مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۹/ شماره ۲/تابستان ۱۳۸۷/ص ۶۸-۵۷

اثر استفاده از انواع کولتیواتور بر میزان عملکرد و کیفیت چغندرقند

صادق افضلی‌نیا، محمود نیرومندجهرمی و دادگر محمدی*

* به ترتیب عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، نشانی: زرقان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، ص. پ. ۱۱۱-۷۳۴۱۵، تلفن: ۴۲۲۳۷۷۹(۰۷۱۲)، پیام‌نگار: sja925@mail.usask.ca؛ کارشناس بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس؛ و عضو هیئت علمی دفتر بررسی‌های اقتصادی طرح‌های تحقیقاتی فارس

تاریخ دریافت مقاله: ۸۵/۶/۴؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۲/۲۸

چکیده

استفاده از کولتیواتور در مزارع چغندرقند به عنوان ماشین داشت چندمنظوره، بر عملکرد محصول بسیار مؤثر است. اما به دلیل هزینه‌هایی که در بر دارد و وجود انواع مختلف کولتیواتور، تعیین تعداد دفعات به کارگیری کولتیواتور در دورهٔ رشد چغندرقند و مناسب‌ترین نوع آن، بسیار مهم است. تحقیقی با هشت تیمار و سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در استان فارس اجرا شد. تیمارهای تحقیق عبارت بودند از: ۱) دو مرتبه استفاده از کولتیواتور غلتان، ۲) سه مرتبه استفاده ازکولتیواتور غلتان، ۳) دو مرتبه استفاده از کولتیواتور هلالی (ثابت)، ۴) سه مرتبه استفاده از کولتیواتور هلالی (ثابت)، ۵) دو مرتبه استفاده از فاروئر (به عنوان کولتیواتور)، ۶) سه مرتبه استفاده از فاروئر (به عنوان کولتیواتور)، ۷) دو مرتبه وجین دستی (شاهد) و ۸) سه مرتبه وجین دستی که همهٔ این ۸ تیمار در طول دورهٔ رشد چغندرقند اجرا شد. فاکتورهای عملکرد ریشهٔ چغندرقند، میزان علف هرز باقیمانده در مزرعه، عیار قند، خلوص شربت خام، درصد شکر استحصالی، میزان قند موجود در ملاس، نیتروژن مضر، پتاسیم، و سدیم موجود در ریشهٔ چغندرقند به عنوان معیار مقایسه بین تیمارهای این تحقیق در نظر گرفته شدند. نتایج تحقیق نشان داد که از نظر عملکرد ریشهٔ چغندرقند و عیار قند هیچگونه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد. از نظر میزان علف هرز باقیمانده در مزرعه، اختلاف بین تیمارها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده و تیمار سه بار وجین دستی دارای کمترین مقدار علف هرز (۲۷۵/۶ کیلوگرم در هکتار) و تیمار دوبار استفاده از فاروئر دارای بیشترین مقدار علف هرز (۷۰۶/۲ کیلوگرم در هکتار) بود. از بین فاکتورهای درصد شکر استحصالی، خلوص شربت خام، قند موجود در ملاس، نیتروژن مضر، سدیم، و پتاسیم مانده در ریشهٔ چغندرقند، اختلاف تیمارها از نظر درصد شکر استحصالی، نیتروژن مضر، و مقدار سدیم موجود در ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود و در بقیه فاکتورها، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت. از نظر اقتصادی نیز تیمار سه بار استفاده از کولتیواتور غلتان، بیشترین درآمد خالص اقتصادی (۹۸۶۵۸۷ ریال بر هکتار) و نرخ سودآوری (۲۹۸۹/۶ درصد) را دارد و اقتصادی‌ترین تیمارهاست.

واژه‌های کلیدی

عملکرد چغندرقند، عیار قند، کنترل علف‌های هرز، کولتیواتور

مقدمه

چغندرقند با سطح زیر کشت سالانه ۱۷۸ هزار هکتار و تولید ۵/۹۳ میلیون تن، محصولی استراتژیک در کشور است (Anon, 2004). این محصول از جمله زراعت‌های ردیفی است و اجرای عملیات کاشت، داشت، و برداشت آن به صورت مکانیزه به سادگی امکان‌پذیر است. اما هنوز در اکثر نقاط کشور کنترل علف‌های هرز مزارع چغندرقند دستی یا شیمیایی است. کنترل دستی

علف‌های هرز بسیار هزینه‌بر و کنترل شیمیایی نیز دارای عوارض شدید زیست محیطی است؛ بنابراین، چاره‌ای جز استفاده از روش‌های مکانیکی یا روش‌های تلفیقی وجود ندارد. در زراعت‌های مکانیزه، استفادهٔ به موقع از ادوات کشاورزی مناسب می‌تواند به میزان قابل توجهی باعث افزایش عملکرد وکاهش هزینه‌های تولید شود. استفاده از کولتیواتور به منظور تکمیل عملیات داشت در جهت سله‌شکنی، دفع علف‌های هرز، ذخیره رطوبت، و ترمیم جوی و پشته‌های مزارع چغندرقند می‌تواند بسیار مفید واقع شود. در این صورت انتظار می‌رود گیاه در شرایط بهتری از رشد قرار گیرد و در نتیجه عملکرد افزایش پیدا خواهد کرد. تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم اجرای این عملیات سبب جلوگیری از تلفات رطوبت خاک می‌شود و نیز در نتیجهٔ تهویهٔ خاک، ریشهٔ گیاه رشد مناسب‌تری خواهد داشت (Farsinejad & Farahbakhsh, 1995). براسو و همکاران (Braseso *et al.*, 1963) روش‌های مختلف مبارزه با علف‌های هرز ذرت را بررسی و این تیمارها را با هم مقایسه کردند: یک یا دو بار مبارزهٔ مکانیکی (استفاده از کولتیواتور)، مصرف ۰/۸ یا ۱/۶ کیلوگرم آترازین در هکتار قبل یا بعد از سبزشدن گیاه، ترکیبات مختلف آنها. نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف ۱/۶ کیلوگرم آترازین در هکتار قبل از سبزشدن گیاه بهترین عملکرد و کمترین هزینهٔ کارگری را در مقایسه با دو بار مبارزهٔ مکانیکی یا شیمیایی به دست می‌دهد.

استیون و وایز (Steven & Wiese, 1976) رقابت علف‌های هرز یکساله را در زراعت چغندرقند بررسی کردند و نتیجه گرفتند که اگر با علف‌های هرز مبارزه نشود افت عملکرد چغندرقند به حدود ۵۰ درصد می‌رسد. اگر با علف‌های هرز زود رویش تا ۶ هفته پس از کاشت مبارزه شود، رقابت علف‌های هرز با گیاه اصلی تا آخر فصل رشد تقریباً از بین می‌رود و اگر تا ۸ هفته پس از جوانه‌زنی مبارزه نشود، رقابت علف‌های هرز افت عملکرد را به دنبال دارد و مبارزهٔ بعدی با آنها اثر چندانی در عملکرد چغندرقند نخواهد داشت.

ابوزید و همکاران (Abouzeid *et al.*, 1990) در مصر سازگاری روش‌های مکانیکی و شیمیایی کنترل علف‌های هرز پنبه را بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که افزایش عملکرد دانهٔ پنبه زمانی که از علف‌کش استفاده شود، اندکی بیش از وقتی است که کولتیواتور به‌کار رود و ترکیب دو علف‌کش به علاوهٔ سه بار مبارزهٔ مکانیکی بیشترین مقدار عملکرد دانه را به دست خواهد داد. درتحقیقی در تانزانیا، دو روش مکانیکی کنترل علف‌های هرز ذرت شامل استفاده از کولتیواتور در بین ردیف‌های کشت و استفاده از کولتیواتور روی ردیف‌های کشت و روش دستی با هم مقایسه شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که بین کولتیواتورها از نظر ظرفیت مزرعه‌ای اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و استفاده از کولتیواتور هزینهٔ کارگری را تا ۸۰ درصد کاهش می‌دهد در حالی که تلفیق روش مکانیکی و دستی کنترل علف‌های هرز باعث کاهش هزینهٔ کارگری به میزان ۴۰ درصد می‌شود. تلفیق روش مکانیکی و دستی بهترین کارایی را درکنترل علف‌های هرز دارد و عملکرد بیشتری را باعث می‌شود (Kwiligwa *et al.*, 1994). فارسی‌نژاد و فرح‌بخش (Farsinejad & Farahfakhsh, 1995) اثر مدت رقابت علف‌های هرز یکساله را بر عملکرد چغندرقند در دو منطقهٔ زرقان و فسا بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که تیمار بدون علف هرز در تمام دورهٔ رویش نسبت به

تیماری که در آن در طول دوره رشد هیچگونه مبارزه‌ای با علف‌های هرز نشده بود، افزایش عملکرد به میزان ۳۰ درصد در زرقان و ۶۲ درصد در فسا به همراه داشت. و نیز چنانچه در هفتهٔ پنجم و هشتم بعد از کاشت با علف‌های هرز مبارزه شود، تأثیر مهمی بر عملکرد محصول خواهد داشت.

رادلف (Rudolf, 1996) یک دستگاه کولتیواتور چغندرقند با عرض کار ۵/۴ متر را طراحی کرد که به صورت اتوماتیک کنترل شود. سیستم کنترل اتوماتیک، در حالی که تیغه را بین ردیف‌های کشت به‌صورت دقیق هدایت می‌کرد، میزان کاربرد علف‌کش یا کود را نیز در هر ردیف کنترل می‌نمود. نتیجهٔ ارزیابی دستگاه نشان داد که کاربرد کولتیواتور همراه با سیستم پاشنده علف‌کش، باعث ۶۰ درصد کاهش در مقدار مصرف علف‌کش و حداقل ۵۰ درصد کاهش در میزان بادبردگی علف‌کش می‌شود. همچنین پخش کود در مزرعه با این دستگاه باعث افزایش عملکرد وکاهش مصرف کود می‌شود. زمانی (Zamani, 1998) اثر زمان و دفعات کنترل علف‌های هرز را بر عملکرد و کیفیت چغندرقند در منطقه بیرجند بررسی کرد. طول دوره و تعداد دفعات کنترل علف‌های هرز و همچنین روش‌های کنترل علف‌های هرز در هر یک از دوره‌های کنترل به عنوان تیمارهای آزمایش در نظر گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار بدون علف هرز در سراسر دورهٔ رشد و به دنبال آن تیماری که در آن پس از سبزشدن بذر به مدت سه ماه و به تعداد سه مرتبه با علف‌های هرز آن مبارزه دستی شده است، عملکرد بالاتری به دست داده‌اند. همچنین مشخص شد که مبارزه با علف هرز چنانچه حداقل یک نوبت از سه نوبت ترجیحاً ۶۰ روز پس از سبزشدن با استفاده از کولیتواتور عملی شود عملکرد ریشه افزایش خواهد یافت. به علاوه، بیشترین قند از تیماری به‌دست آمد که در آن طول دورهٔ کنترل سه ماه و تعداد دفعات کنترل سه نوبت در نظر گرفته شده و یک نوبت از آن از کولتیواتور استفاده شده بود. آلمن (Alemán, 2001) اثر سه روش کنترل علف‌های هرز و سه روش خاک‌ورزی را بر تراکم و میزان علف‌های هرز حبوبات بررسی کرد. نتایج این بررسی نشان داد که در تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی چنانچه با علف‌های هرز مبارزهٔ مکانیکی و شیمیایی بشود، در مقایسه با کاربرد مالچ عملکرد بهتری حاصل می‌شود.

با توجه به نتایج تحقیقات گذشته، استفاده از روش‌های ماشینی یا روش‌های تلفیقی مبارزه با علف‌های هرز چغندرقند به‌جای روش‌های دستی و شیمیایی جهت کاهش هزینه‌ها و تأثیرات منفی زیست محیطی ضرورت پیدا می‌کند. این تحقیق به منظور ارزیابی اثرات استفاده از انواع کولتیواتور و تعداد دفعات استفاده از آن در دورهٔ رشد چغندرقند بر میزان عملکرد و کیفیت محصول اجرا شد.

مواد و روش‌ها

مواد

این تحقیق در مزارع مکانیزه کارخانه قند پارس واقع در حسین‌آباد سیاخ، در حدود ۳۵ کیلومتری غرب شیراز اجرا شد.

متوسط بارندگی سالانهٔ این منطقه ۳۲۰ میلی‌متر، ارتفاع آن از سطح دریا ۱۷۴۱ متر، و طول و عرض جغرافیایی آن به ترتیب ۵۲ درجه و ۲۴ دقیقه و ۲۹ درجه و ۲۴ دقیقه است. بافت خاک مزرعه‌ای که تحقیق در آن

اجـرا شـد از نـوع لـومی-رسـی سـیلت‌دار[1] بـود کـه مشخـصات دقیـق‌تـر آن در جـدول ۱ آورده شـده اسـت. تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامـل تـصادفی بـا هـشت تیمـار و سـه تکـرار اجـرا شـد. در ایـن تحقیـق از کولتیواتورهای مرسوم منطقه شـامل کولتیواتـور غلتـان[2] و کولتیواتور هلالی[3] و نیز از فاروئر[4] (به عنـوان کولتیواتـور) استفاده شد که مشخـصات ایـن ادوات در جـدول ۲ ارائـه شده است.

جدول ۱- خصوصیات خاک مزرعه آزمایشی

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته (pH)	کربن آلی (درصد)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
۰/۸۵	۸	۰/۸۴	۱۴/۶	۴۷/۴	۳۸

جدول ۲- مشخصات ماشین‌های مورد استفاده درتحقیق

نوع ماشین	تعداد ردیف	فاصلهٔ ردیف‌ها (سانتی‌متر)	عرض کار (سانتی‌متر)	نوع تیغه
کولتیواتور غلتان	۶	۵۰	۳۰۰	تیغه غلتان همراه با پنجه‌غازی
کولتیواتور هلالی (ثابت)	۶	۵۰	۳۰۰	هلالی ثابت
فاروئر	۶	۵۰	۳۰۰	فاروئر

کـرت‌هـای آزمایـشی بـه ابعـاد ۱۰۰×۶ متـر، فاصـلهٔ ردیف‌های کشت ۵۰ سانتی‌متر و بـدین ترتیـب هـر کـرت شـامل ۱۲ خـط کـشت بـه طـول ۱۰۰ متـر بـود. بـذر چغندرقند مورد استفاده در این تحقیق بذر تجاری $PP_{۲۲}$ و مقدار کود عبارت بود از ۲۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در دو مرحلهٔ سبزشدن و تنـک نهـائی، ۲۲۰ کیلـوگرم در هکتـار فسفات آمونیم، و ۱۰۰کیلوگرم درهکتار سولفات پتاسیم.

روش‌ها

تیمارهای موجود در تحقیق به شرح زیر بودند:

۱- دو مرتبه استفاده از کولتیواتور غلتـان در طـول فـصل رشد چغندرقند (در هفته‌های شـشم و هـشتم پـس از اولین آبیاری).

۲- سه مرتبه استفاده ازکولتیواتور غلتـان در فـصل رشـد چغندرقند (در هفته‌های ششم، هشتم، و دهـم پـس از اولین آبیاری).

۳- دو مرتبه استفاده از کولتیواتور هلالی (ثابـت) در دورهٔ رشد چغندرقند (در هفته‌های شـشم و هـشتم پـس از اولین آبیاری).

۴- سه مرتبه استفاده از کولتیواتور هلالی (ثابت) در دورهٔ رشد چغندرقند (در هفتـه‌هـای شـشم، هـشتم، و دهـم پس از اولین آبیاری).

۵- دو مرتبه استفاده از فاروئر (بـه عنـوان کولتیواتـور) در دورهٔ رشد چغندرقنـد (در هفتـه‌هـای شـشم و هـشتم

1- Silty Clay Loam 2- Rolling Cultivator 3- Crescent Cultivator 4- Furrower

پس از اولین آبیاری).

۶- سه مرتبه استفاده از فاروئر به عنوان کولتیواتور در دورهٔ رشد چغندرقند (در هفته‌های ششم، هشتم، و دهم پس از اولین آبیاری).

۷- دو مرتبه وجین دستی در دورهٔ رشد چغندرقند (درهفته‌های ششم و هشتم پس از اولین آبیاری).

۸- سه مرتبه وجین دستی در دورهٔ رشد چغندرقند (در هفته‌های ششم، هشتم، و دهم پس از اولین آبیاری).

فاکتورهایی از قبیل عملکرد ریشه چغندرقند، عیار قند، میزان علف‌های هرز باقیمانده در مزرعه، درصد شکر استحصالی، خلوص شربت خام، درصد قند موجود در ملاس، نیتروژن مضر، سدیم، و پتاسیم موجود در ریشهٔ چغندرقند معیار مقایسهٔ تیمارها مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین، به منظور تحلیل اقتصادی تیمارها و تعیین اقتصادی‌ترین تیمار، از روش بودجه‌بندی جزیی استفاده شد (Soltani *et al*., 1985).

برای محاسبهٔ عملکرد ریشه درهکتار، از وسط هر کرت قطعه‌ای به ابعاد ۲×۱۵ متر انتخاب و ریشه‌های موجود در این مساحت (۳۰ مترمربع) برداشت شد و پس از اندازه‌گیری وزن کل آنها عملکرد ریشه در هکتار محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری علف‌های هرز باقیمانده در مزرعه، بعد از اتمام عملیات پیش‌بینی‌شده (اعمال تیمارها)، زمانی که علف‌های هرز به حداکثر رشد خود رسیدند قسمت هوایی آنها در مساحتی معادل ۳۰ متر مربع در هر کرت برداشت و وزن تر آنها اندازه‌گیری شد. از این معیار، میزان علف هرز باقیمانده در هر هکتار محاسبه شد. جهت تجزیه تکنولوژیک، از ریشه‌های برداشت‌شده در هر کرت خمیر تهیه و در بخش تکنولوژی مؤسسه تحقیقات چغندرقند فاکتورهای مختلف تکنولوژیک اندازه‌گیری شد.

جهت مقایسهٔ اقتصادی تیمارها از روش تحلیل نهائی منفعت به هزینه در روش بودجه‌بندی جزئی استفاده شد. برای این مقایسه از تیمار دوبار وجین دستی در دورهٔ رشد به عنوان شاهد استفاده شد زیرا این روش در منطقه مرسوم است. در روش نسبت منفعت به هزینه نرخ سودآوری[1] تیمارها به صورت زیر محاسبه شد (Soltani *et al*., 1985):

$$PR = \left(\frac{\Delta \overline{B}_i - \Delta \overline{C}_i}{\Delta \overline{C}_i} \right) \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن، PR= نرخ سودآوری هر تیمار؛ $\Delta \overline{B}_i$ = تفاضل میانگین منافع تیمار i ام و تیمار شاهد؛ و $\Delta \overline{C}_i$ = تفاضل میانگین هزینه‌های تیمار i ام وتیمار شاهد است.

لازم است یادآوری شود که در محاسبهٔ هزینه‌های مربوط به هر تیمار، از هزینه‌هایی که در تمام تیمارها یکسان بود صرف‌نظر و فقط هزینه‌های منظور شد که مربوط بود به مبارزه با علف‌های هرز بر اساس اجاره بهای مرسوم. برای محاسبهٔ منافع هر تیمار نیاز به محاسبه قیمت واحد محصول است که برای این کار از رابطه زیر استفاده شد که کارخانهٔ قند پارس ارائه داده است:

$$P = \left(\frac{K - 3}{13} \right) \times P_{BK} \qquad (۲)$$

که در آن، P= قیمت واحد محصول؛ K= عیار قند؛ و P_{BK} = قیمت عیار پایه است. عیار پایه ۱۶ است و نرخ آن را هر ساله وزارت جهاد کشاورزی اعلام می‌کند. بر همین

1- Profitability Rate

اساس، میانگین منافع و هزینه‌های تیمارهای مختلف محاسبه و نرخ سودآوری منفعت به هزینه و اختلاف درآمد خالص هر تیمار نسبت به شاهد محاسبه شد.

نتایج و بحث

در جدول ۳، نتایج مقایسهٔ میانگین تیمارها از نظر مقدار علف هرز باقیمانده در مزرعه، عیار قند، و عملکرد محصول ارائه شده است. این جدول نشان می‌دهد که اختلاف تیمارها از نظر علف‌های هرز باقیمانده در مزرعه در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. بر اساس نتایج ارائه‌شده در این جدول مشاهده می‌شود که تیمار دوبار استفاده از فاروئر (تیمار ۵) بیشترین و تیمار سه‌بار وجین دستی در دورهٔ رشد چغندرقند (تیمار ۸) کمترین میزان علف هرز باقیمانده در مزرعه را دارد. وجین دستی دقیق‌ترین روش کنترل علف هرز است و چنانچه با استفاده از این روش سه بار (تا پایان هفتهٔ دهم بعد از اولین آبیاری) علف‌های هرز مزرعه چغندرقند کنترل شود، علف‌های هرز در رقابت با چغندرقند کاملاً مغلوب می‌شوند و رشدی نخواهند داشت. بنابراین، طبیعی است که تیمار سه‌بار وجین دستی دارای کمترین میزان علف هرز باشد. از طرف دیگر، فاروئر به دلیل شکل خاص خود فقط قادر است علف‌های هرز وسط جوی را از بین ببرد و برای از بین بردن علف‌های هرز دیواره‌های جوی کارایی چندانی ندارد. به همین دلیل، تیمار دوبار استفاده از فاروئر بیشترین مقدار علف هرز را در مزرعه باقی گذاشته است.

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین تیمارها از نظر میزان علف هرز باقیمانده در مزرعه، عیار قند، و عملکرد محصول

تیمار	عملکرد محصول (تن در هکتار)	میانگین عیار قند (درصد)	وزن علف هرز به صورت تر (تن در هکتار)
۱	۳۷/۰ a	۱۵/۰ a	۵۸۵/۳ ab
۲	۴۵/۰ a	۱۴/۹ a	۵۲۱/۱ bc
۳	۳۸/۷ a	۱۴/۵ a	۵۲۰/۰ bc
۴	۳۸/۵ a	۱۵/۴ a	۴۱۹/۴ bc
۵	۳۹/۸ a	۱۳/۹a	۷۰۶/۲ a
۶	۴۲/۶ a	۱۴/۱a	۴۱۸/۰ c
۷	۳۹/۳ a	۱۴/۷ a	۴۱۲/۸ c
۸	۳۹/۷ a	۱۴/۷ a	۲۷۵/۶ d
LSD (P=۰ /۰۵)	۹/۵۷	۱/۲۹	۱۶۲/۳

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

مقایسهٔ میانگین تیمارها از نظر عیار قند با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که از این نظر بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود ندارد (جدول ۳). هرچند تیمارهای دارای بیشترین عیار قند تیمارهایی هستند که در آنها کولتیواتور استفاده شده است اما به دلیل اینکه اختلاف تیمارها از نظر این فاکتور معنی‌دار نیست نمی‌توان استفاده از کولتیواتور را باعث افزایش عیار دانست. از طرف دیگر، اثر رقابت علف‌های هرز یا روش مبارزه با علف‌های هرز بر عیار قند چغندرقند گزارش نشده است.

همچنین، نتایج تحقیق نشان داد که بین تیمارها از نظر عملکرد چغندرقند اختلاف معنی‌دار وجود ندارد (جدول ۳). در این جدول مشخص است که تیمارهای ۲، ۶، و ۵ که در آنها از کولتیواتور استفاده شده است نسبت به تیمارهای وجین دستی عملکرد بیشتری به دست داده‌اند، هر چند اختلاف آنها معنی‌دار نیست. این موضوع بیانگر این حقیقت است که استفاده ازکولتیواتور به راحتی می‌تواند جایگزین وجین دستی شود و صرفهٔ اقتصادی به مراتب بیشتری را نسبت به وجین دستی تأمین داشته باشد که مقایسهٔ اقتصادی تیمارها نیز این موضوع را تأیید می‌کند. همچنین، با مقایسهٔ تیمارهایی که در آنها در دوره رشد سه بار و دو بار از کولتیواتور استفاده شده است نشان می‌دهد که در اکثر موارد، سه مرتبه استفاده از کولتیواتور دارای عملکرد بهتری است و از نظر اقتصادی نیز درآمد خالص و نرخ سودآوری بیشتری دارد. تنها استثنا زمانی است که از کولتیواتور هلالی استفاده می‌شود و به نظر می‌رسد دلیل آن قطع برگ‌های چغندرقند در مرتبهٔ سوم استفاده از کولتیواتور است که در این مرحله برگ‌ها رشد بیشتری دارند و قسمتی از جویچه‌ها را پوشانده‌اند. بنابراین به نظر می‌رسد اگر در دورهٔ رشد چغندرقند سه بار از کولتیواتور استفاده شود از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر است، هر چند اختلاف عملکرد تیمارهایی که در آنها سه بار و دو بار از کولتیواتور استفاده‌شده است، از نظر آماری معنی‌دار نیست. از میان تیمارهایی که در آنها سه بار از کولتیواتور استفاده شده است، تیمار ۲ عملکرد بیشتری به دست داده است زیرا کولتیواتور استفاده شده در آن ترکیبی از پنجه‌غازی و تیغه‌های غلتان است و مزایای هر دو تیغه را به همراه دارد، هر چند این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نیست.

عملکرد بالاتر تعدادی از تیمارها (مثل تیمارهای سه بار استفاده از کولتیواتور غلتان، دو و سه بار استفاده از فاروئر) نسبت به تیمارهای وجین دستی، (به رغم ناموفق‌بودن در از بین بردن علف‌های هرز)، موید این حقیقت است که استفاده از کولتیواتور فواید دیگری نیز دارد مثل جلوگیری از تبخیر رطوبت، تهویهٔ خاک، و خاکدهی پای بوته که آثار ناکامی در وجین کامل علف‌های هرز را جبران می‌کند.

تیمارهای دو و سه مرتبه استفاده از کولتیواتور هلالی در فصل رشد (تیمارهای ۳ و ۴) علف‌های هرز توفیق خوبی داشته‌اند اما جدول مقایسهٔ عملکردها نشان می‌دهد که این دو تیمار از این لحاظ در رده‌های پایین قرار دارند که به نظر می‌رسد دلیل آن قطع برگ‌های چغندرقند در دفعات دوم و سوم استفاده از کولتیواتور و ناکامی در خاک‌دادن پای بوته است.

در جدول ۴، نتایج مقایسه میانگین تیمارها از نظر فاکتورهای تکنولوژیک ارائه شده است. این جدول نشان می‌دهد که در فاکتورهای قند ملاس، خلوص شربت خام،

و پتاسیم موجود در ریشهٔ چغندرقند بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود ندارد اما در فاکتورهایی مانند سدیم و نیتروژن مضر موجود در ریشهٔ چغندرقند و همچنین شکر استحصالی اختلاف تیمارها در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. از نظر درصد شکر استحصالی فقط اختلاف بین دو تیمار ۴ و ۵ معنی‌دار است که تیمار ۴ (سه بار استفاده از کولتیواتور هلالی) دارای بیشترین درصد و تیمار ۵ (دو بار استفاده از فاروئر) دارای کمترین درصد است. در تیمار ۴، احتمالاً به دلیل قطع برگ‌های چغندرقند در دفعهٔ سوم استفاده از کولتیواتور هلالی وزن ریشهٔ کاهش یافته (کاهش عملکرد در تیمار ۴) و در نتیجه نسبت شکر به وزن ریشه افزایش یافته است. در تیمار ۵ به دلیل مؤثر نبودن فاروئر در کنترل علف‌های هرز (باقی‌ماندن بیشترین مقدار علف هرز در مزرعه) و رقابت علف‌های هرز بر سر جذب مواد غذایی خاک، مقدار شکر تولیدشده در ریشه کاهش یافته است.

جدول ۴- مقایسهٔ میانگین تیمارها از نظر فاکتورهای تکنولوژیک

تیمار	پتاسیم (میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه)	سدیم (میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه)	نیتروژن مضر (میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه)	قند ملاس (درصد)	خلوص شربت خام (درصد)	شکر استحصالی (درصد)
۱	۴/۰۰ a	۱/۶۲ b	۰/۶۱ b	۱/۷ a	۸۷/۰۵a	۱۱/۶۱ ab
۲	۴/۵۳ a	۱/۵۹ b	۰/۶۸ ab	۱/۹ a	۸۶/۱۴a	۱۱/۶۹ ab
۳	۴/۶۷ a	۱/۷ b	۰/۷۲ ab	۲/۰ a	۸۴/۳۱a	۱۰/۵۹ ab
۴	۴/۷۳ a	۱/۵۸ b	۱/۳۹ a	۲/۰ a	۸۶/۱۶a	۱۲/۴۱a
۵	۵/۰۲ a	۱/۹۶ a	۰/۶۱ b	۲/۲ a	۷۹/۷۶a	۹/۱۵ b
۶	۵/۲۱ a	۱/۸۴ab	۰/۵۷ b	۲/۲ a	۸۱/۴۱a	۹/۸۱ ab
۷	۴/۳۰ a	۱/۶۷ b	۰/۶۱ b	۱/۷ a	۸۶/۶۵ a	۱۱/۲ ab
۸	۴/۲۷ a	۱/۶۴ b	۰/۵۱ b	۱/۸ a	۸۵/۹۴ a	۱۱/۱۳ ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

از نظر نیتروژن مضر موجود در ریشهٔ چغندرقند، تیمار ۴ (سه مرتبه استفاده از کولتیواتور هلالی) بیشترین مقدار و تیمار ۸ (سه مرتبه وجین دستی در دورهٔ رشد چغندرقند) کمترین مقدار را دارند. از نظر سدیم موجود در ریشه، تیمار ۵ (دو مرتبه استفاده از فاروئر) بیشترین و تیمار ۴ کمترین میزان را دارند. حد مجاز سدیم موجود در ریشه در ایران ۳ میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه است؛ در جدول ۴ مشاهده می‌شود که میزان سدیم موجود در ریشه در تمام تیمارها در محدودهٔ مجاز قرار دارد.

اختلاف درآمد خالص تیمارهای مختلف نسبت به تیمار شاهد و همچنین نرخ سودآوری آنها در جدول ۵ ارائه شده است. جدول نشان می‌دهد که اختلاف درآمد خالص و نرخ سودآوری تمام تیمارهایی که در آنها از کولتیواتور استفاده‌شده در مقایسه با درآمد خالص و نرخ

سودآوری تیمار شاهد (دو بار وجین دستی)، مثبت است. بدین معنی که استفاده از کولتیواتور به‌جای روش سنتی کاملاً اقتصادی است. این نتیجه با نتایج تحقیقات ویلیگوا و همکاران (Kwiligwa *et al.*, 1994) در تانزانیا کاملاً همخوانی دارد. بین تیمارهایی که در آنها از کولتیواتور استفاده شده است، تیمار دو (سه بار استفاده از کولتیواتور غلتان در دورهٔ رشد چغندرقند) به دلیل عملکرد بیشتر (درآمد بیشتر) و هزینهٔ کمتر نسبت به تیمار شاهد، بیشترین منافع اقتصادی و بیشترین نرخ سودآوری را دارد؛ تیمار ۵ (دو بار استفاده از فاروئر در فصل رشد) به دلیل عملکرد کمتر (درآمد کمتر) دارای کمترین منافع اقتصادی و کمترین نرخ سودآوری است. تیمار ۸ (سه بار وجین دستی در دورهٔ رشد) به دلیل اینکه نسبت به تیمار شاهد هزینهٔ بیشتری دارد، منافع اقتصادی و نرخ سودآوری آن منفی است یعنی سه بار وجین دستی نسبت به دو بار وجین دستی اقتصادی نیست. درآمد خالص و نرخ سودآوری تمام تیمارهایی است که در آنها سه بار از کولتیواتور استفاده شده بیشتر از تیمارهایی است که در آنها دو بار از کولتیواتور استفاده شده است زیرا عملکردشان، بیشتر است. بنابراین سه مرتبه استفاده از کولتیواتور در طول دورهٔ رشد چغندرقند نسبت به دو بار استفاده از آن اقتصادی‌تر است.

جدول ۵- اختلاف درآمد خالص تیمارهای مختلف نسبت به درآمد خالص تیمار شاهد (دو بار وجین دستی) و نرخ سودآوری آنها

تیمار	نرخ سودآوری (درصد)	اختلاف درآمد خالص نسبت به شاهد (ریال در هکتار)	میانگین هزینه (ریال در هکتار)	میانگین درآمد ناخالص (ریال در هکتار)
۲	۲۹۸۹/۶	۹۸۶۵۸۷	۳۳۰۰۰	۵۱۵۷۲۶۵
۶	۱۸۱۰/۹	۵۹۷۶۰۴	۳۳۰۰۰	۴۷۶۸۲۸۲
۴	۱۲۵۶/۵	۴۱۴۶۳۵	۳۳۰۰۰	۴۵۸۵۳۱۳
۳	۴۶۸/۴	۱۰۳۰۵۱	۲۲۰۰۰	۴۲۶۲۷۲۹
۱	۴۳۳/۹	۹۵۴۷۰	۲۲۰۰۰	۴۲۵۵۱۴۸
۵	۵۳/۶	۱۱۷۹۹	۲۲۰۰۰	۴۱۷۱۴۷۷
۷	۰	۰	۳۰۰۰۰۰	۴۴۳۷۶۷۸
۸	-۹۴/۴	-۱۴۱۶۶۰	۴۵۰۰۰۰	۴۴۴۶۰۱۸

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در اراضی دارای شرایط مشابه با شرایط این تحقیق:

- استفاده از کولتیواتور می‌تواند جایگزین وجین دستی شود و حداقل افزایش درآمدی بالغ بر ۱۱۷۹۹ ریال در هکتار را نسبت به وجین دستی تأمین کند.
- سه بار استفاده از کولتیواتور غلتان نسبت به دو بار وجین دستی (تیمار شاهد)، درآمد کشاورز را به میزان ۹۸۶۵۸۷ ریال در هکتار افزایش می‌دهد و اقتصادی‌ترین تیمار است.
- سه مرتبه استفاده از کولتیواتور در دورهٔ رشد چغندرقند نسبت به دو بار استفاده از آن اقتصادی‌تر است.

- کولتیواتور هلالی در کنترل علف‌های هرز موفق است اما به دلیل قطع برگ‌ها در دفعات دوم و سوم کاربرد آن در مزرعه و مؤثرنبودن در خاکدهی پای بوته‌ها، نسبت به سایر کولتیواتورها عملکرد پایین‌تری به دست می‌دهد.

نتایج این تحقیق همچنین نشان می‌دهد که هیچ یک از کولتیواتورها قادر نیست به تنهایی تمام اهداف مورد نظر در استفاده از کولتیواتور را به طورکامل محقق سازد، هر یک مزایا و معایب خاص خود را دارد. بنابراین باید سعی شود ترکیبی از روش‌های مختلف اعمال شود تا از مزایای هر کدام بهتر استفاده شود. در این خصوص پیشنهاد می‌شود:

- حدود ۳۰ تا ۴۰ روز بعد از اولین آبیاری چغندرقند، با استفاده از کولتیواتور هلالی علف‌های هرز جویچه‌ها وجین شود.
- همزمان با تنک‌کردن دستی چغندرقند علف‌های هرز روی ردیف‌های کشت را که کولیتواتور قادر به از بین بردن آنها نیست، وجین کنند.
- حدود ۵۰ تا ۶۰ روز بعد از اولین آبیاری و بعد از اجرای عملیات فوق، علف‌های هرز باقیمانده با استفاده از کولتیواتور غلتان، وجین و پای بوته‌ها خاک داده شود.
- حدود ۷۰ تا ۸۰ روز بعد از اولین آبیاری، برای بار دوم از کولتیواتور غلتان استفاده شود تا باقیماندهٔ علف‌های هرز از بین برود و خاک بیشتری پای بوته‌ها داده شود.

قدردانی

از مدیریت محترم کارخانهٔ قند پارس و واحد مکانیزاسیون این کارخانه که جهت اجرای تحقیق همکاری صمیمانه‌ای داشتند، و نیز از تمامی همکاران بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی فارس، به خصوص تکنسین ها و کارگران بخش که در اجرای این تحقیق نقش بسزایی داشتند، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

مراجع

Abouzeid, R. M., El- Razaz, F. M., Abdel-Kader, A. E. and Abdel- Malak, K. I. 1990. Compatibility of herbicides and mechanical inter-row cultivation cotton. Annals Agric. Sci., Moshtohor. 28(1): 133-145.

Anon. 2004. Agricultural Statistics of 2002-2003. Information and Technology Office. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Issue No. of 83/06. (in Farsi)

Alemán, F. 2001. Common bean response to tillage intensity and weed control strategies. Agron. J. 93, 556-563.

Braseso, J., Leiva, I. and Alarcon, L. F. 1963. Atrazine, mechanical cultivation and combinations of the two for weed control in maize. Malezas. 11(3): 91-127.

Farsinejad, K. and Farahbakhsh, A. N. 1995. Effect of duration of annual weed competition on sugar beet. J. Sugar Beet. (1 &2), 13-15. (in Farsi)

Ferrero, A., Vidotto, F., Balsari, P. and Airoldi, G. 1999. Mechanical and chemical control of red rice (*Oryza sativa* L. var. *sylvatica*) in rice (*Oryza sativa* L.) pre-planting. Crop Protection. 18(4): 245-251.

Kwiligwa, E. M., Shetto, R. M., Rees, D. J. and Ley, G. J. 1994. Weed management systems based on animal-drawn cultivators for maize production in the Southern Highlands of Tanzania. Soil Till. Res. 29(4): 383-395.

Rudolf, R. 1996. Automatically controllable cultivation combination. Environmentally Careful Crop Cultivation in Sugar Beet Production. Neue- Landwirtschaft. 3, 78-81.

Soltani, G. R., Najafi, B. A. and Torkamani, J. 1985. Management of an Agricultural Unit. Shiraz University Pub. Shiraz. Iran. (in Farsi)

Steven, R. W. and Wiese, A. 1976. Competition of annual weeds and sugar beets. J. ASSBT. 19(2): 125-129.

Zamani, Gh. 1998. Evaluation of the weed controlling time and the number of controlling times on sugar beet yield in Beerjand area. Proceeding of the 5th Congress on Plant Science and Breeding. 1-4 Sep. 1-4. Karaj. Iran. (in Farsi)

Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.9/No.2/Summer 2008/P: 57-68

The Effect of Row Crop Cultivator Types on Sugar Beet Yield and Quality

S. Afzalinia*, M. Niroomand Jahromi and D. Mohammadi

* Corresponding Author: Academic Member, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 73415-111, Zarghan, Iran. E-mail: sja925@mail.usask.ca

In this study, the performance of different cultivation methods on sugar beet fields was evaluated. Eight treatments were considered: a) use of a rolling cultivator twice during the growing season; b) use of a rolling cultivator three times during the growing season; c) use of a crescent cultivator twice during the growing season; d) use of a crescent cultivator three times during the growing season; e) use of a furrower as a cultivator twice during the growing season; f) use of a furrower as a cultivator three times during the growing season; g) manual weed control twice during the growing season; and h) manual weed control three times during the growing season. A randomized complete block design with three replications was used in this research. Parameters such as sugar beet yield, percentage of sugar, sugar yield, percentage of sugar in molasses, weeds remaining in the field and nitrogen, potassium, and sodium content of the sugar beet root were measured for each treatment. Results show that there was no significant difference between the treatments for sugar beet yield, percentage of sugar, percentage of sugar in molasses, and nitrogen and potassium content of the sugar beet root. The difference between treatments was significant for weed weight remaining in the field, sugar yield, and nitrogen and sodium content of the sugar beet root. Of the treatments tested, manual weed control three times during the growing season showed the best performance for weed control and use of a furrower as a cultivator twice during the growing season produced the poorest performance. Use of a rolling cultivator three times was the most economic of the methods tested.

Key Words: Cultivator, Sugar Beet Yield, Sugar Content, Weed Control