مجله مهندسی زیست سامانه

طراحی و ساخت ربات بذرکار خورشیدی مجهز به فناوری تشخیص ردیف کشت

سید محمد جاویدان [۱]*- داود محمد زمانی [۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۴

چکیده:

با توجه به گسترش استفاده از ماشین‌های خودکار در بخش کاشت، داشت و برداشت به منظور افزایش بهره‌وری و دقت و نیز کاهش مصرف انرژی در عملیات زراعی، کشاورزی دقیق از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده از فناوری جدید در ماشین‌های کشاورزی از مهمترین عوامل گسترش علم کشاورزی دقیق است که توانسته روز به روز بر افزایش کارایی عملکرد ماشین در حین عملیات زراعی کمک نماید. در این پژوهش به منظور کاشت خودکار بذر حبوبات در مزرعه و نیز تشخیص جوی پشته‌ها در ردیف کشت در هنگام عملیات کاشت، ربات بذرکار خورشیدی مجهز به فناوری تشخیص ردیف کشت طراحی و ساخته شد. این ربات مجهز به فناوری تشخیص موانع بوده و توان مصرفی خود را توسط انرژی خورشیدی تامین و این قابلیت را داراست که عملیات دور زدن در انتهای مسیر در پایان ردیف‌های کشت را نیز بصورت خودکار انجام دهد.

واژگان کلیدی: ربات، بذرکار، تشخیص ردیف، انرژی خورشیدی

مقدمه :

کشاورزی توسعه یافته نیاز به یافتن راه‌های جدید برای بهبود بهره‌وری دارد. یکی از این رویکردها، استفاده از فناوری اطلاعات، در قالب دستگاه‌های هوشمند برای کاهش مصرف انرژی و مدیریت آن به روش‌های موثرتر از گذشته باشد. کشاورزی دقیق مزایای این رویکرد را نشان داده است و هم اکنون می‌توان به سمت بکارگیری نسل جدیدی از تجهیزات در بخش کشاورزی حرکت کرد. ظهور فناوری‌های جدید این فرصت را ممکن می-سازد تا یک طیف وسیعی از تجهیزات جدید کشاورزی بر پایه دستگاه‌های کوچک و هوشمند ساخته شود که بتوانند در مکان مناسب و زمان مناسب به درستی کار کنند.(Stafford, 2013). در شرایط کنونی اکثر کشورها به نیروی انسانی ماهر در بخش کشاورزی دسترسی ندارند که این موضوع بر رشد کشورهای در حال توسعه تأثیر می‌گذارد. بنابراین کشاورزان باید از فناوری-های ارتقاء یافته برای فعالیت‌های کشت (خاکورزی، کاشت بذر، کودهی، سم پاشی و غیره) استفاده کنند. (Abdulrahman, 2017) علاوه بر آن در حال حاضر ماشین‌های سنگین و بزرگی طراحی شده‌اند که هنگام حرکت بر روی زمین‌های کشاورزی، باعث فشرده‌سازی خاک می‌شوند. با ادامه فعالیت این ماشین‌ها، یک لایه خاک فشرده ایجاد شده که توانایی بسیار کمی برای جذب آب و هوا را داراست که منجر به فرسایش و سیلاب خواهد شد. (Blackmore, 2005) بنابراین زمان آن رسیده که بخش رباتیک در کشاورزی برای غلبه بر این مشکل به کار گرفته شود که به نوبه خود نیز نیاز به کارگران را از بین می‌برد و همچنین از تلف شدن بذر نیز جلوگیری می‌کند (Abdulrahman, 2017). استفاده از فناوری رباتیک در زمینه کشاورزی، راه حل خوبی برای مشکلات زارعین در زمینه کاشت محصول خواهد بود. سامانه پیشنهادی نقش مهمی در انجام وظیفه کاشت بذر دارد (Swati, 2015). ربات‌های خودکار به طور کامل تحت کنترل یک برنامه رایانه‌ای کار می‌کنند. آن‌ها اغلب از حسگرها برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد محیط اطراف خود برای حرکت استفاده می‌کنند. ربات‌های با قابلیت کنترل، تحت کنترل افراد و یا برنامه‌های رایانه‌ای کار می‌کنند. (Anil Meravade, 2017) پژوهشگران سرعت عمل بهتر و توانایی کاشت بذر را برای فرآیند پیشرفته کشاورزی ارائه دادند که شامل کشت مبتنی بر رباتیک می‌باشد. آنها از موتور DC دارای چهار چرخ استفاده

[۱]- دانشگاه تربیت مدرس، گروه مکانیک بیوسیستم، تهران، ایران
[۲] - گروه مهندسی بیوسیستم، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران
* نویسنده مسؤول: Mohamad.javidan@modares.ac.ir

کرده‌اند. (Abdulrahman, 2017)

ربات‌های مجهز به سامانه تشخیص موانع از دو حسگر فرا صوت برای تشخیص فاصله از موانع استفاده می‌کنند تا بر اساس فواصل اندازه‌گیری شده، یک الگوریتم تشخیص مانع برای تعیین موقعیت جابجایی در اطراف ماشین کشاورزی (ربات) به وجود آید.(Edan, 2009). مادامی که فرآیند شارژ باتری مورد استفاده در ربات‌ها توسط انسان انجام می‌شود، واحد تامین نیروی آن یک نقص در توانایی ربات‌ها به حساب می‌آید زیرا این امر باعث می‌شود که ربات به انسان وابسته شود. حتی اگر یک سامانه برای بارگیری خودکار باتری‌ها با استفاده از پنل‌های خورشیدی وجود داشته باشد. (Salokhe, 2015) پنل خورشیدی، انرژی خورشیدی را به شکل برق یا حرارت و یا کار مکانیکی جمع‌آوری و تبدیل می‌کند و می‌توان از آن به عنوان وسیله-ای برای شارژ کردن باتری استفاده نمود. (Swetha, 2015) بدین ترتیب دستگاه ربات بذرکار خورشیدی به کشاورزان در مناطق دور افتاده کشور که سوخت به راحتی برایشان قابل دسترسی نیست کمک می‌کند. در عین حال با استفاده از انرژی خورشیدی، آلودگی نیز می‌تواند کاهش یابد. (Swetha, 2015)

روشان و همکاران (۲۰۱۳) در کشور هند بذرکار دو ردیفه چند منظوره‌ای را با موزع مکانیکی ساختند که عملیات کشت و کوددهی را همزمان انجام می‌داد. کاشت با این دستگاه هزینه و زمان کشت بذر را کاهش می‌داد (Roshan & Marode, 2013). نیتین و شیواپراکاش (۲۰۱۶) در پژوهشی بذرکار خورشیدی‌ای را طراحی و ساختند که قابلیت پوشاندن بذر با خاک و آبدهی بذر را داشت. این ربات با باطری و انرژی خورشیدی کار می‌کرد. (Nithin, 2016) سوتا و شریهارشا (۲۰۱۵) ربات بذرکار خورشیدی‌ای را ساختند که از موتور DC برای حرکت ربات استفاده می‌کرد و انرژی مصرفی خود را برای شارژ کردن باطری از پتل خورشیدی تامین می‌کرد این ربات برای تشخیص خطوط کشت از سنسور IR استفاده می‌کرد. (Swetha, 2015) کونال و همکاران (۲۰۱۷) در طراحی و ساخت دستگاه بذر کار تک ردیفه‌ای به منظور خارج نشدن از ردیف کشت از حسگر اثر هال استفاده نمودند. به گفته ایشان دستگاه ساخته شده دارای کارایی بالا بوده و عملیات کاشت را با هزینه کمتری نسبت به دستگاه‌های متناظر انجام می‌داد. (Kunal & Dhande, 2017)

توسعهٔ کشت بذر حبوبات توسط ربات علاوه بر کاهش هزینهٔ تولید، به افزایش علاقهٔ کشاورزان به کشت توسط ربات‌های کارنده خواهد انجامید. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تاکنون هیچ نمونه‌ای از به کارگیری روش تمام مکانیزه در کشت بذر حبوبات توسط ربات در ایران در منابع علمی در زمان اجرای این تحقیق گزارش نشده است.

در این طرح رباتی به منظور کاشت خودکار بذر حبوبات در مزرعه طراحی و ساخته شده است. این ربات مجهز به فناوری تشخیص جوی و پشته‌های ردیف کشت توسط حسگرهای تشخیص موانع می‌باشد. همچنین این ربات توان مصرفی خود را توسط انرژی خورشیدی تامین کرده و این قابلیت را داراست که عملیات دور زدن در انتهای مسیر در پایان ردیف-های کشت را بصورت خودکار انجام دهد.

به منظور بررسی سازوکارهای موجود و نیز ارائه طرح جدید، چندین مدل از نمونه‌های خارجی (نمونه داخلی وجود ندارد) مطالعه و با توجه به نحوه کشت بذر غلات بهترین طرح انتخاب شد. پس از مدل‌سازی اولیه دستگاه با نرم‌افزار solidworks 2016 مراحل ساخت نمونه اولیه آغاز شد.

مواد و روش‌ها

هدف اصلی عملیات کاشت، قرار دادن دانه و کود در ردیف‌ها در عمق مناسب و فاصله مناسب بذر در ردیف کشت، پوشاندن بذرها با خاک و فشردن خاک بر روی بذر است. فاصله بذرها و عمق کاشت از محصول به محصول دیگر متفاوت است، این کار برای شرایط مختلف کشاورزی و اقلیمی برای رسیدن به مقادیر مطلوب از کشت توصیه می‌شود. (Kyada, 2014) به روش معمول، کشاورزان به طور دستی در اطراف هر ردیف قرار می‌گیرند تا بذر تقریبا در فاصله مورد نیاز و محل هدف قرار گیرد. عدم حفظ فاصله مطلوب یا عدم توانایی دانه بندی دانه‌ها در محل مورد نیاز، کارایی کلی را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد. (Ravishankara, 2014) اما در روش کاشت با ربات این کار بصورت خودکار انجام خواهد گرفت.

ربات ساخته شده از دو سازوکار مهم عملیاتی شامل:

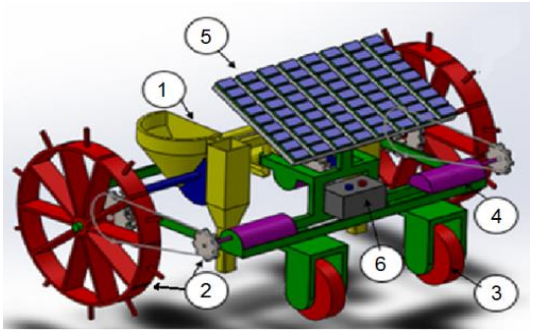
۱) **قسمت‌های مکانیکی**: چرخ‌ها، زنجیر و چرخ زنجیر، موزع بذر، شاسی، شیار بازکن

۲) **قسمت‌های الکترونیکی:** پنل خورشیدی، شارژ کنترل کننده، باتری، موتور الکتریکی، درایور موتور، حسگر التراسونیک، ماژول آردینو و سامانه هشدار دهنده خطا تشکیل شده است.

قسمت‌های مکانیکی ربات

نحوه طراحی ساختار ربات به گونه‌ای است تا بتواند با چرخ-های راست و چپ خود در دو طرف پشته‌های ردیف‌ها حرکت کند. دو لوله سقوط به منظور رساندن بذرها به داخل فضای ایجاد شده برای دانه‌ها در خاک تعبیه شد. در بالای هر لوله، موزعی به منظور انتخاب یک به یک دانه‌ها و ارسال به شیار

خاک برای کاشت قرار داده شد. شکل ۱ نمای کلی از اجزاء ربات بذر کار را نشان می‌دهد.

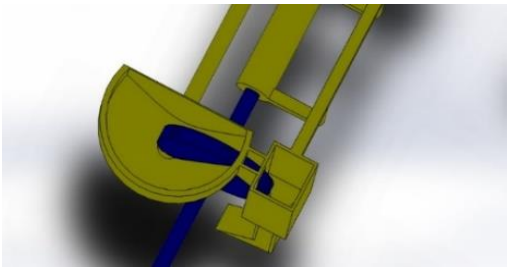


شکل ۱- نمای کلی از اجزاء ربات

(۱: سازوکار کارنده بذر ۲: چرخ‌ها و موتورالکتریکی ۳: چرخ‌های عقب ۴: شاسی ۵: پنل خورشیدی ۶: باتری)

موزع دانه: در کشت محصولات با بذر حبوبات و غلات، دستگاه مستلزم آن است که یک دانه در یک محل واحد بکارد به طوری که هیچ تراکمی از محصول وجود نداشته باشد. مثلا برگ‌های ذرت بزرگ و جدا از هم هستند بنابراین دانه‌ها می‌بایست بطور تکی در محل کاشت با حفظ فاصله تا دانه دیگر قرار گیرند. (Mukhtar Ullah, 2016) بنابراین یکی از قسمت‌های اصلی در این طرح موزع دانه است که عملکرد آن انتخاب یک بذر از توده‌ای از بذرها برای کاشت در خاک است. موزع، دانه‌ها را از توده بذر موجود در مخزن بذر برداشته و سپس به کارنده برای کاشت در خاک منتقل می‌کند.

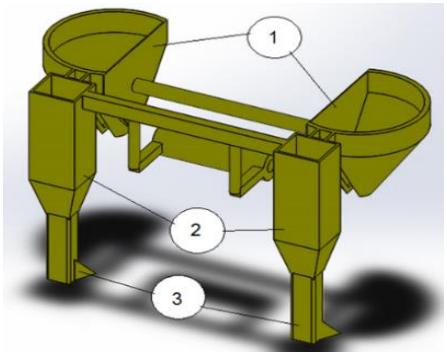
درون مخزن بذر موزع قرار می‌گیرد تا با حرکت چرخشی خود بذرها را بصورت تکی از مخزن گرفته و به منظور کاشت به لوله سقوط بذر بیاندازد. شکل ۲ و ۳ به ترتب نمایی از اجزاء موزع بذرکار را که در نرم افزار سالیدورک طراحی شده و موزع ساخته شده را نشان می‌دهند.



شکل ۲- موزع و مخزن بذر طراحی شده در نرم افزار سالیدورک

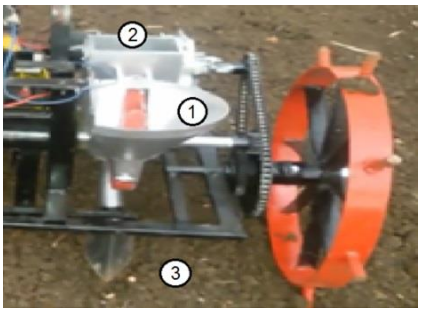
شکل ۳- موزع دانه ساخته شده

بذرها پس از برداشته شدن از مخزن توسط موزع به لوله سقوط منتقل شده و در شیار ایجاد شده توسط شیاربازکن قرار گرفته و بوسیله چرخ‌های پوشاننده بذر با خاک پوشانده خواهند شد. شکل ۴ و ۵ به ترتیب محل قرارگیری مخزن لوله سقوط بذر و شیاربازکن‌ها را در طراحی انجام شده و ربات ساخته شده نشان می‌دهند.



شکل ۴- محل قرارگیری مخزن دانه، لوله سقوط بذر و شیار بازکن-های طراحی شده

(۱: مخزن بذر ۲: لوله سقوط بذر ۳: شیاربازکن)

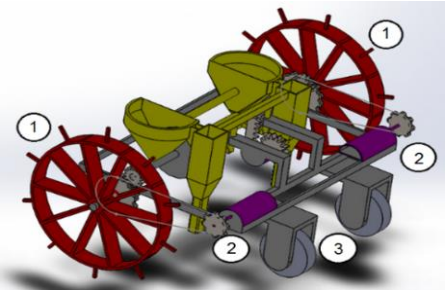


شکل ۵- محل قرارگیری مخزن دانه، لوله سقوط بذر و شیار بازکن‌های ساخته شده

(۱: مخزن بذر ۲: لوله سقوط بذر ۳: شیاربازکن)

چرخ‌ها و محرک چرخ‌ها: به منظور گردش محور چرخ‌ها از دو موتور ۱۲ ولتی استفاده شد. توان مورد نیاز برای موتورها از باتری و توان مورد نیاز برای شارژ باتری از انرژی تجدید پذیر خورشیدی از پنل خورشیدی ۱۲ ولتی استفاده شده است. این توان توسط چرخ زنجیر به چرخ ها رسیده و موجب حرکت ربات خواهد شد.

به منظور عدم لغزش چرخ‌ها پیرامون آن‌ها را به صورت خاردار ساخته تا در زمین فرو رفته و لغزشی ایجاد نگردد. در انتهای ربات برای حفظ تعادل از دو چرخ تعادل استفاده شده است. این چرخ‌ها علاوه بر حفظ تعادل در فشردن خاک و تثبیت آن بر روی بذرهای کاشته شده نیز موثر است. شکل ۶ سازوکار حرکتی چرخ‌ها و محور موزع را نشان می‌دهد. برای انتقال دور از موتور به چرخ‌ها از چرخ‌دنده زنجیری و زنجیر استفاده شده است.



شکل ۶- سازوکار حرکتی چرخ‌ها و محور موزع
(۱: چرخ ربات بذرکار ۲: محرک چرخ‌ها ۳: چرخ‌های تعادل)

رابطه ۱ نسبت دور موتور به دور چرخ‌ها را نشان می‌دهد.

$$\frac{D2}{D1} = \frac{N2}{N1} = \frac{Z1}{Z2} \quad (۱)$$

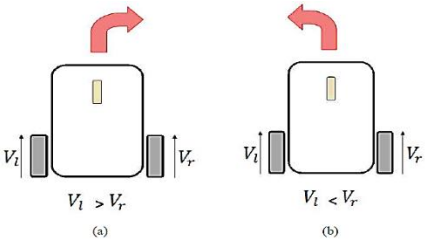
که در آن: D_1 و D_2: به ترتیب قطر چرخ‌دنده روی محور موتور و روی محور چرخ، N_1 و N_2: به ترتیب دور محور موتور و دور محور چرخ، Z_1 و Z_2: به ترتیب تعداد دنده‌های چرخ‌دنده روی محور موتور و تعداد دنده‌های چرخ‌دنده روی محور چرخ، می‌باشند.

قطر چرخ ربات و نیز تعداد دندانه‌های چرخ‌زنجیر روی محور چرخ‌ها و محور افقی موزع‌ها از جمله عوامل مهم در طراحی به حساب می‌آید چرا که فاصله بین بذرها را می‌توان با تغییر در ابعاد هر یک از این قطعات تغییر داد. برای این تناسب قطعات در مورد بذرکار طراحی و ساخته شده رابطه ۲ را می‌توان نوشت.

$$\mathbf{X} = \frac{D\,2}{D1} \times \frac{\mathbf{M}}{\mathbf{S}} \quad (۲)$$

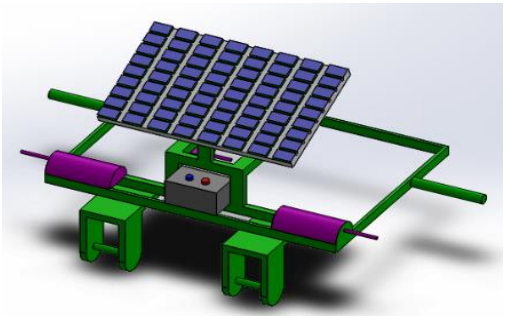
که در آن: D_1 و D_2: به ترتیب قطر چرخ‌دنده روی محور موتور و روی محور چرخ. محیط چرخ ربات، X: فاصله بین بذرها در ردیف کشت و S: تعداد سوراخ‌های روی موزع، می‌باشد.

سازوکار دور زدن ربات: تفاوت در سرعت دو چرخ جهت ربات را تغییر خواهد داد، سه راه مختلف برای کنترل حرکت ربات وجود دارد. (شکل ۷) الف: وقتی که چرخ چپ سریع‌تر حرکت می‌کند، جهت حرکت به سمت راست خواهد بود. شکل a ۷. ب: وقتی که چرخ راست سریع‌تر حرکت می‌کند، جهت حرکت به سمت چپ خواهد بود. شکل b ۷.پ: وقتی که هر دو چرخ در سرعت یکسان دارند، ربات در یک مسیر مستقیم حرکت خواهد کرد.



شکل ۷- محرک ربات: (a) چرخ سمت چپ سریع‌تر است (b) چرخ سمت راست سریع‌تر است

شاسی: شاسی وظیفه انسجام قطعات را بر عهده دارد و قسمتی است که قطعات بر روی ان سوار می‌شوند. شکل ۸ محل قرار گیری پنل خورشیدی و موتورهای محرک و نیز باتری دیده می‌شود.

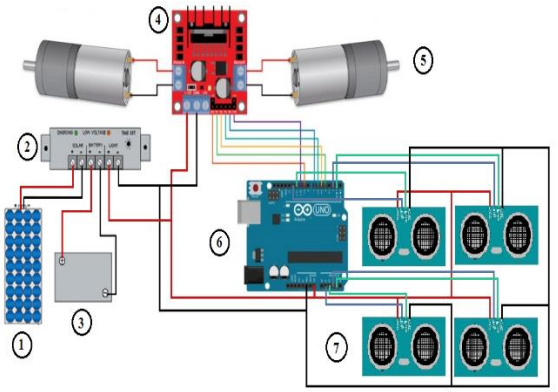


شکل ۸- شاسی طراحی شده در نرم افزار سالیدورک

اجزاء الکترونیکی ربات

تولید توان از انرژی خورشیدی: برای بدست آوردن ولتاژ مناسب معمولا از چندین سلول خورشیدی به جای یک سلول استفاده می کنند و بدین ترتیب توان تولیدی نیز، بیشتر خواهد شد. ایده این کار از سری کردن چندین سلول خورشیدی تشکیل می‌شود و بعد از سری شدن سلول‌ها با هم ولتاژ خروجی بدست می‌آید. به منظور ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی و با توجه به ولتاژ خروجی پنل خورشیدی ولتاژ باطری مورد نیاز نیز تعیین می‌گردد، در این مورد با توجه به ولتاژ ۱۲ ولتی موتورهای دستگاه از یک پنل خورشیدی و باطری ۱۲ ولتی استفاده شد. جهت کنترل جریان تولید شده توسط پنل خورشیدی از شارژ کنترل کننده خورشیدی استفاده شد. نقش شارژ کنترل کننده خورشیدی در سامانه‌های خورشیدی جدا از شبکه بسیار حائز اهمیت می‌باشد. از این رو که بازدهی سامانه‌های خورشیدی و همچنین آمپرهای خروجی از پنل خورشیدی را جهت شارژ کردن باطری خورشیدی بر عهده دارد.

نحوه اتصال اجزاء مکانیکی دستگاه از جمله پنل، شارژ کنترل کننده و باطری در شکل ۹ آمده است.



شکل ۹- نحوه اتصال قسمت های مکانیکی ربات (۱- پنل خورشیدی ۲- شارژ کنترل کننده ۳- باطری ۴- راه انداز موتور L298 ۵- موتور ۱۲ ولت DC ۶- ماژول آردینو UNO ۷- ماژول فراصوت HC-SR04)

راه‌انداز موتور L298 و کنترل حرکت ربات: به منظور کنترل حرکت موتور دنده از رله استفاده می‌شود تا H-bridge تولید نماید تا ربات را به حرکت در آورد.

H-bridge مداری الکترونیکی است که این امکان را بوجود می‌آورد تا یک ولتاژ در سراسر یک بار در هر دو جهت اعمال شود. این جریان‌ها اغلب در رباتیک و برنامه‌های کاربردی دیگر استفاده می‌شود که اجازه می‌دهد موتور DC به جلو و عقب حرکت نماید. به طور کلی آرایش پل H برای معکوس کردن قطب‌ها یا جهت موتور استفاده می‌شود، اما همچنین می‌تواند از آن به منظور ترمز موتور، (جایی که موتور ناگهان متوقف می‌شود) به عنوان اتصال کوتاه پایانه‌های موتور استفاده کرد.

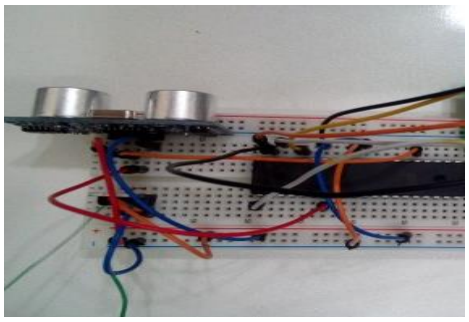
ماژول آردینو UNO: آردوینو یک برد متن باز برای نمونه-سازی می‌باشد و بر اساس سخت‌افزار و نرم‌افزار منعطف و ساده پایه‌ریزی و طراحی شده آردوینو می‌تواند محیط اطراف را با استفاده از حسگرهای مختلف حس کند و بر محیط اطراف خود با استفاده از لامپ‌ها، موتورها و سایر محرک‌ها اثر بگذارد. بنابراین آردینو به عنوان کنترل کننده کننده میزان فاصله سنجیده شده توسط حسگرهای فراصوت و دستور دهنده به راه اندازهای موتور برای ممانعت از برخورد به ردیف‌های کشت عمل کرده تا ربات در مسیر درستی عملیات کاشت بذر را انجام دهد.

ماژول فراصوت: در طراحی ربات تشخیص موانع، مسئله اولیه این است که چگونه ربات به طور خودکار به دنبال مسیر دقیق به عنوان مثال دنبال کننده یک خط در زمین با اجتناب از آسیب به جوی و پشته‌ها باشد. این عمل را می‌توان به سه روش پردازش تصویر و سامانه GPS و استفاده از حسگر فراصوت انجام داد. برای پردازش تصویر و سامانه GPS در ابتدا، ربات باید قادر به دنبال ردیف در مزرعه باشد اما این راه حل گران و پیچیده است و نیاز به یک واحد پردازش قوی دارد که به طور غیر مستقیم افزایش هزینه‌های پروژه را داراست. همانطور که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است حسگر فراصوت مزایای متعددی نسبت به پردازشگر همتای خود از نظر هزینه، پیچیدگی و سهولت در استفاده، بدون نیاز به معادلات تحلیلی فشرده است.

جدول۱: مقایسه بین روش ارائه شده، پردازش تصویر و GPS

عامل	حسگر فراصوت	پردازش تصویر	سامانه GPS
قیمت	پایین	بالا	بالا
پیچیدگی کار	پایین	بالا	بالا
صحت	بالا	بالا	پایین
دقت	بالا	بالا	پایین

بنابراین این پژوهش در مورد استفاده از حسگر فراصوت در مسیر انجام شد. این ماژول شامل یک جفت حسگر فرستنده و گیرنده فراصوت و همچنین آی‌سی‌های نویزگیر و تقویت-کننده‌های op-amp جهت تقویت سیگنال ارسالی و دریافتی می‌باشد. این ماژول را می‌توان مستقیما بدون هیچ واسطی به میکروکنترلر متصل کرد. (شکل ۱۰)



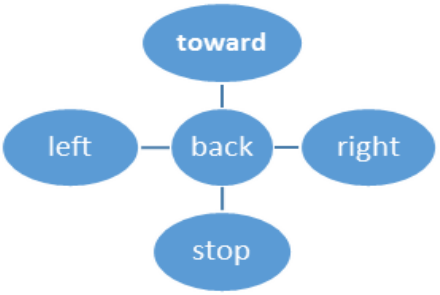
شکل ۱۰- ماژول فراصوت

چهار حسگر در هر دو طرف از ربات برای اندازه‌گیری فاصله بین چرخ ربات و ردیف پشته قرار داده شد. حسگرهای مورد استفاده به طور مداوم داده‌های اندازه‌گیری شده را به ADS می فرستند، ADS سیگنال آنالوگ را به دیجیتال تبدیل کرده، سپس آن را به کنترل کننده می‌فرستد. این امر با تولید دستور-های ویژه به راه‌انداز موتور برمبنای مقادیر اندازه‌گیری شده، مسیری را که ربات پیروی و ردیابی می‌کند، کنترل می‌کند. راه‌انداز موتور سرعت و جهت موتورها را برای پرهیز از صدمه رسانی ربات به ردیف‌ها و کاشت نامناسب، بر مبنای دستورات کنترل کننده، کنترل می‌کند. استفاده از حسگرهای فرا صوتی در اندازه گیری مقادیر زمان‌بر است که موجب تاخیر زمانی در فرآیند تصمیم گیری می‌شود، چرا که نوسانات کوچک ایجاد شده در حرکت ربات، سامانه را به سرعت به شرایط اضافه جهش (فرا رفت) می‌رساند. این مسئله با به کارگیری یک کنترل کننده PID حل شد که نوسانات کل را کاهش داده و حرکت پایدار را نتیجه می‌دهد.

ممانعت عبور از مانع و آشکارساز خطا: هنگامی که ربات در حال حرکت در زمینی از خاک سفت است، احتمال زیادی وجود دارد که ربات در مسیر خود با برخی موانع مواجه شود. این موانع مسیر را مسدود می‌کند و اگر ربات حرکت خود را متوقف نکند ممکن است موجب خسارت در سامانه شود. به منظور حفاظت ربات از موانع، حسگر فراصوت فاصله تا مانع را ضبط و مقادیر را به کنترل کننده ارسال می‌کنند که باعث می‌شود دستورات برای تمام توابع در حال اجرا از ربات متوقف شده و یک ماژول GSM سیگنال خطا را به همراه کاربر می‌فرستد. لذا به منظور حل این مشکل از سیم کارت 900 ماژول‌های

GSM/GPRS استفاده شد. کنترل کننده خطا را شناسایی و سپس دستورات را به ماژول GSM به منظور ارسال پیام خطا به مالک ارسال می‌نماید.

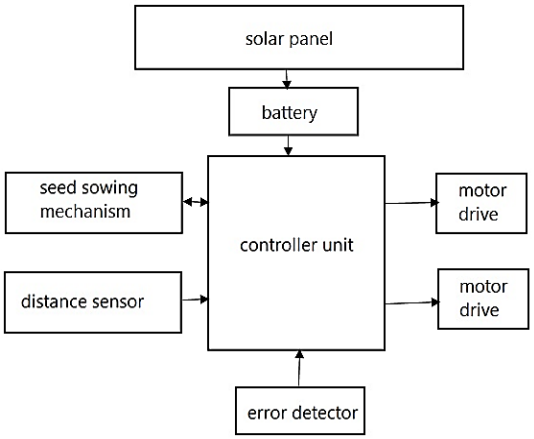
ماژول بلوتوث برای حرکت بر پایه اندروید: چرخ‌ها با موتور-های دنده‌ای محاط شده‌اند، آن‌ها تا زمانی‌که موتور به صورت الکتریکی انرژی نگیرد، قادر به حرکت نیستند. بنابراین برای کنترل حرکت ربات به صورت دستی، برای ارتباط با موبایل اندروید از بلوتوث استفاده می‌شود. تصویر زیر، اپلیکیشن اندروید مورد استفاده برای فرستادن سیگنال‌ها به ربات را نشان می‌دهد. کنترل کننده سیگنال‌ها را دریافت کرده و بر مبنای آن‌ها دستورها را تولید می‌کند. (شکل ۱۱)



شکل ۱۱- پنل کاربری اندروید

نتایج

شکل ۱۲ نمودار جعبه‌ای کلی از عملکرد ربات را نشان می-دهد.



شکل ۱۲- نمودار جعبه‌ای نحوه کارکرد دستگاه

با به حرکت در آمدن موتورهای موجود که توان چرخشی خود را از باتری که خود با انرژی تجدیدپذیر خورشیدی شارژ می‌شود، چرخ‌های ربات شروع به حرکت می‌کنند. این حرکت توسط چرخ زنجیر و دنده زنجیری از موتور به چرخ‌ها منتقل می‌شود. در نتیجه چرخش چرخ‌ها محور موزع‌ها که توسط دو چرخ دنده بر روی محور چرخ سوار است شروع به گردش کرده و بذرها را بصورت تکی برداشته و به داخل لوله سقوط منتقل می‌نماید و در شیار ایجاد شده توسط شیار باز کن قرار می‌دهد.

چهار حسگر در هر دو طرف از ربات برای اندازه‌گیری فاصله بین چرخ ربات و ردیف پشته قرار داده شده است که به طور مداوم داده‌های اندازه‌گیری شده را به ADS می‌فرستند، ADS سیگنال آنالوگ را به دیجیتال تبدیل کرده، سپس آن را به کنترل کننده می‌فرستد. این امر با تولید دستورهای ویژه به راه‌انداز موتور برمبنای مقادیر اندازه‌گیری شده، مسیری را که ربات پیروی و ردیابی می‌کند، کنترل می‌کند. راه‌انداز موتور سرعت و جهت موتورها را برای پرهیز از صدمه رسانی ربات به ردیف‌ها و کاشت نامناسب، بر مبنای دستورات کنترل کننده کنترل می‌کند. با این روش ربات در ردیف‌های کشت باقی خواهد ماند و توانایی ان را دارد که عملیات کشت را به خوبی انجام دهد. به دلیل شرایط متنوع زمین‌های کشاورزی (ناهمواری-ها و موانع) گاهی ممکن است عملیات ربات در حین ماشت متوقف شود که در صورت بوجود آمدن این مورد ربات قادر است پیامی را به کاربر برساند تا او را از وضعیت موجود با خبر سازد.

نتیجه‌گیری

این ربات با استفاده از قطعات با انرژی الکتریکی DC طراحی شده است و کل سامانه با باطری کار می‌کند. بنابراین از پنل-های خورشیدی می‌توان برای شارژ باتری در مکان‌هایی که در آن مشکل برق وجود دارد استفاده شود.

به منظور ارتقاء در آینده، ربات به گونه‌ای طراحی شده است که از آن برای فرآیند کاشت محصولات کشاورزی مانند ذرت، باقلا، پنبه و غلات استفاده شود.

این ربات همچنین می‌تواند برای پخش کودها و سمپاشی آفت‌کش‌ها به زمین‌های زراعی استفاده شود. ربات بذر کار پس از تشخیص فاصله ردیف‌ها و ایجاد فواصل در کشت بذرها با یکدیگر موجب کاهش علف هرز و گیاهان ناخواسته در بین ردیف‌ها خواهد شد.

References

Abdulrahman, M. K. 2017. Seed Sowing Robot. International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCST), 5(2), 131.

Anil Meravade, Y. M. 2017. Design and Development of Advanced MultiTasking Android Based Agrobot. nternational Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 4(6), 4081.

Blackmore, B. S. 2005. Robotic agriculture–The future of agricultural mechanisation. 5th European Conference on Precision Agriculture.

Edan .Y, H. S. (2009). autonomous agricultural vehicles and robotic field operations. In Automation

in Agriculture (p. 1099). Springer, Berlin, Heidelberg.

Kunal A. Dhande, O. R. (2017). Design and Development of Automatic Operated Seeds Sowing Machine. International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication , 5(2), 277-279.

Kyada, A. R. 2014. Dessign and Development of Manually Operated Seed Planter Machine. In 5th International & 26th All India Manufacturing Technology, Design and Research Conference. Guwahati, Assam.

Mukhtar Ullah. 2016. Towards Autonomy in Agriculture: Design and Prototyping of a Robotic Vehicle with Seed Selector. International Conference on Robotics and Artificial Intelligence.

Nithin P V, S. S. 2016. Multi purpose agricultural robot. International Journal of Engineering Research, 5(6), 1129-1254.

Ravishankara, B. S. 2014. Design and implementation of seeding and fertilizing agriculture robot. International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEM), 3.

Roshan V Marode, G. P. 2013. Design and Implementation of Multi Seed Sowing Machine. international of mechanical engineering and robotic research, 2(4), 421-429.

S. Blackmore, B. S. (2005). Robotic agriculture–The future of agricultural mechanisation.5th European Conference on Precision Agriculture.

Salokhe, S. S. 2015. Solar powered battery charging of robotic vehicle. International Journal of Emerging Technology in Computer Science & Electronics (IJETCSE), 14(2).

Stafford, J. V. 2013. Precision Agriculture '13. Wageningen Academic.

Swati, D. S. 2015. Use of Robotics Technology for Seed Sowing in Agriculture. Bharti Vidyapeeth, Deemed University, Pune(1), 54.

Swetha S, S. G. 2015. Solar Operated Automatic Seed Sowing Machine. International Journal of Advanced Agricultural Sciences and Technology, 4(1), 67.

Design and Construction af Solar Powered Seed Planter Robot with Row Detection Technology

Seyed Mohamad Javidan[1]*, Davood Mohammadzamani[2]
1- Department of Biosystems Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2- Department of Biosystems Engineering, Islamic Azad University, Takestan Branch, Takestan, Iran
* Coresponding author: Mohamad.javidan@modares.ac.ir

Received: 13 Mar 2023
Accept: 24 Apr 2023

Abstract

Due to the increasing use of automatic machinery in the planting, growing and harvesting sectors, in order to increase efficiency and accuracy and reduce energy consumption in crop operations, precision farming is of particular importance. In this research, with the purpose of automatic plantation of legumes in the field, as well as stack identification in the cultivation rows during planting operations, a solar powered Seed Sowing robot with row detection technology was designed and constructed. The solar powered robot is equipped with barrier detection technology and it has the ability to automatically perform roundabout operations at the end of each cultivating row.

Keywords: Robot, Seed Sowing Machine, Row Detection, Solar Energy