مروری بر ربات‌های کشاورزی

بابک ختار[1]، حسین باقرپور[*]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا، همدان؛ babak.khatar@yahoo.com
[*2]استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان ؛ h.bagherpour@basu.ac.ir

چکیده

بهره‌گیری از علم مکاترونیک در حوزه‌های مختلف سیستم‌های زیستی مانند زراعت، جنگلداری، باغداری، دامپروری و غیره کشاورزی رباتیک نامیده می‌شود. در حال حاضر تحقیقات زیادی برای افزایش کاربرد ربات‌ها در بخش کشاورزی انجام شده است که از بین آنها بخش ربات‌های برداشت پیشرفت قابل توجهی نسبت به سایر حوزه ها داشته است. در سال‌های اخیر با پیشرفت تکنولوژی و ربات‌های پرنده، تحقیقات جدیدی در بخش‌های دیگر مانند تراکتورها و سمپاش‌های خودرو یا بدون راننده، ربات های برداشت میوه، ربات‌های کنترل علف‌های هرز، ربات کاشت دانه و بوته ربات‌های کنترل محیط با هدف جایگزینی نیروی انسانی طراحی و ساخته شده است. ربات‌های بکار رفته در باغبانی بیشتر برای عملیاتی مانند هرس، وجین، سمپاشی، دیده‌بانی و برداشت استفاده شده و در بخش دامپروری نیز برای کارهایی مانند شیردوشی اتوماتیک، شستشو و مراقبت بکار برده می‌شوند. استفاده از ربات‌ها در حوزه کشاورزی دارای مزیت‌های مختلفی مانند افزایش کیفیت مواد تولیدی، کاهش هزینه‌های تولید و عدم نیاز به نیروی کار ماهر است. ربات‌ها همچنین می‌توانند برای اتوماتیک کردن عملیات پر خطر مانند سمپاشی علف‌های هرز که در آن استفاده از روش دستی می‌تواند خطراتی برای راننده یا اپراتور داشته باشد بسیار سودمند است. هدف اصلی این مقاله ارایه و معرفی انواع ربات‌های بکار رفته در حوزه های مختلف کشاورزی و آشنایی بیشتر محققان و کشاورزان با ربات‌های کشاورزی است.

کلمات کلیدی: ربات کشاورزی، ربات پرنده، سمپاش خودرو، باغبانی

A review agriculture Robots

[1]Babak khatar, [2]Hossein Bagherpour ,

[1]MSc student, Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, babak.khatar@yahoo.com
[2]Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, h.bagherpour@basu.ac.ir

Abstract

Agricultural robotics is the valid propagation of mechatronic into biological systems such as farming, forestry, conservatory, horticulture etc. In recent years, advances in robot technology and increasing number of robots or drones applications in agriculture include driverless tractor / sprayers, fruit picking robots, weed control, seeding, planting robots and environmental monitoring robots, many robots are developed to replace human labor. Robots can be used for other horticultural tasks such as pruning, weeding, spraying and monitoring. Robots can also be used in livestock applications such as automatic milking, washing. Robots like these have many benefits for the agricultural industry, including a higher quality of fresh produce, lower production costs, and a decreased need for manual labor. They can also be used to automate manual tasks, such as weed or bracken spraying, where the use of tractors and other manned vehicles is too dangerous for the operators. The main objective of this study is to introduce the various types of agricultural robots and familiarize farmers and researcher with the agricultural robots.

Keywords: Agricultural robots, drone, driverless sprayer, horticultural

۲- نویسنده مسئول: حسین باقرپور، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا. Email:h.bagherpour@basu.ac.ir، تلفن: ۳۴۴۲۵۴۰۰-۰۸۱

۱- مقدمه

کشاورزی، یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین روش‌ها برای تولید غذای مورد نیاز بشر و ادامه بقا بوده است. محصولات کشاورزی پایه‌ی نیاز غذایی انسان را تشکیل می‌دهند. همچنین بخش کشاورزی نقش مهمی را در امنیت غذایی ، اقتصاد و تولید انرژی در یک جامعه دارد. امروزه با افزایش روزافزون جمعیت و افزایش تقاضا، تامین نیاز غذایی و در پی آن ایجاد امنیت غذایی برای بشریت در اولویت قرار می‌گیرد. پس برای ایجاد این مهم، نیاز به افزایش تولید با کیفیت مطرح می‌شود (Gund et al., 2015).

رباتیک شاخه‌ای از علم مهندسی است که شامل طراحی، ساخت، راه‌اندازی و استفاده از ربات‌ها توسط سیستم‌های رایانه‌ای، کنترل، بازخورد حسگرها و پردازش اطلاعات می‌شود. این فناوری‌ها به گونه‌ای در جهت ارتقا ماشین‌ها استفاده می‌شوند که جایگزین انسان گردند. ربات‌ها می‌توانند در هر موقعیت و برای هر منظوری به کار روند و هدف از استفاده‌ی ربات‌ها، افزایش سرعت، دقت و ظرفیت کارآیی است که انسان توانایی انجام آن را به خوبی ندارد.

کاربرد تکنولوژی رباتیک در کشاورزی یک مفهوم کاملا جدید است. انواع مختلف ربات‌ها و تعداد زیادی از آن‌ها در مزارع وجود دارند. ربات‌ها می‌توانند کارها را به تنهایی برای عملیاتی مانند کنترل علف‌های هرز، انتخاب میوه، بازرسی مزارع در روز و شب به ور کارآمد انجام دهند . این به کشاورزان اجازه می‌دهد اثرات محیطی را کاهش داده، صحت و کارایی را افزایش دهند و هر گیاه را به روش‌های جدید مدیریت کنند. برنامه‌های کاربردی رباتیک هر روزه بیشتر در حوزه‌های مختلف گسترش می‌یابند، درحالی که فرصت جایگزینی اپراتورهای انسانی، راه حل‌های کارآمد را با برگشت سرمایه فراهم می‌کند. این امر به ویژه هنگامی اهمیت پیدا می‌کند که وظایفی که باید انجام شود، به طور بالقوه برای امنیت یا سلامت کارگران خطرناک باشد.

۲- تفاوت تکنیک های معمول و یک سیستم خودکار

تکنیک‌های متعارف یا سنتی برای انجام کارهایی مانند بلند کردن، کشیدن، کنترل علف‌های هرز و برداشت میوه کاملا به نیروی انسانی وابسته هستند. در هنگام انجام عملیاتی مانند پاشیدن سموم شیمیایی و یا آفت کش‌ها محیط کار آلوده بوده و ممکن است خطرات زیادی برای اپراتور داشته باشد. در سیستم های سنتی تراکتورها درحالی‌که وزن آن‌ها سنگین‌تر است، خاک را بیشتر فشرده کرده و از طرفی ، آنها نمی‌توانند براحتی در حاشیه زمین حرکت کنند. همچنین روش‌های متداول نمی‌توانند محصول و خاک را در نزدیکی یکدیگر تشخیص دهند. ولی در مورد کشاورزی خودکار یا مکانیزه که از ربات های کشاورزی استفاده می‌شود، مشکلاتی نظیر مشکلات بالا وجود ندارد.

ربات‌ها می‌توانند بدون هیچ زحمتی در تمام شرایط کار کنند، تنها کاری که باید انجام شود این است که یک برنامه برای اجرای اقدامات مورد نظر به ربات داده شود. اگرچه در مناطق گلی چرخ‌های بزرگ برای حرکت لازم است، ربات‌هایی که دارای چرخ‌های کوچک هستند نیز خوب عمل می‌کنند. دیده‌بان‌های ربات برای کسب اطلاعات کامل در مورد محصول مانند وقوع بیماری‌ها، علف‌های هرز، آلودگی‌های آفات و سایر شرایط تنش نصب می‌شوند. سبک‌وزنی ربات‌ها یک مزیت عمده بشمار می‌رود زیرا خاک را مانند ماشین‌آلات بزرگ‌تر فشرده نمی‌کنند. (Gund et al., 2015).

۳ انواع ربات‌ها

۱. دی‌متر
۲. ربات کنترل علف‌های هرز.
۳. ربات جنگل.
۴. ربات باغبانی.
۵. ربات برداشت میوه.
۶. ربات‌های مورد استفاده در دامپروری.

ربات‌هایی که در بالا ذکر شده‌اند از دو نوع ربات‌های فیلد و ربات های موبایل هستند. ربات‌های فیلد با توجه به محیط پیرامون و محیط کشت، کار انجام می‌دهند. آنها خود را با توجه به وضعیت مورد نیاز اصلاح می‌کنند. ربات‌های موبایل قابلیت تغییرپذیری با توجه به یک محیط کشت را دارند.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

۳-۱- اهداف بکارگیری ربات‌های کشاورزی

۱. دسترسی به محیط آسیب‌پذیر.
۲. کاهش هزینه‌های عملیاتی به دلیل هزینه‌های پایین‌تر استفاده از ربات‌ها.
۳. دسترسی بیشتر و بالاتر به ربات‌های کارگر (نبود وقت ناهار، خستگی یا تعطیلات).
۴. افزایش ظرفیت برای تکمیل حجم زیادی از کار در زمان کمتر.

۴- انواع ربات‌های کشاورزی

۴-۱- دی‌متر

دی‌متر یک ربات کشاورز است. کاهش نیازهای کار برای رشد و برداشت محصول از طریق مکانیزاسیون ضروری است. محدوده اصلی عملکرد ربات‌ها در کشت در فاز برداشت است.دی‌متر می‌تواند محصولاتی مانند گندم و یونجه را برداشت کند. این ربات به نام الهه‌ی رومی کشاورزی نامگذاری شده است. دی‌متر دارای سامانه‌ی هدایت خودکار بدون هیچ نظارت انسانی است. در مقیسه با نیروی انسانی که در آن، کشاورزان و کارگران در اثر کار مداوم خسته می‌شوند و در نتیجه عملکرد کار پایین می‌آید. یک ربات برداشت، هرگز خسته نخواهد شد و می‌تواند ۲۴ ساعت در روز کار کند.

Figure 1. Demeter Robot
شکل ۱: ربات دی‌متر

دی‌متر دارای دوربین‌هایی است که می‌توانند محصولاتی را که جدا شده‌اند یا نه را شناسایی کنند. این اطلاعات تعیین می‌کند که دی‌متر به کجا برود، هد برداشت را در کجا قرار دهد، و کی به انتهای ردیف محصولات نزدیک می‌شود، بنابراین می‌تواند دور بزند. دی‌متر یک موتور کنترل عملکرد دارد. یک کارگر می‌تواند همراه با آن سفر کند.

دی‌متر می تواند هدایت و کنترل سر برش را برعهده داشته باشد در حالی که کارگر کارهای دیگر را کنترل می‌کند. ربات دی‌متر قادر به هدایت با کنترل از راه دور بوده و یا می‌تواند مسیر را آموزش دیده و سپس آن را با سنسورهای خود در سیستم‌های کنترل پردازنده دنبال کند. دقت دنبال کردن مسیر در دی‌متر تا ۳ سانتی‌متر است (Gund et al., 2015; Pota et al., 2007). سیستم دی‌متر سه سطحی از مکانیزاسیون را برای برداشت محصول و در نهایت برای تراکتور فراهم می‌کند. اول، یک جنبه "کنترل کروز"، که به طور غیرمستقیم هد برش را راهنمایی، هدایت و کنترل می‌کند، به اپراتور برداشت ارائه می‌شود. این جنبه به اپراتور اجازه می‌دهد تا با توجه به کنترل‌های دیگر در داخل کابین و شرایط برداشت بهتر توجه کند، و همچنین با شرایط اضطراری مقابله کند. دوم، یک جنبه "خلبان خودکار" ارائه خواهد شد، که اجازه می‌دهد تا یک اپراتور چند برداشت کننده را کنترل کند. سوم اینکه یک مکانیزم به طور کامل مستقل ایجاد خواهد شد که اجازه برداشت کامل یک مزرعه را بدون کنترل انسانی انجام می‌دهد.

مزایا: دو مرحله اول دی‌متر به اپراتورهای کم‌تجربه‌تر اجازه می‌دهد تا عملکردی معادل یا برتر از عملکرد برداشت کننده‌های معمول موجود در مزرعه داشته باشند. در مرحله نهایی اتوماسیون، عملکرد بدون نظارت انسانی پایدار خواهد ماند.

۲-۴- کنترل علف های هرز

کار در مزرعه به طور مرتب شامل شرایط سختی مانند فضای کار محدود و سطوح نرم، ناهموار یا خشن می‌باشد. رشد فن‌آوری‌های جدید مبارزه با علف هرز می‌تواند کار نیروی انسانی را ۵۰ تا ۱۰۰ درصد در چغندر قند و سبزیجات زراعی ارگانیک و ۷۵ الی ۱۰۰ درصد در استفاده از علف‌کش در محصولات با ارزش بالا را کاهش دهد. این تکنولوژی‌ها همچنین می‌توانند در پوشش گیاهی که به طور گسترده‌ای جدا شده‌اند مورد استفاده قرار گیرند. در این روش از ربات‌ها در مزرعه استفاده می‌شود تا کج‌بیل‌های هدایت شونده را جایگزین اپراتورها کند. یک ربات دو دیفرانسیل علف‌های هرز توسط مرکز تحقیقات مزرعه دنیش اختراع شد. وظیفه‌ی دستگاه برداشت علف هرز این است که علف‌های هرز را از بین ببرد یا نابود کند.

محصولاتی که در ردیف‌ها رشد می‌کنند می‌توانند بوسیله‌ی کج‌بیل‌ها از علف هرز پاکسازی شوند. یک کج‌بیل هوشمند از سیستم‌های بینایی برای شناسایی ردیف محصولات استفاده می‌کند و خود را دقیقا بین آنها قرار می‌دهد و نیاز به علف‌کش را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد.

Figure 2. Weeding robot

شکل ۲: ربات علف هرز

تشخیص علف‌های هرز بستگی به تصویربرداری رنگی دارد. ربات تجهیز شده به این سیستم، تولید نقشه‌های تشخیص دهنده‌ی علف‌های هرز گیاهان را تسهیل می‌کند. ربات تحت هدایت درون ردیفی، قادر به دستیابی به کنترل علف‌های هرز در داخل ردیف گیاهان چغندر قند است بنابراین نیاز به کنترل علف‌های هرز را کاهش می‌دهد. یک ربات متحرک خودگردان برای عملیات کشاورزی، توسط دو چرخ آن در عقب کنترل می‌شود که هر کدام به طور جداگانه با یک موتور سروو DC کار می‌کنند که با رمزگذار، ترمز و کیلومتر شمار کار می‌کنند. دستگاه فرمان‌گیری یک سیستم فرمان‌گیری ایکرمن است که با یک موتور سروو DC عمل می‌کند. قدرت الکتریسیته توسط باتری و یا توسط یک ژنراتور سوختی تامین می‌شود. با اطلاعات مربوط به کاشت گیاهان چغندر قند در ردیف‌ها و فاصله ثابت بین آنها، می توان چغندر قند را از علف هرز پاکسازی کرد. این می‌تواند از ابتدا پول کشاورز را کاهش دهد. برای کار شبانه بی‌ضرر، موانع زمین کشت را می‌توان در هر نقشه کاری برنامه‌ریزی کرد تا تراکتور بتواند در مواقع لزوم قبل از برخورد با موانع اقدام پیشگیرانه انجام دهد (Gund et al., 2015; Bak et al., 2004).

۳-۴- ربات‌های مورد استفاده در جنگل

تری‌بات: یک ربات موبایل در خدمت دانشمندان است و تغییرات زیست محیطی در جنگل‌ها را کنترل می‌کند. فناوری پیشرفته تارزان دنیای ربات، به نام تری‌بات، اولین نوعی از نوع خود است که به حسگرهای شبکه‌ای، پیوند وایرلس شبکه و وب‌کم متصل می‌شود.

Figure 3. Treebot
شکل ۳: تری‌بات

این دستگاه با استفاده از کابل‌های ویژه به سمت بالا و پایین حرکت می‌کند تا نمونه‌های مورد نظر برای تجزیه و تحلیل حیاتی را بگیرد. تری-بات توسط دانشمندان مشغول کار در مرکز تحقیقاتی در ایالات متحده، کالیفرنیا اختراع شده است. یکی از رهبران این پروژه، پروفسور ویلیام کایسرگفت: "یکی از اهداف، استفاده از سنسورهای پراکنده برای کسب اطلاعات در مورد محیط زیست است." او نیز افزود: "در جامعه زیست-شناسی بسیار مهم است تا ارتباطات بین جو و محیط جنگل درک شود." درک تغییرات جزئی در نور خورشید، میزان دی اکسید کربن و رطوبت، به دانشمندان نشانه‌های منطقی و پیش‌بینی‌های مربوط به تغییرات زیست محیطی را می‌دهد. اما ۹۰ درصد از تمام روابط، بین محیط‌زیست و شرایط جوی در پوشش بالای جنگل رخ می‌دهد و این یک اختلاف در اندازه گیری و شرایط نظارت در طول یک دوره زمانی است(Gund et al., 2015).

۴-۴- ربات جنگل بان[1]

این نوع ربات برای برش چوب، پرورش درختان، برش درخت کریسمس و برداشت چوب سخت در جنگل استفاده می‌شود. این ربات فک‌های ویژه و تبرهایی را برای برش شاخه بکار می‌گیرد. ربات جنگل‌دار دارای شش پا می‌باشد(Gund et al., 2015).

۴-۵- ربات برداشت میوه

اصول اساسی ربات‌های برداشت میوه از اوایل دهه ۱۹۸۰ توسعه یافته است. این اصول تکنیک‌های جدیدی را برای برداشت محصول به ارمغان آورده‌اند. با این حال، برای توسعه‌ی کامل ماشین‌آلات رباتیک برداشت میوه، پیشنهادات صنعت فناوری پیشرفته، سازندگان ابزارهای کشاورزی و گروه‌های تولیدی کشاورزی مورد نیاز هستند. برای شروع، ربات‌های برداشت میوه به جمع‌آوری میوه رسیده بدون از بین بردن برگ یا شاخه درخت نیاز دارند.

Figure 4. Fruit picking robo
شکل ۴: ربات برداشت میوه

[1] *Forester robot*

از آنجائیکه لازم است ربات‌ها به تمام نقاط درخت دسترسی داشته باشند بنابراین انعطاف‌پذیری از مهمترین ویژگی ربات برداشت میوه است. . ربات‌ها باید هوشمند باشند و با محیط خود از طریق تماس لمسی، بینایی و پردازش تصویر، ارتباط داشته باشند. ربات می‌تواند با استفاده از پردازش تصویر ویدیویی بین برگ، میوه‌ها و شاخه‌ها تمایز ایجاد کند. دوربین بر روی بازوی ربات نصب شده است، و رنگ‌های شناخته شده با مشخصه‌های ذخیره شده در حافظه تطابق داده می‌شوند. اگر تطابقی رخ دهد، میوه انتخاب شده و برداشته می‌شود. اگر میوه توسط برگها پنهان شده‌باشد، از یک پمپ هوا برای حرکت دادن برگ‌ها برای دید کامل و دسترسی به میوه استفاده می‌شود. بازوی ربات از لاستیک‌هایی برای کاهش آسیب به درخت پوشانده شده است. بازو ۵ درجه آزادی حرکت دارد که به آن اجازه حرکت به بالا، پایین، به داخل، خارج، و در الگوهای کروی و استوانه ای را می‌دهد. نیرویی که به میوه اعمال می‌شود برای برداشتن از درخت مناسب است، اما به اندازه‌ای که میوه خرد نشود. این عمل توسط یک فرایند بازخورد از دستگاه گیرنده، که توسط یک سیستم پنوماتیک یا یک سیستم هیدرولیکی هدایت می‌شود، به دست می‌آید. شکل گیره به میوه‌ای که برداشت می‌شود بستگی دارد، مانند آلو که بسیار آسان له می‌شود، در حالی که سایر میوه‌ها مانند پرتقال به راحتی دچار لهیدگی نمی-شوند. ربات‌ها برای دستیابی به تمامی میوه‌ها، باید به تمام مناطق مزرعه دسترسی داشته باشند. کار قابل توجهی در میان تولیدکنندگان فرانسه انجام شده است. آنها متخصص برداشت مرکبات و سیب هستند. محدودیت‌های این سیستم‌ها عمدتا در عدم توانایی برداشت میوه‌ها بود که توسط شاخه‌ها محصور شده بودند (Font et al., 2014; Gund et al., 2015; Nguyen et al., 2016).

۴-۶- ربات‌های دامپروری

۴-۶-۱- ربات‌های شیردوش

ربات‌های شیردوش به دو دسته ربات‌های ثابت و متحرک تقسیم بندی می‌شوند. این ربات‌ها کارکرد یکسانی دارند ولی تنها تفاوت آن‌ها در این است که ربات‌های متحرک در دامپروری‌هایی که به شیوه‌ی باز مدیریت می‌شوند مورد استفاده قرار می‌گیرند و مخزن جمع‌آوری شیر از ربات جدا می‌باشد، ولی در ربات‌های ثابت این مخزن جزئی از دستگاه به شمار می‌رود. یک ماشین شیردوش دارای چهار جزء پمپ تولیدکننده‌ی خلأ، پولساتور[1](نبض‌ساز)، لاینرها و[2] مخزن جمع‌آوری شیر است. در ربات‌های شیردوش برای بالا بردن کیفیت کار دستگاه، اجزایی از قبیل سامانه‌های ضدعفونی کننده، سامانه‌ی نصب خودکار لاینرها، سامانه‌ی RFID، سامانه‌ی کنترل کیفیت شیر، برس‌های تمیزکننده‌ی پستان، و تانک میان گذر شیر به ربات اضافه شده‌اند.

هنگامی که گاو وارد ربات شیردوش شد توسط سامانه RFID شناسایی شده و مقدار جیره مورد نیاز آن محاسبه می‌شود و در آخور ربات ریخته می‌شود. سپس، توسط حسگرهای وزنی که زیر محل قرارگیری گاو قرار دارند، موقعیت پاهای گاو تعیین شده و بازوی شیردوشی که لاینرها و سامانه نصب خودکار لاینرها روی آن قرار دارد در زیر گاو قرار می‌گیرند. پس از قرار گرفتن بازوی شیردوش در زیر گاو، پستان‌های آن توسط دو برس که در خلاف جهت هم می‌چرخند، تمیز می‌شوند و پس از آن لاینرها نصب می‌شوند. برای نصب لاینرها از چند عدد لیزر که روی بازوی شیردوشی قرار دارند، استفاده می‌شود. این لیزرها از طریق تابش نور و دریافت بازتاب آن موقعیت نوک پستان را محاسبه می‌کنند. بازوی شیردوشی توسط موتورهای الکتریکی یا هیدرولیکی به حرکت در می‌آید. در این مرحله برس‌های تمیزکننده ضدعفونی می‌شوند. پس از این که مقدار شیر خروجی از هر لاینر به حدود ۰/۲ لیتر بر دقیقه رسید، فرمان قطع خلأ صادر می‌شود و لاینرها از پستانک‌های گاو جدا می‌گردند. در انتهای لاینرها افشانکی وجود دارد که در این مرحله از کار مقداری ماده ضد عفونی کننده بر روی پستان‌ها پاشیده می‌شود و در آخر لاینرها ضدعفونی می‌شوند. در این ربات‌ها، آغاز و پایان زمان شیردوشی، مدت زمان شیردوشی، رنگ شیر، وزن شیر و دمای شیر برای هر گاو اندازه‌گیری می‌شوند و در صورت نامطلوب بودن پارامترهای اندازه‌گیری شده، شیر موردنظر را در مخزنی به جزء مخزن اصلی ذخیره می‌شود (Massoudi., 2016).

۴-۶-۲- ربات‌های نظافت‌چی سیار

رعایت بهداشت در محیط دامداری برای سلامتی دام و عملکرد آن بسیار ضروری است. فضولات دام در دامداری‌ها به صورت مداوم یا دوره‌ای انجام می‌شود. این کار در دامداری‌های مدرن به صورت مداوم و با کمک ربات‌های تمام خودکار سیار انجام می‌شود. برای استفاده از ربات‌های نظافت‌چی باید در کف دامداری یک تسمه نقاله جهت خروج کودهای دامی جمع‌آوری شده توسط ربات نصب گردد. نیروی لازم برای ربات‌های نظافت‌چی توسط موتورهای الکتریکی که با باتری شارژ می‌شوند تامین می‌گردد. یک صفحه تمیزکننده که با کف دامداری در تماس است در جلوی این ربات نصب شده که به هنگام حرکت کودهای دامی را جمع‌آوری می‌کند و در جلوی این صفحه افشانک‌های آبپاش قرار دارد. این ربات

[1] *Pulsator*
[2] *Liner*

هنگام حرکت کودهای دامی را جمع‌آوری کرده و به پایین می‌اندازد و فضولات توسط تسمه نقاله بیرون برده می‌شوند. مسیر حرکت این ربات‌ها قابل برنامه ریزی است. در جلوی این ربات دو حسگر فراصوتی برای مسیریابی قرار دارد و فاصله‌ی ربات را با دیوارهای دامداری ثابت نگه می‌دارد. این ربات مجهز به سپر ایمنی چرخان می‌باشد که موانع سد راه ربات نشوند و همچنین در برخورد با شیئ یا دیواره‌های دامداری، دستور توقف از حسگر صادر می‌شود. در دامداری باید دو ایستگاه شارژ یکی برای شارژ الکتریکی و دیگری برای پر کردن مخزن آب ربات وجود داشته باشد. هنگامی که ربات به این ایستگاه‌ها می‌رسد متوقف شده، سوکت‌های شارژ الکتریکی یا شیرهای یکطرفه آب به ربات متصل می‌شوند. پس از اتمام شارژ، ربات دوباره در مسیر کاری برنامه‌ریزی شده‌ی خود قرار می‌گیرد (Massoudi., 2016).

۴-۶-۳- ربات‌های تغذیه علوفه

ربات‌های تغذیه علوفه‌ی دام به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱- ربات‌های تغذیه علوفه‌ی ثابت: این رباتها برای تغذیه علوفه هر دام به صورت انفرادی استفاده می‌شوند و به دو دسته بی‌چرخ و چرخدار تقسیم‌بندی می‌شوند. از نوع بی‌چرخ برای دامداری‌های سرپوشیده و از انواع چرخدار برای دامداری‌هایی که به شیوه‌ی باز مدیریت می‌شوند، استفاده می‌شود. مخزن علوفه در بالای این ربات قرار دارد و به وسیله تسمه‌نقاله، ماشین و یا کارگر پر می‌شود. پس از ورود دام، ربات از طرق سامانه RFID دام را شناسایی کرده و با توجه به اطلاعات ثبت شده برای هر دام، میزان علوفه را تعیین می‌کند و مقدار علوفه تعیین شده در آخور ربات ریخته می‌شود. برای جلوگیری از گیر کردن علوفه در مسیر خروجی مخزن علوفه، در آن محل یک همزن نصب شده و در بعضی ربات‌ها در کف آخور یک حسگر وزنی وجود دارد که وزن علوفه‌ی ریخته شده را با وزن محاسبه شده کنترل می‌کند و در صورت مغایرت یا در مواقعی که هیچ علوفه‌ای در کف آخور نباشد، حسگر هشدار به کار می‌افتد.

۲- ربات‌های تغذیه علوفه‌ی متحرک: این ربات‌ها برای تغذیه‌ی همزمان چند دام استفاده می‌شوند و در دامداری‌هایی که دارای راهروی تغذیه می‌باشند، به کار گرفته می‌شوند. این نوع ربات در دو گروه سیار و سقفی وجود دارند. درون مخزن ربات یک هلیس وجود دارد که محتویات را خرد و مخلوط می‌کند. پر شدن مخزن ربات به صورت اتوماتیک انجام می‌شود. ورود ربات به انبار علوفه توسط یک حسگر تشخیص داده شده و بوسیله جرثقیل چنگالی پر می‌شود. ربات پس از پر شدن مخزن به سمت راهروهای تغذیه حرکت می‌کند. مسیریابی این ربات نیز همانند ربات‌های نظافت‌چی می‌باشد. پس از ورود ربات به راهروی تغذیه، مواد موجود در مخزن توسط واحد توزیع کننده‌ی علوفه در اختیار دام قرار می‌گیرند. مقدار علوفه‌ی ریخته شده در راهرو با توجه به سرعت پیشروی و دبی خروجی مواد از توزیع کننده‌ی علوفه اندازه‌گیری می‌شود. در جلوی توزیع کننده یک حسگر تعیین ارتفاع علوفه تعبیه شده که ربات با کمک اطلاعات دریافتی از این حسگر تصمیم می‌گیرد که در محلی که در حال عبور از آن است نیاز به علوفه بیشتر دارد یا خیر. در آخر علوفه‌ی ریخته شده توسط مخروط چرخان به طرف آخور هل داده می‌شود. ربات تغذیه‌ی علوفه سیار همانند ربات‌های نظافت‌چی مجهز به یک سپر ایمنی نیز می‌باشد که به محض برخورد ربات با یک جسم خارجی فرمان توقف و تغیر مسیر ربات را صادر می‌کند.

۳- ربات هل دهنده‌ی علوفه: هنگام تغذیه‌ی دام، علوفه‌ها به بیرون پرتاب می‌شوند. ربات هل دهنده‌ی علوفه این علوفه‌ها را به سمت دام هل می‌دهد. این ربات نیز همانند ربات تغذیه‌ی علوفه در دامداری‌هایی که دارای راهروی تغذیه هستند، استفاده می‌شود ولی این ربات علوفه‌ای برای دام توزیع نمی‌کند.

و فقط دامنه مخروطی چرخان آن ضمن حرکت ربات رو به جلو، علوفه را برای استفاده بهتر دام به طرف آخور تغذیه هل می‌دهد. ربات هل دهنده دارای سه چرخ می‌باشد و توسط دو الکتروموتور به حرکت در می‌آید. مسیریابی این ربات به کمک حسگرهای فراصوتی و ژیروسکوپ صورت می‌گیرد. در قسمت بالای این ربات یک حلقه نصب شده که از سه نقطه با ربات در ارتباط است. در صورتی که ربات با دیوار یا جسم دیگری برخورد کند توسط این حلقه حس می‌شود، بنابراین ربات ابتدا متوقف شده و سپس تغییر مسیر می‌دهد (Massoudi., 2016).

۴-۶-۴- ربات‌های مراقبت از دام

از ربات‌های مراقبت از دام می‌توان به برس‌های تمیزکننده‌ی دام اشاره کرد. بی تردید راحتی، شادابی و سلامتی دام باعث افزایش باروری و سود بیشتر می‌شود. برس‌های تمیزکننده‌ی دام باعث احساس راحتی و رهایی دام از گرد و خاک و خارش می‌گردند. علاوه بر این، برس‌های تمیزکننده، محرک جریان خون می‌باشند. این برس‌ها از یک موتور الکتریکی، برس و حسگر تشکیل شده است. زمانی که دام با برس تماس برقرار می‌کند و آن را به یک سمت منحرف می‌کند، حسگر جهت حرکت را تشخیص داده و فرمان چرخش الکتروموتور و برس را در جهت عکس صادر می‌کند. این چرخش در جهت عکس باعث می‌شود که دام احساس راحتی بیشتری به دست آورد. برس دارای موهایی با ضخامت متفاوت است و قادر به چرخیدن در هر دو جهت می‌باشد و این ویژگی سبب می‌شود که برس دیرتر شکل اصلی خود را از دست بدهد. این نوع برس یک قطعه واحد می‌باشد و به راحتی روی یک ستون یا در مقابل یک دیوار نصب می‌شود (Massoudi., 2016).

۵- سیستم هدایت خودکار

یک بررسی کلی کوتاه مدت در تحقیقات جهانی در فن‌آوری‌های راهنمایی و هدایت ماشین‌های کشاورزی بر اساس چارچوب سیستم هدایت خودکار سیستم های حمل و نقل خودرو در ۲۰ سال گذشته ارائه شده است.

عناصر کلیدی سنسورهای ناوبری، روش های محاسباتی، برنامه ریزان ناوبری و کنترل کننده های فرمان هستند (Gund et al., 2015).

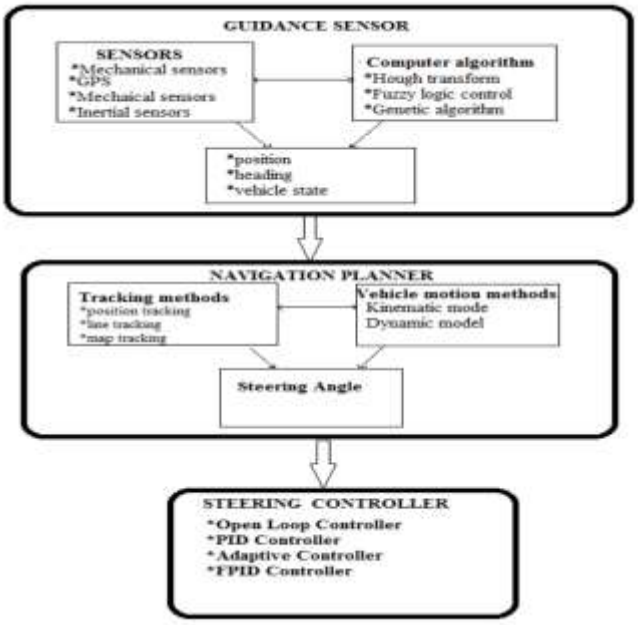

Figure 5. Framework of agricultural vehicle autonomous guidance system

شکل ۵: چارچوب سیستم هدایت خودکار ماشین‌های کشاورزی

۶- استفاده‌ی ربات‌های کشاورزی از ابزار مجازی

یک ربات کشاورزی با استفاده از کنترل از راه دور مبتنی بر اینترنت با استفاده از نرم‌افزار لب‌ویو طراحی شده است. برای تغییر سرعت ربات و زاویه جهت‌گیری با توجه به موقعیت مورد نظر، کنترل کننده فازی در نظر گرفته شده است. میکروکنترلر ۱۶Atmega برای کنترل ربات استفاده می‌شود. کنترل ربات با استفاده از ابزار انتشار وب در نرم‌افزار لب‌ویو انجام می‌شود.

این نرم افزار سخت افزار ارزان‌تر و ساده‌تر را جایگزین تجهیزات گران قیمت و پیچیده می‌کند. ربات کشاورزی با کنترل کننده‌ی فازی می‌تواند از هر کامپیوتر راه دور استفاده شود. بنابراین با کنترل ربات کشاورزی، نیروی انسانی را به حداقل می‌رساند و سودمند و مقرون به صرفه می‌باشد (Gund et al., 2015).

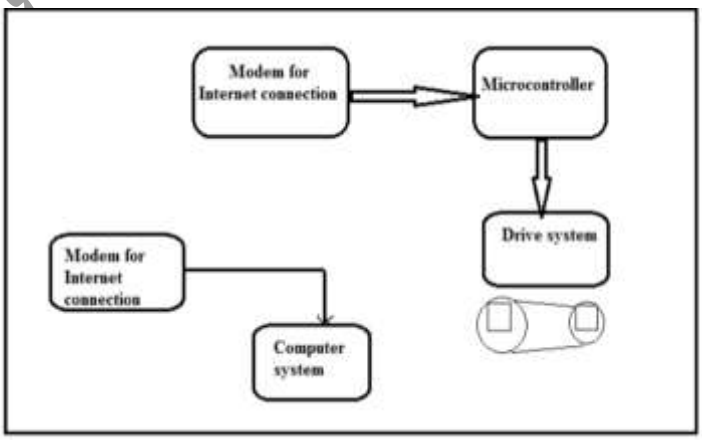

Figure 6. Internet based control loop

شکل ۶: حلقه کنترل اینترنتی مبتنی بر اینترنت

مزایای بکارگیری ربات:

۱. ربات خسته یا مریض نمی‌شود و نمی‌شکند.
۲. اگر صندلی راننده، کنترل و کابین حذف شود، می‌توان دستگاه‌ها را سبک‌تر و ارزان‌تر ساخت.
۴. ربات‌ها می‌توانند برای مطالعه‌ی شرایط محیطی سیاره‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرند.
۵. ربات ها می توانند بدون زحمت در اطراف سنگ‌ها، درختان، حوضچه‌ها و موانع دیگر کار کنند.
۶. در زمین‌های کوچک تقریبا به خوبی زمین‌های بزرگ کار می‌شود.

معایب استفاده ربات:

۱. ربات‌ها به طور کامل قابل اطمینان نیستند.
۲. نظارت دوره‌ای انسان در مزرعه برای آینده نزدیک ضروری است.
۳. ربات‌ها می‌توانند فرهنگ / جاذبه عاطفی کشاورزی را تغییر دهند.
۴. مسائل انرژی پر هزینه است.

نتیجه‌گیری

استفاده از ربات‌های کشاورزی باعث افزایش بهره‌وری در مقیاس وسیع خواهند شدو استفاده از آنها در حوزه های مختلف کشاوری اجتناب ناپذیر است. هر چند مشکلاتی در حین استفاده از ابزارهای خودکار وجود دارد ولی بسیاری از آنها با بهره‌گیری از سیستم‌های نیمه خودکار و با کمک اپراتور قابل رفع می باشند.. هر چند این تجهیزات ممکن است در چشم‌انداز و پیش‌بینی ما باشد، اما دلایل قابل توجهی برای قضاوت وجود دارد که استفاده از ربات فقط جایگزینی راننده‌ی انسان با یک ماشین نیستکه نتیجه این نگرش به معنی بازبینی نحوه‌ی تولید ربات می باشد. تولید محصول با گروهی از ماشین‌های کوچک می‌تواند محصولی سلام و ارزان را در مقایسه با تعداد کم ماشین بزرگ ارایه دهد. یکی از مزایای ماشین‌آلات کوچک‌تر این است که آنها ممکن است برای جمعیت غیر کشاورزی مزایای بیشتری داشته باشند. از طرفی شغل کشاورزی خطرناک بوده و نیازمنده کشش بالا، اطلاعات و تصمیم‌گیری‌های سریع، هر چند بسیار تکراری، است، بنابراین ربات می‌تواند به درستی جایگزین اپراتور انسان شود و در بعضی شرایط به دلیل دقت بالاتر می تواند بهتر از انسان عمل کرده و کیفیت زندگی انسان‌ها را بهبود بخشد، اما موانعی هم وجود دارد.

مراجع

Bak, T., & Jakobsen, H. (2004). Agricultural robotic platform with four wheel steering for weed detection. Biosystems Engineering, 87(2), 125-136.

Font, D., Pallejà, T., Tresanchez, M., Teixidó, M., Martinez, D., Moreno, J., & Palacín, J. (2014). Counting red grapes in vineyards by detecting specular spherical reflection peaks in RGB images obtained at night with artificial illumination. Computers and electronics in agriculture, 108, 105-111.

Gund, S. R., & Bhope, V. P. (2015). A review on agricultural robots. Int. J. Adv. Res. Comput. Eng. Technol, 4, 3089-3093.

Massoudi, h (2016). Robotics; A New Ground for Innovation and Entrepreneurship Development in Animal Production. Entrepreneurship in agriculture, 3 (3), 19-38. (Persian)

Nguyen, T. T., Vandevoorde, K., Wouters, N., Kayacan, E., De Baerdemaeker, J. G., & Saeys, W. (2016). Detection of red and bicoloured apples on tree with an RGB-D camera. Biosystems Engineering, 146, 33-44.

Pota, H., Eaton, R., Katupitiya, J., & Pathirana, S. D. (2007, August). Agricultural robotics: A streamlined approach to realization of autonomous farming. In Industrial and Information Systems, 2007. ICIIS 2007. International Conference on (pp. 85-90). IEEE.