‌شود (اوزینار و سالی، ۲۰۰۶). ویژگی‌های فیزیکی بستر بذر تاثیر چشمگیری در سبز شدن گیاهچه، استقرار گیاه و رشد همگن و عملکرد آن دارد. تیمارهای دوم و چهارم با میانگین محیط نواری برای سه سال به ترتیب برابر ۲۹/۵۵ و ۲۹/۴۱ سانتی‌متر در گروه (a) قرار داشت. تیمار شخم سطحی با گاوآهن برگرداندار در گروه جداگانه (b) با میانگین ۲۷/۴۷ سانتی‌متر قرار گرفت. تیمار سوم شخم با گاوآهن چیزل کمترین محیط نواری غده‌ها را با میانگین ۲۶/۵ سانتی‌متر دارا بود (جدول ۳). کاهش بیرون زدگی و افزایش محیط نواری غده‌ها نیز با

به شخم نیمه عمیق و سطحی اثر بیشتری روی جرم مخصوص ظاهری خاک، کربن آلی، مقدار نفوذ و عملکرد محصول دارد.

چند ریشه‌ای شدن غده‌ها

اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بر چند ریشه‌ای شدن غده‌ها معنی‌دار بود (جدول ۲). تیمار سوم با میانگین ۳/۳۶ بالاترین میزان ناهمگنی را به خود اختصاص داد و تیمارهای اول و دوم و چهارم از نظر آماری در گروه جداگانه قرار داشتند. بنابراین، تیمارهای اول، دوم و چهارم به عنوان تیمارهای برتر از نظر همگنی غده‌ها در نظر گرفته شدند (جدول ۳). با توجه به بررسی پارامترهای همگنی، تیمارهای شخم عمیق با گاواهن برگردان‌دار و تیمار شخم سطحی به همراه زیرشکن بعنوان تیمارهای برتر از نظر همگنی غده‌ها و چغندر قند هستند، یعنی این که با افزایش عمق خاک ورزی و افزایش کیفیت شخم، محیط نواری غده‌ها بطور معنی‌دار افزایش می‌یابد و تعداد غده‌های چند ریشه‌ای بر خلاف افزایش محیط نواری غده‌ها کاهش می‌یابد. کاهش غده‌های چند ریشه‌ای بیانگر افزایش همگنی غده‌ها است. چغندر قند به بستر مناسب و عاری از علف هرز نیاز دارد. خاک سطحی باید ریز، تا حدی متراکم و فاقد پستی و بلندی در بستر بذر باشد تا جوانه‌زنی یکنواخت و سریعی حاصل گردد. پوکی خاک نقش مهمی را در فرم ریشه دارد (سید شریفی، ۲۰۰۸). ساعتی و سبزه‌ای (۱۹۹۷) طی تحقیقی که انجام داده‌اند به نتیجه مشابهی در رابطه با کاهش ریشه‌های منشعب رسیدند. نتایج تحقیقات زاچ (۱۹۷۹) نیز موید همین نتایج است.

عملکرد ریشه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی از لحاظ عملکرد ریشه است. مقایسه میانگین‌ها، برتری تیمار زیرشکن‌زنی به عمق ۴۰-۳۵ سانتیمتر به همراه شخم با گاواهن برگردان‌دار در

تراکم خاک در ارتباط است. کاهش فشردگی خاک موجب رشد مناسب ریشه و در نتیجه کاهش بیرون زدگی غده‌ها از خاک می‌شود. وود (۱۹۸۸) طی آزمایشاتی در خاک متراکم لومی شنی با بافت درشت روی چغندر قند نشان داد که افزایش تراکم خاک، توزیع ریشه را در پروفیل خاک کاهش می‌دهد. حداکثر اثر تراکم بر روی نفوذ ریشه در پروفیل خاک و اثر اصلی آن بر روی رشد بود. خاک-ورزی مناسب سبب بهبود ویژگی‌های خاک می‌شود، در حالی که خاک‌ورزی نامناسب ممکن است که سبب فرایندهای مضر در خاک گردد (ایقبال و همکاران، ۲۰۰۵).

میزان تلفات برداشت مکانیزه

تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که بین روش‌های خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان تلفات مکانیزه در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. تیمارهای دوم و چهارم به ترتیب با میانگین افت ۰/۹۵۸ و ۰/۸۶۶ تن در هکتار کمترین میزان تلفات برداشت را داشتند. تیمار سوم با میانگین ۱/۸۰۸ تن در هکتار بیشترین میزان تلفات برداشت را نشان داد (جدول ۳). نتایج تحقیقات زاچ (۱۹۷۹) بیانگر افزایش تلفات برداشت در روش‌های خاک‌ورزی سطحی است. روش‌های خاک‌ورزی عمقی (تیمارهای دوم و چهارم) با ایجاد بستر مناسب از لحاظ تهویه و نفوذپذیری در عمق رشد غده‌های چغندر قند موجب افزایش عملکرد محصول می‌شود. علت افزایش عملکرد را می‌توان بخاطر رشد همگن غده‌ها و عمق نفوذ بیشتر ریشه تفسیر کرد. نتایج تحقیقات سابوتیک و استاناکو (۱۹۸۲) در مورد تاثیر عمق خاک‌ورزی اولیه بر عملکرد و تغییر شکل ریشه چغندر قند بیانگر افزایش طول ریشه و عملکرد محصول است. نتایج تحقیقات حسینی (۱۹۹۸) نیز موید افزایش عملکرد محصول با افزایش عمق خاک‌ورزی است. الاموتی و نواب زاده (۲۰۰۷) گزارش کردند که شخم عمیق نسبت

سانتی متری به ۱۸-۱۲ سانتی‌متری سبب کاهش ۹۰ درصدی عملکرد چغندر قند گردید. شخم عمیق بیشتر از شخم سطحی شرایط خاک را بهبود می‌بخشد، چون سبب سستی خاک، بهبود مقدار ورود آب و تهویه، افزایش عمق و نمو ریشه و سبب حرکات عمیق‌تر کود در نیم‌رخ خاک می‌شود. این نتایج با مشاهدات رشیدی (۲۰۱۱) که گزارش کرد عملیات خاک‌ورزی با بهبود شرایط فیزیکی و مکانیکی خاک (افزایش تخلخل، کاهش جرم مخصوص ظاهری و کاهش مقاومت نفوذی)، بهبود ارتباط بذر- خاک و کنترل بهتر رشد علف‌های هرز سبب افزایش تعداد ریشه در واحد سطح و در نهایت افزایش عملکرد ریشه و قند گردید، مطابقت دارد.

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک

اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی خاک مشاهده نشد (جدول ۴). در صورتی‌که انتظار می‌رفت بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری وجود داشته باشد. علت آن است که خواص فیزیکی خاک در دراز مدت تحت تاثیر عملیات خاک‌ورزی قرار می‌گیرد، مگر این‌که در شرایط نامساعد عملیات خاک‌ورزی انجام شود. بنابراین، از آنجا که این تحقیق سه ساله بوده است، سفتی خاک تحت تاثیر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی قرار نگرفته است. وزن مخصوص ظاهری خاک در دو عمق (۱۵-۳۰ و ۱۵-۰ سانتی‌متر) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. با اینکه مقایسه میانگین تیمارها نشانگر برتری تیمارهای خاک‌ورزی عمیق (تیمارهای ۲ و ۴) از نظر پوکی خاک است، ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای خاک‌ورزی مشاهده نشد که علت آن کوتاه بودن مدت زمان آزمایش برای تغییر خواص فیزیکی خاک است (جدول ۴). نتایج تحقیقات گوجل و همکاران (۲۰۰۵) در خصوص تغییرات در وزن مخصوص

عمق ۲۰ - ۱۵ سانتی‌متر را نشان می‌دهد (جدول ۳). تیمار سوم (گاواهن چیزل) کمترین مقدار عملکرد ریشه را (۴۱/۳ تن در هکتار) بخود اختصاص داده است. عملیات خاک‌ورزی با زیرشکن و گاواهن برگردان‌دار موجب افزایش سرعت نفوذ عمودی آب به خاک در کف جوی و حرکت عرضی آب به زیر پشته می‌گردد و در نتیجه موجب کاهش حرکت آب در ردیف کاشت می‌شود. این امر موجب کاهش شستشوی نیتروژن موجود در پشته می‌شود. بر اثر زیرشکن زنی، نفوذپذیری خاک کف جوی زیاد می‌شود و مدت توقف آب در جویچه‌ها کمتر می‌شود. این عملیات موجب سست کردن خاک اطراف ریشه و کاهش مقاومت خاک و نفوذ بیشتر ریشه در خاک و در نتیجه تولید غده‌های بیشتر و درشت‌تر خواهد شد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۳). افزایش عملکرد ریشه در تیمار زیرشکن‌زنی به عمق ۴۰-۳۵ سانتی‌متر به همراه شخم با گاواهن برگردان‌دار در عمق ۲۰ - ۱۵ سانتی‌متر می‌تواند به دلیل بهبود ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک (افزایش اندازه منافذ، کاهش جرم مخصوص ظاهری، کاهش مقاومت نفوذی، افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی) و در نتیجه بهبود ساختار خاک و افزایش روابط بین ریشه و بذر با خاک و کنترل بهتر علف‌های هرز باشد (محسنی نیاری و همکاران، ۲۰۱۲). زیرشکن‌زنی قبل از کاشت، عملکرد چغندر قند را از ۸/۴ به ۹/۵ تن در هکتار و جذب نیتروژن را از ۴۸/۵ کیلوگرم در هکتار به ۵۷/۴ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (هنریکسن و همکاران، ۲۰۰۵). روین و همکاران (۲۰۱۳) بیشترین عملکرد چغندر قند و گندم را در شخم معمولی گزارش و دلیل آن را افزایش مقاومت نفوذ و وزن مخصوص ظاهری و در نتیجه کاهش جوانه‌زنی و تراکم بیان کردند. کوچ و همکاران (۲۰۰۹) دلیل کاهش عملکرد چغندر قند بر اثر شخم سطحی را کاهش استقرار و تراکم گزارش کردند. کونهون و همکاران (۲۰۰۲) دریافتند که کاهش عمق شخم از ۳۰-۲۰

جدول ۴- میانگین پارامترهای مورد ارزیابی در ارتباط با خصوصیات فیزیکی خاک طی سه سال آزمایش (۹۲-۹۰)

وزن مخصوص ظاهری خاک (gr/cm ³)	شاخص مخروط خاک (دوم) (M.pa)					شاخص مخروط خاک (اول) (M.pa)					
	۱۵-۳۰	۰-۱۵	۳۰-۴۰	۲۰-۳۰	۱۰-۲۰	۰-۱۰	۳۰-۴۰	۲۰-۳۰	۱۰-۲۰	۰-۱۰	
	۱/۴۳	۱/۴۴	۱/۷۶	۱/۷۰	۱/۳۰	۰/۸	۱/۶۹	۱/۴۹	۱/۱۵	۰/۹۰	گاواهن برگردان (۲۰-۱۵ سانتی‌متر)
	۱/۴۴	۱/۴۳	۱/۹۹	۱/۸۰	۱/۳۵	۰/۴۷	۱/۶۲	۱/۳۷	۱/۱۰	۰/۷۷	گاواهن برگردان (۳۰-۲۵ سانتی‌متر)
	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۸۸	۱/۸۴	۱/۵۰	۰/۷۸	۱/۷۲	۱/۴۷	۱/۴۲	۰/۸۴	گاواهن چیزل (۳۰-۲۵ سانتی‌متر)
	۱/۴۴	۱/۴۴	۱/۹۴	۱/۷۷	۱/۳۹	۰/۶۸	۱/۵۶	۱/۴۶	۱/۰۴	۰/۷۹	زیرشکنی (۳۰-۲۵ سانتی‌متر) گاواهن برگردان (۲۰-۱۵ سانتی‌متر)

نواری غده‌ها کاهش یافت. کاهش غده‌های چند ریشه‌ای بیانگر افزایش همگنی غده‌ها است. همچنین، بیشترین میزان عملکرد ریشه (۴۷/۵۶ تن در هکتار) به شخم با زیرشکن در عمق ۴۰-۳۵ سانتی‌متر+ گاواهن برگردان دار و بعد از آن به شخم با گاواهن برگردان دار در عمق ۳۰-۲۵ سانتی‌متر (۴۴/۷۳ تن در هکتار) تعلق داشت. کمترین میزان تلفات برداشت مکانیزه به ترتیب به شخم با زیرشکن+ گاواهن برگردان دار (۰/۸۶۶ تن در هکتار) و گاواهن برگردان دار در عمق ۳۰-۲۵ سانتی‌متر (۰/۹۵۸ تن در هکتار) مربوط بود. در نتیجه می‌توان بیان کرد که روش مختلف خاک‌ورزی موجب بهبود خصوصیات رشدی چغندر قند شد، ولی اثر اندکی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک گذاشت.

پیشنهاد می‌شود که برای تهیه بستر مناسب جهت کشت چغندر قند، از خاک‌ورزی عمیق با گاواهن برگردان دار به عمق ۳۰-۲۵ سانتی‌متر استفاده شود و در صورت وجود لایه سخت از زیرشکن استفاده شود تا اینکه عملکرد و همگنی محصول افزایش یابد.

ظاهری و مقاومت نفوذی خاک نشانگر عدم تغییرات معنی دار تحت عملیات مختلف خاک‌ورزی است که موید نتایج این بررسی بود. شفیق و همکاران (۱۹۹۴)، مصدقی و همکاران (۲۰۰۰) و آلتیکاتا و سلیک (۲۰۱۱) گزارش کردند که با فشردگی خاک، میزان شاخص مخروطی خاک افزایش می‌یابد. صلح‌جو و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند که زیرشکنی موجب کاهش پارامترهایی مانند شاخص مخروطی به میزان ۲۵ درصد و جرم مخصوص ظاهری خاک به میزان ۴ درصد می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که با افزایش عمق خاک‌ورزی و کیفیت شخم، عمق نفوذ ریشه و همگنی غده‌های چغندر قند بطور معنی‌دار افزایش می‌یابد. به طوری که تیمار شخم عمیق با گاواهن برگردان دار و تیمار شخم سطحی به همراه زیرشکن بعنوان تیمارهای برتر از نظر همگنی غده‌های چغندر قند بودند. با افزایش عمق خاک‌ورزی و افزایش کیفیت شخم محیط نواری غده‌ها بطور معنی‌دار افزایش یافت و تعداد غده‌های چند ریشه‌ای بر عکس محیط

منابع

- ابراهیمی کولایی، ح.، بختیاری، م. ر. ۱۳۸۷. تأثیر فشردگی خاک بر عمق توسعه ریشه، کمیت و کیفیت چغندر قند. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات چغندر قند. ص ۱۴.
- حیدری، ا.، همت، ع.، سید معین‌الدین رضوانی، س. م. ۱۳۹۳. اثر خاک‌ورزی بین‌رذیفی بر عملکرد کمی و کیفی سبب زمینی و کارایی مصرف آب در یک خاک ریزبافت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۸(۶۷): ۳۵-۴۴.
- صلح‌جو، ع. ا.، دهقانیان، س. ا.، سپاسخواه، ع. ر.، نیرومند جهرمی، م. ۱۳۸۴. تأثیر عملیات زیرشکن و دور آبیاری بر خواص فیزیکی خاک و عملکرد چغندر قند. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۲۵: ۱۳۱-۱۴۴.
- Abdel-Motagally, F. M. F., Attia, K. K. 2009. Response of sugar beet plants to nitrogen and potassium fertilization in sandy calcareous soil. *Int. J. Agric. Biol.* 11: 695-700.
- Alamouti, M. Y., Navabzadeh, M. 2007. Investigating of plowing depth effect on some soil physical properties. *Pak. J. Biol. Sci.* 10:4510-4514.
- Allmaras, R. R., Kraft, M., Miler, D. E. 1988. Effect of soil compaction and incorporated crop residue on root health. *Ann. Rev. Photo Path.* 26:219-243.
- Altikata S., Celik, A. 2011. The effects of tillage and intra-row compaction on seedbed properties and red lentil emergence under dry land conditions. *Soil Till. Res.* 114:1-8
- Arvidsson, J., Etana, A. and Rydberg, T. 2014. Crop yield in Swedish experiments with shallow tillage and no-tillage 1983-2012. *Eur. J. Agr.* 52: 307-315.
- Bonaria, E., Mazzoncini, M., Peruzzib, A. 1995. Effects of conventional and minimum tillage on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) in a sandy soil. *Soil Till. Res.* 33: 91-108.
- Diaz-Zorita, M. 2000. Effect of deep tillage and nitrogen fertilization interactions on dryland corn (*Zea mays* L.) productivity. *Soil Till. Res.* 54:11-19.
- FAO. 2013. <http://faostat.fao.org/>
- Henriksen, C. B., Rasmussen, J. Soggard. C. 2005. Kemink subsoiling before and after planting. *Soil Till. Res.* 80: 59-68.
- Iqbal, M., Hassan, A.U., Ali, A., Rizwanullah, M. 2005. Residual effect of tillage and farm manure on some soil physical properties and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Int. J. Agric. Biol.*, 7: 54-57.
- Jabro, J.D., Stevens, W.B., Iversen, W.M., Evans, R.G., 2010. Tillage depth effect on soil physical properties, sugar beet yield and sugar beet quality. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 41, 908-916.
- Khajeh-Pour, M. R. 2004. Industrial plant. Isfahan University of Technology. (In Persian).
- Keshavarzpour, F. 2011. Tillage method effects on yield, yield components and quality of sugar beet (*Beta vulgaris*). *World J. Fungal & Plant Biol.*, 2 (2): 28-33.
- Kouchaki, A., Soltani, A. (1996). Sugar beet of agronomy. Mashhad University. (In Persian).
- Kouwenhoven, J. K., Perdok, U. D., Boer, J., Oomen, G. J. M. 2002. Soil management by shallow mouldboard ploughing in the Netherlands. *Soil Till. Res.* 65:125-139.
- Koch, H. J., Dieckmann, J., Büchse, A. and Bernward, M. 2009. Yield decrease in sugar beet caused by reduced tillage and direct drilling. *Europ. J. Agron.* 30: 101-109.
- Gohari, J., Moayeri, M., 2005. Effect of planting layout on water use efficiency, quantity and quality of sugar beet yield. S.B.S.I. Publishers, PP.39. (in Persian)
- Güçlü Yavuzcan, H., Matthies, D., Auernhammer, H. 2005. Vulnerability of Bavarian silty loam soil to compaction under heavy wheel traffic: impacts of tillage method and soil water content. *Soil Till. Res.* 84: 200-215.
- Mohseni Niari, S. Rashidi, M. Mousavi, S. M. Nazari, M. 2012. Effect of Different Tillage Methods on Yield and Quality of Sugar Beet. *Middle-East J Sci Res.* 12 (6): 859-863. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.12.6.171212.
- Mosaddeghi, M.R., Hajabbasi, M.A., Hemmat, A., Afyuni, M., 2000. Soil compactibility as affected by soil moisture content and farmyard manure in central Iran. *Soil Till. Res.* 55: 87-97.
- Ozpinar, S., Cay, A. 2006. Effect of different tillage systems on the quality and crop productivity of a clay-loam soil in semi-arid north-western Turkey. *Soil Till. Res.* 88: 95-106.
- Rashidi, M. 2011. Response of root yield and yield components of sugar beet (*Beta vulgaris*) to different tillage methods. *J. Agri. Biol. Sci.* 6 (8): 7-12.

- Rashidi, M., Keshavarzpour, F. 2008. Effect of different tillage methods on soil physical properties and crop yield of melon (*Cucumis melo*). *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 3: 31–36.
- Rashidi, M., Abbassi, S., Gholami, M. 2009. Interactive effects of plastic mulch and tillage method on yield and yield components of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 5: 420–427.
- Rouven, A., Daniel, G., Heinz-Josef, K., Bernard, L. 2013. Effects of tillage on contents of organic carbon, nitrogen, water-stable aggregates and light fraction for four different long-term trials. *Geoderma* 192: 368–377.
- Saati, M., Sabzee, G. 1997. Effect of tillage deep and methods on sugarbeet yield and properties. Research Report. Hamaden Agricultural Research Center. (in Persian).
- Schulder, R. T., Wood, R. K. 1992. Soil compaction in conservation tillage system and management. Ch.9, 42-45. America, Iowa: Midwest plant service.
- Seyed-Sharifi, R. 2008. Industrial crops. Amidi press. 432 pp (in Persian).
- Shafiq, M., Hassan, A., Ahmad, S. 1994. Soil physical properties as influenced by induced compaction under laboratory and field conditions. *Soil Till. Res.* 29, 13–22.
- Subotic, B., Stanacev, S. 1982. Effect of the depth of basic tillage and additional soil compaction after harvest on the yield, deformations and diseases of sugarbeet roots. Proceedings of the 9th conference of the Soil Tillage research Organization: p.: 243-248; 5ref.
- Unger, P. W., Kaspar, T. C. 1994. Soil compaction and root growth: a review. *Agron. J.* 86: 759-766.
- Van den Putte, A., Goversa, G., Dielsa, J., Gillijnsb, K., Demuzerea, M. 2010. Assessing the effect of soil tillage on crop growth: A Meta-Regression Analysis on European Crop Yields Under Conservation Agriculture. *Eur. J. Agr.* 33(3): 231–241.
- Wejde, T. 2011. Direct Drilling in Sweden. Bulletin 64. Division of Soil Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala (In Swedish, with English summary).
- Wood, R. J. 1988. The sensitivity of barley, field beans and sugarbeet to soil compaction. Dissertation Abstracts International, B: The Sciences and Engineering.
- Zoch, M. 1979. Effect of different types of soil tillage on soil properties and yield parameters of wheat and sugarbeets. Proceedings of the International Soil Tillage Organization. ISTRO (8th Conference). VOL 2: 249-254.

Evaluation of Different Tillage Methods on Soil Physical Properties and Growth Characteristics of Sugarbeet (*Beta vulgaris* L.)

Abdollah Javanmard^{*1}, Gholam Reza Gahramanian², Keyvan Fotouhi², Amir Asadi Danalo¹

1- Assist. Prof. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh.

2- Academic Member of Agricultural Engineering Research Department, Agriculture and Natural Resources Research Center, West Azarbijan, Iran.

3- Ph.D Student of Crop Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh.

*For Correspondence: a.javanmard@maragheh.ac.ir

Received: 15.03.15

Accepted: 27.08.15

Abstract

In order to study the effect of soil preparation methods on the uniform growth of sugar beet, and its effect on the machine harvesting and soil physical properties, a field experiment was established based on RCBD design with four treatments and four replications in west Azerbaijan agriculture and natural resources research center during three growing seasons of 2010-2012. Treatments were mould board plowing at 15-20 cm depth, mould board plowing at 25-30 cm depth, chisel plowing at 25-30 cm depth and sub soiling at 35-40 cm depth plus moldboard plowing at 20 depth. Parameters such as soil cone index, soil bulk density, root length, root diameter, multi-root number, depth of root development and root yield were measured. Results revealed that different tillage had no significant effect on soil physical properties. The highest root yield belonged to second and forth treatment (44.73 and 47.56 t ha⁻¹, respectively). Also, lowest root lost in harvesting related to second and forth treatment (0.866 and 0.958 t ha⁻¹, respectively). Overall, it was concluded that different tillage enhanced growth characteristics of sugar beet and had little effect on soil physical properties.

Keywords: cone index, sugar beet, tillage, root yield, lost harvesting.