

## مروری اجمالی بر مباحث نوین در دامپروری هوشمند

سهیلا قهرمانی، مسعود صدیقه / دانشجویان کارشناسی علوم دامی دانشگاه تبریز

### مقدمه

کشاورزی دقیق سیستمی است که تولیدکنندگان کشاورزی می‌توانند به وسیله آن تغییرات و غیریکنواختی‌های داخل مزرعه را شناسایی کرده و سپس بامدیریت این تغییرات در جهت افزایش محصولات و بهره‌وری گام بردارند. به بیان دیگر کشاورزی دقیق یک استراتژی مدیریتی است که جزئیات و اطلاعات مربوط به هر قسمت از مزرعه را بکار گرفته و مدیریت دقیقی بر نهاده‌ها اعمال می‌کند. کشاورزی یکی از سخت‌ترین مشاغل دنیا به حساب می‌آید چراکه برای بهره‌وری، نیاز به صبر و دقت کافی در طول زمان دارد. همین موضوع به مرور زمان باعث شده است که نسل جوان به سمت این حرفه نروند و میانگین سن کشاورزان افزایش یابد. به تدریج، دستگاه‌هایی اختراع شدند که انجام خیلی از کارها را برای کشاورزان آسان می‌کرد و این شروع شکل‌گیری چیزی به نام کشاورزی مدرن بود. به عنوان مثال دستگاه‌هایی مانند ربات‌های شیردوش، تراکتورهای بدون سرنشین و ... از جمله مواردی هستند که کشاورزی را به میزان زیادی بهبود بخشیدند؛ اما این پایان ماجرا نیست، چرا که همچنان مواردی هست که کشاورز برای در نظر گرفتن آن‌ها باید هزینه مالی و زمانی زیادی صرف کند. پس زمان آن رسید که روش‌های بهتر و تازه‌ای برای حل مسئله پیدا کرد.

به دنبال ناکارآمدی کشاورزی صنعتی در جوامع مختلف بشری متخصصان امر تولید در زمینه‌های کشاورزی دامی به واژه کشاورزی دقیق (Precision Agriculture) دست یافتند. برای نخستین بار در دهه ۸۰ میلادی در ایالات متحده آمریکا عنوان گردید. در طول ده سال گذشته کشاورزی دقیق به همراه توسعه فناوری اطلاعات در جهان به خصوص کشورهای توسعه‌یافته گسترش زیادی داشته است. از سال ۱۹۹۲ هر دو سال یکبار کنفرانس بین‌المللی "کشاورزی دقیق" برگزار می‌شود. امروزه این علم به صورت یک رشته دانشگاهی تدریس می‌شود و علاوه بر این، ماشین‌ها و تجهیزات، مکانیزاسیون کشاورزی دقیق در آمریکای شمالی و برخی کشورهای اروپایی تولید می‌شود. با این توصیف می‌توان دریافت که یکی از راه‌های رسیدن به کشاورزی پایدار و پیشرو، حرکت در مسیر کشاورزی دقیق است. اگرچه کشاورزی دقیق هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بالایی می‌خواهد اما بهینه سازی تولید محصول بر مبنای تغییرات درون مزرعه آن چنان بنیادین است که این علم فناوری را در آینده‌ای نزدیک فراگیر و پایدار می‌سازد.

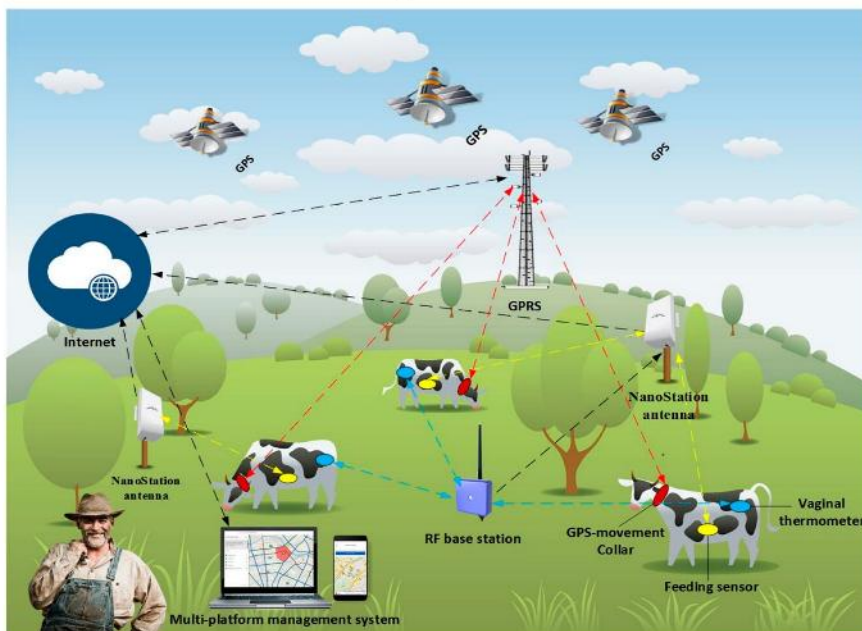
### چکیده

صرف نیروی کار

زیاد و اتلاف طولانی زمان، بازده کم، پایین بودن کیفیت محصولات تولیدی و عدم توانایی رقابت در بازارها و در معرض خطر بودن جوامع انسانی کارشناسان امر کشاورزی و دامداری را بر آن داشته است تا با به خدمت گیری علم روز دنیا تغییراتی را در این صنعت به وجود آورند. علیرغم اینکه دامپروری و کشاورزی سنتی ایران به تدریج به نیمه صنعتی و صنعتی تبدیل شده، اما حاصل این فرایند نیز معضلات بیشماری در زمینه‌های مختلف مثل از دست رفتن فرصت‌ها، عدم دستیابی به تولیدات مقبول، درآمد متناسب و توانایی رقابت شده است. این رویکرد ناکارآمد باعث شده است که دامداران نتوانند تجارب شیرینی کسب نموده و گام‌های موثرتری بردارند.

این رویه در اکثر کشورهای جهان بدین منوال بوده، اما اخیراً در بعضی کشورهای پیشرفته با به کارگیری تکنولوژی جدید و راهکارهای نوین در امر تهیه و تولید محصولات دامی به موفقیت‌های شایانی دست یافته و با به راه‌اندازی روش جدید به نام کشاورزی دقیق و هوشمند ادامه حیات را برای شیوه صنعتی کاملاً مخدوش و تنگ نموده است. در کشاورزی هوشمند از مواردی که موجب پیشرفت این صنعت گردیده می‌توان به سنسورهای قلاده گردن، داخل شکمبه، روی دم، روی قوزک پا، ربات‌های شیردوش، هل دهنده خوراک، پشم چین، سیستم مونیورینگ و... اشاره نمود. با نگاه به محتویات مندرج در این مقاله و مزایای طرح‌های نوین عقل سلیم بر آن است که با ایجاد تمهیدات لازم زمینه را برای کشاورزی دقیق فراهم نمود تا به کشاورزی پایدار رسید.

کلمات کلیدی: کشاورزی دقیق و هوشمند



شکل ۱. نمایی خلاصه از اهمیت کشاورزی هوشمند و کاربرد آن



## روش

اگر ۱۰۰ سال پیش از کشاورزی پرسیده می شد تکنولوژی چگونه بر آینده کشاورزی تأثیر خواهد گذاشت چیزی فراتر از پیش بینی وضعیت هوا و مصرف بهینه آب به ذهن خطور نمی کرد؛ اما امروزه کشاورزان و دامداران با دسترسی به ساختار صحیحی از اینترنت اشیا قادر به تولید با بهره‌وری و بازدهی بسیار بالایی می‌باشند. توسعه سریع تکنولوژی اینترنت اشیا (IOT)، در عصری که بزرگ‌ترین کمپانی‌های جهان نیز به این وادی پا گذاشته‌اند، سبب شده است دامپروران زیادی در جهان به فکر گاوهای هوشمند یا متصل به اینترنت (connected cow) باشند، چرا که هم زحمت و هم هزینه دامپروران با کمک فناوری کاهش می‌یابد و هم کیفیت محصولات و غذایی که در اختیار مردم قرار می‌گیرد، بهتر خواهد بود.

تفاوت بین کشاورزی هوشمند و کشاورزی مدرن در این است که در مسئله کشاورزی مدرن تنها دستگاه‌هایی در اختیار دامدار و کشاورز قرار می‌گیرد که با استفاده از آن‌ها انجام یک سری کارها ساده‌تر می‌شود اما در کشاورزی هوشمند، هدف استفاده از دستگاه‌هایی است که از سنسورهای مختلف تشکیل شده اند. این دستگاه‌ها با استفاده از این حس گرها قادر به جمع‌آوری یک سری داده و ارسال آنها به سرور جهت تجزیه و تحلیل هستند. بعد از تجزیه و تحلیل دستور لازم برای عملکرد مناسب ارسال خواهد شد؛ بنابراین با استفاده از این فناوری هوشمند سازی، تنها نیاز است که کشاورز نحوه استفاده از این دستگاه‌ها را بداند. در کشاورزی هوشمند، جهت داشتن بهترین بازده از سنسورهای مختلفی استفاده می‌شود، مانند سنسورهای هوشمند هوا، آب، تغذیه، هشدار دهنده‌ها، انواع ربات‌ها مانند ربات شیردوش و غیره. بعد از این که داده‌ها توسط سنسورهای بیان شده جمع‌آوری شدند به ابر محاسباتی فرستاده می‌شوند و در آنجا با استفاده از دستگاه‌های پردازشگر، دستور متناسب با شرایط اعلام می‌گردد. البته این داده‌ها را می‌توان در زمانی بین ۵ الی ۱۵ دقیقه به روزرسانی کرد و در نتیجه خود را با شرایط بیرونی همگام نگه داشت.

## حفاظت از منابع طبیعی از راه دور

هرچند که این موضوع را نمی‌توان به صورت مستقیم زیرمجموعه‌ای از کشاورزی هوشمند در نظر گرفت، اما نظارت بر زیستگاه حیوانات در معرض انقراض یکی از جذاب‌ترین موضوعات محافل کشاورزی هوشمند است. موقعیت‌یابی دقیق این حیوانات و کنترل ورود انسان‌ها و دیگر حیوانات شکارچی به زیستگاه آن‌ها می‌تواند موجب دور نگاه داشتن شکارچیان و همچنین محافظت مؤثرتر از آن‌ها گردد.

## نظارت بر دام و طیور

هدف اصلی نظارت بر دام و طیور در دامپروری هوشمند، پرورش دام به بهترین شکل و صرفه‌جویی در هزینه هاست. بدین ترتیب دامداران با استفاده از ادوات بی‌سیم در حوزه اینترنت اشیا اطلاعات مرتبط با سلامت، راحتی و محل دام‌های خود، تغذیه، باروری و دما را در اختیار خواهند داشت. این اطلاعات به دو صورت باعث کاهش هزینه‌های آن‌ها می‌گردد.

۱) تشخیص سریع دام‌های بیمار که با بیرون کشیدن آن‌ها از گله موجب جلوگیری از شیوع بیماری در گله می‌شود.

۲) شناسایی دقیق محل حضور دام‌ها که به صورت مستقیم نیاز به حضور نیروی انسانی و به تبع آن هزینه‌های مربوط به حقوق کارگران را کاهش می‌دهد.

بازار جهانی استفاده از ربات‌ها در کشاورزی رو به رشد است و بنا بر گزارش شرکت ترکتیکا، فعال در صنعت کشاورزی، گردش مالی در این بازار از ۳ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۵ میلادی نزدیک به ۷۴ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۴ میلادی می‌رسد.

امروزه کشاورزی هوشمند در مرغداری‌ها و دامداری‌ها ارزش بالایی دارد به‌عنوان مثال، فعالیت دام‌ها شب‌هنگام یا هنگام طلوع آفتاب است، از آن جایی که در این زمان نیز کارگران خواب‌آلود و در حال خوابیدن هستند، قادر به بررسی‌های مکرر و دقیق نیستند از جمله فعالیت‌هایی مانند زایمان و یا فعلی. امروزه کشاورزی هوشمند این معضلات را رفع کرده و درصد خطا و اشتباهات را به حداقل رسانده است.

## وسيله و ابزار

استفاده از دوربین‌ها، حس‌گرها، اطلاعات ریز، ماشین‌یادگیری، هوش مصنوعی، کشاورزی هوشمند باعث ایجاد بهره‌وری و استفاده صحیح و موثر از منابع است.

## راهکارها در مرغداری و دامداری

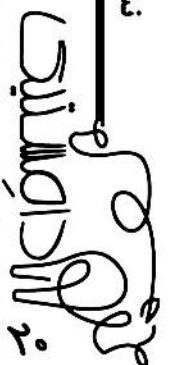
کنترل سیستم روشنایی، کنترل سیستم تهویه، کنترل سیستم گرمایش و سرمایش، کنترل دما و رطوبت، کنترل سیستم غذایی به حیوانات، اعلام هشدار در مواقع خطرناک مانند آتش‌سوزی، نظارت بر سلامت دام‌ها با استفاده از کشاورزی هوشمند و حس‌گرها امکان‌پذیر است. کشاورزان حس‌گرها را به بخش‌های مختلف بدن گاوها از جمله دم، گردن، درون شکم (سیرابی)، روی قوزک، سم‌چهارپایان و... متصل می‌کنند تا با دریافت اطلاعات در سریع‌ترین زمان و جلوگیری از مشکلات احتمالی افزایش بهره‌وری گله‌گاوهای خود کمکی کنند.

## ابزار و وسایل در دامداری

۱) سنسورهایی در قلابه گردن: این قلابه‌ها برای کنترل وضعیت سلامت و تناسب اندام دام‌ها هستند که به گردن آن‌ها بسته می‌شود. قلابه‌ها به شبکه اینترنتی بدون سیم متصل هستند که توسط این سنسور از هر نظر کنترل می‌شوند که هم برای سلامت گاوها و هم بازده کار دامپروران بهتر است. قلابه‌ها نشان می‌دهند که میانگین زمان غذا خوردن و یا زمان نشخوار و یا متوسط فعالیت چقدر است. اگر این فعالیت‌ها نامتناسب باشند نشانه مرضی یا در مرحله آغاز بیماری است. عضلات گردن گاو موقع غذا خوردن حرکت می‌کند، حس‌گرهای موجود در این قلابه‌ها این حرکات را ثبت می‌کنند و داده‌ها به شبکه کلی متصل است که توان پردازش دارند.

۲) سنسورهای روی قوزک پای حیوان: محققان استارت‌آپ هلندی Connecterra که در زمینه نرم‌افزار فعالیت دارند گجت‌های مجهز به سنسور را به قوزک پای گاوها متصل کردند تا دامدار از این طریق بتواند دریابد که دام در طول روز سریع یا آهسته حرکت می‌کند و همچنین میزان حرکت دام، کم یا زیاد بوده است. گفتنی است که هر یک از این حرکات، معنای خاصی دارد و در نهایت این اطلاعات در قالب یک نمودار در اختیار دامدار قرار می‌گیرد که وی می‌تواند از روی آن، متوجه سلامتی یا احتمالاً بیماری دام‌های خود شود.





۳) سنسورهای داخل شکمبه: بهداشت و وضعیت سلامت دام از مواردی است که باید بسیار مورد توجه دامداران قرار بگیرد تا مشکلات به حداقل برسد. یکی از این راهکارها، یک سیستم اندازه‌گیری از راه دور است. در واقع در این فناوری، از طریق سنسور جای گرفته در شکمبه، بهداشت جیره غذایی و نیز دمای بدن دام اندازه‌گیری می‌شود. اطلاعات جمع‌آوری شده توسط این حس گرها، فرصت‌هایی را برای افزایش بهره‌وری گله فراهم می‌کند.

در واقع در شکمبه گاو سنسورهایی نصب می‌کنند که می‌تواند میزان نیاز دام به غذا و نیز هضم غذا را رصد کرده و بر آن نظارت کافی داشته باشد. این موضوع به دامدار اجازه می‌دهد تا بر میزان علوفه‌ای که می‌خواهد به گاوها اختصاص دهد، نظارت داشته و آن را به بهترین شکل در اختیار دام‌های خود قرار دهد. گفتنی است که بهینه‌کردن جیره غذایی دام، عملاً می‌تواند بر کاهش متعادل شدن گاز دی اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) نیز تأثیرگذار باشد که خود گام بزرگی در کاهش گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود. همچنین در صورت مشکلات گوارشی یا عدم تنظیم PH می‌توان بیماری‌های خاص گوارشی مثل SARA را تشخیص و نسبت به درمان آن اقدام نمود.

۴) سنسورهای روی دم: این سنسور می‌تواند از طریق حرکت دم گاوهایی که مجهز به حس گرها هستند، به کشاورزان هشدار دهد که به‌عنوان مثال زایمان یک گاو نزدیک است یا نه یا اینکه مدت زمان زایمان، بیش از حالت طبیعی شده و دام نیاز به کمک‌های بیشتری دارد. به این ترتیب حتی اگر دامدار در شرایطی باشد که دسترسی چندانی به دامپزشک نداشته باشد می‌تواند از نشانه‌ها و هشدارها استفاده کرده و زودتر فکری به حال دام خود کند. همچنین تغییرات دما در حالت استرس را ارسال کرده و زمان دقیق تلقیح طبیعی یا مصنوعی مشخص می‌شود.

۵) سنسورهای روی تگ گوش: توسط این تگ هوشمند موقعیت‌یابی دام‌ها در مرتع، سرشماری دام‌ها، ثبت سوابق اطلاعاتی، مشاهده میزان تولید شیر و سلامت و باروری حیوان صورت می‌گیرد.

۶) سنسورهای آمونیاک: سنسورهایی برای اندازه‌گیری میزان آمونیاک تولید شده در واحد دامداری تعبیه می‌شود و اگر از اندازه نرمال بالاتر رود، تهویه اتوماتیک داخل واحد دامداری صورت می‌گیرد.

۷) ربات‌های شیردوش: این ربات ابتدا گاو را شناسایی کرده و سپس شیردوشی را انجام می‌دهد. این ربات‌ها سلامتی حیوان و میزان تولید را می‌سنجند که تمام اطلاعات به شبکه واحد ارسال می‌شود. در این روش تعداد کارگران کم است و همچنین کارهایی را که انسان انجام می‌دهد زمان‌بر و پیچیده و دارای خطای بالایی است که در این نوع کشاورزی به حداقل می‌رسد. در این سیستم رباتیک، گاوها به‌طور منظم و پشت سر هم و به نوبت وارد بخش شیردوشی می‌شوند. در این مرحله دوشش به طریقی است که ۴ سر ربات شیردوش به ۴ کارتیه پستان گاو متصل گردیده و شروع به دوشیدن می‌کند. یکی دیگر از اموری که توسط این ربات‌ها انجام می‌شود بررسی و کنترل جداگانه هر کدام از کارتیه‌ها است، در این وضعیت چنانچه بیماری و آلودگی و یا ورم پستان وجود داشته باشد، دستگاه شیر دوشیده شده را برحسب شرایط کارتیه جدا می‌کند و این نکته‌ای بسیار مهم در سلامت شیر دوشیده شده است.

نکته حائز اهمیت در خصوص تضمین سلامت شیر این مجموعه آن است که ربات‌های شیردوش گاوهایی را که دارای بیماری ورم پستان و یا مبتلا به مصرف آنتی‌بیوتیک هستند را می‌دوشند، ولی در بخش ذخیره‌سازی و مخازن، شیر آلوده و شیر پاک را از هم تفکیک و جدا ذخیره می‌کند. در پایان هر دوشش، دستگاه دوشش با بخار، حرارت و آب مورد شستشو قرار می‌گیرد، خط دستگاه شیردوش برای دوشش مجدد باز نمی‌شود تا مجدداً شستشو صورت پذیرفته و آلودگی برطرف گردد.

۸) ربات‌های هل دهنده غذا: وظیفه این ربات هل دادن علوفه به سمت گاوها است، اگرچه این کار پیچیده‌ای نیست اما نیاز به نیروی انسانی داشت. وقتی علوفه‌ها روی زمین و جایگاه مشخص، برای گاوها ریخته می‌شود، آن‌ها برای خوردن این علوفه با پوزه خود این علوفه را جابه‌جا می‌کنند.

می‌کنند. برای رفع این مشکل، ربات‌هایی را ساخته‌اند که علوفه‌های بیرون آمده را به سمت جایگاه درست آن هل می‌دهد. این ربات در سالن استقرار دارد تا علوفه را برای راحت غذا خوردن دام مرتب نماید. این دستگاه نیز دارای باتری است که پس از شارژ شدن به آشیانه خود برمی‌گردد.

۱۰) ربات‌های تمیزکننده اصطبل: روش کار ربات مذکور به‌گونه‌ای است که با دادن یک برنامه زمان‌بندی به آن، دستگاه رأس ساعات تنظیم‌شده به جمع‌آوری کود و تمیز کردن کف سالن‌ها می‌پردازد و در پایان برای توقف و شارژ به آشیانه برمی‌گردد.

۱۱) ربات‌های فیدر: این ربات‌ها در زمان مشخص به میزان معینی به‌طور جداگانه برای هر حیوان غذا می‌دهند.

۱۲) فنس‌های الکترونیکی و دوربین‌های مدار بسته: دوربین‌های مدار بسته تمام نقاط مزرعه را در شبکه واحد نشان می‌دهد و امنیت بالایی را برقرار می‌کند که دامدار در تمامی شرایط از مزرعه خود اطلاع دارد. همچنین توسط این دوربین‌ها دامدار می‌تواند رفتار دام‌های خود را آنالیز کند. در مورد فنس‌های الکترونیکی هشدار در صورت تردد غیرمجاز صورت می‌گیرد.

۱۳) سیستم مونی‌تورینگ: پارامترهایی که در این سیستم بررسی می‌شود دما، آب‌وهوا، آب، غذا، وزن حیوانات، سلامتی حیوانات و رفتار حیوانات است. این داده‌ها به سیستم مرکزی فرستاده می‌شود و دامدار تمامی اطلاعات شخصی حیوان را می‌تواند هر لحظه توسط مانیتور، موبایل و یا توسط هرگونه سیستم الکترونیکی آنالیز کند.

۱۴) اولتراسوند: تشخیص زود هنگام دام‌های آبستن، تشخیص سن آبستنی، تشخیص موارد چند قلو آبستنی، تشخیص موارد پاتولوژیک و تشخیص زود هنگام دام‌های قصری که دارای مشکلات تولیدمثلی هستند، به‌منظور حذف از گله از دیگر مزایای انجام سونوگرافی برای تشخیص آبستنی در دام‌ها است. با شناسایی دام‌های آبستن با روش سونوگرافی می‌تواند سبب جلوگیری از کشتار دام‌های مولد شد، چون در برخی موارد دامدار از آبستن بودن دام بی‌اطلاع است.

۱۵) سنسور دما و رطوبت: دستگاه رطوبت‌سنج قادر به اندازه‌گیری رطوبت، حرارت و اندازه‌گیری میزان نقطه شبنم با ثبت مقادیر، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۶) ربات‌های مراقبت‌کننده از دام‌ها: روی

این ربات ها برس هایی نصب شده است که به کمک آن ها می توانند، دام ها را تمیز کنند. این برس ها با تمیز کردن گاو ها، به آن ها حس پاکی، آرامش و عدم خارش می دهند.

**۱۷) ربات های پشم چین:** یکی از مهم ترین کارها در پرورش گوسفند پشم چینی است که به مهارت خاصی نیاز دارد. ربات پشم چین گوسفندی نسبت به پشم چینی سنتی مزیت های بالایی دارد از جمله سطح بدن گوسفند بسیار زیباتر می شود، چون برخلاف پشم چین سنتی پله پله نمی شود و سطح بدن گوسفند صاف و زیبا می گردد، سرعت بالاتر نسبت به پشم چینی سنتی، همچنین نیازی به بستن گوسفند نیست و بدون هیچ فشاری بخصوص به گوسفندان آبستن پشم ها چیده می شود، عدم پیچ خوردن روده گوسفندان که گاه موجب تلف شدن میش می گردد در پشم چین رباتیکی این مشکل به هیچ وجه وجود ندارد. خطای انسانی و هزینه کاری نیز کاهش می یابد.

**۱۸) پهپاد:** امروزه از پهپادها برای کارهای مختلفی استفاده می شود. محققان در حال کار بر روی پهپادها جهت استفاده از آن ها در نظارت و مدیریت هستند. با پهپاد مجهز به دوربین های دیجیتالی، قابل کنترل با تلفن همراه، می توان رفتار حیوانات و موقعیت دام ها را تحت کنترل داشت.

تکنولوژی در کشتارگاه، ماشین های بدون سرنشین، سنجش میزان آلودگی آب و غذا، ورم پستان، فن های خنک کننده گاو ها، سنسور محاسبه کیفیت محصولات، ربات های پاک کننده سم و ربات سم چین و سایر فعالیت های هوشمند نیز در حال اجرا است.

#### ابزار و وسایل در مرغداری

**۱) سنسور رطوبت سنج:** همان گونه که از نام آن مشخص است برای استفاده در سالن های پرورشی یا هر جایی که نیاز به کنترل رطوبت به مقدار مشخص شده ای دارد، است. این سنسور به صورت بی سیم بوده و خود دستگاه در کنار تابلو برق و یا خارج از سالن نصب گردیده و تنها حس گر دستگاه در داخل و وسط سالن قرار می گیرد. این دستگاه به صورت اتوماتیک بوده و فقط اطلاعات اولیه به دستگاه داده می شود و مصرف

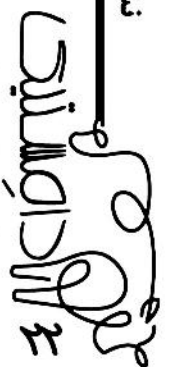
کننده میزان رطوبتی را که در سالن لازم دارد به دستگاه می دهد و سنسور رطوبت توسط رله های مخصوص به دستگاه مه پاش یا همان رطوبت ساز وصل شده و از طرف دیگر به فن و سیستم تهویه متصل می گردد. هنگامی که درصد رطوبت از مقدار تعیین شده در داخل سالن بالاتر رفت حس گر به سنسور اطلاع داده و سیستم تهویه و یا فن به صورت خودکار شروع به کار می کند تا رطوبت سالن به حالت عادی برگردد. همچنین هنگامی که رطوبت سالن رو به کاهش رفت و از میزان رطوبت آن کاسته شد دستگاه رطوبت ساز به صورت خودکار استارت خورده و شروع به کار می کند تا میزان رطوبت سالن به حالت عادی باز گردد، یعنی تمامی عوامل انسانی و طبیعی و مداخله انسان برای تنظیم رطوبت در سالن توسط این دستگاه به صورت اتوماتیک انجام می گیرد.

**۲) سنسور تشخیص دما:** سنسور تشخیص دما وظیفه کنترل دما را در داخل سالن بر عهده دارد در بسیاری از صنایع از جمله مرغداری ها و یا گلخانه ها که کنترل دمای سالن یکی از ارکان اصلی در این سیستم است، سنسورهای تشخیص دما نقش بسیار مهمی دارند. همچنین می توان با این سنسور مصرف سوخت را پایین آورد به گونه ای که درجه دمایی سالن بر روی یک دما تنظیم شده و دستگاه سنسور درجه دمایی سالن را در میزان معین شده تنظیم می نماید و این عامل موجب کاهش سوخت حداقل به میزان ۳۰٪ می گردد. کنترل دما از مهم ترین مباحث در سالن های مرغداری بشمار می آید. در هر مرحله از رشد، یک دامنه دمای عملکرد مطلوب وجود دارد که در این محدوده دمایی، پرند می تواند از انرژی موجود در خوراک به بهترین نحو برای رشد استفاده نموده و ضریب تبدیل مطلوبی داشته باشد. باید توجه داشت که اگر بدون

در نظر گرفتن سن و وزن جوجه ها و به صورت غیراصولی کنترل دما صورت گیرد و دمای سالن از حد مجاز گرم تر شود، جوجه ها نسبت به دان بی اشتها شده و یا اگر دما از حد مجاز تعیین شده سردتر گردد، مصرف دان بیشتر خواهد شد ولی انرژی حاصل از تغذیه صرف گرم کردن جوجه ها می شود؛ بنابراین در طول دوره پرورش باید کنترل دقیقی بر روی دما صورت گیرد.

طرز کار سنسور تشخیص دما به گونه ای است که در سالن های تولیدی صنعتی و یا در مرغداری ها حسگر دستگاه سنسور در وسط محیط قابل ساپورت قرار گرفته و خود دستگاه





این سنسور دارای رله‌های مخصوص بوده که توسط این رله‌ها به دستگاه هیتر و کوره هوای گرم و از طرف دیگر به دستگاه ایرواشر و یا فن تهویه متصل می‌گردد. هنگام پایین آمدن درجه دمای سالن سنسور به دستگاه هیتر دستور داده و هیتر به صورت خودکار شروع به کار کردن می‌کند که دمای محیط را به حد مطلوب می‌رساند. این شرایط در حالت برعکس هم قابل اجرا است، موقعی که در دمای سالن بالاتر از حد مقرر ورود سنسور به فن و یا هر سیستم تهویه ای دستور استارت خوردن را داده و فن شروع به پایین آوردن درجه دمای سالن می‌نماید. در هر صورت سنسور تشخیص دما بر اساس تنظیمات داده شده دمای محیط سالن را تنظیم می‌نماید.

**۳) سنسور آمونیاک:** آمونیاک از فضولات پرنده در بستر مرطوب و نبود تهویه کافی تولید می‌شود. در غلظت بیش از ۲۰ ppm چشم‌های پرنده قرمز شده و تنفس دچار مشکل می‌شود. اگر غلظت بالای ۵۰ ppm برود، مرگومیر پرنده شروع می‌شود. این نوع سنسور به گاز آمونیاک حساس بوده و محدوده تشخیص آن‌ها در نظر گرفته شده است. در سالن‌هایی مانند مرغداری و یا گلخانه‌ها، بر اثر فضولات و بسیاری از عوامل دیگر گاز آمونیاک در سالن افزایش پیدا کرده و موجب ایجاد خسارت بسیار بالایی در سالن می‌شود و افزایش بیش از حد این سم در سالن موجب ایجاد خفگی و مرگ هم برای انسان است. بر این اساس سنسور آمونیاک در سالن‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته و این سنسور به سیستم فن تهویه و یا دستگاه ایرواشر متصل می‌گردد. هنگام بالا رفتن گاز آمونیاک در سالن سنسور به دستگاه تهویه دستور داده و فن‌ها و یا دستگاه ایرواشر به صورت خودکار شروع به کار کردن می‌کند.

**۴) سنسور CO<sub>2</sub>:** دی اکسید کربن از بازدم پرنده حاصل می‌شود و معیار خوبی برای کثیفی هوا است و طبق استانداردهای تعریف شده مقدار آن نباید به ۳۰۰۰ ppm برسد. البته این گاز از عوامل کشنده محسوب نمی‌شود ولی غلظت‌های بالا تأثیر بدی بر رشد و افزایش بیماری در گله دارد. این نوع سنسور فقط برای تشخیص گاز CO<sub>2</sub>

طراحی گردیده و در بسیاری از محیط‌ها مورد استفاده است. در بسیاری از سالن‌ها به علت عوامل ایجاد گاز CO<sub>2</sub> از دستگاه دیجیتال CO<sub>2</sub> استفاده می‌گردد. این سنسور هم مانند دیگر دستگاه‌های سنسور دارای رله بوده و به دستگاه تهویه نصب گردیده و در هنگام بالا رفتن سطح CO<sub>2</sub> سالن فن‌ها به صورت خودکار شروع به کار کردن می‌کنند.

**۵) سنسور تایمر:** سنسورهای زمان‌دار برای خودکارسازی و مکانیزه کردن محیط به کار می‌روند. این حس‌گرها به دستگاه‌های مختلف برای کار کردن دستور می‌دهد و بر اساس زمان‌بندی انجام گرفته تمامی دستگاه‌ها از جمله فن، هیتر، دستگاه ایرواشر، رطوبت‌ساز و یا هر دستگاه دیگر به این سنسور وصل شده و تمامی دستگاه‌ها بر اساس زمان داده شده خاموش و یا روشن می‌شوند.

**۶) سنسور هشدار و آلام:** این دستگاه جهت کنترل و نظارت مداوم بر شرایط محیطی سالن‌های مرغداری طراحی شده و با استفاده از آن می‌توان از هر جای ایران، از طریق تلفن همراه، از وضعیت سالن‌های مرغداری باخبر بود.

**۷) نوردهی در سالن مرغداری:** برنامه نوری توسط بسیاری از پرورش‌دهندگان جوجه گوشتی با موفقیت به کار گرفته شده و ضمن کاهش مرگومیر جوجه‌ها، بهبود ضریب تبدیل غذایی و تأمین رشد بهتر سبب کاهش هزینه‌های تولید شده است این برنامه به خصوص در مرغداری‌هایی که تلفات ناشی از آسیت وجود دارد، مفید است. نتایج اجرای برنامه‌های نوری متناوب شامل بهبود بازده غذایی، بهبود قدرت زیست، بهبود جزئی رشد، کاهش مرگومیر قلبی، کاهش تلفات مرحله پایانی دوره و بهبود اشتها است. این برنامه‌های نوری در هر نوع سالن مرغداری حتی سالن‌هایی که از نور طبیعی استفاده می‌کنند به‌آسانی قابل اجرا است.

**۸) دانخوری و آبخوری هوشمند:** معروف‌ترین نوع دانخوری اتوماتیک دانخوری بشقابی است که به صورت یک خط ممتد از ابتدا تا انتهای سالن با فاصله‌های استاندارد کشیده می‌شود و در ابتدای خط نیز یک منبع قرار می‌گیرد که دان توسط فنر مخصوص به درون دانخوری‌ها کشیده

می‌شود. در ابتدای خط دانخوری اتوماتیک یک منبع دان یا همان هاپر قرار می‌گیرد و در انتهای آن یک سنسور مخصوص قرار می‌گیرد تا به محض پر شدن بشقاب‌های دانخوری از دان سیستم موتور و گیربکس را خاموش کند.

معروف‌ترین نوع آبخوری اتوماتیک آبخوری نیپل است. نیپل پرکاربردترین و پر فروش‌ترین نوع آبخوری اتوماتیک در کل دنیا است. آبخوری اتوماتیک نیپل شباهت بسیار زیادی به خط دانخوری بشقابی دارد و مانند آن دارای یک سری تجهیزات کامل برای هر خط آبخوری است.

**۹) وزن‌کشی هوشمند:** ترازوی هوشمند طیور جهت اندازه‌گیری وزن طیور به صورت خودکار و بدون نیاز به دخالت انسان بکار می‌رود. وزن اولیه را یک مرتبه و در هنگام جوجه ریزی (وسط دوره) در حافظه دستگاه وارد کرده، سپس به‌طور خودکار اندازه‌گیری انجام و وزن طیور در حافظه دستگاه ثبت می‌شود. با افزایش روزانه وزن گله، ترازو به‌طور هوشمند مبنای اندازه‌گیری را تغییر می‌دهد، به طوری که احتیاجی به وارد نمودن وزن متوسط گله در کل طول دوره پرورش نیست.

**۱۰) ربات‌های جمع‌آوری تخم مرغ:** امروزه ربات‌ها در صنایع گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ربات‌ها باعث شده‌اند که خطای انسانی کاهش یافته و بازدهی را افزایش دهند که این ربات نیز در مرغداری‌ها نقش



مهمی را ایفا می‌کند. جمع‌آوری تخم‌مرغ کاری زمان‌بر بوده که توسط این ربات مشکل حل شد. جمع‌آوری تخم‌مرغ از کف سالن (تخم‌مرغ‌هایی که بیرون از آشیانه و بر روی کاه و کلش گذاشته شده‌اند) صورت می‌گیرد

**۱۱) سیستم نظارتی و سنسورهای کنترل هوادر مرغداری:** این روش میزان تحرک و فعالیت جوجه‌ها را سنجیده و نسبت به سلامت آنها اظهار می‌کند. همچنین برای تنظیم تراکم یا تعداد مناسب جوجه‌ها در سالن نیز اطلاعات مفیدی را می‌دهد. کوچک‌ترین حرکات این حیوانات را زیر نظر است و به محض اینکه رفتار غیر معمولی از مرغ‌ها سر بزند، هشدار می‌دهد.

**۱۲) بسته‌بندی رباتیکی تخم‌مرغ:** این ربات‌ها و دستگاه‌ها تخم‌مرغ‌ها به آرامی از قفس‌های سالن هدایت کرده و بسته‌بندی را بر اساس اندازه انجام می‌دهد. تخم‌مرغ تمیز، سالم و بدون شکستگی خواهند بود که این کار بسیار زمان‌بر و کاری حساس بود.



**۱۳) دستگاه جمع‌آوری مرغ‌ها:** جمع‌آوری مرغ‌ها کاری سخت بوده و نیاز به نیروی کارگری زیادی دارد که در این حین مرغ‌ها نیز آسیب فیزیکی می‌بینند که این مشکل توسط این دستگاه رفع شده است. این دستگاه وارد سالن شده و به آرامی با نور آبی شروع به جمع‌آوری مرغ‌ها می‌کند

کشتار مرغ‌ها توسط ربات‌ها، بسته‌بندی مرغ‌ها، انکوباسیون هوشمند و ... نیز از دیگر فعالیت‌ها در این زمینه است.

### بحث و نتایج

اینترنت اشیا (IOT) قابلیت تغییر و تحول دنیای پیرامون ما را دارد و ایجاد صنایع کارآمدتر همگی ارمغان این تغییرات هستند. البته برخی کاربردهای این فناوری همانند کاربرد آن در حوزه کشاورزی بسیار چشم‌گیرتر از سایر حوزه‌ها خواهد بود. کشاورزی هوشمند به کشاورزان و تولیدکنندگان کمک خواهد کرد تا به‌رغم افزایش دهنده. کشاورزی دقیق سیستمی است که برای نظارت با کمک حس‌گرها (نور، رطوبت، دما و غیره) استفاده می‌شود، بدین ترتیب کشاورزان می‌توانند شرایط دامداری یا مرغداری را در هر زمان و از هر مکان تحت نظر داشته باشند. این روش جدید در مقایسه با روش‌های سنتی بسیار کارسازتر است و بهره‌وری بیشتری دارد. روش‌های کشاورزی دقیق مبتنی بر IOT نه تنها برای کشاورزی سنتی در مقیاس وسیع کاربرد دارد، بلکه می‌تواند به ارتقا سایر حوزه‌های کشاورزی همچون کشاورزی خانوادگی منجر شود.

حس‌گرها و ربات‌ها باعث شده‌اند که خطای انسانی کاهش یافته و بازده افزایش یابد، چون یکی از صنایعی که خطای انسانی موجب تلفات جبران‌ناپذیری می‌شود، صنعت دامداری است. کشاورزی هوشمند به افزایش سلامتی و رفاه دام‌ها همچنین به رفاه بیشتر دامداران منجر شده است.

کشاورزی هوشمند از جنبه زیست‌محیطی نیز منافع چشمگیری در پی دارد، چرا که باعث استفاده بهینه‌تر آب و بهینه‌تر شدن روند کشت و کار می‌شود. فعالیت‌های دامی نیز یکی از اصلی‌ترین منابع ارزش‌افزوده بخش کشاورزی در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا است که کشاورزی هوشمند در این بخش بسیار سودمند بوده و باعث افزایش راندمان تولید خواهد شد.

امید است این داده‌ها در نهایت هم به کشاورزان و دامداران امکان دهد، تولیدشان را با رعایت بهداشت و ایمنی و به شکلی قابل ردگیری افزایش دهند و هم باعث افزایش ارزش‌افزوده در فعالیت‌های کشاورزی شود.

### منابع

- 1) Arney, D., Leming, R., Piccart, K., Pietre, D., Roemen, J., Zéverte-Rivža, S., Gall, R., Meli, S. and Lloyd, R., 2016. WP2 Community of Practice Deliverable 2.3 Dairy Sensor Research Report. 24.
- 2) Banhazi, T.M., Lehr, H., Black, J.L., Crabtree, H., Schofield, P., Tsharke, M. and Berckmans, D., 2012. Precision livestock farming: an international review of scientific and commercial aspects. International Journal of Agricultural and Biological Engineering 5(3), pp.1-9.
- 3) Berckmans, D., 2006. Automatic on-line monitoring of animals by precision livestock farming. Livestock production and Society, 287.
- 4) Berckmans, D., 2013. Precision livestock farming as a tool to improve the welfare and health of farm animals. TIVO-project. Wageningen. 61.
- 5) Berckmans, D., 2014. Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties, 33(1), pp.189-196.
- 6) Berckmans, D., 2017. General introduction to precision livestock farming. Animal Frontiers, 7(1), pp.6-11.
- 7) NORTON, T. and BERCKMANS, D., 2018. Precision Livestock Farming: the Future of Livestock Welfare Monitoring and Management?. Animal Welfare in a Changing World, p.130.
- 8) Ribeiro, A., Fernández-Quintanilla, C., Barroso, J., García-Alegre, M.C. and Stafford, J.V., 2005. Development of an image analysis system for estimation of weed pressure. Precision Agriculture, 5, pp.169-174.
- 9) Smith, D., Lyle, S., Berry, A., Manning, N., Zaki, M. and Neely, A., 2015. Internet of Animal Health Things (IoAHT) Opportunities and Challenges. University of Cambridge. 12.
- 10) Norton, T. and Berckmans, D., 2017. Developing precision livestock farming tools for precision dairy farming. Animal Frontiers, 7(1), pp.18-23.

