

مقایسه فنی و اقتصادی ادوات خاک‌ورزی مورد استفاده در سله‌شکنی

زعفران در سه زمان آبیاری مختلف

محمدحسین سعیدی‌راد، نجم‌الدین منصوریان و محمد بهداد*

* اعضاء هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان، نشانی: مشهد، مجتمع

کشاورزی طرق، ص. پ. ۴۸۸-۹۱۲۷۵، تلفن: ۳۸۲۲۳۷۳ (۰۵۱۱)، پیام نگار: saiedirad@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۱۱/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۰/۲۳

چکیده

سله‌شکنی مزارع زعفران در ابتدای فصل رشد این محصول، یکی از کارهای حساس مرحله‌ داشت است که باید با دقت پیش رود. زیرا در این زمان جوانه‌های زعفران تا نزدیکی سطح خاک بالا آمده‌اند. پس از اولین آبیاری سالیانه زعفران، کشاورزان به منظور تسهیل در بیرون آمدن گل زعفران، سله ایجاد شده در سطح خاک را با استفاده از وسایل مختلفی از بین می‌برند و خاک روی پیاز را نرم می‌کنند. عمق خاک‌ورزی جهت سله‌شکنی بستگی به فاصله جوانه‌های زعفران تا سطح خاک دارد که این خود نیز تابعی از زمان آبیاری و شرایط آب و هوایی منطقه است. هر چه زمان آبیاری اولیه زعفران بیشتر به تأخیر افتد جوانه‌های زعفران به سطح خاک نزدیک‌تر می‌شوند و سله‌شکنی حساس‌تر خواهد شد. هدف از این تحقیق، مقایسه فنی و اقتصادی روش‌های استفاده از ادوات خاک‌ورزی در سله‌شکنی زعفران با تیمار شاهد (بدون سله‌شکنی) در سه زمان آبیاری زود هنگام، به موقع، و دیر هنگام است تا از این طریق، مناسب‌ترین وسیله سله‌شکنی برای هر یک از سه زمان آبیاری انتخاب شود. این تحقیق در سه آزمایش جداگانه برای سه زمان آبیاری مذکور با اعمال تیمارهای شاهد (بدون سله‌شکنی)، گاواهن دامی، چهارشاخ و رتیواتور با تیغه‌های مخصوص، برای دو سال پیاپی و در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. مشخص گردید که در آزمایش آبیاری زود هنگام روش‌های مختلف سله‌شکنی بر عملکرد محصول در سال اول اختلاف معنی‌داری نمی‌آورد و تنها در سال دوم، اختلاف بین تیمار شاهد و استفاده از چهارشاخ معنی‌دار شده است. در آزمایش آبیاری به موقع، عملکرد استفاده از چهارشاخ و رتیواتور بالاتر از تیمار شاهد و گاواهن دامی و اختلاف میان آنها معنی‌دار است. در آزمایش آبیاری دیر هنگام بیشترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد و به دنبال آن چهارشاخ است و بین این دو و استفاده از رتیواتور و گاواهن دامی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. ارزیابی اقتصادی طرح نشان می‌دهد که در آبیاری زود هنگام و به موقع، استفاده از رتیواتور نسبت به سایر تیمارها اقتصادی‌تر و در آبیاری دیر هنگام تیمار شاهد (بدون سله‌شکنی) اقتصادی‌تر است.

واژه‌های کلیدی

ادوات خاک‌ورزی، زعفران، سله‌شکنی

مقدمه

فرد، همراه با نیاز مختصر گیاه به مواد غذایی، توجه تمامی

کشاورزان حاشیه کویر و کم‌آب کشور و به ویژه مناطق

جنوبی استان خراسان را به خود معطوف داشته است، به

پیاز زعفران در فصل تابستان دوره خواب خود را

می‌گذرانند و نیاز به آبیاری ندارد. این ویژگی منحصر به



دارد لذا اجتناب از این مسئله امکان پذیر نیست؛ تعدادی از کشاورزان مجبورند مزارع خود را زودتر، تعدادی به موقع و تعدادی دیرتر آبیاری کنند. امروزه در مناطق جنوبی استان خراسان، کشاورزان با وسایل و روش‌های مختلفی، مزارع زعفران را سله‌شکنی می‌کنند. انتخاب وسیله سله‌شکنی بستگی به زمان آبیاری اولیه زعفران دارد.

بررسی منابع نشان می‌دهد که تا کنون در زمینه سله‌شکنی مزارع زعفران در ایران و همچنین سایر کشورهای تولیدکننده زعفران تحقیقی انجام نشده است (Bagheri *et al.*, 2000; Rashed Mohasel *et al.*, 1989). موريسن و همکاران (Morrison *et al.*, 2003) تأثیر سله‌شکنی را بر جوانه‌زنی و عملکرد دانه کلزا و خردل در دو کشت متراکم و سبک بررسی کردند و نتیجه گرفتند که سله‌شکنی در کشت سبک موجب افزایش عملکرد از ۱۵ تا ۳۵ درصد می‌شود ولی در کشت متراکم افزایش عملکرد معنی‌دار نیست.

همت و همکاران (Hemmat *et al.*, 2003) در تحقیقی در مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان اثر چهار نوع کارنده را به همراه سه روش سله‌شکنی بر جوانه‌زنی پنبه بررسی کردند. سه روش سله‌شکنی عبارت بودند از: استفاده از کولتیواتور دوار^۱، استفاده از سله‌شکن نوع دوار^۲، و بدون سله‌شکنی. سله‌شکنی یک هفته پس از اولین آبیاری اجرا شد. نتایج نشان داد که در روش بدون سله‌شکنی استفاده از کارنده‌های دارای چرخ‌های فشاردهنده در امتداد ردیف‌های کشت دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی است. در این روش، میزان جوانه‌زنی کمتر از ۵۰ درصد بود و بین روش استفاده از کولتیواتور دوار و استفاده از سله‌شکن نوع دوار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

طوری که زعفران، کشت اصلی و اختصاصی منطقه محسوب می‌شود (Abrishami, 1983). طبق آخرین آمار منتشر شده، در سال زراعی ۸۱-۸۰ از ۴۶۳۱۹ هکتار سطح زیر کشت این محصول در استان خراسان، با عملکرد متوسط ۲/۹۸ کیلوگرم در هکتار، ۱۳۸/۰۲ تن زعفران خشک برداشت شده است (Anon, 2003).

زعفران در شهریورماه و به دو روش کپه‌کاری و ردیفی کشت می‌شود که در روش اول چاله‌هایی را با بیل در زمین ایجاد می‌کنند و درون هر کدام ۱۵-۳ پیاز زعفران قرار می‌دهند. در روش دوم با گاوآهن دامی یا شیار کش تراکتوری، شیاری به عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متر در زمین ایجاد می‌کنند و کارگران پیازها را به صورت ردیفی و با فواصل ۷-۵ سانتی‌متر از یکدیگر با مهارت در شیارهای ایجاد شده قرار می‌دهند. در این روش، فاصله شیارها از یکدیگر ۳۰-۲۵ سانتی‌متر است. پس از کاشت پیاز زعفران در سال اول، در سال‌های زراعی بعدی در ابتدای فصل رشد و بعد از اولین آبیاری (از اواسط مهرماه تا دهه سوم آبان ماه، بسته به وضعیت آب و هوایی منطقه) به مجرد گاوآهن شدن زمین، سطح مزرعه را باید سله‌شکنی کرد. به نحوی که پیازها صدمه نبینند. سله‌شکنی موجب سهولت در خروج گل زعفران از خاک و مخلوط شدن کود حیوانی با لایه سطحی می‌شود (Behnia, 1991).

عمق خاک‌ورزی جهت سله‌شکنی بستگی به فاصله جوانه‌های زعفران تا سطح خاک دارد که خود تابع زمان آبیاری و شرایط آب و هوایی منطقه است. هر چه زمان آبیاری اول زعفران بیشتر به تاخیر افتد و جوانه‌های زعفران به سطح خاک نزدیک‌تر می‌شوند و از این رو عملیات سله‌شکنی باید دقیق‌تر شود. در مناطق جنوبی استان خراسان مشکل کم‌آبی وجود

از رتیواتور (گاوآهن دوار) متصل به تراکتور باغی سله‌شکنی می‌شود. استفاده از تراکتورهای باغی به این دلیل است که وزن پایین و قابلیت مانوردهی بالایی دارند. به منظور جلوگیری از آسیب رساندن به جوانه‌های زعفران، کشاورزان به ابتکار خویش تیغه‌های L شکل رایج رتیواتور را با تیغه‌های عمودی سه‌شاخه‌ای تعویض می‌کنند (شکل ۱). طول هر یک از این شاخه‌ها ۱۵ و پهنایشان ۵ سانتی‌متر است. چنانچه آبیاری اولیه زعفران دیرتر از موعد مقرر انجام گیرد (که در بسیاری از موارد به دلیل کمبود آب اجتناب‌ناپذیر است) استفاده از این وسیله نیز باعث خسارت فراوان به محصول می‌شود زیرا جوانه‌های زعفران را از بین می‌برد. بنابراین در چنین شرایطی کشاورزان مجبورند برای سله‌شکنی از روش‌های سنتی استفاده کنند که استفاده از گاوآهن دامی یا چهارشاخ است. گاوآهن دامی مرسوم در منطقه شامل یک تیغه گوه‌مانند است که به انتهای یک دسته چوبی نصب می‌شود و دام آن را می‌کشد. چهارشاخ مانند بیل است با این تفاوت که چهار تا نه دندانه میخی شکل در انتها دارد (شکل ۲).

سله‌شکنی یکی از عملیات زراعی مرحله داشت محصول است که با کولتیواتورهای متفاوت انجام می‌گیرد. اغلب، در محصولات زراعی واژه سله‌شکنی به همراه وجین می‌آید و هدف از استفاده از کولتیواتور پس از کاشت محصول وجین کردن و نیز سله‌شکنی است. در عملیات وجین کردن و سله‌شکنی، از کولتیواتورهای متفاوتی استفاده می‌شود: از کولتیواتورهای دستی کوچک باغی مناسب باغچه‌های خانگی تا کولتیواتورهای هشت‌ردیفه سوار تراکتوری که قادرند روزانه حدود ۵۲ تا ۴۰ هکتار زمین را کولتیواتور بزنند. نوع و اندازه کولتیواتور بستگی به عوامل مختلفی چون نوع محصول، شرایط و نوع خاک، بارندگی، روش کاشت، و نوع تراکتور مورد استفاده دارد (Mansoorirad, 1991).

با توجه به این که پیاز زعفران در عمق نسبتاً زیاد ۲۰-۱۵ سانتی‌متری کشت می‌شود و سله‌شکنی تنها عملیات خاک‌ورزی است که از سال دوم به بعد در مزرعه زعفران انجام می‌شود، سله‌شکنی مزارع زعفران با سایر محصولات تقریباً متفاوت است و به عملیات خاک‌ورزی شدیدتری نیاز دارد. در بیشتر مناطق عملیات با استفاده



شکل ۱- تعویض تیغه‌های L شکل با تیغه‌های عمودی سه‌شاخه‌ای

الف- تیغه‌های L شکل رایج ب- تیغه‌های جایگزین شده



شکل ۲- چهارشاخ- مورد استفاده در سله‌شکنی زعفران

از آنجا که زراعت زعفران چند ساله است و در سال‌های اول، عملکرد چندان بالایی ندارد لذا تحقیق روی قطعه زمینی از ایستگاه اجرا گردید که سه سال پیش کاشته شده بود و بدین ترتیب در سال اول اجرای تحقیق زعفران چهارساله بود. این قطعه به صورت ردیفی و با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها کشت شده بود؛ آبیاری مزرعه غرقابی و بافت خاک مزرعه لومی رسی بود.

تیمارهای مورد مقایسه در این سه آزمایش عبارت بودند از: (۱) تیمار شاهد (بدون سله‌شکنی)، (۲) رتیواتور (گاواهن دوار) با تیغه‌های تعویض شده، (۳) گاواهن دامی، و (۴) چهارشاخ که هر کدام در سه تکرار در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با یکدیگر مقایسه شدند. ابعاد کرت‌ها ۵×۱۰ متر انتخاب شد. در منطقه گناباد، آبیاری مزارع زعفران هر ساله از دهه سوم مهرماه شروع می‌شود و یک ماه ادامه می‌یابد. آبیاری‌های دهه سوم مهرماه را "زودهنگام"، آبیاری‌های دهه اول آبان ماه را "به‌موقع" و آبیاری‌های پس از این تاریخ را "دیرهنگام" می‌نامند. بنابراین آبیاری‌های مربوط به سه آزمایش (زودهنگام، به‌موقع، و دیرهنگام) در محدوده زمانی ذکر

زعفران محصولی است که به صورت ردیفی و با تراکم پایین کشت شده و نیاز مبرم به سله‌شکنی جهت تسهیل در جوانه‌زنی دارد. از آنجا که در زراعت زعفران نحوه سله‌شکنی و ضرورت آن وابستگی شدید به زمان آبیاری اولیه آن دارد، هدف از این تحقیق، مقایسه فنی و اقتصادی ادوات خاک‌ورزی مورد استفاده در سله‌شکنی زعفران با تیمار شاهد (بدون سله‌شکنی) در سه زمان آبیاری مختلف می‌باشد، تا لزوم و یا عدم لزوم سله‌شکنی مشخص و در صورت لزوم مناسب‌ترین وسیله سله‌شکنی انتخاب شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به مدت دو سال در ایستگاه تحقیقات زعفران و گیاهان دارویی گناباد اجرا شد. برای اجرای این طرح از یک دستگاه تراکتور باغی مدل داروانا، یک دستگاه رتیواتور (گاواهن دوار) با تیغه‌های تعویض شده، گاواهن، و چهارشاخ استفاده شد. تیغه‌های L شکل رتیواتور با تیغه‌های مخصوص سه‌شاخه‌ای تعویض گردید. این تیغه‌ها از صنعتگران منطقه خریداری شد و گاواهن دامی به همراه دام، از کشاورزان منطقه اجاره شد.

$$C = \frac{SWE}{10} \quad (2)$$

که در آن،

C = ظرفیت مزرعه‌ای (بر حسب هکتار در ساعت)؛ S = سرعت پیشروی (بر حسب کیلومتر بر ساعت)؛ W = عرض کار دستگاه (بر حسب متر)؛ و E = راندمان دستگاه است.

برای محاسبه راندمان رتیواتور و گاوآهن دامی، در مزرعه‌ای دیگر زمان مفید کاری طی ۷ ساعت کار روزانه اندازه‌گیری و رابطه $E = \frac{T_e}{T_t}$ به کار گرفته شد که در آن، T_e و T_t = به ترتیب زمان مفید و زمان کل (۷ ساعت) هستند.

برای تجزیه و تحلیل اقتصادی طرح، متوسط عملکرد دو سال هر تیمار آزمایشی، ارزش هر کیلوگرم گل زعفران (۳۰۰۰۰ ریال) و هزینه سله‌شکنی برای هر تیمار بر اساس دستمزد نیروی کار و دام و ماشین در منطقه در نظر گرفته شده است. برای بررسی اینکه کدام تیمار آزمایشی از نظر اقتصادی قابل توصیه است ابتدا درآمد کل هر تیمار در سطح یک هکتار بر اساس متوسط عملکرد محاسبه و سپس درآمد نهایی کل یعنی مقدار افزایش یا کاهش درآمد به ازای افزایش و یا کاهش هر واحد هزینه به دست آمد و بر مبنای عدد به دست آمده تیمارهای دارای درآمد نهایی منفی حذف شدند. تیمارهای دارای درآمد نهایی مثبت مجدداً بررسی و میزان بازدهی آنها محاسبه شد و در بین آنها تیماری می‌توانست قابل توجه باشد که میزان بازدهی بالاتری داشته باشد. (میزان بازدهی عبارت است از نسبت درآمد نهایی خالص به ازای یک واحد افزایش هزینه ضرب در ۱۰۰).

شده انجام شد. برای تجزیه و تحلیل طرح، سه صفت مورد مطالعه عبارت بودند از: عملکرد محصول (بر حسب کیلوگرم گل در هکتار)؛ میزان خرد کردن خاک (متوسط قطر کلوخه‌ها، بر حسب میلی‌متر)، و ظرفیت مزرعه‌ای هر یک از وسایل سله‌شکنی به منظور استفاده در تجزیه و تحلیل اقتصادی طرح (بر حسب هکتار در ساعت).

گل‌های زعفران طی دوره زمانی ۱۵ روزه به تدریج سر از خاک بیرون می‌آورند لذا برای اندازه‌گیری عملکرد، هر روزه گل‌های بیرون آمده از هر کرت به طور جداگانه برداشت و با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند.

متوسط قطر کلوخه‌ها برای هر کرت محاسبه شد. برای این کار، نمونه خشک شده از الک‌های مخصوص با قطر سوراخ‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، و ۵۰ میلی‌متر عبور داده شده و با استفاده از رابطه ۱ متوسط قطر کلوخه‌ها اندازه‌گیری گردید.

= قطر متوسط کلوخه‌ها

$$\frac{1}{W} (5A + 15B + 25C + 35D + 45E + NF) \quad (1)$$

که در آن،

W = وزن کل کلوخه‌ها روی الک‌ها ($A+B+C+D+E+F$) (بر حسب کیلوگرم)؛ A, B, C, D, E, F = به ترتیب وزن کلوخه‌ها روی الک‌ها با قطرهای ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، و ۵۰ میلی‌متر و بیشتر؛ N = متوسط اندازه کلوخه‌های باقیمانده روی الک ۵۰ میلی‌متری.

ظرفیت مزرعه‌ای ادوات کشیدنی (رتیواتور و گاوآهن دامی) با استفاده از رابطه ۲ (Smith et al., 1994) اندازه‌گیری شد:

نتایج و بحث

در آبیاری به‌موقع: اثر تیمارهای آزمایش و سال بر عملکرد محصول در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است ولی اثر متقابل سال در تیمار در سطوح آماری ۱ و ۵ درصد معنی‌دار نیست.

در آبیاری دیرهنگام: تأثیر تیمارهای آزمایش و سال بر عملکرد محصول در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است ولی اثر متقابل سال در تیمار معنی‌دار نیست.

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که:

در آبیاری زودهنگام: تأثیر روش‌های مختلف سله‌شکنی بر عملکرد محصول در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است ولی اثر سال و همچنین اثر متقابل سال در تیمار بر عملکرد محصول در سطوح آماری ۱ و ۵ درصد معنی‌دار نیست.

جدول ۱- تجزیه واریانس مقادیر عملکرد محصول در سه آزمایش جداگانه

میانگین مربعات			درجه آزادی	منابع تغییر
آبیاری دیرهنگام	آبیاری به‌موقع	آبیاری زودهنگام		
۱۱۳۲/۴۸۰*	۱۸۹۵/۰۲۸*	۲۳۵۹/۳۰۴ns	۱	سال
۴۰۵۹/۷۴۲*	۵۴۳۵/۱۶۰*	۱۷۶۳/۹۵۰*	۳	تیمار
۴۲۹/۳۷۷ns	۱۷۲۶/۸۹۸ns	۳۳۵/۲۱۳ ns	۳	تیمار × سال
۲۶۱۵/۲۱۵	۲۴۵۱/۸۹۸	۳۰۵/۷۷	۱۲	خطا
۱۵/۱۳	۱۲/۲۹	۱۶/۰۸		CV (درصد)

* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns نبود اختلاف معنی‌دار

معنی‌دار را بین تأثیر تیمار شاهد با سایر تیمارها نشان می‌دهد. پیاز زعفران در هر سال پس از فصل گلدهی شروع به تکثیر می‌کند و پیاز جدید وظیفه گلدهی در سال بعد را بر عهده دارد لذا به وجود آمدن پیاز درشت‌تر و سالم‌تر، میزان گلدهی در سال بعد را افزایش خواهد داد. بنابراین حذف سله‌شکنی مزرعه در ابتدای فصل گلدهی باعث می‌شود تا بیشترین نیرو و توان پیاز صرف بیرون آمدن گل از زیر خاک سله بسته شود و توان تکثیر آن پایین آید که در این حالت پیازهای تکثیر یافته اغلب ریز خواهند بود و از این رو میزان گلدهی در سال بعد کاهش خواهد یافت. به همین دلیل در سال دوم، اختلاف بین

میانگین عملکردها با آزمون دانکن با دامنه احتمال ۵ درصد مقایسه و گروه بندی شدند. نتایج آنها در جدول ۲ آمده است. نتایج حاصل در سه آزمایش جداگانه به شرح زیر است:

آبیاری زودهنگام: نتایج نشان داد که در سال اول اجرای طرح، تأثیر تیمار شاهد بر روی عملکرد با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری است و همچنین در سال دوم اجرای طرح، اختلاف بین تیمار شاهد و دو تیمار استفاده از رتیواتور و چهارشاخ معنی‌دار شده است و بیشترین عملکرد در دو سال پایانی مربوط به تیمار استفاده از رتیواتور است. همچنین آنالیز مرکب دو ساله، اختلاف

دامی در پی داشته است زیرا گاوآهن دامی تنها شیاری را در سطح مزرعه ایجاد می‌کند و بنابراین امکان باقی‌ماندن نقاط سله‌بسته بین شیارها وجود دارد.

تیمار شاهد و استفاده از چهارشاخ معنی‌دار شده است که به اهمیت و لزوم سله‌شکنی می‌توان پی برد. همچنین مشاهده می‌شود که استفاده از رتیواتور با تیغه‌های مخصوص عملکرد بیشتری را نسبت به استفاده از گاوآهن

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های عملکرد محصول (گل زعفران بر حسب کیلو گرم در هکتار) در روش‌های مختلف سله‌شکنی در زمان‌های متفاوت آبیاری

منابع تغییر	مرکب دو ساله		سال اول		سال دوم	
	آبیاری زودهنگام	آبیاری به‌موقع	آبیاری زودهنگام	آبیاری به‌موقع	آبیاری زودهنگام	آبیاری به‌موقع
شاهد	۸۳/۵۵b	۸۴/۱۹۵b	۸۵b	۸۶/۰۶b	۸۲/۳۳b	۱۰۲/۳a
رتیواتور	۱۳۵/۶۵a	۱۱۸/۰۵a	۱۳۵/۳a	۱۳۹/۶a	۹۶/۴۱ab	۹۲/۱۱ab
گاوآهن دامی	۱۲۴/۵۵a	۱۰۵/۴۸b	۱۲۱/۶a	۱۰۵/۹b	۱۰۴/۹ab	۷۲/۷۴b
چهار شاخ	۱۳۵/۴۵a	۱۲۳/۰۳ab	۱۳۲/۸a	۱۳۴/۸a	۱۱۱/۷a	۸۹/۶۴ab

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

دیرهنگام در دو سال پیاپی این است که در این مواقع جوانه‌های پیازهای زعفران رشد کرده و تا نزدیکی سطح خاک بالا آمده‌اند و گاهی در سطح مزرعه قابل مشاهده‌اند. عبور ماشین‌های سنگین یا دام در مزرعه موجب شکسته شدن جوانه‌ها می‌شود و عملکرد را کاهش می‌دهد. از طرف دیگر، به دلیل نزدیکی جوانه‌ها به سطح خاک و مرطوب بودن زمین نیاز چندانی به سله‌شکنی نیست.

نتایج بررسی روش‌های مختلف سله‌شکنی و تأثیر آنها بر متوسط قطر کلوخه‌ها در سه آزمایش جداگانه در جدول ۳ نشان داده شده است. این آزمایش در تیمار شاهد اجرا نشد و به همین دلیل برای کلیه کرت‌ها عدد صفر منظور شده است. ولی در مورد سه تیمار دیگر مشاهده می‌شود که در هر سه آزمایش (آبیاری زودهنگام، آبیاری به‌موقع،

آبیاری به‌موقع: عملکرد حاصل از تیمارهای شاهد و گاوآهن دامی با تیمارهای استفاده از چهارشاخ و رتیواتور دارای اختلاف معنی‌داری در سال اول است اما در سال دوم بین استفاده از رتیواتور و گاوآهن دامی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بیشترین عملکرد در سال اول مربوط به تیمار استفاده از رتیواتور و در سال دوم مربوط به تیمار استفاده از چهارشاخ است.

آبیاری دیرهنگام: با توجه به جدول ۲ می‌توان نتیجه گرفت که در هر دو سال اجرای طرح، عملکرد تیمار شاهد دارای بالاترین مقدار است. در سال اول، بین تیمارهای رتیواتور و گاوآهن دامی با تیمارهای شاهد و چهارشاخ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین بیشترین عملکرد در دو سال پیاپی مربوط به تیمار شاهد (بدون سله‌شکنی) است. دلیل بالا بودن عملکرد تیمار شاهد در آبیاری

آبیاری دیرهنگام) و در دو سال پیاپی اجرای طرح، تأثیر روش‌های سله‌شکنی روی قطر کلوخه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری است. استفاده از چهارشاخ موجب به وجود آمدن کلوخه‌هایی با کمترین قطر نسبت به دو تیمار دیگر می‌شود. همچنین مشخص شد که ظرفیت مزرعه‌ای رتیواتور از سایر تیمارها بیشتر است و تفاوت معنی‌داری با ظرفیت مزرعه‌ای سایر ادوات مورد استفاده در این تحقیق دارد (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های قطر کلوخه‌ها (بر حسب میلی‌متر) در روش‌های مختلف سله‌شکنی در زمان‌های متفاوت آبیاری

منابع متغیر	سال اول		سال دوم		آبیاری دیرهنگام
	آبیاری زودهنگام	آبیاری به‌موقع	آبیاری زودهنگام	آبیاری به‌موقع	
شاهد	۰d	۰d	۰d	۰d	۰d
رتیواتور	۷/۰۱۷ b	۷/۰۵ b	۷/۰۷ b	۷/۲۴۷ b	۷/۲۲ b
گاوا آهن دامی	۷/۵۴ c	۷/۶۴ c	۷/۶۰۷ c	۷/۶۷۳ c	۷/۸۴ c
چهار شاخ	۶/۵۳a	۶/۶a	۶/۳۳a	۶/۵۸a	۶/۵۳۳a

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

جدول ۴- ظرفیت مزرعه‌ای تیمارهای سله‌شکنی (هکتار در ساعت)

روش خاک‌ورزی	شاهد	رتیواتور	گاوا آهن دامی	چهار شاخ (روز کارگر)
ظرفیت مزرعه‌ای	۰	۰/۴۳	۰/۰۶۶	۲۲

ارزیابی اقتصادی نشان می‌دهد که در آزمایش آبیاری زود هنگام، استفاده از رتیواتور در سله‌شکنی مزرعه زعفران نسبت به دیگر تیمارها از نظر اقتصادی با صرفه‌تر و قابل توصیه است. در آبیاری به‌موقع نیز استفاده از رتیواتور اقتصادی است و توصیه می‌شود. در آبیاری دیرهنگام، تیمار شاهد (بدون سله‌شکنی) نسبت به تیمارهای دیگر اقتصادی‌تر است و توصیه می‌شود که وقتی مزرعه زعفران دیرهنگام آبیاری می‌شود از سله‌شکنی صرف‌نظر شود. نتایج بررسی‌های اقتصادی برای سه آزمایش در جداول ۵، ۶ و ۷ آمده است.

جدول ۵- مقایسه اقتصادی تیمارهای سله‌شکنی در آبیاری زود هنگام

نرخ بازده	درآمد نهایی خالص (ریال)	درآمد نهایی کل (ریال)	درآمد خالص (ریال)	درآمد کل (ریال)	هزینه سله‌شکنی (ریال)	متوسط عملکرد	
						دو سال (کیلوگرم در هکتار)	شاهد
-	-	-	۲۵۰۶۵۰۰	۲۵۰۶۵۰۰	۰	۸۳/۵۵	شاهد
۶۸۱/۵	۱۳۶۳۰۰۰	۷/۸۱۵	۳۸۶۹۵۰۰	۴۰۶۹۵۰۰	۲۰۰۰۰۰	۱۳۵/۶۵	رتیواتور*
-	-	-۰/۸۳۲۵	۳۱۳۶۵۰۰	۳۷۳۶۵۰۰	۶۰۰۰۰۰	۱۲۴/۵۵	گاواهن دامی
-۱۰۹/۲۱۴	-۷۶۴۵۰۰	۰/۸۹۵	۳۱۰۵۰۰۰	۴۰۰۵۰۰۰	۹۰۰۰۰۰	۱۳۳/۵	چهارشاخ

* تیمار قابل توصیه اقتصادی

جدول ۶- مقایسه اقتصادی تیمارهای سله‌شکنی در آبیاری به موقع

نرخ بازده	درآمد نهایی خالص (ریال)	درآمد نهایی کل (ریال)	درآمد خالص (ریال)	درآمد کل (ریال)	هزینه سله‌شکنی (ریال)	متوسط عملکرد	
						سال (کیلوگرم در هکتار)	شاهد
-	-	-	۲۵۲۶۰۰۰	۲۵۲۶۰۰۰	۰	۸۴/۲	شاهد
۴۰۷	۸۱۴۰۰۰	۵/۰۷	۳۳۴۰۰۰۰	۳۵۴۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۱۱۸	رتیواتور*
-	-	-۰/۹۳۷۵	۲۵۶۵۰۰۰	۳۱۶۵۰۰۰	۶۰۰۰۰۰	۱۰۵/۵	گاواهن دامی
-۷۷/۲۸۶	-۵۴۱۰۰۰	۱/۷۸	۲۷۹۹۰۰۰	۳۶۹۹۰۰۰	۹۰۰۰۰۰	۱۲۳/۳	چهارشاخ

* تیمار قابل توصیه اقتصادی

جدول ۷- مقایسه اقتصادی تیمارهای سله‌شکنی در آبیاری دیر هنگام

نرخ بازده	درآمد نهایی خالص (ریال)	درآمد نهایی کل (ریال)	درآمد خالص (ریال)	درآمد کل (ریال)	هزینه سله‌شکنی (ریال)	متوسط عملکرد	
						دو سال (کیلوگرم در هکتار)	شاهد
-	-	-	۳۲۱۹۰۰۰	۳۲۱۹۰۰۰	۰	۱۰۷/۳	شاهد*
-	-	-۳/۹	۲۲۳۹۰۰۰	۲۴۳۹۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۸۱/۳	رتیواتور
-	-	-۰/۵۰۲۵	۱۶۳۸۰۰۰	۲۲۳۸۰۰۰	۶۰۰۰۰۰	۷۴/۶	گاواهن دامی
-۱۲۹/۶۶۷	-۱۱۶۷۰۰۰	۲/۳۸	۲۰۵۲۰۰۰	۲۹۵۲۰۰۰	۹۰۰۰۰۰	۹۸/۴	چهارشاخ

* تیمار قابل توصیه اقتصادی

نتیجه‌گیری

آزمایش آبیاری دیرهنگام، عملکرد تیمار شاهد (بدون

سله‌شکنی) از سایر تیمارها بیشتر و اقتصادی‌تر است.

- پیشنهاد می‌شود که در آبیاری دیرهنگام، سله‌شکنی اجرا نشود زیرا این کار با هر وسیله‌ی خاک‌ورزی موجب وارد آمدن صدمات شدید به جوانه‌های زعفران می‌شود.

- در آبیاری زودهنگام و به‌موقع استفاده از رتیواتور با تیغه‌های مخصوص، نسبت به سایر تیمارها برتری دارد ولی لازم است در شکل تیغه‌های رتیواتور تغییراتی داده شود و تیغه‌ها به نحوی طراحی شوند که کل سطح مزرعه را پوشش دهند.

مشخص شد که در هر سه آزمایش، استفاده از

چهارشاخ موجب خرد شدن بیشتر خاک و ایجاد کلوخه‌های کوچک‌تر می‌شود. با توجه به بالاتر بودن ظرفیت مزرعه‌ای رتیواتور نسبت به سایر تیمارها می‌توان نتیجه گرفت که در آزمایش آبیاری زودهنگام سله‌شکنی ضروری است و استفاده از رتیواتور از سایر تیمارها اقتصادی‌تر است. در آزمایش آبیاری به‌موقع، علاوه بر مهم بودن سله‌شکنی به این نکته می‌توان اشاره کرد که استفاده از چهارشاخ و رتیواتور نسبت به دو روش دیگر برتری دارد و استفاده از رتیواتور از لحاظ اقتصادی قابل توصیه است. در

مراجع

- Abrishami, M. 1983. *Saffron (Red Gold of Desert Region)*. Tehran University Pub. (in Farsi)
- Anon. 2003. *Agricultural Statistical Bulletin*. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Khorasan Organization. (in Farsi)
- Behnia, M. 1991. *Saffron Cultivation*. Tehran University Pub. (in Farsi)
- Bagheri, K. A. and Hemati Kakhki, A. 2000. *Research and study on saffron*. No. 77. 261. 1. Iran Science Industry Research Organization. Khorasan Center. Internal Pub. (in Farsi)
- Hemmat, A., Khashoei, A. A. and Ranjbar, I. 2003. *Assessment of irrigation cotton seedling emergency in flatland mechanized planting systems*. J. Agric. Sci. Tech. 5, 87-98.
- Mansoorirad, D. 1991. *Agricultural Machineries and Tractors*. Hamadan University Pub. (in Farsi)
- Morrison, I. N., Rahmatullah, K. and Abdul, R. 2003. *Effects of seeding methods and soil crusting on establishment of rapeseed and mustard*. Field Crops Res. 19(1): 27-39.
- Rashed Mohasel, M., Molafilabi, A. and Hemati Kakhki, A. 1989. *Saffron cultivation in Spanish (Iranian Group Report)*. No. 68. 131. 4. Iranian Scientific and Industrial Research Organization. Khorasan Center. Internal Pub. (in Farsi)

مقایسه فنی و اقتصادی ادوات خاکورزی مورد استفاده در ...

Soltani, G. 1988. Engineering Economic. Shiraz University Pub. (in Farsi)

Smith, W. D., Sims, B. G. and Niell, D. H. 1994. Testing and Evaluation of Agricultural Machinery and Equipment. FAO Pub.

Technical and Economical Comparison of Tillage Implements Used for Crust Breaking of Saffron Cultivation at Different Irrigations Times

M. H. Saiedirad*, N. Mansoorian and M. Behdad

* Corresponding Author: Academic Member, Agriculture Engineering Research Department, Agriculture and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 91275-488, Torogh, Khorasan, Iran. E-mail: saiedirad@yahoo.com

Crust breaking of saffron is an important operation at the first stage of growth that should be accurately operated as in this period sprouts of saffron rise up to near the soil surface. After primary irrigation, farmers soften the soil surface by means of different cultivation implements, which enables saffron flowers arise from subsurface. This research was conducted to compare tillage implements with no crust breaking method for three-times irrigations (early, on time, late) technically and economically. In this research, therefore, three-time irrigations were selected as three experiments and horizontal factors were: a) no crust breaking b) animal plow c) manual crust breaking using a local tool (Chahar shakh) d) rotivator with special blades. This research performed at the farm of Saffron and Medical Plants Research Station planted three years ago. It was concluded that for the early irrigation experiment tillage implements did not have significant effect on yield at the first year, but manual crust breaking and no crust breaking had significant difference at the second year. Regarding the effect of time of irrigation manual crust breaking and rotivator factors produced saffron yield higher than no crust breaking and animal plow factors with significant difference. At the late irrigation experiment, the highest yield was related to both no crust breaking and manual crust breaking factors and there were significant differences between no crust breaking and manual crust breaking factors and also between rotivator and animal plow factors. Economical evaluation showed that using rotivator would be the best method for early and on time irrigation, and the suitable method for late irrigation was no crust breaking.

Key words: Breaking, Crust, Saffron, Tillage