طراحی، ساخت و ارزیابی شبه مزرعه‌ای یک نمونه سله‌شکن – وجین‌کن چغندرقند سوارشونده تراکتوری مجهز به فناوری ماشین بینایی

اسماعیل چالی گر[1*]، محمد حسین رئوفت[2]، سید محمد رضا خادم[3] و ابراهیم چالی گر[4]
۱–دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک، گروه مهندسی بیوسیستم، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید، Es.chaligar@gmail.com
۲– استاد گروه مهندسی بیوسیستم ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید
۳– استادیار و مدیر گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید
۴– کارشناس مکانیزاسیون ماشین‌های کشاورزی، عضو سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

چکیده

در زراعت ردیفی چغندرقند سله‌شکنی و وجین‌کاری درکشور با روش دستی انجام می‌گیرد. طراحی، ساخت و ارزیابی یک نمونه سله‌شکن- وجین‌کن مجهز به فناوری ماشین بینایی اجرا شده است. هیدروموتور محرک تیغه، با سیگنال حسگرهای تشخیص فاصله تحریک می شوند. یک جک بادی نیز مجموعه تیغه در حال گردش را بطرف بالا و پایین هدایت می‌کند تا تیغه از بالای بوته‌ها بدون آسیب رساندن به آنها عبور کرده و بین بوته‌ها برای سله‌شکنی و وجین با زمین درگیر شود. دستگاه با طرح اسپیلیت پلات، از نوع بلوک کامل تصادفی با سه تکرار ارزیابی شد. دستگاه از نظر تیمارهای سرعت پیشروی تراکتور در دو سطح ۰/۴و ۱ کیلومتر بر ساعت و چهار فاصله بین بوته‌ها در هر ردیف ۲۰، ۲۵، ۳۰و ۴۰ سانتی‌متری مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان صدمه وارده به بوته‌ها و مساحت سله‌شکنی با انواع تیغه‌های دو، سه و چهار پره اندازه‌گیری گردید. بر اساس نتایج فاصله بین بوته-ای در ردیف بر میزان بوته‌های صدمه دیده بطور معنی داری موثر بوده و مقایسه میانگین بیانگر آنست که فاصله۲۰ سانتی‌متری بیشترین و ۴۰ سانتی‌متری کمترین درصد صدمه به بوته‌ها را در پی داشت. نتایج نشان داد که سرعت بر میزان بوته‌های صدمه دیده با تیغه چهار پره اثر معنی‌داری داشته است. سرعت ۱ کیلومتر بر ساعت با فاصله ۲۰ سانتی‌متری بیشترین (۵۹ درصد) و سرعت ۰/۴ کیلومتر بر ساعت با فاصله ۴۰ سانتی‌متری کمترین(۳/۳۴ درصد) درصد صدمه به بوته‌ها را در بر داشت.

واژه های کلیدی: زراعت چغندر قند، سله شکن، ماشین بینایی و وجین کن

مقدمه

همه ساله سطوح وسیعی از زمین های زراعی کشور به کشت محصولات ردیفی مانند چغندرقند و ذرت اختصاص می یابد. یکی از مهمترین مسائلی که موجب عدم استقبال کشاورزان به کشت محصول چغندرقند می گردد، هزینه های بالای تولید این محصول می باشد. بخش عمده ای از این هزینه مربوط به کنترل علف‌های هرز، سله‌شکنی و وجین‌کردن، مزرعه چغندرقند است. بدین منظور در زمان وجین به تعداد بسیاری کارگر جهت وجین و حذف علف‌های هرز نیاز می باشد، که علاوه بر هزینه های بالا آن، بدلیل تردد کارگران در مزرعه، به محصول چغندر قند نیز صدمه وارد شده و موجب کاهش کیفیت و عملکرد آن می شود. از

جمله روشهای مرسوم مبارزه با علف‌های هرز می توان موارد ذیل را بر شمرد: ۱. استفاده از علف کش‌های انتخابی ۲. سوزاندن علف‌های هرز با شعله افکن ۳. روش دستی با استفاده از کارگر ۴. روش مکانیکی، مبارزه شیمیایی نیز با توجه به سیاست های سالم سازی محیط زیست، به شکل پاشش در تمام سطح مزرعه، به تدریج در نظر دانشمندان، نامناسب جلوه می‌کند. با توجه به مشکلات سه گزینه اول بهترین روش نوع مکانیکی می باشد، که سرعت عمل را بالا برده و تکمیل عملیات داشت در جهت سله-شکنی، دفع علفهای هرز، ذخیره رطوبت، ترمیم جوی و پشته‌های مزارع چغندر قند میتواند بسیار مفید واقع شود. تاثیرات مستقیم و غیر مستقیم اجرای این عملیات سبب جلوگیری از تلفات رطوبت خاک می‌شود و نیز در نتیجه تهویه خاک، ریشه گیاه رشد مناسب-تری خواهد داشت. برای از بین بردن علف‌های هرز محصولات ردیفی یک واحد از دستگاه کولتیواتور دوار پشت تراکتوری نوع سوار، پس از شمارش علف‌های هرز در قبل و بعد از عملیات و حرکت دستگاه (با عرض کار ۰/۶متر) در بین ردیف‌های کشت در مسافت ۵ متری با سه تکرار نتایج نشان داد که بازده وجین‌کاری بین ۹۳–۸۷ درصد و ظرفیت مزرعه‌ای بین ۰/۶۴–۰/۶۰ هکتار بر ساعت متغیر است. از طرفی بررسی اقتصادی به روش بودجه بندی جزیی نشان داد استفاده از کولتیواتور دوار به میزان ۹۵ درصد هزینه‌های وجین را کاهش می‌دهد(Safari and Hemmat, 2005). با در نظر گرفتن پارامترها و حل معادلات مربوط به وجین یک مکانیزم چهار میله‌ای لنگ و آونگ برای دستگاه وجین‌کن شفره‌ای پیشنهاد شده است (Arab Mohamad Hoseini *et al*., 2007). استفاده از کولتیواتور پنجه غازی، چرخان و هلالی بطور کامل علف‌های هرز را از بین نمیبرد و به علت مبارزه غیر موثر پس از مدتی شروع به سبز شدن می‌نمایند(Afzalinia *et al*., 2008) . در طرحی روشهای مختلف مکانیکی مبارزه با علف‌های هرز شامل وجین‌کن چرخان، فاروئری ، دوار ، وجین دستی و شاهد (عدم مبارزه با علف هرز) در قالب طرح بلوک‌های تصادفی در سه تکرار مقایسه گردیده است. با توجه به هزینه‌ها، درآمد و بازده نهایی، بهترین روش‌ها، به ترتیب وجین‌کن فاروئری، دوار، چرخان و وجین دستی بودند(Safari *et al*., 2008). طراحی و ساخت یک دستگاه تنک کننده محصولات ردیفی با انتقال توان پنوماتیکی برای حذف بوته‌ها به طور تصادفی اجرا گردیده است. از بین بردن بوته‌ها با استفاده از نیروی آونگی یک بازو تیغه دار انجام شده است(گل محمدی و همکاران، ۱۳۸۸). یک کولتیواتور سوار بر تراکتور شاسی بلند در مزارع ردیفی علف‌های هرز درون جوی‌ها را به خوبی از بین برده است (احمدی مقدم و همکاران، ۱۳۸۱). عکسبرداری دیجیتالی در شرایط واقعی مزرعه، اطلاعات لازم جهت تشخیص چغندرقند از علف‌هرز امکان پذیر است. این اطلاعات از ۳۰۰ تصویر مختلف با ریزنگری۱۶۰۰×۱۲۰۰ پیکسل از میدان دید ۶۰×۷۰ سانتیمتر مربع بدست آمده است. با استفاده از آنالیز تشخیصی، روابط تشکیل دهنده نسبت رنگهای اصلی و هفت علف هرز مرسوم در مزارع استان فارس استخراج گردیده است (Jafari *et al*., 2006). ماشین‌های مستقل حذف علف‌های هرز نیازمند سیستم بینایی ماشین است که مکان دقیق ساقه گیاه را تشخیص دهد تا از صدمه دیدن آن در حین عملیات وجین حفاظت کند. این روش قادر به تشخیص گیاه ذرت با دقت ۱۰۰درصد از علف‌های هرز بوده در صورتی که ۴ درصد از علف های هرز به عنوان ذرت شناخته شده‌اند. دقت بالای به دست آمده در این روش در اثر اختلاف بارز بین گیاه ذرت و علف های هرز در دوره بحرانی وجین در منطقه بوده است (Kiani and Jafari.,).

(2012تحقیقات اخیر بر پایه دسترسی به رایانه ارزان قیمت و دوربین‌های ویدیویی دیجیتال است که امکان ردیف‌کاری دقیق و صحیح محصولات کشاورزی با تجهیزات قابل دسترسی را فراهم می کند. این فناوری اکنون توسط گارفورد[1] تحت ربوکراب[2] ردیف کار وارد بازار شده اند، به طوری که وابستگی به علف کش ها را کاهش می‌دهد. هدف این تحقیق کاهش مواد شیمیایی و افزایش رشد محصول می باشد(Tillett *et al*., 2005) . امکان پذیری عملکرد یک وجین کن هدایت شونده با آرتی‌کی[3] و دی جی پی اس[4] کاملا خودکار برای یک محصول نشاءکاری شده به اثبات رسیده است(Pérez-Ruiz *et al*., 2012). دستگاهی بر پایه هدایت خودکار خودرو در مزرعه با سامانه تشخیص ردیف با سامانه ماشین بینایی در محیط گلخانه ساخته شده است. متوسط خطای میانگین دستگاه در بهترین ۱۱– ۵ میلیمتر و انحراف معیار ۱۱–۶ میلیمتر برای تشخیص بوده است (Bakker *et al*., 2008).

بر پایه تکمیل طرح عبور سریع بیلچه وجین، وسیله با سرعت ۶ کیلومتر در ساعت، در شرایط تراکم مختلف علف هرز ارزیابی گردید. نتایج حاکی از امکان پذیری با انحراف ۱۶ میلیمتر از مسیر برای ردیف‌های چغندرقند بوده است (Tillett *et al*., 2002).

بر پایه هدایت خودکار و بدون سر نشین آرتی کی و دی جی پی اس یک وجین‌کن اجرا و ارزیابی گردیده است. ارزیابی میدانی اثبات کرده است که این دستگاه یک وجین کننده مطمئن و بدون صدمه زدن به محصول می باشد. هرچند پیشنهاد داده‌اند که تحقیقات بیشتری برای جایگزین این روش با عملیات وجین دستی لازم است(Nørremark *et al*., 2008). بر پایه هدایت خودکار با ارتی کی و جی پی اس و تکمیل آن برای دور زدن و تصویر برداری ماشین بینایی اجرا گردیده است. نتیجه کار همچنین هدایت خود را در یک ردیف طولانی تعریف شده با دقت سانتیمتر بصورت هدایت خودکار و بدون سر نشین بوده است (Bakker *et al*., 2011)

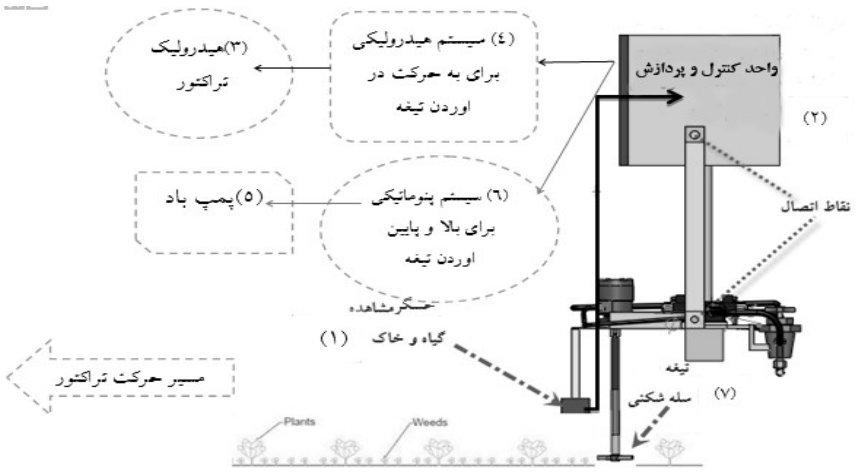
در مروری بر توسعه رباتهای خودکار وجین، چهار فناوری ممکن قرار گرفته است. شامل هدایت، آشکار سازی و شناسایی محصول، کنترل دقیق علف‌های هرز بین ردیفی و تهیه نقشه مورد بررسی قرار گرفته است. این بررسی حاکی از این است که علیرغم توفیقاتی که در برخی دستگاه عاید نشده است. این روش کامل و پاسخگوی نیاز مزارع نبوده و بایستی پژوهش‌هایی برای افزایش قابلیت آنها بشود(Slaughter *et al*., 2008).

مواد و روشها

طراحی مفهومی و ساختار کلی دستگاه: در وسیله طراحی و ساخته شده حسگرها(۱)گیاه را مشاهده کرده، سپس واحد کنترل اطلاعات حسگرها را دریافت نموده و بعد از پردازش، سیگنال خروجی به مدار الکترونیکی ارسال می‌گردد(۲). سامانه هیدرولیک وسیله(۳) با سیگنال دریافتی از میکروکنترلر تیغه سله شکن- وجین‌کن(۴) را به چرخش در می‌آورد. پمپ باد(۵) مدار

[1].Garford
[2].Robocrop
[3].RTK
[4].DGPS

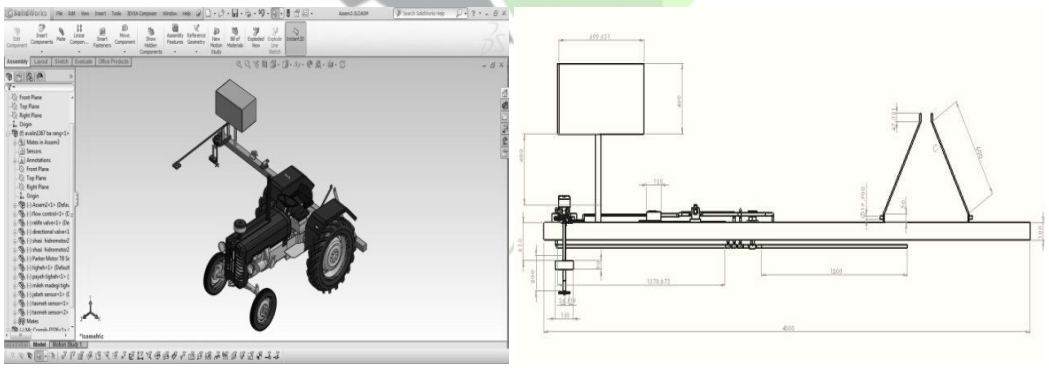
پنوماتیکی(۶)، مجموعه تیغه سله شکنی(۷) را با فرمان دریافتی از واحد کنترل بالا و پایین می آورد تا از بالای بوته‌ها تیغه عبور کرده و بین بوته‌ها با خاک در گیر شود(شکل۱).



شکل۱. طراحی مفهومی و ساختار کلی دستگاه وجین کن مجهز به سامانه ماشین بینایی

۱- حسگر برای تشخیص گیاه و خاک ۲- واحد کنترل برای پردازش ۳- هیدرولیک تراکتور ۴- سیستم هیدرولیکی دستگاه که شامل: فشار شکن، شیر برقی، فلو کنترل، فشار سنج، هیدروموتور و اتصالات ۵- پمپ باد (منبع باد سیستم پنوماتیکی) ۶- سیستم پنوماتیکی دستگاه که شامل: فشار شکن، شیر برقی، فشار سنج، جکها و اتصالات ۷- تیغه برای سله شکنی.

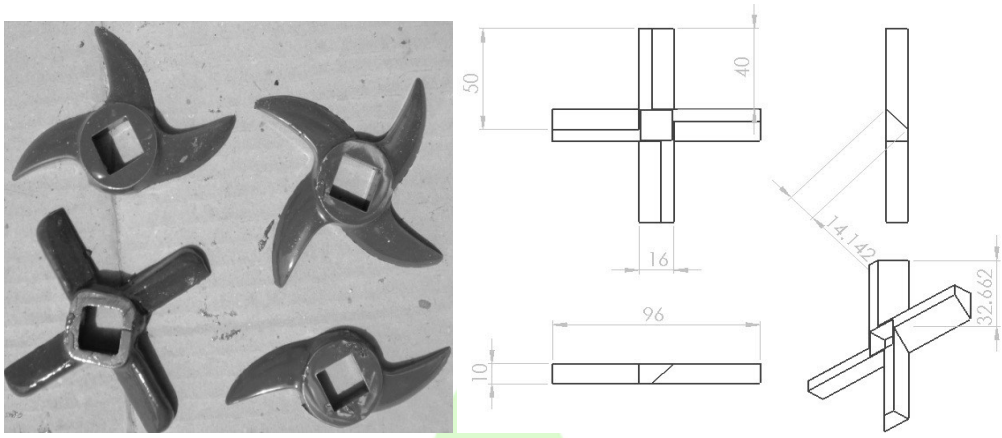
این وسیله به صورت سوار شونده پشت تراکتوری طراحی و ساخته شده است. و شامل بخشهای مکانیکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی و الکترونیکی می باشد(شکل ۲).



ب الف

شکل ۲. الف) یک نمونه نقشه از نمای روبرو وجین کن ب) شبیه سازی دستگاه وجین کن سوار بر پشت یک تراکتور در نرم افزار سالید ورکس

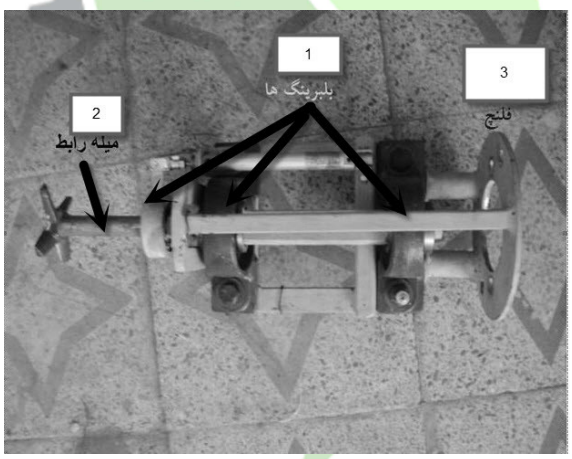
تیغه: برای انجام آزمایش‌های مربوط به عملکرد دستگاه، **سه نوع تیغه دو پره، سه پره و چهار پره** ساخته شد(شکل۳).



الف (a) ب (b)

شکل ۳. تیغه های مورد استفاده در دستگاه وجین کن: الف) نقشه فنی تیغه ب) چهار نمونه تیغه ساخته شده.

ساخت میله و شاسی نگهدارنده تیغه: به منظور انتقال نیروی دورانی از هیدروموتور به تیغه یک سازه طراحی و ساخته شده است (شکل۴).



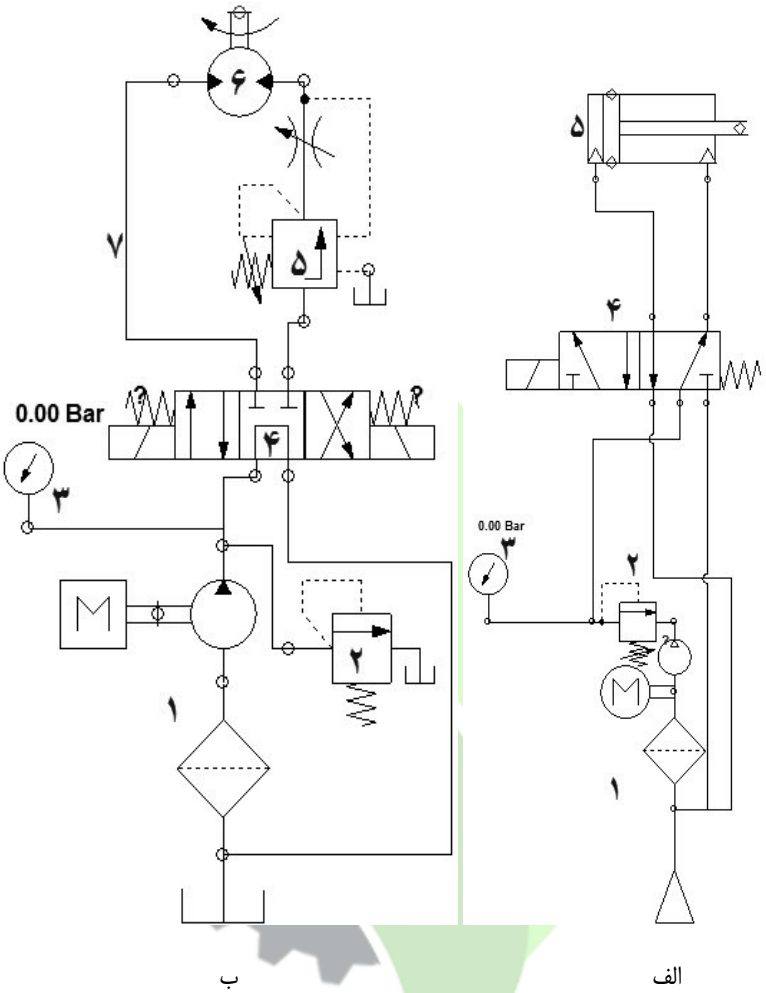
شکل ۴. مجموعه سر هم بندی شده تیغه و محرکه آن

۱– بلبرینگ‌ها[1] ۲– میله رابط ۳– **نگهدارنده هیدروموتور با سازه تیغه**

[1].Bearings

سامانه های هیدرولیکی[1] و پنوماتیکی[2]:

طراحی مدارهای هیدرولیکی، پنوماتیکی و آزمون آن در نرم افزار اتوماسیون استدیو[3] اجرا و سپس ساخته شدند(شکل۵).



ب الف

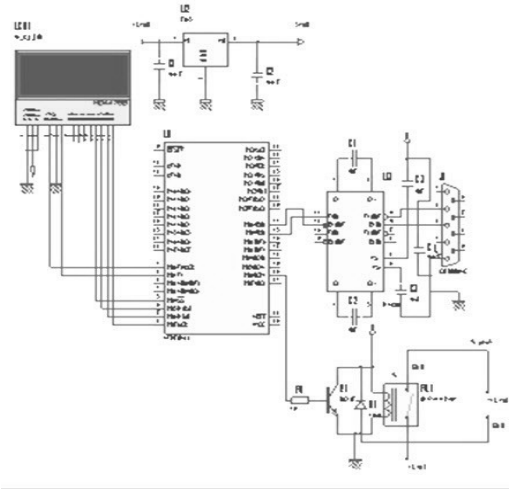
شکل ۵. مدار پنوماتیکی (الف) و مدار هیدرولیکی (ب) که برای دستگاه وجین کن طراحی و ساخته شده است.

الف) ۱- منبع پنوماتیکی ۲- فشار شکن ۳- فشار سنج ۴- شیر برقی ۵- جک پنوماتیکی دو طرفه. ب) ۱- منبع هیدرولیکی ۲- فشارشکن ۳- فشار سنج ۴- شیر برقی هیدرولیکی ۵- فلو کنترل ۶- هیدروموتور

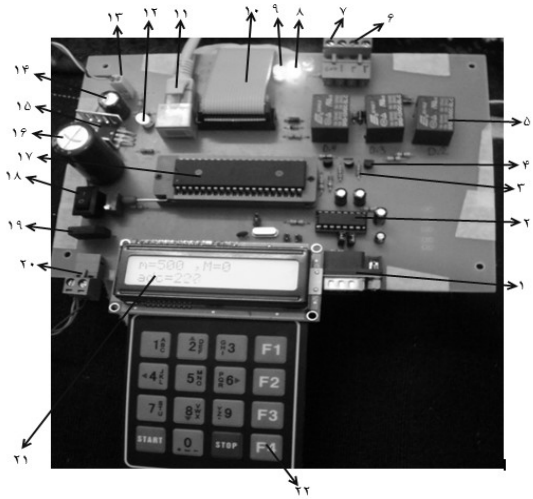
[1] .Hydraulic system
[2].Pneumatic systems
[3].Automation Studio 5.0

سامانه الکترونیکی:

طراحی مدار الکترونیکی و آزمون آن در در نرم افزار پروتئوس[1] انجام شد (شکل۶) و سپس ساخت آن انجام گرفت. مجموعه سخت‌افزاری میکروکنترلرATMega32 و اجزاء آن در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۶. نقشه سخت افزار میکروکنترلی مورد استفاده در محیط نرم افزار پروتئوس



شکل۷. سخت افزار میکروکنترلری ساخته شده برای کنترل فرایند وجین کردن

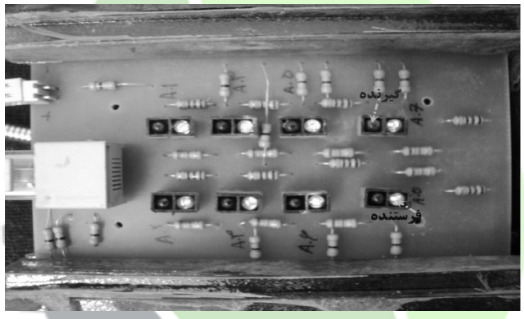
۱. ورودی کامپیوتر (پورت کام) ۲. Max232 ۳. مقاومت ۴. ترانزیستور ۵. رله ۶. خروجی رله ۷. زمین(GND) ۸. چراغ حالت فعال شیر پنوماتیکی ۹. چراغ حالت فعال شیر هیدرولیکی ۱۰. کابل فلت مربوط به صحفه کلید ۱۱. پورت میکرو ۱۲. چراغ فعال

[1] . Proteus 7.10 SP0

بودن کل مدار ۱۳. سوکت تغذیه حسگرها ۱۴. خازن خروجی رگولاتور ۱۵. رگولاتور(۷۸۰۵) ۱۶. خازن ورودی رگولاتور ۱۷. میکروکنترلر ۱۸. کلید خاموش و روشن کردن مدار ۱۹. پل دیودی ۲۰. سوکت باتری ۲۱. نمایشگر ۲۲. صحفه کلید

حسگر مادون قرمز:

این نوع حسگر به طور کلی از دو بخش فرستنده و گیرنده تشکیل می‌شود، بخش فرستنده تشکیل شده از یک فتو دیود که وظیفه آن انتشار امواج مادون قرمز می‌باشد. بخش گیرنده نیز تشکیل شده از فوتوترانزیستور که وظیفه آن آشکار سازی امواج بازتابی انتشار یافته از بخش فرستنده است. در این دستگاه ۴ واحد گیرنده و ۴ واحد فرستنده مورد استفاده قرار گرفته است. مجموعه حسگرها و مدار آنها در (شکل ۷) نمایش داده شده است. حسگر مادون قرمز بر روی هر رنگی که امواج بفرستد، بر اساس مقدار امواج بازتابی از آن رنگ یک ولتاژ خروجی متناسب تولید می کند. به طور مثال ولتاژ V_O برای رنگ سبز با مقدار V_O برای رنگ خاک متفاوت می‌باشد. از آنجائیکه رنگ گیاه سبز با رنگ خاک متفاوت است، پس V_O متفاوتی را برای هر کدام تولید می شود، یعنی با اندازه‌گیری مقدار V_O وجود گیاه از خاک قابل تشخیص می‌شود.



شکل۸ . یک تراشه از حسگر مادون قرمز تشخیص رنگ در دستگاه وجین‌کن

آزمون و ارزیابی دستگاه سله شکن:

معرفی مزرعه مورد استفاده در انجام آزمایشات:

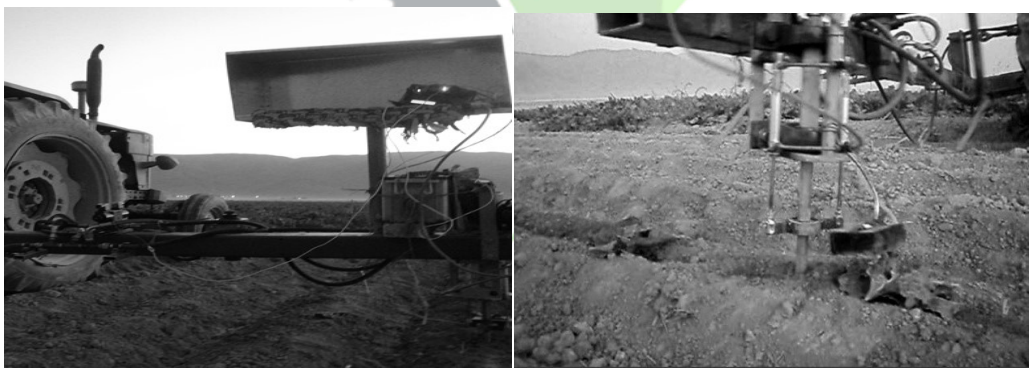
آزمایشات در یک مزرعه واقع در استان فارس، شهرستان اقلید، شهر حسن آباد به مختصات طول جغرافیایی۵۲درجه ۲۷دقیقه ۲۹ ثانیه، عرض جغرافیایی۳۰درجه۳۰دقیقه ۵۹ ثانیه و در ارتفاع ۲۱۵۰ متر انجام شد. مشخصات زمین محل انجام آزمایش در جدول ۱ آمده است. سبک انتخاب و چیدمان فاصله بوته‌ها در هر ردیف و سرعت‌ها در بلوک‌های مختلف به عنوان متغییرهای طرح آزمایش است. به منظور کاستن خطای دستگاه سله‌شکن، تیمارها به صورت تصادفی(بر اساس جدول اعداد تصادفی) با سرعت‌های مختلف سله شکنی انجام شد. این طرح در مهرماه ۱۳۹۱مورد ارزیابی قرار گرفت و بدلیل سردی هوا امکان سبز شدن گیاه در محیط مزرعه واقعی و طبیعی غیر ممکن بود. یک مزرعه در شرایط مصنوعی از بطرهای ۱/۵ لیتری سبز رنگ که با بریدن آن به قطر ۷ و طول ۹ سانتی متر در خاک با فواصل تعیین شده کاشته شد، استفاده گردید.

جدول ۱. موقعیت مزرعه که انجام آزمایشهای میدانی در آن انجام شده است.

نوع محصول	مساحت زمین (هکتار)	طول بلوک (متر)	عرض بلوک (متر)	ارتفاع متوسط بوته (متر)	عمق وجین (متر)	فاصله بوته ها در ردیف (متر)				بافت خاک
چغندر قند	۰/۲	۱۰	۲/۵۰	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۲۰	لومی

شرح آزمایشات میدانی: دستگاه سله‌شکن مجهز به فناوری ماشین بینایی طراحی و ساخته شده در مهر ماه ۱۳۹۱ مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت. متغیرهای اساسی کار دستگاه شامل سرعت پیشروی تراکتور در حین کار در دو سطح ۰/۴و۱ کیلومتر بر ساعت و فاصله بوته‌ها در هر ردیف در چهار سطح ۲۰، ۲۵، ۳۰و ۴۰ سانتی متری انتخاب شدند. داده‌های حاصله از میزان صدمه دیدن بوته‌ها و عمق سله‌شکنی، برای تجزیه و تحلیل جمع آوری گردیده‌اند.

روش کار دستگاه: با راه اندازی مدار هیدرولیکی توسط منبع مولد توان هیدرولیکی تراکتور مورد استفاده در طرح، روغن به ورودیP شیر برقی جریان می‌یابد. در صورتی که شیر برقی فعال نشود روغن از گذرگاه T خروجی شیر به مخزن باز می‌گردد. زمانی که مدار الکترونیکی شیر برقی هیدرولیکی را فعال کرده، روغن از شیر تعیین مسیرعبور کرده و به شیر کنترل جریان که به صورت سری در مسیر گذرگاه روغن به عملگر دورانی است، روان می‌شود و در نهایت سیال به هیدروموتور که محرک تیغه می‌باشد رسید و به حرکت در آمده، با راه‌اندازی مدار الکترونیکی حسگرهای فرستنده روشن شد و امواج را برای تشخیص رنگ به جسم فرستاده شد و حسگرهای گیرنده رنگ مورد نظر را با عدد میانگین که بین خاک و گیاه محاسبه شده به صحفه کلید مدار داده شد و سیگنال خروجی به مدار الکترونیکی ارسال، مدار الکترونیکی بطور اتوماتیک به شیر برقی پنوماتیکی دستور می دهد مدار پنوماتیکی از یک منبع پمپ باد تغذیه می شود، و شیر برقی به جک‌هایی که میله انتقال نیروی تیغه را هدایت می کند دستور می‌دهد به بالا و پایین حرکت کند(شکل ۹).



(الف) (ب)

(ج)

شکل ۹. عملیات مزرعه ای برای ارزیابی وجین کن

الف) نمای جلو دستگاه وجین کن، ب) نمای پشت ماشین ج) نمای جانبی ماشین

طبق جدول تجزیه واریانس ۲ بین بلوکها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. اما بین سرعت‌های متفاوت تراکتور در سطح یک درصد معنی دار یا به عبارت دیگر احتمال ۹۹٪ بین سرعت‌های متفاوت تراکتور از نظر تاثیر روی تعداد بوته صدمه دیده معنی دار گردید و در فاصله‌های متفاوت بوته‌ها در هر ردیف نیز از نظر صدمه دیدن بوته تفاوت با احتمال ۹۹٪ معنی دار گردیده، اما در اثر متقابل بین سرعت و فاصله تفاوت معنی دار مشاهده نگردیده است.

جدول ۲. تجزیه واریانس آزمایش اثر فاصله بوته و سرعت بر تعداد بوته صدمه دیده چغندر قند در قالب طرح اسپیلت پلات[1]

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F
بلوک	۲	۳۱۸/۶۱۱	۱۵۹/۳۰۵	۹/۸۳ ns
عامل سرعت پیشروی	۱	۱۸۲۸/۷۶۰	۱۸۲۸/۷۶۰	۱۱۲/۹۵ **
خطای سرعت	۲	۳۲/۳۸	۱۶/۱۹	
کرت اصلی	۵	۲۱۷۹/۷۵۲۵		
عامل فاصله	۳	۷۰۵۹/۳۵۵	۱۶۹۳/۱۸۸	۲۸/۳۲۷ **
اثر متقابل سرعت بر فاصله	۳	۵/۷۳۵	۱/۹۱۱	۰/۰۳۱۹ ns
خطای فاصله	۱۲	۷۱۷/۳۳	۵۹/۷۷	
کرت فرعی	۱۸			
کل	۲۳			

**اثر معنی دار در سطح۱٪ و ns اثر معنی دار ندارد.

[1]. Split-plot designs

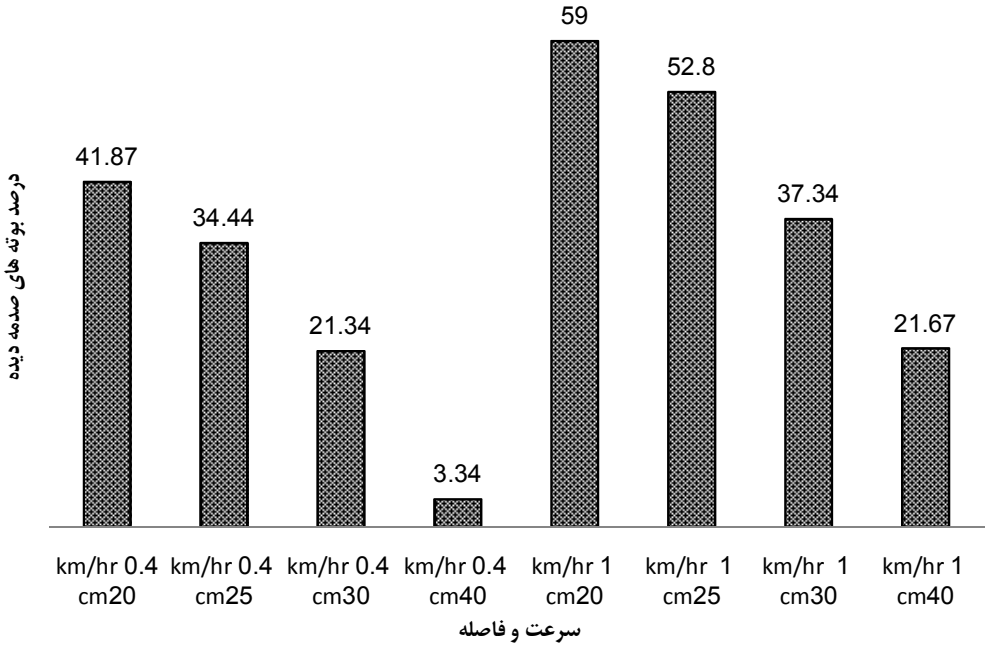
همان طور که در جدول تجزیه واریانس شماره ۳ بین اثر متقابل سرعت و فاصله اختلاف معنی داری مشاهده نشد. اما بین اثر متقابل فاصله و بلوک در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. و بین فاصله‌ها متفاوت نیز از نظر صدمه دیدن بوته تفاوت معنی‌دار مشاهده و به احتمال ۹۹٪ معنی دار گردیده است.

جدول ۳. تجزیه دقیق تر کرت های فرعی عامل فاصله

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F
عامل فاصله	۳	۵۰۷۹/۳۵۵	۱۶۹۳/۱۱۸	۹۰/۶۷**
اثر متقابل سرعت و فاصله	۳	۵/۷۳۵	۱/۹۱۱	۰/۱۰۲ns
اثر متقابل فاصله و بلوک	۳	۶۰۵/۲۸۹	۱۰۰/۸۸	۵/۴۰۲**
خطای فاصله	۶	۱۱۲/۰۴۱	۱۸/۶۷۳	
کرت فرعی	۱۸			

**اثر معنی دار در سطح۱٪ و ns اثر معنی دار ندارد.

گر چه اثر متقابل بین سرعت و فاصله معنی دار نشد اما با انجام مقایسه میانگین در آزمون دانکن در سطح ۵٪ تیمار شماره ۴ (۴۰cm ، سرعت$^{-1}$ km hr ۰/۴) با ۳/۳۴ کمترین آسیب به بوته را وارد کرده است که بهترین تیمار می باشد(شکل۱۰).



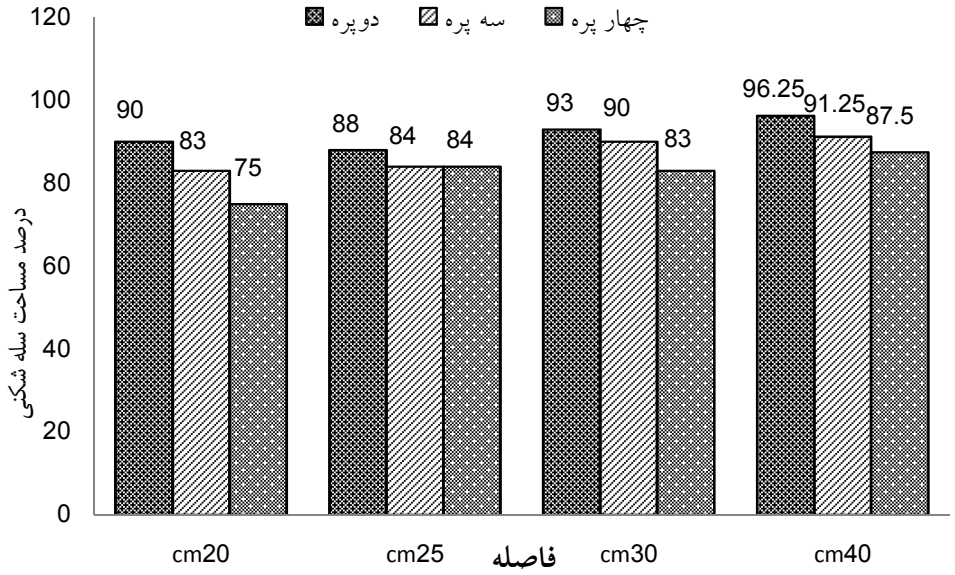
شکل ۱۰. درصد بوته های صدمه دیده برای کلیه تیمارهای مورد آزمایش با تیغه چهار لبه برشی

مساحت سله شکنی

مساحت سله شکنی انواع تیغه ها با فرمول شماره (۱) محاسبه گردید:

$$\text{مساحت سله شکنی بر حسب درصد} = \frac{\text{عرض تیغه} \times \text{فاصله بین بوته‌ها که سله شکنی شده}}{\text{عرض پشته} \times \text{فاصله بوته ها}} \times 100 \quad (۱)$$

تیغه دو پره با ۹۶/۲۵، ۹۳، ۸۸ و ۹۰ درصد بیشترین دقت، تیغه سه پره با ۹۱/۲۵، ۹۰، ۸۴ و ۸۳ درصد و تیغه چهار پره با۸۷/۵، ۸۳، ۸۴ و ۷۵ درصد کمترین دقت در درصد مساحت سله شکنی را در بر داشت. در نتیجه تیغه دو پره با مساحت سله شکنی ۹۱/۸۱ درصد نسبت به تیغه سه ۸۷/۰۶ درصد و چهار پره ۸۲/۳۷ درصد بهترین نوع تیغه می‌باشد. در نتیجه تیغه دو پره بهترین گزینه از نظر مساحت سله شکنی را دارد(شکل۱۱).



شکل ۱۱. مقایسه کارآئی سه نوع تیغه در میزان مساحت سله شکنی

نتیجه گیری

ساخت یک دستگاه سله‌شکن – وجین‌کن چغندرقند با فناوری ماشین بینایی برای سله‌شکنی بین بوته ها امکانپذیر گردیده است. عملکرد دستگاه در سرعت های متفاوت تراکتور و فاصله‌های متفاوت بوته ها در هر ردیف روی تعداد بوته های صدمه دیده موثر بوده در سرعت ۰/۴کیلومتر بر ساعت و فاصله بین بوته برابر ۴۰ سانتی متری ۳/۳۴ درصد، بهترین کارآئی، و در سرعت ۱کیلومتر بر ساعت و فاصله ۲۰سانتی متری ۵۹ درصد بوته ها صدمه دیدند. نوع تیغه بر مساحت سکه شکنی تاثیر داشته و تیغه دو پره بیشترین درصد مساحت سله‌شکنی راداشته است. این طرح بکار گیری روش ماشین بینائی برای افزایش دقت و کیفیت وجین کردن و سله شکنی در محصولات ردیفی را نشان می دهد. استفاده از تراکتورهای کمتر از ۱۰۰ قوه اسب بخار است متداول و شرایط زراعی کشور می‌تواند یک گام موثر مکانیکی برای مبارزه با علف هرز باشد. به منظور توسعه این وسیله به شکل محصول صنعتی تحقیقات بیشتری بایستی اجرا گردد.

منابع

۱- گل محمدی، م.، عبداله پور، ش.، و محمودی، ا. ۱۳۸۸. طراحی و ساخت دستگاه تنک کن محصولات ردیفی، دانشگاه تبریز.

۲- احمدی مقدم، پ.، و کمایزاده، م، ح. ۱۳۸۱. طراحی وجین کن مخصوص تراکتور های مسی فرگوسن شاسی بلند، دانشگاه ارومیه.

3- Afzalinia, S., J. M. Niroumand, and D. Mohammadi. 2008. The Effect of Row Crop Cultivator Types on Sugar Beet Yield and Quality. Journal of Agricultural Engineering Research 9: 57-68.

4- Arab Mohamad Hoseini, A., H. Samimi Akhijahani, H. Mehr Avaran, and J. Masah. 2007. Design of a mechanism a new Cultivator (part 1: path Generation and Dimensional Synthesis. Agriculture fall 9(2): 63-76.

5- Bakker, T., H. Wouters, K. van Asselt, J. Bontsema, L. Tang, J. Müller, and G. van Straten. 2008. A vision based row detection system for sugar beet. Computers and Electronics in Agriculture 60: 87-95.

6- Bakker, T., K. van Asselt, J. Bontsema, J. Müller, and G. van Straten. 2011. Autonomous navigation using a robot platform in a sugar beet field. Biosystems Engineering 109: 357-368.

7- Jafari, A. A., S. S. Mohtasebi, H. Eghbali Jahromi, and M. Omid. 2006. Developing a Suitable Algorithm for Segmentation of Weeds from Sugar beet crop in normal

field conditions using image processing. Iranian Journal of Agricultural Sciences (Journal of Agriculture); 37(4):572-561.

8- Kiani, S., and A. A. Jafari. 2012. Crop Detection and Positioning in the Field Using Discriminant Analysis and Neural Networks Based on Shape Features. Journal of Agricultural Science and Technology 14: 755-765.

9- Nørremark, M., H. W. Griepentrog, J. Nielsen, and H. T. Søgaard. 2008. The development and assessment of the accuracy of an autonomous GPS-based system for intra-row mechanical weed control in row crops. Biosystems Engineering 101: 396-410.

10- Pérez-Ruiz, M., D. C. Slaughter, C. J. Gliever, and S. K. Upadhyaya. 2012. Automatic GPS-based intra-row weeds knife control system for transplanted row crops. Computers and Electronics in Agriculture 80: 41-49.

11- Safari, M., an A. Hemmat. 2005. Design, construction and evaluated rotary cultivator. Journal of Agriculture Sciences. Nature Resour. 12(2).

12- Safari, M., and H. Najafi. 2008. Evaluation of different cultivators' performance to control of weeds in sugar beet cultivation. Journal of Agriculture 10 (2).

13- Slaughter, D. C., D. K. Giles, and D. Downey. 2008. Autonomous robotic weed control systems: A review. Computers and Electronics in Agriculture 61: 63-78.

14- Tillett, N. D., T. Hague, and S. J. Miles. 2002. Inter-row vision guidance for mechanical weed control in sugar beet. Computers and Electronics in Agriculture 33: 163-177.

15- Tillett, N. D., and C. MIMechE. 2005. Video camera based precision guidance: Development and applications to field crops. RASE. Agricultural automation research on the closure of Siloes Research Institute.

Design, development and evaluation of a machine vision-type sugar beet crust – breaker and weeding unit in a simulated field

Esmail Chaligar[1*],Mohammad hossin Raoufat[2] , Seyed Mohmmad Reza Khadem[3] and Ebrahim Chaligar[4]

1- MSc Student, Department of Biosystems Engineering, member of young research and intelligent org, Islamic Azad university ,Eghlid branch
Es.chaligar@gmail.com

2- Professor, Department of Biosystems Engineering, Islamic Azad University, Eghlid branch

3- Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Islamic Azad university, Eghlid branch

4- Farm mechanization engineer, member of agricultural and natural resource of Farse province org

Abstract

In cultivation of sugar beet the weeding and crust breaking are performed manually. Design, fabrication and evaluation of a soil crust breaker and weeding implement equipped with a machine vision system was created. The hydromotor as blade driver is activated by the distance detector sensors. In addition, command signals are sent to the pneumatic valves to actuate, the weeding-crust breaking, blade up and down for passing over of plants without plant damage. For field evaluation split plot experiments arranged in complete randomized block design were considered in three replications. The implement was evaluated at two levels of forward tractor speed of 0.4 and 1 km/h and four plant spacing of 20, 25, 30 and 40 cm.The number of plants damaged and surface area of broken crusts for different blade configurations were also measured and later analyzed. The analysis indicate that the inter row spacing have been effectively meaningful on plant injury rate and by mean comparison ,the unit has the most and the least damage to the plants for distances of 20 and 40 cm respectively. The result clarified that forward speed with four knife blade was effective on the damaged plant rate. Speed of 1 km hour^{-1} with 20 cm spacing had the most (59%) and speed of 40 cm had the least effect (3.34%) on the rate of plant damage.

Key word: Sugar beet cultivation, Crusting, Machine vision and Cultivator.