

## طراحی و ساخت وجین کن برنج از نوع موتوردار دوشی مناسب کشت مکانیزه و سنتی و مقایسه فنی و اقتصادی آن با سایر روش های متداول وجین در مزارع

### برنج

حمید آفاکل زاده<sup>۱</sup> و عادل رنجی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، مدرس مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز (کاپیک)

<sup>۲</sup> دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تاکستان، ایران

\*نویسنده مسئول:

پست الکترونیکی: [Adelranji@yahoo.com](mailto:Adelranji@yahoo.com)

دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۰۵ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۰۱

### چکیده

تولید برنج در ایران با مشکلات عدیده‌ای مواجه است که از جمله آن‌ها می‌توان به وجود آفات، بیماری‌ها و علفهای هرز اشاره نمود. علف هرز به عنوان رقیبی سرسخت در جذب نور، آب و مواد غذایی با برنج رقابت نموده در نتیجه سبب کاهش عملکرد آن می‌گردد. کنترل علف‌های هرز به روش مکانیکی با استفاده از انواع ابزارهای مکانیکی ساده یا انواع ماشین‌های وجین کن (راه رونده و سوار شونده) صورت می‌گیرد. وجین کن‌های موتوردار یا خودگردان که تاکنون برای وجین در مزارع برنجکاری طراحی و ساخته شده‌اند، صرفاً در اراضی که به صورت مکانیزه (ردیفی) کشت شده‌اند، قابل استفاده می‌باشند. در حالیکه در کشور ما حدود ۸۰ درصد از اراضی به صورت سنتی یا غیر ردیفی نشاکاری می‌گردند. در این صورت امکان استفاده از ماشین‌های وجین کن مذکور در اراضی با کشت سنتی وجود نداشته، به ناچار باید به روش دستی، شیمیایی یا تلفیقی از این روش‌ها صورت گیرد. در راستای کاهش هزینه تولید به ویژه در اراضی کوچک، تولید غذای سالم، مکانیزه نمودن عملیات در سیستم‌های کشت نوین SRI و کاهش آلودگی محیط زیست، اقدام به طراحی و ساخت وجین کن از نوع موتوردار پشتی گردید. این ماشین از نوع پرتابل بوده، قسمت نیرو محرکه آن همانند یک کوله پشتی با استفاده از دو عدد بند بر پشت اپراتور سوار می‌گردد. در این ماشین توان تولید شده توسط موتور از طریق یک کابل (با قابلیت انعطاف پذیری بالا) به عامل وجین کن منتقل می‌گردد. اجزای ساختمانی آن شامل یک موتور بنزینی، کلاچ گریز از مرکز، گیربکس کاهنده، کابل انتقال قدرت، روتور وجین کن، محافظ روتور و دسته می‌باشد. ظرفیت مزرعه‌ای آن بین ۰/۵ تا ۰/۷ هکتار در روز با بازده وجین کاری ۸۷ درصد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: علف هرز، وجین علف هرز، طراحی وجین کن مکانیکی

## ۱- مقدمه

علف‌های هرز به شمار می‌آیند که هر کدام از روش‌های مذکور دارای مزایا و معایبی هستند (Mouri, 1995). وجین دستی به خاطر تسلط کارگر بر شرایط کار (شرایط گیاه و علف‌های هرز) از دقت عمل بالایی برخوردار است. در حالیکه سختی شرایط کار، بالا بودن هزینه کارگری (بین ۴۰-۶۰ درصد هزینه تولید)، وقت‌گیر بودن عملیات و ... سبب گردیده‌اند که به تدریج کنار گذاشته شود. کنترل علف‌های هرز به روش شیمیایی (استفاده از علف‌کش‌ها) به خاطر کاهش چشمگیر هزینه‌ها، سهولت و سرعت در کار و همچنین کارآمد بودن آن در مقایسه با سایر روش‌های وجین، مورد استقبال شدید کشاورزان قرار گرفت و روز به روز بر مصرف این سموم افزوده می‌شود. این روش وجین، به خاطر مصرف انواع سموم شیمیایی به عنوان علف‌کش، عواقب ناگواری همچون آلودگی محیط زیست، آلودگی آب‌های سطحی و دریاها و حتی از بین رفتن خزندگان، جهندگان و حشرات مفید را در پی دارد. مهمتر از همه استفاده از سموم شیمیایی برای کنترل علف‌های هرز، با بحث تولید غذای سالم و کشاورزی پایدار مغایرت دارد (Chen et al., 2003). در کشت مکانیزه، کنترل علف‌های هرز به روش مکانیکی با استفاده از انواع ابزار مکانیکی ساده یا انواع ماشین‌های وجین کن (راه رونده و سوار شونده) صورت می‌گیرد. در سال ۱۳۸۷ یک وجین کن ۵ ردیفه از نوع خودگردان راه رونده توسط آقاگل‌زاده در مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز طراحی و ساخته شد. این وجین کن دارای ۵ ردیف عامل وجین‌کننده بوده در صورت لزوم با حذف یک عامل وجین‌کننده از هر طرف

برنج گیاهی یک ساله، آب دوست و با ریشه‌های افشان می‌باشد که معمولاً به دو روش مستقیم و نشایی کشت می‌گردد. این محصول به خاطر برخورداری از درصد بالای کربوهیدرات (حدود ۷۶ درصد) و همچنین بالا بودن میزان عملکرد آن در واحد سطح به عنوان یک منبع تولید انرژی (در قالب ماده غذایی) از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. تولید این محصول مهم در ایران با مشکلات عدیده‌ای مواجه است که از جمله آن‌ها می‌توان به وجود آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز، کم آبی و غیره اشاره نمود (Fogelberg and Kritiz, 1999). گرچه همه این موارد به عنوان عوامل محدود کننده‌ی تولید به شمار می‌آیند، اما به نظر می‌رسد علف هرز بیشترین تأثیر را دارا باشد. زیرا در جذب نور، آب و مواد غذایی با برنج رقابت نموده، سبب کاهش عملکرد آن می‌گردد. از بین علف‌های هرز مختلف برنج، سوروف به دلیل شباهت ژنتیکی، مورفولوژیکی و فنولوژیکی مهمترین علف هرز برنج در دنیا است (Islam and Molla, 2001). به طور متوسط ۳۰ تا ۳۵ درصد و گاه تا ۸۰ درصد محصول برنج جنوب غرب آسیا در اثر علف‌های هرز کاهش می‌یابند. متناسب با تراکم علف‌های هرز، کاهش عملکرد محصول (دانه) بین ۲۰ تا ۳۰ درصد می‌باشد، در صورتی که مدیریت مزرعه به خوبی صورت نگیرد ممکن است حتی به ۵۰ درصد نیز برسد. میزان کاهش عملکرد محصول در اثر وجود علف‌های هرز گاهی اوقات به ۷۵ تا ۱۰۰ درصد نیز می‌رسد. در حال حاضر، وجین دستی، مکانیکی، شیمیایی و تلفیقی از آن‌ها به عنوان روش‌های متداول برای دفع یا کنترل

همکاران، ۱۳۸۷). انواع وجین‌کن مکانیکی با ظرفیت مزرعه‌ای و کاربرد مختلف در بازار وجود دارند که همه آن‌ها مخصوص کشت مکانیزه یا کشت ردیفی بوده و در مزارع با روش کاشت سنتی (دستی) قابل استفاده نمی‌باشند. در حالیکه حدود ۸۰ درصد از سطح زیر کشت برنج در ایران به صورت سنتی کشت می‌گردند. علاوه بر آن، وجین‌کن‌های مکانیکی موجود (مخصوص کشت مکانیزه) در چین کار در مزارع برنج، حداکثر ۵۰ درصد از کل سطح مزرعه را وجین‌کاری می‌نمایند و ۵۰ درصد سطح باقیمانده که عمدتاً شامل فضای بین بوته‌های روی ردیف‌های کاشت می‌باشد، بدون وجین‌کاری باقی می‌مانند. در این صورت جهت کنترل علف‌های هرز در فضای وجین نشده، به ناچار باید با روش دستی یا شیمیایی اقدام نمود. در این راستا، اقدام به طراحی ماشینی گردید که ضمن سازگاری با شرایط مزرعه‌ای و گیاهی موجود، قادر به انجام وجین در کشت سنتی و هم‌قادر به وجین در فضای بین ردیف‌های کاشت و حتی فضای بین بوته‌های روی ردیف‌های کاشت در کشت مکانیزه باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

با توجه به تنوع شرایط مزرعه‌ای در اراضی شالیزاری کشور و همچنین با عنایت به تنوع علف‌های هرز غالب در هر منطقه، ماشین موردنظر باید از ویژگی‌های خاصی برخوردار باشد تا بتواند در شرایط متفاوت کار کند. از عوامل مهم مؤثر در کارایی ماشین وجین‌کن می‌توان به بافت خاک منطقه، ارقام برنج متداول، نوع علف‌های هرز غالب در منطقه و غیره اشاره نمود. در فرآیند طراحی و ساخت این ماشین، سبک

می‌توان آن را تبدیل به ۳ ردیفه نمود. ظرفیت مزرعه‌ای این ماشین متناسب با شرایط گیاه و مزرعه بین ۱/۵ تا ۲ هکتار در روز با بازده وجین‌کاری حدود ۶۴ درصد می‌باشد. استفاده از این ماشین صرفاً برای مزارع با کشت مکانیزه (کاشت ردیفی) امکان‌پذیر است. در اراضی با سطح مالکیت متوسط بین (۲ تا ۵ هکتار) این ماشین می‌تواند جایگزین مناسبی برای وجین دستی یا شیمیایی باشد. در سال ۱۳۸۸ یک وجین‌کن ۲ ردیفه از نوع پشتی توسط آقاگل‌زاده در مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز طراحی و ساخته شد. این وجین‌کن دارای ۲ ردیف عامل وجین‌کننده بوده، ظرفیت مزرعه‌ای آن متناسب با شرایط گیاه و مزرعه بین ۰/۸ تا ۱/۲ هکتار در روز با بازده وجین‌کاری حدود ۶۸ درصد می‌باشد. استفاده از این ماشین صرفاً برای مزارع با کشت مکانیزه (کاشت ردیفی) امکان‌پذیر است. در اراضی با سطح مالکیت پایین بین (۰/۵-۱ هکتار) این ماشین می‌تواند جایگزین مناسبی برای وجین دستی یا شیمیایی باشد. انتخاب و بکارگیری وجین‌کن‌های مذکور متأثر از عواملی همچون سطح زیر کشت مکانیزه، دسترسی به ماشین‌های مناسب، الگوی کاشت مناسب جهت اجرای عملیات مکانیزه یا کاشت ردیفی (به خاطر امکان تردد ماشین در بین ردیف‌های کشت)، میزان دسترسی به نیروهای کارگری و میزان دستمزد کارگرها و ... می‌باشد. بررسی‌ها نشان دادند که استفاده از ماشین‌های وجین‌کن مناسب می‌تواند نقش بسیار مهمی را در کاهش هزینه تولید، کاهش صعوبت و سختی کار، انجام به موقع عملیات، تولید غذای سالم و کاهش آلودگی محیط زیست داشته باشد (حسینی و

هر کدام از پارامترهای مذکور با ۵۰ بار تکرار اندازه‌گیری گردیده‌اند.

## ۲-۲- پارامترهای فنی مؤثر در طراحی

توان نیرو محرکه موردنیاز: حال با داشتن گشتاور برشی مورد نیاز برای واحد سطح خاک در زمان وجین و قرار دادن آن در روابط مربوطه میزان حداقل توان مورد نیاز و سپس قطر محور انتقال قدرت و غیره محاسبه می‌گردد (Bakker et al., 2010):

$$P = \omega T = 2\pi \cdot f \cdot T \quad (1)$$

$P$  = توان نیرو محرکه بر حسب (N.m/s) یا وات

$\omega$  = سرعت زاویه‌ای بر حسب رادیان بر ثانیه

$T$  = گشتاور مورد نیاز برای برش خاک (گشتاور پیچشی) بر حسب نیوتن/متر (N.m)

$f$  = فرکانس (بسامد) موتور، یعنی تعداد دور بر ثانیه است.

قطر محور یا شافت انتقال نیرو: پس از محاسبه گشتاور و توان مورد نیاز برای نیرو محرکه، قطر شافت مورد نیاز با استفاده از روابط زیر بدست آمده است (Moutabi H., 1993).

$$\tau = \frac{T \cdot C}{J} \quad (2)$$

$$\frac{J}{C} = \frac{T}{\tau} \quad (3)$$

$$J = \frac{\pi}{2} C^4 \quad (4)$$

$\tau$  = تنش برشی مجاز بر حسب پاسکال ( $N/m^2$ )

$T$  = گشتاور موردنیاز برای برش خاک (گشتاور پیچشی) بر حسب نیوتن/متر (N.m)

$d = 2c$  = قطر شافت موردنیاز بر حسب متر ( $m$ )

$J$  = گشتاور لختی قطبی بر حسب  $m^4$

بدین طریق مقدار مجاز مینیمم برای پارامتر  $\frac{J}{C}$

بدست می‌آید. با قرار دادن این مقدار در معادله (۳)،

مقدار مجاز مینیمم برای شعاع  $c$  بدست می‌آید.

بودن وزن، برخورداری از قدرت کافی موتور، سهولت و ایمنی کار با آن، بالا بودن ظرفیت مزرعه‌ای و بازده وجین‌کاری از پارامترهای اساسی بودند که همواره مدنظر قرار گرفتند.

## ۲-۱- پارامترهای زراعی مؤثر در طراحی

قبل از اقدام به طراحی، ساخت یا تهیه قطعات و اجزای ماشین، مطالعات وسیعی بر روی پارامترهای مزرعه‌ای و گیاهی مؤثر در کارایی و عملکرد ماشین صورت پذیرفت تا بر اساس آن شرایط طراحی و ساخت ماشین انجام گیرد.

### فاصله بین بوته‌ها (فاصله کاشت): جهت تعیین

عرض کار عامل وجین‌کن نیاز است که فاصله بین بوته‌ها در کشت مکانیزه و سنتی بدست آید. برای این منظور، فاصله بین ردیف‌های کاشت و فاصله بین بوته‌های روی ردیف‌های کاشت در کشت مکانیزه و فواصل بین بوته‌ها در کشت سنتی در ۳ منطقه آن هم در ۳ مزرعه مختلف از هر منطقه اندازه‌گیری گردید.

### میزان پنجه‌زنی برنج در زمان وجین: بدیهی است

با افزایش میزان پنجه‌زنی بوته‌ها، فواصل بین بوته‌ها کاهش می‌یابد. در صورتی که میزان پنجه‌زنی از اندازه معینی فراتر رود، امکان بکارگیری ماشین را با مشکل مواجه خواهد ساخت. برای این منظور، میزان پنجه‌زنی گیاه در زمان وجین نیز اندازه‌گیری گردید.

### ارتفاع گیاه در زمان وجین: به منظور تعیین

فاصله اجزای مهم ماشین تا زمین و همچنین تعیین سهولت تردد اپراتور در داخل مزرعه نیاز است که ارتفاع گیاه در مراحل مختلف وجین (وجین اول و دوم) اندازه‌گیری گردد. به منظور افزایش دقت اندازه‌گیری،

### میزان تنش برشی خاک مزرعه در زمان وجین:

به منظور تعیین میزان توان موردنیاز ماشین و همچنین جهت محاسبه قطر شافت موردنیاز برای انتقال قدرت به عامل وجین‌کن، لازم بود که مقدار گشتاور موردنیاز برای برش خاک مزارع شالیزاری به ازای واحد سطح در زمان وجین محاسبه گردد.

برای تعیین گشتاور برشی موردنیاز در برش خاک شالیزاری، دستگاه برش پره‌ای، مخصوص شالیزار ساخته شده و با استفاده از آن اندازه‌گیری‌ها صورت گرفت. این دستگاه دارای یک پره شکافدار به ارتفاع ۵ سانتی‌متر (متناسب با عمق وجین‌کاری در اراضی شالیزاری) و مساحت ۳۵ سانتیمتر مربع، یک دسته (گردونه) و ساقه رابط می‌باشد. لازم به ذکر است، کمیت اندازه‌گیری شده با استفاده از این دستگاه، بیانگر گشتاور موردنیاز برای برش خاک در شرایط استاتیکی می‌باشد.

### ۲-۳- ارزیابی اقتصادی و فنی وجین‌کن

به منظور ارزیابی اقتصادی و عملکردی این وجین‌کن، روش وجین با این ماشین با روش‌های متداول در منطقه اعم از وجین دستی (در دو مرحله)، وجین به روش کنترل شیمیایی (استفاده از علف‌کش در یک مرحله) و روش تلفیقی (کنترل شیمیایی + وجین دستی) و همچنین روش تلفیقی دیگری که حاصل تلفیق وجین ماشینی با روش دستی و شیمیایی است (وجین مرحله اول با این ماشین و وجین مرحله دوم به روش دستی یا شیمیایی) از لحاظ اقتصادی و بازده وجین مقایسه گردیده است. آزمایشات و بررسی‌ها در مزرعه نمایشی (پایلوت) مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز واقع در شهرستان محمودآباد در سال زراعی ۱۳۹۱ اجرا گردیدند. رقم موردنظر نیز طارم

انتخاب گردیده است. برای ارزیابی اقتصادی، روش‌های مختلف مدیریت علف‌های هرز، فقط هزینه مربوط به مدیریت علف‌های هرز لحاظ گردیده و سایر عوامل مدیریت زراعی نظیر هزینه‌های آماده‌سازی زمین، آبیاری، خزان، نشاکاری، کوددهی، سمپاشی برای مدیریت آفات و بیماری‌ها و غیره. چون در تمامی تیمارها یکسان بوده، لحاظ نشده است. شخم اولیه در زمستان با استفاده از روتاری و عملیات پادلینگ و گل آب کردن با استفاده از رتیواتور ۳ روز قبل از نشاکاری صورت گرفت. عمل نشاکاری زمانی که نشاها حدوداً به ارتفاع ۲۵ سانتیمتر (۴-۵ برگی) رسیدند با دست و با همان شیوه و فاصله کاشت متداول در منطقه و با تراکم سه بوته در هر کپه صورت گرفت و عمل کوددهی نیز برای تمام شرایط یکسان در نظر گرفته شده است.

### پارامترهای ارزیابی و مقایسه ماشین: این ارزیابی

شامل اندازه‌گیری و بررسی پارامترهایی نظیر ظرفیت مزرعه‌ای، بازده وجین‌کاری، ساعات کار وجین، هزینه وجین، سود ناشی از کنترل علف‌های هرز و غیره است.

### ظرفیت مزرعه‌ای واقعی: سطح وجین شده در

واحد زمان مفید انجام کار در نظر گرفته شده است (Koga, 1988).

$$= \text{بازده وجین کاری}$$

$$= \frac{\text{تفاضل تعداد علف های هرز در واحد سطح قبل و بعد از وجین}}{\text{تعداد علف های هرز در واحد سطح قبل از وجین}} \quad (5)$$

تیمارها عبارتند از:

وجین به روش دستی در دو مرحله (دستی +

دستی): در تیمار وجین اول ۲۰ روز و وجین دوم ۳۵ روز پس از نشاکاری صورت گرفته است.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- یافته‌های زراعی

در کشت مکانیزه فاصله بین ردیف‌های کاشت حدود ۳۰ سانتیمتر و فاصله بین بوته‌های روی ردیف کاشت بین ۱۴ تا ۲۲ سانتی‌متر و در کشت سنتی (دستی) فاصله بین بوته‌های مجاور هم از هر جهت بین ۱۳/۵ تا ۲۰ سانتیمتر به دست آمده است. بر این اساس، عرض کار عامل وجین کن ۱۲ سانتیمتر در نظر گرفته شد تا امکان حرکت یا مانوردهی آن در بین بوته‌ها وجود داشته باشد. میزان ارتفاع گیاه برنج (در کشت مکانیزه و سنتی) در زمان وجین اول و دوم بین ۲۵ تا ۹۰ سانتیمتر و میزان پنجه‌زنی بین ۵ تا ۱۴ پنجه بدست آمد.

#### ۳-۲- یافته‌های فنی

**عامل وجین کن (روتور):** با عنایت به محدودیت در ابعاد و اندازه عامل وجین‌کننده به خاطر امکان عبور از بین بوته‌ها (در فاصله بین ردیف‌های کاشت و همچنین فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف‌های کاشت در کشت مکانیزه و فاصله بین بوته‌های مجاور هم در کاشت دستی استفاده از عامل‌های وجین‌کننده با محور افقی (روتاری با محور افقی) با مشکل مواجه بوده در نتیجه استفاده از روتاری با محور عمودی (سیکلوتیلر) ارجحیت خواهد داشت. برای این منظور، با الگوبرداری از پره همزن‌های آشپزخانه، دو پره متقابل هم که در خلاف جهت همدیگر می‌چرخند، استفاده گردیده است. فضای اشغال شده توسط روتور (قطر خارجی مجموعه روتورها) ۱۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شده است. از آنجایی که سطح عامل وجین‌کننده (مجموعه روتور)

#### وجین مکانیکی در دو مرحله: در این تیمار وجین

اول، ۲۰ روز پس از نشاکاری و وجین دوم ۳۵ روز پس از نشاکاری با استفاده از ماشین وجین کن ساخته شده صورت گرفته است.

#### وجین به روش شیمیایی: علف‌کش بوتاکلر در یک

مرحله ۵ روز پس از نشاکاری و به میزان ۴ لیتر در هکتار مورد استفاده قرار گرفته است.

#### تلفیق وجین مکانیکی و روش دستی (وجین کن

ساخته شده + وجین دستی): ۲۰ روز پس از نشاکاری اقدام به وجین با ماشین و ۳۵ روز بعد از نشاکاری، وجین به روش دستی اجرا گردیده است.

#### تلفیق وجین مکانیکی و شیمیایی (مکانیکی +

شیمیایی): ۲۰ روز پس از نشاکاری اقدام به وجین با ماشین و ۳۵ روز بعد از نشاکاری وجین به روش دستی اجرا گردیده است.

#### وجین به روش تلفیق شیمیایی + دستی،

علف‌کش بوتاکلر ۵ روز پس از نشاکاری و به میزان ۴ لیتر در هکتار در مزرعه پخش گردید و وجین دستی ۳۵ روز پس از نشاکاری انجام گردید.



شکل ۱. ماشین وجین‌کن ساخته شده

Fig. 1. Weeding machines now made

قطر محور انتقال قدرت: با استفاده از رابطه (۲) و لحاظ نمودن تنش برشی مجاز فولاد ۱۲۰ مگاپاسکال و ضریب اطمینان ۳، قطر محور انتقال قدرت ۵/۵۸ میلی‌متر به دست آمده است.

سیستم انتقال قدرت: با توجه به شرایط کار ماشین مورد نظر جهت تسریع و سهولت در قطع و وصل نیرو به عامل وجین‌کننده، از یک کلاچ سانتریفیوژ جهت قطع و وصل نیرو از موتور به عامل وجین‌کننده بهره گرفته شده است. همچنین براساس دور موتور انتخاب شده و دور موردنیاز برای عامل وجین‌کن (بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ دور بر دقیقه) از یک جعبه دنده کاهنده حلزونی با نسبت کاهش دور ۱۰ به ۱ استفاده گردیده است. لازم به ذکر است، دور تقریبی مورد نیاز برای عامل وجین‌کننده (روتور) براساس تجربیات حاصله در طراحی و ساخت مدل‌های دیگری از وجین‌کن‌های برنج در گذشته صورت گرفت و دور مطلوب و نهایی به روش سعی و خطا در شرایط واقعی کار ۱۵۰ تا ۲۰۰ دور بر دقیقه به دست آمده است. مشاهده گردید که در صورت افزایش بیش از حد در عامل وجین‌کن، گل و لای بر روی شاخ و برگ گیاه ریخته شده و در صورت کاهش بیش از حد آن تعداد علف‌های هرز باقی مانده در واحد سطح افزایش و همچنین ظرفیت مزرعه‌ای کاهش چشمگیری پیدا کرده است.

سپر محافظ (روپوش روتور): به منظور جلوگیری از صدمه دیدن قسمت ساقه و شاخ و برگ گیاه توسط روتور، پراکنده شدن گل و آب به اطراف و پاشیده شدن بر روی ساقه و برگ گیاه و مهمتر از همه به منظور محافظت پای اپراتور در مقابل صدمات احتمالی در اثر

طراحی و ساخته شده ۵ سانتی‌متر مربع می‌باشد، با داشتن این سطح و گشتاور موردنیاز برای برش واحد سطح، گشتاور موردنیاز برای برش خاک در شرایط استاتیکی با استفاده از این روتور برابر  $0.15 N.m$  بدست آمده است.



شکل ۲. عامل وجین‌کن

Fig. 2. Weeding out

توان موردنیاز برای نیرو محرکه: بر اساس رابطه شماره (۱) و با داشتن گشتاور مورد نیاز و با لحاظ نمودن فرکانس ۶۰ هرتز برای موتور (براساس دور موتورهای موجود در بازار)، حداقل توان موردنیاز برابر  $0.075$  اسب بخار یا  $56/52$  وات به دست آمده است. از آنجایی که محاسبات مذکور برای شرایط استاتیکی در نظر گرفته شده‌اند، در حالیکه شرایط کار ماشین در شرایط دینامیکی است، لذا محاسبات مربوط به تعیین قدرت موردنیاز، قطر محور و غیره با ضریب اطمینان ۳ برآورد گردیده‌اند.

$$F.S. = 3 \Rightarrow P = 3(0.075) = 0.225 \text{ hp}$$

در این صورت، توان مورد نیاز برای این ماشین حدود  $0.225 \text{ hp}$  بدست آمده است. با توجه به عدم دسترسی به موتوری با قدرت تولیدی حدود  $0.225 \text{ hp}$  در بازار، از یک موتور بنزینی، چهار زمانه، هوا خنک با قدرت تولیدی  $1/2$  اسب بخار و دور مشخصه  $3600$  دور بر دقیقه استفاده گردید.

<p>* ظرفیت مزرعه‌ای واقعی ماشین در روز: ۰/۵ هکتار در روز</p>	<p>برخورد با روتور، از یک محافظ روتور استفاده گردیده است. این محافظ به شکل استوانه توخالی بوده که حول</p>
<p>* هزینه‌های ثابت و جاری ماشین (اعم از اجرت اپراتور، سوخت، روغن، تعمیر و ...): ۱/۶ میلیون ریال به ازای هر هکتار برای دو مرحله وجین</p>	<p>لوله محافظ محور انتقال قدرت دارای حرکت لغزشی به سمت بالا و پایین است. در اثر تماس با زمین به سمت بالا حرکت نموده، اجازه می‌دهد تا روتور با خاک</p>
<p>* عمر مفید ماشین: ۵ سال (با متوسط ۲۰ روز کار در سال)</p>	<p>برخورد نماید و بالعکس به محض اینکه از زمین فاصله یابد، در اثر وزن به سمت پایین می‌لغزد تا روتور را</p>
<p>* قیمت سال علف‌کش بوتاکلر هر لیتر ۷۰ هزار ریال</p>	<p>بپوشاند. میزان پایین آمدن محافظ را می‌توان با استفاده از یک پیچ تنظیم نمود.</p>
<p>قیمت هر کیلو شلتوک رقم طارم ۲۰ هزار ریال در نظر گرفته شده است.</p>	<p>دسته یا فرمان: به منظور امکان هدایت و کنترل ماشین، از یک دسته و فرمان پلاستیکی و سبک</p>
<p><b>نیروی کارگری مورد نیاز جهت وجین:</b> بیشترین مقدار نیروی کارگری مورد نیاز در هر هکتار به روش دو بار وجین دستی با ۱۷۰ نفر - ساعت در هکتار اختصاص دارد. روش تلفیق وجین کن مکانیکی و وجین دستی حدود ۷۰ نفر - ساعت، روش تلفیق علف‌کش با وجین دستی حدود ۵۵ نفر - ساعت، روش دو بار وجین با وجین کن موتوردار حدود ۴۰ نفر - ساعت، روش مکانیکی - شیمیایی با ۲۵ نفر - ساعت و روش علف‌کش یک مرتبه حدود ۵ نفر - ساعت نیاز می‌باشد. این بررسی‌ها نشان داد که انتخاب روش کنترل نقش مهمی در کاهش نیروی کار دارد.</p>	<p>استفاده به عمل آمده است. اهرم گاز، کلید مخصوص خاموش کردن موتور و غیره بر روی آن نصب گردیده‌اند.</p>
<p><b>میزان عملکرد در واحد سطح:</b> میزان عملکرد محصول (دانه) در هر هکتار به ترتیب عبارتند از؛ روش شیمیایی + مکانیکی ۴۴۹۴ کیلوگرم، شیمیایی + دستی ۴۴۳۹ کیلوگرم، مکانیکی + دستی ۴۴۳۱ کیلوگرم، شیمیایی ۴۳۴۶ کیلوگرم، دستی + دستی ۴۲۲۰ کیلوگرم و مکانیکی + مکانیکی ۴۱۵۲ کیلوگرم است.</p>	<p><b>۳-۳- مقایسه و ارزیابی اقتصادی و فنی</b></p> <p><b>ارزیابی عملکردی:</b> براساس آزمون‌های به عمل آمده در شرایط واقعی کار ظرفیت مزرعه‌ای تئوری آن بین ۰/۳ تا ۰/۷ هکتار (با ۱۰ ساعت کار در روز) و مصرف سوخت ماشین طی دو مرحله وجین حدود ۶ لیتر در هکتار بدست آمد.</p> <p><b>ارزیابی اقتصادی:</b> ارزیابی اقتصادی این ماشین براساس شرایط موجود به شرح زیر صورت گرفت:</p> <p>* تعداد نیروی کارگری مورد نیاز برای وجین دستی برای دو بار وجین: ۱۷ نفر - روز در هکتار</p> <p>* متوسط اجرت کارگری با لحاظ نمودن هزینه غذا و هزینه‌های جانبی: ۳۵۳ هزار ریال (برای هر نفر - روز)</p> <p>* قیمت اولیه ماشین در صورت تولید انبوه: ۵ میلیون ریال</p>



مربوط به تیمار دو بار وجین دستی است، زیرا در این روش نیروی کار بیشتری مصرف شده و میزان افزایش درآمد نیز حداقل می‌باشد. کمترین هزینه مبارزه مربوط به روش یک بار علف‌کش بوتاکلر بود که نسبت به روش دو بار وجین دستی ۸۷ درصد صرفه‌جویی نشان داد. از لحاظ میزان عملکرد، تلفیق روش شیمیایی و مکانیکی مناسب‌ترین روش است. بدیهی است که استفاده از ماشین ساخته شده به خاطر امکان هوادهی به خاک می‌تواند نقش بسیار مهمی در افزایش عملکرد در واحد سطح را داشته باشد. از لحاظ میزان افزایش درآمد نیز روش تلفیقی شیمیایی + دستی به خاطر افزایش عملکرد و هم به خاطر کاهش شدید هزینه تولید (وجین‌کاری)، دارای بیشترین مقدار می‌باشد و روش وجین دستی در دو مرحله، علیرغم بازده وجین‌کاری بالا به خاطر افزایش هزینه تولید، کمترین مقدار را دارا می‌باشد.

میزان افزایش درآمد: این کمیت حاصل جمع سود حاصل از کاهش هزینه وجین و افزایش تولید در واحد سطح می‌باشد که بیشترین میزان درآمد مربوط به پارامتر روش تلفیقی شیمیایی + مکانیکی و کمترین آن به پارامتر وجین دستی در دو مرحله اختصاص دارد.

#### ۴- نتیجه‌گیری

این ماشین علاوه بر آن که در اراضی با الگوی کاشت سنتی (غیر ردیفی) قابل استفاده است، قابلیت استفاده در کشت‌های مکانیزه را نیز دارا می‌باشد. استفاده از این ماشین در اراضی کوچک (کشت سنتی و مکانیزه)، تولید غذای سالم (ارگانیک) و سیستم‌های SRI بسیار حائز اهمیت است. کار با آن از لحاظ ایمنی اپراتور و میزان آسیب احتمالی به محصول، کاملاً ایمن و بدون هر گونه خطر می‌باشد. بیشترین هزینه مبارزه

جدول ۱. پارامترهای عملکردی و اقتصادی مقایسه روش‌های مختلف وجین

Table 1. Comparison of different economic performance and weeding

افزایش درآمد در هکتار (هزار ریال)	کاهش هزینه (%)	هزینه در هکتار (هزار ریال)	افزایش عملکرد (%)	عملکرد محصول (kg/ha)	بازده وجین (%)	میانگین ساعات کار وجین با شیمیایی			تیمارها
						۱ حله اول	۲ حله دوم	۳ حله سوم	
۰	۰	۶۰۰۰	۰	۴۲۲۰	٪ ۶۹-۹۱	۱۷۰	۷۰	۱۰۰	دستی + دستی**
۲۲۴۰	۵۹/۸	۲۴۱۰	-۱/۶	۴۱۵۲	٪ ۶۳-۸۱	۴۰	۲۰	۲۰	مکانیکی + مکانیکی
۷۲۵۰	۵۰/۵	۲۹۷۰	+۵	۴۴۳۱	٪ ۶۲-۸۰	۷۰	۵۰	۲۰	مکانیکی + دستی
۷۷۵۳	۸۷	۷۷۷	+۳	۴۳۴۶	٪ ۶۴-۸۱	۵	....	۵	شیمیایی (یک مرتبه)
۷۸۴۸	۵۷/۶	۲۵۴۲	+۵/۲	۴۴۳۹	٪ ۷۶-۸۸	۵۵	۵۰	۵	شیمیایی + دستی
۹۵۰۰	۷۰	۱۹۸۲	+۶/۵	۴۴۹۴	٪ ۷۶-۸۸	۲۵	۲۰	۵	شیمیایی + مکانیکی

\*\*توضیح این که برای محاسبه افزایش عملکرد، کاهش هزینه و افزایش درآمد، وجین دستی - دستی به عنوان مبنای سنجش انتخاب شده است.

#### ۵- فهرست منابع

1. Aghagholzadeh, H. 2008. According to a research project to design and build machines now walking weeding rice Authority of Syclo Tyler. The promotion and development of technology Haraz. (in Farsi)
2. Aghagholzadeh, H. 2009. According to a research project to design and build machines of rotary type rice weeding now walking Authority (fifth row). The promotion and development of technology Haraz (in Farsi)
3. Bakker, T., Asselt van, K., Bontsema, J., Müller, J. and Straten van, G. 2010. Systematic design of an autonomous Platform for robotic weeding. J. Terramechanics. 47: 63 –73.
4. Chen, B., Tojo, S. and Watanabe, K. 2003. Machine vision for a Micro weeding Robot in a Paddy Field. Biosyst. Eng. 85(4): 393 – 404.
5. Fogelberg, F. and Kritiz, G. 1999. Intra-row weeding with brushes on vertical axes factors influencing in-row soil height. Soil Till. Res. 50: 149 – 157.
6. Hosseini, A.M., Samimi Akhijani, A. Mehravara, H. and Massah, J. 1387. Mechanical weeding mechanism now (Part One: Determine the direction and scale synthesis), Agricultural Journal, 9(2): 63-76. (in Farsi)
7. Islam, M.J. and Molla, H.R. 2001. Economic weeding method for irrigated rice production in Bangladesh. Agr. Water Manage. 46: 267 – 276.
8. Koga, Y. Farm Machinery. 1988. Vol.II. Tsukuba International Agricultural Training Center (JICA).
9. Mouri, K. Introduction to Japanese Agricultural Machinery. 1995. VOL. II. No: 13. Tsukuba International Agricultural Training Center (JICA).
10. Moutabi, H. 1993. Design machine components. Volumes 1 and 2. Ashina Puplicaton. (in Farsi)
11. Tillett, N.D., Hague, T., Grundy, A.C. and Dedousis, A.P. 2008. Mechanical with-row weed control for transplanted crops using computer vision. Biosyst. Eng. 99: 171– 178.
12. Van der Linden, S., Mouazen, A.M., Anthonis, J., Ramon, H. and Saeys, W. 2008. Infrared laser Sensor for depth measurement to improve depth control in intra-row mechanical weeding. Bioyst. Eng. 100: 309 – 320.

## **Design and Construction of Dorsal Rice Weeding Machine Equipped with Motor Suitable for Mechanized and Traditional Cultivation and Technical and Economic Comparison with Other Conventional Methods of Weeding in Rice Fields**

**H. Agha Gholzadeh<sup>1</sup>, A. Ranji<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup> *Master of Mechanics of Agricultural Machinery - teaching and technology development Haraz  
Extension Center (Capic)*

<sup>2</sup> *Young Researchers and Elite Club, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran*

\*Corresponding author E-mail: Adelranji@yahoo.com

Received: 2014-10-27

Accepted: 2015-04-21

### **Abstract**

Rice production in the country is faced with many problems such as pests, diseases and weeds. Weed competes as a rival in the absorption of light, water, and nutrients with rice that leads to reduce the performance of the product. Mechanical weed controlling method is done by using a variety of simple mechanical devices or tools for weeding (walking and mounted). Motorized weeding machines that have been designed to weed the rice fields, can be used only in the fields which are cultivated in rows. Whereas, nearly 80% of lands in our country are transplanted traditionally (not in rows). Thus, using of these machines in traditional cultivated fields is impossible. Therefore, it should be done manually, chemically, or a combination of these methods. In order to reduce production costs especially in small farms, produce healthy food, mechanize operations in modern farming systems (SRI), and reduce environmental pollution, the dorsal weeding machine, equipped with motor, has been designed and constructed. This machine is portable in such a way driving force part is mounted on the back of the operator with two straps. The power, produced by the engine, is transferred to the weeding operator via a cable (with maximum flexibility). It is consisted of a gasoline engine, centrifugal clutch, gear reducer, a cable for power transmissions, weeding rotor, rotor guard, and a handle. Field capacity is 0.5-0.7 hectare per day and the weeding efficiency is 87%.

**Key words:** *Weed, Weeding Weed, Designing mechanical weeding machine*