ر روش?تاث خاک و عملکرد ?ک?ز?ات ف? خصوص? بر مصرف سوخت، برخ?ورز محصول چغندر قند

محمد یونسی الموتی[1]، رحیم محمدیان[2] و احمد شریفی

1- اعضاء هیات علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی(وزارت جهاد کشاورزی)

2- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

mohamadyounesi@yahoo.com

چکیده

در حال حاضر در مناطق مختلف کشور، برای آماده سازی بستر بذر در کشت چغندر قند از روش های متعدد خاک‌ورزی استفاده می‌شود. استفاده از ادوات خاک‌ورزی بر میزان عملکرد، ساختمان خاک، میزان مصرف سوخت (انرژی) و زمان اجرای عملیات تاثیرگذار است. در این راستا آزمایشی به مدت سه سال با استفاده از پنج تیمار خاک‌ورزی و با چهار تکرار در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: یک تیمار آماده سازی کامل زمین در اوایل پاییز، سه تیمار آماده سازی زمین د ر دو مرحله پاییز و بهار و یک تیمار آماده سازی 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 سازی زمین با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و لولر در بهار بود . به طور کلی عملیات آماده‌سازی زمین در پاییز و بهار بیشترین اثر را بر بهبود شرایط فیزیکی خاک داشت، با این حال هیچ یک از روش‌های آماده سازی زمین برتری محسوسی نسبت به سایر روش ها در افزایش عملکرد محصول نداشت و با توجه به هزینه کمتر برخی از روش های خاک‌ورزی ازجمله آماده سازی زمین در پاییز با گاوآهن برگردان دار و دیسک در بهار، می‌توان از آن‌ها در کاشت چغندر قند بهره گرفت.

کلمات کلیدی: خاک‌ورزی زمان آماده‌سازی زمین، عملکرد محصول، مصرف سوخت، مقاومت خاک.

مقدمه

متوسط بارندگی سالیانه در ایران حدود 250 میلی‌متر بوده که بیش از 70 درصد آن در پاییز و زمستان می‌باشد. سطح زیر کشت چغندرقند در ایران حدود 1600000 هکتار و میزان تولید آن حدود 5/5 میلیون تن می‌باشد. رابطه نزدیکی بین مقدار نور جذب شده آفتاب و اس تحصال شکر از چغندرقند وجود دارد . همچنین برخورداری از یک تولید خوب در صورت کشت زود هنگام چغندرقند امکان پذیر است (Scott and Jaggard, 1978). عملیات خاک‌ورزی و زمان تهیه بستر کاشت در مناطق مختلف یکسان نمی باشد و معمولا با توجه به تنوع اقلیم، تفاوت بافت خاک، مقدار بارندگی، نوع عملیات خاک ورزی و .... تعیین می گردد (Anonymous 2002).

نتایج پژوهش‌های انجام شده در بررسی روش های خاک ورزی برای محصولات گوناگون نشان می دهد که بسته به شرایط محلی، امکانات و اهداف مورد نظر، هر یک از روش های خاک ورزی مرسوم، کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی، می‌تواند بر دیگری برتری داشته باشد (Hemmat, and Eskandari. 2004; Ambassa-Kiki et

al., 1996; Khosravani et al., 2004; Kheiralla et al., 2004; Rashid and De Datta, 1986; Unger, (1977. 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 (Kheiralla et al., 2004). با این حال گزارش مطالعات برخی دیگر از پژوهشگران در بررسی و مقایسه روش های خاک ورزی حفاظتی با روش مرسوم حکایت از آن دارد که خاک ورزی حفاظتی در برخی مناطق از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست (Kheiralla et al., 2004; Zenter et al., 1991). 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, 1985; Ahuja et al., 1998).

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 می تواند روی رشد مطلوب چغندرقند، افزایش عملکرد محصول و نهایتا رسیدن و برداشت سریعتر محصول اثر معنی‌داری داشته باشد (Boiffin et al. 1992. Hull and Webb 1970). میلر و دکستر (1983)، اثر عملیات خاک‌ورزی بر عملکرد محصول چغندرقند را طی 3 سال مطالعه نمودند. نتیجه این تحقیق نشان داد که تولید محصول توسط تیمار بدون خاک ورزی معادل با تیمار خاک‌ورزی مرسوم (شخم با گاوآهن برگردان دار + دوبار دیسک) است. فرانک لیت وهمکاران (1989)، با مطالعه در خصوص سیستم های کم خاک‌ورزی در کشت محصولات گندم، جو و چغندرقند، نتیجه گرفتند که چغندرقند نسبت به روش های مختلف خاک‌ورزی حساس بوده و سیستم خاک ورزی با گاوآهن قلمی در مقایسه با خاک ورزی مرسوم (شخم با گاوآهن برگردان‌دار) بطور معنی‌داری سبب افزایش عملکرد چغندرقند گردید . زاچ (1979)، طی تحقیقی اثر روش های مختلف خاک‌ورزی بر خواص فیزیکی خاک و پارامترهای عملکردی در کشت چغندرقند را مورد مطالعه قرار داد . نتایج به دست آمده نشان داد که 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 برگردان دار به عمق 35-0 سانتی‌متر)، کمتر بود. نتایج مطالعات انجام شده دیگر نشان داد که خاک ورزی عمیق به عمق 35 سانتی متر باعث افزایش نفوذپذیری در خاک و عملکرد چغندرقند، بهبود تهویه خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شد (Winter, 1983). شخم عمیق سبب کاهش جرم مخصوص خاک می گردد و سست نمودن خاک تا عمق 35 سانتی‌متر سبب رشد و توسعه بیشتر ریشه چغندرقند و افزایش عملکرد شده و از چند شاخه ای شدن ریشه جلوگیری می نماید (کوچکی و سلطانی 1375، جهاد اکبر و همکاران 1378، Slowinska – Jurkiewic 1994). در ایران تا کنون مطالعات کمی در ارتباط با عملیات خاک‌ورزی جهت زراعت چغندرقند انجام گرفته است. لذا این تحقیق به منظور بررسی اثر روش های مختلف تهیه بستر بذر بر برخی خواص فیزیکی خاک، میزان عملکرد محصول، مقدار مصرف سوخت، زمان صرف شده برای انجام عملیات و ...، تهیه و اجرا شد.

مواد و روشها

این آزمایش در کرج و در زمینی که کشت قبل از آن گندم بود به مدت دو سال با استفاده از پنج تیمار روش‌ه‌ای مختلف آماده سازی خاک در قالب طرح بلوک کامل تصادفی (در کرت هایی به ابعاد 30 *30 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 25 سانتی متر)، انجام عملیات خاک‌ورزی ثانویه با استفاده از دیسک و لولر و در آوردن ردیف های کشت با ارتفاع 25 سانتی متر بوسیله پشته ساز.

آماده سازی زمین در دو مرحله پاییز و بهار: این روش با سه تیمار که عملیات خاک ورزی اولیه همگی آنها با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار (به عمق حدود 25 سانتی متر) و انجام عملیات خاک ورزی ثانویه شامل عملیات خرد کردن کلوخه‌ها، 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 و بهم زدن خاک به عمق حدود 7 سانتی متر و در آوردن ردیف‌های کشت با پشته ساز به ارتفاع 25 سانتی متر. تیمار c: دو بار استفاده از چنگه دندانه میخی و در آوردن ردیف های کشت با پشته ساز به ارتفاع 25 سانتی متر. تیمار d: انجام عملیات تهیه بستر کاشت با استفاده از دیسک به عمق حدود 8 سانتی متر وتسطیح زمین با استفاده از لولر و نهایتا در آوردن ردیف‌های کشت با پشته ساز به ارتفاع 25 سانتی متر.

تیمار e: روش آماده سازی کامل زمین در بهار که شامل عملیات شخم با گاوآهن برگرداند ار (به عمق 25 سانتی متر)، انجام عملیات خاک‌ورزی ثانویه با دیسک، لولر و در آوردن ردیف های کشت با پشته ساز به ارتفاع 25 سانتی متر (یکی از روش‌های مرسوم) است.

در کلیه تیمارها عملیات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه با توجه به شرایط رطوبت و بافت خاک انجام شد . عملیات کلشت 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 آزمایش در پاییز، بعد از عملیات خاک ورزی در پاییز (در تیمارهای که خاک‌ورزی در پاییز بود)، قبل از ادامه عملیات خاک‌ورزی در بهار (در تیمارهای که کاملا و یا قسمتی از عملیات خاک ورزی آن در بهار بود)، بعد از کاشت، پس از سبز کردن بذر، 60 تا 70 روز پس از سبز شدن بذر و همچنین قبل از برداشت در کلیه کرت ها (در هر کرت سه تکرار) با تهیه نمونه خاک دست نخورده از دو عمق 10-0 و 20-10 سانتی متری تعیین شد. در همین شرایط با استفاده از دستگاه فرو سنج عمودی [1]، میزان مقاومت خاک اندازه‌گیری گردید. میزان سوخت، زمان صرف شده برای انجام عملیات و عملکرد محصول برای تیمارهای مختلف اندازه‌گیری و میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده در مدت آزمایش (دو سال)، با استفاده از نرم افزارهای آماری مقایسه شد.

زمان انجام کار:

به منظور بررسی زمان لازم برای انجام عملیات تهیه بستر بذر در تیمارهای مختلف، ظرفیت مزرعه‌ای موثر یا واقعی برای ادوات مورد استفاده در تیمارها از رابطه زیر تعیین شد (RNAM, 1995):

$$C_a = \frac{A}{T} \quad (1)$$

که در آن:

C_a = ظرفیت مزرعه‌ای حقیقی (هکتار بر ساعت)

[1] - Penitrometer

A= سطح عملیات در هر پلات آزمایش (هکتار)

T= زمان لازم برای انجام کار (ساعت)

به منظور دستیابی به سرعت پیش‌روی مورد نظر، دور موتور در محدوده ی 2000 – 1800 دور در دقیقه ثابت در نظر گرفته شد و از ترکیبات مختلف دنده‌های اصلی و کمک استفاده گردید.

میزان مصرف سوخت:

برای تعیین میزان سوخت مصرفی از روش پر کردن مجدد باک سوخت تعیین گردید . بدین ترتیب که برای ادوات مورد استفاده در هر تیمار در ابتدا و انتهای هر آزمایش، باک تراکتور از سوخت گازوئیل پر شد و مقدار گازوئیل اضافه شده در انتهای آزمایش، معادل سوخت مصرفی منظور گردید (RNAM, 1995). برای پر کردن مجدد باک گازوئیل از استوانه مدرج و بورت با دقت یک سی سی، استفاده شد. در ضمن سعی گردید پیش از انجام این کار، تراکتور در یک سطح تراز قرار گیرد.

جرم مخصوص ظاهری خاک:

با استفاده از استوانه های مخصوص، نمونه های دست نخورده از عمق خاک برداشته شد و با استفاده از ابعاد استوانه، حجم خاک محاسبه گردید.

$$B.D= M/V \qquad (2)$$

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 نقطه از هر پلات و در اعماق صفر تا 40 سانتی متر، میزان مقاومت خاک شاخص مخروط [۲]، به وسیله فرو سنج عمودی اندازه‌گیری شد.

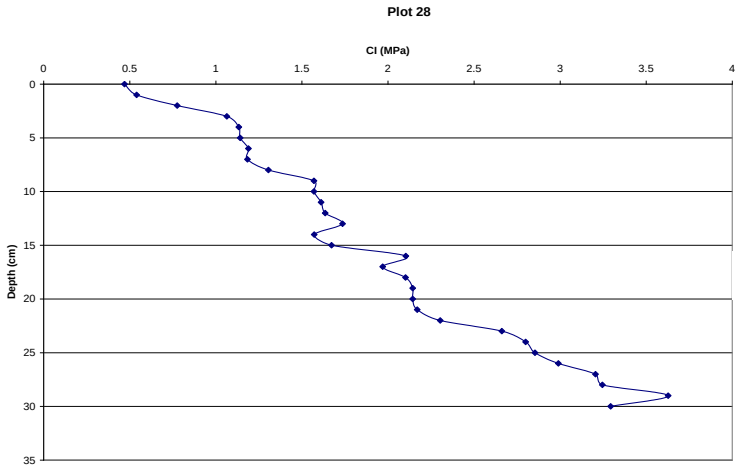
عملکرد محصول:

در پایان فصل عملکرد در واحد سطح در مورد تمام تیمارها در کرت‌های مختلف محاسبه گردید.

[2] - Coin Index (CI)

نتایج و بحث

تجزیه واریانس اثر روش خ اک‌ورزی بر میزان مصرف سوخت، زمان صرف شده برای انجام عملیات، مقاومت خاک، جرم مخصوص خاک و میزان عملکرد محصول در جدول 1 آمده است. مقایسه سطوح مختلف اثرات اصلی بر میانگین شاخص های مورد بررسی انجام شد که نتایج آن در جدول 2 نشان داده شده است. در مقایسات مربوط به‌عوامل آزمایش از آزمون دانکن استفاده شد . نمودار 1، روند تغییرات میزان مقاومت خاک را برای یکی از پلات‌ها در اعماق 0 تا 35 سانتی‌متری خاک نشان می‌دهد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر کلیه صفات به غیر از میزان عملکرد، شامل : میزان مصرف سوخت، زمان صرف شده برای انجام عملیات، مقاومت و جرم مخصوص خاک، در سطح 1٪ معنی‌دار بود (جدول 1).



نمودار 1 . روند تغییرات میزان مقاومت خاک (CI, MPa)

جدول 1: تجزیه واریانس اثر روش خاک‌ورزی بر میزان مصرف سوخت، زمان صرف شده برای انجام عملیات، مقاومت خاک، جرم مخصوص خاک و میزان 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	4	241/ 86 **	0/005**	0/ 36 **	4/76**	2/13 ns
بلوک	3	1/66 Ns	0/002 ns	0/004 ns	0/09 ns	0/25 ns
خطا	12	2/97	0/001	0/004	0/03	0/27

*،**، ns و df به‌ترتیب عبارتند از: معنی‌دار در سطح 5٪، معنی‌دار در سطح 1٪، عدم اختلاف معنی‌دار و درجه آزادی

کمترین مقدار مصرف سوخت تراکتور با میزان 70/21 لیتر در هکتار، مربوط به تیمار گاوآهن برگردان دار+ دیسک و لولر در پاییز و بیشترین آن با میزان 89/80 لیتر در هکتار، در تیمار استفاده از گاوآهن برگردان دار+

دیسک در پاییز و روتیواتور در بهار به ثبت رسید. با توجه به توان مورد نیاز برای راه اندازی روتیواتور، مصرف بیشتر سوخت در این تیمار طبیعی و قابل انتظار بود. نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققان در خصوص تغییر مصرف سوخت و انرژی در اثر تغییر روش خاک‌ورزی همخوانی دارد (Kheiralla et al., 2004; Zenter et al., 1991).

جدول 2. مقایسه میانگین مقادیر اثر روش خاک‌ورزی بر مصرف سوخت، زمان صرف شده برای انجام عملیات، شاخص مخروطی، جرم مخصوص خاک و میزان عملکرد محصول.

تیمار/ میانگین	مصرف سوخت (Lit/ha)	وزن مخصوص (gr/cm^3)	شاخص مخروط (CI, MPa)	زمان انجام کار (hr/ha)	عملکرد (ton/ha)
تیمار a	70/21 d	1/30 a	3/45 a	8/26 c	55/41 ab
تیمار b	89/80 a	1/21 c	2/64 d	10/58 a	55/76 ab
تیمار c	75/91 c	1/25 bc	2/89 bc	8/18 c	56/62 a
تیمار d	83/95 b	1/29 ab	2/96 b	9/71 b	55/54 ab
تیمار e	75/23 c	1/23 c	2/85 c	8/38 c	54/59 b

میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مشترک نشان داده شده‌اند در سطح 5٪ دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (آزمون دانکن).

علی رغم عدم تاثیر روش خاک ورزی بر میزان عملکرد محصول (جدول 1)، با مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن، تیمارهای مختلف در سه گروه مختلف دسته بندی شدند. بیشترین میزان عملکرد محصول در تیمار گاوآهن برگردان‌دار + دیسک در پاییز و چنگه در بهار به میزان 56/62 تن در هکتار و کمترین مقدار آن 54/59 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 یک گروه قرار گرفتند (جدول 2). عملکرد بیشتر محصول در روش تهیه بستر بذر در پاییز و بهار می تواند در اثر حاصل‌خیزی بیشتر خاک به دلیل انجام بخشی از خاک‌ورزی در پاییز و در نتیجه پوکی بیشتر خاک، فعالیت بیشتر میکروارگانیسم‌ها، ذخیره بیشتر رطوبت در خاک و.... و نیز اثر چنگه در جلوگیری از سله بستن خاک و سبز 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 2، مشاهده می‌شود که کمترین میانگین میزان زمان مورد نیاز برای آماده سازی بستر کاشت با میزان 8/18، ساعت در هکتار، مربوط به تیمار آماده سازی زمین در بهار با گاوآهن برگردان دار+ دیسک و لولر و بیشترین مقدار مصرف با میزان 10/58، ساعت در هکتار، در تیمار استفاده از گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک در پائیز و روتیواتور در بهار بود. میانگین زمان مورد نیاز برای انجام عملیات تهیه بستر بذر، در تیمارهای آماده سازی کامل زمین در بهار و پائیز و یک تیمار دیگر از آماده سازی بستر در بهار و پاییز با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند و هرسه تیمار در یک گروه قرار گرفتند. این نتایج در راستای نتایج سایر محققان مبنی بر تغییر بازدهی و راندمان کار ماشین با تغییر روش خاک ورزی می باشد (Ambassa-Kiki et al., 1996; Kheiralla et al., 2004; Rashid and De Datta, 1986).

نتایج حاصل از اجرای آزمایش نشان داد که به‌طور کلی عملیات آماده‌سازی زمین در دو مرحله پاییز و بهار (تیمارهای b-d)، بیشترین اثر را بر بهبود شرایط فیزیکی خاک دارد و این عملیات سبب کاهش وزن مخصوص خاک شده و در نتیجه می تواند فضای بیشتری را برای توسعه و رشد ریشه چغندر قند فراهم 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 شدن بیشتر خاک قابل انتظار بود (جدول 2). بیشترین میزان این کاهش در تیمار گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و لولر در پاییز و استفاده از روتیواتور در بهار و روش آماده‌سازی کامل زمین در بهار (تیمار e)، به دست آمده که در انتهای گروه بندی دانکن قرار گرفت. مقادیر وزن مخصوص خاک مربوط به تیمار های استفاده از گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک در پاییز و روتیواتور در بهار و تیمار آماده سازی کامل زمین در بهار (تیمار e)، به ترتیب 1/21 و 1/23 گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. اگرچه بین دو تیمار مذکور اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید . بین دو تیمار استفاده از گاوآهن برگردان دار+ دیسک در پاییز و روتیواتور در بهار و تیمار گاوآهن برگردان دار + دیسک در پاییز و چنگه در بهار، به ترتیب با وزن مخصوص 1/21 و 1/25 گرم بر سانتی‌متر مکعب، اختلاف معنی-دار مشاهده می گردد که با توجه به عمق یکسان گاوآهن برگردان دار اختلاف بدست آمده به دلیل نوع ادوات خاک-ورزی استفاده شده در بهار می باشد و به دلیل بیشتر بودن عمق کار روتیواتور، کاهش بیشتر وزن مخصوص در این تیمار طبیعی و قابل انتظار می باشد. نتایج سایر محققان نیز حکایت از تغییر در مقادیر وزن مخصوص خاک، ناشی از تغییر در روش خاک‌ورزی دارد (Hamblin, 1985; Ahuja et al., 1998 Lindstrom and Onstad, 1984; Kheiralla et al., 2004).

کمترین میانگین میزان مقاومت خاک با مقدار 2/64، مگا پاسکال مربوط به تیمار استفاده از گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک در پائیز و روتیواتور در بهار و بیشترین مقدار با میانگین 3/45، مگا پاسگال، مربوط به تیمار استفاده آماده‌سازی کامل زمین در پائیز بود. بیشتر بودن این مقدار در این تیمار می‌تواند به دلیل فشردگی خاک و بسته شدن خلل و فرج خاک در اثر گذشت زمان و بارش زمستانه باشد . . این نتایج با نتایج کار سایر محققان مبنی بر تغییر مقاومت، نفوذپذیری و برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در اثر تغییر روش خاک ورزی همخوانی دارد (Winter, 1983 ; Zoch, 1979; Hill, 1990; Cassel et al., 1995; Vyn and Raimbault, 1993; Logsdon et al., 1990).

نتیجه گیری:

به‌طور کلی عملیات آماده‌سازی زمین در پاییز و بهار بیشترین اثر را بر بهبود شرایط فیزیکی خاک داشت، با این حال بر اساس نتایج تجزیه واریانس، هیچ یک از روش های آماده سازی زمین برتری محسوسی نسبت به سایر روش‌ها در افزایش عملکرد محصول نداشت و با توجه به هزینه کمتر برخی از روش های خاک‌ورزی می‌توان از آن‌ها در کاشت چغندر قند بهره گرفت. مهمترین نتایج عبارت بودند از:

1. کمترین مقدار مصرف سوخت تراکتور با میزان 70/21، لیتر در هکتار، مربوط به تیمار آماده سازی زمین در پاییز و بیشترین مقدار مصرف با میزان 89/80، لیتر در هکتار، در تیمار استفاده از گاوآهن برگردان دار+ دیسک در پاییز و روتیواتور در بهار بود.
2. کمترین میانگین میزان مقاومت خاک 2/64، مگا پاسکال مربوط به گاوآهن برگردان + دیسک در پاییز و روتیواتور در بهار و بیشترین مقدار آن 3/45، مگا پاسکال مربوط به آماده‌سازی کامل زمین در پاییز بود.
3. بیشترین و کمترین مقدار فشردگی خاک با میانگین‌های 1/30، و 1/23، گرم بر سانتی متر مکعب، به ترتیب مربوط به روش آماده سازی کامل زمین در پاییز و بهار بود.

4. کمترین میزان زمان مورد نیاز برای آماده‌سازی بستر کاشت با میزان 8/18، ساعت در هکتار، مربوط به تیمار آماده‌سازی زمین در بهار با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و لولر و بیشترین مقدار مصرف با میزان 10/58، ساعت در هکتار، در تیمار استفاده از گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک در پائیز و روتیواتور در بهار بود.
5. بیشترین میزان عملکرد محصول در تیمار گاوآهن برگردان دار + دیسک در پاییز و چنگه در بهار به میزان 56/62 تن در هکتار و کمترین مقدار آن 54/59 تن در هکتار مربوط به تیمار آماده سازی کامل زمین در بهار با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار + دیسک و لولر بود.

منابع

30 mm
1. جهاد اکبر م، ر، ح، ر، ابراهیمیان، ش، حاج رسولها و س، ی، صادقیان، 1378. تاثیر کم آبیاری در ابتدا فصل رشد بر شاخص های رشد چغندرقند. 55-37.
2. کوچکی، ع، و ا، سلطانی. 1375. زراعت چغندرقند، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. 200 صفحه

3. 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.
4. 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.
5. Frankliet. M. and Roisinn. 1989. regional experiences with reduced tillage in Belgium. Eur. Report. 17:21-27.
6. 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.
7. Miller. S. D. and A. G. Dexter. 1983. No-tillage sugar beet production. Sugar beet research and extension report. Vol. 21. pp 124-205.
8. RNAM, 1995. RNAM Test Codes and Procedures for Farm Machinery. Economic and Social Commision for Asia and the Pacific Regional Network for Agricultural Machinery.
9. Scott. K. and K. Jaggard. 1978. How the crop grows – from seed to sugar. Brit. Sugar beet review. 46(4) : 19-22.
10. Slowinska – Jurkiewies. A. 1994. Changes in structure and physical properties of soil during spring tillage operations. Soil and tillage Res. 29 : 397-407.
11. 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.
12. 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 (8^{th} conference). Vol 2 : 249-254.
13. 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.
14. Hemmat, A. and A. Eskandari. 2004. Tillage system effects upon productivity of dryland winter wheat-chickpea rotation in the northwest region of Iran. Soil and Tillage Res. 78(1):37-52.
15. 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.
16. 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.

17. Unger, P. W. 1977. Tillage effects on winter wheat production where the irrigated and dryland crops are alternated. Agron. J. 69: 944-950.
18. 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.
19. 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.
20. Cassel, D.K., Raczkowski, C.W. and Denton. H.P., 1995. Tillage effects on corn production and soil physical properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 59, 1436–1443.
21. 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.
22. Hamblin, A.P. 1985. The influence of soil structure on water movement, crop root growth, and water uptake. Adv. Agron. 38, 95–158.
23. Hill, R.L. 1990. Long-term conventional and no tillage effects on selected soil physical properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 54,161–166.
24. 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.
25. Logsdon, S.D., Allmaras, R.R., Wu, L., Swan, J.B. and Randall. G.W., 1990. Macroporosity and its relationship to saturated hydraulic conductivity under different tillage practices. Soil Sci. Soc. Am. J. 54, 1096–1101.
26. Vyn, T.J., and Raimbault. B.A., 1993. Long-term effect of five tillage systems on corn response and soil structure. Agron. J. 85: 1074–1079.