نشریه زراعت
(پژوهش و سازندگی)
شماره ۱۰۲، بهار ۱۳۹۳

تاثیر زمان و روش آماده سازی بستر کاشت چغندر قند بر مصرف سوخت، برخی خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد محصول

• **محمد یونسی الموتی**، استادیار پژوهش و عضو هیات علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (نویسنده مسئول)
• **رحیم محمدیان**، استادیار پژوهش و عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر جغندر قند

تاریخ دریافت: تیر ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۹۱
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۲۶۱۱۷۳۷
Email: mohamadyounesi@yahoo.com

چکیده:
در حال حاضر در مناطق مختلف کشور، برای آمادهسازی بستر بذر در کشت چغندر قند از روش های متعدد خاکورزی استفاده می شود. انجام کامل یا بخشی از عملیات خاک ورزی اولیه و ثانویه در پاییز و بهار و یا ترکیبی از آنها، از جمله روش های رایج است که با استفاده از ادوات مختلف اجرا می گردد. روش های خاک ورزی بر ساختمان خاک، میزان مصرف سوخت (انرژی)، زمان اجرای عملیات و عملکرد محصول تاثیرگذار اســـت. لذا در صورتیکه بتوان با استفاده از شیوه های مختلف خاک ورزی، روشی را یافت که با حفظ عملکرد در حد مطلوب، هزینه و زمان انجام عملیات را کاهش دهد، می تواند سبب افزایش درآمد کشاورزان گردد. در این راستا آزمایشی به مدت سه سال با استفاده از پنج تیمار خاک ورزی و با چهار تکرار در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: یک تیمار آماده ســـازی کامل زمین در اوایل پاییز، سه تیمار آماده سازی زمین در دو مرحله پاییز و بهار و یک تیمار آماده ســـازی کامل زمین در بهار. نتایج تحقیق نشان داد که کمترین مقدار مصرف سوخت تراکتور با میزان 70/21، لیتر در هکتار، مربوط به تیمار آماده سازی کامل زمین در پاییز و کمترین زمان مورد نیاز 8/18، ساعت در هر هکتار، مربوط به تیمار آماده ســـازی زمین با گاوآهن برگرداندار + دیســـک و لولر در بهار بود. به طور کلی عملیات آماده ســـازی زمین در پاییز و بهار بیشترین اثر را بر بهبود شرایط فیزیکی خاک داشت، با این حال هیچ یک از روش های آماده سازی زمین برتری محسوسی نسبت به سایر روشها در افزایش عملکرد محصول نداشت و با توجه به زمان و مصرف سوخت کمتر برخی از روشهای خاک ورزی، می توان از آنها در کاشت چغندر قند بهره گرفت.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، حاصلخیزی خاک، روتیواتور، وزن مخصوص، گاو آهن برگرداندار، مقاومت خاک

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:102 pp: 171-179

Effects of Time and some methods of preparing sugar seedbed on fuel consumption, soil physical properties and crop yield

By: M. Younesi Alamooti (Corresponding Author; Tel: +989122611737), Assisstant Professor, Ministry of Jihad-e Agriculture, AREEO, Agricultural Engineering Research Institute , R. Mohamadiyan, Assisstant Professor, Ministry of Jihad-e Agriculture, AREEO, Sugar Beet Seed Institute

Received: July 2012 **Accepted: March 2013**

Different methods of cultivation are now being used for preparation of sugar beet seedbed in different regions of the country. Full or part of the primary and secondary tillage operations are conducted in the fall and spring or a combination of those, are common that executed, using different tillage implements. Tillage implements affects on crop yield, soil structure, fuel consumption (energy), and operation time. Therefore, we can increase the farmers' incomes by reducing the operation costs and time, if different tillage methods were used and found a way to maintain the crop yields at optimal. This experiment was conducted during three years, with five treatments (five tillage methods) and four replications in a randomized complete block design. Treatments were: one treatment, preparing seedbed in early fall, three treatments, preparing seedbed in both fall and spring and another treatment preparing seedbed in spring. The results showed that the lowest tractor fuel consumption due to the treatment of preparing seedbed in early fall was 70.21 $L.ha^{-1}$, and the minimum operation time due to the treatment of preparing the seedbed in spring with the moldboard plow + disk and leveler was 8.18 $hr.ha^{-1}$. Results also showed that the operation of preparing seedbed in the fall and spring had the greatest effects on improving the soil physical properties, however, none of the tillage methods had no significant advantages to the other methods to increase crop yield. Some of the tillage methods can be used in the cultivation of sugar beet due to lower time and fuel consumption.

Key words: Wheat, Municipal solid waste compost, Yield, protein, Organic matter

مقدمه:

متوسط بارندگی سالیانه در ایران حدود ۲۵۰ میلیمتر بوده که بیش از ۷۰ درصد آن در پاییز و زمستان می باشد. سطح زیر کشت چغندرقند در ایران حدود ۱۶۰۰۰۰۰ هکتار و میزان تولید آن حدود ۵/۵ میلیون تن می باشد (بینام، ۱۳۸۸). رابطه نزدیکی بین مقدار نور جذب شده آفتاب و استحصال شکر از چغندرقند وجود دارد. همچنین برخورداری از یک تولید خوب در صورت کشت زود هنگام چغندرقند امکان پذیر است (Scott and Jaggard, ۱۹۷۸). عملیات خاک‌ورزی و زمان تهیه بستر کاشت در مناطق مختلف یکسان نمیباشد و معمولا با توجه به تنوع اقلیم، تفاوت بافت خاک، مقدار بارندگی، نوع عملیات خاک ورزی و .... تعیین می گردد (Anonymous ۲۰۰۲).

نتایج مقایسه برخی از روشهای خاک ورزی نشان میدهد که بیشترین بازده مصرف سوخت و انرژی به ترتیب مربوط به دیسک، رتیواتور، گاوآهن بشقابی و گاوآهن برگردان دار می باشد(Zenter *et al*.,۱۹۹۱, Kheiralla *et al*., ۲۰۰۴). افضلی نیا و همکاران (۲۰۰۹)، اثر روشهای مختلف خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی مرسوم، کم خاکورزی و بی خاک‌ورزی را بر خواص خاک، مصرف سوخت، زمان مورد نیاز و عملکرد گندم بررسی نمودند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که خاک‌ورزی حفاظتی تاثیری بر عملکرد محصول ندارد ولی مصرف سوخت و زمان انجام عملیات را به ترتیب ۷۷ و ۸۴ درصد کاهش میدهد. روسو[1] (۲۰۰۵)، دو روش خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن کلاسیک و دوبار دیسک، گاو آهن برگرداندار و هرس دوار) و چهار روش کم خاک‌ورزی (دیسک و هرس دوار، دوبار هرس دوار، گاوآهن پارا و هرس دوار، پنجه غازی و هرس دوار) را از نظر خواص خاک، کنترل علف هرز، عملکرد و بازده انرژی در محصولات ذرت، سویا و گندم در یک دوره سه ساله مقایسه نمود. نتایج نشان داد که در کم خاک ورزی، مصرف سوخت ۱۲/۴ تا ۲۵/۳ لیتر در هکتار و توان مورد نیاز ۲۳/۶ تا ۴۲/۸ درصد کاهش یافت. هابز و همکاران[2] (۱۹۹۷)، خاک‌ورزی حفاظتی را با خاک‌ورزی مرسوم در گندم پس از برنج در پاکستان مقایسه کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که روش خاک‌ورزی حفاظتی سبب صرفه جویی سوخت به میزان ۹۸ لیتر در هکتار شده است. پروزی و همکاران[3] (۱۹۹۶)، شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی شامل خاکورزی مرسوم، کم خاک ورزی و بی‌خاک ورزی را در زراعت گندم و ذرت با یکدیگر مورد مقایسه قرار دادند. این محققین در روش کم‌خاک ورزی از یک ماشین مرکب که با یک بار تردد عملیات خاک‌ورزی و کاشت را انجام می‌داد، استفاده نمودند. نتایج نشان داد که زمان مورد نیاز برای انجام عملیات کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک ورزی بطور متوسط ۸۰٪ کمتر از روش خاک ورزی مرسوم می‌باشد. همچنین میزان سوخت مصرفی، انرژی مورد نیاز و راندمان انرژی نیز در دو روش بی‌خاک‌ورزی و مخصوصاً کم‌خاک ورزی کمتر از روش خاک‌ورزی مرسوم بود.

وزن مخصوص ظاهری خاک‌های[4] شخم خورده غالباً کمتر از خاک‌های

شخم نخورده یا کمتر شخم خورده است (Carter and Colwick, ۱۹۷۱). البته در این رابطه نباید نوع و نحوهٔ وسایل بکار رفته در خاک ورزی را از نظر دور داشت. زیرا تردد ماشینها و ادوات سنگین موجب ایجاد یک لایهٔ سخت در زیر قسمت شخم خورده شده و با فشرده ساختن آن موجب افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌گردد. نتیجهٔ این عمل کاهش نفوذ پذیری خاک، کم شدن توسعهٔ ریشه‌های گیاه و کاهش عملکرد محصول می گردد (Lindstrom and Onstad, ۱۹۸۴). اختلاف موجود در خواص فیزیکی خاک ناشی از روش‌های خاک‌ورزی، عموما ناپایدار بوده و خلل و فرج ایجاد شده در اثر خاک‌ورزی پس از بارندگی یا آبیاری از بین می‌رود (Hamblin, ۱۹۸۵; Ahuja *et al*., ۱۹۹۸). تخلخل، پایداری و ساختمان خاک، تحت تاثیر فشردگی خاک قرار می‌گیرد (Croissant *et al*., ۱۹۹۱; Voorhees, ۱۹۸۳; Mohajer and Asoodar, ۲۰۱۰). ارتباط دادن نفوذ ریشه با مقاومت به نفوذپذیری خاک به دلیل قابلیت ریشه در پیدا کردن مسیرهایی از خاک با مقاومت نفوذپذیری کمتر، مشکل است (Soane and Pidgeon, ۱۹۷۵). مقاومت به نفوذپذیری یک معیار معمول برای سنجش مقاومت خاک است که افزایش آن، مانع رشد و توسعه ریشه گیاه می‌گردد (Singh *et al*., ۱۹۹۲; Taylor and Ratliff, ۱۹۶۹; Voorhees *et al*., ۱۹۷۵).

نتایج تحقیقات انجام شده توسط محققین در بعضی از مناطق دنیا نشان داده است که تهیه بستر بذر زود هنگام و کاشت زودتر بذر چغندرقند در بهار میتواند روی رشد مطلوب چغندرقند، افزایش عملکرد محصول و نهایتا رسیدن و برداشت سریعتر محصول اثر معنیداری داشته باشد (Boiffin *et al*. ۱۹۹۲. Hull and Webb ۱۹۷۰). در تحقیقی کون هوون (۲۰۰۲)، به این نتیجه دست یافت که تیمار خاک‌ورزی سطحی تا عمق ۱۸ سانتیمتری در مقایسه با تیمار مرسوم (شخم با گاوآهن برگرداندار + دوبار دیسک) عملکرد محصول چغندرقند را به طور معنیداری کاهش‌داد. در تحقیقی دیگر فرانک لیت وهمکاران (۱۹۸۹)، با مطالعه در خصوص سیستم های کم خاک‌ورزی در کشت محصولات گندم، جو و چغندرقند، نتیجه گرفتند که چغندرقند نسبت به روشهای مختلف خاک‌ورزی حساس بوده و سیستم خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی در مقایسه با خاک ورزی مرسوم (شخم با گاوآهن برگرداندار) بطور معنیداری سبب افزایش عملکرد چغندرقند می گردد. تیمارهای خاک‌ورزی اثرات معنیداری بر عملکرد محصول ندارد. با این حال کیفیت محصول چغندرقند در خاک ورزی سطحی نسبت به خاک ورزی عمیق (شخم با گاوآهن برگرداندار به عمق ۳۵-۰ سانتیمتر)، کمتر بود (Zoch, ۱۹۷۹).

اثر چهار سیستم خاک‌ورزی شامل: بدون خاک‌ورزی (کشت مستقیم)، شخم با گاوآهن قلمی، شخم با گاوآهن برگرداندار و شخم با یک نوع زیرشکن بر مسائل فیزیکی خاک و همچنین عملکرد محصول ذرت مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان دار بیشترین و روش بدون خاک‌ورزی کمترین میزان تولید محصول را داشت (Slowinska and Jurkiewic ۱۹۹۴). مطالعات سابوتیک و استاناکف (۱۹۸۲)، در بررسی تاثیر عمق خاک‌ورزی اولیه و تغییر شکل ریشه چغندرقند نشان داد که افزایش عمق خاک‌ورزی اولیه از ۲۵ به ۳۵ سانتیمتری سبب کاهش ظهور ریشههای تغییر شکل یافته و افزایش طول ریشه، عملکرد ریشه و میزان شکر میگردد. طی آزمایشی قهرمانیان (۱۳۸۴)، اثر روشهای خاک‌ورزی بر عملکرد محصول و میزان همگنی رشد و خروج ریشههای چغندرقند را مورد مطالعه قرار داد. در این آزمایش، تیمارهای خاک‌ورزی عبارت بودند از شخم با گاوآهن برگردان دار به عمق ۲۰-۱۵ سانتیمتر، گاوآهن قلمی به عمق ۳۰-۲۵ سانتی متر و زیرشکن به عمق ۴۰-۳۵ سانتیمتر + شخم با گاوآهن برگردان دار به عمق ۲۰ سانتی متر. نتایج این مطالعه نشان داد که اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بر همگنی رشد چغندرقند و عملکرد محصول معنی دار بود و بیشترین عملکرد در خاک ورزی با استفاده از زیرشکن + گاوآهن برگردان دار به دست آمد. نتایج مطالعات انجام شده دیگر نشان داد که خاک ورزی عمیق به عمق ۳۵ سانتی متر باعث افزایش نفوذپذیری در خاک و عملکرد چغندرقند، بهبود تهویه خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شد (Winter, ۱۹۸۳). شخم عمیق سبب کاهش جرم مخصوص خاک می گردد و سست نمودن خاک تا عمق ۳۵ سانتیمتر سبب رشد و توسعه بیشتر ریشه چغندرقند و افزایش عملکرد شده و از چند شاخهای شدن ریشه جلوگیری می نماید (کوچکی و سلطانی ۱۳۷۵، Slowinska and Jurkiewic ۱۹۹۴).

بررسی مطالعات انجام شده در خصوص روش و زمان تهیه بستر بذر بر چغندر قند بر خواص فیزیکی خاک و عملکرد محصول حاکی از آن است که نتایج بدست آمده همانند نبوده و تغییرات حاصل شده از روند یکسانی برخوردار نیست. از سویی دیگر در ایران تا کنون مطالعات کمی در ارتباط با عملیات خاک‌ورزی جهت زراعت چغندرقند انجام گرفته است. لذا این تحقیق به منظور بررسی اثر زمان تهیه بستر بذر (پاییز، بهار و یا پاییز و بهار) و نیز نوع ادوات مورد استفاده در تهیه بستر بذر چغندر قند بر برخی خواص فیزیکی خاک، میزان عملکرد محصول، مقدار مصرف سوخت و زمان صرف شده برای انجام عملیات تهیه و اجرا شد.

روش تحقیق

این آزمایش در کرج و در زمینی که کشت قبل از آن گندم بود به مدت سه سال با استفاده از پنج تیمار روشهای مختلف آماده سازی خاک در قالب طرح بلوک کامل تصادفی (در کرت هایی به ابعاد ۳۰ ×۳۰ متر مربع)، با چهار تکرار به شرح ذیل اجرا شد:

تیمار a: آماده سازی کامل زمین در اوایل پاییز شامل: شخم با گاوآهن برگرداندار (به عمق حدود ۲۵ سانتی متر)، انجام عملیات خاک‌ورزی ثانویه با استفاده از دیسک و لولر و در آوردن ردیفهای کشت با ارتفاع ۲۵ سانتی متر بوسیله پشته ساز.

آماده سازی زمین در دو مرحله پاییز و بهار: این روش با سه تیمار که عملیات خاک‌ورزی اولیه همگی آنها با استفاده از گاوآهن برگردان دار (به عمق حدود ۲۵ سانتی متر) و انجام عملیات خاک ورزی ثانویه شامل عملیات خرد کردن کلوخه ها، با استفاده از دیسک و تسطیح با استفاده از لولر در پاییز بود اجرا شد: تفاوت این تیمارها در نوع استفاده از ادوات برای انجام عملیات آماده سازی بستر کاشت در بهار بود که به ترتیب عبات بودند از:

تیمار b: انجام عملیات تهیه بستر کاشت با یک بار عبور رتیواتور (با سرعت چرخشی ۵۴۰ دور در دقیقه) و بهم زدن خاک به عمق حدود ۷ سانتی متر و در آوردن ردیف های کشت با پشته ساز به ارتفاع

۲۵ سانتی متر.

تیمار c: دو بار اســـتفاده از چنگه دندانه میخی و در آوردن ردیف های کشت با پشته ساز به ارتفاع ۲۵ سانتی متر.

تیمار d: انجام عملیات تهیه بســـتر کاشت با استفاده از دیسک به عمق حدود ۸ ســـانتی متر وتسطیح زمین با اســـتفاده از لولر و نهایتا در آوردن ردیفهای کشت با پشته ساز به ارتفاع ۲۵ سانتی متر.

تیمار e: روش آماده سازی کامل زمین در بهار که شامل عملیات شخم با گاوآهن برگرداندار (به عمق ۲۵ ســـانتی متر)، انجام عملیات خاک‌ورزی ثانویه با دیســـک، لولر و در آوردن ردیفهای کشـــت با پشته ساز به ارتفاع ۲۵ سانتی متر (یکی از روشهای مرسوم) است.

ادوات مورد اســـتفاده در تیمارهای این تحقیق در جدول ۱، نشان داده شـــده است. در کلیه تیمارها عملیات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه با استفاده از یک دستگاه تراکتور فرگوسن چهار چرخ محرک، مدل ۳۹۹ ساخت کارخانه تراکتور سازی تبریز و بر اساس شرایط جوی، رطوبت و بافت خاک انجام و

جدول ۱- ادوات استفاده شده در تیمارهای مختلف

تیمار	گاو آهن برگردان	دیسک	لولر	پشته ساز	چنگه	روتیواتور
a	✓	✓	✓	✓	-	-
b	✓	✓	✓	✓	-	✓
c	✓	✓	✓	✓	✓	-
d	✓	✓	✓	✓	-	-
e	✓	✓	✓	✓	-	-

عملیات کاشت با توجه به اعمال تیمار آزمایش در اولین فرصت ممکن و با رقم تجارتی زرقان انجام گرفت.

جرم مخصوص ظاهری خاک در مراحل مختلف از جمله قبل از اجرای آزمایـــش در پاییز، بعد از عملیات خـــاک‌ورزی در پاییز (در تیمارهای که خاک‌ورزی در پاییـــز بود)، قبل از ادامه عملیات خـــاک‌ورزی در بهار (در تیمارهای که کاملا و یا قســـمتی از عملیات خـــاک ورزی آن در بهار بود)، بعد از کاشت، پس از سبز کردن بذر، ۶۰ تا ۷۰ روز پس از سبز شدن بذر و همچنین قبل از برداشـــت در کلیه کرتها (در هر کرت چهار تکرار) هنگامی که رطوبت خاک در حـــدود ۱۵ درصد بود (۳ روز پس از انجام آبیاری)، با تهیه نمونه خاک دســـت نخورده از چهـــار عمق ۱۰-۰، ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰ و ۴۰-۳۰ ســـانتی متری خاک تعیین شد. در همین شرایط با استفاده از یک دستگاه نفوذ سنج عمودی[5] ساخت شرکت اگریسرچ[6]، میزان مقاومت خاک اندازهگیری گردید. میزان ســـوخت، زمان صرف شـــده برای انجام عملیات و عملکرد محصول برای تیمارهـــای مختلف اندازهگیری و میانگین مقادیر اندازهگیری شـــده در مدت آزمایش (سه سال)، با استفاده از نرم افزارهای آماری مقایســـه شد. مشـــخصات خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۲، نشان داده شده است.

زمان انجام کار

به منظور بررســـی زمان لازم برای انجام عملیات تهیه بستر بذر، زمان لازم برای انجام عملیات در هر کرت و در نهایت با محاسبه زمان لازم برای هـــر هکتار، ظرفیت مزرعهای موثر یا واقعی برای ادوات مورد اســـتفاده در تیمارها از رابطه زیر تعیین شد (RNAM, ۱۹۹۵):

$$C_a = \frac{A}{T} \qquad (۱)$$

که در آن:

C_a = ظرفیت مزرعه ای حقیقی (هکتار بر ساعت)

A= سطح عملیات در هر پلات آزمایش (هکتار)

T= زمان لازم برای انجام کار (ساعت)

به منظور دســـتیابی به ســـرعت پیشـــروی مورد نظـــر، دور موتور در محـــدوده ی ۲۰۰۰ – ۱۸۰۰ دور در دقیقـــه ثابت در نظر گرفته شـــد و از ترکیبات مختلف دنده های اصلی و کمک استفاده گردید.

میزان مصرف سوخت

برای تعیین میزان سوخت مصرفی از روش پر کردن مجدد باک سوخت تعییـــن گردید. بدین ترتیب که برای ادوات مورد اســـتفاده در هر تیمار در ابتدا و انتهای هر آزمایش، باک تراکتور از ســـوخت گازوئیل پر شد و مقدار گازوئیـــل اضافه شـــده در انتهای آزمایش، معادل ســـوخت مصرفی منظور گردیـــد (RNAM, ۱۹۹۵). برای پر کردن مجدد باک گازوئیل از اســـتوانه مدرج و بورت با دقت یک ســـی سی، اســـتفاده شد. در ضمن سعی گردید پیش از انجام این کار، تراکتور در یک سطح تراز قرار گیرد.

جرم مخصوص ظاهری خاک

با اســـتفاده از استوانه های مخصوص، نمونه های دست نخورده از عمق خاک برداشته شد و با استفاده از ابعاد استوانه، حجم خاک محاسبه گردید. برای خشک کردن خاک و اندازه گیری جرم مخصوص، نمونه ها در حرارت ۱۰۵ درجه ســـانتی گراد به مدت ۲۴ ســـاعت در داخل آون قرار داده شد (ASAE, ۱۹۸۴). پـــس از انجام طرح میانگین جرم مخصوص اندازه گیری شده در سه سال و با چهار تکرار برای هر تیمار محاسبه و در تجزیه واریانس به عنوان یک عدد مورد استفاده قرار گرفت.

$$B.D = M/V \qquad (۲)$$

B.D = جرم مخصوص ظاهری خاک برحسب گرم بر سانتی مترمکعب

M= جرم خاک خشک موجود در حلقه نمونهبرداری برحسب گرم

V= حجم حلقه نمونهبردای برحسب سانتی متر مکعب

شاخص مخروطی خاک

در ده نقطــه از هر پــلات و در اعماق صفر تا ۴۰ ســانتی متر، میزان مقاومت شــاخص مخروط[7]، به وســیله نفوذ ســنج عمــودی اندازهگیری شد. هنگام اســتفاده از نفوذ سنج، از مخروط اســتاندارد با زاویه راس ۶۰ درجه، قطر اســمی ۱۱/۲۸میلیمتر و سطح یک ســانتیمتر مربع استفاده شــد (ASAE, ۲۰۰۴). میانگین سرعت نفوذ دستی نفوذ سنج درون خاک، حدود دو سانتیمتر در ثانیه بود. دستگاه اندازه گیری به ازای هر سانتیمتر فرو رفتن مخروط در داخل خــاک، نیروی مقاومت خاک را اندازه گرفته و شــاخص مخروطی خاک را برحسب مگاپاســکال (MPa) محاسبه و ثبت میکرد. میانگین شــاخص مخروطی ثبت شده در هر ۴۰ سانتیمتر از عمق خــاک در نقاط مختلف هر کرت به عنوان شــاخص مخروطی آن عمق در نظر گرفته شد.

عملکرد محصول

در هر ســال و در پایان فصل زراعی، عملکرد ریشه در واحد سطح در مــورد تمام تیمارها در کرتهای مختلف اندازه گیری و بر حســب تن در هکتار محاسبه گردید.

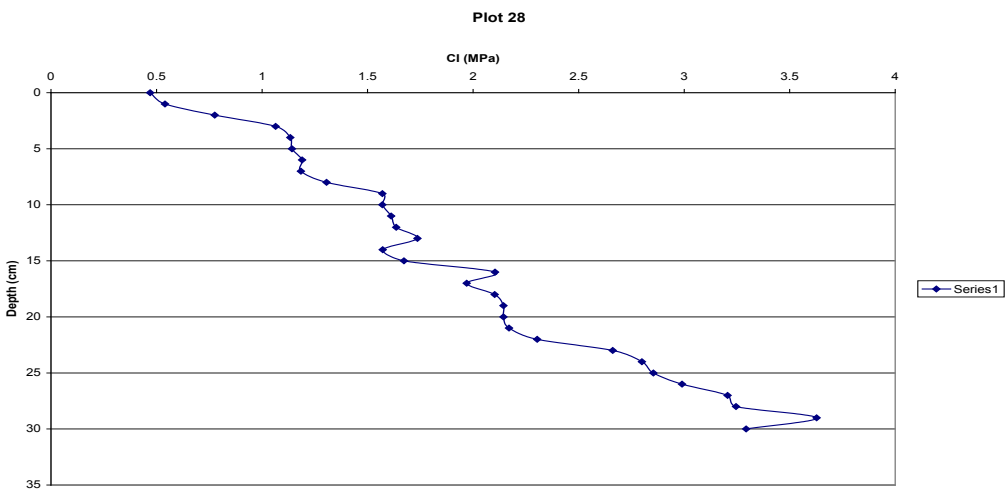
جدول ۲- مشخصات فیزیک و شیمیائی خاک محل اجرای آزمایش

عمق (cm)	بافت خاک	سیلت (٪)	رس (٪)	شن (٪)	EC (ds/m)	pH	O.C • (٪)
۰-۱۵	لومی	۴۳/۷	۲۰/۳۳	۳۸/۱۲	۰/۵۶	۸/۵۳	۰/۵۵
۱۵-۳۵	لومی	۴۱/۸	۱۹/۵۷	۳۷/۸۸	۰/۵۳	۸/۲۳	۰/۵۲

• O.C = کربن آلی (Organic Carbon)

نتایج

با اســتفاده از روش ANOVA[8]، تجزیه واریانــس دادهها انجام گرفت. تجزیه واریانس اثر روش خاک ورزی بر میزان مصرف ســوخت، زمان صرف شــده برای انجام عملیات، مقاومت خاک، میانگین جرم مخصوص خاک در اعماق مختلف و میزان عملکرد محصول در جدول ۳ آمده اســت. مقایســه سطوح مختلف اثرات اصلی بر میانگین شاخص‌های مورد بررسی انجام شد که نتایج آن در جدول ۴ نشــان داده شــده اســت. در مقایسات مربوط به عوامل آزمایش از آزمون دانکن اســتفاده شد. شکل ۱، روند تغییرات میزان مقاومت خاک را برای یکی از پلات ها در اعماق ۰ تا ۳۵ سانتی متری خاک



شکل ۱ . روند تغییرات میزان مقاومت خاک (CI, MPa)

نشان میدهد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج تجزیه واریانس نشـــان داد که اثر روشهای مختلف خاک ورزی بر کلیه صفات به غیر از میزان عملکرد، در سطح ٪۱ معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳ - تجزیه واریانس اثر روش های خاک ورزی بر میزان مصرف ســـوخت، زمان انجام عملیات، مقاومت خاک، جرم مخصوص خاک و عملکرد محصول.

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات (MS)				
		مصرف سوخت (Lit/ha)	وزن مخصوص (gr/cm^3)	شاخص مخروط (CI, MPa)	زمان انجام کار (hr/ha)	عملکرد (ton/ha)
تیمار	۴	۲۴۱/۸۶ ••	۰/۰۰۵ ••	۰/ ۳۶ ••	۴/۷۶ ••	۲/۱۳ ns
بلوک	۳	۱/۶۶ns	۰/۰۰۲ns	۰/۰۰۴ns	۰/۰۹ns	۰/۲۵ns
خطا	۱۲	۲/۹۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۳	۰/۲۷

•• ، ns و df به‌ترتیب عبارتند از: معنی‌داری در سطح ٪۱، معنی‌دار نبودن و درجه آزادی

کمتریـــن مقدار مصرف ســـوخت تراکتـــور با میـــزان ۷۰/۲۱ لیتر در هکتـــار، مربوط بـــه تیمار گاوآهن برگرداندار+ دیســـک و لولـــر در پاییز و بیشـــترین آن با میزان ۸۹/۸۰ لیتر در هکتار، در تیمار استفاده از گاوآهن برگردان دار+ دیســـک در پاییز و روتیواتور در بهار به ثبت رســـید. با توجه به انجام عملیات بیشـــتر برای این تیمار در بهار و توان نسبتا زیاد مورد نیاز برای بکارگیری روتیواتور، مصرف بیشـــتر ســـوخت در این تیمار طبیعی و قابل انتظار بود. نتایج این تحقیق با نتایج ســـایر محققان در خصوص تغییر مصرف سوخت و انرژی افزایش آن در اثر بکارگیری ادوات بیشتر و نیز تغییر روش خاک ورزی همخوانی دارد (Kheiralla *et al*., ۲۰۰۴, Afzalinia *et*

جدول ۴- مقایسه میانگین مقادیر اثر روش خاک‌ورزی بر مصرف سوخت، زمان انجام عملیات، شاخص مخروط، جرم مخصوص خاک و عملکرد محصول.

تیمار/ میانگین	مصرف سوخت (Lit/ha)	وزن مخصوص (gr/cm^3)	شاخص مخروط (MPa)	زمان انجام کار (hr/ha	عملکرد (ton/ha)
تیمار a	۷۰/۲۱ d	۱/۳۰ a	۳/۴۵ a	۸/۲۶ c	۵۵/۴۱ ab
تیمار b	۸۹/۸۰ a	۱/۲۱ c	۲/۶۴ d	۱۰/۵۸ a	۵۵/۷۶ ab
تیمار c	۷۵/۹۱ c	۱/۲۵ bc	۲/۸۹ bc	۸/۱۸ c	۵۶/۶۲ a
تیمار d	۸۳/۹۵ b	۱/۲۹ ab	۲/۹۶ b	۹/۷۱ b	۵۵/۵۴ ab
تیمار e	۷۵/۲۳ c	۱/۲۳ c	۲/۸۵ c	۸/۳۸ c	۵۴/۵۹ b

میانگینهایی که در هر ستون با حروف مشترک نشان داده شدهاند در سطح ٪۵ اختلاف معنیداری ندارند (آزمون دانکن).

.al., ۲۰۰۹, Rusu, ۲۰۰۵, Hobbs et al., ۱۹۹۷, Peruzzi *et al*., ۱۹۹۶)

علی رغـم عدم تاثیر روش خـاک ورزی بر میـزان عملکرد محصول (جدول ۳)، با مقایسـه میانگینها به روش دانکن، تیمارهای مختلف در دو گروه مختلف دسته بندی شدند. بیشترین میزان عملکرد محصول در تیمار گاوآهن برگرداندار + دیسـک در پاییز و چنگه در بهار به میزان ۵۶/۶۲ تن در هکتار و کمترین مقـدار آن ۵۴/۵۹ تن در هکتار مربوط به تیمار آماده سازی کامل زمین در بهار با استفاده از گاوآهن برگردان دار + دیسک و لولر بود. از نظر آماری، سایر تیمارها اختلاف معنیداری با یکدیگر نداشتند و در آزمون چند دامنه دانکن در دسـته بندی خاصی قرار نگرفتند (جدول ۴). عملکرد بیشـتر محصول در روش تهیه بستر بذر در پاییز و بهار میتواند در اثر حاصلخیزی بیشـتر خاک به دلیل انجام بخشی از خاک‌ورزی در پاییز و در نتیجه پوکی بیشـتر خاک، فعالیت بیشـتر میکروارگانیسم ها، ذخیره بیشتر رطوبت در خاک و.... و نیز اثر چنگه در جلوگیری از سله بستن خاک و سـبز شدن بهتر بذر در این روش خاک‌ورزی باشد. این نتایج در راستای نتایج برخی از محققان مبنی بر تغییر عملکرد محصول در اثر تغییر روش و زمان خاک ورزی است (Slowinska and Jurkiewic 1994, Boiffin *et al*., 1992, Hull and Webb, 1970).

در جدول ۴، مشـاهده می شـود که کمترین میانگین زمان مورد نیاز برای آمادهسازی بستر کاشـت با ۸/۱۸، ساعت در هکتار، مربوط به تیمار آمادهسـازی زمین در بهار با گاوآهن برگرداندار+ دیسک و لولر و بیشترین زمان ۱۰/۵۸، سـاعت در هکتار، در تیمار اسـتفاده از گاوآهن برگرداندار+ دیسک در پائیز و روتیواتور در بهار بود. میانگین زمان مورد نیاز برای انجام عملیات تهیه بسـتر بذر، در تیمارهای آماده سـازی کامل زمین در بهار و پائیز و یک تیمار دیگر از آمادهسازی بستر در بهار و پاییز با یکدیگر اختلاف معنیداری نداشتند. این نتایج در راستای نتایج سایر محققان مبنی بر تغییر ظرفیت ماشـین و زمان انجام عملیات با تغییر روش خاک ورزی میباشـد (Ambassa-Kiki *et al*., ۱۹۹۶; Kheiralla *et al*., ۲۰۰۴; Rashid and De Datta, ۱۹۸۶).

نتایج حاصل از اجرای آزمایش نشان داد که بهطور کلی عملیات آماده-سازی زمین در دو مرحله پاییز و بهار (تیمارهای b و d)، بیشترین اثر را بر بهبود شرایط فیزیکی خاک دارد و این عملیات سبب کاهش وزن مخصوص خاک شـده و در نتیجه میتواند فضای بیشتری را برای توسعه و رشد ریشه چغنـدر قندفراهم آورد. کاهش میانگین مقادیر وزن مخصوص و در نتیجه کاهش فشردگی آن در خاک بیشتر شخم خورده به دلیل افزایش سطح بهم خورده و زیر و رو شـدن بیشتر خاک قابل انتظار بود (جدول ۴). بیشترین میـزان این کاهش در تیمار گاوآهن برگرداندار+ دیسـک و لولر در پاییز و استفاده از روتیواتور در بهار و روش آماده سازی کامل زمین در بهار (تیمار e)، به دسـت آمده که در انتهای گروهبندی دانکن قرار گرفت. مقادیر وزن مخصـوص خاک مربوط به تیمار های اسـتفاده از گاوآهـن برگردان دار+ دیسک در پاییز و روتیواتور در بهار و تیمار آماده سازی کامل زمین در بهار (تیمار e)، به ترتیب ۱/۲۱ و ۱/۲۳ گرم بر سانتیمتر مکعب بود. اگرچه بین دو تیمار مذکور اختلاف معنیداری مشـاهده نگردید. بین دو تیمار استفاده از گاوآهن برگردان دار+ دیسک در پاییز و روتیواتور در بهار و تیمار گاوآهن برگردان دار + دیسـک در پاییز و چنگه در بهار، به ترتیب با وزن مخصوص ۱/۲۱ و ۱/۲۵ گرم بر سـانتیمتر مکعب، اختلاف معنیدار مشاهده می گردد که با توجه به عمق یکسـان گاوآهن برگردان دار اختلاف بدسـت آمده به دلیل نوع ادوات خاک‌ورزی اسـتفاده شده در بهار میباشد و به دلیل بیشتر بودن عمق کار روتیواتور، کاهش بیشتر وزن مخصوص در این تیمار طبیعی و قابل انتظار میباشـد. نتایج سـایر محققان نیز حکایت از تغییر در مقادیر وزن مخصوص خاک، ناشی از تغییر در روش خاک ورزی دارد (Hamblin, ۱۹۸۵; Ahuja *et al*., ۱۹۹۸ Lindstrom and Onstad, ۱۹۸۴; Kheiralla *et al*., ۲۰۰۴).

کمترین میانگیـن میزان مقاومت خاک با مقدار ۲/۶۴، مگا پاسـکال مربوط به تیمار اسـتفاده از گاوآهن برگرداندار+ دیسک در پائیز و روتیواتور در بهار و بیشـترین مقدار با میانگین ۳/۴۵، مگا پاسـگال، مربوط به تیمار استفاده آمادهسازی کامل زمین در پائیز بود. بیشتر بودن این مقدار در این تیمار میتواند به دلیل فشـردگی خاک و بسـته شدن خلل و فرج خاک در اثر گذشت زمان و بارش زمستانه باشد. این نتایج با نتایج کار سایر محققان مبنی بر تغییر مقاومت، نفوذپذیـری و برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در اثر تغییر روش خـاک ورزی همخوانی دارد (Winter, ۱۹۸۳ ; Zoch, ۱۹۷۹).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشـان داد که روش های تهیه بستر بذر نوع و تعداد ادوات مورد اسـتفاده تاثیر بسزایی در مصرف سوخت، زمان انجام عملیات، خواص فیزیکـی خاک و ...دارد. بـا این حال برای توصیه روش مناسـب خاک‌ورزی در زراعت چغندر قند، بررسـی و مقایسه روشهای نوین خاک-ورزی، خصوصا روشـهای خاکورزی حفاظتی و کاشـت مستقیم ضروری و مورد نیاز میباشـد. همچنین لازم اسـت تا بررسـی و تحقیق در خصوص عوامـل دیگر از جمله نوع تنـاوب، علفهای هرز، آفـات و بیماریها، میزان مصرف آب و سـایر نهـاده ها، در خاکهای مختلف و شـرایط آب و هوایی متفاوت انجام گیرد. به طور کلی نتایج تحقیق نشان داد که عملیات آماده-سـازی زمین در پاییز و بهار بیشترین اثر را بر بهبود شرایط فیزیکی خاک داشت و اگر چه هیچ یک از روشهای آماده سازی زمین برتری محسوسی در افزایش عملکرد محصول نداشت اما با توجه به هزینه کمتر برخی از روش-های خاکورزی میتوان از آنها در کاشـت چغندر قند بهره گرفت. مهمترین نتایج عبارت بودند از:

کمترین مقدار مصرف سوخت تراکتور با میزان ۷۰/۲۱، لیتر در هکتار، مربـوط به تیمار آماده سـازی زمین در پاییز و بیشـترین مقدار مصرف با میـزان ۸۹/۸۰، لیتـر در هکتار، در تیمار اسـتفاده از گاوآهن برگرداندار+ دیسک در پاییز و روتیواتور در بهار بود.

کمتریـن میانگین میزان مقاومت خاک ۲/۶۴، مگا پاسـکال مربوط به گاوآهن برگردان + دیسک در پاییز و روتیواتور در بهار و بیشترین مقدار آن ۳/۴۵، مگا پاسکال مربوط به آمادهسازی کامل زمین در پاییز بود.

بیشترین و کمترین مقدار فشردگی خاک با میانگینهای ۱/۳۰، و ۱/۲۳، گرم بر سانتی متر مکعب، به ترتیب مربوط به روش آماده سازی کامل زمین در پاییز و بهار بود.

کمترین میزان زمان مورد نیاز برای آمادهسـازی بستر کاشت با میزان ۸/۱۸، ساعت در هکتار، مربوط به تیمار آمادهسازی زمین در بهار با گاوآهن برگرداندار+ دیسک و لولر و بیشترین مقدار مصرف با میزان ۱۰/۵۸، ساعت در هکتـار، در تیمـار اسـتفاده از گاوآهن برگرداندار+ دیسـک در پائیز و

روتیواتور در بهار بود.

بیشـــترین میزان عملکـــرد محصول در تیمار گاوآهـــن برگردان دار + دیســـک در پاییز و چنگه در بهار به میزان ۵۶/۶۲ تن در هکتار و کمترین مقدار آن ۵۴/۵۹ تن در هکتار مربوط به تیمار آماده ســـازی کامل زمین در بهار با استفاده از گاوآهن برگرداندار + دیسک و لولر بود.

پاورقی ها

1. Rusu
2. Hobbs et al
3. Peruzzi et al
4. Bulk Density
5. Penetrometer
6. Eijkelkam, Agrisearch Equipment Penetrologger
7. Cone Index (CI)
8. Analysis of Variances

فهرست منابع

۱. بی نام. آمار نامه کشـــاورزی، جلد دوم، ســـال ۱۳۸۸. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی دفتر آمار و فناوری اطلاعات، وزارت جهاد کشاورزی.

۲. قهرمانیـــان، غ، ۱۳۸۴. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی تاثیر اثرات چند روش خاک ورزی بر همگنی رشد چغندرقند جهت تسهیل در برداشت مکانیزه. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۳. کوچکی، ع، و ا، ســـلطانی. ۱۳۷۵. زراعت چغندرقند، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۰۰ صفحه.

4. Afzalinia, S., E. Dehghanian, M. H. Talati. 2009. Effect of conservation tillage on soil physical properties, fuel consumption, and wheat yield. Fourth Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering. October 1-3, Rousse, Bulgaria.
5. Ahuja, L.R., Fiedler, F., Dunn, G.H., Benjamin, J.G. and Garrison. A., 1998. Changes in soil water retention curves due to tillage and natural reconsolidation. Soil Sci. Soc. Am. J. 62, 1228–1233.
6. Ambassa-Kiki, R., Y. Abobaker and T. Boulama. 1996. Zero-tillage for rice production on Cameroonian vertisols. Soil and Tillage Res. 39(1-2):75-84.
7. Anonymous. 2002. Concerns and strategies for planting and establishing. Sugar beet crop. http//www.Smbse.com / Agronomy / General Ag Notes/ 0422-1-2002 %20 seedbed %20 pr.
8. ASAE Standards, 1984 ASADE D230. 4Agricultural Machinery Management Data, Sections 4: 154. 32nd edition, 2950 niels road, st. joseph, mi 49085- 9659 U.S.A.
9. ASAE Standards, 2004. ASAE S313.3 FEB04:soil cone penetrometer. In: Hahn, R.H., Purschwitz, M.A., Rosentreter, E.E. (Eds.), ASAE Standards 2004.ASAE, St. Joseph, MI.
10. Boiffin. J. c. durr. A. Fleury. A. Marin – Lafleche and I. Maillet. 1992. Analysis of the variability of sugar beet growth during the earth stages : I. Influence of various condition on crop. Establishment. Agronomic (paris). 12:515-525.
11. Carter, L.M. and Colwick, R.F., 1971. Evaluation of tillage systems for cotton production systems. Trans. ASAE. 14, 1116-1121.
12. Croissant, R.L., Schwartz, H.F. and Ayers, P.D., 1991. Soil compaction and tillage effects on dry bean yields. J. Prod. Agric. 4, 461– 464.
13. Hamblin, A.P. 1985. The influence of soil structure on water movement, crop root growth, and water uptake. Adv. Agron. 38, 95–158.
14. Hobbs, P. R., Giri, G. S., & Grace, P. 1997. Reduced and zero tillage options for the establishment of wheat after rice in south Asia. Rice-Wheat Consortium Technical Bulletin.
15. Hull. R. and D. J. Webb. 1970. the effect of sowing date and harvesting date on the yield of sugar beet. J. Agric. Sci. Camb. 73:223-229.
16. Kheiralla, A., F. Azmiyahya and W. Ishak. 2004. Modeling of Power and energy requirement for tillage implements operating in Sardang Sandy clay loam, Malay Sia. Soil and Tillage Res. 78:21-34.
17. Lindstrom, M.J. and Onstad, C.A. 1984. Influence of tillage systems on soil physical parameters and infiltration after planting. J. Soil water conserv. 39, 149-152.
18. Mohajer, F.M. And M. Asoodar, 2010. The Effect of Tillage Systems and Press Wheel Weight on Dry land Wheat Grain Yield in Khuzestan Province. Journal of Agricultural Engineering Research, No. 1, pp. 1-18. (In Farsi).
19. Peruzzi, M., Taffaelli, M., &Ciolo, S. D. 1996. Evaluation on the performances of a peculiar combined machine for direct drilling and two no-till drills for hard winter wheat and maize cultivation. International conference on Agricultural Engineering, Madrid.
20. Rashid. A. S. and De Datta, S. K. 1986. Reducing tillage techniques for wetland rice as affected by herbicides. Soil and Tillage Res. 6(4): 291-303.
21. RNAM, 1995. RNAM Test Codes and Procedures for Farm Machinery. Economic and Social Commision for Asia and the Pacific Regional Network for Agricultural Machinery.
22. Rusu, T. 2005. The influence of minimum tillage systems upon the soil properties, yield and energy efficiency in some arable crops.Journal of Central European Agriculture.6: 287-294.
23. Scott. K. and K. Jaggard. 1978. How the crop grows – from seed to sugar. Brit. Sugar beet review. 46(4) : 19-22.
24. Singh, K.K., Colvin, T.S., Erbach, D.C. and Mughal,

A.Q., 1992. Tilth index: an approach to quantifying soil tilth. Trans. ASAE 35, 1777–1785.
25. Slowinska and Jurkiewies. A. 1994. Changes in structure and physical properties of soil during spring tillage operations. Soil and tillage Res. 29 : 397-407.
26. Soane, B.D. and Pidgeon, J.D., 1975. Tillage requirement in relation to soil physical properties. Soil Sci. 119, 376–384.
27. Taylor, H.M. and Ratliff, L.F., 1969. Root elongation rates of cotton and peanuts as a function of soil strength and soil water content. Soil Sci. 108, 113–119.
28. Voorhees, W.B., 1983. Relative effectiveness of tillage and natural forces in alleviating wheel-induced soil compaction. Soil Sci. Soc. Am. J. 47, 129–133.
29. Voorhees, W.B., Farrell, D.A. and Larson, W.E., 1975. Soil strength and aeration effects on root elongation. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 39, 948–953.
30. Winter. S. R. 1983. Efficient deep tillage for sugar beet on Pullman clay loam. J. of the A. S. S. B. Y. Z. Z. 1: 29-33.
31. Zenter, R. P., S. Tessier, M. Peru, F. B. Dyck and C. A. Campbell. 1991. Economics of tillage systems for spring wheat production in southwestern Saskatchewan (Canada). Soil and Tillage Res. 21:225-242.
32. Zoch. M. 1979. Efficient of different types of soil tillage on soil properties and yield parameters of wheat and sugar beet. Proceedings of the of the international soil tillage organization. ISTRO (8th conference). Vol 2 : 249-254.