نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۱، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۰، ص ۹۹-۹۲

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 1, No. 2, Fall - Winter 2011, p. 92-99

بررسی عملکرد مزرعه‌ای چهار روش وجین بادام زمینی

سعید فیروزی[1*] - محمد نقی صفرزاد ویشگایی[2] - محمد رضا علیزاده[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۱/۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۵/۱۲

چکیده

در این تحقیق عملکرد مزرعه‌ای چهار روش وجین بادام زمینی در منطقه کیاشهر واقع در استان گیلان مورد ارزیابی قرار گرفت. روش‌های وجین شامل دو روش موتوری (وجین با کولتیواتور تیلری و وجین با روتیواتور تیلری هر یک در سه سطح سرعت پیش‌روی ۱، ۱/۵ و ۲ کیلومتر بر ساعت)، وجین با کولتیواتور چرخ‌دار دستی و وجین دستی با فوکا بود. بدین منظور از طرح آزمایشی بلوک کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد. صفات مورد مطالعه شامل شاخص وجین‌کنی، عملکرد محصول، ظرفیت مزرعه‌ای، انرژی مصرفی و شاخص اقتصادی سود به هزینه بود. نتایج نشان داد که بیشترین شاخص وجین‌کنی در مرحله اول و دوم وجین محصول به ترتیب با مقادیر ۹۸/۶۱ و ۹۷/۳۷ درصد از روش وجین با فوکا به دست آمد. شاخص وجین-کنی مرحله‌ی دوم برای همه‌ی تیمارهای ماشینی بیشتر از مرحله‌ی اول بود. بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای در مرحله اول و دوم به ترتیب با میانگین های۰/۱۲۶۳ و ۰/۱۲۸۷ هکتار بر ساعت به تیمار روتیواتور تیلری با سرعت پیشروی ۲ کیلومتر بر ساعت مربوط می‌شد. در میان تیمارهای مورد آزمایش، کمترین انرژی مصرفی با میانگین ۳۰۷/۸ مگاژول بر هکتار از وجین با کولتیواتور دستی به دست آمد. نتایج همچنین نشان داد که بالاترین نسبت سود به هزینه با میانگین کل ۲/۰۶ مربوط به تیمار وجین با روتیواتور تیلری با سرعت پیش‌روی ۱/۰ کیلومتر بر ساعت بود. بنابراین وجین با روتیواتور تیلری با سرعت پیش‌روی ۱/۰ کیلومتر بر ساعت برای زراعت بادام زمینی در منطقه قابل توصیه می‌باشد.

واژه های کلیدی: وجین، بادام زمینی، ماشین وجین کن، شاخص وجین‌کنی، ظرفیت مزرعه‌ای

مقدمه

دانه گیاه بادام زمینی *(Arachis hypogaea L.)*، با دارا بودن بیش از ۴۰ درصد روغن، یکی از مهمترین دانه‌های روغنی در دنیا می‌باشد، به طوری که این گیاه بعد از سویا، دومین دانه روغنی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری محسوب می‌شود. بنابراین با توجه به مشکل کمبود روغن خام به عنوان ماده اولیه روغن خوراکی در کشور، پایداری و افزایش تولید آن اهمیت ویژه‌ای دارد. در حال حاضر سطح زیر کشت این محصول در ایران حدود ۳۰۰۰ هکتار است که ۲۵۰۰ هکتار آن در استان گیلان و در حاشیه رودخانه سفیدرود قرار دارد (*Hosseinzadeh Gashti et al., 2009*). این محصول یک گیاه وجینی است و در صورتی‌که کنترل علف‌های هرز تا مراحلی از رشد گیاه انجام نگیرد، عملکرد آن، افت قابل توجهی خواهد داشت زیرا رقابت علف‌های هرز با این گیاه در جذب عناصر غذایی خاک بسیار شدید است. بنابراین کنترل علف‌های هرز در مزارع بادام زمینی امری ضروری است (*Goel et al., 2008*).

کنترل‌های شیمیایی، مکانیکی، بیولوژیکی و زراعی، چهار روش متداول مقابله با علف‌های هرز را تشکیل می‌دهند. در این میان، وجین مکانیکی به شکل دستی یا ماشینی، موثرترین شیوه‌ی مبارزه با علف‌های هرز در زراعت‌های دیم و آبی به شمار می‌رود (*Nag and Dutt, 1979 ; Gite and Yadav, 1990, 1985*). وجین مکانیکی نه تنها علف‌های هرز را ریشه‌کن می‌کند بلکه خاک را برای نفوذ بهتر آب و هوا نرم نگه می‌دارد (*Biswas et al., 1990*). ساده‌ترین روش وجین مکانیکی، وجین دستی با فوکا است. تحقیقات نشان داده است که ظرفیت مزرعه‌ای عملیات وجین با فوکا با افزایش رطوبت خاک، تا ۰/۰۱۷ هکتار بر ساعت افزایش یافته است و شاخص وجین‌کنی این روش در رطوبت خاک ۱۳/۵۲ درصد بر پایه تر برابر با ۹۸/۹۲ درصد به دست آمد (*Goel et al., 2008*). البته نوع و تراکم علف‌های هرز و بافت و رطوبت خاک از عوامل موثر بر عملکرد این دستگاه به شمار می‌روند. با توجه به سختی کار و زمان بر بودن وجین دستی با فوکا، وجین با انواع کولتیواتورهای چرخ‌دار دستی در برخی کشورهای بزرگ تولید کننده‌ی بادام زمینی (همچون هند و تایلند) مورد توجه قرار گرفته است. بر این اساس، ظرفیت مزرعه‌ای کولتیواتورهای دستی به تناسب رطوبت خاک از ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۴ هکتار بر ساعت

۱ و ۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، رشت، ایران
(*- نویسنده مسئول: *Email: firoozi@iaurasht.ac.ir*)
۳- موسسه تحقیقات برنج کشور، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، رشت، ایران

گزارش شده است (*Goel et al., 2008*). همچنین ظرفیت مزرعه‌ای یک دستگاه کولتیواتور چرخ‌دار دستی پس از اصلاح ارگونومیک، ۰/۰۴۸ هکتار بر ساعت و شاخص وجین‌کنی آن قابل افزایش تا ۹۲/۵ درصد گزارش شد (*Yadav and Pund, 2007*). در پژوهش دیگری، شاخص وجین‌کنی یک دستگاه کولتیواتور دستی جهت وجین بین ردیفی باقلا، ۷۰/۶٪ تعیین گردید. در این تحقیق اختلاف معنی‌داری بین عملکرد محصول با روش وجین دستی مشاهده نشد (*Elhassan, 2008*). همچنین تحقیقاتی در خصوص وجین‌کن‌های دوار موتوری انجام گرفته است. بر این اساس، ظرفیت مزرعه‌ای یک دستگاه وجین‌کن دوار موتوری ۰/۰۵۳ هکتار بر ساعت، شاخص وجین‌کنی ۹۵٪ و میانگین سوخت مصرفی آن ۰/۷ لیتر بر ساعت گزارش گردید (*Manuwa, 2009*). بررسی وضعیت موجود در استان گیلان به عنوان قطب تولید بادام زمینی کشور نشان می‌دهد که در حال حاضر، عملیات وجین بادام زمینی به روش دستی با فوکا انجام می‌گیرد. علیرغم آن که وجین دستی با فوکا از کیفیت مناسبی برخوردار است اما فرآیند انجام آن بسیار کند است که این امر هزینه‌های تولید این دانه روغنی ارزشمند را افزایش می‌دهد (*Biswas et al., 1990*). به علاوه همزمانی دوره‌ی رشد این گیاه با عملیات داشت برنج و صید ماهی در منطقه، دسترسی به نیروی کارگری در منطقه را دشوارتر نموده‌است. از این رو ضروری است به منظور افزایش میزان تولید غلاف بادام زمینی در واحد سطح و کاهش هزینه‌های عملیات، روش-هایی اتخاذ گردد که علاوه بر موارد مذکور، مشکل کمبود کارگر را نیز مرتفع نماید. بررسی‌ها بیانگر آن است که اغلب مزارع بادام زمینی در منطقه کوچک هستند؛ لذا بکارگیری وجین‌کن‌های تراکتوری منطقی به نظر نمی‌رسد. از این رو روش‌های ماشینی کوچکتر شامل وجین با کولتیواتور دستی، کولتیواتور تیلری و روتیواتور تیلری می‌تواند جایگزین مناسبی برای وجین دستی با فوکا باشد. اما قبل از هر چیز ضروری است که میزان کارائی این روش‌ها در مقایسه با یکدیگر و وجین به روش دستی مورد ارزیابی قرار گیرد. در این راستا طی پژوهشی در منطقه کیاشهر واقع در استان گیلان، عملکرد مزرعه‌ای دو روش وجین موتوری (وجین با کولتیواتور تیلری و وجین با روتیواتور تیلری هر کدام در سه سطح سرعت پیش‌روی شامل ۱، ۱/۵ و ۲ کیلومتر بر ساعت) به همراه یک روش وجین ماشینی دستی (وجین با کولتیواتور چرخ‌دار دستی) در کنار وجین به روش سنتی (وجین با فوکا به عنوان روش متداول در منطقه) مورد بررسی قرار گرفتند. بر این اساس عملکرد روش‌های مذکور از نظر شاخص وجین-کنی، ظرفیت مزرعه‌ای، انرژی مصرفی، هزینه انجام عملیات و شاخص اقتصادی سود به هزینه مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یکی از مزارع شهرستان کیاشهر واقع در استان گیلان انجام گرفت. تیمارهای مورد مطالعه برای وجین بادام زمینی شامل وجین دستی با فوکا، وجین با کولتیواتور چرخ‌دار دستی، وجین با کولتیواتور تیلری با سه سرعت پیش‌روی ۱ ، ۱/۵ و ۲ کیلومتر بر ساعت و وجین با روتیواتور تیلری با سه سرعت پیش‌روی ۱ ، ۱/۵ و ۲ کیلومتر بر ساعت بودند. برای این تحقیق از طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار در سه تکرار استفاده گردید.

صفات مورد بررسی نیز شامل شاخص وجین‌کنی[1]، ظرفیت مزرعه‌ای[2]، انرژی مصرفی[3]، هزینه‌انجام عملیات[4] و عملکرد محصول[5] بود.

آزمایشات در دو مرحله‌ی ۱۰ برگی و ۲۰ برگی از محصول بادام زمینی انجام گرفت.

ابعاد هر کرت آزمایشی ۵ ×۴۰ متر مربع در نظر گرفته شد (*RNAM, 1995*). پس از تهیه زمین، شیارهای لازم به منظور کاشت ردیفی بادام زمینی به کمک یک دستگاه فاروئر تیلری، ایجاد شد. با توجه به حداقل فاصله چرخ‌های تیلر به عنوان ابزار نیروی محرک برای شش تیمار از هشت تیمار مورد بررسی، فاصله تیغه‌های فاروئر روی قاب دستگاه، بر روی ۷۰ سانتیمتر تنظیم گردید. سپس به فاصله هر ۳۰ سانتیمتر روی هر ردیف، یک دانه بادام زمینی رقم *NC2* به عنوان رقم غالب مزارع استان گیلان، در شیارهای کاشت قرار داده - شد و در خاتمه به کمک یک جفت پوشاننده بیلچه‌ای تیلری، عملیات خاک‌پوشانی بذور انجام گرفت. نوع خاک مزرعه آزمایشی لومی سیلتی، رطوبت خاک در مرحله اول ودوم وجین به ترتیب ۱۰/۷ و ۸/۸ درصد بر پایه‌ی تر و زمان کاشت ۲۸ اردیبهشت‌ماه بود.

جهت تعیین شاخص وجین‌کنی، قبل و بعد از عملیات وجین در هر آزمایش، تعداد علف‌های هرز موجود در یک قاب چوبی به ابعاد یک متر مربع در هر کرت آزمایشی شمارش شد. علف‌های هرز تخریب شده شامل علف‌های هرز ریشه‌کن شده، مدفون شده و علف-هایی است که از نظر فیزیکی آسیب دیده‌اند. بدین ترتیب از رابطه زیر برای تعیین شاخص وجین‌کنی استفاده شد (*RNAM, 1995*).

$$w.e. = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100 \qquad (۱)$$

که در این رابطه:

$w.e.$ = شاخص وجین کنی

w_1 = تعداد علف‌های هرز قبل از عملیات وجین

w_2 = تعداد علف‌های هرز پس از عملیات وجین

جهت تعیین ظرفیت مزرعه‌ای موثر یا واقعی از رابطه زیر استفاده

1-Weeding efficiency
2- Field capacity
3- Energy consumption
4- Operation cost
5- Crop yield

شد (*RNAM, 1995*).

$$C_a = \frac{A}{T} \qquad (۲)$$

که در این رابطه:

C_a = ظرفیت مزرعه‌ای موثر (هکتار بر ساعت)

A= سطح مورد وجین در هر پلات آزمایش (هکتار)

T= زمان لازم برای تکمیل کار (ساعت)

به منظور دستیابی به سرعت‌های پیش‌روی مورد نظر (۱، ۱/۵ و ۲/۰ کیلومتر بر ساعت)، دور موتور تیلر در زمان وجین با وجین‌کن‌های تیلری در محدوده‌ی ۲۰۰۰ – ۱۸۰۰ دور در دقیقه ثابت در نظر گرفته شد و از ترکیبات مختلف دنده‌های اصلی و کمک استفاده گردید. برای تعیین مقدار سوخت مصرفی در تیمارهای تیلری از روش پر کردن مجدد باک سوخت استفاده گردید. بدین ترتیب که در ابتدا و انتهای هر آزمایش، باک تیلر از سوخت گازوئیل پر شد. بدیهی است که مقدار گازوئیل اضافه شده در انتهای آزمایش، معادل سوخت مصرفی است (*RNAM, 1995*). برای پر کردن مجدد باک گازوئیل از استوانه مدرج و بورت با دقت یک سی‌سی، استفاده شد. در ضمن سعی گردید پیش از انجام این کار، تیلر کاملاً تراز شود. انرژی ویژه سوخت مصرفی معادل ۴۷/۸ مگاژول بر لیتر در نظر گرفته بنابراین از حاصلضرب مقدار سوخت مصرفی در انرژی ویژه آن، مقدار انرژی سوخت مصرفی محاسبه گردید (*Safa and Tabatabaeefar, 2002*). انرژی کارگر در روش وجین دستی و انرژی کاربر در روش وجین تیلری نیز با اندازه‌گیری ساعات کار هر یک از آنها و حاصلضرب ساعات کار در انرژی کارگر به ازاء هر ساعت کار تعیین شد. انرژی واحد کار کارگر برابر با ۱/۹۶ مگاژول بر ساعت و انرژی واحد جرم ماشین آلات نیز به ازاء هر کیلوگرم از جرم آنها، معادل ۱۰۹ مگاژول بر کیلوگرم منظور گردید (*Pimentel, 1992*). وزن کولتیواتور دستی، کولتیواتور تیلری، روتیواتور و تیلر به ترتیب ۹/۶، ۱۹، ۶۳ و ۲۸۱ کیلوگرم ثبت گردید. بنابراین با احتساب ساعات کار مفید ماشین‌ها، انرژی آنها تعیین گردید. بدیهی است که انرژی مصرفی کل برای روش‌های ماشینی، برابر با مجموع انرژی‌های مذکور است.

انرژی ماشین + انرژی سوخت مصرفی + انرژی کارگر = انرژی کل هزینه‌ی انجام عملیات نیز بر اساس دستمزد روزانه‌ی کارگر در منطقه و دستمزد روزانه‌ی ثابت کار با تیلر (صرفه‌نظر از مساحت زمین) تعیین گردید. لازم به ذکر است ساعات کار متعارف روزانه در زمان وجین در منطقه ۹ ساعت در روز است.

در زمان برداشت نیز محصول هر کرت آزمایشی پس از غلاف‌چینی به روش دستی، توزین و ثبت گردید. عملکرد در واحد سطح برای هر تیمار بر حسب کیلوگرم بر هکتار با یک تناسب ساده محاسبه شد. نسبت سود به هزینه[1] نیز از تقسیم سود خالص به هزینه‌کل برای هر تیمار محاسبه گردید. لازم به ذکر است که هزینه‌ی کل از جمع هزینه‌ی عملیات وجین به علاوه‌ی سایر هزینه‌ها شامل هزینه عملیات تهیه زمین، کاشت، کودپاشی و برداشت (بوته‌کنی و غلاف‌کنی) محاسبه شد. تجزیه واریانس منابع تغییر مربوط به متغیرهای مورد بررسی و نیز مقایسه بین میانگین‌ها به کمک نرم افزار *MSTATC* انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های صفات مورد بررسی نشان داد که بین میانگین‌های شاخص وجین‌کنی، ظرفیت مزرعه‌ای، انرژی مصرفی، هزینه و عملکرد محصول در سطح احتمال ۱ درصد، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱). بر این اساس، بالاترین شاخص وجین‌کنی در هر دو مرحله‌ی وجین بادام زمینی (۱۰ و ۲۰ برگی) از تیمار وجین دستی با فوکا به دست آمد (جدول ۲). بدیهی است که این نتیجه به قدرت تشخیص کارگر در رعایت حداقل فاصله‌ی ایمنی فوکا تا بوته‌های محصول و همچنین امکان وجین روی ردیف‌های محصول مربوط می‌گردد. در تحقیقی مشابه، وجین دستی با فوکا به خصوص در رطوبت خاک بالای ۱۱/۶۳ درصد موجب افزایش شاخص وجین کنی تا ۹۹/۱۸ درصد گردید (*Goel et al. 2008*). جدول ۲ همچنین نشان می‌دهد که وجین با کولتیواتور تیلری در مجموع حداقل شاخص وجین‌کنی را به دنبال داشته است. در خصوص مقایسه با وجین دستی می‌توان به عدم قابلیت این ماشین به وجین روی ردیف اشاره کرد.

همچنین تیمارهای وجین با روتیواتور تیلری در مرحله‌ی دوم، در مجموع بیشترین شاخص وجین‌کنی را پس از وجین دستی با فوکا به خود اختصاص داده‌اند. مشاهدات بیانگر آن بود که وجین‌کن مذکور در فاصله‌ی بین ردیف‌های کاشت، اغلب علف‌های هرز را حذف می‌نمود. بنابراین عدم رقابت این وجین‌کن با روش دستی بیشتر به ناتوانی این دستگاه در وجین روی ردیف‌های کاشت مربوط می‌گردد.

شاخص وجین‌کنی برای تمام تیمارهای ماشینی در مرحله‌ی دوم وجین بیش از مرحله‌ی اول بوده است. در خصوص توجیه این نتیجه نیز می‌توان گفت که اصولاً بادام زمینی جزء گیاهان زراعی خفه‌کننده بوده که با افزایش رشد محصول، به کمک سایه افشانی بر علف‌های هرز، رشد آن‌ها را متوقف کرده و در نتیجه نسبت علف‌های هرز روی ردیف‌های کاشت به علف‌های هرز بین ردیف‌ها کاهش می‌یابد. این موضوع موجب گردیده که شاخص وجین‌کنی برای وجین‌کن‌های ردیفی مورد مطالعه در مرحله‌ی دوم نسبت به مرحله‌ی اول افزایش یابد.

1- Benefit-cost ratio

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در عملکرد وجین‌کن‌های بادام زمینی

Table 1: ANOVA results of studied dependent variables for investigation on performance of different weeding methods for peanut.

منابع تغییرات *Source of Variations*	درجه آزادی *Degree of freedom*	مجموع مربعات *Mean squares*					
		مرحله اول وجین *First weeding stage*	مرحله دوم وجین *Second weeding stage*	ظرفیت مزرعه‌ای (مرحله اول) *Field Capacity (first stage)*	ظرفیت مزرعه‌ای (مرحله دوم) *Field apacity (second stage)*	انرژی مصرفی *Energy consumption*	عملکرد محصول *Yield*
تکرار *Replication*	*2*						
روش وجین‌کنی *Method of weeding*	*7*	*270.917***	*245.707***	*0.00509***	*0.005062***	*458098.6***	*385439***
خطا *Error*	*14*	*7.113*	*5.184*	*0.000097*	*0.000048*	*9028.16*	*16781.1*
ضریب تغییرات *Coefficient of Variation*		*3.31%*	*2.63%*	*14.48%*	*9.59%*	*10.60%*	*3.66%*

** معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

*** Indicates statistical significance at p≤0.01*

بررسی ظرفیت مزرعه‌ای

نتایج جدول ۱، همچنین بیانگر آن است که بین میانگین‌های ظرفیت مزرعه‌ای در تیمارهای مختلف وجین بادام زمینی اختلاف معنی‌داری وجود دارد (۱٪ =α). کمترین سطح ظرفیت مزرعه‌ای مربوط به وجین دستی با فوکا است (جدول ۲). اگرچه بین ظرفیت مزرعه‌ای وجین دستی با فوکا و ظرفیت مزرعه‌ای وجین با کولتیواتور دستی، از نظر آماری، اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود اما ظرفیت مزرعه‌ای وجین با کولتیواتور دستی (۰/۰۱۵۵ هکتار بر ساعت در مرحله‌ی اول و ۰/۰۲ هکتار بر ساعت در مرحله‌ی دوم) تقریباً دو برابر ظرفیت مزرعه‌ای وجین به روش دستی (۰/۰۰۷۶ هکتار بر ساعت در مرحله‌ی اول و ۰/۰۱۳۳ هکتار بر ساعت در مرحله‌ی دوم) است. پیش از این نیز در تحقیقی، ظرفیت مزرعه‌ای وجین با فوکا بسته به رطوبت خاک (۱۳/۵-۸ درصد بر پایه‌ی تر) از ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۱۷ هکتار بر ساعت متغیر گزارش گردید (*Goel et al. 2008*). البته تفاوت نتیجه‌ی تحقیق آنها با نتایج حاصل از این مطالعه با توجه به نوع علف‌های هرز، رطوبت خاک در زمان وجین و بافت خاک منطقی به نظر می‌رسد. همچنین نتایج آن پژوهش نشان داد که با افزایش رطوبت خاک، ظرفیت مزرعه‌ای عملیات وجین با سه نوع کولتیواتور دستی مورد بررسی آن‌ها از ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۴ هکتار بر ساعت متغیر بود. به علاوه بیشترین مقدار ظرفیت مزرعه‌ای در تحقیق آن‌ها در رطوبت خاک ۱۱/۶۳ درصد بر پایه‌تر به دست آمد (*Goel et al. 2008*). همان طور که قبلاً نیز گفته شد، رطوبت خاک برای تحقیق حاضر در زمان وجین مراحل اول و دوم، ثابت در نظر گرفته شد. در تحقیقی دیگر، ظرفیت مزرعه‌ای نوعی کولتیواتور دستی اصلاح شده نیز ۰/۰۴۸ هکتار بر ساعت گزارش شده است (*Yadav and pund, 2007*).

بررسی ظرفیت مزرعه‌ای در سایر تیمارهای مورد مطالعه نیز بیانگر آن است که بین ظرفیت مزرعه‌ای تیمارهای وجین تیلری در سرعت‌های پیش‌روی مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود دارد که البته این نتیجه با توجه به اختلاف سرعت پیش‌روی و رابطه‌ی مستقیم ظرفیت مزرعه‌ای با آن امری منطقی به نظر می‌رسد. بر این اساس، کمترین و بیشترین مقدار ظرفیت مزرعه‌ای در مورد روتیواتور تیلری در مرحله‌ی اول ۰/۰۶۴۵ و ۰/۱۲۶۳ هکتار بر ساعت بود که از مقادیر متناظر هم‌سرعت در دستگاه کولتیواتور تیلری (۰/۰۵۶۸ و ۰/۱ هکتار بر ساعت) بیشتر بود. در توجیه این نتیجه می‌توان به حجم بالای علف‌های هرز در مزرعه آزمایشی و ممانعت بقایای آن‌ها در مقابل پیش‌روی ممتد و یکنواخت کولتیواور تیلری اشاره نمود. بنابراین در مواقع ضروری با یک توقف کوتاه، علف‌های هرز پیچیده به دور ساق تیغه‌ها توسط پای کارگر تمیز می‌گردید. بدیهی است که زمان تلف شده جهت انجام این عملیات، راندمان مزرعه‌ای و در نتیجه ظرفیت مزرعه‌ای حقیقی را کاهش می‌داد. اما روتیواتور تیلری با چرخش فعال تیغه‌های J شکل خود به راحتی علف‌های هرز را بریده، قطعه قطعه کرده و به زیر خاک می‌برد.

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین‌های صفات مورد مطالعه در روش‌های مورد بررسی وجین بادام زمینی

Table 2: Comparison of studied variable means for different methods of peanut weeding

روش وجین *Method of weeding*	شاخص وجین‌کنی* (٪) *Weeding index*		ظرفیت مزرعه‌ای *Field capacity (ha h-1)*		انرژی مصرفی کل *Total energy consumption (Mj ha-1)*
	مرحله اول *First stage*	مرحله دوم *Second stage*	مرحله اول *First stage*	مرحله دوم *Second stage*	
وجین با فوکا *Weeding by trench hoe*	98.61 a	97.37 a	0.0076 d	0.0133 d	439.5 e
وجین با کولتیواتور دستی *Weeding by hand cultivator*	82.30 b	84.84 c	0.0155 d	0.0200 d	307.8 e
وجین با کولتیواتور تیلری سرعت ۱ *km h^{-1}* *Weeding by power tiller operated cultivator (1 km h^{-1})*	75.17 cd	79.88 cd	0.0568 c	0.0597 c	1257.0 ab
وجین با کولتیواتور تیلری سرعت ۱/۵ *km h^{-1}* *Weeding by power tiller operated cultivator (1.5 km h^{-1})*	71.73 de	76.05 d	0.0800 bc	0.0847 b	986.1 c
وجین با کولتیواتور تیلری سرعت ۲ *km h^{-1}* *Weeding by power tiller operated cultivator (2 km h^{-1})*	67.63 e	74.60 d	0.1000 b	0.1130 a	727.7 d
وجین با روتیواتور تیلری سرعت ۱ *km h^{-1}* *Weeding by power tiller operated rotovator (1 km h^{-1})*	85.13 b	95.44 ab	0.0645 c	0.0637 c	1446.0 a
وجین با روتیواتور تیلری سرعت ۱/۵ *km h^{-1}* *Weeding by power tiller operated rotovator (1.5 km h^{-1})*	83.42 b	94.01 ab	0.0956 b	0.0930 b	1108.0 bc
وجین با روتیواتور تیلری سرعت ۲ *km h^{-1}* *Weeding by power tiller operated rotovator (2 km h^{-1})*	80.94 bc	91.15 b	0.1263 a	0.1287 a	901.0 cd

* حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده‌ی عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (*LSD*=٪۱).

* *Means within a column followed by the same letter are not significantly different (LSD=1%).*

نتایج جدول ۲ همچنین بیانگر آن است که ظرفیت مزرعه‌ای وجین با فوکا در مرحله‌ی دوم وجین بیش از مرحله‌ی اول است که علت آن را می‌توان به رشد بیشتر گیاه بادام زمینی و خفه کنندگی آن در مراحل پایانی رشد مربوط دانست. این روند در خصوص وجین‌کن‌های تیلری نیز کم و بیش قابل مشاهده است که البته در مورد کولتیواتور تیلری می‌توان گفت که کاهش طبیعی تراکم علف‌های هرز در مرحله‌ی دوم وجین بادام زمینی و مزاحمت کمتر علف‌های هرز در پیش‌روی کولتیواتور تیلری، منجر به افزایش راندمان مزرعه‌ای و در نتیجه افزایش ظرفیت مزرعه‌ای گردیده است. این در حالی است که بین ظرفیت مزرعه‌ای روتیواتور تیلری در مراحل اول و دوم وجین، اختلاف چندانی مشاهده نمی‌گردد. این نتیجه با توجه به مکانیزم متفاوت وجین علف‌های هرز در این دستگاه، منطقی به نظر می‌رسد.

انرژی مصرفی در روش‌های مختلف وجین

مطابق جدول ۲، کمترین مقدار انرژی مصرفی با مقدار ۳۰۷/۸ مگاژول بر هکتار به روش وجین با کولتیواتور دستی مربوط است. پس از این تیمار، انرژی مصرفی در روش وجین دستی با فوکا به مقدار ۴۳۹/۵ مگاژول بر هکتار نسبت به سایر تیمارها کمتر است. بیشترین مقدار انرژی مصرفی نیز به روش روتیواتور تیلری با سرعت ۱ کیلومتر بر ساعت مربوط می‌گردد. در خصوص انرژی مصرفی بالای روش‌های ماشینی در مقایسه با روش‌های دستی می‌توان به انرژی نهان بالای سوخت مصرفی اشاره نمود. همان طور که در بخش مواد و روش‌ها اشاره شد، انرژی معادل هر لیتر گازوئیل، ۴۷/۸ مگاژول بر لیتر است (*Safa and Tabatabaeefar, 2002*). بنابراین انرژی معادل هر لیتر سوخت تقریباً ۲/۵ برابر انرژی مصرفی یک کارگر با ۱۰ ساعت کار روزانه (۱۰× ۱/۹۶) می‌باشد. از این رو وجود این انرژی در کنار انرژی ساخت ماشین‌آلات، موجب افزایش انرژی مصرفی به خصوص در ظرفیت‌های مزرعه‌ای پایین گردیده است. تفاوت معنی‌دار بین انرژی مصرفی در سطوح مختلف سرعت پیش‌روی برای تیمارهای تیلری، به اختلاف در ظرفیت مزرعه‌ای آن‌ها مربوط می‌شود.

هزینه‌ی وجین بادام زمینی در روش‌های مختلف

نتایج نشان داد که وجین دستی با فوکا با هزینه‌ای معادل ۴۹۸۲۵۹۵ ریال بر هکتار، بیشترین هزینه را در پی داشته است. هزینه‌ی وجین با کولتیواتور دستی نیز ۲۷۵۴۳۳۱ ریال بر هکتار برآورد گردید (جدول ۳). پیش از این، هزینه‌ی وجین به روش دستی و وجین با یک دستگاه کولتیواتور اصلاح شده در هند، به ترتیب ۲۴۵۰ و ۲۴۴ روپیه در هکتار گزارش گردید.

جدول ۳- مقایسه‌ی میانگین‌های عملکرد محصول و شاخص‌های اقتصادی مورد مطالعه در بررسی وجین بادام زمینی

Table 3: Comparison of crop yield and studied economical means in investigation of peanut weeding methods

روش وجین *Method of weeding*	عملکرد محصول *Yield (Kg ha^{-1})*	هزینه *Cost (Rial ha^{-1})*	نسبت سود به هزینه *Benefit-cost ratio*
وجین با فوکا *Weeding by trench hoe*	4031 ^{a}	4982595	1.76
وجین با کولتیواتور دستی *Weeding by hand cultivator*	3423 ^{cd}	2754331	1.61
وجین با کولتیواتور تیلری سرعت ۱ *km h^{-1}* *Weeding by power tiller operated cultivator (1 km h^{-1})*	3175 ^{de}	2292832	1.48
وجین با کولتیواتور تیلری سرعت ۱/۵ *km h^{-1}* *Weeding by power tiller operated cultivator (1.5 km h^{-1})*	2981 ^{e}	1892786	1.38
وجین با کولتیواتور تیلری سرعت ۲ *km h^{-1}* *Weeding by power tiller operated cultivator (2 km h^{-1})*	3237 ^{de}	1474614	1.64
وجین با روتیواتور تیلری سرعت ۱ *km h^{-1}* *Weeding by power tiller operated rotovator (1 km h^{-1})*	3947 ^{a}	2474372	2.06
وجین با روتیواتور تیلری سرعت ۱/۵ *km h^{-1}* *Weeding by power tiller operated rotovator (1.5 km h^{-1})*	3754 ^{ab}	1656426	2.03
وجین با روتیواتور تیلری سرعت ۲ *km h^{-1}* *Weeding by power tiller operated rotovator (2 km h^{-1})*	3581 ^{bc}	1220190	1.96

* حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده‌ی عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (۱٪=*LSD*).

* *Means within a column followed by the same letter are not significantly different (LSD=1%).*

بر این اساس، هزینه‌ی وجین با کولتیواتور چرخ‌دار دستی حدود ده درصد هزینه‌ی وجین با فوکا به دست آمد (*Goel et al. 2008*). البته همان طور که قبلاً نیز اشاره شد نوع علف‌های هرز، رطوبت و بافت خاک از عوامل بسیار مهم در کیفیت وجین به روش دستی به شمار می‌رود. علف‌های هرز مزرعه‌ی مورد آزمایش غالباً از نوع خزنده بودند که ریشه‌کنی آنها با استفاده از کولتیواتورها (دستی و موتوری) نسبت به علف‌های هرز ایستاده، به مراتب دشوارتر است و این امر می‌تواند بر کندی نسبی عملیات علف‌کنی با کولتیواتور دستی تأثیر به سزایی داشته باشد. به علاوه از نظر زراعی، فاصله‌ی کاشت نیز به وضوح بر روی رویش و تراکم علف‌های هرز در طول دوره‌ی رشد گیاه تأثیر می‌گذارد. با توجه به فاصله‌ی کاشت ۲۰ سانتیمتری در تحقیق مذکور در مقایسه با فاصله‌ی کاشت ۷۰ سانتیمتری در این تحقیق، بخشی از این تفاوت‌ها قابل توجیه است. مشخصات کولتیواتور اصلاح شده‌ی ارگونومیک آنها نیز بر عملکرد بهتر در مقایسه با روش دستی اثرگذار بوده است (*Goel et al. 2008*).

نتایج جدول ۳، همچنین نشان می‌دهد که هزینه‌ی روش‌های تیلری از دو روش دستی مورد بررسی کمتر بود. به علاوه با افزایش ظرفیت مزرعه‌ای ماشین‌ها که متأثر از افزایش سرعت پیش‌روی آنهاست، هزینه‌ی در واحد سطح (هکتار) کاهش یافته است. در مجموع تیمار روتیواتور تیلری با سرعت پیشروی ۲ کیلومتر بر ساعت، کمترین هزینه را به دنبال داشت (۱۲۲۰۱۹۰ ریال بر هکتار). این هزینه تقریباً ۲۵ درصد هزینه‌ی هکتاری وجین بادام زمینی به روش دستی با فوکا (۴۹۸۲۵۹۵ ریال بر هکتار) می‌باشد.

عملکرد محصول در روش‌های مختلف وجین بادام زمینی

مطابق جدول ۳، اگرچه اختلاف معنی‌داری بین عملکرد محصول در تیمارهای وجین دستی با فوکا و وجین با روتیواتور تیلری در سرعت‌های ۱ و ۱/۵ کیلومتر بر ساعت مشاهده نمی‌شود ولی با این حال بیشترین عملکرد محصول از تیمار وجین دستی به مقدار ۴۰۳۱ کیلوگرم بر هکتار به دست آمده است. پس از این تیمار بیشترین عملکرد محصول به تیمارهای شامل وجین با روتیواتور تیلری مربوط می‌گردد. البته مقایسات نشان می‌دهد که از میان تیمارهای روتیواتور تیلری نیز بیشترین عملکرد به سرعت پیش‌روی ۱ کیلومتر بر ساعت مربوط است (۳۹۴۷ کیلوگرم بر هکتار). درخصوص توجیه این نتیجه شاید بتوان گفت از آن جایی که رشد و گسترش غلاف-های بادام زمینی در مراحل رشد به شدت تحت تأثیر نرمی خاک و در نتیجه قابلیت نفوذ بیشتر خاک نسبت به پگ‌ها است، از این رو نرمی حاصل از عملکرد یکنواخت دستگاه روتیواتور تیلری در کنار شاخص وجین‌کنی نسبتاً مطلوب آن بر عملکرد محصول اثرگذار بوده است. با

توجه به آن که شافت *PTO* در تیلر از نوع موتور گرد است لذا با افزایش سرعت پیش‌روی به کمک سبک کردن دنده، هم خاک بین ردیف‌های کاشت کمتر به هم خواهد خورد و هم آن که زمان کمتری جهت کندن علف‌های هرز در اختیار تیغه‌های گردان روتیواتور قرار خواهد گرفت. بنابراین بهترین وضعیت شاخص وجین-کنی و نرمی بیشتر خاک در سرعت پیش‌روی یک کیلومتر بر ساعت به دست آمد.

بر اساس نتایج جدول ۳، بالاترین نسبت سود به هزینه با میانگین های ۱/۹۶، ۲/۰۳ و ۲/۰۶ از تیمارهای روتیواتور تیلری با سرعت‌های پیش‌روی ۱، ۱/۵ و ۲ کیلومتر بر ساعت به دست آمد. در ضمن به عنوان یک نتیجه کاربردی می‌توان روش وجین با روتیواتور تیلری با سرعت ۱ کیلومتر بر ساعت را به عنوان مناسب‌ترین روش وجین بادام زمینی به کشاورزان منطقه توصیه کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مطالعات انجام گرفته بر روی صفات مورد بررسی در این پژوهش عبارتند از:

۱- بیشترین شاخص وجین‌کنی در مرحله اول و دوم وجین محصول به ترتیب با مقادیر ۹۸/۶۱ و ۹۷/۳۷ درصد از روش وجین با فوکا به دست آمد. شاخص وجین‌کنی مرحله‌ی دوم برای همه‌ی تیمارهای ماشینی بیشتر از مرحله‌ی اول بود.

۲- بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای در مرحله اول و دوم به ترتیب با میانگین های۰/۱۲۶۳ و ۰/۱۲۸۷ هکتار بر ساعت به تیمار روتیواتور تیلری با سرعت پیشروی ۲ کیلومتر بر ساعت مربوط می‌شد.

۳- کمترین انرژی مصرفی با میانگین ۳۰۷/۸ مگاژول بر هکتار از وجین با کولتیواتور دستی به دست آمد.

۴- بیشترین عملکرد محصول با میانگین ۴۰۳۱ کیلوگرم غلاف در هکتار از روش دستی به دست آمد. بین عملکرد محصول در وجین دستی با فوکا و عملکرد محصول در وجین با روتیواتور تیلری در سرعت‌های پیش‌روی ۱ و ۱/۵ کیلوکتر بر ساعت، اختلاف معنی‌داری دیده نشد.

۵- وجین دستی با فوکا با هزینه‌ای معادل ۴۹۸۲۵۹۵ ریال بر هکتار، بیشترین هزینه را در پی داشت. در مجموع تیمار روتیواتور تیلری با سرعت پیشروی ۲ کیلومتر بر ساعت، کمترین هزینه را به دنبال داشته است (۱۲۲۰۱۹۰ ریال بر هکتار).

۶- بالاترین نسبت سود به هزینه با میانگین های ۱/۹۶، ۲/۰۳ و ۲/۰۶ از تیمارهای روتیواتور تیلری با سرعت‌های پیش‌روی ۱، ۱/۵ و ۲ کیلومتر بر ساعت به دست آمد.

در خاتمه به عنوان یک نتیجه‌گیری نهایی می‌توان گفت با توجه به اهمیت ویژه شاخص اقتصادی نسبت سود به هزینه، وجین با روتیواتور تیلری با سرعت پیش‌روی ۱/۰ کیلومتر بر ساعت جهت زراعت بادام زمینی در منطقه قابل توصیه می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت مسئولین محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت در اجرای طرح پژوهشی مذکور، صمیمانه قدردانی می‌گردد.

منابع

1- *Biswas, H. S., T. P. Ojha, and G. S. Lingle. 1999. Development of Animal-Drawn Weeders in India, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, 30(4):57-62.*

2- *Elhassan, A. M. 2008. Design and performance evaluation of a manual push weeder for weed control between ridges in faba bean in River Nile State, Sudan Journal of Agricultural Research, 12:109-116.*

3- *Gite, L. P., and B. G. Yadav. 1985. Ergonomic consideration in the design of mechanical weeders. Proceeding on the design course of Agricultural Machines, CIAE, Bhopal, India.*

4- *Gite, L. P., and B. G. Yadav. 1990. Optimum handle height for a push pull type manually operated dryland weeder, Ergonomics, 33.*

5- *Goel, A. K., D. Behera, B. K. Behera, S. K. Mohanty, and S. K. Nada, 2008. Development and ergonomic Evaluation of manually operated Weeder for Dry Lnad Crops. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Mnuscript PM 08 009. Vol. X. September, 2008.*

6- *Hosseinzadeh Gashti, A., J. Esfahani, M. N. Asghari, M. N. Safarzad Vishgahi, and B. Rabiei. 2009. Effect of sulfur application on growth indices and yield of peanut (Arachis hypogaea). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Isfahan University of technology, 13(48):27-39. (In Farsi).*

7- *Manuwa, S. I., O. O. Odubanjo, B. O. Malumi, and S. G. Olofinkua. 2009. Development and Performance Evaluation of a Row-Crop Mechanical Weeder, Journal of Engineering and Applied Sciences. 4(4): 236-239.*

8- *Nag, P. K. and P. Dutt. 1979. Effectives of some simple agricultural weeders with reference to physiological responses, Journal of Human Ergonomics, 13-21.*
9- *Pimentel, D. 1992. Energy Inputs in Production Agriculture. In: Fluck, R.C. (Ed.), Energy in Farm Production. The Netherlands: Elsevier Science Publishers B.V.*
10- *RNAM, 1995. RNAM Test Codes and Procedures for Farm Machinery. Economic and Social Commision for Asia and the Pacific Regional Network for Agricultural Machinery.*
11- *Safa, M. and A. Tabatabaeefar. 2002. Energy Consumption in Wheat Production in Irrigated and Dry land Farming. In: Proc. Intl. Agric. Engg. Conf., Wuxi, China, Nov. 28-30, 2002.*
12- *Soltani, G. R. 1387. Economic in Engineering, Shiraz University Press, 11th Edition, Chapter 6, pp: 85-95.*
13- *Yadav, R. and S. Pund. 2007. Development and Ergonomic Evaluation of Manual Weeder. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript PM 07 022. Vol. IX. October, 2007.*