



شماره مجوز: ۱۳۲/۱۳۰۸۰۱

نشریه علمی-ترویجی صنعت سبز نوین دوره چهارم، شماره دوم، زمستان ۱۳۹۸

مهندسی مکانیک بیوسیستم، مهندسی مکانیزاسیون و
مهندسی ماشین‌های صنایع غذایی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

در این شماره خواهید خواند:

- دستاورد - سامانه ماشین بویایی
- حسگر زیستی جدید برای تشخیص ویروس COVID-19 در محیط
- مصاحبه با مهندس موسوی، کارآفرین جوان رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم
- کشاورزی هوشمند و پهپادها
- یادگیری ماشین در کشاورزی
- معرفی چند سامانه‌ی الکترونیکی پایش ماشین کودپاش
- معرفی نرم‌افزار، متن‌خوانی انگلیسی و ...



Dry Zero

پلتفرم خشک کن های هوشمند خانگی و صنعتی



توسعه پیشبرد سامانه های خودکار آروند

© مازندران. ساری. میدان طبهرستان. مرکز رشد واحدهای فناور طبهرستان

🌐 <https://Tupa.ir> ✉ info@Tupa.ir ☎ +98 11 444 30 876 📍 @tupa_ir

صنعت سبز نوین

نشریه علمی - ترویجی صنعت سبز نوین
مهندسی مکانیک بیوسیستم، مهندسی مکانیزاسیون و مهندسی ماشین‌های صنایع غذایی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
دوره چهارم، شماره دوم، زمستان ۱۳۹۸
شماره مجوز: ۱۳۲/۱۳۰۸۰۱

صاحب امتیاز و مدیر مسئول: محمد قوشچیان
اساتید مشاور: دکتر علی جعفری، دکتر اسداله اکرم و دکتر شاهین رفیعی
سر دبیر: فاطمه سلکی و محمد قوشچیان
همکاران این شماره:

مقطع دکتری: نجمه توکلی، پوریا بازیار، محمد قوشچیان، دکتر الهام عمرانی و دکتر احسان سوندرومی
مقطع کارشناسی ارشد: پوریا شجاعی، میلاد رضایی سینکی (گروه علوم دامی)، مهرداد بابایی، سمیرا پیری زنگ آباد و فاطمه سلکی
مقطع کارشناسی: شایان محمددینی
ویراستاران: محمد قوشچیان، میثم امامیان و فاطمه سلکی
طراحی و صفحه آرایی: فاطمه سلکی

با سپاس فراوان از دکتر علی حاجی احمد و حمایت‌های دکتر محمد علی زارع چاهوکی (مدیر کل فرهنگی و اجتماعی دانشگاه تهران) و دکتر مصطفی اویسی (معاون دانشجویی و فرهنگی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران)

بر اساس مجوز شماره ۷۴۰۲۸۴۱ تاریخ ۱۳۹۸/۱۲/۲۰ با اعطای امتیاز نشریه حرفه‌ای به نشریه «صنعت سبز نوین» از سوی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران موافقت شد. بر این اساس «نشریه صنعت سبز نوین» یک نشریه علمی-ترویجی یک امتیازی محسوب می‌شود.
این نشریه با حمایت کانون فرهنگی آموزشی قلم‌چی منتشر شده است.



sanat.sabz.pub@gmail.com



http://sanatsabzsj.ut.ac.ir



SanatSabz_UT



09037025739



نشریه علمی-ترویجی
صنعت سبز نوین



پردیس کشاورزی و منابع طبیعی
معاونت دانشجویی و فرهنگی
اداره امور فرهنگی و فوق برنامه



معاونت فرهنگی و اجتماعی
اداره کل فرهنگی و اجتماعی

دستآورد - سامانه ماشین بویایی	۸	
مصاحبه با مهندس موسوی، کارآفرین جوان رشته مهندس مکانیک بیوسیستم	۱۲	
حسگر زیستی جدید برای تشخیص ویروس COVID-19 در محیط	۱۸	۴
کشاورزی هوشمند و پهپادها	۲۰	
یادگیری ماشین در کشاورزی	۲۶	
ممیزی انرژی سریع - قسمت دوم	۳۰	۴
پولیشکاری سطحی و انواع روش‌های آن	۳۴	
معرفی سامانه‌های الکترونیکی پایش ماشین کودپاش	۳۸	
سامانه‌های مکانیزه و ربات‌ها در صنعت دامپروری	۴۲	
معرفی و بررسی ماشین‌های سنگ جمع‌کن	۴۶	
تاریخچه استفاده از مواد اولیه گوناگون در بسته‌بندی مواد غذایی	۵۴	
متن خوانی انگلیسی - Microwave Assisted Extraction	۵۸	۴
معرفی نرم‌افزار COMSOL	۶۲	۶۰



امام علی (علیه السلام) فرمودند :

الْعِلْمُ سُلْطَانٌ، مَنْ وَجَدَهُ صَالِحًا بِهِ، وَمَنْ لَمْ يَجِدْهُ
صِيلَ عَلَيْهِ

علم، اقتدار و قدرت است، هر کس آن را
بیاید، به وسیله آن غلبه پیدامی کند و هر کس آن
را نیابد، بر او غلبه پیدامی کنند.

سخن آغازین

بسم الله الرحمن الرحيم

متأسفانه یک جریانی در کشور وجود دارد که با پدیده‌ی جنبش علمی با بددلی برخورد می‌کند. اینکه من به شما دارم عرض میکنم برای این است که خود شما که عناصر تشکیل‌دهنده‌ی این جریان علمی هستید، توجه داشته باشید که در مقابل شما یک جریان بددلانه‌ای، بدخواهانه‌ای وجود دارد؛ شما مایوس نشوید؛ حرف من این است. یکی از کارهای آن جریانی که من تعبیر می‌کنم از آن به بددل یا بدخواه حرکت علمی، این است که اصل جنبش علمی را انکار می‌کند، اصلاً گویی که چنین چیزی نیست. من در یک جلسه‌ی قضیه‌ی آن دانشگاه استنفورد را اینجا مطرح کردم، گفتم که تصمیم دارند، اصرار دارند که بگویند: «نخیر هیچ اتفاقی نیفتاده»؛ در حالی که شما دارید اتفاق را جلوی چشم خودتان می‌بینید، خودتان در حال حرکت علمی و پیشرفت علمی هستید؛ این‌ها انکار می‌کنند، می‌گویند چنین چیزی نیست. اینکه شما می‌گویید حلقه‌ی واسطی بین دانشگاه و مردم به وجود بیاید، حالا ما اینجا داریم مدام اصرار میکنیم که «کار علمی، پیشرفت علمی، جهش علمی شروع شده» - که واقعیت هم هست - یک عده هم می‌گویند: «نخیر اتفاقی نیفتاده» که آن عده هم متأسفانه از داخل دانشگاه این حرکت بدخواهانه را دنبال می‌کنند، خب مردم دچار تردید می‌شوند. پس بنابراین یکی از کارهای آن‌ها انکار است. بعد، یکی از کارهای بدشان دلالتی جابه‌جا کردن نخبه‌های کشور است که این کار هم دارد انجام می‌گیرد. نخبه را از ماندن در داخل دلسرد کنند که «چرا می‌مانی، بی‌خود خودت را معطل میکنی، عمرت را تلف میکنی»، در حالی که او مال اینجا است، پاره‌ی تن اینجا است، با رشد کشور، او رشد می‌کند؛ با رشد او، کشور رشد می‌کند؛ او وظیفه‌اش را انجام میدهد؛ او را از ماندن در اینجا مایوس کنند و حالا به یک جلوه‌ای در خارج او را جابه‌جا کنند که از این دانشگاه برود به جای دیگر؛ این هم از کارهایی است که الان دارد انجام می‌گیرد. وظیفه‌ی وزارت علوم و وزارت بهداشت است که از دانشگاه‌ها مراقبت کنند، پاکسازی کنند. جوانان را ناامید می‌کنند، بعد که به آن‌ها اعتراض می‌شود، می‌گویند: «خبرهایی که به فلانی و به مقامات و به سطوح مسئولین عالی کشور میرسد، خبرهای یک‌جانبه است، فقط جهات مثبت را به این‌ها می‌گویند، جهات منفی را نمی‌گویند»؛ جهات منفی چیست؟ مثلاً فرض کنید سرقت‌های علمی یا مثلاً بی‌کیفیتی بسیاری از مقالات. چرا، می‌گویند؛ لازم هم نیست، ما خودمان می‌دانیم؛ خیلی از این آسیب‌های گوناگون را در سخنرانی‌های با دانشجویها و با مجموعه‌های علمی و دانشگاه‌ها خود من گفته‌ام. بحث کمبود کیفیت، بحث همین مسئله‌ی سرقت‌های علمی، بحث علم غیر نافع، این‌ها اشکالاتی است که خود ما زودتر از آن‌ها گفته‌ایم، بیشتر از آن‌ها می‌دانیم اما جنبه‌های مثبت را وقتی انسان نگاه می‌کند به مراتب راجع از این جنبه‌های منفی می‌بیند. بله این جنبه‌های منفی هم هست، ما مشکلات داریم.

گزیده‌ای از بیانات مقام معظم رهبری در دیدار با نخبگان و استعدادهای برتر علمی



سامانه ماشین بویایی

احسان سوندرومی

دانش آموخته دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم، گرایش فناوری پس از برداشت، دانشگاه تهران
savandroumi@ut.ac.ir

تحقیق حاضر با عنوان «طراحی، ساخت و ارزیابی یک هاضم بی‌هوازی چندمرحله‌ای با سامانه کنترل در مقیاس آزمایشی جهت تولید بهینه بیوگاز از پسماندهای آلی شهری» با در نظر داشتن حفظ محیط زیست و تولید انرژی تجدیدپذیر انتخاب شده است. در این تحقیق، با استفاده از پتانسیل تجربه ماشین‌بویایی در گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی در زمینه‌ی محصولات کشاورزی، کاربرد آن در زمینه‌ی پایش فرآیند هضم بی‌هوازی مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین یکی از اهداف اصلی این تحقیق، طراحی و ساخت سامانه ماشین‌بویایی ویژه بیوگاز، جهت پایش روزانه فضای گازی هاضم و تحلیل سیگنال‌های خروجی با روش مناسب آماری جهت تحلیل وضعیت هاضم در نظر گرفته شد. طرح حاضر با کد اختصاصی ۹۶۰۷۰ و شماره اعتبار ۵۶۶۱۷۵ توسط پارک علم و فناوری دانشگاه تهران مورد حمایت مالی و معنوی قرار گرفته است.

سامانه ماشین بویایی

Biogas

۱۳۹۷/۱۰/۰۸ بوده^۱ و دارای گواهی اعتبار سنجی از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران (با کد: DIO: 10.22104/IROST.1397.236) است.

یکی از ویژگی‌های این دستگاه که امکان قابل حمل بودن آن را فراهم ساخت، استفاده از هوای تصفیه شده محیط به جای گاز مرجع مانند هوای صنعتی است. در این دستگاه، استفاده از دو حالت هوای محیط و مخزن تحت فشار گاز مرجع قابل انتخاب می‌باشد. دیگر ویژگی آن که باعث ارتقاء کیفیت نمونه برداری و تکرارپذیری آزمایش‌ها می‌شود؛ انتخاب مسیر بسته بین محفظه نمونه برداری و محفظه آرایه حسگری است که این قابلیت امکان نمونه برداری محصولاتی با غلظت بوی کم را فراهم می‌سازد.



شکل ۱: دستگاه ماشین‌بوایی آزمایشگاهی با شماره ثبت ۹۷۵۲۲

اما جهت کاربرد ماشین‌بوایی در پایش بیوگاز، فضای گازی یک هاضم بی‌هوازی به دلیل محدودیت‌های بیوگاز نیاز به یک بازطراحی داشته و در یک نمونه جدید و مستقل به عنوان سامانه ماشین‌بوایی ویژه بیوگاز مطابق شکل ۲ در این تحقیق ساخته شد. سامانه ماشین‌بوایی ویژه بیوگاز در سال ۱۳۹۷ به عنوان طرح دانش بنیان سطح دو رتبه‌بندی شده است.



شکل ۲: نمای داخلی و نمای کلی سامانه ماشین‌بوایی ساخته شده در این تحقیق

دیگر چالش ارزیابی بیوگاز توسط ماشین‌بوایی نسبت به محصولات کشاورزی، تغییرات زمانی ترکیبات بیوگاز در اثر تغییرات شرایط محیطی هاضم و ترکیبات خوراک ورودی آن است که تعریف یک الگوی ثابت را در بخش الگوی تشخیص (pattern recognition) مشکل می‌سازد؛ بنابراین در ابتدای

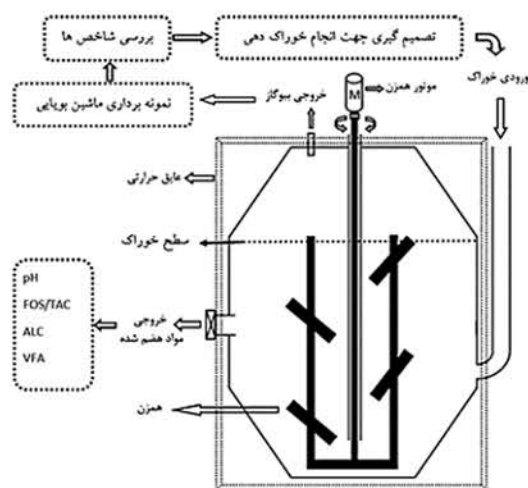
فرآیند هضم بی‌هوازی، یک فرآیند زیستی چندمرحله‌ای بوده که برای تجزیه و تثبیت انواع مختلف پسماندهای مواد آلی و تولید بیوگاز از آن استفاده می‌شود؛ بنابراین یک جایگزین سوخت‌های فسیلی برای تولید گرما و برق است؛ اما در عمل، استفاده از این فرآیند با چالش‌های جدی همراه بوده؛ به‌ویژه زمانی که خوراک ورودی آن مانند پسماندهای مواد غذایی متغیر باشد. به عبارت دیگر، تجزیه پسماندهای آلی شهری که تحت تأثیر تغییرات منطقه‌ای و فصلی قرار دارند؛ از طریق فرآیند بی‌هوازی در عملیات با مشکلاتی ناشی از تغییرات مداوم خوراک مواجه است. یکی از شاخص‌هایی که جهت خوراک‌دهی این فرآیند در نظر گرفته می‌شود؛ میزان ترکیبات فرار (VS) خوراک است که معیار مهمی در تعیین ظرفیت هاضم و طراحی آن می‌باشد. در صورتی که میزان VS خوراک، کمتر از مقدار طراحی شده باشد؛ از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نبوده و بیش از آن مقدار نیز هاضم با بیش‌باری مواجه شده و فرآیند متوقف می‌شود. اما در عملیات، حفظ یک مقدار مشخص VS خوراک ممکن نبوده و بدین ترتیب، بی‌ثباتی در فرآیند هضم بی‌هوازی یک چالش عملیاتی، به‌ویژه در خوراک‌های متغیر، محسوب می‌شود. به‌طوری‌که در یک مطالعه مروری بر فرآیند هضم بی‌هوازی پسماندهای غذایی با تمرکز بر پایداری فرآیند، ناپایداری در عملکرد هاضم‌های بیوگاز با خوراک پسماندهای غذایی را یک مسئله عملیاتی رایج بیان می‌کند (Li et al. 2018)؛ بنابراین پایش مداوم وضعیت فرآیند، امری ضروری جهت حفظ پایداری آن است؛ اما روش‌های پایش و نظارت برخلاف، تنها در آزمایشگاه‌ها توسعه یافته و کاربری صنعتی آن‌ها در کارخانه‌های بیوگاز، به علت هزینه بالای این روش‌ها محدود شده است. در بین سه روش اقتصادی تیتراسیون، حسگرهای الکتروشیمیایی و حسگرهای زیستی تنها روش تیتراسیون، صنعتی بوده و دو روش دیگر جهت کاربرد صنعتی نیاز به آزمایش بیشتر و توسعه دارند و استفاده از ترکیب روش‌های مختلف پایش جهت کسب اطلاعات تکمیلی از وضعیت فرآیند نیز توصیه شده است (Wu et al. 2019). از طرفی ماشین‌بوایی، توانایی نظارت بر شرایط گازی تحت تأثیر پارامترهای مختلف را داشته و تنها یک پارامتر یا یک ماده را اندازه‌گیری نمی‌کند، بلکه سیگنال حاصل از آرایه حسگری آن در پاسخ به ترکیبی از پارامترهای اثرگذار مختلف است (Drosg 2013).

بدین ترتیب در تحقیق حاضر، با استفاده از پتانسیل تجربه ماشین‌بوایی در گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی در زمینه محصولات کشاورزی، کاربرد آن در زمینه پایش فرآیند هضم بی‌هوازی مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین یکی از اهداف اصلی این تحقیق، طراحی و ساخت سامانه ماشین‌بوایی ویژه بیوگاز، جهت پایش روزانه فضای گازی هاضم و تحلیل سیگنال‌های خروجی با روش مناسب آماری جهت تحلیل وضعیت هاضم ترسیم شد.

قبل از شروع تحقیق حاضر، یک دستگاه ماشین‌بوایی آزمایشگاهی قابل حمل مطابق شکل یک طراحی و ساخته شد. این دستگاه به شماره ثبت اختراع ۹۷۵۲۲ در تاریخ

۱. عنوان اختراع: ماشین‌بوایی آزمایشگاهی، مشخصات مخترع: سید سعید محتسبی، مهدی کرامت جهرمی، احسان سوند رومی

صفحه scores و تغییر جهت دو گروه حسگر در صفحه loading در روش PCA در مرحله راهاندازی آن انجام شد. درواقع مرحله راهاندازی هاضم، مرحله‌ای مهم و حیاتی جهت ادامه کار آن در شرایطی پایدار و کارآمد است. این مرحله در زمانی کوتاه، حدود یک ماه، انجام و به مرحله پایدار رسید.



شکل ۳: شماتیک کلی ارتباط بین هاضم بیوگاز و ماشین‌بویایی

در بخش پایانی تحقیق، ارزیابی شاخص بازگشت زمان و جایگزینی آن با چند پارامتر مرسوم شامل pH، FOS/TAC و VFA در پایش هاضم انجام شد. درنتیجه ارزیابی ۵۱ روزه هاضم، تنها با کنترل خوراک‌دهی و بدون لحاظ VS خوراک ورودی و کنترل pH آن باوجود تغییرات گسترده در میزان VS خوراک ورودی، فرآیند هضم بدون مشکلاتی مانند بیش‌باری و اسیدی یا قلیایی شدن انجام شد. نتایج تحقیق نشان داد که پایش هاضم از طریق سامانه بویایی ویژه بیوگاز، قادر به حل چالش تصفیه پسماندهای غذایی باوجود تغییرات گسترده در میزان VS آن است و مقایسه عملکرد هاضم در این تحقیق با عملکرد هاضم‌ها در سایر تحقیقات و هاضم‌های کشاورزی، نشان از عملکرد مناسب آن داشت. به‌طوری‌که میانگین تولید متان و VS/TS خروجی هاضم در این دوره به ترتیب $(\text{NL CH}_4/\text{kg VS})$ ۲۲۰ و ۰/۷۱ به‌دست آمد. علاوه بر این، با تقویت ظرفیت بافری هاضم، با وجود عدم کنترل pH خوراک ورودی هاضم، میزان pH روزانه هاضم در طول این دوره در محدوده باریکی بین ۷/۸ تا ۸/۵ متغیر بود.

تحقیق، این سؤال مطرح شد که در پایش هاضم بیوگاز چه ویژگی‌هایی را می‌توان مورد ارزیابی قرارداد. بدین ترتیب تحقیق در زمینه‌ی شناسایی و بررسی ویژگی‌ها، جهت تشخیص الگو به سه فاز تقسیم شد.

فاز اول مقایسه سه نمونه هاضم ناپیوسته با درصد‌های مختلف از ترکیب کود گاو و مرغی انجام شد. بدین ترتیب نمونه‌برداری روزانه از بیوگاز تولیدی انجام شد و درنهایت پس از توقف دو نمونه از هاضم‌ها، داده‌ها بررسی شدند و یک روش پایش از داده‌های ماشین‌بویایی در روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، استخراج و نتایج آن در مجله بیوسیستم منتشر شد (سوند رومی و همکاران ۱۳۹۸).

به‌طور خلاصه نتیجه مرحله اول، بررسی و استخراج روش‌های تحلیلی جهت ارتباط بین سیگنال‌های ماشین‌بویایی و شرایط هاضم بوده و دو روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تحلیل تفکیک خطی (LDA) به‌ترتیب جهت پایش و طبقه‌بندی وضعیت هاضم انتخاب شدند.

در فاز دوم، آزمایش‌ها به خوراک پسماندهای آلی شهری و خوراک‌دهی نیمه‌پیوسته (روزانه یک‌مرتبه) در یک هاضم دائم همزن (CSTR) تغییر داده شد. در مرحله دوم، مدل استخراج‌شده مرحله اول در پایش زمان‌های ماند هیدرولیکی (HRT) مختلف ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ روزه مورد ارزیابی قرار گرفت. در بخش تحلیل LDA، طبقه‌بندی زمان‌های ماند مرحله دوم با دقت ۹۱/۴۹ درصد و طبقه‌بند زمان ماند بهینه (HRT: 30) با دقت و صحت و حساسیت ۱۰۰ درصد طبقه‌بندی را انجام داد. دانستن این نکته ضروری است که دو پارامتر عملیاتی HRT و OLR (نرخ بارگذاری مواد آلی) در کارخانه‌های بیوگاز اهمیت ویژه‌ای در عملکرد و ثبات هاضم داشته و این دو پارامتر به یکدیگر وابسته می‌باشند. درنهایت با کسب تجربه از دو فاز اولیه و اهداف رساله، فاز سوم نیز تعریف شد. بدین ترتیب در فاز سوم، طراحی و ساخت یک هاضم چندمرحله‌ای بیوگاز در مقیاس آزمایشگاهی انجام شد. هاضم‌های مرحله اول یا هیدرولیز فرآیند هضم بی‌هوازی به‌صورت ناپیوسته (Batch) و هاضم مرحله متان‌زا به‌صورت CSTR و خوراک‌دهی نیمه‌پیوسته (روزانه یک بار و تحت کنترل سامانه ماشین‌بویایی) به حجم حدود ۳۰ لیتر مطابق شکل ۳ به‌کار برده شد.

در این تحقیق، جهت کاهش فاصله شرایط تحقیقاتی و آزمایشگاهی با شرایط عملیاتی در وضعیت واقعی، به‌جای استفاده از ترکیب‌های خوراک ثابت، از پسماندهای غذایی تازه با ترکیب متنوع به‌صورت روزانه استفاده شد؛ بنابراین باوجود تغییرات گسترده در پسماندهای غذایی تازه از لحاظ مقدار مواد آلی فرار (VS)، کنترل پارامترهای HRT و OLR در شرایط عملیاتی امکان‌پذیر نیست. از طرفی افزایش محتوی VS خوراک و عدم کنترل آن، می‌تواند باعث اسیدی شدن محیط هاضم و درنهایت توقف آن شود. اما در این تحقیق با استخراج شاخص کنترلی از داده‌های ماشین‌بویایی حاصل از پایش فضای گازی هاضم، خوراک‌دهی هاضم تحت کنترل این شاخص‌ها قرار گرفت. ابتدا کنترل خوراک‌دهی هاضم از دو شاخص زمان بازگشت در

سپاسگزاری

پژوهشگران این تحقیق، از پارک علم و فناوری دانشگاه تهران که طرح حاضر را با کد اختصاصی ۹۶۰۷۰ و شماره اعتبار ۵۶۶۱۷۵ مورد حمایت مالی و معنوی قرار داد؛ تشکر می‌نمایند. علاوه بر این، از حمایت گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران و مسئولین کارگاه‌های تخصصی آن گروه که انجام این تحقیق را میسر ساختند؛ تشکر می‌کنند.

پایش فضای گازی هاضم‌های مختلف توسط ماشین‌بویایی ویژه بیوگاز طراحی شده در این تحقیق در سه فاز مختلف در شرایط خوراک‌دهی ناپیوسته و نیمه‌پیوسته، میزان مختلف بارگذاری مواد آلی (OLR) و زمان‌های ماند مختلف انجام شد. در تحلیل نتایج حاصل از این پایش، علاوه بر شناسایی روش تحلیل مناسب، دو شاخص مهم کنترل خوراک‌دهی به نام زمان بازگشت و موقعیت حسگرها نسبت به یکدیگر استخراج شد. ویژگی این شاخص‌ها، مستقل بودن آن‌ها از نوع هاضم و خوراک است. درنهایت شاخص‌های استخراج شده در راه‌اندازی و شرایط عملیاتی هاضم CSTR با شرایط خوراک‌دهی

منابع:

* سوند رومی، احسان، سید سعید محتسبی، شاهین رفیعی و حسین قنوازی. ۲۰۲۰. «کاربرد بینی الکترونیک جهت پایش و استخراج الگوی پیش بینی وضعیت هاضم بیوگاز آزمایشگاهی». مهندسی بیوسیستم ایران ۵۰(۴):۸۱۱-۲۱.

* Chen, Hong, Wen Wang, Lina Xue, Chang Chen, Guangqing Liu, and Ruihong Zhang. 2016. "Effects of Ammonia on Anaerobic Digestion of Food Waste: Process Performance and Microbial Community." *Energy & Fuels* 30(7):5749–57.

* Dahlin, Johannes, Carsten Herbes, and Michael Nelles. 2015. "Biogas Digestate Marketing: Qualitative Insights into the Supply Side." *Resources, Conservation and Recycling* 104:152–61.

* Drog, Bernhard. 2013. *Process Monitoring in Biogas Plants*.

* Gaida, Daniel, Christian Wolf, and Michael Bongards. 2017. "Feed Control of Anaerobic Digestion Processes for Renewable Energy Production: A Review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.

* Ghanavati, Hossein, Iraj Nahvi, and Keikhosro Karimi. 2015. "Organic Fraction of Municipal Solid Waste as a Suitable Feedstock for the Production of Lipid by Oleaginous Yeast *Cryptococcus Aereus*." *Waste Management* 38:141–48.

* Hagos, Kiros, Jianpeng Zong, Dongxue Li, Chang Liu, and Xiaohua Lu. 2017. "Anaerobic Co-Digestion Process for Biogas Production: Progress, Challenges and Perspectives." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 76:1485–96.

* Li, Lei, Xuya Peng, Xiaoming Wang, and Di Wu. 2018. "Anaerobic Digestion of Food Waste: A Review Focusing on Process Stability." *Bioresource Technology* 248:20–28.

* Liu, Chao, Wen Wang, Naveed Anwar, Zonghu Ma, Guangqing Liu, and Ruihong Zhang. 2017. "Effect of Organic Loading Rate on Anaerobic Digestion of Food Waste under Mesophilic and Thermophilic Conditions." *Energy & Fuels* 31(3):2976–84.

* Mata-Alvarez, J., J. Dosta, M. S. Romero-Güiza, X. Fonoll, M. Peces, and S. Astals. 2014. "A Critical Review on Anaerobic Co-Digestion Achievements between 2010 and 2013." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 36:412–27.

* Nielsen, H. B. and I. Angelidaki. 2008. "Codigestion of Manure and Industrial Organic Waste at Centralized Biogas Plants: Process Imbalances and Limitations." *Water Science and Technology* 58(7):1521–28.

* Pelleria, Frantseska-Maria and Evangelos Gidarakos. 2017. "Anaerobic Digestion of Solid Agroindustrial Waste in Semi-Continuous Mode: Evaluation of Mono-Digestion and Co-Digestion Systems." *Waste Management* 68:103–19.

* Sun, Chen, Weixing Cao, Charles J. Banks, Sonia Heaven, and Ronghou Liu. 2016. "Biogas Production from Undiluted Chicken Manure and Maize Silage: A Study of Ammonia Inhibition in High Solids Anaerobic Digestion." *Bioresource Technology*.

* Wu, Di, Lei Li, Xiaofei Zhao, Yun Peng, Pingjin Yang, and Xuya Peng. 2019. "Anaerobic Digestion: A Review on Process Monitoring." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.





مصاحبه با مهندس موسوی، کارآفرین جوان رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم

”به این نتیجه رسیدیم که دست یافتن به
هدف‌های بزرگ، آن‌قدرها هم سخت نیست.“

پوریا شجاعی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم - گرایش طراحی و ساخت، دانشگاه تهران
pouria_shojaie@ut.ac.ir

امروزه ورود به بازار کار برای دانشجویان بعد از فارغ‌التحصیلی از دانشگاه، یک چالش مهم محسوب می‌شود. نداشتن تجربه کافی و عدم شناخت مناسب از بازار، سردرگمی آن‌ها را در پی دارد. در این بین عده‌ای به سمت خوداشتغالی از طریق ایجاد یک فعالیت اقتصادی می‌روند؛ اما موفقیت در این مسیر علاوه بر داشتن دانش و مهارت کافی، نیازمند بینش و آینده‌نگری مناسب است. در این شماره به سراغ یکی از فارغ‌التحصیلان اخیر رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران رفتیم که علم را به ثروت تبدیل کرده است. سید محمدامین موسوی، مدیرعامل شرکت توسعه پویان آروند (توپا)، ۲۷ ساله و فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم از دانشگاه تهران است.

۱۳۹۸ شرکت خودمان را با اصلاح تیم و به صورت رسمی تأسیس کردیم. برای شرکت، برند توپا را انتخاب کردیم که برای ما معانی مختلف و متفاوتی داشت ولی برای بازار می شود گفت مخفف اسم شرکت، یعنی توسعه پویان آروند بود. بعد از تأسیس رسمی شرکت برای ورود به پارک علم و فناوری استان مازندران اقدام کردیم و بعد از آن حجم سفارش ها و تنوع محصولات تولیدی ما افزایش پیدا کرد.

” دقیقاً زمانی که در حال تحصیل در مقطع ارشد بودم؛ کل این پروژه را در دو ماه ساختیم و آن دستگاه را به بهترین نحو ممکن تحویل دادیم. این موضوع باعث شد تا هر چیزی که تقریباً رؤیای ما بود را باور کنیم و به این نتیجه رسیدیم که دست یافتن به هدف های بزرگ، آن قدرها هم سخت نیست.“



لطفاً مختصراً فعالیت های شرکت خود را توضیح دهید. حوزه فعالیت های شرکت را می توان به طور تخصصی، اتوماسیون در طراحی و تولید تجهیزات صنعتی و فرآیندهای کشاورزی تعریف کرد اما از آنجایی که سیاست های داخلی شرکت به صورت پویا تنظیم می شود و شرایط اقتصادی نابسامانی را در کشور پشت سر می گذاریم؛ پروژه هایی که به لحاظ فنی توانمندی اجرای آن ها در شرکت میسر باشد و البته ما را به توسعه یک تکنولوژی منحصربه فرد نزدیک کند را هم در شرکت می پذیریم.

به طور خاص به تکنولوژی منحصربه فرد اشاره کردید، خوشحال می شویم اگر بیشتر در این مورد توضیح بدهید.

زمانی که ما به عنوان یک تیم، ظرفیت های بازار مرتبط با تخصص خودمان را بررسی و مطالعه می کردیم؛ متوجه چند مورد خاص شدیم که به نظر می رسید می تواند در برداشتن گام های صحیح در راستای تأسیس و راه اندازی یک بنگاه اقتصادی کمک کننده باشد. به طور مثال، اینکه با وجود شرکت های داخلی واردکننده و بنگاه های اقتصادی تولیدکننده که در کشورهای دیگر فعال هستند و هیچ کدام از مشکلات بنگاه های داخلی مثل تحریم کالا، مشکلات جابجایی ارز و موانع دولتی داخلی را ندارند؛ چطور می شود با آن ها رقابت کرد. از طرفی این بنگاه های اقتصادی، فارغ از حمایت هایی که از طرف دولت های خودشان دارند؛ هزینه کارگری به مراتب پایین تری هم دارند. سؤال برای ما این بود که راهکار رقابتی در ایران به عنوان تولیدکننده چیست و چطور می شود علی رغم سود بالای واردکننده داخلی در واردات از کشورهای مثل چین، در بازار ایران باقی ماند و به فعالیت مستمر با سود تضمینی ادامه داد.

از چه سالی فعالیت شرکت شروع شده است و شروع فعالیت شما به چه شکل بود؟

به خاطر دارم به واسطه تجربیاتی که در ساخت ربات سم پاش و ثبت اختراع آن و شرکت در همایش ها و نمایشگاه ها و غیره داشتیم؛ بلافاصله بعد از اتمام دوره کارشناسی، بدون اینکه دانش زیادی در حوزه برنامه نویسی داشته باشم؛ یک تیم از هم دانشجویان دانشگاه های علاقه مند تشکیل دادیم که هدف ما طراحی و ساخت ربات کشاورز بود. البته آن قدر در فرآیند تولید ربات سم پاش، با گرفتاری های متعددی مواجه شده بودیم که بدانیم سنگ بزرگ نشانه نزدن است. در نتیجه با دوستانی که ارتباطاتی با برخی شرکت های دولتی و نیمه دولتی داشتند صحبت کردیم و بنا شد ربات را به صورت مازولار در فازهای متعدد تولید کنیم که البته اولویت قابلیت های ربات تا حد زیادی با سفارش های مشتریان ما ارتباط مستقیم داشت. پیگیری های زیادی انجام شد و برای بحث برنامه نویسی ربات با شرکت های برنامه نویسی دیگر مذاکره کردیم ولی قیمت هایی که بابت دستمزد برنامه نویسی به ما ارائه می شد؛ عجیب و سرسام آور بود. در همان برهه ی زمانی با مرکز رشد دانشگاه علوم کشاورزی ساری وارد مذاکره شدیم تا بتوانیم پایه ربات را با تسهیلات مرکز بسازیم. در آن زمان چند نفر از دوستان به خدمت سربازی اعزام شدند و تیمی که پیگیر مسائل بود؛ چند قسمت شد.

بعد از شروع مقطع کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران، به واسطه ی کارگاه درس ابزار اندازه گیری دقیق که دکتر عبدالملکی عزیز تدریس می کردند؛ برنامه نویسی سخت افزار را شروع کردم و با توجه به علاقه مندی قبلی که داشتم؛ این مورد را دنبال کردم و سعی کردم در ادامه، به صورت Self-study کد نویسی، طراحی مدار، پروتکل های ارتباطی و موارد دیگر را یاد بگیرم که خدا را شکر موفق هم بودم.

اولین سفارش رسمی ما که منجر به قرارداد ساخت محصول شد؛ در سال ۱۳۹۵ منعقد شد. یک دستگاه خشک کن اتاقی مجهز به پنل گرافیکی لمسی ۷ اینچ و سیستم انتقال حرارت همرفت که با رعایت همه ی چهار استاندارد مرتبط ASABE طراحی و ساخته شد و قابلیت کنترل توسط اپلیکیشن اندروید را هم ارائه می داد.

دقیقاً زمانی که در حال تحصیل در مقطع ارشد بودم؛ کل این پروژه را در دو ماه ساختیم و آن دستگاه را به بهترین نحو ممکن تحویل دادیم. این موضوع باعث شد تا هر چیزی که تقریباً رؤیای ما بود را باور کنیم و به این نتیجه رسیدیم که دست یافتن به هدف های بزرگ، آن قدرها هم سخت نیست.

بین سال های ۹۵ تا ۹۸ سفارش های متعددی داشتیم که همه ی آن ها را به بهترین نحو ممکن تحویل دادیم. رضایت مشتری ها باعث شد که هر روز بیش از گذشته به این نتیجه برسیم که دستیابی به اهداف جدیدتر هم نباید خیلی سخت باشد.

خشک کن هایی که می ساختیم نیاز به سرویس و نگهداری دوره ای داشت و در طی این چند سال یکی از خدماتی که برای ما درآمدزایی می کرد؛ ارائه ی خدمات پس از فروش بود. همه ی این ها قبل از این بود که رسماً شرکتی تأسیس کنیم. در سال

بررسی این موارد زمان زیادی برد و نیاز به مطالعات در سطح وسیعی داشت.



می‌توانید نتیجه این بررسی‌ها را هم برای مخاطبین ما بیان کنید؟

بله حتماً. من به‌صورت موردی به آن‌ها اشاره می‌کنم.

اول اینکه ما متوجه شدیم در بحث تولید محصول، باید محصولاتی را انتخاب کنیم که در تولید آن‌ها کمترین رقیب ممکن را داشته باشیم یا اینکه مزیت رقابتی قابل توجهی داشته باشیم.

دوم اینکه به این نتیجه رسیدیم که اگر از راهکار مزیت رقابتی استفاده می‌کنیم؛ آن مزیت نباید برای رقبا یا کسانی که سابقه‌ی حضور در بازار داخلی و خارجی را دارند سهل‌الوصول باشد. سومین مورد اینکه که متوجه شدیم به‌طور خاص یکی از راه‌حل‌های دستیابی به مورد دوم، رفتن به سراغ برنامه‌نویسی است. چون در کدنویسی، احتمال درز محتوای برنامه ما بسیار کمتر می‌شود. لزوم این مسئله وقتی بیشتر می‌شود که محصول ما یک سخت‌افزار مثل تجهیزات متداول صنعتی باشد و قرار باشد نرم‌افزاری را برای بهینه‌سازی یا ارتقاء عملکرد آن در نظر بگیریم. با در نظر گرفتن مسائل امنیتی توسط توسعه‌دهنده در طراحی الکترونیک و برنامه‌نویسی محصول، احتمال اینکه بشود برنامه‌ی نوشته‌شده‌ی ما کپی و استفاده شود بسیار پایین می‌آید.

چهارمین مورد این بود که فهمیدیم رقبا‌ی ما می‌توانند کاری که ما انجام دادیم را نه از راه دسترسی مستقیم به کدهای نوشته شده، بلکه از طریق استخدام یک تیم قوی برنامه‌نویسی و صرف زمان و هزینه تولید کنند و اینکه این هزینه برای رقبا‌ی خارجی مثل چین، به مراتب پایین‌تر است ولی به‌هرحال برای تولید محصول زمانی صرف می‌شود؛ پس به این نتیجه رسیدیم که باید به‌صورت مداوم روی دستگاه‌های تولیدشده، قابلیت رقابتی اضافه کنیم و برای این کار بایستی یک پلتفرم به‌روزرسانی نرم‌افزار دستگاه تحت شبکه ارائه کنیم.

در گام پنجم متوجه شدیم که انتخاب مزیت رقابتی نیاز به پایش بازار و ارتباط مستمر با مشتری دارد. برای این کار هم می‌شود از ارتباط تحت شبکه برای ارائه خدمات پشتیبانی آنلاین و دریافت بازخوردهای مشتریان استفاده کرد.

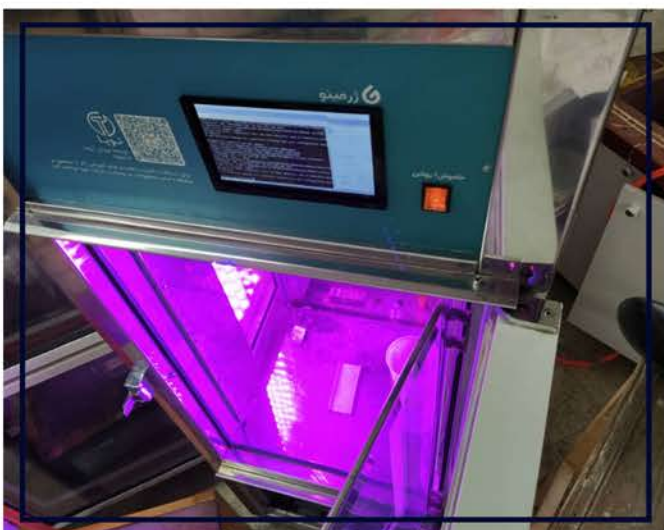
ششمین مورد هم متوجه شدیم که ارائه به‌روزرسانی، به‌تنهایی

برای رقابت با نسخه‌های داخلی مشابه یا نسخه‌های چینی کفایت نمی‌کند؛ بلکه باید یک سازوکار برای تسلط بر بازار تخصصی ارائه شود تا هم به لحاظ دیدگاه بلندمدت بازار نسبت به تولیدکننده و هم از نظر فنی رقبا را از ادامه مسیر رقابت با محصول تولیدشده پشیمان کند. پس به این نتیجه رسیدیم که باید به‌جای توسعه‌ی یک محصول خاص، یک پلتفرم از محصولات مرتبط را ارائه دهیم که ارتباط بین این محصولات به لحاظ کنترل، استفاده و محیط کاربری برای کاربر راحت باشد. در نتیجه کاربر به سمتی سوق داده می‌شود که اگر یکی از محصولات را از این پلتفرم خریداری کند؛ باقی محصولات را هم از همین پلتفرم خریداری نماید.

در گام هفتم به این نتیجه رسیدیم که این کار وقتی امکان‌پذیر می‌شود که یکسری ویژگی‌های مشترک در محیط کاربری دستگاه‌ها ایجاد کنیم. به این شکل که به لحاظ گرافیکی وقتی اپراتور یک دستگاه، استفاده از آن را آموزش دید؛ برای آموزش کار با دستگاه بعدی نیاز به کمترین هزینه باشد و اپراتور بتواند به راحتی با محیط گرافیکی طراحی شده ارتباط برقرار کند.

در گام هشتم این نتیجه حاصل شد که یکی دیگر از راهکارهای ایجاد یک پلتفرم، آسان‌سازی ارتباط بین دستگاه‌ها در یک شبکه‌ی مشترک است؛ یعنی اگر شما مجموعه‌ای از دستگاه‌ها را در یک کارگاه یا کارخانه یا در زمین کشاورزی نصب کردید؛ توان مدیریت از یک پنل مشترک را داشته باشید.

و نهایتاً گام نهم این بود که در بازار رقابتی، از تلفیق Big Data و هوش مصنوعی برای ایجاد یک ویژگی منحصربه‌فرد که رقابت با آن بسیار پیچیده است استفاده کنیم. وقتی عملکرد دستگاه‌ها را روی یک سرور به‌صورت آنلاین پایش می‌کنیم؛ حجم دیتای بسیار زیادی در دیتابیس‌های ما Log گرفته می‌شود و وقتی از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی، چه به‌صورت Localization و چه به‌صورت User Customization Optimization در ضرایب محاسباتی دستگاه‌ها استفاده می‌شود؛ اگر دستگاه ما زودتر به بازار عرضه شده باشد؛ با در نظر گرفتن اینکه رقبا دقیقاً از متدهای مشابه استفاده کرده باشند چون ما حجم دیتای بیشتری را به سبب عرضه‌ی زودتر محصول به بازار دریافت کردیم در نتیجه ضرایب بهینه‌سازی شده بهتری را خواهیم داشت که این مورد خودش قابلیت رقابت را از رقبا سلب می‌کند.



”موارد متعددی را می‌شود به‌عنوان مشکلات صنعت در حوزه کشاورزی بیان کرد ولی به نظرم مهم‌ترین مورد، سهل‌انگاری و کم‌ارزش شمردن مقوله‌ی کشاورزی در مقایسه با باقی مسائل جاری کشور نسبت به سایر سیاست‌گذاری‌های داخلی کشور است.“



”نکته مهم این است که ما اصلاً مقوله‌ی بازار را محدود به جغرافیای داخل کشور نمی‌دانیم.“

نمی‌دانیم. در این مورد لازم هست اضافه کنیم که هم ما در طراحی دستگاه، استفاده‌ی کاربر غیر ایرانی را هم در نظر می‌گیریم و هم مشتریانی از کشورهای همسایه داریم که در حال مذاکره برای پیدا کردن راهکارهای مناسب برای ارسال کالا هستیم.

به نظر شما مهم‌ترین مشکلات صنعت تولید ملزومات کشاورزی در ایران چیست؟

به نظرم این سؤال خیلی کلی بیان شده و لازم هست که از دیدگاه خودم با تجربه‌ی اندکی که دارم به این سؤال پاسخ دهم. موارد متعددی را می‌شود به‌عنوان مشکلات صنعت در حوزه کشاورزی بیان کرد ولی به نظرم مهم‌ترین مورد، سهل‌انگاری و کم‌ارزش شمردن مقوله‌ی کشاورزی در مقایسه با باقی مسائل جاری کشور نسبت به سایر سیاست‌گذاری‌های داخلی کشور است.

هنوز خود مسئولان ما در کشاورزی، اعتقادی به نیاز مبرم کشور به جبران عقب‌ماندگی‌های کشاورزی از تکنولوژی روز دنیا ندارند و این موضوع باعث می‌شود که اصولاً نگاه به کشاورزی هنوز یک نگاه سنتی بسیار قدیمی باشد نه یک نگاه نوین. لازم هست به این موضوع هم اشاره کنیم که منظور من از مقایسه

در حال حاضر چه محصولاتی تولید می‌کنید؟

به‌طور خلاصه، سری محصولات خشک‌کن ما با برند تجاری Dry-Zero تولید می‌شود که شامل ۳ نوع محصول است که به انتخاب مشتری تولید می‌شود. سری محصولات پنل‌های نور رشد ما که با برند تجاری Growli به بازار عرضه می‌شود؛ شامل ۱۲ نوع محصول است که در ابعاد متفاوت و با ویژگی‌های متفاوت به بازار عرضه می‌شود. همچنین سری محصولات آزمایشگاهی ما به تازگی با تولید یک ژرمیناتور تمام‌اتومات با نام تجاری Germino و با ویژگی‌های منحصربه‌فرد راه‌اندازی شده است. سری محصولات اتوماسیون آبیاری ما در دو رده‌ی اتوماسیون آبیاری باغ و اتوماسیون آبیاری شالیزار با نام تجاری Landino به بازار عرضه می‌شود و در یک پلتفرم جامع مدیریت دستگاه‌های شرکت توپا که قابلیت پایش و کنترل همه‌ی دستگاه‌های تولیدشده‌ی شرکت را به مشتریان می‌دهد و با نام تجاری Farmino به بازار عرضه شود.

بازار فروش شما چه استان‌هایی است؟

در حال حاضر مشتریان ما بیشتر از استان‌های شمالی کشور و استان خراسان رضوی، کرمان و قم هستند ولی نکته مهم این است که ما اصلاً مقوله‌ی بازار را محدود به جغرافیای داخل کشور



آیا تاکنون طعم ورشکستگی را چشیده‌اید؟
طبعاً در گام‌های آغازین کار، چشیدن طعم ورشکستگی یک مقداری دور از ذهن به نظر می‌رسد.

آیا از تسهیلات بانکی برای کارتان بهره برده‌اید؟
خیر و شاید این موضوع توضیحی باشد در جواب به سؤال قبلی شما. شخصاً جذب سرمایه‌گذار شخصی را به مراتب، به استفاده از تسهیلات بانکی و پرداخت سود و غیره ترجیح می‌دهم.

تاکنون برای چند نفر اشتغال‌زایی کرده‌اید؟
تیم ما امروز از ۷ نفر تشکیل شده که به‌طور مستقیم و روزانه درگیر مسائل شرکت هستند و ان‌شاءالله با توسعه بازار کسب و کار، این تیم هم متناسب با نیازهای شرکت توسعه پیدا می‌کند.

آیا به رسم جدید وارد بازار اینترنتی شده‌اید؟
بله، ما وبسایتی داریم با آدرس Tupa.ir که معرفی محصولات ما در آن انجام می‌شود و در شبکه‌های اجتماعی هم از آی دی @Tupa_ir برای معرفی محصولاتمان استفاده می‌کنیم.

” شخصاً جذب سرمایه‌گذار شخصی را به مراتب، به استفاده از تسهیلات بانکی و پرداخت سود و غیره ترجیح می‌دهم.“

چرا باوجود همه مشکلات این فعالیت را ادامه داده‌اید؟

به نظرم دلیل اصلی این مورد این است که حداقل فکر می‌کنیم راهکاری برای خروج از این مشکلات پیدا کردیم و دلیل دومش می‌تواند این باشد که به توانمندی‌های خودمان باور پیدا کردیم.

نظر شما در مورد ارتباط صنعت و دانشگاه چیست؟
به نظر می‌رسد که دوستان در این بخش تلاش‌های متعددی برای ایجاد ارتباط بین صنعت و دانشگاه انجام دادند اما از نظر شخص بنده این تلاش‌ها در محیط دانشگاه به درستی اشاعه نمی‌شود، منظورم به‌طور مشخص این است که نمود داخلی کافی ندارد و ذهن دانشجو را به اندازه کافی درگیر نمی‌کند و از طرفی هم به نظرم نباید به برگزاری جلسات متعدد و بازدیدهای کارگاهی بسنده شود؛ حلقه‌ی مفقوده‌ی ارتباط صنعت با دانشگاه، به‌طور واضحی عدم وجود انگیزه‌ی کافی در دانشجویهاست و راهکار آن به‌طور مشخص، کمک به ترسیم مسیرهای ذهنی است. این کار به دانشجو فرمول‌های

مقایسه‌ی بین کشاورزی سنتی و کشاورزی نوین، به‌طور مثال استفاده از محصولات تراریخته یا سموم کشاورزی خطرناک نیست؛ بلکه رسیدن به یک مدل پربهره در کشاورزی ارگانیک از طریق استفاده از تجهیزات پایش و کنترل است.

” هنوز خود مسئولان ما در کشاورزی، اعتقادی به نیاز مبرم کشور به جبران عقب‌ماندگی‌های کشاورزی از تکنولوژی روز دنیا ندارند و این موضوع باعث می‌شود که اصولاً نگاه به کشاورزی هنوز یک نگاه سنتی بسیار قدیمی باشد نه یک نگاه نوین.“



آیا در سال‌های گذشته، اشتباهی مرتکب شده‌اید که اگر به آن سال‌ها بازگردید دیگر آن را تکرار نمی‌کنید؟

شاید خیلی سخت باشد که آدم بتواند بگوید من هیچ اشتباهی در مسیر زندگی خودم نداشتم؛ چون این خلاف واقعیت است ولی همیشه سعی کردم که تعداد اشتباهاتم را در گذر زمان کاهش بدهم یا در تصمیم‌گیری‌ها با مشورت‌هایی که انجام دادم؛ تبعات اشتباهم را قبل از وقوع، کاهش داده باشم.



سازوکارهای داخلی خسته و دل زده کند و به این باور برساند که ماندن هیچ نتیجه‌ای جز بدبختی ندارد. روی این موضوع می‌شود مفصل بحث کرد و دلایل متعددی با اسناد و مدارک ارائه کرد که چطور دولت، دانشجوی با استعداد را تشویق به خروج از کشور می‌کند.

ضمن تشکر از شما اگر مطلبی هست که اضافه کنید، بفرمایید.

علی‌رغم انتقاداتی که از مجموعه‌ی ارتباط با صنعت دانشگاه شد؛ امیدوارم دوستان حلال بفرمایند. ضمن اینکه از دست‌اندرکاران این نشریه بابت زحماتی که کشیده شده، تشکر می‌کنم و برای همه‌ی دوستان آرزوی موفقیت روزافزون را دارم.

موفقیت در شرایط سخت فعلی را آموزش می‌دهد. از طرفی با حمایت‌های مالی که از دانشجویها انجام می‌شود؛ به آن‌ها اجازه داده شود تا طعم موفقیت را هرچند کوچک بچشند. این تلفیقی از ایجاد انگیزه و ارائه راهکارهای ورود به بازار، به نظرم می‌تواند حجم ورود دانشجویهای فارغ‌التحصیل را به صنعت کشور افزایش دهد و درصد احتمال موفقیت آن‌ها را بالا ببرد.

نظر شما درباره مهاجرت دانشجویان به خارج از کشور چیست؟

به نظرم در شرایط کنونی، بیشترین حامی دانشجو برای خروج از کشور، دولت است! اقداماتی که دولت انجام می‌دهد و نحوه‌ی سیاست‌گذاری‌های دولت، کاملاً نشان می‌دهد چطور سعی می‌کند دانشجو را از

”به نظرم در شرایط کنونی، بیشترین حامی دانشجو برای خروج از کشور، دولت است!“

”حلقه‌ی مفقوده‌ی ارتباط صنعت با دانشگاه، به‌طور واضحی عدم وجود انگیزه‌ی کافی در دانشجویهاست و راهکار آن به‌طور مشخص، کمک به ترسیم مسیرهای ذهنی است.“



حسگر زیستی (biosensor) جدید برای تشخیص ویروس COVID-19 در محیط

محمد قوشچیان

دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم،
گرایش فناوری پس از برداشت، دانشگاه تهران
mghoushchian@ut.ac.ir



دستگاه تشخیص
سریع کرونا در ایران



رونمایی از کیت نانو
تشخیص کرونا

استفاده هر چه سریع‌تر از آزمایش‌های سریع و قابل اعتماد برای تشخیص ویروس کرونا ضروری است تا هر چه زودتر همه‌گیری را کنترل کند. تمرکز جدید، روی حسگری است که بتواند به سرعت و با اطمینان، ویروس کرونا جدید (SARS-CoV-2) را تشخیص دهد؛ در این راستا، محققان یک حسگر جدید برای شناسایی ویروس کرونا ساخته‌اند که در آینده می‌توان از آن برای اندازه‌گیری غلظت ویروس در محیط استفاده کرد (به عنوان مثال در مکان‌هایی که افراد زیادی هستند یا در سیستم‌های تهویه بیمارستان‌ها). در حال حاضر، سنسور هنوز برای اندازه‌گیری غلظت ویروس کرونا در هوا آماده نیست و برای انجام این کار هنوز چند مرحله توسعه لازم است اما هنگامی که سنسور آماده شود، این اصل می‌تواند در مورد ویروس‌های دیگر نیز اعمال شود و به تشخیص و متوقف کردن اپیدمی‌ها در مراحل اولیه کمک کند.



سنسور استفاده کرد و بنابراین تعیین کرد که آیا نمونه شامل رشته‌های RNA موردنظر هست یا خیر.

گرما قابلیت اطمینان را افزایش می‌دهد

این نکته مهم است که فقط آن رشته‌های RNA که دقیقاً با گیرنده DNA موجود در سنسور مطابقت دارند، گرفته شوند و این جایی است که یک اثر دیگر بر سنسور وارد عمل می‌شود: اثر فوتوترمال پلاسمونیک (PPT). اگر همان ساختار نانوی روی سنسور، بوسیله لیزری با طول‌موج مشخص تحریک شود گرمای موضعی تولید می‌کند؛ ولی این مسئله چگونه به قابلیت اطمینان کمک می‌کند؟ همان‌طور که قبلاً ذکر شد، ژنوم ویروس، تنها از یک رشته RNA تشکیل شده است. اگر این رشته، قرینه مکمل خود را پیدا کند، این دو با هم ترکیب می‌شوند و در فرآیندی به نام هیبریداسیون، یک رشته دوتایی را تشکیل می‌دهند. قرینه آن هنگامی که یک رشته دوتایی به تک رشته تقسیم می‌شود؛ ذوب یا دناتوراسیون (denaturation) نامیده می‌شود. این در یک درجه حرارت خاص به نام دمای ذوب اتفاق می‌افتد. با این حال، اگر دمای محیط بسیار کمتر از دمای ذوب باشد، رشته‌هایی که مکمل یکدیگر نیستند نیز می‌توانند به هم متصل شوند که این مسئله می‌تواند منجر به نتایج آزمایش نادرست شود. اگر دمای محیط فقط کمی پایین‌تر از دمای ذوب باشد، فقط رشته‌های مکمل می‌توانند به هم متصل شوند و این دقیقاً نتیجه افزایش دمای محیط است که ناشی از اثر PPT است.

محققان برای نشان دادن اینکه چطور حسگر جدید به‌طور قابل اعتماد ویروس COVID-19 فعلی را تشخیص می‌دهد، آن را با یک ویروس بسیار نزدیک مرتبط به نام SARS-CoV آزمایش کردند و اعتبار سنجی موفقیت‌آمیز بود. SARS-CoV، ویروسی است که در سال ۲۰۰۳ شیوع یافت و باعث شیوع بیماری همه‌گیر سارس شد. این دو ویروس (SARS-CoV و SARS-CoV2) فقط در RNA تفاوت کمی دارند. «جینگ وانگ» در این باره توضیح داده است که «آزمایش‌ها نشان داد که سنسور می‌تواند بین توالی RNA بسیار مشابه دو ویروس به‌خوبی تمایز قائل شود» و نتایج در عرض چند دقیقه آماده می‌شوند.

در حال حاضر، سنسور هنوز برای اندازه‌گیری غلظت ویروس کرونا در هوا آماده نیست و برای انجام این کار هنوز چند مرحله توسعه لازم است؛ به‌عنوان مثال سیستمی که در هوا جذب می‌شود، آئروسول‌های موجود در آن را متمرکز می‌کند و RNA را از ویروس‌ها آزاد می‌کند. اما هنگامی که سنسور آماده شود، این اصل می‌تواند در مورد ویروس‌های دیگر نیز اعمال شود و به تشخیص و متوقف کردن اپیدمی‌ها در مراحل اولیه کمک کند.

منابع:

- Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA). (2020, April 21). A new biosensor for the COVID-19 virus: Detection in the environment. ScienceDaily. Retrieved October 10, 2020 from www.sciencedaily.com
- Qiu, G., Gai, Z., Tao, Y., Schmitt, J., Kullak-Ublick, G. A., & Wang, J. (2020). Dual-functional plasmonic photothermal biosensors for highly accurate severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 detection. *ACS nano*, 14(5), 5268-5277

جینگ وانگ و تیمش در زوریک معمولاً روی اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل و کاهش آلاینده‌های موجود در هوا مانند آئروسول‌ها و نانوذرات مصنوعی کار می‌کنند. با این حال، چالشی که در حال حاضر کل جهان با آن روبرو است، تغییر اهداف و استراتژی‌ها در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی است. تمرکز جدید روی حسگری است که بتواند به‌سرعت و با اطمینان، ویروس کرونا جدید (SARS-CoV-2) را تشخیص دهد.

اما این ایده، خیلی دور از کارهای تحقیقاتی قبلی این گروه نیست؛ حتی قبل از شروع گسترش COVID-19، وانگ و همکارانش در حال تحقیق در مورد سنسورهایی بودند که می‌تواند باکتری‌ها و ویروس‌ها را در هوا تشخیص دهد. در اوایل ژانویه، ایده استفاده از این مینا برای توسعه بیشتر حسگر به‌گونه‌ای که بتواند به‌طور قابل اعتماد ویروس خاصی را شناسایی کند، متولد شد. این سنسور لزوماً جایگزین تست‌های آزمایشگاهی نخواهد شد، اما می‌تواند به‌عنوان یک روش جایگزین برای تشخیص بالینی و به‌طور برجسته‌تر برای اندازه‌گیری غلظت ویروس در هوا به‌صورت آنی استفاده شود؛ به عنوان مثال، در مکان‌های شلوغ مانند ایستگاه‌های قطار یا بیمارستان.

استفاده هر چه سریع‌تر از آزمایش‌های سریع و قابل اعتماد برای تشخیص ویروس کرونا ضروری است تا هر چه زودتر همه‌گیری را کنترل کند. بیشتر آزمایشگاه‌ها از یک روش مولکولی به نام RT-PCR (reverse transcription polymerase chain reaction) برای تشخیص ویروس‌ها در عفونت‌های تنفسی استفاده می‌کنند. این روش کاملاً ثابت شده است و حتی می‌تواند ویروس‌های کمی را نیز تشخیص دهد اما درعین حال می‌تواند زمان‌بر و مستعد خطا باشد.

یک سنسور نوری برای نمونه‌های RNA

جینگ وانگ و تیمش یک روش آزمایش جایگزین در قالب یک حسگر زیستی نوری ایجاد کرده‌اند. این سنسور، دو اثر مختلف را برای شناسایی ایمن و مطمئن ویروس ترکیب می‌کند: اثر نوری و حرارتی.

این سنسور بر اساس ساختارهای کوچکی از طلا، یا به اصطلاح gold nanoislands، روی یک لایه شیشه‌ای ساخته شده است. گیرنده‌های DNA مصنوعی تولیدشده که با توالی‌های RNA خاص SARS-CoV-2 مطابقت دارند، به ساختارهای نانو، پیوند می‌خورند. ویروس کرونا ویروسی به اصطلاح از نوع RNA است یعنی ژنوم آن مانند موجودات زنده از یک رشته دوگانه DNA تشکیل نمی‌شود بلکه از یک رشته RNA منفرد تشکیل شده است. گیرنده‌های موجود در سنسور، توالی مکمل رشته منحصربه‌فرد RNA ویروس هستند که می‌توانند به‌طور قابل اطمینان ویروس را شناسایی کنند.

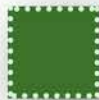
این فناوری که محققان برای شناسایی از آن استفاده می‌کنند؛ LSPR نامیده می‌شود که مخفف (localized surface plasmon resonance) است. این فناوری، یک پدیده نوری است که در نانو ساختارهای فلزی اتفاق می‌افتد و وقتی تحریک می‌شوند، نور واقعه را در یک محدوده طول‌موج خاص تنظیم می‌کنند و یک میدان نزدیک پلاسمونیک در اطراف ساختار نانو ایجاد می‌کنند. وقتی مولکول‌ها به سطح متصل می‌شوند، ضریب شکست موضعی درون میدان نزدیک پلاسمونیک تحریک‌شده، تغییر می‌کند. برای اندازه‌گیری این تغییر، می‌توان از یک حسگر نوری واقع در پشت





کشاورزی هوشمند و پهپادها

پنج دلیل استفاده از
پهپادها در کشاورزی



فاطمه سلکی^۱، علی جعفری^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم - گرایش طراحی و ساخت، دانشگاه تهران
Solki.fatemeh.che@ut.ac.ir

۲. استاد گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
jafarya@ut.ac.ir

امروزه با گذشت زمان، فناوری‌ها نیز در حال پیشرفت هستند. جمعیت جهان رو به افزایش است و متناسب با آن، نیاز به تأمین غذا نیز افزایش می‌یابد. همین امر بشر را به سمت استفاده از فناوری‌های روز، برای پاسخگویی به نیاز خود وامی‌دارد. کشاورزی هوشمند یکی از روش‌هایی است که با استفاده از به کار بردن اطلاعات و فناوری‌های ارتباطات، سامانه‌های پیچیده کشاورزی را بهینه می‌سازد. از این روش می‌توان در مراحل مختلف کشاورزی از جمله: مراحل آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت و برداشت استفاده نمود. پهپادها، این پرنده‌های بدون سرنشین، یک ابزار در کشاورزی هوشمند هستند که در امور مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مطلب حاضر به بررسی کشاورزی هوشمند به همراه معرفی برخی پهپادهای کشاورزی پرداخته شده است.



۱) فناوری کسب اطلاعات^۴: این دسته‌بندی شامل مواردی از جمله نقشه‌برداری، تهیه نقشه، سیستم ناوبری و فناوری حسگرها می‌شود؛

۲) تحلیل و بررسی داده: این فناوری شامل دامنه وسیعی از مدل‌های تصمیم‌گیری ساده کامپیوتری تا مدل‌های پیچیده با متغیرهای مختلف می‌شود؛

۳) کاربرد فناوری‌های دقیق: این دسته‌بندی شامل کاربرد تمام فناوری‌هایی می‌شود که بر روی کاربرد نرخ تغییرات و هدایت توجه دارد [۱۰].

کشاورزی هوشمند در موارد مختلفی به کار می‌رود که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از: کشاورزی رباتیک؛ ماشین‌ها و تراکتورهای خودران و بدون سرنشین؛ آبیاری خودکار؛ استفاده از اینترنت اشیا در موارد مختلف از جمله اندازه‌گیری رطوبت، بررسی سلامت محصول، آماده‌سازی بستر بذر، خاک‌ورزی و کاشت محصول؛ سم‌پاشی و محلول‌پاشی؛ کاشت گیاه در هوا؛ برداشت مستقیم از مزرعه؛ استفاده از پهپادها و آنالیز و تهیه نقشه از زمین [۳]. در ادامه به بررسی مختصر برخی از موارد اشاره شده پرداخته خواهد شد و همچنین در میان تمام موارد ذکر شده، بررسی نقش پهپادها در صنعت کشاورزی به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۱- کشاورزی رباتیک، ماشین‌ها و تراکتورهای خودران

در طول سال‌های اخیر، استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات خودران برای رسیدگی به امور مختلف کشاورزی و بررسی سلامت محصولات کشاورزی به صورت چشمگیری افزایش یافته است. در این میان استفاده از ربات‌ها به منظور افزایش مؤثر نتیجه نهایی در بخش‌های مختلف کشاورزی مانند برداشت محصولات و شخم زدن زمین جهش بزرگی یافت [۴]. مطالعات مختلف در این زمینه، حسگرها و الگوریتم‌های مورد استفاده در سامانه‌های ناوبری ماشین‌های خودران را ارتقاء بخشیده است. در میان سامانه‌های ناوبری مختلفی که برای هدایت ماشین‌های خودران استفاده می‌شود؛ می‌توان به سیستم ناوبری کور^۵، ماشین‌بینایی^۶ و سیستم موقعیت‌یابی جهانی^۷ [۵]، سیستم ناوبری مبتنی بر لیزر^۸، سیستم ناوبری حسگر اینرسی^۹ و سیستم ناوبری حسگر جهت ژئومغناطیسی^{۱۰} اشاره کرد [۶]. نخستین گام در پیشرفت هدایت ماشین‌های خودکار، سال‌ها پیش صورت پذیرفت و مدل ارائه شده برای اولین تراکتور تمام خودران بسیار متفاوت از نمونه‌های حاضر بوده است [۶].

نیاز به افزایش تولید محصولات کشاورزی با توجه به افزایش جمعیت جهان، بشر را به استفاده از فناوری‌های نوین برای دستیابی به این هدف وامی‌دارد. در مطلب حاضر به بررسی کشاورزی هوشمند و کاربردهای آن پرداخته خواهد شد. بدین منظور ابتدا به اختصار تفاوت بین کشاورزی هوشمند^۱، کشاورزی دقیق^۲ و کشاورزی دیجیتال^۳ بیان می‌شود.

کشاورزی هوشمند: کاربرد اطلاعات و فناوری ارتباطات به منظور بهینه‌سازی سیستم پیچیده کشاورزی را کشاورزی هوشمند می‌نامند. برخلاف کشاورزی دقیق، در کشاورزی هوشمند هدف اندازه‌گیری و انجام محاسبات دقیق برای افزایش عملکرد محصول یا تعیین تفاوت در ویژگی‌های منحصربه‌فرد حیوانات نیست؛ بلکه هدف دستیابی به اطلاعات موردنیاز و نحوه به کار بردن این اطلاعات است. به صورتی که برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات از روش‌های هوشمند استفاده گردد تا کشاورز بتواند با استفاده از داده‌های مشخص (داده‌های به دست آمده) بهترین تصمیم را اتخاذ کند. همچنین لازم به ذکر است که کشاورزی هوشمند شامل کلیات مزرعه می‌شود و تنها به یک ماشین خاص محدود نمی‌شود [۱۳].

کشاورزی دقیق یا زراعت دقیق: کشاورزی دقیق یک روش مدرن مدیریتی است که با استفاده از روش‌ها و فناوری‌های مختلف به دنبال افزایش عملکرد محصول بوده و با یک رویکرد فناورانه در مدیریت کشاورزی، نیازهای مزرعه را تحلیل و بررسی می‌کند [۱۳].

کشاورزی دیجیتال: کشاورزی دیجیتال به ماهیت ارزش داده‌های به دست آمده توجه دارد. هدف کشاورزی دیجیتال ادغام دو روش کشاورزی هوشمند و کشاورزی دقیق است. به عبارت دیگر کشاورزی دیجیتال شامل به کار بردن روش‌های کشاورزی هوشمند و کشاورزی دقیق بر مبنای سامانه‌های مبتنی بر وب به همراه تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ در شبکه داخلی و خارجی مزرعه می‌شود.

۲- کشاورزی هوشمند

کشاورزی هوشمند را می‌توان به صورت ارتباط و پیوستگی میان اطلاعات و فناوری ارتباطات با ماشین‌آلات، تجهیزات و حسگرهای مورد استفاده در کشاورزی به منظور تولید محصولات کشاورزی تعریف نمود [۲]. به عبارت دیگر، کشاورزی هوشمند شامل یکپارچه‌سازی اطلاعات و فناوری‌های ارتباط با تجهیزات و حسگرهای مورد استفاده برای کشاورزی و تولید غذا به منظور استفاده سودمندتر از منابع موجود برای مواردی از جمله آبیاری، کود دادن، مقابله با آفات و علف‌های هرز و برداشت محصول می‌شود. همچنین استفاده از این روش در کشاورزی می‌تواند سبب شود که کشاورز بهترین تصمیم را به منظور استفاده بهینه از منابع قابل دسترس، ظرفیت مزرعه و زمین خود با استفاده از داده‌ها و اطلاعات ورودی بگیرد [۳].

به طور کلی فناوری‌های مورد استفاده در کشاورزی هوشمند به سه دسته تقسیم می‌شوند که خود شامل بخش‌های مختلفی هستند، سه دسته‌بندی کلی فناوری‌های کشاورزی هوشمند عبارت‌اند از:

1. Smart farming
2. Precision farming
3. Digital farming
4. Data acquisition technologies
5. Data reckoning
6. Machine vision
7. Global Positioning System (GPS)
8. Laser-Based
9. Inertial sensors
10. Geomagnetic direction sensors



۲-۲- اینترنت اشیا^۱

اینترنت اشیا شامل یک ارتباط اینترنتی گسترده بین دستگاه‌های مختلف پیرامون شبکه اینترنت می‌شود به‌طوری‌که کاربر متصل به آن را از اتفاقات در زمان حقیقی مطلع و آگاه می‌نماید. دستگاه‌های مورد استفاده در اینترنت اشیا که دارای توانایی محاسباتی هستند را اشیاء هوشمند می‌نامند که با توجه به یک هویت ویژه تعیین‌کننده تعریف می‌شوند [۷]. از اینترنت اشیا در امور مختلف مانند حمل‌ونقل و خانه‌های هوشمند استفاده می‌گردد. همچنین از دیگر کاربردهای اینترنت اشیا می‌توان به کشاورزی، دامداری، محیط‌زیست، گلخانه‌ها، انرژی، شبکه بازیافت زباله اشاره نمود [۱]. لازم به ذکر است که کاربرد اینترنت اشیا دارای دامنه وسیعی بوده و موارد ذکر شده فقط بخش کوچکی از کاربرد آن است. به‌طور مثال در بخش کشاورزی، به‌منظور مدیریت نهاده‌های مصرفی از جمله بذر، سم و کود؛ مدیریت عوامل خسارت‌زا از جمله آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز؛ کنترل رشد محصولات کشاورزی و کنترل ماشین‌آلات و تجهیزات کشاورزی از اینترنت اشیا استفاده می‌گردد [۱].

۲-۳- پهپادها^۲

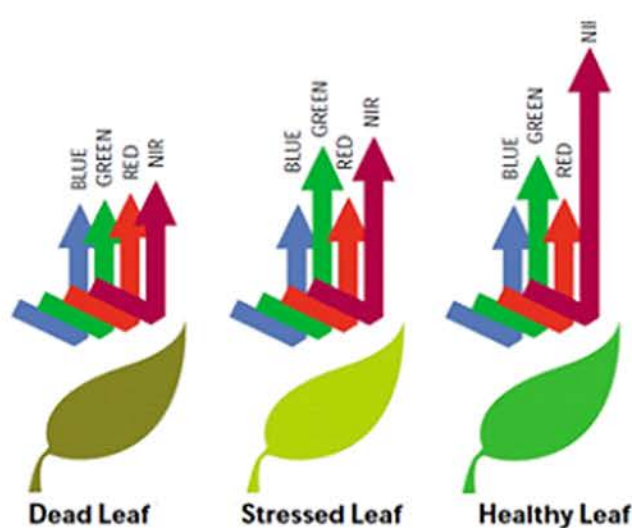
ابزاری که با یک نقشه آماده و برنامه‌ریزی‌شده یا یک ریموت کنترل به پرواز دربیاید را پهپاد (پرنده هدایت‌پذیر از دور) می‌نامند [۳]. پهپادها کاربرد عملی استفاده از وسایل نقلیه بدون سرنشین^۳ هستند [۸]. وسایل نقلیه بدون سرنشین به وسایل نقلیه‌ای که بدون خلبان و به‌صورت خودران یا توسط ریموت کنترل هدایت می‌شوند و به پرواز درمی‌آیند، اطلاق می‌شود [۷]. همچنین برای بلند شدن، پرواز و نشستن پهپاد از حسگرهای مختلفی استفاده می‌شود [۳].

معمولاً در کشاورزی از پهپادهای خودکاری که یک یا چند دوربین به آن‌ها متصل است به‌منظور شناسایی امور مختلف از جمله کاشت بذر، ناحیه کشت، کود و سم دادن، از بین بردن علف‌های هرز و پیش‌بینی وضعیت لحظه‌به‌لحظه آب‌وهوا با استفاده از تصاویر گرفته‌شده، استفاده می‌گردد. همچنین لازم به ذکر است که از سیستم موقعیت‌یابی جهانی به‌منظور کنترل پهپادهای کشاورزی استفاده می‌شود. برای تعریف کردن طول و عرض جغرافیایی، حداقل سه ماهواره و برای تعیین عرض جغرافیایی پهپاد، یک ماهواره موردنیاز است. اطلاعات حاصل از ماهواره‌ها با سایر اطلاعات به‌دست‌آمده به‌منظور افزایش دقت و صحت ترکیب می‌شوند [۳].

از پهپادها در امور مختلف کشاورزی از جمله تولید محصول، سیستم هشدار سریع، کاهش خطر بحران، جنگلداری، شیلات، حفاظت از حیات‌وحش [۹]، آنالیز خاک و مزرعه، نظارت بر محصول، پایش سلامت محصول، آبیاری و محلول‌پاشی محصول و کاشت هوایی [۸] استفاده می‌گردد.

۲-۳-۱- تولید و پایش سلامت محصول

داده‌های جمع‌آوری‌شده به‌وسیله پهپادها، داده‌های خام موردنیاز مدل‌های تحلیلی کشاورزی را فراهم می‌نماید. اطلاعات به‌دست



شکل ۱. وضعیت سلامت گیاه با شاخص نرمال‌سازی تفاوت پوشش گیاهی [۹]

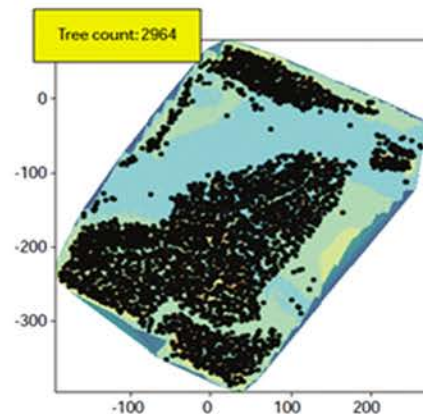
1. Internet Of Things
2. Drones
3. Unmanned Aerial Vehicles
4. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
5. Crop Water Stress Index (CWSI)
6. Canopy Chlorophyll Content Index (CCCI)
7. Near Infrared (NIR)

۲-۳-۲- کاهش خطر بحران

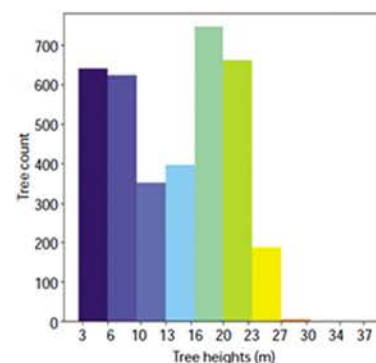
سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد^۱ با همتایان خود از پهبادهای برای جمع‌آوری داده و اطلاعات مختلف به منظور کاهش خطر بحران (بلايا) استفاده می‌کنند. داده‌های ارزشمند به دست آمده توسط پهباد به منظور تحلیل به مدل موردنظر داده شده و از نتایج قابل اعتماد به دست آمده از تحلیل آن می‌توان برای بررسی جبران خسارت یا پاسخ به آن‌ها از جمله تنش‌های آبی و عدم وجود مواد مغذی خاص در گیاه استفاده کرد [۹].

۲-۳-۳- جنگل زایی

از پهبادهای و تصاویر حاصل از نقشه برداری هوایی از جنگل‌های روباز برای ارزیابی، نظارت و تحقیقات در این زمینه استفاده می‌شود. صدها تصویر توسط پهبادهای گرفته می‌شود و سپس تصاویر به دست آمده از ارتفاعات زیاد با یکدیگر ادغام می‌شوند؛ سپس تصاویر ادغام شده مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند. از پهبادهای در مواردی از جمله مدیریت و برنامه‌ریزی در جنگل، جنگل‌زایی، تجزیه کربن، تحلیل سایبان درختان، حفاظت از جنگل و نظارت بر گونه‌های بومی استفاده می‌گردد. در یک پروژه صورت گرفته از پهبادهای برای تخمین تعداد درختان جهت کاشت در جنگل استفاده شد. بدین منظور با استفاده از نقشه‌های به دست آمده با وضوح بالا، تعداد درختان و ارقام مورد نیاز جهت کاشت درخت در یک مساحت مشخص تخمین زده شد. تعداد درختان و هیستوگرام ارتفاع درختان به ترتیب در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است [۹].



شکل ۲. تعداد درخت برآورد شده



شکل ۳. هیستوگرام ارتفاع درخت

۲-۳-۴- کاشت هوایی

کشت بذر از هوا روشی از کاشت است که در مناطقی با سطح کشت زیاد، شیب تند و همچنین در مناطقی که امکان کاشت بذر با روش‌های دیگر دشوار است مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این روش برای توسعه و گسترش جنگل‌ها یا به عبارتی جنگل‌زایی استفاده می‌کنند [۳]. سیستم کاشت گیاه با پهبادهای در حال توسعه است به طوری که دانه‌های موردنظر توسط هوای فشرده در محل موردنظر به صورت گلوله از ارتفاع زیاد بر روی زمین پرتاب می‌شود [۸]. همان‌طور که اشاره شد کشت هوایی روشی است که در ابتدا با بالگردها صورت می‌گرفته و اکنون با توسعه این روش از پهبادهای برای انجام این امر استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که کشت هوایی با استفاده از پهبادهای در توسعه جنگل‌ها نقش مهمی دارد و حدوداً ده پهباد با دو تیم هدایت‌شونده از راه دور آن‌ها قادر به کاشت ۴۰۰۰۰۰ درخت در طول روز هستند [۱۲].

برخی از کاربردهای پهبادهای در کشاورزی به صورت مختصر شرح داده شد. اکنون تعدادی از بهترین پهبادهای بال ثابت کشاورزی در سال ۲۰۲۰ با توجه به نوع و شرایط کاری معرفی می‌گردند.

۳- بهترین پهبادهای بال ثابت در کشاورزی

پهبادهای بال ثابت کشاورزی در مقایسه با کوادکوپترهای معمولی می‌توانند در یک پرواز، ده برابر آن‌ها سطح بیشتری را پوشش دهند؛ با توجه به این نکته، این پهبادهای بهترین انتخاب برای هنگامی هستند که نیاز به پوشش دادن سطح زیادی از زمین است. یکی از محدودیت‌های این نوع از پهبادهای، عدم توانایی در ثبت تصاویر سه بعدی/توپوگرافی با جزئیات بالا است. برخی از این پهبادهای عبارت‌اند از:

۱) PrecisionHaw Lancaster 5: این پهباد مجهز به حسگرهای مختلفی است و برای کاربردهایی از جمله اندازه‌گیری رطوبت، دما، فشار هوا به صورت زمان واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. پهباد مذکور با توجه به دارا بودن هوش مصنوعی، نسبت به تغییراتی از جمله تغییرات آب‌وهوا، بارهای باد، ظرفیت ترابری و قابلیت دیدن، حساس بوده و به هر یک از موارد ذکر شده واکنش نشان می‌دهد [۱۱].

برخی از مشخصات این پهباد عبارت است:

وزن: ۲۴۰۴ گرم (۵/۳ پوند)، ظرفیت ترابری^۲: ۹۹۸ گرم (۲/۲ پوند)، طول بال: ۱/۵ متر (۴/۹ فوت)، زمان پرواز: ۴۵ دقیقه، دامنه پرواز: ۱/۹ کیلومتر (۱/۲ مایل)، سرعت کروز: ۱۶-۱۲ متر بر ثانیه (۵۷/۶-۴۳/۲ کیلومتر در ساعت)، حداکثر سرعت: ۲۲ متر بر ثانیه (۷۹ کیلومتر بر ساعت)، دارای ۵ دوربین چند طیفی، وضوح داده ۱ تا ۱ سانتی‌متر در پیکسل، ارتفاع پرواز: ۹۱/۴ متر (۳۰۰ فوت)، ارتفاع پیمایش: ۵۰-۳۰۰ متر (۱۶۴-۹۸۴ فوت)،

1. Food and Agriculture Organization of the united nation (FAO)
2. Payload

۳) Trimble UX5: این پهپاد متعلق به یک شرکت هوا-فضا فرانسوی است. پهپاد ذکر شده قادر است داده‌ها را با وضوح دو سانتی‌متر در هر پیکسل با استفاده از دوربین‌های بصری MicaSense RedEdge یا 24M پردازش کند [۱۱]. پهپاد حاضر در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۶. پهپاد Trimble UX5

۴) AgEagle RX60: این پهپاد از فیبر کربن و فایبرگلاس ساخته شده است. قابلیت تصویربرداری به صورت NDVI، NIR و تصاویر مرئی است. پهپاد مذکور قابلیت پرواز تا ۶۰ دقیقه را دارد [۱۱]. پهپاد مذکور در شکل ۷ ارائه شده است.



شکل ۷. پهپاد AgEagle RX60

۵) sentera Phoenix2: این پهپاد قابلیت پوشش ۱۰۰ هکتار را در هر پرواز دارد. همچنین قابلیت تصویربرداری به صورت RGB، NIR، NDVI و Live NDVI را دارد [۱۱]. این پهپاد در شکل ۸ ارائه شده است.



شکل ۸. پهپاد sentera Phoenix2

مقدار پیمایش در هر پرواز: ۳۰۰ هکتار و حداکثر دمای کارکرد: ۴۰ درجه سانتی‌گراد (۱۰۴ درجه فارنهایت) [۱۱]. پهپاد مذکور در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴. پهپاد PrecisionHaw Lancaster 5

۲) SenseFly eBee SQ: از این پهپاد می‌توان برای نقشه‌برداری سه‌بعدی/توپوگرافی، دمای خاک، میزان آب موجود در خاک، شمارش تعداد گیاهان و اندازه‌گیری شاخص‌های گیاهی از جمله CWSI، MCARI، NDRE، CCCI و NDVI استفاده نمود. این پهپاد دارای مزایایی از جمله مقرون به صرفه بودن، گردش کار سازگار، پوشش وسیع و دقت بالا است. پرواز آسان، مجهز بودن به نرم‌افزارهای پیشرفته، برنامه‌ریزی پرواز و پردازش تصویر ویژه از جمله مزایای دیگر این پهپاد است [۱۱].

برخی از مشخصات این پهپاد عبارت است از: وزن: ۱۱۰۰ گرم (۲/۴ پوند)، زمان پرواز: ۵۵ دقیقه، طول بال: ۱۱۰ سانتی‌متر (۴۳/۳ اینچ)، مقدار مساحت طی شده در هر پرواز: ۵۰۰ هکتار، مقاومت در برابر باد با سرعت: ۴۵ کیلومتر در ساعت (۱۲ متر در ثانیه یا ۲۸ مایل در ساعت)، سرعت کروز: ۴۰-۱۱۰ کیلومتر در ساعت (۱۱-۳۰ متر در ثانیه یا ۲۵-۶۸ مایل در ساعت)، وضوح: ۱۲ سانتی‌متر در پیکسل، مقدار ارتفاع پرواز: ۴۰۰ فوت، مجهز به حسگرهای چندطیفی بینایی به منظور دستیابی به دقت بالا و برد لینک رادیویی: ۳۰۰ متر اسمی (در شرایط ایده‌آل تا ۸۰۰۰ متر) [۱۱]. پهپاد معرفی شده در شکل ۵ نشان داده شده است.

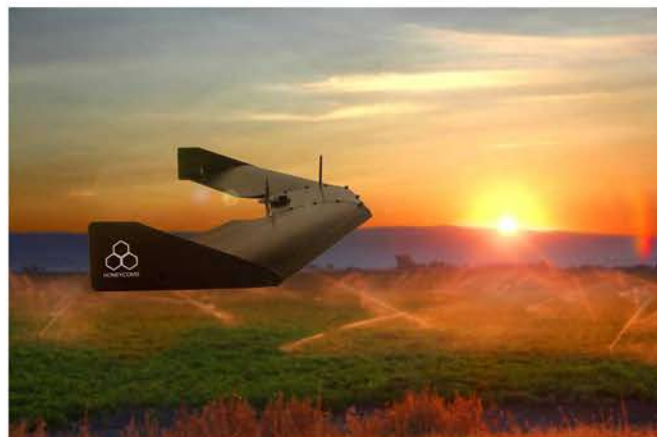


شکل ۵. پهپاد SenseFly eBee SQ

۴- جمع‌بندی

با توجه به افزایش جمعیت جهان و نیاز به افزایش تولید محصولات کشاورزی، استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند افزایش تولید محصول را به دنبال داشته باشد. کشاورزی هوشمند یک روش نوین است که با استفاده از تجهیزات و حسگرهای مختلف، میان اطلاعات و فناوری ارتباطات پیوستگی برقرار می‌کند. پهپادها از جمله ابزارهای کشاورزی هوشمند می‌باشند که در متن، به کاربردهای مختلف آن اشاره گردید و همچنین تعدادی پهپاد نیز معرفی شد.

۶) AgDrone by HoneyComb: این مجموعه شامل برنامه‌های کنترل پرواز و سخت‌افزارهای موردنیاز است. زمان پرواز آن در حدود ۵۵ دقیقه است [۱۱]. پهپاد معرفی شده در شکل ۹ نمایش داده شده است.



شکل ۹. پهپاد AgDrone by HoneyComb

۵- منابع

۱. رضانی ن. و سرفرازی ع. (۱۹۳۷). اینترنت اشیا در کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی
2. Pivoto D., Waquil P.D., Talamini E., Finocchio C.P.S., Dalla corte V.F. and Vargas mores G.D. (2018). Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil. *Information processing in agriculture*; 21-32.
3. Patnaik S., Sen S. and Magdi S.M. (2020). *Smart village technology, chapter 10 (smart farming: an overview)*. Springer.
4. Tripicchio P., Satler M., Dabisias G., Ruffaldi E. and Avizzano C.A. *Toward smart farming and sustainable agriculture with drones*.
5. Thanpattranon P., Ahamed T. and Takigawa T. (2015). Navigation of an autonomous tractor for a row-type tree plantation using a laser range finder-development of a poin-to-go algorithm. *Robotics*, 4, 341-364.
6. Li M., Imou K., Wakabayashi K. and Yokoyama S. (2009). Review of research on agricultural vehicle autonomous guidance. *International journal Agric & Biol Eng*, 2 (3).
7. Triantafyllou A., Tsouros D.C., Sarigiannidis P. and Bibi S. *An architecture model for smart farming*.
8. Anonymous (2018). *Digital transformation monitor drones in agriculture*.
9. FAO. *E-Agriculture in action: Drones for agriculture*.
10. Balafoutis A.T., Beck B., Fountas S., Tsiropoulos Z., Vangeyte J., Van der Wal T., Soto-Embodas I., Gomez-Barbero M. and Pedersen M. (2017). Chapter 2 (smart farming technologies-description taxonomy and economic impact)
11. <https://dronepedia.xyz/best-agricultural-drones/>
12. <https://www.croptracker.com/blog/drone-technology-in-agriculture.html>
13. <https://www.agrocares.com/en/news/precision-digital-smart-farming/>

یادگیری ماشین در کشاورزی



هوش مصنوعی
machine learning

MACHINE LEARNING

الهام عمرانی

دانش آموخته دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم، گرایش فناوری پس از برداشت،

دانشگاه تهران

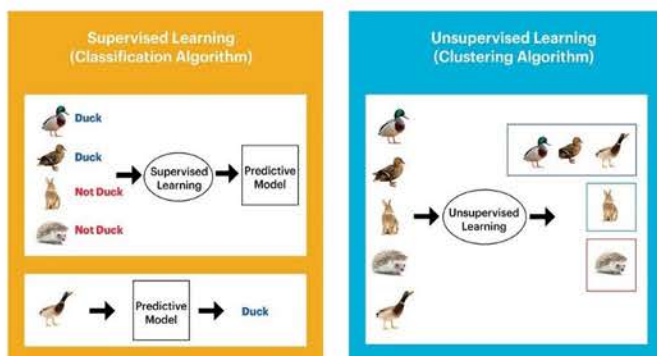
elh.omrani@ut.ac.ir

امروزه به منظور تولید محصولات زراعی سالم تر، کنترل آفات، نظارت بر خاک و شرایط رشد، سازماندهی داده ها برای کشاورزان، کمک به حجم کاری نیروی کار و بهبود طیف گسترده ای از وظایف مرتبط به زنجیره تأمین مواد غذایی، استفاده از کشاورزی هوشمند، فن آوری های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین جزء مباحث روز هستند.

یادگیری ماشین، زیر مجموعه ای از هوش مصنوعی است. با استفاده از تکنیک های یادگیری ماشین، کامپیوتر، الگوهای موجود در داده ها (اطلاعات پردازش شده) را یاد گرفته و می تواند از آن استفاده کند. انگیزه ی نخستین در به وجود آمدن این ساختار یادگیری از راه بررسی ساختار عصبی در مغز انسان الهام گرفته شده است که در آن یاخته های عصبی با فرستادن پیام به یکدیگر درک را امکان پذیر می کنند.

از مزایای یادگیری ماشین می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. نسبت به استفاده از نیروی انسانی، کم هزینه تر هست.
۲. عدم وابستگی به زمان (دقت نیروی انسانی در طولانی مدت پایین می آید).
۳. تکرارپذیری بالاتر (به عبارتی یک کار را هزار بار با یک تکرار و یک دقت انجام می دهد).



مراحل یادگیری ماشین:

۱. فرضیات و داده‌ها: مهم‌ترین بخش یادگیری ماشین است که محققان بر اساس کاری که می‌خواهند انجام دهند؛ داده‌ها را آماده و فرضیات اولیه را در نظر می‌گیرند.

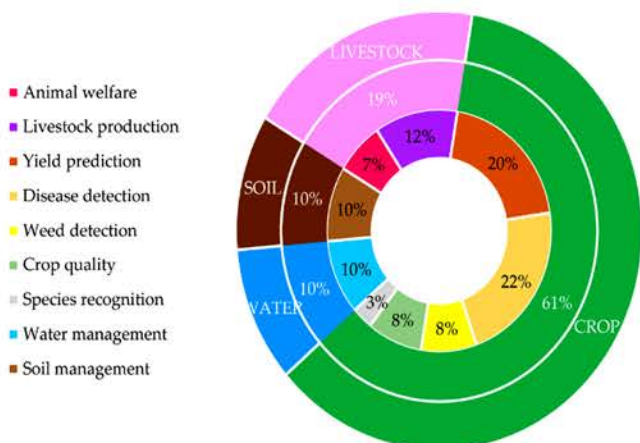
۲. یادگیری: در این مرحله با توجه به ورودی و خروجی، الگوریتم آموزشی می‌بیند. همچنین در اکثر زمینه‌های کاربردی، این بخش معمولاً توسط گروه‌های تحقیقاتی مختلف آماده شده است و می‌توان از نتایج تحقیقات دیگران نیز استفاده کرد.

۳. تست و آزمون ماشین: با توجه به نتایج یادگیری انجام‌شده، می‌توان میزان کارایی شبکه آموزش‌دیده را مشخص کرد (Saxe et al., 2016; Singh et al., 2014; Armstrong et al., 2014).

یادگیری ماشین در کشاورزی در سه بخش فعالیت دارد:

۱. مدیریت آب: پیش‌بینی آب‌وهوا (Sehgal et al., 2017).
۲. مدیریت خاک: پیش‌بینی رطوبت و مواد محلول در خاک (Song et al., 2016).

۳. مدیریت محصول و گیاه: تشخیص و طبقه‌بندی بیماری‌های گیاه و تشخیص نواحی زیر کشت محصولات مختلف، تشخیص علف‌های هرز، برآورد بازدهی محصول (Kuwata and Shibasa, 2015; Lu et al., 2017; Rebetez et al., 2016; Christiansen et al., 2016; Milioto et al., 2017; Steen et al., 2016). که مطابق شکل بعد در بین این سه بخش، مبحث کیفیت محصول، بیشتر فعالیت یادگیری ماشین را به خود اختصاص داده است.



کشاورزی، یکی از مهم‌ترین حرفه‌های جهان است. از آنجاکه جمعیت جهان رو به رشد است و در نتیجه زمین زراعی کمیاب‌تر می‌شود؛ مردم نیاز به ایجاد خلاقیت بیشتر و استفاده از زمین کمتر به منظور تولید محصولات بیشتر و افزایش بهره‌وری زمین زراعی در کشاورزی دارند. در سطح جهان، این صنعت برای کمک به تولید محصولات زراعی سالم‌تر، کنترل آفات، نظارت بر خاک و شرایط رشد، سازمان‌دهی داده‌ها برای کشاورزان، کمک به حجم کاری نیروی کار و بهبود طیف گسترده‌ای از وظایف مرتبط به کل زنجیره تأمین مواد غذایی به سمت کشاورزی هوشمند، فناوری‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین روی آورده است (Kamilaris and Prenafeta-Boldú, 2018).

یادگیری ماشین، زیرمجموعه‌ای از هوش مصنوعی است. با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین، کامپیوتر الگوهای موجود در داده‌ها (اطلاعات پردازش‌شده) را یاد گرفته و می‌تواند از آن استفاده کند (Krizhevsky et al., 2012).

انگیزه نخستین در به‌وجود آمدن این ساختار یادگیری، از راه بررسی ساختار عصبی در مغز انسان الهام گرفته شده است که در آن یاخته‌های عصبی با فرستادن پیام به یکدیگر، درک را امکان‌پذیر می‌کنند. این مدل‌ها نظیر شبکه عصبی عمیق و شبکه عصبی پیچیده، پیشرفت‌های خوبی را در حوزه‌های پردازش زبان‌های طبیعی و پردازش تصویر ایجاد کرده‌اند (Saxena and Armstrong, 2014; Singh et al., 2016).

مزایای یادگیری ماشین چیست؟

۱. کم‌هزینه‌تر بودن نسبت به استفاده از نیروی انسانی
۲. عدم وابستگی به زمان (دقت نیروی انسانی در طولانی‌مدت پایین می‌آید)
۳. تکرارپذیری بالاتر (به عبارتی یک کار را هزار بار با یک تکرار و یک دقت انجام می‌دهد)

تفاوت یادگیری ماشین با برنامه‌ریزی سنتی چیست؟

در برنامه‌ریزی سنتی داده‌های موجود، با برنامه از قبل نوشته‌شده تلفیق شده و در نهایت ماشین به ما خروجی خواهد داد. اما در برنامه‌ریزی یادگیری ماشین به این صورت است که داده‌ها و خروجی به ماشین داده می‌شود و ماشین بر اساس آن، برنامه و رابطه‌ای پیدا می‌کند و سایر داده‌هایی که بعداً به آن داده می‌شود را واکاوی می‌کند.

روش‌های یادگیری ماشین:

۱. یادگیری تحت نظارت (Supervised learning): در این روش یک سری برجسب و ویژگی، تعیین و تعریف می‌شود و ماشین بر اساس آن‌ها یاد می‌گیرد. به عنوان مثال همان‌طور که در شکل بعدی مشاهده می‌شود؛ ویژگی‌های ظاهری حیوانات مختلف به ماشین داده شده است و ماشین بر اساس آن، تصاویر را برای ما تفکیک کرده است.

۲. یادگیری بدون نظارت (Unsupervised learning): در این روش هیچ کلاسی تعیین نمی‌شود و ماشین باید بر اساس داده اولیه خودش تجربه کسب کند و قدرت تشخیص و یادگیری خود را بالا ببرد.

در ادامه چند مثال در این زمینه بیان شده است:

پژوهشگران دانشگاه بن آلمان در تحقیقی توانستند علف‌های هرز را از گیاه چغندر قند با استفاده از عکس‌های هوایی گرفته شده توسط پهپادها تشخیص دهند. آن‌ها از شیوه‌های تشخیص سبزیجات و یادگیری عمیق برای طبقه‌بندی استفاده کردند (Milioto et al., 2017).

از دیگر کاربردهای یادگیری ماشین، می‌توان به طراحی ربات‌های میوه‌چین و سم‌پاش و ربات‌های جمع‌کننده تخم‌مرغ (Wang et al., 2019) در محیط‌های مختلف کشاورزی اشاره کرد که تصاویر مربوطه در ادامه آمده است (Bac et al., 2017).



Wang et al., 2019

نتیجه:

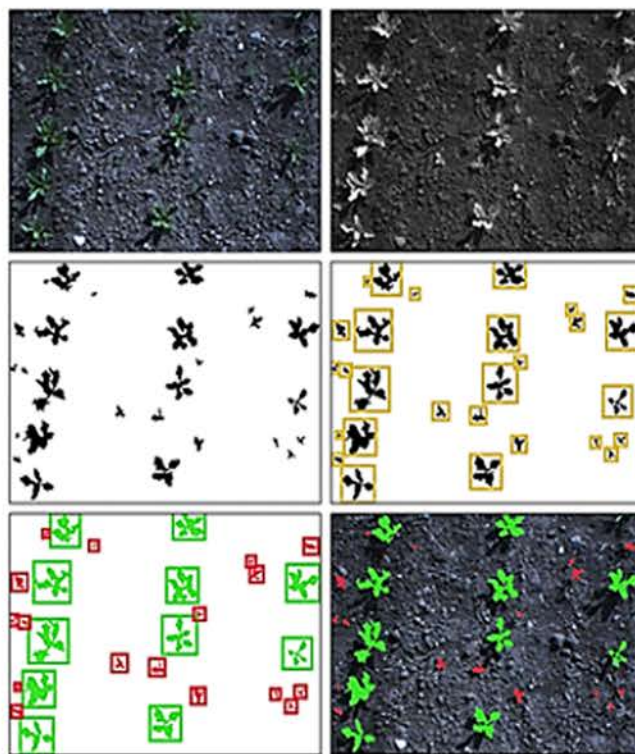
یادگیری ماشین کارایی خود را در حوزه‌های مدیریت آب (پیش‌بینی آب‌وهوا)، پیش‌بینی رطوبت و مواد محلول در خاک، تشخیص و طبقه‌بندی بیماری‌های گیاه و تشخیص نواحی زیرکشت محصولات مختلف، تشخیص علف‌های هرز، برآورد بازدهی محصول، تشخیص موانع و ردیف‌های کشت و هدایت ربات‌ها و تراکتورهای خودران در حوزه‌ی کشاورزی به اثبات رسانده است.



Bac et al., 2017



عکس فوق مربوط به پژوهشی در خصوص میزان جذب آهن توسط گیاه است. همان‌طور که مشاهده می‌شود از عکس شماره یک تا عکس شماره پنج، گیاهان در حالت‌های مختلف جذب قرار داشته‌اند و با توجه به داده‌های به‌دست‌آمده، کشاورز می‌تواند امور لازم را جهت رفع مشکلات گیاه انجام دهد.



- * Bac, C.W., Hemming, J., Van Tuijl, B.A.J., Barth, R., Wais, E. and van Henten, E.J., 2017. Performance evaluation of a harvesting robot for sweet pepper. *Journal of Field Robotics*, 34(6), pp.1123-1139.
- * Christiansen, P., Nielsen, L.N., Steen, K.A., Jørgensen, R.N., Karstoft, H., 2016. DeepAnomaly: combining background subtraction and deep learning for detecting obstacles and anomalies in an agricultural field. *Sensors* 16 (11), 1904.
- * Kamilaris, A., and Prenafeta-Boldú, F., 2018. Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and electronics in agriculture* 147: 70-90.
- * Krizhevsky, A., Sutskever, I., Hinton, G.E., 2012. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Adv. Neural Inform. Process. Syst.* 1097–1105.
- * Kuwata, K., Shibasaki, R., 2015. Estimating crop yields with deep learning and remotely sensed data. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*. Milan, Italy, pp. 858–861.
- * Lu, H., Fu, X., Liu, C., Li, L.G., He, Y.X., Li, N.W., 2017. Cultivated land information extraction in UAV imagery based on deep convolutional neural network and transfer learning. *J. Mountain Sci.* 14 (4), 731–741.
- * Milioto, A., Lottes, P., Stachniss, C., 2017. Real-time blob-wise sugar beets vs weeds classification for monitoring fields using convolutional neural networks. *Proceedings of the International Conference on Unmanned Aerial Vehicles in Geomatics*. Bonn, Germany.
- * Rebetez, J. et al., 2016. Augmenting a convolutional neural network with local histograms—a case study in crop classification from high-resolution UAV imagery. *European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning*. Bruges, Belgium.
- * Saxena, L., Armstrong, L., 2014. A survey of image processing techniques for agriculture. *Proceedings of Asian Federation for Information Technology in Agriculture, Australian Society of Information and Communication Technologies in Agriculture*. Perth, Australia.
- * Sehgal, G., Gupta, B., Paneri, K., Singh, K., Sharma, G., Shroff, G., 2017. Crop Planning using Stochastic Visual Optimization. *arXiv preprint arXiv: 1710.09077*.
- * Singh, A., Ganapathysubramanian, B., Singh, A.K., Sarkar, S., 2016. Machine learning for high-throughput stress phenotyping in plants. *Trends Plant Sci.* 21 (2), 110–124.
- * Song, X., Zhang, G., Liu, F., Li, D., Zhao, Y., Yang, J., 2016. Modeling spatio-temporal distribution of soil moisture by deep learning-based cellular automata model. *J. Arid Land* 8 (5), 734–748.
- * Steen, K.A., Christiansen, P., Karstoft, H., Jørgensen, R.N., 2016. Using deep learning to challenge safety standard for highly autonomous machines in agriculture. *J. Imag.* 2 (1), 6.
- * Wang, C.-H., Xie, B.-X., & Chang, C.-L. (2019). Design and Implementation of Livestock Robot for Egg Picking and Classification in the Farm. 2019 International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (ISEE). doi:10.1109/isee2.2019.8921255.





ممیزی انرژی سریع - قسمت دوم

نجمه توکلی

دانشجوی دکتری مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی - گرایش انرژی، دانشگاه تهران
n.tavakoli@ut.ac.ir

با توجه به روند روزافزون مصرف انرژی در کشور، خصوصاً در بخش ساختمان، ارائه روش‌هایی جهت کاهش مصرف و بهبود رویه مصرف، ضروری به نظر می‌رسد. درک چگونگی روند مصرف و تبیین روش‌هایی جهت کاهش و بهینه‌سازی مصرف، تحت عنوان ممیزی انرژی، در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در این مطلب به تشریح ممیزی سریع انرژی یک ساختمان اداری، به عنوان راهکاری مؤثر در کاهش تلفات انرژی پرداخته شده و مراحل چهارگانه آن بررسی شده است. در ممیزی این ساختمان موارد اصلی، هدر رفتن و پایین بودن بازده مشخص شد و امکان برآوردهایی به عنوان مبنای تصمیم‌گیری در امور سرمایه‌گذاری فراهم شد. به‌طور کلی هدف از ممیزی انرژی، تعیین راه‌حل‌هایی برای کاهش مصرف انرژی و همچنین کاهش هزینه‌های جاری در یک واحد است. نتایج حاصل از ممیزی انرژی انجام‌شده در این ساختمان اداری، نشان می‌دهد که بیشترین سهم مصرف در فصل گرم، مربوط به وسایل سرمایشی (۶۵٪) و در فصل سرد مربوط به روشنایی داخلی (۵۶٪) است.

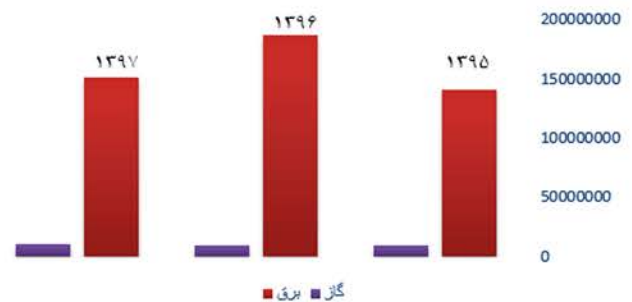


ممیزی انرژی ساختمان



هزینه سالانه مصرف انرژی در ساختمان

هزینه مصرف انرژی در ساختمان، بر اساس اطلاعات قبض‌های سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ گزارش شده است. در این قسمت، نمودار هزینه سه سال را مقایسه می‌کنیم.



شکل ۱: نمودار هزینه مصرفی انرژی در سه سال اخیر

همان‌طور که مشاهده می‌شود؛ مصرف گاز در طی سه سال تقریباً ثابت و بسیار کمتر از مصرف برق است که به دلیل عدم استفاده از بخاری گازی در فصول سرد سال است ولی مصرف برق به دلیل استفاده از کولرهای گازی، بخاری برقی و ماشین‌های اداری بسیار بالاست و در سال ۹۶ که از دو سال دیگر بیشتر است، علت آن گرمای بی‌سابقه هوا و استفاده بیشتر از کولرهای گازی ذکر شده است.

محاسبه شاخص‌های مقایسه

غالباً به‌منظور مقایسه میزان مصرف انرژی یک ساختمان با سایر ساختمان‌های مشابه خود و یا با شرایط استاندارد از شاخص‌هایی استفاده می‌شود که برخی از آن‌ها در جدول زیر آورده شده است که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته‌اند:

جدول ۱: شاخص‌های مقایسه مصرف انرژی در ساختمان			
ردیف	نام شاخص	واحد	فرمول
۱	ضریب بار	%	$LF = \frac{\text{برق مصرفی}}{\text{تقاضای برق}} \times 100$
۲	مصرف ویژه انرژی	$\text{unit}/\text{m}^2 \cdot \text{yr}$	$EUI = \frac{\text{انرژی مصرفی ساختمان در یک سال}}{\text{مساحت ساختمان}}$
۳	سره مصرف انرژی	$\text{unit}/\text{person} \cdot \text{yr}$	$PCEC = \frac{\text{میزان کل انرژی مصرفی یک ساختمان}}{\text{تعداد نفرات برادر بهره}}$

نتایج به‌دست‌آمده از شاخص‌های مقایسه در جدول ۲ ارائه شده است:

جدول ۲: نتایج شاخص‌های مقایسه مصرف انرژی ساختمان		
ضریب بار	سال ۱۳۹۵	۰/۷۴
	سال ۱۳۹۶	۰/۶۹
	سال ۱۳۹۷	۰/۸۲
مصرف ویژه در واحد سطح	روشنایی	۱۰۰/۳۴
	سرمایش و تهویه	۳۶۴/۴۱
	ماشین‌های اداری	۳۷/۰۱
	متفرقه	۲۶/۹۳
	گاز	۱۳۴/۷۰
مصرف ویژه در واحد حجم	روشنایی	۳۳/۴۵
	سرمایش و تهویه	۱۲۱/۴۷
	ماشین‌های اداری	۱۲/۳۴
	متفرقه	۸/۹۸
	گاز	۴۴/۹۰
سره مصرف روزانه	برق	۱۹۹۹۹/۶۵
	گاز	۵۵۲۹/۹۳
	انرژی	۲۵۵۲۹/۵۹

رده مصرف انرژی ساختمان

برای تعیین رده مصرف انرژی ساختمان‌های اداری باید به روش زیر عمل کرد:

۱- تعیین اقلیم ساختمان بر اساس جدول ۳

جدول ۳: تقسیم‌بندی اقلیم هشت‌گانه کشور

نوع اقلیم	میانگین حداکثر دما در	میانگین رطوبت نسبی در	میانگین حداقل دما در	میانگین رطوبت نسبی در	نمونه شهر
	میانگین (درجه سانتیگراد)	میانگین (درصد)	میانگین (درجه سانتیگراد)	میانگین (درصد)	
بسیار سرد	۳۰-۲۵	۵۵-۴۵	۵ تا ۱۰	۷۵ تا ۶۵	سراب
سرد	۴۰-۳۵	۴۰-۳۵	۱۰-۵	۷۵ تا ۶۵	هریز
متوسط و بارانی	۳۰-۲۵	بیشتر از ۶۰	۵- تا صفر	بیشتر از ۶۰	رشت
نیمه معتدل و بارانی	۲۵-۲۰	بیشتر از ۵۰	۵- تا صفر	بیشتر از ۶۰	مغان
نیمه خشک	۴۰-۳۵	۴۵-۲۰	۵- تا صفر	۶۰ تا ۴۰	تهران
گرم و خشک	۴۰-۳۵	۳۰-۱۵	۵- تا صفر	۵۰ تا ۳۵	زاهدان
بسیار گرم و خشک	۵۰-۴۵	۳۰-۲۰	۱۰ تا ۵	۷۰ تا ۶۰	امیر
بسیار گرم و مرطوب	۴۰-۳۵	بیشتر از ۶۰	۲۰ تا ۱۰	بیشتر از ۶۰	بندرعباس

۲- محاسبه شاخص مصرف اولیه انرژی ساختمان $\text{unit}/(\text{m}^2 \cdot \text{yr})$

۳- تعیین شاخص مصرف انرژی ایده‌آل با توجه به جدول ۴

جدول ۴: رده مصرف انرژی ساختمان‌های غیرمسکونی

شاخص	رده	شاخص
ساختمان دولتی	۸۰	۳/۱
ساختمان خصوصی	۶۴	۴/۳
	۷۴	۵
	۶۴	۶
	۸۶	۷
	۹۱	۸

۴- محاسبه رده مصرف انرژی: رده مصرف انرژی ساختمان بر اساس نسبت انرژی (R)، از حاصل قسمت شاخص مصرف انرژی در وضعیت موجود به مصرف انرژی ساختمان در حالت ایده‌آل تعیین می‌شود.

۵- تعیین رده مصرف انرژی با استفاده از جدول ۵

جدول ۵: تعیین رده مصرف انرژی ساختمان‌های غیرمسکونی بر اساس نسبت انرژی

ساختمان اداری عمومی	ساختمان اداری دولتی	رده مصرف انرژی
$R < 1$	$R < 1$	A
$1.0 \leq R < 2.2$	$1.0 \leq R < 2.0$	B
$2.2 \leq R < 3.2$	$2.0 \leq R < 3.0$	C
$3.2 \leq R < 4.0$	$3.0 \leq R < 4.0$	D
$4.0 \leq R < 4.6$	$4.0 \leq R < 5.0$	E
$4.6 \leq R < 5.2$	$5.0 \leq R < 6.0$	F
$5.2 \leq R < 5.5$	$6.0 \leq R < 7.0$	G
$5.5 \leq R$	$7.0 \leq R$	برجیب تعلق نمی‌گیرد

با توجه به موارد گفته‌شده در بالا، R در ساختمان موردبررسی معادل ۱/۳۳ بود که معادل رده مصرف انرژی B است.

راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی و توجیه اقتصادی سیستم‌های روشنایی

به‌منظور تعیین فرصت‌های صرفه‌جویی در سیستم‌های روشنایی، ابتدا اطلاعات مربوط به نوع روشنایی، تعداد و نوع کاربری در طبقات مختلف ساختمان برداشت گردیده و سپس به تجزیه و تحلیل میزان شدت روشنایی توصیه‌شده در مکان‌های مختلف ساختمان و مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری‌شده، پرداخته شده است و همچنین میزان صرفه‌جویی انرژی درزمینه‌ی روشنایی در ساختمان محاسبه گردیده است. محدوده روشنایی یک اتاق اداری معمول یا یک دفتر کار، بین ۳۰۰ تا ۷۰۰ لوکس بوده و میزان شدت روشنایی توصیه‌شده، ۵۰۰ لوکس است. با توجه به وضعیت ساختمان، در بعضی از اتاق‌ها کمبود روشنایی و در بعضی دیگر میزان روشنایی بیش از مقدار توصیه‌شده است؛ اما درمجموع، این ساختمان دارای نقصان روشنایی به میزان ۱۲ درصد نسبت به روشنایی توصیه‌شده است. این میزان کاهش را می‌توان به چند طریق جبران کرد؛ در این پروژه سه راهکار پیشنهاد گردیده است:

۱- تعمیر و نگهداری سیستم روشنایی

۲- استفاده از منابع نوری با راندمان بالا

۳- استفاده از روشنایی موضعی

تعمیر و نگهداری سیستم‌های روشنایی

با توجه به سیستم تعمیر و نگهداری موجود که تعویض لامپ بعد از سوختن صورت گرفته و همچنین نبودن برنامه مدون جهت تعمیر و نگهداری سیستم روشنایی، با داشتن یک برنامه جهت تمیز کردن چراغ‌ها و استفاده از رنگ‌های روشن و شستشوی دیوارها به‌طور سالانه و تعویض دسته‌جمعی لامپ‌های فلورسنت هر ۳ سال یک‌بار، می‌توان حداقل ۲۰ درصد به میزان نور مصنوعی اتاق‌ها اضافه نمود.

استفاده از منابع نوری با راندمان بالا

یکی از روش‌های عملی بهبود سیستم روشنایی ساختمان شرکت، استفاده از منابع نوری با راندمان بالا است. به‌عنوان مثال، لامپ‌های مهتابی رایج در بازار ایران عموماً دارای شار نوری ۲۷۰۰ لومن و طول عمر حدود ۸ تا ۱۰ هزار ساعت هستند. در صورتی که لامپ‌های مهتابی راندمان بالا، دارای شار نوری

۳۳۵۰ لومن و طول عمر ۱۲ تا ۱۶ هزار ساعت هستند. این به معنی ۳۸ درصد افزایش راندمان روشنایی است. از طرف دیگر، با جایگزینی لامپ‌های رشته‌ای و گازی با لامپ کم‌مصرف، می‌توان از میزان مصرف به مقدار قابل‌توجهی کاست. با استفاده از لامپ‌های مهتابی راندمان بالا، علاوه بر روشنایی توصیه‌شده Lux ۵۰۰ می‌توان به میزان ۴۳٪ از بار روشنایی مهتابی کاست. با نصب لامپ‌های کم‌مصرف به‌جای لامپ رشته‌ای، میزان ۸۰٪ از بار لامپ رشته‌ای و به‌جای لامپ گازی به میزان ۶۸٪ از بار این لامپ‌ها کاسته می‌شود.

با توجه به نکات گفته‌شده، مصرف انرژی روشنایی ساختمان از ۵۲/۶ کیلووات به کیلووات ۳۴/۶ کاهش می‌یابد. بار لامپ رشته‌ای و به‌جای لامپ گازی به میزان ۶۸٪ از بار این لامپ‌ها کاسته می‌شود؛ یعنی حدود کیلووات ۱۸ صرفه‌جویی شده است. برای انجام چنین کاری، نیاز به تعویض ۹۹۴ شعله لامپ مهتابی ۳۶ وات با بالاست الکترونیکی، تعویض ۲۲ عدد لامپ رشته‌ای با لامپ کم‌مصرف و ۸ عدد لامپ گازی با لامپ کم‌مصرف است. هزینه کل سرمایه‌گذاری اولیه برای اجرای این طرح برابر ۱۱۰۴۵۰ میلیون ریال است و میزان صرفه‌جویی ریالی سالانه کاهش انرژی، برابر ۱۸۲۲۵ میلیون ریال می‌باشد. در نتیجه بازگشت سرمایه حدود ۶ سال به طول می‌انجامد.

استفاده از روشنایی موضعی

در بسیاری از اتاق‌ها نور طبیعی برای انجام بسیاری از کارها نظیر کتابخانه، فایل‌ها و ... کافی است و جهت مطالعه بر روی میز تحریر می‌توان از یک چراغ مطالعه استفاده نمود. برای انجام این کار می‌توان ابتدا چند دستگاه چراغ مطالعه که مجهز به لامپ‌های کم‌مصرف و یا فلورسنت کوچک است تهیه و در اختیار افراد داوطلب قرار گیرد و پس از انجام کار در صورت حصول نتیجه مطلوب، نسبت به عمومی نمودن آن اقدام نمود. به طور کلی با اجرای برنامه تعمیر و نگهداری سیستم روشنایی با راندمان بالای جدید، می‌توان به میزان ۴۰۵۰۰ کیلووات ساعت انرژی و ۱۸۲۲۵ میلیون ریال سالانه صرفه‌جویی کرد. میزان سرمایه‌گذاری در این بخش ۴۲/۰۵۵ میلیون ریال است که در حدود ۲/۳ سال باز می‌گردد.

بهینه‌سازی مصرف در تجهیزات بعد از ساعات اداری

در بازدید از ساختمان و مصاحبه با کارکنان مشخص گردید که تعدادی از مصرف‌کننده‌های انرژی، بعد از ساعات کار روشن مانده و موجب اتلاف انرژی می‌شوند. این وسایل شامل: کامپیوتر، روشنایی، کولر گازی و ... است. با توجه به منحنی مصرف، میزان متوسط توان قابل صرفه‌جویی در این زمینه، حدود ۲۱ کیلووات برآورد می‌شود که این صرفه‌جویی از دو طریق ممکن است:

۱- نصب سیستم هوشمند کنترل ساختمان که پیچیده و پرهزینه است.

۲- احساس مسئولیت پرسنل (حساس سازی) روش دوم بدون سرمایه‌گذاری و از طریق تذکر امکان‌پذیر است.

بهینه‌سازی بار سرمایشی ساختمان

در این بخش جهت محاسبه میزان اتلاف حرارتی بخش‌های

انرژی کم‌هزینه در ساختمان است که موجب کاهش ۲/۷ درصدی مصرف ساختمان می‌شود.

(ج) راهکارهای پرهزینه:

شامل عایق‌کاری دیوارهای خارجی و سقف، دوجداره کردن پنجره‌ها با قاب pvc و بهینه‌سازی سیستم روشنایی ساختمان است.

ملاحظه می‌شود، عایق‌کاری دیوارهای خارجی و سقف ساختمان نیاز به سرمایه‌گذاری زیاد و بازگشت سرمایه طولانی داشته و موجب کاهش به ترتیب به میزان ۴/۶٪ و ۳/۱٪ مصرف می‌شود و توجیه اقتصادی ندارد. دوجداره کردن پنجره‌ها با قاب pvc با سرمایه‌گذاری نه‌چندان زیاد موجب کاهش مصرف ساختمان به میزان ۲۰/۱٪ شده و دارای بازگشت سرمایه نزدیک است.

بهینه‌سازی سیستم‌های روشنایی با سرمایه‌گذاری مناسب، موجب کاهش مصرف ساختمان به میزان ۷/۷ درصد گشته و دارای بازگشت سرمایه نزدیک است.

بنابراین از میان کلیه راهکارهای پرهزینه صرفه‌جویی انرژی در این ساختمان، دوجداره کردن پنجره‌ها با قاب pvc و بهینه‌سازی سیستم‌های روشنایی با توجه به میزان صرفه‌جویی و سرمایه‌گذاری لازم و بازگشت سرمایه در اولویت هستند.

مختلف ساختمان از اختلاف دمای محیط و داخل ساختمان برای ماه‌های گرم سال، با توجه به ضریب انتقال حرارت جداره‌های ساختمان، پنجره‌ها و درب‌ها، میزان نفوذ هوا، تعویض هوا، بار افراد و میزان تلفات از قسمت‌های مختلف ساختمان استفاده شده است.

نتایج محاسبات نشان می‌دهد؛ کنترل دمای هوای ساختمان در محدوده استاندارد، باعث کاهش مصرف انرژی بار سرمایشی به میزان ۳۰ درصد خواهد شد. برای هر بخش از تلفات، یک راهکار مناسب پیشنهاد گردیده است که میزان صرفه‌جویی ناشی از این راهکارها محاسبه گردیده است. این راهکارها عبارت‌اند از:

- پنجره‌های دوجداره با قاب pvc
- عایق‌کاری دیوارهای خارجی ساختمان و سقف.
- جلوگیری از نشت هوا از اطراف کولرها و پنجره‌ها

جدول ۶: خلاصه پیشنهادهای صرفه‌جویی انرژی ساختمان						
ارزایی فنی و اقتصادی	مصرف برق	میزان صرفه‌جویی	درصد کاهش	ارزش صرفه‌جویی	سرمایه‌گذاری	بازگشت سرمایه
راهکارهای کاهش مصرف	kWh/yr	kWh/yr	%	ریال در سال	لازم	سال
وضعیت موجود	۵۲۷۷۶۹	-	-	-	-	-
عایق‌کاری دیوارهای خارجی	۵۰۳۴۵۰	۲۴۳۱۹	۴/۶	۱۰۹۴۳۵۴۱	۲۶۰	۲۴
عایق‌کاری پشت‌بام	۵۱۱۵۸۱	۱۶۱۸۸	۳/۱	۷۲۸۴۵۵۶	۹۳	۱۳
دوجداره کردن پنجره با قاب pvc	۴۲۱۷۹۵	۱۰۵۹۷۴	۲۰/۱	۴۷۶۸۸۳۵۰	۱۸۰	۴
درزبندی مناسب اطراف کولر	۴۹۴۴۲۴	۳۳۱۴۵	۶/۳	۱۴۹۱۵۳۱۴	۰	۰
جمع کل عملیات عایق‌کاری	۳۴۸۱۴۴	۱۷۹۶۲۶	۳۴	۸۰۸۳۱۷۶۲	۵۳۳	تقریباً اقتصادی
بهینه‌سازی سیستم روشنایی	۴۸۷۲۶۹	۴۰۵۰۰	۷/۷	۱۸۲۳۵۰۰۰	۴۲	۲/۳
خاموشی تجهیزات بعد از کار	۵۲۰۹۶۹	۶۸۰۰	۱/۳	۳۰۶۰۰۰۰	۰	۰
بهینه‌سازی تجهیزات اداری	۵۱۳۲۶۹	۱۴۵۰۰	۲/۷	۲۴۵۱۷۰۰۰	کم‌هزینه	۰
جمع کل عملیات بهینه‌سازی	۴۶۵۹۶۹	۶۱۸۰۰	۱۱/۷	۴۵۸۰۲۰۰۰	۴۲	کاملاً اقتصادی

نتیجه‌گیری

مصرف انرژی، یکی از هزینه‌های عمده قابل‌کنترل در اغلب سازمان‌ها است و پتانسیل قابل‌توجهی در کاهش مصرف و در نتیجه هزینه مربوطه وجود دارد. ممیزی انرژی، به دست آوردن یک تصویر جامع از وضعیت جریان کل انرژی در یک واحد است. این تصویر، موارد اصلی هدر رفتن و پایین بودن راندمان را مشخص کرده و امکان برآوردهایی را به‌عنوان مبنای تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری فراهم می‌کند. به‌طورکلی هدف از ممیزی انرژی، تعیین راه‌حلهایی برای کاهش مصرف انرژی و همچنین کاهش هزینه‌های جاری در یک واحد است. نتایج حاصل از ممیزی انرژی انجام‌شده در این ساختمان اداری نشان می‌دهد که بیشترین سهم مصرف در فصل گرم مربوط به وسایل سرمایشی (۶۵٪) و در فصل سرد مربوط به روشنایی داخلی (۵۶٪) است. این راهکارها را می‌توان به سه دسته بدون هزینه، کم‌هزینه و پرهزینه تقسیم‌بندی نمود:

الف) راهکارهای بدون هزینه:

راهکارهای صرفه‌جویی انرژی بدون هزینه در ساختمان شامل درزبندی اطراف کولرها و خاموش کردن تجهیزات بعد از ساعت اداری است. درزبندی مناسب موجب کاهش ۶/۳ درصدی مصرف و خاموش نمودن تجهیزات بعد از ساعات اداری موجب کاهش ۱/۳ درصدی مصرف برق ساختمان می‌گردد.

ب) راهکارهای کم‌هزینه:

بهینه‌سازی در تجهیزات و ماشین‌های اداری، راهکار صرفه‌جویی

منابع و مراجع:

- ۱- پروژه بهینه‌سازی و ممیزی انرژی ساختمان اداری شرکت برق منطقه‌ای خوزستان با همکاری سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) - (سال ۱۳۸۵ - ۱۳۸۴)
- ۲- رضاپور، ک- زربخش، م «مبانی صرفه‌جویی و اصول مدیریت انرژی» سابا.
- ۳- م، شفیع‌زاده «روش‌های کاربردی کاهش هزینه‌های انرژی» سابا.
- ۴- م، قانع «اولین قدم در ممیزی انرژی در ساختمان، بهینه‌سازی انرژی»، پنجمین همایش بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان
- ۵- بابک، جوادی «بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها با استفاده از عایق و شیشه‌های مناسب در دو اقلیم مختلف کشور» پنجمین همایش بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان

پولیشکاری سطحی و انواع روش‌های آن

سمیرا پیری زنگ‌آباد^۱، علی حاجی‌احمد^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم - گرایش طراحی و ساخت،

دانشگاه تهران samira.piri@ut.ac.ir

۲. استاد گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی

دانشگاه تهران hajiahmad@ut.ac.ir

پولیش یا پرداخت‌کاری سطح (Surface finishing) به معنی صاف و براق کردن و اعمال تغییرات مشخص در سطوح مواد تولید شده است که یکی از مهم‌ترین مراحل تولید در صنایع وابسته به کیفیت سطحی است و به منظور بهبود ظاهر و ترشوندگی، جلوگیری از خوردگی و مقاومت در مقابل سایش و تغییر شکل، افزایش مقاومت شیمیایی، تغییر مقاومت ویژه و رسانندگی الکتریکی، ایجاد سختی و مقاومت در برابر سایر نقص‌های سطوح و کنترل اصطکاک سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مقاله به تعریف پولیشکاری و دلایل استفاده از آن می‌پردازیم و انواع روش‌های پرداخت و وسیله‌های مورد استفاده در پرداخت‌کاری را معرفی خواهیم کرد.



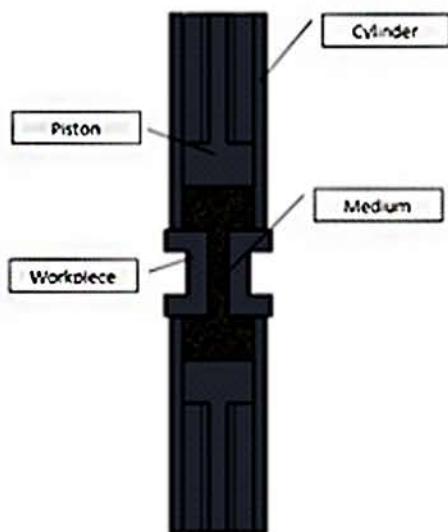
surface finishing



• روش‌های سنتی:

۱. سنگ‌زنی (Grinding): سنگ‌زنی یک فرآیند براده‌برداری است که عمل برداشتن مواد اضافه روی قطعه را با سایش انجام می‌دهد. هر یک از دانه‌های ساینده روی سطح، بخش کوچکی از قطعه کار را تغییر شکل می‌دهند. معمولاً سنگ‌زنی، مرحله نهایی کار روی قطعه است که بعد از آن کیفیت سطح کار بالا می‌رود.

۲. هونینگ (honing): در این روش، براده‌برداری از قطعه به وسیله سایش سنگ هونینگ صورت می‌گیرد و هدف آن اصلاح دقت ابعادی و بهبود صافی سطح است. این عملیات معمولاً در آخرین مرحله پس از عملیات‌هایی نظیر سوراخ‌کاری، بورینگ و سنگ‌زنی انجام می‌شود. یکی از تفاوت‌های این روش با سنگ‌زنی، سرعت پایین هونینگ و تفاوت دیگر آن، بیشتر بودن سطح تماس بین قطعه و ابزار در هونینگ است که به تصحیح ابعاد کمک می‌کند. سنگ هونینگ از دانه‌های ساینده سخت تشکیل شده که توسط یک ماده‌ی زمینه، کنار هم قرار گرفته‌اند. عملیات هونینگ به شیوه‌های مختلفی انجام می‌شود ولی استفاده متداول آن، پرداخت سطوح داخلی استوانه‌ای مانند سطوح داخل سیلندر موتورها، به خصوص با هدف ایجاد سطح مناسب برای روغنکاری است. برای دیگر کاربردهای آن می‌توان به پرداخت دنده‌های چرخنده‌های با کیفیت بالا و سطوح خارجی محورها، پین‌ها و یاتاقان‌های استوانه‌ای اشاره کرد.



۳. لپینگ (lapping): لپینگ یک روش براده‌برداری پرداخت است که در آن یک سنگ ساینده (lap) با سرعت کم در حال گردش بوده و هم‌زمان با فشار کم به سطح قطعه کار فشرده می‌شود و بین سطح سنگ و سطح قطعه کار دوغاب مواد ساینده (Slurry) شارژ شده است. پس از این عملیات، سطح قطعه‌ی کار کاملاً صیقلی است.

روش‌های پرداخت‌کاری سنتی به دلیل استفاده از ابزارهای سخت و جامد، دارای معایب و محدودیت‌های بسیاری در مواجهه با قطعات با شکل‌های پیچیده هستند.

• روش‌های مدرن و پیشرفته:

۱. ماشین‌کاری با جریان ساینده (Abrasive flow machining): ماشین‌کاری با جریان ساینده، یک فرآیند پرداخت‌کاری است که در آن، حرکت یک خمیر نیمه‌جامد از ذرات ساینده بر روی سطحی که قرار است پرداخت شود؛ باعث برداشت مقدار کمی ماده می‌شود. ویسکوزیته ماده واسطه به حدی بالا است که می‌توان آن را میان انگشتان دست مانند یک توپ پلاستیکی نگاه داشت و سپس با اعمال فشار اندک، تغییر شکل داد.

روش کار:

دو سیلندر عمودی مقابل هم، واسطه ساینده را از مجراهای تشکیل‌شده توسط قطعه کار و ابزار کار یا قطعه کار به تنهایی به جلو و عقب می‌رانند. این فرآیند برای عملیاتی مانند پلیسه‌گیری، گرد نمودن گوشه‌ها، جلاکاری، برداشت لایه تبلور مجدد و ایجاد تنش‌های فشاری پسماند مناسب است. به منظور افزایش بهره‌وری، چندین قطعه را هم‌زمان نیز می‌توان ماشین‌کاری کرد.

این روش انعطاف‌پذیری بالایی دارد؛ به این معنی که با تعویض ابزارهای کار، پارامترهای ماشین‌کاری، واسطه‌ها و ساینده‌ها، از یک دستگاه برای کارهای گوناگون می‌توان استفاده کرد. واسطه ساینده نیمه‌جامد، با فشار از میان قطعه کار و مجاری محدودکننده‌ی تشکیل‌شده توسط ابزار کار و قطعه کار عبور داده می‌شود. این نیرو می‌تواند به صورت هیدرولیکی یا مکانیکی تأمین شود. سرعت واسطه، متناسب با مساحت سطح مقطع مجرا است. هر چه مجرا تنگ‌تر باشد؛ نیرو مورد نیاز بیشتر است. ذرات ساینده به عنوان ابزار برشی عمل می‌کنند؛ از این جهت، این روش یک فرآیند برش‌کاری چندلبه است که نرخ برداشت ماده بسیار کمی را دارد و از آن، هم برای فلزات و هم برای نافلزات می‌توان استفاده کرد. این روش همچنین برای ماشین‌کاری قطعات دارای مجراهای غیرقابل دسترس برای ابزارهای پلیسه‌گیری و جلاکاری معمولی مناسب است.

۲. پولیش‌کاری با دستگاه التراسونیک (Ultrasonic):

روش‌های شستشوی قطعات و از بین بردن جرم، روغن، ضایعات پولیش و موارد مشابه از روی آن‌ها، متفاوت و متنوع است. استفاده از حمام التراسونیک، یکی از مؤثرترین این راه‌ها برای شستشوی انواع قطعات فلزی، شیشه‌ای و سرامیکی می‌باشد. در این روش، قطعات در یک مخزن شامل آب و یک محلول ویژه قرار می‌گیرند و از امواج صوتی فرکانس بالا برای جداسازی انواع آلودگی‌ها از این قطعات استفاده می‌شود.

یک دستگاه شستشوی التراسونیک از بخش‌های اصلی تولیدکننده امواج صوتی، منبع تغذیه، مخزن و گرمکن تشکیل شده است. برای ایجاد کردن امواج در داخل محلول، یک دستگاه التراسونیک ارتعاش‌دهنده مورد نیاز است. دستگاه قطعه‌شوی همچنین دارای یک مخزن یا محفظه استیل است که باید با آب و محلول تمیزکننده مخصوص پر شود. منبع تغذیه مورد نیاز برای تبدیل فرکانس الکتریکی به فرکانس‌های بالا، سیگنال ورودی برای شستشوی قطعات را تأمین می‌کند. با توجه به این‌که افزایش دمای آب در افزایش قدرت تمیزکنندگی مؤثر است؛ استفاده از یک گرمکن برای افزایش دمای آب کارآمد می‌باشد.

۳. پولیش کاری با استفاده از میدان مغناطیسی (magnetic finishing):

در این فرآیند، براده برداری به صورت مکانیکی است. ساینده، پرداخت سایش سطح را انجام می دهد و پرداخت سطوح، توسط نیروی میدان مغناطیسی ایجاد می شود؛ به این جهت، پولیش کاری با استفاده از میدان مغناطیسی یک روش ماشین کاری مدرن محسوب می شود. این روش بیشتر مورد استفاده پرداخت کاری مارپیچ ها و پیچ ها است.

در حالت کلی، چهار پارامتر بر کیفیت سطح تأثیرگذار است که شامل سرعت دوران، سرعت پیشروی، اندازه ذرات ساینده و مقدار ذرات فرو مغناطیس است.

۴. الکتروپولیش (Electro polishing):

فرآیند صاف کردن، پولیش دادن، یکنواخت کردن و تمیز کردن استیل، استیل زنگ زن، مس و آلیاژهای آن و آلیاژهای آلومینیوم در حمام یک الکترولیت است. این روش به طور انتخابی نقاط برجسته و برآمده سطح فلز را حذف می کند و یک سطح با درخشش بالا ایجاد می کند.



پرداخت کاری فلزات:

در پرداخت کاری فلزات، ضایعات و زبری سطح ورق فلزی توسط سمباده برطرف می گردد. درجه نرمی و زبری سمباده براساس مقدار پلیسه روی ورق فلز انتخاب می شود و همچنین نوع جنس فلز و کاربرد آن محصول برش خورده، از گیلانس یا به اصطلاح نمد پرداخت کاری و براق کردن سطوح استفاده می شود.

پرداخت کاری را برای انواع فلزات می توان استفاده کرد؛ از جمله:

- پرداخت کاری استیل
- پرداخت کاری آهن
- پرداخت کاری آلومینیوم
- پرداخت کاری مس
- پرداخت کاری برنج
- پرداخت کاری نقره



وسایلهای مورد استفاده در پرداخت کاری عبارتند از:

• فرچه سیمی:

از فرچه های سیمی در امر پرداخت کاری قطعات صنعتی جهت ساییدن و چاک نمودن سطح فلز استفاده می شود. همچنین فرچه های سیمی قادرند تا زنگ زدگی های موجود روی سطح فلز را نیز از بین ببرند.

• نمد پرداخت کاری:

نمد پرداخت کاری برای صیقل کاری فلزات، قبل از آب کاری مورد استفاده قرار می گیرد.

• گیلانس (polishing pads):

گیلانس در آب کاری و پرداخت کاری فلزاتی از جمله استیل، آهن و برنج استفاده می شود.

این محصول یکی از اصلی ترین و پرکاربردترین محصولات اصلی در صنعت پرداخت کاری است و در واقع، گیلانس ها دارای انواع متفاوتی هستند که شامل نخی، پشمی، ارتشی و یا تلفیقی از این ها هستند.

انواع گیلانس:

عمدتاً گیلانس مدل نخی یا همان لی بیشترین کاربرد را در صنعت دارد و از آن نسبت به انواع دیگر گیلانس ها بیش تر استفاده می شود.

۱. گیلانس کنفی: به منظور براق کردن و جلا نمودن استفاده می شوند.

۲. گیلانس هزارلا آبی: بسیار خشن است و جهت خط بری استیل استفاده می شود.

۳. گیلانس هزارلا زرد: خشن و در جهت پرداخت کاری فلزات با سختی متوسط کاربرد دارد.

۴. گیلانس هزارلا سفید: بسیار نرم و جهت پولیش نهایی استفاده می شود.

۵. گیلانس هزارلا قرمز: متوسط، جهت پرداخت فلزات نرم.

• واکس پرداخت کاری:

واکس های پرداخت کاری یکی از اصلی ترین مواد پرداخت کاری هستند که برای صیقل دادن و پولیش کردن فلزات کاربرد زیادی دارند. واکس های پرداخت کاری، با رنگ های متفاوت از یکدیگر جداسازی می شوند و بسته به نوع رنگشان از آن ها برای فلزات مختلف استفاده می شود.

واکس ها به دسته های زیر تقسیم بندی می شوند:

۱. واکس قرمز و مشکی که برای نمدکاری از آن استفاده می شود.

۲. واکس قوطی که جهت زیرکار برنج، واکس سنگ و چوب است.

۳. واکس روکار که به رنگ سبز یا آبی است.

• چسب نمد:

یکی از فاکتورهای اصلی مواد پرداخت کاری، چسب نمد است که جهت چسباندن از آن استفاده می شود و آن را با آب مخلوط می کنند. روش استفاده ی آن به این صورت است که چسب نمد را روی نمد مالیده و سپس پودر سمباده را روی نمد می ریزند تا به نمد بچسبد؛ حال یک نمد سمباده ای وجود دارد که از آن می توان برای صیقل دادن فلزات و از بین بردن ضایعات و پلیسه ها از روی فلزات استفاده کرد.

- نوار سمباده‌ای پاکو: سمباده نواری پاکو یکی دیگر از ابزارآلات پرداخت کاری است که از سمباده‌های پارچه‌ای در ابعاد مختلف ساخته می‌شود.
- اسکاچ پرداخت کاری: اسکاچ پرداخت کاری برای استیل و غیره استفاده می‌شود.

- منابع:
1. <https://www.jalapardazan.com>
 2. <https://abkarnet.com>
 3. <http://polishing.blog.ir>
 4. <https://3dprint98.ir>
 5. <http://www.monibco.com>





معرفی سامانه‌های الکترونیکی پاش ماشین کودپاش

پوریا شجاعی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم - گرایش طراحی و ساخت، دانشگاه تهران
pouria_shojaie@ut.ac.ir

امروزه صنعت کشاورزی، همپای سایر صنایع از دستاوردهای الکترونیکی روز بهره‌مند شده است و در راستای کشاورزی پایدار و کشاورزی دقیق به پیشرفت‌های قابل توجهی رسیده است. یکی از کاربردهای سامانه‌های الکترونیکی، در پایش عملیات کشاورزی است. پاشش بذر یا کود شیمیایی دانه‌ای، همیشه نیازمند دقت بالایی بوده است؛ کاهش مصرف نهاده‌ها باعث افت کمیت و کیفیت محصول و در مقابل، افزایش مصرف آن‌ها باعث تحمیل هزینه بیشتر و آلودگی آب‌وخاک خواهد شد. از این‌رو شرکت‌های مطرح تولید ماشین‌های کشاورزی در دنیا چند سالی است به سمت افزایش دقت پاشش کود یا بذر از طریق استفاده از سامانه‌های الکترونیکی رفته‌اند. از جمله عوامل مؤثر در مقدار پاشش، می‌توان به مقدار باز بودن دریچه خروجی مخزن، سرعت پیشروی و سرعت دوران صفحه پاشش اشاره کرد. به‌منظور پایش این عوامل، از حسگرهایی همچون جی‌پی‌اس، دورسنج، فاصله‌سنج و حسگر سنجش وزن استفاده می‌شود. در این مقاله به معرفی چند نمونه از این سامانه‌ها پرداخته شده است.



کودپاش دامی



سامانه‌ی پایشگر شرکت باگبال^۱

شرکت تولید ماشین‌های کشاورزی باگبال در سال ۱۹۹۱، ساخت یک تنظیم‌کننده‌ی خودکار به‌وسیله‌ی یک رایانه به‌منظور پایش سرعت پیشروی را راه‌حلی برای انجام پاشش هوشمند بذر یا کود معرفی کرد. به‌این‌ترتیب، ظرفیت پاشش افزایش یافت؛ زیرا سرعت پیشروی با توجه به شرایط زمین بهینه‌سازی شد. این شرکت اولین کودپاش مجهز به تنظیم‌کننده‌ی خودکار را در دنیا به کمک حسگر سنجش وزن و تحت اختیار کاربر تراکتور در سال ۱۹۹۴ معرفی کرد؛ سپس امکان ارتباط مستقیم با سامانه‌ی موقعیت‌یاب جهانی نیز برقرار شد. امروزه توسعه‌ی این سامانه، امکان تغییر تنظیمات را در لحظه بدون دخالت کاربر مهیا ساخته است. این سامانه، سرعت پیشروی را از حسگرهای نصب شده بر روی چرخ یا یکی از محورهای چرخ دریافت می‌کند؛ همچنین امکان دریافت سرعت از طریق رادار یا جی‌پی‌اس مهیاست. به‌منظور سنجش قطر ذرات کود، یک بسته لوازم ارائه می‌شود. این بسته شامل غربال استاندارد برای دسته‌بندی قطر ذرات است. اطلاعات به‌دست‌آمده از سنجش غربال در یافتن جدول مناسب پاشش مورد استفاده قرار می‌گیرد. اطلاعات عملیات کودپاشی درون حافظه‌ی پایشگر ذخیره می‌شود. امکان انتقال اطلاعات از طریق درگاه یواس‌بی^۲ وجود دارد. این سامانه‌ی کودپاشی، با ترکیب سامانه‌ی توزین و نرم‌افزار به‌صورت موازی با هدایت خودکار، بدون محدودیت در شرایط تپه‌ای کار می‌کند. کلیه‌ی نمودارهای مورد استفاده کودپاشی به‌صورت بر خط در سایت شرکت موجود است و کاربران با توجه به نیاز خود می‌توانند اطلاعات لازم را بارگیری نمایند.



سامانه‌ی کودپاش شرکت گسپاردو^۳

کارخانه‌ی تولید ماشین‌های کشاورزی ایتالیایی گسپاردو در سال ۲۰۱۴، سامانه‌ی نظارت مخصوصی را برای کودپاش خود به نام پریمو^۴ معرفی و عرضه کرده است. پریمو یک نمونه کودپاش تولیدشده با یک رایانه‌ی همراه و سامانه‌ی مدیریت عملگرها است. همه‌ی عملگرها از جمله سنجش وزن، درجه‌بندی، باز و بسته کردن دریچه‌ها، تنظیمات شخصی مجزا بین دو موزع، سامانه‌ی باز و بستن سریع، مدیریت جریان و اجازه‌ی درجه‌بندی دقیق و نمودار توزیع یکنواختی، به‌راحتی از طریق نمایشگر تحت نظارت کاربر تراکتور قرار می‌گیرد. این سامانه به چهار روش قابل کاربری می‌باشد که در ادامه ذکر شده است.

۱. نظارت خودکار

وقتی سامانه به‌صورت دلخواه تنظیم می‌شود، محصول توزیع‌شده با توجه به‌سرعت دریافت شده توسط جی‌پی‌اس تنظیم می‌شود. با توجه به نوع ماده‌ی انتخاب‌شده، سامانه‌ی هوشمند الکترونیکی تنظیمات لازم را اعمال می‌کند.

۲. نظارت نیمه‌خودکار

وقتی تنظیمات دلخواه سامانه اعمال می‌شود، تنظیم خودکار جریان پاشش، بر اساس سرعت جی‌پی‌اس تنظیم می‌شود. در مواقعی که زمین ناهموار است (بعد از شخم زدن)، به‌منظور افزایش صحت عدد دریافت شده‌ی حسگر سنجش وزن، اندازه‌گیری وزن به‌صورت متوقف انجام می‌شود.

۳. نظارت بر اساس سرعت

در این حالت اطلاعات دریافت‌شده از حسگر سنجش وزن، نادیده گرفته می‌شود و مقدار توزیع بر اساس جدول و منحنی‌های آزمایش‌شده انتخاب می‌شود. این فرایند هنگامی اتفاق می‌افتد که شیب ناهمواری‌های زمین، از مقدار مجاز شیب‌سنج متجاوز شود.

۴. نظارت و تنظیم دستی

کاربر شخصاً کلیه‌ی تنظیمات لازم را اعمال می‌کند. در این حالت تنظیمات الکترونیکی کاملاً بی‌اثر می‌شوند.



سامانه‌ی شرکت راب^۵

متخصصان کارخانه‌ی ماشین‌سازی آلمانی راب در سال ۲۰۱۵ سامانه‌ی مدیریت منعطف و کارآمدی را برای کودپاش آن شرکت طراحی و تولید کرده‌اند، از ویژگی‌های این محصول می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- هدایت سه‌بعدی
- صفحه‌نمایش رنگی و لمسی
- ذخیره‌ی اطلاعات مربوط به کودپاشی و امکان انتقال اطلاعات از طریق خروجی یواس‌بی

1. Bogblle

2. Universal Serial Bus (USB)

3. Gaspardo

4. Primo

5. Rabe co



ورودی توسط کاربر درجه‌بندی کرد. این حالت که پویا نامیده می‌شود؛ برای محصولات فله مانند آهک، بستر و غیره که در آن چگالی دائماً در حال تغییر از هر محموله نسبت به محموله دیگر است مفید است.

۲. برای پخش دقیق، در حالت ایستاده می‌توان از مقیاس‌های وزنی برای تنظیم برنامه استفاده کرد.

با استفاده از مقیاس‌های وزنی که از چگالی محصول به‌دست آمده است، تنظیمات شامل مقدار باز بودن دریاچه، عرض پاشش و سرعت پیشروی، به‌منظور دریافت درجه‌بندی دقیق، معرفی می‌شود.

تنظیم‌کننده‌های سرعت ساخته‌شده توسط شرکت اگری اسپرید، سرعت چرخش صفحه پاشش را متناسب با عرض پاشش پویا ثابت نگه‌می‌دارند. تمامی تنظیم‌کننده‌های نرخ پاشش می‌توانند برای همه‌ی برنامه‌های کاربردی متغیر استفاده شوند.



پایشگر شرکت آمازون^۱

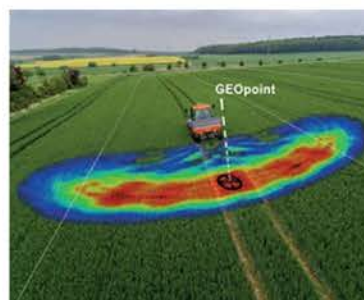
شرکت آلمانی تولید ماشین‌های کشاورزی آمازون، یک سامانه‌ی پیشرفته‌ی پایشگر کودپاشی بر روی تولیدات شرکت خود اضافه کرده است. این سامانه، محل دقیق حرکت تراکتور در زمین کشاورزی در حین عملیات کودپاشی را مشخص می‌کند. در صورتی که فاصله‌ی عرضی مسیر تراکتور با مرز زمین کشاورزی کمتر از عرض پاشش شود؛ به‌طور خودکار دریاچه‌ی سمت مربوطه به مقدار لازم بسته می‌شود. به کمک این سامانه از پاشش کود درون رودخانه، جاده یا مزارع کناری جلوگیری به عمل می‌آید تا علاوه بر کاهش هزینه نهاده، از آلودگی محیط‌زیست نیز پرهیز شود. دریاچه‌ها در این سامانه به کمک هیدرولیک تراکتور باز و بسته می‌شوند. وضعیت دقیق باز بودن دریاچه‌ها به اطلاع راننده تراکتور می‌رسد و به‌راحتی با اعمال تغییرات، نرخ پاشش را مدیریت می‌نماید. کلیه‌ی حسگرها و عملگرهای این سامانه، ضد آب ساخته شده است. اطلاعات مربوط به عملیات کشاورزی شامل زمان عملیات، موقعیت کاری و سایر اطلاعات در سامانه ذخیره می‌شود. امکان ذخیره‌سازی ۹۹ پرونده کاری در پایشگر موجود است؛ همچنین برقراری ارتباط از طریق کابل سریال برای جابجایی پرونده‌ها مهیاست و می‌توان پرونده‌های مربوط به گزارش‌های کشاورزی را بین ماشین‌های کشاورزی مختلف به اشتراک گذاشت.

سامانه‌ی اندازه‌گیری وزن، به‌طور مداوم درجه‌ی باز بودن دریاچه پاشش را مشخص می‌کند و نرخ پاشش از داخل کابین تراکتور تنظیم می‌شود. دقت این سامانه یک کیلوگرم است و نظارت الکترونیکی درجه‌ی پاشش بذر به‌صورت خودکار به سرعت حرکت تراکتور بستگی دارد. سامانه‌ی سنجش وزن، از جنس استیل ضد خش ساخته شده و به‌طور کامل در کارخانه نصب و تنظیم می‌شود. استفاده از حسگرهای سنجش وزن^۲ ده‌تنی درحالی که حداکثر ظرفیت مخزن ۳ تن است؛ به‌منظور بالا بردن ضریب ایمنی در ضربه‌های ناگهانی به کودپاش حین عملیات کشاورزی است. در این محصول، سامانه‌ی باز و بستن دریاچه‌های پاشش با توجه به سرعت دریافت شده توسط جی‌پی‌اس اعمال می‌شود.



سامانه‌ی پایشگر شرکت کوبوتا^۳

شرکت ژاپنی تولید ماشین‌های کشاورزی کوبوتا، یک سامانه‌ی پایشگر پاشش شامل یک رایانه‌ی قابل حمل به همراه مدار راه‌انداز برای ماشین‌های کودپاش تولیدی شرکت خود معرفی کرده است. این سامانه که از داخل اتاق تراکتور پایش می‌شود؛ با بررسی سرعت پیشروی از طریق حسگر نصب‌شده بر روی چرخ یا رادار و تنظیم صفحه پاشش، نرخ پاشش را ثابت نگه می‌دارد و باعث یکنواختی پاشش می‌شود. در هنگام عملیات پاشش، در صورت لزوم نرخ پاشش را می‌توان کاهش یا افزایش داد.



سامانه‌ی پایش شرکت اگری اسپرید^۴

با افزایش تقاضا برای کشاورزی دقیق در سراسر جهان، شرکت اگری اسپرید (زیرمجموعه‌ی شرکت تولیدکننده ماشین‌های کشاورزی بالی‌هونس^۵) طیف وسیعی از گزینه‌های نظارت نرخ پاشش را توسعه داده است که در حال حاضر در بازار موجود هستند. سامانه‌های توسعه‌یافته توسط این شرکت می‌توانند با یا بدون سنجش وزن کار کنند.

در سامانه‌ی همراه با سنجش وزن، پایشگر می‌تواند به دو روش کار کند:

۱. با استفاده از سلول وزن می‌توان کالاهای فله را با حداقل

6. Load cell
7. Kubota pendulum spreader
8. AgriSpread
9. Ballyhaunis co.
10. Amazon co

Agrispread spreader 2017. Available at: <http://www.agrispread.com/productcategory/-computers>

Amazone Operation Manual 2014. Available at: <http://et.amazone.de/files/pdf/mg1646.pdf>

Kubota pendulum spreader platform 2016 Available at: https://kubota.ca/getmedia/c8e35333-fc0c-427c-9691-1fe2b68a6bc0/Kubota_VS-Pendulum-Spreaders_CA_GB?ext=.pdf

Primo spreader 2014. Available at: <http://www.maschio.com/assets/Uploads/Leaflet-PRIMO-2015-02-W00226581R-EN.pdf>

Rabe spreader catalogs 2015. Available at: http://www.rabe-gb.de/sites/default/files/rabe-catalogs/ra.le_pl.ploughs_1703.en_wb_.pdf



پایشگر شرکت کان^{۱۱}

شرکت تولید ماشین‌های کشاورزی کان، یک سامانه‌ی الکترونیکی به‌منظور توسعه‌ی ماشین پخش‌کننده‌ی خود و راحتی کاربر تراکتور معرفی کرده است. این سامانه می‌تواند از طریق ارتباط ایزوباس یا بدون آن کار کند. در پایشگر طراحی شده، تنظیمات الکترونیکی پخش‌کننده، با توجه به نرخ از پیش تعیین‌شده در برنامه، اعمال می‌شوند تا همیشه در سرعت‌های مختلف، نرخ پاشش ثابت نگه داشته شود. در هنگام عملیات کشاورزی، کاربر قادر است نرخ پاشش را تغییر دهد؛ همچنین امکان باز و بستن هم‌زمان دریچه‌ها وجود دارد. در این پایشگر، امکان ذخیره دویست برنامه کاری به‌منظور کمک به برنامه‌ریزی مدیر مزرعه یا پیمان‌کار برای استفاده از تراکتورهای مختلف برقرار است. پایشگر با اتصال به جی‌پی‌اس، موقعیت قرارگیری ماشین کودپاش بر روی نقشه‌های از پیش تعیین‌شده‌ی کشاورزی را مشخص می‌کند. با این روش، عملیات کودپاشی طبق نیاز خاک در مناطق مختلف انجام می‌شود که باعث کاهش هزینه‌ها و همچنین جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست می‌شود.



متأسفانه به علت هزینه‌ی اولیه بیشتر ماشین‌های کشاورزی مجهز نسبت به انواع ابتدایی آن‌ها، استفاده از این قبیل سامانه‌ها در ایران کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد. همچنین نیاز به واردات این سامانه‌ها، استفاده از آن‌ها را کاهش داده است؛ اما خوشبختانه در سال‌های اخیر با همکاری صنعتگران تولید ماشین‌های کشاورزی و دانشجویان یا دانش‌آموختگان تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم، توسعه سامانه‌های هوشمند در ایران مورد توجه قرار گرفته است.



سامانه‌های مکانیزه و ربات‌ها در صنعت دامپروری

میلاد رضایی سینکی

دانشجوی کارشناسی ارشد ژنتیک و اصلاح نژاد دام، گروه علوم دامی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
miladrezai@ut.ac.ir

با توجه به توسعه فناوری، هنوز هم انجام بسیاری از فعالیت‌ها در بیشتر مشاغل با فشار فیزیکی بالا همراه است. در بخش کشاورزی و دامپروری، به‌کارگیری مکانیزاسیون کشاورزی و دامپروری می‌تواند باعث افزایش سرعت کار، کاهش هزینه‌ها و افزایش تولید و عملکرد شیردوشی شود و همچنین حافظ سلامت نیروی انسانی گردد که بسیاری از سختی‌ها و مشکلات فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری را به حداقل رسانیده است. در سال‌های اخیر با توسعه علم و فناوری، ربات‌های بسیاری برای انجام عملیات مختلف در بخش کشاورزی و دامپروری ساخته شده‌اند. دستگاه‌های خودکار شیردوشی و تجهیزات خودکار تغذیه‌دهنده دام‌ها که در اصل به‌عنوان ربات‌های مزرعه هستند؛ تولید و به سامانه دامپروری بسیاری از کشورها ورود کرده‌اند؛ بنابراین آشنایی با ماشین‌آلات خودکار دامداری برای توسعه کارآفرینی در زمینه‌ی فناوری‌های نوین در بخش دامپروری لازم و ضروری است. در این پژوهش به معرفی ربات‌های شیردوش و ربات‌های تغذیه‌دهنده علوفه به دام پرداخته می‌شود و اجزاء و نحوه کار آن‌ها نیز شرح داده می‌شود.



مؤثرترین بخش در بحث درآمد و سود گاوداری‌ها، بخش تولید شیر است. یک گاو تا زمانی که هزینه‌های مربوط به پرورش یا خریدش را جبران نکند، سودی تولید نمی‌کند (سیف زاده و همکاران، ۱۳۹۵).

شیردوشی یکی از عملیات بسیار مهم در دامداری‌ها از لحاظ صرف زمان و هزینه است. تحقیقات متعددی در مورد بررسی زمان و عملیات در دامپروری گاو شیری صورت گرفته که اغلب آن‌ها مؤثر بودن مکانیزاسیون شیردوشی بر عملکرد شیردوشی را نشان می‌دهند. استفاده از سامانه‌های شیردوشی خودکار میزان تولید شیر را ۶ تا ۲۵ درصد افزایش داده و باعث کاهش ۱۸ درصدی نیاز به نیروی انسانی می‌شود (حیاتی و همکاران، ۱۳۹۷).

ربات‌های شیردوش به‌طور کلی به دو دسته ربات‌های ثابت و ربات‌های متحرک دسته‌بندی می‌شوند. نحوه کارکرد این ربات‌ها یکسان است و تنها تفاوت آن‌ها در این است که ربات‌های متحرک در دامپروری‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرند که به شیوه باز مدیریت می‌شوند و مخزن جمع‌آوری شیر از ربات جدا است ولی در ربات‌های ثابت، این مخزن جزئی از دستگاه است (مسعودی، ۱۳۹۵).



احتیاجات غذایی گاو شیری برای تولید شیر، به میزان شیر تولیدی و ترکیب آن بستگی دارد. ترکیب شیر بر اساس تعداد عوامل غیر تغذیه‌ای تغییر می‌یابد. روش شیردوشی می‌تواند اثر بارز بر میزان چربی و در نتیجه میزان کل مواد جامد شیر داشته باشد زیرا شیردوشی ناقص ممکن است حجم قابل توجهی از شیر غنی از چربی را در پستان باقی بگذارد (مک‌دونالد و همکاران، ۱۳۹۱).

به‌طور کلی در یک ماشین شیردوش به چهار جزء اساسی شامل پمپ تولیدکننده خلأ، پولساتور یا نبض‌ساز، لاینرها و مخزن جمع‌آوری شیر نیاز است اما در ربات‌های شیردوش برای شیردوشی بهتر و بالابردن کیفیت کار دستگاه، اجزایی مانند سامانه‌های ضد عفونی‌کننده، سامانه نصب خودکار لاینرها، سامانه RFID، سامانه کنترل کیفیت شیر، برس‌های تمیزکننده پستان و تانک میان‌گذر شیر نیز اضافه می‌کنند.

با گذشت زمان و افزایش نیاز روزافزون به مواد غذایی، نیاز به اهلی کردن حیوانات امری اجتناب‌ناپذیر شد. شناخت حیواناتی نظیر گاو، گوسفند و بز و همچنین فرآورده‌هایی نظیر شیر، پوست و گوشت فرآیند رام کردن حیوانات را تسریع کرد. امروزه با توجه به روند رو به رشد جمعیت کره زمین و افزایش تقاضا برای مواد گوشتی و لبنی، اهمیت دام و دامپروری دوچندان شده است. با توجه به این‌که افزایش میزان تولید گوشت و لبنیات رابطه مستقیمی با میزان مصرف خوراک دام دارد؛ لذا تأمین خوراک در دامداری‌ها بسیار حائز اهمیت است. از طرفی دیگر، مصرف بیش‌ازحد 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 است (مسعودی، ۱۳۹۵). به دلیل افزایش روزافزون جمعیت و نیاز به تولید مضاعف در بخش کشاورزی و همچنین به دلیل این‌که نیروی انسانی به‌تنهایی قادر به تأمین غذای مورد نیاز بشر نیست؛ مکانیزاسیون کشاورزی که از جمله اهداف آن افزایش تولید، افزایش سرعت کار و کاهش هزینه‌ها است به کار گرفته می‌شود و این امر نیاز به استفاده بیشتر از مکانیزاسیون برای تولید در کشاورزی، به‌ویژه در بخش دامپروری و تولید شیر را افزایش می‌دهد (حیاتی و همکاران، ۱۳۹۷).

استفاده از سامانه‌های خودکار و تغذیه علوفه با توجه به ویژگی‌های دام، سن، نژاد، آبستنی و میزان شیردهی آن، ضمن صرفه‌جویی در مصرف خوراک، کمک شایانی به دامدار خواهد کرد. خودکار کردن امور دیگر مانند شیردوشی که نیازمند نیروی انسانی بسیار است نیز ضمن صرفه‌جویی در نیروی انسانی، می‌تواند به افزایش کیفیت انجام کارها و رعایت بیشتر بهداشت منجر شود که در ارتقاء سلامت انسان و دام بسیار مؤثر است. با توسعه علوم رایانه‌ای و الکترونیکی 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، استفاده از فناوری‌های نوین را در دامداری‌ها اجتناب‌ناپذیر نموده است. با پیشرفت روزافزون فناوری و کاهش هزینه‌های تولید به وسیله سامانه‌های خودکار، چشم‌انداز دستیابی به ماشینی‌شدن خودکار و پیشرفته در دامداری‌ها واقع‌گرایانه‌تر می‌شود (مسعودی، ۱۳۹۵).

هدف از این مقاله، معرفی ربات‌های شیردوش و تغذیه‌دهنده علوفه در دامداری‌ها و بیان اجزاء اصلی و نحوه کار آن‌ها جهت آشنایی هرچه بهتر و بیشتر است تا علاوه بر آشنایی، دری به سوی تحقیق و توسعه و کارآفرینی در این زمینه و فراهم آوردن امکان تولید و به‌کارگیری ربات‌ها در بخش دامپروری کشور باشد. در دنیا تحقیقات بسیاری در زمینه‌های سامانه‌های خودکار دامداری به‌منظور تولید ماشین‌های خودکار یا ربات‌هایی که در دامداری‌ها استفاده شوند در حال انجام است. این پژوهش‌ها در زمینه‌هایی همچون شیردوشی خودکار، تغذیه خودکار علوفه به دام، تعیین کیفیت علوفه و از همه مهم‌تر مدیریت بهتر دامداری هستند (مسعودی، ۱۳۹۵).



هنگامی که گاو وارد ربات شیردوش شد، سامانه RFID آن را شناسایی می‌کند. سپس مقدار جیره موردنیاز آن محاسبه می‌شود و در آخور ربات ریخته می‌شود. حسگرهای وزنی‌ای که زیر محل قرارگیری گاو قرار دارند، موقعیت پاهای گاو را تعیین می‌کنند. این مختصات تعیین‌کننده محل قرارگیری بازوی شیردوشی در زیر گاو است که لاینرها و سامانه نصب خودکار لاینرها روی آن قرار دارد.



مخزن‌های این نوع از ربات‌ها که در بالای آن‌ها قرار دارند توسط یک تسمه، یک ماشین یا توسط یک کارگر پر می‌شوند. پس از ورود گاو به این ربات‌ها و نزدیک شدن سر آن به آخور ربات، از طریق سامانه RFID، گاو شناسایی شده و سپس با توجه به اطلاعات ثبت‌شده‌ی گاو از قبیل میزان شیردهی، آبستن بودن یا نبودن و میزان علوفه مصرف‌شده در طول روز و موارد دیگر، مقدار غذای موردنیاز تعیین می‌گردد. پس از این محاسبات، واحد توزیع علوفه ربات فعال شده و مقدار غذای موردنیاز حیوان در آخور ربات ریخته می‌شود. برای اندازه‌گیری غذای ریخته‌شده می‌توان 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. بعضی از این ربات‌ها، یک درب محافظ دارند که وجود این درب محافظ، رقابت بین گاوها را در اطراف ربات کاهش می‌دهد. زمانی که گاو به‌طور کامل وارد محفظه خوراک‌دهی ربات شد؛ درب محافظ شروع به پایین آمدن و بسته شدن می‌کند (مسعودی، ۱۳۹۵).

ربات‌های تغذیه علوفه متحرک

این ربات‌ها در دو دسته‌ی سیار و سقفی جهت تغذیه هم‌زمان علوفه برای چند دام مورد استفاده قرار می‌گیرند و در دامداری‌های بسته و یا دامداری‌هایی که دارای راهروی تغذیه هستند؛ به کار گرفته می‌شوند. اجزاء اصلی تشکیل‌دهنده این ربات‌ها شامل مخزن علوفه، توزیع‌کننده علوفه، دامنه‌ی چرخان (هل‌دهنده علوفه) و حسگرها می‌باشند (مسعودی، ۱۳۹۵).



پس از قرار گرفتن بازوی شیردوش در زیر گاو، پستان‌های گاو توسط چرخش برس‌ها، تمیز می‌شوند. این برس‌ها علاوه بر تمیز کردن پستان‌ها، باعث تحریک پستان‌ها و بهتر جریان یافتن شیر نیز می‌شوند. پس از تمیز شدن پستان‌ها، لاینرها نصب‌شده و بازوی شیردوشی توسط موتورهای الکتریکی و یا هیدرولیکی به حرکت درمی‌آید. پس از این که مقدار شیر خروجی از هر لاینر به ۰/۲ لیتر بر دقیقه رسید، فرمان قطع خلأ صادر می‌شود و لاینرها از تیت‌های گاو جدا می‌شوند. در این ربات‌ها، آغاز و پایان زمان شیردوشی، مدت‌زمان شیردوشی، رنگ شیر، وزن شیر و دمای شیر برای هر گاو اندازه‌گیری می‌شوند (مسعودی، ۱۳۹۵).

ربات‌های شیردوش دارای سه سامانه ضد عفونی‌کننده شامل ضد عفونی‌کننده پستان، ضد عفونی‌کننده‌ی برس‌های تمیزکننده پستان و ضد عفونی‌کننده لاینرها هستند.

ربات‌های تغذیه علوفه

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در سوددهی گله‌های گاو شیری، تغذیه مناسب و صحیح است. در حدود ۷۰ درصد از هزینه‌های پرورش دام را خوراک آن تشکیل می‌دهد (قربان زاده و همکاران، ۱۳۷۹). از طرفی یکی از مهم‌ترین عواملی که می‌تواند بر روی مقدار و ترکیبات شیر تأثیرگذار باشد تغذیه است. ربات‌های تغذیه علوفه شامل دو نوع ربات‌های ثابت و ربات‌های متحرک می‌باشند.

ربات‌های تغذیه علوفه ثابت

این نوع از ربات‌ها برای تغذیه علوفه به‌صورت انفرادی به هر دام استفاده می‌شوند و به دو دسته‌ی بدون چرخ و چرخ‌دار تقسیم می‌شوند. نوع بدون چرخ آن‌ها برای دامداری‌های سرپوشیده استفاده می‌شود درحالی‌که از انواع چرخ‌دار آن‌ها در دامداری‌هایی استفاده می‌شود که به شیوه باز مدیریت می‌شوند. اجزای اصلی تشکیل‌دهنده این ربات‌ها شامل مخزن علوفه، آخور، سامانه RFID جهت تشخیص دام‌ها، توزیع‌کننده علوفه و درب محافظ هستند (مسعودی، ۱۳۹۵).

پس از پر شدن مخزن، تمامی مواد موجود در آن توسط یک هلیس که قادر است علوفه را به اندازه‌های ۱۰ سانتی‌متری خرد کند؛ مخلوط می‌شوند (مسعودی، ۱۳۹۵). اندازه ذرات علوفه، دارای دو جنبه متضاد بر عملکرد حیوان است. از یک‌طرف، تغذیه با علوفه بلند سبب افزایش فعالیت جویدن و PH شکمبه‌ای و کاهش خطر اسیدوز تحت حاد می‌شود؛ از طرف دیگر سبب کاهش نرخ عبور مواد هضمی و در پی آن خوراک مصرفی و سپس شیر تولیدی می‌شود (کریم زاده و همکاران، ۱۳۹۴)؛ بنابراین طول قطعات علوفه، یک عامل تعیین‌کننده حیاتی برای سلامتی و سودآوری گاو شیری است زیرا این عامل تعیین می‌کند که آیا گاو لایه فیبری شکمبه‌ای مناسب و کافی را تشکیل می‌دهد یا نه (آلن و همکاران، ۱۳۹۵). پس از خرد و مخلوط شدن مواد موجود در مخزن، ربات‌ها به‌طرف مکان تغذیه دام‌ها حرکت می‌کنند که برای مسیریابی از حسگرهای فراصوتی استفاده می‌کنند؛ بنابراین تمام مسیرهایی که ربات‌ها از آن‌ها عبور می‌کنند، باید از قبل در حافظه این ربات ذخیره شده باشند. پس از ورود ربات به مکان تغذیه دام‌ها، مواد موجود در مخزن توسط واحد توزیع‌کننده علوفه در اختیار آن‌ها قرار می‌گیرند. در جلوی توزیع‌کننده علوفه، یک حسگر تعیین ارتفاع علوفه تعبیه شده است که ربات با کمک این حسگر میزان علوفه موردنیاز دام‌ها را تعیین می‌کند. در آخر، علوفه ریخته شده توسط دامنه چرخان به‌طرف آخور هل داده می‌شوند. ربات تغذیه علوفه سیار، به یک سپر ایمنی مجهز است که به‌محض برخورد با یک جسم یا شیء، فرمان توقف و تغییر مسیر برای ربات را صادر می‌کند. لازم به ذکر است که در این ربات‌ها پس از وارد شدن به انبار علوفه، از طریق یک حسگر در ورودی انبار، ورود ربات تشخیص داده‌شده و پس از قرارگیری ربات در محل موردنظر، علوفه موردنیاز به همراه کنسانتره و مواد معدنی توسط یک جرثقیل چنگالی و توزیع‌کننده‌های کنسانتره و مینرال به داخل مخزن ریخته می‌شوند (مسعودی، ۱۳۹۵).

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در حال حاضر مکانیزاسیون در همه‌ی مجموعه‌های تولیدی و صنعتی ایران و جهان رو به گسترش است و همچنین علم رباتیک هم به‌عنوان زیرشاخه‌ی اصلی مکانیزاسیون، بسیار پیشرفت و توسعه‌یافته است. با توجه به ضرورت افزایش کمیت و کیفیت تولیدات دامی در کشور و نیز با توجه به اینکه هنوز هم انجام بسیاری از فعالیت‌ها در بیشتر مشاغل، همراه با فشار فیزیکی بالا است (حیاتی، ۱۳۹۴)؛ نیاز به حرکت به سمت دامداری مکانیزه و خودکار بیش از پیش احساس می‌شود. با به کارگیری ربات‌ها و سامانه‌های مکانیزه‌ای که در سال‌های اخیر برای عملیات مختلف در بخش دامپروری طراحی و ساخته شده‌اند، از شدت فعالیت‌های طولانی‌مدت و سخت و دشوار کاسته شده و بر کیفیت و کمیت فرآورده‌های تولیدی، به‌مراتب افزوده خواهد شد.

ازجمله مزیت‌های استفاده از سامانه‌های مکانیزه و ربات‌ها در بخش دامپروری، میتوان به کاهش فعالیت و نیروی انسانی، بالابردن وضعیت بهداشت مجموعه و افزایش سلامت دام‌ها، کارگران و مصرف‌کنندگان فرآورده‌های تولیدی، تغذیه بهینه

دام‌ها، افزایش بهره‌وری و نیز بالا بردن ضریب دقت در انجام فعالیت‌ها در مجموعه و درنهایت مهم‌ترین هدف پرورش‌دهندگان دام یعنی افزایش سود بیشتر اشاره کرد. در آخر پیشنهاد می‌شود که کارشناسان مکانیزاسیون کشاورزی به همراه کارشناسان علوم دامی کشور به دنبال طراحی، ساخت و به‌کارگیری سامانه‌های مکانیزه و نیز ربات‌ها در بخش دامپروری باشند و همچنین این سامانه‌ها و ربات‌ها از سوی نهادهای مربوطه ترویج شوند.

منابع:

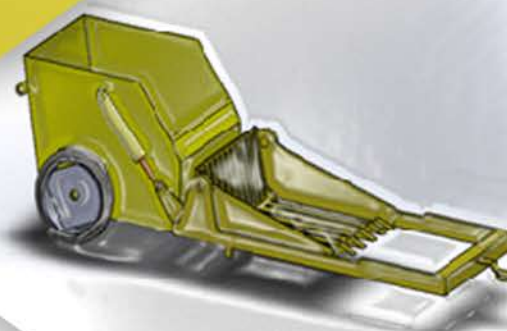
- آلن، م.، ون سان، ر.، اسمیت، ر. (۱۳۹۵). تغذیه گاوهای شیری. مترجمین: دهقان بنادکی، م.، خلیل‌وندی بهروزیار، ج.، امینی، عبدالرحمان. انتشارات مدیرفلاح، چاپ اول، ۳۵۹ ص.
- حیاتی، ع.، مرزبان، ا.، آسودار، م. (۱۳۹۴). ارزیابی ارگونومیکی روش‌های شیردوشی سنتی و مکانیزه در دامداری‌های گاو شیری. فصلنامه انجمن ارگونومی و مهندسی عوامل انسانی ایران، دوره ۳، شماره ۳، ص ۶۵-۷۵.
- حیاتی، ع.، مرزبان، ا.، آسودار، م. (۱۳۹۷). ارزیابی عملکرد و هزینه‌ی روش‌های شیردوشی سنتی و مکانیزه‌ی گاو شیری. مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۹، شماره ۱، ص ۲۷-۳۴.
- سیف زاده، ص.، رضائی، م.، سید شریفی، ر.، سیف دواتی، ج.، نورمحمدی، س.، جبرئیلی، ر. (۱۳۹۵). علل حذف در گله‌های گاو شیری کشت، صنعت و دامپروری مغان. فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی، شماره ۲۱، ص ۵۰-۴۱.
- قربان زاده، م.، تقوی رضوی زاده، ع. (۱۳۷۹). ارزش غذایی ذرت اوپک-۲ در تغذیه دام و طیور. پژوهش و سازندگی، ۱۳(۲۴۷)، ۱۴۱-۱۴۰.
- کریم زاده، م.، رضایی، م.، تیموری، ا. (۱۳۹۴). پاسخ‌های عملکردی گاوهای شیرده هلستاین تغذیه شده با جیره‌های با اندازه ذرات متفاوت علوفه یونجه خشک. پژوهش در نشخوارکنندگان، دوره ۳، شماره ۳، ۹۴-۷۷.
- مسعودی، ح. (۱۳۹۵). رباتیک؛ زمینه‌ای جدید برای نوآوری و توسعه کارآفرینی در بخش دامپروری. نشریه کارآفرینی در کشاورزی، جلد ۲، شماره ۳، ص ۳۸-۱۹.
- مک‌دونالد، پی.، ادواردز، آر. ای.، گرین هال، جی. اف. دی.، مورگان، سی. ای.، سینکлер، ال. ای.، ویلینگسون، آر. جی. (۱۳۹۱). تغذیه دام. مترجمان: نویدشاد، ب.، جعفری صیاد، ع. انتشارات حق شناس، ویرایش هفتم، ۸۸۸ ص.
- Lely. 2010. Lely Dairy Equipment: Barn, Milk and Feeding Solutions. Available at: <http://www.lely.com/en/> (retrieved April 2010)

معرفی و بررسی ماشین‌های سنگ‌جمع‌کن

پوریا بازیار

دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم - گرایش طراحی
ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران
pourya.bazyar@ut.ac.ir

سنگ‌جمع‌کن‌ها از ادوات مورد استفاده در خاک‌ورزی زمین هستند که برای تخلیه زمین زراعی از سنگ، قلوه‌سنگ، کلوخه‌های بزرگ و آماده‌سازی زمین زراعی برای کاشت مورد استفاده قرار می‌گیرند. سنگ‌جمع‌کن‌ها در انواع دستی (با نیروی کارگری)، تراکتوری (به صورت دنباله‌بند) و یا خودگردان هستند که برحسب مساحت موردنظر استفاده می‌شوند. این ماشین که به صورت کششی ساخته می‌شود؛ دارای مدخلی است که پهنای کار آن ۱۵۰ سانتی‌متر تا حدود چهار متر است. عمق کار این ماشین از حدود ۲۸ میلی‌متر تا ۳۰ سانتی‌متر است که توسط چرخ تنظیم عمق می‌توان آن را تنظیم نمود. در بعضی از مدل‌ها، از دو طرف مدخل شانه‌های سنگی وظیفه‌ی جمع‌آوری سنگ از دو طرف به داخل مدخل را دارند. این شانه‌ها در اصل از یک محور مرکزی با دندانه‌هایی به‌طور شعاعی تشکیل شده‌اند که آرایش این دندانه‌ها به شکلی است که سنگ را از انتهای خارجی خود جمع کرده و به انتهای داخلی که ورودی مدخل است تحویل می‌دهد؛ به‌طوری‌که اگر از بالا به جهت حرکت نگاه کنیم این شانه‌های سنگ به شکل V می‌باشند. در هنگام حمل و نقل، این شانه‌ها به وسیله‌ی جک‌های هیدرولیک که از تراکتور نیرو می‌گیرند به صورت قائم درمی‌آیند و در پهنای ماشین قرار می‌گیرند.



ماشین سنگ‌جمع‌کن ۲



ماشین سنگ‌جمع‌کن ۱



ماشین سنگ‌جمع‌کن ۳



مقدمه:

که از دو بخش دسته (اغلب چوبی) و شانه (اغلب فلزی) تشکیل شده‌اند. سنگ‌جمع‌کن‌های دستی بیشتر در باغچه‌های کوچک و یا خانگی کاربرد دارند.



شکل ۱: سنگ‌جمع‌کن دستی مدل ۱



شکل ۲: سنگ‌جمع‌کن دستی مدل ۲

۲- سنگ‌جمع‌کن تراکتوری:

سنگ‌جمع‌کن‌های تراکتوری در دو نوع سنگ‌جمع‌کن‌های شانه‌ای و سنگ‌جمع‌کن‌های کامل تقسیم می‌شوند.

الف) سنگ‌جمع‌کن کامل تراکتوری:

سنگ‌ها را به‌طور کامل توسط واحد بردارنده خود برداشته و بر روی مخزن خود انبار می‌کند تا نهایتاً به بیرون از زمین منتقل شود.

ب) سنگ‌جمع‌کن شانه‌ای:

سنگ‌ها را جمع‌آوری نموده و در یک سوی تراکتور ردیف می‌کند تا جمع‌آوری آن از روی زمین ساده‌تر گردد.



شکل ۳: سنگ‌جمع‌کن کامل تراکتوری

شانه‌ها از طریق اتصال محور تواندهی تراکتور (P.T.O) به چرخش درمی‌آیند. البته این فقط شانه‌ها نیستند که از P.T.O توان می‌گیرند بلکه در بعضی از مدل‌ها، بخشی از این توان چرخشی به دندانه‌های فنری دواری داده می‌شود که در داخل مدخل، وظیفه پرتاب مواد ورودی را به مخزن دارند. کف مدخل از نرده‌هایی تشکیل شده که از یکدیگر فاصله‌ی ثابت و یک اندازه‌ای دارند که این کار باعث خروج خاک از ماشین می‌شود و در نتیجه فقط سنگ به مخزن انتقال می‌یابد. به‌طوری‌که ذکر شد، لایه‌ای از خاک که به‌طور متوسط ۱۵ سانتی‌متر عمق دارد، بر اثر حرکت ماشین به سمت جلو، وارد مدخل شده و خاک آن از کف مدخل ماشین (لا به لای نرده‌ها) خارج شده و سنگ‌های باقیمانده به مخزن منتقل می‌شوند. پس از اینکه مخزن ماشین به اندازه‌ی کافی پر شد؛ راننده، تراکتور را به محلی که باید سنگ‌ها را تخلیه کند برده و با استفاده از جک‌های هیدرولیکی (که از دو طرف چپ و راست، مخزن را در یک سر و شاسی ماشین را در سر دیگر خود دارند) جلوی مخزن را بالا آورده و آن را تخلیه می‌کند. با توجه به مدل ماشین، ظرفیت مخزن آن از حدود ۲۰۰۰ کیلوگرم تا ۶۰۰۰ کیلوگرم متغیر بوده و بین ۵۰ تا ۱۰۰ اسب بخار قدرت نیاز دارد. پهنای این ماشین در حالت حمل و نقل بین ۱۵۰ سانتی‌متر تا ۲۶۰ سانتی‌متر متغیر است و ارتفاع مخزن آن به ۲۳۰ سانتی‌متر می‌رسد.

افزایش محصول به سه روش ممکن است که این سه روش بدین شرح هستند:

۱- افزایش سطح زیر کشت

۲- افزایش کاشت تعداد بوته در واحد سطح (یا افزایش تراکم)

۳- به‌کارگیری ارقام پر محصول

از بین این روش‌ها، روش اول و دوم ممکن نیست مگر با پیشرفت در ساخت و توسعه ماشین‌آلات کشاورزی. سطح وسیعی از زمین‌های حاشیه رودها و دامنه کوه‌ها، زمین‌هایی هستند که به‌طور بالقوه برای کشت و کار مرغوب می‌باشند اما به دلیل شرایط نامساعد خاک این زمین‌ها، نمی‌توان کشاورزی موفق را در این مناطق به انجام رساند. از جمله شرایط نامساعدی که در این زمین‌ها وجود دارد وجود قلوه‌سنگ و خرده‌سنگ در خاک آن‌ها است؛ که شاید بتوان با رفع این خرده‌سنگ‌ها از سطح زمین، گام مفیدی در جهت بهبود حاصل‌خیزی آن‌ها برداشت. در بسیاری از این مناطق، جمع‌آوری خرده‌سنگ‌ها به‌طور دستی و به‌وسیله‌ی کارگر صورت می‌گیرد که این روش جمع‌آوری، پرهزینه و دشوار است و مدت‌زمانی بسیار طولانی را می‌طلبد. در چند سال اخیر ماشینی عرضه‌شده است که وظیفه‌ی آن جمع‌آوری این خرده‌سنگ‌ها از سطح زمین و حمل آن‌ها به مکانی دیگر است. این ماشین که ساختمانی نسبتاً ساده دارد را «سنگ‌جمع‌کن» گویند.

انواع سنگ‌جمع‌کن‌ها:

۱- سنگ‌جمع‌کن دستی:

سنگ‌جمع‌کن‌های دستی (یا شن‌کش‌ها) ادوات ساده‌ای هستند

اجزاء ساختمانی سنگ جمع کن های تراکتوری کامل:

- (۱) شاسی
- (۲) بردارنده
- (۳) انتقال دهنده
- (۴) مخزن
- (۵) تخلیه کن



شکل ۷: سنگ جمع کن های تراکتوری کامل

اساس کار سنگ جمع کن های تراکتوری کامل:

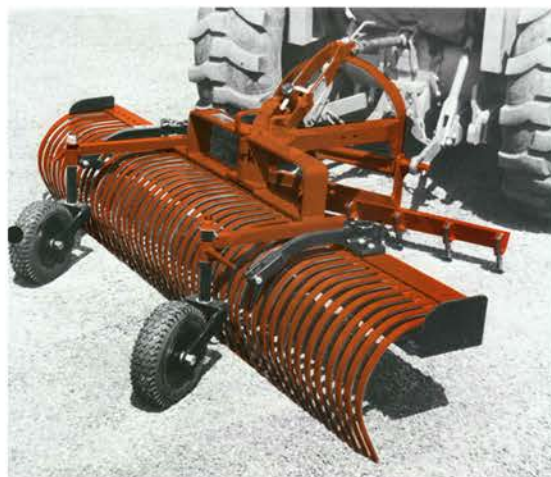
این نوع از سنگ جمع کن ها، اغلب به صورت کشیدنی ساخته می شوند. نحوه کار آن ها بدین گونه است که ابتدا واحد بردارنده، سنگ های موجود در سطح زمین به همراه بخشی از خاک سطحی زمین را برداشته و جهت انتقال به مخزن تحویل نقاله می دهد. نقاله و مخزن به صورت مشبک و سبکی شکل ساخته می شوند لذا در اثر ارتعاشات وارده در اثر حرکت دستگاه و انتقال مواد، خاک برداشت شده به زمین بازگردانده شده و تنها قلوه سنگ ها در مخزن باقی می ماند. پس از پر شدن مخزن، یک تریلی به دستگاه نزدیک شده و واحد تخلیه کن با جک های هیدرولیکی خود، سنگ ها را به درون مخزن تخلیه می نماید.



شکل ۸: نحوه کار سنگ جمع کن های تراکتوری کامل

مکانیسم تخلیه کن در سنگ جمع کن های تراکتوری کامل:

تخلیه کن سنگ ها از مخزن سنگ جمع کن های تراکتوری کامل توسط جک های هیدرولیکی صورت می پذیرد که انرژی خود را از خروجی یدکی تراکتور دریافت می کنند. قسمت بردارنده (bucket) دارای جک هیدرولیکی دوطرفه بوده و قسمت مخزن نیز دارای جک هیدرولیکی یک طرفه است که با استفاده از وزن خود به حالت اولیه برمی گردد.



شکل ۴: سنگ جمع کن شانه ای

اجزاء ساختمانی سنگ جمع کن های تراکتوری شانه ای:

شاسی: دربرگیرنده کلیه اجزای ساختمانی دستگاه است.
شانه: واحد سنگ جمع کن بوده و زاویه امتداد آن با امتداد پیشروی قابل تنظیم است.
چرخ حامل: اغلب در سنگ جمع کن های بزرگ تر و سنگین تر جهت تثبیت ارتفاع دستگاه در حین کار از یک چرخ حامل استفاده می شود.

York York Rake Model RW
Matches **Workpower**
to Horsepower!



"There's a York Rake to match your horsepower"

YORK RAKE MODEL	HP	TRACTION
TA1 Trailer Type	Under 10	
TA2 Trailer Type	10 to 20	
RS 3-point hitch Category "0" or "1"	10 to 20	
RW 3-point hitch Category "1"	20 to 35	

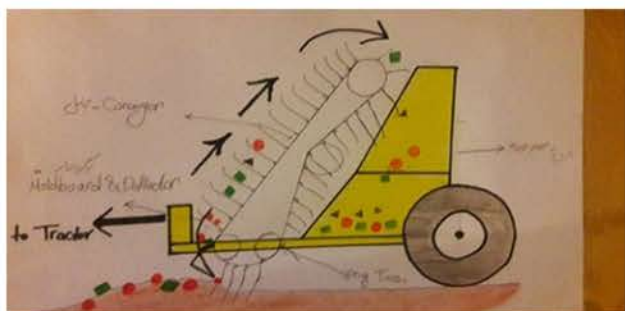
شکل ۵: مشخصات فنی یک نمونه سنگ جمع کن شانه ای

نحوه کار سنگ جمع کن شانه ای:

سنگ جمع کن های شانه ای، به دنبال تراکتور کشیده شده و قلوه سنگ های موجود در مزرعه را در یک خط ردیف می کنند. سپس توسط یک بیل مکانیکی مخصوص سنگ های ردیف شده از سطح زمین جمع آوری می شود.



شکل ۶: نحوه کار سنگ جمع کن شانه ای



شکل ۱۲: سنگ جمع کن های با واحد بردارنده انگشتی دار (دوار)

بحث و نتیجه گیری:

سنگ جمع کن ساخت شرکت صنایع ذوب فلزات ایلام: ویژگی ها: توان مورد نیاز کم (معروف به سنگ جمع کن رومانی)، استهلاک پایین، هزینه پایین

جدول ۱: مشخصات فنی سنگ جمع کن ساخت شرکت صنایع ذوب فلزات ایلام

توان مورد نیاز (اسب بخار)	عرض کار (سانتی متر)	عرض کل (سانتی متر)	وزن کل (کیلوگرم)	زاویه نفوذ به خاک (درجه)	عمق کار (سانتی متر)
۶۵	۷۳	۸۶	۶۵۰	۳۰-۴۵	۲۰



شکل ۱۳: سنگ جمع کن ساخت شرکت صنایع ذوب فلزات ایلام

ماشین سنگ جمع کن ساخت شرکت کشت و صنعت همدان: ویژگی ها: سرعت و بازده بالا، صرفه جویی در زمان، سوخت و نیروی انسانی، افزایش حاصلخیزی خاک

جدول ۲: مشخصات فنی ماشین سنگ جمع کن ساخت شرکت کشت و صنعت همدان

توان مورد نیاز (اسب بخار)	وزن کل (کیلوگرم)	بزرگ ترین ابعاد سنگ (سانتی متر)	ظرفیت مخزن (کیلوگرم)	عرض کار (سانتی متر)	عرض کل (سانتی متر)	مدل
۱۱-۹۰	۱۷۶۰	۴۰	۴۰۰۰	۲۱۰	۲۳۵	SP-3000ATO



شکل ۹: مکانیسم تخلیه کن در سنگ جمع کن های تراکتوری کامل

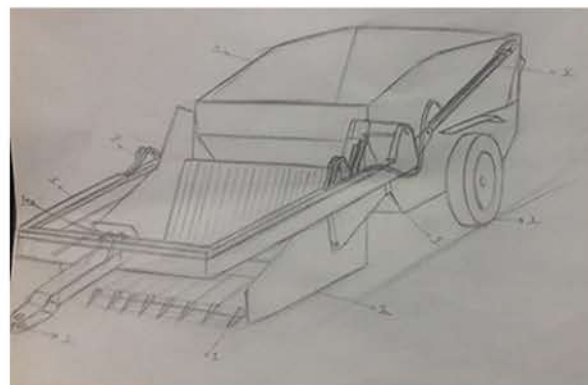
مکانیسم اتصال به تراکتور در سنگ جمع کن های تراکتوری کامل: سنگ جمع کن ها توسط مال بند به تراکتور متصل می شوند و دارای دو جک هیدرولیکی برای مخزن و قسمت بردارنده هستند که جک مخزن یک طرفه بوده و دارای یک شیر است که بالا رفتن آن به کمک جک و پایین آمدن آن توسط وزن مخزن است. قسمت بردارنده نیز دارای جک دوطرفه بوده و دارای دو شلنگ برای بالا و پایین آمدن این قسمت است. این سه شیر بصورت کوپلینگ به قسمت هیدرولیک تراکتور متصل می شوند.



شکل ۱۰: مکانیسم اتصال به تراکتور در سنگ جمع کن های تراکتوری کامل

به طور کلی سنگ جمع کن های تراکتوری کامل امروزه به دو دسته کلی طبقه بندی می شوند:

- ۱- سنگ جمع کن های با واحد بردارنده ساده
- ۲- سنگ جمع کن های با واحد بردارنده انگشتی دار (دوار)



شکل ۱۱: سنگ جمع کن های با واحد بردارنده ساده

جدول ۴: مشخصات فنی ماشین سنگ‌جمع‌کن ساخت شرکت Schulte

وزن کل (کیلوگرم)	۲۴۵۰	ارتفاع دستگاه (میلی‌متر)	۱۳۴۶
طول دستگاه (میلی‌متر)	۵۳۳۴	سایز تایرها (میلی‌متر)	۱۶/۵۰ ۱۶/۱
عرض کل (میلی‌متر)	۲۹۷۲	حجم مخزن (مترمکعب)	۲/۴
عرض کار (میلی‌متر)	۲۱۰۸	توان موردنیاز (اسب بخار)	۷۵



شکل ۱۴: ماشین سنگ‌جمع‌کن ساخت شرکت کشت و صنعت همدان



شکل ۱۶: ماشین سنگ‌جمع‌کن ساخت شرکت Schulte

ماشین سنگ‌جمع‌کن ساخت شرکت GALLENBERG: ویژگی: سرعت بالا به دلیل حرکت هم‌زمان یک کامیون با ماشین سنگ‌جمع‌کن، ظرفیت مزرعه‌ای بالاتر به دلیل عدم رفت‌وبرگشت ماشین به محل تخلیه‌ی سنگ‌ها

جدول ۵: مشخصات فنی ماشین سنگ‌جمع‌کن ساخت شرکت GALLENBERG

مدل	CDSF 2-29	عرض کار (اینچ)	
طول دستگاه (فوت)	۲۱ با خمیدگی، ۱۸/۶ بدون خمیدگی	جنس تیغه‌ها (اینچ) فولاد آبکاری شده	۱/۲ ۰ ۶ ۰ ۶۱
عرض دستگاه (فوت)	۲۰ با بوم، ۷/۶ شاسی، ۱۲/۲ محور	تعداد زنجیر چرخ (دور)	۸۰
میزان تخلیه (فوت)	۸/۹	ظرفیت مزرعه‌ای (یارد بر دقیقه)	۲
وزن (پوند)	۶۵۰۰ با بوم ۱/۲ زنجیر	جنس تایرها	10.00-20 6 ply
عمق حفاری (فوت)	۲/۱۲	توان موردنیاز (اسب بخار) (دور بر دقیقه)	۷۵-۵۰ ۵۴۰



شکل ۱۷: ماشین سنگ‌جمع‌کن ساخت شرکت GALLENBERG

ماشین سنگ‌جمع‌کن ساخت شرکت ماشین‌سازی دقایق اراک: مزایا: جمع‌آوری سنگ‌ها و تخلیه خاک اضافی از بین شیار، تیغه‌های قدرتمند و پاک‌سازی سنگ‌های کوچک، تایرهای مناسب برای کار در محیط خشک مرطوب، عرض کم دستگاه نسبت به عرض تراکتور، تقسیم نیروی وارد بر بدنه به‌طور یکسان، وجود فنر برای نرمی کار دستگاه و کاهش فشار بر روی آن

جدول ۳: مشخصات فنی ماشین سنگ‌جمع‌کن ساخت شرکت ماشین‌سازی دقایق اراک

حجم مخزن (مترمکعب)	۲/۳
وزن دستگاه (کیلوگرم)	۲۷۰۰
برداشت سنگ به قطر (میلی‌متر)	۶۰-۵۰
عرض دستگاه (میلی‌متر)	۱۸۰۰
توان موردنیاز (اسب بخار)	۷۰



شکل ۱۵: ماشین سنگ‌جمع‌کن ساخت شرکت ماشین‌سازی دقایق اراک

ماشین سنگ‌جمع‌کن ساخت شرکت Schulte: ویژگی‌ها: قابلیت تنظیم سنگ‌جمع‌کن به حالت آفتاب (برای کار در مزرعه) و حالت محوری (برای حرکت در جاده)، دارای سامانه هیدرولیکی کمکی که امکان حرکت معکوس را ممکن می‌سازد.

ماشین سنگ جمع کن ساخت شرکت DURAGRADE:

- ✓ قدرت ۱۲ ولت الکتریکی بر روی سیستم هیدرولیکی
- ✓ دارای قاب فولادی
- ✓ قسمت بردارنده قابل تنظیم برای کنترل عمق
- ✓ رینگ های با سرعت بالا و تایرهای مخصوص کار در چمنزار
- ✓ تیغه های قابل تعویض

جدول ۶: مشخصات فنی ماشین سنگ جمع کن ساخت شرکت DURAGRADE

وزن (پوند)	توان مصرفی (اسب بخار)	عرض کار (فوت)	نوع	مدل
۵۵۰	۳۰	۳	هیدرولیکی	RP100



شکل ۱۸: ماشین سنگ جمع کن ساخت شرکت DURAGRADE

محاسبه ظرفیت مزرعه ای (FARM CAPACITY):

برای محاسبه ظرفیت مزرعه ای یک ماشین از رابطه زیر می توان استفاده کرد:

$$C = \frac{vwe}{10}$$

C = ظرفیت واقعی یا مزرعه ای مؤثر بر حسب هکتار بر ساعت (عملکرد ماشین)

V = سرعت پیشروی ماشین بر حسب کیلومتر بر ساعت

W = عرض کار ماشین بر حسب متر

e = بازده مزرعه ای بر حسب درصد

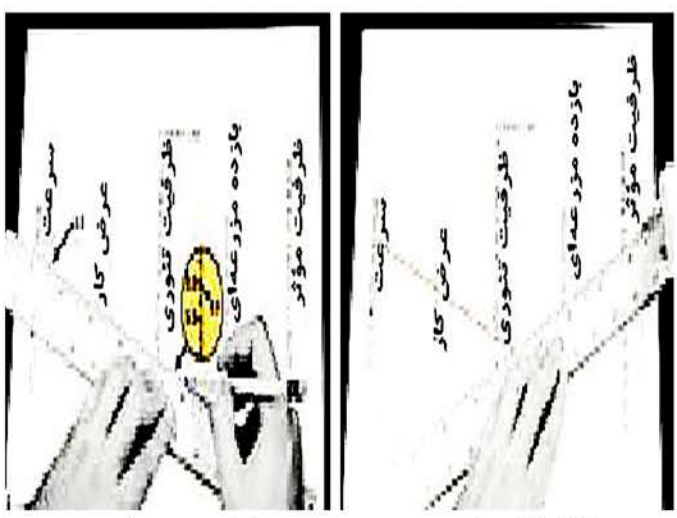
با استفاده از روش های ترسیمی نیز می توان ظرفیت ماشین را تعیین کرد.



شکل ۲۰: جدول محاسبه ظرفیت مزرعه ای به روش ترسیمی

مراحل به دست آوردن ظرفیت مزرعه ای با استفاده از روش ترسیمی:

- سرعت و عرض کار ماشین را روی نمودار علامت گذاری کنید.
- به وسیله خطی این دو نقطه را به هم متصل کنید و امتداد دهید تا محور ظرفیت تئوری ماشین را قطع کند.
- بازده مزرعه ای را روی نمودار علامت گذاری کنید.
- این دو نقطه را به هم متصل کنید و امتداد دهید تا ظرفیت واقعی (مؤثر) مزرعه مشخص گردد.



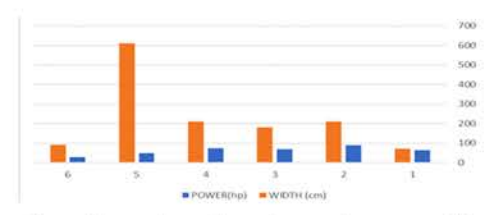
شکل ۲۱: نمایش تصویری محاسبه ظرفیت مزرعه ای به روش ترسیمی

بررسی توان مصرفی:

با توجه به نمودار فوق، سنگ جمع کن شرکت Gallenberg با توان مصرفی ۵۰ اسب بخار دارای بیشترین عرض کار نسبت به بقیه سنگ جمع کن ها بوده و سنگ جمع کن شرکت همدان دارای عرض کار کمتری نسبت به توان مصرفی (۹۰ اسب بخار) آن است.

جدول ۷: مقایسه سنگ جمع کن های بیان شده

شرکت سازنده	عرض کار (سانتی متر)	توان مصرفی (سانتی متر)
1- ILAM	۷۳	۶۵
2- HAMADAN	۲۱۰	۹۰
3- ARAK	۱۸۰	۷۰
4- SCHULTE	۲۱۰/۸	۷۵
5- GALLENBERG	۶۰۹/۲	۵۰
6- DURAGRADE	۹۱/۴۴	۳۰



شکل ۱۹: بررسی توان مصرفی ماشین های سنگ جمع کن به ترتیب ذکر شده در جدول ۷

بررسی ظرفیت مزرعه‌ای:

با توجه به محاسبه ظرفیت مزرعه‌ای در شرایط عادی انجام به کار ماشین ($V = 4 \text{ Km/hr}$) و بازده مزرعه‌ای ۸۰ درصد) به این نتیجه می‌رسیم که سنگ‌جمع‌کن ساخت همدان با عرض کار ۲۱۰ سانتی‌متر دارای بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای است. البته ظرفیت مزرعه‌ای علاوه بر سرعت حرکت تراکتور هنگام جمع‌آوری سنگ به عاملی چون زمان رفت‌و برگشت ماشین برای خالی کردن مخزن در محل جمع‌آوری سنگ‌ها نیز وابسته است که عموماً در بررسی ظرفیت مزرعه‌ای محاسبه نمی‌شود.

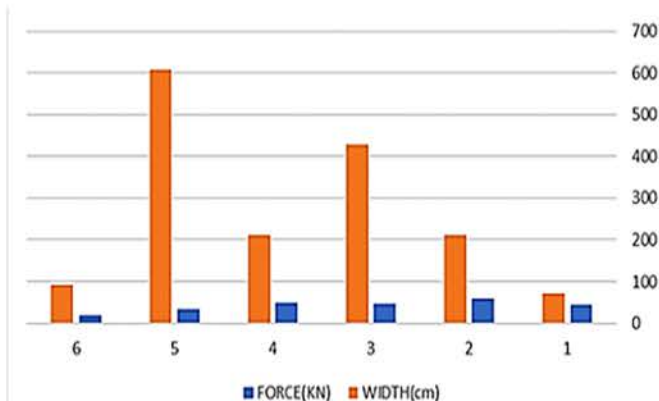
جدول ۸: مشخصات فنی ماشین سنگ‌جمع‌کن شرکت‌های مختلف

شرکت سازنده	عرض کار (سانتی‌متر)	ظرفیت مزرعه‌ای (هکتار بر ساعت)
1- ILAM	۷۲	۲۳/۲۶ درصد
2- HAMADAN	۲۱۰	۷۵/۲ درصد
3- ARAK	۱۸۰	۵۷/۶ درصد
4- SCHULTE	۲۱۰/۸	۶۷/۴۵ درصد
5- GALLENBERG	۶۰۹/۲	۴۸/۷۶ درصد
6- DURAGRADE	۹۱/۴۴	۲۹/۲۶ درصد

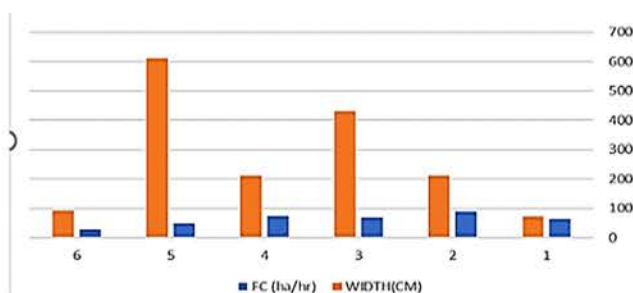
✓ بازدیدهای قبل از شروع کار، کمک شایانی به جلوگیری از توقف عملیات به دلیل نقص فنی خواهد داشت.
✓ خستگی راننده یکی از عوامل مهم در کاهش ظرفیت ماشین است. با انتخاب زمان‌هایی برای استراحت، می‌توان بازده مزرعه‌ای را افزایش داد.
✓ درست است که قرار دادن زمان‌هایی برای بازدید از عملکرد ماشین سبب تلف شدن زمان می‌شود اما این کار باعث افزایش کیفیت کار می‌شود که از لحاظ اقتصادی بسیار اهمیت دارد.

بررسی نیروی کششی:

با توجه به محاسبه نیروی کششی هریک از سنگ‌جمع‌کن‌ها در سرعت پیشروی چهار کیلومتر بر ساعت با استفاده از رابطه‌ی زیر و بررسی نیروی کششی هریک از آن‌ها نسبت به عرض کار دستگاه‌های موردنظر، می‌توان به این نتیجه رسید که سنگ‌جمع‌کن شرکت همدان با توجه به عرض کار کمتری که دارد؛ به نیروی کششی بالاتری نسبت به بقیه نیاز دارد و سنگ‌جمع‌کن شرکت DURAGRADE دارای کمترین نیروی کششی است که البته عرض کار کمتری نیز دارد.



شکل ۲۳: نمودار بررسی نیروی کششی نسبت به عرض کار هر ماشین سنگ‌جمع‌کن



شکل ۲۴: نمودار بررسی ظرفیت مزرعه‌ای ماشین‌های سنگ‌جمع‌کن به ترتیب ذکر شده در جدول ۸

پیشنهادهای:

✓ اگر هدف جمع‌آوری سنگ‌ها به منظور کارهای ساختمانی و... باشد، از یک کامیون کنار کار در حین حرکت سنگ‌جمع‌کن استفاده شود تا سرعت انجام کار بالا رود.
✓ استفاده از سنگ‌جمع‌کن‌های انگشتی‌دار (دوار) نسبت به حالت با بردارنده ساده، دارای سرعت کار بالاتری است.
✓ اگر هدف افزایش حاصلخیزی خاک برای کشت باشد؛ می‌توان به جای مخزن سنگ‌جمع‌کن از ماشین سنگ‌خردکن مخروطی برای خرد کردن و ریختن آن بر روی خاک استفاده نمود.
✓ برای کاهش زمان‌های مرده، به جای رفت‌و برگشت به محل تخلیه سنگ‌ها، می‌توان سنگ‌های جمع‌آوری شده را به کناره‌های مزرعه ریخت و پس از انجام عملیات آن‌ها را برداشت نمود.

راه‌های مؤثر در افزایش ظرفیت ماشین:

✓ قبل از انجام کار بهتر است با بررسی شرایط زمین و ماشین، بهترین روش برای کار با کمترین تلفات زمانی را پیدا کرده تا حداکثر ظرفیت ماشین حاصل شود.
✓ برای سرعت بخشیدن به تخلیه‌ی بار ماشین، از تجهیزات قابل حمل مکانیکی مانند پیچ ارشمیدس استفاده شود.
✓ تخلیه‌ی مخازن در هنگام حرکت و برداشت انجام شود و از توقف برای این منظور اجتناب شود.
✓ با انتخاب مسیر درست برای دور زدن‌ها در انتهای مسیر می‌توان تلفات زمانی ناشی از آن را به‌طور چشم‌گیری کاهش داد.
✓ با انجام دادن سرویس دوره‌ای منظم می‌توان خرابی‌های ماشین را کاهش داد.

- 1- Rock picking machine: an improvement in a rock picking machine, Alden Heppner, 1990, publication number: US07628016
- 2- Mechanical rock picker: improved mechanical machines, Merle W. Petersen, 1955, publication number: US2852082A
- 3- Rock picker: conventional rock pickers usually consist of a rotary rake or a fixed prong assembly, Leslie hulicsko, 1975, publication number: US4040489A
- 3-Rotary rock picker: A rock picking apparatus has a fork and reel assembly and a stone bucket, Leon Malinowski, 1979, publication number: US06028661
- 4-Rock picker with storage conveyors: A rock picker has a plurality of high capacity conveyors, Harley D. Fahrenholz, 1982, publication number: US06190373
- 5-Self – propelled transportable rock picker: an improvement of rock picker system, Melvin S. AHO, 2008, publication number: US7658233B1
- 6- <http://www.daghayegh.com>
- 7- <https://www.bbk-iran.com/article>





تاریخچه استفاده از مواد اولیه گوناگون در بسته‌بندی مواد غذایی و مزایا و معایب هر کدام

شایان محمددینی

دانشجوی کارشناسی مهندسی ماشین‌های صنایع غذایی، دانشگاه تهران
shayanmohammaddini@gmail.com

بسته‌بندی عبارت است از هنر و علم آماده‌سازی مواد غذایی برای حفظ سلامت کالای محتوی آن پس از برداشت و فرآوری تا مرحله مصرف و همچنین افزایش انبارمانی محصول تولیدی و حفظ کیفیت اولیه آن در طی زمان. بسته‌بندی به‌عنوان لایه و مانعی محافظتی در برابر ضربه، فشار، حرارت، ورود اکسیژن و بخار آب، گرد و خاک، برخورد اشعه ماوراءبنفش و ... صورت می‌پذیرد. بسته‌بندی مواد غذایی از سالیان دور آغاز شده و در آن از انواع گوناگون مواد بر اساس ویژگی‌های خاص هر یک مورد استفاده قرار گرفته است که به معرفی و بررسی معروف‌ترین این مواد می‌پردازیم.



تاریخچه تولید کاغذ در دنیا و ایران

اولین بار در سال ۱۰۵ میلادی در سی‌یانگ چین توسط (Tsai- Lun) کاغذ ساخته شد. در سال ۷۵۱ میلادی کارخانه کاغذسازی در سمرقند به تصرف مسلمانان درآمد و روش ساخت کاغذ افشا گردید. در سال ۱۱۰۹ میلادی طرز ساختن کاغذ به سیسیل ایتالیا راه یافت و در سال ۱۲۵۷ میلادی کاغذ از کشورهای عربی به فرانسه صادر شد. به دنبال نشر کتاب در اروپا در سال ۱۴۵۰ و نشر روزنامه در سال ۱۰۶۹ صنعت کاغذسازی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شد.

در ابتدای پیدایش این صنعت در انگلستان و آمریکا، از پارچه‌های نخی و پنبه‌ای به‌عنوان مواد اولیه تولید کاغذ استفاده میشد. ابتدا پارچه‌های خردشده به‌صورت خمیر درمی‌آمد که به آن (Paper Pulp) می‌گفتند. بعد از رقیق نمودن خمیر و ریختن آن بر روی صفحه‌ای مشبک و گرفتن آب آن، ورق کاغذ به‌دست می‌آمد. بعد از اختراع ماشین کاغذسازی از نوع سیلندری در سال ۱۸۴۴ میلادی، یک آلمانی به نام Friedrich Keller توانست از چوب، خمیر کاغذ تهیه نماید. در سال ۱۸۵۵ میلادی دو انگلیسی به نام‌های Hugh Burgoss و Charls Watt تهیه خمیر کاغذ را به روش شیمیایی که روش سودا خوانده می‌شد، ابداع نمودند. در سال ۱۸۶۶ میلادی، Benjamin Tilghman تهیه خمیر کاغذ را به روش شیمیایی (روش سولفیت) ابداع نمود که تاکنون این روش مهم‌ترین روش در صنعت کاغذسازی است. تهیه کاغذ به روش شیمیایی به‌مراتب گران‌تر از روش مکانیکی است لذا از این نوع کاغذ برای چاپ روزنامه و غیره استفاده نمی‌کنند. اساس این فناوری مشتمل بر تهیه و تولید خمیر و تولید کاغذ در یک فرآیند پیوسته و ناپیوسته است. البته واحدهای سرویس‌دهنده و جنبی آن، فناوری این صنعت را تکمیل می‌نمایند.

مزایای کاغذ در صنایع بسته‌بندی

کاغذ از انعطاف‌پذیری خوبی برخوردار است و همچنین قابلیت شکل و چاپ‌پذیری خوبی را داراست. کاغذ در مقابل پاره‌شدن، کشش و فشار، مقاوم و محکم است؛ همچنین ممانعت‌کننده‌ی خوبی در برابر عوامل فساد به‌ویژه نور است. علاوه بر این‌ها، کاغذ قابل بازیافت بوده و در محیط نیز سریعاً تجزیه می‌شود.

معایب کاغذ در صنایع بسته‌بندی

کاغذ در مقابل نفوذ رطوبت از مقاومت خوبی برخوردار نیست و همچنین نفوذ گاز و روغن از کاغذ امکان‌پذیر است. علاوه بر این، کاغذ از قابلیت دوخت خوبی نیز برخوردار نیست.

آلومینیوم

تاریخچه پیدایش آلومینیوم

بیش از چهل سال است که ظروف آلومینیومی بخش عمده‌ای از مواد اولیه در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی را تشکیل می‌دهد. فراوانی این فلز به‌عنوان منبع طبیعی، خواص ذاتی، تحمل حرارت و بازیابی آن به همراه فناوری پیشرفته، باعث شده است که برای انواع بسته‌بندی مواد غذایی استفاده شود. بیش از هشت

درصد از پوسته کره زمین را آلومینیوم تشکیل می‌دهد و ذخایر آلومینیومی جهان در حدود ۱۲ میلیارد تن برآورد می‌شود. سنگ آلومینیوم به‌صورت بوکسیت که حاوی اکسید آلومینیوم، اکسیدهای سلیسیوم، آهن و سایر فلزات است، از معدن استخراج می‌شود. آلومینا با کمک فرآیند شیمیایی سود در درجه حرارت بالا به دست می‌آید تا تمام ناخالصی‌ها گرفته شده و بعد محلول شیمیایی برای تجزیه آلومینا به آن افزوده می‌شود که سرانجام پس از ته‌نشین شدن و عبور از صافی در معرض حرارت قرار می‌گیرد تا آب آن تبخیر شود و جسم ظریف سفیدرنگ به‌جای مانده ظاهری شبیه به آرد دارد. وزن مخصوص آلومینیوم ۲/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب است که اگر به‌صورت ذوب‌شده باشد، می‌توان به‌صورت فویل و نوار باریک شکل بگیرد. ضخامت آلومینیوم به‌صورت فویل برای بسته‌بندی نمودن مواد غذایی، ۷-۲۰ میکرومتر و به‌صورت نوار، ۲۱-۳۵۰ میکرومتر است اما اغلب در بسته‌بندی نمودن مواد غذایی از فویل آلومینیومی به ضخامت ۷-۱۲ میکرومتر استفاده می‌شود. برای بسته‌بندی نمودن پنیرهای پروسس از فویل آلومینیومی به ضخامت ۱۵-۹ میکرومتر بهره می‌گیرند. برای درپوش زدن بطری شیشه‌ای شیر، نوار آلومینیومی به ضخامت ۴۰-۶۵ میکرومتر و جهت بسته‌بندی نمودن مواد غذایی منجمد شده آماده و مربا با حجم کوچک (مربا مخصوص رستوران) نوار آلومینیومی به ضخامت ۸۰-۱۵۰ میکرومتر استفاده می‌کنند.

مزایای ظروف آلومینیومی

آلومینیوم در مقابل اکسیژن و رطوبت از حساسیت کمتری برخوردار است. این موضوع به تشکیل اکسید آلومینیوم ایجادشده در سطح فویل یا نوار برمی‌گردد. سطوح اکسیدشده در مقابل حرارت حساس هستند. اگر از آلومینیوم به‌عنوان مواد اولیه بسته‌بندی مواد غذایی استفاده شود، باید سطح آن توسط لاک یا یک‌لایه مواد پلاستیکی پوشانده شود. یکی از مزایای فویل آلومینیوم این است که سمی نیست. انتقال آلومینیوم از مواد اولیه بسته‌بندی بدون لاک به مواد غذایی بسته‌بندی‌شده نباید در اثر خوردگی بیش از ۵۰ میلی‌گرم برای هر کیلوگرم تجاوز نماید. شایان ذکر است که در آلومینیوم لاک‌اندودشده، انتقال آلومینیوم به مواد غذایی فقط یک میلی‌گرم برای هر کیلوگرم خواهد بود. به‌طور کلی روزانه ۱۰-۴۰ میلی‌گرم توسط جیره غذایی وارد بدن انسان می‌شود که این مقدار نیز دفع می‌شود. ظروف آلومینیومی سبک بوده و از مقاومت خوبی در مقابل خوردگی و فساد شیمیایی برخوردار است.

آلومینیوم غیرقابل نفوذ به نور و هوا بوده و به همین دلیل مواد اولیه بسته‌بندی آلومینیومی از نفوذ رطوبت، نور، اکسیژن، میکروارگانیسم و کاهش مواد معطر جلوگیری می‌نماید و خود نیز از لحاظ مزه و بو خنثی است. ظروف آلومینیومی قابلیت انعطاف‌پذیری خوبی دارد و از رنگ‌پذیری و چاپ‌پذیری مطلوبی برخوردار است.

معایب ظروف آلومینیومی

فویل آلومینیوم نازک (به ضخامت ۲۰ میکرومتر) به‌طور طبیعی حاوی منافذ بسیار ریز است. در هنگام فرم دادن این فویل، پاره شدن آن از قسمت منافذ به‌طور سریع امکان‌پذیر است.



از این جهت این مواد برای بسته‌بندی مواد غذایی که حساس به اکسیژن و رطوبت می‌باشند، مناسب نیست. خوردگی در فویل آلومینیوم امکان‌پذیر است؛ به‌خصوص اگر برای بسته‌بندی نمودن مواد غذایی قلیایی یا گوگرددار مانند کشمش از فویل آلومینیوم استفاده شود. اگر مواد غذایی آماده در فویل آلومینیوم بسته‌بندی شده باشد؛ آن را نمی‌توان توسط مایکروویو گرم نمود.

شیشه و ظروف شیشه‌ای

یکی از قدیمی‌ترین ظروف بسته‌بندی مواد غذایی ظروف شیشه‌ای است. اعتقاد بر این است که شیشه‌گری نوعی از صنعت کوزه‌گری بوده و قدمت آن به ۷۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح برمی‌گردد و در باستان قدیم ساخت بطری‌های شیشه‌ای یک صنعت مهم به شمار می‌آمد زیرا شیشه در رابطه با بسته‌بندی نمودن مواد غذایی دارای مزایا و معایب است که در ادامه ذکر می‌شود.

مزایای شیشه و ظروف شیشه‌ای

شیشه از نظر شیمیایی خنثی است؛ به عبارتی با ماده غذایی محتوی خود هیچ‌گونه واکنشی انجام نمی‌دهد. طعم و مزه محصول بسته‌بندی شده در شیشه بدون تغییر حفظ می‌شود. ظروف شیشه‌ای از استحکام خوبی برخوردار هستند و به اشکال، اندازه‌ها و رنگ‌های مختلف ساخته می‌شوند. شیشه شفاف بوده و اجازه رؤیت محتوی خود را به خریدار و عرضه آن را توسط فروشنده در فروشگاه‌های زنجیره‌ای (سوپرمارکت) می‌دهد.

معایب شیشه و ظروف شیشه‌ای

شیشه حساس به شوک‌های حرارتی و عوامل خارجی بوده لذا میزان درصد شکستن شیشه یا ظروف شیشه‌ای در مقایسه با مواد اولیه بسته‌بندی دیگر بالاست. ظروف شیشه وزن زیادی دارد که باعث افزایش هزینه حمل‌ونقل آن نسبت به انواع دیگر مواد اولیه بسته‌بندی می‌شود. این خطر وجود دارد که در هنگام پر نمودن محصول در ظروف شیشه‌ای، قسمتی از آن خرده شده و به مواد غذایی انتقال یابد. در حال حاضر، ۸۵ درصد از کارخانه‌های نوشابه‌سازی از بطری شیشه‌ای و ۱۵ درصد از کنسروهای تولیدشده در جار شیشه‌ای بسته‌بندی می‌شوند. مشکل اساسی در بازسازی ظروف شیشه‌ای، ناخالصی‌های حاصل از سایر مواد موجود در زباله است. برخی از این ناخالصی‌ها به راحتی به‌وسیله دست جدا می‌شوند.

ظروف فلزی یا حلبی

تاریخچه ساخت ظروف فلزی در دنیا و در ایران

تاریخ پیدایش ظروف فلزی به ۲۳ سال قبل از میلاد مسیح نسبت داده می‌شود. فلز قلع در حدود سال ۱۲۴۰ میلادی در شهر بوهیما توسط یک کارگر انگلیسی کشف شد. تاریخ کشف و ساخت آهن سفید به سال ۱۵۷۵ میلادی یعنی از زمانی که قلع به آلمان صادر گردید، برمی‌گردد. در سال ۱۶۶۵ میلادی در

در سال‌های بین ۱۷۲۰ و ۱۷۳۰ میلادی توانستند توفیق در این امر حاصل نمایند. هنبوردی^۱ در انگلستان اولین بار توانست آهن سفید را به‌طور تجارتي با موفقیت تهیه نماید، او شمش‌های گداخته را به‌وسیله غلطک به‌صورت صفحات نازک‌تری درآورد. در اوایل قرن هجدهم در حدود سال ۱۷۱۴ ساخت آهن سفید در فرانسه شروع شد.

در سال ۱۸۰۴ میلادی نیکلا اپرت^۲ به‌طور تجربی برای نگهداری مواد غذایی به روش‌های خشک‌کردن، دودی کردن و بسته‌بندی مواد غذایی در قوطی فلزی دست یافت؛ سپس از این روش در صنعت کمپوت و کنسروسازی استفاده گردید که به نام اپرتیزاسیون معروف شد که نام کاشف خود را گرفت. در سال ۱۸۱۰ میلادی پیتر^۳ ساخت قوطی فلزی از جنس فولاد با پوشش یک‌لایه قلع را توصیه کرد. در سال ۱۸۱۲ میلادی به‌طور ابتدایی اولین کارگاه کنسروسازی در بوستون آمریکا شروع به کار کرد. در سال ۱۸۵۶ میلادی، بسته‌بندی نمودن شیر تغلیظ شده (شیر کندانه)، صدف دریایی و ذرت در قوطی‌های فلزی اجرا شد. بعد از ساخت اتوکلاو در سال ۱۸۷۴ میلادی توسط استیونسون^۴ طرح تولید قوطی به روش پیوسته انجام شد. در سال ۱۹۰۶ میلادی سازمانی تحت عنوان سازمان ملی صنایع کنسرو تأسیس و سپس مرکز تحقیقاتی برای این صنعت آغاز به کار کرد.

در سال ۱۹۵۸ قوطی آلومینیومی برای اولین بار تولید شد. تولید این قوطی به علت داشتن مزایایی شامل حمل‌ونقل آسان و مقاومت نسبتاً بالا در مقابل تغییرات شیمیایی، به سرعت توسعه یافت.

اما در ایران ساخت قوطی فلزی از سال ۱۳۰۷ شمسی توسط شخصی به نام درخشان در رابطه با نگهداری مواد غذایی مورد توجه قرار گرفت. وسایل ساخت و تولید قوطی فلزی در سال ۱۳۰۹ به‌طور دستی با استفاده از قیچی، دستگاه برش، لوله‌کُن و غیره انجام شد. برای جلوگیری از ضایعات و افزایش زمان ماندگاری محصولات کشاورزی در سال ۱۳۱۳-۱۳۱۲ از قوطی فلزی برای نگهداری نخود سبز و غیره بهره گرفتند. در سال ۱۳۳۰ اولین قوطی فلزی جهت بسته‌بندی روغن نباتی جامد به وسیله‌ی دستگاه مدرن ساخته شد و در سال ۱۳۴۴ سامانه‌ی لاک‌زنی خودکار در ایران نصب و مورد بهره‌برداری قرار گرفت. در حال حاضر قوطی فلزی توسط شرکت‌های صنایع بسته‌بندی ساخته می‌شود. گزارش شده است که در اروپا و آمریکا میزان استفاده نمودن از قوطی فلزی برای بسته‌بندی نمودن اغلب مواد غذایی کنسروی کاهش یافته است.

مزایای قوطی فلزی

اغلب آن‌ها در مقابل ضربه‌های خارجی مقاوم هستند. قوطی فلزی در مقابل درجه حرارت بالا (درجه حرارت استریلیزاسیون) از مقاومت بالایی برخوردار است.

1. Hanbori
2. Nikola Appert
3. Peter
4. Astiwneson

معایب پلاستیک‌ها

از معایب پلاستیک‌ها این است که می‌توان آن‌ها را به عنوان ماده کمک‌کننده در کارخانه‌ها، به انواع مختلف استفاده نمود و هنگامی که این پلاستیک‌ها در شرایط معینی با مواد غذایی تماس می‌گیرند، به مواد غذایی انتقال می‌یابند. پلاستیک‌ها را از نفت خام، گاز و قسمتی نیز از زغال سنگ تهیه می‌کنند. ساختمان اصلی آن‌ها را مونومرها تشکیل می‌دهند.

منابع

(۱) میرنظامی ضیابری، سید حسین، ۱۳۹۲. اصول بسته‌بندی مواد غذایی، انتشارات آبیژ

2) www.bpsico.ir



این مواد اولیه بسته‌بندی، مقاومت فوق‌العاده‌ای نسبت به نفوذ رطوبت، نور و اکسیژن نشان می‌دهد.

معایب قوطی فلزی

در آن‌ها پدیده زنگ زدن و خوردگی (corrosion) در مقایسه با مواد اولیه بسته‌بندی دیگر سریع‌تر ایجاد می‌شود. در اثر خوردگی تغییراتی در سطح و داخل قوطی ایجاد می‌شود. به خصوص هیدروژن آزاد شده در داخل قوطی، منجر به بادکردگی قوطی فلزی و در نتیجه سوراخ شدن (perforation) آن می‌شود. خوردگی حاصل در قوطی فلزی می‌تواند باعث تغییر رنگ و کاهش ویتامین‌های مواد غذایی شود.

روش‌های جلوگیری از زنگ‌زدگی قوطی فلزی

- جلوگیری از ایجاد خراش در سطح خارجی قوطی و قشر لاک
- شستشو دادن قوطی‌ها پس از درب‌بندی به‌منظور پاک‌کردن جدار قوطی از ذرات نمک اسید
- خودداری از به کار بردن آب اشباع‌شده از مواد قلیایی به‌منظور پاک‌کردن چربی از سطح خارجی قوطی‌ها
- رعایت درجه حرارت لازم هنگام تخلیه هوای قوطی‌ها
- تأمین درجه حرارت کافی برای خشک‌کردن رطوبت پس از خنک‌شدن به‌وسیله آب
- خودداری از قرار دادن قوطی‌های خیس در جعبه‌های مقوایی و چوبی یا جعبه‌های مربوط

پلاستیک‌ها

در حدود ۱۰۰ سال اخیر سعی شده است که به جای مواد اولیه بسته‌بندی سلولزی، پلاستیک‌ها را جایگزین نمایند. در طول دهه‌های گذشته، پیشرفت و تکامل بسته‌بندی با پلاستیک‌ها برای غذاهای آماده، غذاهای منجمد شده، لبنیات، نوشابه‌ها، نان و شکلات اهمیت و ضرورت بیشتری پیدا کرده است. فیلم‌های سلولزی و پلاستیک‌ها اولین بار در بسته‌بندی کاربرد داشتند. به عنوان مثال تولید سلوفان در سال ۱۹۲۴ برای اولین بار در آلمان شروع شد. بعد از جنگ جهانی دوم در سال ۱۹۴۵ استفاده از مواد پلاستیکی به‌طور معمول در صنایع بسته‌بندی مواد غذایی گسترش یافت که آن را یک انقلاب نوین در صنعت بسته‌بندی می‌نامند. از اواسط سال‌های دهه ۱۹۵۰، استفاده از فیلم‌های مرکب پلاستیکی شروع شد و چند سالی طول نکشید که فناوری فیلم‌های مرکب اهمیت و تکامل بیشتری پیدا کردند. امروزه کاربرد پلاستیک‌ها در بسته‌بندی اهمیت فوق‌العاده‌ای پیدا کرده و از نظر میزان مصرف در درجه اول اهمیت قرار دارد.

مزایای پلاستیک‌ها

دارای وزن مخصوص کم (۰/۹ تا ۱/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و قیمت نسبتاً نازل است. پلاستیک‌ها از قابلیت شکل‌پذیری بالایی در دستگاه‌های خودکار بسته‌بندی برخوردار هستند. آن‌ها در برابر تعداد زیادی از کالاهای بسته‌بندی‌شده که خاصیت اسیدی یا قلیایی دارند، مقاوم می‌باشند. پلاستیک‌ها به انرژی کمتری در تولید و شکل‌دهی نسبت به قوطی فلزی و بطری شیشه‌ای نیاز دارند.



Microwave-Assisted Extraction

متن خوانی انگلیسی



اسانس گیری با امواج
مایکروویو

مهرداد بابایی

دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، گرایش فناوری پس از برداشت، دانشگاه تهران

Introduction to Dielectric Heating

Microwave and substance reaction

Microwave (MW) irradiation uses an electromagnetic field at a specific frequency. The MW frequency range is an ample interval that ranges from 300 MHz to 300 GHz. However, only a few frequencies are allowed for industrial, scientific, and medical uses (ISM frequencies), and in general 0.915 and 2.45 GHz are those most used worldwide.

A typical MW generator for such frequencies can be found in the magnetron, the same device that equips domestic and laboratory MW ovens. Magnetrons for industrial applications can reach power ratings in the tens of kilowatts (kW); laboratory appliances usually use ratings below 1 kW. Recently, the introduction of solid-state generators has permitted the emission band of the MW generator to be made narrower, allowing the user to vary the frequency of the system within the range of allowed ISM frequencies.



At a frequency of a few gigahertz (GHz), namely, at the allowed ISM frequency of 2.45 GHz, matter interacts with the electromagnetic field mainly via dipole reorientation and induced polarization phenomena. Even though the interaction with the electric field is of principal importance for most of the chemical environment, the fact that the magnetic component accounts for the magnetic loss in compounds with high permeability is another mechanism via which heat is generated. At 2.45 GHz, the energy of an MW photon is close to 0.00001 eV, and hence it is too weak to break even hydrogen bonds. Moreover, it is also much lower than the energy required for Brownian motion. Thus, one has to keep in mind that the efficiency of MW irradiation on chemical syntheses is strictly related to the conversion of electromagnetic energy to heat. Both the nature of reactants and the geometry of the MW reactor affect heat generation in the reaction medium.

Properties of microwave exposed materials

The major physical parameters that are of importance for MW-assisted extraction include solubility, the dielectric constant, and dissipation factors. Working at 2,45 MHz, the polarity of the solvent is the main factor because solvents with high dielectric constants (e.g., water and alcohols) can absorb more MW energy than nonpolar solvents

Mechanism of Microwave Extraction

The fundamentals of the microwave extraction (MAE) process are different from those of conventional methods (solid-liquid or simply extraction) because the extraction occurs as the result of changes in the cell structure caused by electromagnetic waves.

In MAE, the process acceleration and high extraction yield may be the result of a synergistic combination of two transport phenomena: heat and mass gradients working in the same direction. On the other hand, in conventional extractions, the mass transfer occurs from inside to the outside, although the heat transfer occurs from the outside to the inside of the substrate (Fig. 1). In addition, although in conventional

extraction the heat is transferred from the heating medium to the interior of the sample, in MAE the heat is dissipated volumetrically inside the irradiated medium. The solvent penetrates into the solid matrix by diffusion (effective), and the solute is dissolved until reaching a concentration limited by the characteristics of the solid. The solution containing the solute diffuses to the surface by effective diffusion. Finally, by natural or forced convection, the solution is transferred from the surface to the bulk solution (Fig. 2).

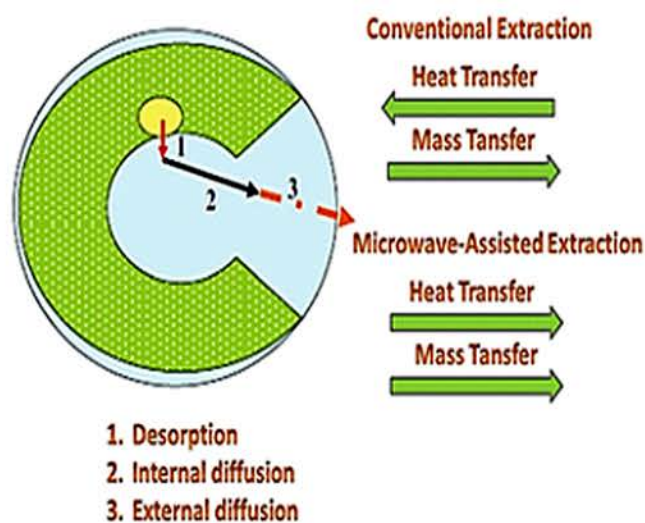


Figure 1

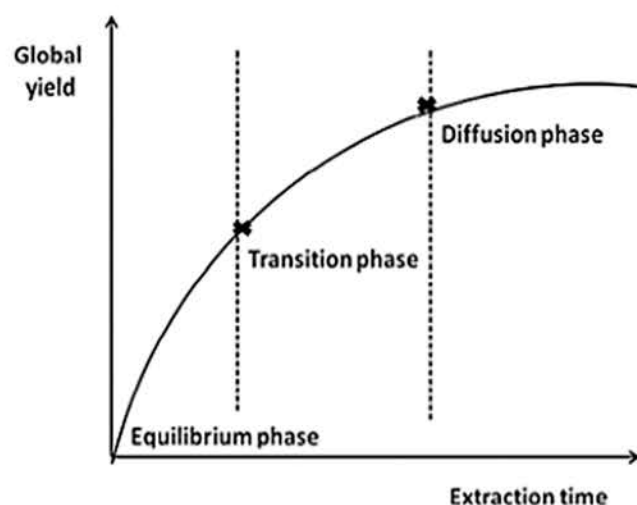


Figure 2

The extraction process takes place in three different steps: an equilibrium phase where the phenomena of solubilization and partition intervene, in which the substrate is removed from the outer surface of the particle at an approximately constant velocity. Then, this stage is followed by an intermediary transition phase to diffusion. The resistance to mass transfer begins to appear in the solid-liquid interface; in this period the mass transfer by convection and diffusion prevails. In the last phase, the solute must overcome the interactions that bind it to the matrix and diffuse into the extracting solvent. The extraction rate in this period is low characterized by the removal of the extract through the diffusion mechanism. This point is an irreversible step of the extraction process; it is often regarded as the limiting step of the process.

Extraction of Essential Oils by distillation

The traditional way of isolating volatile compounds as essential oils from plant material is distillation. During distillation, fragrant plants are exposed to boiling water or steam, releasing their essential oils through evaporation. Recovery of the essential oil is facilitated by distillation of two immiscible liquids (water and essential oil) based on the principle that the combined vapor pressure equals the ambient pressure at the boiling temperature. Thus, the ingredients of essential oil, for which boiling points normally range from 200°C to 300°C, are evaporated at a temperature close to that of water. The laden steam of the essential oil rises and enters narrow tubing that is cooled by an outside source. As steam and essential oil vapors are condensed, both are collected and separated in a vessel traditionally called the Florentine flask. The essential oil, which is lighter than water, floats at the top while water goes to the bottom and can easily be separated. The amount of essential oil produced depends on four main criteria: the length of distillation time, the temperature, the operating pressure, and, most importantly, the type and quality of the plant material. Typically, the yield of essential oils from plants is between 0.005% and 10%

Microwave Hydrodistillation (MWHd)

The process microwave hydrodistillation (MWHd), which was developed by Stashenko et al. in 2004, is based completely on the classical hydro distillation principle; a part of the hydrodistillation assembly line is placed in the microwave oven (Fig. 3).

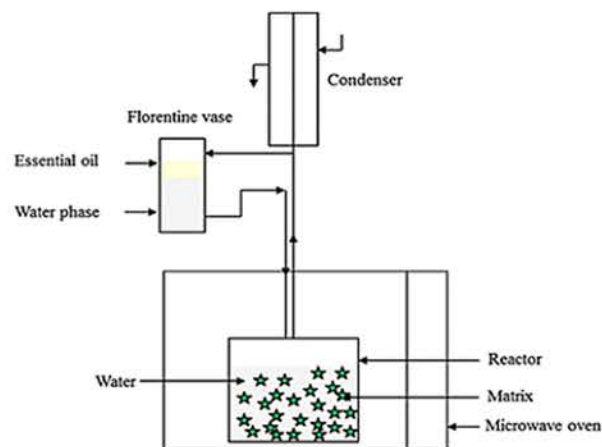


Figure 3

The matrix is installed with water into a reactor that has already been placed inside the microwave oven. The refrigeration system and the part estimated to recover essences are situated outside the oven.

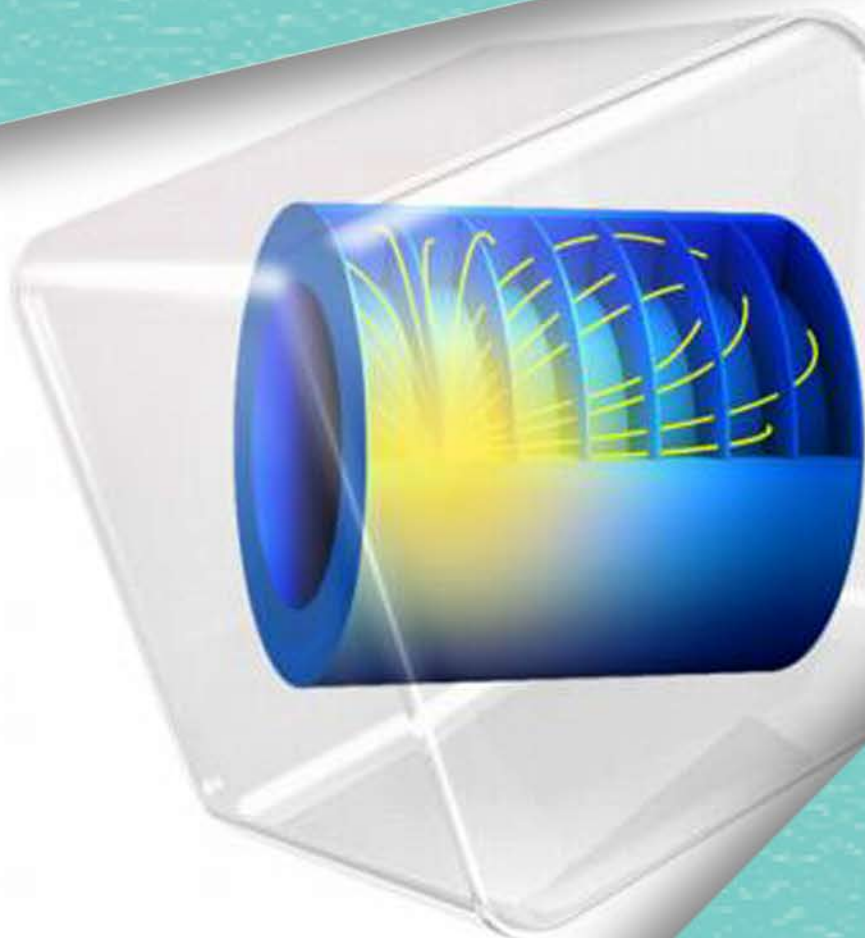
interval: بازه گسترده
 dipole reorientation: جهت گیری مجدد دوقطبی
 induced polarization: پلاریزاسیون القایی
 permeability: نفوذپذیری
 strictly: موکداً، صرفاً
 conversion: تبدیل، تغییر
 solubility: انحلال پذیری، قابلیت حل
 dissipation: اتلاف
 dissipated: منتشر شدن، پراکنده شدن
 convection: انتقال گرما
 substrate: لایه
 intermediary: میانجی
 exposed: در معرض قرار گرفتن
 laden: مملو



معرفی نرم افزار COMSOL



معرفی نرم افزار COMSOL



فاطمه سلکی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک
بیوسیستم - گرایش طراحی و ساخت، دانشگاه تهران
solki.fatemeh.che@ut.ac.ir

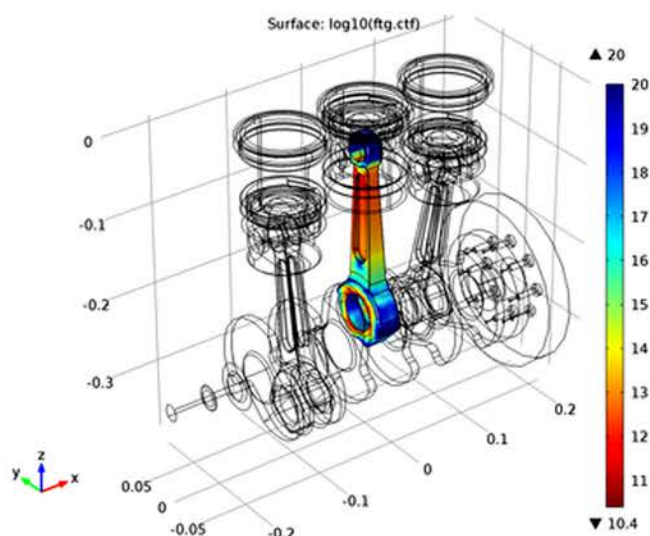
به منظور حل مسائل چند فیزیکی و شبیه سازی آنها، استفاده از نرم افزار کامسول توصیه می گردد. از این نرم افزار می توان در حل مسائلی که مختص یک رشته نیست و به صورت بین رشته ای هستند، بهره برد. اساس کار این نرم افزار حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی است. کامسول شامل ابزارهای مختلفی برای انجام عملیات های متفاوتی از جمله مدل سازی، مش بندی، پردازش و پس پردازش می باشد. در مطلب حاضر به شرح نرم افزار قدرتمند کامسول پرداخته خواهد شد.

این نرم‌افزار همانند سایر نرم‌افزارهای موجود دارای رابط گرافیکی قدرتمندی جهت انجام مدل‌سازی است. همچنین لازم به ذکر است که این برنامه قابلیت تحلیل و بررسی چند مدل به صورت هم‌زمان را دارد. در زمان تحلیل، مراحل مختلفی از جمله مش‌بندی، اعمال شرایط مرزی و بارگذاری‌ها فراخوانی و اعمال می‌شود. پس از بررسی مدل، در مرحله پس از پردازش امکان رسم نمودارهای مختلف و انجام محاسبات مختلف مانند سطح، حجم، مرکز جرم و غیره و پردازش نتایج آزمایش مانند میانگین و خطا فراهم است.

منابع

باقری ب.، عمرانی پ. و قنبریان ن. طراحی و شبیه‌سازی پروژه‌های پزشکی و مهندسی پزشکی با COMSOL. نشر دانشگاهی کیان

مختاری ح. ۱۳۹۴. کتابچه راهنمای کاربردی نرم‌افزار COMSOL Multiphysics.



1. COMSOL
2. Finite Element Method (FEM)
3. Partial Differential Equations (PDEs)
4. Radio Frequency (RF)
5. Stationary
6. Transient
7. Linear and nonlinear
8. Frequency response
9. Modal
10. MATLAB

بسیار از مسائل در پیرامون ما وجود دارند که دارای چند فیزیک هستند و برای حل آن‌ها نیاز است که در رشته‌های مختلف جزئیات آن مورد بررسی قرار گیرد؛ کامسول^۱ نرم‌افزاری مناسب برای این منظور است. این نرم‌افزار توسط دانشجویان موسسه سلطنتی فناوری سوئد در سال ۱۹۸۶ میلادی با نام FEMLAB آغاز به کار کرد و در سال ۲۰۰۵ به COMSOL Multi physics تغییر نام داد.

کامسول یک نرم‌افزار شبیه‌سازی قدرتمند در زمینه المان محدود^۲ و ویژه متخصصان در حوزه‌های مختلف است که بر پایه حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی^۳ کار می‌کند. سهولت در کاربری، گرافیک قدرتمند، تحلیل و مدل‌سازی به صورت یک‌بعدی، دوبعدی و سه‌بعدی در شرایط پایدار و دینامیکی از جمله ویژگی‌های این نرم‌افزار به حساب می‌آید. همچنین کامسول دارای محیطی قدرتمند شامل تمام ابزارهای مورد نیاز برای انجام عملیات مختلف از جمله: مدل‌سازی، مش‌بندی، پردازش و پس‌پردازش است.

کامسول قابلیت حل مسائل میان‌رشته‌ای که به یک حوزه خاص محدود نمی‌شوند را داراست. این نرم‌افزار به منظور تحلیل انواع مسائل، شامل ماژول‌های متفاوت در حوزه‌های متنوعی از جمله برق، فیزیک، شیمی، مکانیک، عمران، پزشکی و زیرمجموعه‌های آن‌ها است. همچنین لازم به ذکر است که این نرم‌افزار بر اساس ماژول‌های متفاوتی که داراست، قادر به حل مسائل چند فیزیکی است. ماژول AC/DC، ماژول آکوستیک، ماژول واکنش شیمیایی، ماژول باتری‌ها و پیل‌های سوختی، ماژول دینامیک سیالات محاسباتی، ماژول انتقال حرارت، ماژول پلاسما، ماژول فرکانس رادیویی^۴، ماژول مکانیک سازه‌ای، ماژول سیستم‌های الکترومکانیکی، ماژول میکرو سیال‌ها، ماژول مواد سازه‌ای غیرخطی، ماژول بهینه‌سازی، ماژول خوردگی، ماژول ردگیری ذره، ماژول جریان زیرسطحی و ماژول ژئومکانیک از جمله ماژول‌های این نرم‌افزار است.

آنالیزهای پایدار^۵ و وابسته به زمان^۶؛ آنالیزهای خطی و غیرخطی^۷ و آنالیزهای پاسخ فرکانسی^۸، مودال^۹ و فرکانس ویژه از جمله تحلیل‌هایی است که به واسطه رابط فیزیکی انجام می‌شود. نرم‌افزار کامسول در زمینه‌های مختلف علمی و مهندسی از جمله آکوستیک، علوم زیستی، واکنش‌های شیمیایی، خوردگی و حفاظت در مقابل خوردگی، نفوذ، الکتروشیمی، الکترومغناطیسی، آنالیزهای خستگی، دینامیک سیالات، پیل‌های سوختی و الکتروشیمی، ژئوفیزیک، انتقال حرارت، سیستم‌های میکرو الکترومکانیکی، میکرو سیالات، مهندسی ماکروویو، اپتیک، ردگیری ذره، فتونیک، جریان در داخل مواد متخلخل، فیزیک پلاسما، مکانیک کوانتوم، امواج فرکانس رادیویی، ادوات نیمه‌هادی، مکانیک سازه‌ای، پدیده‌های انتقال و انتشار موج استفاده می‌شود.

نرم‌افزار کامسول با نرم‌افزار متلب^{۱۰} دارای ارتباط مستقیم است و امکان کد نویسی در این نرم‌افزار توسط نرم‌افزار نام‌آشنای متلب فراهم شده است که از مدل‌های کامسول نیز پشتیبانی می‌کند. مدل‌های کد با فرمت‌های SAT، ACIS، Step، Parasolid، IGES و غیره را می‌توان در نرم‌افزار کامسول وارد کرد.

فراخوان دریافت مقالات و مطالب علمی نشریه علمی-ترویجی صنعت سبز نوین

با توجه به اهمیت هم‌افزایی و همچنین معرفی پژوهش‌های انجام شده در این رشته و دستاوردهای آن به علاقه‌مندان و ترویج آن؛ از همه اساتید، پژوهشگران و دانشجویان در رشته‌های مهندسی مکانیک بیوسیستم، مهندسی مکانیزاسیون، مهندسی ماشین‌های صنایع غذایی و رشته‌های مرتبط دعوت می‌شود جهت ارسال مطالب خود به نشریه علمی ترویجی صنعت سبز نوین از طریق راه‌های ذکر شده اقدام فرمایند. همچنین از شماره‌های گذشته، بخشی با نام «دست‌آورد» برای معرفی طرح‌ها و پژوهش‌های انجام شده با هدف معرفی توانایی‌های دانشجویان در این رشته به صورت ثابت به نشریه اضافه شده است که علاقه‌مندان می‌توانند طرح‌ها و دستاوردهای خود را در این بخش با نام خود معرفی نمایند.

نحوه ارسال مطالب:

- مراجعه به سایت رسمی نشریه به نشانی **sanatsabzsaj.ut.ac.ir** و بخش ارسال مقالات
- ارسال مقاله به ایمیل نشریه به نشانی: **sanat.sabz.pub@gmail.com**

جهت کسب اطلاعات بیشتر، می‌توانید به شماره‌های پیشین نشریه که در سایت و تلگرام نشریه موجود است، مراجعه کرده و با تلگرام **@sanatsabznovin** یا شماره **۰۹۰۳۷۰۲۵۷۳۹** در ارتباط باشید.

راه‌های ارتباطی نشریه:



sanat.sabz.pub@gmail.com



http://sanatsabzsaj.ut.ac.ir



SanatSabz_UT



09037025739





رونمایی از کیت نانو
تشخیص کرونا



دستگاه تشخیص
سریع کرونا در ایران



سامانه ماشین بویایی



ممیزی انرژی ساختمان



هوش مصنوعی
machine learning



پنج دلیل استفاده از
پهپادها در کشاورزی



ماشین سنگ جمع کن ۱



کودپاش دامی



surface finishing



اسانس گیری با امواج
مایکروویو



ماشین سنگ جمع کن ۳



ماشین سنگ جمع کن ۲



معرفی نرم افزار COMSOL



GERMINO

ژرمیناتور هوشمند ژرمینو



برخی ویژگی ها:

استفاده از سنسورهای دیجیتال دما و رطوبت با دقت بسیار بالا جهت پایش دما و رطوبت محیط ژرمیناتور
استفاده از کمپرسورهای خطی با مصرف پایین تر و راندمان بالاتر
استفاده از المنت های پره دار جهت افزایش راندمان حرارتی، کاهش مصرف انرژی و افزایش قدرت کنترل دستگاه در دمای بالا
پنل کنترل لمسی فارسی 7 اینچ جهت سهولت در کارکرد با منوهای تخصصی طراحی شده
قابلیت اعمال تنظیمات زمان بندی طول روز و شب به صورت دستی با قابلیت تنظیم ساعت شروع و پایان روز
قابلیت تنظیم حداقل و حداکثر دما محفظه به تفکیک روز و شب
قابلیت تنظیم حداقل و حداکثر رطوبت محفظه به تفکیک روز و شب
قابلیت تنظیم فعال یا غیر فعال بودن طیف های چهارگانه ی نور (400-810 نانومتر، 660-665 نانومتر، 450-452.5 نانومتر، 320-400 نانومتر)
قابلیت نمایش لحظه ای وضعیت دما و رطوبت دستگاه بر اساس زمان در نمودار آنلاین
قابلیت ذخیره سازی داده های دما، رطوبت و زمان روشن ماندن LED های رشد برای مدت نامحدود
قابلیت ارسال داده های ذخیره شده پس از اتمام فرآیند داده برداری برای ایمیل پژوهشگر
قابلیت Reset کردن داده ها پس از پایان پژوهش



توسعه پویان آروند

www.tupa.ir

info@tupa.ir

011-444 30 876

مازندران، ساری، میدان طبهرستان
پارک علم و فناوری