طراحی و ساخت مدل آزمایشی وجین کن الکتریکی قابل حمل برای مزارع برنج

محسن کرد فیروزجایی[*1]، اکبر عرب حسینی[2]، محمد حسین کیانمهر[2]، حمید آقاگل زاده[3]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۲- دانشیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۳- مدرس مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز (کاپیک)
[*]mkordfiroozjaii@ut.ac.ir

چکیده
امروزه استفاده از روش کنترل شیمیایی علف‌هایهرز در مزارع شالیزاری کشور رو به افزایش است. این امر عواقب ناگواری همچون آلودگی محیط زیست، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی را در پی خواهد داشت. استفاده از روش‌های کنترل مکانیکی بجای روش شیمیایی، نقش بسیار مهمی را در جهت کاهش آلودگی محیط زیست ایفاء خواهد نمود. برای این منظور، یک مدل آزمایشی وجین‌کن الکتریکی شارژی طراحی و ساخته شد. پس از ساخت دستگاه عملکرد آن در مزرعه بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل مقایسه تیغه همزن مخروطی شکل با تیغه پره‌دار در سرعت‌های دورانی ۱۰۰ تا ۵۰۰ rpm بود که در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در زمینی به مساحت ۳۰۰۰ مترمربع در شهرستان بابل در سال زراعی ۱۳۹۱ اجرا شد. تعداد علف‌های هرز قبل و بعد از انجام آزمایش شمارش شد. نتایج نشان داد که بهترین بازده وجین‌کاری برای تیمارهای تیغه همزن مخروطی شکل با سرعت دورانی ۳۰۰ rpm و تیغه پره‌دار با سرعت دورانی ۲۵۰ rpm بترتیب به میزان ۷۴/۲۵ و ۷۰/۷۲ درصد می‌باشد. همچنین ظرفیت مزرعه‌ای برای تیغه‌های همزن مخروطی شکل و پره‌دار با افزایش سرعت دورانی تیغه از ۱۰۰ تا ۵۰۰ rpm بترتیب ۰/۴- ۰/۷ و ۰/۴- ۰/۸ هکتار در روز متغیر است.

کلمات کلیدی: بازده وجین کاری، تیغه، سرعت دورانی، ظرفیت مزرعه‌ای، علف هرز،

مقدمه

برنج یکی از مهم‌ترین گیاهان تیره غلات بوده و در کنار گندم و ذرت یکی از سه گیاهانی است که بشر عمدتاً با آن امرار معاش می‌کند (قیصری،۱۳۸۶). برنج با ۱۵۳ میلیون هکتار سطح زیر کشت جهانی و تولید نزدیک به ۶۷۲ میلیون تن شلتوک به عنوان یکی از مهمترین محصولات زراعی در جهان و ایران می‌باشد. در ایران نیز با سطح زیر کشت معادل ۶۰۰ هزار هکتار، حدود ۲ میلیون تن شلتوک تولید می‌شود (FAO, 2010). بدون هیچ تردیدی افزایش روز افزون جمعیت در سراسر دنیا، افزایش سریع و چشمگیری را در تقاضای تولیدات کشاورزی به دنبال دارد. انسان همگام با افزایش جمعیت تمام تلاش خود را برای کسب بیشتر فرآورده‌های کشاورزی معطوف داشته است. روشن است که افزایش سطح زیر کشت دارای محدودیت بوده لذا بالا بردن عملکرد در واحد سطح به کمک استفاده مناسب از

نهاده‌های کشاورزی و مبارزه مؤثر با علف‌های هرز و بالا بردن سطح مکانیزاسیون میسر است. علف‌های هرز به دلیل رقابت با گیاهان زراعی برای عوامل محیطی و نهاده‌ها، موجب کاهش کیفیت و کمیت محصول و ایجاد پناهگاهی مناسب برای حشرات و عوامل بیماری‌زا می‌شوند که می‌توانند مشکل ساز باشند.

کنترل علف‌های هرز به روش دستی و شیمیایی از روش‌های متداول برای وجین برنج در کشور به شمار می‌آیند. در روش کنترل دستی برای دو مرحله وجین در هر هکتار از مزارع شالیزاری به ۱۵ تا ۲۰ نفر- روز نیروی کارگری نیاز است. که این امر سبب افزایش بی رویه هزینه تولید می‌گردد. در روش کنترل شیمیایی به خاطر آلودگی شدید محیط زیست، آب‌های سطحی و مهمتر از همه آلودگی محصول به دست آمده و عواقب ناگوار استفاده از آن، سبب گردیده است که محققان به فکر بهره‌گیری از روش‌های دیگری باشند. از جمله روش‌های نوین کنترل برخی آفات و علف‌های هرز می‌توان به تغییر روش‌های زراعی مانند شیوه‌های خاک ورزی نوین، روش‌های بیولوژیکی مانند استفاده از اردک و روش‌های مبارزه مکانیکی اشاره نمود. در بین روش‌های نوین کنترل علف‌های هرز، روش کنترل مکانیکی به خاطر امتیازات ویژه آن مناسب ترین روش کنترل محسوب می‌گردد. از جمله مزایای این روش می‌توان به کاهش هزینه تولید، کاهش مشقت کار و کاهش مصرف سموم شیمیایی اشاره نمود. در راستای توسعه روش‌های مکانیکی کنترل علف‌های هرز در مزارع کوچک به ویژه در مزارع تولید محصول سالم، اقدام به طراحی و ساخت دستگاه وجین کن الکتریکی از نوع شارژی گردیده است.

مواد و روش‌ها

طراحی اجزای ماشین

موتور: پارامترهای مؤثر در انتخاب نیرو محرکه برای این دستگاه عبارتند از: سبک بودن، گشتاور و آمپر ساعت مناسب برای انجام عمل وجین‌کاری و برش خاک، قابلیت تغییر سرعت دورانی (به منظور تعیین سرعت دورانی مطلوب)، ایمنی کار با موتور (اجزای متحرک موتور به دست یا بدن اپراتور تماسی نداشته باشد).

عامل وجین‌کن (تیغه): دو نوع تیغه از نوع پره‌دار (پروانه‌ای) و همزن مخروطی شکل با قطر خارجی ۱۲ سانتی‌متر مورد استفاده قرار گرفت. تیغه در اثر حرکت چرخشی سبب بهم زدن گل و وارد نمودن صدمات شدید به علف‌های هرز می‌گردد. همچنین باعث اختلاط گل با علف هرز شده که این امر موجب مدفون شدن علف هرز در گل می‌شود.

سپر محافظ (روپوش تیغه): 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 از پای اپراتور در مقابل صدمات احتمالی در اثر برخورد با روتور، تیغه توسط یک استوانه پلاستیکی احاطه شد.

شکل ۱- شماتیک مدل آزمایشی وجین‌کن شارژی

نتایج و بحث

تعیین توان مورد نیاز نیرو محرکه و انتخاب موتور: به منظور تعیین میزان توان تولیدی موتورالکتریکی مورد نیاز برای این ماشین و همچنین جهت محاسبه قطر محور مورد نیاز برای انتقال قدرت تولیدی توسط موتور به عامل وجین کن لازم است که مقدار گشتاور مورد نیاز برای برش خاک مزارع شالیزاری به ازای واحد سطح در زمان وجین محاسبه گردد. به همین منظور، از یک دستگاه برش پره دستی که توسط آقاگل زاده در مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز (کاپیک) طراحی و ساخته شده، استفاده گردیده است. برای بدست آوردن توان موتور، نیاز است شرایط بحرانی عملکرد در نظر گرفته شود تا بیشترین توان مورد نیاز انتخاب شود. چون سطح جبهی تیغه پره‌دار بیشتر از تیغه همزن مخروطی شکل با خاک در تماس است، محاسبه شد. میانگین گشتاور برشی مورد نیاز برای واحد سطح خاک در زمان وجین برابر ۰/۰۶۲۷ و با سطح جبهی تیغه پره‌دار، که حدود ۴۸ سانتیمتر مربع است، گشتاور مورد نیاز برای برش خاک در شرایط استاتیکی برابر ۳ نیوتن- متر بدست آمده است که در محاسبات لحاظ می‌شود.

$$f = (1200\ rpm) \times \frac{1\ Hz}{60\ rpm} = 20\ Hz = 20\ s^{-1}$$

$$P = 2\pi.f.T = 2\pi(20\ s^{-1})(3\ Nm) = 377\ Nm.s^{-1} \qquad \text{P= 377 (w)= 0.51 hp}$$

$$F.S. = 3 \rightarrow P = 3(0.51) = 1.53\ hp$$

در معادلات بالا، f فرکانس موتور (هرتز)، P توان مورد نیاز (اسب بخار) و T گشتاور برشی (نیوتن متر) می‌باشد.

با توجه به پارامترهایی از قبیل سبک بودن وزن موتور، گشتاور و توان مورد نیازی که بدست آمد و قابلیت تغییر سرعت دورانی آن، از یک دریل شارژی استفاده شد. این دریل با نام تجاری ASAKI در بازار موجود است که دور آن از صفر تا ۱۲۰۰ دور بر دقیقه متغیر است. همچنین این دریل دارای باتری قابل شارژ Ni-cd است که اختلاف پتانسیل آن ۱۸ ولت با ظرفیتی برابر ۱/۵ آمپر ساعت می‌باشد.

قطر محور انتقال قدرت: برای ساخت محور انتقال قدرت دستگاه، از فولاد آلیاژی ASTM-A 709 استفاده شد که دارای استحکام نهایی برش ۴۵۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع می‌باشد.

$$\tau_{max} = \frac{\tau_u}{F.S.} = \frac{450}{3} = 150\ Mpa$$

$$\frac{J}{C} = \frac{T}{\tau} \rightarrow \frac{J}{C} = \frac{3\ Nm}{150 \times 10^6\ {}^{N}/_{m^2}} = 2 \times 10^{-8}\ m^3$$

$$\frac{J}{C} = \frac{\frac{\pi}{2}c^4}{c} = \frac{\pi}{2}c^3 = 2 \times 10^{-8}\ m^3 \rightarrow c = 2.335\ mm$$

$$d = 2c = 4.67\ mm$$

$$F.S. = 3 \rightarrow d = 3 \times 4.67 = 14\ mm$$

با توجه به محاسبات انجام شده قطر مورد نیاز برای محور ۱۴ میلی‌متر بدست آمد. در معادلات بالا τ_{max} حداکثر تنش برشی مجاز، τ_u استحکام نهایی برش، J گشتاور پیچشی، d قطر شافت و F.S. ضریب اطمینان می‌باشد.

محاسبه زاویه پیچش (φ):

$$J = \frac{\pi}{2}c^4 = \frac{\pi}{2}(0.007)^4 = 3.77 \times 10^{-9}\ m^4$$

$$\varphi = \frac{T\,L}{J\,G} = \frac{(3\ Nm)(0.8m)}{(3.77\times10^{-9}\ m^4)\left(77.2\times10^9\ {}^{N}/_{m^2}\right)} = 8.25 \times 10^{-3}\ rad$$

$$\varphi = (8.25 \times 10^{-3}\ rad)\left(\frac{360^\circ}{2\pi\ rad}\right) = 0.47^\circ$$

میزان پیچش(φ) بدست آمده برای محور به طول ۸۰ سانتی‌متر، ناچیز است لذا هیچ مشکلی از لحاظ پیچش وجود نخواهد داشت. در معادله بالا، G مدل برشی می‌باشد.

نتایج

بازده وجین‌کاری: شمارش علف‌های هرز پس از اجرای عملیات وجین‌کاری نشان داد که تاثیر نوع تیغه و سرعت

دورانی تیغه هرکدام بطور جداگانه بر بازده وجین‌کاری در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. بیشترین میانگین بازده وجین‌کاری برای تیغه همزن مخروطی شکل با سرعت دورانی ۳۰۰rpm و تیغه پره‌دار با سرعت دورانی ۲۵۰rpm مشاهده شد که مقادیر بازده آن‌ها بترتیب ۷۴/۲۵٪ و ۷۰/۷۲٪ بدست آمد. می‌توان نتیجه گرفت که برای تیغه همزن مخروطی شکل در سرعت‌های کمتر از ۳۰۰rpm و برای تیغه پره‌دار در سرعت‌های کمتر از ۲۵۰ rpm، بدلیل اینکه عمل اختلاط گل آب و علف هرز توسط عامل وجین کن بخوبی صورت نمی‌گیرد، علف‌های هرز از بین تیغه بدون اینکه از جای خود کنده شوند عبور می‌کند به همین خاطر تعداد علف‌های هرز باقیمانده بعد از وجین کاری، بیشتر از تیماری است که در آن از سرعت بهینه استفاده شد، هر چه سرعت دورانی بیشتر از سرعت بهینه شود، این افزایش سرعت باعث پراکنده شدن گل آب به همراه علف هرز به اطراف می‌شود. به همین دلیل با افزایش سرعت دورانی، تعداد علف هرز باقیمانده بعد از وجین کاری به تدریج افزایش می‌یابد.

ظرفیت مزرعه‌ای: کار با دستگاه در شرایط واقعی مزرعه انجام گرفت و با در نظر گرفتن تلفات زمانی، بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای برای تیغه پره‌دار با سرعت دورانی ۵۰۰rpm و کمترین میانگین ظرفیت مزرعه‌ای برای تیمار تیغه همزن مخروطی شکل با سرعت دورانی ۱۰۰rpm مشاهده شد که بترتیب مقادیر ۳۳۷ m^2 و ۱۷۱ m^2 بدست آمدند. می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش سرعت حرکت در گل آب راحت‌تر صورت می‌گیرد در نتیجه ظرفیت مزرعه‌ای افزایش می‌یابد. مساحت‌های مذکور در ۲۵ دقیقه کار با دستگاه بدست آمده‌اند که در این زمان، باتری دستگاه دشارژ شده است.

منابع

قیصری ا، بررسی روابط ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک با عملکرد و اجزاء عملکرد در برخی ارقام و لاین‌های امید بخش برنج. دانشگاه مازندران. ۱۳۸۶.

صفری م، همت ع، ۱۳۸۴، طراحی، ساخت و آزمون کولتیواتور دوار. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم، شماره دوم. صفحه ۱۵۰-۱۵۸.

کرد فیروزجایی م، ۱۳۹۱. طراحی، ساخت و ارزیابی مدل آزمایشی وجین کن الکتریکی شارژی و قابل حمل برای مزارع برنج. پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

عرب محمد حسینی ا، صمیمی اخیجهانی ه، مهرآور ح، مساح ج، ۱۳۸۶. طراحی مکانیزم وجین کن مکانیکی (بخش اول: تعیین مسیر و سنتز ابعادی). مجله کشاورزی، دوره ۹، شماره ۲، صفحه ۶۳-۷۶.

Chen B; Tojo S; Watanabe K, 2003. Machine vision for a micro weeding robot in a paddy field, Biosystems Engineering, 85(4): 393-404.

FAO (2010), Food and Agricultural Organization. Production Year Book, web page: http://www.fao.org