

## تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی در تهیه بستر بذر منوژرم بر عملکرد و کیفیت محصول چغندر قند

### An investigation on different tillage methods to get optimum seedbed preparation in monogerm sugar beet farming and its effects on yield and quality

محمدعلی به آئین<sup>۱\*</sup>، غلامرضا اشرف منصوری<sup>۱</sup> و فرحناز حمدی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۴

م. ع. به آئین، غ. ر. اشرف منصوری و ف. حمدی. ۱۳۹۱. تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی در تهیه بستر بذر منوژرم بر عملکرد و کیفیت محصول چغندر قند. مجله چغندر قند ۲۸(۲): ۱۳۵-۱۲۳

#### چکیده

با هدف بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی به منظور تهیه بستر مناسب جهت کاشت بذر منوژرم چغندر قند و تأثیر آن بر کمیت و کیفیت محصول، آزمایشی طی سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب در استان فارس به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح و پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. آماده‌سازی کامل زمین در دو سطح پاییز و بهار و استفاده از ادوات خاک‌ورزی در شش سطح در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. کرت‌های فرعی عبارت بودند از: ۱- شخم با گاوآهن برگردان دار در عمق ۳۰-۳۵ سانتی‌متر به همراه دیسک ۲- شخم با گاوآهن برگردان دار در عمق ۳۰-۳۵ سانتی‌متر به همراه روتوتیلر ۳- شخم با گاوآهن قلمی در عمق ۳۰-۳۵ سانتی‌متر به همراه دیسک ۴- شخم با گاوآهن قلمی در عمق ۳۰-۳۵ سانتی‌متر به همراه روتوتیلر ۵- زیرشکن به عمق ۳۰-۳۵ سانتی‌متر به همراه گاوآهن برگردان دار به عمق ۳۰-۳۵ + دیسک ۶- زیرشکن به عمق ۳۰-۳۵ سانتی‌متر به همراه گاوآهن برگردان دار به عمق ۳۰-۳۵ به همراه روتوتیلر. متغیرهای جرم مخصوص ظاهری خاک، شاخص مخروط خاک، درصد سبز شدن، شاخص سرعت سبز شدن و ویژگی‌های کمی و کیفی اندازه‌گیری گردیدند. نتایج تفاوت معنی‌دار آماری بین آماده‌سازی زمین در پاییز و بهار و ادوات خاک‌ورزی از لحاظ متغیرهای اندازه‌گیری شده را نشان داد. استفاده از ادوات خاک‌ورزی در فصل پاییز در مقایسه با فصل بهار کاهش بیشتری را در وزن مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک نشان داد. هم‌چنین مقادیر درصد سبز شدن، شاخص سرعت سبز شدن و عملکرد مربوط به استفاده از تیمارهای خاک‌ورزی در پاییز بیشتر از بهار بود. سه عامل زمان کاربرد، نوع ادوات و عمق عملیات خاک‌ورزی توانست روی متغیرهای فوق مؤثر باشند. استفاده از گاوآهن برگردان دار در عمق ۳۰-۳۵ سانتی‌متر در فصل پاییز به همراه روتوتیلر باعث افزایش درصد سبز شدن (۹۴/۴۲٪)، شاخص سرعت سبز شدن (۴/۹۳٪)، خلوص شربت خام (۸۲/۶۸٪)، عملکرد ریشه (۸۱/۸۱ تن در هکتار) و شکر سفید (۱۱/۸۴ تن در هکتار) شد.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، روش خاک‌ورزی، زمان خاک‌ورزی، شاخص مخروط خاک، وزن مخصوص ظاهری

ali\_behaen@yahoo.com

۱- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس - شیراز \* - نویسنده مسئول

۲- کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات چغندر قند - کرج

## مقدمه

چغندر قند به بستر مناسب و عاری از علف هرز نیاز دارد. خاک سطحی می‌بایستی ریز، تا حدی متراکم و فاقد پستی و بلندی در بستر بذر باشد تا جوانه‌زنی یکنواخت و سریعی حاصل گردد. پوکی خاک نقش مهمی در فرم ریشه دارد. بستر مناسب، رطوبت بهینه، ردیف کار دقیق و کنترل علف‌های هرز در کشت بذر منوژرم دارای اهمیت است (Khodabandeh 1990).

شرایط نامطلوب بستر بذر باعث تأخیر در سبز شدن، کند کردن سرعت سبز و کاهش تعداد بوته‌ها و نهایتاً کاهش استقرار و افزایش تنش به گیاه می‌شود (Shafiee 1995). روش‌های مختلف خاک‌ورزی مورد استفاده از نظر نوع وسیله خاک‌ورزی، زمان و تعداد دفعات انجام عملیات خاک‌ورزی متفاوت می‌باشند که هر کدام به دلیل مزایا و معایب خاص خود و همچنین میزان هزینه ای که ایجاد می‌کنند ممکن است عملکرد محصول یا درآمد حاصل از آن را تحت تأثیر قرار دهند. اصولاً 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 (Koulivand Khodabandeh 1987; 1990).

گایریزا و همکاران (Gyuricza et al. 1999)

دو روش کم خاک‌ورزی و روش مرسوم را روی پارامترهای خاک و عملکرد چغندر قند مقایسه کردند.

خاک‌ورزی مرسوم به وسیله گاواهن برگردان دار و یک بار دیسک زدن و کم خاک‌ورزی به وسیله گاواهن قلمی و یک بار عملیات دیسک زدن انجام گردید. پس از دو سال آزمایش نتایج نشان داد که در روش خاک‌ورزی مرسوم وزن مخصوص ظاهری و مقاومت خاک کاهش و عملکرد محصول ۳۰ درصد افزایش می‌یابد. بیالزیک و همکاران (Bialczyk et al. 2000) دو روش خاک‌ورزی با گاواهن برگردان دار و روتیواتور و کشت مستقیم را روی خواص فیزیکی خاک و عملکرد محصول چغندر قند بررسی نمودند. در این تحقیق روش استفاده از گاواهن برگردان دار به همراه روتیواتور مقاومت خاک را کاهش و عملکرد را افزایش داد. همچنین کم‌شدن مقاومت خاک در شکل ریشه چغندر قند مؤثر بود. هائو و همکاران (Hao et al. 2000) تأثیر کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم را روی خصوصیات فیزیکی خاک در چغندر قند مطالعه کردند. در مورد چغندر قند ادواتی که در خاک‌ورزی مرسوم به کار برده شد شامل گاواهن برگردان دار، دوبار عملیات دیسک‌زنی و استفاده از یک کولتیواتور سبک بود. در عملیات کم خاک‌ورزی نیز ادوات گاواهن قلمی و هرس دندان میخی در پاییز و کاشت در بهار انجام شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌دار بین دو روش خاک‌ورزی از نظر تغییر در وزن مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک وجود ندارد. قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها در روش کم خاک‌ورزی ۶/۵۲ میلی‌متر و در خاک‌ورزی مرسوم ۳/۸۱ میلی‌متر گزارش گردید. از

کورداس و زیمنی (Kordas and Zimny 2002) طی انجام تحقیقی تأثیر استفاده از کشت مستقیم و روش مرسوم با استفاده از گاوآهن برگردان دار و دیسک را روی خواص فیزیکی خاک و عملکرد چغندرقد مورد مقایسه قرار دادند. نگه‌داشتن بقایای گیاهی و استفاده از گاوآهن برگردان دار و دیسک نیز به عنوان تیمار سوم انتخاب گردید. پس از شش سال اجرای آزمایش نتایج نشان داد که قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها در روش استفاده از گاوآهن برگردان دار و دیسک به همراه بقایای گیاهی نسبت به روش مرسوم افزایش می‌یابد. میزان محصول در روش استفاده از گاوآهن برگردان دار و دیسک تفاوت معنی‌دار آماری با روش دیگر نشان داد. کمترین میزان محصول چغندرقد در روش کشت مستقیم به دست آمد.

از تحقیقات انجام شده می‌توان چنین استنباط کرد که سه عامل روش خاک‌ورزی، عمق و زمان انجام عملیات در انجام یک خاک‌ورزی مناسب مؤثر است. در این راستا آزمایشی با استفاده از روش‌های مختلف خاک‌ورزی در بهار و پاییز به منظور تعیین شرایط فیزیکی مطلوب خاک جهت تهیه مطلوب‌ترین بستر بذر منوژرم چغندرقد و اثر این شرایط روی عملکرد کمی و کیفی محصول اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در اراضی ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در زمینی که محصول سال قبل آن گندم بود به اجرا در آمد.

نظر عملکرد روش مرسوم به‌طور متوسط ۲۵ درصد بیشتر از روش کم خاک‌ورزی محصول تولید نمود. والسزیک و میخالک (Walczyk and Michalek 2000) دو روش کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم با گاوآهن برگردان دار را در افزایش مقاومت خاک پس از کاشت چغندرقد بررسی کردند. اندازه‌گیری شاخص مخروط خاک، فشردگی را در عمق ۳۰ سانتی‌متری روی ردیف‌های کشت در هر دو روش نشان داد. البته این فشردگی در حد غیرقابل قبول و بحرانی نبود.

رینهارد و همکاران (Reinhard et al. 2001) در آزمایشی به مدت پنج سال مقایسه تأثیر دو روش بی خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول با گاوآهن برگردان دار روی چغندرقد پرداختند. پس از یک کاهش جزئی در عملکرد، طی دو سال اول آزمایش عملکرد ریشه در دو روش تفاوت معنی‌دار آماری نداشتند.

داتسنکو و همکاران (Dotsenko et al. 2002) طی انجام تحقیقی در مورد خاک‌ورزی در زراعت چغندرقد به بررسی عمق مناسب عملیات خاک‌ورزی پرداختند. تیمارهای آزمایش شامل سه عمق سه، پنج و هفت سانتی‌متری در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که عمق خاک‌ورزی سه سانتی‌متر باعث نگره‌داری بیشتر رطوبت خاک همراه با کنترل کافی علف‌های هرز شد. در مرحله دوم آزمایش دو تیمار خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی روی پشته به همراه عملیات ثانویه خاک‌ورزی به‌وسیله دیسک انجام گردید. نتایج آزمایش دوم نشان داد که خاک‌ورزی بیشتر، تأثیر مثبتی در تغییر شرایط خاک و عملکرد محصول ندارد.

خاک و توصیه‌های کودی به میزان ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در زمان کاشت به زمین اضافه گردید. جدول ۱ مشخصات خاک مزرعه مورد آزمایش را نشان می‌دهد.

بذر مورد استفاده در این آزمایش رقم منوژرم رسول بود که توسط بذرکار پنوماتیک تراشکده و با فاصله بذر ۵ سانتی‌متر کشت گردید (اواسط فرودین هر سال). آبیاری کرت‌ها توسط سیفون انجام شد. بعد از وجین و تنک اول ۲۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار در دو نوبت به کرت‌ها داده شد. مشخصات فنی ماشین‌های استفاده شده در آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. متغیرهای ذیل اندازه‌گیری گردیدند:

#### وزن مخصوص ظاهری خاک

با استفاده از استوانه‌های مخصوص، نمونه‌های دست نخورده از عمق خاک برداشته شد و با استفاده از ابعاد استوانه، حجم خاک محاسبه گردید. نمونه گرفته شده در درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت در آون قرار داده شد. در این تحقیق وزن مخصوص ظاهری خاک هر کرت قبل از انجام عملیات خاک‌ورزی و بعد از اولین آبیاری از عمق ۴۰ سانتی‌متر در فواصل ۱۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. با داشتن وزن نمونه، وزن مخصوص ظاهری خاک براساس وزن خشک طبق فرمول زیر محاسبه گردید.

$$B.D = M/V \quad (1)$$

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طراحی شد. آماده سازی کامل زمین در دو سطح بهار ( $a_1$ ) و پاییز ( $a_2$ ) به کرت‌های اصلی و استفاده از ادوات خاک‌ورزی در شش سطح به شرح زیر به کرت‌های فرعی انتساب یافتند:

۱- شخم با گاوآهن برگردان دار در عمق ۳۵-۳۰ سانتی‌متر به همراه دیسک ( $t_1$ )

۲- شخم با گاوآهن برگردان دار در عمق ۳۵-۳۰ سانتی‌متر به همراه روتوتیلر ( $t_2$ )

۳- شخم با گاوآهن قلمی در عمق ۳۵-۳۰ سانتی‌متر + دیسک ( $t_3$ )

۴- شخم با گاوآهن قلمی در عمق ۳۵-۳۰ سانتی‌متر به همراه روتوتیلر ( $t_4$ )

۵- زیرشکن با ساقه خمیده به عمق ۳۵-۳۰ سانتی‌متر + گاوآهن برگردان دار به عمق ۳۰-۲۵ به همراه دیسک ( $t_5$ )

۶- زیرشکن با ساقه خمیده به عمق ۳۵-۳۰ سانتی‌متر به همراه گاوآهن برگردان دار به عمق ۳۰-۲۵ به همراه روتوتیلر ( $t_6$ )

هر کرت آزمایشی فرعی شامل ۲۰ ردیف با فواصل ۵۰ سانتی‌متر و به طول ۲۰ متر بود. جهت یادداشت‌برداری زراعی از هر کرت آزمایشی چهار خط به طول ۱۸ متر انتخاب گردید. بین کرت‌های اصلی شش متر و بین تکرارها جهت تردد بهتر ادوات ۱۰ متر فاصله در نظر گرفته شد. کودهای لازم بر اساس تجزیه

در رابطه ۴، PPSM = تعداد بوته‌های سبز شده در مترمربع، SPSM = تعداد بذر کاشته شده در مترمربع، P = درصد خلوص بذر و G = قوه نامیه بذر است. قوه نامیه و درصد خلوص بذر به صورت اعشاری در رابطه بالا قرار داده شد.

### شاخص سرعت سبز شدن

استقرار گیاه اغلب به‌عنوان ارزیابی عملکرد ادوات خاک‌ورزی و کاشت محسوب می‌شود. زیرا شمارش بوته‌ها به‌عنوان شاخصی از تعداد دانه‌هایی که به طور موفقیت آمیز جوانه‌زده و سر از خاک بیرون آورده‌اند بوده و از آن برای ارزیابی کیفیت بذر و بستر بذر استفاده می‌شود. برای تعیین درصد بوته‌های سبز شده، تعداد بوته‌های سبز شده به‌طور روزانه از داخل قاب‌هایی به مساحت یک مترمربع که در وسط هر کرت پس از کاشت قرار داده می‌شود، شمارش گردید. سپس شاخص سرعت سبز شدن از رابطه ۵ محاسبه شد.

$$ERI = \frac{\sum_{i=F}^L [\%D - \%(D-1)]}{D} \quad (5)$$

در رابطه ۵، %D = درصد گیاهان سبز شده در روز L/D، % (D-1) = درصد گیاهان سبز شده در روز (D-1)ام، D = تعداد روزهای پس از کاشت، F = تعداد روزهای پس از کاشت که اولین گیاه سبز می‌شود (اولین روز شمارش) و L = تعداد روزهای پس از کاشت هنگامی که سبز شدن کامل شده است (آخرین روز شمارش).

در این رابطه، B.D = وزن مخصوص ظاهری خاک برحسب گرم بر سانتی مترمکعب، M = وزن خاک خشک موجود در حلقه نمونه‌برداری برحسب گرم و V = حجم حلقه نمونه‌برداری برحسب سانتی مترمکعب است.

$$\Delta BD = \frac{BD_1 - BD_2}{BD_1} \times 100 \quad (2)$$

که در آن  $BD_1$  وزن مخصوص ظاهری قبل از آبیاری و  $BD_2$  بعد از آبیاری و  $\Delta BD$  تغییرات وزن مخصوص است.

### شاخص مخروطی خاک

با استفاده از دستگاه نفوذسنج مخروطی مدل SP1000 در هر پلات تعداد ۱۰ نفوذ قبل و بعد از عملیات و در هر نقطه از عمق صفر تا ۴۰ سانتی‌متر شاخص مخروطی خاک اندازه‌گیری شد. رطوبت در هنگام اجرای عملیات ۱۸-۱۶ درصد تعیین گردید.

(۳)

شاخص مخروط خاک بعد از آبیاری اول - شاخص مخروط خاک قبل از خاک‌ورزی

$$\text{شاخص مخروط خاک قبل از خاک‌ورزی} = \frac{\text{درصد کاهش شاخص مخروط خاک}}{\text{شاخص مخروط خاک قبل از خاک‌ورزی}}$$

### محاسبه درصد سبز شدن

برای تعیین درصد بوته‌های سبز شده، تعداد بوته‌های سبز شده به‌طور روزانه از داخل قاب‌هایی به مساحت نیم مترمربع که در وسط هر کرت پس از کاشت قرار داده شد، شمارش شده و با استفاده از رابطه ۴ صفت درصد بذور سبز شده محاسبه گردید.

$$M = \frac{PPSM}{(SPSM)(P)(G)} \quad (4)$$

عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید نشان داد. استفاده از ادوات خاک‌ورزی اثرات معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد روی تمام متغیرهای مورد مطالعه نشان داد. اثر متقابل فاکتورهای آزمایش روی تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. تجزیه واریانس مرکب صفات کیفی در جدول ۵ آمده است. با توجه به این جدول متغیر زمان، ادوات خاک‌ورزی و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری روی ویژگی‌های کیفی محصول نداشت.

#### وزن مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک

بیشترین میزان کاهش در وزن مخصوص ظاهری خاک در تیمار  $a_{1t_2}$  (استفاده از گاواهن برگردان‌دار به همراه روتوتیلر) در بهار به دست آمد ولی تفاوت معنی‌دار آماری با تیمار  $a_{1t_1}$  (گاواهن برگردان‌دار به همراه دیسک) نداشت (جدول ۴). علت را می‌توان مربوط به استفاده از نوع ادوات خاک‌ورزی ثانویه دانست. با توجه به این که کاهش در جرم مخصوص ظاهری خاک باعث نفوذ آب و هوا در خاک و توسعه ریشه می‌شود. نوع ادوات خاک‌ورز اولیه و ثانویه و زمان اندازه‌گیری این پارامترها باید مورد توجه قرار گیرد. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود گاواهن برگردان‌دار نسبت به گاواهن قلمی و روتوتیلر نسبت به دیسک کاهش بیشتری در جرم مخصوص ظاهری خاک و شاخص مخروط خاک ایجاد نمودند که آن را باید به عملکرد این دستگاهها و پوک کردن خاک

#### تعیین عملکرد ریشه، شکر سفید و صفات کیفی

در پایان فصل رویش از هر واحد آزمایشی چهار خط وسط با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت آزمایشی (به طول ۱۸ متر و مساحت ۳۶ مترمربع) انتخاب شدند. پس از شمارش تعداد ریشه و تعیین وزن‌تر، به صورت تصادفی ۳۰ عدد ریشه برای تهیه نمونه خمیر و تعیین صفات کیفی برداشت شد. با داشتن عملکرد ریشه در واحد سطح و درصد قند، عملکرد شکر تعیین گردید. نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS با در نظر گرفتن اثرات ثابت و تصادفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

#### نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب دو ساله برای درصد کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک، درصد کاهش شاخص مخروط خاک، درصد سبزشدن، شاخص سرعت سبزشدن و عملکرد ریشه در جدول ۳ آمده است. سال اثر معنی‌دار روی هیچ کدام از متغیرهای اندازه‌گیری شده در آزمایش نداشت و شرایط آزمایش برای هر دو سال یکسان بود. عامل زمان که عبارت از تهیه زمین در دو فصل پاییز و بهار بود، اثرات معنی‌دار آماری در سطح احتمال پنج درصد روی کاهش درصد وزن مخصوص ظاهری خاک و کاهش درصد شاخص مخروط خاک و در سطح احتمال یک درصد روی درصد سبزشدن، شاخص سرعت سبزشدن،

مرتبط دانست. به طور کلی استفاده از ادوات خاک‌ورزی در فصل پاییز در مقایسه با استفاده از همین ادوات در فصل بهار کاهش کمتری در وزن مخصوص ظاهری خاک ایجاد می‌نماید. دلیل آن می‌تواند ناشی از یک فصل ماندن زمین زراعی در معرض عوامل محیطی از جمله باران و باشد. در کرت‌هایی که در فصل بهار میزان وزن مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک در آن‌ها اندازه‌گیری شده است اندازه‌گیری دو پارامتر ذکر شده بلافاصله بعد از انجام عملیات خاک‌ورزی با ادوات بوده است. ولی در کرت‌هایی که در فصل پاییز عملیات خاک‌ورزی در آن‌ها انجام شده اندازه‌گیری این پارامترها بعد از فصل زمستان و قبل از کاشت محصول انجام شده است که کم شدن حجم خاک طی یک فصل در اثر عوامل محیطی و کاهش در جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک را به دنبال داشته است. کیانمهر و همکاران (Kyanmhr et al. 2008) در مورد استفاده از نوع ادوات خاک‌ورزی در تأثیرگذاری روی متغیرهای مورد اندازه‌گیری نتایج مشابهی را گزارش کردند. نتایج تحقیقات گایریزا و همکاران (1999) و بیالزیک و همکاران (2000) نیز اثر نوع ادوات خاک‌ورزی را در کاهش مقاومت خاک و افزایش عملکرد محصول نشان داد.

### درصد سبزشدن، شاخص سرعت سبزشدن

درصد سبزشدن و شاخص سرعت سبزشدن تحت تأثیر دو عامل نوع ادوات و زمان اجرای عملیات

خاک‌ورزی قرار گرفت. به طور کلی تیمارهای استفاده از ادوات خاک‌ورزی در فصل پاییز باعث افزایش درصد سبز و شاخص سرعت سبزشدن گردیدند (جدول ۴). همچنین استفاده از گاوآهن برگردان‌دار نسبت به گاوآهن قلمی به علت برگردان نمودن بهتر خاک و روتوتیلر نسبت به دیسک به علت ایجاد سطحی هموارتر و کلوخه‌های کوچک‌تر و یکنواخت‌تر قابل تأمل است. در ارتباط با وزن مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک نتایج مشابه با دو متغیر فوق به دست آمد. از نظر درصد سبز و شاخص سرعت سبزشدن تفاوت معنی‌دار آماری بین ادوات و بین زمان‌های اجرای عملیات مشاهده شد. البته این تفاوت‌ها در بعضی تیمارها اندک بود. در تیمارهایی که ادوات خاک‌ورزی در آن‌ها یکسان و زمان اجرای عملیات (پاییز و بهار) متفاوت بود، تیمارهای اجرای عملیات در پاییز درصدهای بیشتری را در مورد شاخص‌های فوق نشان داد (جدول ۴). گایریزا و همکاران (1999)، بیالزیک و همکاران (2000) و هائو و همکاران (2000) اثر نوع ادوات و زمان عملیات خاک‌ورزی را روی پارامترهای فیزیکی از جمله کاهش مقاومت خاک، افزایش در سرعت سبزشدن بذر چغندر قند و در نهایت افزایش عملکرد ریشه گزارش نمودند.

اثر متقابل زمان عملیات و نوع ادوات خاک

ورزی بر عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی‌دار بود. اثر

حاصل از خاک‌ورزی اولیه، عمل متراکم نمودن سطحی خاک که عمل مهمی در تماس بهتر بذر با خاک می‌باشد را به وسیله غلتک پشت آن انجام داده و حفاظ پشت این دستگاه نیز در صورت تماس سطحی با خاک عمل هموار نمودن را انجام می‌دهد. در صورتی که عملیات فوق به وسیله دیسک انجام نمی‌گیرد. استفاده از ادوات خاک‌ورزی به خصوص ادواتی که عملکرد شکرسفید بالایی تولید نموده‌اند در فصل پاییز به شرایط مطلوب تهیه زمین برای رشد مطلوب ریشه چغندر قند کمک زیادی می‌نماید. نکته دیگری که باید به آن توجه کرد این است که میزان انرژی که در تهیه بستر بذر صرف می‌شود باید در حد کمینه باشد. نتایج تحقیقات جمتوس و لی لایس (1997)، کوک و اسکات (1993) و بیالزیک و همکاران (2000) نشان داد که عواملی مثل کودهای سبز، بقایای گیاهی، شخم پاییزه و همچنین عوامل فیزیکی مثل کاهش مقاومت خاک در افزایش کمی و کیفی محصول مؤثر است.

### اثر زمان و نوع ادوات خاک‌ورزی بر چغندر قند تولیدی

تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای خاک‌ورزی در پاییز و بهار از نظر خلوص شربت‌خام و ناخالصی‌های موجود در ریشه چغندر قند مشاهده نشد (جدول ۵). در عین حال، بیشترین میزان ضریب استحصال شربت خام در تیمار استفاده از گاوآهن برگردان دار و روتوتیلر در پاییز با ۸۲/۶۸ درصد به دست

متقابل سه جانبه سال، زمان عملیات و نوع ادوات خاک‌ورزی در هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیشترین عملکرد ریشه در تیمارهای  $a_2t_2$ ،  $a_2t_4$  و  $a_2t_6$  به ترتیب ۸۲/۶۹، ۸۱/۸۱ و ۸۰/۷۷ تن در هکتار، به دست آمد (جدول ۴). می‌توان نتیجه گرفت که عامل زمان (تهیه بستر بذر در پاییز) توانست درصد سبز و شاخص سرعت سبز شدن بذر را افزایش داده و منجر به افزایش عملکرد ریشه شود، زیرا در این حالت پس از سبز شدن بذر، رشد اولیه گیاهچه در یک خاک سطحی مطلوب و رشد و نمو مؤثر بعدی گیاه در یک خاک حاصلخیز و عمقی صورت گیرد. بیشترین میزان عملکرد شکر سفید در استفاده از ادوات خاک‌ورزی در فصل پاییز نسبت به استفاده از این ادوات در فصل بهار به دست آمد (جدول ۴). نتایج به دست آمده بازگویی این حقیقت است که هر چه در تهیه بستر بذر چغندر قند خاک سطحی ریز، متراکم و فاقد پستی و بلندی در مسیر بذر و نیز خاک عمقی پوک باشد، شکل ریشه که نقش مهمی در فرآیند استخراج قند دارد بهبود بیشتری پیدا می‌کند. گاوآهن برگردان دار به علت این که خاک را به‌طور کامل برگردان می‌کند باعث به وجود آمدن قطعات کوچک‌تر و خاک نرم در مقایسه با استفاده از گاوآهن قلمی می‌شود. در استفاده از ادوات خاک‌ورزی ثانویه نیز روتوتیلر، شرایط ذکر شده در مطالب گفته شده بالا را با کیفیت بیشتری نسبت به دیسک به وجود می‌آورد. چراکه این وسیله علاوه بر خرد نمودن قطعات خاک



برای رشد گیاهچه‌ها در بهار فراهم می‌شود. از طرفی در تیمارهای خاک ورزی در پاییز، ریشه‌ها مخروطی شکل با حداقل طوقه و بدون انشعاب بودند که این مشخصات در مورد ریشه‌های با کیفیت مطلوب صادق است. کوک و اسکات (1993) گزارش کردند که شخم در پاییز یکی از عوامل افزایش کیفیت محصول می‌باشد. همچنین در تحقیقات بیالژیک و همکاران (2000) گزارش شد که استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و روتواتور در افزایش محصول و شکل ریشه چغندر قند مؤثر است. لازم به ذکر است که روتوتیلر به کار رفته در این تحقیق نیز عملکردی مشابه با روتواتور و در سطح کیفی بهتر داشت.

### نتیجه گیری

جمع‌بندی نتایج نشان می‌دهد که سه عامل زمان کاربرد، نوع ادوات و عمق عملیات خاک‌ورزی می‌تواند روی کمیت و کیفیت محصول چغندر قند تأثیرگذار باشد. استفاده از گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۳۰-۳۵ سانتی‌متر در فصل پاییز به همراه روتوتیلر ( $a_2t_2$ ) باعث افزایش درصد سبزشدن، شاخص سرعت سبزشدن و افزایش عملکرد کمی (ریشه و شکر سفید) شده و این تیمار برای خاک‌های لومی قابل توصیه می‌باشد.

آمد. سمیز (2007) در مورد تجزیه بقایای گندم بر درصد خلوص ریشه چغندر قند نشان داد که بقایای گیاهی گندم در صورت مخلوط شدن با خاک باعث افزایش کیفیت ریشه و کاهش ناخالصی‌ها در چغندر قند می‌گردد. همچنین مور و همکاران (2009) نتیجه گرفتند که بهترین نوع تهیه زمین برای چغندر قند استفاده از گاوآهن برگردان‌دار در ماه سپتامبر (مهر) نسبت به نوامبر (آبان) می‌باشد. چرا که زودتر مخلوط شدن بقایا با خاک زمان لازم برای تجزیه بقایای گیاهی را فراهم نموده و از عدم حرکت نیتروژن در خاک می‌کاهد. این امر باعث کاهش مصرف کود مورد نیاز و همچنین کاهش ناخالصی‌های ریشه می‌شود.

### اثر متقابل زمان و نوع ادوات خاک‌ورزی بر درصد قند ریشه

اثر متقابل زمان انجام عملیات و نوع ادوات خاک‌ورزی بر درصد قند ریشه معنی‌دار نبود (جدول ۵). با این وجود، میانگین درصد قند در تیمارهای خاک‌ورزی در فصل پاییز ( $a_2$ ) نسبت به تیمارهای خاک‌ورزی در فصل بهار ( $a_1$ ) بیشتر بود (۱۷/۱۶٪ در مقابل ۱۶/۱۷٪). این طور استنباط می‌شود که در فصل پاییز و زمستان بقایای گیاهی (مقداری از بقایای گیاهی باقی مانده از کشت گندم) بهتر تجزیه شده و شرایط مطلوب

## جدول ۱ برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در سال‌های اجرای آزمایش (۸۵-۱۳۸۴)

سال اجرا	عمق نمونه خاک (سانتی متر)	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (میلیون)	پتاسیم قابل جذب (میلیون)	اسیدپنه خاک (دسی زیمنس بر متر)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	درصد سیلت	درصد رس	درصد شن	بافت خاک
۱۳۸۴	۰-۱۵	۰/۵۵	۳/۲	۱۹۴	۸/۵	۰/۵۶	۴۳/۷	۲۰/۳	۳۸/۱	لومی
	۱۵-۳۵	۰/۵۲	۳/۴	۱۸۳	۸/۲	۰/۵۳	۴۱/۸	۱۹/۶	۳۷/۹	لومی
۱۳۸۵	۰-۱۵	۰/۶۰	۳/۵	۱۹۰	۸/۳	۰/۵۹	۴۱/۷	۲۲/۳	۳۶/۴	لومی
	۱۵-۳۵	۰/۵۶	۳/۸	۱۸۸	۸/۰	۰/۵۳	۴۴/۸	۲۰/۵	۳۴/۶	لومی

## جدول ۲ مشخصات فنی ادوات مورد استفاده در تحقیق (تعریف تیمارهای آزمایشی)

ردیف	نوع ادوات	مشخصات
۱	گاو آهن برگردان‌دار	سوارشونده، سه خیش، عرض کار هر خیش ۳۵ سانتی‌متر، عرض کار ۱/۰۵ متر
۲	گاو آهن قلمی	سوارشونده، ۷ شاخه، فاصله بین بازوها ۲۵ سانتی‌متر، عرض کار ۱/۷۵ متر
۳	دیسک تاندوم	نوع کششی با چرخ‌های حامل، دارای ۳۶ بشقاب، فاصله بین بشقاب‌ها ۲۳ سانتی‌متر، قطر بشقاب‌ها ۵۵ سانتی‌متر، عرض کار ۴ متر
۴	روتوتیلر	سوارشونده، قدرت موردنیاز ۵۵ اسب‌بخار، تیغه‌های عمودی با مقطع لوزی شکل، عرض کار ۱/۸۵ متر
۵	زیرشکن با ساقه خمیده	سوارشونده با سه ساقه خمیده، عامل خاک‌ورز با تیغه باله‌دار، دارای ۲ چرخ تنظیم عمق، عرض کار ۱/۶۸ متر
۶	بزرکار پنوماتیک	چهار ردیفه، ظرفیت مخزن بذر ۳۰ لیتر، قدرت موردنیاز ۶۰-۵۰ اسب بخار، فاصله خطوط کشت ۷۵ سانتی‌متر، وزن دستگاه ۷۰۰ کیلوگرم، دور محور تواندهی ۵۰۰ دور بر دقیقه

## جدول ۳ میانگین مربعات تجزیه واریانس مرکب برخی متغیرهای کمی چغندر قند در سال‌های اجرای آزمایش (۸۵-۱۳۸۴)

منابع تغییر	درجات آزادی	درصد کاهش جرم مخصوص ظاهری	درصد کاهش شاخص مخروط خاک	درصد سبزشدن	شاخص سرعت سبزشدن	عملکرد ریشه عملکرد شکر سفید
سال (Y)	۱	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۲۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۲۶/۲۲ <sup>ns</sup>
خطا	۴	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۴۵	۰/۰۱	۲۰/۷۵
زمان (A)	۱	۱/۵۴ <sup>°</sup>	۰/۲۷ <sup>°</sup>	۷۶۵/۷۷ <sup>°°</sup>	۶/۳۵ <sup>°°</sup>	۹۹۷/۶۲۵ <sup>°°</sup>
A × Y	۱	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۳ <sup>°</sup>	۱۵/۲۷ <sup>*</sup>
خطای a	۴	۰/۰۸	۰/۰۱	۱/۹۲	۰/۰۱	۴/۲۰
تیمار خاک ورزی (B)	۵	۱۱/۳۹ <sup>°°</sup>	۱/۷۱ <sup>°°</sup>	۱۳۹/۴۸ <sup>°°</sup>	۲/۲۹ <sup>°°</sup>	۱۱۰/۷۹ <sup>°°</sup>
Y × B	۵	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۸/۴۸ <sup>°</sup>
B × A	۵	۰/۲۲ <sup>°°</sup>	۰/۰۶ <sup>°°</sup>	۷۱/۳۲ <sup>°°</sup>	۰/۳۱ <sup>°°</sup>	۹/۸۴ <sup>°</sup>
A × B × Y	۵	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۳/۲۲ <sup>ns</sup>
خطای b	۴۰	۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۷۸	۰/۰۱	۳/۱۲
C.V.		۱۲/۹۷	۱۰/۸۴	۱۱/۰۲	۱۲/۸۰	۱۴/۰۵

\*\*\* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار بودن

جدول ۴ گروه بندی میانگین تیمارهای ترکیبی زمان و نوع ادوات خاک ورزی روی متغیرهای مورد اندازه گیری در سال های اجرای آزمایش (۸۵-۱۳۸۴)

پارامتر تیمار	کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک (درصد)	کاهش شاخص مخروط خاک (درصد)	درصد سبز شدن	شاخص سرعت سبز شدن (درصد)	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عملکرد شکر سفید (تن در هکتار)
a <sub>1</sub> t <sub>1</sub>	۴/۸۴ <sup>b</sup>	۱۱/۷۱ <sup>a</sup>	۸۶/۴۶ <sup>e</sup>	۴/۰۲ <sup>de</sup>	۷۶/۵۴ <sup>cd</sup>	۸/۰۹ <sup>cd</sup>
a <sub>1</sub> t <sub>2</sub>	۵/۰۸ <sup>a</sup>	۱۱/۷۰ <sup>a</sup>	۹۱/۲۰ <sup>bc</sup>	۴/۱۴ <sup>d</sup>	۷۶/۵۳ <sup>cd</sup>	۹/۲۳ <sup>c</sup>
a <sub>1</sub> t <sub>3</sub>	۲/۹۵ <sup>f</sup>	۱۰/۹۸ <sup>def</sup>	۸۳/۱۳ <sup>g</sup>	۳/۸۶ <sup>f</sup>	۷۷/۲۴ <sup>bcd</sup>	۹/۵۶ <sup>bcd</sup>
a <sub>1</sub> t <sub>4</sub>	۳/۳۴ <sup>e</sup>	۱۰/۷۶ <sup>fg</sup>	۸۲/۵۲ <sup>g</sup>	۳/۹۲ <sup>ef</sup>	۷۶/۲۶ <sup>d</sup>	۹/۵۰ <sup>bcd</sup>
a <sub>1</sub> t <sub>5</sub>	۳/۷۲ <sup>e</sup>	۱۱/۲۵ <sup>bc</sup>	۷۷/۳۷ <sup>i</sup>	۳/۲۲ <sup>h</sup>	۷۷/۵۵ <sup>bcd</sup>	۹/۹۶ <sup>bc</sup>
a <sub>1</sub> t <sub>6</sub>	۴/۶۹ <sup>b</sup>	۱۱/۴۲ <sup>b</sup>	۸۰/۳۵ <sup>h</sup>	۳/۲۹ <sup>h</sup>	۷۷/۷۸ <sup>bcd</sup>	۱۰/۲۸ <sup>bc</sup>
a <sub>2</sub> t <sub>1</sub>	۴/۱۸ <sup>d</sup>	۱۰/۵۳ <sup>g</sup>	۹۰/۶۳ <sup>c</sup>	۴/۲۸ <sup>c</sup>	۷۹/۱۹ <sup>abcd</sup>	۱۰/۶۶ <sup>ab</sup>
a <sub>2</sub> t <sub>2</sub>	۴/۲۰ <sup>d</sup>	۱۰/۶۵ <sup>g</sup>	۹۱/۷۶ <sup>b</sup>	۴/۵۲ <sup>b</sup>	۸۰/۷۷ <sup>ab</sup>	۱۱/۰۵ <sup>ab</sup>
a <sub>2</sub> t <sub>3</sub>	۲/۴۵ <sup>h</sup>	۱۰/۱۱ <sup>h</sup>	۸۴/۴۴ <sup>f</sup>	۳/۵۹ <sup>g</sup>	۸۰/۲۸ <sup>abc</sup>	۹/۹۵ <sup>bc</sup>
a <sub>2</sub> t <sub>4</sub>	۲/۸۰ <sup>g</sup>	۱۰/۰۱ <sup>h</sup>	۸۷/۹۴ <sup>d</sup>	۳/۸۷ <sup>f</sup>	۸۲/۶۹ <sup>a</sup>	۱۰/۲۴ <sup>bc</sup>
a <sub>2</sub> t <sub>5</sub>	۴/۳۶ <sup>c</sup>	۱۱/۰۱ <sup>de</sup>	۹۰/۹۸ <sup>bc</sup>	۴/۸۴ <sup>a</sup>	۷۹/۳۳ <sup>abcd</sup>	۱۰/۸۶ <sup>ab</sup>
a <sub>2</sub> t <sub>6</sub>	۴/۷۴ <sup>b</sup>	۱۱/۱۷ <sup>cd</sup>	۹۴/۴۲ <sup>a</sup>	۴/۹۳ <sup>a</sup>	۸۱/۸۱ <sup>a</sup>	۱۱/۸۴ <sup>a</sup>

میانگین هایی که در هر ستون با حروف مشابه نمایش داده شده اند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار آماری با یکدیگر ندارند (آزمون دلکن).

جدول ۵ میانگین مربعات تجزیه واریانس مرکب برخی ویژگی های کیفی چغندر قند در سال های اجرای آزمایش (۸۵-۱۳۸۴)

منابع تغییر	درجات آزادی	درصد قند	درصد شکر سفید	خلوص شربت خام (درصد)	سدیم (Na)	پتاسیم (K)	نیترژن آمینه (N)	قند ملاس (درصد)
سال (Y)	۱	۲۹/۰۱ <sup>ns</sup>	۵۸/۱۸ <sup>ns</sup>	۱۷۵۸/۸۴ <sup>**</sup>	۹/۲۳ <sup>ns</sup>	۱۴۶/۶۳ <sup>**</sup>	۰/۳۶ <sup>ns</sup>	۳۱/۷۵ <sup>**</sup>
خطا	۴	۸/۳۶	۱۰/۵۶	۴۹/۲۳	۲/۰۰	۰/۹۵	۰/۱۲	۰/۳۰
زمان (A)	۱	۱۷/۸۰ <sup>ns</sup>	۲۱/۳۴ <sup>ns</sup>	۲۴۵/۶۸ <sup>ns</sup>	۴/۴۰ <sup>ns</sup>	۱۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۲/۴۵ <sup>ns</sup>
A × Y	۱	۶/۰۷ <sup>ns</sup>	۲۹/۰۶ <sup>ns</sup>	۲۰۶/۹۹ <sup>*</sup>	۲/۰۲ <sup>*</sup>	۷/۵۶ <sup>ns</sup>	۰/۲۰ <sup>ns</sup>	۲/۵۱ <sup>ns</sup>
خطای a	۴	۱/۲۹	۸/۹۱	۲۳/۰۵	۰/۱۹	۱/۰۸	۰/۰۴	۰/۵۳
تیمار خاک ورزی (B)	۵	۰/۷۳ <sup>ns</sup>	۶/۶۸ <sup>ns</sup>	۴/۶۷ <sup>ns</sup>	۰/۲۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>
Y × B	۵	۰/۶۲ <sup>ns</sup>	۸/۱۹ <sup>ns</sup>	۵/۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۳۶ <sup>ns</sup>	۰/۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۰ <sup>ns</sup>
B × A	۵	۰/۹۲ <sup>ns</sup>	۲/۲۰ <sup>ns</sup>	۹/۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۹۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۱۸ <sup>ns</sup>
A × B × Y	۵	۰/۵۷ <sup>ns</sup>	۱/۵۷ <sup>ns</sup>	۷/۱۲ <sup>ns</sup>	۰/۴۱ <sup>ns</sup>	۰/۵۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۱ <sup>ns</sup>
خطای b	۴۰	۰/۶۹	۵/۰۴	۷/۹۷	۰/۲۰	۰/۹۵	۰/۰۵	۰/۲۰
C.V.	۴/۹۶	۱۷/۵۲	۳/۵۸	۲۲/۷۱	۲۲/۷۱	۱۳/۸۱	۱۸/۶۱	۱۵/۷۱

ns و \*\* و \*\*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی دار

## References

## منابع مورد استفاده:

Khodabandeh N. Agriculture of industrial plants. Tehran University Press. 1990; 454p. (in Persian)

- Shafiee SA. Tillage machines. Publishing Center of Tehran Uiversity. 1995; 216p. (in Persian)
- Koulivand M. Agriculture of sugar beet. Publications of the University Jihad shahid Beheshti University, Tehran. 1987; 246p. (in Persian)
- Kyanmhr MH, Bidgoly SH, Khazai J. Comparison of modeled - Bottom moldboard plow bilateral one- way three- Bottom. Journal of Agricultural Engineering Research .2008; No. 6: 1-16.
- Bialczyk W, Czarnecki j, Kordas L, Pieczarka K, Michalek R. Changes in physical and mechanical properties of soil in different technologies of tillage. Conference on machines - soil-plants, April 12-14, 2000, Inzynieria-Rolnicza, Poland. 2002; No.6:47-54.
- Cook DA, Scott, RK. The Sugar Beet Crop. Science in to Practice. University Press, Cambridge, Britain. 1993; 781p.
- Dotsenko IM, Chmeleva LE, Borodin AA. Tillage of inter rows in sugar beet cultivation. Sakharanaya-svekla.2002; No. 6: 18-19.
- Gentos TA, Lellis Th. Effects of soil compaction, water and organic matter contends on emergence and initial plant growth of cotton and sugar beet. Journal of Agricultural Engineering Research. 1997; 66; pp.134.
- Gyuricza C, Peter L, Laszlo P, Brikas M. Effect of reduce tillage on the physical properties of the soil and on the sugar beet yield. Novenytermeles, 1999; 48:631-645.
- Hao X.Y, Change C, Larney FJ, Nitschelm J, Regitnig P. Effect of minimum tillage and crop sequence on physical properties of irrigated soil in southern Alberta. Soil and tillage research, 2000; 57:53-60.
- Kordas L, Zimny L. The effects of long-term using of no-tillage method in sugarbeet production on soil structure indices. Biuletyn- instytutu- Hodowli-i- Aklimatyzacji - Roslin, 2002; 222: 263-270.

- Moor A, Stark J, Brown B, Hopkins B. Sugar beets. University of Idaho, college of Agriculture, 2009; CIS 1174.
- Reinhard H, Chervet A, Sturny W G. No-tillage in field crops. I. Effect on yields. *Revue-Suisse-d Agriculture*, 2001; 33:70-130.
- Sims L A. Sugar beet production after previous crops of corn, wheat, and soybean. Research extension report, University of Minnesota; 2007.
- Walczyk M, Michalek R. Effect of reduced tillage on soil compactness in growing field plants. Conference on machines- soil-plants, April 12-14, 2000, Inzynieria-Rolnicza, Poland, 2000; 6: 9-14.