



دانشگاه گوارزی و منابع طبیعی گوار

نشریه کارآفرینی در کشاورزی  
جلد دوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۵  
<http://jead.gau.ac.ir>

## رباتیک؛ زمینه‌ای جدید برای نوآوری و توسعه کارآفرینی در بخش دامپروری

\*حسن مسعودی

استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز  
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۲۸

### چکیده

با توسعه علم و فناوری در سال‌های اخیر ربات‌های گوناگونی برای انجام عملیات مختلف در بخش کشاورزی ساخته شده‌اند. زیربخش دامپروری نیز از این قاعده مستثنی نیست و ربات‌ها و تجهیزات خودکار در دامداری‌ها قابل استفاده‌اند. فناوری‌های نوین زمینه‌های مساعدی برای توسعه کارآفرینی در هر بخشی از جمله دامپروری می‌باشند. ماشین‌های خودکار شیردوشی، تجهیزات خودکار تغذیه علوفه و تمیزکننده اصطبل و سامانه‌های خودکار مراقبت از دام که در واقع ربات‌های دامداری می‌باشند، تولید شده و به دامپروری کشورهای توسعه یافته وارد شده‌اند و در آینده‌ای نزدیک در دامپروری کشور ما نیز استفاده خواهند شد. لذا آشنایی با ماشین‌های خودکار دامداری برای توسعه کارآفرینی در زمینه فناوری‌های نوین در بخش دامپروری ضروری است. در این مقاله انواع ربات‌های قابل استفاده در دامداری‌ها در چهار گروه ربات‌های شیردوش، ربات‌های تغذیه علوفه به دام، ربات‌های تمیزکننده دامداری و ربات‌های مراقبت از دام دسته‌بندی شده، اجزاء و نحوه کار آن‌ها نیز تشریح شده است. با این هدف که ضمن آشنایی محققین کشور با این زمینه جدید از کاربرد ربات‌ها، فتح‌بایی باشد برای تحقیق و توسعه و کارآفرینی در این زمینه و فراهم آوردن امکان تولید و به‌کارگیری ربات‌ها در بخش دامپروری کشور.

واژه‌های کلیدی: رباتیک، دامپروری، کارآفرینی، شیردوشی، تغذیه علوفه

\*مسئول مکاتبه: [hmasoudi@scu.ac.ir](mailto:hmasoudi@scu.ac.ir)

## مقدمه

امروزه روند رو به رشد جمعیت کره زمین و افزایش تقاضا برای مواد گوشتی و لبنی، اهمیت دام و دامداری را دوچندان کرده است. با توجه به این که افزایش میزان تولید گوشت و لبنیات رابطه مستقیمی با میزان مصرف خوراک توسط دام دارد، لذا تأمین خوراک در دامداری‌ها از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. از طرفی دیگر مصرف بیش از حد خوراک و عدم مدیریت آن در دامداری‌ها به یک معضل تبدیل شده است. بنابراین مدیریت تأمین خوراک و خوراکدهی در دامداری‌ها یک امر بدیهی و ضروری می‌باشد. عدم مدیریت صحیح مصرف خوراک و بهداشت دام منجر به ایجاد ضرر و زیان در دامداری شده و ضربه‌ای به بدنه اقتصادی کشور می‌باشد. استفاده از سامانه‌های خودکار و تغذیه علوفه با توجه به ویژگی‌های دام و میزان شیردهی آن، ضمن صرفه‌جویی در مصرف خوراک، کمک شایانی به دامدار خواهد کرد. خودکار کردن امور دیگر مانند شیردوشی و نظافت که نیازمند نیروی کار فراوان می‌باشند نیز ضمن صرفه‌جویی در نیروی کار می‌تواند به افزایش کیفیت انجام کارها و رعایت بیشتر بهداشت در دامداری‌ها منجر شود که در ارتقاء سلامت انسان و دام تأثیر بسزایی دارد.

بخش کشاورزی و زیر بخش‌های آن از جمله امور دام از بخش‌های اقتصادی است که در دهه‌های اخیر با شتاب نسبی رشد مناطق شهری بر پایه تولیدات صنعتی، کمتر مورد توجه کارآفرینان قرار گرفته و فرصت‌های موجود در آن مورد شناسایی قرار نگرفته است (حسینی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۵). فناوری‌های نوین زمینه‌های مساعدی برای توسعه کارآفرینی در بخش کشاورزی از جمله دامپروری می‌باشند. با توسعه علوم رایانه و الکترونیک در دهه‌های اخیر، استفاده از ربات‌ها و سامانه‌های خودکار در دامداری‌ها در حال گسترش است. صرفه‌جویی در کار و کارگر و تقاضا برای تولید بیشتر در واحد سطح، استفاده از فناوری‌های نوین را در دامداری‌ها اجتناب‌ناپذیر نموده است. با پیشرفت روزافزون فناوری و کاهش هزینه‌های تولید سامانه‌های خودکار، چشم‌انداز دستیابی به ماشینی شدن خودکار و پیشرفته در دامداری‌ها واقع‌گرایانه‌تر می‌شود. طرحی که از یک ماشین خودکار یا ربات دامداری مطرح است ماشینی ثابت یا متحرکی است که به یک سری تجهیزات مجهز شده است و می‌تواند به کمک آن‌ها و به‌طور خودکار عملیات مختلف (همچون شیردوشی، تغذیه علوفه به دام، تمیزکردن فضای دامداری‌ها و غیره) را انجام دهد.

در دنیا تحقیقات گسترده‌ای در زمینه اتوماسیون دامداری به‌منظور تولید ماشین‌های خودکار یا ربات‌هایی که در دامداری‌ها استفاده شوند، در حال انجامند. این پژوهش‌ها در زمینه شیردوشی خودکار، جابجایی کود دامی، تغذیه خودکار علوفه به دام، شناسایی دام، مدیریت دامداری و تعیین

کیفیت علوفه می‌باشند (EC-PLF, 2015). در ایران تحقیقات در این زمینه در سال‌های اخیر شروع شده‌اند، مسعودی و روحانی (۱۳۹۱) در پژوهشی با هدف مدیریت دقیق تغذیه علوفه به دام، سامانه تغذیه خودکار علوفه به دام را طراحی نمودند. سامانه طراحی شده از اجزائی شامل آخور، مخزن علوفه، شاسی، حسگر نوری، برد میکروکنترلر، صفحه نمایشگر، سیستم هشداردهنده و منبع تغذیه تشکیل شده بود. در این سامانه از حسگر نوری برای شناسائی دام استفاده شد. بدین صورت که یکعدد حسگر نوری در محل آخور نصب گردید. در هنگام ورود سر حیوان موردنظر به داخل آخور، امواج ارسالی از حسگر پس از برخورد به حیوان توسط گیرنده آن دریافت شده و سیگنال لازم به میکروکنترلر سامانه ارسال می‌شد. میکروکنترلر با توجه به برنامه تعریف شده برای آن، ورود حیوان را تشخیص داده و به‌طور خودکار مقدار علوفه موردنیاز را تعیین نموده و دستورات لازم را برای راه‌اندازی موتورهای دریچه و همزن ارسال می‌نمود. در نتیجه مقدار غذای موردنیاز برای دام موردنظر به درون آخور ریخته می‌شد. این سامانه سوابق تغذیه علوفه به هر یک از دام‌ها را ذخیره نموده و اطلاعات دقیقی را از تغذیه هر یک از دام‌ها در اختیار دامدار قرار می‌داد. استفاده از این سامانه برای مدیریت تغذیه، باعث می‌شود که دام‌ها از سلامت بالایی برخوردار شوند. شیردهی و باروری دام بهبود یافته و راندمان تغذیه و بازدهی بالاتر رود. کیانمهر و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهش خود به طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاهی هوشمند پرداختند، که امکان زندگی اجتماعی و تغذیه انفرادی را به صورت توأم برای گاوها فراهم می‌نمود. این دستگاه بر روی آخورهای موجود در گاوداری‌ها قابل نصب است که اجازه دسترسی به آخور و استفاده از خوراک را فقط به گاو از قبل تعیین شده می‌دهد. بدین منظور برای هر گاو گردنبندی در نظر گرفته شد که حاوی برچسب الکترونیکی اوست، این برچسب‌ها به‌منظور شناساندن گاو به دستگاه از تکنولوژی RFID استفاده می‌کنند. با مراجعه گاو، شناسه موجود در برچسب الکترونیکی توسط کارت‌خوان دستگاه قرائت شده و در صورت مجاز بودن، مانع با یک حرکت عمودی پایین رفته و گاو از آخور استفاده می‌کند. نتایج ارزیابی عملکرد این دستگاه نشان داد که کلیه قطعات آن با راندمان ۱۰۰ درصد وظیفه خود را انجام می‌دهند و فقط کارت‌خوان این دستگاه عملکرد حدود ۵۰ درصد داشت. یافته‌های تحقیق نشان داد که گاوها نسبت به پایین آمدن مانع حالت دفاعی به خود گرفته و از دستگاه می‌ترسند و تنها ۴۰ درصد از گاوها به خوراک مراجعه می‌کنند.

هدف از این مقاله معرفی انواع ربات‌های قابل استفاده در دامداری‌ها و بیان اجزاء اصلی و نحوه کار آنها است تا ضمن آشنایی محققین کشور با این زمینه جدید از کاربرد ربات‌ها در بخش

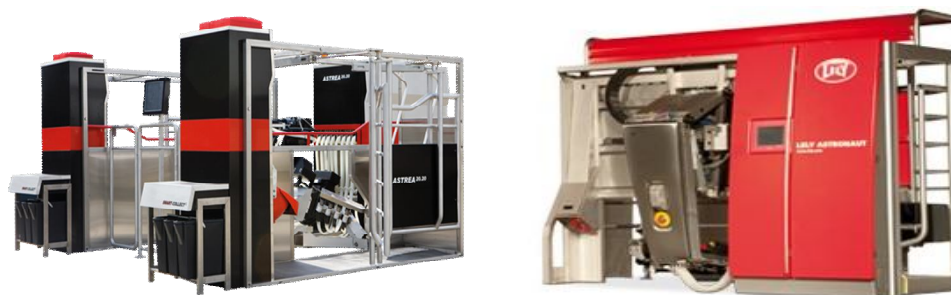
کشاورزی فتح بایی باشد برای تحقیق و توسعه و کارآفرینی در این زمینه جدید و فراهم آوردن امکان تولید و به کارگیری ربات‌ها در بخش دامپروری کشور.

### مواد و روش‌ها

ربات‌ها سیستم‌های کاملاً خودکاری هستند که بدون مداخله انسان و با برنامه‌ریزی قبلی قادر به انجام تمامی عملیات موردنیاز در دامداری‌ها می‌باشند. ربات‌های مورد استفاده در دامداری‌ها را می‌توان در چهار گروه اصلی زیر دسته‌بندی نمود:

۱. ربات‌های شیردوش<sup>۱</sup>
۲. ربات‌های نظافتچی سیار<sup>۲</sup>
۳. ربات‌های تغذیه علوفه<sup>۳</sup>
۴. ربات‌های مراقبت از دام<sup>۴</sup>

**ربات‌های شیردوش:** ربات‌های شیردوش به‌طور کلی به دو دسته ربات‌های ثابت و متحرک تقسیم‌بندی می‌شوند. نحوه کارکرد این ربات‌ها یکسان است و تنها تفاوت آن‌ها در این است که ربات‌های متحرک در دامپروری‌هایی که به شیوه 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. شکل ۱ نمونه‌هایی از ربات‌های شیردوش ثابت را نشان می‌دهد (Lely, 2010; Hokofarmgroup, 2016).



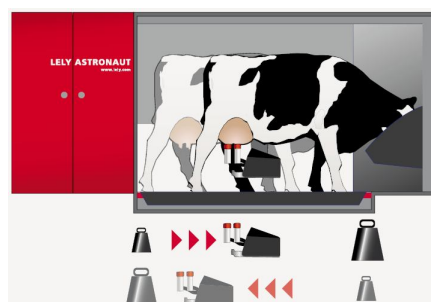
شکل ۱- نمونه‌هایی از ربات‌های شیردوش.

- 1- Robotic milking systems
- 2- Mobile barn cleaners
- 3- Feeder robots
- 4- Animal care equipments

اجزاء ربات‌های شیردوش: به‌طور کلی در یک ماشین شیردوش برای دوشیدن شیر به چهار جزئی اساسی شامل پمپ تولیدکننده خلأ، پولساتور (نبض‌ساز)، لاینرها و مخزن جمع‌آوری شیر نیاز است (پیشکار، ۱۳۷۹). اما در ربات‌های شیردوش برای بالابردن کیفیت کار دستگاه و شیردوشی بهتر، اجزاء زیر اضافه شده‌اند (Lely, 2010):

- سامانه‌های ضد عفونی کننده
- سامانه نصب خودکار لاینرها
- سامانه RFID
- سامانه کنترل کیفیت شیر
- برس‌های تمیزکننده پستان
- تانک میان گذر شیر

هنگامی که گاو وارد ربات شیردوش شد توسط سامانه RFID شناسایی می‌شود. پس از شناخته شدن گاو توسط این سامانه، 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 می‌شود (شکل ۲- راست). این مختصات تعیین کننده محل قرارگیری بازوی شیردوشی در زیر گاو می‌باشد، که لاینرها و سامانه نصب خودکار لاینرها روی آن قرار دارد (شکل ۲- چپ).



شکل ۲- نحوه تعیین موقعیت پستان‌های گاو در ربات شیردوش برای نصب بازوهای شیردوشی.

پس از قرار گرفتن بازوی شیردوش در زیر گاو، پستان‌های آن توسط دو برس که در خلاف جهت هم می‌چرخند، تمیز می‌شوند (شکل ۳- راست). این برس‌ها علاوه بر تمیزکردن پستان‌ها باعث

تحریک پستان‌ها و بهتر جریان یافتن شیر می‌شوند. پس از تمیز شدن پستان‌ها، لاینرها نصب می‌شوند. برای نصب لاینرها از چند عدد لیزر که روی بازوی شیردوشی قرار دارند، استفاده می‌شود (شکل ۳- وسط). این لیزرها از طریق تابش نور و دریافت بازتاب آن موقعیت نوک پستان را محاسبه می‌کنند و به دنبال آن فرمان نصب لاینر موردنظر را می‌دهند. بازوی شیردوشی توسط موتورهای الکتریکی یا هیدرولیکی به حرکت در می‌آید (شکل ۳- چپ). این واحد دارای حرکت‌های بسیار کوچکی است و می‌تواند تا پایان زمان شیردوشی در زیر گاو باقی بماند. پس از این‌که 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 این ربات‌ها، آغاز و پایان زمان شیردوشی، مدت زمان شیردوشی، رنگ شیر، وزن شیر و دمای شیر برای هر گاو اندازه‌گیری می‌شوند. در صورت نامطلوب بودن پارامترهای اندازه‌گیری شده، این سامانه قابلیت این را دارد که شیر موردنظر را در مخزنی به جزء مخزن اصلی ذخیره کند.



شکل ۳- برس‌های تمیزکننده پستان (راست)، نحوه نصب لاینرها (وسط) و بازوی شیردوشی (چپ) در ربات‌های شیردوش

**سامانه‌های ضدعفونی کننده:** ربات‌های شیردوش دارای سه سامانه ضدعفونی کننده شامل ضدعفونی کننده پستان، ضدعفونی کننده برس‌های تمیزکننده پستان و ضدعفونی کننده لاینرها می‌باشند. مطابق شکل ۴- راست سامانه ضدعفونی کننده پستان، دارای یک افشانک است که در انتهای بازوی شیردوشی نصب شده است. توسط این سامانه پس از اتمام شیردوشی و جداسدن لاینرها، مقداری ماده ضدعفونی کننده توسط فشار هوا از افشانک ذکر شده به پستان‌های گاو پاشیده می‌شود. در سامانه ضدعفونی کننده برس‌های تمیزکننده پستان (شکل ۴- وسط) نیز ماده ضدعفونی کننده توسط فشار هوا از یک افشانک بر روی برس‌ها پاشیده می‌شود و باعث شست و شو و ضدعفونی کردن آن‌ها می‌گردد. این کار در حین

شیردوشی صورت می‌گیرد. پس از این که لاینرها در پایان شیردوشی از پستانک‌های گاو جدا شدند در محل خاصی از دستگاه قرار می‌گیرند. از این محل بخار آب با فشار بر روی لاینرها پخش می‌شود. در نتیجه گرمای بخار باعث از بین رفتن باکتری‌ها می‌شود (شکل ۴- چپ). این سامانه ضدعفونی کننده لاینرها حدود ۹۹ درصد از باکتری‌ها را از بین می‌برد (Lely, 2010).



شکل ۴- سامانه ضدعفونی کننده پستان (راست)، سامانه ضدعفونی کننده برس‌های تمیزکننده پستان (وسط) و سامانه ضدعفونی کننده لاینرها (چپ) در ربات‌های شیردوش.

ربات‌های نظافتچی سیار: سلامتی برای عملکرد بهینه همه گاوها ضروری است و یک دامدار در صورتی می‌تواند مدعی سلامت دام‌هایش باشد که بهداشت را به‌طور مناسب رعایت کند. جمع‌آوری فضولات دام در دامداری‌ها به‌صورت مداوم یا دوره‌ای انجام می‌شود. این کار در دامداری‌های مدرن به‌صورت مداوم و با کمک ربات‌های تمام خودکار سیار امکان‌پذیر است (شکل ۵- راست). برای به‌کارگیری ربات‌های نظافتچی سیار، لازم است ابتدا یک تسمه نقاله در کف دامداری برای انتقال کودهای دامی جمع‌آوری شده توسط ربات تعبیه نمود. اجزای اصلی تشکیل دهنده ربات‌های نظافتچی سیار عبارتند از:

۱. موتورهای الکتریکی
۲. مخزن آب
۳. صفحه تمیزکننده
۴. افشانک‌ها
۵. حلقه محافظ

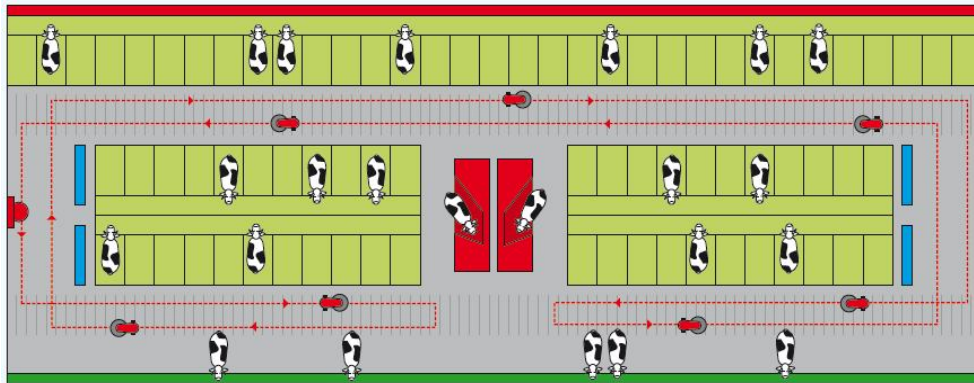
این ربات‌ها توسط دو موتور الکتریکی که نیروی خود را از باتری تأمین می‌کنند به حرکت در می‌آیند. صفحه تمیزکننده که در جلوی ربات نصب شده است (شکل ۵- چپ) با کف دامداری در تماس است. عرض کار این ربات برابر با طول این صفحه می‌باشد. در جلوی این صفحه دو عدد افشانک برای پاشیدن آب در نظر گرفته شده است. پاشش آب باعث می‌شود که کودهای خشک شده نرم گردند و راحت‌تر حذف شوند. طریقه حذف کودها بدن صورت است که ضمن حرکت رو به جلوی ربات، صفحه تمیزکننده فضولات را به جلو حرکت می‌دهد. این کار باعث می‌شود که فضولات از لابه لای شکاف‌ها پایین بیفتند و توسط تسمه نقاله تعبیه شده در کف دامداری به بیرون انتقال یابند (Lely, 2010).



شکل ۵- ربات نظافتچی سیار (راست) و صفحه تمیزکننده، افشانک‌ها و حلقه محافظ (چپ).

ربات‌های نظافتچی سیار قابلیت برنامه‌ریزی دارند و می‌توان آن‌ها را به گونه‌ای برنامه‌ریزی کرد که در مسیرهای مشخص شده حرکت نمایند و یا بعضی از مسیرها را بیشتر از سایر مسیرها تمیز کنند (شکل ۶). این نوع ربات‌ها برای مسیریابی از حسگرهای فراصوتی استفاده می‌کنند. این حسگر فاصله تعیین شده بین ربات با دیوار دامداری را ثابت نگه می‌دارد. به‌علت چرخش و شکل حلقه‌ای که در جلوی این ربات نصب شده است، جلوی ربات توسط کاه و کلش و یا سایر مواد خارجی مسدود نمی‌شود. این حلقه همچنین به‌عنوان یک سپر ایمنی عمل می‌کند یعنی به محض این‌که ربات با یک جسم خارجی برخورد نمود، فرمان توقف و تغییر مسیر را صادر می‌کند.





شکل ۶- مسیر حرکت ربات نظافتچی سیار در درون دامداری.

دامداری‌هایی که از ربات‌های سیار استفاده می‌کنند، مطابق شکل ۷ باید دو ایستگاه شارژ در نظر بگیرند، یک ایستگاه برای شارژ باتری و یک ایستگاه برای پرکردن مخزن آب. زمانی که ربات به ایستگاه شارژ برق می‌رسد سوکت‌های برق با قسمت‌های مشخص در روی ربات، تماس برقرار می‌کنند و ربات متوقف می‌شود. پس از شارژ شدن باتری، ربات دوباره در مسیر برنامه‌ریزی شده قرار می‌گیرد. ایستگاه شارژ آب شامل یک شیر یکطرفه می‌باشد. پس از رسیدن ربات به ایستگاه موردنظر، شیر ربات و ایستگاه شارژ به هم متصل می‌شوند و مخزن آب ربات پر می‌شود. موقعیت این ایستگاه‌ها باید در مسیرهای برنامه‌ریزی شده برای ربات باشد. از این ایستگاه‌ها می‌توان به‌عنوان نقطه آغازی برای هر دور گردش استفاده کرد (Lely, 2010).



شکل ۷- ایستگاه‌های شارژ باتری (راست) و تغذیه آب (چپ) برای ربات‌های سیار.

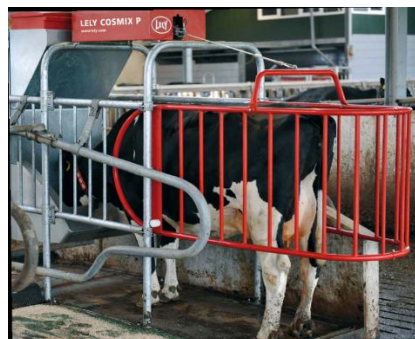
### ربات‌های تغذیه علوفه:

ربات‌های تغذیه علوفه به دام را می‌توان در سه دسته زیر تقسیم‌بندی نمود:

- ۱- ربات‌های تغذیه علوفه ثابت
- ۲- ربات‌های تغذیه علوفه متحرک
- ۳- ربات‌های هل دهنده علوفه<sup>۱</sup>

ربات‌های تغذیه علوفه ثابت: این ربات‌ها برای تغذیه علوفه به صورت انفرادی به هر دام استفاده می‌شوند و به دو دسته بی‌چرخ و چرخدار تقسیم‌بندی می‌شوند (شکل ۸). از نوع بی‌چرخ برای دامداری‌های سرپوشیده استفاده می‌شود در حالی که از انواع چرخدار برای دامداری‌هایی که به شیوه باز مدیریت می‌شوند، استفاده می‌شود. اجزای اصلی تشکیل دهنده این ربات‌ها به شرح زیر می‌باشند (Lely, 2010):

- ۱- مخزن علوفه
- ۲- آخور
- ۳- توزیع کننده
- ۴- سامانه RFID برای تشخیص دام
- ۵- دروازه محافظ



شکل ۸- ربات تغذیه خودکار علوفه ثابت از نوع بی‌چرخ (راست) و چرخدار (چپ).

مخزن این نوع ربات که در بالای آن قرار دارد توسط یک تسمه نقاله، یک ماشین یا توسط یک کارگر پر می‌شود. پس از ورود گاو به این ربات و نزدیک شدن سر آن به آخور ربات، از طریق سامانه

1- Feed pusher robot

RFID ربات تشخیص می‌دهد که کدام گاو وارد شده است. سپس با توجه به اطلاعات ثبت شده برای این گاو (مثل: میزان شیردهی، آبستن بودن یا نبودن و میزان علوفه مصرف شده در طول روز توسط این گاو و ...) ربات مقدار غذای موردنیاز را تعیین می‌کند. پس از این محاسبات واحد توزیع علوفه ربات فعال می‌شود و مقدار غذای محاسبه شده در آخور ربات ریخته می‌شود. برای اندازه‌گیری غذای ریخته شده می‌توان از دبی خروجی علوفه از مخزن استفاده کرد و یا این‌که مخزن را به حسگرهای وزنی مجهز نمود و با توجه به اختلاف وزن مخزن قبل از ریختن و بعد از ریختن علوفه، مقدار غذای ریخته شده را محاسبه نمود. اکثر این ربات‌ها به یک همزن برای جلوگیری از پل زدن مواد در خروجی مخزن علوفه که به شکل قیف می‌باشد، مجهز شده‌اند. اما بعضی از مدل‌ها دارای یک حسگر می‌باشند که مقدار غذای موجود در آخور را اندازه‌گیری می‌کند و اگر غذایی در آخور موجود نباشد این حسگر یک هشدار مبنی بر این‌که مخزن علوفه خالی است یا مواد در خروجی آن پل زده‌اند برای مدیر دامپروری می‌فرستد. با توجه به این هشدار مدیر دامپروری باید مشکل را رفع کند. از بعضی از نمونه‌های این ربات‌ها، می‌توان برای تغذیه چهار نوع مختلف از علوفه به دام استفاده کرد. مطابق شکل ۸- راست بعضی از این ربات‌ها، یک دروازه محافظ دارند. وجود این دروازه محافظ رقابت بین گاوها را در اطراف ربات کاهش می‌دهد. زمانی که گاو به‌طور کامل وارد محفظه خوراک‌دهی ربات شد دروازه شروع به پایین آمدن (بسته شدن) می‌کند. این دروازه مجهز به یک حسگر می‌باشد که یک فاصله مناسب با گاو را حفظ می‌کند و از برخورد آن با گاو جلوگیری می‌کند.

**ربات‌های تغذیه علوفه متحرک:** این ربات‌ها برای تغذیه همزمان علوفه به چند دام استفاده می‌شوند و در دامداری‌هایی که دارای راهروی تغذیه می‌باشند، به‌کار گرفته می‌شوند. این نوع ربات در دو گروه سیار و سقفی وجود دارند که شکل ۹ نمونه‌هایی از آن‌ها را نشان می‌دهد. اجزاء اصلی تشکیل دهنده این ربات‌ها عبارتند از (Lely, 2010; Pellon, 2016):

- ۱- مخزن علوفه
- ۲- توزیع‌کننده علوفه
- ۳- دامنه چرخان
- ۴- حسگرها

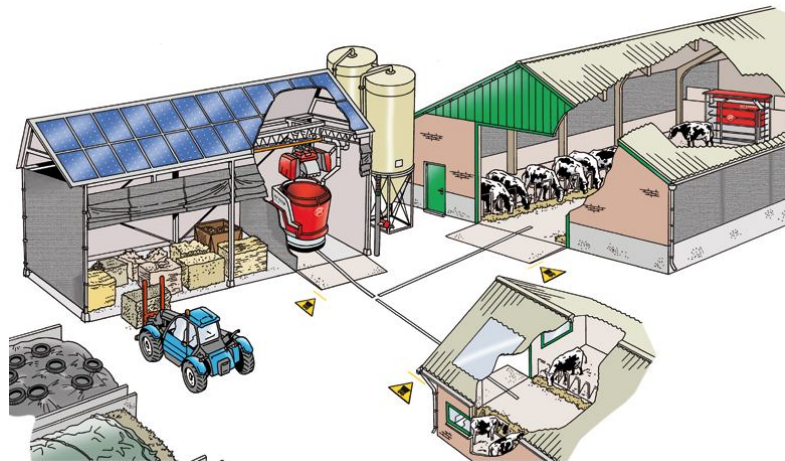


شکل ۹- ربات‌های تغذیه علوفه سیار (راست) و سقفی (چپ).

پس از پر شدن مخزن، مواد موجود در آن توسط یک هلیس که در مخزن قرار دارد با هم مخلوط می‌شوند. این هلیس قادر است علوفه‌ها را به اندازه‌های ۱۰ سانتی‌متری تبدیل کند. پس از خرد و مخلوط شدن مواد موجود در مخزن، ربات به طرف راهروی تغذیه حرکت می‌کند. این ربات نیز همانند ربات‌های نظافتچی برای مسیریابی از حسگرهای فراصوتی استفاده می‌کند. بنابراین تمام مسیرهایی که ربات از آن‌ها عبور می‌کند، باید از قبل در حافظه این ربات ذخیره گردند. پس از ورود ربات به راهروی تغذیه، مواد موجود در مخزن توسط واحد توزیع‌کننده علوفه در اختیار حیوانات قرار می‌گیرند. مقدار علوفه ریخته شده در این راهرو با توجه به سرعت پیشروی و دبی خروجی مواد از توزیع‌کننده علوفه اندازه‌گیری می‌شود. در جلوی توزیع‌کننده یک حسگر تعیین ارتفاع علوفه تعبیه شده است. ربات با کمک اطلاعات دریافتی از این حسگر تصمیم می‌گیرد که آیا محلی که در حال عبور از آن است نیاز به علوفه بیشتر دارد یا خیر. اگر علوفه کمتر از حد تعریف شده برای ربات باشد توسط نرم‌افزار سامانه، فرمان توزیع علوفه صادر می‌شود. در آخر علوفه ریخته شده توسط مخروط چرخان به طرف آخور هل داده می‌شود. ربات تغذیه علوفه سیار مجهز به یک سپر ایمنی نیز می‌باشد که به محض برخورد ربات با یک جسم خارجی فرمان توقف و تغییر مسیر ربات را صادر می‌کند.

از ویژگی‌های این ربات‌ها می‌توان به پرشدن خودکار مخزن علوفه آن‌ها اشاره کرد (شکل ۱۰). پس از وارد شدن ربات به انبار علوفه، از طریق یک حسگر که در ورودی انبار نصب شده است، ورود ربات تشخیص داده می‌شود. پس از قرارگیری ربات در محل موردنظر، علوفه موردنیاز توسط یک

جرثقیل چنگالی به داخل مخزن ریخته می‌شود. علاوه بر این در انبار علوفه دو توزیع‌کننده دیگر نیز برای اضافه کردن کنسانتره و مواد معدنی به مخزن علوفه در نظر گرفته شده‌اند.



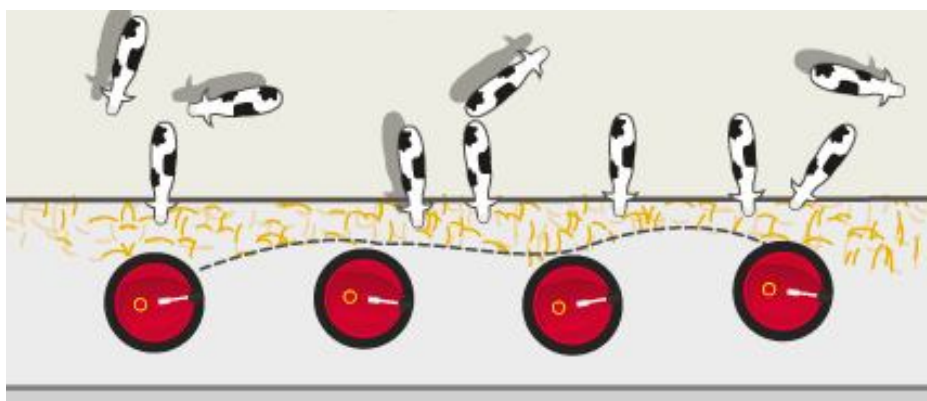
شکل ۱۰- انبار علوفه و پرشدن خودکار مخزن ربات تغذیه علوفه سیار.

ربات هل دهنده علوفه: زمانی که دام از علوفه استفاده می‌کند، حرکات پوزه آن باعث هل دادن علوفه به سمت بیرون می‌شود. بنابراین وسیله‌ای لازم است تا دوباره این علوفه را به طرف گاوها هل دهد. برای این منظور از ربات سیار هل دهنده علوفه استفاده می‌شود (شکل ۱۱- راست). این ربات نیز همانند ربات تغذیه علوفه سیار در دامداری‌هایی که دارای راهروی تغذیه هستند، استفاده می‌شود. از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده این ربات می‌توان به دامنه مخروطی چرخان و حلقه محافظ اشاره کرد. تفاوت‌های مهم این ربات با دو ربات دیگر این است که این ربات علوفه‌ای را برای دام توزیع نمی‌کند و ضمن حرکت رو به جلوی ربات، فقط دامنه مخروطی چرخان آن 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 ژيروسکوپ صورت می‌گیرد. در قسمت بالای این ربات یک حلقه نصب شده است که از سه نقطه با ربات در ارتباط است (شکل ۱۱- چپ). در صورتی که ربات با دیوار یا جسم دیگری برخورد کند توسط این حلقه حس می‌شود و بنابراین ربات ابتدا متوقف شده و سپس تغییر مسیر می‌دهد (Lely, 2010).



شکل ۱۱- ربات هل دهنده علوفه (راست) و حلقه محافظ آن (چپ).

بعضی از ربات‌های هل دهنده علوفه می‌توانند علوفه را به صورت پویا به طرف آخور تغذیه هل دهند (شکل ۱۲). برای این کار روی چرخ‌های ربات چند حسگر نصب می‌شوند و توسط نوارهای فلزی، نقاطی را در فاصله‌ای معین از آخور تعیین می‌کنند. با توجه به اطلاعات دریافتی از حسگرها، مقدار علوفه کنار ربات و فاصله‌ای که باید هل داده شود اندازه‌گیری می‌شود. همچنین بعضی از ربات‌ها دارای یک حسگر خاص در زیر ربات می‌باشند. این حسگر می‌تواند نوارهای فلزی را که در انتهای مسیر نصب شده‌اند، تشخیص دهد و ربات می‌تواند متوجه شود که آیا مسیر برنامه‌ریزی شده را درست طی کرده است یا خیر. نحوه شارژ شدن این ربات نیز همانند ربات‌های نظافتچی می‌باشد.



شکل ۱۲- هل دادن علوفه به صورت پویا توسط ربات.

ربات‌های مراقبت از دام: از ربات‌های مراقبت از دام می‌توان به برس‌های تمیزکننده دام<sup>۱</sup> اشاره کرد. بی‌تردید راحتی، شادابی و سلامتی گاو باعث افزایش باروری و سود بیشتر می‌شود. برس‌های تمیزکننده دام باعث احساس راحتی و رهایی گاوها از گرد و خاک و خارش می‌گردند. علاوه بر این، برس‌های تمیزکننده محرک جریان خون می‌باشند و باعث درخشندگی موهای گاو می‌شوند که نتیجه این کارها یک گله آرام می‌باشد. شکل ۱۳ نمونه‌ای از برس‌های تمیزکننده دام را نشان می‌دهد. این برس‌ها از یک موتور الکتریکی، برس و حسگر تشکیل شده است. زمانی که گاو 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 گاو 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 می‌توان آن را به راحتی روی یک ستون یا در مقابل یک دیوار نصب کرد (Lely, 2010).



شکل ۱۳- برس تمیزکننده دام و نحوه عملکرد آن.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه اتوماسیون در تمامی بخش‌های صنعتی و تولیدی رو به گسترش است و علم رباتیک نیز به عنوان زیرمجموعه‌ای از اتوماسیون توسعه فراوانی یافته است. با توجه به ضرورت افزایش کمیت و

1- Cow brush

کیفیت تولیدات دامی در کشور، نیاز به حرکت به سمت دامداری مکانیزه و خودکار بیش از پیش احساس می‌شود. در سال‌های اخیر ربات‌های گوناگونی برای عملیات‌های مختلف در بخش دامپروری طراحی و ساخته شده‌اند. با به‌کارگیری این ربات‌ها در بخش دامپروری از شدت کارهای سخت، طاقت فرسا و طولانی کاسته شده و بر کیفیت و کمیت فرآورده‌های این بخش به مراتب افزوده خواهد شد. از مزایای به‌کارگیری ربات‌ها در دامداری‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- **کاهش نیروی کارگری موردنیاز:** آمار نشان می‌دهد که در هر کشوری بر اساس ساختار اقتصادی آن کشور بخش کشاورزی در اشتغال‌زایی نقش و سهم دارد. از سوی دیگر با وقوع انقلاب صنعتی، بخشی از اشتغال بخش کشاورزی به‌عنوان نیروی کار صنعت و خدمات از بخش کشاورزی جدا شده و روند نزولی در طی زمان داشته است. اطلاعات بانک جهانی نشان می‌دهد که میانگین سهم اشتغال بخش کشاورزی جهان از رقم ۴۷/۹ درصد در دوره سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۲ میلادی به رقم ۳۷/۶ درصد در دوره سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۲ میلادی رسیده است، یعنی در طول ۱۰ سال در حدود ۱۰/۳ درصد سهم اشتغال بخش کشاورزی کم شده است. برای ایران نیز مطابق جدول ۱، سهم بخش کشاورزی از اشتغال کشور از رقم ۲۹ درصد در سال ۱۳۶۵، به ۲۴/۵ درصد در سال ۱۳۷۰، ۲۳ درصد در سال ۱۳۷۵، ۱۸ درصد در سال ۱۳۸۵ و ۱۸/۶ درصد در سال ۱۳۹۰ رسیده است (پاسبان، ۱۳۹۳). سامانه‌های خودکار و ربات‌ها جایگزین مناسبی برای انجام کارها در دامداری‌ها به‌جای انسان‌ها می‌باشند و با استفاده از آن‌ها می‌توان تبعات کاهش نیروی کار در بخش کشاورزی و دامداری را جبران نمود.

۲- **افزایش بهداشت و سلامت دام و انسان:** شیوع و گسترش بیماری‌های دام و طیور در یک واحد دامداری، ضمن آلوده نمودن دام‌ها و تحمیل ضررهای مالی فراوان به دامدار می‌تواند از طریق کارگران شاغل در دامداری به انسان‌ها نیز منتقل شود. ضمن این‌که بسیاری از مواقع، شیوع یک بیماری در دامداری به‌دلیل عدم رعایت کافی مسائل بهداشتی در آن دامداری توسط کارگران شاغل می‌باشد. با جایگزینی ربات‌ها و سیستم‌های خودکار می‌توان هم نظافت و بهداشت دامداری‌ها را با انجام به موقع کارهای بهداشتی ارتقاء داد و هم احتمال انتقال بیماری‌های دام و طیور به انسان‌ها را کاهش داد.

۳- **تغذیه بهینه علوفه به دام:** با توجه به این‌که نوع و میزان علوفه موردنیاز هر یک از دام‌ها با توجه به سن و مرحله شیردهی آن متفاوت است، تغذیه دستی علوفه علاوه‌بر سختی کار از دقت پائینی نیز



برخوردار است. در کنار این موضوعات، تغذیه دام نیز باید از لحاظ اقتصادی برای دامدار مقرون به صرفه باشد. در مدیریت صحیح یک واحد دامداری (خواه سنتی و یا صنعتی) هزینه‌های تغذیه و نگهداری دام، باید با میزان تولید محصولات آن تناسب داشته باشد. عدم مدیریت صحیح و قابل قبول در مصرف خوراک منجر به ایجاد ضرر و زیان در مجموعه مربوطه و ضربه به بدنه اقتصاد کشور می‌شود. با توجه به وجود انواع سامانه‌های تغذیه علوفه به دام، امروزه حرکت به سمت کشاورزی مکانیزه و استفاده از سامانه‌های خودکار تغذیه علوفه به دام از نیازهای ضروری در صنعت دامپروری به حساب می‌آید. سامانه‌ها و تجهیزاتی که قادر باشند با توجه به نوع و سن دام، نوع و مقدار مناسبی از علوفه را به‌طور خودکار به دام تغذیه کنند، از اهمیت خاصی برخوردارند و می‌توانند در تسهیل تغذیه علوفه مناسب به دام‌ها و افزایش بهره‌وری واحدهای دامپروری بسیار مؤثر باشند (مسعودی و روحانی، ۱۳۹۱).

**۴- افزایش دقت در انجام کارها:** پیشرفت‌های اخیر در علوم مهندسی و فناوری‌های ماشین‌های دامپروری، تولید محصولات را از حالت مکانیزه در مقیاس بالا به حالت مکانیزه با دقت بالا سوق می‌دهد. استفاده گسترده از رایانه‌ها، تولید محصولات دامپروری را به سمت دوره جدید تولید بر پایه اطلاعات پیش می‌برد. محققین و مهندسان بر روی فناوری‌های ماشینی به‌طور خلاقانه کار می‌کنند تا ماشین‌های دامپروری موجود را بهبود بخشیده و فناوری‌های هوشمند پایه ایجاد نمایند که به انسان‌ها کمک کنند تا کارهای دامداری‌ها را با دقت و کیفیت بالاتری اجرا نمایند.

**۵- بهره‌وری و سود بیشتر:** سرمایه‌گذاری در بخش دامداری از ریسک بسیار بالایی برخوردار است و درآمد یک دامدار در اکثر مواقع از کنترل او خارج است، زیرا تقاضای بازار یا قیمت‌های جهانی سود حاصل از تولیدات دامی را تعیین می‌کنند. تا زمانی که تولید در یک بخش سودآور نباشد، تولیدکننده رقبتی به‌کار و سرمایه‌گذاری در آن بخش نخواهد داشت. به‌منظور تقویت درآمدهای موجود، تولیدات دامداری‌ها بایستی همراه با بازدهی بیشتر باشد. به‌کارگیری ربات‌ها و تجهیزات خودکار می‌تواند در بلند مدت زیان‌ها را حذف کرده و به‌طور چشمگیری سود سرمایه‌گذاری را افزایش دهد.

با وجود این مزایای فراوان می‌توان به استفاده گسترده از ربات‌ها و سامانه‌های خودکار در دامداری‌های کشور در آینده امیدوار بود. البته تحقق این امر منوط به طراحی و تولید ربات‌هایی ارزان و با قابلیت بالا است که بتوانند در فضاهای نسبتاً پیچیده دامداری‌ها حرکت نموده و کارهای موردنظر

را انجام دهند. از سوی دیگر آموزش دامداران برای آشنایی با این تجهیزات و به‌کارگیری درست آن‌ها در دامپروری‌ها ضروری است. طراحی و تولید تجهیزات خودکار و ربات‌ها برای استفاده در بخش دامپروری زمینه بسیار مساعدی برای توسعه کارآفرینی در این بخش است. در سال‌های اخیر شرکت‌های معتبر بین‌المللی در زمینه تولید ماشین‌های خودکار و ربات‌های دامپروری فعال شده‌اند و نمونه‌هایی از ربات‌ها را که در این مقاله بدان‌ها اشاره شد به بازار ارائه نموده‌اند. با توجه به فناوری بالایی که در ساخت این تجهیزات خودکار موردنیاز است، تولید آن‌ها نیازمند نیروی کار متخصص و ماهر است که ضمن ایجاد اشتغال برای فارغ‌التحصیلان دانشگاهی می‌تواند سود سرشاری را نصیب تولیدکننده‌گان و کشور نماید.

در پایان پیشنهاد می‌شود پژوهشگران کشورمان نیز به دنبال اجرای پروژه‌هایی در زمینه طراحی، ساخت و استفاده از سیستم‌های هدایت خودکار و ربات‌ها در بخش دامپروری کشور باشند. تا این‌که در آینده‌ای نزدیک با عملی ساختن پژوهش‌های انجام شده در این زمینه بتوان راه اتوماسیون را به دامداری‌های کشور باز نموده و از مزایای فراوان آن بهره‌مند شد. همچنین ضروری است قبل از تسخیر بازار داخلی توسط تولیدات شرکت‌های خارجی، طراحی و ساخت نمونه‌های داخلی ربات‌های دامپروری توسط محققین، کارآفرینان و شرکت‌های تولیدکننده داخلی در اولویت قرار گیرد. از طرفی دیگر به‌کارگیری ربات‌ها و سامانه‌های خودکار در دامپروری‌ها از سوی نهادهای متولی ترویج شود.

#### منابع

۱. پاسبان، فاطمه. ۱۳۹۳. اشتغال بخش کشاورزی: روندها و واقعیت‌ها. آدرس اینترنتی: <http://eghtesadnews.com>. دریافت شده در تاریخ ۱۴ شهریور ۱۳۹۵.
۲. پیشکار، ج. ۱۳۷۹. کاربرد و سرویس ماشین‌های گاوداری. چاپ اول، ناشر: شرکت جهاد تحقیقات و آموزش، تهران.
۳. حسینی‌نیا، غ.ح.، یعقوبی فرانی ا. و ثالثی، م. ۱۳۹۵. فرصت‌های کارآفرینی در بخش تولیدات دامی استان کرمانشاه. نشریه کارآفرینی در کشاورزی، ۳ (۱): ۱۳۶-۱۲۱.

۴. کیانمهر، م.ح.، قاسمی، م.، قادرنژاد، ک.، ورطه‌پرور، و. و عرب‌حسینی، ا. ۱۳۹۱. طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه هوشمند تغذیه گاو شیری. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. ۱۴ الی ۱۶ شهریور ۱۳۹۱، دانشگاه شیراز.
۵. مسعودی، ح. و روحانی، ع. ۱۳۹۱. طراحی سامانه تغذیه خودکار علوفه به دام. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. ۱۴ الی ۱۶ شهریور ۱۳۹۱، دانشگاه شیراز.
6. Hokofarmgroup. 2016. Productions, Available at: <http://www.hokofarmgroup.com> (retrieved March 2016)
7. EC-PLF. 2015. 7th European Conference on Precision Livestock Farming (EC-PLF), 15-18 September 2015, Milan, ITALY. <https://users.unimi.it/ecplf2015>
8. Lely. 2010. Lely Dairy Equipment: Barn, Milk and Feeding Solutions. Available at: <http://www.lely.com/en/> (retrieved April 2010)
9. Lely. 2010. Lely Robotic Solutions. Available at: <http://www.lely.com/en/> (retrieved April 2010)
10. Pellon. 2016. Feeding Automation. Available at: <http://www.pellon.com> (retrieved March 2016)



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*Journal of Entrepreneurship in Agriculture* Vol. 3(3), 2016  
<http://jead.gau.ac.ir>

## **Robotics; a New Field for Innovation and Entrepreneurship Development in the Animal Husbandry Sector**

**\*H. Masoudi**

Assistant Prof., Dept., Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture,  
Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

Received: 9/8/2016 ; Accepted: 19/10/2016

### **Abstract**

By development of science and technology in recent years a variety of robots have been made to perform various operations in agriculture. Animal husbandry industry is no exception from this rule, and some robots and automatic equipments are going to be used in this sector. New technologies are favorable issues for development of entrepreneurship in every section including animal husbandry. Automatic milking machines, feeding and barn cleaning equipments, and automatic systems for animal care- that can be named as animal husbandry robots- have been produced and are entered to animal husbandries in developed countries. These automatic machines will be used in Iran animal husbandries soon. So, knowing the animal farms automatic machines is essential for entrepreneurship development in the field of new technologies in animal husbandry section. In this paper, the robots that can be used in animal husbandries have been classified in four groups, including milking, feeding, barn cleaning and animal care robots. Also, components and working method of them have been described. The aim is, while helping the researchers to be familiar with this new field of robots application, to open new ways for R&D and entrepreneurship in this field and result to production and using robots in the animal husbandry section of Iran.

**Keywords:** Robotics, Animal husbandry, Entrepreneurship, Milking, Feeding

---

\*Corresponding author: [hmasoudi@scu.ac.ir](mailto:hmasoudi@scu.ac.ir)