اثر مدیریت خاک‌ورزی بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند

عبدالله جوانمرد[۱]،کیوان فتوحی[۲]، سید حمید مصطفوی[۳]

۱ - استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه

۲- عضو هیأت علمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب

۳- دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه

*مسوول مکاتبه: A.javanmard@marageh.ac.ir

تاریخ دریافت:۱۳۹۳/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۲/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تیمار و ٤ تکرار طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب اجرا شد. تیمارها شامل خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار در عمق ۲۰-۱۵ سانتیمتر، گاوآهن برگرداندار در عمق ۳۰ – ۲۵ سانتیمتر، چیزل در عمق ۳۰ – ۲۵ سانتیمتر، زیرشکنی در عمق ٤۰ – ۳۵ سانتیمتر+ شخم با گاوآهن برگرداندار در عمق ۲۰ – ۱۵ سانتیمتر، با عملیات خاک‌ورزی ثانویه یکسان شامل دیسک و لولر برای کلیه تیمارها بودند. صفات کمی و کیفی از قبیل وزن اندام هوایی، درصد پوشش سبز، عملکرد ریشه، قند ناخالص، عملکرد قند خالص، قند ملاس، پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف خاک‌ورزی فقط در مراحل اولیه‌ی رشد روی رشد اندام هوایی اثر معنی‌داری داشتند و در مراحل بعدی تاثیر غیر معنی‌دار بود. اثر خاک‌ورزی بر عملکرد ریشه، درصد و عملکرد قند ناخالص، درصد و عملکرد قند خالص معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد قند به میزان ۷/٦۳ تن در هکتار به تیمار زیرشکنی در عمق ٤۰– ۳۵ سانتیمتر+ شخم با گاوآهن برگرداندار در عمق ۲۰ – ۱۵ سانتیمتر تعلق داشت. بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی از لحاظ میزان نیتروژن مضره، سدیم و پتاسیم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بدین ترتیب با توجه به نتایج آزمایش پیشنهاد می‌شود که برای تهیه بستر مناسب برای کشت چغندرقند، خاک‌ورزی عمیق با گاوآهن برگرداندار در عمق ۳۰-۲۵ سانتیمتر مدنظر قرار گیرد و در صورت وجود لایه سخت از زیرشکن استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن مضره، خاک‌ورزی، عملکرد ریشه، عملکرد قند، میزان قند

مقدمه

چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) 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 چغندرقند در جهان هستند، به طوری که در سال ۲۰۱٤، حدود ٤٦۷ هزار هکتار از اراضی آمریکا به کشت این گیاه اختصاص یافت (فائو، ۲۰۱٤). در ایران نیز، طی سال گذشته سطح زیر کشت و تولید چغندرقند به ترتیب برابر ۱۰٦ هزار هکتار و ٤/۲ میلیون تن بوده است (فائو، ۲۰۱٤). محصول اصلی چغندرقند شکر است که بخش مهمی از انرژی مورد نیاز بدن انسان را تامین می‌کند. محصولات فرعی چغندرقند ملاس و تفاله است. ۳۰ درصد شکر تولیدی جهان از چغندرقند حاصل می‌گردد (درایکوت، ۲۰۰٦). مصرف سالانه قند و شکر در ایران حدود ۱/۵ میلیون تن است که تنها ٦۰ درصد آن در داخل تولید می‌گردد و بقیه از کشورهای دیگر وارد می‌شود (به‌آیین، ۲۰۱۱). اتحادیه اروپا و اوکراین بزرگترین صادرکنندگان شکر حاصل از

چغندرقند در دنیا هستند (فائو، ۲۰۱٤). اگرچه استفاده از ارقام مناسب، کودهای شیمیایی، علف کش‌ها و برداشت مکانیکی سبب افزایش تولید چغندرقند گردید، ولی باز در مقایسه با کشورهای برتر تولید کننده چغندرقند، مثل روسیه (٤۸ میلیون تن)، فرانسه (۳۸ میلیون تن) و امریکا (۲۷ میلیون تن) پتانسیل تولید پایین است. بخشی از این تولید پایین مربوط به پایین بودن سطح زیر کشت این گیاه و بخشی دیگر نیز مرتبط با عملکرد در واحد سطح پایین آن است، به طوری که در ایران عملکرد در واحد سطح به طور تقریبی ۲۰ درصد کمتر از کشورهای مهم تولیدکننده است.

خاک‌ورزی یکی از ضروری‌ترین فاکتورهای تولید گیاهان است که خصوصیات فیزیکی خاک (رشیدی و کشاورزپور، ۲۰۰۸) و بنابراین، عملکرد محصول (رشیدی و همکاران، ۲۰۰۹) را تحت تاثیر قرار می‌دهد. عملیات خاک‌ورزی سبب کنترل علف‌های هرز، شکستن سله، افزایش سطوح ناهموار و ایجاد بستری مناسب برای بذر جهت جوانه‌زنی و سبز شدن می‌شود (اوزپینار و سای، ۲۰۰٦). خاک‌ورزی مناسب سبب بهبود ویژگی‌های خاک می‌شود، در حالی که خاک‌ورزی نامناسب ممکن است که سبب فرایندهای مضری در خاک گردد (ایقبال و همکاران، ۲۰۰۵). عمق و شدت شخم خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را تغییر می‌دهد که رشد و عملکرد محصولات را متاثر می‌سازد (جابرو و همکاران، ۲۰۱۰). جابرو و همکاران (۲۰۱۰) نتیجه گرفتند که عملکرد و کیفیت چغندرقند به طور معنی‌داری تحت تاثیر عمق شخم قرار نمی‌گیرد، اگرچه عملکرد شکر در شخم عمیق ٤ درصد بیشتر از شخم سبک بود. همچنین، عملکرد ریشه، درصد قند و نیترات ریشه به طور جزیی در شخم عمیق بیشتر بودند. الاموتی و نواب زاده (۲۰۰۷) گزارش کردند که شخم عمیق نسبت به شخم نیمه عمیق و سطحی اثر بیشتری روی جرم مخصوص ظاهری خاک، کربن آلی، مقدار نفوذ و عملکرد محصول دارد. آن‌ها همچنین، نتیجه‌گیری کردند که جرم مخصوص ظاهری خاک، مقدار نفوذ و عملکرد محصول با افزایش عمق شخم افزایش یافت. تحت خاک‌ورزی‌های کاهشی بقایای سطحی سبب افزایش تجمع کربن آلی، توده میکروبی و فعالیت آنزیمی می‌گردد (کندی و اسچلینگر، ۲۰۰٦) که در نهایت رهایش مواد مغذی از منابع آلی و معدنی را افزایش می‌دهد. سانتیاگو و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که ماده آلی خاک، فعالیت میکروبی و همچنین، عناصر ریز مغذی فقط در شرایط بدون خاک‌ورزی بالاتر از خاک‌ورزی مرسوم با گاوآهن برگرداندار بود و بین خاک‌ورزی حداقل با خاک‌ورزی مرسوم اختلاف معنی‌داری از این لحاظ وجود نداشت. نتایج تحقیقات ساعتی و سبزه‌ای (۱۳٦۵) در مورد بررسی اثر روش و عمق شخم بر کیفیت و کمیت چغندرقند در خاکی با بافت لومی نشان داد که عملکرد ریشه، قند، مقادیر پتاسیم، سدیم، نیتروژن، درصد قند قابل استحصال، خلوص و قند ملاس اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. همچنین طی تحقیقی که گوهری (۱۹۹٤) در مورد بررسی اثر زیرشکن بر توسعه ریشه و تغییرات کمی و کیفیت محصول چغندرقند انجام داد به این نتیجه رسید که روش‌های مختلف شخم تاثیر معنی‌داری بر صفات کمی و کیفی محصول نداشته است. سابوتیک و استاناکف (۱۹۸۲) گزارش کردند که افزایش عمق خاک‌ورزی اولیه از ۲۵ به ۳۵ و ٤۵ سانتیمتر سبب کاهش ظهور ریشه‌های تغییر شکل یافته و افزایش طول ریشه، عملکرد ریشه و شکر گردید. با توجه به این که یکی از شرایط اولیه موفقیت در تولید چغندرقند انتخاب خاک مناسب و عملیات تهیه زمین است، آزمایشی با هدف بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی از لحاظ عملکرد و کیفیت چغندرقند اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار روش مختلف خاک‌ورزی و ٤ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب واقع در پنج کیلومتری شمال شهرستان میاندوآب در سال‌های زراعی

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه (cm)	هدایت الکتریکی (ds/m)	pH	درصد کربن آلی	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	بافت خاک
۰-۳۰	۱/۵۲	۷/۵	۰/۷۹	۰/۰۸	۱۱/۳۱	۳۲۰	۱۸	۵۹	۲۳	سیلتی لوم
۳۰ - ۶۰	۱/۰۷	۷/۳	۰/٤٥	۰/۰٤	٦/۳۸	۱۸۰	۲۰	۵۲	۲٤	سیلتی لوم

۹۲-۱۳۹۰ انجام گرفت. متوسط دراز مدت سالانه بارندگی، دما و رطوبت نسبی در این ایستگاه به ترتیب ۲۷۵ میلیمتر، ۱۰/۵ درجه سانتیگراد و ٦۱/٤ درصد است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. بر پایه نتایج آزمون خاک، نیتروژن به میزان ۱۱۵ کیلوگرم از منبع اوره (اوره ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار)، فسفر به مقدار ۹٦ کیلوگرم درهکتار از منبع سوپرفسفات تریپل (۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات در هکتار) و سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار 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 مصرف شد. 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 چیزل به عمق ۳۰ – ۲۵ سانتیمتر در پاییز + دیسک و ماله در بهار، زیرشکن زنی به عمق ٤۰ – ۳۵ سانتیمتر به همراه شخم با گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۲۰ – ۱۵ سانتیمتر در پاییز+ دیسک و ماله در بهار. رقم مونوژرم تریپلوئید رسول با عادت رشدی خوابیده مورد استفاده قرار گرفت. مساحت هر کرت آزمایشی ۱٤٤ متر مربع بود. به منظور جلوگیری از اثرات واحدهای همجوار بر روی یکدیگر فاصله بین کرت‌ها ۲ متر و بین بلوک‌ها ۳ متر در نظر گرفته شد. فاصله ردیف‌های کشت ٦۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته بر روی ردیف ۱۸ سانتی‌متر لحاظ شد. کشت به صورت جوی و پشته و بذور چغندرقند توسط دست در عمق ۲/۵ سانتی‌متری کشت شدند. در هر سه سال کلیه عملیات زراعی از جمله آبیاری با استفاده از سیفون، تنک و وجین در مرحله ۸-٤ برگی با دست برای تمام تیمارها به طور یکسان انجام شد. مبارزه علیه آفت کک و سرخرطومی (خرطوم کوتاه)، لیتا و برگ‌خوران با سم حشره‌کش دیازینون به مقدار سه لیتر در هکتار صورت پذیرفت. به منظور سله شکنی و تهویه لازم و دفع علف‌های هرز نسبت به کولتیواتورزنی به تعداد سه مرحله اقدام شد.

طی رشد گیاه درصد پوشش سبز در ٤ مرحله رشدی گیاه اندازه گیری شد. چهار مرحله رشد شامل S1- مرحله ابتدایی رشد که از زمان پس از استقرار تا زمانی که گیاه ۱۰٪ سطح زمین را می‌پوشاند. S2- مرحله توسعه گیاه که از انتهای مرحله ابتدایی تا زمانی که گیاه به حداکثر رشد می‌رسد و حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد سطح زمین را می‌پوشاند. S3- مرحله میانی که از انتهای مرحله توسعه تا زمانی که گیاه شروع به رسیدن می‌کند و شاخص سطح برگ شروع به کاهش می‌کند.S4-مرحله نهایی که از انتهای مرحله میانی (از شروع کاهش شاخص سطح برگ تا برداشت محصول) است (فتوحی و همکاران، ۱۳۸۷). برای اندازه‌گیری درصد پوشش سبز از یک چارچوب به ابعاد ٦۰×۱٦۰ سانتی‌متر استفاده شد. اضلاع آن به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم و با استفاده از نخ داخل چارچوب به ۱۰۰ قسمت تقسیم گردید. با قرار دادن این چارچوب بر بالای پوشش گیاهی و نگاه کردن به صورت عمودی، هرگاه ۵۰ درصد هر خانه با پوشش سبز گیاه پر بود، به عنوان خانه پر حساب می‌شد. مجموع تعداد خانه‌های پر درصد پوشش سبز را نشان می‌داد (فیرمن و آلن، ۱۹۸۹). سه هفته قبل از برداشت (سال اول و دوم: دهم مهر ماه و سال سوم: ۷ مهرماه) نسبت به قطع آبیاری و بعد از طی دوره لازم رشد نسبت به

برداشت اقدام و برای هر تیمار با انتخاب بیست غده به صورت تصادفی وزن خشک و تر اندام‌های هوایی اندازه‌گیری شد. به منظور محاسبه عملکرد ریشه نسبت به برداشت ۲ خط میانی به طول ۱۶ متر از هر کرت در اول آبان‌ماه برای هر سه سال اقدام شد. سپس، از هر کرت تعداد ۳۰ ریشه به صورت تصادفی به عنوان معیار هر کرت انتخاب، برداشت و سرزنی شد. پس از شستشوی ریشه‌ها و توزین آن‌ها، خمیر ریشه (پلپ) در آزمایشگاه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب تهیه و بعد از انجماد برای تجزیه‌های آزمایشگاهی و تعیین صفات درصد قند، نیتروژن مضره، املاح سدیم و پتاسیم به آزمایشگاه تکنولوژی موسسه تحقیقات چغندرقند ارسال گردید. درصد قند به روش پلاریمتری، مقدار پتاسیم و سدیم به روش فیلم فتومتری و مقدار نیتروژن مضره به روش عدد آبی اندازه‌گیری شدند. میزان قند در ملاس با استفاده از فرمول راینفلد و همکاران (۱۹۷۴) برآورد و عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص و ضریب استحصال شکر توسط روابط زیر محاسبه گردید (عبداللهیان نوقابی و همکاران، ۱۳۸۴).

میزان قند ملاس = ۰/۳۴(K + Na) + ۰/۹۴(Amino-N) – ۰/۳۱

درصد قند کل/درصد شکر سفید یا قابل استحصال = درصد استحصال

درصد قند ناخالص (کل) × عملکرد ریشه = عملکرد قند ناخالص

(درصد قند ملاس) – درصد قند =درصد قند خالص

درصد قند خالص × عملکرد ریشه =عملکرد قند خالص

درصد قند خالص یا قابل استحصال = ضریب استحصال شکر

درصد قند ناخالص (کل)/

در نهایت محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTATC 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

درصد پوشش سبز گیاه و وزن خشک اندام‌های هوایی

تجزیه واریانس مرکب برای سه سال بر درصد پوشش سبز گیاه نشان داد که تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بر درصد پوشش سبز گیاه در مرحله اول و دوم رشد اثر معنی‌داری داشت، ولی در مراحل بعد (مراحل سوم و چهارم) اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد (جدول ۲). با پیشرفت رشد گیاه، درصد پوشش سبز تحت تیمارهای خاک‌ورزی افزایش یافت و پس از رسیدن به حداکثر خود، روند کاهشی داشت. در مراحل اول و دوم رشد گیاه، بیشترین درصد پوشش سبز (به ترتیب ۲۱/۸ و ۷۳/۹ درصد) مربوط به تیمار دوم (گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۳۰– ۲۵ سانتی متر) بود، هر چند که اختلاف معنی‌داری با تیمار چهارم (در هر دو مرحله) نداشت (جدول ۳). با پیشرفت دوره رشد و با ظهور و رشد برگ‌های جدید کلیه تیمارهای مورد مطالعه (از اواخر مرحله دوم به بعد) در یک سطح واقع شدند و کانوپی را به یک میزان پوشاندند (جدول ۳). به نظر می‌رسد که در مراحل اول رشد، به دلیل خاک‌ورزی بهتر سطح خاک در تیمارهایی که خاک سطحی برگردان شده بود، جوانه‌زنی بذر بهتر صورت گرفت و گیاهچه تولیدی زودتر کانوپی را بسته است، همچنین در این تیمارها کنترل علف‌های هرز نیز نسبت به خاک‌ورزی کم، بهتر بود و در مراحل اولیه رشد گیاهچه‌های حاصل از این تیمارها در رقابت کمتری نسبت به تیمار خاک‌ورزی کاهشی قرار گرفته‌اند (اوزپاینر و کی، ۲۰۰۶). قابل ذکر است که در خاک‌ورزی‌هایی که به صورت برگردان است، تجزیه مواد آلی سریعتر صورت می‌گیرد و این مواد زودتر در اختیار گیاه قرار داده می‌شود، ولی چون در ادامه رشد گیاه، برتری‌های خاک‌ورزی‌های کاهشی نیز رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهند، در مراحل بعدی در پوشش سبز اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد. آرویدسون و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که عمده مشکلات

خاک‌ورزی‌های کاهشی به ویژه در طول جوانه‌زنی و سبز شدن گیاه به دلیل تاثیر بقایا در انتقال پاتوژن‌ها و تاثیر آن‌ها در محیط فیزیکی خاک است. در خاک‌ورزی کاهشی، مقدار خاک‌دانه‌های خوب در اطراف بذر کم است که می‌تواند سبب افزایش تبخیر گردد (کانکانن و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین، اگر بذر در عمق سطحی قرار گیرد، جوانه‌زنی ضعیف خطر بزرگی خواهد بود. علاوه بر این وجود بقایای زیاد، سبب کاهش خشک شدن خاک در بهار و کاهش دمای خاک می‌گردد که در نهایت منجر به کاهش تبخیر می‌گردد. خاک‌ورزی کاهشی در بذور ریز مثل چغندرقند سبب استقرار ضعیف گیاه می‌گردد (آرویدسون و همکاران، ۲۰۱٤). گزارش شده است که برای جوانه‌زنی و رشد چغندرقند خاک سطحی باید ریز، تا حدی متراکم و فاقد پستی و بلندی در بستر بذر باشد تا جوانه‌زنی یکنواخت و سریعی به دلیل ارتباط بهتر و بیشتر بذر و ریشه با خاک حاصل شود (محسنی نیاری و همکاران، ۲۰۱۲). به‌آیین و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که استفاده از گاوآهن برگردان‌دار نسبت به گاوآهن قلمی به علت برگردان کردن بهتر خاک، موجب به وجود آمدن قطعات کوچکتر و خاک نرم در مقایسه با استفاده از گاوآهن قلمی گردید و در نهایت سبب افزایش درصد و سرعت سبز شدن شد. همچنین، آن‌ها گزارش کردند که هر چه در تهیه بستر بذر چغندرقند، خاک سطحی ریز، متراکم و فاقد پستی و بلندی در مسیر بذر و نیز خاک عمقی پوک باشد، شکل ریشه که نقش مهمی در فرایند استخراج قند دارد بهبود بیشتری پیدا می‌کند.

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، خاک‌ورزی تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک اندام‌های هوایی چغندرقند داشت. مقایسه میانگین نشان داد که شخم نیمه عمیق (۳۰-۲۵ سانتی متر) با گاو آهن چیزل به عنوان تیمار برتر و تیمار دوم (تیمار شخم با گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۳۰- ۲۵ سانتی متر) و تیمار چهارم در رتبه‌های بعدی قرار داشتند و شخم سطحی با گاوآهن برگردان‌دار در رده پایین‌تری قرار گرفت و میزان ماده خشک کمتری را تولید کرد (جدول ۳). با توجه به اینکه بهترین عمق ریشه‌دوانی و جذب در نواحی ۲۰ تا ۳۰ سانتی متری خاک صورت می‌گیرد، خاک‌ورزی بهتر این ناحیه سبب ریشه دوانی بهتر می‌شود و با جذب بهتر آب و عناصر، رشد اندام هوایی نیز به تبع آن بهتر صورت می‌گیرد. همچنین، با توجه به اینکه شخم با گاوآهن چیزل، حفاظتی است و خاک را چندان بر هم نمی‌زند، اثرات سودمند این نوع شخم سبب برتری آن شده است. با افزایش میزان ماده آلی و بهبود ساختار خاک در نتیجه شخم کاهشی، وزن مخصوص ظاهری کاهش و به تبع آن با افزایش خلل و فرج خاک میزان رطوبت موجود در خاک نیز افزایش می‌یابد و بستر مناسبی را جهت رشد و نمو گیاه فراهم می‌کند (اوزپاینار و کی، ۲۰۰٦). بییر و همکاران (۱۹۹٤) گزارش کردند که مقدار مواد آلی موجود در خاک به شدت تحت تاثیر شیوه خاک‌ورزی قرار دارد و روش‌های بدون خاک‌ورزی یا خاک‌ورزی حفاظتی موجب افزایش میزان مواد آلی خاک می‌گردند. در روش خاک‌ورزی مرسوم، به هم خوردن خاک موجب تجزیه بیشتر و سریعتر بقایای گیاهی می‌شود و کربن و نیتذوژن موجود در مواد آلی زودتر معدنی می‌گردد و در نتیجه مواد آلی سریعتر از دست می‌رود (الم و همکاران ۲۰۱۳).

عملکرد ریشه چغندر قند

نتایج تجزیه واریانس مرکب سه ساله نشان داد که اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد محصول چغندرقند در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). بیشترین میزان ریشه (۵۵/۷۹ تن در هکتار) زمانی به دست آمد که خاک سطحی با گاوآهن برگردان-دار شخم خورده بود و از زیر شکن نیز استفاده شده بود، هر چند که اختلاف معنی‌داری با تیمار دوم (شخم با گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۳۰- ۲۵ سانتی متر) با میانگین ٥٤/۳۷ تن در هکتار نداشت. کمترین میزان عملکرد ریشه به خاک‌ورزی با گاو آهن برگردان‌دار

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب وزن اندام هوایی و درصد پوشش سبز چغندرقند متاثر از سیستم‌های خاک‌ورزی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن اندام هوایی	درصد پوشش سبز در مرحله اول	درصد پوشش سبز در مرحله دوم	درصد پوشش سبز در مرحله سوم	درصد پوشش سبز در مرحله چهارم
سال	۲	۵/۹**	۱۵/۹**	۲۰/ ۳۱^{ns}	٤٦٦/۲*	٦۳۵/۸*
اشتباه ۱	۹	۰/۰۹	۱۰/۰۹	۵۵۹/٦	۷٦/۱	۸٤/۰۵
نوع خاک‌ورزی	۳	۰/٤۲*	۲۰/٤۲**	٤۳۵/۵**	٦۰/۵ ^{ns}	۱۰۰/۹۵ ^{ns}
خاک‌ورزی* سال	٦	۰/٦۳^{ns}	۰/٦۳^{ns}	۱۵۳/۳^{ns}	۹۰/۱ ^{ns}	۱۰۷/۵ ^{ns}
اشتباه ۲	۲٤	۰/۳۱	۰/۲	٤۸/۲	۸۹/۵	۱۵۸/۵۸
ضریب تغییر (درصد)		۲۹	۲/۷۴	۱۰/۲۷	۱۱	۱۴/۸

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱، ۵ و و عدم اختلاف معنی‌دار.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین وزن اندام هوایی و درصد پوشش سبز چغندرقند در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی

تیمار	وزن خشک اندام هوایی (کیلوگرم در مترمربع)	درصد پوشش مرحله اول رشد	درصد پوشش مرحله دوم رشد
شخم با گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۲۰-۱۵ سانتیمتر،	۱/۲۲c	۱٤/۷b	٦٤.۷۷b
شخم با گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۳۰ – ۲۵ سانتیمتر	۱/۵۵ab	۲۱/۸a	۷۳/۹٤a
شخم با چیزل در عمق ۳۰ – ۲۵ سانتیمتر	۱/٦۳a	۱۸/٤۵b	٦۰/۵۵b
زیرشکنی در عمق ٤۰ – ۳۵ سانتیمتر+ شخم با گاوآهن برگرداندار در عمق ۲۰ – ۱۵ سانتیمتر	۱/۳۳bc	۲۰/۳ab	۷۱/۰۳ab

به عمق ۲۰- ۱۵ سانتی متر و گاوآهن چیزل تعلق داشت (جدول ۵). 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 و افزایش عملکرد می گردند (جابرو و همکاران، ۲۰۱۰). رشیدی (۲۰۱۱) گزارش کرد که 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.

سید شریفی (۲۰۰۸) گزارش کرد که عدم خاک‌ورزی عمیق سبب ایجاد لایه سخت در عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی متری می‌شود و از نفوذ ریشه و توسعه در عمق مناسب ممانعت می‌کند، زیرا قسمت مخروطی شکل ریشه چغندرقند که محل ذخیره قند است حدود ۲۰ تا ۲۵ سانتی متر طول دارد. بنابراین، با توجه به طول ریشه چغندرقند عمق مناسب شخم در زراعت چغندرقند باید بین ۳۰ تا ٤۰ سانتی متر باشد. ریچارد و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که کاهش عملکرد چغندرقند تحت شخم سطحی به کاهش تراکم گیاهی مربوط است. کونهون و همکاران (۲۰۰۲) دریافتند که کاهش عمق شخم از ۳۰- ۲۰ سانتی متری به ۱۸-۱۲ سانتی متری سبب کاهش ۹۰ درصدی عملکرد چغندرقند 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 حرکات عمیق‌تر کود در پروفیل خاک می-شود.

آرویدسون و همکاران (۲۰۱٤) گزارش کردند که خاک‌ورزی کاهشی سبب تراکم بیشتر خاک می‌شود که می‌تواند رشد ریشه را محدود کند، ولی سبب بهبود

انتقال آب در شرایط خشکی می‌گردد. آن‌ها گزارش کردند که تحت خاک‌ورزی‌های کاهشی افزایش ماده آلی در لایه سطحی خاک سودمند است، در حالی که افزایش تراکم خاک طی زمان می‌تواند سبب کاهش عملکرد گردد. راسموسن (۱۹۹۹) گزارش کرد که عملکرد محصول در سیستم خاک‌ورزی کاهشی ۱۰-۰ درصد کمتر از خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار بود و بین خاک‌ورزی سطحی و بدون خاک‌ورزی اختلاف آشکاری وجود نداشت. نتایج مشابهی نیز توسط ون دن پوت و همکاران (۲۰۱۰)، سوان و همکاران (۲۰۱۲) و همچنین، گروبر و همکاران (۲۰۱۲) گزارش شده است. کاه و کلش محصول قبلی می‌تواند سبب حفظ و انتقال پاتوژن‌های محصول قبلی شود و همچنین، به عنوان مانع فیزیکی برای رشد گیاه است (الن، ۲۰۰۳). مشکلات استقرار گیاه به دلیل حضور بقایای گیاهی یکی از بزرگترین موانع سازگاری خاک‌ورزی‌های کاهشی در شمال اروپاست (کانکانن و همکاران، ۲۰۱۱؛ سوان و همکاران، ۲۰۱۲). قابل ذکر است که پاسخ عملکرد گیاهان به خاک‌ورزی متفاوت است، به عنوان مثال، در خاک‌ورزی کاهشی، چغندرقند نسبت به غلات عملکرد نسبی کمتری داشت که نشان می‌دهد که نسبت به فشردگی خاک بسیار حساس است (آرویدسون و همکاران، ۲۰۱٤). عملکرد پایین چغندرقند در خاک‌ورزی‌های کاهشی و بدون خاک‌ورزی نیز توسط جابرو و همکاران (۲۰۱۰) و آرویدسون و همکاران (۲۰۱۲) گزارش شده است.

درصد قند خالص و ناخالص، عملکرد قند خالص و ناخالص

با توجه به نتایج به دست آمده درصد و عملکرد قند ناخالص به طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای خاک‌ورزی قرار گرفتند (جدول ٤). مقایسه میانگین مقادیر درصد قند ناخالص نشان می‌دهد که شخم سطحی خاک با گاوآهن برگردان‌دار به همراه زیر شکن سبب تولید چغندرقندهایی با مقادیر بالای قند ناخالص (۱۸/۳۱ درصد) گردید. شخم ۳۰-۲۵ سانتی متری خاک با گاوآهن برگردان‌دار و گاوآهن چیزل از لحاظ درصد قند ناخالص در رتبه وسط و تیمار شخم سطحی کمترین مقدار درصد قند ناخالص (۱۵/۳۲ درصد) را به خود اختصاص داد (جدول ۵). در مورد عملکرد قند ناخالص نیز اثربخشی تیمارها همانند درصد قند ناخالص بود و تیمار چهارم بیشترین عملکرد قند ناخالص را تولید کرد هر چند که اختلاف معنی‌داری با تیمار دوم نداشت (جدول ۵). به نظر می‌رسد که آنچه که در مورد تولید چغندرقند بیشتر مطرح است، نرم کردن ساختمان خاک برای رشد هر چه بهتر ریشه این گیاه باشد.

پتانسیل تولید شکر سفید در واحد سطح، مهمترین شاخص اقتصادی در تولید چغندرقند است که از حاصلضرب عملکرد ریشه و درصد قند قابل استحصال به دست می‌آید. درصد و عملکرد قند خالص نیز به طور معنی‌داری تحت تاثیر خاک‌ورزی‌های مختلف قرار گرفتند (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد و عملکرد قند خالص متعلق به تیمار چهار (شخم سطحی با گاوآهن برگردان‌دار به همراه زیرشکنی به عمق ٤٠ –۳۵ سانتیمتر) بود که چغندرقندهایی با درصد قند ۱۳/۸۹ درصد و عملکرد هکتاری ۷/٦۳ تن را سبب گردید، هر چند که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار دوم نداشت و تیمارهای سوم و اول در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). جابرو و همکاران (۲۰۱۰) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند. اختلاف جزیی در عملکرد قند بین شخم عمیق و سطحی ممکن است که به اختلاف در جرم مخصوص ظاهری، مقاومت نفوذی، تخلخل، تهویه و ورود آب و نیترات و حرکات آن‌ها در پروفیل خاک مربوط باشد. علاوه بر این کاهش جزیی در عملکرد قند در تیمار شخم سطحی می‌تواند به تراکم گیاه کمتر در شخم سطحی مربوط باشد (جوزف کوش و همکاران، ۲۰۰۹). ضریب استحصال قند نیز که از طریق درصد قند خالص و ناخالص به دست می‌آید، تحت تاثیر تیمارهای خاک‌وزی قرار نگرفت (جدول ٤)، با این حال بیشترین ضریب زمانی به دست آمد که خاک سطحی با

گاوآهن برگردان‌دار شخم خورده بود و از زیرشکن نیز استفاده شده بود (جدول ۵).

میزان ناخالصی‌های ریشه (پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره)

افزایش کیفیت محصول چغندرقند از طریق بالا بردن درصد قند و کاهش مواد غیرقندی به ویژه نیتروژن، سدیم و پتاسیم انجام می‌گیرد. بنابراین، به هر طریقی که بتوان این مواد مضره را کاهش داد، می‌توان کیفیت و کمیت استحصال شکر را بهبود بخشید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی تاثیر معنی‌داری روی مقادیر پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره شربت نداشتند (جدول ٤). علت آن است که کیفیت محصول چغندرقند تحت تاثیر زمان کاشت، عملیات داشت به ویژه آبیاری، کوددهی و مبارزه با علف‌های هرز، طول دوره رشد و زمان برداشت قرار می‌گیرد که برای کلیه تیمارها به صورت یکسان اعمال شده است. با این حال کمترین مقادیر پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره به ترتیب از تیمارهای شخم نیمه عمیق با چیزل، نیمه عمیق با گاوآهن برگردان‌دار و شخم سطحی به دست آمد (جدول ۵). تولید ریشه‌های مخروطی شکل با حداقل طوقه و بدون انشعاب در خاک‌ورزی عمیق با چیزل که ویژگی ریشه‌های با کیفیت است، می‌تواند دلیل کاهش میزان ناخالصی‌ها باشد (به‌آئین و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین، استفاده از گاوآهن برگردان‌دار جهت تهیه بستر چغندرقند به دلیل مخلوط کردن بهتر بقایای گیاه قبلی با خاک، زمان کافی برای تجزیه بقایای گیاهی را فراهم می‌کند و از عدم حرکت نیتروژن می‌کاهد، این امر موجب کاهش مصرف کود و همچنین، کاهش ناخالصی‌ها می‌شود (مور و همکاران، ۲۰۰۹).

محسنی نیاری و همکاران (۲۰۱۲) نتیجه گرفتند که روش‌های مختلف شخم تاثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن، سدیم، درصد ملاس، درصد قند و عملکرد ریشه چغندرقند ندارد، اگرچه همه صفات اندکی بهبود پیدا کردند. مونتمورو و همکاران (۲۰۰۷) و رشیدی و یارمحمدی- سامانی (۲۰۱۳) نیز گزارش کردند که نوع شخم و عمق آن تاثیر معنی‌داری روی کیفیت چغندرقند نداشت. استفاده از شخم حفاظتی با مالچ نیز تاثیر چشمگیری در کیفیت شکر در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم نداشت (ارتیزاک و همکاران، ۲۰۱٤).

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی، نتایج نشان داد که درصد پوشش سبز فقط در مراحل اولیه رشد تحت تاثیر معنی‌دار نوع خاک‌ورزی قرار گرفت و با پیشرفت مراحل رشد تفاوت بین خاک‌ورزی‌ها از لحاظ درصد پوشش سبز کاهش یافت. همچنین، بیشترین عملکرد ریشه به دلیل بهبود شرایط فیزیکی و مکانیکی خاک (افزایش تخلخل، کاهش جرم مخصوص ظاهری و کاهش مقاومت نفوذی) در تیمار شخم با گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متر+ زیرشکنی در عمق ٤۰–۳۵ سانتی‌متر بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار شخم توسط گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۳۰-۲۵ سانتی‌متر حاصل شد. بیشترین میزان درصد قند خالص، درصد قند ناخالص، عملکرد قند خالص و ناخالص و ضریب استحصال قند به تیمار شخم با گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متر+ زیرشکنی در عمق ٤۰–۳۵ سانتی‌متر بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار شخم توسط گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۳۰-۲۵ سانتی‌متر مربوط بود، ولی از لحاظ میزان ناخالصی‌ها (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در خاتمه پیشنهاد می‌شود که برای تهیه بستر مناسب جهت کشت چغندر قند و صرفه‌جویی در مصرف انرژی از خاک‌ورزی عمیق با گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۳۰-۲۵ سانتیمتر استفاده شود و در صورت وجود لایه سخت از زیرشکن استفاده شود.

جدول ٤- تجزیه واریانس مرکب صفات کمی و کیفی چغندرقند

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		عملکرد ریشه	درصد قند ناخالص	عملکرد قند ناخالص	پتاسیم	سدیم	نیتروژن مضره	درصد قند خالص	عملکرد قند خالص	ضریب استحصال قند	قند در ملاس
سال Y		۱۱٦۲/٤۸**	۲٤/۲٤^{ns}	٥٦۲/٤۸**	۱۳/٥۲*	۹۲/٦٥*	۲/۷۳^{ns}	٥۰/٦۷*	۱۱٦۲/٤۸**	٥۷۲/۲۳*	٤/۸۲*
اشتباه ۱	۹	٦٥/۹۷	۷/٥۷	۳٥/۹۷	۱/٥٦	۳/٤۳	۳/٦۱	۸/٥۷	٦٥/۹۷	٥۱/۳٦	۰/٦۰
خاک ورزیA	۳	۹۸/۰٦*	۱۸/۰۹*	۹۱/۰٦*	۱/۷۰^{ns}	٤/۳٤^{ns}	۱/۸۹^{ns}	۲۲/۰۱*	۸۹/۰٦*	۱۰٦/۹۳^{ns}	۰/٤۹^{ns}
اثر متقابلA*Y	٦	۱۰۸/۸۱^{ns}	۲/۷۱^{ns}	۹۸۸/۸۱^{ns}	۰/۱٦^{ns}	۳/٤٥^{ns}	٤/۸۸^{ns}	٤/٥۲^{ns}	۸۸/۸۱*	٤۸/۸۹^{ns}	۰/٤٥^{ns}
اشتباه ۲	۲٤	۳۲/۳٥	۳/٥٦	۱۸/۳٥	۰/۷٦	٦/۷۹	۳/۹۲	٦/۱٤	۱۲/۳٥	۷٥/۳٤	۱/۲۰
ضریب تغییر (درصد)		۱۳/۲۹	۲۰/۳۹	۲۸/۳	۱۷/٥۱	۲٦/۳٤	۲۹/۸۹	۲٤/۲۸	۳۳/۸٤	۱۲/۱	۲۰/٤

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱، ٥ و و عدم اختلاف معنی‌دار.

جدول ٥- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی چغندرقند تحت تاثیر روش‌های مختلف شخم

تیمار	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	درصد قند ناخالص	عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار)	پتاسیم (meq/100g)	سدیم (meq/100g)	نیتروژن مضره (meq/100g)	درصد قند خالص	عملکرد قند خالص (تن در هکتار)	ضریب استحصال قند (درصد)
شخم با گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۲۰-۱٥ سانتیمتر،	٥۰/۰۱b	۱٥/۳۲c	۷/٦٦b	۷/٦۷a	٦/٤٦a	٥/۲۸a	۱۰/۲٦b	٥/۱۳ b	٦٦/۳٥a
شخم با گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۳۰ – ۲٥ سانتیمتر	٥٤/۳۷a	۱۸/۲٤a	۹/۹۲a	۷/۷۷a	٤/۸۸a	٥/۸۱a	۱۳/٦٤a	۷/٤۲a	۷۳/۸۱a
شخم با چیزل در عمق ۳۰ – ۲٥ سانتیمتر	٥۰/٤۷b	۱٦/۷bc	۸/۲٤ab	٦/۷۸a	٥/٦۹a	٥/۳۲a	۱۱/٦۸ab	٥/۸۹b	۷۱/۰٥a
زیرشکنی در عمق ٤۰ – ۳٥ سانتیمتر+ شخم با گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۲۰ – ۱٥ سانتیمتر	٥٥/۷۹a	۱۸/۳۱a	۱۰/۲۲a	۷/٦٤a	٤/۹٦a	٦/۳۲a	۱۳/٦۸a	۷/٦۳a	۷٤/۳٥a

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار در بین تیمارها براساس آزمون دانکن است.

منابع

به‌آئین، م. ع.، اشرف منصوری، غ. ر.، حمدی، ف. ۱۳۹۱. تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی در تهیه بستر بذر منوزرم بر عملکرد و کیفیت محصول چغندرقند. مجله چغندرقند. ۲۸ (۲): ۱۳٥-۱۲۳.

فتوحی، ک.، احمدآلی، ج.، نورجو، ا.، پدرام، ع.، خورشید، ع. ۱۳۸۷. مدیریت آبیاری براساس تخلیه مجاز رطوبتی در مراحل مختلف رشد چغندرقند در منطقه میاندوآب. مجله چغندرقند. ۲٤ (۱): ٦۰-٤۳.

ساعتی، م.، سبزه‌ای، ج. ۱۳٦٥. مطالعه اثر نوع و عمق شخم بر کیفیت و کمیت چغندر قند. مجله چغندر قند. ۲(۲): ۱۲-۲۳.

عبداللهیان نوقابی، م.، شیخ الاسلامی، ر.، بابایی، ب. ۱۳۸٤. اصطلاحات و تعاریف کمیت و کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند. مجله چغندرقند. جلد ۲۱، شماره ۱، صفحات ۱۰٤-۱۰۱.

Abdel-Motagally F.M.F. and 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.

Alam, M.K., Salahin, N., Rashid, M.H. and Salam, M.A. 2013. Effect of different tillage practices and cropping patterns on soil physical properties and crop productivity. J. Trop. Resour. Sustain. Sci. 1 (1): 51-61.

Alamouti, M. Y., and M. Navabzadeh. 2007. Investigating of plowing depth effect on some soil physical properties. Pak. J. Biol. Scie. 10:4510–4514.

Artyszak, A. Gozdowski, D. and Kucinska, K. 2014. The yield and technological quality of sugar beet roots cultivated in mulches. Plant Soil Environ. 60(10): 464-469.

Arvidsson, J., Bölenius, E. and Cavalieri, K. 2012. Effects of compaction during drilling on yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Eur. J Agr. 39, 44–51.

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.

Bear, M.H., Hendrix, P.F. and Coleman, D.C. 1994. Water stable aggregates and organic matter fraction in conventional and no-tillage. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 777-786.

Beh-ayin, M.A, Ashraf Mansouri, G.R. and Hamdi, F. 2011. Effect of different tillage methods in monogerm seedbed preparation on yield and quality of sugar beet. Journal of Sugar beet. 28(2):123-135. (in Persian, abstract in English).

Draycott, A.P., 2006. Sugar Beet. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK

Elen, O., 2003. Long-term experiments with reduced tillage in spring cereals III Development of leaf diseases. Crop Prot. 22, 65–71.

FAO .Statistical Yearbook, 2014. http://www.fao.org/economic/thestatistics-division-ess/publications-studies/statistical-yearbook/faostatistical.

Firman, D. M. Allen, E. J. 1989. Relationship between light interception, ground cover and leaf index in potatoes. J. of Agric. Sci. Cambridge, 113:355-359.

Gohari, J. 1994. The effect of different amount and source of nitrogen fertilizer on sugar beet yield and quality. Journal of Sugar beet.10 (1-2):23-34. (in Persian, abstract in English)

Gruber, S., Pekrun, C., Möhring, J. and Claupein, W. 2012. Long-term yield and weed response to conservation and stubble tillage in SW Germany. Soil Till. Res. 121, 49–56.

Iqbal, M., A.U. Hassan, A. Ali and M. Rizwanullah, 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.

Josef Koch, H., Dieckmann, J., Büchse, A., Marlander, B. 2009. Yield decrease in sugar beet caused by reduced tillage and direct drilling. Europ. J. Agronomy 30: 101–109.

Känkänen, H., Alakukku, L., Salo, Y. and Pitkänen, T., 2011. Growth and yield of spring cereals during transition to zero tillage on clay soils. Eur. J. Agr. 34, 35–45.

Kennedy, A.C. and Schllinger, W.E., 2006. Soil quality and water intake in traditional-till vs. no-till paired farms in Washington's Palouse region. Soil Sci. Soc. Am. J. 70, 940–949

Keshavarzpour, F. 2011. Tillage method effects on yield, yield components and quality of sugar beet (Beta vulgaris). World journal of fungal and plant biology. 2 (2): 28-33.

Kouwenhoven, J. K., U. D. Perdok, J. Boer, and G. J. M. Oomen. 2002. Soil management by shallow mouldboard ploughing in the Netherlands. Soil Till. Res. 65:125–139.

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 Journal of Scientific Research 12 (6): 859-863. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.12.6.171212.

Montemuroo, F., Maiorana, M., Convertini, G. and Ferri, D. 2007. Alternative sugar beet production using shallow tillage and municipal solid waste fertilizer. Agron. Sustain. Dev. 27: 129-137.

Moor, A., Stark, J., Brown, B., Hopkins, B. 2009. Sugar beets. University of Idaho, college of Agriculture, CIS 1174.

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. and 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., S. Abbassi and 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.

Rashidi, M. and Yarmohammadi-Samani, P. 2013. Effect of different tillage methods on biological growth and quality characteristics of sugar beet. Middle-East Journal of Scientific Research. 14 (6): 773-778).

Rasmussen, K.J., 1999. Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality. A Scandinavian review. Soil Till. Res. 53, 3–14.

Reinfeld E, Emmerich A, Baumgarten G, Winner C and Beiss U. 1974. Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. Zucker, 27:2-15.

Richard, G., J., Boiffin, J. and Y. Duval. 1995. Direct drilling of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) into a cover crop: Effects on soil physical conditions and crop establishment. Soil Till. Res 34:169–185.

Santiago, A. D., Quintero, J.M. and Delgado, A. 2008. Long-term effects of tillage on the availability of iron, copper, manganese, and zinc in a Spanish Vertisol. Soil & Tillage Research 98: 200–207.

Seyed-Sharifi, R. 2008.Industrial crops. Amidi press. 432 pp.

Soane, B.D., Ball, B.C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F. and Roger-Estrade, J. 2012. No-till in northern, western and south-western Europe A review of problems and opportunities for crop production and the environment. Soil Till. Res. 118, 66–87.

Subotic, B.,S. and Stanacev. 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: 243-248.

Van den Putte, A., Govers, G., Diels, J., Gillijns, K. and Demuzere, 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, 231–241.

Effects of Tillage Management on Quantitative and Qualitative Yield of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.)

Abdollah Javanmard[*1], Kaiwan Fotouhi[2], Hamid Mustafavi[3]

1- Assist Prof. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University ofMaragheh
2- Academic Member of Miyandoab agriculture and natural resources research center
3- Ph.D student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh
*For Correspondence: A.javanmard@marageh.ac.ir

Received: 24.02.2015 **Accepted: 20.05.2015**

Abstract

In order to investigate the effects of several tillage methods on quantitative and qualitative yield of sugar beet, a field experiment was carried out based on RCB design with four treatments and 4 replications in Miandoab Agricultural and Natural Resources Station during three growing seasons (2010-2012). Treatments were moldboard plowing at 15-20 cm depth, moldboard plowing at 25-30 cm depth, chisel plowing at 25-30 cm depth, sub soiling at 35-40 cm depth plus moldboard plowing at 15-20 soil depth with the same secondary tillage practices including disk and leveler for all treatments. Quantitative and qualitative characteristics such as root yield, green cover percent, shoot biomass, gross sugar content, white sugar yield, K, Na, alpha-amino nitrogen and molasses sugar content were measured. The results showed that different tillage had significant effect on shoot growth only at the early stages of growth, but had not significant effect at later stages of sugar beet. Effect of different tillage methods was significant on root yield, gross sugar content and yield, white sugar percent and yield. The highest sugar yield (7.63 tons per hectare) belonged to sub soiling at 35-40 cm depth+ moldboard plowing at 15-20 cm depth treatment. There were no significant differences between tillage treatments in terms of alpha-amino nitrogen, sodium and potassium. Conclusively, for the preparing of suitable seedbed for sugar beet cultivation, deep tillage be practiced by moldboard at 25-30 cm depth and if there is a hard layer, sub-soiling must be used to increase the yield and quality.

Keywords: Alpha-amino nitrogen, Root yield, Sugar content, Sugar yield, tillage.