# اثرات اقتصادی کولتیواتور کج ساق در تولید محصول چغندرقند

# Economic effects of bent leg cultivator on sugar beet crop production

علی‌اکبر صلح‌جو[۱*]، ابراهیم زارع[۲] و محسن بذرافشان[۳]

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۱۲

نوع مقاله: پژوهشی

DOI:10.22092/jsb.2020.342813.1238

**ع.ا. صلح‌جو، ا. زارع و م. بذرافشان. ۱۳۹۹.** اثرات اقتصادی کولتیواتور کج ساق در تولید محصول چغندرقند. **چغندرقند، ۳۶(۱): ۴۷- ۵۵.**

## 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 فنی و اقتصادی کولتیواتور جدید کج‌ساق بر عملکرد چغندرقند اجرا شد. این پژوهش شامل هفت تیمار به‌ترتیب شامل کولتیواتور کج ساق با عرض تیغه ۴۵ میلی‌متر، کولتیواتور کج ساق با عرض تیغه ۴۵ میلی‌متر + فاروئر، کولتیواتور کج‌ساق با عرض تیغه ۶۵ میلی‌متر، کولتیواتور کج‌ساق با عرض تیغه 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 اثر فنی و اقتصادی کولتیواتورها بر عملکرد چغندرقند، پارامترهای عملکرد ریشهٔ چغندرقند، درصد قند، عملکرد قندناخالص، درآمد و هزینه تیمارها اندازه‌گیری شد و با استفاده از روش تحلیل نهایی سود خالص، نرخ بازده اقتصادی سرمایه‌گذاری هریک از روش‌ها در کنترل علف‌های هرز در مقایسه با روش دیگر به‌دست آمد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که تیمار مناسب از لحاظ اقتصادی، تیمار کولتیواتور کج ساق با عرض تیغه ۶۵ میلی‌متر + فاروئر است. یافته‌ها نشان داد که فناوری جدید کولتیواتور کج ساق، پتانسیل افزایش کنترل علف‌های هرز به همراه افزایش عملکرد محصول را دارد و می‌تواند باعث افزایش سود خالص کشاورز شود.**

**واژه‌های کلیدی:** درصد قند، عملکرد، علف‌های هرز، کولتیواتور هلالی

۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
*- نویسنده مسئول. a.solhjou@areeo.ac.ir
۲- دانشیار بخش تحقیقات اقتصادی- اجتماعی و ترویجی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
۳- استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

## مقدمه

یکی از مشکلات روزافزون در کشاورزی، افزایش مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌هاست (Goddard *et al*. 2008; Boutsalis *et al*. 2008; Walsh and Powles 2007). از جمله روش‌های مدیریت علف‌های هرز، استفاده از روش‌های مکانیکی به‌منظور کاستن از فرآیند سبزشدن علف‌های هرز است. خاک‌ورزی به طور مؤثر بر جابه‌جایی عمودی بذر علف‌های هرز تأثیر می‌گذارد (Staricka *et al*. 1990; Chauhan *et al*. 2006; Cousens and 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 علف‌های هرز در لایه بالایی خاک (۸۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر) بستگی به میزان به‌هم‌خوردگی خاک دارد و سبزشدن آنها نیز به نوع بذر علف‌های هرز و عمق قرارگیری آنها وابسته است (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 علاوه‌بر دفع علف‌های هرز، در سله‌شکنی 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 می‌شود (Steven and Wiese 1976). در زراعت چغندرقند، بیشترین عملکرد آن به‌ترتیب مربوط به کنترل علف‌های هرز با کارگر و استفاده از دو بار عملیات کولتیواتور بوده است (Afzalinia *et al*. 2008; Safari and Najafi 2008). برای بررسی کارآیی روش‌های مختلف مدیریت تلفیقی علف‌های هرز نخود پاییزه، آزمایش مزرعه‌ای در شهرستان کرمانشاه در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. عامل‌های آزمایش شامل کاربرد علف‌کش پیریدیت در پنج سطح و مدیریت غیرشیمیایی در پنج سطح بود که یکی از آنها استفاده از کولتیواتور برای دفع علف‌هرز بود. نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد نخود به میزان ۱۱۱۰ کیلوگرم در هکتار و درآمد ناخالص کل به مبلغ حدود ۵۶ میلیون ریال در هکتار، به مدیریت تلفیقی استفاده از مالچ کلش‌گندم با مصرف دز ۱۰۰درصد علف‌کش در هکتار اختصاص داشت، ولی بیش‌ترین درآمد خالص (با کسر هزینه کنترل علف‌هرز) به مبلغ ۴۳ میلیون ریال در هکتار در تیمار استفاده از کولتیواتور همراه با مصرف دز ۱۰۰ درصد علف-کش مشاهده گردید که می‌توان آن را به‌عنوان یک روش اجرایی به‌زارعی معرفی نمود. در این آزمایش اگر چه برخی تیمارها عملکرد بیشتری داشتند ولی هزینه بالای نیروی کارگری در این شیوه‌ها باعث گردید تا درآمد خالص آنها نسبت به تیمار استفاده از کولتیواتور کمتر باشد (Nosrati *et al*. 2018).

تحلیل اقتصادی اثرات توسعه تکنولوژی و مکانیزاسیون بر تولید بخش کشاورزی استان قزوین در دوره ۹۰- ۱۳۷۰ با استفاده از تحلیل رگرسیونی و برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، نشان داد که استفاده از مکانیزاسیون بر عملکرد کلیه محصولات زراعی در این استان اثر مثبت و معنی‌دار داشته است. اعمال سناریوی تلفیقی افزایش ۱۰ درصد در مصرف کودهای شیمیایی، ۱۵ درصد کاهش سموم و ۲۰ درصد افزایش در ساعت‌های استفاده از ماشین‌های کشاورزی نسبت به سال پایه باعث ۳۹/۷ درصد افزایش سودناخالص کشاورزان این استان نسبت به سال پایه شد (Parizkari and Sabihi 2013). 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 می‌شود، 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

کج‌ساق، کولتیواتوری جدیدی است و در خصوص تأثیر فنی و اقتصادی آن در مزرعه چغندرقند هنوز تحقیقی نشده است، لازم بود تا این تحقیق در شرایط مزرعه با هدف افزایش عملکرد محصول و درآمد کشاورز اجرا شود.

## مواد و روش‌ها

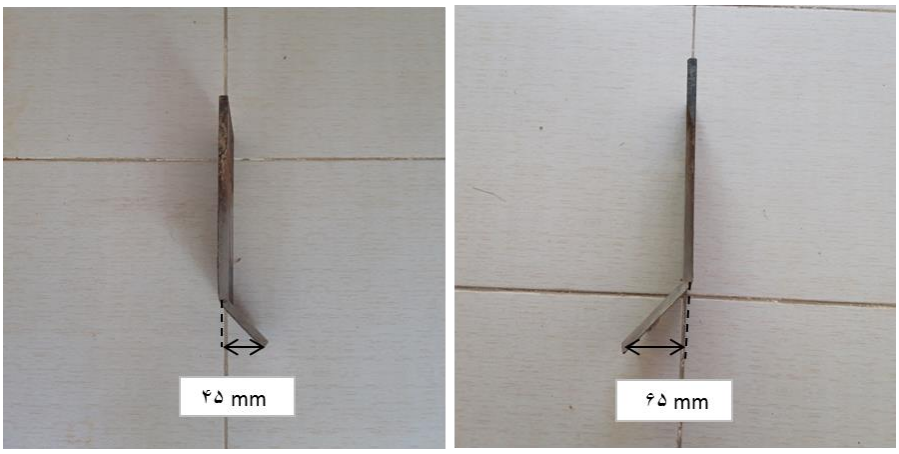
این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان فارس اجرا گردید. زرقان در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقهٔ شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۷ دقیقهٔ شمالی واقع و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۱۵ متر و میانگین بارندگی سالیانهٔ آن ۳۴۲ میلی‌متر است. بافت خاک محل آزمایش لوم رسی سیلت‌دار است.

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

کولتیواتور کج‌ساق 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 (شکل ۱). کولتیواتورهای کج‌ساق با زاویهٔ خمیدهٔ ۴۵ درجه و عرض تیغه ۴۵ و ۶۵ میلی‌متر، طوری ساخته شدند که قابلیت نصب روی یک شاسی را داشته باشند و نیاز به ساخت چند عدد شاسی نباشد (شکل های ۱ و ۲). جزئیات مربوط به اجرای آزمایش و اندازه‌گیری پارامترهای عملکرد چغندرقند، در صد قند و عملکرد قند ناخالص در مقاله (Solhjou *et al.* In Press) آورده شده است. برای محاسبات آماری از روش تجزیهٔ واریانس و با استفاده از نرم‌افزار SAS و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری پنج درصد استفاده شد.

تیمارهای آزمایش اثرات درآمدی و هزینه‌ای متفاوتی دارند. بنابراین برای پیشنهاد اقتصادی‌ترین تیمار، که معیار مهمی در ترویج یافته‌های تحقیق است؛ لازم است تا بهترین تیمار که بالاترین منفعت اقتصادی را دارد معرفی شود. در این آزمایش علاوه بر دو شاهد کنترل تمام فصل علف‌های هرز و عدم‌کنترل آنها، تیمار کنترل با کولتیواتور که روش مرسوم در مزارع زارعین است به‌عنوان تیمار شاهد در مقایسه با کولتیواتورهای کج‌ساق در نظر گرفته شد.

**شکل ۱** کولتیواتور کج‌ساق استفاده شده




**شکل ۲** نمای بالایی تیغه‌های کولتیواتور کج ساق با عرض تیغه ۴۵ و ۶۵ میلی‌متر

جهت تحلیل اقتصادی تیمارها عوامل ایجادکننده تفاوت در هزینه و درآمد تیمارها شناسایی شد و مقادیر مرتبط با هریک اندازه‌گیری شد.

چنانچه فرض شود که هزینه هر ساعت استفاده از کولتیواتور در کلیه تیمارها یکسان است، عوامل ایجادکننده تفاوت در هزینه‌ها عبارتند از مدت زمان موردنیاز برای انجام عملیات توسط هر یک از کولتیواتورها و نیز استفاده یا عدم‌استفاده از فاروئر در مقایسه با روش کنترل دستی. مدت زمان استفاده از انواع کولتیواتورها و فاروئر در واحد سطح و نیز تعداد کارگر موردنیاز برای کنترل دستی علف‌های هرز در کلیه تکرارها یادداشت‌برداری شد. هزینه استفاده از کولتیواتور در هر هکتار و دستمزد نیروی کار مطابق با عرف منطقه زرقان استان فارس در سال ۱۳۹۷ در نظر گرفته شد.

در این تحقیق به جز تعداد استفاده از کولتیواتور و فاروئر و تعداد کارگر مورد استفاده برای عملیات وجین و تنک، سایر عملیات و نیز مصرف انواع نهاده‌ها یکسان بود. با توجه به یکسان بودن هزینه صرف شده برای عملیات کولتیواتور و فاروئر در کرت‌ها، هزینه استفاده از آنها نیز یکسان و با هم برابر است. برای به‌دست آوردن تعداد کارگر در عملیات مزرعه‌ای در هر هکتار (وجین، تنک، خاک‌دهی)، و با توجه به نظر کارشناسی محققین، تعداد کارگر استفاده شده در هر کرت با ضریب ۵۰ درصد به واحد هکتار تبدیل شد.

عوامل مؤثر بر درآمد شامل عملکرد کمی و کیفی چغندرقند است. بدین منظور میزان عملکرد و درصد عیار چغندرقند در هر یک از کرت‌ها اندازه‌گیری و درآمد هرکرت مطابق با قیمت‌های رسمی چغندرقند محاسبه شدند. پارامترهای اقتصادی شامل درآمد ناخالص، هزینه عملیات و درآمد خالص در هر تیمار محاسبه شد، و تیماری که از نظر آماری بالاترین منفعت اقتصادی را داشت، معرفی شد.

با استفاده از داده‌های آزمایش و با استفاده از روش تحلیل نهایی سودخالص، نرخ بازده اقتصادی سرمایه‌گذاری هریک از روش‌ها در کنترل علف‌های هرز در مقایسه با روش دیگر به دست آمد. در این روش تیمارهای آزمایش براساس میانگین سودخالص و از کمترین تا بیشترین مقدار سود ردیف شد و براساس آن منحنی سودخالص رسم شد (Dillan and Hardaker 2000). با استفاده از این روش گزینه‌های غالب از گزینه غیرغالب تفکیک شد. گزینه غیرغالب گزینه‌ای است که نسبت به گزینه بالاتر خود دارای هزینه متغیر بیشتر یا برابر باشد. در مرحله بعد و با استفاده از رابطه (۱) نرخ بازده نهایی سرمایه‌گذاری هر تیمار در مقایسه با تیمار قبل از آن محاسبه شد.

$$MRR=\frac{\Delta B_{ij}}{\Delta C_{ij}} \quad (۱)$$

در رابطه (۱): MRR= نرخ بازده نهایی، ΔB تغییرات منافع و ΔC تغییرات هزینه دو تیمار را نشان می دهد. نرخ بازده به‌دست آمده در هر مرحله با هزینه فرصت سرمایه‌گذاری سالانه، که معمولاً معادل با نرخ سود بانکی سپرده‌های یک ساله، مقایسه شد. این نرخ بیان‌گر حد نهایی سرمایه‌گذاری در مبارزه با علف‌های هرز با استفاده از تیمارهای این آزمایش است.

یکی از شروط پذیرش فن‌آوری های نوین توسط کشاورزان پایین بودن ریسک آن است (Zare and Shahrokhnia 2012). در این تحقیق به منظور تحلیل ریسک پذیرش تیمارهای غالب از روش تحلیل حداقل بازدهی استفاده شد. با استفاده از این روش می‌توان ریسک نسبی صدمات احتمالی ناشی از تیمارها را ارزیابی کرد. اگر گزینه پیشنهادی به کشاورزان بر پایه تحلیل نهایی سودخالص با ریسک بیشتری نسبت به سایر تیمارها مواجه نباشد، درصد اطمینان به توصیه پیشنهادی بیشتر خواهد بود. در این روش از اطلاعات سودخالص کلیه کرت‌های آزمایش استفاده شد و میانگین پایین‌ترین سود خالص دو کرت هر تیمار مبنای محاسبه MRR قرار گرفت. چنانچه تیمار پیشنهادی در حالت قبل در این شرایط نیز به‌عنوان تیمار برتر انتخاب گردد، می‌توان با اطمینان بالا آن را معرفی کرد، در غیراین‌صورت باید با مقایسه آن با سایر تیمارهای غالب، تیماربرتر را معرفی نمود.

## نتایج و بحث

### محاسبه‌های اقتصادی

با استفاده از داده‌های به‌دست آمده از آزمایش و قیمت‌های رایج در منطقه (جدول ۲)، هزینه‌های غیرمشترک تیمارهای آزمایش محاسبه شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که تیمار کنترل تمام فصل علف‌های هرز با استفاده از نیروی کار بیشترین هزینه را دارد.

برای به‌دست آوردن درآمد ناخالص هر تیمار ابتدا عملکرد حاصل از هر کرت آزمایشی به مقیاس کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. با ضرب عملکرد در قیمت خرید چغندرقند توسط کارخانه‌های قند، که بر اساس عیار قند محاسبه می‌شود. میانگین درآمد ناخالص هر تیمار به‌دست آمد (جدول ۴). نتایج نشان داد که بیشترین درآمد ناخالص مربوط به تیمار کنترل تمام فصل علف‌های هرز (CW) است. این نتیجه ناشی از عملکرد محصول و درصد قند بیشتر در این تیمار است.

**جدول ۱** تعداد عملیات ماشینی و کارگر استفاده شده در تیمارهای مختلف

| عملیات انجام گرفته | BL45 | BL45F | BL65 | BL65F | Cul | CW | WCW |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد کولتیواتور | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۰ | ۰ |
| تعداد فاروئر | ۱ | ۲ | ۱ | ۲ | ۱ | ۰ | ۰ |
| کل تعداد کارگر مصرف شده برای وجین علف‌های هرز مرحله اول (روز- نفر- هکتار) | ۲۵ | ۲۵ | ۲۵ | ۲۵ | ۲۵ | ۵۰ | ۰ |
| کل تعداد کارگر مصرف شده برای خاک‌دهی پای بوته‌ها مرحله اول (روز- نفر- هکتار) | ۱۲/۵ | ۰ | ۱۲/۵ | ۰ | ۱۲/۵ | ۱۷ | ۰ |
| کل تعداد کارگر مصرف شده برای تنک کردن چغندرقند (روز- نفر- هکتار) | ۱۷ | ۱۷ | ۱۷ | ۱۷ | ۱۷ | ۱۷ | ۲۵ |
| کل تعداد کارگر مصرف شده برای وجین علف‌های هرز مرحله دوم (روز- نفر- هکتار) | ۱۲/۵ | ۱۲/۵ | ۱۲/۵ | ۱۲/۵ | ۱۲/۵ | ۱۲/۵ | ۰ |
| کل تعداد کارگر مصرف شده برای خاک‌دهی پای بوته‌ها مرحله دوم (روز- نفر- هکتار) | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۲/۵ | ۰ |

**جدول ۲** هزینه استفاده از کولتیواتور و فاروئر در منطقه زرقان

| | |
|---|---|
| هزینه کولتیواتور در مزارع چغندرقند با تراکتور سبک (ریال ـ هکتار) | ۶۵۰۰۰۰ |
| هزینه فاروئر در مزارع چغندرقند با تراکتور سبک (ریال ـ هکتار) | ۶۵۰۰۰۰ |
| دستمزد کارگر وجین کار چغندرقند (ریال ـ نفر روز) | ۵۰۰۰۰۰ |

**جدول ۳** هزینه‌های غیرمشترک تیمارهای مورد استفاده

| هزینه هر تیمار (هزار ریال – هکتار) | BL45 | BL45F | BL65 | BL65F | Cul | CW | WCW |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| هزینه کولتیواتور | ۱۳۰۰ | ۱۳۰۰ | ۱۳۰۰ | ۱۳۰۰ | ۱۳۰۰ | ۰ | ۰ |
| هزینه فاروئر | ۶۵۰ | ۱۳۰۰ | ۶۵۰ | ۱۳۰۰ | ۶۵۰ | ۰ | ۰ |
| هزینه کارگر وجین کار مرحله اول* | ۱۲۵۰۰ | ۱۲۵۰۰ | ۱۲۵۰۰ | ۱۲۵۰۰ | ۱۲۵۰۰ | ۲۵۰۰۰ | ۰ |
| هزینه کارگری خاک‌دهی پای بوته ها مرحله اول | ۶۲۵۰ | ۰ | ۶۲۵۰ | ۰ | ۶۲۵۰ | ۸۵۰۰ | ۰ |
| هزینه کارگری تنک کردن | ۸۵۰۰ | ۸۵۰۰ | ۸۵۰۰ | ۸۵۰۰ | ۸۵۰۰ | ۸۵۰۰ | ۱۲۵۰۰ |
| هزینه کارگر وجین کار مرحله دوم | ۶۲۵۰ | ۶۲۵۰ | ۶۲۵۰ | ۶۲۵۰ | ۶۲۵۰ | ۶۲۵۰ | ۰ |
| هزینه کارگر برای خاک دهی پای بوته ها مرحله دوم | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۶۲۵۰ | ۰ |
| جمع هزینه ها | ۳۵۴۵۰ | ۲۹۸۵۰ | ۳۵۴۵۰ | ۲۹۸۵۰ | ۳۵۴۵۰ | ۵۴۵۰۰ | ۱۲۵۰۰ |

**جدول ۴** درآمد ناخالص تیمارهای مورد استفاده

| پارامتر اندازه‌گیری شده | تکرار | BL45 | BL45F | BL65 | BL65F | Cul | CW | WCW |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عملکرد (کیلوگرم در هکتار) | ۱ | ۵۵۸۳۳ | ۵۱۶۶۷ | ۴۹۱۶۷ | ۵۷۵۰۰ | ۵۰۸۳۳ | ۵۶۲۵۰ | ۲۶۵۶۲/۵ |
| | ۲ | ۵۳۷۵۰ | ۵۳۰۸۳ | ۵۶۲۵۰ | ۵۶۳۵۲ | ۵۲۵۰۰ | ۵۸۳۳۳ | ۲۷۶۵۶/۵ |
| | ۳ | ۵۱۶۶۷ | ۵۶۴۵۰ | ۵۳۷۰۸ | ۵۵۰۰۰ | ۵۶۶۶۷ | ۵۶۵۷۵ | ۲۸۷۵۰ |
| عیار چغندرقند (درصد) | ۱ | ۱۷/۶۵ | ۱۶/۸۰ | ۱۹/۲۰ | ۱۷/۸۲ | ۱۷/۷۰ | ۱۸/۶۰ | ۱۵/۳۰ |
| | ۲ | ۱۸/۳۰ | ۱۸/۳۵ | ۱۶/۵۰ | ۱۷/۹۵ | ۱۷/۵۵ | ۱۷/۶۵ | ۱۵/۵۳ |
| | ۳ | ۱۷/۶۰ | ۱۸/۶۰ | ۱۷/۶۰ | ۱۷/۶۸ | ۱۷/۹۰ | ۱۷/۸۰ | ۱۵/۴۲ |
| قیمت چغندر قند با توجه به میزان عیار (ریال –تن) | ۱ | ۳۰۵۶۲۱۵ | ۲۸۷۸۸۹۲ | ۳۳۷۹۵۶۹ | ۳۰۹۲۵۰۸ | ۳۰۶۶۶۴۶ | ۳۲۵۴۴۰۰ | ۲۵۶۵۹۶۹ |
| | ۲ | ۳۱۹۱۸۱۵ | ۳۲۰۲۲۴۶ | ۲۸۱۶۳۰۸ | ۳۱۱۸۸۰۰ | ۳۰۳۵۳۵۴ | ۳۰۵۶۲۱۵ | ۲۶۱۲۶۹۲ |
| | ۳ | ۳۰۴۵۷۸۵ | ۳۲۵۴۴۰۰ | ۳۰۴۵۷۸۵ | ۳۰۶۱۲۱۵ | ۳۱۰۸۳۶۹ | ۳۰۸۷۵۰۸ | ۲۵۹۱۸۳۱ |
| درآمد ناخالص هر هکتار (هزار ریال ـ هکتار) | ۱ | ۱۷۰۶۳۸ | ۱۴۸۷۴۴ | ۱۶۶۱۶۳ | ۱۷۷۸۱۹ | ۱۵۵۵۸۸۷ | ۱۸۳۰۶۰ | ۶۸۱۵۹ |
| | ۲ | ۱۷۱۵۶۰ | ۱۶۹۹۸۵ | ۱۵۸۴۱۷ | ۱۷۵۷۵۱ | ۱۵۹۳۵۶ | ۱۷۸۲۷۸ | ۷۲۲۵۸ |
| | ۳ | ۱۵۷۳۶۷ | ۱۸۳۷۱۱ | ۱۶۳۵۸۳ | ۱۶۸۳۶۷ | ۱۷۶۱۴۲ | ۱۷۴۶۷۶ | ۷۴۵۱۵ |
| میانگین درآمد ناخالص هر تیمار (هزار ریال‌ـ هکتار) | | ۱۶۶۵۲۱ | ۱۶۷۴۸۰ | ۱۶۲۷۲۱ | ۱۷۳۹۷۹ | ۱۶۳۷۹۵ | ۱۷۸۶۷۱ | ۷۱۶۴۴ |

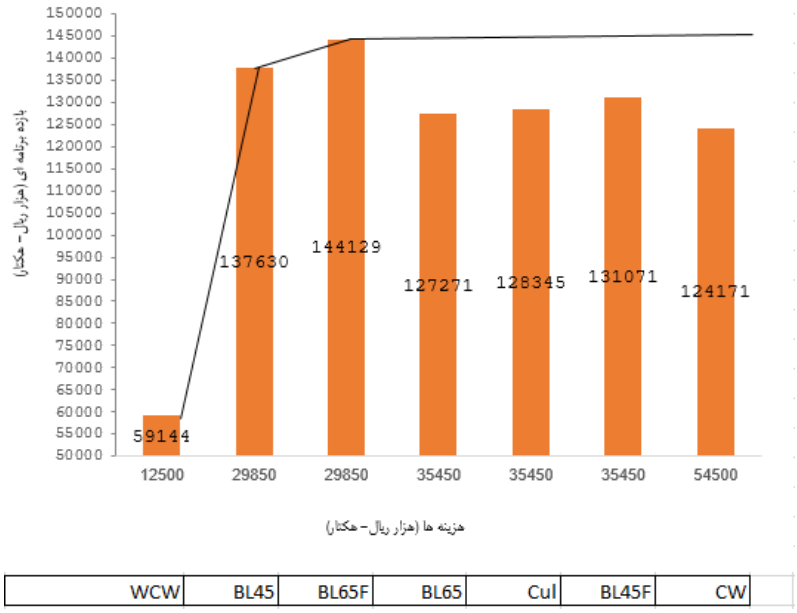
با کسر هزینه‌های متغیر از درآمد ناخالص، بازده برنامه‌ای (سودناخالص) هر تیمار به‌دست آمد (جدول ۵). نتایج نشان داد که تیمارBL65F بیش‌ترین بازده برنامه‌ای را دارد و بر اساس داده‌های به‌دست آمده در این آزمایش، اولویت اول برای معرفی به کشاورزان است. این نتیجه نشان داد که توجه به عملکرد فیزیکی محصول بدون توجه به هزینه‌های تولید می‌تواند منجربه انتخاب نادرست تیمار برتر شود. در این آزمایش تفاوت عملکرد چغندرقند و درصد قند بین تیمارها و در نتیجه درآمد ناخالص معنی‌دار نبود ولی وقتی هزینه‌های تولید در محاسبات وارد شد، اولاً تیمار کولتیواتور کج‌ساق با عرض ۶۵ میلی‌متر + فاروئر

(BL65F) به‌عنوان برترین تیمار انتخاب شد، ثانیاً تفاوت آن با تیمار کنترل تمام فصل علف‌های هرز (CW) به حدود ۲۰ میلیون ریال در هکتار رسید که عددی قابل توجه و تأثیرگذار در انتخاب کشاورزان است.

**جدول ۵** بازده برنامه‌ای تیمارهای آزمایشی (هزار ریال ـ هکتار)

| پارامترهای اندازه‌گیری شده | BL45 | BL45F | BL65 | BL65F | Cul | CW | WCW |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| میانگین درآمد ناخالص | ۱۶۶۵۲۱ | ۱۶۷۴۸۰ | ۱۶۲۷۲۱ | ۱۷۳۹۷۹ | ۱۶۳۷۹۵ | ۱۷۸۶۷۱ | ۷۱۶۴۴ |
| جمع هزینه‌ها | ۳۵۴۵۰ | ۲۹۸۵۰ | ۳۵۴۵۰ | ۲۹۸۵۰ | ۳۵۴۵۰ | ۵۴۵۰۰ | ۱۲۵۰۰ |
| بازده برنامه‌ای | ۱۳۱۰۷۱ | ۱۳۷۶۳۰ | ۱۲۷۲۷۱ | ۱۴۴۱۲۹ | ۱۲۸۳۴۵ | ۱۲۴۱۷۱ | ۵۹۱۴۴ |
| اولویت‌بندی تیمارها | ۳ | ۲ | ۵ | ۱ | ۴ | ۶ | ۷ |

برای تعیین تیمارهای غالب منحنی سود ناخالص رسم شد. این نمودار نشان داد که تیمار های Cul، BL65، BL45 و CW غیر غالب می‌باشند. زیرا با هزینه متغیر بیشتر بازده برنامه‌ای کمتری دارند. از بین سه تیمار غالب نیز تیمار BL65F به دلیل بیشترین بازده برنامه ای برترین تیمار می باشد (شکل ۳).




**شکل ۳** منحنی سود ناخالص تیمارهای آزمایشی

از آنجا که سرمایه صرف شده برای پرداخت هزینه هر تیمار دارای هزینه فرصت است، برای به دست آوردن نرخ بازده نهایی سرمایه‌گذاری در افزایش هزینه‌های متغیر، تیمارهای غالب BL45F، WCW و BL65F با هم مقایسه شدند.

مقایسه تیمارهای BL45F و WCW

$$MRR = \frac{\Delta B_{ij}}{\Delta C_{ij}} = \frac{۱۳۷۶۳۰ - ۵۹۱۴۴}{۲۹۸۵۰ - ۱۲۵۰۰} = ۴/۵۲$$

مقایسه تیمارهای BL65F و BL45F

$$MRR = \frac{\Delta B_{ij}}{\Delta C_{ij}} = \frac{۱۴۴۱۲۹ - ۱۳۷۶۳۰}{۲۹۸۵۰ - ۲۹۸۵۰} = ۱/۰۴$$

تحلیل نهایی بازده سرمایه‌گذاری نشان داد که با فرض یکسان بودن هزینه استفاده از انواع کولتیواتور، در مقایسه تیمار استفاده از کولتیواتور کج‌ساق با عرض ۴۵ میلی‌متر + فاروئر (BL45F) با تیمار عدم‌کنترل علف‌های هرز (WCW)، افزایش هزینه متغیر بازدهی بیش از ۴۰۰ درصد دارد و اجرای تیمار با هزینه بیشتر کاملاً اقتصادی است. مقایسه دوم نشان داد که با توجه به یکسان بودن هزینه‌ها، تیمار استفاده از کولتیواتور کج‌ساق با عرض تیغه ۶۵ میلی‌متر + فاروئر (BL65F)، در مقایسه با کولتیواتور کج‌ساق با عرض تیغه ۴۵ میلی‌متر+ فاروئر (BL45F)، به‌عنوان دو گزینه غالب، نرخ بازدهی بالاتر از یک دارد و استفاده از آن اقتصادی است. زیرا بدون اضافه کردن هزینه متغیر، بازده برنامه‌ای به مقدار چهار درصد افزایش یافته است.

برای تحلیل ریسک نتایج آزمایش از روش حداقل بازدهی استفاده شد. نتیجه تحلیل حداقل بازدهی تیمارها نیز نشان داد که تیمار کولتیواتور کج‌ساق با عرض ۶۵ میلی‌متر + فاروئر (BL65F) در این حالت نیز بالاترین بازده برنامه‌ای را دارد (جدول ۶). بنابراین این تیمار با کمترین ریسک هم مواجه است و از سوی بهره‌برداران با اقبال بیشتر مواجه خواهد شد. مطالعات دیگر محققین (Zare and Shahrokhnia 2012) نیز این پیش‌بینی را تأیید می‌کنند.

**جدول ۶** مقایسه میانگین حداقل بازدهی تیمارهای مورد استفاده

| پارامتر اندازه‌گیری شده | BL45 | BL45F | BL65 | BL65F | Cul | CW | WCW |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پایین‌ترین بازده برنامه‌ای | ۱۲۱۹۱۷ | ۱۱۸۸۹۴ | ۱۲۲۹۶۷ | ۱۳۸۵۱۷ | ۱۲۰۴۳۷ | ۱۲۰۱۷۶ | ۵۵۶۵۹ |
| پایین‌ترین بازده برنامه‌ای بعدی | ۱۳۵۱۸۸ | ۱۴۰۱۳۵ | ۱۲۸۱۳۳ | ۱۴۵۹۰۱ | ۱۲۳۹۰۶ | ۱۲۳۷۷۸ | ۵۹۷۵۸ |
| میانگین | ۱۲۸۵۵۳ | ۱۲۹۵۱۵ | ۱۲۵۵۵۰ | ۱۴۲۲۰۹ | ۱۲۲۱۷۲ | ۱۲۱۹۷۷ | ۵۷۷۰۹ |

## نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص گردید که بیش‌ترین عملکرد ریشهٔ چغندرقند و عملکرد قندناخالص در تیمارها به ترتیب در کنترل دستی علف‌های هرز و کولتیواتور کج ساق با عرض تیغه ۶۵ میلی‌متر + فاروئر است. اگر چه تفاوت بین عملکرد فیزیکی تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نبود، ولی با لحاظ کردن هزینه‌های تولید در محاسبات، اولویت تیمارها تغییر کرد و فاصله بین نتایج نیز افزایش یافت. به این ترتیب تیمار برتر از لحاظ اقتصادی، تیمار کولتیواتور کج‌ساق با فاصله عرضی ۶۵ میلی‌متر + فاروئر است. این تیمار بالاترین بازده برنامه‌ای به میزان ۱۴۴۱۲۹ هزار ریال در هکتار دارد. این موضوع اهمیت وارد کردن پارامترهای اقتصادی از جمله هزینه‌های تولید در تصمیم‌گیری برای انتخاب و معرفی تیمار برتر به بهره‌برداران را نشان داد.

## منابع مورد استفاده: References:

Afzalinia S, Niromand Jahromi M, Mohammadi D. The effect of row crop cultivator types on sugar beet yield and quality. Journal of Agricultural Engineering Research. 2008; 9(2): 57-68 (in Persian, abstract in English).

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

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

Cousens RD, Moss SR. A model of the effects of cultivation on the vertical distribution of weed seeds within the soil. Weed Research. 1990; 30(1): 61-70.

Dillan JL, Hardaker G. Farm management research for small farmer development. Translated by A. H. Chizari. Garmsar Islamic Azad University. 2000. 288p. (in Persian)

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

Mohler CL. A model of the effect of tillage on emergence of weed seedling. Ecological Applications. 1993. 3(1): 53-73.

Nosrati I, Dabbagh Mohammadi Nassab A, Amini R, Shakiba MR. Efficacy of different integrated weed management methods in rain-fed Chickpea (*Cicer arietinum* L.) at Kermanshah. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 2018; 28(4): 77-92.

Parizkari A, Sabihi M. Effects of technology development and mechanization on agricultural production in Qazvin province. Journal of Agricultural Economics Research. 2014; 5(20): 1-23.

Safari M, Najafi H. Evaluation of different cultivator's performance to control of weeds in sugar beet cultivation. Journal of Agriculture. 2008; 10(2): 91-98.

Solhjou A, Bazrafshan M, Ghezeli F. Effect of bent leg cultivator on weed control and sugar beet yield. Agricultural Mechanization and Systems Research. In Press. (in Persian, abstract in English)

Solhjou A, Jamali MR, Jokar L. Furrow opener geometry effect on weed seed bank. Agricultural Mechanization and Systems Research. 2017; 18(69): 19-30. (in Persian, abstract in English)

Staricka JA, Burford PM, Allmaras RR, Nelson WW. Tracing the vertical distribution of simulated shattered seeds as related to tillage. Agronomy Journal. 1990; 82(6): 1131-1134.

Steven RW, Wiese A. Competition of annual weeds and sugar beets. Journal of the ASSBT. 1976; 19(2): 125-129.

Walsh MJ, Powles SB. Management strategies for herbicide- resistant weed populations in Australian dryland crop production systems. Weed Technology. 2007; 21(2): 332-338.

Zareh A, Shahrokhnia MA. The using AHP method for selecting the best irrigation planning method in citrus orchards in Fars Province. Third national symposium of comprehensive management of water resources. 2012. 11-12 Sep, Sari Agriculture and Natural Resources University. Sari, Mazanderan Province, Iran.