تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۲۱/ شماره ۷۵/ پاییز ۱۳۹۹/ص ۱۰۸-۹۷

مقاله پژوهشی

اثر کولتیواتور کج ساق در کنترل علف‌های هرز و عملکرد چغندرقند

علی‌اکبر صلح‌جو[1*]، محسن بذرافشان[2] و فرخ دین‌قزلی[3]

۱، ۲ و ۳- به ترتیب: استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند؛ و محقق بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۵/۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۹/۱۸

چکیده

کنترل مکانیکی علف‌های هرز در مزرعه می‌تواند مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف زیاد و هزینه‌های علف‌کش‌ها را کاهش دهد. این مطالعه برای تعیین اثر کولتیواتور جدید کج ساق بر کنترل علف‌های هرز در مزرعهٔ چغندرقند اجرا شد. این پژوهش شامل هفت تیمار به ترتیب شامل کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۴۵ میلی‌متر، کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۴۵ میلی‌متر + فاروئر، کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر، کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر، کولتیواتور مرسوم (تیغه هلالی)، کنترل تمام فصل علف‌های هرز و عدم کنترل علف‌های هرز بود که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. به منظور بررسی تأثیر کولتیواتورها بر دفع علف‌های هرز و عملکرد چغندرقند، پارامترهای درصد کنترل علف‌های هرز، عملکرد ریشهٔ چغندرقند، درصد قند و عملکرد قند ناخالص اندازه‌گیری شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که شکل هندسی کولتیواتور بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد محصول مؤثر است. کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر نسبت به کولتیواتور مرسوم باعث افزایش کنترل علف‌های هرز به میزان ۱۷/۰ درصد، عملکرد ریشه چغندرقند به میزان ۵/۵ درصد، افزایش قند به میزان ۰/۶ درصد، و عملکرد قند ناخالص به میزان ۶/۱ درصد شد. یافته‌ها نشان داد که فناوری جدید کولتیواتور کج ساق، پتانسیل افزایش کنترل علف‌های هرز به همراه افزایش عملکرد محصول را دارد و می‌تواند باعث بهبود شرایط تولید و کاهش مصرف علف‌کش‌ها شود.

واژه‌های کلیدی

درصد قند، شکل هندسی کولتیواتور، عملکرد قند ناخالص

مقدمه

مطالعات نشان می‌دهد که پارامترهای مؤثر در جابه‌جایی خاک شامل: شرایط خاک (بافت، رطوبت و ساختمان خاک)، تنظیمات مزرعه‌ای (سرعت پیشروی و عمق کار) و شکل هندسی (طراحی) شیاربازکن است (Fielke, 1996; Godwin, 2007; Godwin & O'Dogherty, 2007; Sharifat, 1999; Solhjou *et al.*, 2012). در فرآیند خاک‌ورزی، تیغه‌ها معمولا خاک را در سه جهت پیشروی، جانبی و عمودی حرکت می‌دهند. شکل هندسی تیغه‌ها از مهمترین پارامترهای مؤثر در حرکت خاک هستند. یکی از مهم‌ترین پارامترهای شکل هندسی شیاربازکن، زاویهٔ تمایل است. زاویهٔ تمایل تیغه بر نیروی کششی مورد نیاز و شکست خاک موثر است (Godwin & Spoor, 1977). افزایش زاویهٔ تمایل باعث کاهش سطح مقطع شیار می‌شود (Payne & Tanner, 1959; Solhjou *et al.*, 2012). نتایج بررسی‌ها نشان

*نگارنده مسئول: Email: amsolhjou@yahoo.com

http://doi: 10.22092/erams.2019.127236.1324

می‌دهد که زاویهٔ تمایل بر مخلوط شدن لایه‌های خاک نیز مؤثر است (Solhjou *et al.*, 2012).

از دیگر فاکتورهای مهم در طراحی تیغه، شکل ناحیهٔ جلویی تیغه است. روزا و ولفسوهن (Rosa & Wulfsohn, 2008) نشان دادند که تیغه‌هایی که ناحیهٔ جلویی آنها انحنادار است می‌توانند حرکت جانبی خاک و نیروی مقاومت کشش را کاهش دهند. شریفات (Sharifat, 1999) نشان داده است که ایجاد زاویهٔ ۴۵° و انحنادار کردن جلو تیغه، در مقایسه با ایجاد زاویهٔ ۹۰° و سطح صاف جلو تیغه، باعث کاهش حرکت جانبی خاک و انرژی مصرفی می شود. آزمایش‌ها در مخزن خاک[1] نشان داده است که استفاده از شیاربازکن‌های تیغه باریک عمودی با سطح تیز شده از یک طرف یا دو طرف، نسبت به تیغه با سطح صاف، باعث کاهش معنی‌دار حرکت خاک در جلو و طرفین آن شده ولی اندازهٔ شیار و عمق بحرانی شیار بازکن افزایش یافته است (Solhjou *et al.*, 2013).

یکی از مشکلات روزافزون در کشاورزی، افزایش مقاومت علف های هرز به علف‌کش هاست (Walsh & Powles, 2007; Goddard *et al.*, 2008; Boutsalis *et al.*, 2008). از جمله روش‌های مدیریت علف‌های هرز، استفاده از روش‌های مکانیکی به منظور کاستن از فرایند سبز شدن علف‌های هرز است. خاک‌ورزی به طور موثر بر جابه‌جایی عمودی بذر علف های هرز تأثیر می گذارد (Staricka *et al.*, 1990; Chauhan *et al.*, 2006; Cousens & Moss, 1990)؛ عمق قرارگیری بذر در پروفیل خاک می‌تواند بر جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز مؤثر باشد (Chauhan *et al.*, 2006; Mohler, 1993; Solhjou *et al.*, 2017). عمق دفن بذر علف های هرز در لایه بالایی خاک (۸۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر) بستگی به میزان به‌هم‌خوردگی خاک دارد و سبز شدن آنها نیز وابسته است به نوع بذر علف‌های هرز و عمق قرارگیری آنها (Chauhan *et al.*, 2006).

در زراعت مکانیزهٔ چغندرقند، عملیات داشت و مبارزه با علف‌های هرز اهمیتی ویژه دارد. استفاده از وسایل مکانیکی به طور معمول شامل کولتیواتور در مزارع است. کولتیواتور ماشین داشت چند منظوره‌ای است که علاوه بر دفع علف‌های هرز، در سله شکنی مزرعه، ذخیره‌کردن رطوبت، ترمیم جوی و پشته‌ها، خاک دادن پای بوته و در نهایت بر عملکرد محصول نقشی ویژه دارد (Afzalinia *et al.*, 2008). تحقیقات نشان می‌دهد که مبارزه نکردن با علف‌های هرز در مزرعهٔ چغندرقند باعث کاهش عملکرد محصول تا حدود ۵۰ درصد می شود (Steven & Wiese, 1976). از آنجا که کنترل علف‌های هرز با کارگر پرهزینه است و کنترل شیمیایی علف‌های هرز نیز علاوه بر هزینهٔ زیاد باعث آلودگی زیست محیطی و افزایش مقاومت علف‌های هرز به سموم می شود، نیاز است تا از روش‌های مکانیکی برای کنترل علف‌های هرز استفاده شود.

از روش‌های مکانیکی مرسوم مورد استفاده برای کنترل علف‌های هرز، استفاده ازکولتیواتورهاست که طراحی مناسب آنها می‌تواند باعث کنترل بهتر علف‌های هرز شود. از آنجاکه کولتیواتور کج ساق، کولتیواتوری جدیدی است و در خصوص تأثیر آن بر دفع علف های هرز در مزرعه چغندرقند هنوز تحقیقی نشده است، لازم بود تا این تحقیق در شرایط مزرعه اجرا شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان فارس اجرا گردید. زرقان در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقهٔ شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۷ دقیقهٔ شمالی واقع و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۱۵ متر و میانگین بارندگی سالیانهٔ آن ۳۴۲ میلی‌متر است. بافت خاک محل آزمایش لوم رسی سیلت‌دار است (جدول ۱).

1- Soilbin

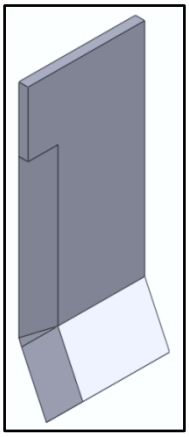
جدول ۱- ویژگی‌های خاک مزرعه مورد آزمایش در زرقان فارس

Table 1- Soil characteristics of test field in Zarghan of Fars Province

عمق خاک Soil depth (cm)	PH	کربن آلی Organic carbon	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	بافت خاک Soil texture
0-15	8.3	0.84	40.0	43.6	16.4	Silty clay loam لوم رسی سیلت دار
15-30	8.3	0.70	39.0	42.6	18.4	Silty clay loam لوم رسی سیلت دار

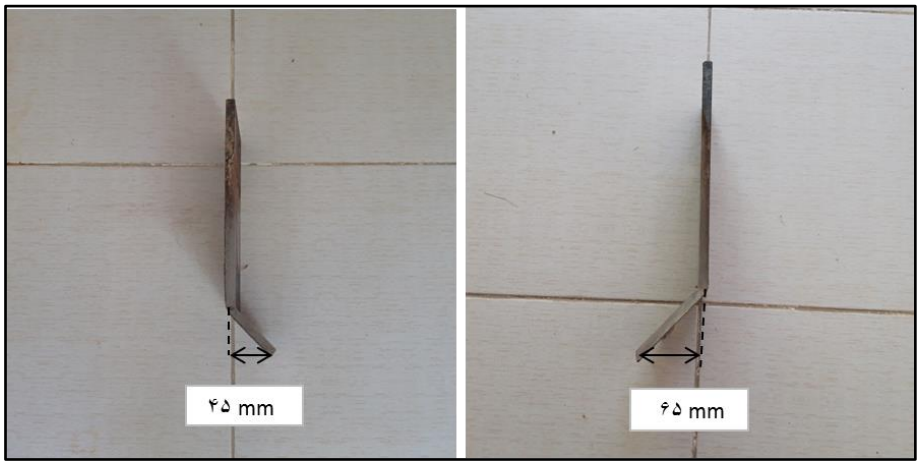
این پژوهش برای تعیین اثر کولتیواتور کج ساق بر دفع علف‌های هرز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارها به ترتیب شامل کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۴۵ میلی‌متر (BL45)، کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۴۵ میلی‌متر + فاروئر (BL45F)، کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر (BL65)، کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر (BL65F)، کولتیواتور مرسوم تیغه هلالی (Cul)، کنترل تمام فصل علف‌های هرز- شاهد (CW) و عدم کنترل علف‌های هرز- شاهد (WCW) بودند. این آزمایش در کرت‌هایی به ابعاد ۲۰ × ۳ متر شامل شش ردیف به فاصلهٔ ۵۰ سانتی‌متر اجرا شد.

کولتیواتور کج ساق برای دفع علف‌های هرز و کاهش حرکت عمودی خاک در شیار و کاهش انتقال بذر علف‌های هرز از عمق خاک به نزدیکی سطح خاک طراحی و ساخته شد. در طراحی کولتیواتور کج ساق برای از بین بردن علف‌های هرز و کاهش جابه‌جایی خاک، سطح جلویی شیاربازکن زاویه دار انتخاب و ساق آن به صورت خارج از مرکز در نظر گرفته شد (شکل ۱). کولتیواتورهای کج ساق با زاویهٔ خمیدهٔ ۴۵ درجه و فاصله عرضی ۴۵ و ۶۵ میلی‌متر، طوری ساخته شدند که قابلیت نصب روی یک شاسی را داشته باشند و نیاز به ساخت چند عدد شاسی نباشد (شکل‌های ۲ و ۳). تیغهٔ کولتیواتور کج ساق با ضخامت ۱۰ میلی‌متر ساخته شد و روی یک شاسی نصب و در عمق کار ۱۰-۸ سانتی‌متر به کار گرفته شد. در تیمار کولتیواتور مرسوم از کولتیواتور تیغه هلالی استفاده شد (شکل ۴). مشخصات فنی ماشین‌های مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۲ دیده می‌شود.



شکل ۱- تیغهٔ کولتیواتور کج ساق

Fig. 1- Bent leg cultivator blade



شکل ۲- نمای بالایی تیغه‌های کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ٤٥ و ٦٥ میلی‌متر

Fig. 2- Top view of bent leg cultivator blades with 45 and 65 mm width

شکل ۳- کولتیواتور کج ساق استفاده شده در پژوهش

Fig. 3- The used bent leg cultivator in research

شکل ٤- کولتیواتور هلالی استفاده شده در پژوهش

Fig. 4- The used crescent cultivator in research

جدول ۲- ویژگی‌های فنی ماشین‌های مورد استفاده در تحقیق

Table 2- Technical characteristics of machines that used in research

نوع ماشین/شیاربازکن Type of machine/opener	عرض کار Working width (m)	مشخصات Characteristics
گاوآهن برگردان‌دار Moldboard plow	2.0	سوار شونده، گاوآهن دوطرفه، ساخت کارخانه Rabe اتریش. Mounted, two-way moldboard plow, made in Rabe factory-Austria.
هرس بشقابی Disk harrow	4.0	کششی، دوزانویی افست با ۳۶ عدد بشقاب، قطر بشقاب‌ها ۵۵ سانتی متر، بشقاب‌های ردیف جلو کنگره ای و ردیف عقب صاف، ساخت کارخانه نوروزی- ایران. Drown, double-offset with 36 disk blades, disk diameter of 55 cm, notched disk blades on front and plain disk blades on rear, made in Norozi factory-Iran.
کولتیواتور کج‌ساق Bent leg cultivator	2.0	سوارشونده، دارای ۶ عدد تیغه کج ساق در جلو و ۴ عدد فاروئر در عقب، ساخت صلح جو-ایران. Mounted, six bent leg blades on front and four furrowers on rear, made in Solhjou-Iran.
کولتیواتور هلالی Crescent cultivator	2.5	سوارشونده، دارای ۳ عدد تیغه هلالی در جلو و ۲ عدد تیغه هلالی در عقب، ساخت کارخانه سازه نگار-ایران. Mounted, three crescent blades on front and two crescent blades on rear, made in Sazehnegar-Iran.
فاروئر Furrower	2.0	سوارشونده،دارای ۴ عدد فاروئر، ساخت کارخانه تراشکده-ایران Mounted, four furrowers, made in Tarashkadeh-Iran.

کلیهٔ عملیات، به غیر از عملیات کولتیواتور، برای همهٔ تیمارها یکسان بود. در خاک‌ورزی از گاوآهن برگردان‌دار دوطرفه و به عمق حدود ۲۵-۲۰ سانتی‌متر به همراه دو بار عملیات دیسک و لولر استفاده شد. میزان کود مصرفی N، P و K به ترتیب برابر با ۳۰۰، صفر و صفر کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد؛ کود نیتروژن‌دار (اوره) در دو مرحله و به همراه آب آبیاری به مزرعه داده شد. برای کاشت چغندرقند از رقم مونوژرم هیبرید شکوفا به صورت یک ردیف روی پشته و به میزان ۲/۲ واحد در هکتار و در اول خردادماه استفاده شد (در بذر مونوژرم چغندرقند، هر یک صد هزار عدد بذر را معادل یک واحد در نظر می‌گیرند). عملیات کولتیواتور با توجه به نوع تیمار و به تعداد دو بار در هر کرت در تاریخ‌های ۹۷/۴/۱۲ و ۹۷/۵/۹ به اجرا درآمد. پس از اجرای عملیات کولتیواتور در مرحلهٔ دوم، برای تیمارهایی که فاقد فاروئر بودند از فاروئر استفاده شد تا آبیاری در مزرعه راحت‌تر باشد (به غیر از تیمار شاهد عدم کنترل علف‌های هرز). برای دفع علف‌های هرز روی پشته‌ها از کارگر و در دو مرحله استفاده شد (به غیر از تیمار شاهد عدم کنترل علف‌های هرز). پارامترهای اندازه گیری شده شامل درصد کنترل علف‌های هرز، عملکرد ریشه چغندرقند، درصد قند و عملکرد قند ناخالص بودند.

برای تعیین اثر کولتیواتور بر درصد کنترل علف‌های هرز، در حدود ۴۰ روز بعد از کاشت

چغندرقند، در ۱۰ متر میانی هر کرت و در حد فاصله بین دو پشته و به فاصلهٔ طولی یک متر و در سه تکرار، تعداد علف‌های هرز سبز شده شمارش و پس از عبور کولتیواتور این اندازه گیری تکرار شد. سپس درصد کنترل علف‌های هرز (I_W) در هر پلات از رابطه ۱ محاسبه شد (Behaeen *et al.*, 2018).

$$I_W = \frac{W_a - W_b}{W_a} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن،

W_a = تعداد علف‌های هرز در طول یک متر پیش از عملیات کولتیواتور؛ و W_b = تعداد علف‌های هرز در طول یک متر بعد از عملیات کولتیواتور.

همزمان با عملیات خاک‌ورزی، رطوبت خاک به روش وزنی (بر اساس وزن خشک) از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد که میزان آن ۱۴/۲ درصد به دست آمد، عمق عملیات کولتیواتور ۱۰-۸ سانتی‌متر بود. با توجه به اینکه از کولتیواتور در مزرعه دو بار استفاده شد، درصد کنترل علف‌های هرز نیز در دو مرحله اندازه‌گیری و محاسبه شد. همچنین در مورد ارزیابی تأثیر تیمارها بر تعداد علف‌های هرز، گونه‌های علف هرز در کلیهٔ تیمارها در دو مرحله شمارش شد: رشد رویشی (۳-۵ برگی علف‌های هرز) و رشد زایشی (گل دهی علف‌های هرز). برای تعیین عملکرد چغندرقند در هر کرت، در فاصلهٔ طولی ۱۰ متر، محصول سه ردیف (۱۵ مترمربع) برداشت شد و پس از وزن کردن آن، عملکرد هر کرت به دست آمد. پس از حذف برگ و طوقه، از بین آنها حدود ۴۰ ریشهٔ درشت، ریز و متوسط انتخاب، شستشو، خمیرگیری و تعیین کیفیت شدند. پس از خمیرگیری و انجماد، نمونه‌ها به صورت یخزده برای تعیین درصد قند به آزمایشگاه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند فرستاده شدند و با دستگاه Betalyzer ساخت شرکت Dr. W. Kernchen GMBH درصد قند آنها اندازه‌گیری شد. عملکرد قند ناخالص شاخص خرید چغندرقند از کشاورزان در ایران است و در واقع برآیند یا حاصل‌ضرب عملکرد ریشه چغندرقند در مقدار یا درصد قند است. این شاخص دربرگیرندهٔ عملکرد کمی و کیفی چغندرقند و واحد آن کیلوگرم در هکتار است. برای محاسبات آماری از روش تجزیهٔ واریانس و با استفاده از نرم‌افزار SAS و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد کنترل علف‌های هرز

مقایسهٔ میانگین درصد کاهش تعداد کل علف‌های هرز نشان داد که کولتیواتور در مرحله اول توانسته است از ۵۶ تا ۸۱/۲ درصد کل علف‌های هرز را کنترل کند (جدول ۳). بیشترین درصد کنترل علف‌های هرز (۸۱/۲ درصد) مربوط به کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر و کمترین آن (۵۶/۰ درصد) مربوط به کولتیواتور تیغه هلالی (کولتیواتور مرسوم) است که با دیگر تیمارهای کولتیواتور در یک گروه آماری قرار دارد و اختلاف معنی‌داری بین آنها نیست (جدول ۳). بیشترین میزان کنترل علف‌های هرز (۱۰۰ درصد) در کنترل دستی با کارگر دیده می‌شود و پس از آن تیمار کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر است که توانسته علف‌های هرز تاج خروس، پیچک، خرفه و باریک برگ‌ها را به ترتیب ۸۱/۱، ۸۱/۵، ۸۱/۵ و ۸۰/۳ درصد کنترل کند. دیگر تیمارهای کولتیواتور کج ساق نیز توانسته بودند

علف‌هـای هـرز را بـه انـدازه‌ای کنتـرل کننـد کـه کولتیواتور مرسوم (Cul) کنترل مـی‌کنـد و از ایـن رو بـا کولتیواتـور مرسـوم در یـک گـروه آمـاری قـرار گیرنـد (جـدول ۳). نتـایج بررسـی‌هـا همچنـین نشـان مـی‌دهـد که کولتیواتور کـج سـاق توانسـته اسـت علف‌هـای هـرز را به خـوبی کنتـرل کنـد. علـت آن نیـز طراحـی تیغـهٔ کـج ساق است که ضـمن قطـع کـردن ریشـه، باعـث شکسـت خـاک و کـاهش جابـه‌جایـی عمـودی خـاک و کـاهش مخلـوط شـدن لایـه‌های خـاک می‌شـود (Solhjou *et al*., 2014; Solhjou *et al*., 2017) ایـن امـر مـی‌توانـد موجـب خشـک شـدن علف‌هـای هـرز بـاقی مانـده در داخـل خـاک شـود. همچنـین افـزایش فاصـله عرضـی تیغـه کـج سـاق از ۴۵ بـه ۶۵ میلی‌متـر ضـمن افـزایش شکسـت خـاک، باعـث کنتـرل بهتـر علف‌هـای هـرز در مزرعه شده است.

همچنین افـزایش شکسـت خـاک بـا کولتیواتـور کـج ساق بـا فاصـله عرضـی ۶۵ میلی‌متـر باعـث حرکـت روان تـر فـاروئر در خـاک شـده کـه می‌توانـد موجـب کنتـرل بهتر علف‌هـای هـرز پـس از عبـور فـاروئر در داخـل شـیار شود.

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین کل درصد کاهش علف‌های هرز پس از کولتیواتور اول در مزرعه

Table 3- Total means comparison of weed reduction percent after first cultivating in field

تیمارها Treatments	کل علف‌های هرز Total weeds	تاج خروس *Amaranthus retroflexus*	پیچک *Convolvolus arvensis*	خرفه *Portulaca oleracea*	باریک برگ‌ها *Grass weeds*
BL45	56.9 c	58.00 c	56.9 c	55.3 c	54.4 c
BL45F	60.9 c	62.3 c	59.0 c	59.9 c	58.5 c
BL65	56.6 c	57.4 c	55.0 c	59.1 c	55.4 c
BL65F	81.2 b	81.1 b	81.5 b	81.5 b	80.3 b
Cul	56.0 c	55.7 c	53.1 c	57.4 c	60.1 c
CW	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
WCW	0 d	0 d	0 d	0 d	0 d

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

In each column, means with the same letter have no significant difference (Duncan α= 1%).

کولتیواتـور در مرحلـهٔ دوم توانسـته اسـت از ۸۱/۳ تـا ۹۵/۷ درصـد کـل علف‌هـای هـرز را کنتـرل کنـد (جـدول ۴). در بـین تیمارهـا، بیشـترین میـزان کنتـرل علف‌های هـرز بـا ۹۵/۷ درصـد در تیمـار کولتیواتـور کـج سـاق بـا فاصـله عرضـی ۶۵ میلی‌متـر + فـاروئر دیـده مـی‌شـود و کمتـرین آن بـا ۸۱/۳۰ درصـد مربـوط بـه کولتیواتـور کـج سـاق بـا فاصـله عرضـی ۴۵ میلی‌متـر اسـت کـه بـا دیگـر تیمارهـای کولتیواتـور اخـتلاف معنـی‌دار نـدارد و در یـک گـروه آمـاری قـرار دارنـد. در مرحلـهٔ دوم عملیـات کولتیواتـور، بیشـترین میـزان کنتـرل علف‌هـای هـرز در بـین تیمارهـای آزمـایش (۱۰۰ درصد) مربـوط بـه کنتـرل دسـتی بـا کـارگر اسـت و پـس از آن تیمـار کولتیواتـور کـج سـاق بـا فاصـله عرضـی ۶۵ میلی‌متـر + فـاروئر اسـت کـه توانسـته اسـت علف‌هـای هـرز تـاج خـروس، پیچـک، خرفـه و باریـک برگ‌هـا را بـه ترتیـب ۹۵/۷۸، ۹۳/۵۲، ۹۶/۱۷ و ۹۴/۴۴ درصـد کنتـرل کنـد (جـدول ۴). کمتـرین میـزان کنتـرل علف‌هـای هـرز بـا ۳۳/۴۳- درصـد مربـوط بـه تیمـار عـدم کنتـرل علف‌هـای هـرز اسـت. منفـی شـدن آن نشـان می‌دهـد کـه تعـدادی از علف‌هـای هـرز بعـد از مرحلـهٔ اول کولتیواتـور سـبز شـدند و بـه عبـارت دیگـر جمعیـت علف‌هـای هـرز در دورهٔ رشـد چغندرقنـد

افزایش یافته است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر در دو مرحله توانسته است بیشتر علف‌های هرز را در مزرعه کنترل کند و در مجموع باعث افزایش کنترل علف‌های هرز به میزان ۱۷ درصد نسبت به کولتیواتور مرسوم شود. این کنترل مکانیکی است و نیازی به استفاده از مواد شیمیایی (علف‌کش) ندارد.

جدول ٤- مقایسهٔ میانگین کل درصد کاهش تعداد علف‌های هرز پس از کولتیواتور دوم در مزرعه

Table 4- Total means comparison of weed reduction percent after second cultivating in field

تیمارها Treatments	کل علف‌های هرز Total weeds	تاج خروس *Amaranthus retroflexus*	پیچک *Convolvolus arvensis*	خرفه *Portulaca oleracea*	باریک برگ‌ها *Grass weeds*
BL45	81.3 b	82.4 c	79.4 c	80.7 b	78.4 a
BL45F	84.8 b	85.7 bc	82.8 bc	85.3 b	79.3 a
BL65	81.8 b	82.7 c	76.7 c	85.6 b	75.3 a
BL65F	95.7 a	95.8 ab	93.5 ab	96.2 a	94.4 a
Cul	81.8 b	82.6 c	78.9 c	81.1 b	90.8 a
CW	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
WCW	-33.4 c	-19.5 d	-55.8 d	-45.6 c	-47.2 b

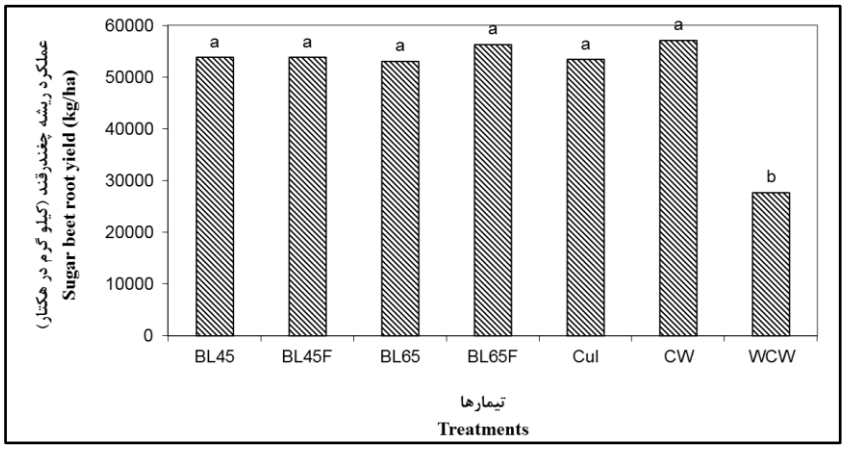
در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

In each column, means with the same letter have no significant difference (Duncan α= 1%).

عملکرد ریشه چغندرقند

بیشترین عملکرد ریشه چغندرقند با ۵۷۰۵۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار کنترل دستی علف‌های هرز با کارگر و پس از آن در تیمار کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر با ۵۶۲۸۴ کیلوگرم در هکتار دیده می‌شود که با دیگر تیمارهای کولتیواتور در یک گروه آماری قرار دارند (شکل ۵). کمترین عملکرد ریشهٔ چغندرقند (۲۷۶۵۶ کیلوگرم در هکتار) زمانی است که علف‌های هرز کنترل نشده‌اند.

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از کولتیواتور برای دفع علف‌های هرز در مزرعه و افزایش عملکرد چغندرقند لازم است. کاربرد کولتیواتور کج ساق توانسته است عملکرد خوبی برای تولید چغندرقند داشته باشد، به طوری که تیمار کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر، نسبت به کولتیواتور مرسوم، توانسته است ۵/۵ درصد عملکرد ریشهٔ چغندرقند را افزایش دهد. علت آن را می‌توان به کنترل مناسب‌تر علف‌های هرز و خاک‌دهی بیشتر در پای بوتهٔ چغندرقند مرتبط دانست. دیگر محققان، (Afzalinia *et al.*, 2008; Bassiri *et al.*, 2012)، نیز نشان داده‌اند که کنترل علف‌های هرز در مزرعه باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود.



شکل ۵- اثر کولتیواتور برعملکرد ریشه چغندرقند (دانکن ۱٪)

Fig. 5- Effect of cultivator on sugar beet root yield (Duncan α= 1%)

درصد قند

کمترین میزان قند چغندرقند (۱۵/۴ درصد) مربوط به تیمار عدم کنترل علف‌های هرز و بیشترین آن (۱۸/۰ درصد) مربوط به کنترل دستی علف‌های هرز با کارگر است که با دیگر تیمارهای استفاده از کولتیواتور کج ساق و مرسوم در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۵). علت بیشینه بودن درصد قند در تیمار کنترل دستی را می‌توان به کنترل بهتر علف‌های هرز با کارگر نسبت به کولتیواتور دانست. دیگر محققان (Afzalinia *et al*., 2008; Toorabi, 2018) نیز گزارش داده‌اند که افزایش دفع علف‌های هرز باعث افزایش درصد قند چغندرقند می‌شود. همچنین کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر، نسبت به کولتیواتور مرسوم باعث افزایش ۰/۶ درصدی قند شده است.

جدول ۵- مقایسهٔ میانگین کل درصد قند و عملکرد قند ناخالص در تیمارهای مختلف کولتیواتور

Table 5- Total means comparison of sugar content and gross sugar yield in various treatments of cultivator

تیمارها	درصد قند	عملکرد قند ناخالص (کیلوگرم در هکتار)
Treatments	**Sugar content**	**Gross sugar yield (kg/ha)**
BL45	17.9 a	9594.7 a
BL45F	17.9 a	9640.2 a
BL65	17.8 a	9391.3 a
BL65F	17.8 a	10028.6 a
Cul	17.7 a	9451.5 a
CW	18.0 a	10276.3 a
WCW	15.4 a	4264.1 b

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

In each column, means with the same letter have no significant difference (Duncan α= 1%)

عملکرد قند ناخالص

کمترین عملکرد قند ناخالص با میانگین ۴۲۶۴/۱ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عدم کنترل علف‌های هرز و بیشترین آن با میانگین ۱۰۲۷۶/۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به کنترل دستی علف‌های هرز با کارگر و پس از آن در تیمار کولتیواتور کج

ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر با میانگین ۱۰۰۲۸/۶ کیلوگرم در هکتار است که با دیگر تیمارهای کولتیواتور کج ساق و مرسوم در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۵). در بین تیمارهای کولتیواتور، عملکرد قند ناخالص چغندرقند در تیمار کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر، نسبت به کولتیواتور مرسوم ۶/۱ درصد بیشتر است. علت آن را می‌توان به افزایش بیشتر عملکرد ریشه چغندرقند در تیمار کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر نسبت به کولتیواتور مرسوم دانست.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید که کولتیواتور کج ساق بر کنترل علف‌های هرز، عملکرد ریشهٔ چغندرقند، درصد قند و عملکرد قند ناخالص مؤثر است.

نتایج بررسی‌ها نشان داد که کولتیواتور کج ساق توانسته علف‌های هرز را به خوبی کنترل کند. بیشترین میزان کنترل علف‌های هرز، عملکرد ریشهٔ چغندرقند و عملکرد قند ناخالص در تیمارها به ترتیب در کنترل دستی علف‌های هرز و کولتیواتور کج ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر دیده شده است. بنابراین کنترل مکانیکی علف‌های هرز در مزرعه با استفاده از کولتیواتور کج ساق، می‌تواند مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف زیاد علف-کش‌ها و هزینه‌های ناشی از مصرف علف‌کش‌ها را کاهش دهد.

مراجع

Afzalinia, S., Niromand Jahromi, M., & Mohammadi, D. (2008). The Effect of Row Crop Cultivator Types on Sugar Beet Yield and Quality. *Journal of Agricultural Engineering Research, 9*(2), 57-68. (in Persian)

Bassiri, K., Najafi, H., Mirhadi, M. j., & Veisi, M. (2012). The effect of integrated control methods of broadleaf weeds density on sugar beet yield in Kermanshah zone. *Journal of Sugar Beet, 28*(2), 87-91.

Behaeen, M., Feraydonpor, M., & Hekmat, M. H. (2018). Study on the efficiency of singular and combined usage of three kinds of cultivators and its application time in cotton field. *Iranian Journal of Cotton Researches, 5*(2), 91-108 (in Persian)

Boutsalis, P., Preston, C., & Gill, G. (2008). *Current levels of herbicide resistance in broad acre farming across southern Australia. Proceeding of the Sixteenth Australian Weeds Conference.* May 18-22, Queensland, Australia.

Chauhan, B. S., Gill, G., & Preston, C. (2006). Influence of tillage systems on vertical distribution, seeding recruitment and persistence of rigid ryegrass (Lolium Rigidum) seed bank. *Weed Science, 54*(4), 669-676.

Cousens, R. D., & Moss, S. R. (1990). A model of the effects of cultivation on the vertical distribution of weed seeds within the soil. *Weed Research, 30*(1), 61-70.

Fielke, J. M. (1996). Interactions of the cutting edge of tillage implements with soil. *Journal of Agricultural Engineering Research, 63*(1), 61-72.

Goddard, T., Zoebisch, M., Gan, Y., Ellis, W., Watson, A., & Sombatpanit, S. (2008). *No-Till Farming Systems*. World Association of Soil and Water Conservation Pub.

Godwin, R. J. (2007). A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces. *Soil and Tillage Research, 97*(2), 331-340.

Godwin, R. J & Spoor, G. (1977). Soil failure with narrow tine. *Journal of Agricultural Engineering Research, 22*(3), 213-228.

Godwin, R. J., & O'Dogherty, M. J. (2007). Integrated soil tillage force prediction models. *Journal of Terramechanics, 44*(1), 3-14.

Mohler, C. L. (1993). A model of the effect of tillage on emergence of weed seedling. *Ecological Applications, 3*(1), 53-73.

Payne, P. C. J., & Tanner, D. W. (1959). The relationship between rake angle and the performance of simple cultivation implements. *Journal of Agricultural Engineering Research, 4*(4), 312-325.

Rosa, U. A., & Wulfsohn, D. (2008). Soil bin monorail for high-speed testing of narrow tillage tools. *Biosystems Engineering, 99*(3), 444-454.

Sharifat, K. (1999). Soil translocation with tillage tools (Unpublished Ph. D. Thesis), Agriculture and Bioresource Engineering, `University of Saskatoon.

Solhjou, A., Fielke, J., & Desbiolles, J. (2012). Soil translocation by narrow openers with various rake angles. *Biosystems Engineering, 112*(1), 65-73.

Solhjou, A., Desbiolles, J., & Fielke, J. (2013). Soil translocation by narrow openers with various blade face geometries. *Biosystems Engineering, 114*(3), 259-266.

Solhjou, A., Jamali, M. R., & Jokar, L. (2017). Furrow opener geometry effect on weed seed bank. *Agricultural Mechanization and Systems Research, 18*(69), 19-30 (in Persian)

Solhjou, A., Fielke, J., Desbiolles, J., & Saunders, C. (2014). Soil translocation by narrow openers with various bent leg geometries. *Biosystems Engineering, 127*, 41-49.

Staricka, J. A., Burford, P. M., Allmaras, R. R., & Nelson, W. W. (1990). Tracing the vertical distribution of simulated shattered seeds as related to tillage. *Agronomy Journal, 82*(6), 1131-1134.

Steven, R. W., & Wiese, A. (1976). Competition of annual weeds and sugar beets. *Journal of the A. S. S. B. T., 19*(2), 125-129.

Toorabi, S. (2018). Effect of integrated weed management systems on quantitative and qualitative yield of sugar beet under different irrigation regimes. *Weed Science Research, 24*(3), 267-277.

Walsh, M. J., & Powles, S. B. (2007). Management strategies for herbicide-resistant weed populations in Australian dryland crop production systems. *Weed Technology, 21*(2), 332-338.

Agricultural Mechanization and Systems Research/Vol.21/No.75/ Autumn 2020/P: 97-108

Research Paper

Effect of Bent Leg Cultivator on Weed Control and Sugar Beet Yield

A. Solhjou*, M. Bazrafshan and F. Ghezeli

*Corresponding Author: Assistant Professor in Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran, Email: amsolhjou@yahoo.com; a.solhjou@areeo.ac.ir
Received: 28 July 2019, Accepted: 9 December 2019

Abstract

Weed control by mechanical means can reduce environmental concerns resulting from herbicides application, and also it can help reducing the costs of chemicals and application expenditures. This study was devoted to investigate the suitability of bent leg cultivator for eradication of weeds in sugar beet fields. Field study having seven treatments; bent leg cultivator with 45 mm width, bent leg cultivator with 45 mm width + furrower, bent leg cultivator with 65 mm width, bent leg cultivator with 65 mm width + furrower, conventional cultivator (crescent blade), control of weed in all seasons, and no-weed control were carried out as a complete randomized design in three replications. Field data were used to calculate weed control percentage, sugar beet root yield, sugar content and gross sugar yield. Analysis of data indicated that cultivator geometry affected both percentage of weed control and crop yield. The bent leg cultivator with 65 mm width + furrower, compared to conventional cultivator, increased weed controling (17.0%), root yield (5.5%), sugar content (0.6%), and gross sugar yield (6.1%). Findings showed potential of the new bent leg cultivator in increasing crop yield and decreasing herbicides application.

Keywords: Cultivator Geometry, Gross Sugar Yield, Sugar Content